آب و توسعه پایدار

دوره سیزدهم . شماره اول (پیاپی ۳۹) . خرداد ۱۴۰۵

آب و تعارض منافع

هنگامی که نهادی، هم مسئول حفاظت و تنظیم گری منابع آب است و هم متولی فراهم ساختن آب برای توسعه (بویژه مسئولیت تأمین آب شهری)؛ این پرسش مطرح می‌شود که: چگونه می‌توان از بی‌طرفی کامل و برقراری عدالت و انصاف در تصمیم‌های تخصیص آب اطمینان یافت؟

فهرست مقالات

- **ناآرامی‌های سیستان در دوره پهلوی دوم با تمرکز بر بحران بی‌آبی و خشک‌سالی (با رویکرد اسنادی ـ تحلیلی)**
  سیدمحمود سادات بیدگلی؛ محمود سرخانزاده؛ حمید نجار
- **تحلیل کیفی پیامدهای تغییر رفتار زنان از مصرف‌کننده منفعل به کنشگر فعال در مدیریت مصرف آب**
  الهام اسماعیلی علویجه، اسماعیل صالحی، لعبت زبردست، رضوان حکیم زاده
- **تبیین چارچوب یکپارچه حکمرانی سیلاب شهری با رویکرد تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی**
  احمد رادمهر
- **ارزیابی تاثیر افت آب‌های زیرسطحی بر میزان فرونشست با استفاده از تصاویر راداری سنتینل ۱ (مطالعه موردی: منطقه سیستان)**
  سید علی المدرسی، لیلی لطیفی، صمد فتوحی، هادی سیاسر
- **مرور منظم انتقادیِ مطالعات تعارضات آبی حوزه کشف رود مشهد**
  محمد مهدی نمازی، علی یوسفی، کامران داوری، احمدرضا اصغرپور ماسوله
- **تحلیل همسویی حکمرانی آب در مناطق خشک با اصول توسعه پایدار**
  مهناز کیانی مجد، محمد مهدی چاری، هادی گلوی
- **تحلیل اقتصادی-جمعیتی مهاجرت ناشی از تنش آبی در ایران و پیامدهای آن بر امنیت غذایی**
  مهدی کمالی
- **خلأهای موجود در قوانین بین‌المللی مرتبط با حفاظت از منابع آبی**
  محمدجواد حیدریان دولت آبادی، احسان علی‌اکبری بابوکانی
- **کاربرد منابع آبی نامتعارف در آبزی‌پروری: چالش‌های کیفی، الزامات مهندسی منابع آب و راهکارهای پایداری**
  محمد نوری، منیره فغانی، فرزانه کیا
- **آسیب‌شناسی سیاست‌گذاری آب در دوره جمهوری اسلامی ایران بر اساس نظریه «پنجره سیاست» با تأکید بر منابع دولتی**
  روح اله اسلامی، جمال مختاری
- **تبیین نقش برنامه‌های ترویجی، هنجارهای اجتماعی و اخلاقی در تمایل به نوسازی آبیاری سنتی به فناوری آبیاری سطحی کم فشار**
  آرزو مختاری حصاری، علیرضا نعمتی
- **بررسی اثر بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر بر منابع آبی از منظر مواد معدنی مورد نیاز**
  زری بهنیافر، ابوالفضل پوررجبیان

شاپا چاپی ۵۴۷۴ ـ ۲۴۲۳

بسم الله الرحمن الرحیم

دوره سیزدهم. شماره اول. (پیاپی ۳۹). خرداد ۱۴۰۵

آب و توسعه پایدار

صاحب امتیاز: دانشگاه فردوسی مشهد
مدیر مسئول: ناصر شاهنوشی فروشانی. استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
سردبیر: کامران داوری. استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

اعضای هیئت تحریریه

کاظم اسماعیلی. استاد گروه مهندسی آب. دانشگاه فردوسی مشهد
حسین انصاری. استاد گروه مهندسی آب. دانشگاه فردوسی مشهد
علی باقری. دانشیار گروه مهندسی آب. دانشگاه تربیت مدرس
محمد جلینی. دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
حسین علی‌دادی. استاد گروه مهندسی بهداشت محیط و حرفه‌ای. دانشگاه علوم پزشکی مشهد
سعید مرید. استاد گروه مهندسی آب. دانشگاه تربیت مدرس
حمیدرضا ناصری. استاد گروه زمین شناسی. دانشگاه شهید بهشتی

شورای سیاست گذاری

مجیدقنادی (ریاست شورا). مدیرکل مرکز تحقیقات، توسعه فناوری و ارتباط با صنعت شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
حسین اسماعیلیان. مدیر عامل و رئیس هیات مدیره شرکت آب و فاضلاب مشهد
محمدعلی نعمت نژاد. مدیر عامل شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی
احمدقندهاری: رئیس حوضه‌های آبریز ارس، اترک و حوضه‌های شمالی، شرکت مدیریت منابع آب ایران
ناصر شاهنوشی فروشانی. مدیر مسئول نشریه
کامران داوری. سردبیر نشریه

مشاوران هیئت تحریریه

انوش نوری اسفندیاری. اندیشکده تدبیر آب ایران
حسین دهقانی سانیج . موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
سید حسین سجادی فر. شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
غلامرضا کلائی. شرکت آب و فاضلاب مشهد
فریبا قنبری. شرکت آب و فاضلاب مشهد
سیدحمید میرقاسمی. شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی
محمود ارجمند شریف . شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی

اطلاعات نشر

کارشناس اجرایی: مهری شاهدی
ویراستاری: مرجان قوچانیان. مهری شاهدی. فاطمه طالبی حسین آباد (فنی و ادبی). مائده اسکوهی (لاتین)
طراحی جلد: محمدرضا شیخی / **صفحه آرایی:** رحمان اسدی
ترتیب انتشار. ناشر: فصلنامه. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد
شماره شاپا چاپی. الکترونیکی: ۵۴۷۴-۲۴۲۳ / ۳۳۲۱-۲۷۱۷
تارنما. رایانامه: https://jwsd.um.ac.ir. Email: jwsd@um.ac.ir
آدرس: دانشگاه فردوسی مشهد. دانشکده کشاورزی. گروه علوم و مهندسی آب. دفتر نشریه. کدپستی ۹۱۷۷۵۱۱۶۳
حامی مالی نشریه: شرکت آب و فاضلاب مشهد
حامی مالی کنکاش: شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی
پایگاه‌های نمایه شده: پایگاه استنادی علوم ایران (ISC). پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)
بانک اطلاعات نشریات کشور (Magiran). google scholar، DOAJ، CABI، Agris

این نشریه طبق نامه شماره ۳/۱۸/۱۲۶۶۳۱ مورخ ۱۳۹۴/۶/۲۹ ازکمیسیون بررسی نشریات علمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، اعتبارعلمی دریافت نموده است. همچنین در تاریخ ۱۳۹۴/۱۱/۵ موفق به دریافت پروانه انتشار نشریه از وزارت فرهنگ و ارشاد اسامی به شماره ثبت ۷۶۷۶۶ شده است. این نشریه حاصل فعالیت علمی مشترک دانشگاه فردوسی مشهد و انجمن هیدرولیک ایران است.

فهرست مطالب

۱ **سرمقاله: نقش مخرب «تعارض منافع نهادی» در حکمرانی آب ایران**
کامران داوری

۳ **ناآرامی‌های سیستان در دوره پهلوی دوم با تمرکز بر بحران بی‌آبی و خشکسالی(با رویکرد اسنادی – تحلیلی)**
سیدمحمود سادات بیدگلی؛ محمود سرخانزاده؛ حمید نجار

۲۱ **تحلیل کیفی پیامدهای تغییر رفتار زنان از مصرف‌کننده منفعل به کنشگر فعال در مدیریت مصرف آب**
الهام اسماعیلی علویجه، اسماعیل صالحی، لعبت زبردست، رضوان حکیم زاده

۳۳ **تبیین چارچوب یکپارچه حکمرانی سیلاب شهری با رویکرد تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی**
احمد رادمهر

۵۳ **ارزیابی تاثیر افت آب‌های زیرسطحی بر میزان فرونشست با استفاده از تصاویر راداری سنتینل ۱ (مطالعه موردی: منطقه سیستان)**
سید علی المدرسی، لیلی لطیفی، صمد فتوحی، هادی سیاسر

۷۳ **مرور منظم انتقادیِ مطالعات تعارضات آبی حوزه کشف رود مشهد**
محمد مهدی نمازی، علی یوسفی، کامران داوری، احمدرضا اصغرپور ماسوله

۹۳ **تحلیل همسویی حکمرانی آب در مناطق خشک با اصول توسعه پایدار**
مهناز کیانی مجد، محمد مهدی چاری، هادی گلوی

۱۰۵ **تحلیل اقتصادی-جمعیتی مهاجرت ناشی از تنش آبی در ایران و پیامدهای آن بر امنیت غذایی**
مهدی کمالی

۱۱۹ **خلأهای موجود در قوانین بین‌المللی مرتبط با حفاظت از منابع آبی**
محمدجواد حیدریان دولت‌آبادی، احسان علی‌اکبری بابوکانی

۱۴۵ **کاربرد منابع آبی نامتعارف در آبزی‌پروری: چالش‌های کیفی، الزامات مهندسی منابع آب و راهکارهای پایداری**
محمد نوری، منیره فغانی، فرزانه کیا

۱۵۵ **آسیب‌شناسی سیاست‌گذاری آب در دوره جمهوری اسلامی ایران بر اساس نظریه «پنجره سیاست» با تأکید بر منابع دولتی**
روح اله اسلامی، جمال مختاری

۱۷۹ **تبیین نقش برنامه‌های ترویجی، هنجارهای اجتماعی و اخلاقی در تمایل به نوسازی آبیاری سنتی به فناوری آبیاری سطحی کم فشار**
آرزو مختاری حصاری، علیرضا نعمتی

۱۹۱ **بررسی اثر بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر بر منابع آبی از منظر مواد معدنی مورد نیاز**
زری بهنیافر، ابوالفضل پوررجبیان

۲۰۳ **یادداشت تحلیلی: ارزیابی همکاری در مدیریت تالاب‌های فرامرزی بر اساس شاخص‌هایSDG؛ مطالعه موردی هامون، اوکاوانگو و وادن**
یوسف خلج امیرحسینی، افشین متقی

۲۱۳ **یادداشت تحلیلی: تعارض منافع نهادی و حکمرانی آب در ایران**
کامران داوری، امیرحسین کریمی خلیل آباد

۲۲۱ **یادداشت تحلیلی: تعارض منافع نهادی چیست و چرا باید مدیریت شود؟**
محسن فنودی

۲۲۷ **یادداشت تحلیلی: تعارض منافع و شکاف حکمرانی در مدیریت منابع آب ایران: تحلیلی بر چالش‌های قانونی، نهادی و راهکارهای اصلاحی**
محبوبه فرزندی

۲۳۵ **کنکاش: ایران؛ مسئله آب سرکش و حکمرانی ناکارآمد**
کامران داوری، پویا شیرازی علیان، روح اله اسلامی، امیرحسین کریمی خلیل آباد، آناهیتا حیدری، محمد حسینی، ابراهیم میرزایی، فاطمه ذوالفقاریان، وحیده مرتضوی امیری

سرمقاله

کامران داوری
استاد گروه علوم و مهندسی آب،
دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد / عضو هیئت تحریریه نشریه

نقش مخرب «تعارض منافع نهادی» در حکمرانی آب ایران

اکثر خوانندگان محترم حتماً با عبارت «آب، تنها میراث گذشتگان برای ما نیست؛ بلکه امانت آیندگان نزد ما است» آشنا هستند. این عبارت که سال‌ها است در ادبیات آب ایران تکرار می‌شود، بیش از یک توصیه اخلاقی است؛ و بیانگر اصلی بنیادین در حکمرانی منابع آب است: «هر نسل، امین این سرمایه مشترک است و موظف است آن را به گونه‌ای بهره‌برداری نماید که حقوق نسل حاضر، نسل‌های آینده و محیط‌زیست، همزمان رعایت شود». در واقع، آب صرفاً یک نهاده تولید، یک کالای اقتصادی یا حتی فقط یک منبع طبیعی معمولی نیست؛ بلکه: زیربنای حیات اکوسیستم، منشاء امنیت غذایی، مایه سلامت عمومی، و در ایران « بنیان پایایی و گلوگاه توسعه کشور» است. بنابراین، مدیریت منابع آب پیش از آنکه مسئله‌ای صرفاً فنی و مدیریتی باشد، موضوعی مرتبط با اخلاق، حقوق عمومی و حکمرانی است.

اگرچه زبان اخلاق، حقوق و حکمرانی با یکدیگر متفاوت است، اما هر سه بر یک حقیقت بنیادین تأکید دارند: «منابع آب، دارایی عمومی و امانت میان‌نسلی هستند؛ و اداره آنها باید در خدمت منفعت عموم، عدالت و پایایی سرزمین باشد». در اندیشه اسلامی این معنا با مفاهیمی چون «امانت» و «حق‌الناس» بیان می‌شود؛ در حقوق عمومی ایران، در قالب صیانت از حقوق عامه و در مضمون برخی اصول قانون اساسی؛ و در ادبیات نوین حکمرانی، با مفاهیمی همچون منفعت ملی، پاسخگویی، عدالت میان‌نسلی و پایایی بازتاب یافته است. بر این اساس، می‌توان مأموریت ذاتی نهاد مدیریت منابع آب کشور را (به عنوان معیاری برای سنجش همه سیاست‌ها، قوانین، ساختارهای سازمانی و تصمیم‌های اجرایی این نهاد)، به شرح زیر بیان داشت: «**حفاظت از کمیت و کیفیت منابع آب، تضمین پایایی منابع، و برقراری عدالت در تخصیص، با رعایت حقابه محیط‌زیست و حقوق نسل‌های آینده**».

طی دهه اخیر، کمتر موضوعی به اندازه بحران آب، مورد توجه سیاست‌گذاران، مدیران، دانشگاهیان و افکار عمومی ایران قرار گرفته است. در همین حال، بسیاری افراد در سال‌های اخیر، علل بحران آب ایران را تغییر اقلیم، کاهش بارندگی، رشد جمعیت، یا بهره‌وری کم در مصارف دانسته‌اند. بدیهی است که ایشان با چشم‌پوشی از آثار توسعه نامتوازن، فشارهای اقتصادی، ضعف هماهنگی بین‌بخشی، عدم توجه به نقش جوامع محلی، و نیز کاستی‌های برنامه‌ای، بودجه‌ای و اجرایی، در بحران آب ایران؛ از نقش حکمرانی غفلت نموده‌اند. تجربه جهانی نشان می‌دهد که کیفیت حکمرانی، نقش اساسی را در سرنوشت منابع آب داشته و دارد. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD)، اصول حکمرانی آب را شامل «شفافیت، پاسخگویی، و انسجام نهادی» خوانده است؛ که بطور غیرمستقیم بر «جلوگیری از تعارض منافع» دلالت دارد. در ایران طی یک سده گذشته، با هدف بهبود شرایط، ده‌ها قانون و صدها آیین‌نامه و سیاست تدوین شده، سرمایه‌گذاری‌های گسترده‌ای در توسعه زیرساخت‌های آبی انجام گرفته، ظرفیت آموزش و پژوهش در دانشگاه‌ها به‌طور چشمگیری افزایش یافته و هزاران متخصص در حوزه‌های مختلف آب تربیت شده‌اند. با این حال، افت مستمر آبخوان‌ها، زوال کیفیت این منابع بی‌همتا، فرونشست زمین، کاهش یا حذف حقابه‌های محیط‌زیستی، و تشدید تعارضات آبی، همه و همه تصویری نگران‌کننده از وضعیت کنونی ارائه می‌دهند. این واقعیت، پرسشی اساسی را پیش روی ما قرار می‌دهد: «چرا با وجود توسعه دانش، قوانین، فناوری و سرمایه‌گذاری، هنوز اصلاح حکمرانی آب با دشواری‌های جدی

روبرو است؟» در پاسخ به این پرسش، بی‌تردید، ابعاد و عوامل متعددی قابل طرح هستند؛ و به هیچ وجه نمی‌توان پاسخ را فقط به یک عامل فروکاست. اما، به نظر می‌رسد تا کنون به یک عامل بسیار مهم، کمتر از آنچه باید، توجه شده باشد: «تعارض منافع»!

در ادبیات معاصر، «تعارض منافع» به معنای فساد نیست و نباید با آن اشتباه گرفته شود؛ بلکه، «وضعیتی است که در آن، مسئولیت‌ها، اختیارات، منافع یا انگیزه‌های یک فرد یا یک نهاد، ممکن است انجام بی‌طرفانه و صحیح مأموریت عمومی او را با مخاطره مواجه سازد». از این رو، «مدیریت تعارض منافع» به دنبال «اصلاح نهادی و بازطراحی سازمانی» است؛ و این امر را نه بر پایه سوءظن به اشخاص، بلکه بر پایه ریشه‌کنی عوامل خطا و فساد به انجام می‌رساند. در واقع، بسیاری از نظام‌های حکمرانی پیشرفته، مدیریت تعارض منافع را یکی از ارکان حکمرانی خوب و شرط لازم برای حفظ اعتماد عمومی می‌دانند.

در حوزه حکمرانی، «تعارض منافع نهادی» از مهم‌ترین چالش‌ها در مسیر پیاده‌سازی «حکمرانی خوب» به شمار می‌رود. تعارض منافع نهادی زمانی پدید می‌آید که سازوکارها و ساختارهای نهادی، امکان ترجیح منافع بخش و سازمان را بر انجام مأموریت ذاتی یک نهاد فراهم کنند. در چنین شرایطی، حتی مدیران شایسته نیز ممکن است ناخواسته در معرض اتخاذ تصمیماتی قرار بگیرند که با مأموریت ذاتی سازمان همسو نباشد. می‌توان گفت هرگاه میان «حفاظت از منابع آب» و «سایر منافع سازمان» تعارض ایجاد شود، کیفیت حکمرانی آب کاهش می‌یابد و اعتماد عمومی نیز آسیب می‌بیند. از این رو، اصلاح حکمرانی آب، بیش از آنکه به تغییر اشخاص وابسته باشد، نیازمند اصلاح سازوکارها و ساختارهای نهادی است.

این نگاه، در حوزه مدیریت و حکمرانی منابع آب، اهمیتی دوچندان می‌یابد. زیرا آب، صرفاً یک نهاده اقتصادی یا یک کالای خدماتی نیست؛ بلکه یک منبع عمومی و بیش از آن سرمایه نسل‌های آینده است؛ و در واقع آب زیربنای بقای سرزمین، امنیت غذایی، توسعه و سلامت محیط‌زیست است. از این رو، انتظار می‌رود نهادهای متولی مدیریت منابع آب، پیش از هر چیز، مأموریت اصلی خود را در «حفاظت از کمیت و کیفیت منابع آب»، «صیانت از حقابه‌های محیط‌زیستی» و «برقراری عدالت و انصاف در تخصیص آب» جستجو کنند. البته این پرسش قابل طرح است که «آیا همه سازوکارهای نهادی موجود، تحقق این مأموریت را تسهیل می‌کنند؟»؛ در حالی که برخی از آنها، زمینه‌ساز تعارض منافع هستند، و زمینه کجروی و فساد را فراهم می‌آورند.

هنگامی که معاونت آب و آبفای وزارت نیرو، هم مسئول حفاظت و تنظیم‌گری منابع آب است و هم متولی فراهم ساختن آب برای توسعه (به ویژه مسئولیت تأمین آب شهری)؛ این پرسش مطرح می‌شود که: چگونه می‌توان از بی‌طرفی کامل و برقراری عدالت و انصاف (میان تأمین آب شهرها در مقابل پایایی سرزمین) در تصمیم‌های تخصیص آب اطمینان یافت؟ همچنین، هنگامی که بخشی از منابع مالی شرکت مدیریت منابع آب (و شرکت‌های تابعه آن)، به درآمدهای ناشی از صدور مجوزها یا دریافت وجوه مرتبط با بهره‌برداری از منابع آب وابسته باشد، این پرسش شکل می‌گیرد که: آیا چنین سازوکاری، انگیزه‌های سازمانی را همواره در جهت حفاظت پایدار از منابع آب هدایت خواهد کرد؟

طرح این پرسش‌ها، به معنای نادیده گرفتن «اولویت آب شرب و بهداشتی»، یا انکار تلاش‌های گسترده مدیران و کارشناسان بخش آب کشور نیست. همچنین، هدف از طرح این مباحث، اتهام زدن به اشخاص یا نهادها نیست. بلکه مشکل اصلی، «وضعیت تناقض‌آمیز نهاد آب کشور» است؛ زیرا حتی مدیران شایسته و متعهد نیز اگر در ساختارهایی قرار گیرند که تعارض منافع در آنها به درستی مدیریت نشده باشد، ناخواسته در معرض تصمیم‌هایی قرار می‌گیرند که با مأموریت عمومی سازمان همراستا نیست. در چنین وضعیتی، «تصمیم درست و اخلاقی» ابهام دارد و مدیران به آسانی در دام «منافع سازمان» گرفتار می‌آیند.

زمان آن فرا رسیده است که بر فراز مباحث فنی، اقتصادی، اقلیمی و مدیریتی، به «تعارض منافع نهادی» در حوزه حکمرانی آب به جدیت و به فوریت پرداخته شود. تجربه بسیاری از کشورها نشان می‌دهد که اصلاح حکمرانی، تنها با تصویب قوانین جدید یا توسعه زیرساخت‌ها تحقق نمی‌یابد؛ بلکه در کنار شفافیت و پاسخگویی، این امر مستلزم بازنگری مستمر در سازوکارهای نهادی، به ویژه برای «مدیریت تعارض منافع نهادی» است. با همین رویکرد، در این شماره از نشریه «آب و توسعه پایدار» کوشش شده تا باب گفتگو در خصوص «نقش مخرب تعارض منافع نهادی در حکمرانی آب ایران» گشوده گردد؛ اگرچه، شوربختانه تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته بوده است.

اگر بپذیریم که کیفیت حکمرانی، مهم‌ترین سرمایه برای حفاظت از منابع عمومی و منافع عموم مردمان (از جمله نسل‌های آینده) است، آنگاه مدیریت تعارض منافع نیز نه یک موضوع حاشیه‌ای، بلکه به وجهی جدایی‌ناپذیر از مسیر اصلاح حکمرانی آب بدل خواهد گردید.

امروز کشور به گفتگویی ملی درباره حکمرانی آب نیاز دارد؛ که در آن، مهندسان، حقوق‌دانان، اقتصاددانان، متخصصان علوم اجتماعی، مدیران اجرایی و سیاست‌گذاران، با زبانی مشترک درباره آینده منابع آب سخن بگویند. این گفتگو زمانی ثمربخش خواهد بود که حفاظت از منابع آب، نه صرفاً یک وظیفه اداری، بلکه صیانت از حقوق عامه و امانتی برای نسل‌های آینده تلقی گردد. باید توجه داشت که «تمدن‌های بسیاری با آب شکل گرفته‌اند؛ اما با شیوه حکمرانی بر آب، برخی پایدار ماندند و برخی نابود شدند». لذا، حرف آخر اینکه: «آینده آب ایران، بیش از آنکه به میزان بارش وابسته باشد، به کیفیت حکمرانی بر این دارایی عمومی و امانت میان‌نسلی وابسته است».

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 3 to 20

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۳ تا ۲۰

Document Type: Case study

نوع مقاله: مطالعه موردی

Unrest in Sistan During the Second Pahlavi Period, Focusing on the Water Deficiency and Drought Crisis (With a Documentary-Analytical Approach)

S. M. Sadat Bidgoli[1*], M. Sarkhanzadeh[2], H. Najar[2]

1, 2- Associate Professor and Ph.D. Student in History of Islamic Revolution, Department of History, Research Institute of Imam Khomeini and Islamic Revolution, Tehran, Iran.

*** Corresponding, Author Email:** sadat@ri-khomeini.ac.ir

Received ▶ 31-07-2025
Revised ▶ 20-10-2025
Accepted ▶ 20-10-2025
Available online ▶ 15-06-2026

Abstract

The aim of the research is to investigate and understand the historical and social dimensions of unrest caused by water scarcity and drought in the Sistan region during the Second Pahlavi Period by examining the content of documents from the National Archives and Library of Iran and other archival sources. The research method is historical and descriptive-analytical. Library sources have also been used. The research, based on documents from the National Archives and Library of Iran and other archival sources, seeks to answer the following questions: How did the water scarcity crisis in Sistan during the Second Pahlavi Period turn from a natural problem into social unrest? What role and function can be attributed to government policies, local institutions, and popular actions in this process? And finally, what mechanisms have contributed to the inefficiency of crisis management? The research findings show that during the Pahlavi II period, the Sistan region faced a water crisis caused by the water cut off from the Helmand River by Afghanistan and the ineffectiveness of government policies. This crisis led to social unrest and farmer sit-ins, widespread migration, and reduced food security. The water crisis has not only had environmental consequences, but also numerous political, security, and social consequences. The main cause of the unrest was the structural inefficiency in water resource management, the water cut off by Afghanistan, and the weakness of the Iranian government in responding to the demands of the people of Sistan.

Keywords: National Documents, Drought, Pahlavi II, Sistan Unrest, Water Shortage.

ناآرامی‌های سیستان در دوره پهلوی دوم با تمرکز بر بحران بی‌آبی و خشک‌سالی (با رویکرد اسنادی-تحلیلی)

سیدمحمود سادات بیدگلی[۱*]، محمود سرخانزاده[۲]، حمید نجار[۲]

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار و دانشجوی دکتری تاریخ انقلاب اسلامی، گروه تاریخ، پژوهشکدهٔ امام خمینی و انقلاب اسلامی، تهران، ایران.

***رایانامه نویسنده مسئول:** sadat@ri-khomeini.ac.ir

تاریخ دریافت ◀ ۱۴۰۴/۰۵/۰۹
تاریخ بازنگری ◀ ۱۴۰۴/۰۷/۲۸
تاریخ پذیرش ◀ ۱۴۰۴/۰۷/۲۸
تاریخ انتشار ◀ ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

چکیده

هدف پژوهش بررسی و شناخت ابعاد تاریخی و اجتماعی ناآرامی‌های ناشی از بی‌آبی و خشک‌سالی در منطقهٔ سیستان در دورهٔ پهلوی دوم با بررسی محتوایی اسناد سازمان اسناد و کتابخانهٔ ملی ایران و دیگر منابع آرشیوی است. روش پژوهش تاریخی و توصیفی- تحلیلی است. همچنین از منابع کتابخانه‌ای نیز استفاده شده است. پژوهش بر پایهٔ اسناد سازمان اسناد و کتابخانهٔ ملی ایران و دیگر منابع آرشیوی به دنبال پاسخ‌گویی به پرسش‌های زیر است که چگونه بحران بی‌آبی در سیستان در دورهٔ پهلوی دوم، از یک مسئلهٔ طبیعی به ناآرامی اجتماعی بدل شد؟ چه نقش و کارکردی برای سیاست‌های دولتی، نهادهای محلی و کنش‌های مردمی می‌توان در این فرآیند قائل شد؟ و در نهایت، چه سازوکارهایی در ناکارآمدی مدیریت بحران نقش داشته‌اند؟ یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که در دورهٔ پهلوی دوم منطقهٔ سیستان با بحران بی‌آبی ناشی از قطع آب رود هیرمند از سوی افغانستان و ناکارآمدی سیاست‌های دولت مواجه شد. این بحران به بروز ناآرامی‌های اجتماعی و تحصن‌های زارعان، مهاجرت گسترده و کاهش امنیت غذایی انجامید. بحران آب نه‌تنها پیامدهای زیست‌محیطی، بلکه تبعات سیاسی، امنیتی و اجتماعی فراوانی به همراه داشته است. عامل اصلی ناآرامی‌ها، ناکارآمدی ساختاری در مدیریت منابع آب، قطع آب از سوی افغانستان و ضعف دولت ایران در پاسخ‌گویی به مطالبات مردم سیستان بوده است.

واژه‌های کلیدی: اسناد ملی، خشک‌سالی، پهلوی دوم، ناآرامی‌های سیستان، بی‌آبی.

How to cite this article:
Sadat Bidgoli, S. M., Sarkhanzadeh, M., & Najar, H. (2026). Unrest in Sistan During the Second Pahlavi Period, Focusing on the Water Deficiency and Drought Crisis (With a Documentary-Analytical Approach). Journal of Water and Sustainable Development, 13(1), 3-20. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i1.2507-1445

مقدمه

آب، به‌عنوان حیاتی‌ترین عنصر بقاء، در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان اهمیتی مضاعف دارد. منطقهٔ سیستان در جنوب شرقی ایران، به دلیل وابستگی به رود هیرمند، با وجود سابقهٔ تاریخی و تمدنی کهن، همواره وابسته به جریان آب رود هیرمند بوده است؛ رودی که سرمنشأ آن خارج از مرزهای ایران و در خاک افغانستان قرار دارد. این وابستگی، سیستان را همواره در برابر تغییرات اقلیمی و تصمیمات سیاسی فرامرزی (رفتار سیاسی دولت افغانستان) تحت تأثیر مستقیم قرار داده و به شدت آسیب‌پذیر ساخته است. در دورهٔ پهلوی دوم، هم‌زمان با گسترش برنامه‌های عمرانی و نوسازی، بحران‌هایی ناشی از کاهش بارندگی، کاهش جریان آب هیرمند و مداخلات خارجی، چالش‌های عمده‌ای برای این منطقه ایجاد کرد. دولت مرکزی با وجود پیگیری‌های مکرر محلی، نتوانست راهکاری مؤثر برای حل بحران ارائه کند. به همین جهت از دههٔ ۱۳۳۰ ش، مجموعه‌ای از عوامل از جمله کاهش بارندگی، انحراف آب هیرمند توسط دولت افغانستان و بی‌توجهی نهادهای داخلی به توزیع عادلانهٔ آب و بهبود توسعهٔ زیرساخت‌ها، موجب بروز بحران شدید کم‌آبی در سیستان شد. این بحران صرفاً یک پدیدهٔ طبیعی نبود، بلکه با ساختارهای ناکارآمد اداری، تبعیض در توزیع منابع و ناتوانی حاکمیت در پاسخ‌گویی به مطالبات مردم سیستان، به بحرانی اجتماعی و سیاسی بدل گردید. با تشدید خشک‌سالی و قطع مکرر جریان آب، بحران آبی به مرحله‌ای رسید که ساختار اجتماعی و اقتصادی منطقه را با تهدید مواجه کرد. ناتوانی دولت در مدیریت بحران، به بروز ناآرامی‌های اجتماعی و شکاف عمیق میان مردم و حکومت منجر شد.

مطالعه این بحران از منظر اجتماعی و تاریخی، تصویری چندلایه از روابط دولت-ملت، ضعف حکمرانی وقت، کمبود منابع و تأثیرات سیاست‌های منطقه‌ای و بین‌المللی را بر شرایط زیست جوامع محلی ارائه می‌دهد. پژوهش حاضر بر مبنای تحلیل اسناد اداری و گزارش‌های رسمی، تلاش می‌کند تا این بحران را در بستر تاریخی و ساختاری آن تحلیل کند. بر اساس اسناد رسمی موجود در سازمان اسناد و کتابخانهٔ ملی ایران، این بحران به اشکال مختلفی از ناآرامی‌های اجتماعی انجامید؛ از تحصن در مراکز اداری و درگیری‌های قومی گرفته تا شکایت رسمی به دادگاه و اداره‌های ذی‌ربط، مهاجرت‌های دسته‌جمعی و تهدید به نافرمانی مدنی. این واکنش‌ها، گویای آن بود که مردم منطقه، بحران بی‌آبی را نه فقط یک مسئلهٔ زیست‌محیطی، بلکه جلوه‌ای از بی‌عدالتی ساختاری و بی‌توجهی سیاسی تلقی می‌کردند. به همین جهت، این پژوهش به دنبال پاسخ‌گویی به پرسش‌های زیر است:

چگونه بحران بی‌آبی در سیستان در دورهٔ پهلوی دوم، از یک مسئلهٔ طبیعی به اعتراضات و ناآرامی اجتماعی بدل شد؟

چه نقش و کارکردی برای سیاست‌های دولتی، نهادهای محلی و کنش‌های مردمی می‌توان در این فرآیند قائل شد؟

برای پاسخ به این پرسش‌ها، پژوهش در دو قسمت نوشته شده است. در بخش نخست تلاش شده تا تصویری از شرایط و اوضاع سیستان در دورهٔ مورد بحث ترسیم شده و در ادامه تحلیلی از این تصویر به رشتهٔ تحریر درآمده است.

پژوهش حاضر بر این فرض استوار است که اعتراضات در منطقهٔ سیستان، نه صرفاً نتیجهٔ مستقیم کم‌آبی و خشک‌سالی، بلکه ناشی از ناکارآمدی ساختارهای مدیریتی، تبعیض در توزیع منابع آبی و انفعال دولت در مواجهه با بحران بود و کنشگری زارعان نیز از سطح مطالبه اقتصادی فراتر رفته و به‌صورت نافرمانی مدنی سازمان‌یافته تجلی یافت. هدف پژوهش تحلیل روند تبدیل بحران بی‌آبی در سیستان به بحرانی اجتماعی و تا حدودی سیاسی و علل مؤثر در ایجاد اعتراضات و ناآرامی اجتماعی است.

پیشینهٔ پژوهش

در خصوص پیشینهٔ پژوهش آنچه جلب توجه می‌کند تعدد و تنوع پژوهش‌ها است. این پژوهش‌ها را می‌توان در پنج گروه دسته‌بندی کرد:

گروه اول، مجتهدزاده (۱۳۷۴) در مقالهٔ «هیرمند و هامون در چشم‌انداز ژئوپلیتیک خاور ایران» وضعیت جغرافیایی سیستان، هیرمند و زمینه‌های پیدایش و گسترش اختلافات بر سر هیرمند و حکمیت‌ها را بررسی کرده است. کوهستانی‌نژاد (۱۳۸۱آ؛ ۱۳۸۱ب) در مقالات «آب هیرمند، مشکلی دیرین، پاسخی نوین» و «آب هیرمند، منافع ملی در قربانگاه روابط منطقه‌ای» صرفاً روند مذاکرات ایران و افغانستان بر سر حقابه ایران را در دوره پهلوی دوم بررسی کرده است. بحث اصلی او نیز هم‌زمان تحلیل گزارش دکتر خوش‌بین عضو هیئت ایرانی در کمیسیون دلتا و گزارش کمیسیون دلتا می‌باشد و مذاکرات تا سال ۱۳۵۱ ش را نیز به شکل مختصر بررسی کرده است. حافظ‌نیا و همکاران (۱۳۸۵) در مقاله «هیدروپلیتیک هیرمند و تأثیر آن بر روابط سیاسی ایران و افغانستان» ضمن بررسی قراردادهای آبی ایران و افغانستان در دوره‌های مختلف و روابط سیاسی دو کشور اشاره‌ای به اعتراضات مردم سیستان در سال ۱۳۱۵ ش در

بستن بند لخشك و جلوگیری از جریان آب به سمت سیستان از جانب افغانستان داشته‌اند که ارتباطی با دوره مورد پژوهش حاضر ندارد. زیدی‌پور (۱۳۹۷) در کتاب «نقش بحران آب در روابط سیاسی ایران و افغانستان در دورهٔ پهلوی» روابط سیاسی ایران با افغانستان در دوره‌های مختلف را بررسی کرده است.

گروه دوم، مشکلات ایجاد شده نظیر قاچاق کالا، مواد مخدر، سوخت و ناامنی‌های مرزی ناشی از بنیادگرایی فرقه‌ای و حضور اشرار را بررسی کرده‌اند. امامی (۱۳۸۱) در مقالهٔ «رودخانهٔ مرزی *هیرمند و اثرات امنیتی آن*» ضمن بررسی سوابق تاریخی این موضوع و روابط ایران و افغانستان در زمینهٔ آب هیرمند، مشکلات ایجاد شده نظیر قاچاق کالا، مواد مخدر، سوخت و ناامنی‌های مرزی ناشی از بنیادگرایی فرقه‌ای و حضور اشرار را بررسی کرده است. هاشمی‌نیا و میرکازهی‌نژاد (۱۳۹۷) در مقاله «بررسی پیامدهای مهاجرت‌های مردم سیستان در دوره‌های مختلف»، مسئله مهاجرت گسترده مردم از منطقه سیستان را یکی از دغدغه‌ها و نگرانی‌های سال‌های اخیر می‌دانند. آنان معتقدند از دیدگاه امنیتی با توجه به قرارگیری استان سیستان و بلوچستان در خشک‌ترین منطقه کشور، افزایش آسیب‌دیدگی اقلیمی و بیابانی‌تر شدن گذرگاه‌های مرزی و درون سرزمینی، ظرفیت بالقوه مبسوطی برای گسترش ناامنی از این منطقه به داخل کشور فراهم نموده است. اکنون نیز به علت شرایط نامناسب اقلیمی، دیده‌بانی و پاسداری در بسیاری نقاط استان غیرممکن یا بسیار پرخطر است و معبر امنی برای گروه‌های تروریستی فراهم کرده است. از سویی دیگر، از مهم‌ترین آثار خشکسالی ممکن است، مشکلات اقتصادی و اجتماعی مانند مهاجرت اجباری از مناطق خشک به سایر مناطق باشد. پژوهش آنان نیز معضلات پیش روی سیستان و ایران را در حال حاضر بررسی کرده است. اگرچه موضوع آن‌ها تا حدی مختصر نزدیک به موضوع پژوهش حاضر است؛ اما خلأ پژوهش اسنادی در آن مشهود است و ارتباطی نیز به دوره پهلوی دوم ندارد. وریج کاظمی (۱۳۹۹) در مقاله «نقش هیدروپلیتیک هیرمند در بروز بحران های قومی در سیستان و بلوچستان» اگرچه به موضوع هیرمند و بحران بی‌آبی و خشکسالی در تحقیق خود پرداخته است اما بحث اصلی وی زمینه‌سازی این بحران در مهاجرت و قاچاق به علت فقر ناشی از بی‌آبی است. یافته‌های پژوهش وی نشان می‌دهد محرومیت ناشی از موقعیت خاص جغرافیایی، خشکسالی و قابل کشت نبودن بسیاری از اراضی کشاورزی به واسطه نبود آب و عدم جایگزینی دقیق شهرک‌ها و کارخانجات صنعتی در این منطقه و فقدان استراتژی و برنامه ملی برای کنترل مواد مخدر در زمینه مقابله با عرضه و تقاضا، بیکاری و فقر را برای ساکنان منطقه جنوب شرق ایران رقم زده است و از طرفی سودآوری کلان ناشی از تجارت مواد مخدر باعث شده تا علی‌رغم میل باطنی بسیاری از ساکنان بومی منطقه، تجارت و ترانزیت مواد مخدر به عنوان تنها راه تأمین معاش در نظر گرفته شود و انگیزه‌ای برای باندهای مافیایی بوجود آورد تا از این موضوع برای کنترل بهتر و بیشتر بر اوضاع، دست به گسترش مناطق خاکستری که به انواع تبهکاری آلوده می‌باشد، بزنند که معضلات اجتماعی و عقب‌ماندگی منطقه مورد نظر از نتایج تأسف بار آن می‌باشد. مهمترین چالش‌ها در مرزهای شرقی ایران شامل: قومیت‌های مذهبی، حضور نیروهای خارجی در افغانستان و پاکستان، اختلاف بر سر رودخانه هیرمند، تروریسم، مواد مخدر، مهاجران افغان و پاکستانی و معضل حاشیه‌نشینی می باشند. پژوهش وی بیشتر بر مسائل امنیتی مرزی تکیه دارد.

گروه سوم، به نقش خارجیان در مذاکرات و میانجی‌گری آنها پرداخته‌اند. کوهستانی‌نژاد (۱۳۷۷) در مقاله «هیرمند، هامون و قراردادهای استعماری» و توکلی و سرگزی (۱۳۹۹) در مقالهٔ «تأملی بر مسئلهٔ رود هیرمند در دوران پهلوی دوم» به اقدامات آمریکا در تشکیل کمیسیون دلتا پرداخته و رقابت با شوروی در افغانستان و ایران برای سدسازی و توسعه طرح‌های آبیاری را بررسی کرده‌اند.

گروه چهارم، به مسائل امنیتی-مرزی پرداخته‌اند. کامران دستجردی (۱۴۰۰) در مقالهٔ «بررسی نقش عوامل طبیعی بر امنیت رودخانه‌های مرزی ایران» به این نتیجه رسیده است مرزهایی که از مناطق کوهستانی، باتلاق‌ها یا جنگل‌های متراکم عبور می‌کنند کمتر باعث منازعه و کشمکش می‌شوند. اما مرزهایی که از مناطق دشتی و کم ارتفاع عبور می‌کنند، به ویژه رودخانه‌ها، اهمیت بیشتری دارند. بنابراین، هر عامل و مسئله‌ای که در تحدید و تغییر مرز اثرگذار باشد باید توجه و بررسی شود. از جملهٔ عوامل جغرافیایی مؤثر در سیمای رودخانه‌ها عبارت است از: روابط مکانی و فضایی، توپوگرافی و زهکشی، زمین‌شناسی و خاك، پوشش گیاهی، آب‌وهوا (اقلیم) و انواع فرسایش. نتایج تحقیق وی نشان می‌دهد تغییر خصوصیات و سیمای طبیعی رودخانه‌ها در طول زمان باعث بروز اختلافات مرزی و به چالش کشیدن امنیت در دو طرف مرز شده است.

متقی و قربانی سپهر (۱۴۰۰) در مقالهٔ «هیدرودیپلماسی در عمل: تحلیل چالش رودخانه‌های مرزی ایران و نتایج امنیتی-انتظامی آن» ضمن بررسی چالش ایران در رودخانه‌های مرزی و پیامدهای امنیتی-انتظامی مشکلات آبی در رودخانه‌های مرزی به این نتیجه رسیده‌اند، اگر کشور ایران با اتکا بر هیدرودیپلماسی و مدیریت یکپارچهٔ رودهای مرزی در مناسبات خود با همسایگان عمل نماید، می‌تواند در آینده خود را از بحران و به عبارت گویاتر فرابحران آب برهاند و به امنیت پایدار آبی در چهارگوشهٔ ایران دست یابد که تحقق این امر می‌تواند نتایج امنیتی-انتظامی بحران کم‌آبی (آسیب‌پذیری معیشت، مهاجرت گسترده، بحران زیست‌محیطی، ناآرامی اجتماعی و ...) که هم اکنون در مناطق مرزی کشور و برخی استان‌های بزرگ وجود دارد، کنترل و کمرنگ نماید. پژوهش متقی و قربانی سپهر (۱۴۰۰) جنبه آینده‌نگری دارد و ارتباطی با دوره مورد بحث ندارد. سیمبر و همکاران (۱۴۰۲) در مقاله

«هیدروپلیتیک و امنیت ملی بررسی وضعیت شرق ایران» به تنش‌های سیاسی میان کشورهای همسایه برای استفاده از آب رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آب‌های بین‌المللی، اشاره داشته است که از بعد امنیتی برای ایران افزایش بیکاری در سیستان و دامن زدن به مهاجرت را در پی داشته است. سیمبر و همکاران (۱۴۰۲) بدنبال راهکار برای افزایش اشتغال و کاهش مهاجرت در قالب یک استراتژی بلندمدت در سیستان می‌باشند. از نظر آنان تأثیر بحران آب بر امنیت ملی ایران یک تهدید داخلی است و در صورت عدم برنامه‌ریزی صحیح برای برخورد با این بحران، ایران در آینده مجبور خواهد شد حجم بزرگی از سرمایه انسانی و مالی خود را صرف این تهدید بکند. گروه پنجم، از منظر حقوقی به موضوع هیرمند پرداخته‌اند و در ذیل فراز و فرود مباحث حقوقی و ارائه راهکار برای حل حقابه ایران از هیرمند به مسائل ناشی از بی‌آبی نظیر مهاجرت و قاچاق کالا نیز اشاره‌اند. اکبری و همکاران (۱۳۹۹) در مقالهٔ «ابعاد حقوقی بهره‌برداری از هیرمند» به مسائل معیشتی و امنیتی ناشی از اختلافات ایران و افغانستان در حل بی‌آبی سیستان مانند زوال کشاورزی، دامپروری، کاهش صید ماهی و طیور، مهاجرت و پیامدهای امنیتی بی‌آبی و خشکسالی مانند افزایش قاچاق مواد مخدر، کالا و سوخت و ... اشاره کرده‌اند؛ اما بحث اصلی آنها از منظر حقوقی و رعایت اصل انصاف توسط افغانستان در تأمین حق‌آبهٔ ایران در مسئلهٔ آب هیرمند است و ناآرامی و اعتراضات سیستانی‌ها را بررسی نکرده‌اند.

مظلومی و امین‌زاده (۱۴۰۴) در کتاب «الزامات حقوقی بین‌المللی بهره‌برداری از منابع آبی مشترک با نگاه ویژه به مسائل ایران» به رابطه حقوقی و اختلافات بین‌المللی کشورهای مختلف در مورد مرز آبی مشترک پرداخته و در مسائل آبی مرزی ایران با کشورهای هم‌جوار به بعد حقوقی و تقسیم منصفانه آب و چالش‌های پیش روی ایران نظیر مشکلات بهداشتی، اقتصادی و اجتماعی نظیر قاچاق کالا و مهاجرت پرداخته‌اند؛ همچنین به طور خاص به موضوع نظام حقوقی حمایت از حقوق آب در خصوص آب‌های مشترک با ارزیابی نظام حقوقی ایران پرداخته و مدیریت بهینه منابع آبی مشترک را بررسی کرده‌اند.

پژوهش‌های صورت گرفته از چند جهت قابل نقد و تحلیل هستند.

تفاوت محوری:

پیشینه‌های موجود عمدتاً بر ریشه‌ها، زمینه‌ها و پیامدهای غیرمستقیم بحران آب متمرکز است، در حالی که "ناآرامی‌های مردمی و تحصن" به عنوان یک پدیده اجتماعی-سیاسی مستقیم و عینی کمتر توجه شده است. هیدروپلیتیک و روابط بین‌الملل (حافظ‌نیا و همکاران، ۱۳۸۵؛ متقی و قربانی سپهر، ۱۴۰۰)؛ امنیت ملی (سیمبر و همکاران، ۱۴۰۲)، مسائل مرزی (کامران دستجردی، ۱۴۰۰؛ وریج کاظمی، ۱۳۹۹) و نقش قدرت‌های بزرگ (توکلی و سرگزی، ۱۳۹۹؛ کوهستانی‌نژاد، ۱۳۷۷) موضوعاتی است که در پژوهش بررسی شده است؛ اما اعتراضات مردمی به عنوان کنش جمعی سازمان‌یافته در این پژوهش‌ها عموماً غایب است.

تمرکز بر عوامل غیرمستقیم به جای کنش مستقیم:

پژوهش‌ها به عواملی مانند قاچاق مواد مخدر، کالا و سوخت، مهاجرت، بیکاری، ناامنی مرزی ناشی از نقش اشرار و فرقه‌های بنیادگرا توجه دارند؛ اما به واکنش‌های اجتماعی سازمان‌یافته (مانند تحصن و اعتراضات مردمی) به عنوان یک پدیده مستقل توجه ندارند. به نظر می‌رسد پژوهشی که به طور خاص به انگیزه‌ها، ساختار، شعارها، گستره و سرکوب اعتراضات مردمی سیستان بپردازد، یا تحلیل گفتمان این اعتراضات را انجام دهد، یا رابطه بین بحران محیط‌زیست و بسیج اجتماعی را در این منطقه بررسی کند، در این پیشینه‌ها وجود ندارد.

پیشینه‌های موجود بیشتر به زمینه‌ها و پیامدهای امنیتی، اقتصادی و زیست‌محیطی بحران آب پرداخته و یا جنبهٔ آینده‌نگری دارند و ناارامی‌های مردمی و تحصن را نه به عنوان "موضوع اصلی" بلکه به عنوان یکی از "پیامدهای ممکن" و احتمالی در آینده و یا "عوامل ثانویه" در نظر گرفته‌اند و پژوهشی که مستقیماً به اعتراضات مردمی و تحصن در سیستان در پاسخ به بی‌آبی بپردازد، می‌تواند خلأ موجود در ادبیات موضوع را پر کند و جنبه‌های جدیدی از بحران را نمایان سازد. در پژوهش‌های ذکر شده "مردم" به عنوان یکی از قربانیان منفعل یا متغیری وابسته در نظر گرفته می‌شوند. در حالی که موضوع "اعتراضات و تحصن‌های مردمی" یک پدیده اجتماعی-سیاسی از پایین به بالا است و تاریخ فرودستان مغفول مانده است. پژوهش حاضر با تمرکز بر ناآرامی‌های بر پایه اعتراضات مردمی و تحصن بر اثر بی‌آبی در واقع موضوع را از حاشیه به متن می‌آورد و آنچه در پیشینه ها یک "پیامد ثانویه" یا "عامل خطر" بود، اکنون به "پدیده اصلی" تبدیل می‌شود و سطح تحلیل را از کلان به خرد تغییر می‌دهد و به جای دولت‌ها، بر مردم و کنش جمعی آنان متمرکز می‌شود و رویکردی جامعه‌شناختی-سیاسی را جایگزین رویکردهای امنیتی و ژئوپلیتیک صرف می‌کند. به بیان ساده، پیشینه‌های موجود به "چرایی" و "پیامدهای" بحران می‌پردازد، اما پژوهش حاضر با نگاه به اعتراضات و تحصن‌ها، "چگونگی" واکنش اجتماعی به این بحران و "واکنش حکومت" به این کنش اجتماعی را بررسی می‌کند. این پژوهش قصد دارد خلأ پژوهشی مبتنی بر اسناد در خصوص ناآرامی‌های ناشی از بی‌آبی در سیستان را پر کند و تصویری از حیات اجتماعی این منطقه را بازنمایی نماید. مقاله به روش تاریخی و شیوهٔ توصیفی-تحلیلی و مبتنی بر تحلیل محتوای اسناد با بهره‌گیری از اسناد سازمان اسناد و کتابخانهٔ ملی ایران و دیگر منابع آرشیوی نوشته شده است. همچنین از منابع کتاب‌خانه‌ای نیز استفاده شده است.

جامعه آماری پژوهش شامل ۸۳ برگ سند موجود در آرشیو سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران است که به صورت هدفمند و بر اساس موضوع پژوهش از میان بیش از ۲۰۰۰ برگ سند موجود در آرشیو سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران بررسی و انتخاب شده‌اند. اسناد شامل مکاتبات وزارتخانه‌ها، گزارش‌های بنگاه آبیاری سیستان، دادخواست‌های زارعان و مکاتبات مرزی با افغانستان در دوره پهلوی دوم است.

بحران هیدروپلیتیک هیرمند و تأثیر آن بر زیست‌بوم و جامعه سیستان ۱۳۲۰-۱۳۳۲ ش

اختلافات در مورد آب هیرمند بین ایران و افغانستان تا دورهٔ پهلوی دوم پابرجا بود. با توجه به وجود درگیری‌های داخلی در ایران، دولت‌های زودگذر و به خصوص غائلهٔ آذربایجان و کردستان و حضور نظامی شوروی در ایران بعد از خروج متفقین در بازهٔ زمانی ۱۳۲۰-۱۳۲۵ ش دولت توانایی اقدام در خصوص مسئلهٔ آب هیرمند را نداشت و این امر از دید مقامات افغان برای احداث سد و حفر نهر دور نبود. فرخ نماینده سیستان و منصف نماینده بیرجند و قائنات در مجلس شورای ملی نیز موضوع حفر نهر در افغانستان و کاهش سهم ایران از آب هیرمند را پس از شهریور ۱۳۲۰ در مجلس چهاردهم در ۱۳۲۴/۱۲/۲ پیگیری کردند (مشروح مذاکرات مجلس شورای ملی، ۲ اسفند ۱۳۲۴، دورهٔ ۱۴، جلسهٔ ۱۸۸) وضع بد و بحرانی اهالی سیستان به روزنامه اطلاعات نیز ارسال شد؛ اما دولت ایران بنا به دلایل نامعلومی نتیجهٔ اقدامات خود را در معرض افکار عمومی قرار نمی‌داد (روزنامه اطلاعات، شماره ۶۳۵۶، ۵ خرداد ۱۳۲۶).

در پی خشک شدن هیرمند در سال ۱۳۲۶/۱۹۴۷ ش رابطه دو کشور وخیم شد. علی‌اصغر حکمت در دیدار با پادشاه افغانستان درخواست حل مسالمت‌آمیز اختلافات را داشت (حکمت، ۱۳۷۹)، هر چند افکار عمومی افغان‌ها را مقصر اصلی خشکسالی می‌دانست اما سفیر افغانستان ادعا داشت خشکسالی دلیل اصلی بی‌آبی است. وزیر کشاورزی ایران درخواست راستی آزمایی این موضوع را مطرح کرد اما افغان‌ها اجازه انجام این کار را ندادند؛ سرانجام وزیر کشاورزی ایران اعلام کرد که موضوع باید به سازمان ملل ارجاع شود (مرکز اسناد انقلاب اسلامی، ۱۳۹۵).

در این زمان افغانستان با کمک آمریکا سدهای مخزنی کجکی و ارغنداب را می‌ساخت و باعث کاهش آب رودخانهٔ هیرمند شده بود. هزینهٔ احداث این سدها عمدتاً توسط بانک صادرات و واردات آمریکا تأمین می‌شد (زندفرد، ۱۳۸۳). نفوذ آمریکا در افغانستان باعث شد تا آرای جهانی به سود افغانستان باشد و طرح دعوای ایران علیه افغان‌ها که در نهایت به اعزام کمیسیون بی‌طرف به هر دو کشور انجامید، با پیروزی افغان‌ها همراه بود. هیئت اعزامی معتقد بود به علت نقص در شبکه‌های آبیاری سیستان مقدار زیادی آب هیرمند به هدر می‌رود و با احداث چند سد و شبکه صحیح آبیاری همین مقدار آب برای زراعت منطقه کافی است (انصاری، ۱۳۷۴)

منصف در مجلس پانزدهم مسئولیت کوتاهی در موضوع هیرمند را متوجه وزارت امور خارجه کرد. چون وزارت خارجه اطلاعات واصل شده از زابل و انعکاس وضعیت اسف‌آور اهالی سیستان را اغراق‌آمیز دانسته بود و حتی بحث آن را برخلاف حسن رابطه و حسن هم‌جواری با افغان‌ها می‌دانست. نتیجهٔ این حسن ظن به افغان‌ها موجب شد دو ماه آب رودخانهٔ هیرمند در قسمت مربوط به ایران خشك و سیصد هزار سکنه سیستان از زراعت و داشتن آب آشامیدنی محروم شوند (مشروح مذاکرات مجلس شورای ملی، دورهٔ ۱۵، جلسهٔ ۱۹، ۲ مهر ۱۳۲۶). اوضاع به‌تدریج بدتر شد و از زابل تلگراف‌های متعدد مبنی بر نگرانی اهالی از قطع آب هیرمند به تهران می‌رسید و وزارت خارجه نیز نتیجه اقدامات خود را صریحاً در معرض افکار عمومی قرار نمی‌داد (روزنامه اطلاعات، شماره ۶۴۳۶، ۱۴ شهریور ۱۳۲۶). در مقابل این رویکرد، نشریات اوضاع سیستان را نگران کننده گزارش می‌کردند. روزنامه اطلاعات در ۱۶ شهریور ۱۳۲۶ یادداشتی به قلم ابراهیم صهبا منتشر کرد و از تحصن «هزاران نفر از رعایای فلک زده» زابل خبر داد (حسین‌زاده، ۱۴۰۲). متحصنین همگی از مقامات محلی جواب تلگراف خودشان را که راجع به قطع آب هیرمند به نخست‌وزیر و بعضی از وزارتخانه‌ها و جراید مرکز مخابره کرده بودند، مطالبه می‌کردند. گزارش دیگری از زابل در نوزده شهریور ۱۳۲۶ نشان می‌داد مدت بیست روز است که آب هیرمند کاملاً قطع و قطره آبی به زابل نمی‌رسد (حسیبی، ۱۳۷۱). با استناد به سخنان مسافرانی که از سیستان آمده بودند، وضع بغرنج اهالی سیستان چنین توصیف شده است: «دریاچه آنجا خشک شده و مردم با زن، بچه و حشم در گودی دریاچه چاه‌هایی حفر و زندگانی می‌کنند» (مشروح مذاکرات مجلس شورای ملی، دورهٔ ۱۵، جلسهٔ ۳۵، ۱۳ دی ۱۳۲۶).

در مجلس شورای ملی، دهقان از نخست‌وزیر خواست درباره اقدامات دولت در قبال قطع آب هیرمند توضیح دهد (ساکما، ۳۱۰۰۷۱۶۶۷۰۰۳۷، ۱۳۲۶/۶/۱۲). کشاورز صدر نیز با توجه به سکوت و بی‌توجهی دولت به وضع سیستان از دولت خواست که در این خصوص رفع نگرانی از کل کشور و خاصه سیستانی‌ها نماید؛ چون بازتاب اوضاع سیستان در جراید موجب تأسف مردم ایران شده است (ساکما، ۳۱۰۰۷۱۶۶۷۰۰۴۶، ۱۳۲۶/۶/۱۷).

با قطع آب رود هیرمند از طرف افغانستان، ده‌ها هزار هکتار زمین زراعی از بین رفت و زارعان ناچار به مهاجرت شدند (ساکما، ۲۹۳۰۰۶۲۷۶۱۷، ۱۳۳۲/۱۱/۱۰). بیش از ۶۰۰۰۰ نفر در آستانهٔ مهاجرت اجباری قرار گرفتند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۴۳، ۱۳۳۶/۸/۱۸). روند بی‌آبی، از پاییز ۱۳۳۵ آغاز شده بود. بر اثر اقدامات افغانستان و احداث سد و کانال‌های فرعی در مسیر هیرمند سطح آب رود هیرمند به شدت کاهش یافته بود و به علت بی‌آبی، بسیاری از روستاها

به طور کامل خشک و خالی از سکنه شده بودند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۲۷۰، ۱۳۳۵/۹/۳).

اما مقامات افغانستان هیچ وقت حاضر به پذیرش بی‌آبی سیستان بر اثر اقدامات خود نبودند. پیشتر نیز دامنهٔ درگیری‌های آب هیرمند، موجب شده بود، تا سفیر ایران در کابل با وزیر امور خارجه افغانستان در خرداد ۱۳۲۷ درباره موضوع احداث نهر بغرا ملاقات کند. وزیر امور خارجه افغانستان با فرافکنی دنبال فریب مقامات ایران بود: «حاضرم اطمینان بدهم که از نهر بغرا تا احداث سد دهرآلود که ساختمان آن بالای نهر بغرا برای ذخیره کردن سیلاب‌های بهاری در نظر گرفته شده استفاده نخواهد شد و چگونه ممکن است که ما نهری احداث کنیم که به میزان آبی که باید به سیستان ایران و فراه و چخانسور خودمان برسد و برای ما از ناحیه بغرا خیلی مهمتر است لطمه وارد سازد» (انصاری، ۱۳۷۴).

اما نخستین تحرک جدی از سوی واحد مرزبانی سیستان انجام گرفت که حاکی از نرسیدن آب به سیستان و فاجعه اجتماعی- اقتصادی برای مردم سیستان بود. با توجه به فضای سیاسی حاکم بر جامعه آن روز ایران این قسمت از گزارش مرزبانی سیستان حساسیت مقامات ایرانی را برانگیخت و دستور پیگیری موضوع از طریق مرزبان زابل صادر شد. مرزبانی در ۲۵ خرداد ۱۳۳۱ در اعتراض به آنچه که فعالیت آمریکایی‌ها در چخانسور می‌نامید، نامه تندی خطاب به کمیساریای مرزبان چخانسور نوشت. چند روز بعد افغان‌ها پاسخی جالب دادند که نشان دهنده دیدگاه افغانی‌ها درباره آب هیرمند است. «شکایت آن مرزبان محترم در خصوص حفر رودخانه جدیدی به وسیلهٔ مهندسان آمریکایی در محل تایه‌گی بین قلعه فتح و جوی نو، به کلی عاری از حقیقت است. ولیکن از نقطه نظر اینکه رعایا دولت افغانستان به نسبت عمیق گردیدن رود سیستان، مناصفهٔ آن حصهٔ خود را که در پروتکل سال ۱۳۱۵ در بین نقاط بند کمال‌خان و تخشک تعیین گردیده است، گرفته نمی‌توانند، چنانچه همین حالا آب رود هیرمند رو به قلت گذاشته و ممکن است در همین روزهای نزدیک به کلی خشک شود و به واسطهٔ حدوث همین قلت آب در اکثر قریه‌جات این مناطق، سبز برگ‌ها تماماً خشک گردیده و اراضی قریه‌جات آب خوراکی به مشکل دستگیری می‌کنند. پس از روی ناچاری البته مجبورند رعایای افغانی نهر شاهی و دیگر نهرهای قدیمی خود را لای‌کشی کنند تا با مقداری آب، زراعتی به عمل بیاورند و طبق پروتکل ۱۳۱۵ حق‌آب خود را هر جا که می‌خواهد می‌توانند ببرند». چند ماه پس از مکاتبات فوق وزارت خارجه برای بررسی موضوع آب هیرمند در اواخر مهر ماه جلسه‌ای با حضور عده‌ای از مقامات و افراد صاحب‌نظر تشکیل داد که دستور کار جلسه صرفاً بررسی پاسخ ایران در قبال رأی کمیسیون بی‌طرف بود. بحران‌های شدید سیاسی داخلی ایران در نیمه دوم ۱۳۳۱ ش و در طی سال ۱۳۳۲ ش مانع از ادامه کار کمیته و اساساً توجه به معضل هیرمند و سیستان در ایران شد (زیدی‌پور، ۱۳۹۷).

در سال ۱۳۳۲ش افغانستان با تکمیل سدهای مخزنی ارغنداب و کجکی محدودیت بیشتری برای جریان آب رودخانه هیرمند به سمت سیستان ایجاد کرد. آبگیری سدهای مذکور موجب کاهش جریان آب به سمت سیستان و قطع آن در دوره کوتاهی شد که منجر به خساراتی به مردم سیستان و اعتراضاتی از جانب آن‌ها گردید (استادوخ، ۱۳۳۲).

بحران هیدروپلیتیک هیرمند و تأثیر آن بر زیست‌بوم و جامعه سیستان ۱۳۳۲-۱۳۵۷ ش

مجموعه این رویدادها دست به دست هم داد تا موضوع آب هیرمند در سیستان در مجلس سنا نیز مطرح شود. هنگامی که در اوایل اردیبهشت ۱۳۳۳ زاهدی، کابینه و برنامه دولت خود را به مجلس تازه گشایش یافته سنا معرفی کرد، فرخ، سناتور انتخابی سیستان گفت «آقایان مستحضر هستند که در تمام ۲۵ سال گذشته راجع به موضوع هیرمند سفرای ایران بحث کردند. مذاکره کردند و بالاخره نتیجه این شد که امروز دارد سیستان خشک می‌شود (روزنامه رسمی کشور شاهنشاهی، شماره ۲۶۹۱، ۱۹ اردیبهشت ۱۳۳۳). از اواسط بهمن ۱۳۳۳ حجم آب دریافتی ایران از هیرمند کم شد و سبب وحشت کشاورزان و مالکان سیستانی شد. با مشاهده چنین وضعیتی دولت هیئتی را برای بررسی اوضاع محلی روانه سیستان کرد. در نتیجه مشخص شد بر اثر بی‌آبی بخش‌هایی از زراعت در سیستان بین ۱۰ تا ۷۰ درصد صدمه دیده است (روزنامه رسمی کشور شاهنشاهی ایران، شماره ۲۹۹۶، ۴ خرداد ۱۳۳۴). بی‌آبی باعث از میان رفتن هفتاد درصد محصول بلوک شیرآب و ده درصد محصول میان کنگی شده بود (مشروح مذاکرات دورهٔ دوم مجلس سنا، جلسه ۷۸، ۹ اردیبهشت ۱۳۳۴). با اقدامات وزارت خارجه وقت ایران افغانی‌ها آب را در مجاری هیرمند آزاد کردند. به طوری که در اوایل اردیبهشت ۱۳۳۴ از اداره مرزبانی به وزارت خارجه گزارش رسید، آب هیرمند تا یک متر نسبت به سابق بالا آمده و از زارعان رفع نگرانی شده است (روزنامه رسمی کشور شاهنشاهی ایران، شماره ۲۹۹۶، ۴ خرداد ۱۳۳۴). انصاری با مذاکره با افغان‌ها سرانجام آن‌ها را راضی کرد که میزان آب بیشتری از رأی کمیسیون دلتا یا بی‌طرف به ایران بدهند. میزان دریافتی آب ایران به ۲۶ متر مکعب بر ثانیه رسید (انصاری، ۱۳۷۴).

بااین‌حال اهالی سیستان، سران ایلات سیستان و عمده مالکان در تلگراف‌خانه زابل تحصن و ضمن تهدید به اقدام خودسرانه، هشدار دادند که مهاجرت از زابل به دیگر نقاط کشور و حتی به افغانستان گسترش یافته است و «اگر اقدامات مؤثر و سریع برای اضافه شدن آب هیرمند و ول کردن آب از طرف افغان‌ها به عمل نیاید، محققاً زابل به ویرانه تبدیل می‌شود» (مشروح مذاکرات دورهٔ دوم مجلس سنا، جلسه ۷۶ ، ۲ اردیبهشت ۱۳۳۴).

یکی از مشکلات سیستان وجود لای در کانال نهرهای منشعب و نداشتن امکانات برای لایروبی بود. در ۱۳۳۶ش امکان افزایش سطح آب در پشت سد میانکنگی وجود نداشت رسوب لای در کانال آذر موجب کاهش شدید جریان آب شده بود. راه لایروبی نیز استفاده از نیروی کار رایگان یعنی بیگاری بود که در سیستان به آن حشر می‌گفتند. «جمع‌آوری حشر به هیچ وجه مقدور نبوده، زیرا رعایای میانکنگی چندین مرتبه کانال و نهر خود را لایروبی کردند، اما چون مجدداً بعد از مدت کوتاهی لای جمع شده بود حاضر به زراعت نبودند و مالکین هم قدرت جمع‌آوری و اعزام آن‌ها برای لایروبی را نداشتند. چون وقت کشت به سرعت می‌گذشت امیدی به کشت نداشتند حاضر به کار نبودند. گزارش مهندس عترت رییس بنگاه آبیاری سیستان در خصوص فقدان امکانات لازم برای لایروبی کانال آذر، تحصن و نارضایتی زارعان نیز این موضوع را تأیید می کند: «عده زیادی اهالی میانکنگی به شهر آمده متحصن هستند. باید فکر عاجلی برای این‌ها کرد تا از تفرقه زارعین و متواری شدن آن‌ها به خارج جلوگیری کرد. باید ما کج دار و مریض از طریق مانور هفتگی دریچه‌های سد کهک آب کافی به میانکنگی داده، بدیهی است با این ترتیب در پریان هم آب منحرف خواهد شد. از بولدوزرها هم برای لایروبی آذر نمی‌توان استفاده کرد؛ زیرا اولاً راه عبور نیست. در ثانی بولدوزرها بدون سیم کابل و لوازم یدکی بوده و بیکار هستند و فعلاً برای ما حکم آهن‌پاره‌ای دارند. ماشین لایروبی بسیار مفید و خوب است ولی چون زود نمی‌رسد [و] وقت کم است مسلم به درد کشت ایشان نخواهد خورد و تا رسیدن آن زارعین متفرق می‌شوند» (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۲۶، ۱۳۳۶/۸/۱۰). دولت ایران برای مدیریت بحران آب در سیستان، نهادی با عنوان «بنگاه مستقل آبیاری» را فعال کرد. با وجود برنامه‌هایی مانند لایروبی انهار، احداث بندها و استقرار نیرو اما ضعف ساختاری و تأخیر در اجرا وجود داشت. ناکارآمدی بنگاه آبیاری و اختلاف‌نظر شدید میان مهندسان بنگاه آبیاری در نحوهٔ مدیریت سد کهک و کانال آذر وجود داشت. مانورهای ناقص دریچه‌ها، پرشدن کانال‌ها از شن و عدم استفادهٔ به موقع از بولدوزر، بحران را تشدید کرده بود (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۱۵، ۱۳۳۶/۸/۱۲؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۰۶، ۱۳۳۶/۸/۱۰).

برای اجرای صحیح نوبت‌بندی آب در نهر آذر، نیاز فوری به بولدوزر و ماشین‌های خاک‌برداری بود؛ اما حتی مکاتبه با وزارت جنگ جهت اعزام تجهیزات بی‌نتیجه بود (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۴۳، ۱۳۳۶/۸/۱۸). اجرای طرح تقسیم آب با توجه به عدم همکاری مالکین بالادست و نبود نیروی کافی با مشکل روبرو بود و شکایات مکرر زارعین موجب تنش در منطقه می‌شد (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۱۶، ۱۳۳۶/۸/۱۰).

در اسناد به عدم همکاری ارتش و نبود تجهیزات لایروبی اشاره شده است که اجرای نوبت‌بندی آب را مختل کرده بود (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۴۳، ۱۳۳۶/۸/۱۸). نارضایتی از وضع بد سیستان و دلسردی از اقدامات دولت برای بهبود بی‌آبی در گزارش های متعدد دولتی متجلی است (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۳۶، ۱۳۳۶/۸/۱۰؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۲۵، ۱۳۳۶/۸/۱۲؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۱۵، ۱۳۳۶/۸/۱۲؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۵۱، ۱۳۳۶/۸/۱۳ ؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۲۳، ۱۳۳۶/۸/۱۵؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۴۳، ۱۳۳۶/۸/۱۸؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۱۷، ۱۳۳۶/۸/۲۱). گزارش‌های دولت از بی‌آبی و بحرانی شدن وضعیت در سیستان حکایت داشت (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۰۵، ۱۳۳۶/۸/۲۵). در این وضعیت حتی مقامات استانی نیز از قبول مدیریت وام برای لایروبی انهار سیستان خودداری می‌کردند. سازمان برنامه مبلغ ۱۵۰۰۰۰۰ ریال اعتبار در تاریخ ۱۳۳۷/۹/۲۰ در اختیار مهران استاندار وقت سیستان و بلوچستان گذاشت تا بحران را رفع کند؛ اما مهران یک ماه بعد از سرپرستی و نظارت در مصرف اعتبار انصراف داد (ساکما، ۲۳۰۰۲۹۸۶۳۰۰۰۶، ۱۳۳۷/۱۱/۲؛ ساکما، ۲۳۰۰۲۹۸۶۳۰۰۰۵، ۱۳۳۷/۱۱/۲). اعمال نفوذ مالکان متنفذ محلی در ایجاد نهرهای فرعی برای آبیاری مزارع خود، ناتوانی مقامات محلی در مواجه با آنان و جلوگیری از تبعیض در تقسیم آب، بی‌توجهی مقامات مرکز به وضعیت سیستان و عدم تخصیص بودجهٔ مناسب و اجرای طرح‌های فوریتی برای لایروبی نهرهای سیستان و مهار سیلاب برای رفع خطر از مزارع و مساکن کشاورزان و رعایای سیستان بر مشکلات سیستان افزوده بود. این شرایط موجب نگرانی، وحشت و ترس مردم سیستان از وقوع سیل و هجوم سیلاب نیز شده بود. به طوری که سیستانی‌ها امیدی به بهبود وضعیت خود نداشتند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۹۴، ۱۳۳۶/۴/۱۳).

اقدامات طرف افغان نیز بر وخامت اوضاع می‌افزود. پاسگاه‌های سیار اجازه لایروبی به زارعین ایرانی را نمی‌دادند و تهدید کرده بودند در صورت اقدام به لایروبی با تیراندازی افراد پاسگاه‌ها مواجه خواهند شد (ساکما، ۳۷۰۱۱۷۸۰۱۲۲، ۱۳۴۷/۸/۶). در همین رابطه در آبان ۱۳۴۷ یکی از مالکین و رئیس شرکت‌های تعاونی منطقهٔ سیستان به آن طرف مرز اعزام و پس از مذاکره با بعضی مقامات محلی و متنفذ افغانستان، در روز ۹ آذر ۱۳۴۷ مشغول پاک کردن دهانه رودخانه سیستان و خراب کردن سد قدیمی در ملتقای هیرمند و پریان مشترک شدند؛ اما از طرف سربازان افغانی به سوی بولدوزر ایرانی، تیراندازی شد و در نتیجه کارگران کار را متوقف کردند. رئیس مرزبانی ایران به مرزبان افغانستان کتباً اعتراض نمود. ولی مرزبان افغانستان موضوع تیراندازی را تکذیب و موضوع را تجاوز به خاک افغانستان اعلام نمود. این در حالی بود که عملیات پاک‌سازی در خاک ایران انجام می‌شد (ساکما ۳۷۰۸۶۶۱۱۹۶، ۳۷۰۸۶۶۱۱۸۰، ۱۳۴۷/۹/۹). پردلی در کسوت نمایندگی مجلس، تحرکاتی را در زابل توسط عوامل خود برای اخلال و تحریک در کار سازمان آبیاری سیستان انجام می‌داد. عوامل پردلی نامه‌ای تهیه و با امضا و اثرات انگشت به سازمان بازرسی شاهنشاهی در مورد شکایت از وضع سازمان ارسال کردند؛ اما در کلیهٔ امضاها و اثرات انگشت تشابه کاملی موجود بود. لذا نامهٔ مزبور توسط اداره

تشخیص هویت شهربانی مورد بررسی قرار گرفت و معلوم شد کلیهٔ امضاها و اثرات انگشت از طرف یک نفر انجام شده است (ساکما، ۳۷۰۲۷۷۷۷۰، ۳۷۰۲۷۷۷۷۴، ۱۳۴۷/۱۰/۳). در ادامه اختلافات داخلی، اداره پست و تلگراف شهرستان زابل طی نامه‌ای در اردیبهشت ۱۳۵۰ به روحانی، وزیر آب و برق، اطلاع داد اقداماتی از سوی پردلی در زابل جهت تخطئه اقدامات دولت در سیستان انجام شده است. «وی همه‌روزه به‌وسیلهٔ تلفن، مردم سیستان و زابل و اعضا انجمن شهر را علیه وزیر آب و برق تحریک و از آن‌ها می‌خواهد که مجدد به تهران بروند و در دربار متحصن شوند. اقدامات وزیر آب و برق، عامل خرابی سیستان است. حتی یکی از وعاظ شهر زابل به نام علاءالدین طباطبایی را مجاب به تحریک مردم علیه وزیر کرده است» (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۰۲۹، ۱۳۴۹/۸/۱۷).

در ۱۱ مهر ۱۳۵۰ مرزبانی زابل گزارشی از مرزبانی افغانستان دریافت کرد که قرارداد مشترک آب رودخانه فیمابین دو دولت اعتبار ندارد. علاوه بر این تعدادی از اتباع افغانی در داخل خاک افغانستان در دهانه ورودی مشترک سیستان مشغول کار بودند و حتی با کندن اشجار و بوته‌ها تصمیم داشتند سدی در مقابل آب احداث کنند (ساکما، ۳۷۰۸۶۶۱۱۵۴، ۱۳۵۰/۷/۱۱). با تقلیل آب در رودخانه‌های سیستان و پریان مشترک در آبان ۱۳۵۰، آب در شهر زابل قطع شد. وزیر آب و برق از وزارت امور خارجه خواستار اقدام لازم در مورد افزایش آب با مقامات افغانستان شد (ساکما، ۳۷۰۸۶۶۱۱۲۸، ۱۳۵۰/۸/۵). در مهر ماه ۱۳۵۰ نیز وزارت آب و برق از وزارت خارجه خواسته بود تا از طریق سفارت ایران در کابل به مقامات افغانستان در خصوص اقدامات یکطرفه افغان‌ها در رودخانه‌های مرزی تذکر داده شود و مانع تشدید اختلافات مرزی شوند (ساکما، ۳۷۰۸۶۶۱۱۳۲، ۱۳۵۰/۷/۱۳). افغان‌ها از دهه ۳۰ شمسی قصد داشتند جریان طبیعی آب را که بر اساس شیب طبیعی به وجود آمده بود و به نفع ایران بود تغییر دهند که منجر به قطع مجدد آب در رودخانه سیستان و شهر زابل گشته تا آنچه را می‌خواستند به ایران تحمیل کنند (ساکما، ۹۹۸۰۰۵۰۳۳۰۰۲۰، ۱۳۳۵/۴/۲۱). مکاتبات مقامات دولت با هم نیز صرفاً خوش‌بینی از حل مسئله بی‌آبی و کسب رضایت کشاورزان بود (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۲۳، ۱۳۳۶/۸/۱۵). مسئله آب رود هیرمند برای افغان‌ها به‌اندازه‌ای هویتی شده بود که با وجود انعقاد معاهده هیرمند در سال ۱۳۵۱ ش باز هم عده‌ای در مجلس افغانستان آن را قبول نداشتند. عزیزالله واصفی از اعضای پارلمان افغانستان این معاهده را قبول نداشت و حتی نام آن را هم «حقآبهٔ سیستان از دریای هیرمند» می‌نامید و نه معاهده (اخوان، ۱۳۸۰). وی در ادامه می‌گوید «اگر معاهده به همان نام می‌بود شاید مخالفت من کمتر می‌بود من حالا هم با آن مخالف هستم زیرا حقابه سیستان بود و نه ایران. افغانستان تا حالا در تمام روش‌های دیپلماتیک خویش سیستان را جزء ایران نشمرده است» (اخوان، ۱۳۸۰). غیر از واصفی، سلیمان لایق به همراه هم‌حزبی‌هایش در حزب دموکراتیک خلق افغانستان معاهده را قبول نداشتند. «نه‌تنها حزب ما بلکه احزاب و گروه‌های دیگر مانند افغان ملت، حزب دموکراتیک مترقی میوندوال، احزاب کوچک دیگر گروه‌ها مانند گروه دکتر صاحب فرزان، گروه عصمتی صاحب همه به‌طور دسته‌جمعی تظاهرات نمودیم» (اخوان، ۱۳۸۰). مخالفان در پارک زرنگار در کابل جمع شدند و تصمیم حکومت را رد کردند. ببرک کامل و خلیل زمر نمایندگان حزب پرچم در ابتدا از موضوع هیرمند حمایت نکردند ولی بعدها بی‌تفاوت شدند. دولتمردان افغان از این‌که در مذاکرات، ایران خود را برادر بزرگ‌تر بداند برآشفته می‌شوند. جلال عبده در دیدار با داودخان صدراعظم افغانستان در نیویورک می‌نویسد: «استنباط من این بود که ناراحتی وی از آنجا ناشی شده که ایران همواره خود را برادر بزرگ‌تر نسبت به افغانستان تلقی می‌کرده است که بر افغان‌ها گران می‌آمد» (عبده، ۱۳۶۸).

مقامات ایران از عدم همکاری افغان‌ها و وقت تلف کردن آنان در آب‌رسانی به سیستان آگاه بودند: «فقط حدود ۱۰ مترمکعب آب به سیستان داده‌اند که به‌هیچ‌وجه با حقابهٔ قانونی دولت ایران و احتیاجات زراعی سیستان تطبیق نمی‌نماید و کافی نیست و قریباً نیز فصل زراعت منتفی خسارت و لطمهٔ بزرگی متوجه اهالی سیستان و دولت ایران خواهد شد و همان‌طوری که در گزارش سفارت کبرای شاهنشاهی منعکس است اولیاء دولت افغانستان امر را به دفع‌الوقت و تعارفات معموله گذرانده و توجه جدی و فوری و عملی مبذول نشده است» (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۲۰۱۰۰۱۷، ۱۳۴۲/۶/۱۳). انفعال وزارت خارجه تا حدی بود که از وزارت آب و برق خواست، صحت‌وسقم سدسازی افغان‌ها در پنج فرسخی مرز ایران را بررسی کند. در حالی که شهربانی سیستان به وزارت خارجه گزارش کرده بود: «طبق اطلاع واصل از وزارت کشور با استناد گزارش شهربانی استان سیستان و بلوچستان در یکی از دهات افغانستان بنام بندر (پنج فرسنگی مرز ایران) در محلی که کف رودخانهٔ هیرمند کم عرض می‌شود دولت افغانستان مشغول نقشه‌برداری است تا با ایجاد سد در محل مذکور آب رودخانهٔ مزبور را کنترل نموده و قسمتی از آن را به طرف گود زره (۱۲ فرسنگی مرز ایران) سرازیر نماید و در حال حاضر نیز ابزار و آلات مورد لزوم برای بستن سد را به شهر چهار برجک آورده‌اند» (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۳۱۹، ۱۳۴۹/۳/۲۱). علاوه بر ضعف اداری، وجود اختلاف در بین دستگاه‌های دولتی، پنهان‌کاری از وضعیت سیستان و سهل‌انگاری در خصوص اهمیت مسئله بی‌آبی موجب شده بود تا گزارش‌های سلیقه‌ای و غیرمستند به تهران ارسال شود. در این خصوص غرض‌ورزی بین مقامات دولتی نیز مشهود است. مهندس قلی‌زاده معاون کشاورزی رییس بنگاه مستقل آبیاری که برای بررسی بی‌آبی سیستان به منطقه اعزام شده بود در خصوص اختلاف میان دستگاه‌های دولتی، پنهان‌کاری از وضعیت سیستان و سهل‌انگاری در خصوص اهمیت مسئله بی‌آبی در گزارش به دکتر فیلسوفی رییس بنگاه مستقل آبیاری می‌نویسد: «متأسفانه این ارقام صریح و روشن

که بدون در نظر گرفتن تغییرات اشـــل به علت تغییر شـــیب رودخانه فقط از اندازه‌گیری مستقیم به دست آمده به عرض جنابعالی نرســـیده فقط تلگرافات افواهی ادارات کشـــاورزی و فرمانـداری یـا مخبرین جرایـد کـه روی مســـموعـات بوده و هیچ‌گونه عدد و رقم ذکر نشـده و از طریق وزارت کشـاورزی به بنگاه رسـیده اسـت. در جواب تلگراف‌های این‌جانب به جای ارجاع آن‌ها به کمیســیون دائمی هیرمند تلگراف‌هایی رسـیده که تقلیل آب مفهوم نشـــده و توضـــیح مجدد خواســـته‌اند». (ســاکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۲۹۱، ۱۳۳۶/۸/۳۰). گزارش مرزبانی زابل نیز از کمبود آب هیرمند علاوه بر خشک‌سالی حکایت دارد و در آن به فعالیت سـدسـازی افغان‌ها نیز اشـاره شـده اسـت. «افغان‌ها در گرشـــک بر روی رودخانه هیرمند ســـاختمان پل بزرگی ســـاخته‌اند و با مذاکراتی که با مرزبان مقابل شـــده امیدواری داده اســـت که قریبا با بازنمودن دریچه‌های ســـد کجکی آب بیشـــتری داخل رودخانهٔ هیرمند خواهد کردید» (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۲۰۱۰۰۴۳، ۱۳۴۱/۸/۲۷).

آنچه باعث ناکارآمدی بیشـتر می‌شـد محرمانه بودن اطلاعات سـیسـتان بود: «طبق تصـویب هیئت‌وزیران مقرر اسـت کلیه امور مربوط به هیرمند در یك کمیسـیون دائمی در وزارت امور خارجه مورد بررسـی واقع گردد و تمام تصـمیمات و مذاکرات این کمیسـیون هم محرمانه اسـت. متمنی اسـت به اداره کل اطلاعات آن وزارتخانه و همچنین سازمان‌های کشاورزی محلی مخصوصاً کشاورزی سیستان دستور اکید صادر فرمایند که گزارشـات وضـعیت آب رودخانه هیرمند را رمز تلگراف نموده و هیچگونه اطلاعی چه به صـورت خبر و یا مصـاحبه راجع به امور هیرمند و حتی میزان سطح کشت سیستان در دسترس جراید و روزنامه‌نگاران نگذارند و این‌گونه امور را جز مسـائل محرمانـه تلقی نمـاینـد» (ســاکمـا، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۷۴، ۱۳۳۶/۶/۱۳). این سـند گویای سـیاسـت دولت در مدیریت بحران از طریق محرمانه‌سـازی اطلاعات و جلوگیری از انتشـار ابعاد واقعی بحران آب در سیستان است.

برخی مقامات ایران وخیم‌تر شـدن وضـع سیسـتان را ناشـی از سـدسـازی افغان‌ها می‌دانسـتند و حتی پیش‌بینی هم کرده بودند که مشـکل به وجود خواهد آمد: «با توجه به تهیه مقدمات احداث سـد کمال‌خان در افغانسـتان پیش‌بینی می‌گردد در سـال‌های آینده اهالی منطقه مورد نظر دچار بی‌آبی شدید شوند.» (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۴۸۵، ۱۳۴۶/۸/۱۶). بااین‌وجود وزارت آب و برق احداث سـد در افغانسـتان و به خصـوص سـد کمال‌خان را فاقد تأثیر در بی‌آبی سـیسـتان می‌دانسـت. «دولت افغانسـتان همه سـاله با احداث بندهای گزی موقت در محل‌های کمال‌خان بر روی رودخانه هیرمند موج آبی بر روی رودخانـه پریـان مرزی برای آبیـاری اراضـی زراعتی مناطق مربوط اسـتفاده می‌نموده که در حال حاضـر تصـمیم گرفته‌اند بندهای مذکور را به صـورت دائمی با اجرای عملیات ساختمانی بنا نمایند و تصور نمی‌رود این اقدام تأثیری در حقابه ایران داشـته باشـد.» (ســاکما، ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۵۱۳، ۱۳۴۷/۱/۱۹). تبدیل بندهای سـاخته شـده با نی و چوب گز به سازه‌های سیمانی در حالی بود که افغان‌ها حتی مانع لایروبی انهار داخلی ایران نیز می‌شـدند. «هنگام لایروبی از طرف مرز مقابل چند تیر شـلیك می‌گردد که گفته می‌شـود برای جلوگیری از لایروبی شـبانه توسـط ایران بوده اسـت که در نتیجهٔ لایروبی موقتاً قطع و جریان از طریق مقامات مرزی تحت رسـیدگی اسـت.» (ســاکما، ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۴۴۱، ۱۳۴۷/۹/۲۴). اسـتفاده از نیروی نظامی و قوه قهریه به همین مقدار ختم نمی‌شـد و مرزبانی افغانسـتان به منظور جلوگیری از لایروبی نهرهایی که از رودخانهٔ هیرمند منشـعب می‌شـدند در سـه منطقهٔ مرزی مبادرت به ایجاد پاسـگاه سـیار کرده بود: ۱- در دهانه انشـعاب رودخانه هیرمند از کهک؛ ۲- روبروی دهانه شـاه نهر شـیردل و ۳- مقابل دهانه شـاه نهر گلمیر. پاسـگاه‌های سـیار اجازه لایروبی به زارعین ایرانی نمی‌دادند: «در صورت اقدام به لایروبی با تیراندازی افراد پاسگاه‌ها مواجه خواهند شـد». اقدامات ایران در این خصـوص صـرفاً بررسـی ابعـاد موضـوع و تحقیقـات از طرف وزارت امور خـارجـه بود (ســاکما، ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۰۱۹، ۱۳۴۹/۸/۱۸). حکومت ایران برای حل مشـکل اقدام به موقع انجام نمی‌داد و باز هم با اسـتفاده از ظرفیت بومی و ریش‌ســفیدی زارعین مســئله ســامان می‌یافت. «...در اثر مـذاکرات زارعین بـا گروهبـان عبـدالغفور رئیس پاسـگاه مربوطه و جلب رضـایت وی مجدداً کار لایروبی بدون اعتراض از طرف ســربازان افغانی آغاز شـــده اســـت.» (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۰۴۱، ۱۳۴۹/۸/۱۱). زارعان افغان در داخل خاک خود به اعتراضات مرزبان زابل اهمیتی نمی‌دادند و آن را امری داخلی می‌دانســتند و حتی از کمک نظامیان خود نیز بهره می‌بردند (ســاکما، ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۲۷۱، ۱۳۴۹/۵/۲۰). ایجاد سـد توسـط افغانسـتان، به ابزاری سـیاسـی برای فشـار بر ایران تبدیل گردید. افغان‌ها با بسـتن دریچه‌های سـد کجکی بدون اطلاع به طرف ایرانی، عملاً موجب خشک شدن کامل شعبات هیرمند در ایران شدند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۱۹۰، ۱۳۳۵/۹/۱۹؛ ســاکمـا، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۰۱، ۱۳۳۶/۸/۲۶؛ ســاکمـا، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۰۳، ۱۳۳۶/۸/۲۱). به طوری که کاهش ناگهانی سطح آب باعث تلفات دام و نابودی کامل محصول گندم و جو در برخی نقاط ســیســتان گردید (ســاکما، ۲۹۳۰۰۶۲۷۶۱۷، ۱۳۳۲/۱۱/۱۰؛ ســاکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۱۹۴، ۱۳۳۵/۲/۸؛ ســاکما، ۲۹۰۰۰۳۶۲۹۳، ۱۳۳۵/۴/۳؛ ســاکمـا، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۱۹۰، ۱۳۳۵/۹/۱۹؛ ســاکما، ۳۷۰۰۰۸۳۰۹۰۰۰۹، ۱۳۳۵/۹/۱۹؛ ســاکما، ۳۷۰۰۰۸۳۰۹۰۰۰۸، ۱۳۳۵/۱۰/۴؛ ســاکمـا، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۵۹، ۱۳۳۶/۱۰/۴؛ ســاکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۷۳، ، ۱۳۳۶/۱۰/۴؛ ســاکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۷۵، ۱۳۳۶/۱۰/۴). افغان‌ها حتی در ماه رمضـان نیز اقدام به قطع آب سیستان کرده بودند. دولت سعی کرد تا با توجه به ماه رمضان حساسیت مذهبی افغان‌ها را تحریک کند تا آب بیشتری به ایران بدهند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۰۲۷، ۱۳۴۹/۸/۱۸).

تحلیل ناآرامی‌ها بر پایهٔ اسناد و یافته‌های پژوهش

این پژوهش یک مطالعه بنیادی و عمیق از شکست مدیریت منابع آب فرامرزی، مدیریت داخلی بحران و چگونگی تبدیل یک مسئلهٔ فنی-زیست‌محیطی به یک بحران پیچیده سیاسی-اجتماعی را ارائه می‌دهد.

۱- تحلیل عوامل هیدروپلیتیک

کنترل در بالادست: افغانستان، به عنوان کشور بالادست، با احداث سدهای مخزنی بزرگ (کجکی، ارغنداب و برنامه‌ریزی برای کمال‌خان) به طور کامل حق هرگونه اقدامی را بر جریان آب هیرمند به دست آورد. این سدها امکان ذخیره، انحراف و قطع کامل جریان آب را به آنان می‌داد. تأمین مالی این پروژه‌ها توسط بانک صادرات و واردات آمریکا، بعد ژئوپلیتیک دیگری به این کشمکش آبی میان ایران و افغانستان اضافه کرد و موازنه قدرت را به نفع افغانستان تغییر داد.

نقشه‌برداری و پروتکل‌های فنی: اشاره به «پروتکل ۱۳۱۵» که نقاط تقسیم آب (بین بند کمال‌خان و لخشک) را تعیین کرده بود، نشان‌دهنده تلاش‌های اولیه برای ایجاد یک چارچوب فنی است؛ اما این پروتکل‌ها یا به درستی اجرا نشدند یا با تغییر شرایط (احداث سدها) منسوخ شدند.

انحراف مسیر طبیعی آب: گزارش‌ها حاکی از آن است که افغانستان قصد داشت جریان طبیعی آب را که بر اساس شیب طبیعی به وجود آمده بود و به نفع ایران بود تغییر دهند. این یک تاکتیک فنی- تهاجمی برای تغییر حقابهٔ تاریخی ایران بر اساس جغرافیای طبیعی بود.

۲- تحلیل مدیریت داخلی آب در سیستان

فقدان زیرساخت و نگهداری: مشکل اصلی تنها کمبود آب نبود، بلکه سیستم توزیع و مدیریت آب داخلی ایران به شدت ناکارآمد بود.

رسوب‌گذاری: کانال‌ها (مانند نهر آذر) به دلیل رسوب‌گذاری سریع و لایروبی نشدن کارایی خود را از دست می‌دادند. پرشدن سد میانکنگی از شن به اعتراضات اهالی میانکنگی افزوده بود.

فقدان امکانات و تجهیزات ضروری: عدم دسترسی به بولدوزر، ماشین‌های لایروبی و حتی نبود سیم کابل و لوازم یدکی برای دستگاه‌های موجود، نشان از فقدان برنامه‌ریزی زیرساختی بلندمدت دارد.

مدیریت نادرست سدها: وجود اختلاف‌نظر شدید میان مهندسان بنگاه آبیاری در نحوهٔ مدیریت سد کهک و کانال آذر و «مانورهای ناقص دریچه‌ها» نشان‌دهنده ضعف فنی در بهره‌برداری از تأسیسات موجود است.

مدیریت تقاضا و توزیع: طرح‌های «نوبت‌بندی آب» به دلیل عدم همکاری مالکین قدرتمند بالادست و نبود نیروی کافی برای اجرا با شکست مواجه می‌شد. این امر به بی‌عدالتی در توزیع آب و تنش‌های محلی دامن می‌زد.

۳- تحلیل شکست دیپلماسی و حکمرانی

انفعال و محرمانه‌کاری: وزارت خارجه ایران به جای شفافیت و پیگیری قاطع، به «دفع الوقت و تعارفات معموله» متوسل می‌شد. دستور «محرمانه بودن اطلاعات سیستان» و جلوگیری از انتشار اخبار، یک استراتژی شکست‌خورده بود که هم مانع جلب حمایت داخلی می‌شد و هم امکان فشار بین‌المللی را از بین می‌برد. بازتاب اعتراضات اهالی سیستان در سطح بین‌المللی می‌توانست بر واکنش و تصمیمات کشورها، سازمان و نهادهای بین‌المللی مؤثر باشد.

عدم انسجام داخلی: تناقض در گزارش‌های دستگاه‌های مختلف (شهربانی، وزارت آب، وزارت خارجه) و حتی تضاد منافع داخلی (مانند تحرکات تخریبی افرادی مانند پردلی) نشان می‌دهد که دولت یکپارچگی و اراده لازم برای مدیریت بحران را نداشت.

واکنش انفعالی به اقدامات افغانستان: پاسخ ایران به ساخت‌وسازها و حتی تیراندازی‌های افغانستان محدود به «اعتراض کتبی» و «تحقیق» بود. حتی در بهترین حالت، حل مشکل به مذاکرات زارعین با مقامات محلی افغان (گروهبان عبدالغفور) واگذار می‌شد که نشان از فقدان یک دیپلماسی دولتی مقتدر دارد.

۴- تحلیل پیامدهای زیست‌محیطی و اجتماعی

تخریب اکوسیستم: خشکیدن دریاچه هامون یک فاجعه اکولوژیک است که باعث از بین رفتن زیستگاه‌های طبیعی، افزایش طوفان‌های گردوغبار و شور شدن خاک می‌شود.

فاجعه انسانی: اسناد به وضوح بحران انسانی را توصیف می‌کند؛ مهاجرت اجباری ده‌ها هزار نفر، نابودی کامل محصولات، تلفات دام‌ها، زندگی مردم در «گودی دریاچه» و حفر چاه دارای آب شور که این موارد شاخص‌های یک بحران معیشتی تمام‌عیار هستند.

۵- کنشگری مردمی

۵-۱- اعتراضات مردمی و تحصن‌ها

یکی از پررنگ‌ترین واکنش‌ها به بحران آب، تحصن‌های مکرر زارعین بخش میانکنگی در فاصله میان ۱۳۳۶/۸/۱۰ تا ۱۳۳۶/۸/۳۰ مقابل تلگراف‌خانه و گزارش‌های ادارات مختلف زابل پیرامون وضعیت آنان بود (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۲۳، ۱۳۳۶/۸/۱۵؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۵۱، ۱۳۳۶/۸/۱۳؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۴۰، ۱۳۳۶/۸/۱۱). وزیر کشاورزی وقت، اخوی، نیز به معایب و اشکالات زیرساختی و اهمیت نارضایتی اهالی میانکنگی آگاه بود. به طوری که در سند آمده است برای پاک کردن نهرها لازم بود تا از بولدوزر استفاده شود و بولدوزرها هم باید با تریلی حمل می‌شدند در حالی که در آن منطقه تریلی وجود نداشت (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۲۵، ۱۳۳۶/۸/۱۲).

فقدان امکانات لازم برای لایروبی به پیش از این تاریخ باز می‌گردد چنانکه هیئتی از طرف دولت در ۲۹ آذر ۱۳۳۲ برای

بازدید به سیستان اعزام شدند. هیئت با دیدن وضع اسف بار اهالی سیستان در میانکنگی که بر اثر شکایات متوالی اهالی به اجبار از آن نقاط نیز بازدید کردند و فقر، گرسنگی و ویرانی بخش‌هایی از سیستان را گزارش کردند (ساکما، ۲۹۳۰۰۶۲۷۶۱۷، ۱۳۳۲/۱۱/۱۰). زارعان با تحصن در تلگراف‌خانه خواستار حضور مقامات دولتی در تلگراف‌خانه برای پاسخگویی به آنان و انعکاس وضعیت بد معیشتی و بی‌آبی سیستان شدند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۳۱، ۱۳۳۶/۸/۱). انسجام و سازمان‌یافتگی در تحصن‌ها به خوبی دیده می‌شود (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۲۹، ۱۳۳۶/۷/۳۰). با تشدید بحران، صدها کشاورز سیستانی در تلگراف‌خانه زابل متحصن شدند و خواستار توزیع عادلانه آب، افزایش ارتفاع آب پشت سد کهک و اصلاح کانال آذر شدند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۲۹، ۱۳۳۶/۷/۳۰؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۱۶، ۱۳۳۶/۸/۱۰؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۲۶، ۱۳۳۶/۸/۱۰).

سال ۱۳۴۶ ناآرامی‌ها در خصوص بی‌آبی به اختلافات اهالی سیستان و نزاع و درگیری‌های طایفه‌ای حتی در حضور مقامات دولتی نیز رسید (ساکما، ۳۷۰۰۱۰۴۱۵۰۰۹۹، ۱۳۴۶/۱/۱۰). ادامه شرایط و دامنهٔ تحصن و اعتراضات اهالی سیستان حتی باعث شد، سال ۱۳۴۹ ساواک نیز ورود کند و از نزدیک در جریان اعتراضات و تحصن‌ها قرار بگیرد (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۰۲۹، ۱۳۴۹/۸/۱۷).

۵-۲- تحصن‌های زارعان و کنشگری مدنی

تحلیل اسناد سازمان اسناد و کتابخانهٔ ملی ایران نشان می‌دهد که بی‌آبی تنها زمینه‌ساز ناآرامی نبود، بلکه نوع مواجههٔ حکومت با بحران، به نارضایتی‌های گسترده منجر شد. مردم منطقه، به‌ویژه زارعان بخش میانکنگی، نه‌تنها با خشکسالی مواجه بودند، بلکه با عدم عدالت در توزیع آب، تبعیض در رسیدگی مسئولان و بی‌تفاوتی نهادهای دولتی نیز دست‌وپنجه نرم می‌کردند.

سیستانی‌ها به ساختار اداری اعتماد نداشتند و دولت از واکنش عمومی به مسئلهٔ سیستان واهمه داشت.

وزیر کشاورزی در ۱۳۳۶/۸/۱۸ با پی بردن به وخامت اوضاع و تحصن سیستانی‌ها در تلگراف‌خانه از ارتش درخواست کرد تا تجهیزات مهندسی خود را برای پاک‌سازی نهرها به منطقه ارسال کند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۴۳، ۱۳۳۶/۸/۱۸).

این هشدارها وخامت وضع اهالی سیستان را نشان می‌دهد که بحران آب به مرحله‌ای از فوران اجتماعی رسیده بود که دولت حتی احتمال شورش را مطرح می‌کرد (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۰۲۹، ۱۳۴۹/۸/۱۷؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۱۵، ۱۳۳۶/۸/۱۲؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۲۵، ۱۳۳۶/۸/۱۲).

تحصن‌ها در زابل، تلگراف‌های تهدیدآمیز به تهران، اختلاف قومی با هم و درگیری زارعان با مالکان بر سر سهم آب و شکایت به دادگاه از عملکرد ادارات دولتی، همگی از ارتقای سطح اعتراضات و تحصن‌ها به کنش‌های سیاسی و حتی امنیتی حکایت دارند. درواقع، می‌توان ناآرامی‌های سیستان را نه یک واکنش ساده به خشکسالی، بلکه کنشی اجتماعی علیه نابرابری، بوروکراسی ناکارآمد و بی‌عدالتی ساختاری تلقی کرد. مردم حق خود را برای زنده ماندن و برخورداری از منابع حیاتی مطالبه می‌کردند.

جمعی از زارعان سیستانی در مقابل تلگراف‌خانه زابل تحصن کردند و اعلام نمودند در صورت عدم توجه به خواسته‌هایشان به تحصن ادامه خواهند داد. این تحصن در تاریخ ۱۳۳۶/۸/۳ انجام شد (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۳۱، ۱۳۳۶/۸/۱؛ ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۳۶، ۱۳۳۶/۸/۱۰). متحصنین رسماً از وزیر کشاورزی خواستند تا برای شنیدن مطالب آنان، در تلگراف‌خانه حضور یابند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۲۹، ۱۳۳۶/۷/۳۰). این اسناد نشان از سطح بالای سازمان‌یافتگی اعتراضات و استفاده از ابزار تلگراف برای مطالبه‌گری مستقیم دارد.

۵-۳- شکایات رسمی به دادگاه زابل

شکل دیگر ناآرامی، شکایت حقوقی زارعان علیه مالکان بالادست سیستانی بود که ناشی از ضعف دولت در تأمین آب بود و موجب بروز اختلاف بین اهالی می‌شد. چهارم آبان سال ۱۳۳۶ سه نفر از زارعان با نام و نشانی دقیق، از طریق دادگاه شهرستان زابل دادخواستی علیه مالکانی ارائه کردند که به‌صورت غیرقانونی آب را به روی آنان بسته‌اند. آن‌ها اعلام داشتند مالکان با «کمال بی‌انصافی» اراضی خود را آبیاری می‌کنند ولی آب به اراضی پایین‌دست نمی‌رسد، به‌گونه‌ای که «ما را به‌کلی از هستی ساقط کرده است. در این موقع که فصل نسق می‌باشد آب را به روی ما بسته و مانع از زراعت شتوی می‌شوند و در نتیجه در اثر بی‌آبی خسارات فراوانی وارد می‌آورند تا به حال با مذاکرات خصوصی کار به نتیجه نرسیده است» (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۴۷، ۱۳۳۶/۱۰/۴).

شاکیان از دولت نیز شکایت کردند به علت اینکه نتوانست به طور عادلانه آب را تقسیم کند و موجب خسارت به آن‌ها شده است. بنگاه مستقل آبیاری هم طبق قانون مورخ ۱۳۳۴/۶/۱۳ مسئول توزیع عادلانهٔ آب کشور بود. بنگاه مدعی بود که آب از بالاتر توسط افغان‌ها قطع شده است و تکلیف ما معلوم نیست. چون دادگاه مرجع نظم مردم کشور است، مردم از آن‌ها شکایت کرده‌اند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۴۹ ، ۱۳۳۶/۱۰/۴).

شاکیان معتقد بودند که آب را بالادستی‌ها بر روی آن‌ها بسته‌اند به طوری که علاوه بر از دست رفتن فصل کشت، آب برای خوردن نیز ندارند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۵۱، ۱۳۳۶/۱۰/۴).

۵-۴- تهدید به شورش

یکی از نهرهای مهم در آبیاری سیستان نهر آذر بود و لازم بود تا لایروبی شود. بی‌توجهی به لایروبی و خطر مهاجرت حدود شصت هزار نفر از اهالی، تحصن بومیان منطقه را در پی داشت. در تاریخ ۱۳۳۶/۸/۱۰ نمایندگان متحصنین، تلگرافی

به مرکز مخابره کرده و اعلام کردند «امروز هفتاد روز از فصل کشت می‌گذرد و با اینکه امسال آب چندین برابر سنوات اخیر می‌باشد و تمام زابل به استثنای میانکنگی زراعت خود را نموده و نزدیک به اتمام می‌باشد، میانکنگی یک سیر زراعت نکرده‌اند. از طرفی فصل کاشت هم نزدیک به اتمام می‌باشد اهالی میانکنگی چهار نوبت سراسر رود آذر را لایروبی کردند زحمت‌ها کشیدند ولی تاکنون از آن همه تلاش و کوشش نتیجه نگرفته‌اند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۱۶، ۱۳۳۶/۸/۱۰). علت بی‌نتیجه ماندن لایروبی این بود که باید آب در سد کهک به‌اندازه‌ای بالا می‌آمد تا در نهر آذر جاری شود. هم‌چنین آب به اندازه‌ای در پشت سد نبود که سطح آب بالا آمده و در نهرها جاری شود و این که رقابت‌های محلی تأثیرگذار بود و این امر باعث شده بود تا روزانه ۲۰۰ نفر از منطقه مهاجرت کنند. هشدار حاوی ارزیابی مستقیمی از وضعیت امنیتی و اجتماعی منطقه است و نشان می‌دهد که ناآرامی‌ها در آستانه خروج از کنترل بودند. خطر «شورش» وجود داشت و در صورت تداوم بحران، بیم اغتشاش شدید می‌رفت. دولت به وخامت اوضاع پی برده بود و فردی را با اختیارات لازم برای حل مسئله فرستاد. «به آقایان مالکین محترم و کشاورزان اطمینان می‌دهم که با مسافرت مهندس قلی‌زاده به محل که روز ۱۲ آبان ماه با هواپیما حرکت خواهند کرد و با اختیاراتی که دارند و در کارها واردند تمامی اشکالات در اسرع اوقات برطرف خواهد شد.» (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۴۰، ۱۳۳۶/۸/۱۱).

۵-۵- نارضایتی شدید از مسئولان و بی‌اعتمادی عمومی

در سند، آمده است که وزیر کشور از وزیر خارجه خواستار اقدام مؤثر برای بهبود میزان آب برای کشاورزی اهالی سیستان شده است. «به طوری که استانداری کل بلوچستان، سیستان اطلاع می‌دهد آب رودخانه هیرمند پس از ۱۵ روز که کاملاً قطع گردیده بود فوق‌العاده قلیل و کم و روزبه‌روز رو به کاهش است با عقب افتادن کشت سیستان و انقضای فصل کشت در صورت ادامه این وضع لطمه غیرقابل جبرانی به کشت سال جاری وارد خواهد شد» (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۲۷۰، ۱۳۳۵/۹/۳). محتوای این سند نشان می‌دهد که بحران آب از حد فنی فراتر رفته و به یک بحران اعتماد و مشروعیت سیاسی تبدیل شده بود. مردم دیگر نه‌تنها مشکل را در کم‌آبی، بلکه در «بی‌عدالتی ساختاری» و «پاسخ‌گو نبودن دولت» می‌دیدند.

۵-۶- از بحران معیشت تا مقاومت اجتماعی

اسناد نشان می‌دهند که ناآرامی‌های سیستان صرفاً واکنشی طبیعی به خشکسالی نبود، بلکه فرآیندی تدریجی از نارضایتی، مطالبه‌گری، شکایت، تحصن و نهایتاً تهدید به شورش بود که با گذر زمان شکل گرفت و شدت یافت. زارعان سیستانی، به‌ویژه در مناطق میانکنگی، هنگامی که شاهد بی‌توجهی و تبعیض در توزیع آب بودند، دست به تحصن، شکایت حقوقی، ارسال تلگراف و حتی تهدید مستقیم مقام‌ها زدند. در سندی مدیریت بنگاه آبیاری خواستار اقدامات لازم برای رفع نگرانی زارعین بخش میانکنگی می‌شود. «اطمینان داشته باشید که با وجود آقای مهندس قلی‌زاده معاون کشاورزی بنگاه در محل و دستوراتی که به ایشان داده شده است اقدامات لازم معمول و رضایت آقایان کشاورزان محل فراهم خواهد شد». این گونه مکاتبات و سعی دولت در جلب رضایت کشاورزان سیستانی، یکی از اسناد دولتی است که امکان بروز شورش عمومی را پیش‌بینی کرده است (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۲۳، ۱۳۳۶/۸/۱۵).

۵-۷- تحصن‌های جمعی به‌عنوان شیوه اعتراض سازمان‌یافته

آبان ۱۳۳۶ یکی از واضح‌ترین نمودهای اعتراضات در سیستان شکل گرفت. از نخستین روز این ماه زارعان سیستانی مقابل تلگراف‌خانه زابل تحصنی را تدارک دیدند که تا چندین روز ادامه داشت. اول آبان ۱۳۳۶ زارعان به صراحت بیان می‌کنند که «تا ساعت دوازده اول آبان در تلگراف‌خانه منتظر بودیم آقای مدیرکل آبیاری برای مخابره حضوری تشریف بیاورند و متأسفانه خبری نشد و معلوم نیست تکلیف زارعین میانکنگی چه می‌باشد. زارعین و مالکین در جوار تلگراف‌خانه زابل منتظر دستور فوری و تلگرافی آن جناب می‌باشند که با بالا آوردن ارتفاع آب در جلوی سد آب به میانکنگی جاری شود». تحصن در مکان‌هایی مانند تلگراف‌خانه نشان‌دهنده درک بالای زارعان در آن زمان است. آن‌ها برای رساندن صدای خود به تهران، هوشمندانه از تلگراف‌خانه استفاده کردند که در آن زمان یکی از راه‌های نادر ارتباط سریع با مقامات مرکز بود (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۳۱، ۱۳۳۶/۸/۱).

بی‌آبی منجر به ناراحتی از عملکرد ادارات محلی و بروز اختلافات محلی نیز شده بود. فقط مشکل آب به اقدامات دولت افغانستان برنمی‌گشت بلکه مشکل در توزیع عادلانهٔ آب ورودی هم بود. مالکان و زارعان بالادست آب را مصرف می‌کردند و حقابهٔ پایین‌دست را نمی‌دادند و چون بنگاه آبیاری مسئول توزیع عادلانهٔ آب بود مشکل را از بنگاه می‌دانستند. طبق قانون مصوب اردیبهشت ۱۳۲۲ و تصریح شده در قانون مورخ ۱۳۳۴/۶/۱۳ بنگاه مسئول این کار بود (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۴۷، ۱۳۳۶/۱۰/۴). در شکایت خود، زارعان نه تنها درخواست تأمین دلیل و خسارت کردند، بلکه به بی‌عدالتی در امر تقسیم و توزیع آب نیز پرداختند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۵۱، ۱۳۳۶/۱۰/۴؛ ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۴۹، ۱۳۳۶/۱۰/۴؛ ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۴۷، ۱۳۳۶/۱۰/۴) که خود نشان از بی‌اعتمادی کامل به نهادهای دولتی دارد. این سند، تجربه جوامع محلی در مبارزات مدنی و خشونت پرهیز است و تلاش برای احقاق حق از راه رسمی در میان زارعان منطقه را بیان می‌کند. زارعان به مقامات محلی هیچ اعتمادی نداشتند و خواهان ورود مقامات ملی به منطقه برای حل مشکل بودند (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۳۱، ۱۳۳۶/۸/۱). این نوع اعتراض و درخواست از حضور مقامات رده بالای مملکتی از یک سو بیانگر طراحی

و ایجاد سازوکارهای کارآمد حل تعارض‌ها با مشارکت گرودارن محلی است و از دیگر سو ناکارآمدی مراجع رسمی در حل اختلاف را نشان می‌دهد. به دیگر سخن نهادهای اجرایی محلی (مانند پاسگاه، دهداری و بنگاه آبیاری) فاقد کارآمدی لازم برای حل این نزاع بودند و این موضوع برای بومیان منطقه نیز ثابت شده بود.

حکومت به شدت نگران اغتشاش در منطقه بود و هم به علت اختلاف با دولت افغانستان و هم پرهیز از درگیری‌های محلی اطلاعات آبیاری و کشاورزی منطقه را محرمانه اعلام کرد. با همین رویکرد اعلام شد «هرگونه اطلاعات مربوط به سطح کشت، وضعیت آب و اعتراضات زارعین نباید در اختیار روزنامه‌نگاران و خبرنگاران قرار گیرد» (ساکما، ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۷۴، ۱۳۳۶/۶/۱۳). این نگاه تکرار یک الگوی حاکمیتی مبنی بر ممانعت از گردش روان داده‌ها و اطلاعات بود تا ناکارآمدی نظام حکمرانی پوشیده بماند. حکومت میزان وخامت اوضاع و امکان بروز ناآرامی را درک کرده و سعی در کنترل رسانه‌ای ماجرا داشت. این موضوع، نه‌تنها گواهی بر عدم شفافیت در مواجهه با بحران بود، بلکه نشان می‌داد که دولت از واکنش افکار عمومی واهمه داشت و به جای حل مسئله، به انکار و سانسور آن روی آورده بود.

اسناد، گویای آن است که اعتراض زارعان سیستانی در دوره پهلوی دوم، صرفاً تقاضای آب و زراعت نبود و فقدان ظرفیت حل مسئله در نظام حکمرانی به تدریج شکل و دلیل این اعتراض‌ها را تغییر داد و اعتراض به نابرابری توزیع منابع نیز در خواسته‌های آن‌ها راه یافت. این ناآرامی‌ها ریشه در ساختار مالکیت، بوروکراسی ناکارآمد، ضعف دیپلماسی آبی ایران و تبعیض تاریخی علیه مناطق پیرامونی داشت؛ زیرا که سیاست پهلوی دوم صرفاً در مذاکرات با افغان‌ها نرمش سیاسی و حفظ آرامش در روابط دیپلماتیک بود. برنامه توسعه وی نیز اساساً تمرکز بر شهرهای بزرگ و صنعتی‌سازی شتابان بود که شهرهای کوچک و مرزی در آن سهمی نداشتند.

جدول ۱- تحلیل نهایی بحران بی‌آبی و ناآرامی‌های سیستان در دورهٔ پهلوی دوم

بعد بحران	شاخص‌های مشاهده شده	یافته‌های تحلیلی	نقش دولت	پیامدها
زیست‌محیطی	خشک‌سالی- شور شدن آب چاه‌ها	نابودی کشاورزی سنتی و دهقانان تهیدست - بحران بی‌آبی و منابع طبیعی	بی‌توجهی به هشدارهای اعلام شده - ناتوانی در اقدام و مداخله	تهدید امنیت غذایی و سلامت و معیشت ساکنان منطقه به ویژه تهیدستان روستایی
مدیریتی و اداری	ناکارآمدی بنگاه آبیاری و دولت در سطح کلان- اختلاف در سازمان‌های دولتی- کمبود منابع مالی و تجهیزاتی	ضعف ساختاری و فنی در مواجهه با بحران و پاسخ‌گویی به آن	شکاف در بدنه حاکمیت-عدم تخصیص بودجه و امکانات و ناکارآمدی نظام حکمرانی	بی‌اعتمادی مردمی- انسجام بیشتر و شدت یافتن ناآرامی‌ها
اجتماعی	فقر- مهاجرت- شکاف قومی و درگیری اهالی منطقه با هم-تحصن و ناآرامی	افول سرمایهٔ اجتماعی و انسجام منطقه‌ای	بی‌تفاوتی نسبت به مشارکت مردمی- بیگاری - بی‌عدالتی در توزیع	احتمال شورش و افزایش گسست در رابطهٔ دولت - ملت
سیاسی و امنیتی	سانسور اطلاعات- عدم شفافیت در فرایندهای تصمیم‌گیری و نگرانی از شورش و اغتشاش- فشار به رسانه‌ها و جراید- عدم پاسخ‌گویی به مجلس	گسترش نارضایتی به سطح امنیتی و سیاسی	دید امنیتی و سیاسی به موضوع به جای حل آن و کنترل رسانه‌ها	بحران مشروعیت نظام حکمرانی
کنشگری مردمی	تحصن- شکایت به دادگاه- تلگراف- انعکاس وضعیت از طریق جراید و مجلس- درخواست ملاقات با مدیران در سطح ملی	ارتقاء سطح مطالبات از معیشتی به ساختاری و مقصر دانستن دولت- ارتقاء سطح اعتراض شفاهی و کلامی و بازتاب در جراید به اعلام تحصن سازمان‌یافته	انفعال دولت و ساختار قدرت به کنشگری مردمی و شیوه‌های مدنی	سازمان‌یافتگی نافرمانی مدنی- افزایش شعور سیاسی در منطقه

نتیجه‌گیری

بررسی اسناد آرشیوی نشان می‌دهد که بحران بی‌آبی در منطقه سیستان در دورهٔ پهلوی دوم نه فقط یک بحران زیست‌محیطی، بلکه پدیده‌ای چند لایه با ابعاد اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و امنیتی و دیپلماتیک بود. تحلیل اسناد حکایت از کاهش نسبی اعتماد میان اهالی سیستان و حکومت در این منطقه دارد. خشک‌سالی و قطع آب رود هیرمند توسط افغانستان، موجب نابودی کشاورزی و دامداری شد؛ اما آنچه این بحران را به ناآرامی اجتماعی بدل کرد، سیاست‌های ناکارآمد، تبعیض‌آمیز و اقدام دیرهنگام دولت ایران در برخورد با مسئله بود. زارعان و مالکان سیستانی بارها به شیوه‌های مدنی و رسمی (مانند تحصن، ارسال تلگراف و شکایت حقوقی) متوسل شدند؛ این واکنش‌ها نشان‌دهنده نوعی کنشگری از سوی سیستانی‌ها بوده است که کمتر در روایت‌های رسمی دیده می‌شود. در این میان، دولت نه تنها نتوانست پاسخ مؤثری به بحران بدهد، بلکه با سانسور رسانه‌ای و کنترل جریان اطلاعات، به پنهان‌سازی نارضایتی‌ها دست زد. اسناد نشان می‌دهند که مقام‌های محلی با تشدید نارضایتی‌ها، احتمال وقوع شورش در صورت تداوم بحران را می‌دادند اما دولت با رویکرد پنهان‌سازی و سانسور اطلاعات، سعی در کنترل فضای رسانه‌ای و عمومی ایران نسبت به وضعیت سیستان داشته است.

افغانستان نیز از فضای سانسور در ایران و عدم انعکاس آن در سطح بین‌المللی بهره برد و بحران ایجاد شده را با «سدسازی» به سود خود مدیریت کرد. در حالی که ایران با «سازش‌کاری» و «انفعال» به آن پاسخ داد. در نتیجه یک منطقه حاصلخیز به ویرانه تبدیل شد و یک مسئله زیست‌محیطی به یک زخم کهنه سیاسی- اجتماعی مبدل گردید که تا امروز نیز تبعات آن ادامه دارد.

اسناد به خوبی نشان می‌دهد که شاخصه‌های حکمرانی خوب و مؤثر شامل مدیریت منابع مشترک فرامرزی و داشتن دیپلماسی فعال، شفافیت و پاسخ‌گویی به مطالبات مردمی، توسعه زیرساخت‌ها و هم‌زمان توسعه پایدار در تمام سطوح اقتصادی، اجتماعی و سیاسی و حکمرانی مقتدر در داخل و سطوح بین‌المللی برای تحقق مطالبات مردم، نادیده انگاشته شد. این موضوع یک شکست سیستماتیک و چند لایه را ایجاد کرد که عوامل زیر در آن نقش داشتند:

۱. عامل خارجی (افغانستان): استفاده از مزیت جغرافیایی (کشور بالادست) و پشتیبانی بین‌المللی (آمریکا) برای ایجاد اهرم فشار کامل بر ایران با پروژه‌های بزرگ مهندسی سدسازی و تأکید بر حقوق ملی و مردمی کشور افغانستان.

۲. عامل داخلی (ایران): ضعف حکمرانی شامل فقدان یک استراتژی یکپارچه، انفعال دیپلماتیک، محرمانه‌کاری و سانسور و عدم انسجام بین نهادهای دولتی.

۳. ضعف زیرساختی: سیستم آبیاری فرسوده، ناتوانی در نگهداری و بهره‌برداری از تأسیسات موجود و فقدان برنامه‌ریزی برای بهبود زیرساخت‌ها و توسعه پایدار در سطح کلان ملی به طوری که تمامی کشور را شامل گردد.

۴. مشکلات اجتماعی: فساد داخلی، نفوذ مالکین قدرتمند و بی‌عدالتی در توزیع آب که توان مقابله با بحران را تضعیف می‌کرد.

رفتارهای حکومت نسبت به اهالی سیستان پیامدهای زیر را برای حکومت به همراه داشت که وجه مشخص آن نداشتن حکمرانی مؤثر و خوب در دورهٔ پهلوی دوم بود.

- اعتراضات مردمی و تحصن‌های جمعی به‌عنوان شیوه اعتراض سازمان‌یافته و کنشگری مدنی
- نارضایتی شدید از مسئولان و بی‌اعتمادی عموم
- تهدید به شورش
- شکایات رسمی به دادگاه زابل از دولت

منابع

اخوان، صفا. (۱۳۸۰). تاریخ شفاهی افغانستان ۱۹۰۰-۱۹۹۲. مرکز اسناد و تاریخ دیپلماسی وزارت امور خارجه. تهران، ایران.

ادارهٔ اسناد و تاریخ دیپلوماسی وزارت امورخارجه (استادوخ). (۱۳۲۲). کارتن ۲۲۲. پرونده ۳۸.

اکبری، نرگس، مشهدی، علی، و کاظمی فروشانی، حسین. (۱۳۹۹). ابعاد حقوقی بهره‌برداری از هیرمند. فصلنامه پژوهش حقوق عمومی، ۲۲(۶۸)، ۳۲۴-۲۹۱. https://doi.org/10.22054/qjpl.2019.37210.1987

امامی، منوچهر. (۱۳۸۱). رودخانهٔ مرزی هیرمند و اثرات امنیتی آن. فصلنامه مطالعات دفاعی استراتژیک. ۴(۱۳-۱۴)، ۱۱۰-۷۱.

انصاری، عبدالحسین منصور. (۱۳۷۴). خاطرات سیاسی و اجتماعی (مروری بر پنجاه سال تاریخ). علمی. تهران، ایران.

توکلی، یعقوب. و سرگزی، زهرا. (۱۳۹۹). تأملی بر مسئلهٔ رود هیرمند در دوران پهلوی دوم. فصلنامه مطالعات تاریخی. ۱۸(۶۹)، ۴۲-۳۰.

حافظنیا، محمدرضا، مجتهدزاده، پیروز، علی‌زاده، جعفر. (۱۳۸۵). هیدروپلیتیک هیرمند و تأثیر آن بر روابط سیاسی ایران و افغانستان. فصلنامه مدرس علوم انسانی، ۱۰(۲)، ۵۷-۳۱.

حسیبی، رباب. (۱۳۷۱). تقسیم آب هیرمند و انعکاس آن در روابط ایران افغانستان (۱۳۰۷-۱۳۳۸). فصلنامه گنجینه اسناد، ۲ (۶-۵)، ۴۴-۶۱.

حسین‌زاده، نصیراحمد. (۱۴۰۲). افغانستان به روایت روزنامهٔ اطلاعات ۱۳۰۷-۱۳۳ ش. اطلاعات. تهران، ایران.

حکمت، علی‌اصغر. (۱۳۷۹). ره‌آورد حکمت، ج ۱. به کوشش سید محمد دبیرسیاقی. انجمن آثار و مفاخر فرهنگی. تهران، ایران.

روزنامه اطلاعات. (۱۳۲۶). سیستان و رود هیرمند: مصاحبه با سفیر کبیر افغانستان در مورد رود هیرمند. شماره ۶۳۵۶، سه‌شنبه ۵ خرداد ۱۳۲۶. تهران، ایران.

روزنامه اطلاعات. (۱۳۲۶). سفیر کبیر افغانستان موضوع قطع آب هیرمند را نتیجه خشکسالی و کم آبی می‌داند. شماره ۶۴۳۶، شنبه ۱۴ شهریور ۱۳۲۶. تهران، ایران.

روزنامه رسمی کشور شاهنشاهی ایران. (۱۳۲۳). مذاکرات بی‌حاصل: بی‌آبی سیستان. شماره ۲۶۹۱، ۱۹ اردیبهشت ۱۳۳۳. کتابخانه مجلس شورای اسلامی. تهران، ایران.

روزنامه رسمی کشور شاهنشاهی ایران. (۱۳۳۴). مهاجرت و بی‌آبی سیستان. شماره ۲۹۹۶، ۴ خرداد ۱۳۳۴. کتابخانه مجلس شورای اسلامی. تهران، ایران.

زندفرد، فریدون. (۱۳۸۳). خاطرات خدمت در وزارت امور خارجه، سیمای دیپلماسی نوین ایران در نیمهٔ قرن بیستم ۱۳۵۹-۱۳۲۶. نشر آبی. تهران، ایران.

زیدی‌پور، ماشاالله. (۱۳۹۷). نقش بحران آب در روابط سیاسی ایران و افغانستان در دورهٔ پهلوی. انتشارات هاویر. خرم‌آباد، ایران.

سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۲). کمیسیون مشترک ایران و افغانستان برای رسیدگی به اختلافات ساکنین مرزنشین. ۱۳۳۲/۱۱/۱۰، شماره سند ۲۹۳۰۰۶۲۷۶۱۷. تهران، ایران.

سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). گزارش اقدامات انجام شده در خصوص بی‌آبی، برای رفع نگرانی زارعین سیستانی. ۱۳۳۶/۸/۱۵، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۲۳. تهران، ایران.

سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۵). گزارش قطعی آب در سیستان. ۱۳۳۵/۹/۳، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۲۷۰. تهران، ایران.

سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۲). گزارش وقت تلف کردن افغان‌ها و عدم تأمین آب مورد نیاز زراعی سیستان. ۱۳۴۲/۶/۱۳، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۲۰۱۰۰۱۷. تهران، ایران.

سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). گزارش کاهش ناگهانی سطح آب به دلیل بستن دریچه‌های سد توسط افغان‌ها و تلفات دام و کاهش محصولات کشاورزی زارعین سیستانی. ۱۳۳۶/۱۰/۴، شماره سندهای ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۵۹ ، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۷۳، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۷۵، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۴۹، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۵۱، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۰۴۷. تهران، ایران.

سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). گزارش اقدامات انجام شده در خصوص بی‌آبی، برای رفع نگرانی زارعین سیستانی. ۱۳۳۶/۸/۱۲، شماره سندهای ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۱۵، ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۲۵. تهران، ایران.

سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). گزارش تحصن کشاورزان سیستانی. ۱۳۳۶/۸/۱۸، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۴۳. تهران، ایران.

سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). ادامه تحصن زارعان سیستان تا رفع مشکل بی‌آبی. ۱۳۳۶/۸/۱۰، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۳۶. تهران، ایران.

سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). گزارش بی آبی و نگرانی زارعین سیستانی. ۱۳۳۶/۸/۱۳، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۵۱. تهران، ایران.

سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). گزارش کمبود امکانات و تلاش برای جلب رضایت اهالی سیستان. ۱۳۳۶/۸/۲۱، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۳۱۷. تهران، ایران.

سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). گزارش بی آبی سیستان. ۱۳۳۶/۸/۲۵، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۰۵. تهران، ایران.

سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۷). گزارشی از اعطای اعتبار برای رفع بی آبی سیستان و خودداری استاندار وقت از قبول اعتبار و هزینه کردن آن و تصمیم

زارعان برای مهاجرت از سیستان. ۱۳۳۷/۱۱/۲، شماره سند ۲۳۰۰۲۹۸۶۳۰۰۰۶. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۷). گزارشی از اعطای وام به زارعان سیستانی و خودداری ایشان از گرفتن وام به علت نداشتن ضامن. ۱۳۳۷/۱۱/۲، شماره سند ۲۳۰۰۲۹۸۶۳۰۰۰۵. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۲۶). سئوال احمد دهقان نماینده مجلس شورای ملی از نخست وزیر درباره هیرمند و سیستان. ۱۳۲۶/۶/۱۲، شماره سند ۳۱۰۰۷۱۶۶۷۰۰۳۷. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۲۶). سوال کشاورز صدر از نخست‌وزیر در مجلس شورای ملی. ۱۳۲۶/۶/۱۷، شماره سند ۳۱۰۰۷۱۶۶۷۰۰۴۶. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). گزارش تحصن کشاورزان سیستانی، بی‌آبی در سیستان، از دست رفتن فصل کشت و مهاجرت بر اثر بی آبی . ۱۳۳۶/۸/۱۰، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۱۶. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). حضور مدیرعامل بنگاه مستقل آبیاری دکتر فیلسوفی با معاون خود مهندس قلی‌زاده در تلگراف‌خانه بر حسب درخواست زارعان سیستان و دادن توضیحات در خصوص اقدامات انجام شده برای جلب رضایت اهالی سیستان. ۱۳۳۶/۸/۱۰، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۰۶. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). پاسخ به تحصن سیستانی‌ها و اعزام مهندس قلی‌زاده برای رفع مشکل متحصنین. ۱۳۳۶/۸/۱۱، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۴۰. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۹). گزارش نقشه‌برداری توسط افغان‌ها برای ایجاد سد و انحراف مسیر هیرمند به گودزره. ۱۳۴۹/۳/۲۱، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۳۱۹. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۷). ممانعت مرزبان افغان از لایروبی پریان مشترک. ۱۳۴۷/۹/۲۴، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۴۴۱. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). گزارش خلاف واقع در خصوص وضع بی‌آبی سیستان در تلگرافات افواهی ادارات کشاورزی و فرمانداری به وزارت کشاورزی. ۱۳۳۶/۸/۳۰، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۲۹۱. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۱). گزارش مرزبانی زابل از سدسازی افغان‌ها در وادی گریشک و کمی آب در سیستان. ۱۳۴۱/۸/۲۷، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۲۰۱۰۰۴۳. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). محرمانه بودن اخبار گزارشات وضعیت آب رودخانه هیرمند و امور هیرمند و حتی میزان سطح کشت سیستان. ۱۳۳۶/۶/۱۳، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۷۴. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۶). کاهش آب درسیستان به علت ساخت سد توسط افغان‌ها. ۱۳۴۶/۸/۱۶، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۴۸۵. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۷). ساخت سدهای موقت توسط افغان‌ها و گزارش بی‌تأثیر بودن احداث این سدها در کاهش سهم حقابه ایران توسط وزارت آب و برق ایران. ۱۳۴۷/۱/۱۹، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۵۱۳. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۹). اقدام سربازان مرزبانی و زارعان افغان در لایروبی نهر چروکی در خاک افغانستان و ایجاد سدهای موقت و کاهش سهم آب ایران و عدم توجه به تذکرات مرزبان ایران. ۱۳۴۹/۵/۲۰، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۲۷۱. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۵). خطر وقوع سیل در سیستان به علت باز کردن دریچه‌های سد کجکی در افغانستان. ۱۳۳۵/۲/۸، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۱۹۴. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۵). طغیان هیرمند و آسیب به چخانسور افغانستان و احتمال وقوع سیل در سیستان. ۱۳۳۵/۴/۳، شماره سند ۲۹۰۰۰۳۶۲۹۳. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۵). بارش زیاد و پر شدن آب هیرمند و طغیان هیرمند و احتمال وقوع سیل در سیستان دبر اثر باز کردن دریچه های سد کجکی در افغانستان. ۱۳۳۵/۹/۱۹، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۱۹۰. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۵). گزارش کم آبی در سیستان و انقضای فصل کشت. ۱۳۳۵/۹/۱۹، شماره سند ۳۷۰۰۰۸۳۰۹۰۰۰۹. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۵). قطع آب رودخانه هیرمند توسط افغانستان و کمبود آب برای شرب و زراعت در سیستان. ۱۳۳۵/۱۰/۴، شماره سند ۳۷۰۰۰۸۳۰۹۰۰۰۸. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). گزارش اقدامات افغانستان در کاهش آب هیرمند و کم آبی سیستان. ۱۳۳۶/۸/۲۶، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۰۱. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). گزارش کم آبی سیستان. ۱۳۳۶/۸/۲۱، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۰۳. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۹). عدم تعهد دولت افغان‌ستان و قطع آب سیستان در ماه رمضان و شرح مختصری از وضع اهالی زابل. ۱۳۴۹/۸/۱۸، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۰۲۷. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). اعلام حضور مقامات دولتی در تلگرافخانه بنا به درخواست

متحصنین. ۱۳۳۶/۷/۳۰، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۲۹. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). تحصن کشاورزان سیستانی و جلوگیری از مهاجرت ایشان. ۱۳۳۶/۸/۱۰، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۰۲۶. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۶). گزارش درگیری اهالی سیستان با یکدیگر در خصوص وضعیت آبیاری و کمبود آب در اداره آبیاری سیستان. ۱۳۴۶/۱/۱۰، شماره سند ۳۷۰۰۱۰۴۱۵۰۰۹۹. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۹). گزارش تحصن و درگیری و اعتراضات در سیستان به علت بی‌آبی. ۱۳۴۹/۸/۱۷، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۰۲۹. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). گزارشی از ناآرامی‌های سیستان، اقدامات لازم برای بهبود وضعیت شبکه آبیاری سیستان و اقدام زارعین و مالکین در تصرف حقابه زارعان پایین‌دست. ۱۳۳۶/۴/۱۳، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۶۵۳۰۹۴. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۶). اعلام تداوم تحصن کشاورزان سیستانی. ۱۳۳۶/۸/۱، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۵۹۰۰۳۳۱. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۹). ممانعت مرزبانان افغان از لایروبی پریان مشترک با ایجاد پاسگاه‌های سیار و تهدید به تیراندازی. ۱۳۴۹/۸/۱۸، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۰۱۹. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۹). گزارش اعتراض مرزبان افغان به عمل لایروبی زارعین سیستان در داخل خاک ایران و تهدید به تیراندازی و مذاکره زارعان سیستانی با مرزبان افغان. ۱۳۴۹/۸/۱۱، شماره سند ۳۷۰۰۰۲۲۰۷۰۰۴۱. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۷). تیراندازی مرزبان افغانستان سمت مرز ایران به بهانه تجاوز به خاک افغانستان حین عملیات پاک‌سازی. ۱۳۴۷/۹/۹، شماره سندهای ۳۷۰۸۶۶۱۱۸۰، ۳۷۰۸۶۶۱۱۹۶. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۵۰). ممانعت اتباع افغانستان از ورود آب به داخل ایران. ۱۳۵۰/۷/۱۱، شماره سند ۳۷۰۸۶۶۱۱۵۴. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۵۰). گزارش قطع آب در سیستان بر اثر اقدامات افغانستان. ۱۳۵۰/۸/۵، شماره سند ۳۷۰۸۶۶۱۱۲۸. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۵۰). تذکر به افغانستان توسط وزارت خارجه در خصوص بی‌آبی در سیستان. ۱۳۵۰/۷/۱۳، شماره سند ۳۷۰۸۶۶۱۱۳۲. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۳۵). تلاش افغانستان برای تغییر مسیر رودخانه هیرمند. ۱۳۳۵/۴/۲۱، شماره سند ۹۹۸۰۰۵۰۳۳۰۰۲۰، تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۷). تهدید به تیراندازی توسط مرزبان افغانستان در صورت لایروبی پریان مشترک. ۱۳۴۷/۸/۶، شماره سند ۳۷۰۱۱۷۸۰۱۲۲. تهران، ایران.
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران (ساکما). (۱۳۴۷). تحریک مردم و ایجاد اختلال در کار سازمان آبیاری سیستان توسط نماینده منتخب مردم سیستان. ۱۳۴۷/۱۰/۳، شماره سندهای ۳۷۰۲۷۷۷۷۰، ۳۷۰۲۷۷۷۷۴. تهران، ایران.
سیمبر، رضا، پاک‌زاد، زهرا و پاک‌زاد، فاطمه. (۱۴۰۲). هیدروپلیتیک و امنیت ملی (بررسی وضعیت شرق ایران). فصلنامه مطالعات و پژوهش‌های امنیت داخلی، ۱(۳)، ۹۲-۱۱۲.
عبده، جلال. (۱۳۶۸). چهل سال در صحنه قضایی، سیاسی، دیپلماسی ایران و جهان، ج اول: خاطرات جلال عبده. به کوشش مجید تفرشی. رسا. تهران، ایران.
کامران دستجردی، حسن. (۱۴۰۰). بررسی نقش عوامل طبیعی بر امنیت رودخانه‌های مرزی ایران. پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۵۳(۲)، ۷۶۷-۷۹۲. https://doi.org/10.22059/jhgr.2021.323148.1008291
کوهستانی‌نژاد، مسعود. (۱۳۷۷). هیرمند، هامون و قراردادهای استعماری. اطلاعات سیاسی -اجتماعی، ۹۶، ۲۴-۲۸.
کوهستانی‌نژاد، مسعود. (۱۳۸۱آ). آب هیرمند، مشکلی دیرین، پاسخی نوین (۱۳۲۴-۳۰ شمسی). فصلنامه تاریخ روابط خارجی، ۱۰، ۷۴-۴۱.
کوهستانی‌نژاد، مسعود. (۱۳۸۱ب). آب هیرمند؛ منافع ملی در قربانگاه روابط منطقه‌ای (۱۳۳۰-۵۱ شمسی). فصلنامه تاریخ روابط خارجی، ۱۱، ۹۳-۱۴۸.
متقی، افشین، و قربانی سپهر، پریسا. (۱۴۰۰). هیدرودیپلماسی در عمل: تحلیل چالش رودخانه‌های مرزی ایران و نتایج امنیتی- انتظامی آن. جغرافیا (نشریهٔ انجمن جغرافیایی ایران)، ۱۹(۷۱)، ۶۳-۸۷. http://dor.net/dor/20.1001.1.27833739.1400.19.71.4.1
مجتهدزاده، پیروز (۱۳۷۴). هیرمند و هامون در چشم انداز ژئوپلتیک خاور ایران. مجلهٔ اطلاعات سیاسی-اقتصادی، ۱۰۲-۱۰۱، (۳۸-۳۳).
مرکز اسناد انقلاب اسلامی. (۱۳۹۵). یادداشت‌های سیاسی ایران (۱۳۲۴-۱۳۳۰)، جلد ۱۳، بخش دوم. مرکز اسناد انقلاب اسلامی. تهران، ایران.
مشروح مذاکرات دورهٔ دوم مجلس سنا. (۱۳۲۴). جلسه ۷۸، ۹ اردیبهشت ۱۳۳۴. کتابخانه، موزه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی. تهران، ایران.
مشروح مذاکرات دورهٔ دوم مجلس سنا. (۱۳۲۴). جلسه ۷۶، ۲ اردیبهشت ۱۳۳۴. کتابخانه، موزه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی. تهران، ایران.

مشروح مذاکرات مجلس شورای ملی. (۱۳۲۴). دورهٔ ۱۴، جلسهٔ ۱۸۸، ۲ اسفند ۱۳۲۴. کتابخانه، موزه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی. تهران، ایران.

مشروح مذاکرات مجلس شورای ملی. (۱۳۲۶). دورهٔ ۱۵، جلسهٔ ۱۹، ۲ مهر ۱۳۲۶. کتابخانه، موزه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی. تهران، ایران.

مشروح مذاکرات مجلس شورای ملی . (۱۳۲۶). دورهٔ ۱۵، جلسهٔ ۳۵، ۱۳ دی ۱۳۲۶. کتابخانه، موزه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی. تهران، ایران.

مظلومی، مرسده و امین‌زاده، الهام. (۱۴۰۴). الزامات حقوقی بین‌المللی: بهره‌برداری از منابع آبی مشترک با نگاه ویژه به مسائل ایران. مجد. تهران، ایران.

وریج کاظمی، مریم. (۱۳۹۹). نقش هیدروپلیتیک هیرمند در بروز بحران‌های قومی در سیستان و بلوچستان. جغرافیا و روابط انسانی، ۳(۲)، پیاپی۱۰، ۱۴۳-۱۶۴. https://doi.org/10.22034/gahr.2020.247844.1443

هاشمی‌نیا، محمدمسیح. و میرکازهی‌نژاد، حلیمه. (۱۳۹۷). بررسی پیامدهای مهاجرت‌های مردم سیستان در دوره‌های مختلف. پنجمین همایش ملی پژوهش‌های نوین در حوزه علوم انسانی و مطالعات اجتماعی ایران (با رویکرد فرهنگ مشارکتی). تهران.ایران.

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۲۱ تا ۳۲

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 21 to 32

نوع مقاله | پژوهش کاربردی

Document Type | Applied Research Article

تحلیل کیفی پیامدهای تغییررفتار زنان از مصرف‌کننده منفعل به کنشگر فعال در مدیریت مصرف آب

الهام اسماعیلی علویجه[۱]، اسماعیل صالحی[۲]*، لعبت زبردست[۳]، رضوان حکیم زاده[۴]

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط‌زیست، استاد و دانشیار، گروه برنامه‌ریزی، مدیریت محیط‌زیست و HSE، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

٤- استاد، گروه روش‌ها و برنامه‌های آموزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

*رایانامه نویسنده مسئول: tehranssaleh@ut.ac.ir

تاریخ دریافت ◄ ۱۴۰۴/۰۸/۲۰
تاریخ بازنگری ◄ ۱۴۰۴/۰۹/۱۶
تاریخ پذیرش ◄ ۱۴۰۴/۱۲/۰۷
تاریخ انتشار ◄ ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

چکیده

با توجه به بحران کم آبی و نقش اثرگذار زنان در شکل‌دهی الگوهای مصرف در سطح خانوار و جامعه، این پژوهش با هدف تحلیل پیامدهای تغییررفتار زنان، از مصرف‌کننده منفعل به کنشگر فعال در مدیریت مصرف آب انجام شد. روش تحقیق نظریه داده‌بنیاد بود. داده‌ها از طریق ۲۰ مصاحبه عمیق و نیمه‌ساختاریافته با متخصصان حوزه آب و محیط‌زیست و با استفاده از نمونه‌گیری هدفمند و گلوله‌برفی در چارچوب نمونه‌گیری نظری گردآوری شد. پیامدها از طریق کدگذاری باز، محوری و انتخابی استخراج شدند که منجر به ٥٦ کد اولیه، ۱۱ مفهوم و ۳ مقوله فرعی شد: ۱) توانمندسازی زنان برای نقش‌آفرینی در اجتماع در مسیر توسعه پایدار، ۲) تغییررفتار و مشارکت فعال زنان برای تحقق توسعه پایدار و ۳) مدیریت پایدار منابع آبی و مصرف مسئولانه در واحد خانوار. در نهایت، با شناسایی روابط نهایی بین مقوله‌ها، یک مدل نظری تدوین شد. یافته‌ها نشان می‌دهد تحقق توسعه پایدار مستلزم تغییر مسیر سیاست‌گذاری از تمرکز بر راه حل‌های فیزیکی و سازه محور به سمت رویکردی اجتماعی-فرهنگی و مبتنی بر توانمندسازی و کنشگری زنان است. این تغییر، زمینه‌های لازم را برای مدیریت پایدار منابع آب و مصرف بهینه آن فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: پیامدهای تغییررفتار، توانمندسازی زنان، مدیریت مصرف آب، نظریه داده‌بنیاد.

A Qualitative Analysis of the Consequences of Women's Behavioral Change from Passive Consumers to Active Agents in Water Consumption Management

E. Esmaeili Alavijeh[1], E. Salehi[2*], L. Zebardast[3], R. Hakimzadeh[4]

1, 2, 3- Ph.D. Candidate in Environmental Planning, Professor and Associate Professor, Department of Environmental Planning, Management and HSE, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran. 4- Professor, Department of Educational Methods and Programs, Faculty of Psychology and Education, University of Tehran, Tehran, Iran.

*** Corresponding, Author Email:** tehranssaleh@ut.ac.ir

Received ▶ 11-11-2025
Revised ▶ 07-12-2025
Accepted ▶ 26-02-2026
Available online ▶ 15-06-2026

Abstract

Given the water scarcity crisis and the influential role of women in shaping household and community consumption patterns, this study aimed to analyze the consequences of women's behavioral change, shifting from passive consumers to active agents in managing water consumption. The research employed the Grounded Theory approach. Data were collected through 20 in-depth, semi-structured interviews with experts in the fields of water and environmental studies, using purposive and snowball sampling within the framework of theoretical sampling. The consequences were extracted through open, axial, and selective coding, yielding 56 initial codes, 11 concepts, and three subcategories: (1) Empowering women to play an active role in society along the path of sustainable development, (2) Behavioral change and active participation of women for the realization of sustainable development, and (3) Sustainable management of water resources and responsible household consumption. Finally, by identifying the relationships among the categories, a theoretical model was developed. The findings show that the realization of sustainable development requires a shift in policy-making from a focus on physical and infrastructure-based solutions toward a socio-cultural approach based on the empowerment and agency of women. This shift creates the conditions for sustainable water resource management and consumption.

Keywords: Consequences of Behavioral Change, Women's Empowerment, Water Consumption Management, Grounded Theory.

How to cite this article:
Esmaeili Alavijeh, E., Salehi, E., Zebardast, L. & Hakimzadeh, R. (2026). A Qualitative Analysis of the Consequences of Women's Behavioral Change from Passive Consumers to Active Agents in Water Consumption Management. Journal of Water and Sustainable Development, 13(1), 21-32. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i1.2511-1468

مقدمه

آب، اساس بنیادین حیات و منبعی حیاتی برای تمامی انسان‌هاست. با این حال، این منبع طبیعی برای میلیون‌ها نفر در سراسر جهان به‌طور فزاینده‌ای به منبعی محدود و در حال زوال تبدیل شده است. تأمین آب کافی برای پاسخ‌گویی به نیازهای متنوع جمعیتی که به‌سرعت در حال افزایش است، به یکی از چالش‌های جدی و مهم در سال‌های اخیر بدل شده است. رشد سریع جمعیت و تغییرات اقلیمی، بحران جهانی آب را تشدید کرده‌اند. در حال حاضر، بیش از یک میلیارد نفر به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند و بیش از دو میلیارد نفر از خدمات بهداشتی اولیه محروم‌اند. این فشار روزافزون عمدتاً در مناطق در حال توسعه شدیدتر احساس می‌شود. سازمان ملل گزارش داده است که در طول قرن گذشته، مصرف جهانی آب با نرخی دو برابر رشد جمعیت افزایش یافته و این امر منجر به کمبود فیزیکی آب برای حدود ۱/۲میلیارد نفر شده است، جایی که تقاضا از عرضه موجود فراتر می‌رود (UN-Water، ۲۰۰۷؛ Mishra و همکاران، ۲۰۲۱). با توجه به چالش‌های روزافزون در تأمین آب در سطوح مختلف، مدیریت کارآمد و پایدار این منبع حیاتی بیش از پیش اهمیت یافته است. با وجود آنکه میزان مصرف آب در شهرها نسبت به بخش کشاورزی کمتر است، اما هزینه‌های زیاد تصفیه، انتقال و توزیع آب شهری باعث می‌شود صرفه‌جویی در مصرف خانگی از نظر اقتصادی اهمیت زیادی داشته باشد (Nazarialamdarlooو همکاران، ۲۰۲۰).

در این میان، نقش زنان در مدیریت مصرف آب در سطح خانوار به‌عنوان حوزه‌ای اساسی و نیازمند توجه مطرح می‌شود. زنان نقشی محوری در تأمین نیازهای آبی خانواده ایفا می‌کنند و عمدتاً مسئول استفاده از آب در فضای خانه هستند. دانش و شیوه‌های رفتاری آنان، از عوامل کلیدی در مدیریت پایدار آب در سطح خانوار به‌شمار می‌رود. مشارکت فعال آنان به‌عنوان تصمیم‌گیران اصلی، برای بهبود بهره‌وری مصرف آب امری ضروری است (Ulya، ۲۰۱۹). دیدگاه نظری نیز اهمیت این موضوع را تقویت می‌کند. بر اساس مفهوم عاملیت در نظریه گیدنز (Giddens، ۱۹۸۴) زنان نه صرفاً در نقش مصرف‌کننده، بلکه به‌عنوان عاملان فعال، ایفای نقش می‌کنند و در ایجاد تغییرات رفتاری پایدار در سطح خانواده و جامعه نقش اساسی دارند. این رویکرد با اصول پذیرفته‌شده جهانی نیز هم‌راستا است. برای نمونه، یکی از چهار اصل کنفرانس بین‌المللی آب و محیط‌زیست در دوبلین ۱۹۹۲ بر نقش اساسی زنان در تأمین، مدیریت و حفاظت از آب تأکید داشت؛ اصلی که به‌ویژه برای کشورهای در حال توسعه اهمیت دارد (Ray، ۲۰۰۷). در همین کنفرانس، سیاست‌های مثبتی نیز برای پاسخ به نیازهای خاص زنان پیشنهاد شد. این کنفرانس همچنین بر این نکته تأکید کرد که کلید کار، توانمندسازی زنان و تعیین سطح مشارکت آنان در برنامه‌های منابع آب است. در این راستا، این کنفرانس را می‌توان یکی از نقاط ورود سیاستی برای زنان به حساب آورد. همچنین "بیانیه وزیران لاهه" که توسط دومین مجمع جهانی آب در سال ۲۰۰۰ صادر شد، نیز بر توانمندسازی زنان از طریق فرآیندهای مشارکت‌جویانه‌تر در مدیریت آب تأکید می‌کند (Eminel Sülün، ۲۰۱۸؛ World Water Council، ۲۰۰۰). زنان که نیمی از جمعیت جهان را تشکیل می‌دهند، نقش محوری در دستیابی به توسعه پایدار و حفظ محیط‌زیست ایفا می‌کنند. این نقش در دستورکار ۲۰۳۰ سازمان ملل به رسمیت شناخته شده و بر مشارکت کامل و مؤثر زنان در تمامی عرصه‌های توسعه تأکید شده است (United Nations، ۲۰۱۵).

با توجه به تأثیرپذیری ویژه زنان از پیامدهای کاهش منابع آبی، نقش آنان به عنوان محور توسعه و عامل کلیدی در موفقیت سیاست‌های آبی، در اسناد بین‌المللی مورد تأکید قرار گرفته است. اگرچه در برنامه‌های توسعه ایران طی دهه‌های گذشته به صورت کلی به مشارکت زنان و نقش آن‌ها در فرآیند توسعه توجه شده، اما بررسی متن قوانین برنامه‌های اول تا ششم توسعه نشان می‌دهد که هیچ برنامه عملیاتی مشخصی برای بهره‌گیری از ظرفیت زنان در مدیریت پایدار منابع آب تدوین نشده است (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۶۸-۱۳۹۶). در چنین شرایطی، شناسایی و به کارگیری مداخلات تغییر رفتار[1]، به عنوان یک راهکار عملی برای پرکردن این شکاف مطرح می‌شود. این مداخلات شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌ها هستند که با هدف تأثیرگذاری بر الگوهای رفتاری افراد برای دستیابی به نتایج خاص طراحی می‌شوند (Williamsonو همکاران، 2020). این مداخلات به عنوان یک عنصر مرکزی در جستجوی آینده‌ای پایدار در نظر گرفته می‌شود و مشکلات چندبعدی جوامع را حل می‌کند، مشکلاتی که نیاز به تغییرات وسیع در رفتار انسان‌ها دارند، به ویژه در زمینه‌های مرتبط با منابع طبیعی مانند آب، فعالیت‌های اجتماعی، فیزیکی و عادت‌های دیرینه. رفتار فردی یک سیستم پیچیده و غیرخطی و پیش‌بینی‌ناپذیر است که در آن عوامل مختلفی در محیط زندگی دخالت دارند. پیچیدگی‌های جوامع لایه‌های متعددی دارند و نمی‌توان آن‌ها را با یک رویکرد واحد حل کرد، بلکه نیاز به مداخلات یکپارچه‌ای است که از دانش بومی در زمینه‌های اجتماعی-اقتصادی، فرهنگی، سنتی، مذهبی و منابع موجود در سطح جامعه بهره‌برداری کنند (Afzal و همکاران، ۲۰۲۳). از این رو، مداخلات تغییررفتار برای زنان می‌تواند پیامدهای مثبت و پایداری در مدیریت مصرف آب به همراه داشته باشد. بررسی پیامدهای حاصل از مطالعه نشان می‌دهند که نتایج مطالعه چه تأثیری بر جامعه، محیط، سیاست‌گذاری یا صنعت دارد. این مسئله به تصمیم‌گیران و مدیران کمک می‌کند نتایج را به عمل تبدیل کنند و شکاف‌های پژوهشی و پرسش‌های جدید را آشکار کنند، که می‌تواند مسیر تحقیقات آینده را روشن سازد.

AlHaddid و همکاران (۲۰۲۴) در مقاله‌ای به گشودن پایداری آب: نقش دانش، نگرش و عملکرد در میان زنان پرداختند. با به کارگیری از مدل دانش، نگرش و عملکرد، این تحقیق تأثیر دانش پایداری آب را بر سه نگرش پایداری آب (کاهش، استفاده مجدد، بازیافت) بر روی شیوه‌های آب پایدار در میان زنان در اردن بررسی کرد و نتایج نشان دادند که دانش پایداری آب نقشی محوری در ایجاد تأثیر مثبت در سه نگرش پایداری آب ایفا می‌کند. به همین ترتیب، هر سه نگرش پایداری آب تأثیر مثبتی بر هدایت شیوه‌های آب پایدار دارند. در مطالعه دیگری Haddout و همکاران (۲۰۲۴) به توانمندسازی زنان در مدیریت آب در سراسر آفریقا پرداختند. یافته حاکی از آن است که زنان از طریق توانمندسازی، نوآوری و مشارکت، به عنوان کاتالیزورهای محوری برای تغییر در پیمایش چشم‌انداز پیچیده مدیریت آب در سراسر قاره ظاهر می‌شوند. در داخل کشور مطالعاتی از جمله چمنی و آذری (۱۴۰۲) به بررسی جایگاه زنان در مدیریت منابع آب با رویکرد تطبیقی به اسناد توسعه پایدار سازمان ملل پرداختند. یافته‌ها نشان داد که در برنامه‌های توسعه کشور، جایگاه و نقش زنان در مدیریت منابع آب چه به‌عنوان گروهی که بیشترین آسیب را از بحران آب می‌بینند و چه به عنوان سیاستگذاران بحران آب، یعنی طراحان سیاست‌های آبی که بدون حضور زنان نوشته می‌شوند، تا حد زیادی مغفول مانده است. بنابراین پیشنهاد شد که برنامه‌ریزان توسعه، در مدیریت منابع آب، به توانمندسازی و مشارکت فعال زنان توجه ویژه‌ای داشته باشند. امیری باغبادرانی (۱۴۰۱) در مقاله‌ای به مطالعه میزان آگاهی زنان از مفاهیم مدیریت منابع آب و نگرش و عملکرد ایشان برای اصلاح الگوی مصرف آب (زنان ۲۰ تا ۶۵ ساله زرین‌شهر، لنجان) پرداخته است. نتایج نشان داد که زنان از منابع آب ایران و مفهوم سرانه مصرف آگاهی خوبی دارند، اما دانش آن‌ها درباره آب مجازی، بازچرخانی آب و تصفیه فاضلاب محدود است. همچنین، شناخت و نگرش آن‌ها نسبت به پساب، ارزش آب‌های بازیافتی و مدیریت تقاضا ضعیف است. مرزبان و همکاران (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای به بررسی میزان آگاهی از پیامدهای مصرف آب در زنان شهر یزد پرداختند. نتایج نشان داد آگاهی زنان درباره پیامدهای مصرف آب، پایین است و برگزاری کلاس‌ها و کارگاه‌های آموزشی توسط سازمان‌های مربوطه پیشنهاد دادند. نیکخواه و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله‌ای به بررسی عوامل مؤثر بر مشارکت زنان روستایی در مدیریت مصرف آب در شهرستان میناب پرداختند. نتایج نشان داد که حمایت سازمانی، ارزش‌ها و هنجارهای سنتی و میزان درآمد، متغیرهای اصلی تأثیرگذار بر مشارکت زنان روستایی هستند. حمایت سازمان‌ها مانند شورا و دهیاری نقش مثبت دارد، در حالی که ارزش‌ها و هنجارهای سنتی مانع مشارکت زنان محسوب می‌شوند. حاجی‌زاده میمندی و بهارلویی (۱۳۹۹) در مقاله‌ای به بررسی عوامل اجتماعی مرتبط با مصرف آب (مورد مطالعه: زنان شهر اصفهان) پرداختند. مصرف آب زنان با سرمایه فرهنگی، دینداری، نگرش به مصرف آب و سبک زندگی‌های مختلف (اجتماعی، سلامت‌محور، مثبت‌اندیش، هدفمند و طبیعت‌دوست) رابطه معناداری دارد. حاجی‌زاده میمندی و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای به مطالعه کیفی مصرف آب در نگاه زنان شهر اصفهان پرداختند. نتایج نشان داد پدیده محوری مصرف آب تحت تأثیر شرایط علّی (مخاطرات طبیعی و محیطی)، شرایط زمینه‌ای (دغدغه‌های روانی و اجتماعی)، شرایط مداخله‌گر (فناوری و حکمرانی)، راهبردها (آگاهی، آموزش و صرفه‌جویی)، پیامدها (احساس گناه، درک خطر و مسئولیت‌پذیری) فرهنگ و زیرساخت‌ها قرار دارد. از آنجا که در مطالعات پیشین عمدتاً به نقش دانش، نگرش و عملکرد زنان و عوامل مؤثر بر مشارکت و عوامل اجتماعی مرتبط با مصرف آب پرداخته شده و پیامدهای تغییر رفتار زنان از مصرف‌کننده منفعل به کنشگر فعال در مدیریت مصرف آب بررسی نشده است، این پژوهش قصد دارد پیامدها را از دیدگاه متخصصان آب و محیط‌زیست با استفاده از نظریه داده‌بنیاد[۲] مطالعه نماید تا به غنای ادبیات موجود و پرکردن شکاف‌های پژوهشی کمک کند. در نتیجه پیامدهای تغییررفتار زنان (خانه‌دار) در مدیریت مصرف آب زمانی معنا می‌یابد که زمینه‌ها و پیش نیازهای آن به طور کامل فراهم شود. حال در صورت فراهم بودن تمام زمینه‌ها و شرایط، سوال اصلی پژوهش حاضر این است: پیامدهای تغییررفتار زنان از مصرف‌کننده منفعل به کنشگر فعال در مدیریت مصرف آب از دیدگاه متخصصان آب و محیط‌زیست کدامند؟

مبانی نظری

پژوهش حاضر بر پایه‌ی تلفیقی از پنج چارچوب نظری کلیدی استوار است: نظریه رفتار برنامه‌ریزی‌شده[۳]، نظریه کنش منطقی[۴]، نظریه یادگیری اجتماعی[۵] (یادگیری مشاهده‌ای)، نظریه توانمندسازی[۶] و نظریه سرمایه اجتماعی[۷]. هر یک از این نظریه‌ها از زاویه‌ای خاص به تبیین فرآیند تغییر رفتار، نقش زنان، و پیامدهای اجتماعی و روانی ناشی از آن کمک می‌کنند. بر اساس نظریه رفتار برنامه‌ریزی‌شده (Ajzen،۱۹۹۱) رفتار انسان متأثر از نگرش فرد نسبت به رفتار، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتاری درک‌شده[۸] است.

نظریه کنش منطقی (Fishbein و Ajzen، ۱۹۷۵) بر این اصل استوار است که نگرش فرد نسبت به یک رفتار و هنجارهای ذهنی وی، قصد رفتاری او را شکل می‌دهند. قصد رفتاری، به معنای میزان تمایل و برنامه‌ریزی آگاهانه فرد برای انجام یک رفتار خاص، قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده رفتار واقعی محسوب می‌شود. نظریه یادگیری اجتماعی با تأکید بر سازوکار یادگیری مشاهده‌ای (Bandura، ۱۹۷۷)، چگونگی نهادینه‌سازی رفتارهای جدید را در خانواده ارائه می‌دهد. نظریه توانمندسازی (Zimmerman و Rappaport، ۱۹۸۸) توضیح می‌دهد که چگونه افراد از احساس ناتوانی و بی‌قدرتی به احساس کنترل، شایستگی و اثربخشی اجتماعی می‌رسند و نظریه سرمایه اجتماعی (Putnam، ۲۰۰۰؛ Coleman، ۱۹۸۸؛ Ostrom،

۱۹۹۰) بر اهمیت اعتماد، همکاری و روابط اجتماعی در تسهیل کنش جمعی و مدیریت منابع مشترک تأکید دارد. سرمایه اجتماعی به‌عنوان بستر تعاملات اجتماعی، به شکل‌گیری همکاری و رفتارهای مسئولانه در سطح جامعه منجر می‌شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف تحلیل پیامدهای تغییر رفتار زنان از مصرف‌کننده منفعل به کنشگر فعال در مدیریت مصرف آب انجام شد. سوال محوری آن، شناسایی این پیامدها از دیدگاه متخصصان آب و محیط‌زیست بود. برای دستیابی به این هدف، از روش نظریه داده بنیاد و با رویکرد استراوس و کوربین[9] (۱۹۹۰) به عنوان چارچوب روش‌شناختی بهره گرفته شد. نظریه داده بنیاد نخستین بار توسط جامعه‌شناسان بارنی گلیزر و آنسلم استراوس در کتاب «کشف نظریه داده بنیاد» ارائه شد (Glaser و Strauss، ۱۹۶۷) که روشی نظام‌مند و کیفی برای تولید نظریه از دل داده‌هاست. در این روش، تحلیل همزمان با جمع‌آوری داده‌ها انجام می‌شود و پژوهشگر از طریق مقایسه‌ی مداوم داده‌ها، کدگذاری مرحله‌ای (باز، محوری و انتخابی)، نمونه‌گیری نظری[10] و رسیدن به اشباع نظری[11]، مفاهیم و مقوله‌های نظری را شناسایی و روابط میان آن‌ها را تبیین می‌کند (Strauss و Corbin، ۱۹۹۰). انتخاب این روش به دلیل لزوم کشف ابعاد پنهان پدیده صورت پذیرفت.

این مطالعه توسط کمیته اخلاق در پژوهش دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران تأیید شد. کد اخلاق این مطالعه IR.UT.PSYEDU.REC.1405.013 است. پیش از آغاز مصاحبه‌ها، هدف مطالعه و حق انصراف در هر مرحله به مشارکت‌کنندگان توضیح داده شد. همه آنان پیش از حضور در مصاحبه رضایت شفاهی خود را اعلام کردند. همچنین اطمینان داده شد که اطلاعات شخصی با استفاده از کدگذاری ناشناس شده، محرمانه باقی خواهد ماند و تنها در اختیار پژوهشگر قرار می‌گیرد. فرآیند انتخاب مشارکت‌کنندگان در دو مرحله و در چارچوب نمونه‌گیری نظری انجام شد. در مرحله اول، با استفاده از نمونه‌گیری هدفمند[12]، یک گروه اولیه از متخصصان کلیدی (استادان، مدیران و کارشناسان) در حوزه آب و محیط‌زیست انتخاب شدند. این افراد از دانشگاه‌های تراز اول و سازمان‌های تخصصی واقع در شهرهای کرج و تهران بودند. معیارهای انتخاب در این مرحله، داشتن تخصص مرتبط، مقالات علمی و تجربه در حوزه مدیریت آب بود. در مرحله دوم و همزمان با تحلیل داده‌ها، از نمونه‌گیری گلوله‌برفی[13] برای شناسایی مشارکت‌کنندگان جدید استفاده شد. در این مرحله، از شرکت‌کنندگان خواسته می‌شد افرادی را معرفی کنند که می‌توانستند ابعاد یا دیدگاه‌های مکمل و جدیدی را به مباحث اضافه کنند. این فرآیند تا رسیدن به اشباع نظری در مقوله‌های اصلی ادامه یافت. مشارکت‌کنندگان دارای تخصص میان رشته‌ای در حوزه‌هایی مانند برنامه‌ریزی محیط‌زیست، آموزش محیط‌زیست، جامعه‌شناسی محیط‌زیست، مهندسی منابع طبیعی و آب، اقتصاد آب، برنامه‌ریزی شهری و روستایی و علوم محیط‌زیست بودند. افزون بر یادداشت‌برداری، مصاحبه‌ها با رضایت افراد ضبط صوتی گردید و هر جلسه بین ۴۰ تا ۷۵ دقیقه به طول انجامید. بین مهر ۱۴۰۲ تا تیر ۱۴۰۳، ۲۰ مصاحبه نیمه ساختاریافته و عمیق با ۷ شرکت‌کننده زن و ۱۳ مرد انجام شد. ۱۷ مصاحبه به‌صورت حضوری و ۳ مورد آخر برای تأیید یافته‌ها به‌صورت تلفنی صورت گرفت. بعد از مصاحبه با نفر هفدهم اشباع نظری حاصل شد.

با توجه به ماهیت کیفی پژوهش و رویکرد نظریه‌پردازی مبتنی بر داده‌ها، هدف این مطالعه تعمیم آماری نتایج به جمعیت‌های بزرگ، از جمله کل زنان، نمی‌باشد. اعتبار یافته‌ها از طریق کیفیت تحلیل داده‌ها و دستیابی به اشباع نظری تأمین می‌شود. از میان ۲۰ مشارکت‌کننده، ۷ نفر زن بودند، این نسبت تابع نمونه‌گیری نظری و گلوله‌برفی است و بر کیفیت تحلیل داده‌ها تأثیری ندارد. بنابراین، نتایج مطالعه صرفاً بازتاب‌دهنده دیدگاه‌های متخصصان حوزه است.

فرآیند گردآوری و تحلیل داده‌ها به‌صورت همزمان و مبتنی بر مقایسه مداوم انجام شد. پس از هر مصاحبه، داده‌های حاصل بلافاصله تحلیل شدند و یافته‌ها، طراحی مصاحبه‌های بعدی را از جمله تعیین محورهای پرسش، نحوه طرح پرسش‌ها و انتخاب شرکت‌کنندگان هدایت کردند. این رویکرد چرخه‌ای امکان اصلاح تدریجی ابزارها و افزایش غنای داده‌ها را فراهم ساخت. فرایند تحلیلی بر پایه الگوی سه مرحله‌ای Corbin و Strauss (۱۹۹۰) انجام شد: در مرحله کدگذاری باز[14]، مفاهیم اولیه استخراج شدند؛ در کدگذاری محوری[15]، روابط میان این مفاهیم تحلیل شد؛ و در کدگذاری انتخابی[16]، چارچوبی نظری و یکپارچه شکل گرفت. تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار MAXQDA [17] صورت پذیرفت. به منظور ارزیابی دقت و اعتبار[18] یافته‌ها معیارهای Lincoln و Guba (۱۹۸۵) همچون بازبینی توسط مشارکت‌کنندگان، بازبینی توسط استادان، ثبت و ضبط کامل فرایند تحقیق مورد توجه قرار گرفت. از مصاحبه‌شوندگان خواسته شد تا دقت تفاسیر ارائه‌شده از پاسخ‌هایشان را ارزیابی کنند.

جدول ۱ – مقوله‌ها، مفاهیم و کدهای باز شناسایی شده مرتبط با پیامدها

مقوله‌های فرعی	مفاهیم ، کدهای باز و نمونه نقل قول‌ها
توانمندسازی زنان برای نقش‌آفرینی در اجتماع در مسیر توسعه پایدار (فراوانی: ۴۲)	مفهوم: توانمندسازی زنان و نقش اجتماعی آن‌ها کدهای باز: احساس توانمندی و اثرگذاری اجتماعی، تقویت حس مسئولیت پذیری اجتماعی، ارتقا نقش اجتماعی و اقتصادی، تقویت جایگاه زنان در مدیریت منابع طبیعی، تغییرات در نگرش و باور زنان نسبت به قدرت و توانایی‌های خود، رها شدن از احساس بی قدرتی و بی‌عملی، حفظ ارزش زن در خانواده، ایجاد حس مشارکت در دیگران، ایجاد حس خوب در زنان، توانمندسازی زنان نمونه نقل قول: زنان احساس می‌کنند که برای این جامعه و در اتخاذ تصمیمات، افراد مؤثری هستند
	مفهوم: نقش محوری زنان در خانواده و نسل‌های آینده برای توسعه پایدار کدهای باز: تأثیرگذار و الگویی برای خانواده، جهت‌دهی سیاست‌های داخلی خانه، نقش اقتصادی زنان در خانواده، نقش محوری زنان در مدیریت خانوار، اهرم‌شدن برای جریان‌سازی و نهادسازی مباحث محیط‌زیستی در خانواده، اهمیت نقش زنان در سرمایه اجتماعی، نقش کلیدی و اثرگذار در تغییررفتار، باور درست در سال‌های آتی، سرمایه‌گذاری روی زنان و چون رود جاری شدن در نسل‌های آتی نمونه نقل قول: اهرمی برای جریان‌سازی و نهادسازی مباحث محیط‌زیست در خانواده‌های خود شوند
	مفهوم: تغییرات فرهنگی زنان و تأثیر بلندمدت بر نسل‌های آینده و جامعه کدهای باز: نقش و تأثیر تغییر رفتار زنان در تربیت فرزندان و نسل‌های آینده، تأثیر مثبت فرهنگ‌سازی در بلندمدت، ترویج الگوهای رفتاری مثبت، تغییر در خانواده‌ها، انتقال دانش و نهادینه شدن رفتار صحیح در سطح خانواده. نمونه نقل قول: این تغییرِ رفتار در زنان می‌تواند اثربخشی بسیار بالایی داشته باشد، زیرا زنان تربیت‌کننده نسل‌های آتی هستند
	مفهوم: زنان و توسعه پایدار کدهای باز: نقش و اهمیت زنان در رسیدن به توسعه پایدار در خور، نقش زنان در تحول جامعه، نقش زنان در ترویج بازچرخانی پساب خانگی نمونه نقل قول: اگر نسل‌های بعدی ما نیز نسل‌هایی تربیت‌شده باشند، آنگاه می‌توانیم به توسعهٔ پایدار دست یابیم
تغییررفتار و مشارکت فعال زنان برای تحقق توسعه پایدار (فراوانی: ۱۴)	مفهوم: تغییررفتار و اصلاح الگوهای رفتاری کدهای باز: اصلاح تغییر الگوی رفتار در نسل‌های آینده، تغییرات در مقیاس بزرگ در گذر زمان نمونه نقل قول: با تغییر الگوی رفتار، اتفاق خوبی رخ می‌دهد و اصلاحِ تغییرِ رفتار انجام می‌شود
	مفهوم: مشارکت فعال و نقش زنان در توسعه کدهای باز: افزایش مشارکت فعال زنان در مسائل محیط‌زیست، زنان آگاه و مسئول نیرو محرکه‌ای برای مشارکت، مشارکت عاملی برای توسعه، چرخش از مشارکت نمادین به مشارکت درونی و رفتاری نمونه نقل قول: زنی که خود را مسئول می‌داند، خانمی که آگاه شده یا انگیزه و هیجان دارد که در این حوزه فعالیت کند، همان نیروی فعالِ مشارکت است
	مفهوم: توسعه اجتماعی و فرهنگی کدهای باز: شکل‌گیری رفتارهای خانوادگی و اجتماعی، وجود احساس مشارکت اجتماعی در شهر، ایجاد همبستگی و تقویت روابط خانوادگی، تغییرات مثبت فرهنگی، تغییرات در جامعه زنان، اثرگذاری مداخلات بر مشارکت و رفتار زنان نمونه نقل قول: تغییرات مثبت فرهنگی در جامعه، از جمله اثرات این تغییر رفتار است
مدیریت پایدار منابع آبی و مصرف مسئولانه در واحد خانوار (فراوانی: ۲۱)	مفهوم: مدیریت پایدار و مسئولانه مصرف آب کدهای باز: کاهش مصرف آب، کاهش فشار بر منابع آبی، کاهش هزینه‌های آب و انرژی، تغییر الگوی مصرف آب، نهادینه‌سازی فرهنگ مدیریت مصرف آب، شکل‌گیری عادت روزمره، برنامه تغییر رفتار مسئولانه نمونه نقل قول: در ژاپن برای هر مسئله‌ای یک فرهنگ تعریف شده وجود دارد؛ برای مثال، هر فرد دارای فرهنگ ایمنی است و می‌داند در هنگام زلزله چه کاری باید انجام دهد، در سیل چگونه رفتار کند و چگونه مصرف آب را مدیریت نماید. این امر باید به بخشی از فرهنگ ما نیز تبدیل شود
	مفهوم: بهبود کیفیت زندگی و محیط‌زیست کدهای باز: بهبود کیفیت زندگی، کاهش تصفیه آب، کاهش آلودگی آب، حفظ آب، تنوع زیستی و محیط‌زیست در نسل‌های آینده، منفعت برای جامعه نمونه نقل قول: نیاز به تصفیه آب را کاهش می‌دهد
	مفهوم: پایداری و امنیت منابع آب کدهای باز: تقویت امنیت آبی، کمک به مدیریت مصرف پایدار در سطح کلان، حفظ ارزش آب نمونه نقل قول: حفظ ارزش آب مهم‌ترین پیامدی است که حاصل می‌شود
	مفهوم: رشد صنعت پایدار و کارآفرینی محیط‌زیستی کدهای باز: جهت‌دهی صنعت کشور به تولید محصولات با ارزش، اشتغال دانش‌آموختگان محیط‌زیست برای کمک به زنان خانه‌دار نمونه نقل قول: این‌که نظام صنعتی یک کشور نیز به سمت تولید محصولات ارزشمند حرکت کند، خود یک پیامد به شمار می‌آید

اکثر شـــرکت‌کنندگان یافته‌ها را تأیید کردند و برخی نیز اصلاحات سازنده‌ای ارائه دادند. این پیشنهادها در قالب یک فرایند بازبینی تدریجی لحاظ شـــدند تا بازنمایی دقیقی از دیدگاه آنان حاصل شود. افزون بر این، پژوهشگر در دو نوبت مجزا فرایند کدگذاری را انجام داد؛ این راهبرد به کاهش خطاهای احتمالی و تقویت دقت و قابلیت اعتماد تحلیل کمک کرد.

نتایج

در این مطالعه برای پاسخ به سوال پژوهش از نظریه داده‌بنیاد با رویکرد استراوس و کوربین استفاده شد. این مطالعه بخشی از نتایج پژوهشی جامع‌تر است و صرفاً به پیامدها، برآیندها یا نتایج کنش یا تعامل (Strauss و Corbin، ۱۹۹۸) می‌پردازد. در تحلیل داده‌ها، پیامدها با ۵۶ کد باز، ۱۱ مفهوم[19] و ۳ مقوله

فرعی[۲۰] در مرحله کدگذاری باز و محوری استخراج شدند (جدول ۱).

همانطور که در جدول (۱) قابل مشاهده است طبق نظر متخصصان آب و محیط‌زیست مهمترین پیامدهای تغییررفتار زنان از مصرف‌کننده منفعل به کنشگر فعال در مدیریت مصرف آب عبارتند از توانمندسازی زنان برای نقش‌آفرینی در اجتماع در مسیر توسعه‌پایدار، تغییررفتار(گذار از رفتار منفعل) و مشارکت فعال زنان برای تحقق توسعه پایدار و مدیریت پایدار منابع آبی و مصرف مسئولانه در واحد خانوار که در زیر هر یك شرح داده شده است.

۱- توانمندسازی زنان برای نقش‌آفرینی در اجتماع در مسیر توسعه پایدار

این مقوله به توانمندسازی زنان و نقش اجتماعی آن‌ها، نقش محوری زنان در خانواده و نسل‌های آینده برای توسعه پایدار، تغییرات فرهنگی زنان و تأثیر بلندمدت بر نسل‌های آینده و جامعه و در نهایت زنان و توسعه پایدار اشاره دارد. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که توانمندسازی زنان در حوزه‌های مختلف از خانواده و اقتصاد تا اجتماع و فرهنگ فراتر از ایجاد امکانات اولیه است و هدف آن فراهم کردن شرایطی است که زنان بتوانند به‌عنوان کنشگران فعال و تأثیرگذار، رفتارهای پایدار در زمینه مدیریت مصرف آب را در سطح خانواده و جامعه نهادینه کنند. زنان، چه در نقش مادر، همسر، مدیر مصرف خانوار یا انتقال‌دهنده فرهنگ، نقشی محوری در شکل‌گیری و تداوم رفتارهای پایدار ایفا می‌کنند؛ نقشی که اثرات آن نسل‌های بعدی را نیز در برمی‌گیرد. مشارکت‌کننده اول این طور بیان می‌کند: *"تغییر رفتار در زنان رخ دهد، رفتار آن‌ها در ذهن فرزندان به‌عنوان یک الگو شکل می‌گیرد و تأثیرگذار است و در نتیجه آینده بهتری خواهیم داشت"، "یک زن، چه مادر باشد و چه همسر، مهم‌ترین و تأثیرگذارترین فرد در خانواده است و بر نسل خود و فرزندان و دیگر اعضای خانواده تأثیر قابل توجهی می‌گذارد."*

تحلیل پیامدها نشان می‌دهد که توانمندسازی زنان در مدیریت مصرف آب، نه‌تنها تجربه فردی آن‌ها را تغییر می‌دهد، بلکه اثرات گسترده‌ای بر خانواده و جامعه به دنبال دارد. وقتی زنان احساس توانمندی و اثرگذاری اجتماعی پیدا می‌کنند، این حس خودکارآمدی باعث می‌شود مشارکت فعال‌تری در تصمیم‌گیری‌ها و مدیریت منابع طبیعی داشته باشند. به دنبال این مشارکت، جایگاه اجتماعی و اقتصادی زنان ارتقا یافته و مسئولیت‌پذیری اجتماعی در سطح خانواده و جامعه تقویت می‌شود. همچنین، تغییر نگرش زنان نسبت به توانایی‌ها و ارزش خود باعث رهایی آن‌ها از احساس بی‌قدرتی و ناتوانی می‌شود، و این به نوبه خود باعث می‌شود که رفتارهای پایدار در مصرف آب نهادینه گردد. به بیان دیگر، توانمندسازی زنان علت ایجاد حس مشارکت، ارتقای جایگاه اجتماعی و تغییر رفتار پایدار است و پیامد آن، بهبود مدیریت منابع آب است. به ترتیب مشارکت‌کنندگان نهم، دوازدهم و چهاردهم این طور بیان می‌کنند: *"زنان احساس می‌کنند که برای این جامعه و در اتخاذ تصمیمات، افراد مؤثری هستند"، "حفظ ارزش زن به عنوان یك عنصر یا یك بخش کلیدی در یك خانواده به نظر من خود یك پیامد مهم است"، "این می‌تواند حس مثبتی در خانواده، به‌ویژه در زنان خانواده ایجاد کند .من که در خانه هستم، می‌توانم ببینم کارم چه میزان تأثیری بر جامعه دارد".* اما مهم‌ترین تغییر را مشارکت‌کننده هفدهم چنین توصیف می‌کند: *"مهم‌ترین تغییر در خود زنان رخ می‌دهد؛ جامعه زنان به این باور می‌رسد که بی‌قدرت نیست و این، مهم‌ترین دستاورد است"* و در ادامه می‌افزاید: *"پنجاه درصد جامعه ما از احساس بی‌قدرتی و ناتوانی رهایی پیدا می‌کند".*

"تقویت جایگاه زنان در مدیریت منابع" (مشارکت کننده بیستم)، *"ایجاد حس مشارکت در دیگران"* و *"تولید حس خوب و خودکارآمدی در خود زنان "*(مشارکت کننده شانزدهم) ، نقش تعیین‌کننده‌ای در تداوم رفتارهای پایدار دارند؛ جایگاه اجتماعی زنان باعث اثرگذاری فردی و جمعی می‌شود، رفتارهای الگوسازانه آن‌ها دیگران را به مشارکت وا می‌دارد و حس مثبت در خودشان انگیزه ادامه مشارکت و نهادینه‌شدن رفتارهای مسئولانه را فراهم می‌کند. این فرایند نشان می‌دهد که تغییر رفتار زنان، حتی بدون ابزار، فناوری یا سیاست‌های رسمی، می‌تواند فرهنگ مصرف پایدار و مشارکت جمعی را در خانواده و جامعه شکل دهد و تثبیت کند.

زنان به‌عنوان مصرف‌کنندگان اصلی منابع، نقش کلیدی و اثرگذاری در تغییر رفتارهای خانوادگی و اجتماعی دارند. آموزش و آگاه‌سازی زنان در زمینه مدیریت مصرف آب، تأثیر چندلایه و بلندمدتی بر جامعه به دنبال دارد؛ چرا که زنان، به واسطه جایگاه اجتماعی و نقش‌های خانوادگی خود، می‌توانند به اهرمی برای جریان‌سازی و نهادسازی مباحث محیط‌زیستی، به ویژه مدیریت آب، تبدیل شوند. توانمندسازی زنان در این حوزه موجب شکل‌گیری سرمایه اجتماعی می‌شود و الگوهای مصرف منابع، به ویژه آب، را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این تغییرات رفتاری در سطح خانوار می‌تواند اقتصاد خانواده را به سمت بهره‌وری و پایداری هدایت کند و به‌تدریج اثرات مثبت آن در جامعه گسترده شود. مشارکت کنندگان پانزدهم و هجدهم بیان می‌کنند: *"اگر بخواهید این کار را انجام دهید، قطعاً باید از مادران شروع کنید، زیرا نقش آن‌ها کلیدی است . بدون شک، اگر یک مادر آموزش ببیند که چگونه از منابع آب استفاده کند، فرزندانی تربیت خواهد کرد که این موضوع را به طور طبیعی مدنظر قرار می‌دهند "، "اهرمی برای جریان‌سازی و نهادسازی مباحث محیط‌زیست در خانواده‌های خود شوند ".*

بنابراین، توانمندسازی زنان برای نقش‌آفرینی در جامعه نه تنها یک ضرورت اجتماعی و فرهنگی است، بلکه عاملی تعیین‌کننده برای تغییر نسل‌ها و بازتعریف فرهنگ مصرف به سوی توسعه پایدار محسوب می‌شود. زنان با ایفای نقش چندبعدی خود (تربیتی، اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی) می‌توانند به‌صورت بنیادین مسیر حرکت جامعه به سوی

توسعه پایدار را هموار کنند و اثرات بلندمدتی بر رفتار و نگرش نسل‌های آینده داشته باشند. مشارکت‌کننده نهم بیان نمود: *"نقش زنان در رسیدن به یک توسعه پایدار درخور، هموار و متوازن همواره یک نقش مهم، موثر و اجتناب‌ناپذیر است"*.

۲- تغییررفتار و مشارکت فعال زنان برای تحقق توسعه پایدار

این مقوله به تغییر رفتار و اصلاح الگوهای رفتاری، توسعه اجتماعی و فرهنگی و مشارکت فعال و نقش زنان در توسعه اشاره دارد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد مشارکت و تغییر رفتار زنان در مدیریت مصرف آب، نقطه آغاز تحول در خود جامعه زنان است و این تغییر در نهایت به ایجاد رفتارهای مصرفی پایدار و توسعه اجتماعی و فرهنگی در سطح خانواده، جامعه و صنعت منجر می‌شود؛ به عبارت دیگر، تغییر رفتار زنان نه تنها رفتارهای مصرفی را اصلاح می‌کند، بلکه منشأ تغییرات فرهنگی مثبت در جامعه نیز می‌شود. مشارکت‌کنندگان هفدهم و بیستم بیان می‌کنند: *"اولین تغییر در خود جامعه زنان رخ می‌دهد،" "تغییرات مثبت فرهنگی در جامعه، از جمله اثرات این تغییر رفتار است"*.

تغییر رفتار زنان در مصرف آب می‌تواند به اصلاح الگوهای رفتاری در مصرف منجر شده و تأثیری بلندمدت بر نسل‌های آینده بگذارد. تغییرات رفتاری در مقیاس بزرگ و در گذر زمان امکان‌پذیر است. همانطور که مشارکت‌کننده هفتم و هفدهم اشاره می‌کنند: *"با تغییر الگوی رفتار اتفاق خوبی می‌افتد اصلاح تغییر رفتار انجام می‌شود "، "تغییرات کلان زمان می‌برد ابتدا متوجه تغییرات کوچک ناحیه‌ای می‌شویم و سپس در مقیاس ملی رخ می‌دهند"*.

تغییر رفتار زنان در مصرف آب فراتر از اصلاح الگوهای فردی، به بازآفرینی رفتارهای خانوادگی و اجتماعی منجر می‌شود و با ایجاد همبستگی و تقویت روابط خانوادگی، زمینه شکل‌گیری الگوهای پایدار مصرف در خانواده‌ها را فراهم می‌آورد. همان‌طور که مشارکت‌کننده شانزدهم بیان می‌کند: "*خانواده دور هم نشسته‌اند و مادر می‌گوید: «این ماه بیاییم برنده شویم». فرزندان نیز بسیار درگیر فعالیت هستند .این تجربه یک دستاورد است، زیرا با افزایش دورهمی‌های خانوادگی، خانواده می‌تواند درباره موضوعی مهم مانند مدیریت مصرف آب گفت‌وگو کند و در نتیجه روابط خانوادگی مستحکم‌تر شود*". این تعاملات نشان‌دهنده پیوند میان رفتار فردی و تصمیم‌گیری جمعی در سطح خانوار است. تغییررفتار زنان نه تنها به اصلاح مصرف آب در سطح خانوار منجر می‌شود، بلکه مشارکت اجتماعی در شهر را نیز به دنبال دارد، "*شهروندان احساس می‌کنند که مشارکت اجتماعی وجود دارد؛ موضوعی که در سال‌های اخیر کم‌رنگ شده است*" (مصاحبه شانزدهم). زنان آگاه و مسئول، با انگیزه و هیجان برای مشارکت در مدیریت مصرف آب، فراتر از نقش مصرف‌کننده، به نیروی محرک تغییرات رفتاری و اجتماعی تبدیل می‌شوند؛ آن‌ها با بازتولید رفتارهای پایدار در خانواده و ایجاد الگوهای مشارکت درونی، زمینه‌ساز تغییرات فرهنگی گسترده و نهادینه‌شدن الگوهای پایدار در جامعه و صنعت می‌شوند. این فرآیند نشان می‌دهد که تحول از رفتار فردی به ساختار اجتماعی و توسعه پایدار، پیوندی ارگانیک دارد و مشارکت زنان، به عنوان نقطه شروع، محرک کلیدی این زنجیره اثرگذاری است. در این راستا مشارکت‌کننده دهم اشاره می‌کند: *"زنی که خود را مسئول می‌داند، آگاه شده و انگیزه و هیجان دارد که در این زمینه فعالیت کند، همان نیروی فعال مشارکت است"*.

زن خانه‌دار، با قدرت الگوبرداری و تأثیرگذاری بر اعضای خانواده، نقش پیشران تغییر رفتارهای خانوادگی و فرهنگی را ایفا می‌کند؛ او می‌تواند رفتارهای پایدار را نهادینه کند، فرزندان و سایر اعضای خانواده را به پذیرش یا تمکین نسبت به این الگو هدایت کند و بدین ترتیب، رفتار فردی در سطح خانوار محرک تغییرات اجتماعی و فرهنگی گسترده‌تر شود. *"قدرت زن خانه‌دار در خانواده بسیار زیاد است. وقتی او یک شیوه رفتاری را پیش بگیرد، دیگر اعضا از آن پیروی می‌کنند .فرزندان یا از مادر تبعیت می‌کنند یا به دلیل منافع خود، رفتارهای مادرانه را می‌پذیرند به عبارت دیگر، آن‌ها یا باور پیدا می‌کنند به رفتارهای مادرانه، یا تمکین می‌کنند"* (مصاحبه هفدهم).

مشارکت واقعی زنان در مدیریت مصرف آب محدود به فعالیت‌های فیزیکی یا حضور در مکان‌های عمومی نیست؛ بلکه بخش مهم آن در رفتار فردی در خانه، محل کار و محیط‌های روزمره نمود پیدا می‌کند. این اقدامات شخصی، هرچند کوچک به نظر برسند، می‌توانند اثرگذاری جمعی و فرهنگی ایجاد کرده و پایه‌ای برای نهادینه شدن فرهنگ مصرف مسئولانه و مدیریت پایدار منابع آب در سطح خانوار و جامعه باشند. *"این مشارکت الزاماً مشارکت فیزیکی نیست. بخشی از آن می‌تواند عملی باشد، مانند توجه به فراخوان‌ها و مشارکت در پاک‌سازی محیط. با این حال، اصل موضوع در رفتار فردی است؛ به‌عنوان مثال، صرفه‌جویی در مصرف آب در خانه، محیط کار یا هر مکان دیگری"* (مصاحبه دهم).

۳- مدیریت پایدار منابع آبی و مصرف مسئولانه در واحد خانوار

این مقوله به مدیریت پایدار و مسئولانه مصرف آب، بهبود کیفیت زندگی و محیط‌زیست، پایداری و امنیت منابع آب و رشد صنعت پایدار و کارآفرینی محیط‌زیستی اشاره دارد. یافته‌ها نشان می‌دهد مشارکت‌کنندگان مصرف مسئولانه را مهم‌ترین عامل در پایداری منابع آب می‌دانند. توانمندسازی، مشارکت و تغییررفتار پایدار زنان، می‌تواند اثرات زنجیره‌ای و سیستماتیک بر منابع آب ایجاد کند به طوری که *"مصرف، هزینه‌ها، انرژی، فشار بر منابع آبی، بحران آب، آلودگی آب و تصفیه پرهزینه همزمان کاهش می‌یابد "*(مشارکت کننده بیستم). زنان با "تغییر الگوی مصرف و شکل‌گیری عادت روزمره" (مشارکت‌کننده دوازدهم و هجدهم) الگوی رفتار صرفه‌جویانه را در خانواده و جوامع ایجاد می‌کنند. وقتی زنان رفتارهای صرفه‌جویانه در مصرف آب را نهادینه می‌کنند، خانواده حتی بدون تجهیزات صرفه‌جویانه، کاهش معنادار

مصرف آب را تجربه می‌کند. این نشان می‌دهد که نقش زنان می‌تواند به‌عنوان مکمل یا جایگزینی برای ابزارها و فناوری‌های مدیریت آب عمل کند. علاوه بر این قدرت نفوذ آرام زنان در مدیریت مصرف آب، رفتار اعضای خانواده را تغییر می‌دهد، اما بدون الزام یا کنترل مستقیم. این نفوذ تدریجی و خانگی بسیار موثرتر از سیاست‌های دولتی است، زیرا هر روز تکرار می‌شود، مقاومت کمتری ایجاد می‌کند و رفتار اعضای خانواده به تدریج نهادینه و تبدیل به عادت می‌شود.

امروز زنان با مدیریت و صرفه‌جویی در مصرف آب، نقش تعیین‌کننده‌ای در حفاظت از منابع آب و تنوع زیستی ایفا می‌کنند؛ این اقدامات خرد خانگی نه تنها دسترسی "نسل‌های آینده به منابع آب و تنوع زیستی" (مشارکت‌کننده دوازدهم و بیستم) را تضمین می‌کند، بلکه اثرات بین‌نسلی و ساختاری ایجاد کرده و نقطه آغاز تغییرات گسترده در سبک زندگی و مدیریت پایدار منابع به شمار می‌رود. سرمایه‌گذاری در توانمندسازی زنان در مدیریت مصرف آب، فراتر از صرفه‌جویی فردی، منجر به نهادینه‌شدن ارزش آب در سطح خانوار و جامعه می‌شود؛ این فرآیند، با اثرگذاری بر رفتارها و تصمیم‌گیری‌ها، می‌تواند به یک محرک ساختاری برای مدیریت پایدار منابع در مقیاس کلان تبدیل شود. وقتی دانش حاصل از شناسایی مداخلات تغییررفتار به برنامه‌ای برای تغییررفتار مسئولانه تبدیل شود، مقوله مدیریت پایدار منابع آب و مصرف مسئولانه در واحد خانوار تحقق عملی پیدا می‌کند. در همین راستا مشارکت‌کنندگان این طور بیان می‌کنند: *"حفظ ارزش آب، مهم‌ترین پیامدی است که حاصل می‌شود"* (مصاحبه دوازدهم)، *"خروجی این اقدام در درجه اول به مدیریت پایدار مصرف کمک می‌کند که در سطح کلان قابل مشاهده است"* (مصاحبه شانزدهم). مشارکت‌کننده شماره دو اشاره می‌کند: *"شناسایی به تنهایی کافی نیست؛ اگر دانش از طریق شناسایی به‌دست آمده است، باید آن را به برنامه‌ای برای تغییررفتار مسئولانه تبدیل کنیم"*.

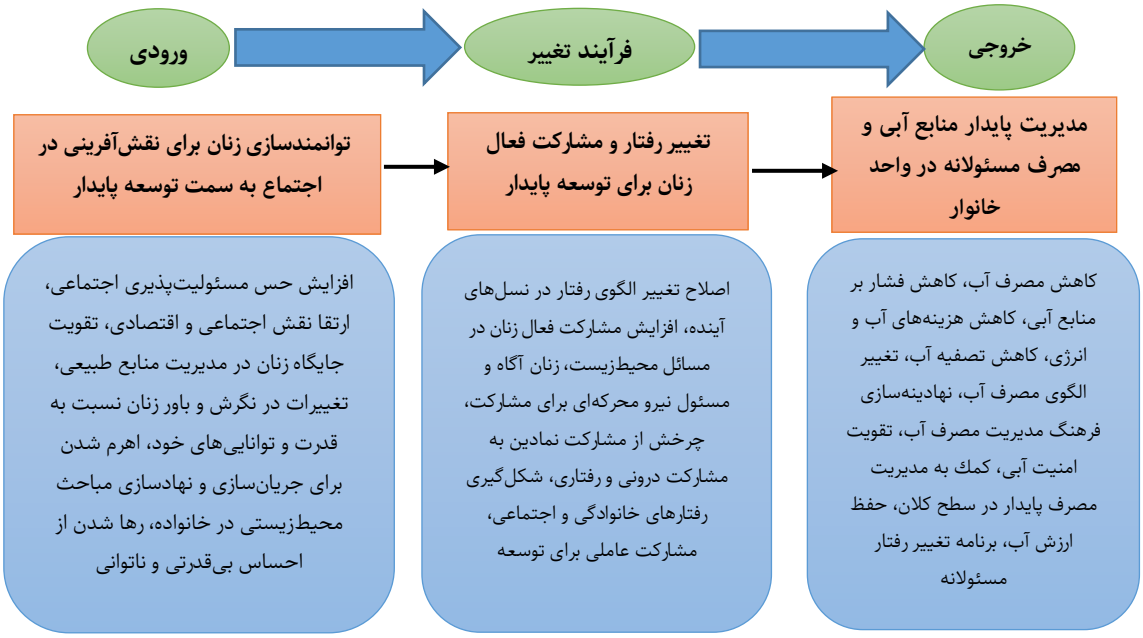
پیامدهای تغییر رفتار زنان می‌تواند فراتر از صرفه‌جویی خانگی باشد و زمینه‌ای برای ایجاد فرصت‌های شغلی برای دانش‌آموختگان محیط‌زیست فراهم کند تا زنان خانه‌دار را در مدیریت مصرف آب همراهی کنند و صنعت کشور را به تولید محصولات با ارزش و پایدار سوق دهند. کاهش مصرف آب توسط زنان و خانواده‌ها، تقاضا برای فناوری‌ها و محصولات کم‌مصرف را افزایش می‌دهد و این تحول صنعتی نیازمند نیروی متخصص است، بنابراین اشتغال دانش‌آموختگان محیط‌زیست نیز افزایش می‌یابد. مشارکت‌کنندگان دوازدهم و پانزدهم بیان می‌کنند: *"اینکه سیستم صنعتی یک کشور نیز به سمت تولید محصولات با ارزش حرکت کند، خود یک پیامد محسوب می‌شود"*، *"ما تعداد زیادی از فارغ‌التحصیلان محیط‌زیست داریم که اشتغال ندارند؛ با یک ساماندهی از طریق شهرداری می‌توانند اقدام کنند و به زنان خانه‌دار کمک کنند"*.

مدل نظری

کدگذاری انتخابی به عنوان مرحله نهایی فرآیند کدگذاری، در سطحی انتزاعی‌تر و تکمیلی نسبت به کدگذاری محوری عمل می‌کند. در این مرحله، چگونگی شکل‌گیری مقولات و روابط بین آن‌ها با سایر مفاهیم به شکلی نظام‌مند تبیین می‌شود. پژوهشگر در این گام با ایفای نقش مؤلف و تحلیل‌گر، و با بهره‌گیری از مقولات شناسایی‌شده، یادداشت‌های تحلیلی، داده‌های کدگذاری شده و ترسیم دیاگرام‌های مفهومی، به ساماندهی نظام‌مند مفاهیم می‌پردازد. هدف نهایی این فرآیند، تدوین چارچوب نظری منسجم و یکپارچه‌ای است که به تواند مبنای شکل‌گیری نظریه قرار گیرد (Jones و Noble، ۲۰۰۷). در نهایت، با شناسایی روابط نهایی بین مقولات استخراج شده از کدگذاری محوری مدل نظری پژوهش تکمیل می‌شود (شکل ۱).

مدل حاضر (شکل ۱) نشان می‌دهد که چگونه توانمندسازی زنان به عنوان یک ورودی کلیدی، از طریق یک فرآیند میانیِ متشکل از تغییررفتار و مشارکت فعال، به دو خروجی ملموس و حیاتی برای جامعه منجر می‌شود: مدیریت پایدار منابع آبی و مصرف مسئولانه در واحد خانوار. این مدل یک چارچوب علّی از نقش محوری زنان در تحقق اهداف توسعه پایدار ارائه می‌کند. در این مدل توانمندسازی زنان (ورودی) تنها به معنای آموزش نیست، بلکه یک دگرگونی عمیق فردی و اجتماعی است که ابعاد چون توانمندسازی روان‌شناختی، اجتماعی-اقتصادی و کانون خانواده را در برمی‌گیرد در نهایت زنان توانمند شده، به یک سرمایه اجتماعی و اهرمی برای جریان‌سازی و نهادسازی مباحث محیط‌زیستی به ویژه حفظ آب تبدیل می‌شوند. این یک سرمایه‌گذاری روی زنان است که مانند رود جاری در نسل‌های آتی جریان خواهد یافت. خروجی‌های مرحله توانمندسازی، اکنون در قالب دو فرآیند مکمل خود را نشان می‌دهند: تغییر رفتار و مشارکت فعال. زنی که احساس عاملیت و اثرگذاری دارد، در عرصه‌های اجتماعی حاضر می‌شود. او در مدیریت منابع محلی مشارکت می‌کند و نقش کلیدی و اثرگذار در تغییر رفتار چند نسلی ایفا می‌کند این تغییر رفتار تنها به مصرف آب فردی محدود نمی‌شود. در این نقطه، اهمیت کلیدی زنان در شکل‌دهی نسل‌های آینده جلوه‌گر می‌شود و مقصد نهایی این فرایند، تثبیت رفتارهای صحیح در سطح خانواده و جامعه است؛ رخدادی که ظرفیت ایجاد تغییرات پایدار فرهنگی در افق بلندمدت را در خود نهفته دارد و مشارکت را از صرف یک عمل ظاهری به یک باور و عادت پایدار تبدیل می‌کند. این فرآیندها در نهایت به دو خروجی کلان، مدیریت پایدار منابع آبی و مصرف مسئولانه در واحد خانوار منجر می‌شوند. این خروجی‌ها نتیجهٔ همان توانمندسازی، مشارکت و تغییر رفتار چندنسلی است و در عین حال، منفعتی گسترده برای جامعه در ابعاد مختلف از جمله کاهش مصرف انرژی، مدیریت پسماند و صرفه‌جویی غذایی به همراه دارد. بر اساس دستور کار ۲۰۳۰ سازمان ملل متحد (United Nations، ۲۰۱۵)،

توانمندسازی زنان نه یک اقدام حمایتی، بلکه یک سیاست توسعه‌ای بلندمدت است که تحقق هم‌زمان چندین هدف توسعهٔ پایدار را امکان‌پذیر می‌سازد؛ از جمله اهداف ۴ (آموزش با کیفیت)، ۵ (برابری جنسیتی)، ۶ (دسترسی به آب و بهداشت برای همه)، ۱۱ (شهرها و جوامع پایدار)، ۱۲ (الگوی تولید و مصرف مسئولانه)، ۱۳ (اقدام اقلیمی) و ۱۷ (مشارکت‌های چندذینفعی).



شکل ۱- مدل نظری پیامدهای تغییر رفتار زنان از مصرف‌کننده منفعل به کنشگر فعال در مدیریت مصرف آب

بحث

پژوهش حاضر با هدف شناسایی پیامدهای تغییر رفتار زنان از مصرف‌کننده منفعل به کنشگر فعال در مدیریت مصرف آب از دیدگاه متخصصان آب و محیط‌زیست به سه مقوله کلیدی و بنیادین دست یافت: ۱) توانمندسازی زنان برای نقش‌آفرینی در اجتماع در مسیر توسعه پایدار، ۲) تغییر رفتار و مشارکت فعال زنان برای تحقق توسعه پایدار، ۳) مدیریت پایدار منابع آبی و مصرف مسئولانه در واحد خانوار. این مقوله‌ها با استفاده از نظریه داده بنیاد شناسایی، خلاصه و تحلیل شدند و در انتها مدل نظری حاصل شد.

مقایسه یافته‌ها با پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که نتایج پژوهش با مطالعه Haddout و همکاران (۲۰۲۴) همسو است؛ پژوهشی که بر توانمندسازی زنان به عنوان کاتالیزورهای محوری برای تغییر در مدیریت آب تأکید می‌کند. همچنین یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تحقق توسعه پایدار در مدیریت منابع آب، به‌ویژه در سطوح خانوار و جامعه، بدون توانمندسازی زنان و فراهم کردن زمینه‌های مشارکت فعال آنان ممکن نیست. توانمندسازی زنان، علاوه بر افزایش آگاهی، موجب تغییر رفتار و تبدیل آنان از مصرف‌کنندگان منفعل به کنشگران فعال در مدیریت آب می‌شود و به نهادینه‌شدن الگوهای پایدار مصرف در خانواده و جامعه کمک می‌کند. این نتایج با یافته‌های جمنی و آذری (۱۴۰۲) نیز همخوانی دارد؛ در این پژوهش نیز با تحلیل اسناد توسعه پایدار سازمان ملل و برنامه‌های توسعه کشور، بر مغفول ماندن نقش زنان در مدیریت منابع آب تأکید شده و ضرورت توجه سیاست‌گذاران به تقویت مشارکت و نقش‌آفرینی آنان برجسته شده است.

این پژوهش فراتر از مطالعات داخلی از جمله مرزبان و همکاران (۱۴۰۲) و امیری باغبادرانی (۱۴۰۱)، که عمدتاً بر آگاهی و دانش محدود زنان تمرکز داشتند، حرکت کرده و نشان می‌دهد که چگونه مداخلات توانمندسازی و تغییر رفتار، زنان را از یک مصرف‌کننده منفعل به کنشگر فعال در مدیریت مصرف آب تبدیل می‌کند و سازوکارهای تحول فردی و اجتماعی را فعال می‌سازد.

یافته‌های این پژوهش در قالب یک چارچوب نظری تلفیقی قرار گرفته است. همانگونه که در مبانی نظری اشاره شد پنج نظریه مذکور در تعامل با یکدیگر، مسیر تغییر رفتار زنان در مدیریت مصرف آب را از سطح شناخت فردی (رفتار برنامه‌ریزی‌شده و کنش منطقی)، سطح میانی (یادگیری اجتماعی) تا سطح تحول اجتماعی (توانمندسازی و سرمایه اجتماعی) تبیین می‌کنند. بر اساس نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده (Ajzen، ۱۹۹۱)، سازه کنترل رفتاری درک‌شده که متشکل از خودکارآمدی[۲۱] (باور به قابلیت‌های شخصی) و باور به کنترل بر موانع بیرونی است در تبیین رفتارهای پایدار مصرف آب نقش کلیدی دارد. یافته‌ها نشان می‌دهد که توانمندسازی زنان این سازه را تقویت می‌کند و احتمال بروز رفتار مطلوب مصرفی را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، نقش الگویی زنان در خانواده مطابق نظریه یادگیری اجتماعی (Bandura، ۱۹۷۷)

سبب انتقال مشاهده‌ای الگوهای مصرف و ایجاد هنجارهای جدید در نسل بعد می‌شود. این سازوکار با نظریه کنش منطقی (Fishbein و Ajzen، ۱۹۷۵) نیز هم‌جهت است و به درونی‌سازی هنجارهای مصرف و شکل‌گیری چارچوب‌های تصمیم‌گیری پایدار منجر می‌شود. همچنین پیامدهایی همچون رهاشدن از احساس بی‌قدرتی و ناتوانی، تغییرات در نگرش و باور زنان نسبت به قدرت و قابلیت‌های خویش و احساس توانمندی و اثرگذاری اجتماعی، مصادیقی از توانمندسازی روان‌شناختی هستند که در مدل (Zimmerman ، ۲۰۰۰) به‌عنوان زیرساخت توانمندسازی در عرصه‌های عملی و اجتماعی شناخته می‌شوند.

تبدیل زنان از مصرف‌کننده منفعل به نیروی محرکه مشارکت و اهرمی برای جریان‌سازی، در واقع تجلی مرحله نهایی فرآیند توانمندسازی، یعنی مشارکت در اقدام جمعی است که با نظریه توانمندسازی (Zimmerman و Rappaport، ۱۹۸۸) همسو است. همچنین پیامدهایی همچون ایجاد حس مشارکت در دیگران، تقویت حس مسئولیت‌پذیری اجتماعی، ارتقای جایگاه اجتماعی زنان، تقویت روابط خانوادگی و پدیدارشدن مشارکت اجتماعی در شهر، مصادیق عینی ایجاد و تقویت «سرمایه اجتماعی» محسوب می‌شوند (Putnam، ۲۰۰۰) با توجه به جمله کلیدی یکی از مشارکت‌کنندگان مبنی بر اینکه *"زنان به واسطه جایگاه اجتماعی خود، نقش مهمی در شکل‌گیری سرمایه اجتماعی ایفا می‌کنند"*، به طور مستقیم با نظریه سرمایه اجتماعی همسو است (Coleman، ۱۹۸۸). نظریه سرمایه اجتماعی نشان می‌دهد که چگونه کنش‌های فردی زنان می‌تواند به یک حرکت جمعی و نهادینه‌شده تبدیل شود و مطابق دیدگاه Ostrom (۱۹۹۰) ، تقویت شبکه‌های اعتماد و همکاری، یکی از پایه‌های اصلی مدیریت مشارکتی منابع است؛ یافته‌ای که در نتایج این پژوهش به وضوح قابل مشاهده است. بنابراین، تثبیت تغییر الگوی مصرف آب در زندگی زنان و تبدیل آن به یک عادت روزمره، مصداق روشنی از شکل‌گیری رفتار (رفتار برنامه‌ریزی شده و کنش منطقی) است. این فرآیند از طریق یادگیری مشاهده‌ای (یادگیری اجتماعی)، به سایر اعضای خانواده تسری می‌یابد و به توانمندسازی زنان (با افزایش عاملیت و اقتدار خانگی) می‌انجامد. در نهایت، این روند به ایجاد هنجارهای جمعی و مشارکت خانوادگی در مدیریت آب منجر شده و سرمایه اجتماعی درون خانواده را تقویت می‌کند.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان می‌دهد که توانمندسازی و کنشگری زنان در مدیریت مصرف آب، پیامدهایی نظام‌مند در سه سطح خرد، میانی و کلان دارد. در سطح خرد (خانواده)، کنشگری زنان موجب بهینه‌سازی هزینه خانوار، بهبود کیفیت زندگی و روابط خانوادگی از طریق ایجاد گفت‌وگو و همکاری حول اهداف مشترک، ارتقای جایگاه، خودکارآمدی فردی و احساس تأثیرگذاری مثبت می‌شود. در سطح میانی (جامعه و صنعت) این تغییرات زمینه‌ساز کاهش فشار بر منابع آبی و زیرساخت‌های تصفیه آب، ایجاد اشتغال برای دانش‌آموختگان حوزه محیط‌زیست در قالب مشاوران مدیریت مصرف برای خانوارها، هدایت صنعت به سمت تولید محصولات کم‌مصرف و پایدار در پاسخ به تغییرالگوی تقاضای مصرف‌کنندگان (زنان) و تقویت مشارکت اجتماعی و احیای سرمایه اجتماعی در شهرها می‌شود. در نهایت در سطح کلان، تغییر رفتار زنان به دستیابی به امنیت آبی پایدار و تضمین دسترسی نسل‌های آینده به منابع آب، ایجاد تغییرات فرهنگی ماندگار در الگوی مصرف جامعه و پیشبرد اهداف توسعه پایدار کمک می‌کند.

در این پژوهش ، نقش کلیدی زنان در خانواده به سطحی کاملاً جدید ارتقا می‌یابد. خانواده دیگر صرفاً یک "مصرف‌کننده" نیست، بلکه به یک واحد تولید فرهنگ و کارگاه کوچک توسعه پایدار تبدیل می‌شود. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاری در حوزه آب و توسعه از تمرکز بر راه‌حل‌های فیزیکی و سازه محور به سمت رویکردی اجتماعی- فرهنگی مبتنی بر توانمندسازی زنان حرکت کند. فراهم‌سازی بسترهای مشارکت زنان، آموزش هدفمند، تقویت عاملیت و ایجاد شبکه‌های اجتماعی حمایتی می‌تواند نقش زنان را در مدیریت آب تقویت کرده و زمینه دستیابی به توسعه پایدار را فراهم سازد.

پیشنهادات کاربردی

بر اساس مدل نظری استخراج‌شده از این پژوهش، که نشان‌دهنده گذار زنان از مصرف‌کننده منفعل به کنشگر فعال در مدیریت مصرف آب است پیشنهادات زیر ارائه می‌شود:

- برگزاری کارگاه‌هایی که صرفاً آموزشی نیستند، بلکه آزمایشگاه کنشگری هستند. در این کارگاه‌ها، زنان با انجام پروژه‌های گروهی کوچک (مانند طراحی یک پویش آگاه‌سازی در محله برای صرفه‌جویی در آب)، به صورت عینی قدرت تأثیرگذاری خود را تجربه می‌کنند و باورهای محدودکننده درونی را از بین می‌برند.
- برگزاری کارگاه عملی برای زنان با آموزش و اجرای نمونه روش‌های صرفه‌جویی آب در خانه و محله.
- ایجاد یک نرم افزار کاربردی [۲۲] یا سامانه آنلاین برای ارتباط، اشتراک‌گذاری تجربیات و هماهنگی پروژه‌های محیط‌زیستی میان زنان کنشگر. این بستر[۲۳] احساس انزوا و ناتوانی را از بین برده و با ایجاد یک اجتماع قدرتمند آنلاین، امکان جریان‌سازی و اثرگذاری جمعی آنان را افزایش می‌دهد.
- تشکیل شبکه‌های زنان کنشگر به‌عنوان مصرف‌کنندگان آگاه، برای ایجاد تقاضای مؤثر و متمرکز بر محصولات کم‌مصرف. این تقاضا، صنعت را به‌صورت بازار محور به سمت تولید پایدار هدایت می‌کند و دولت می‌تواند با استانداردها و مشوق‌های مالی از این روند حمایت کند.

قدردانی

این مقاله منتج از رساله دکتری با عنوان طراحی و اعتباریابی مدل بومی مداخلات تغییر رفتار پایدار در مدیریت مصرف آب (مورد مطالعه: زنان شهر کرج) است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از کلیه مشارکت‌کنندگان در این پژوهش، اعم از اساتید محترم دانشگاه و متخصصان ارجمند، که ما را در اجرای این مطالعه یاری رساندند، قدردانی نمایند.

منابع

امیری باغبادرانی، فاطمه. (۱۴۰۱). میزان آگاهی زنان از مفاهیم مدیریت منابع آب و نگرش و عملکرد ایشان برای اصلاح الگوی مصرف آب (زنان ۲۰ تا ۶۵ ساله زرین شهر لنجان). نشریه مطالعات علوم محیط‌زیست، ۷(۲)، ۵۰۶۴- ۵۰۷۲. https://doi.org/10.22034/jess.2022.335821.1757

چمنی، مستانه، آذری، هاجر. (۱۴۰۲). بررسی جایگاه زنان در مدیریت منابع آب (رویکرد تطبیقی به اسناد توسعه پایدار سازمان ملل). نشریه مدیریت آب و آبیاری، ۱۳(۳)، ۶۶۵-۶۹۱. https://doi.org/10.22059/jwim.2023.354950.1048

حاجی‌زاده میمندی، مسعود، افراسیابی، حسین، و بهارلویی، مریم. (۱۳۹۷). مطالعهٔ کیفی مصرف آب در نگاه زنان شهر اصفهان. زن در توسعه سیاست، ۱۶(۲)، ۲۷۱-۲۹۳. https://doi.org/10.22059/jwdp.2018.245358.1007305

حاجی‌زاده میمندی، مسعود، و بهارلویی، مریم. (۱۳۹۹). بررسی عوامل اجتماعی مرتبط با مصرف آب (مطالعه موردی: زنان شهر اصفهان). جامعه‌پژوهی فرهنگی، ۱۱(۲)، ۵۵-۸۵. https://doi.org/10.30465/SCS.2020.5537

مرزبان، آمنه، فرجی، رضا، فانی، نگار، یوشنی، نوشین، و خالقی موری، مهدیه. (۱۴۰۲). بررسی میزان آگاهی از پیامدهای مصرف آب در زنان شهر یزد در سال ۱۴۰۰. مجله دانشگاه علوم پزشکی جیرفت، ۱۰(۳)، ۱۳۴۰-۱۳۴۷. https://doi.org/20.1001.1.25382810.1402.10.3.5.2

مجلس شورای اسلامی. (۱۳۶۸-۱۳۹۶). قانون برنامه‌های اول تا ششم توسعه جمهوری اسلامی ایران. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. تهران، ایران.

نیکخواه، هدایت‌الله، ظهیری‌نیا، مصطفی، و اعلم کمالی، سیده مهدیه. (۱۳۹۹). بررسی عوامل مؤثر بر مشارکت زنان روستایی در مدیریت مصرف آب در شهرستان میناب، جامعه‌شناسی کاربردی، ۳۰(۳)، ۱۲۱-۱۴۲. https://doi.org/10.22108/JAS.2020.113678.1530

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. Organizational behavior and human decision processes, 50(2), 179-211. https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T

Afzal, A., Jabeen, T., & Javed, M. (2023). Behavior change interventions regarding WASH and its impacts on sustainable community development: A study of district Gujrat, Pakistan. Journal of Human Behavior in the Social Environment, 33(8), 1160-1177. https://doi.org/10.1080/10911359.2022.2131023

AlHaddid O, Ahmad A, AbedRabbo M (2024) Unlocking water sustainability: The role of knowledge, attitudes, and practices among women. J. Clean. Prod, 476, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143697

Bandura, A. (1977). Social Learning Theory. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, USA.

Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. American journal of sociology, 94, S95-S120.

Corbin, J. M., & Strauss, A. (1990). Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria. Qualitative sociology, 13(1), 3-21. https://doi.org/10.1007/BF00988593

Eminel Sülün, E. (2018). Women, water resource management, and sustainable development: The Turkey-North Cyprus water pipeline project. Resources, 7(3), 50. https://doi.org/10.3390/resources7030050

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research. Addison-Wesley. Reading, USA.

Giddens, A. (1984). The constitution of society: Outline of the theory of structuration. University of California Press. Berkeley, USA.

Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research. Aldine Transaction. A Division of Transaction Publishers. New Brunswick, USA and London, UK. Retrieved from http://www.sxf.uevora.pt/wp-content/uploads/2013/03/Glaser_1967.pdf

Haddout, S., Cardoso, L., Hoguane, A. M., Priya, K. L., C. Casila, J. C., Kurniawan, T. A., & Ljubenkov, I. (2024). Women's empowerment in water management across Africa. Development in Practice, 34(6), 810-823. https://doi.org/10.1080/09614524.2024.2338211

Jones, R., & Noble, G. (2007). Grounded theory and management research: a lack of integrity?

Qualitative research in organizations and management: an international journal, 2(2), 84-103. https://doi.org/10.1108/17465640710778502

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). Naturalistic inquiry. Sage Publications. Thousand Oaks, USA. https://doi.org/10.1177/144078338702300329

Mishra, B. K., Kumar, P., Saraswat, C., Chakraborty, S., & Gautam, A. (2021). Water security in a changing environment: Concept, challenges and solutions. Water, 13(4), 490. https://doi.org/10.3390/w13040490

Ostrom, E. (1990). Governing the commons: The evolution of institutions for collective action. Cambridge university press. Cambridge, UK.

Putnam, R. D. (2000). Bowling alone: The collapse and revival of American community. Simon and Schuster. New York, USA.

Ray, I. (2007). Women, water, and development. Annual Review of Environment and Resources, 32, 421-449. https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.041806.143704

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory (2nd ed.). Sage Publications. Thousand Oaks, USA.

Strauss, A., & Corbin, J. (1990). Basics of qualitative research (Vol. 15). Sage Publications. Newbury Park, USA.

United Nations. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/70/1). United Nations. New York, USA. https://sdgs.un.org/2030agenda

Nazarialamdarloo, T., Ali Jamali, H., Nazari, B., Emamjomeh, M. M., & Karyab, H. (2020). A system dynamics approach for water resources management with focusing on domestic water demand. Environmental Health Engineering and Management Journal, 7(4), 229-235. https://doi.org/10.34172/EHEM.2020.27

Ulya, A. U. (2019). Moslem womenâ€™ s participation in sustainable household clean water management: The case of Sekaran District. Sustinere: Journal of Environment and Sustainability, 3(3), 186-198. https://doi.org/10.22515/sustinere.jes.v3i3.89

UN-Water. (2007). Coping with water scarcity: Challenge of the twenty-first century. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy.

World Water Council. (2000). Ministerial Declaration of The Hague on Water Security in the 21st Century. 2nd World Water Forum. Retrieved July 27, 2018. http://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/World_Water_Forum_02/The_Hague_Declaration.pdf

Williamson, K., Bujold, P. M., & Thulin, E. (2020). Behavior change interventions in practice: a synthesis of criteria, approaches, case studies & indicators. Rare Center for Behavior & the Environment and the Scientific and Technical Advisory Panel to the Global Environment Facility, p 93.

Zimmerman, M. A. (2000). Empowerment theory: Psychological, organizational and community levels of analysis. In Handbook of community psychology (pp. 43-63). Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4193-6_2

Zimmerman, M. A., & Rappaport, J. (1988). Citizen participation, perceived control, and psychological empowerment. American Journal of community psychology, 16(5), 725-750. https://doi.org/10.1007/BF00930023

پی‌نوشت‌ها

1- Behavior Change Interventions
2- Grounded Theory
3- Theory of Planned Behavior (TPB)
4- Theory of Reasoned Action (TRA)
5- Social Learning Theory
6- Empowerment Theory
7- Social Capital Theory
8- Perceived Behavioral Control
9- Strauss and Corbin Approach
10- Theoretical Sampling
11- Theoretical Saturation
12- Purposive Sampling
13- Snowball Sampling
14- Open Coding
15- Axial Coding
16- Selective Coding
۱۷- نرم‌افزار MAXQDA يك ابزار قدرتمند برای تحلیل داده‌های کیفی و آمیخته (کیفی-کمی) اســت که به پژوهشــگران کمك می‌کند از داده‌های متنی (مانند مصاحبه‌ها) الگو، مفهوم و نظریه استخراج کنند.
18- Trustworthiness and Credibility
19- Concept
20- Subcategory
21- Self-Efficacy
22- application program
23- Platform

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 33 to 52

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۳۳ تا ۵۲

نوع مقاله | پژوهشی کاربردی

Document Type | Applied Research Article

تبیین چارچوب یکپارچه حکمرانی سیلاب شهری با رویکرد تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی

احمد رادمهر

استادیار دانشکده حکمرانی، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

*رایانامه نویسنده مسئول: aradmehr@ut.ac.ir

تاریخ دریافت ◄ ۱۴۰۴/۰۸/۲۴
تاریخ بازنگری ◄ ۱۴۰۴/۱۰/۱۵
تاریخ پذیرش ◄ ۱۴۰۴/۱۲/۲۷
تاریخ انتشار ◄ ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

چکیده

حکمرانی آب شهری به‌طور فزاینده‌ای بر سیستم‌های تطبیقی و یکپارچه، در کنار اقدامات سازه‌ای متعارف، تکیه دارد. در این مقاله یک رویکرد نوآورانه و یکپارچه در تصمیم‌گیری مکانی برای ارتقای حکمرانی آب شهری پیشنهاد می‌شود. این مطالعه بر مشارکت همکارانه ذی‌نفعان در چارچوب تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی تاکید دارد. مدل پیشنهادی در این پژوهش، دو رویکرد تحلیل مکانی و مشارکت ذی‌نفعان را در قالب یک سیستم پشتیبان برنامه‌ریزی مکانی ادغام می‌کند. نتایج مطالعه موردی در شهر تهران، کاربرد عملی این روش را در حوزه حکمرانی آب شهری نشان می‌دهد. نقشه نهایی خطرپذیری سیلاب، منطقه مورد مطالعه را به شش کلاس خطرپذیری متمایز طبقه‌بندی کرد. حدود ۶٪ از منطقه در دسته خطرپذیری بسیار بالا قرار گرفت که بیشتر در مناطق با شیب کم، تراکم بالا و زیرساخت زهکشی ناکافی واقع بودند. کلاس‌های دو و سه، که بیانگر خطرپذیری متوسط تا بالا هستند، حدود ۴۳٪ از منطقه را دربر گرفتند، درحالی‌که ۴۲٪ در دسته خطرپذیری پایین قرار داشتند. تحلیل مسیر با کمترین هزینه با در نظر گرفتن معیارهای کاربری اراضی، شیب و زمین‌شناسی برای شناسایی مسیرهای مناسب جمع‌آوری رواناب شهری استفاده شد. یافته‌ها نشان داد ساماندهی فوری سیستم زهکشی در مناطق جنوب شرقی ضروری است و مسیرهای پیشنهادی، با اتکا به زیرساخت‌های موجود و توپوگرافی مناسب، ضمن کاهش هزینه‌های ساخت، می‌توانند به حداقل‌سازی پیامدهای اقتصادی و اجتماعی منفی احتمالی مانند جابه‌جایی ساکنان کمک کنند. در مجموع، مدل پیشنهادی چارچوبی تکرارپذیر برای تلفیق ملاحظات فنی، اجتماعی و نهادی در حکمرانی سیلاب شهری فراهم می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: حکمرانی آب، برنامه‌ریزی مشارکتی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره.

An Integrated Framework for Urban Flood Governance: A Participatory Spatial Decision-Making Approach

A. Radmehr

Assistant Professor, Faculty of Governance, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran.

*** Corresponding, Author Email:** aradmehr@ut.ac.ir

Received ▶ 15-11-2025
Revised ▶ 05-01-2026
Accepted ▶ 18-03-2026
Available online ▶ 15-06-2026

Abstract

Urban water governance is increasingly relying on adaptive and integrated systems alongside conventional structural measures. This paper proposes an innovative and integrated spatial decision-making approach to enhance urban water governance. The study emphasizes collaborative stakeholder engagement within a GIS-based multi-criteria decision analysis framework. A decision-support toolbox developed in a Geographic Information System environment employs the Analytic Hierarchy Process. The proposed model integrates spatial analysis and stakeholder participation into a unified spatial planning support system. The results of a case study conducted in Tehran demonstrate the practical applicability of the proposed method in the field of urban water governance. The final flood hazard map classified the study area into six distinct risk levels. Approximately 6% of the area was categorized as very high vulnerability, primarily located in areas characterized by low slopes, high density, and insufficient drainage infrastructure. Classes two and three, representing moderate to high vulnerability, accounted for about 43% of the area, while 42% fell within the low-vulnerability category. Least-cost path analysis, considering land use, slope, and geological criteria, was applied to identify suitable routes for urban runoff collection. The findings indicate that the immediate upgrading of the drainage system in the southeastern areas is essential. The proposed routes, by leveraging existing infrastructure and favorable topography, can reduce construction costs while helping to minimize potential negative economic and social impacts, such as resident displacement. Overall, the proposed model provides a replicable framework for integrating technical, social, and institutional considerations in urban flood governance.

Keywords: Water Governance, Collaborative Planning, Geographic Information System, Multi-Criteria Decision Analysis.

How to cite this article:
Radmehr, A. (2026). An Integrated Framework for Urban Flood Governance: A Participatory Spatial Decision-Making Approach. Journal of Water and Sustainable Development, 13(1), 33-52. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i1.2511-1469

مقدمه

سیلاب‌های شهری به‌عنوان یکی از مهمترین مخاطرات طبیعی، به‌طور فزاینده‌ای زیرساخت‌های شهری، ایمنی شهروندان و پایداری نظام‌های اجتماعی-اقتصادی را با چالش مواجه کرده‌اند. رشد شتابان شهرنشینی، افزایش سطوح نفوذناپذیر، توسعه در دشت‌های سیلابی، تغییرات اقلیمی و ناکارآمدی زیرساخت‌های زهکشی، موجب تشدید فراوانی و شدت سیلاب‌های شهری شده است. در واکنش به این شرایط، اتکای صرف بر رویکردهای فنی و سازه‌ای به‌تدریج کارایی خود را از دست داده و نیاز به گذار به سمت الگوهای حکمرانی تطبیقی، یکپارچه و تاب‌آور در مدیریت سیلاب‌های شهری به‌عنوان ضرورتی انکارناپذیر مطرح شده است.

در ادبیات حکمرانی سیلاب، رویکردهای نوین بر تلفیق ابعاد مهندسی، نهادی، سیاستی و اجتماعی تأکید دارند و مدیریت ریسک سیلاب به‌عنوان فرآیندی چندسطحی و ذی‌نفع‌محور تلقی می‌شود. مطالعات مختلف نشان دادند ضعف حکمرانی، ناهماهنگی نهادی، زیرساخت ناکافی و اثرات تغییر اقلیم از عوامل کلیدی تشدید سیلاب‌های شهری هستند و بر ضرورت گسترش زیرساخت‌ها، سیاست‌های تاب‌آور اقلیمی و حکمرانی مشارکتی تأکید شده است (Kaiser و همکاران، ۲۰۲۵). تجربه‌های سیاستی مانند طرح بیمه مجدد سیلاب در بریتانیا نیز نشان می‌دهند گذار به قیمت‌گذاری مبتنی بر ریسک و افزایش مشارکت ذی‌نفعان نقش مهمی در مواجهه با عدم‌قطعیت‌های اقلیمی ایفا می‌کند (Hampton و Curtis، ۲۰۲۲). افزون بر این، پژوهش‌هایی که از ابزارهایی همچون بازی‌های جدی استفاده کردند، نشان دادند الگوهای مختلف حکمرانی چگونه می‌توانند تصمیم‌گیری در شرایط عدم‌قطعیت را تحت تأثیر قرار دهند و به سازماندهی مؤثرتر حکمرانی محلی کمک کنند (Latham و همکاران، ۲۰۲۴).

در این چارچوب، مشارکت ذی‌نفعان به‌عنوان یکی از ارکان اصلی مدیریت ریسک سیلاب مورد توجه روزافزون قرار گرفته است. مطالعات انجام شده در زمینه قراردادهای هیدرو-اجتماعی، ظرفیت‌های رسمی و غیررسمی مشارکت اجتماعی را در مدیریت سیلاب آشکار ساخته‌اند (Arik و همکاران، ۲۰۲۳).

پژوهش‌های انجام شده در کشورهای مختلف نشان می‌دهند ارتقای حکمرانی مؤثر در مدیریت ریسک از مسیر آموزش، سیاست‌گذاری، قوانین و سازوکارهای مشارکتی و تقویت ظرفیت‌های محلی امکان‌پذیر است (Lukman و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین، نقش ادغام دانش بومی، بهبود جریان اطلاعات و گذار از رویکردهای واکنشی به پیش‌نگرانه در افزایش تاب‌آوری شهری در برابر سیلاب مورد تأکید قرار گرفته است (McNaught و همکاران، ۲۰۲۴). در مقابل، ارزیابی‌های پس از بحران در کشورهایی مانند آلمان نشان دادند ناهماهنگی نهادی و ضعف آمادگی می‌تواند اثربخشی پاسخ به سیلاب را به‌شدت کاهش دهد (Nick و همکاران، ۲۰۲۳). مطالعات مشارکتی در زامبیا و ایالات متحده نیز بر نقش روایت‌های اجتماعی، آگاهی عمومی، هماهنگی سیاستی و کاهش نابرابری‌ها در موفقیت اقدامات مدیریت سیلاب و زیرساخت‌های سبز تأکید دارند (O'Shea و همکاران، ۲۰۲۵؛ Sun و همکاران، ۲۰۲۴). علاوه‌براین پژوهش‌ها نشان می‌دهند تغییرات کاربری اراضی، مقررات شهری و ظرفیت جمعی پاسخ‌گویی، تأثیر مستقیمی بر شدت سیلاب‌های شهری دارند (Winter و Karvonen، ۲۰۲۲) و ابزارهایی همچون بیمه سیلاب می‌توانند به‌عنوان سازوکار انتقال ریسک و بازیابی جوامع سیل‌زده ایفای نقش کنند (Minano و همکاران، ۲۰۲۴).

در کنار تحولات نهادی و مشارکتی، توسعه ابزارهای تحلیلی، نقش مهمی در پیشبرد مدیریت سیلاب شهری ایفا کرده است. مسائل پیچیده و چندبعدی مدیریت سیلاب بیشتر در قالب مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره تعریف می‌شوند تا امکان ارزیابی هم‌زمان معیارهای مختلف و تعارض‌آمیز فراهم شود. روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای ترکیب با تحلیل‌های مکانی در محیط سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی ظرفیت بالایی دارند و به‌طور گسترده‌ای در مدل‌سازی و پهنه‌بندی خطر سیلاب به کار رفته‌اند (Malczewski، ۱۹۹۹). در این راستا، پژوهش‌هایی با بهره‌گیری از چارچوب‌های مشارکتی، مدل‌سازی هیدرولوژیکی و اولویت‌بندی مکانی نشان دادند تلفیق تحلیل‌های فضایی و مشارکت ذی‌نفعان می‌تواند به کاهش حجم سیلاب و بهبود تخصیص منابع اقتصادی منجر شود (Qi و همکاران، ۲۰۲۴).

هم‌زمان، مطالعات اخیر بر نقش ابزارها و پلتفرم‌های داده‌محور در حکمرانی ریسک سیلاب تأکید کرده و تفاوت میان رویکردهای تنها فناورانه و رویکردهای اجتماعی-فناورانه را برجسته ساخته‌اند (Fadmastuti و همکاران، ۲۰۲۴). تجربه‌هایی مانند آزمایشگاه‌های مشارکتی در شهر لودی ایتالیا نشان دادند توسعه نقشه‌های ریسک متناسب با نیاز ذی‌نفعان و ارتقای سامانه‌های اطلاعاتی، عناصر کلیدی در بهبود ارتباط، مشارکت عمومی و اثربخشی تصمیم‌گیری در مدیریت سیلاب هستند (Minucci و همکاران، ۲۰۲۰).

با وجود این پیشرفت‌ها، مرور انتقادی ادبیات نشان می‌دهد در بسیاری از مطالعات، مشارکت ذی‌نفعان همچنان به‌صورت محدود یا نمادین در فرآیند تصمیم‌سازی لحاظ شده و چارچوب‌های عملیاتی و ابزارمحوری که بتوانند تحلیل‌های مکانی، ترجیحات ذی‌نفعان و نیازهای برنامه‌ریزی شهری را به‌صورت یکپارچه پشتیبانی کنند، کمتر توسعه یافته‌اند. این امر شکاف قابل توجهی میان نتایج مدل‌سازی‌های فنی و قابلیت اجرای سیاست‌ها در عمل ایجاد کرده است.

بر این اساس، خلأ اصلی در ادبیات موجود را می‌توان عدم وجود یک چارچوب مکانی یکپارچه و مشارکتی دانست که به‌طور هم‌زمان تحلیل خطرپذیری سیلاب و تصمیم‌گیری

عملیاتی در حوزه مدیریت رواناب شـهری را پوشـش دهد. در پاسخ به این خلأ، هدف پژوهش حاضر، توسعه و پیاده‌سازی یک چارچوب تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی برای پشتیبانی از حکمرانی آب شـهری اسـت. در این راسـتا، پژوهش با تلفیق تحلیل تصـمیم‌گیری چندمعیاره، مشـارکت سـاختاریافته ذی‌نفعـان و ابزارهـای سـامانـه اطلاعـات جغرافیـایی، یـک جعبه‌ابزار تصمیم‌یار مکانی ارائه می‌دهد که قادر است هم به پهنه‌بندی خطر سـیلاب و هم به شـناسـایی مسـیرهای بهینه جمع‌آوری رواناب شهری کمک کند. مطالعه موردی شهر تهران بـه‌منظور ارزیـابی کـارایی و قـابلیـت کـاربرد عملی چـارچوب پیشنهادی استفاده شد.

روش‌شناسی پژوهش

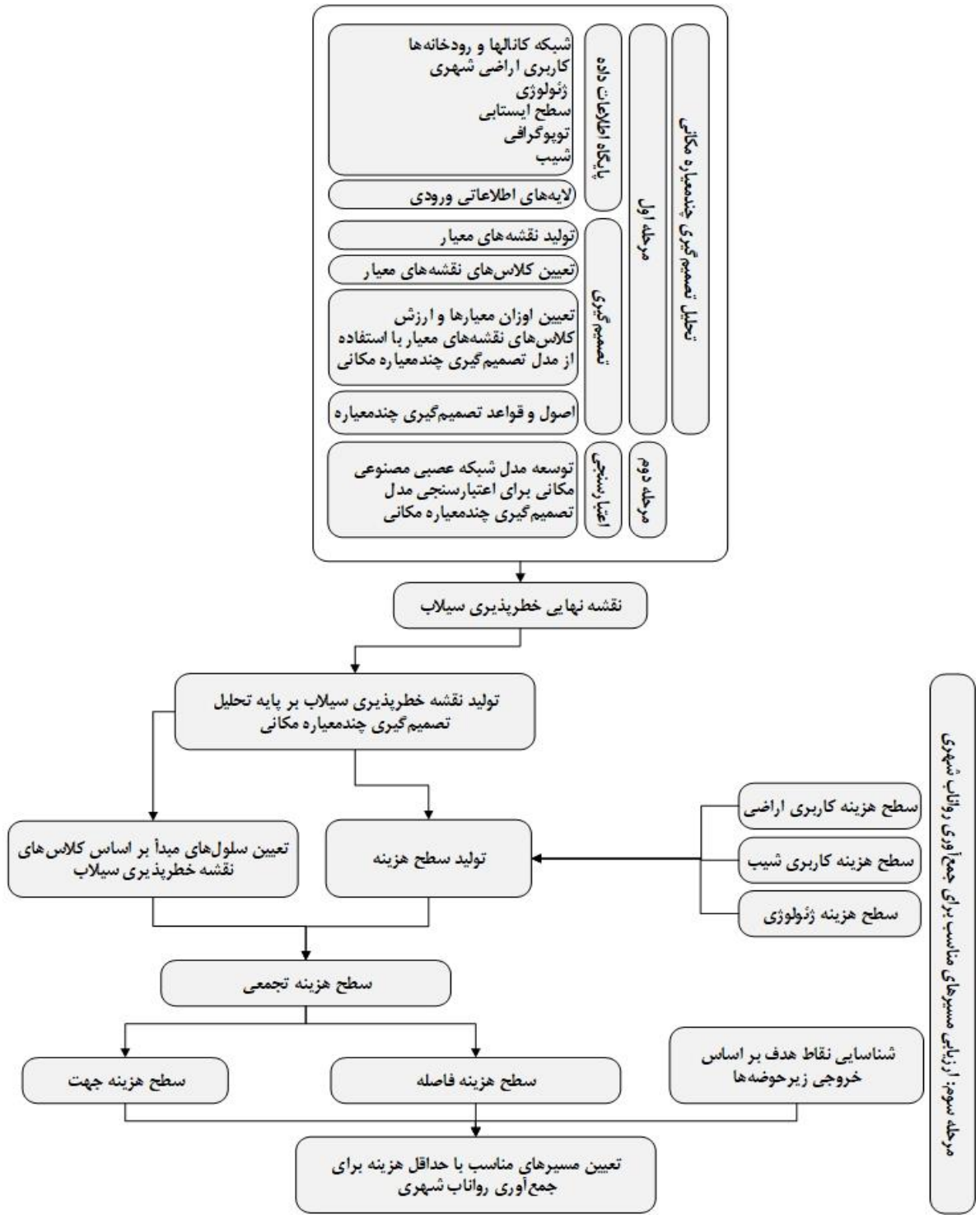
در این پژوهش، چارچوبی برای ارزیابی خطرپذیری سـیلاب و شناسایی مسیرهای بهینه جمع‌آوری رواناب شهری ارائه شده است. در شـکل (۱) فرایند انجام پژوهش ارائه شـده اسـت. در گام نخست، نقشه خطرپذیری با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی و جعبه‌ابزار اختصـاصـی توسـعه یافته در محیط سـیسـتم اطلاعات جغرافیایی تولید شـد. این مدل با ادغام شـاخص‌های مکانی نظیر کاربری اراضی، شـیب و تراکم شـبکه زهکشـی، برآوردی نظام‌مند از سـطح خطر ارائه می‌کند. در گام بعدی، صـحت‌سـنجی مدل تصـمیم‌گیری چندمعیاره مکانی با ایجاد قابلیت مدل‌سـازی مکانی شـبکه عصـبی مصـنوعی انجام گرفته و در ادامه، مسـیرهای انتقال رواناب با روش مسـیر کمترین هزینه و بر پایه ویژگی‌های توپوگرافی و زیرسـاختی تعیین شـدند. جعبه‌ابزار طراحی شـده به‌عنوان سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری عمل کرده و فرآیند ورود داده، اجرای تحلیل و تفسـیر نتایج را تسـهیل می‌کند. هدف اصـلی، کاهش شـکاف میان سـیاسـت‌گذاری و اجرا از طریق ارائه سامانه‌ای کاربردی برای تصمیم‌گیری هوشمند در مدیریت آب شهری است.

- چارچوب مشارکتی و مشارکت ذی‌نفعان

به‌منظور تضـمین شـفافیت روش‌شـناختی، روایی تصـمیمات و مشـروعیت نهادی فرآیند تصـمیم‌گیری، در این پژوهش یک چارچوب مشـارکتی سـاختاریافته برای درگیرسـازی فعال ذی‌نفعان در تصـمیم‌گیری مکانی مدیریت سـیلاب شـهری طراحی و اجرا شد. این چارچوب بر اصول حکمرانی مشارکتی، تولید مشـترک دانش و رویکردهای نوین مدیریت سـیلاب شـهری اسـتوار بوده و به‌گونه‌ای تدوین شـده اسـت که قابلیت تکرار و انطباق با سـایر بافت‌های شـهری را داشـته باشـد. ذی‌نفعان کلیدی بر اسـاس نقش نهادی، میزان تأثیرگذاری در مدیریت سـیلاب شـهری و سـطح تخصص شـناسـایی شـدند. ترکیب مشـارکت‌کنندگان شـامل کارشـناسـان فنی مدیریت سـیلاب و زهکشـی شـهری، برنامه‌ریزان شـهری، متخصـصـان سـیسـتم‌های اطلاعات جغرافیایی و نمایندگانی از نهادهای مسـئول در حوزه مدیریت آب‌های سـطحی شـهری بود. این تنوع نهادی و تخصـصـی با هدف بازتاب دیدگاه‌های فنی، مـدیریتی و اجرایی در فرآیند تصـمیم‌گیری مکانی شـکل گرفت. فرآیند مشـارکت ذی‌نفعان به‌صـورت چندمرحله‌ای و با تکیه بر مصـاحبه‌های نیمه‌سـاختاریافته و جلسـات گفت‌وگو محور اجرا شـد. در مرحله نخسـت، جلسـات تعاملی برای معرفی اهداف پژوهش، تبیین مسئله سیلاب شهری و تشریح ماهیت خطرپذیری سیلاب برگزار شد. در این مرحله، تمرکز بر ایجاد درک مشـترک از عوامل مکانی مؤثر بر سـیلاب و اسـتخراج معیارهای اصـلی و زیرمعیارهای ارزیابی خطرپذیری بود. معیارها به‌صورت مشارکتی و با اتکا به دانش کارشناسی، تجربه محلی و اولویت‌های سـیاسـتی ذی‌نفعان شـناسـایی شـدند تا از هم‌راسـتایی آن‌ها با واقعیت‌های اجرایی اطمینان حاصل شود.

در مرحله دوم، به‌منظور کمی‌سازی ترجیحات ذی‌نفعان، روش فرآیند تحلیل سـلسـله‌مراتبی به‌کار گرفته شـد. ذی‌نفعان از طریق مقایسـه‌های زوجی، اهمیت نسـبی معیارها را تعیین کردند. در مواردی که اختلاف نظر میان مشـارکت‌کنندگان مشـاهده شـد، فرآیند تسـهیل‌گری با رویکرد گفت‌وگوی سـاختاریافته انجام گرفت تا رسـیدن به اجماع جمعی امکان‌پذیر شـود. وزن‌های نهایی معیارها، حاصـل برآیند قضاوت‌های جمعی بوده و از غلبه دیدگاه فردی جلوگیری شد. در طول تمامی مراحل، از یک جعبه‌ابزار تصـمیم‌یار مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی که به‌صورت سفارشی توسعه یافته اسـت، به‌عنوان واسـط مشـارکتی اسـتفاده شـد. این جعبه‌ابزار امکان نمایش برخط نقشه‌های خطرپذیری سیلاب، تحلیل سـناریوهای مختلف ناشـی از تغییر وزن معیارها و دریافت بازخورد فوری از مشـارکت‌کنندگان را فراهم سـاخت. به‌این‌ترتیب ذی‌نفعان قادر بودند تأثیر مسـتقیم ترجیحات خود را بر نتایج مکانی مشـاهده کرده و در فرآیند اصـلاح و بهبود تصمیمات، مشارکت فعال داشته باشند. این سازوکار، شـفافیت، قابلیت ردیابی تصـمیمات و بازتولیدپذیری فرآیند تحلیلی را به‌طور قابل توجهی افزایش داد.

چارچوب مشـارکتی پیشـنهادی نه‌تنها موجب ارتقای کیفیت فنی و واقع‌گرایی مدل مکانی شـد، بلکه مشـروعیت نهادی، قابلیت اجرا و پذیرش نتایج در سطوح مدیریتی و اجرایی را نیز تقویت کرد. ادغام نظام‌مند نظرات ذی‌نفعان در مراحل کلیدی انتخاب و وزن‌دهی معیارها، به افزایش حس مالکیت جمعی، اعتمـاد بـه نتـایج و آمـادگی نهـادی برای بهره‌برداری از خروجی‌های مدل انجامید. در مجموع، این رویکرد مشـارکتی یکی از نوآوری‌های اصـلی پژوهش حاضر محسوب می‌شود و نمونه‌ای کاربردی از عملیاتی‌سـازی تولید مشـترک دانش در حکمرانی آب شـهری ارائه می‌دهد. چارچوب پیشـنهادی، پلی میان مدل‌سـازی علمی و واقعیت‌های سـیاسـت‌گذاری و اجرا ایجاد کرده و نیاز روزافزون به ابزارهای تصمیم‌یار مشارکتی در مدیریت سیلاب شهری را پاسخ می‌دهد.



شکل ۱- فرایند انجام پژوهش

- تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی و تهیه نقشه خطرپذیری سیلاب

مراحل انجام این بخش از تحقیق به‌منظور تهیه نقشه خطرپذیری سیلاب به شرح زیر است:

- جمع‌آوری اطلاعات و انجام تحلیل‌های لازم بر روی آن‌ها.
- تعیین معیارهای مناسب برای فرآیند تصمیم‌گیری.
- استانداردسازی نقشه‌های معیار در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی.
- به‌کارگیری روش تصمیم‌گیری چندمعیاره برای تعیین وزن نسبی هر یک از معیارها.
- استفاده از روش ترکیب خطی وزنی جهت تولید نقشه نهایی خطرپذیری سیلاب و شناسایی نواحی مستعد وقوع سیلاب.

– معیارهای ارزیابی

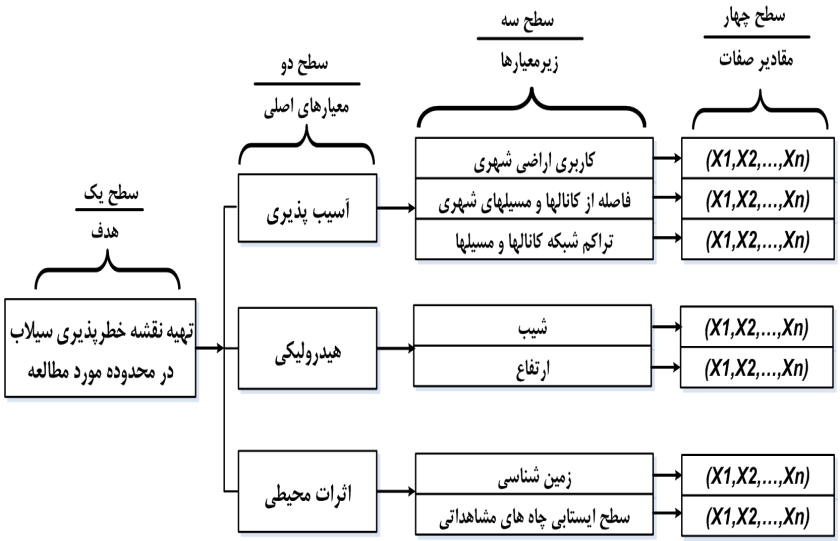
در این پژوهش، معیارهای ارزیابی نقشه خطرپذیری سیلاب به سه گروه اصلی تقسیم شده‌اند: آسیب‌پذیری، هیدرولیکی و اثرات محیطی. معیار آسیب‌پذیری شامل زیرمعیارهای کاربری اراضی شهری، فاصله از کانال‌ها و زهکش‌های شهری و تراکم شبکه زهکش‌ها است؛ معیار هیدرولیکی دو زیرمعیار ارتفاع و شیب زمین را دربر می‌گیرد؛ و معیار اثرات محیطی به دو عامل زمین‌شناسی و سطح آب زیرزمینی محدود می‌شود. در مطالعات مشابه، معیارهای حفاظت آب و خاک به‌عنوان عوامل کلیدی و مدیریت سیلاب به‌عنوان زیرمعیار آن، با متغیرهای شیب، بارش سالانه، عمق خاک، زمین‌شناسی و توپوگرافی بررسی شده‌اند (Phua و Minowa، ۲۰۰۵). در این پژوهش، معیارهای انتخابی بر اساس مطالعات پیشین، کیفیت و دسترس‌پذیری داده‌ها تعیین شده‌اند و تمرکز اصلی بر ارزیابی میزان آسیب‌پذیری منطقه در برابر سیلاب است. داده‌های دقیق‌تر مانند ویژگی‌های خاک می‌توانند دقت مدل را افزایش دهد. تمامی داده‌ها برای تحلیل مکانی به فرمت رستری تبدیل شدند و زیرمعیارها بر اساس میزان اثرگذاری بر خطرپذیری نهایی، به طبقات مختلف تفکیک شدند؛ به‌طوری‌که کلاس‌های با اعداد پایین‌تر نمایانگر تأثیر بیشتر بر سیل‌خیزی هستند. براساس این دسته‌بندی، کاربری اراضی شهری در پنج کلاس (خیابان، تجاری، صنعتی، مسکونی، فضای باز)، فاصله از کانال‌ها در هفت کلاس، تراکم زهکشی در شش کلاس، و شیب و ارتفاع هر یک در نه کلاس تقسیم شدند. زمین‌شناسی در پنج کلاس و سطح آب زیرزمینی در شش کلاس لحاظ شد. لازم به ذکر است برای طبقه‌بندی معیار کاربری اراضی شهری، طبقه‌بندی مشابهی نیز توسط سایر پژوهشگران انجام شده است (Fernández و Lutz، ۲۰۱۰). همچنین، طبقه‌بندی‌های مربوط به معیارهای فاصله از کانال‌ها و زهکش‌ها، شیب و ارتفاع نیز باتوجه‌به گستره محدوده مورد مطالعه انجام شد. به‌عنوان‌مثال در مورد معیار شیب، از آنجایی‌که حدود ۹۰ درصد از محدوده مورد مطالعه شیب کمتر از ۱۰ درصد دارد، اکثر طبقات مربوط به شیب نیز در همین محدوده تعریف شده‌اند. در ارتباط با ساختار زمین‌شناسی شهر تهران، ساختار منطقه به چهار بخش اصلی تقسیم شد: سازند آبرفتی هزاردره (آبرفت‌های A)، سازند آبرفتی ناهمگن شمال تهران (آبرفت‌های Bn) و سیلت‌های رسی کهریزک (آبرفت‌های Bs) (منظور از حروف n و s به ترتیب شمال و جنوب تهران است)، سازند آبرفتی تهران (آبرفت‌های C) و آبرفت‌های کنونی (آبرفت‌های D). به‌این‌ترتیب طبقات زمین‌شناسی شامل ساختارهای A، R، D2، D1، C، Bn و Bs بوده و کلاسه‌بندی لایه زمین‌شناسی براساس میزان نفوذپذیری هر یک از آنها صورت گرفته است.

– فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از مؤثرترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری در حوزه‌های مختلف به شمار می‌رود (Saaty، ۱۹۹۶). این روش بر پایه مقایسه‌های زوجی بنا شده است و به مدیران و تصمیم‌گیرندگان امکان می‌دهد تا سناریوهای مختلف را به‌صورت نظام‌مند ارزیابی نمایند. مدل‌سازی با این روش شامل مراحل ساختاردهی سلسله‌مراتبی مسئله، تعریف ماتریس‌های مقایسه زوجی، محاسبه وزن‌های معیارها و گزینه‌ها و بررسی میزان سازگاری سیستم، می‌باشد. مقادیر عددی ترجیحات در مقایسه‌های زوجی بر اساس پیشنهاد ساعتی در جدول (۱) ارائه شده است (Saaty، ۱۹۹۶). شکل (۲) ساختار سلسله‌مراتبی مرتبط با مدیریت سیلاب شهری را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در این شکل مشاهده می‌شود، سطح اول مربوط به هدف، سطح دوم شامل معیارهای اصلی، سطح سوم دربرگیرنده زیرمعیارها و سطح چهارم شامل کلاس‌های مربوط به هر زیرمعیار می‌باشد.

جدول ۱- مقادیر عددی ارجحیت‌ها در مقایسات زوجی

ترجیحات (قضاوت شفاهی)	مقدار عددی
کاملاً مرجح یا کاملاً مهمتر یا کاملاً مطلوب‌تر	۹
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	۷
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوب‌تر	۳
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
ترجیحات بین فواصل فوق	۸،٦،٤،۲



شکل ۲- سلسله مراتبی مدیریت سیلاب شهری

– توسعه جعبه‌ابزار و یکپارچه‌سازی با سامانه اطلاعات جغرافیایی

در این پژوهش، جعبه‌ابزاری سفارشی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی توسعه داده شد تا فرآیند تصمیم‌گیری مکانی به‌صورت یکپارچه و هدفمند انجام گیرد. این جعبه‌ابزار شامل سه ماژول اصلی است:

۱. پیش‌پردازش داده‌ها (تبدیل داده‌های برداری به رستری و هم‌ترازی لایه‌ها)،

۲. وزن‌دهی معیارها بر اساس نتایج روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و اعمال آن‌ها بر روی نقشه‌های معیار استاندارد،

۳. هم‌پوشانی نقشه‌ها و کلاسه‌بندی خطرپذیری سیلاب با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی برای تولید نقشه نهایی خطرپذیری.

این جعبه‌ابزار به‌صورت افزونه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی پیاده‌سازی شده و امکان اجرای کامل مدل تصمیم‌گیری به شکل فرمان داخلی را فراهم می‌کند. فرآیند اجرایی شامل خواندن لایه‌های برداری، تبدیل آن‌ها به داده‌های رستری، تشکیل ساختار سلسله‌مراتبی، محاسبه وزن‌ها با مقایسه زوجی، و در پایان تولید نقشه خطرپذیری است. نقشه خروجی با تخصیص وزن‌های نهایی به متغیرهای رستری و کلاسه‌بندی مکانی تولید شده و جعبه‌ابزار از طریق واسط کاربری ساده و قابل فهم، قابلیت استفاده در سایر بافت‌های شهری و تسهیل تصمیم‌گیری مشارکتی را دارد.

– ارزیابی مدل با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی

باتوجه‌به عدم دسترسی به نقشه‌های ثبت شده رخدادهای واقعی سیلاب، از یک روش اعتبارسنجی مکانی مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) برای ارزیابی سازگاری درونی نتایج حاصل از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی استفاده شد. در این راستا، لایه‌های رستری شده نمایانگر معیارهای تصمیم‌گیری به‌عنوان داده‌های آموزشی برای مدل شبکه عصبی توسعه یافته در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی به کار گرفته شدند.

شبکه عصبی به‌گونه‌ای آموزش داده شد که کلاس‌های خطرپذیری سیلاب را بر اساس نقشه‌های معیار وزن‌دهی‌شده پیش‌بینی کند. همگرایی نتایج پیش‌بینی‌شده توسط شبکه عصبی با طبقات خطر استخراج شده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی، پایداری مدل را تأیید کرده و سوگیری‌های طبقه‌بندی را به حداقل رساند. به‌منظور جلوگیری از بیش‌برازش و افزایش سرعت محاسبات در ماتریس مکانی بزرگ (۹۶۲ × ۱۱۲۵ سلول) معادل با کل محدوده مورد مطالعه، کاهش ابعاد داده‌ها با استفاده از تحلیل خوشه‌ای (روش نزدیک‌ترین همسایه) انجام شد.

این یکپارچگی ترکیبی میان تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی و اعتبارسنجی مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی، با تلفیق وزن‌دهی مبتنی بر دانش خبرگان و یادگیری داده‌محور، موجب افزایش اطمینان‌پذیری و استحکام چارچوب حکمرانی مکانی سیلاب می‌شود.

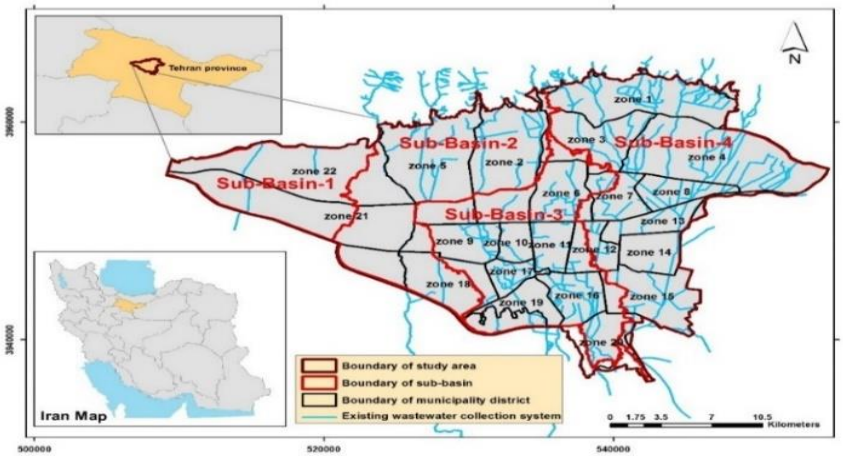
– ارزیابی مسیرهای مناسب برای جمع‌آوری رواناب شهری

پس از تهیه نقشه خطرپذیری سیلاب برای محدوده مورد مطالعه، مرحله بعد شامل شناسایی مسیرهای بهینه برای جمع‌آوری رواناب شهری است. این مرحله با تعیین نقاط سیل‌خیز بر اساس کلاس‌های خطرپذیری استخراج شده و طراحی مسیرهای انتقال رواناب بر پایه معیارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام می‌شود. مسیرهای نهایی مسیرهایی هستند که از نظر مسافت و زمان حداقل هزینه را دارند. ابتدا سلول‌هایی با خطرپذیری بالا شناسایی شده و سپس با تعریف سطح هزینه تناسب بر اساس معیارهایی چون کاربری اراضی، شیب و زمین‌شناسی، مسیرهای کم‌هزینه پیشنهاد می‌شوند. در مدل شبیه‌سازی مسیر با کمترین هزینه مبتنی بر نظریه گراف، تحلیل‌های رستری برای تعیین بهینه‌ترین

مسیر بین سلول‌های مبدأ و مقصد با کمترین هزینه استفاده می‌شود. این فرآیند چهار گام دارد: ۱) انتخاب سلول‌های مبدأ و مقصد؛ ۲) تولید سطح هزینه تناسب با اعمال وزن‌ها از طریق فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و ترکیب خطی وزنی؛ ۳) محاسبه سطح هزینه تجمعی حداقل که نقشه فاصله وزنی میان سلول‌ها را تولید می‌کند و ۴) تعیین مسیرهای مناسب جمع‌آوری رواناب شهری بر پایه نقشه هزینه تجمعی، به‌گونه‌ای که مکان‌های منتخب به نزدیک‌ترین سلول‌های مبدأ با کمترین زمان و هزینه متصل شوند. نتیجه این مدل، شناسایی مسیرهای بهینه و اقتصادی برای هدایت رواناب شهری است که هم‌راستا با معیارهای فنی و هیدرولوژیکی طراحی شده‌اند.

- محدوده مورد مطالعه

در این تحقیق حوضه شهری تهران به عنوان محدوده مورد مطالعه در نظر گرفته شده است (شکل ۳). محدوده مطالعاتی حوضه آبریز تهران از شمال توسط دامنه جنوبی رشته کوه‌های البرز، از جنوب به دشت ورامین و ارتفاعات کهریزک، از شرق به حوضه آبریز رودخانه سرخه حصار و کوه‌های بی‌بی شهربانو و از غرب به حوضه رودخانه کن محدود می‌شود. به‌طورکلی شبکه آب‌های سطحی محدوده تهران بزرگ از سه سیستم زیر تشکیل شده است. ۱- آبراهه‌ها و مسیل‌های منتهی به جنوب شرق تهران، ۲- آبراهه‌ها و مسیل‌های منتهی به جنوب غرب تهران، ۳- انهار و کانال‌های محدوده مرکزی و جنوب تهران بزرگ.



شکل ۳- محدوده مطالعاتی شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی تهران

نتایج و بحث

در این بخش، نتایج مرتبط با میزان خطرپذیری سیلاب در محدوده مورد مطالعه و تحلیل مسیر با کمترین هزینه برای جمع‌آوری رواناب شهری ارائه شده است.

- محاسبه وزن‌های معیارهای تصمیم‌گیری

وزن معیارهای تصمیم‌گیری با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و پس از تعیین ساختار سلسله‌مراتبی تحقیق محاسبه شد. برای این منظور، مقادیر ماتریس مقایسه زوجی با استفاده از مقیاس ساعتی (جدول ۱) تعیین شد. نتایج محاسبات ماتریس مقایسه زوجی در جدول (۳) ارائه شده است. نسبت ناسازگاری[1] نیز برای ماتریس‌های مقایسه زوجی محاسبه شد که نشان‌دهنده میزان سازگاری نتایج است. درصورتی‌که مقدار نهایی نسبت ناسازگاری کمتر از مقدار آستانه (۰/۱) باشد، نیازی به بازنگری در قضاوت‌ها نیست و وزن‌های محاسبه شده به ورودی‌ها (یعنی نقشه‌های کلاسه‌بندی شده) اعمال می‌شود (Saaty، ۱۹۹۶).

- نقشه خطرپذیری سیلاب

برای تهیه نقشه‌های معیار و نقشه خطرپذیری سیلاب، از یک جعبه‌ابزار توسعه یافته در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. مدل تهیه شده شامل تمامی داده‌ها، متغیرهای ورودی، پردازش‌های لازم بر روی این متغیرها و روش انتخاب شده تصمیم‌گیری چندمعیاره (فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی) می‌باشد. این مدل، معیارهای اصلی مانند آسیب‌پذیری، هیدرولیکی و اثرات محیطی، زیرمعیارهای آن‌ها و وزن‌دهی آن‌ها را در بر می‌گیرد. شایان ذکر است این جعبه‌ابزار توسعه یافته، در قالب یک برنامه الحاقی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی قابل پیاده‌سازی است و بر پایه یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (فرایند تحلیل سلسله مراتبی) طراحی شده است. مراحل اجرای این برنامه به شرح زیر می‌باشد: در ابتدا، لایه‌های برداری ورودی توسط برنامه خوانده می‌شوند. پس از پردازش‌های لازم، به فرمت اطلاعات رستری تبدیل می‌شوند. در گام بعد، ساختار سلسله‌مراتبی مطابق با هدف مسئله طراحی می‌شود. پس از آن، وزن‌های معیارهای تصمیم‌گیری بر اساس ماتریس مقایسه زوجی محاسبه می‌شود. در نهایت، در آخرین مرحله، نقشه خروجی پس از

کلاسه‌بندی تولید می‌شود. مشخصات داده‌های استفاده شده در این مطالعه در جدول (۲) ارائه شده است. با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی و اعمال وزن‌های نهایی استخراج شده از جدول (۳) به متغیرهای ورودی (که به لایه‌های رستری تبدیل شده‌اند)، نقشه نهایی خطرپذیری سیلاب تهیه می‌شود.

داده‌های اولیه مورد استفاده در این پژوهش، از شرکت مدیریت منابع آب ایران به‌عنوان مرجع رسمی کشور در حوزه منابع آب و داده‌های هیدرولوژیکی تهیه شده‌اند. با وجود اعتبار نهادی این منبع، لازم است به برخی محدودیت‌ها و عدم قطعیت‌های ذاتی داده‌های مورد استفاده اشاره شود. نخست، داده‌های مکانی مانند نقشه‌های توپوگرافی، کاربری اراضی و زمین‌شناسی که در قالب فایل‌های برداری دریافت شده‌اند، پس از رقومی‌سازی و تبدیل به فرمت رستری، ممکن است تحت تأثیر خطاهای ناشی از مقیاس نقشه، دقت برداشت اولیه و فرآیند تبدیل فرمت قرار گیرند. دوم، داده‌های مربوط به سطح ایستابی آب زیرزمینی که مبتنی بر اطلاعات چاه‌های مشاهداتی هستند، دارای عدم قطعیت مکانی و زمانی بوده و به دلیل پراکنش نامتوازن چاه‌ها، لزوماً تمامی تغییرات محلی سطح آب زیرزمینی را به‌صورت دقیق بازنمایی نمی‌کنند. علاوه‌براین، یکسان‌سازی تفکیک مکانی لایه‌ها (ابعاد سلول ۳۰ متر) و استانداردسازی متغیرها در فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند منجر به ساده‌سازی برخی ناهمگنی‌های مکانی شود. بااین‌حال، استفاده از چندین معیار مستقل، وزن‌دهی مبتنی بر اجماع ذی‌نفعان و تحلیل حساسیت غیرمستقیم از طریق مقایسه سناریوهای وزن‌دهی، تا حدی اثر عدم قطعیت داده‌ها بر نتایج نهایی را کاهش می‌دهد. در مجموع، اگرچه عدم قطعیت داده‌ها می‌تواند بر دقت مطلق نقشه خطرپذیری تأثیرگذار باشد، نتایج این پژوهش با هدف شناسایی الگوهای نسبی خطر و پشتیبانی از تصمیم‌گیری مقدماتی در مقیاس شهری تفسیر می‌شوند. توسعه مدل با داده‌های دقیق‌تر، به‌ویژه اطلاعات بارش-رواناب با قدرت تفکیک زمانی و مکانی بالا، در پژوهش‌های آینده می‌تواند به بهبود دقت و قابلیت اطمینان نتایج منجر شود.

جدول ۲- داده‌های مورد استفاده در پژوهش

داده های مورد استفاده جهت تولید اطلاعات مکانی	محل اخذ داده‌ها	فرمت اطلاعات دریافتی*
نقشه توپوگرافی	وزارت نیرو - شرکت مدیریت منابع آب ایران	.dwg
نقشه کاربری اراضی		.dwg
نقشه زمین شناسی		.dwg
سطح ایستابی چاه‌های مشاهداتی		.xls

*لازم به ذکر است که اطلاعات دریافتی به فرمت dwg. بعد از رقومی‌سازی به فرمت شیپ فایل جهت تولید لایه‌های اطلاعاتی تبدیل شدند.

باتوجه‌به رابطه (۱) میزان تناسب برای هر محدوده محاسبه می‌شود:

$$Fi = \sum_{j=1}^{n} W_j \; X_{ij} \qquad (۱)$$

F_i : شاخص مرتبط با میزان سیل‌خیزی محدوده i، W_j: وزن نسبی معیار j ($\sum W_j = 1$)، X_{ij}: مقادیر استاندارد شده محدوده i تحت معیار j و n نیز تعداد کل معیارها می‌باشد. لازم به ذکر است در تمام مراحل، ابعاد سلول رسترهای خروجی برابر ۳۰ متر در نظر گرفته شده است. به منظور تهیه نقشه نهایی خطرپذیری سیلاب، معیارهای اصلی آسیب‌پذیری[۲]، هیدرولیکی[۳] و اثرات محیطی[۴] با استفاده از روابط (۲، ۳ و ۴) تولید می‌شوند. در این روابط، نقشه‌های معیار آسیب‌پذیری، هیدرولیکی و اثرات محیطی، با اعمال وزن زیرمعیارهای مربوطه تولید شدند. نقشه نهایی خطرپذیری سیلاب نیز باتوجه‌به رابطه (۵) تولید می‌شود.

$$Vulnerability_Map = Map_Landuse \times 0.571 + Map_Distance_Channel \times 0.286 + Map_Density_Channel \times 0.143 \qquad (۲)$$

$Vulnerability_Map$: نقشه معیار آسیب‌پذیری

$Map_Landuse$: نقشه معیار کاربری اراضی شهری

$Map_Distance_Channel$: نقشه معیار فاصله از کانال‌ها و مسیل‌های شهری

$Map_Density_Channel$: نقشه معیار تراکم شبکه کانال‌ها و مسیل‌های شهری

$$Hydraulic_Map = Map_Dem \times 0.5 + Map_Slope \times 0.5 \qquad (۳)$$

$Hydraulic_Map$: نقشه معیار هیدرولیکی

Map_Dem: نقشه معیار ارتفاعی

Map_Slope: نقشه معیار شیب

$$Environmental_Impact_Map = Map_Geology \times 0.643 + Map_Water_Table \times 0.357 \qquad (۴)$$

$Environmental_Impact_Map$: نقشه معیار اثرات محیطی

$Map_Geology$: نقشه معیار زمین‌شناسی

Map_Water_Table: نقشه معیار سطح آب زیرزمینی

$$F = [V \times (\sum_i (W_{V_1} \times W_{V_{i1}}) + \sum_i (W_{V_2} \times W_{V_{i2}}) + \sum_i (W_{V_3} \times W_{V_{i3}}))] + [H \times (\sum_i (W_{H_1} \times W_{H_{i1}}) + \sum_i (W_{H_2} \times W_{H_{i2}}))] + [EI \times (\sum_i (W_{EI_1} \times W_{EI_{i1}}) + \sum_i (W_{EI_2} \times W_{EI_{i2}}))] \qquad (۵)$$

در رابطه (۵)، F شاخص مربوط به نقشه خروجی (نقشه خطرپذیری سیلاب) می‌باشد. همچنین V معیار اصلی آسیب‌پذیری، W_{V_1}، W_{V_2} و W_{V_3} به ترتیب وزن مربوط به زیرمعیارهای کاربری اراضی، فاصله از کانال‌ها و زهکش‌ها و تراکم شبکه کانال‌ها می‌باشند. W_{Vi1}، W_{Vi2} و W_{Vi3} نیز وزن مربوط به کلاس‌های هر یک از زیرمعیارهای آسیب‌پذیری می‌باشد. شاخص H، معیار اصلی هیدرولیکی، W_{H_1} و W_{H_2} به ترتیب وزن مربوط به زیرمعیارهای ارتفاع و شیب، W_{Hi1} و W_{Hi2} نیز وزن مربوط به کلاس‌های هر یک از زیرمعیارهای هیدرولیکی می‌باشند. شاخص EI نیز بیان‌گر معیار اصلی اثرات محیطی، W_{EI_1} و W_{EI_2} به ترتیب وزن مربوط به زیرمعیارهای ژئولوژی و سطح آب زیرزمینی، W_{EIi1} و W_{EIi2} نیز وزن مربوط به کلاس‌های هر یک از زیرمعیارهای اثرات محیطی می‌باشند. نقشه‌های معیار آسیب‌پذیری، هیدرولیکی و اثرات محیطی و همچنین نقشه نهایی خطرپذیری سیلاب با توجه به تحلیل‌های چندمعیاره در شکل (۴) نشان داده شده است.

نتایج فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی نشان می‌دهد معیار «اثرات محیطی» با وزن نهایی ۰٫۰۷۸ نسبت به معیارهای «آسیب‌پذیری» (۰٫۶۳۵) و «هیدرولیکی» (۰٫۲۸۷) اهمیت کمتری در ارزیابی خطرپذیری سیلاب شهری کسب کرده است. این توزیع وزن‌ها مبتنی بر ترکیبی از ملاحظات فیزیکی سیلاب شهری، ویژگی‌های مکانی محدوده مورد مطالعه و قضاوت‌های خبرگان در چارچوب تصمیم‌گیری مشارکتی است. از منظر فیزیک سیلاب شهری، وقوع سیلاب در محیط‌های شهری بیشتر تحت تأثیر عوامل سطحی و انسان‌ساخت نظیر نوع کاربری اراضی، میزان نفوذناپذیری سطوح، تراکم و کارایی شبکه زهکشی و فاصله از کانال‌ها و مسیل‌ها قرار دارد. این عوامل مستقیما بر تولید رواناب، تمرکز جریان و سرعت انتقال آن تأثیرگذار بوده و در مقیاس شهری، نقش تعیین‌کننده‌تری نسبت به ویژگی‌های زمین‌شناسی و تراز آب زیرزمینی ایفا می‌کنند. از منظر مکانی، محدوده مورد مطالعه (حوضه شهری تهران) از لحاظ زمین‌شناسی در بخش‌های وسیعی، ساختارهای نسبتاً همگن آبرفتی دارد و تغییرات شدید زمین‌شناسی به‌صورت پهنه‌های گسترده مشاهده نمی‌شود. به‌طور مشابه، داده‌های سطح ایستابی آب زیرزمینی بیشتر بر پایه چاه‌های مشاهداتی پراکنده بوده و تغییرات آن بیشتر در مقیاس محلی قابل مشاهده است تا در مقیاس حوضه‌ای شهری. در نتیجه، اثر این دو زیرمعیار بر تمایز مکانی پهنه‌های سیل‌خیز نسبت به معیارهای آسیب‌پذیری و هیدرولیکی محدودتر ارزیابی شده است.

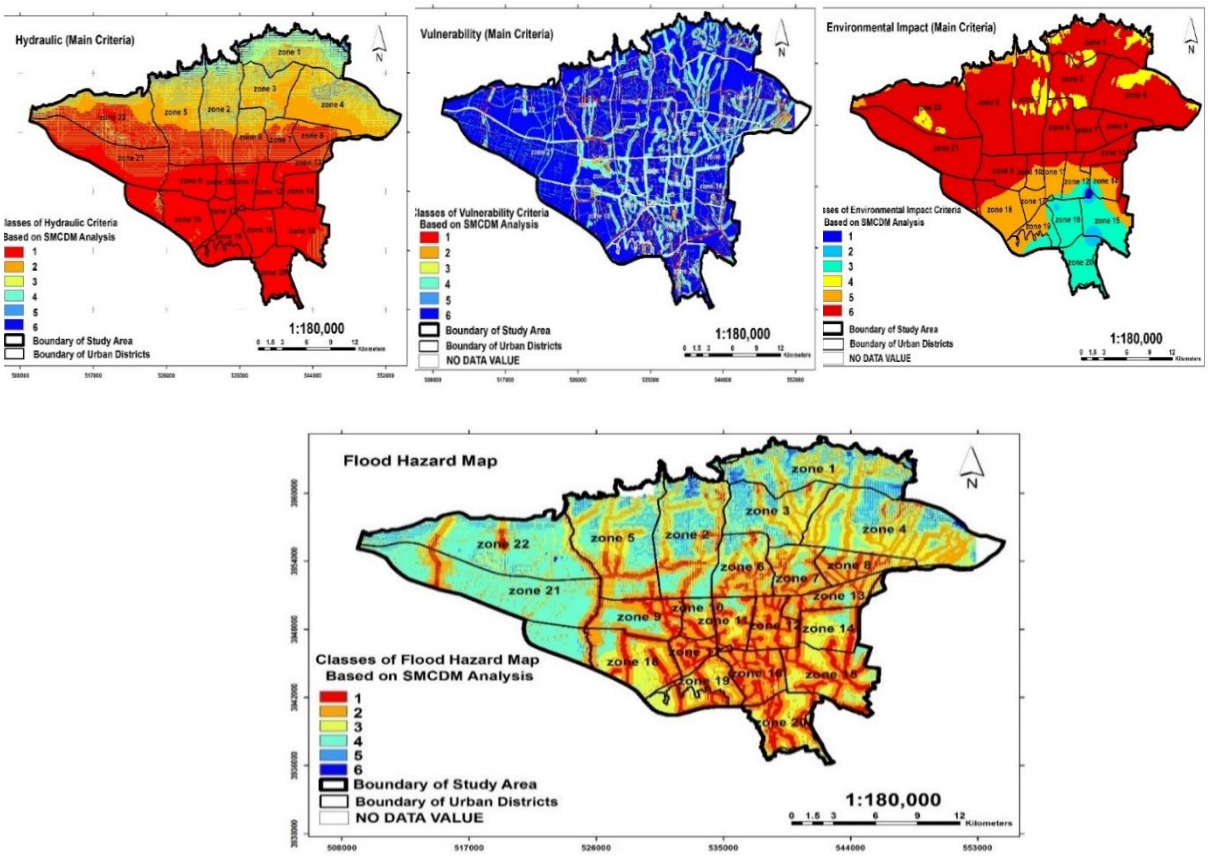
از منظر روش‌شناختی، وزن معیارها حاصل فرآیند مشارکتی مبتنی بر اجماع ذی‌نفعان و خبرگان حوزه مدیریت سیلاب شهری بوده است. نتایج مقایسه‌های زوجی نشان داد مشارکت‌کنندگان، معیارهای آسیب‌پذیری و هیدرولیکی را به‌عنوان عوامل اولویت‌دار در مدیریت عملیاتی سیلاب شهری در تهران در نظر گرفته‌اند، درحالی‌که اثرات محیطی بیشتر به‌عنوان عامل پشتیبان و اصلاح‌کننده الگوهای خطرپذیری تلقی شده است.

شایان ذکر است نسبت ناسازگاری (IR) تمامی ماتریس‌ها کمتر از حد آستانه (۰٫۱) بوده و از سازگاری قضاوت‌ها اطمینان حاصل شده است. بنابراین، وزن کمتر معیار «اثرات محیطی» نه به‌معنای بی‌اهمیتی آن، بلکه بازتابی از نقش نسبی این عامل در مقایسه با متغیرهای غالب سیلاب شهری در مقیاس مورد مطالعه است. درعین‌حال، نقش معیار زمین‌شناسی و سطح ایستابی آب زیرزمینی به‌صورت غیرمستقیم و مکمل در پهنه‌بندی خطرپذیری سیلاب لحاظ شده است.

در این پژوهش، کلاسه‌بندی معیارها به‌گونه‌ای انجام شده است که کلاس‌های با عدد ۱ نشان‌دهنده بیشترین تأثیر در پتانسیل سیل‌خیزی و کلاس‌های با اعداد بزرگ‌تر بیانگر تأثیر کمتر هستند. این منطق برای تمام نقشه‌های معیار یکسان است. در فرآیند استانداردسازی نقشه‌های معیار، ابتدا نقشه‌های پایه بر اساس داده‌های اولیه تولید و سپس باتوجه‌به میزان تأثیر هر معیار در تولید رواناب، کلاسه‌بندی می‌شوند. به‌عنوان‌نمونه در نقشه معیار کاربری اراضی شهری، کلاس‌ها متناسب با درجه نفوذپذیری سطح زمین در بازه ۱ تا ۵ استاندارد شده‌اند؛ به‌طوری‌که عدد ۱ بیانگر پتانسیل بالای تولید رواناب و عدد ۵ نشان‌دهنده تأثیر کمتر در تولید رواناب است. نقشه نهایی خطرپذیری سیلاب (شکل ۴) شامل شش کلاس خطر است: کلاس ۱ «بسیار زیاد»، کلاس‌های ۲ و ۳ «متوسط تا زیاد و متوسط»، کلاس ۴ «کم»، و کلاس‌های ۵ و ۶ به ترتیب «بسیار کم» و «کمترین خطرپذیری» را نشان می‌دهند. بر اساس نتایج، حدود ۶٪ از محدوده در کلاس ۱، ۴۳٪ در کلاس‌های ۲ و ۳، ۴۲٪ در کلاس ۴ و ۹٪ در کلاس‌های ۵ و ۶ قرار دارند. یافته‌ها حاکی از آن است که مناطق جنوب‌شرقی دارای بالاترین خطر سیلاب بوده و در زمین‌های پست با شیب کمتر از ۲٪ و شبکه جمع‌آوری رواناب ضعیف واقع شده‌اند، درحالی‌که مناطق غربی محدوده خطرپذیری پایین‌تری دارند.

جدول ۳- کلاس‌های مناسبت معیارها، زیرمعیارها و وزن‌های مربوطه به منظور مدیریت سیلاب شهری

معیارهاي اصلي	وزن	IR	زيرمعيار	وزن	IR	كلاس‌هاي زيرمعيار	وزن	IR	وزن نهايي
آسيب‌پذيري	۰/۶۳۵	۰/۰۹	كاربري اراضي شهري	۰/۵۷۱	۰/۰۰۱	خيابان	۰/۴۳۹	۰/۰۴	۰/۱۵۹
						تجاري-بازرگاني	۰/۲۸۹		۰/۱۰۵
						صنعتي	۰/۱۴۹		۰/۰۵۴
						مسكوني	۰/۰۷۴		۰/۰۲۷
						فضاي باز	۰/۰۴۹		۰/۰۱۸
			فاصله از كانالها و زهكش‌هاي شهري	۰/۲۸۶		۰-۱۰۰	۰/۳۵۳	۰/۰۳	۰/۰۶۴
						۱۰۰-۲۰۰	۰/۲۳۹		۰/۰۴۳
						۲۰۰-۳۰۰	۰/۱۵۸		۰/۰۲۹
						۳۰۰-۴۰۰	۰/۱۰۴		۰/۰۱۹
						۴۰۰-۵۰۰	۰/۰۶۷		۰/۰۱۲
						۵۰۰-۱۰۰۰	۰/۰۴۹		۰/۰۰۹
						> ۱۰۰۰	۰/۰۳		۰/۰۰۵
			تراكم شبكه كانالها و زهكش‌هاي شهري	۰/۱۴۳		۰-۰/۶۴	۰/۴۲۸	۰/۰۷	۰/۰۳۹
						۰/۶۴-۱/۳	۰/۲۵۵		۰/۰۲۳
						۱/۳-۱/۹۳	۰/۱۵		۰/۰۱۴
						۱/۹۳-۲/۵۷	۰/۰۸۸		۰/۰۰۸
						۲/۵۷-۳/۲۲	۰/۰۴۷		۰/۰۰۴
						۳/۲۲-۳/۸۶	۰/۰۳۳		۰/۰۰۳
هيدروليكي	۰/۲۸۷		ارتفاع	۰/۵	۰	<۱۱۰۰	۰/۲۷۳	۰/۰۱	۰/۰۳۹
						۱۱۰۰-۱۲۰۰	۰/۲۰۳		۰/۰۲۹
						۱۲۰۰-۱۳۰۰	۰/۱۵۲		۰/۰۲۲
						۱۳۰۰-۱۴۰۰	۰/۱۱۲		۰/۰۱۶
						۱۴۰۰-۱۵۰۰	۰/۰۸۲		۰/۰۱۲
						۱۵۰۰-۱۶۰۰	۰/۰۵۹		۰/۰۰۸
						۱۶۰۰-۱۷۰۰	۰/۰۷۶		۰/۰۱۱
						۱۷۰۰-۱۸۰۰	۰/۰۴۳		۰/۰۰۶
						>۱۸۰۰	۰/۰۳۳		۰/۰۰۵
			شيب	۰/۵		<۲%	۰/۳۱۲	۰/۰۳	۰/۰۴۵
						۲-۵%	۰/۲۲۲		۰/۰۳۲
						۵-۸%	۰/۱۵۵		۰/۰۲۲
						۸-۱۰%	۰/۱۰۸		۰/۰۱۵
						۱۰-۱۲%	۰/۰۷۴		۰/۰۱۱
						۱۲-۱۵%	۰/۰۵۱		۰/۰۰۷
						۱۵-۲۰%	۰/۰۳۵		۰/۰۰۵
						۲۰-۳۰%	۰/۰۲۵		۰/۰۰۴
						>۳۰%	۰/۰۱۸		۰/۰۰۳
اثرات محيطي	۰/۰۷۸		زمين‌شناسي	۰/۶۴۳	۰	A	۰/۴۷۳	۰/۰۶	۰/۰۲۴
						Bs,R	۰/۲۶۳		۰/۰۱۳
						D_1	۰/۱۴۴		۰/۰۰۷
						D_2	۰/۰۷۲		۰/۰۰۴
						Bn,C	۰/۰۴۸		۰/۰۰۲
			سطح ايستابي	۰/۳۵۷		<۱۲	۰/۴۳۴	۰/۲۶	۰/۰۱۲
						۱۲-۱۵	۰/۲۸۱		۰/۰۰۸
						۱۵-۲۰	۰/۱۵۱		۰/۰۰۴
						۲۰-۲۵	۰/۰۶۳		۰/۰۰۲
						۲۵-۳۰	۰/۰۴۲		۰/۰۰۱
						>۳۰	۰/۰۳		۰/۰۰۱



شکل ٤- نقشه خطرپذیری سیلاب در محدوده مورد مطالعه

به‌منظور بررسی استحکام و پایداری خروجی‌های مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی، یک مدل شبکه عصبی مصنوعی برای اعتبارسنجی نتایج توسعه داده شد. ساختار شبکه شامل ۷ نورون ورودی (لایه‌های معیار)، دو لایه پنهان هر یک با ۴ نورون، و یک نورون خروجی نمایانگر شاخص نهایی خطرپذیری سیلاب بوده است. ماتریس داده‌های مکانی (۹۶۲ × ۱۱۲۵ سلول) به‌منظور افزایش کارایی محاسباتی و تأمین حجم نمونه کافی، با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به ابعاد (۱۵۰ × ۱۲۶) کاهش داده شد، به‌گونه‌ای که تعداد نمونه‌ها باید از حداقل مقدار توصیه شده در رابطه (۶) فراتر باشد (Kavzoğlu، ۲۰۰۱).

$$Nmin=30\times Ni\times(Ni+1) \quad (۶)$$

Nmin: حداقل تعداد نمونه‌های مورد نیاز

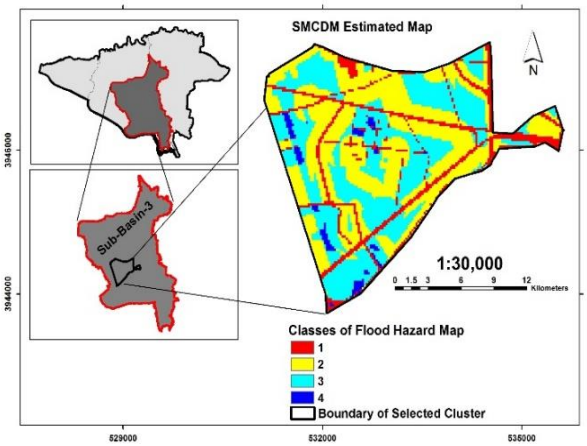
Ni: تعداد متغیرهای (نورون‌های) ورودی مدل

پس از آموزش شبکه با استفاده از نقشه خطرپذیری حاصل از مدل تصمیم‌گیری مکانی به‌عنوان داده هدف، مرحله آزمون با تغییر اوزان معیارهای آسیب‌پذیری و تولید نقشه‌های خطرپذیری پیش‌بینی شده انجام شد. تبدیل داده‌ها به فرمت رستری اسکی[5] امکان مقایسه مکانی مستقیم میان نقشه‌های خطرپذیری مبتنی بر مدل تصمیم‌گیری و نقشه‌های پیش‌بینی‌شده توسط شبکه عصبی را فراهم ساخت (شکل‌های ۵ و ۶). به این منظور از شاخص‌های کارایی ضریب همبستگی (CORR)، ریشه میانگین مربعات خطاها (RMSE) و شاخص درصد خطای پیش بینی (VE%) بین مقادیر مشاهداتی و تخمین زده شده استفاده شد. لازم به ذکر است بهترین پیش‌بینی‌ها باتوجه‌به حداقل مقادیر RMSE و VE% و حداکثر CORR، در هر سه قسمت آموزش، صحت سنجی و تست حاصل می‌شود (جدول ۴).

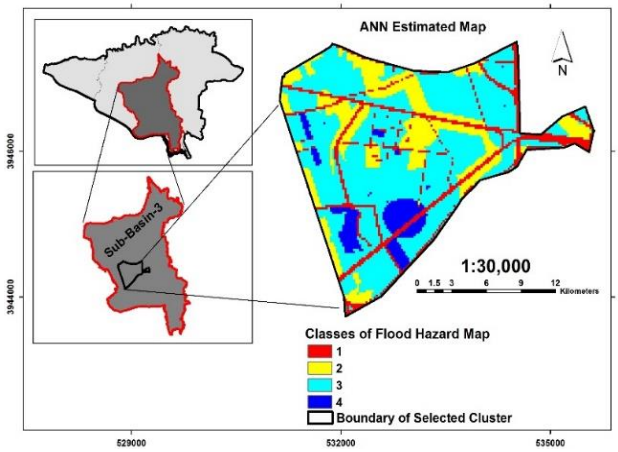
- تولید سطوح هزینه

در فرآیند شناسایی مسیرهای بهینه جمع‌آوری رواناب، لایه رستری هزینه به عنوان مبنای اصلی تصمیم‌گیری به‌کار گرفته شد تا هزینه حرکت از هر سلول در محدوده مورد مطالعه را مشخص کند. برای ساخت این لایه، هزینه ساخت مسیر در هر سلول بین مقادیر ۱ تا ۱۰ تعیین شد؛ به‌طوری‌که عدد ۱ نشان دهنده کمترین هزینه و بیشترین مطلوبیت و عدد ۱۰ بیانگر بیشترین هزینه و کمترین مطلوبیت است. مسیرهای بهینه از طریق تکرارهای متعدد مدل استخراج شدند. معیارهای تصمیم‌گیری به سه دسته اصلی تقسیم شدند: کاربری اراضی شهری، شیب و زمین‌شناسی. در معیار کاربری اراضی، نقشه محدوده به ۲۲ کلاس تفکیک شد و برای هر کلاس، مقدار هزینه متناسب با دشواری احداث مسیر رواناب اختصاص یافت؛ به‌طوری‌که کاربری‌های شهری با هزینه کمتر، مطلوبیت بالاتری داشتند. در خصوص معیار شیب، محدوده به ۱۰ کلاس تقسیم‌بندی شد؛ کلاس‌های با شیب کمتر، دارای هزینه پایین‌تر و کلاس‌های با شیب بالا، با هزینه بیشتر در

نظر گرفته شدند، چرا که شیب عاملی مؤثر در طراحی شبکه زهکشی است. در خصوص معیار زمین‌شناسی، این معیار به شش کلاس (Bs، Bn، C، D1، D2، R، A) تفکیک شد که هزینه هر کلاس بر مبنای نفوذپذیری لایه‌ها تعیین شد؛ به‌گونه‌ای‌که نفوذپذیری بیشتر معادل هزینه بالاتر و نفوذپذیری کمتر معادل هزینه پایین‌تر در نظر گرفته شد. این ساختار لایه هزینه، امکان تحلیل دقیق‌تر و استخراج مسیرهای کم‌هزینه و بهینه برای جمع‌آوری رواناب شهری را فراهم کرد.



شکل ۵- نقشه پتانسیل سیل‌خیزی تولید شده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی برای خوشه انتخابی



شکل ٦- نقشه تخمینی مدل شبکه عصبی برای خوشه انتخابی

جدول ٤- مقادیر معیارهای کارایی برای مراحل مختلف آموزش، صحت‌سنجی و تست

معیارهای کارایی	CORR	RMSE	VE (%)
آموزش	۰/۸۷	۰/۱۹۰	۰/۳۸
صحت‌سنجی	۰/۸۲	۰/۲۳۱	۰/۳۳
تست	۰/۷۶	۰/۲۷۶	۰/۳۲

- تعیین سلول‌های مبدا

تعیین سلول‌های مبدأ در این مرحله از پژوهش بر اساس نقشه خطرپذیری سیلاب و کلاس‌های آن انجام شد. منظور از نقاط مبدأ، آغاز مسیرهای جمع‌آوری رواناب شهری است. به‌منظور شناسایی این نقاط در سطح زیرحوضه‌های درون‌شهری، دو گروه سلول مبدأ تعریف شد: ۱) نقاط مبدا دسته اول: در صورت واقع شدن کلاس یک خطرپذیری در زیرحوضه‌های مطالعاتی، سلول‌های مورد نظر به عنوان نقاط مبدا انتخاب می‌شوند (نقاط مبدا دسته اول) و ۲) نقاط مبدا دسته دوم: در صورت واقع شدن کلاس دو خطرپذیری در زیرحوضه‌های مطالعاتی، سلول‌های موردنظر به عنوان نقاط مبدا انتخاب می‌شوند (نقاط مبدا دسته دوم). بر پایه این دو قاعده، در مجموع ۳۹ سلول مبدأ شناسایی شد که شامل ۱۹ سلول از نوع دسته اول و ۲۰ سلول از نوع دسته دوم است. نقاط تعیین شده در فرمت اطلاعات شیپ فایل[۶] به‌عنوان یکی از ورودی‌های مدل معرفی شدند، به‌گونه‌ای‌که با انتخاب هر یک از این سلول‌ها، مسیرهای بهینه جمع‌آوری رواناب محاسبه می‌شود. همان‌گونه که در شکل (۷) نشان داده شد، سلول‌های مبدأ دو دسته در زیرحوضه شماره ۳ مشخص شدند؛ لازم به ذکر است زیرحوضه ۳ برای این بخش از مطالعه بر اساس نتایج نقشه خطرپذیری سیلاب انتخاب شد.

- تولید سطح هزینه مناسبت به منظور مدل‌سازی مسیرهای مناسب برای جمع‌آوری رواناب شهری

بعد از تولید سطوح هزینه معیارهای مختلف تصمیم‌گیری، میزان مناسبت هر منطقه یا سلول که بیان‌گر هزینه حرکت از طریق هر سلول می‌باشد، تعیین می‌شود. تولید سطح هزینه مناسبت در قالب یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره مطرح می‌شود. به این ترتیب که ابتدا وزن هر یک از سطوح هزینه تولید شده توسط ماتریس‌های مقایسه زوجی تعیین شده و در ادامه با روش ترکیب خطی وزنی سطح هزینه مناسبت نهایی با رابطه (۷) تولید می شود.

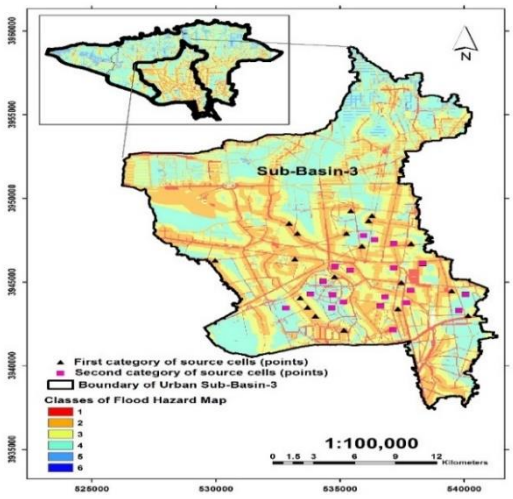
$$\text{Suitability cost surface} = \sum[Cost\ Surface\ (C_n) \times Weight(W_n)] \quad (۷)$$

Suitability cost surface: سطح هزینه مناسبت

$Cost\ Surface\ (C_n)$: سطح هزینه مربوط به هریک از معیارهای تصمیم‌گیری

$Weight(W_n)$: وزن سطوح هزینه مربوط به معیارهای تصمیم‌گیری می‌باشد که از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی حاصل می‌شود.

در جدول (۵) ماتریس مقایسه زوجی سطوح هزینه معیارهای تصمیم‌گیری ارائه شده است.



شکل ۷- موقعیت نقاط مبدا بر اساس کلاس‌های خطرپذیری سیلاب در زیرحوضه سه درون شهری

جدول ۵- ماتریس مقایسه زوجی سطوح هزینه معیارهای تصمیم‌گیری

سطوح هزینه	کاربری اراضی	شیب	ژئولوژی	وزن معیارها
کاربری اراضی	۱	۲	۷	۰/۵۸۲
شیب	-	۱	۶	۰/۳۴۸
ژئولوژی	-	-	۱	۰/۰۶۹
نرخ ناسازگاری		۰/۰۳		

نتایج مربوط به کل محاسبات فرایند تحلیل سلسله مراتبی اعم از وزن سطوح هزینه و کلاس‌های مربوط به هریک از سطوح هزینه و وزن نهایی آنها در جدول ۶ ارائه شده است. مقدار نرخ ناسازگاری (IR) نیز برای ماتریس‌های مقایسه زوجی به‌دست آمده است که نشان‌دهنده سازگاری نتایج می‌باشد. باتوجه‌به اینکه، مقادیر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ می‌باشد، سازگاری در قضاوت‌ها رعایت شده است.

- تعیین مسیرهای با حداقل هزینه از نظر مسافت و زمان

بعد از تعیین نقاط (سلول) مبدا بر اساس دو قانون تعریف شده، مسیرهای با حداقل هزینه بین هر یک از سلول‌های مبدا تعریف شده (ابتدای مسیرهای جمع‌آوری رواناب) و سلول هدف که خروجی زیرحوضه‌ها می‌باشد، با استفاده از نقشه فاصله وزن‌دهی شده با هزینه و نقشه جهت، تعیین می‌شود. به منظور اجرای این فرایند و باتوجه‌به بالا بودن حجم عملیات مربوطه بر اساس نقاط مبدا انتخابی از جعبه ابزار توسعه داده شده که در بخش‌های قبل به آن اشاره شد، استفاده شد. نحوه اجرای مدل فوق به این ترتیب است که ابتدا نقاط (سلول) مبدا به صورت یک فایل ورودی به مدل معرفی شده و با انتخاب هر یک از سلول‌های مبدا، و با توجه به مراحل ذکر شده در بخش‌های قبل، مسیرهای مناسب برای جمع‌آوری رواناب شهری پیشنهاد می‌شوند.

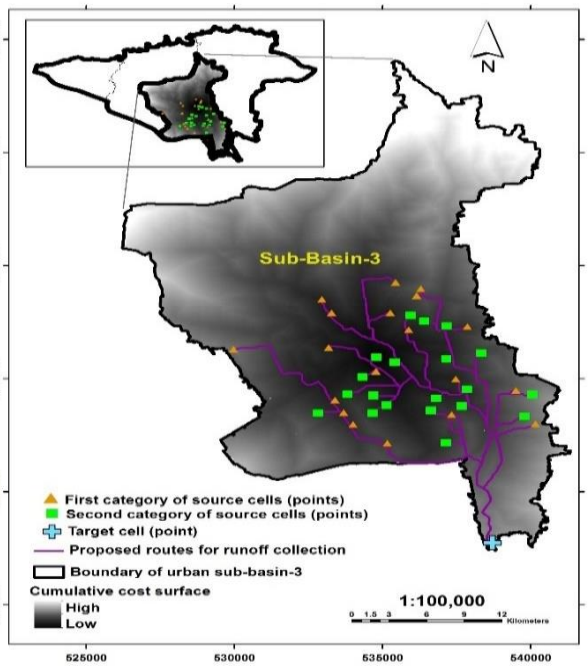
در شکل (۸) مسیرهای پیشنهادی به منظور جمع‌آوری رواناب شهری در زیرحوضه سه بر اساس نقاط مبدا تعریف شده، به همراه سطح هزینه تجمعی نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود مسیرهای پیشنهادی در مناطقی واقع می‌شوند که میزان هزینه آنها حداقل می‌باشد. همچنین مسیرهای تعیین شده بر اساس ارزش هزینه یک که به کلاس کانال‌ها و مسیل‌های وضع موجود اختصاص یافته است، پس از عبور از مسیرهای مناسب از نظر مقادیر هزینه‌ای، به سمت کانال‌های وضع موجود هدایت می‌شوند. در شکل (۹) مسیرهای پیشنهادی برای جمع‌آوری رواناب‌های شهری در مقایسه با کانال‌ها و زهکش‌های موجود در منطقه مورد مطالعه نشان داده شده‌اند.

- آنالیز هزینه مسیرهای پیشنهادی

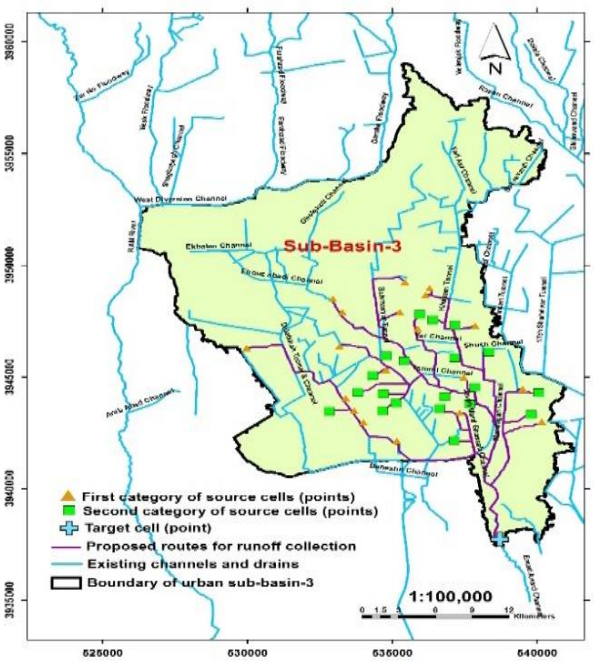
آنالیز هزینه یکی از بخش‌های مهم این پژوهش می‌باشد. در این بخش از پژوهش با تقاطع هر یک از مسیرهای پیشنهادی با عوارض موجود و بر اساس کلاس‌های هزینه هر یک از معیارهای تصمیم‌گیری، میزان هزینه هر یک از مسیرها تعیین می‌شود. لازم‌به‌ذکر است به منظور آنالیز هزینه در این بخش، یکی از نقاط (سلول) مبدا به صورت انتخابی تعیین شده و با تغییر ارزش‌های هزینه‌ای مربوط به کلاس‌های معیار کاربری اراضی که به عنوان مهمترین معیار در برآورد هزینه مسیرهای پیشنهادی بر اساس تحلیل‌های چندمعیاره مطرح می‌باشد، هزینه مربوط به مسیرهای پیشنهادی تعیین می‌شود.

جدول ٦- سطوح هزینه، کلاس‌های مناسبت هر یک از آنها و وزن‌های مربوط به آن به منظور تعیین مسیرهای مناسب برای جمع‌آوری رواناب شهری

سطوح هزینه	وزن	نرخ ناسازگاری	کلاس‌های هزینه	وزن	نرخ ناسازگاری	وزن نهایی
سطح هزینه کاربری اراضی	۰/۵۸۲	۰/۰۳	کانال‌ها و مسیل‌ها	۰/۶۴۵	۰/۱	۰/۳۷۵
			جاده و خیابان	۰/۲۹۷		۰/۱۷۳
			سایر	۰/۰۵۸		۰/۰۳۴
سطح هزینه شیب	۰/۳۴۸		۰ - ۰/۵	۰/۲۶۰	۰/۰۸۰	۰/۰۹۰
			۰/۵ – ۱	۰/۲۰۲		۰/۰۷۰
			۱ - ۱/۵	۰/۱۵۶		۰/۰۵۴
			۱/۵ – ۲	۰/۱۱۹		۰/۰۴۱
			۲ - ۲/۵	۰/۰۹۱		۰/۰۳۲
			۲/۵ – ۳	۰/۰۶۴		۰/۰۲۲
			۳ - ۵	۰/۰۴۴		۰/۰۱۵
			۵ - ۱۰	۰/۰۲۹		۰/۰۱۰
			۱۰ - ۲۰	۰/۰۲۰		۰/۰۰۷
			> ۲۰	۰/۰۱۳		۰/۰۰۵
سطح هزینه ژئولوژی	۰/۰۶۹		A	۰/۳۹۰	۰/۰۹۰	۰/۰۲۷
			R	۰/۲۴۶		۰/۰۱۷
			Bs	۰/۱۵۳		۰/۰۱۱
			D_1	۰/۰۹۵		۰/۰۰۷
			D_2	۰/۰۵۹		۰/۰۰۴
			C	۰/۰۳۷		۰/۰۰۳
			Bn	۰/۰۲۰		۰/۰۰۱



شکل ۸- مسیرهای پیشنهادی به منظور جمع‌آوری رواناب در زیرحوضه سه درون شهری

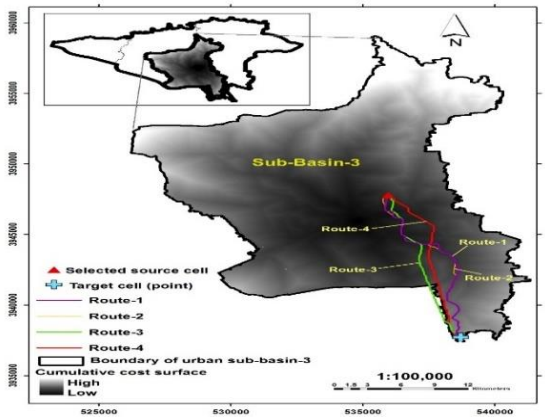


شکل ۹- مقایسه مسیرهای پیشنهادی با کانال‌ها و زهکش‌های موجود در زیرحوضه سه درون شهری

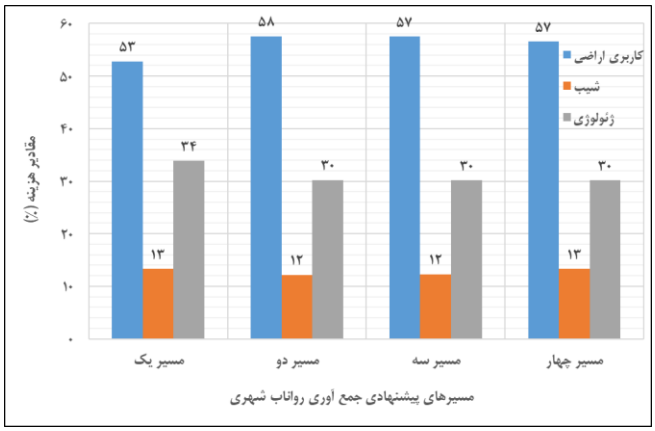
در شکل (۱۰) چهار مسیر پیشنهادی برای سلول مبدا انتخاب شده به ازای تغییر در ارزش هزینه کلاس کانال‌ها و مسیل‌های شهری با مقادیر هزینه ۱، ۴، ۷ و ۱۰ نشان داده شده است. لازم‌به‌ذکر است ارزش هزینه ۱ (یک) معادل بهترین کلاس مناسبت و ارزش هزینه ۱۰ (ده) معادل بدترین کلاس مناسبت می‌باشد. براین اساس چهار مسیر به نام‌های مسیر یک، مسیر دو، مسیر سه و مسیر چهار در شکل (۱۰) نشان داده شده است که هر کدام از این مسیرها بر اساس ارزش‌های هزینه ۱، ۴، ۷ و ۱۰ برای کلاس کانال‌ها و مسیل‌های شهری تعیین شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود مسیرهای یک و دو که به ترتیب به ازای ارزش‌های هزینه ۱ و ۴ تعیین شده‌اند، تقریباً بر روی هم واقع می‌شوند.

در شکل (۱۱) درصد هزینه هر یک از معیارهای هزینه تصمیم‌گیری برای مسیرهای مختلف نشان داده شده است.

بر اساس این شکل ملاحظه می‌شود در تمامی مسیرها، به ترتیب معیارهای هزینه کاربری اراضی، ژئولوژی و شیب بیشترین درصد هزینه را دارد. در شکل (۱۲) نیز مقایسه بین مسیرهای پیشنهادی جمع‌آوری رواناب شهری بر اساس هزینه هر یک از معیارهای تصمیم‌گیری ارائه شده است. لازم‌به‌ذکر است که در این شکل، هزینه معیارهای تصمیم‌گیری، بر اساس حاصل ضرب تعداد پیکسل‌های هر یک از کلاس‌های معیارهای هزینه تصمیم‌گیری در مقادیر هزینه‌ای آنها محاسبه شده است. در شکل (۱۳) کل هزینه مربوط به هر یک از مسیرهای پیشنهادی مورد مقایسه قرار گرفته است. بر این اساس مسیر یک با کمترین هزینه، به عنوان مناسب‌ترین مسیر پیشنهادی برای جمع‌آوری رواناب شهری معرفی می‌شود.

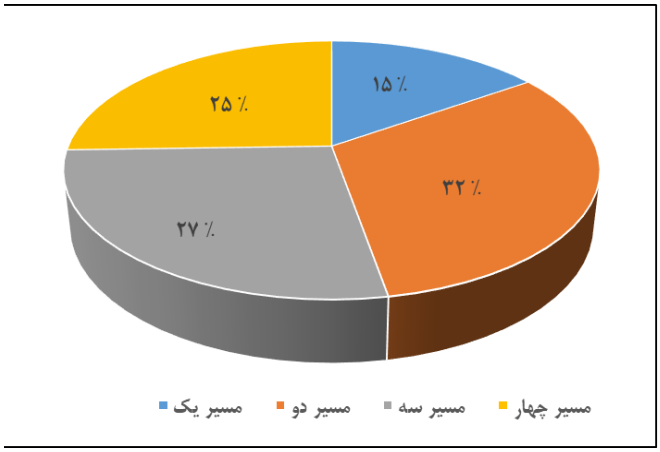


شکل ۱۰- مسیرهای پیشنهادی به منظور جمع‌آوری رواناب شهری برای سلول مبدا انتخابی



شکل ۱۱- درصد هزینه هر یک از معیارهای هزینه تصمیم‌گیری برای مسیرهای پیشنهادی جمع‌آوری رواناب شهری

شکل ۱۲- مقایسه بین مسیرهای پیشنهادی جمع‌آوری رواناب شهری بر اساس هزینه هر یک از معیارهای هزینه تصمیم‌گیری



شکل ۱۳- مقایسه بین مسیرهای پیشنهادی جمع‌آوری رواناب شهری بر اساس هزینه کل محاسبه شده

نتایج و بحث

برای شفاف‌سازی جایگاه و نوآوری پژوهش حاضر در قیاس با مطالعات اخیر، جدول (۷) چارچوب روش‌شناختی، سطح اعتبارسنجی، میزان مشارکت ذی‌نفعان و خروجی‌های عملیاتی این مطالعه را با پژوهش‌های منتخب مقایسه می‌کند که در ادامه توضیحات مرتبط ارائه شده است. چارچوب یکپارچه‌ای که در این مطالعه توسعه یافته است و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، شبکه‌های عصبی مصنوعی و تحلیل مسیر با کمترین هزینه را در قالب یک ساختار تصمیم‌گیری مکانی

مشـــارکتی تلفیق می‌کند، در ایجاد پیوند میان اولویت‌بندی مبتنی بر نظر خبرگان و مدل‌سازی اعتبارسنجی‌شده مبتنی بر داده در مدیریت ریسـک سـیلاب شـهری کارآمد ارزیابی شـد (Nguyen و همکاران، ۲۰۲۲). وزن‌هـای چنـدذی‌نفعی کـه از دیدگاه مهندســان، برنامه‌ریزان ســیاســتی، دانشــگاهیان و ســازمان‌های غیردولتی اســتخراج شــده‌اند، نـه تنها با شــاخص‌های هیدرولوژیکی هم‌خوانی داشــتند، بلکه پس از اعتبارسـنجی با اسـتفاده از مدل شـبکه عصـبی، به تفکیک مکانی دقیق‌تر پهنه‌های حسـاس به سـیلاب نیز منجر شـدند (Guo و همکاران، ۲۰۲۴). به‌کارگیری تحلیل مسـیر با کمترین هزینه، گزینه‌های اجرایی و کم‌هزینه‌ای برای انتقال رواناب در بسـتر پیچیده شـهری تهران فراهم کرد و به‌این‌ترتیب ارزیابی ریسک را به طراحی عملیاتی قابل اجرا پیوند داد.

یافته‌های این پژوهش با نتایج مطالعات اخیر که بر توسـعه چارچوب‌هـای ترکیبی تصـمیم‌گیری چندمعیاره و یادگیری ماشـین برای پهنه‌بندی مخاطرات تأکید دارند، هم‌راستا است (Lu و همکـاران، ۲۰۲۴؛ McNaught و همکـاران، ۲۰۲۴). شبکه‌های بیزین یکپارچه شده با سیستم اطلاعات جغرافیایی توانسته‌اند بازنمایی دقیق‌تر و کمّی‌سازی بهتر عدم قطعیت را در ارزیـابی مخـاطرات سـیلاب شـهری ارائـه دهنـد (Lu و همکاران، ۲۰۲۴).

همچنین، مـدل‌هـای هیـدرودینـامیکی، نمـایش بهتری از سازوکارهای سیلاب ناشی از بارش‌های شدید فراهم کرده و از نظر اعتبارسنجی، پشتیبان گزینه‌های سازه‌ای استخراج شده از طریق بهینه‌سازی مکانی بوده‌اند (Luan و همکاران، ۲۰۲۴). از منظر پهنه‌بندی حساسیت سیلاب، مرورهای نظام‌مند نقش داده‌های سـنجش‌ازدور با قدرت تفکیک مکانی بالا و انتخاب مناسـب پارامترهای کلیدی را در شـکل‌دهی به مدل‌های پیش‌بینی قـابل اتکا برجسـتـه کرده‌انـد (Pourzangbar و همکاران، ۲۰۲۵).

علاوه‌براین، معماری‌های یادگیری عمیق مانند شـبکه انتزاعی عمیق، ظرفیت بالایی در اسـتخراج روابط غیرخطی فضـایی در بافت‌های متراکم شـهری از خود نشـان داده‌اند؛ امری که در مطالعات موردی اخیر در شهرهای ایران نیز اعتبارسنجی شده اسـت (Shirzadi و همکاران، ۲۰۲۵). برجسـتگی معیارهای کـاربری اراضـی و شـیـب زمین بـه‌عنوان عوامـل غـالـب، نشـان‌دهنده هم‌راسـتایی قوی میان دانش تجربی محلی و علوم هیدرولوژی اسـت و بر ارزش کالیبراسـیون مشـارکتی در مدل‌های مکانی تاکید دارد. این هم‌راسـتایی، علاوه بر تقویت اسـتحکام روش‌شـناختی، اعتبار مدل را نیز افزایش می‌دهد، چراکه ذی‌نفعان شـهری بازتاب دانش تجربی خود را به‌طور مستقیم در خروجی‌های مدل مشاهده می‌کنند.

چارچوب‌های نوین مبتنی بر سـناریو، به‌طور صـریح تغییرات اقلیم و تحولات کاربری اراضی را در ارزیابی حساسیت سیلاب تلفیق کرده‌اند و برتری روش‌های ترکیبی نسبت به رویکردهای ایسـتا را از منظر تاب‌آوری شـهری برجسـته سـاخته‌اند (Khodaei و همکاران، ۲۰۲۵). بهینه‌سازی سامانه‌های سبز–خاکستری–آبی گزارش شده در سال ۲۰۲۴ نشان می‌دهد که راهکارهای مبتنی بر طبیعت، در صـورت هم‌افزایی با اقدامات مهندسـی متعارف، عملکرد بهتری نسـبت به راهبردهای تـک‌زیرسـاختی در مـدیریت رواناب شـهری دارند (Liu و همکاران، ۲۰۲۵).

از منظر فنی، تحلیـل مسـیـر بـا کمترین هزینـه بـه تولیـد مسـیرهـای بهینـه جمع‌آوری رواناب انجـامیـد کـه بـه‌عنوان مکمـل‌هـایی غیرمتمرکز و تطبیق‌پـذیر برای سـیسـتم‌هـای زهکشـی متعارف عمل می‌کنند؛ نتایجی که با شـواهد اخیر مرتبط با سـامانه‌های زهکشـی پایدار شـهری و راهکارهای مبتنی بر طبیعت برای افزایش تاب‌آوری شهرها هم‌خوان است (Fadmastuti و همکاران، ۲۰۲۴؛ Haapasaari و همکاران، ۲۰۲۴). با ادغام تحلیل مسـیر با کمترین هزینه مبتنی بر سـیسـتم اطلاعات جغرافیایی، این مطالعه نشـان می‌دهد که چگونه طراحی تطبیقی مدیریت آب‌های سـطحی می‌تواند با اسـتفاده از مدل‌های داده‌محور و درعین‌حال پاسـخ‌گو به الزامات حکمرانی، به‌صـورت مکانی بهینه شـود. از منظر حکمرانی، مدل ارائه‌شـده یک جعبه‌ابزار پشـتیبان تصـمیم فراهم می‌آورد که دانش خبرگان، بینش ذی‌نفعان و تحلیل‌های مکانی را یکپارچه کرده و به‌این‌ترتیب به تسـهیل هماهنگی نهادی کمک می‌کند؛ موضـوعی که به‌ویژه در شـهرهایی با سـاختار حکمرانی چندپاره مانند تهران چالش‌برانگیز اسـت (Challies و همـکـاران، ۲۰۱۶؛ Francesch-Huidobro، ۲۰۱۵). در مقایسـه با مدل‌های متمرکز بر حکمرانی، رویکرد حاضـر بر قابلیت کاربرد عملیاتی و سـهولت اسـتفاده برای متخصـصـان اجرایی تأکید دارد و فاصـله پایدار میان نظریه مدل‌سـازی و اجرای سـیاسـتی را کاهش می‌دهد. نوآوری این پژوهش نسـبت به روندهای جاری در سـه محور اصـلی قابل تبیین است: ۱) کاهش شکاف میان دانش خبرگانی و داده‌های تجربی از طریق اعتبارسـنجی وزن‌های اسـتخراج شـده از مدل تصـمیم‌گیری با اسـتفاده از شـبکه عصـبی مصـنوعی؛ ۲) عملیاتی‌سازی تحلیل مسیر با کمترین هزینه برای شناسایی مـداخلات اجرایی و کم‌هزینـه کـه مسـتقیمـا بـا توپوگرافی فیزیکی، ظرفیت زهکشی و محدودیت‌های شهری پیوند دارند؛ ۳) نهـادینـه‌سـازی مشـارکـت ذی‌نفعـان در کـل جریـان تصـمیم‌گیری، هم‌سـو با شـواهد که نشـان می‌دهد حکمرانی مشـارکتی به ارتقای پذیرش سـیاسـت‌ها و تاب‌آوری بلندمدت می‌انجامد (Guo و همکاران، ۲۰۲۴).

بااین‌حال برخی محدودیت‌ها همچنان وجود دارد. مدل‌های کنونی تا حدی بر لایه‌های ایستا (مانند کاربری اراضی و سطوح نفوذناپذیر) متکی هسـتند و سـناریوهای پویای اقلیمی به‌طور کامل در چرخه وزن‌دهی و اعتبارسـنجی ادغام نشـده‌اند. همچنین، بازنمایی شـبکه زهکشـی ساده‌سازی شـده اسـت و می‌توان آن را با بهره‌گیری از مدل‌های بازسـازی گراف برای داده‌های ناقص زیرسـاختی تقویت کرد (Guo و همکاران، ۲۰۲۴).

هرچند عدم قطعیت به‌صورت ضمنی از طریق اعتبارسنجی با شبکه عصبی مورد توجه قرار گرفته است، می‌توان آن را با تحلیل حساسیت بیزین به‌صورت صریح‌تر و کمّی‌تر توسعه داد (Lu و همکاران، ۲۰۲۴). پژوهش‌های آینده می‌توانند به ادغام بهینه‌سازی چندهدفه با پیوند تحلیل مسیر کم‌هزینه به طراحی توپولوژی شبکه زهکشی، به‌کارگیری سناریوهای تغییر اقلیم و تحول کاربری اراضی با شبیه‌سازی‌های هیدرودینامیکی برای آزمون عملکرد رویدادمحور بپردازند.

در نهایت، این مطالعه با تلفیق اولویت‌های استخراج شده از مشارکت ذی‌نفعان و اعتبارسنجی مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی، به گفتمان روبه‌رشد حکمرانی مشارکتی سیلاب کمک می‌کند. نتایج نشان می‌دهد مدل‌های مشارکتی دارای استحکام علمی می‌توانند به‌طور هم‌زمان بینش هیدرولوژیکی و درگیرسازی نهادی را فراهم آورند و چارچوبی قابل بازتولید و انطباق‌پذیر برای سایر شهرهای دارای محدودیت داده و پیچیدگی نهادی در مقیاس جهانی ارائه دهند.

جدول ۷ – مقایسه چارچوب روش‌شناختی، اعتبارسنجی و خروجی‌های عملیاتی پژوهش حاضر با مطالعات منتخب

ردیف	پژوهش	چارچوب و روش‌ها	نحوه اعتبارسنجی	سطح و نقش مشارکت ذی‌نفعان	خروجی‌های کلیدی	تمایز یا محدودیت نسبت به پژوهش حاضر
۱	Nguyen و همکاران (۲۰۲۲)	AHP + GIS برای ارزیابی خطر سیلاب	مقایسه با داده‌های سیل تاریخی	محدود (خبرگان فنی)	نقشه حساسیت سیلاب	فاقد ادغام یادگیری ماشین و طراحی مسیرهای اجرایی
۲	Guo و همکاران (۲۰۲۴)	MCDM	اعتبارسنجی داده‌محور	متوسط (خبرگان منتخب)	بهبود تفکیک مکانی پهنه‌های سیلابی	فاقد پیوند به مداخلات فضایی اجرایی
۳	Lu و همکاران (۲۰۲۴)	GIS + شبکه بیزین	کمّی‌سازی عدم قطعیت	بدون مشارکت ساختاریافته	مدل‌سازی ریسک سیلاب	تمرکز بر عدم قطعیت، بدون طراحی عملیاتی
۴	Luan و همکاران (۲۰۲۴)	مدل هیدرودینامیکی	کالیبراسیون بارش–رواناب	بدون مشارکت	شبیه‌سازی رویدادمحور سیلاب	نیازمند داده‌های پرهزینه و فاقد چارچوب حکمرانی
۵	Pourzangbar و همکاران (۲۰۲۵)	سنجش‌ازدور + ML	مقایسه طبقه‌بندی	بدون مشارکت	پهنه‌بندی حساسیت با تفکیک بالا	تمرکز بر داده، نه تصمیم‌سازی نهادی
۶	Shirzadi و همکاران (۲۰۲۵)	DANet (یادگیری عمیق)	اعتبارسنجی آماری	بدون مشارکت	استخراج روابط غیرخطی فضایی	مدل جعبه‌سیاه، فاقد پذیرش سیاستی
۷	Liu و همکاران (۲۰۲۵)	بهینه‌سازی GGBS	شبیه‌سازی عملکرد	محدود (برنامه‌ریزی)	ارزیابی زیرساخت سبز–خاکستری–آبی	تمرکز بر زیرساخت، نه حکمرانی فضایی
۸	Khodaei و همکاران (۲۰۲۵)	MCDM سناریومحور	تحلیل تطبیقی سناریو	محدود	تلفیق تغییر اقلیم	فاقد اعتبارسنجی داده‌محور
۹	Yang و همکاران (۲۰۲۵)	Random Forest + Gibbs	آزمون الگوریتمی	بدون مشارکت	بازسازی شبکه زهکشی	نیازمند داده زیرساختی دقیق
۱۰	پژوهش حاضر	AHP + ANN + LCP در چارچوب CSDM مشارکتی	اعتبارسنجی فضایی ANN	بالا (مهندسان، سیاست‌گذاران، دانشگاهیان، NGOها)	پهنه‌بندی دقیق + مسیرهای کم‌هزینه اجرایی	پیوند مؤثر دانش خبرگانی، داده‌محور و حکمرانی عملیاتی

نتیجه‌گیری

این پژوهش یک چارچوب مکانی جامع و مشارکتی برای حکمرانی آب شهری ارائه می‌دهد. یکپارچه‌سازی سامانه اطلاعات جغرافیایی، تصمیم‌گیری چندمعیاره و مشارکت ذی‌نفعان در قالب یک بستر واحد، کارآیی بالای این رویکرد را در فرآیند برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی اقدامات مدیریتی نشان می‌دهد. نقشه خطرپذیری سیلاب به‌عنوان ابزاری کارآمد در ارتقای زیرساخت‌های جمع‌آوری رواناب شهری عمل کرده و می‌تواند سیاست‌گذاران و طراحان را در این حوزه یاری رساند. نقشه نهایی، خطر سیلاب را در شش کلاس متمایز طبقه‌بندی می‌کند؛ به‌طوری‌که کلاس‌های یک تا پنج به‌ترتیب بیانگر سطوح خطر بسیار زیاد، متوسط تا زیاد، متوسط، کم و بسیار کم بوده و کلاس شش نمایانگر حداقل میزان خطرپذیری است. براین‌اساس، حدود ۶ درصد از محدوده مورد مطالعه در کلاس خطرپذیری یک، حدود ۴۳ درصد در کلاس‌های دو و سه، حدود ۴۲ درصد در کلاس چهار و نزدیک به ۹ درصد در

کلاس‌های پنج و شش قرار دارند. نتایج نشان می‌دهد نواحی واقع در مجاورت سامانه‌های اصلی جمع‌آوری رواناب شهری، بیشترین آسیب‌پذیری را نسبت به سیلاب دارند. مناطق با خطر بالا بیشتر شبکه متراکم کانال‌ها، توپوگرافی پست و شیب‌های ملایم کمتر از ۲ درصد دارند. به‌منظور شناسایی مسیرهای بهینه جمع‌آوری رواناب شهری، از نقشه خطرپذیری سیلاب تولید شده مبتنی بر مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی استفاده شد. مسیرهای بهینه با به‌کارگیری الگوریتم مناسب و با در نظر گرفتن فرض‌های منطقی تعیین شدند. در این فرآیند، لایه‌های اطلاعاتی معرف سطوح هزینه تصمیم‌گیری شامل معیارهایی نظیر کاربری اراضی، شیب و زمین‌شناسی ایجاد شدند. سلول‌های مبدأ که نمایانگر نقاط آغاز سامانه جمع‌آوری رواناب هستند، بر اساس نقشه خطرپذیری و طبقات آن تعیین شدند و خروجی زیرحوضه‌های شهری به‌عنوان نقاط مقصد در نظر گرفته شدند تا امکان شناسایی مسیرهای بهینه انتقال رواناب فراهم شود. لازم به تأکید است که مدل توسعه یافته در این پژوهش برای مطالعات مقدماتی کنترل سیلاب در حوضه‌های شهری طراحی شده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که به‌کارگیری تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در بستر سامانه اطلاعات جغرافیایی، روشی بسیار مؤثر برای تولید نقشه‌های دقیق خطرپذیری سیلاب است. از آنجا که یکی از ارکان اساسی مدیریت، شناسایی اولویت‌ها است، این مدل و خروجی‌های آن می‌توانند چارچوبی مناسب برای حکمرانی آب در حوضه‌های شهری فراهم آورند.

منابع

Arik, A. D., Chionne, D., Renou, Y., Brochet, A., Blanchet, J., Kharbouche, M., Ruin, I., & Creutin, J. D. (2023). The limits of scalability: Uncovering friction between levels of flood risk governance in the French Alps. Disaster Risk Reduction, 97, 104044. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.104044

Challies, E., Newig, J., Thaler, T., Kochskämper, E., & Levin-Keitel, M. (2016). Participatory and collaborative governance for sustainable flood risk management: An emerging research agenda. Environmental Science and Policy, 55 (2016), 55, 275-280. https://doi:10.1016/j.envsci.2015.09.012

Fadmastuti, M., Nowak, D., & Crompvoets, J. (2024). Flood data platform governance: Identifying the technological and socio-technical approach (es) differences. Environmental Science & Policy, 162, 103938. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103938

Fernández, D. S., & Lutz, M. A. (2010). Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis. Engineering Geology, 111(1-4), 90-98. https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2009.12.006

Francesch-Huidobro, M. (2015). Collaborative governance and environmental authority for adaptive flood risk: Recreating sustainable coastal cities: Theme 3: Pathways towards urban modes that support regenerative sustainability. Cleaner Production, 107, 568-580. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.045

Guo, J., Bian, Y., Li, M., & Du, J. (2024). Assessing resilience through social networks: A case study of flood disaster management in China. Disaster Risk Reduction, 108, 104583. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104583

Haapasaari, P., Marttunen, M., Salokannel, V., & Similä, J. (2024). Navigating the pathway from collaborative governance to impacts under uncertainty: A theory of change for watershed visions. Environmental Science & Policy, 162, 103937. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103937

Hampton, S., & Curtis, J. (2022). A bridge over troubled water? Flood insurance and the governance of climate change adaptation. Geoforum, 136, 80-91.https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2022.08.008

Kaiser, Z. R. M., Abdullah, A., & Akter, F. (2025). From risk to resilience and sustainability: Addressing urban flash floods and waterlogging. Risk Sciences, 100011. https://doi.org/10.1016/j.risk.2025.100011

Kavzoğlu, T. (2001). An investigation of the design and use of feed-forward artificial neural networks in the classification of remotely sensed images. Doctoral dissertation, University of Nottingham, Nottingham, United Kingdom (UK).

Khodaei, H., Nasiri Saleh, F., Nobakht Dalir, A., & Zarei, E. (2025). Future flood susceptibility mapping under climate and land use change. Scientific Reports, 15(1), 12394. https://doi.org/10.1038/s41598-025-97008-0

Minucci, G., Molinari, D., Gemini, G., & Pezzoli, S. (2020). Enhancing flood risk maps by a participatory and collaborative design process. Disaster Risk Reduction, 50, 101747. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101747

Nguyen, H., Pham, B. T., Prakash, I., Dou, J., Trinh, P. T. ,& Le, H. V. (2022). A hybrid flood susceptibility modeling framework using GIS-based multi-criteria analysis and machine-learning approaches (ANN, SVM, RF). Hydrology, 605, 127304. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.127304

Nick, F. C., Sänger, N., van der Heijden, S., & Sandholz, S. (2023). Collaboration is key: exploring the 2021 flood response for critical infrastructures in Germany. Disaster Risk Reduction, 91, 103710. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103710

O'Shea, T. E., Grobusch, L. C., Zhang, M., Neal, J., Daron, J., Jones, R. G., Jack, C., McClure, A., Siame, G., Ndhlovu, D., & Bharwani, S. (2025). Integrating social narratives of flood events into a text network analysis-based decision support framework to reduce vulnerability to climate change in Africa. Climate Services, 37, 100538. https://doi.org/10.1016/j.cliser.2024.100538

Phua, M. H., & Minowa, M. (2005). A GIS-based multi-criteria decision making approach to forest conservation planning at a landscape scale: a case study in the Kinabalu Area, Sabah, Malaysia. Landscape and urban planning, 71(2-4), 207-222. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.03.004

Pourzangbar, A., Oberle, P., Kron, A., & Franca, M. J. (2025). Analysis of the utilization of machine learning to map flood susceptibility. Flood Risk Management, 18(2), e70042. https://doi.org/10.1111/jfr3.70042

Qi, W., Ma, C., Xu, H., Lian, J., Xu, K. & Yao, Y. (2024). An exploratory framework to urban flood collaborative mitigation strategy considering synergistic effect of inundation volume. Hydrology, 628, 130555. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130555

Saaty, T. L. (1996). The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation, RWS Publication. Pittsburgh, USA.

Latham, Z., Barrett-Lennard, G., & Opdyke, A. (2024). Archetypes of local governance for flood risk reduction decision-making under uncertain climate change futures. Sustainable Cities and Society, 112, 105632. https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105632

Liu, Y., Zhang, X., Liu, J., Wang, Y., Jia, H., & Tao, S. (2025). A flood resilience assessment method of green-grey-blue coupled urban drainage system considering backwater effects. Ecological Indicators, 170, 113032. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.113032

Lu, Y., Zhai, G., & Zhou, S. (2024). An integrated Bayesian networks and GIS approach for flood disaster risk assessment: Yinchuan case study. Ecological Indicators, 166, 112322. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112322

Luan, G., Hou, J., Wang, T., Zhou, Q., Xu, L., Sun, J., & Wang, C. (2024). Method for analyzing urban waterlogging mechanisms based on a 1D-2D water environment dynamic bidirectional coupling model. Environmental Management, 360, 121024. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121024

Lukman, T., Yahaya, A. K., & Gordon, N. (2023). External stakeholders in the collaborative governance of natural resources in Ghana: Experiences from the Wa West District. Environmental challenges, 13, 100769. https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100769

Malczewski, J. (1999). GIS and multicriteria decision analysis. John wiley & sons. NewYork, USA.

McNaught, R., Nalau, J., Hales, R., Pittaway, E., Handmer, J., & Renouf, J. (2024). Innovation and deadlock in governing disasters and climate change Collaboratively-Lessons from the Northern Rivers region of New South Wales, Australia. Disaster Risk Reduction, 105, 104366. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104366

Minano, A., Thistlethwaite, J., & Henstra, D. (2024). Conceptualizing and evaluating the role of a data platform as an entry-point for strengthening flood risk governance in Canada. Disaster Risk Reduction, 103, 104297. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104297

drivers and responses. Land use policy, 117, 106124. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106124

Yang, J., Liu, K., Wang, M., & Yue, Q. (2025). A new algorithm for generation of urban underground stormwater networks and its application for enhanced urban flood simulation. Hydrology, 661, 133571. https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105632

Shirzadi, A., Salvati, A., Tahan, M. H., Shahabi, H., Nodoushan, E. J., Ramezani, M., Hashim, M., & Clague, J. J. (2025). Urban flood susceptibility mapping using deep and machine learning algorithms as a management tool: A case study of Sanandaj City, Iran. Ecological Indicators, 178, 113886. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.113886

Sun, Q., Kushner, H., & Yang, Y. E. (2024). Identifying barriers to decentralized stormwater infrastructure implementation at different levels of urban flood governance–A case study in Eastern Pennsylvania, US. Environmental Science & Policy, 154, 103686. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103686

Winter, A. K., & Karvonen, A. (2022). Climate governance at the fringes: Peri-urban flooding

پی‌نوشت‌ها

1- Inconsistency Ratio
2- Vulnerability
3- Hydraulic
4- Environmental-Impact
5- ASCII
6- Shapefile

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۵۳ تا ۷۲

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 53 to 72

نوع مقاله | پژوهش کاربردی

ارزیابی تاثیر افت آب‌های زیرسطحی بر میزان فرونشست با استفاده از تصاویر راداری سنتینل ۱ (مطالعه موردی: منطقه سیستان)

سید علی المدرسی[1*]، لیلی لطیفی[2]، صمد فتوحی[3]، هادی سیاسر[4]

۱- استاد، گروه سنجش از راه دور و GIS واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.
۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.
٤- استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

*رایانامه نویسنده مسئول: almodaresi@iau.ac.ir

تاریخ دریافت ◄ ۱۴۰۴/۰۸/۲۶
تاریخ بازنگری ◄ ۱۴۰۵/۰۲/۰۲
تاریخ پذیرش ◄ ۱۴۰۵/۰۲/۰۳
تاریخ انتشار ◄ ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

چکیده

فرونشست زمین، یکی از مخاطرات ژئومورفیک خزنده و پیامد برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، تهدیدی جدی برای پایداری محیط‌زیستی و امنیت آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. در این راستا پژوهش حاضر به ارزیابی تاثیر افت آب‌های زیرسطحی بر میزان فرونشست منطقه سیستان با استفاده از تصاویر راداری سنتینل ۱، پرداخته است. این پژوهش با رویکردی ترکیبی و با استفاده از ۵۴ تصویر راداری سنتینل-۱ (۲۰۲۲-۲۰۱۴)، داده‌های GRACE، تراز آب ۲۹ چاه پیزومتری و تصاویر لندست ۸ در منطقه سیستان انجام شد. برای برآورد فرونشست از تکنیک تداخل‌سنجی راداری (InSAR) در نرم‌افزار SNAP و برای طبقه‌بندی کاربری اراضی از الگوریتم جنگل تصادفی (با دقت کاپای ۰/۹۵) استفاده شد. یافته‌ها نشان‌دهنده رابطه مستقیم و معنادار بین افت آب زیرسطحی و فرونشست است. میانگین نرخ افت سالانه آب زیرزمینی از ٦/٥ سانتی‌متر در سال ۲۰۱۵ به ۱۲/۷ سانتی‌متر در سال ۲۰۱۷ افزایش یافت. هم‌زمان، میانگین نرخ فرونشست از حدود ۱۰- سانتی‌متر در سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۶ به بیش از ۲۰- سانتی‌متر در سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۲۲ رسید. بیشترین نرخ فرونشست (میانگین ۲/۳۳- سانتی‌متر) در اراضی کشاورزی مناطق مرکزی و شرقی دشت سیستان متمرکز بود. ضریب همبستگی قوی ۰/۸۲ بین داده‌های InSAR و مشاهدات چاه‌های پیزومتری، دقت روش را تأیید می‌کند. همچنین، افزایش سطح اراضی بایر در سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۴ نشانه فشار مضاعف بر منابع آب است. نتایج کلی نشان داد برداشت بی‌رویه آب برای کشاورزی، محرک اصلی فرونشست در سیستان است. این مطالعه اثربخشی تلفیق داده‌های سنتینل-۱ و GRACE را به عنوان ابزاری دقیق و مقرون‌به‌صرفه برای پایش منطقه‌ای فرونشست نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: فرونشست زمین، افت آب‌های زیرسطحی، پردازش داده‌های تداخل سنجی راداری، مدیریت منابع آب، منطقه سیستان.

Document Type | Applied Research Article

Assessment of the Impact of Groundwater Decline on Land Subsidence Using Sentinel-1 Radar Images (Case Study: Sistan Region)

S. A. Almodaresi[1*], L. Latifi[2], S. Fotouhi[3], H. Siasar[4]

1- Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran.
2, 3- Ph.D. Candidate and Associate Professor, Department of Geomorphology, Faculty of Geography and Environmental Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
4- Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.

*** Corresponding, Author Email:** almodaresi@iau.ac.ir

Received ▶ 17-11-2025
Revised ▶ 22-04-2026
Accepted ▶ 23-04-2026
Available online ▶ 15-06-2026

Abstract

Land subsidence, as a creeping geomorphic hazard and a direct consequence of the overexploitation of groundwater resources, poses a serious threat to environmental sustainability and water security in arid and semi-arid regions. In this regard, the present study evaluates the impact of groundwater level decline on the rate of subsidence in the Sistan region using Sentinel-1 radar images. This research was conducted using a combined approach, utilizing 54 Sentinel-1 radar images (2014–2022), GRACE data, water level data from 29 piezometric wells, and Landsat 8 images of the Sistan region. The InSAR technique in SNAP software was employed to estimate subsidence, and the Random Forest algorithm (with a Kappa accuracy of 0.95) was used for land use classification. The findings indicate a direct and significant relationship between groundwater decline and subsidence. The average annual rate of groundwater decline increased from 6.5 cm/year in 2015 to 12.7 cm/year in 2017. Concurrently, the average subsidence rate increased from approximately -10 cm/year during 2014–2016 to more than -20 cm/year during 2020–2022. The highest subsidence rate (average -2.33 cm) was concentrated in the agricultural lands of the central and eastern parts of the Sistan Plain. A strong correlation coefficient of 0.82 between InSAR data and piezometric well observations confirms the accuracy of the method. Furthermore, the increase in barren land area between 2014 and 2024 indicates additional pressure on water resources. The overall results showed that the overextraction of water for agriculture is the main driver of subsidence in Sistan. This study demonstrates the effectiveness of integrating Sentinel-1 and GRACE data as an accurate and cost-effective tool for regional subsidence monitoring.

Keywords: Land Subsidence, Subsurface Water Decline, InSAR Data Processing, Water Resource Management, Sistan Region.

How to cite this article:

Almodaresi, S. A., Latifi, L., Fotouhi, S. & Siasar, H. (2026). Assessment of the Impact of Groundwater Decline on Land Subsidence Using Sentinel-1 Radar Images (Case Study: Sistan Region). Journal of Water and Sustainable Development, 13(1), 53-72. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i1.2511-1470

مقدمه

فرونشست زمین یکی از مخاطرات مهم ژئومورفیک است که دارای حرکتی کُند بوده و در بلندمدت آثار مخربی برجای می‌گذارد(حسین‌زاده و همکاران، ۱۴۰۱). فرونشست زمین یک پدیده زمین‌شناسی محیط‌زیستی است که ناشی از عواملی مانند بهره‌برداری بیش از حد از منابع زیرزمینی است (Gumilar و همکاران، ۲۰۱۵). برداشت بی‌رویه از منابع آب باعث افت سطح آب و افزایش تنش وارده به ذرات خاک می‌شود که این موضوع منجر به فرونشست سطح زمین می‌شود (حسینی و همکاران، ۱۴۰۲). در مناطق خشک و نیمه‌خشک که بارندگی کم است، اکثر آب مورد نیاز از آب زیرزمینی و زیرسطحی و از طریق چاه‌ها تأمین می‌شود که این امر ممکن است موجب فرونشست زمین شود (گودرزی و همکاران، ۱۴۰۴).

فرونشست باعث آسیب‌رسانی به نظام جمعیتی و سکونتگاه‌های انسانی و خسارت‌های محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی می‌شود (Goli و همکاران، ۲۰۱۹). پدیده فرونشست که ممکن است به صورت نشست تدریجی یا ناگهانی در سطح زمین ایجاد شود، به‌طورکلی ناشی از عوامل عمده‌ایی همچون انحلال تشکیلات زیرسطحی، تراکم رسوبات و یا افت سطح سیالات زیرزمینی و همچنین عوامل تکتونیکی باشد (Chen و همکاران، ۲۰۱۶). اثرات فرونشست را می‌توان در چهار بعد دید: ۱- آسیب به زیرساخت‌ها، خطوم لوله، ساختمان‌ها و سدها (Tran و همکاران، ۲۰۲۲)، ۲- کاهش عملکرد جاده‌ها و راه‌ها به دلیل تغییر شکل سطح جاده و پایه ریلی، ۳- قرار گرفتن در معرض سیل را افزایش می‌دهد (Du و همکاران، ۲۰۱۹) و ۴- ممکن است یک کانالی برای منابع آلودگی زمینی شود و آب‌های زیرزمینی را آلوده کند (Zhang، ۲۰۱۹؛ Ma و همکاران، ۲۰۱۹).

درحال حاضر این پدیده یک مشکل جهانی بروز نموده است که در مناطق با اقلیم خشک و نیمه‌خشک نمود بیشتری پیدا می‌کند (Hu و همکاران، ۲۰۰۴). بسیاری از شهرهای بزرگ جهان واقع در این مناطق به نحوی با این پدیده درگیر می‌باشند (Guo و همکاران، ۲۰۱۵). در ایران بررسی و مطالعه فرونشست، پیشینه حدود چهل ساله دارد (محمدخان و همکاران، ۱۳۹۸). در سال‌های نخستین مطالعه فرونشست در ایران، این پدیده بر اساس مشاهدات محلی و بررسی بریدگی‌های جداره چاه‌ها گزارش شده است. اولین بررسی‌های علمی فرونشست در دشت رفسنجان صورت گرفته است که فرونشست شدیدی داشته است. پس از آن در سایر دشت‌های ایران مانند اردبیل، هشتگرد، تهران، یزد، اردکان، کاشمر و مشهد نیز به دنبال مشاهده فرونشست، بررسی و مطالعات آن انجام شده است (Mahmoudpour و همکاران، ۲۰۱۳).

حسین‌زاده و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به تحلیل فضایی فرونشست سطح زمین با استفاده از تداخل سنجی راداری (مورد مطالعه: دشت مرکزی شهرستان قاین)، پرداخته‌اند. نتایج نشان داد میزان فرونشست زمین از سال ۲۰۱۷ تا سال ۲۰۲۰ افزایش داشته است؛ به‌طوری‌که از ۲٫۶ سانتی‌متر در سال ۲۰۱۷ به ۷/۸ سانتی‌متر در سال ۲۰۲۰ رسیده است. همچنین هیدروگراف معرف آب زیرزمینی در دشت مرکزی قاین نیز افت محسوسی داشته است؛ به‌طوری‌که میزان افت تراز آب در سطح دشت حدود ۱/۳۰ متر در طول ۵ سال از سال ۲۰۱۴ تا مارس ۲۰۲۰، بوده است؛ یعنی نزدیک به سالی ۲۶ سانتی‌متر افت سطح آب‌های زیرزمینی را داشته است. ضمن اینکه تحلیل خود همبستگی فضایی و شاخص موران ۰/۹۸۴، خوشه‌ای بودن رخداد فرونشست تحت تأثیر تغییرات سطح آب در منطقه مورد مطالعه را تأیید کرد. نتایج همبستگی نیز نشان داد بین عامل تغییرات تراز سطح آب و نرخ فرونشست زمین، همبستگی کمی وجود داشت - p= 0.138که این ارتباط غیرمستقیم است؛ یعنی هر چه میزان برداشت آب زیرزمینی بیشتر باشد (یا سطح تراز آب کمتر شود)، میزان فرونشست نیز بیشتر می‌شود؛ اما باتوجه‌به سطح معناداری sig= 0.585 این ارتباط معنادار نیست. عمادالدین و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی به بررسی فرونشست زمین به دلیل برداشت بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی با تکنیک تداخل سنجی راداری در دشت فسا، پرداخته‌اند. طبق نتیجه به‌دست آمده یکی از دلایل اصلی فرونشست زمین در منطقه مورد مطالعه، برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی است و در نهایت با استفاده از نقشه پهنه‌بندی خطر فرونشست مشخص شد که به‌طورکلی ۱۱۴۰۱ نفر در محدوده خطر فرونشست زندگی می‌کنند. ضروری است سازمان‌ها و نهادهای متولی با اتخاذ سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌های مناسب، پیش از وقوع بحران درصدد کاهش هرگونه آسیب به سکونتگاه‌های انسانی، جمعیت و زیرساخت‌های موجود در این مناطق باشند. حسینی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی به بررسی عوامل موثر در پدیده فرونشست زمین در گستره غرب استان تهران، پرداخته‌اند. نتیجه کلی مدل‌سازی عددی المان محدود نشان داد، نرخ فرونشست محدوده در طول سال ۱۴۱۰ به میزان ۱۲/۸ سانتیمتر و در نقاط بحرانی ۲۰/۹۸ سانتیمتر تخمین زده شد. بنابراین حداکثر نشست ناشی از افت سطح آبزیرزمینی در سال‌های ابتدایی با نرخ بالاتر در لایه بالایی سفره آبخوان ظاهر شده که به مرور زمان پس از پر شدن خلل و فرج بین ذرات خاک و باتوجه‌به ارتباط هیدرولیکی بین لایه‌ها با سرعت کمتری نسبت به گذشته در لایه‌های فوقانی سطح آبخوان و سطح زمین مشاهده می‌شود. بنابراین تغییرات تراز آب زیرزمینی، جنس زمین و فاصله از گسل نیز از جمله عوامل موثر بر الگوی و نرخ فرونشست بوده‌اند. شفیعی دارافشانی و شمسی اژیه (۱۴۰۳) در پژوهشی به بررسی میزان آسیب‌پذیری

و تاب‌آوری شـــهر اصـــفهان در برابر پدیده فرونشـــســـت پرداخته‌اند. نتایج بیانگر این است که نواحی از شمال شهر و قسمت‌هایی به‌صورت نواری به‌علت نزدیکی به عوامل خطرزا مانند گسل، مسیل، قنات‌های قدیمی، منابع ذخیره سوخت، لوله انتقال نفت به این مخازن و تغییر مداوم مســیر رود روی آنها هم موجب افزایش آسیب‌پذیری است. سایر نتایج نشان داد، بیشتر ساخت‌وسازهای موجود در منطقه غیراصولی و غیرمتناسب با شرایط مخاطره‌آمیز است. گودرزی و همکاران (۱۴۰۴) در پژوهشی به بررسی رابطه بین فرونشست زمین و مصـــرف آب در دشـــت یزد-اردکان با اســـتفاده از تصـــاویر سنتینل۱، پرداخته‌اند. بر اساس نتایج، تصاویر سنتینل برای تخمین میزان فرونشـــســـت قابلیت خوبی دارند. باتوجه‌به بررسی آمار مصرف و برداشت آب زیرزمینی در سال‌های اخیر، دلایل احتمالی کاهش فرونشـــست در منطقه مورد مطالعه را می‌توان اقدامات مدیریتی انجام شـــده مانند انتقال آب به این حوضه، تغییر در شـیوه‌های کشـاورزی و کاهش برداشـت آب زیرزمینی نســـبت به ســـال‌های قبل در این منطقه بیان کرد. Guo و همکاران (۲۰۱۶) رابطه بین فرونشست زمین و تغییرات آب‌هـای زیرزمینی را بررســـی کردنـد. در این مطـالعـه نرخ فرونشست با تکنیک تداخل سنجی راداری و با استفاده از ۱۸ تصویر ENVISAT ASAR بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰ بررسی شـد. میزان نرخ فرونشـســت حاصـل از این مطالعات با دقت کمتر از ۵ میلیمتر تایید شـــد. Jeanne و همکاران (۲۰۱۹) به بررسـی نقش فعالیت‌های کشـاورزی در فرونشـســت زمین در دره سان خواکین در کالیفرنیا پرداختند. خشکسالی‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰ و ۲۰۱۲ موج افزایش شدید استفاده از آب‌های زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه و در نتیجه باعث فرونشـــســـت شـــد. یافته‌ها نشـــان داد در مناطقی که تقاضـــای اســـتفاده از آب زیرزمینی بیشـتر باشـد فرونشـســت زمین هم در منطقه زیاد می‌باشـــد. Goorabi و همکاران (۲۰۲۰) تصـــاویر Sentinel-1 فرونشـــســـت زمین در کلانشـــهر اصـــفهان را بین ۵- تا ۱۰۰- میلی‌متر در سال برآورد کردند و نشان دادند نرخ فرونشست از جنوب به نواحی شـمالی، شـمال‌شـرقی و شـرقی افزایش می‌یابد. Duc-Huy و همکاران (۲۰۲۲)، در شـــبیه‌ســـازی ســـه بعدی فرونشست در سیستم آبخوان ناهمگن در شهر هووی تایوان نشـــان داد توزیع مواد هیدروژئولوژیکی تاثیر زیادی بر جریان آب زیرزمینی و نشست دارد. Jiang و همکاران (۲۰۲۳) در مقالـه‌ای با عنـوان "آیـا سـیل بـا فرونشسـت زمیـن بدتـر می‌شـود"، به بررسـی اثرات فرونشسـت زمین بر طغیان سـیل از طوفان هـاروی به این نتیجه رسـیده اسـت که تغییر کلی عمق سـیل ناشـی از فرونشـسـت زمیـــن با عمق شـــش سـانتیمتری آب سـیلاب بـه‌ازای هر یـک متر از زمیـن فـرو نشســته در بدترین مکان تحت تأثیر، نسـبتاً جزئی اسـت. تأثیر فرونشست زمین بر عمق سیل، غیرخطی بودن شدیدی را در زمان نشان می‌دهد، جایی کـه اثرات ناشـی از نقاط داغ فرونشـست زمیـن قبلـی می‌توانـد بـا ادامه فرونشسـت زمیـن تغییر کند.

در تحقیقـات پیشـین از تکنیک‌های متفاوتی، بـه صـورت مستقل استفاده شده بـود. این تحقیق با به‌کارگیری تکنیک تداخل‌سنجی راداری (InSAR) بر روی داده‌های سنتینل-۱، به بررســی تغییرات ســطح زمین ناشــی از برداشــت آب‌های زیرسطحی می‌پردازد. یافته‌ها بر اهمیت استفاده از فناوری‌های پیشـرفته سـنجش از دور برای پایش منابع آب تأکید دارند و راهکـارهـایی مـانـنـد بهبود روش‌هـای آبیـاری برای کـاهش فرونشست ارائه می‌شود.

در سال‌های اخیر، فناوری‌های سنجش از دور به ویژه تصاویر راداری ســنتینل-۱، به عنوان ابزارهای پیشــرفته برای پایش و تحلیل تغییرات ســطح زمین مورد اســتفاده قرار گرفته‌اند. تکنیک تداخل‌ســنجی راداری یکی از موثرترین روش‌ها برای شناسایی و تحلیل فرونشست زمین در مقیاس‌های بزرگ و با دقت بالا اســت (Ferretti و همکاران، ۲۰۰۷). این فناوری به پژوهشــگران این امکان را می‌دهد تا با اســتفاده از داده‌های چندزمانی، نواحی در معرض خطر را شــناســایی و روندهای فرونشست را به دقت بررسی نماید (Zhang و همکاران، ۲۰۱۶؛ Rott & Nagler، ۲۰۰۶).

استفاده از داده‌های راداری سنتینل-۱ و تکنیک تداخل‌سنجی راداری، امکان تحلیل دقیق‌تر و جامع‌تری از تغییرات ســطح زمین را فراهم می‌کند. این تکنیک با ارائه نقشــه‌های دقیق از جابه‌جایی‌های ســطحی، به شــناســایی مناطق بحرانی و ارائه راهکارهای مدیریتی برای کاهش خطرات ناشی از فرونشست کمـک می‌کنـد (Stramondo و همکـاران، ۲۰۰۸). بـه ویژه در مناطقی که به دلیل برداشــت آب‌های زیرزمینی دچار کاهش ســطح آب شــده‌اند، این فناوری می‌تواند به عنوان یک ابزار کلیدی در مدیریت منابع آب و برنامه‌ریزی‌های توســعه‌ای استفاده شود (Su و همکاران، ۲۰۲۱). مطالعات انجام شده در مناطق مختلف جهان نشان داده است کاهش سطح آب‌های زیرزمینی به طور مستقیم با افزایش نرخ فرونشست زمین در ارتباط اسـت. به عنوان مثال در بسـیاری از مناطق ایران که با کمبود منابع ســطحی آب مواجه هســتند، برداشــت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی از چاه‌های ژرف منجر به فرونشـــســـت‌های قابل توجهی شـــده اســـت. مطالعات مشـــابه در مناطق دیگر ایران نشان داده است که ارتباط مستقیمی بین کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و میزان فرونشست زمین وجود دارد (امیری و مظـاهری، ۱۴۰۲). همچنین در منـاطق دیگر جهـان نیز، استفاده از تکنیک‌های راداری برای پایش فرونشست ناشی از برداشـــت آب‌هـای زیرزمینی، نتـایج موثری در پیش‌بینی و مدیریت این پدیده به همراه داشـــته اســـت (Ghorbani و همکاران، ۲۰۲۲).

منطقه سیستان در شمال استان سیستان و بلوچستان، به دلیل شـرایط اقلیمی خشـک و وابسـتگی شـدید به منابع آب زیرسطحی برای کشاورزی، یکی از مناطق بحرانی در مواجهه با پدیده فرونشـست زمین است. برداشـت بی‌رویه و گسـترش حفر چاه‌های ژرف در سال‌های اخیر، سطح آب‌های زیرسطحی این منطقه را با افت شـدید مواجه کرده و خطر فرونشـست را

به یک تهدید جدی تبدیل کرده است. در پژوهش‌های پیشین، ارزیابی این پدیده اغلب متکی بر داده‌های نقطه‌ای (مانند ترازسنجی چاه‌های پیزومتری) یا تکنیک‌های سنجش از دوری با محدودیت‌های مکانی و زمانی بوده است. نوآوری اصلی این پژوهش در ادغام و تحلیل هم‌زمان دو دسته داده حیاتی برای درک دقیق‌تر رابطه علّی و مکانی بین برداشت آب و فرونشست است.

پایش پیوسته و گسترده تغییرات سطح زمین با استفاده از تکنیک تداخل‌سنجی راداری پیشرفته (InSAR) بر روی تصاویر با فرکانس بالا و رایگان ماهواره سنتینل-۱ فراهم است. این روش امکان اندازه‌گیری نرخ فرونشست با دقت میلی‌متری را در گستره‌ای وسیع و با جزئیات مکانی مناسب فراهم می‌کند. استفاده هم‌زمان از داده‌های مکانی شده چاهک‌های (پیزومترهای) منطقه که نشان‌دهنده میزان و روند افت سطح آب زیرسطحی هستند. هدف این پژوهش، نه تنها شناسایی الگوهای مکانی و زمانی فرونشست، بلکه ارزیابی کمی و مکانی رابطه بین نرخ افت سطح آب زیرسطحی (مشتق شده از داده‌های چاهک‌ها) و نرخ فرونشست مشتق شده از داده‌هایInSAR در منطقه سیستان است. این رویکرد تلفیقی، امکان شناخت دقیق‌تر مناطق بحرانی، برآورد حساسیت زمین به افت آب و در نهایت، ارائه نقشه‌های خطر مبتنی بر شواهد دقیق‌تر را فراهم می‌آورد. نتایج این مطالعه می‌تواند به عنوان مبنایی علمی و نوین برای تصمیم‌گیران در جهت مدیریت هدفمند برداشت از چاه‌ها، اولویت‌بندی مناطق برای اقدامات حفاظتی و کاهش مخاطرات ناشی از فرونشست در این منطقه حساس مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی

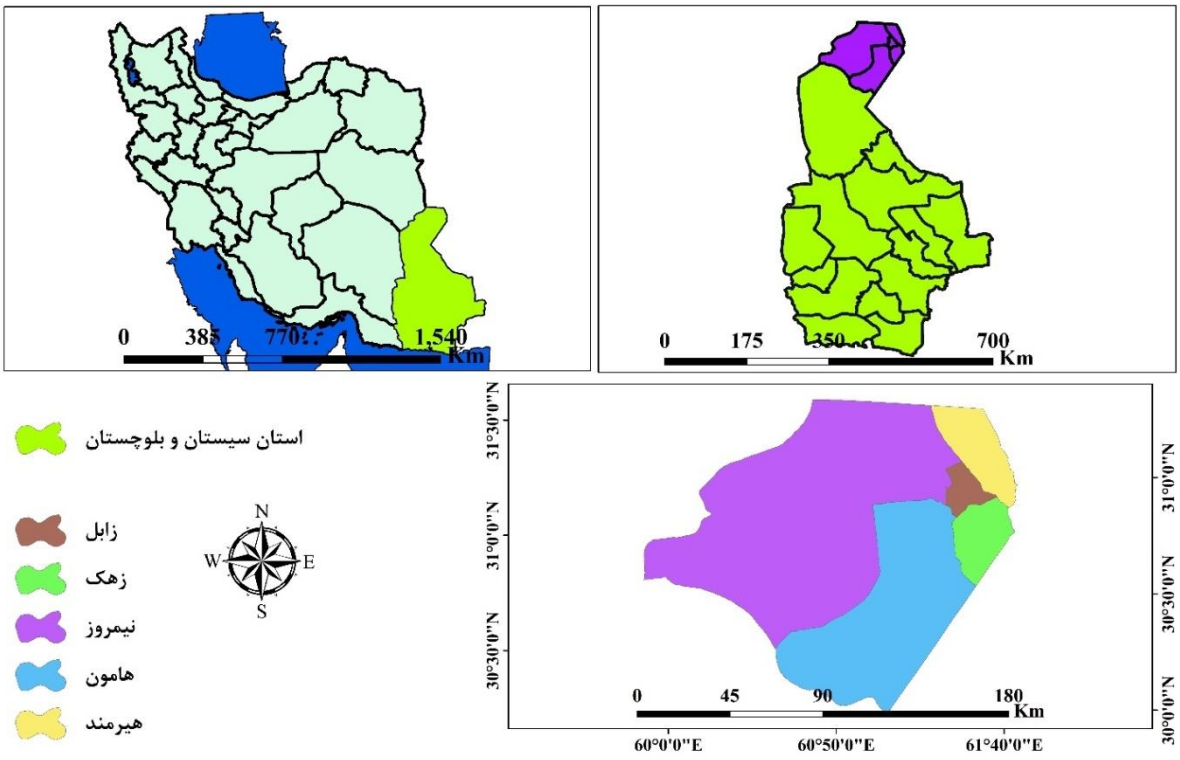
دشت سیستان با مرکزیت شهر زابل در جنوب شرقی ایران و در مرز افغانستان واقع شده است. این منطقه از مشرق و شمال به کشور افغانستان و از جنوب به شهرستان نصرت آباد استان سیستان و بلوچستان و از مغرب به شهرستان نهبندان در استان خراسان جنوبی و کویر لوت محدود است(شکل ۱). در حدود ۱۵۰۰۰۰ هکتار از زمین‌های این دشت پتانسیل کشاورزی داشته و می‌تواند در چرخه تولید زارعی قرار گیرد. متوسط ارتفاع این دشت ۶۱۲ متر ارتفاع دارد. اقلیم منطقه سیستان براساس طبقه‌بندی کوپن اقلیم صحرایی با آب و هوای خیلی گرم و خشک بیابانی یعنی تابستان‌های طولانی و زمستان‌های ملایم قلمداد می‌شود. متوسط بارندگی سالانه در سیستان ناچیز بوده و بین ۵۰ تا ۷۰ میلیمتر است که حدود ۷ درصد متوسط بارندگی در جهان است. میزان تبخیر سالانه، آن بسیار زیاد و در حدود ۴۸۰۰ میلیمتر گزارش شده است. متوسط حداکثر درجه حرارت در این منطقه ۳۴/۵ سانتیگراد و متوسط حداقل درجه حرارت ۸/۵ درجه سانتیگراد می‌باشد. چاه نیمه‌ها یکی از منابع آب منطقه سیستان است که با عمق ۲۰ متر می‌باشد.

کلیات روش تحقیق

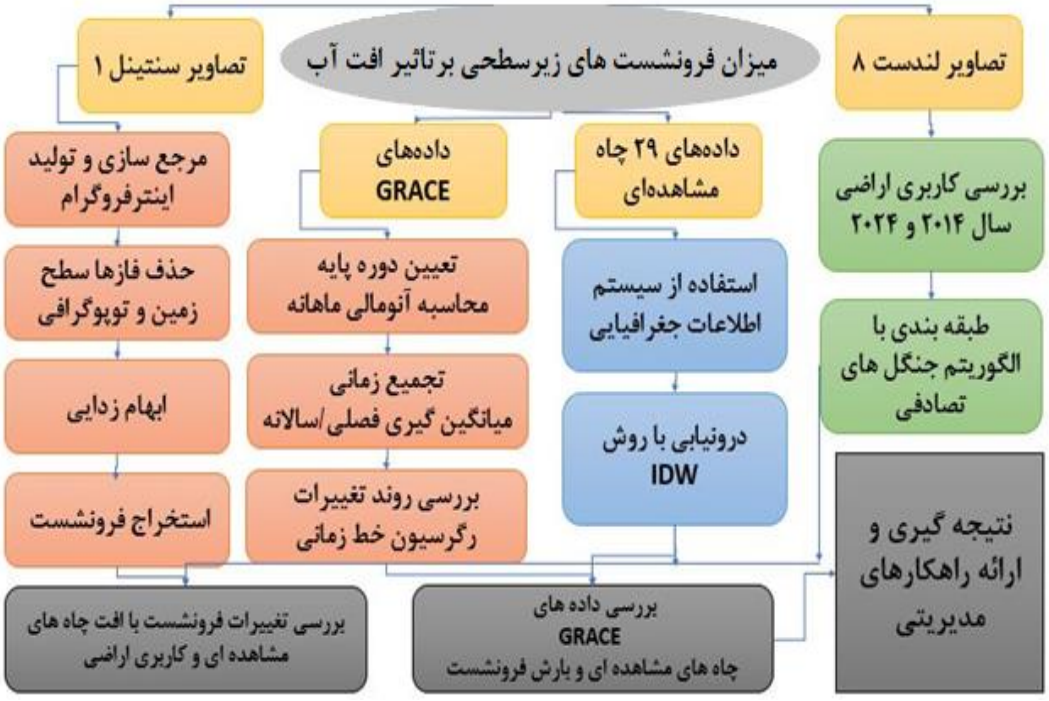
پدیده فرونشست زمین به عنوان یکی از پیامدهای اصلی برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرسطحی، تهدیدی جدی برای زیرساخت‌ها، کشاورزی و محیط‌زیست در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند شهرستان زابل به‌شمار می‌رود. این پژوهش به منظور دستیابی به اهداف مورد نظر از مدل رقومی ۱۲/۵ متری ALOS Polar SAR، تصاویر رادری سنتینل ۱، داده‌های زمینی چاهک‌ها، داده‌های ماهواره‌ای GRACE و تصاویر لندست ۸ به عنوان داده‌های این پژوهش استفاده شده است. مهمترین ابزارهای این پژوهش عبارت از ARCGIS (به منظور تهیه نقشه‌های مورد نظر)، SNAP (تهیه فرونشست زمین براساس روش سری زمانی InSAR)، SNAP (تهیه نقشه‌های کاربری اراضی) و Google Earth Engine (بررسی تغییرات کلی ذخیره آب) بوده است. این پژوهش به‌طورکلی در چهار مرحله انجام شده است که مرحله اول بررسی کاربری اراضی با استفاده از تصاویر لندست ۸ سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۲۴ تهیه و تحلیل شد. مرحله دوم بر مبانی اطلاعات به‌دست آمده از چاهک‌های منطقه مورد مطالعه و بررسی میزان افت این چاهک‌ها است. مرحله سوم استفاده از تصاویر راداری سنتینل ۱ و روش سری زمانی InSAR، میزان فرونشست در طی دوره زمانی نه ساله (۲۰۱۴ تا ۲۰۲۲) محاسبه شد. مرحله چهارم تحلیل داده‌های GRACE در پلتفرم Google Earth Engine (GEE) انجام پذیرفت و میزان و تغییرات آب‌های زیرسطحی ارزیابی شد. در ادامه در شکل شماره (۲)، به تشریح مراحل این پژوهش پرداخته شده است.

مرحله اول (تهیه نقشه کاربری اراضی)

یکی از عوامل اصلی در ایجاد فرونشست، نوع کاربری اراضی منطقه می‌باشد. در این مرحله نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در دوره زمانی سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۲۴ با استفاده از روش الگوریتم جنگل‌های تصادفی تهیه شد (جدول ۱). مدل جنگل تصادفی برای بسیاری از مجموعه داده‌ها، دسته‌بندی را با سرعت بالایی انجام می‌دهد. این الگوریتم از جمله دسته‌بندی‌هایی است که روش Bagging را به کار می‌گیرد. این روش ترکیبی از چند درخت تصمیم است که در ساخت آن چندین نمونه بوت استرپ از داده‌ها شرکت دارند در ساخت هر درخت به‌طور تصادفی تعدادی از متغیرهای ورودی شرکت می‌کنند. با استفاده از روش بوتاسترپ تعداد زیادی نمونه n تایی از مجموعه داده‌های مشاهداتی اولیه، نمونه‌برداری می‌شوند. هدف از اجرای بوت استرپ پیدا کردن خطای واریانس برآوردگر با استفاده از تکرار مراحل نمونه‌گیری و برآورد یابی است.



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعاتی



شکل ۲- فلوچارت مراحل اجرای کار

برای افزایش دقت طبقه‌بندی، تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) روی مجموعه باندهای ماهواره‌ای اجرا شد. این تکنیک با کاهش ابعاد داده‌ها و حذف همبستگی بین باندها، کارایی الگوریتم‌های یادگیری ماشین را به‌طور چشمگیری بهبود می‌بخشد. در این مطالعه، سه مؤلفه اول که بیش از ۹۵ درصد واریانس داده‌ها را تبیین می‌کردند، برای طبقه‌بندی انتخاب شدند. همچنین، شاخص‌های گیاهی مانند NDVI و NDWI برای تقویت تمایز بین کلاس‌های مختلف محاسبه و به مجموعه داده‌ها اضافه شدند. همچنین ۱۵۰۰ نمونه آموزشی برای ۷ کلاس اصلی جمع‌آوری شد که شامل ۲۰۰

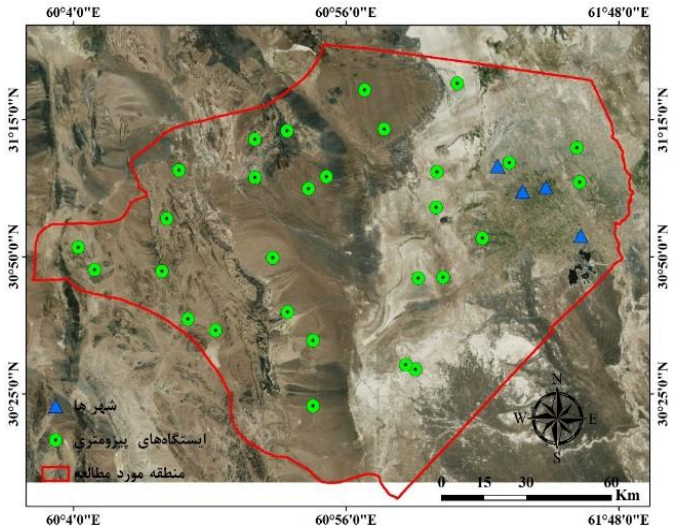
نمونه برای هر کلاس به‌صورت متوازن بود. این نمونه‌ها به‌صورت تصادفی به دو مجموعه آموزشی (۷۰٪) و اعتبارسنجی (۳۰٪) تقسیم شدند و در طبقه‌بندی کار استفاده شدند.

جدول ۱- مشخصات تصاویر استفاده شده در کاربری اراضی

نوع ماهواره	سنجنده	سال	ماه
لندست ۸	OLI	۲۰۱۴	۶
لندست ۸	OLI	۲۰۲۴	۵

مرحله دوم (بررسی وضعیت افت منابع آب زیرسطحی)

در این قسمت به منظور بررسی وضعیت افت منابع آب زیرسطحی در منطقه مورد مطالعه، اطلاعات به‌دست آمده از چاهک مشاهده‌ای در منطقه استفاده شده است (شکل ۳) و تغییرات صورت گرفته در سطح آب زیرسطحی این چاهک‌ها طی سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۲ محاسبه شده است. پس از بررسی و محاسبه وضعیت افت آب منطقه، ارتباط آن با میزان فرونشست، داده‌های ماهواره‌ای بررسی آب‌های زیرسطحی و کاربری اراضی منطقه تحلیل شد.



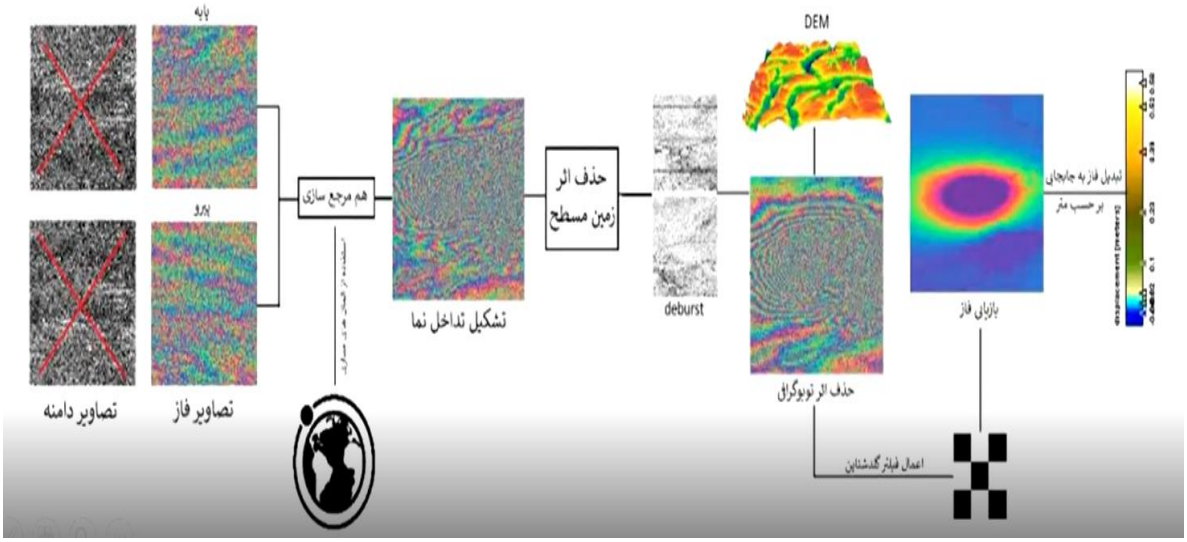
شکل ۳- موقعیت ایستگاه‌های مشاهده‌ای

مرحله سوم (محاسبه میزان فرونشست منطقه مورد مطالعه)

برای تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده (تصاویر ماهواره SENTINEL-۱) از روش تداخل سنجی راداری و مقایسات زوجی تصاویر در نرم‌افزار SNAP به‌منظور به تصویر کشیدن محدوده فرونشست و بررسی تغییرات آن کمک گرفته شد. به‌دلیل گستردگی منطقه مورد مطالعه به لحاظ طولی در هر سال ۳ تصویر SLC باند C و در مجموع ۵۴ تصویر مربوط به بازه زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۲، از مرکز فضایی اروپا با گستره ۱۰۰×۱۰۰ کیلومتر مربع دریافت شد. یعنی برای هر بازه زمانی برای پوشش کل منطقه ۳ تصویر دریافت شد. سپس به‌منظور محاسبه تداخل سنجی راداری از نرم‌افزار SNAP استفاده شد. این نرم‌افزار برای کار با داده‌های Sentinel طراحی شده‌است. از پردازش تصاویر با اختلاف زمانی تقریباً یک ساله و کمتر از یک سال در هر دوره برای پوشش طول مسیر ۳ اینترفروگرام و در مجموع ۹ اینترفروگرام مستقل حاصل شد، سپس در نرم‌افزار SNAP باهم موزاییک و در نهایت با ۳ اینترفروگرام به‌دست آمده، خروجی‌ها در نرم‌افزار ARCGIS و محیط ARC MAP به‌صورت نقشه ارائه شدند. تحلیل و پردازش داده های پس از فراخوانی به نرم‌افزار شامل ۶ مرحله به صورت زیر می‌باشد. گام اول ورود داده‌ها، که به صورت منفردنگر می‌باشد، در این مطالعه داده‌ها به صورت خام می‌باشد. گام دوم ثبت هندسی تصاویر، در این مرحله یک تصویر فرعی نسبت به تصویر مرجع توجیه می‌شود. گام سوم تهیه تداخل نما، تصاویر SLC تصاویر مختلطی هستند که شامل دامنه و فاز می‌باشند. مرحله چهارم حذف اثر توپوگرافی و فیلترگذار برای اینکه سطح زمین به صورت فرونشست نشان داده شود. مرحله پنجم بازیابی فاز پنهان شده تصاویر و مرحله آخر زمین مرجع کردن تصاویر با استفاده از مدل رقومی ارتفاع می‌باشد (جدول ۲ و شکل ۴).

جدول ۲- تصاویر مورد استفاده این پژوهش

سال	ماه	روز	نوع ماهواره	پلاریزاسیون
۲۰۱۴	۶ و ۱۲	۱۲ و ۱۴	سنتینل ۱	HH-VH
۲۰۱۵	۱ و ۱۲	۱۱ و ۱۵	سنتینل ۱	HH-VH
۲۰۱۶	۱ و ۱۲	۱۲ و ۱۶	سنتینل ۱	HH-VH
۲۰۱۷	۱ و ۱۲	۱۲ و ۱۵	سنتینل ۱	HH-VH
۲۰۱۸	۱ و ۱۲	۱۴ و ۱۷	سنتینل ۱	HH-VH
۲۰۱۹	۱ و ۱۲	۱۱ و ۱۴	سنتینل ۱	HH-VH
۲۰۲۰	۱ و ۱۲	۱۳ و ۱۵	سنتینل ۱	HH-VH
۲۰۲۱	۱ و ۱۲	۱۵ و ۱۷	سنتینل ۱	HH-VH
۲۰۲۲	۱ و ۱۲	۱۲ و ۱۵	سنتینل ۱	HH-VH



شکل ٤- تصویر شماتیکی از مراحل تداخل سنجی به‌روش Insar

مرحله چهارم (بررسی افت آب‌های زیرسطحی با استفاده از داده‌های GRACE)

داده‌های GRACE برای دوره زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۲ به‌صورت ماهانه، فصلی و سالانه پردازش شدند. این پردازش‌ها شامل ترکیب داده‌های GRACE به منظور ایجاد نقشه‌های تغییرات سطح آب زیرسطحی در منطقه سیستان است. داده‌های آب‌های زیرسطحی در محیط گوگل ارث انجین انجام شده است.

محاسبه آنومالی تغییرات آب

دوره پایه یک بازه زمانی مرجع است که برای محاسبه میانگین بلندمدت تغییرات ذخیره آب استفاده می‌شود. این دوره معمولاً ۵ تا ۱۰ سال (۲۰۱۴-۲۰۲۲) در نظر گرفته می‌شود تا اثرات نوسانات کوتاه‌مدت و فصلی کاهش یابد. میانگین بلندمدت برای هر ماه یا سال از این دوره به‌عنوان مقدار نرمال در نظر گرفته می‌شود. سپس، آنومالی‌های ماهانه یا سالانه با تفاضل مقدار مشاهده شده از این میانگین محاسبه می‌شود. این روش امکان شناسایی انحرافات از شرایط معمول و بررسی روندهای بلندمدت را فراهم می‌کند. انتخاب دوره پایه باید به‌گونه‌ای باشد که نماینده شرایط پایدار و بدون رویدادهای شدید اقلیمی باشد.

رابطه (۱) $\Delta S(t)=S(t)-\bar{S}_{baseline}$

که در آن

$\Delta S(t)$ آنومالی تغییرات ذخیره آب در زمان t

$S(t)$ مقدار ذخیره آب مشاهده‌شده در زمان t (از داده‌های GRACE)

$\bar{S}_{baseline}$ میانگین بلندمدت ذخیره آب در دوره پایه (معمولاً ۵ تا ۱۰ سال)

محاسبه آنومالی برای هر تصویر

محاسبه آنومالی برای هر تصویر GRACE با مقایسه مقدار مشاهده شده در هر ماه با میانگین بلندمدت دوره پایه انجام می‌شود. ابتدا یک دوره پایه (معمولاً ۵ تا ۱۰ سال) به عنوان مرجع انتخاب می‌شود که نماینده شرایط نرمال سیستم است. برای هر پیکسل، میانگین مقادیر ماهانه در این دوره محاسبه شده و به عنوان مقدار پایه در نظر گرفته می‌شود. سپس آنومالی هر تصویر ماهانه از طریق تفریق مقدار

مشاهده شده از میانگین دوره پایه به دست می‌آید (ΔX(t) = X(t) - X̄_baseline). این روش امکان شناسایی انحرافات از شرایط نرمال و بررسی تغییرات زمانی ذخیره آب را فراهم می‌کند. دقت تحلیل به طول دوره پایه و یکنواخت بودن شرایط اقلیمی در این بازه زمانی بستگی دارد.

$$\Delta X\ (t) = X\ (t) - \bar{X}_{baseline}$$

رابطه (۲)

که در آن ΔX(t) آنومالی، X(t) مقدار مشاهده شده در ماه t، و X̄_baseline میانگین مقادیر ماهانه دوره پایه (معمولاً ۵ تا ۱۰ سال) است.

تجمیع زمانی داده‌ها

محاسبه میانگین فصلی/سالانه از آنومالی‌ها

برای کاهش نوسانات ماهانه و تقویت سیگنال‌های بلندمدت، آنومالی‌های محاسبه‌شده در مقیاس زمانی فصلی یا سالانه تجمیع می‌شوند. این کار از طریق محاسبه میانگین آنومالی‌های ماهانه در بازه‌های سه‌ماهه (فصلی) یا دوازده‌ماهه (سالانه) انجام می‌پذیرد. به‌ویژه در مناطق با تغییرات فصلی شدید، محاسبه میانگین فصلی (مثلاً بهار، تابستان، پاییز و زمستان) به درک بهتر الگوهای تناوبی سیستم کمک می‌کند، درحالی‌که میانگین‌گیری سالانه برای بررسی روندهای بلندمدت مفید است. این تجمیع زمانی نه‌تنها باعث کاهش حجم داده‌ها می‌شود، بلکه سیگنال‌های اقلیمی را از نویزهای کوتاه‌مدت متمایز می‌سازد. در نهایت، این مقادیر تجمیع شده مبنایی برای تحلیل‌های آماری بعدی، مانند برآورد روندهای خطی یا ارتباط با سایر متغیرهای هیدرواقلیمی، قرار می‌گیرند.

$$\Delta X_{\ seasonal} = \frac{1}{M}\sum_{j=1}^{M}\Delta X_{\ j}$$

رابطه (۳)

ΔS̄seasonΔSseason= میانگین فصلی آنومالی

ΔsiΔSi = آنومالی در گام

ii،ii= شمارنده از ۱ تا

kk،kk= تعداد گام‌های زمانی در فصل (معمولاً ۳ ماه)

محاسبه روند تغییرات با برازش رگرسیون خطی زمانی

برای شناسایی و کمّی‌سازی روندهای بلندمدت در داده‌های GRACE، از روش رگرسیون خطی زمانی استفاده می‌شود. در این روش، یک خط روند به داده‌های آنومالی زمانی برازش داده می‌شود که شیب آن (α) نشان‌دهنده میزان و جهت تغییرات در واحد زمان (سانتی‌متر در سال) است. معادله رگرسیون به صورت ΔX(t)=αt+β+ε تعریف می‌شود. میزان معنی‌داری روند نیز معمولاً با استفاده از آزمون‌های آماری مانند من-کندال ارزیابی می‌شود. این تحلیل امکان تشخیص مناطق با کاهش یا افزایش معنادار ذخیره آب زیرسطحی را فراهم کرده و به عنوان شاخصی برای ارزیابی تغییرات هیدرواقلیمی بلندمدت کاربرد دارد.

$$\Delta X\ (t) = \alpha t + \beta + \varepsilon$$

رابطه (۴)

ΔX(t) آنومالی ذخیره آب در زمان

t، α شیب روند

β عرض از مبدأ

ε خطای مدل

تحلیل مکانی

محاسبه میانگین مکانی برای مناطق مورد مطالعه (مثل حوضه‌های آبریز)

برای تحلیل تغییرات مکانی ذخیره آب در مناطق خاص مانند حوضه‌های آبریز، از میانگین‌گیری مکانی پیکسل‌های واقع در محدوده مورد نظر استفاده می‌شود. این فرآیند با اعمال عملیات zonal statistics بر روی داده‌های آنومالی GRACE انجام می‌پذیرد که در آن مقادیر تمام پیکسل‌های داخل مرزهای حوضه محاسبه و میانگین آن‌ها به عنوان نماینده تغییرات کل منطقه در نظر گرفته می‌شود. این روش امکان مقایسه سیستماتیک بین حوضه‌های مختلف و نیز بررسی تغییرات زمانی ذخیره آب در سطح حوضه را فراهم می‌کند. دقت نتایج به وضوح مکانی داده‌های GRACE (حدود ۱ درجه) و دقت مرزهای حوضه بستگی دارد. میانگین‌گیری مکانی به ویژه برای مطالعات هیدرولوژیکی در مقیاس منطقه‌ای و ارزیابی اثرات تغییرات اقلیمی بر منابع آب ضروری است.

$$\overline{\Delta S}_{region} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\Delta S_j$$

رابطه (۵)

ΔS̄regionΔSregion= میانگین مکانی آنومالی در کل منطقه،s

ΔSjΔSj= مقدار آنومالی در پیکسل یا سلول

jj،jj= شمارنده پیکسل‌ها از ۱ تا

NN، وNN= تعداد کل پیکسل‌های درون منطقه مورد مطالعه (حوضه آبریز)

محاسبه تغییرات تجمعی

تغییرات تجمعی ذخیره آب با جمع‌پذیری آنومالی‌های ماهانه GRACE از ابتدای دوره مطالعه محاسبه می‌شود که به صورت CWSC(t) = ΣΔX(t) برای هر گام زمانی تعریف می‌شود. این شاخص نمایانگر تغییرات خالص ذخیره آب در طول زمان بوده و انحراف تدریجی سیستم از شرایط تعادلی اولیه را نشان می‌دهد. محاسبه CWSC به ویژه در پایش پیامدهای بلندمدت خشکسالی‌ها، تغییرات آب زیرسطحی و ارزیابی اثرات فعالیت‌های انسانی بر منابع آب اهمیت دارد. این روش با یکپارچه‌سازی تغییرات ماهانه، امکان تشخیص بهتر روندهای تجمعی و نقاط عطف در سیستم هیدرولوژیکی را فراهم می‌سازد. دقت محاسبات به قوام داده‌های اولیه و طول دوره مطالعاتی بستگی داشته و معمولاً همراه با تحلیل عدم قطعیت ارائه می‌شود.

$$CW\ SC\ (t) = \sum_{t=1}^{T}\Delta X\ (t)$$

رابطه (۶)

CWSC(t)CWSC(t) = تغییرات تجمعی ذخیره آب در زمان

عملگر جمع (مجموع) =ΣΣ، t

ΔX(t) = ΔX(t) ذخیره آب در زمان (ناهنجاری) آنومالی t.

اعتبارسنجی و مقایسه

مقایسه با داده‌های بارش مثل CHIRPS یا GPM با محاسبه همبستگی

برای ارزیابی قابلیت اطمینان داده‌های GRACE و تحلیل روابط هیدرواقلیمی، مقایسه آماری با داده‌های بارش ماهواره‌ای مانند CHIRPS یا GPM انجام می‌شود. این فرآیند مبتنی بر محاسبه ضرایب همبستگی (Pearson یا Spearman) بین آنومالی‌های ذخیره آب و مقادیر بارش در مقیاس‌های زمانی مختلف (ماهانه، فصلی یا سالانه) است. همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان‌دهنده پاسخ هیدرولوژیکی منطقه به نوسانات بارش است، درحالی‌که همبستگی ضعیف یا منفی ممکن است بیانگر تأثیر عوامل دیگری مانند برداشت آب زیرسطحی یا تغییرات کاربری اراضی باشد. این تحلیل به تفکیک فضایی (پیکسل‌به‌پیکسل یا حوضه‌ای) و با در نظر گرفتن تأخیرهای زمانی احتمالی بین بارش و تغییرات ذخیره آب انجام می‌شود. نتایج این مقایسه نه‌تنها اعتبارسنجی داده‌های GRACE را ممکن می‌سازد، بلکه بینش ارزشمندی درباره مکانیسم‌های حاکم بر چرخه آب منطقه ارائه می‌دهد.

مقایسه با داده‌های مشاهداتی چاه‌های مشاهده‌ای یا مدل‌های هیدرولوژیکی

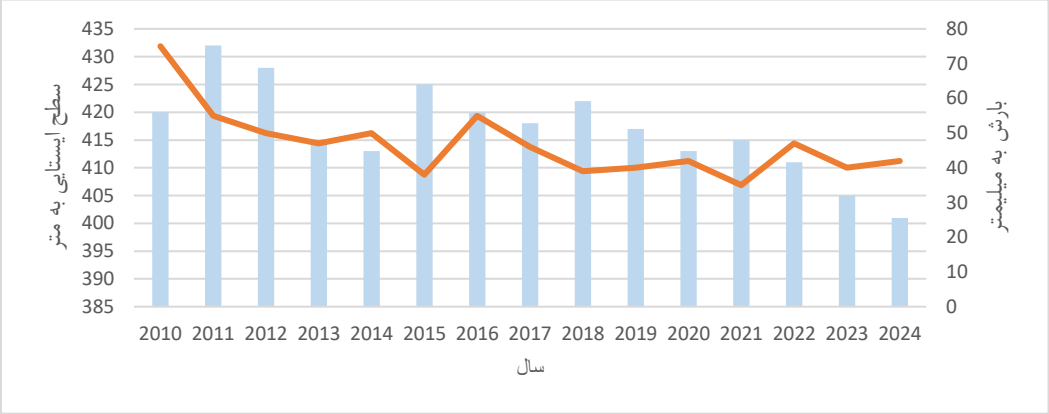
برای ارزیابی دقت و قابلیت اطمینان داده‌های GRACE، مقایسه سیستماتیک با مشاهدات مستقیم از چاه‌های مشاهده‌ای و خروجی مدل‌های هیدرولوژیکی انجام می‌شود. این فرآیند شامل تحلیل همبستگی بین تغییرات ارتفاع سطح آب زیرسطحی (از چاه‌های مشاهده‌ای) یا برآوردهای مدل‌های آب زیرسطحی با آنومالی‌های ذخیره آب GRACE است. نتایج این مقایسه امکان ارزیابی میزان انطباق تغییرات مشاهده شده در داده‌های ماهواره‌ای با واقعیت‌های زمینی را فراهم می‌کند. درعین‌حال، اختلاف‌های مشاهده شده می‌تواند نشان‌دهنده محدودیت‌های ذاتی هر روش (مانند تفاوت در مقیاس مکانی یا عمق نمونه‌برداری) یا تأثیر عوامل دیگری مانند فشردگی منابع آب باشد. این مرحله از تحلیل به ویژه در مطالعات کمیابی آب و مدیریت منابع آب زیرسطحی اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا امکان واسنجی غیرمستقیم داده‌های GRACE و بهبود تفسیر تغییرات مشاهده شده را فراهم می‌سازد.

نتایج و بحث

بررسی داده‌های زمینی

با بررسی داده‌های سطح آب ۲۹ چاه پیزومتری و همچنین اطلاعات بارش در ایستگاه‌های هواشناسی زابل، زهک، هیرمند و نیمروز در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴، روند نگران‌کننده‌ای در افت کمی و کیفی منابع آب زیرسطحی منطقه سیستان مشهود است (شکل ۵). سطح آب زیرسطحی از حداکثر ۴۳۵ متر در اوایل دوره مطالعه، به حداقل ۴۰۱ متر در سال ۲۰۲۴ کاهش یافته است که نشان‌دهنده افت حدود ۳۴ متری طی یک دهه و نیم است. این افت معادل میانگین سالانه حدود ۲/۵ متر کاهش سطح ایستابی است که در نواحی با تراکم بالای چاه‌های کشاورزی شدیدتر نیز می‌باشد. هم‌زمان، داده‌های بارش سالانه در ایستگاه‌های بیان شده نیز روند کاهشی محسوسی را نشان می‌دهند، به‌طوری‌که مقدار بارش از حدود ۷۵ میلی‌متر در سال‌های ابتدایی به ۳۵ میلی‌متر در سال‌های اخیر (مانند سال ۲۰۲۴) رسیده است. این کاهش بیش از ۵۰ درصدی در بارش، به‌وضوح نشان‌دهنده تشدید شرایط خشکسالی در منطقه است.

تجزیه و تحلیل ماهانه این داده‌ها نشان می‌دهد بیشترین نرخ افت سطح آب در ماه‌های گرم سال (اردیبهشت تا شهریور) رخ می‌دهد که هم‌زمان با اوج فصل کشاورزی و نیاز آبیاری است. در این ماه‌ها، حتی در صورت وقوع بارش‌های پراکنده، تغذیه منابع آبی جوابگوی برداشت‌های سنگین نیست. از سوی دیگر، کاهش بارش و افزایش دما منجر به کاهش تغذیه طبیعی سفره و افزایش تبخیر و تعرق شده و تراز آب را با کسری مضاعف مواجه می‌سازد. این افت مداوم و شدید سطح آب زیرسطحی رابطه مستقیم و معناداری با پدیده فرونشست زمین در منطقه دارد. خالی شدن خلل و فرج خاک از آب، سبب افزایش تنش مؤثر بر ذرات خاک و در نهایت فشرده‌شدگی و تراکم لایه‌های منابع آب می‌شود. داده‌های تداخل‌سنجی راداری (InSAR) این پژوهش نشان داد که بیشترین نرخ فرونشست (تا ۲۰- سانتی‌متر در سال) دقیقاً در مناطقی رخ داده که هم افت سطح آب بیشتر بوده و هم تراکم چاه‌های بهره‌برداری به‌ویژه در اراضی کشاورزی شرق و مرکز دشت سیستان بالا است. این همپوشانی مکانی-زمانی، شاهدی قوی بر نقش عامل افت آب زیرسطحی به عنوان محرک اصلی فرونشست در این منطقه است. بنابراین، تداوم روند کنونی برداشت آب و کاهش بارش، نه تنها بحران کم‌آبی را تشدید می‌کند، بلکه از طریق تشدید پدیده فرونشست، به تهدیدی برای پایداری فیزیکی زمین، سازه‌ها و زیرساخت‌های حیاتی منطقه تبدیل خواهد شد.



شکل ۵- بررسی تغییرات سطح آب و بارش در منطقه سیستان

بررسی تغییرات کاربری اراضی (۲۰۱۴ و ۲۰۲۴)

بررسی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۳ (۲۰۱۴ تا ۲۰۲۴) در منطقه سیستان، که وسعتی بیشتر از ۱۶۴۸۶ کیلومترمربع دارد، گویای تحولات نگران‌کننده‌ای است که ارتباط مستقیمی با افت آب‌های زیرسطحی و تشدید پدیده فرونشست زمین دارد. نتایج طبقه‌بندی دقیق تصاویر ماهواره‌ای (با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی و دقت کاپای ۰/۹۵) نشان می‌دهد که مساحت اراضی بایر از ۷,۶۰۶ کیلومترمربع در سال ۱۳۹۳ به ۸,۹۶۲ کیلومترمربع در سال ۱۴۰۳ افزایش یافته است؛ رشدی معادل ۱۳۵۶ کیلومترمربع (حدود ۱۸ درصد). در مقابل، سطح مراتع از ۶۷۶۳ کیلومترمربع به ۵۳۶۳ کیلومترمربع کاهش یافته که نشان‌دهنده کاهش ۱۴۰۰ کیلومترمربعی (حدود ۲۱ درصد) است. این تغییر چشمگیر بیانگر تخریب پوشش گیاهی طبیعی و کاهش ظرفیت نفوذپذیری و تغذیه سفره‌های آب زیرسطحی است. هم‌زمان، اراضی کشاورزی با وسعت ۱۹۷۵ کیلومترمربع نسبتاً پایدار مانده، اما احتمالاً با افزایش فشار برداشت آب برای حفظ بهره‌وری مواجه بوده است. همچنین، وسعت مناطق مسکونی از ۳۱ به ۱۱۸ کیلومترمربع افزایشی نزدیک به چهار برابری داشته که نشان‌دهنده توسعه فیزیکی شهرها و روستاها و افزایش تقاضا برای آب شرب و خدمات است.

این تغییرات کاربری، پیوند عمیقی با چرخه آب و پایداری زمین در منطقه دارند. تبدیل مرتع به اراضی بایر ظرفیت نگهداشت آب باران را کاهش داده و موجب افزایش رواناب و کاهش تغذیه طبیعی می‌شود. از سوی دیگر، توسعه اراضی مسکونی و فشار مداوم بر اراضی کشاورزی موجود، منجر به برداشت بیشتر از منابع آب زیرسطحی برای تأمین نیازهای شرب و آبیاری شده است. این افزایش برداشت در شرایطی رخ داده که منبع اصلی تغذیه (بارش) روندی کاهشی داشته و پوشش گیاهی حافظ خاک نیز تخریب شده است. در نتیجه، این تغییرات کاربری اراضی به‌صورت زنجیره‌ای و تشدیدکننده، بحران آب زیرسطحی را بیشتر کرده و مستقیماً بر تشدید پدیده فرونشست تأثیر گذاشته است. داده‌های تداخل‌سنجی راداری این پژوهش نشان می‌دهد بیشترین نرخ فرونشست (با میانگین ۲/۳۳- سانتی‌متر) در اراضی کشاورزی و نیز حاشیه مناطق توسعه یافته مسکونی رخ داده است. کاهش سطح آب زیرسطحی ناشی از برداشت بی‌رویه (که خود حاصل نیاز اراضی کشاورزی و مسکونی است) و هم‌زمان کاهش توان تغذیه طبیعی به دلیل از بین رفتن مراتع، سبب فشردگی لایه‌های خاک و نشست زمین شده است. بنابراین، الگوی تغییر کاربری اراضی مشاهده شده، نه تنها نشانه‌ای از تخریب محیط‌زیست، بلکه یک عامل کلیدی در تشدید بحران فرونشست در منطقه سیستان محسوب می‌شود و لزوم بازنگری در مدیریت یکپارچه زمین و آب را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

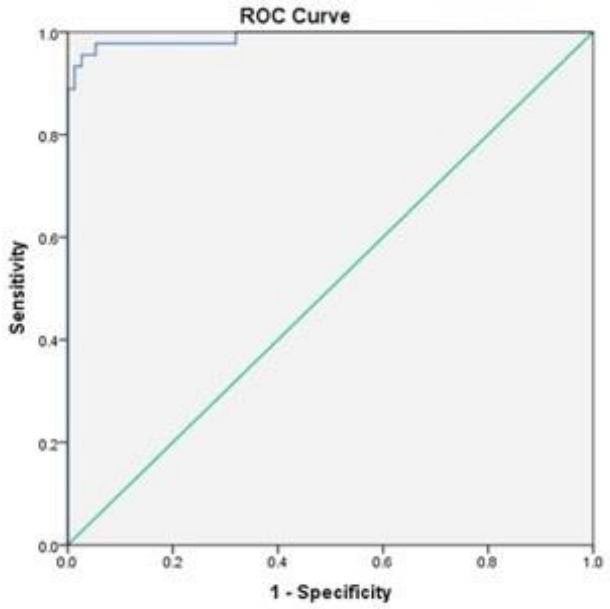
ارزیابی عملکرد RF

در این مطالعه، عملکرد مدل جنگل تصادفی (RF) با بهره‌گیری از معیارهای سنجش دقیق و متعددی ارزیابی جامع شد. همان‌طور که نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد، خروجی‌های مدل از دقت و قابلیت اطمینان بسیار بالایی برخوردار بوده‌اند. ضریب کاپا که معیاری برای سنجش توافق بین پیش‌بینی و واقعیت است، عدد قابل‌توجه ۰/۹۵ برای سال ۲۰۲۴ را ثبت کرده که نشان‌دهنده عملکرد تقریباً عالی و توافق بسیار قوی مدل است. همچنین، خطای مربعات میانگین (RMSE) با مقدار پایین ۰/۱۲ محاسبه شده که بیانگر پراکندگی کم خطاها و دقت بالای مدل در پیش‌بینی مقادیر است. یکی دیگر از شاخص‌های کلیدی، سطح زیر منحنی ویژگی عملیاتی گیرنده (ROC-AUC) است که مقدار ۰/۹۸به دست آمده و این میزان به‌طور روشن حاکی از قدرت تمایز فوق‌العاده مدل در طبقه‌بندی صحیح مناطق است. مجموعه این ارقام شامل کاپای بالا، RMSE پایین و AUC نزدیک به یک همگی به صورت هم‌سو و هماهنگ، گواه محکمی بر دقت، استحکام و اعتبار بالای خروجی‌های نقشه نهایی طبقه‌بندی هستند.

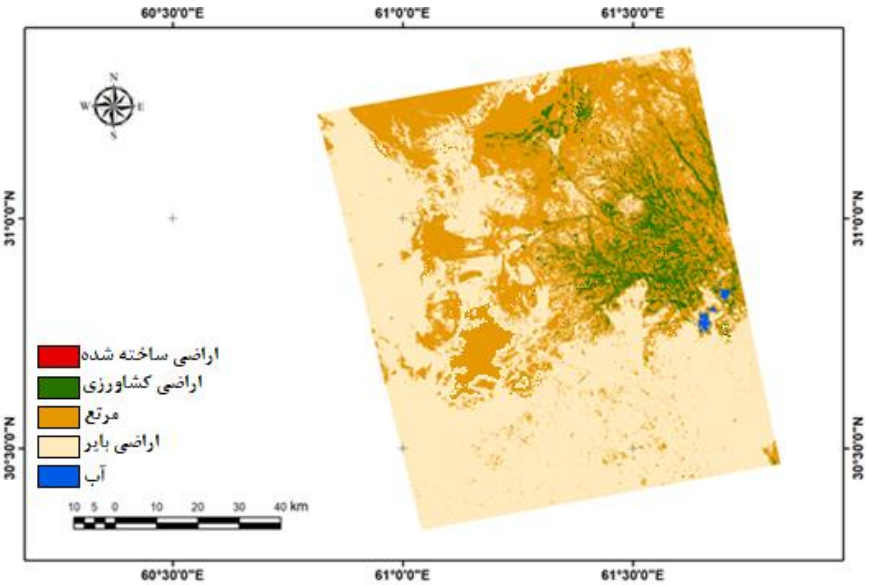
بنابراین، می‌توان با اطمینان از نتایج در منطقه مورد مطالعه استفاده نمود.

جدول ۳- دقت در مدل RF

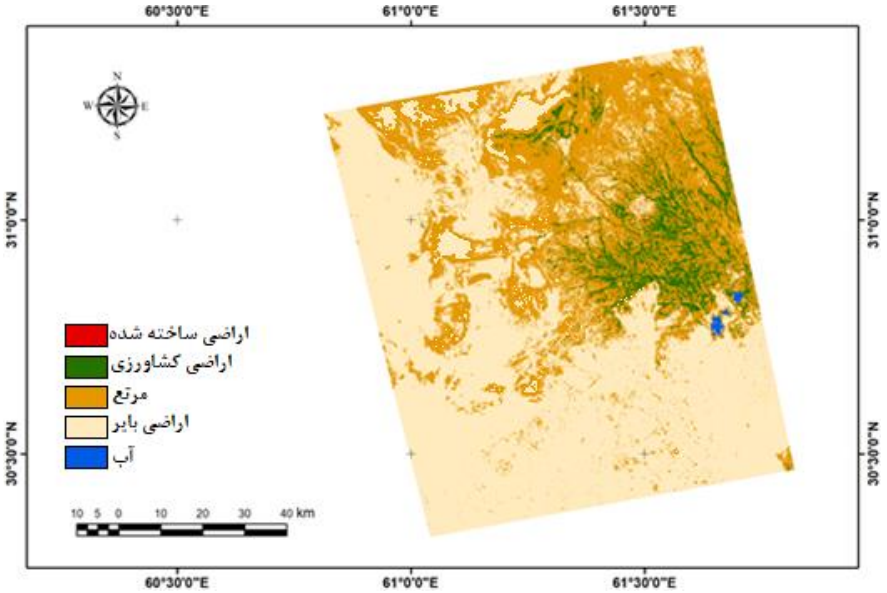
ردیف	عامل ارزیابی	میزان دقت سال ۲۰۱۴	میزان دقت سال ۲۰۲۴
۱	kappa	۰/۹۲	۰/۹۵
۲	MAE	۰/۰۸	۰/۰۶
۳	RMSE	۰/۱۴	۰/۱۲
۴	ROC Area	۰/۹۴	۰/۹۸



شکل ۶- منحنی ROC برای مدل RF



شکل ۷- نقشه پوشش زمین بر اساس تصاویر لندست ۸ برای سال ۲۰۱۴



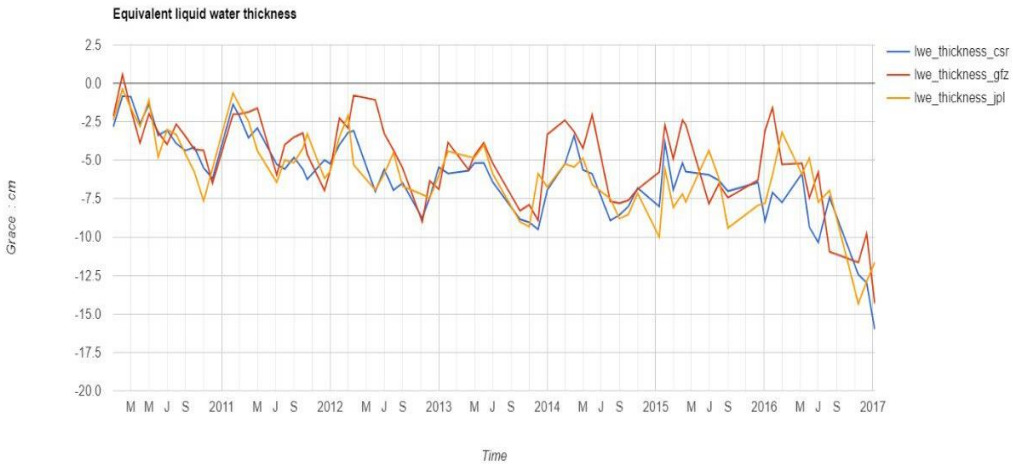
شکل ۸- نقشه پوشش زمین بر اساس تصاویر لندست ۸ برای سال ۲۰۲۴

تحلیل و بررسی میزان تغییرات آب‌های زیرسطحی با تصاویر ماهواره‌ای

در این مطالعه، تأثیر افت آب‌های زیرسطحی بر میزان فرونشست زمین در منطقه سیستان، استان سیستان و بلوچستان، با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای GRACE و تصاویر راداری Sentinel-1 بررسی شد. تحلیل‌های صورت گرفته با استفاده از داده‌های زمینی و ماهواره‌ای، و همچنین تکنیک‌های تداخل‌سنجی راداری نشان داد افت منابع آب زیرسطحی به‌طور قابل توجهی با پدیده فرونشست زمین در منطقه سیستان ارتباط دارد.

تحلیل داده‌های زمینی و ماهواره‌ای

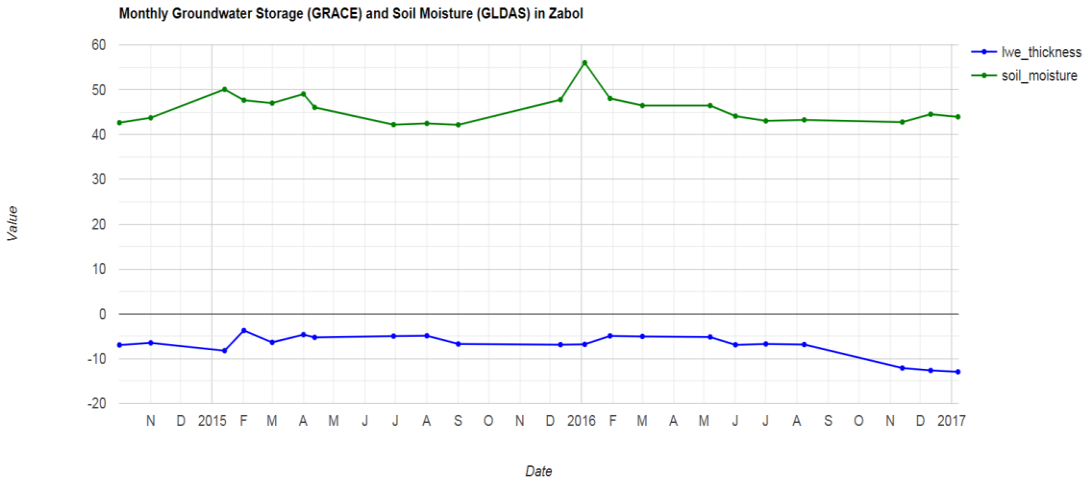
شکل (۹) داده‌های ماهواره‌ای GRACE، که تغییرات ضخامت معادل آب را از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ نشان می‌دهند، افت قابل توجهی در سطح آب‌های زیرسطحی منطقه سیستان به میزان میانگین ۱۱/۵۴ سانتی‌متر گزارش کردند. بر اساس سه مدل مختلف شامل مدل CSR، GFZ، وJPL، این افت منابع آب زیرسطحی با نتایج متفاوتی ثبت شده است. مدل CSR بیشترین افت را با ۱۳/۱۸ سانتی‌متر نشان می‌دهد، که نشان‌دهنده بحران جدی در مدیریت منابع آب منطقه سیستان است. این کاهش شدید به احتمال زیاد ناشی از برداشت بی‌رویه آب برای مصارف کشاورزی بوده است. مدل GFZنیز افت ۱۲/۱۸ سانتی‌متری را ثبت کرده، که هرچند کمتر از مدل CSR است، اما همچنان تأییدکننده کاهش منابع آب زیرسطحی در منطقه است. مدل JPL با ثبت ۹/۲۵ سانتی‌متر افت، کمترین میزان کاهش را نشان داده، اما این مقدار نیز همچنان نگران‌کننده است و تأثیرات منفی بر زیرساخت‌های منطقه دارد.



شکل ۹- نمودار افت آب های زیرسطحی بر اساس ماهواره GRACE و سه مدل مختلف آن

تحلیل‌های ماهانه، فصلی و سالانه

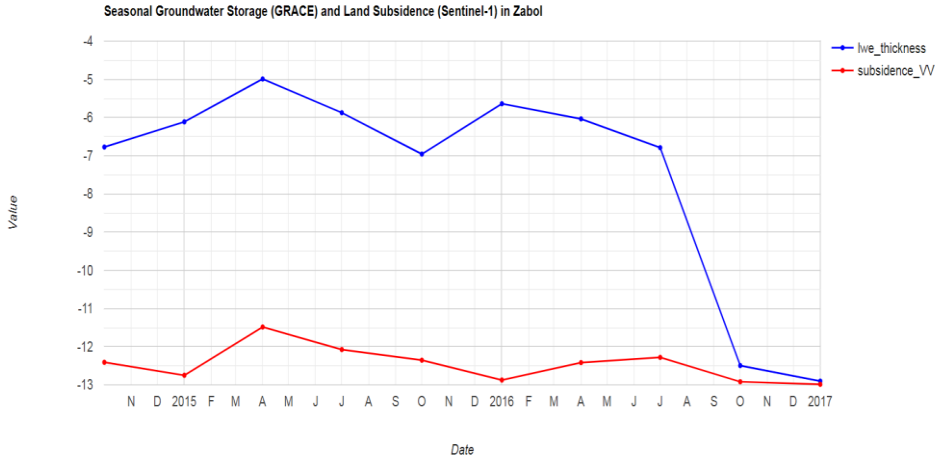
تحلیل ماهانه: در تحلیل ماهانه در شکل (۱۰) که با استفاده از داده‌های GRACE و Sentinel-1 انجام شد، تغییرات ضخامت معادل آب مایع و میزان فرونشست زمین به‌طور دقیق بررسی شد. نتایج نشان داد در طول دوره مطالعه، میزان افت آب‌های زیرسطحی در هر ماه به طور قابل ملاحظه‌ای نوسان داشته است. به‌طور متوسط، افت ماهانه در حدود ۷/۵- سانتی‌متر ثبت شده است که هم‌زمان با این افت، میزان فرونشست زمین در ماه‌های مختلف متغیر بوده و به‌طور متوسط ۲/۳- سانتی‌متر بوده است. این تغییرات ماهانه به‌ویژه در دوره‌های زمانی که نیاز آبیاری کشاورزی بیشتر است، شدت بیشتری پیدا کرده است.



شکل ۱۰- تحلیل ماهانه، روند کلی کاهش ضخامت معادل آب مایع و میزان فرونشست زمین

تحلیل فصلی

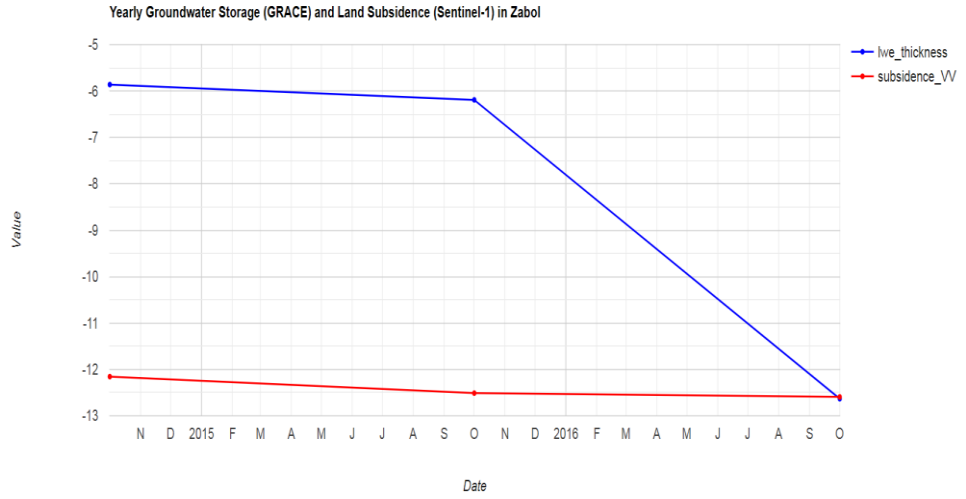
در مقیاس فصلی، در شکل (۱۱) نتایج نشان داد که افت آب‌های زیرسطحی و فرونشست زمین در فصل‌های بهار و تابستان بیشتر از فصل‌های پاییز و زمستان بوده است. در بهار، با شروع فعالیت‌های کشاورزی و نیاز به آب برای آبیاری، میزان افت منابع آب زیرسطحی به‌طور میانگین به ۶/۷- سانتی‌متر رسید، که به دنبال آن فرونشست زمین با مقدار میانگین ۳/۰- سانتی‌متر رخ داد. این امر نشان‌دهنده وابستگی شدید منطقه به منابع آب زیرسطحی و تأثیر مستقیم آن بر فرونشست زمین است.



شکل ۱۱- تحلیل فصلی، روند کلی کاهش ضخامت معادل آب مایع و میزان فرونشست زمین

تحلیل سالانه

در تحلیل سالانه، روند کلی کاهش ضخامت معادل آب مایع و میزان فرونشست زمین بررسی شد (شکل ۱۲). داده‌ها نشان دادند در طول سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۷، افت آب‌های زیرسطحی به‌طور مداوم افزایش یافته و به دنبال آن، میزان فرونشست زمین نیز به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است. در سال ۲۰۱۵، افت منابع آب زیرسطحی به‌طور متوسط ۶/۵- سانتی‌متر بود، درحالی‌که در سال ۲۰۱۷ این مقدار به ۱۲/۷- سانتی‌متر افزایش یافت. این افزایش در میزان افت، همراه با افزایش فرونشست زمین به‌طور میانگین ۲/۸- سانتی‌متر در سال ۲۰۱۷، نشان‌دهنده شرایط بد هیدرولوژیکی منطقه است.



شکل ۱۲- تحلیل سالانه، روند کلی کاهش ضخامت معادل آب مایع و میزان فرونشست زمین

تحلیل و بررسی تغییرات فرونشست زمین در منطقه سیستان (در بازه زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۲)

نقشه‌های ارائه شده از داده‌های تداخل‌سنجی راداری مربوط به منطقه سیستان در بازه زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۲، نشان‌دهنده تغییرات قابل توجهی در سطح زمین این منطقه است (شکل ۱۳). این نقشه‌ها که محدوده‌ای از فرونشست (تا ۳۰- سانتی‌متر) تا بالا آمدگی (تا ۵ سانتی‌متر) را پوشش می‌دهند، بیانگر وقوع پدیده‌های فرونشست و بالا آمدگی زمین در طول این دوره زمانی هستند. بررسی کلی نقشه‌ها نشان می‌دهد که عمده‌ترین تغییرات به صورت فرونشست زمین در نواحی مرکزی و شرقی منطقه سیستان رخ داده است، درحالی‌که برخی نواحی در شمال غربی منطقه بالا آمدگی سطح زمین را تجربه کرده‌اند.

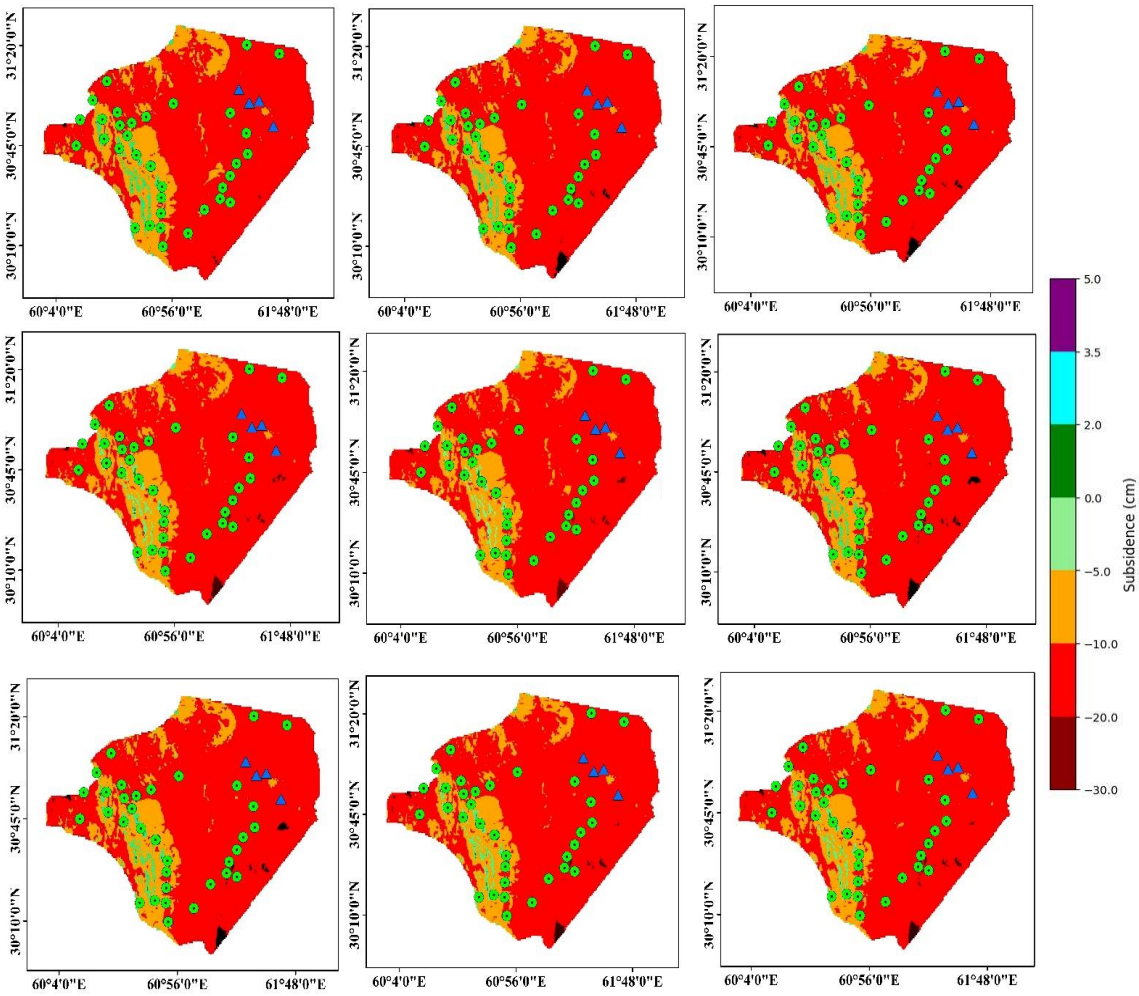
تحلیل دقیق‌تر نقشه‌ها نشان می‌دهد که در سال‌های اولیه (۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶)، میزان فرونشست کمتر بوده و مقادیر آن بیشتر در بازه ۱۰- تا ۰ سانتی‌متر قرار داشته است. اما از سال ۲۰۱۷ به بعد، شدت فرونشست به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است. در این سال‌ها، مناطقی که پیش‌تر تحت تأثیر فرونشست قرار داشتند، همچنان فرونشست‌های شدیدتری را تجربه کرده‌اند، به‌طوری که در سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۲، برخی نواحی بیش از ۲۰ سانتی‌متر فرونشست داشته‌اند. این تغییرات نشان‌دهنده افزایش فشار بر منابع زمین و افزایش بهره‌برداری از منابع زیرسطحی ، به ویژه آب، در منطقه است.

بر اساس تحلیل‌های تکمیلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸، مشخص شد که بیشترین میزان فرونشست در مناطق کشاورزی رخ داده است. این مناطق که بیشتر در نواحی مرکزی و شرقی منطقه سیستان قرار دارند، به دلیل برداشت بی‌رویه آب‌های زیرسطحی، با میانگین فرونشست ۲/۳۳- سانتی‌متر و دامنه تغییرات ۴/۳۶ سانتی‌متر، بیشترین آسیب را دیده‌اند. مناطق شهری نیز با میانگین فرونشست ۲/۳۱- سانتی‌متر در رتبه بعدی قرار دارند. هرچند دامنه تغییرات در این مناطق کمتر، حدود ۰/۹۶ سانتی‌متر است، اما این ارقام نشان‌دهنده این است که فعالیت‌های انسانی مانند ساخت‌وسازها و توسعه زیرساخت‌ها، هرچند کمتر از کشاورزی، همچنان بر فرونشست زمین تأثیرگذار بوده‌اند.

در مقایسه با سایر کلاس‌های کاربری زمین، مناطق مرتعی و خاکی نیز تحت تأثیر فرونشست قرار داشته‌اند، اما میزان این تغییرات در مقایسه با مناطق کشاورزی و شهری کمتر است. میانگین فرونشست در این نواحی به ترتیب ۱/۵۴- و ۱/۳۵- سانتی‌متر بوده و دامنه تغییرات بیشتری را نشان می‌دهند که می‌تواند به دلیل شرایط طبیعی و استفاده‌های کمتر متمرکز از زمین باشد. در نهایت، مناطق آبی با میانگین فرونشست ۲/۲۶- سانتی‌متر و دامنه تغییرات ۳/۱۰ سانتی‌متر نسبت به سایر کاربری‌ها از پایداری بیشتری برخوردار بوده‌اند. این نتایج نشان‌دهنده اهمیت مدیریت دقیق‌تر منابع آب و نظارت مستمر بر فعالیت‌های کشاورزی در این منطقه است.

به‌طورکلی تحلیل داده‌های تداخل‌سنجی راداری و تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که فعالیت‌های کشاورزی و توسعه شهری به عنوان عوامل اصلی فرونشست زمین در منطقه سیستان شناخته می‌شوند. افزایش شدت فرونشست در سال‌های اخیر، به ویژه در مناطق کشاورزی، نشان‌دهنده این است که برداشت بی‌رویه آب‌های زیرسطحی عامل اصلی این پدیده است. مدیریت بهینه‌تر منابع آب، نظارت دقیق‌تر بر توسعه زیرساخت‌ها و افزایش آگاهی عمومی می‌تواند از تشدید فرونشست زمین در این منطقه جلوگیری کند و پایداری بیشتری برای آینده منطقه به ارمغان آورد. این تحلیل‌ها به وضوح نشان می‌دهند که برای جلوگیری از اثرات منفی بیشتر فرونشست بر محیط‌زیست و زیرساخت‌های منطقه، برنامه‌ریزی‌های آینده باید مبتنی بر داده‌های دقیق زمین‌شناسی و هیدرولوژیکی باشد.

نتایج حاصل از تحلیل جابه‌جایی‌های سطح زمین در منطقه سیستان نشان می‌دهد که در این منطقه دو نوع جابه‌جایی سطحی، یعنی بالا آمدگی و فرورفتگی، رخ داده است. این تغییرات به صورت مقادیر مثبت و منفی "بر حسب سانتی‌متر"، اندازه‌گیری و ثبت شده‌اند. جابه‌جایی‌های مثبت که نشان‌دهنده بالا آمدگی سطح زمین هستند، بیشتر در نواحی غربی و شمال غربی منطقه سیستان مشاهده شده‌اند. بیشترین میزان این بالا آمدگی‌ها ۰/۲۷ سانتی‌متر بوده که در نواحی غربی و شمال غربی ثبت شده است. در مقابل، جابه‌جایی‌های منفی که بیانگر فرورفتگی سطح زمین هستند، به‌ویژه در نواحی شرقی و شمال شرقی منطقه سیستان دیده می‌شوند. این نواحی که بیشتر شامل مناطق کشاورزی هستند، بیشترین میزان فرورفتگی را با ۴/۱۲ سانتی‌متر تجربه کرده‌اند. این تفاوت در جابه‌جایی‌های سطحی نشان می‌دهد که فرونشست زمین به‌ویژه در نواحی با فعالیت‌های کشاورزی بیشتر به دلیل برداشت بی‌رویه آب‌های زیرسطحی رخ داده است.



شکل ۱۳- نقشه‌های ارائه شده از داده‌های تداخل‌سنجی راداری مربوط به منطقه سیستان در بازه زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۲

بررسی عوامل محیطی و ارتباط آن با فرونشست زمین در منطقه سیستان

تحلیل مکانی عوامل محیطی مؤثر بر پدیده فرونشست در منطقه سیستان، با بررسی چهار لایه کلیدی ارتفاع، بارش، زمین‌شناسی و آسیب‌پذیری خاک، نشان می‌دهد که فرونشست تنها تابعی از افت آب زیرسطحی نیست، بلکه در بستر خاص طبیعی منطقه رخ داده و توسط این عوامل تشدید می‌شود(جدول ۴). ناهمواری‌های منطقه سیستان از ارتفاع ۴۰۰ متر در نواحی پست شرق و مرکز، تا ۲۰۱۹ متر در ارتفاعات غربی گسترده است. تحلیل همبستگی نشان می‌دهد فرونشست بیشترین رابطه را با مناطق کم‌ارتفاع (زیر ۵۰۰ متر) دارد. این همبستگی (ضریب همبستگی قابل توجه) به دلیل تجمع رسوبات آبرفتی جوان، سست و ضخیم در دشت‌های پست است. این رسوبات در مقابل فشردگی ناشی از خالی شدن از آب، بسیار حساس‌تر از سازندهای سخت و قدیمی مناطق مرتفع هستند. بنابراین، توپوگرافی پایین نه تنها محل تجمع منابع آب اصلی است، بلکه به دلیل جنس مواد، به کانون اصلی فرونشست تبدیل شده است(شکل ۱۴). پراکنش مکانی بارش در منطقه سیستان ناهمگون است،

به‌طوری‌که میزان آن از حدود ۷۰ میلی‌متر در غرب به کمتر از ۲۰ میلی‌متر در مرکز و شرق دشت کاهش می‌یابد. همبستگی نسبتاً خوب بین کاهش بارش و افزایش نرخ فرونشست، به‌ویژه در بخش‌های مرکزی و شرقی، نشان می‌دهد که کمبود بارش به عنوان یک عامل تشدیدکننده عمل می‌کند. در این مناطق، کاهش تغذیه طبیعی منابع آب به دلیل خشکسالی‌های ممتد، توأم با برداشت مداوم آب، باعث افت سریع‌تر سطح ایستابی و در نتیجه، تسریع در نرخ فرونشست شده است. این موضوع یک چرخه معیوب ایجاد کرده است: فرونشست شدیدتر، افت بیشتر آب، برداشت بیشتر و در نهایت خشکی (شکل ۱۵).

زمین‌شناسی منطقه سیستان با وجود حوضه‌های رسوبی قدیمی و گسترش رسوبات ریزدانه رسی و سیلتی، بستر مستعدی برای فرونشست فراهم کرده است. علاوه‌براین وجود لایه‌ها و لنزهای نمکی (هالیت) و گچی در زیر سطح، عامل حساسیت‌زای دیگری محسوب می‌شود. افت سطح آب زیرسطحی می‌تواند منجر به حل شدن این رسوبات تبخیری و ایجاد حفره‌های زیرسطحی (پدیده کارست) شود که در نهایت به صورت فرونشست ناگهانی یا گسیختگی‌های سطحی ظاهر می‌شود. بنابراین، زمین‌شناسی نه تنها زمینه را فراهم کرده، بلکه نوع و مکانیسم فرونشست را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد(شکل ۱۶). این لایه که ترکیبی از عوامل مختلفی مانند بافت خاک (عمدتاً رسی)، شوری بالا، عمق آب زیرسطحی و نوسانات آن است، قوی‌ترین همبستگی را با نرخ فرونشست نشان می‌دهد. خاک‌های رسی و شور منطقه سیستان، هنگامی که از آب اشباع باشند، مقاومت به نسبی دارند، اما با کاهش سطح آب، منقبض شده و تراکم می‌یابند. همچنین، شوری بالا می‌تواند با تشدید فرآیندهای شیمیایی، به تخریب ساختار خاک کمک کند. نواحی با بیشترین آسیب‌پذیری خاک (با ضریب ۰/۷۰) دقیقاً با کانون‌های اصلی فرونشست شناسایی شده توسط تصاویر راداری همپوشانی دارند(شکل ۱۷). این چهار عامل به صورت سیستماتیک و تعاملی بحران فرونشست را در سیستان شکل می‌دهند. زمین‌شناسی حساس و آسیب‌پذیری بالای خاک، بستر ذاتی منطقه را مستعد فرونشست کرده‌اند. توپوگرافی پایین محل تجمع این مواد حساس و همچنین تمرکز بهره‌برداری از آب را مشخص می‌کند. در نهایت، کاهش بارش به عنوان یک عامل فشار بیرونی، با محدود کردن تغذیه، سیستم را به سوی آستانه بحران سوق می‌دهد. برداشت بی‌رویه آب زیرسطحی به عنوان عامل محرک اصلی، مانند جرقه‌ای عمل می‌کند که این مواد و شرایط مستعد را به حرکت درمی‌آورد و پدیده فرونشست را با ابعاد و نرخ مشاهده شده پژوهشگر می‌سازد. بنابراین، مدیریت فرونشست در سیستان نیازمند نگاهی همه‌جانبه است که علاوه بر کنترل برداشت آب، حفاظت از پوشش گیاهی برای بهبود نفوذ، و برنامه‌ریزی توسعه بر اساس نقشه‌های آسیب‌پذیری زمین‌شناسی و خاک را نیز در بر می‌گیرد.

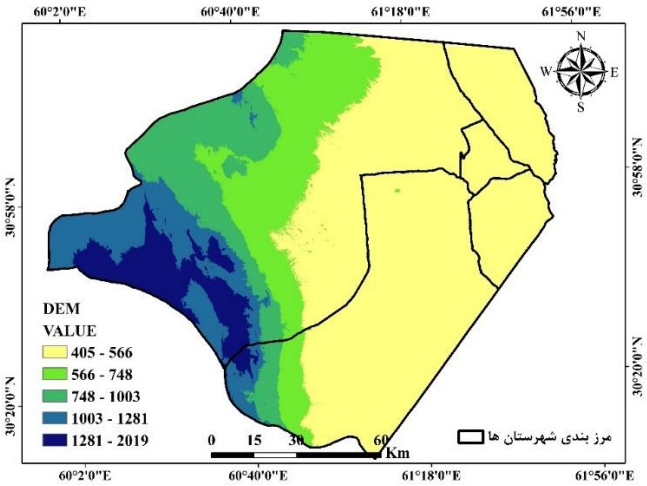
بررسی میزان تاثیر تغییرات کاربری اراضی بر فرونشست در منطقه سیستان

برای تحلیل دقیق‌تر و جامع‌تر، از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ برای سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۲۴ استفاده شد (جدول ۵). این تصاویر برای تهیه نقشه‌های کاربری زمین شامل کلاس‌های مختلفی مانند آب، خاک، مرتع، کشاورزی و مناطق شهری به کار گرفته شدند. پس از پردازش تصاویر در نرم‌افزار ENVI و استفاده از تکنیک‌های طبقه‌بندی نظارت شده، نقشه‌های کاربری زمین تهیه و کلاس‌های مختلف شناسایی شدند. تحلیل این نقشه‌ها نشان داد بیشترین میزان فرونشست در مناطق کشاورزی با میانگین ۲/۳۳- سانتی‌متر و دامنه تغییرات ۴/۳۶ سانتی‌متر رخ داده است. این نتایج تأکید می‌کنند که فعالیت‌های کشاورزی نقش عمده‌ای در تشدید فرونشست زمین در این منطقه داشته‌اند. مناطق شهری با میانگین فرونشست ۲/۳۱- سانتی‌متر و دامنه تغییرات ۰/۹۶ سانتی‌متر نیز در رتبه بعدی قرار دارند. این امر نشان می‌دهد فعالیت‌های انسانی مانند ساخت‌وسازها و توسعه زیرساخت‌ها، هرچند کمتر از کشاورزی، اما همچنان بر فرونشست زمین تأثیرگذار بوده‌اند. در مقابل، مناطق مرتعی و خاکی به ترتیب با میانگین‌های ۱/۵۴- و ۱/۳۵- سانتی‌متر، نوسانات بیشتری در فرونشست زمین داشته‌اند. این مناطق نیز تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی، دچار فرونشست شده‌اند.

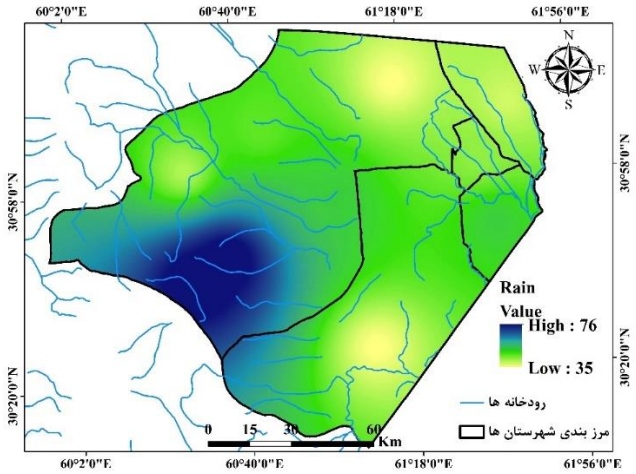
در نهایت، مناطق آبی با میانگین فرونشست ۲/۲۶- سانتی‌متر و دامنه تغییرات ۳/۱۰ سانتی‌متر نسبتاً پایدارتر از سایر کاربری‌ها بوده و تغییرات کمتری در این مناطق مشاهده شده است. این تحلیل‌ها به‌وضوح نشان می‌دهد مدیریت دقیق‌تر و کارآمدتر منابع آب به‌ویژه در مناطق کشاورزی ضروری است تا از تشدید فرونشست و پیامدهای منفی آن بر محیط‌زیست و زیرساخت‌های منطقه جلوگیری شود.

جدول ٤- همبستگی شاخص‌های محیطی با میزان فرونشست در منطقه سیستان

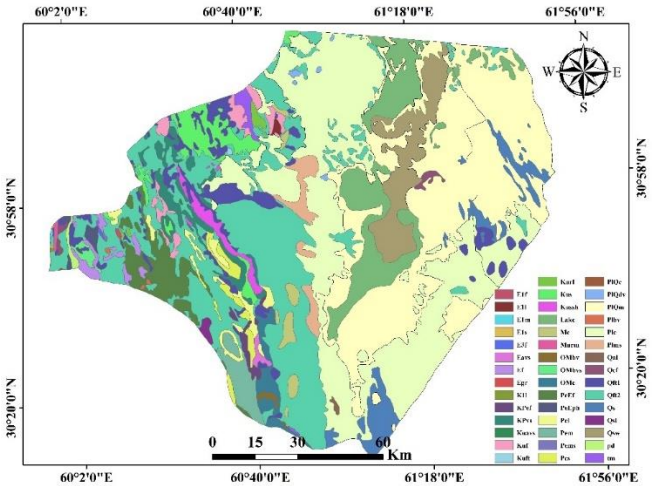
لایه‌ها	ضریب همبستگی
ارتفاع	۰/۶۵
بارش	۰/۵۵
زمین شناسی	۰/۶۰
آسیب‌پذیری	۰/۷۰



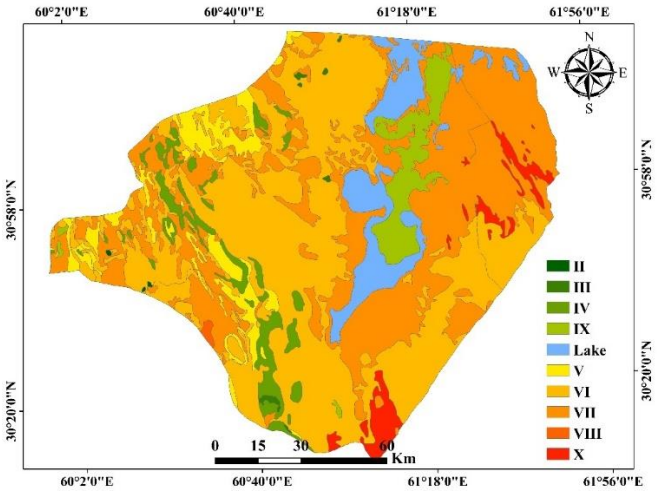
شکل ۱۴- نقشه مدل رقومی ارتفاع



شکل ۱۵- میزان بارش در سطح منطقه



شکل ۱۶- نقشه زمین شناسی منطقه (۱/۵۰۰۰۰)



شکل ۱۷- نقشه میزان آسیب‌پذیری خاک در منطقه سیستان

جدول ۵- نتایج پوشش زمین بر اساس تصاویر لندست ۸

کلاس	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
آب	-۳/۷۹	-۰/۶۸	۳/۱۰	-۲/۲۶	۰/۱۹
خاک	-۴/۰۸	۰/۲۷	۴/۳۵	-۱/۳۵	۰/۹۹
مرتع	-۴/۱۳	۰/۲۸	۴/۴۰	-۱/۵۴	۱/۱۴
کشاورزی	-۴/۱۰	۰/۲۶	۴/۳۶	-۲/۳۳	۰/۷۱
شهری	-۲/۷۰	-۱/۷۵	۰/۹۶	-۲/۳۱	۰/۰۶

جدول ٦- همبستگی و ارزیابی نتایج InSAR و GRACE با داده‌های زمینی (چاه‌های مشاهده‌ای) در منطقه سیستان (۲۰۲۲-۲۰۱٤)

منبع داده	میانگین تغییرات (سانتی‌متر/سال)	دامنه تغییرات	ضریب همبستگی (r) با داده‌های زمینی	خطای RMSE
InSAR	۲٫۳۳- فرونشست	۴/۳۶	۰/۸۲	۰/۴۵
GRACE	۱۱٫۵۴- افت آب زیرسطحی	۱۳/۱۸	۰/۷۵	۱/۲۰
چاه‌های مشاهده‌ای	۱۲٫۱۰- افت سطح آب	۱۵/۳۰	۱	-

نتایج جدول (۶) نشان داد همبستگی قوی بین داده‌های ماهواره‌ای و زمینی وجود دارد، به‌طوری‌که ضریب همبستگی ۰/۸۲ بین داده‌های تداخل‌سنجی راداری و مشاهدات چاه‌های مشاهده‌ای، دقت بالای روش تداخل‌سنجی را در شناسایی فرونشست زمین تأیید می‌کند. همبستگی ۰/۷۵ بین داده‌های GRACE و افت سطح آب‌های زیرسطحی نیز نشان می‌دهد که افت آبهای زیرسطحی عامل اصلی فرونشست در منطقه سیستان است. مقادیر پایین خطای RMSE (۰/۴۵ سانتی‌متر) برای داده‌های تداخل‌سنجی راداری نشانگر قابلیت اطمینان بالای این روش است، درحالی‌که تفاوت جزیی بین داده‌های GRACE و مشاهده‌ای (RMSE=1.20 سانتی‌متر) احتمالاً ناشی از تفاوت مقیاس مکانی داده‌های GRACE (۱°×۱°) در مقایسه با داده‌های نقطه‌ای چاه‌ها است. هر سه منبع داده روند کاهشی مشابهی را در بازه زمانی ۲۰۱۴-۲۰۲۲ نشان می‌دهند، به‌ویژه پس از سال ۲۰۱۷ که داده‌های GRACE کاهش ۱۲/۷سانتی‌متری سطح آب و داده‌های تداخل سنجی راداری فرونشست تا ۲۰ سانتی‌متر در برخی نقاط را ثبت کرده‌اند. دامنه تغییرات در داده‌های زمینی (۱۵/۳سانتی‌متر) گسترده‌تر از داده‌های GRACE (۱۳/۱۸سانتی‌متر) است که احتمالاً به دلیل تفاوت در تعداد چاه‌های نمونه‌برداری و تغییرپذیری محلی آنها می‌باشد. همچنین، مناطق کشاورزی که بیشترین میزان فرونشست را در داده‌های تداخل‌سنجی راداری نشان می‌دهند، با چاه‌های دارای افت شدید سطح آب مطابقت دارند که این موضوع تأثیر مستقیم برداشت آب بر فرونشست زمین را تأیید می‌کند (جدول ۴).

نتیجه‌گیری

مطالعه تأثیر افت آب‌های زیرسطحی بر فرونشست زمین در منطقه سیستان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای GRACE و Sentinel-1 در بازه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ نشان داد که بین کاهش سطح آب‌های زیرسطحی و فرونشست زمین ارتباط مستقیم و معناداری وجود دارد. بر اساس داده‌های GRACE، میانگین افت سالانه آب‌های زیرسطحی از ۶/۵ سانتی‌متر در سال ۲۰۱۵ به ۱۲/۷ سانتی‌متر در سال ۲۰۱۷ افزایش یافته و این

روند کاهشی تا سال ۲۰۲۲ ادامه داشته است. تحلیل‌های InSAR نیز نشان داد فرونشست زمین از ۱۰- سانتی‌متر در سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۶ به بیش از ۲۰- سانتی‌متر در سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۲۲ رسیده که بیشترین میزان آن در مناطق مرکزی و شرقی منطقه سیستان، به‌ویژه در اراضی کشاورزی (با میانگین فرونشست ۲/۳۳- سانتی‌متر) مشاهده شد. این پدیده بیشتر ناشی از برداشت بی‌رویه آب برای مصارف کشاورزی است که در فصل‌های گرم سال تشدید می‌شود. نتایج با ضریب همبستگی ۰/۸۲ بین داده‌های InSAR و مشاهدات زمینی از چاه‌های مشاهده‌ای در تمامی سال‌های مورد مطالعه (۲۰۱۴-۲۰۲۲) تأیید شدند. این یافته‌ها هشداردهنده وضعیت بحرانی منابع آب و تشدید فرونشست زمین در طول سال‌های اخیر است که ضرورت مدیریت بهینه آب‌های زیرسطحی برای جلوگیری از خسارات بیشتر به زیرساخت‌ها و محیط‌زیست منطقه را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

مقایسه نتایج این پژوهش با پژوهش‌های مشابه در دیگر مناطق ایران نیز همخوانی و تطابق بالایی نشان داددهد. پژوهش‌های حسین‌زاده و همکاران (۱۴۰۱)، عمادالدین و همکاران (۱۴۰۲)، حسینی و همکاران (۱۴۰۲)، شفیعی دارافشانی و شمسی اژیه (۱۴۰۳)، گودرزی و همکاران (۱۴۰۴)، Guo و همکاران (۲۰۱۶)، Jeanne و همکاران (۲۰۱۹)، Goorabi و همکاران (۲۰۲۰) و Duc-Huy و همکاران (۲۰۲۲) به وضوح نشان می‌دهند که برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و زیرسطحی، اصلی‌ترین و مؤثرترین عامل در پدیده فرونشست زمین در مناطق مختلف ایران و جهان است. تمامی این مطالعات، با وجود تفاوت در مناطق مورد بررسی (از دشت قاین، فسا، و غرب تهران گرفته تا اصفهان، یزد-اردکان)، بر ارتباط مستقیم بین افت تراز آب‌های زیرزمینی و زیرسطحی و افزایش نرخ فرونشست تاکید دارند.

علاوه‌بر این، نتایج پژوهش‌ها حاکی‌ازآن است که فرونشست یک پدیده چندعاملی است و عوامل زمین‌شناسی و جغرافیایی مانند جنس زمین، نزدیکی به گسل‌ها، مسیل‌ها و حتی قنات‌های قدیمی نیز در الگوی و نرخ فرونشست مؤثر هستند. نکته قابل توجه دیگر، همسویی پژوهش‌ها در استفاده از تکنیک‌های نوین سنجش از دور، به ویژه تداخل‌سنجی راداری و تصاویر ماهواره‌ای، به عنوان ابزاری کارآمد و دقیق برای پایش و تخمین میزان فرونشست است.

در نهایت این پژوهش تأکید می‌کند که اختیار کردن تدابیر مناسب، مانند کاهش برداشت آب‌های زیرسطحی، استفاده از روش‌های آبیاری بهینه و افزایش آگاهی عمومی در خصوص خطرات ناشی از افت آب‌های زیرسطحی و فرونشست زمین، ضروری است. تنها با فراهم کردن چنین تدابیری می‌توان از تشدید این پدیده‌های مخرب جلوگیری کرده و زیرساخت‌ها و محیط‌زیست منطقه را برای نسل‌های آینده حفظ کرد. این اقدامات نه تنها برای حفظ پایداری محیط‌زیستی و اقتصادی منطقه، بلکه برای جلوگیری از بروز بحران‌های اجتماعی و اقتصادی در آینده ضروری است. در نهایت، پژوهش حاضر نشان داد مدیریت صحیح و برنامه‌ریزی دقیق بر اساس داده‌های علمی و معتبر می‌تواند به‌عنوان راهکاری کارآمد برای جلوگیری از بحران‌های ناشی از فرونشست زمین و افت آب‌های زیرسطحی در منطقه سیستان و سایر مناطق مشابه عمل کند.

منابع

امیری، سیامک، و مظاهری، مهدی. (۱۴۰۲). چالش‌های ناشی از برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در کشور، بررسی شرایط فعلی و بحران فرونشست زمین. (e18884). ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۳۱(۲)، 20.1001.1.29809525.1402.1402.1.15.9

حسین‌زاده، سیدرضا، اکبری، ابراهیم، جوانشیری، مهدی، و محمدپورسنگانی، زینت. (۱۴۰۱). تحلیل فضایی فرونشست سطح زمین با استفاده از تداخل‌سنجی راداری (مورد مطالعه: دشت مرکزی شهرستان قاین). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۱(۴)، ۹۹-۱۲۶. 10.22067/geoeh.2022.75138.1169

حسینی، سید حمیدرضا، موسوی جهرمی، سیدحبیب، و محمدولی سامانی، حسین. (۱۴۰۲). شبیه‌سازی و تحلیل پدیده فرونشست زمین با استفاده از نظریه پوروالاستیسیته (مطالعه موردی: دشت تهران-شهریار). مجله آب و فاضلاب، ۳۴(۲)، ۱-۲۰. doi: 10.22093/wwj.2022.321484.3215

حسینی، سیدحمیدرضا، موسوی جهرمی، سیدحبیب، و محمد ولی سامانی، حسین. (۱۴۰۲). بررسی عوامل موثر در پدیده فرونشست زمین در گستره غرب استان تهران. فصلنامه علمی مهندسی منابع آب، ۱۶(۵۸)، ۶۹-۸۴. doi:10.30495/wej.2023.29602.2348

شفیعی دارافشانی، علی، و شمسی اژیه، علی. (۱۴۰۳). بررسی میزان آسیب‌پذیری و تاب‌آوری شهر اصفهان در برابر پدیدهٔ فرونشست زمین. منظر, ۱۶(۶۹), ۲۴-۳۷. doi:10.22034/manzar.2024.457486.2285

عمادالدین، سمیه، محمد قاسمی، مسعود، و قریشی، دانیال. (۱۴۰۲). بررسی فرونشست زمین به دلیل برداشت بی رویه از منابع آب های زیرزمینی با تکنیک تداخل سنجی راداری در دشت فسا. مهندسی جغرافیایی سرزمین، ۷(۴)، ۷۶۷-۷۷۸. doi:10.22034/jget.2024.148385

گودرزی، محمدرضا، صباغ زاده، مریم، و رجب‌پور، نیکنام امیررضا. (۱۴۰۴). رابطه بین فرونشست زمین و مصرف آب در دشت یزد-اردکان با استفاده از تصاویر سنتینل۱ تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۵ (۷۶)، ۱۶۱-۱۴۴. doi:10.61186/jgs.25.76.13

محمدخان، شیرین، گنجائیان، حمید، گروسی، لیلا، و زنگنه تبار، زهرا. (۱۳۹۸). ارزیابی تأثیر افت آب‌های زیرزمینی بر میزان فرونشست با استفاده از تصاویر راداری سنتینل-۱؛

محدوده مورد مطالعه: دشـــت قروه. فصـــلنامه اطلاعات جـغـرافـیـایـی «سـپـهـر», ۲۸(۱۱۲), ۲۱۹-۲۲۹. doi: 10.22131/sepehr.2020.38617

Chen, M., Tomás, R., Li, Zh., Motagh, M., Li, T., Hu, L., Gong, H., Li, X., Yu, J., & Gong, X. (2016). Imaging Land Subsidence Induced by Groundwater Extraction in Beijing (China) Using Satellite Radar Interferometry, Remote Sens, 8(6),. 320-348. https://doi.org/10.3390/rs8060468

Du, Z., Ge, L., Ng, A., Zhu, Q., Yang, X., & Li, L. (2018). Correlating the subsidence pattern and land use in Bandung, Indonesia with both Sentinel -1/2 and ALOS -2 satellite images. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 67, 54 -68. https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.01.001.

Duc-Huy, T., Shih-Jung, W., & Quoc Cuong, N. (2022). Uncertainty of heterogeneous hydrogeological models in groundwater flow and land subsidence simulations – A case study in Huwei Town, Taiwan, Engineering Geology, 298, 34-56. https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2022.106543

Ferretti, A., Savio, G., Barzaghi, R., Borghi, A., Musazzi, S., Novali, F., & Rocca, F. (2007). Submillimeter accuracy of InSAR time series: Experimental validation. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 45(5), 1142-1153. DOI: 10.1109/TGRS.2007.894440

Ghorbani, Z., Khosravi, A., Maghsoudi, Y., Fazel Mojtahedi, F., Javadnia, E., & Nazari, A. (2022). Use of InSAR data for measuring land subsidence induced by groundwater withdrawal and climate change in Ardabil Plain, Iran, Sci Rep, 17;12(1), 73-98. DOI: 10.1038/s41598-022-17438-y

Goli, A., Moradi, M., & Dehghani, M. (2019). Land Subsidence Vulnerability Assessment of Rural Settlements in Fars Province, Journal of Research and Rural Planning, 8(4), 91-106. 0.22067/jrrp.v8i4.78463

Goorabi, A., Karimi, M., Yamani, M., & Perissin, D. (2020). Land subsidence in Isfahan metropolitan and its relationship with geological and geomorphological settings revealed by Sentinel-1A InSAR observations. Journal of Arid Environments, 181, 104238. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104238

Gumilar, I., Abidin, H.Z., Hutasoit, L.M., Hakim, D.M., Sidiq, T.P., & Andreas, H. (2015). Subsidence in Bandung Basin and its Possible Caused Factors, Procedia Earth and Planetary Science,12, 47-62. https://doi.org/10.1016/j.proeps.2015.03.026

Guo, H., Wang, L., Cheng, G., & Zhang, Z. (2015). Groundwater- abstraction induced land subsidence and groundwater regulation in the North China Plain, Proc. IAHS, 372, 17–21, https://doi.org/10.5194/piahs-372-17-2015.

Guo, J., Zhou, L., Yao, Ch., & Hu, J. (2016). Surface Subsidence Analysis by Multi-Temporal InSAR and GRACE: A Case Study in Beijing, Sensors. 19(19), 1-18. https://doi.org/10.3390/s16091495

Hu, R.L., Yue, Z.Q., Wang, L.C., & Wang, S. J. (2004). Review on current Status and challenging issues of and subsidence in China. Engineering Geology, 76(1), 65-77. https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2004.06.006

Jeanne, P., Faar, T. G., Rutqvist, J., & Vasco, D. W. (2019). Role of agricultural activity on land subsidence in the Jouquin Valley, California, Journal of Hydrology, 569, 462-469. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.11.077

Jiang, H., Zhang, J., Liu, Y., Li, J., & Fang, Z. N. (2023). Does flooding get worse with subsiding land? Investigating the impacts of land subsidence on flood inundation from Hurricane Harvey. Science of The Total Environment, 865, 161072. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161072

Ma, P., Wang, W., Zhang, B., Wang, J., Shi, G., Huang, G., & Lin, H. (2019). Remotely sensing large- and small-scale ground subsidence: A case study of the Guangdong –Hong Kong – Macao Greater Bay Area of China. Remote Sensing Environment, 232. https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111282

Mahmoudpour, M., Khamehchiyan, M., Nikoudel, M.R., & Ghassemi, M.R. (2013). Characterization of regional land subsidence induced by groundwater withdrawals in Tehran, Iran, JGeope 3(2), 49-62. https://journal.ut.ac.ir/article_36014.html

Rott, H., & Nagler, T. (2006). The contribution of radar interferometry to the assessment of landslide hazards. Advances in Space Research, 37(4), 710-719. https://doi.org/ 10.1016/ j.asr.2005.06.059

Stramondo, S,. Bozzano, F., Marra, R., Marra, F.U, Wegmuller, R.F., Cinti, M., Moro, M., & Saroli, M. (2008). Subsidence induced by urbanisation in the city of Rome detected by advanced InSAR technique and geotechnical investigations. Remote Sensing of Environment, 112,. 3160–3172. https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.03.008

Su, G., Wu, Y., Zhan, W., Zheng, Zh., Chang, L., & Wang, J. (2021). Spatiotemporal evolution characteristics of land subsidence caused by groundwater depletion in the North China plain during the past six decades, Journal of Hydrology, 600, 126678. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126678

Tran, D. H., Wang, S. J., & Nguyen, Q. C. (2022). Uncertainty of heterogeneous hydrogeological models in groundwater flow and land subsidence simulations– a case study in Huwei Town, Taiwan. Engineering Geology, 298, 106543. https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2022.106543

Zhang, L. (2019). Big Data, Knowledge Mapping for Sustainable Development: A Water Quality Index Case Study. Emerging Science Journal, 3(4), 1-12. https://doi.org/10.28991/esj-2019-01187

Zhang, Y., Wu, H. A., Kang, Y., & Zhu, C. (2016). Ground subsidence in the Beijing-TianjinHebei region from 1992 to 2014 revealed by multiple sar stacks. Remote Sensing, 8(8), 675. https://doi.org/10.3390/rs8080675

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 73 to 92

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۷۳ تا ۹۲

Document Type: Review Article

نوع مقاله: مروری

A Critical Systematic Review of Water Conflict Studies in the Kashafrud River Basin, Mashhad

M. M. Namazi[1], A. Yousofi[2*], K. Davary[3], A. R. Asgharpourmasouleh[4]

1, 2- Ph.D. Candidate and Professor, Department of Social Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. 3- Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. 4- Associate Professor, Department of Sociology, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

*** Corresponding, Author Email:** yousofi@um.ac.ir

Received ▶ 25-11-2025
Revised ▶ 11-02-2026
Accepted ▶ 06-04-2026
Available online ▶ 15-06-2026

Abstract

This study presents a critical systematic review of research on water conflicts in the Kashafrud river basin (Mashhad) and uses a framework-based synthesis to identify analytical and policy shortcomings in the literature. An integrative framework drawing on resource governance theories, historical and sociological institutionalism, game theory, and principal–agent theory was developed and translated into operational coding indicators. Out of 48 identified studies, after removing duplicates and conceptual screening, 14 studies were included for qualitative appraisal. Results show that “historical path dependence” was absent in 11 studies and strong in only 2. For “rules and governance arrangements,” no study scored strong, while 11 were limited and 3 were absent. For “conflict type and level,” only 1 study scored strong and 3 were absent. For “actors and power distribution,” 2 studies were strong and 12 were limited. Moreover, about half of the studies were absent in “representation and stakeholder participation,” and most studies were limited or absent in “cultural and normative dimensions.” Overall, the main weakness is not the lack of problem description, but limited attention to institutional trajectories, the absence of a coherent conflict typology, insufficient measurement of stakeholder power and representation, and weak links between governance rules and operational mechanisms for dispute resolution, enforcement, and accountability. Accordingly, the article proposes three policy steps: developing a conflict typology with a corresponding dispute-resolution package, upgrading a monitorable responsibility–accountability matrix, and reconstructing a decision timeline coupled with mapping institutional bottlenecks.

Keywords: Water Conflicts, Water Resources Governance, Conflict of Interest, Critical Systematic Review, Kashafrud River Basin (Mashhad).

مرور منظم انتقادیِ مطالعات تعارضات آبی حوزه کشف رود مشهد

محمد مهدی نمازی[1]، علی یوسفی[2*]، کامران داوری[3]، احمدرضا اصغرپور ماسوله[4]

۱، ۲ - به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد گروه علوم اجتماعی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ۳- استاد، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ٤- دانشیار گروه جامعه‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

***رایانامه نویسنده مسئول:** yousofi@um.ac.ir

تاریخ دریافت ◀ ۱۴۰۴/۰۹/۰۴
تاریخ بازنگری ◀ ۱۴۰۴/۱۱/۲۲
تاریخ پذیرش ◀ ۱۴۰۵/۰۱/۱۷
تاریخ انتشار ◀ ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

چکیده

این پژوهش یک مرور منظم انتقادی از مطالعات مرتبط با تعارضات آبی در حوضه کشف‌رود مشهد است و می‌کوشد کاستی‌های تحلیلی و سیاستی این بدنه پژوهشی را بر پایه یک سنتز چارچوب‌محور روشن کند. چارچوب تحلیلی پژوهش با اتکا به نظریه‌های حکمرانی منابع، نهادگرایی تاریخی و جامعه‌شناختی، نظریه بازی و نظریه نمایندگی تدوین و به شاخص‌های عملیاتی برای کدگذاری تبدیل شد. از میان ۴۸ مطالعه شناسایی‌شده، پس از حذف موارد تکراری و غربالگری مفهومی، ۱۴ مطالعه وارد ارزیابی کیفی شد. نتایج نشان داد در بُعد «مسیرمندی تاریخی» این بعد در ۱۱ مطالعه غایب بوده و تنها ۲ مطالعه امتیاز قوی داشته‌اند. در بُعد «قواعد و ترتیبات حکمرانی» هیچ مطالعه‌ای امتیاز قوی نگرفته، ۱۱ مطالعه امتیاز محدود و ۳ مطالعه امتیاز غایب داشته‌اند. در بُعد «نوع و سطح تعارض» تنها ۱ مطالعه امتیاز قوی داشته و ۳ مطالعه فاقد پرداخت بوده‌اند. در بُعد «بازیگران و توزیع قدرت» ۲ مطالعه امتیاز قوی و ۱۲ مطالعه امتیاز محدود داشته‌اند. همچنین در «نمایندگی و مشارکت ذی‌نفعان» نیمی از مطالعات غایب بوده و در «فرهنگی و هنجاری» اغلب مطالعات در سطح محدود یا غایب قرار گرفته‌اند. جمع‌بندی انتقادی نشان می‌دهد ضعف اصلی ادبیات کشف‌رود نه کمبود توصیف مسئله، بلکه کم‌توجهی به مسیر نهادی تصمیم‌ها، نبود نوع‌شناسی تعارض، سنجه‌گذاری ناکافی قدرت و نمایندگی ذی‌نفعان و فقدان پیوند منسجم میان قواعد حکمرانی با ابزارهای حل اختلاف، تنفیذ و پاسخ‌گویی است. بر این اساس، مقاله سه گام سیاستی پیشنهاد می‌کند: تدوین نوع‌شناسی تعارض و بسته حل اختلاف متناظر، تکمیل جدول مسئولیت و پاسخ‌گویی قابل پایش، و بازسازی خط زمان تصمیم‌ها همراه با شناسایی گره‌های نهادی.

واژه‌های کلیدی: تعارضات آبی، حکمرانی منابع آب، تعارض منافع، مرور منظم انتقادی، کشف‌رود مشهد.

How to cite this article:
Namazi, M. M, Yousofi, A., Davary, K. & Asgharpourmasouleh, A. R. (2026). A Critical Systematic Review of Water Conflict Studies in the Kashafrud River Basin, Mashhad. Journal of Water and Sustainable Development, 13(1), 73-92. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i1.2511-1472

مقدمه

کشف‌رود یکی از شریان‌های تاریخی و حیاتی دشت مشهد است که امروز به گرهی چندبعدی در مقیاس محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی بدل شده است. رودخانه‌ای که زمانی پشتوانه کشاورزی، سلامت زیست‌بوم و معیشت محلی بود، اکنون زیر فشار توسعه‌های بی‌ضابطه، تخلیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی، برداشت‌های بی‌رویه و بهره‌برداری‌های حاشیه‌ای از بستر و حریم، با افول کمّی و کیفی مواجه است و آثار این افول در کیفیت آب، ایمنی غذایی و کارکردهای اکولوژیک منطقه آشکار شده است (گل‌محمدی تولانی، ۱۳۸۷؛ عنایتی و همکاران، ۱۳۹۸؛ سلاجقه و همکاران، ۱۴۰۳). پژوهش‌های محلی نشان می‌دهد ورود پساب از پهنه‌های شهری پیرامونی از طریق کانال‌ها به رودخانه، آلودگی میکروبی و حضور انگل‌های تک‌یاخته‌ای را تشدید کرده و استفاده از آب آلوده برای آبیاری، تجمع فلزات سنگین در محصولات کشاورزی را به همراه داشته که از مسیر زنجیره غذایی سلامت عمومی را تهدید می‌کند (حسینی فاطمی و همکاران، ۱۳۹۳؛ عارف‌خوانی و همکاران، ۱۳۹۰؛ رضایی و همکاران، ۱۳۹۳). هم‌زمان، فعالیت‌های معدنی در مجاورت حریم با تخریب زیست‌بوم‌های حساس و افزایش بار آلاینده‌ها همراه بوده و تغییرات بستر ناشی از برداشت مصالح و رسوب‌گذاری، ریسک بی‌ثباتی مورفولوژیک و سیلاب‌های محلی را افزایش داده است. کاهش جریان طبیعی بر اثر سدگذاری در شاخه‌های تغذیه‌کننده و روندهای اقلیمی اخیر نیز فشار مضاعفی بر منابع آب وارد کرده و در برخی دوره‌ها وابستگی به همین منابع آلوده را افزایش داده است (عابدینی و همکاران، ۱۴۰۰؛ عنایتی و همکاران، ۱۳۹۸). از این‌رو، کشف‌رود صرفاً «مسئله کیفیت آب» نیست، بلکه کانونی از پیامدهای بهداشتی–محیط‌زیستی و منازعه بر سر تخصیص، مسئولیت و تنظیم‌گری است.

فراتر از برآیند فشارهای محیطی، ناهماهنگی و اختلاف نظر میان دستگاه‌های مسئول بارها به‌عنوان عاملی بازدارنده در مدیریت مؤثر کشف‌رود گزارش شده است. سازمان حفاظت محیط‌زیست نسبت به تخلیه فاضلاب‌ها و مداخلات پرریسک در حریم رودخانه هشدار داده است، در حالی که وزارت صنعت، معدن و تجارت بر اقتضائات توسعه صنعتی تأکید کرده و این دو دستگاه در مواردی به جمع‌بندی مشترک نرسیده‌اند (حلمی و همکاران، ۱۴۰۲). از سوی دیگر، شهرداری مشهد و شرکت آب و فاضلاب درباره مسئولیت مالی و اجرایی تصفیه‌خانه‌ها و نیز هماهنگی پایدار برای منع آبیاری با آب آلوده با جهاد کشاورزی اختلافاتی داشته‌اند. بازتاب رسانه‌ای این شکاف‌ها در سال‌های اخیر نشان می‌دهد تأخیر در پروژه‌های ضروری و تصمیم‌های پراکنده، مسئله را پیچیده‌تر کرده است (روزنامه صمت، ۱۴۰۱؛ ایرنا، ۱۴۰۲؛ ایسنا، ۱۴۰۳)؛ به‌گونه‌ای که با وجود تداوم کار علمی و مدیریتی طی دو دهه گذشته، حل پایدار هسته مسائل، کمتر محقق شده و پیامدهای اجتماعی و محیط‌زیستی همچنان برجای مانده است. این وضعیت نشان می‌دهد کنار «تشخیص فنی مسئله»، تحلیل «حکمرانی، تقسیم کار نهادی، ابزارهای تنفیذ و پاسخ‌گویی» برای فهم چرایی تداوم بحران ضروری است.

بدنه تحقیقات علمی موجود درباره کشف‌رود را می‌توان به‌طور کلی در دو جریان اصلی جای داد. جریان نخست، رویکردهای مهندسی و فن‌سالارانه را محور قرار داده است؛ از پایش و استانداردگذاری کیفیت آب تا اصلاح زیرساخت‌ها و مدل‌سازی‌های مهندسی. این تحقیقات برای شناسایی منشأهای آلاینده، تحلیل تغییرات بستر، سنجش‌های آزمایشگاهی و طراحی گزینه‌های کنترلی ضروری بوده‌اند، اما به‌تنهایی نتوانسته‌اند به پیشبرد راه‌حل‌های پایدار بینجامند. در مقابل، جریان دوم با تمرکز بر ابعاد اجتماعی، مدیریتی و حکمرانی، کشف‌رود را موضوعی چندسطحی و متشکل از بازیگران و منافع مختلف دیده و از ابزارهایی مانند تحلیل ذی‌نفعان، برنامه‌ریزی مشارکتی، مدل‌سازی تصمیم‌گیری چندمعیاره و چارچوب‌های حکمرانی بهره برده است (سالاریان و همکاران، ۱۳۹۸ الف؛ سالاریان و همکاران، ۱۳۹۸ب؛ سالاری و هاشمی، ۱۳۹۹؛ Amini و همکاران، ۲۰۲۱؛ قلی‌زاده سرابی و همکاران، ۱۴۰۱؛ Ziaee و همکاران، ۲۰۲۳؛ سیدنژاد گل خطمی و همکاران، ۱۴۰۱؛ سلاجقه و همکاران، ۱۴۰۳). با وجود پیشرفت‌های مثبت این دسته در تعریف مسئله و تشخیص مشکلات، مرور گذرا نشان می‌دهد کاستی‌های تکرارشونده‌ای موجب شده یافته‌ها به نتایج مشابه و توصیه‌های کلی سوق پیدا کند و فاصله‌ای معنادار میان پژوهش‌ها و واقعیت‌های عینی میدان باقی بماند. از یک سو، در بخشی از این مطالعات نقشه ذی‌نفعان نسبت‌های واقعی قدرت و ظرفیت اثرگذاری بازیگران را منعکس نمی‌کند و کنشگران ناهم‌وزن عملاً هم‌سنگ فرض می‌شوند؛ وضعیتی که به ساده‌سازی روابط قدرت و خطای نسخه‌نویسی می‌انجامد. از سوی دیگر، انواع تعارض‌ها به‌قدر کافی تفکیک نمی‌شود؛ برای مثال، اختلاف‌های میان سازمان‌های دولتی با یکدیگر در کنار تعارض‌های دولت با کنشگران محلی با یک منطق واحد تحلیل می‌گردد و تفاوت کیفی این دو سطح از تعارض از ملاحظات دور می‌ماند. نگاه تاریخی نیز به ندرت وارد دستورکار تحقیقات می‌شود و نقش لحظات بحرانی، وابستگی به مسیرهای اتخاذشده و قفل‌شوندگی‌های نهادی در شکل‌دهی وضعیت کنونی کمتر دیده می‌شود. سرانجام، بررسی تعارض، اغلب به تعارضات رسمی و بیان‌شده سازمان‌ها و گروه‌ها محدود می‌ماند و تعارضات پنهان و منافع غیررسمی و بیان‌نشده سازمان‌ها مورد غفلت قرار می‌گیرد؛ امری که به شکاف میان توصیه‌های تحقیقات و اقتضائات میدانی دامن می‌زند. در این بررسی، تمرکز تحلیلی بر همین جریان دوم است و مطالعاتی که صرفاً فنی و مهندسی‌اند

(بدون ورود معنادار به ابعاد حکمرانی و تعارض) در دامنه مرور انتقادی قرار نمی‌گیرند.

در چنین زمینه‌ای، این پژوهش در گام نخست با کندوکاو در ادبیات نظری مرتبط با حکمرانی منابع و مدیریت تعارض‌ها، چارچوبی نظری برمی‌سازد که مؤلفه‌های کلیدی مسئله را به صورت مفاهیم عملیاتی روشن می‌کند و برای کدگذاری و سنجش به‌کار می‌آید. در گام دوم، همین چارچوب نظری به مثابه معیاری برای مرور نظام‌مند و ارزیابی انتقادی مطالعات تجربی مرتبط با کشف‌رود قرار می‌گیرد تا هر اثر با شاخص‌های واحد سنجیده و قابل مقایسه شود. این رویه در منطق «ترکیب چارچوب‌محور» جای می‌گیرد؛ بدین معنا که چارچوب ازپیش‌ساخته بر پایه شواهد موجود به عناصر قابل ارزیابی فروکاسته شده و مبنای ارزیابی انتقادی تحقیقات و روشن‌سازی خلأهای نظری و تحقیقاتی قرار می‌گیرد. بدین‌سان، مسئله کشف‌رود به‌عنوان موضوعی چندبعدی در پیوند با محیط‌زیست، جامعه و سیاست‌گذاری، نه از خلال توصیف‌های پراکنده، بلکه با اتکا به یک چارچوب نظری صریح و مرور نظام‌مند ادبیات، صورت‌بندی می‌شود تا حدود و ثغور مسائلی که در تصمیم‌سازی و سیاست‌گذاری مؤثرند، به‌طور منسجم‌تر تبیین گردد. برای پرهیز از داوری کلی و «روایت‌محوری»، شواهد و امتیازدهی هر مطالعه بر اساس دفترچه کد عملیاتی و ماتریس استخراج شواهد گزارش می‌شود (پیوست‌های C و D مراجعه شود).

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر یک مرور منظم با منطق سنتز چارچوب نظری است. در این تحقیق با اتکا به چارچوبی تلفیقی، به‌جای تحلیل میدانی مستقیم، نحوه طرح تعارضات، صورت‌بندی کنشگران و ابعاد نهادی و فرهنگی در مطالعات درباره کشف‌رود بررسی می‌شود. این چارچوب با مرور ادبیات مدیریت منابع طبیعی و تعارض نهادی استخراج و به مجموعه‌ای از معیارهای قابل سنجش تبدیل شده که در جدول (۱) خلاصه شده است.

جدول ۱- معیارهای چارچوب نظری

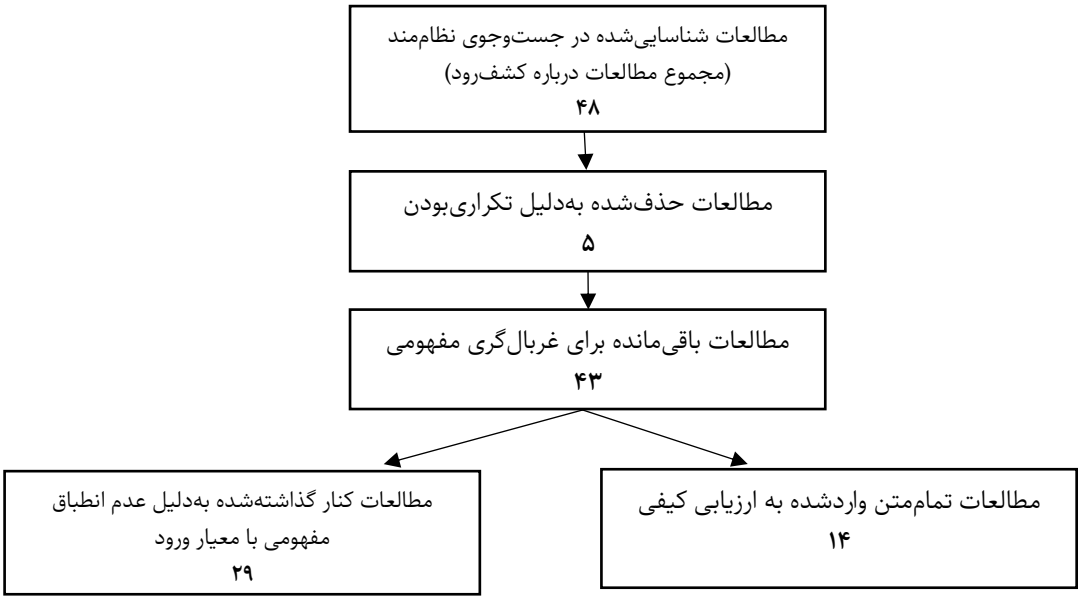
پرسش/شاخص ارزیابی در مرور	پشتوانه نظری	بعد/معیار
آیا کنشگران و مطالبات‌شان دقیق شناسایی شده و ناهم‌ترازی قدرت لحاظ شده است یا همگان هم‌وزن فرض شده‌اند؟	نمایندگی؛ تحلیل ذی‌نفعان (Lumineau و همکاران، ۲۰۱۵؛ Jensen و Meckling، ۱۹۷۶)	کنشگران و منافع/توزیع قدرت
آیا تفکیک تعارض نهاد دولت–دولت/دولت–محلی/محلی–محلی انجام و منطق متناسب برای هر سطح به‌کار رفته است؟	مدیریت تعارض؛ بازی/انتخاب عقلانی (Coser، ۱۹۵۶؛ Deutsch، ۱۹۷۳؛ Thomas و Kilmann، ۱۹۷۴)	نوع و سطح تعارض
آیا وابستگی به مسیر و بزنگاه‌های تاریخی وارد تحلیل شده یا تصویر ایستا ارائه شده است؟	اقتصاد/سیاست نهادی (North، ۱۹۹۰)	زمینه تاریخی و مسیرمندی
آیا قواعد رسمی/غیررسمی، تضاد مأموریت‌ها، هماهنگی بین‌نهادی و سازوکارهای حل تعارض نهادی تحلیل شده است؟	هزینه مبادله و حکمرانی (Williamson، ۱۹۸۵؛ Ostrom، ۱۹۹۰)	صورت‌بندی نهادی و حکمرانی
آیا تمایز سازمانِ کل/ نمایندگان/ واحدها و پیامدهای آن در تعارضات دیده شده است؟	نظریه نمایندگی (Jensen و Meckling، ۱۹۷۶؛ Eisenhardt، ۱۹۸۹)	نمایندگی و شکاف‌های درونی
آیا فشارهای اجباری/تقلیدی/هنجاری، فرهنگ سازمانی و منطق مشروعیت/هم‌شکلی در تحلیل حضور دارد؟	نهادگرایی جامعه‌شناختی (DiMaggio و Powell، ۱۹۸۳؛ Meyer و Rowan، ۱۹۷۷؛ Scott، ۱۹۹۵)	فرهنگی–هنجاری و مشروعیت
آیا توصیه‌ها مشخص، اجراپذیر و بافت‌محور (سازگار با نوع تعارض، توازن قدرت و قواعد نهادی) هستند؟	تناسب سیاست–بافت (رویکردهای حکمرانی)	کیفیت توصیه‌های سیاستی

در این چارچوب، نخست به نوع و وزن کنشگران و منافع آنان پرداخته می‌شود. مطابق با رویکرد نظریه انتخاب عمومی و نظریه بازی، فرض هم‌وزنی کنشگران می‌تواند گمراه‌کننده باشد، زیرا ناهمترازی قدرت، نفوذ و دسترسی به منابع و مشروعیت نهادی به تفاوت نقش و اثرگذاری بازیگران می‌انجامد. رویکردهای جامعه‌شناسی سازمانی و نظریه نمایندگی نیز نشان می‌دهند سازمان‌ها از حیث توان اثرگذاری، شبکه‌های ارتباطی و شکاف نماینده–کارگزار یکدست نیستند (Jensen و Meckling، ۱۹۷۶). بر این اساس، در هر مطالعه سنجیده می‌شود آیا طیف بازیگران (سازمان‌های دولتی، نهادهای غیردولتی، بخش خصوصی و جوامع محلی) و منافع آنان به‌درستی شناسایی و ناهمترازی قدرت لحاظ شده است یا کنشگران ناهم‌وزن هم‌سنگ فرض شده‌اند. در گام بعد نوع و سطح تعارضات طرح‌شده بررسی می‌شود؛ زیرا تعارض میان نهادهای دولتی با یکدیگر از حیث قواعد با تعارض میان سازمان‌های دولتی و بخش خصوصی یا گروه‌های محلی کمتر سازمان‌یافته تفاوت دارد. نظریه‌های انتخاب عقلانی، بازی و مدیریت تعارض بر تفاوت ساختارهای کنش و منطق انگیزه‌ها در سطوح گوناگون تأکید دارند (Coser، ۱۹۵۶؛ Deutsch، ۱۹۷۳؛ Thomas و Kilmann، ۱۹۷۴). بنابراین سنجیده

می‌شود که آیا این سطوح تفکیک شده و برای هر سطح منطق تحلیلی متناسب به‌کار رفته یا همه انواع تعارض با یک عینک واحد تحلیل شده‌اند. بعد سوم به میزان توجه مطالعات به زمینه تاریخی و وابستگی به مسیر مربوط است. نهادها و تعارضات در زمان شکل می‌گیرند و تصمیمات و بزنگاه‌های گذشته می‌توانند مسیر آینده را قفل و گزینه‌های کنونی را محدود کنند؛ نکته‌ای که رویکرد نهادگرایی در اقتصاد بر آن تأکید کرده است (North، ۱۹۹۰). ازاین‌رو بررسی می‌شود که آیا هر مطالعه تنها تصویری ایستا از وضعیت کنونی ارائه داده یا بزنگاه‌های تاریخی، انتخاب‌های نهادی پیشین و آثار قفل‌شدگی را وارد تحلیل کرده است. وجه دیگر، صورت‌بندی نهادیِ مسئله است. بر پایه رویکردهای نهادگرا، قواعد رسمی و غیررسمی، حقوق مالکیت و هزینه‌های مبادله، الگوی تعارض یا همکاری را شکل می‌دهند (Williamson، ۱۹۸۵؛ Ostrom، ۱۹۹۰). بنابراین، در ارزیابی مطالعات توجه می‌شود که آیا چارچوب نهادی حاکم، از قوانین و سیاست‌ها تا ترتیبات حکمرانی و هماهنگی بین‌نهادی، به‌طور مشخص توصیف شده یا تعارض صرفاً به شکاف منافع آشکار تقلیل یافته و سازوکارهای حل تعارض نهادی، مانند ترتیبات میانجی‌گر یا قواعد تصمیم جمعی، نادیده گرفته شده است. همچنین نظریه نمایندگی نشان می‌دهد منافع سازمان با منافع نمایندگان یا واحدهای داخلی الزاماً یکسان نیست و عدم‌تقارن اطلاعات و قراردادهای ناکارا می‌تواند به رفتار فرصت‌جویانه و تعارض درون‌سازمانی یا میان‌سازمانی بینجامد (Jensen و Meckling، ۱۹۷۶؛ Eisenhardt، ۱۹۸۹). بنابراین تمایز میان سازمان به‌مثابه یک کل و واحدهای درونی و پیامدهای این شکاف نیز به‌عنوان معیار جداگانه‌ای سنجیده می‌شود. سرانجام، ابعاد فرهنگی-هنجاری و منطق مشروعیت در تحلیل تعارضات لحاظ می‌شود. نهادگرایی جامعه‌شناختی نشان می‌دهد رفتار سازمان‌ها تنها تابع کارایی اقتصادی نیست، بلکه فشارهای اجباری، تقلیدی و هنجاری و منطق مشروعیت، ساختارها و کنش‌ها را شکل می‌دهد (DiMaggio و Powell، ۱۹۸۳؛ Meyer و Rowan، ۱۹۷۷؛ Scott، ۱۹۹۵). بر این مبنا سنجیده می‌شود آیا مطالعات به فرهنگ سازمانی، هنجارهای حرفه‌ای، الگوهای تقلید و نیاز به کسب مشروعیت توجه کرده یا تعارض را صرفاً به منافع اقتصادی آشکار فروکاسته‌اند. در نهایت، کیفیت توصیه‌ها و پیامدهای سیاستی بر پایه همین معیارها ارزیابی می‌شود؛ یعنی توصیه‌ها زمانی معتبرترند که این عوامل را منعکس کرده و از کلی‌گویی و نسخه‌های ناهمخوان با بافت مسئله پرهیز کنند. مرور مطالعات از منطق کیفی تبعیت می‌کند و بر کدگذاری مفهومی-مضمونی بر اساس ابعاد چارچوب تلفیقی تکیه دارد. برای پاسخگویی به الزامات بازتولیدپذیری در مرورهای منظم، روند شناسایی، غربال، انتخاب و ورود مطالعات مطابق بیانیه PRISMA 2020 گزارش شد (Page و همکاران، ۲۰۲۱) و نمودار جریان (شکل ۱ و پیوست A) نیز بر اساس الگوی PRISMA 2020 Flow Diagram تنظیم گردید (PRISMA، ۲۰۲۱). همچنین جزئیات راهبرد جست‌وجو مطابق افزونه PRISMA-S مستندسازی و به‌صورت کامل در پیوست ۲ (قسمت **B**) مربوط ارائه می‌شود. در مورد مطالعات غیرکیفی نیز کیفیت گزارش روش، همخوانی ادعاها با شواهد، و قابلیت ترجمه نتایج به سیاست اجرایی بر اساس اقلام فرم استخراج داده ارزیابی شد. معیار ورود، انتخاب مطالعات مربوط به مسئله کشف‌رود بود که دست‌کم یکی از ابعاد حکمرانی، مدیریتی، اجتماعی، تعارض ذی‌نفعان یا وجوه نهادی-فرهنگی را تحلیل کرده باشند؛ در مقابل، آثاری با رویکرد صرفاً فنی و مهندسی که پیوند روشنی با این ابعاد نداشتند کنار گذاشته شدند. برای هر مطالعه، برگه استخراج داده بر اساس کدهای متناظر با ابعاد یادشده تکمیل و هم‌زمان کیفیت و کارآمدی توصیه‌های سیاستی آن ارزیابی شد تا تجمیع درون‌بُعدی و بین‌بُعدی مضامین و آشکار شدن الگوهای تکرارشونده و کاستی‌های مشترک ممکن شود. فرم استخراج داده از پیش طراحی شد و اقلام آن به‌گونه‌ای تنظیم گردید که برای هر کد، شواهد متناظر در متن مطالعه قابل ردیابی باشد. کدگذاری بر مبنای متن کامل مطالعات انجام شد و کدها در بازخوانی‌های متوالی پالایش شد. برای افزایش انسجام کدگذاری، بخشی از کدگذاری‌ها بازبینی ثانویه شد و موارد مرزی با بازخوانی و اجماع درون‌گروهی تثبیت گردید. در گام نخست، ۴۸ مطالعه درباره کشف‌رود گردآوری شد که با حذف ۵ موردِ تکراری، ۴۳ مطالعه غربال گردید. در این مرحله، ۲۹ مطالعه به دلیل «عدم انطباق مفهومی با معیار ورود» کنار گذاشته شد؛ عمدتاً مقالات فنی و ژئومورفیک-هیدرولوژیک که بدون ورود تحلیلی به ابعاد اجتماعی و حکمرانی، صرفاً به مدل‌سازی جریان، پهنه‌بندی سیلاب یا شبیه‌سازی‌های اقلیمی پرداخته بودند. از ۱۴ مطالعه تمام‌متنِ راه‌یافته به ارزیابی نهایی، همه معیارهای ورود را برآورده کردند. نسبت بالای کنارگذاری، نشان‌دهنده غلبه تحقیقات فنی در بدنه پژوهش‌های کشف‌رود و کمبود مطالعاتی است که به‌طور مستقیم و سازمان‌یافته به حکمرانی آب بپردازند؛ ازاین‌رو مطابق بایسته‌های گزارش‌دهی PRISMA، دلیل کنارگذاری‌ها به‌صورت مستند ثبت شد. جست‌وجوی نظام‌مند به دو زبان فارسی و انگلیسی انجام شد. در فارسی، پایگاه‌های جهاد دانشگاهی، پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، مگیران، نورمگز و سیویلیکا به‌همراه جست‌وجوی دستی در وبگاه نشریات دانشگاهی مرور شد؛ در انگلیسی، گوگل اسکالر و پایگاه‌های ناشران تخصصی آب و محیط‌زیست برای عبارت‌های معادل به‌کار رفت. راهبرد واژگانی شامل ترکیب‌هایی مانند «کشف‌رود»، «مدیریت آب» و «حکمرانی آب»، «ذی‌نفعان» و «تعارض» و «حریم رودخانه» و معادل‌های انگلیسی آن‌ها بود.

جدول ۲- مشخصات کتاب‌شناختی تحقیقات مرور شده

شماره	نویسنده/سال	خلاصه عنوان	نوع مطالعه	دامنه/میدان	کانون محوریِ مطالعه
۱	Javidi Sabbaghian، ۲۰۱۹	مدل تصمیم‌پشتیبان ریسک‌مبنا برای حکمرانی حوضه کشف‌رود	تصمیم‌گیری چندمعیاره	کشف‌رود	اجماع گروهی تحت ریسک (risk-based consensus)
۲	Braithwaite و همکاران، ۲۰۲۱	گره‌های ترمیمی حکمرانی در عصر انسان‌زاد؛ مورد کشف‌رود	کیفی-روایتی	مشهد/کشف‌رود	عدالت ترمیمی چندسطحی، پیوند حقوقی-شهری
۳	Ziaee و همکاران، ۲۰۲۳	راهبردهای سازگاری و مدل هیدرو-اقتصادی-رفتاری	مدل‌سازی ترکیبی	مشهد/کشف‌رود	اشاره به همکاری ذی‌نفعان؛ رفتار عامل‌ها
۴	سلاجقه و همکاران، ۱۴۰۳	نقد پژوهش‌های کشف‌رود و راه‌حل‌های جامع	مرور توصیفی/ترویجی	کشف‌رود	طرح مسائل و پیشنهادهای عمومی
۵	قلی‌زاده سرابی و همکاران، ۱۴۰۱	مدل ادراکی سوسیو-هیدرولوژیکِ سامانه انسان-آب	تاریخی-مفهومی	حوضه مشهد	فازبندی تاریخی مسئله؛ ارجاع محدود به حکمرانی
۶	Amini و همکاران ۲۰۲۱	تحلیل تعارض آب‌های مرزی با مدلِ گراف حل تعارض (GMCR): هریرود	مدل تعارض	هریرود (پیوند هیدرولوژیک)	صورت‌بندی تعارض و تعادل‌ها؛ بوم‌مندیِ محدود به کشف‌رود
۷	Javidi Sabbaghian و همکاران، ۲۰۱۵	اجماع فاصله‌مبنا تحت ریسک برای مدیریت حوضه	تصمیم‌گیری گروهی	کشف‌رود	فرآیند اجماع و وزن‌دهی ذی‌نفعان
۸	سالاریان و همکاران، ۱۳۹۸الف	چارچوب دست‌یابی به چشم‌انداز مشترک در مدیریت مشارکتی-راهبردی آب	مشارکتی-راهبردی	کشف‌رود	شناسایی کنشگران، تدوین چشم‌انداز و سیاست‌ها
۹	سالاریان و همکاران، ۱۳۹۸ب	چارچوب دستیابی به سیاست‌های مدیریت مطلوب مشارکتی-راهبردی آب	مشارکتی-راهبردی	کشف‌رود	سیاست‌های کلان/اجرایی، سنجه‌گذاری نفوذ/علاقه
۱۰	برات‌زاده پوستچی و همکاران، ۱۳۹۹	چارچوب مشارکت کنشگران در تصمیم‌سازی آب	مشارکتی-تحلیلی	کشف‌رود	ماتریس قدرت-علاقه، دایره نفوذ (circle of influence)
۱۱	سالاری و هاشمی، ۱۳۹۹	آسیب‌شناسی زیست‌محیطی، فرهنگی و حقوقی-مدیریتی کشف‌رود	توصیفی-هنجاری	کشف‌رود	قانون/سیاست‌های بالادستی؛ کاستی اجرا
۱۲	سیدنژاد گل‌خطمی و همکاران، ۱۴۰۱	گفت‌وگو برای تعیین شبکه مسائل کشف‌رود	یادداشت تحلیلی	کشف‌رود	فرآیند گفت‌وگومحور و مشارکت
۱۳	آقاصفری و قربانی، ۱۳۹۴	تمایل به مشارکت مالی کشاورزان برای کاهش آلودگی	کمی-رفتاری	کشف‌رود	رفتار اقتصادی کشاورزان (WTP)
۱۴	گل‌محمدی تولانی، ۱۳۸۷	مشکلات و تنگناهای زیست‌محیطی کشف‌رود مشهد	توصیفی با بازدید	کشف‌رود	توصیف میدانی مسائل، مصاحبه محلی



شکل ۱- نمودار جریان تحقیقات

افزون‌بر این، از دو شیوه توصیه‌شده در PRISMA، یعنی ردیابی استنادات رو به عقب و رو به جلو، استفاده شد تا خطر از دست‌رفتن مطالعات پراکنده و خاکستری کاهش یابد. بازه زمانی جست‌وجو باز بود، اما تنها آثاری وارد تحلیل شدند که حداقل یکی از ابعاد اجتماعی-حکمرانی را به‌طور معنادار بررسی کرده بودند. برای آثار واردشده، استخراج داده با فرم از پیش‌طراحی‌شده و بر پایه رهیافت «ترکیب چارچوب‌محور» انجام گرفت. هر مطالعه برحسب شش بُعد نظریِ از پیش تعیین‌شده ارزیابی شد:

بازیگران و توزیع قدرت، کانون‌ها و سطوح تعارض، مسیرمندی تاریخی، قواعد و ترتیبات حکمرانی (رسمی و غیررسمی)، نمایندگی و مشارکت ذی‌نفعان و بُعد فرهنگی-هنجاری. سه محور مکمل نیز برای کنترل کیفیت بررسی و افزایش شفافیت داوری‌ها لحاظ شد: همخوانی ادعاها با شواهد، سخت‌گیری روش‌شناختی و بوم‌مندی مکانی و قابلیت ترجمه نتایج به سیاست اجرایی.

یافته ها

در این بخش، نتایج ارزیابی انتقادیِ ۱۴ مطالعه‌ای که بر اساس معیارهای ورود به مرور منظم راه یافته‌اند، ارائه می‌شود. همان‌گونه که در بخش مواد و روش‌ها توضیح داده شد، هر مطالعه با اتکا به شش بُعد اصلیِ چارچوب نظری یعنی بازیگران و توزیع قدرت، کانون‌ها و سطوح تعارض، مسیرمندی تاریخی، قواعد و ترتیبات حکمرانی، نمایندگی و مشارکت ذی‌نفعان، و ابعاد فرهنگی و هنجاری سنجیده شده است. برای فراهم‌کردن تصویری فشرده و قابل‌مقایسه، خلاصه توزیع امتیازها بر اساس ماتریس امتیازدهیِ پیوست D-2 در قالب جدول ۳ گزارش می‌شود و در ادامه، الگوهای اصلی و شکاف‌های مشترک در هر بُعد به‌صورت روایی تشریح خواهد شد. جزئیات امتیازدهی هر مطالعه به‌همراه شواهد متنیِ پشتیبانِ هر داوری در جداول D-3 در پیوست آمده است و تعاریف عملیاتی شاخص‌ها و قواعد تصمیم‌گیری برای کدگذاری در پیوست C ارائه شده است.

جدول ۳- خلاصه توزیع امتیازدهی مطالعات واردشده به مرور بر اساس ابعاد ارزیابی (۱۴ مطالعه)

بعد	امتیاز ۰ (غایب)	امتیاز ۱ (محدود)	امتیاز ۲ (قوی)
بازیگران و توزیع قدرت	۰ (۰ درصد)	۱۲ (۸۶ درصد)	۲ (۱۴ درصد)
نوع و سطح تعارض	۳ (۲۱ درصد)	۱۰ (۷۱ درصد)	۱ (۷ درصد)
مسیرمندی تاریخی	۱۱ (۷۹ درصد)	۱ (۷ درصد)	۲ (۱۴ درصد)
قواعد و ترتیبات حکمرانی	۳ (۲۱ درصد)	۱۱ (۷۹ درصد)	۰ (۰ درصد)
نمایندگی و مشارکت ذی‌نفعان	۷ (۵۰ درصد)	۴ (۲۹ درصد)	۳ (۲۱ درصد)
فرهنگی و هنجاری	۵ (۳۶ درصد)	۸ (۵۷ درصد)	۱ (۷ درصد)

یادداشت: امتیازها مطابق پیوست D-2 تعریف شده‌اند: ۰ غایب، ۱ محدود، ۲ قوی.

همان‌گونه که جدول (۳) نشان می‌دهد، برجسته‌ترین شکاف در بدنه پژوهش‌ها «مسیرمندی تاریخی» است؛ به‌طوری که این بُعد در ۱۱ مطالعه از ۱۴ مطالعه غایب بوده و تنها ۲ مطالعه پرداختی قوی و نظام‌مند داشته‌اند. در عمل، بسیاری از تحقیقات وضعیت امروز کشف‌رود را توصیف می‌کنند، اما کمتر نشان می‌دهند کدام تصمیم‌ها، مجوزها و ترتیبات گذشته گزینه‌های امروز را محدود کرده و چگونه می‌توان گره‌های نهادیِ برجامانده را مرحله‌به‌مرحله گشود. این اکنون‌گرایی، یکی از علل اصلی کلی‌ماندن توصیه‌ها و فاصله گرفتن نتایج از «طراحی نهادیِ قابل اجرا» است.

در کنار آن، هیچ‌یک از مطالعات در بُعد «قواعد و ترتیبات حکمرانی» امتیاز قوی نگرفته‌اند و در ۱۱ مطالعه این پرداخت‌ها محدود بوده است. این بدان معناست که اگرچه در بخشی از ادبیات به قوانین، اسناد و سیاست‌های بالادستی اشاره می‌شود، اما پیوند میان این قواعد با سازوکارهای اجرا، مرجع حل اختلاف، سازوکار تنفیذ و شاخص‌های پاسخ‌گویی به‌ندرت به شکل منسجم صورت‌بندی می‌شود. در نتیجه، حتی زمانی که ادبیات بر «ضرورت هماهنگی بین نهادی» تأکید می‌کند، کمتر روشن می‌سازد که این هماهنگی دقیقاً با چه ابزارهایی، در چه سطحی و تحت چه ضمانت اجرایی باید محقق شود.

از حیث «نوع و سطح تعارض» نیز تنها یک مطالعه پرداختی قوی داشته، ۱۰ مطالعه پرداخت محدود و ۳ مطالعه پرداخت غایب داشته‌اند. بنابراین در بخش عمده ادبیات، تعارض بیشتر در سطح «ذکر وجود اختلاف» یا «بیان چالش» باقی می‌ماند و به نوع‌شناسی قابل استفاده در طراحی نهادی تبدیل نمی‌شود. به بیان دیگر، تمایز نظام‌مند میان تعارض‌های میان دستگاه‌های دولتی، تعارض‌های میان دولت و کنشگران محلی، و تعارض‌های میان کنشگران محلی، غالباً روشن نشده است؛ از همین رو، در بسیاری از مطالعات مسیر حل اختلاف، سازوکار میانجی‌گری یا داوری، و قواعد تصاعد اختلاف به‌صورت دقیق و قابل پیگیری ارائه نمی‌شود.

در معیار «بازیگران و توزیع قدرت»، وضعیت از یک سو امیدوارکننده‌تر و از سوی دیگر همچنان محدود است. هیچ مطالعه‌ای در شناسایی بازیگران و اشاره به نقش آن‌ها کاملاً غایب نیست؛ با این حال، تنها ۲ مطالعه از ۱۴ مطالعه صورت‌بندی قوی‌تری از وزن اثرگذاری و ناهمترازی قدرت ارائه کرده‌اند و ۱۲ مطالعه در سطح محدود باقی مانده‌اند. این الگو نشان می‌دهد که در بسیاری از آثار فهرست کنشگران وجود دارد، اما سنجه‌گذاری قدرت، اختیار و ظرفیت تنفیذ کمتر انجام می‌شود و همین امر باعث می‌شود کنشگران ناهم‌وزن، هم‌سنگ فرض شوند و تحلیل‌ها از دقت لازم فاصله بگیرد.

در معیار «نمایندگی و مشارکت ذی‌نفعان»، پراکندگی بیشتری دیده می‌شود. این بُعد در ۷ مطالعه غایب، در ۴ مطالعه محدود و در ۳ مطالعه قوی ارزیابی شده است. بنابراین، بخشی از ادبیات به ابزارهای مشارکتی نزدیک شده و سازوکارهای ارتباط با گروه‌های مرجع را تا حدی صورت‌بندی کرده است، اما در بخش بزرگی از مطالعات، مسیر انتخاب نمایندگان، پاسخ‌گویی آنان به ذی‌نفعان، و نحوه جلوگیری از شکاف نماینده و کارگزار روشن نیست. پیامد این وضعیت آن است که حتی وقتی «مشارکت» توصیه می‌شود، سازوکارهای الزام‌آور برای تثبیت توافقات و پیگیری اجرای تصمیم‌ها کمتر طراحی می‌شود.

در معیار «فرهنگی و هنجاری» نیز تنها یک مطالعه پرداختی قوی داشته، ۸ مطالعه محدود و ۵ مطالعه غایب بوده‌اند. در بخش قابل توجهی از آثار، فرهنگ یا اصلاً موضوع تحلیل نیست یا به توصیه‌های کلی درباره آگاهی‌بخشی و فرهنگ‌سازی تقلیل می‌یابد؛ در حالی که آنچه کمتر دیده می‌شود، تحلیل فرهنگ در بستر نهادهای درگیر و رویه‌های سازمانی است؛ یعنی بررسی این‌که چه هنجارهای حرفه‌ای و سازمانی رفتارها را جهت می‌دهند و چگونه می‌توان آن‌ها را با سازوکارهای شفافیت، گزارش‌دهی و ارزیابی عملکرد اصلاح کرد.

با کنار هم گذاشتن این الگوها می‌توان گفت بدنه پژوهش‌های موجود در کشف‌رود در «بازنمایی مسئله» و در برخی موارد در «حرکت به سمت شناسایی کنشگران و ابزارهای مشارکتی» ظرفیت‌هایی دارد، اما ضعف مشترک آن، نبود پیوند منسجم میان تحلیل تعارض، قواعد حکمرانی و مسیرمندی تاریخی با طراحی نهادیِ قابل اجراست. این مرور برای پرهیز از داوری‌های کلی، علاوه بر امتیازدهی، شواهد متنیِ هر داوری را در پیوست D ثبت کرده است تا روشن باشد هر نقد دقیقاً بر کدام بخش از متن مطالعات استوار است و چگونه به جمع‌بندی‌های سیاستی منتهی می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این مرور منظم انتقادی نشان داد بدنه پژوهش‌های کشف‌رود در توصیف مسئله و برجسته‌سازی پیامدهای آن، به‌ویژه در حوزه آلودگی و تعرض به حریم، نسبتاً پربار است؛ با این حال، همان‌گونه که خلاصه امتیازدهی‌ها نشان می‌دهد، بخش مهمی از این ادبیات در گذار از «بازنمایی مسئله» به «تبیین سازوکارهای تعارض» و سپس «طراحی نهادی قابل اجرا» با ضعف‌های تکرارشونده روبه‌روست. به بیان دیگر، ادبیات موجود غالباً می‌گوید چه مسئله‌ای وجود دارد، اما کمتر روشن می‌کند تعارض چگونه و از چه مسیرهای نهادی بازتولید می‌شود و برای تغییر این مسیرها چه بسته‌های اجراییِ سنجش‌پذیری لازم است.

نخستین پیام کلیدی یافته‌ها به «اکنون‌گرایی» و غفلت از مسیرمندی تاریخی مربوط است. بر اساس نتایج، در ۱۱ مطالعه از ۱۴ مطالعه، تحلیل تاریخی یا غایب بوده یا در حد اشاره‌های پراکنده باقی مانده است و فقط دو مطالعه پرداختی قوی به این بعد داشته‌اند. این ضعف صرفاً یک نقصان توصیفی نیست، بلکه اثر سیاستی مستقیم دارد؛ زیرا وقتی خط سیر تصمیم‌ها، مجوزها و ترتیبات گذشته بازسازی نشود،

تعیین این‌که کدام قاعده باید اصلاح شود و کدام گره نهادی باید باز شود دشوار می‌گردد و پیشنهادها ناگزیر به سمت کلی‌گویی می‌روند. بنابراین، یکی از نتایج این مرور آن است که تحلیل تعارض در کشف‌رود، بدون بازسازی «تاریخ نهادی» و نشان دادن نمونه‌های مشخص از قفل‌شدگی، ظرفیت لازم برای تولید توصیه‌های مرحله‌بندی‌شده و واقع‌بینانه را ندارد.

دومین پیام به ضعف در «قواعد و ترتیبات حکمرانی» مربوط است. مطابق جمع‌بندی امتیازدهی‌ها، هیچ‌یک از مطالعات در این بُعد امتیاز قوی نگرفته و عمده آن‌ها در سطح پرداخت محدود بوده‌اند. این بدان معناست که اگرچه اشاره به قوانین، اسناد و سیاست‌ها در برخی آثار دیده می‌شود، اما پیوند میان این قواعد با سازوکارهای اجرا، مرجع حل اختلاف، ابزارهای تنفیذ و شاخص‌های پاسخ‌گویی کمتر به‌طور منسجم صورت‌بندی شده است. در نتیجه، شکاف میان «پیشنهاد» و «اجرا» پابرجا می‌ماند و حتی نسخه‌های مبتنی بر مشارکت نیز از سطح جهت‌گیری کلی فراتر نمی‌روند.

سومین پیام، به ضعف در «نوع‌شناسی تعارض» بازمی‌گردد. در اغلب مطالعات، تعارض در سطح بیان وجود اختلاف یا ذکر چالش باقی مانده و تنها یک مطالعه پرداخت قوی و چند مطالعه پرداخت محدود داشته‌اند. به‌ویژه، تمایز نظام‌مند میان تعارض‌های میان دستگاه‌های دولتی، تعارض‌های میان دولت و کنشگران محلی، و تعارض‌های میان کنشگران محلی غالباً روشن نیست. پیامد این وضعیت آن است که مسیر حل اختلاف، قواعد میانجی‌گری یا داوری، و منطق تصاعد اختلاف در متن پژوهش‌ها کمتر طراحی می‌شود و ادبیات به «توصیه‌های عمومی» نزدیک‌تر می‌ماند تا «پروتکل‌های اجرایی».

چهارمین پیام، مربوط به صورت‌بندی بازیگران و سنجش قدرت و نیز معیار نمایندگی است. نتایج نشان داد در بُعد بازیگران و توزیع قدرت، اگرچه هیچ مطالعه‌ای کاملاً غایب نیست، اما تنها دو مطالعه صورت‌بندی قوی‌تری از وزن اثرگذاری و ناهمترازی قدرت ارائه کرده‌اند و باقی در سطح محدود مانده‌اند. همچنین در معیار نمایندگی و مشارکت ذی‌نفعان، نیمی از مطالعات اساساً فاقد پرداخت بوده‌اند. بنابراین، در بخش بزرگی از ادبیات، فهرست کنشگران وجود دارد، اما سنجه‌گذاری اختیار، ظرفیت تنفیذ و سازوکارهای پاسخ‌گویی نمایندگان کمتر انجام می‌شود و این امر به ساده‌سازی روابط قدرت و خطای هم‌سنگ‌انگاری کنشگران ناهم‌وزن می‌انجامد. از منظر سیاستی، این خلأ به معنای آن است که حتی اگر توافقی شکل بگیرد، تضمین نهادی برای حفظ توافق و پیگیری اجرای آن روشن نیست و احتمال شکاف نماینده و کارگزار بالاست.

پنجمین پیام، به بعد فرهنگی و هنجاری مربوط است. یافته‌ها نشان داد این بعد در بخش قابل توجهی از مطالعات یا غایب است یا به توصیه‌های کلی درباره آگاهی‌بخشی تقلیل یافته و فقط یک مطالعه پرداخت قوی دارد. از این رو، آنچه کمتر در ادبیات دیده می‌شود، تحلیل فرهنگ در بستر نهادهای درگیر و رویه‌های سازمانی است؛ یعنی این‌که هنجارهای حرفه‌ای و سازمانی چگونه رفتارها را جهت می‌دهند و چگونه می‌توان آن‌ها را با سازوکارهایی مانند شفافیت داده، نظم گزارش‌دهی و ارزیابی عملکرد اصلاح کرد. در نتیجه، توصیه‌های فرهنگی غالباً به «نسخه‌های عمومی» بدل می‌شوند و کمتر به ابزارهای سنجش‌پذیر و قابل پیگیری ارتقا می‌یابند.

در جمع‌بندی، این مرور منظم انتقادی نشان می‌دهد چالش اصلی ادبیات کشف‌رود کمبود داده یا کمبود توجه به پیامدهای مسئله نیست، بلکه ضعف در عملیاتی‌سازی چارچوب‌های نهادی، نبود نوع‌شناسی تعارض، کم‌توجهی به تاریخ نهادی و قفل‌شدگی‌ها، و نیز فقدان ترجمه نتایج به طراحی نهادی قابل اجراست. *بر همین اساس، ارزش افزوده این مقاله آن است که این شکاف‌ها را با تکیه بر شاخص‌های عملیاتی و شواهد متنی صورت‌بندی کرده و مسیر تبدیل «دانش توصیفی» به «طراحی نهادی سنجش‌پذیر» را برجسته می‌کند.*

پیشنهادات

بر اساس جمع‌بندی انتقادی این مرور، توصیه‌های سیاستی زمانی می‌توانند از سطح کلی‌گویی عبور کنند که به‌طور مستقیم بر شکاف‌های شناسایی‌شده در بخش یافته‌ها و بحث و نتیجه‌گیری بنا شوند و هم‌زمان برای اجرا، نهادهای مسئول، ابزارهای تنفیذ و شاخص‌های پایش را روشن کنند. بر این مبنا، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

۱) تدوین نوع‌شناسی تعارض و طراحی بسته حل اختلاف متناظر

با توجه به ضعف غالب در تفکیک تعارض‌ها، پیشنهاد می‌شود تعارضات کشف‌رود دست کم در سه سطح «میان دستگاه‌های دولتی»، «میان دولت و کنشگران محلی» و «میان کنشگران محلی» طبقه‌بندی شود و برای هر سطح، بسته حل اختلاف متناظر تدوین گردد. این بسته باید شامل مرجع رسیدگی، مراحل گفت‌وگو و میانجی‌گری، شرایط ارجاع به داوری یا مرجع بالادست، ادله معتبر، مهلت‌های زمانی، مسیر تصاعد اختلاف و ضمانت اجرا باشد. هدف آن است که تعارض از سطح بیان کلی به سطح پروتکل اجرایی قابل پیگیری منتقل شود.

۲) تکمیل جدول مسئولیت و پاسخ‌گویی به قالب اجرایی قابل پایش

به دلیل ضعف ادبیات در پیوند قواعد حکمرانی با اجرا، توصیه می‌شود برای اقدامات کلیدی مرتبط با کشف‌رود، جدول مسئولیت و پاسخ‌گویی به گونه‌ای تدوین شود که علاوه بر تعیین نهاد مسئول، اقلام زیر را نیز روشن کند: حدود اختیار تصمیم، منابع و ظرفیت اجرایی، ابزارهای تنفیذ و پیامد عدم اجرا، شاخص‌های پایش و شیوه گزارش‌دهی عمومی. این قالب، امکان سنجش پیشرفت و جلوگیری از ابهام در مسئولیت‌ها را فراهم می‌کند و شکاف نمایندگی را قابل ردیابی می‌سازد.

۳) بازسازی خط زمان تصمیم‌ها همراه با شناسایی گره‌های نهادی

با توجه به غیبت مسیرمندی تاریخی در اکثر مطالعات، پیشنهاد می‌شود خط زمان تصمیم‌ها، مجوزها، پروژه‌ها و تغییرات کاربری مرتبط با کشف‌رود بازسازی شود و در کنار آن، گره‌های نهادیِ پدیدآمده در هر مرحله شناسایی گردد. این کار باید نشان دهد هر تصمیم گذشته چگونه گزینه‌های امروز را محدود کرده و اکنون کدام گره‌ها نیازمند اصلاح قاعده، تغییر ترتیبات هماهنگی یا بازتعریف مأموریت‌های بین نهادی است. این خروجی می‌تواند مبنای مرحله‌بندی اصلاحات و کاهش اکنون‌گرایی در سیاست‌گذاری باشد.

۴) استانداردسازی سنجش قدرت و نمایندگی ذی‌نفعان در مطالعات و تصمیم‌سازی

برای پرهیز از هم‌سنگ‌انگاری کنشگران ناهم‌وزن، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده و در فرایندهای مشارکتی، سنجش قدرت و ظرفیت اثرگذاری ذی‌نفعان به‌صورت استاندارد انجام شود. شاخص‌هایی مانند اختیار قانونی، منابع مالی و فنی، ظرفیت تنفیذ، شبکه نفوذ و دسترسی به سازوکارهای رسمی می‌تواند وزن نسبی کنشگران را روشن کند. همچنین باید مسیر تعیین نمایندگان، سازوکار پاسخ‌گویی آنان به گروه مرجع، و نقاط محتمل شکاف نماینده و کارگزار به‌طور شفاف ثبت و گزارش شود. این اقدام به واقع‌گراتر شدن طراحی نهادی و افزایش احتمال اجرای توافق‌ها کمک می‌کند.

۵) بازتعریف بعد فرهنگی و هنجاری به اصلاح رویه‌های سازمانی سنجش‌پذیر

به جای توصیه‌های کلی درباره فرهنگ‌سازی، پیشنهاد می‌شود تمرکز بر هنجارهای سازمانی و حرفه‌ای نهادهای درگیر قرار گیرد و اصلاحات به شکل ابزارهای ملموس طراحی شود؛ مانند رویه‌های شفافیت داده، نظم گزارش‌دهی، قواعد افشای اطلاعات، و شاخص‌های اعتماد و مشروعیت در اجرای تصمیم‌های مشترک. این کار فرهنگ را از سطح شعارگونه به سطح تغییر رفتار نهادی قابل سنجش منتقل می‌کند.

۶) ارتقای استاندارد گزارش‌دهی روش و پیوند ادعا با شواهد

برای افزایش قابلیت اتکا و جلوگیری از روایت‌محوری، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده، به‌ویژه در پژوهش‌های کیفی و مشارکتی، اجزای روش را دقیق‌تر گزارش کنند؛ از جمله نمونه‌گیری، اعتبارسنجی، کنترل سوگیری و منطق توقف. در پژوهش‌های کمی نیز مسیر داده تا نتیجه باید شفاف باشد تا معلوم گردد کدام یافته قابل سیاست‌گذاری است. این پیشنهاد از منظر سیاست‌گذاری نیز اهمیت دارد، زیرا توصیه‌های قابل اجرا بدون شفافیت روش و شواهد معتبر شکل نمی‌گیرد.

در مجموع، پیشنهادهای فوق می‌کوشد شکاف اصلی ادبیات کشف‌رود را هدف بگیرد؛ یعنی گذار از توصیف مسئله به طراحی نهادی قابل اجرا، از کلی‌گویی به پروتکل‌های حل اختلاف، و از توصیه‌های عمومی به سازوکارهای سنجش‌پذیر و پاسخ‌گو.

منابع

آقاصفری، حنانه، و قربانی، محمد. (۱۳۹۴). آیا کشاورزان حاضرند برای کاهش اثرات سوء زیست محیطی آب آلوده مشارکت مالی داشته باشند؟ (مطالعه موردی حوضه آبخیز رودخانه کشف رود). بوم شناسی کشاورزی, ۷(۲)، ۲۱۴-۲۰۲.
https://doi.org/10.22067/jag.v7i2.33105

براتزاده پوستچی، فریده، طباطبائی یزدی، فاطمه، حیدری، آوا، و موسوی، زهرا. (۱۳۹۹). صنعت چرم در حاشیه کشف‌رود و تأثیرات آن بر جوندگان، راهکارهای کنترل و دستیابی به توسعه پایدار. نهمین کنفرانس و دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری. مشهد، ایران.

خبرگزاری دانشجویان ایران (ایسنا). (۱۴۰۳). موضوع کشف‌رود با جان و سلامت مردم گره خورده است، https://www.isna.ir/news/1403051409287/. تاریخ بازدید: ۱۴۰۴/۰۶/۱۵.

خبرگزاری جمهوری اسلامی (ایرنا). خبرگزاری جمهوری اسلامی (ایرنا). (۱۴۰۲). معاون دادستان مشهد: پرونده کیفری کشف‌رود در مرحله رسیدگی است، https://www.irna.ir/news/85409673/. تاریخ بازدید: ۱۴۰۴/۰۶/۱۵.

حسینی فاطمی، سید مصطفی، دهقان، حامد، علیزاده، امیرجعفر، و شیخ‌ویسی، منا. (۱۳۹۳). بررسی وضعیت آلودگی رودخانه کشف‌رود با رویکرد انگل‌های تک‌یاخته. دومین همایش ملی پژوهش‌های کاربردی در علوم شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی، تهران، ایران

حلمی، مهتاب، شهیدی، علی، و شریف‌نیا، حمیدرضا. (۱۴۰۲). استفاده از شاخص‌های SPI و SPEI در ارزیابی تأثیر خشکسالی بر کیفیت منابع آب سطحی (مطالعهٔ موردی: رودخانه کشف‌رود). پژوهش‌های خشکسالی و تغییراقلیم، ۱(۱)، ۸۳-۹۶.
https://doi.org/10.22077/jdcr.2023.6023.1008

رضایی، مهری، دوستی، فاطمه، و امینی، فرخلقا. (۱۳۹۳). بررسی آلودگی فلزات سنگین در پساب واحدهای آبکاری حاشیهٔ رودخانه کشف‌رود مشهد. دومین همایش ملی برنامه‌ریزی، حفاظت، حمایت از محیط زیست و توسعه پایدار. تهران، ایران.

سالاری، سعید، و هاشمی، سیدحسین. (۱۳۹۹). آسیب‌شناسی زیست‌محیطی، فرهنگی و حقوقی-مدیریتی منطقه کشف‌رود مشهد. تحقیقات حقوق شهروندی، ۵(۱)، ۵۲-۲۳.
https://doi.org/10.30497/hcr.2022.242679.1050

سالاریان، محمد، داوری، کامران، علیزاده، امین، و فاضلی، محمد. (۱۳۹۸الف). چارچوب دست‌یابی به چشم‌انداز مشترک در مدیریت مشارکتی-راهبردی آب (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز کشف‌رود). اکوهیدرولوژی، ۶(۴)،

.۸۸۶-۸۶۵
https://doi.org/10.22059/ije.2019.279111.1088
سالاریان، محمد. داوری, کامران, علیزاده, امین, مهرآیین محمد فاضلی. (۱۳۹۸ب). چارچوب دستیابی به سیاست‌های مدیریت مطلوب مشارکتی-راهبردی آب (مطالعه موردی: حوضه آبریز کشف‌رود)، آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳(۶)، ۱۷۶۰-۱۷۴۳.
https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20087942.1398.13.6.18.4
سلاجقه، رضوان، خداشناس، سعیدرضا، هاشمی منفرد، سید آرمان، اسماعیلی، کاظم، و مدرسی، فرشته. (۱۴۰۳). نقد و بررسی پژوهش‌های انجام شده در زمینه چالش‌های کشف‌رود و ارائه راه‌حل جامع. آب و توسعه پایدار، ۱۱(۱)، ۳۴-۲۵.
https://doi.org/10.22067/jwsd.v11i1.2308-1266
سیدنژاد گل خطمی، نفیسه، سلیمی گل شیخی، محمد، و براتی، رضا. (۱۴۰۱). یادداشت تحلیلی: گفتگو برای تعیین شبکه مسائل رودخانه کشف‌رود. آب و توسعه پایدار، ۹(۲)، ۱۳۵-۱۳۷.
روزنامه صمت. (۱۴۰۱). بازی موش و گربه صمت با محیط‌زیست، https://smtnews.ir/fa/tiny/news-20507. تاریخ بازدید: ۱۴۰۴/۰۶/۱۵.
عابدینی، موسی، پورفراش‌زاده، فهیمه، و قراچورلو، مرتضی. (۱۴۰۰). تحلیل و مدل‌سازی روابط بین دبی ماهانه و خصوصیات ژئومورفومتری حوضه‌ها؛ نمونهٔ پژوهش: حوضه آبریز کشف‌رود. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۳۲(۴)، ۴۴-۲۹.
https://doi.org/10.22108/gep.2021.128899.1426
عارف‌خوانی، رضا، عطاری، جلالی، رشیدمهرآبادی، عبدالله، و بلادر، علی. (۱۳۹۰). بررسی وضعیت فاضلاب شهری مناطق حاشیه‌ای مشهد ورودی به رودخانه کشف‌رود. پنجمین همایش ملی مهندسی محیط زیست. تهران، ایران.
عنایتی، حمید، قزلسوفلو، عباسعلی، و خامچین‌مقدم، فرهاد. (۱۳۹۸). بررسی روش‌های هیدرولوژیکی تعیین جریان محیط زیستی رودخانهٔ حفاظت‌شدهٔ کشف‌رود در محدودهٔ شهر مشهد. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳(۶)، ۱۷۰۸-۱۶۹۸.
https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20087942.1398.13.6.14.0
قلی‌زاده سرابی، شیوا، داوری، کامران، قهرمان، بیژن، و شفیعی، مجتبی. (۱۴۰۱). توسعه چارچوبی مفهومی برای مدل‌سازی هیدرولوژیکی اجتماعی با رویکرد پویایی سیستم کیفی، محدوده مورد مطالعه: حوضه آبریز مشهد. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۶(۳)، ۵۳۶-۵۱۲.
https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20087942.1401.16.3.5.6
گل محمدی تولانی، سیدمهدی. (۱۳۸۷). بررسی مشکلات و تنگناهای زیست‌محیطی کشف‌رود مشهد. نشریه علوم جغرافیایی، ۳(۹)، ۱۶۳.
Amini, A., Jafari, H., Malekmohammadi, B., & Nasrabadi, T. (2021). Transboundary Water Resources Conflict Analysis Using Graph Model for Conflict Resolution: A Case Study–Harirud River. Discrete Dynamics in Nature and Society, 2021, Article ID 1720517, 12 pages. https://doi.org/10.1155/2021/1720517
Braithwaite, J., Hojabrosadati, H., & Forsyth, M. (2021). Restorative nodes of governance in the Anthropocene: Iran's Kashaf River. Law & Policy, 43(3), 205-228. https://doi.org/10.1111/lapo.12173
Coser, L.A. (1956). The Functions of Social Conflict. Free Press, Glencoe, USA.
Deutsch, M. (1973). The Resolution of Conflict: Constructive and Destructive Processes. Yale University Press, New Haven, USA.
DiMaggio, P.J., & Powell, W.W. (1983). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. American Sociological Review, 48(2), 147-160. https://doi.org/10.2307/2095101
Eisenhardt, K.M. (1989). Agency Theory: An Assessment and Review. Academy of Management Review, 14(1), 57-74. https://doi.org/10.5465/amr.1989.4279003
Javidi Sabbaghian, R. (2019). Analyzing a Robust Risk-Based Decision Support System Model for Effective Watershed Governance; Study Area of Kashafrud River Basin. Proceedings of the 38th IAHR World Congress. Panama City, Panama. https://doi.org/10.3850/38WC092019-0565
Javidi Sabbaghian, R., Zarghami, M., Sharifi, M.B., & Mianabadi, H. (2015). Developing a Distance-Based Group Consensus Model under Risk Assessment for Effective Watershed Management. 23rd International Conference on Multiple Criteria Decision Making (MCDM 2015). Helmut-Schmidt-University, Hamburg, Germany. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3469.7684
Jensen, M.C., & Meckling, W.H. (1976). Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure. Journal of Financial

Thomas, J., Tricco, A.C., Welch, V.A., Whiting, P., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. BMJ, 372, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

PRISMA. (2021). PRISMA 2020 Flow Diagram, https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram. Accessed: 15/06/1404.

Scott, W.R. (1995). Institutions and Organizations. SAGE Publications, Thousand Oaks, USA.

Thomas, K.W., & Kilmann, R.H. (1974). Thomas-Kilmann Conflict Mode Instrument. XICOM, Tuxedo, USA.

Williamson, O.E. (1985). The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting. Free Press, New York, USA.

Ziaee, S., Sakhdari, H., Ahmadpour, M., & Mohammadi, H. (2023). The Effects of Adaptation Strategies on Water Resources Management in Mashhad Plain: The Application of Hydro-economic-behavioural Modeling. Journal of Agricultural Economics and Development, 36(4), 431-445. https://doi.org/10.22067/jead.2022.78289.1151

Economics, 3(4), 305-360. https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X

Lumineau, F., Eckerd, S., & Handley, S. (2015). Inter-organizational conflicts: Research overview, challenges, and opportunities. Journal of Strategic Contracting and Negotiation, 1(1), 42-64. https://doi.org/10.1177/2055563614568493

Meyer, J.W., & Rowan, B. (1977). Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony. American Journal of Sociology, 83(2), 340-363. https://doi.org/10.1086/226550

North, D.C. (1990). Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Ostrom, E. (1990). Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L.A., Stewart, L.A.,

پیوست‌ها

۱) پیوست A: نمودار جریان PRISMA و دلایل حذف

شکل A.1– نمودار جریان شناسایی و انتخاب مطالعات مطابق PRISMA 2020

جدول A.1– خلاصه دلایل حذف در مراحل غربالگری

مرحله	دلیل حذف	تعداد
حذف تکراری‌ها	تکراری بودن رکورد	۵
غربال مفهومی (عنوان/چکیده)	عدم انطباق مفهومی با معیار ورود	۲۹
ارزیابی تمام‌متن	حذف در مرحله تمام‌متن	۰

۲) پیوست B: گزارش راهبرد جست‌وجو مطابق PRISMA-S

جدول B.1 – گزارش راهبرد جست‌وجو و منابع اطلاعاتی مطابق PRISMA-S *

زبان	پایگاه	تاریخ اجرای جست‌وجو	رشته/کلیدواژه‌های جست‌وجو	فیلترها	تعداد خروجی
فارسی	SID	۱۴۰۴/۰۴/۲۵	("کشف‌رود" OR "کشف رود") AND ("حکمرانی آب" OR "مدیریت آب" OR تعارض OR "ذی‌نفع" OR "تعارض منافع" OR "حریم رودخانه" OR پیرارودخانه)	بدون محدودیت بازه زمانی؛ نوع سند: مقاله/پژوهش/کنفرانس؛ زبان: فارسی	۴۳
فارسی	ISC	۱۴۰۴/۰۴/۲۶	("کشف‌رود" OR "کشف رود") AND (حکمرانی OR مدیریت OR تعارض OR ذی‌نفع OR "تعارض منافع")	بدون محدودیت بازه زمانی؛ زبان: فارسی	۳۷
فارسی	Magiran	۱۴۰۴/۰۴/۲۷	"کشف‌رود" AND (تعارض OR حکمرانی OR مدیریت OR ذی‌نفع OR "کیفیت آب" OR "پساب")	بدون محدودیت بازه زمانی؛ زبان: فارسی	۳۹
فارسی	Noormags	۱۴۰۴/۰۴/۲۸	"کشف‌رود" AND (حکمرانی OR مدیریت OR تعارض OR مشارکت OR ذی‌نفع)	بدون محدودیت بازه زمانی؛ زبان: فارسی	۲۶
فارسی	Civilica	۱۴۰۴/۰۴/۲۹	"کشف‌رود" AND (تعارض OR حکمرانی OR مدیریت OR ذی‌نفع OR مشارکتی OR برنامه‌ریزی)	نوع سند: مقاله کنفرانسی/پژوهشی؛ زبان: فارسی	۱۵
فارسی	جست‌وجوی دستی	۱۴۰۴/۰۴/۳۰	عنوان/کلیدواژه: کشف‌رود، حکمرانی آب، مدیریت آب، تعارض، ذی‌نفع، حریم رودخانه/پیرارودخانه	بدون محدودیت	۲۰
انگلیسی	Google Scholar	۱۴۰۴/۰۵/۰۱	(Kashafrud OR "Kashaf Rud" OR "Kashaf Rood") AND ("water governance" OR "water conflict" OR stakeholder OR "conflict of interest" OR "river corridor" OR Mashhad)	بدون محدودیت بازه زمانی؛ زبان: انگلیسی	۸۵
انگلیسی	ناشران/پایگاه‌های تخصصی	۱۴۰۴/۰۵/۰۲	(Kashafrud OR "Kashaf Rud") AND (pollution OR wastewater OR governance OR conflict OR stakeholder)	بسته به پایگاه؛ زبان: انگلیسی	۴۳

* علاوه بر جست‌وجو در پایگاه‌ها، ردیابی استنادات روبه‌عقب و روبه‌جلو برای کاهش خطر جاماندن مطالعات انجام شد.

۳) پیوستC: کدبوک عملیاتی‌سازی چارچوب نظری و قواعد کدگذاری

C.1– واحد تحلیل، منطق کدگذاری و مقیاس امتیازدهی

واحد تحلیل در این کدبوک «مطالعه» است. هر مطالعه بر اساس شواهد متنِ مقاله (روش، یافته‌ها، بحث و پیشنهادها) کدگذاری می‌شود. برای کاهش داوری سلیقه‌ای، برای هر بُعد، تعریف عملیاتی، نشانگرهای قابل مشاهده، قواعد تصمیم و مقیاس امتیازدهی ارائه شده است. امتیازدهی هر نشانگر به‌صورت سه‌سطحی انجام می‌شود: ۰ = غایب/ذکر مبهم، ۱ = ذکر محدود/غیرسیستماتیک، ۲ = ذکر روشن/سیستماتیک و مبتنی بر شواهد. امتیاز هر بُعد می‌تواند از میانگین/جمع نشانگرهای همان بُعد محاسبه شود.

جدول C.1– کدبوک عملیاتی‌سازی چارچوب نظری

بُعد	تعریف عملیاتی	نشانگرهای قابل مشاهده (کدها)	قاعده تصمیم کدگذاری (Decision Rule)	امتیازدهی (۲/۱/۰)	نمونه شاهد از مطالعات واردشده (مثال)
۱) بازیگران و توزیع قدرت	مطالعه تا چه حد بازیگران را شناسایی کرده و ناهم‌ترازی قدرت یا نفوذ را وارد تحلیل می‌کند	ACT1 شناسایی نظام‌مند بازیگران؛ ACT2 تفکیک نقش/منافع بازیگران؛ PWR1 اشاره به قدرت/نفوذ؛ PWR2 سنجه/ابزار مشخص (مثل قدرت–علاقه، شبکه، منابع نفوذ)	اگر فقط «نام چند سازمان/گروه» آمده ACT1=1. اگر بازیگران به‌صورت طبقه‌بندی‌شده (دولت/خصوصی/مدنی/محلی) آمده ACT1=2. اگر «قدرت» فقط توصیفی و کلی است PWR1=1. اگر ابزار/سنجه روشن دارد PWR2=2	۰ غایب؛ ۱ محدود/کلی؛ ۲ روشن/ سیستماتیک	نمونه: طبقه‌بندی کنشگران به دولتی/خصوصی/ جامعه مدنی و استفاده از ابزارهای سازماندهی کنشگران
۲) نوع و سطح تعارض	مطالعه تعارض را به‌صورت «سطح و نوع» (بین‌نهادی/بین‌بخشی/ محلی–دولتی/محلی–محلی) تفکیک می‌کند یا خیر	CON1 تعریف تعارض (موضوع/کانون)؛ CON2 تفکیک سطح تعارض؛ CON3 تفکیک نوع تعارض (دولت–دولت، دولت–محلی، محلی–محلی، بین‌بخشی)؛ CON4 سازوکار تعارض (رقابت، سازش، اجبار، چانه‌زنی...)	اگر فقط “وجود اختلاف/چالش” ذکر شده CON1=1. اگر سطح/نوع تعارض صریح و قابل تشخیص است CON2 یا CON3=2. اگر سازوکارها به‌صورت تحلیلی آمده CON4=2	۲/۱/۰	نمونه: صورت‌بندی تعارض به‌مثابه شبکه مسائل و تعیین مسئولیت‌ها (ماتریس مسائل–نگرش‌ها–مسئولیت‌ها)
۳) مسیرمندی تاریخی و قفل‌شدگی نهادی	مطالعه نشان می‌دهد چگونه گذشته (بزنگاه‌ها، تصمیم‌ها، قواعد) وضعیت فعلی را شکل داده و گزینه‌های کنونی را محدود کرده است	HIS1 اشاره به سیر تاریخی؛ HIS2 شناسایی بزنگاه/تصمیم کلیدی؛ HIS3 شواهد قفل‌شدگی (lock-in)؛ HIS4 پیوند تاریخ با پیامدهای کنونی	اگر فقط پیشینه کلی آمده HIS1=1. اگر بزنگاه/تصمیم‌ها با شواهد/زمان‌بندی مشخص آمده HIS2=2. اگر پیامدهای نهادیِ پایدار و محدودکننده توضیح داده شده HIS3=2	۲/۱/۰	نمونه: ارائه خط‌زمان تصمیم‌ها/نهادها و نشان دادن اثر آن بر الگوی کنونی تعارض
۴) قواعد و ترتیبات حکمرانی (رسمی/ غیررسمی)	مطالعه قواعد رسمی/ غیررسمی، ساختارهای هماهنگی و نحوه اجرای قواعد را تحلیل می‌کند	GOV1 اشاره به قوانین/سیاست‌ها؛ GOV2 اشاره به ترتیبات بین‌نهادی/هماهنگی؛ GOV3 تحلیل اجرا/تنفیذ (enforcement) و ابزارهای نظارتی؛ GOV4 نقش قواعد غیررسمی/رویه‌ها	اگر صرفاً نام قانون/سازمان آمده GOV1=1. اگر سازوکار هماهنگی/تعارض صلاحیت‌ها توضیح داده شده GOV2=2. اگر ابزارهای اجرایی/نظارتی و مشکل اجرا روشن است GOV3=2	۲/۱/۰	نمونه: آسیب‌شناسی حقوقی/مدیریتی و تمرکز بر ضعف نظارت، تعارض صلاحیت‌ها و ابزارهای اجرایی
۵) نمایندگی، مشارکت و ذی‌نفعان	مطالعه نشان می‌دهد ذی‌نفعان چگونه نمایندگی می‌شوند، مشارکت چگونه طراحی شده، و شکاف نماینده–کارگزار چگونه بر تعارض اثر می‌گذارد	REP1 تعریف ذی‌نفعان/گروه‌های تحت تأثیر؛ REP2 سازوکار مشارکت (جلسات، فرایند اجماع، مشورت...)، REP3 تحلیل نمایندگی/حذف‌شدگی؛ REP4 اشاره به منافع/انگیزه‌ها و امکان همکاری	اگر فقط “مشارکت” به‌صورت شعار آمده REP2=1. اگر فرایند مشارکت با ابزار توضیح شده REP2=2. اگر شکاف نمایندگی/حذف‌شدگی یا تعارض منافع تحلیل شده REP3=2	۲/۱/۰	نمونه: روش‌های مشارکتی برای استخراج دغدغه‌ها و تدوین چشم‌انداز مشترک، یا تحلیل رفتاری همکاری/عدم همکاری
۶) ابعاد فرهنگی–هنجاری و مشروعیت	مطالعه نشان می‌دهد هنجارها، فرهنگ سازمانی، فشارهای تقلیدی/هنجاری/اجباری و منطق مشروعیت چگونه بر تعارض اثر دارند	CUL1 اشاره به هنجارها/فرهنگ؛ CUL2 مشروعیت/اعتماد/ پاسخ‌گویی به‌عنوان متغیر تحلیلی؛ CUL3 فشارهای نهادی (اجباری/تقلیدی/هنجاری)؛ CUL4 نقش گفتمان/ روایت‌ها در صورت‌بندی مسئله	اگر صرفاً “فرهنگ” یا “اعتماد” ذکر شده بدون اتصال به تعارض CUL1=1. اگر نشان دهد مشروعیت/ پاسخ‌گویی چگونه رفتار نهادی را شکل داده CUL2=2. اگر فشارهای نهادی با مثال روشن آمده CUL3=2	۲/۱/۰	نمونه: تحلیل نقش مشروعیت و پاسخ‌گویی در پذیرش/رد سیاست‌ها یا بی‌اعتمادی بین بازیگران

۷) شفافیت روش و مسیر استدلال (ویژه مرور انتقادی)	مطالعه تا چه حد روش، داده و مسیر رسیدن از شواهد به نتیجه را شفاف گزارش می‌کند	MET1 روش/داده روشن؛ MET2 محدودیت‌ها/ سوگیری‌ها؛ MET3 پیوند ادعا با شواهد؛ MET4 وجود جدول/ نمودار/ ماتریس برای نتایج	اگر روش کلی و نامشخص MET1=1. اگر داده/نمونه/ابزار روشن MET1=2. اگر ادعاها بدون شاهد مشخص MET3=0 یا اگر جدول/ماتریس نتایج دارد MET4=2	۲/۱/۰	نمونه: ارائه بسته سیاستی با پشتوانه داده/جلسات یا ارائه جدول پژوهش‌های پیشین و تحلیل مبتنی بر مشاهده/گفتگو
۸) کیفیت و عملیاتی‌ب ودن پیشنهادها (Policy Utility)	پیشنهادها تا چه حد قابل اجرا، دارای متولی/ذی‌نفع، ابزار اجرا و شاخص پایش هستند	POL1 مشخص بودن اقدام؛ POL2 تعیین متولی/ذی‌نفع؛ POL3 ابزار اجرا/تنفیذ؛ POL4 زمان‌بندی/شاخص پایش	اگر توصیه کلی/هنجاری POL1=1 و POL2–4 پایین. اگر بسته اجرایی با متولی و ابزار و شاخص دارد POL1–4=2	۲/۱/۰	نمونه: فهرست راهکارهای کوتاه‌مدت/میان‌مدت مشخص (مثل منع آبیاری با فاضلاب، تسریع بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌ها، برخورد قانونی)

C.2- قواعد تکمیلی برای یکنواختی کدگذاری

۱) هرجا مطالعه از «واژه‌های کلی» (مانند ضعف مدیریت/عدم هماهنگی/چالش) استفاده کرده ولی مصداق/سازوکار ارائه نکرده، امتیاز همان نشانگر حداکثر ۱ است.

۲) اگر مطالعه ابزار/روش یا شواهد مشخص (جلسه مشارکتی، مشاهده، داده عددی، جدول، سناریو) ارائه کند، نشانگر مرتبط می‌تواند ۲ شود.

۳) اگر مطالعه چند سطح تعارض را درهم ادغام کرده و تفکیک نکرده، CON2/CON3 نباید ۲ بگیرد حتی اگر درباره تعارض زیاد صحبت کرده باشد.

۴) در بعد هیدرولوژیک، صرفاً «پس‌زمینه» ملاک است و در این دفترچه کد به‌عنوان معیار اصلیِ ورود به تحلیل مهندسی لحاظ نمی‌شود.

پیوست D: ماتریس استخراج شواهد و ارزیابی مطالعات واردشده (Study×Evidence Matrix)

جدول D.1- ماتریس امتیازدهی (۰=غایب، ۱=ضعیف/محدود، ۲=قوی/سیستماتیک)

شماره	مطالعه (نویسنده/سال)	ذی‌نفعان/قدرت	تعارض	مسیرمندی تاریخی	قواعد و حکمرانی	نمایندگی/مشارکت	فرهنگی–هنجاری	شفافیت روش/شواهد	کاربرد سیاستی
۱	Javidi Sabbaghian، ۲۰۱۹	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۲	۱
۲	Braithwaite و همکاران، ۲۰۲۱	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۲	۱
۳	Ziaee و همکاران، ۲۰۲۳	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۱
۴	سلاجقه و همکاران، ۱۴۰۳	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱
۵	قلی‌زاده سرابی و همکاران، ۱۴۰۱	۱	۰	۲	۱	۰	۱	۲	۱
۶	Amini و همکاران ۲۰۲۱	۱	۲	۱	۱	۰	۰	۲	۱
۷	Javidi Sabbaghian و همکاران، ۲۰۱۵	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۲	۱
۸	سالاریان و همکاران، ۱۳۹۸الف	۱	۱	۰	۱	۲	۱	۲	۱
۹	سالاریان و همکاران، ۱۳۹۸ب	۲	۱	۰	۱	۲	۱	۲	۱
۱۰	برات‌زاده پوستچی و همکاران، ۱۳۹۹	۲	۱	۰	۱	۲	۱	۲	۱
۱۱	سالاری و هاشمی، ۱۳۹۹	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱
۱۲	سیدنژاد گل‌خطمی و همکاران، ۱۴۰۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱
۱۳	آقاصفری و قربانی، ۱۳۹۴	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۲	۱
۱۴	گل‌محمدی تولانی، ۱۳۸۷	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱

جدول‌های D.2

جداول D.2 شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعات را در ارتباط با ابعاد کدبوک (پیوست C) نشان می‌دهند.

جدول D.2.1- شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه Javidi Sabbaghian، ۲۰۱۹

بُعد	شاهد/نشانه در متنِ مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
شفافیت روش/شواهد	مدل تصمیم پشتیبان ریسک‌مبنا و مراحل رتبه‌بندی سناریوها ارائه می‌شود.	روش مدل‌محور روشن است؛ شواهد نهادی و میدانی محدود است.	ص ۲-۴
ذی‌نفعان/قدرت	دیدگاه و گرایش ریسک ذی‌نفعان در مدل اجماع لحاظ می‌شود.	سنجه‌گذاری قدرت، اختیار و ناهمترازی بازیگران انجام نمی‌شود.	ص ۲-۳
تعارض	اختلاف دیدگاه‌ها و ترجیحات در قالب فاصله از اجماع گروهی بررسی می‌شود.	تعارض‌ها سطح‌بندی و نوع‌بندی نمی‌شوند و سازوکار حل اختلاف نهادی روشن نیست.	ص ۳-۴
قواعد و حکمرانی	مدل با هدف تقویت حکمرانی مؤثر حوضه ارائه شده است.	قواعد رسمی/غیررسمی، تقسیم مسئولیت و ابزار تنفیذ وارد مدل نشده است.	ص ۱ و ۵
نمایندگی/مشارکت	اجماع گروهی میان ذی‌نفعان در انتخاب سناریوی مطلوب بررسی می‌شود.	نحوه انتخاب نمایندگان و پاسخ‌گویی آنان به گروه‌های مرجع روشن نیست.	ص ۲-۳
مسیرمندی تاریخی	نشانه‌ای از بازسازی تصمیم‌ها و تحولات تاریخی کشفرود دیده نمی‌شود.	قفل‌شدگی نهادی و اثر تصمیم‌های گذشته بر گزینه‌های کنونی تحلیل نشده است.	–
فرهنگی-هنجاری	گرایش به ریسک بازیگران در تصمیم‌گیری لحاظ می‌شود.	اعتماد، مشروعیت و هنجارهای سازمانی به‌عنوان متغیر تحلیلی وارد نمی‌شوند.	ص ۳
کاربرد سیاستی	مدل امکان مقایسه و رتبه‌بندی سناریوهای تأمین آب را فراهم می‌کند.	تبدیل نتایج به بسته اجرایی نیازمند تعیین متولی، ابزار و شاخص پایش است.	ص ۵-۶

جدول D.2.2- شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه Braithwaite و همکاران، ۲۰۲۱

بعد	شاهد/نشانه در متن مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
فرهنگی-هنجاری	عدالت ترمیمی، مشروعیت و ابعاد هنجاری پررنگ است.	قوت هنجاری بالاست؛ با این حال تبدیل آن به شاخص‌های اجرایی/پایش در سطح محدود باقی می‌ماند.	ص ۳
ذی‌نفعان/قدرت	تفاوت مواجهه با کنشگران کم‌قدرت و مالکان کارخانه‌ها نشان داده می‌شود.	ناهمترازی قدرت خوب دیده می‌شود، اما سنجه‌گذاری کمی/مقایسه‌پذیر محدود است.	ص ۲
تعارض	کانون‌های تعارض و میانجی‌گری ترمیمی طرح می‌شود.	تعارض‌ها توصیف/تحلیل می‌شوند اما به قالب «ماتریس مقایسه‌ای» یا صورت‌بندی استاندارد تبدیل نشده‌اند.	ص ۳
قواعد و حکمرانی	اشاره به نظام قضایی/شهری و مداخلات دیده می‌شود.	طراحی دقیق اجرای سیاست‌ها (ابزار الزام، تقسیم مسئولیت، شاخص پایش) محدود است.	ص ۴-۵
نمایندگی/مشارکت	نشست‌های ذی‌نفعان و گفت‌وگو وجود دارد.	انتخاب رسمی/نمایندگی گروه‌ها و سازوکار پاسخ‌گویی در فرایند مشارکت کاملاً روشن نیست.	ص ۵
مسیرمندی تاریخی	گره‌های تاریخی برجسته‌اند.	تاریخ‌مندی قوی است اما «وابستگی به مسیر نهادی» به‌صورت قواعد/بزنگاه‌های حقوقی دقیق و قابل ردیابی کمتر صورت‌بندی می‌شود.	ص ۲-۳
شفافیت روش/شواهد	مشاهده + نشست‌ها + مصاحبه‌های متعدد گزارش شده است.	از نظر داده قوی است؛ ضعف اصلی بیشتر در استانداردسازی خروجی‌ها برای مقایسه‌پذیری است.	ص ۵
کاربرد سیاستی	جهت‌گیری سیاستی دارد.	توصیه‌ها برای اجرا نیازمند مشخص‌کردن متولی/ابزار/زمان‌بندی است.	بخش بحث/نتیجه

جدول D.2.3- شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه Ziaee و همکاران، ۲۰۲۳

بعد	شاهد/نشانه در متن مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
شفافیت روش/شواهد	مدل هیدرو-اقتصادی و سناریوها گزارش می‌شود؛ ABM برای توافق/رفتار اشاره می‌شود.	از نظر روش مدل‌سازی قوی است، اما «حکمرانی نهادی» در قالب قواعد رسمی/غیررسمی وارد مدل نشده است.	ص ۱
قواعد و حکمرانی	قواعد رسمی وارد مدل نشده (در متن/فرضیات).	فقدان قواعد حکمرانی و تنفیذ باعث می‌شود تحلیل تعارض نهادی و اصلاحات نهادی از دل مدل بیرون نیاید.	ص ۳
نمایندگی/مشارکت	مشارکت واقعی مدل‌سازی نشده/محدود است.	شمول و نمایندگی ذی‌نفعان و سازوکارهای مشارکتی به‌صورت نهادی روشن نیست.	-
ذی‌نفعان/قدرت	ذی‌نفعان به صورت عامل/گروه ذکر می‌شوند.	سنجه‌گذاری قدرت/نفوذ و ناهمترازی بازیگران غایب است.	ص ۱
تعارض	تعارض‌ها ضمنی‌اند.	سطح‌بندی تعارض و مکانیسم حل تعارض (میانجی‌گری، چانه‌زنی نهادی) ارائه نمی‌شود.	–
مسیرمندی تاریخی	ندارد.	تحلیل تاریخیِ شکل‌گیری بحران و مسیرمندی نهادی وارد مدل نشده است.	–
فرهنگی-هنجاری	بُعد هنجاری ندارد/کم‌رنگ است.	مشروعیت، اعتماد، پاسخ‌گویی به‌عنوان متغیر تحلیلی عملیاتی نشده است.	–
کاربرد سیاستی	راهبرد سازگاری و ارزیابی پیامدها ارائه می‌شود.	توصیه‌ها برای اجرا نیازمند پیوند با نهاد مسئول، ابزار تنفیذ و امکان‌سنجی نهادی است.	بخش نتیجه/پیشنهاد

جدول D.2.4– شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه سلاجقه و همکاران، ۱۴۰۳

بعد	شاهد/نشانه در متن مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
شفافیت روش/شواهد	مرور پژوهش‌ها + اشاره به بازدید/مشاهده میدانی.	گزارش روش مرور و معیارهای انتخاب/حذف مطالعات گاهی روشن نیست؛ برخی ادعاها بدون ارجاع دقیق به شواهد می‌آید.	ص ۱
تعارض	چالش‌ها و مسائل متعدد ذکر می‌شود.	تعارض‌ها بیشتر فهرست‌وار است؛ نوع‌بندی و سطح‌بندی تعارض و سازوکار حل تعارض دقیق ارائه نشده است.	ص ۱–۲
قواعد و حکمرانی	ارجاع کلی به قانون/استانداردها دیده می‌شود.	«قواعد و تنفیذ» عمیق واکاوی نشده؛ متولی/ابزار و اجرا/پایش مشخص نیست.	ص ۲
ذی‌نفعان/قدرت	نام برخی نهادها/گروه‌ها می‌آید.	تحلیل قدرت/نفوذ و روابط کنشگران (قدرت–منفعت) وجود ندارد.	ص ۳
نمایندگی/مشارکت	مشارکت به‌صورت مستقیم بررسی نشده.	سازوکار مشارکت و نمایندگی ذی‌نفعان غایب یا بسیار محدود است.	–
فرهنگی–هنجاری	بُعد هنجاری به‌صورت منسجم طرح نشده.	فرهنگ/مشروعیت بیشتر در حد توصیه باقی می‌ماند، نه متغیر تحلیلی.	–
کاربرد سیاستی	مجموعه‌ای از راهکارها ارائه می‌شود.	بسیاری از راهکارها متولی/زمان‌بندی/شاخص پایش ندارند و برای «قابلیت اجرا» نیازمند دقیق‌سازی‌اند.	بخش راهکارها

جدول D.2.5– شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه قلی‌زاده سرابی و همکاران، ۱۴۰۱

بعد	شاهد/نشانه در متن مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
مسیرمندی تاریخی	فازبندی تاریخی مسئله در چارچوب سوسیو–هیدرولوژیک ارائه می‌شود.	این بعد نسبتاً قوی است، اما به «قفل‌شدگی نهادی» و قواعد حکمرانی به‌صورت مصداقی وصل نمی‌شود.	بخش نتایج/تحلیل
شفافیت روش/شواهد	مدل مفهومی/سیستمی و خروجی‌های تحلیلی گزارش می‌شود.	روش از نظر مدل‌سازی شفاف‌تر است، اما شواهد نهادی/میان‌نهادی کمتر مستند می‌شود.	ص ۱ و بخش نتایج
قواعد و حکمرانی	اشاره به یک قاعده محوری (مثل ممنوعیت ۱۳۴۵) دیده می‌شود.	شکاف اجرا/تنفیذ و سازوکار نظارت نهادی واکاوی نشده و به سطح توصیه باقی می‌ماند.	بخش قواعد
ذی‌نفعان/قدرت	کنشگران عمدتاً ضمنی‌اند.	سنجه‌گذاری قدرت/نقش کنشگران و روابط تعارض‌آمیز میان آنها تحلیل نشده است.	–
تعارض	به‌عنوان محور مستقل طرح نمی‌شود.	تعارض‌ها نوع‌بندی و عملیاتی نمی‌شوند و بنابراین اتصال به حکمرانی تعارض محدود می‌ماند.	–
نمایندگی/مشارکت	غایب است.	مکانیزم‌های مشارکتی و نمایندگی ذی‌نفعان در مدل دیده نمی‌شود.	–
فرهنگی–هنجاری	اشاره روایی/ضمنی وجود دارد.	عملیاتی‌سازی مشروعیت/هنجارها و پیوند آن با کنش نهادی محدود است.	بخش اجتماعی

جدول D.2.6- شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه Amini و همکاران، ۲۰۲۱

بعد	شاهد/نشانه در متن مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
تعارض	صورت‌بندی تعارض و تعادل‌های راهبردی با GMCR روشن است.	قوت اصلی در مدل‌سازی تعارض است؛ اما پیوند با بافت نهادی محلیِ کشف‌رود مستقیم نیست (مطالعه هریرود است).	ص ۱
شفافیت روش/شواهد	مراحل تعریف وضعیت، گزینه‌ها، ترجیحات و سناریوها ارائه می‌شود.	از نظر روش قوی است؛ اما شواهد نهادی/محلی برای ترجیحات بازیگران محدود یا غیرمحلی است.	ص ۱-۲
ذی‌نفعان/قدرت	تصمیم‌گیران دولتی تعریف می‌شوند.	عدم تقارن قدرت تصریح/سنجش نمی‌شود و ذی‌نفعان محلی (کشاورزان/جامعه محلی) در مدل کم‌رنگ یا غایب‌اند.	ص ۲
قواعد و حکمرانی	نبود معاهده سه‌جانبه مطرح می‌شود.	قواعد اجرا و سازوکارهای حکمرانی محلی تحلیل نمی‌شود (و بخشی از بحث برای کشف‌رود قابل انتقال مستقیم نیست).	ص ۱۰ (بحث)
مسیرمندی تاریخی	اشاره به نقاط عطف (مثل سد سلما) دیده می‌شود.	ردگیری نهادی/حقوقی در طول زمان محدود است و به قفل‌شدگی نهادی تبدیل نمی‌شود.	ص ۲
فرهنگی-هنجاری	مطرح نیست.	مشروعیت/هنجارها و روایت‌ها در مدل وارد نمی‌شوند.	–
نمایندگی/مشارکت	غایب است.	مشارکت ذی‌نفعان و سازوکار نمایندگی در طراحی حل تعارض لحاظ نشده است.	–
کاربرد سیاستی	خروجی‌ها برای سناریوسازی مفید است.	برای نسخه سیاستی اجرایی نیاز به تعیین متولی/ابزار/قواعد اجرا و ترجمه به سطح محلی دارد.	نتیجه/پیشنهاد

جدول D.2.7- شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه Javidi Sabbaghian و همکاران، ۲۰۱۵

بعد	شاهد/نشانه در متن مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
شفافیت روش/شواهد	مراحل مدل اجماع فاصله‌مبنا تحت ریسک ارائه می‌شود.	روش مدل‌محور شفاف است، اما ارتباط آن با واقعیت حکمرانیِ کشف‌رود (قواعد/نهادها/کنشگران واقعی) کم‌رنگ است.	ص ۱
نمایندگی/مشارکت	«گروه تصمیم‌گیر» در مدل مفروض گرفته می‌شود.	سازوکار نمایندگی، شمول ذی‌نفعان و پاسخ‌گویی تصمیم‌گیران مبهم است.	ص ۱
ذی‌نفعان/قدرت	وزن‌دهی/اجماع گروهی مطرح است.	سنجه‌گذاری قدرت/نفوذ و ناهمترازی بین بازیگران دیده نمی‌شود.	ص ۱
تعارض	اختلاف ترجیحات مفروض است.	تعارض به‌عنوان پدیده نهادی-چندسطحی عملیاتی نشده؛ میانجی‌گری/حل تعارض تعریف روشن ندارد.	ص ۱
قواعد و حکمرانی	ندارد.	قواعد رسمی/غیررسمی، ابزار اجرا و تقسیم مسئولیت نهادی وارد مدل نشده است.	–
فرهنگی-هنجاری	ندارد.	مشروعیت/اعتماد/هنجارها به‌عنوان متغیر تحلیلی مطرح نیست.	–
مسیرمندی تاریخی	ندارد.	هیچ اتصال به تاریخچه سیاست‌ها/بزنگاه‌های کشف‌رود ارائه نمی‌شود.	–
کاربرد سیاستی	ابزار تصمیم‌گیری ارائه می‌دهد.	تبدیل به نسخه اجرایی در سطح حکمرانی محلی (متولی/ابزار/پایش) نیازمند تکمیل است.	نتیجه‌گیری

جدول D.2.8- شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه سالاریان و همکاران، ۱۳۹۸الف

بعد	شاهد/نشانه در متن مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
ذی‌نفعان/قدرت	استفاده از ماتریس قدرت–علاقه و دایره نفوذ برای کنشگران.	سنجه‌گذاری قدرت نسبت به سایر مطالعات بهتر است، اما تبدیل آن به قواعد اجرایی/پاسخ‌گویی نهادی هنوز کامل نیست.	بخش کنشگران/تحلیل
تعارض	ضرورت کاهش تعارض و رسیدن به اجماع مطرح می‌شود.	نوع‌بندی تعارض‌ها (دولت–دولت/دولت–محلی/محلی–محلی) و طراحی حقوقی/اجرایی حل تعارض ناقص است.	متن سیاست‌ها/جمع‌بندی
قواعد و حکمرانی	سیاست‌های کلان/اجرایی و معیارهای حکمرانی مطلوب ذکر می‌شود.	ابزار الزام، تنفیذ، تقسیم کار نهادی و شاخص‌های پایش شفاف نیست؛ «قواعد» بیشتر توصیه‌ای است تا سازوکارمند.	بخش سیاست‌ها
نمایندگی/مشارکت	مسیر مشارکت و نقش کنشگران در تصمیم‌سازی برجسته است.	نمایندگی رسمی، انتخاب/شمول ذی‌نفعان و پاسخ‌گویی فرایند مشارکت کمتر عملیاتی شده است.	ص ۱ و بخش مشارکت
فرهنگی–هنجاری	ارتقای فرهنگ آب به‌عنوان سیاست مطرح می‌شود.	بُعد هنجاری عمدتاً توصیه‌ای است؛ سازوکار سنجش مشروعیت/اعتماد و ارتباط آن با اجرای سیاست‌ها محدود است.	بخش فرهنگ
شفافیت روش/شواهد	چارچوب و ابزارهای تحلیلی نسبتاً روشن ارائه می‌شود.	همچنان بخشی از ادعاهای سیاستی بدون «شاهد دقیق/نمونه اجرایی» باقی می‌ماند.	متن روش/چارچوب
مسیرمندی تاریخی	اشاره نظام‌مند به بزنگاه‌های تاریخی دیده نمی‌شود.	فقدان مسیرمندی تاریخی باعث می‌شود توضیح «چرایی قفل‌شدگی نهادی» در سطح محدود بماند.	–

جدول D.2.9- شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه سالاریان و همکاران، ۱۳۹۸ب

بعد	شاهد/نشانه در متن مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
نمایندگی/مشارکت	استفاده از Snowball برای شناسایی کنشگران و Mind Map برای استخراج دغدغه‌ها.	مشارکت نسبتاً ساختارمند است، اما سازوکار نمایندگی رسمی/پاسخ‌گویی و تضمین شمول گروه‌های کم‌قدرت کمتر روشن است.	ص ۱
ذی‌نفعان/قدرت	شناسایی کنشگران انجام شده است.	رتبه‌بندی نفوذ/قدرت ناقص است و ناهمترازی قدرت به‌صورت تحلیلی (با شاخص روشن) گزارش نمی‌شود.	ص ۱
تعارض	«نیاز به هماهنگی» و هم‌راستاسازی مطرح می‌شود.	تعارض‌ها نوع‌بندی نمی‌شوند و سازوکار حل (حقوقی/اداری/میانجی‌گری) دقیق طراحی نشده است.	ص ۱
قواعد و حکمرانی	راهبردها تدوین می‌شوند.	ضمانت اجرا، ابزارهای تنفیذ، و تقسیم مسئولیت نهادی مبهم می‌ماند.	بخش راهبردها
فرهنگی–هنجاری	آموزش/آگاهی‌بخشی ذکر می‌شود.	بُعد هنجاری محور اصلی تحلیل نیست؛ مشروعیت و اعتماد به‌صورت متغیر تحلیلی عملیاتی نشده است.	بخش فرهنگ
مسیرمندی تاریخی	نشانه نظام‌مند ندارد.	فقدان تاریخ‌مندی باعث ضعف در تبیین ریشه‌های نهادیِ تداوم بحران می‌شود.	–

جدول D.2.10– شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه برات‌زاده پوستچی و همکاران، ۱۳۹۹

بُعد	شاهد/نشانه در متن مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
شفافیت روش/شواهد	ماتریس قدرت–علاقه و دایره نفوذ برای تحلیل کنشگران به‌کار می‌رود.	ابزار تحلیل روشن است؛ جزئیات تولید و اعتبارسنجی امتیازها محدود است.	ص ۲–۳
ذی‌نفعان/قدرت	کنشگران براساس قدرت، علاقه و میزان نفوذ طبقه‌بندی می‌شوند.	سنجش قدرت نسبتاً قوی است؛ منابع قدرت و ظرفیت تنفیذ کمتر تفکیک می‌شود.	ص ۳–۴
تعارض	تفاوت منافع و جایگاه کنشگران زمینه‌های اختلاف را نشان می‌دهد.	تعارض‌ها نوع‌بندی نمی‌شوند و سازوکار حل اختلاف طراحی نشده است.	ص ۴
قواعد و حکمرانی	جایگاه کنشگران در فرایند تصمیم‌سازی و تعامل با آنان بررسی می‌شود.	قواعد رسمی، تقسیم مسئولیت و ضمانت اجرای تصمیم‌ها روشن نیست.	ص ۴–۵
نمایندگی/مشارکت	سطح مشارکت کنشگران متناسب با قدرت و علاقه آنان تعیین می‌شود.	سازوکار انتخاب نمایندگان و تضمین حضور گروه‌های کم‌قدرت کامل نیست.	ص ۴–۵
مسیرمندی تاریخی	تحلیل بر آرایش کنونی بازیگران متمرکز است.	تحول تاریخی قدرت و اثر تصمیم‌های گذشته بررسی نشده است.	–
فرهنگی–هنجاری	بر تعامل و جلب همراهی کنشگران تأکید می‌شود.	اعتماد و مشروعیت نهادی به‌صورت متغیر مستقل تحلیل نمی‌شود.	ص ۵
کاربرد سیاستی	چارچوب، راهبردهای متفاوتی برای مدیریت و مشارکت کنشگران پیشنهاد می‌کند.	تعیین متولی، زمان‌بندی و شاخص پایش برای اجرای پیشنهادها ضروری است.	ص ۵–۶

جدول D.2.11– شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه سالاری و هاشمی، ۱۳۹۹

بعد	شاهد/نشانه در متن مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
شفافیت روش/شواهد	اتکا به مشاهده میدانی و پژوهش اسنادی ذکر می‌شود.	جزئیات داده/نمونه/روش گردآوری محدود است؛ مسیر «شاهد→ادعا» گاهی کلی باقی می‌ماند.	ص ۱
قواعد و حکمرانی	اشاره به قانون مدیریت پسماند و برخی ارجاعات سیاستی.	تحلیل سازوکار اجرا/تنفیذ، تقسیم کار نهادی و ابزارهای الزام‌آور کامل نیست؛ بیشتر در سطح ارجاع باقی می‌ماند.	ص ۲
ذی‌نفعان/قدرت	نام‌بردن از برخی نهادها قابل ردیابی است.	تحلیل نفوذ/قدرت، منافع و روابط بین نهادی (قدرت-منفعت) ارائه نمی‌شود.	ص ۳
تعارض	به وجود مشکلات/چالش‌ها و برخی تعارض‌ها اشاره می‌شود.	تعارض‌ها سطح‌بندی و نوع‌بندی نمی‌شوند؛ سازوکار حل تعارض و میانجی‌گری طراحی نشده است.	ص ۱
نمایندگی/مشارکت	اشاره مستقیم به سازوکار مشارکت دیده نمی‌شود.	مشارکت ذی‌نفعان و نمایندگی گروه‌های محلی/بخش خصوصی مبهم یا غایب است.	ص ۵
فرهنگی–هنجاری	تأکیدهای هنجاری درباره فرهنگ عمومی و ضرورت اصلاحات.	«هنجار/فرهنگ» بیشتر توصیه‌ای است تا تحلیلی؛ پیوند آن با مشروعیت، اعتماد و امکان اجرا عملیاتی نشده است.	ص ۱

جدول D.2.12– شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه سیدنژاد گل‌خطمی و همکاران، ۱۴۰۱

بعد	شاهد/نشانه در متن مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
تعارض	«گفت‌وگو برای تعیین شبکه مسائل» به‌عنوان مسیر مواجهه با اختلاف‌ها طرح می‌شود.	هدف‌گذاری خوب است، اما فرایند حل تعارض، قواعد تصمیم، و معیار خروجی (چه زمانی تعارض حل‌شده محسوب می‌شود) دقیق مشخص نیست.	ص ۲
نمایندگی/مشارکت	بر حضور سمن‌ها/خبرنگاران و گفت‌وگو تأکید می‌شود.	سازوکار نمایندگی گروه‌های ذی‌نفع (کشاورزان/صنایع/نهادهای دولتی) و توازن قدرت در گفت‌وگو روشن نیست.	ص ۲–۳
قواعد و حکمرانی	چارچوب گفت‌وگو/شبکه مسائل پیشنهاد می‌شود.	قواعد الزام‌آور و ابزارهای نهادی برای تبدیل گفت‌وگو به «تصمیم اجرایی» تعریف نشده است.	ص ۲
ذی‌نفعان/قدرت	فهرست گروه‌ها و نقش‌ها قابل برداشت است.	سنجه‌گذاری قدرت/نفوذ و تحلیل ناهمترازی بازیگران غایب است.	ص ۲
فرهنگی–هنجاری	مسئولیت‌پذیری اجتماعی/فضاسازی رسانه‌ای ذکر می‌شود.	پیوند این مفاهیم با مشروعیت نهادی و اجرا در قالب شاخص/سازوکار روشن نشده است.	ص ۳
شفافیت روش/شواهد	متن بیشتر «پیشنهادی/چارچوبی» است.	شواهد تجربی (داده، نمونه، مصداق اجرا) محدود است.	کل متن

جدول D.2.13- شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه آقاصفری و قربانی، ۱۳۹۴

بعد	شاهد/نشانه در متن مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
شفافیت روش/شواهد	روش ارزش‌گذاری مشروط و مدل توبیت/هکمن + مشخصات نمونه و سال پیمایش گزارش شده است.	از نظر روش کمی شفاف است، اما همین شفافیت به «حکمرانی/تعارض» ترجمه نشده و خروجی‌ها در سطح رفتاری باقی مانده‌اند.	ص ۱
ذی‌نفعان/قدرت	تمرکز اصلی بر کشاورزان (بهره‌برداران) است.	سایر کنشگران مؤثر (دولت، صنایع، شهرداری/آبفا، نهادهای نظارتی) در تحلیل وارد نمی‌شوند؛ ناهمترازی قدرت اساساً غایب است.	ص ۳
تعارض	مسئله به‌صورت «آلودگی/آب آلوده» صورت‌بندی می‌شود.	تعارض به‌عنوان «اختلاف منافع/تعارض نهادی» مطرح و تفکیک نمی‌شود؛ هیچ سازوکار حل تعارض یا سطح‌بندی تعارض ارائه نشده است.	ص ۱
قواعد و حکمرانی	اشاره زمینه‌ای به آلودگی و ورود فاضلاب.	قواعد رسمی/غیررسمی، مسئولیت نهادی، ابزار اجرا و تنفیذ و سازوکار نظارت تحلیل نشده‌اند.	ص ۵
نمایندگی/مشارکت	مشارکت به‌صورت «مشارکت مالی/WTP» عملیاتی شده است.	مشارکت در اینجا مشارکت در تصمیم‌گیری نیست؛ سازوکار نمایندگی، پاسخ‌گویی و مشارکت نهادی غایب است.	ص ۱
فرهنگی–هنجاری	چند متغیر نگرشی/آگاهی در مدل دیده می‌شود.	بُعد هنجاری/مشروعیت و سازوکارهای فرهنگی در سطح عملیاتی‌سازی حکمرانی مطرح نشده و محدود است.	ص ۱

جدول D.2.14- شواهد متنیِ استخراج‌شده و جمع‌بندی انتقادیِ مطالعه گل‌محمدی تولانی، ۱۳۸۷

بُعد	شاهد/نشانه در متن مطالعه	جمع‌بندی انتقادی (کاستی/غفلت)	محل
شفافیت روش/شواهد	مراجعه میدانی، تصویربرداری و مصاحبه با افراد آگاه گزارش می‌شود.	جزئیات نمونه‌گیری، مصاحبه‌ها و روش تحلیل محدود است.	ص ۱۶۶
ذی‌نفعان/قدرت	مردم، مسئولان، واحدهای صنعتی، کشاورزان و حاشیه‌نشینان ذکر می‌شوند.	روابط قدرت، نفوذ و ظرفیت اثرگذاری بازیگران سنجیده نمی‌شود.	ص ۱۶۳
تعارض	آلودگی، تعرض به حریم و ضعف مدیریت به‌عنوان مشکلات اصلی مطرح می‌شود.	تعارض‌ها نوع‌بندی و سطح‌بندی نمی‌شوند و سازوکار حل تعارض ارائه نمی‌شود.	ص ۱۶۳
قواعد و حکمرانی	به سهل‌انگاری مردم و مسئولان و ضعف کنترل مشکلات اشاره می‌شود.	قواعد، تقسیم مسئولیت، هماهنگی نهادی و ابزار تنفیذ تحلیل نمی‌شود.	ص ۱۶۱
نمایندگی/مشارکت	اطلاعات محلی و دیدگاه افراد آگاه در گردآوری داده استفاده شده است.	سازوکار مشارکت در تصمیم‌گیری و نمایندگی ذی‌نفعان روشن نیست.	ص ۱۶۵
مسیرمندی تاریخی	تغییر وضعیت رودخانه بر اثر خشکسالی، توسعه شهر و حاشیه‌نشینی توصیف می‌شود.	خط زمانی تصمیم‌ها و قفل‌شدگی‌های نهادی ارائه نمی‌شود.	ص ۱۶۳
فرهنگی–هنجاری	سهل‌انگاری مردم و مسئولان و ضرورت عزم مشترک مطرح می‌شود.	فرهنگ و مسئولیت‌پذیری بیشتر توصیفی است و به سازوکار نهادی متصل نمی‌شود.	ص ۱۶۳
کاربرد سیاستی	بر همکاری مردم و مسئولان برای رفع مشکلات تأکید می‌شود.	پیشنهادها کلی‌اند و فاقد متولی، ابزار اجرا و شاخص پایش هستند.	ص ۱۶۳

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۹۳ تا ۱۰۴

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 93 to 104

نوع مقاله: مروری

Document Type: Review Article

تحلیل همسویی حکمرانی آب در مناطق خشک با اصول توسعه پایدار

مهنازکیانی مجد[۱]، محمد مهدی چاری[۲]، هادی گلوی[۳*]

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

*رایانامه نویسنده مسئول: hadigalavi@uoz.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۰۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۲۲
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

چکیده

در این مطالعه، تحلیل همسویی حکمرانی آب در ۱۰ حوضه آبریز خشک و فرامرزی (رودخانه نیل، ماری- دارلینگ، دریاچه چاد، رود سند، رود هیرمند، رودخانه مکونگ، رودخانه کلرادو، رودخانه اردن، رود ولتا و دریای آرال) با ابعاد اقتصادی و اجتماعی اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد انجام شد. نتایج نشان داد حکمرانی آب در این حوضه‌ها به‌طور چشمگیری تحت‌تأثیر روابط سیاسی کشورها است و وجود معاهدات آبی در موارد بسیاری موجب کاهش تنش‌ها و ارتقای مدیریت پایدار منابع شده است. ایجاد نهادهای مشترک و سازکارهای مشارکتی نیز عاملی کلیدی در تقویت همکاری‌های منطقه‌ای و تضمین عدالت در توزیع آب به‌شمار می‌رود. از منظر اقتصادی، در حوضه‌های ماری–دارلینگ و کلرادو بهره‌گیری از بازار آب و واقعی‌سازی قیمت‌ها هم‌سویی بیشتری با اهداف توسعه پایدار (SDG۲: گرسنگی صفر و SDG۸: رشد اقتصادی پایدار) ایجاد کرد. در مقابل، تداوم سیاست‌های یارانه‌ای، نبود قیمت‌گذاری واقعی و چالش‌های فرامرزی حوضه‌های هیرمند، دریاچه چاد، آرال، نیل و مکونگ باعث تضعیف اقتصاد محلی و مانع تخصیص بهینه منابع آب شده است. از جنبه اجتماعی، نابرابری در دسترسی آب و مشارکت محدود ذی‌نفعان در تصمیم‌گیری‌ها، در حوضه‌های هیرمند، چاد و آرال، زمینه‌ساز تعارضات اجتماعی و کاهش تاب‌آوری جوامع محلی شد. بررسی مطالعات نشان داد اجرای حکمرانی مؤثر آب و دستیابی به توسعه پایدار در مناطق خشک دارای حوضه آبریز مشترک مستلزم تقویت همکاری‌های فرامرزی، اصلاح سیاست‌های اقتصادی با هدف ایجاد چرخه اقتصادی مبتنی بر ظرفیت حوضه آبریز، تغییر ساختار ارتباطات سازمانی و تصمیم‌سازی با محوریت حفظ و تامین آب و نهادینه‌سازی مشارکت فراگیر ذی‌نفعان داخلی و بین‌المللی است.

واژه‌های کلیدی: حکمرانی مشارکتی آب، آب‌های مرزی، SDGs، حوضه آبریز مشترک فرامرزی، هیرمند.

An Analysis of the Alignment of Water Governance in Arid Regions with the Principles of Sustainable Development

M. Kiyani Majd[1], M. M. Chari[2], H. Galavi[3*]

1,2,3- Ph.D. Student, Associate Professor, and Assistant Professor, Department of Water Science and Engineering, University of Zabol, Zabol, Iran.

*** Corresponding, Author Email:** hadigalavi@uoz.ac.ir

Received ▶ 30-11-2025
Revised ▶ 13-03-2026
Accepted ▶ 11-04-2026
Available online ▶ 15-06-2026

Abstract

This study analyzes the alignment between water governance systems in ten arid, transboundary river basins, the Nile River, Murray-Darling, Lake Chad, Indus River, Helmand River, Mekong River, Colorado River, Jordan River, Volta River, and Aral Sea, and the economic and social dimensions of the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs). The results indicate that water governance in these basins is significantly influenced by political relations of countries; however, the existence of water treaties has frequently helped mitigate tensions and promote sustainable resource management. The establishment of joint institutions and participatory mechanisms also plays a key factor in strengthening regional cooperation and ensuring justice in water distribution. From an economic perspective, in the Murray-Darling and Colorado basins, the implementation of water markets and price rationalization have enhanced alignment with the Sustainable Development Goals (SDG 2: Zero Hunger and SDG 8: Sustainable Economic Growth). In contrast, the continuation of subsidy policies, the lack of real pricing and transboundary challenges in the Helmand, Lake Chad, Aral, Nile and Mekong basins have weakened local economies and hindered the optimal allocation of water resources. From a social perspective, inequality in water access and limited stakeholder participation in decision-making the Helmand, Chad, and Aral basins have exacerbated social conflicts and reduced the resilience of local communities. Overall, the observed patterns suggest that achieving effective water governance and sustainable development in arid regions with transboundary river basins requires strengthening cross-border cooperation, reforming economic policies to establish a circular economy within basin boundaries, the restructuring of organizational communication and decision-making frameworks centered on water conservation and security, and the institutionalization of inclusive engagement for both domestic and international stakeholders.

Keywords: Participatory Water Governance, Transboundary Waters, SDGs, Shared Transboundary River Basin, Helmand Basin.

How to cite this article:

Kiyani Majd, M., Chari, M. M., & Galavi, H. (2026). An Analysis of the Alignment of Water Governance in Arid Regions with the Principles of Sustainable Development. Journal of Water and Sustainable Development, 13(1), 93-104. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i1.2511-1475

مقدمه

بحران آب، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، یکی از مهمترین چالش‌های قرن بیست و یکم محسوب می‌شود (Zhu و همکاران، ۲۰۲۱). این مناطق که بخش قابل توجهی از خشکی‌های جهان را شامل می‌شوند و حدود ۴۰ درصد جمعیت جهان را در خود جای داده‌اند؛ به دلیل بارش کم، تبخیر بالا، تغییراقلیم و افزایش جمعیت با محدودیت‌های شدید منابع آبی مواجه هستند. این محدودیت‌ها نه تنها بر کشاورزی، صنعت و امنیت غذایی تأثیر می‌گذارند، بلکه تنش‌های اجتماعی، مهاجرت و نابرابری‌ها را نیز تشدید می‌کنند (Umukiza و همکاران، ۲۰۲۳). علاوه‌براین، یکی از ویژگی‌های اساسی منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، مشترک بودن بخش قابل توجهی از حوضه‌های آبریز میان چند کشور است. از مهمترین نمونه‌های این حوضه‌های فرامرزی می‌توان به رود نیل در آفریقا، حوضه ماری-دارلینگ در استرالیا، دریاچه چاد، رود سند، هیرمند در مرز ایران و افغانستان، رود مکونگ، رود کلرادو، رود اردن، رود ولتا و دریای آرل اشاره کرد. این حوضه‌ها علاوه بر ارزش محیط‌زیستی و اقتصادی، از منظر سیاسی و ژئوپلیتیک نیز بسیار حساس هستند و یا به‌عبارت‌دیگر مدیریت آن‌ها نیازمند همکاری میان کشورها و نهادهای مختلف می‌باشد که در این میان، حکمرانی مؤثر آب به عنوان یک عامل حیاتی برای مدیریت پایدار منابع آبی و دستیابی به توسعه پایدار منطقه‌ای مطرح می‌شود (Ishaque و همکاران، ۲۰۲۳). حکمرانی آب فراتر از یک سیستم مدیریت منابع آب است و مجموعه‌ای از فرآیندها، نهادها و هنجارهایی است که چگونگی تصمیم‌گیری، تخصیص و استفاده از منابع آب را تعیین می‌کنند (Mohammed و همکاران، ۲۰۲۲). سازمان ملل متحد با تدوین اهداف توسعه پایدار (SDGs) چارچوبی جامع برای دستیابی به آینده‌ای پایدار با سطح توسعه‌یافتگی متوازن ارائه کرده است که در این میان، چندین هدف به طور مستقیم یا غیرمستقیم با حکمرانی آب و توسعه پایدار مرتبط است (Martins و همکاران، ۲۰۲۵). این اهداف، نقشه راهی برای کشورها و جوامع به منظور ارتقای بهره‌وری منابع آب، بهبود معیشت جوامع محلی و حفاظت از محیط‌زیست به شمار می‌آیند. در حوضه‌ها آبریز فرامرزی در مناطق خشک که با چالش‌هایی مانند کمبود منابع آب، افزایش جمعیت، تغییراقلیم و فشارهای اقتصادی و اجتماعی ناشی از اقتصاد آب-محور و آب‌بر مواجه هستند، حکمرانی مؤثر آب نقشی حیاتی در تحقق اهداف توسعه پایدار سازمان ملل ایفا می‌کند. به‌عبارت‌دیگر همسویی نظام و چارچوب حکمرانی آب با این اهداف، برای تضمین پایدار بلندمدت اقتصادی و اجتماعی مناطق با منابع آب فرامرزی و اقلیم خشک ضروری است (Tang و همکاران، ۲۰۲۵). با وجود اهمیت فزاینده این موضوع، مطالعات جامع اندکی به تحلیل همسویی لایه‌های حکمرانی آب با ابعاد اقتصادی و اجتماعی توسعه پایدار در بستر مناطق خشک با منابع آب فرامرزی پرداخته شده است.

۱- مفهوم حکمرانی آب

حکمرانی آب[1] مجموعه‌ای از سیستم‌های سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و اداری است که توسعه و مدیریت منابع آب و ارائه خدمات آبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Arya و Sole، ۲۰۲۴). این مفهوم بر اصول کلیدی حکمرانی خوب آب شامل شفافیت، مشارکت، عدالت، پاسخگویی و کارایی تأکید دارد و می‌توان آن را در سطوح مختلفی بررسی کرد:

- سطح محلی/مردمی: شامل شوراهای محلی آب، انجمن‌های آب‌بران، دانش بومی و عرف‌های سنتی مدیریت آب (مانند قنات‌ها در ایران) و نقش جوامع در تصمیم‌گیری‌ها و اجرای پروژه‌های کوچک مقیاس.
- سطح ملی/دولتی: شامل وزارتخانه‌های مرتبط (وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان حفاظت محیط‌زیست)، سازمان‌های آب‌منطقه‌ای و قوانین و مقررات ملی (قوانین توزیع آب و برنامه‌های توسعه ملی) که چارچوب قانونی و نهادی را فراهم می‌آورند.
- سطح بین‌المللی/فرامرزی: در حوضه‌های آبریز مشترک بین چند کشور شامل توافق‌نامه‌ها، کمیسیون‌های مشترک و سازمان‌های بین‌المللی که برای مدیریت پایدار منابع آب مشترک فعالیت می‌کنند.

۲- توسعه پایدار و اهداف توسعه پایدار (SDGs)

توسعه پایدار، مفهومی بنیادین و جامع به عنوان پاسخی به چالش‌های روبه‌رشد جهانی در زمینه توازن میان نیازهای حال و آینده بشر تعریف شده است. این مفهوم که برای اولین بار در گزارش برانتلند (۱۹۸۷) تحت عنوان آینده مشترک ما مطرح شد، بر تأمین نیازهای نسل حاضر تأکید دارد، به نحوی که ظرفیت و توانمندی نسل‌های آینده در برآوردن نیازهای اساسی خود مورد تهدید قرار نگیرد (Imperatives، ۱۹۸۷). این مفهوم شامل سه بعد اصلی و جدایی‌ناپذیر توسعه پایدار مانند بعد اقتصادی (رشد اقتصادی عادلانه و کارآمد)، بعد اجتماعی (برابری، عدالت و رفاه اجتماعی) و بعد محیط‌زیستی (حفاظت از منابع طبیعی و اکوسیستم‌ها) می‌شود. این سه بعد به طور متقابل بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند و دستیابی به توسعه‌ای واقعی، مستلزم ایجاد تعادل و هماهنگی میان آن‌ها می‌باشد (Greenland و همکاران، ۲۰۲۳). به عبارتی رشد اقتصادی بدون توجه به ملاحظات محیط‌زیستی می‌تواند به تخریب منابع منجر شود. همانطور که بی‌توجهی به بعد اجتماعی می‌تواند نابرابری‌ها را تشدید کند و پایداری بلندمدت را تضعیف نماید.

در راستای اجرای این مفهوم، سازمان ملل متحد در سال ۲۰۱۵ به طور مشخص ۱۷ هدف توسعه پایدار[2] را به تصویب رساند که با هدف پرداختن به چالش‌های جهانی از جمله فقر،

گرسنگی، نابرابری، تغییراقلیم، تخریب محیط‌زیست، صلح و عدالت طراحی شده‌اند و افق اجرایی شدن آن سال ۲۰۳۰ تعریف شده است (Loewe و Rippin، ۲۰۱۵). به‌عبارت‌دیگر این اهداف چارچوبی جهانی برای دستیابی به آینده‌ای پایدار فراهم می‌کنند. بر همین اساس در بخش قابل توجهی از پژوهش‌ها، توجه اصلی معطوف به اهدافی است که به ابعاد اقتصادی و اجتماعی مربوط می‌شوند و در این میان، نقش اساسی آب در دستیابی به این اهداف مورد تأکید قرار گرفته است. باتوجه‌به هدف اصلی این پژوهش، اهداف مرتبط با ابعاد اقتصادی و اجتماعی مانند ریشه‌کن کردن فقر (SDG۱)، ریشه‌کن کردن گرسنگی، دستیابی به امنیت غذایی و تغذیه بهتر و ترویج کشاورزی پایدار (SDG۲)، تضمین دسترسی به آب سالم و بهداشت (SDG۶)، ترویج رشد اقتصادی فراگیر و پایدار و اشتغال کامل (SDG۸)، کاهش نابرابری‌های درون و میان کشورها (SDG۱۰) مورد توجه قرار گرفته است.

۳- چالش‌های حکمرانی آب و توسعه پایدار در مناطق خشک

مناطق خشک و نیمه‌خشک که درصد قابل توجهی از سطح خشکی‌های جهان را پوشش می‌دهند با چالش‌های منحصربه‌فرد و پیچیده‌ای در زمینه حکمرانی آب و دستیابی به توسعه پایدار مواجه هستند که اغلب به دلیل محدودیت‌های طبیعی منابع آب و فشارهای فزاینده انسانی تشدید می‌شوند (Abbas و همکاران، ۲۰۲۳). از جمله مهمترین این چالش‌ها تعارض منافع میان بخش‌های مختلف متقاضی آب شامل بخش‌های اقتصادی کشاورزی، صنعت و خدمات است که مانعی برای تخصیص عادلانه منابع در راستای اهداف توسعه پایدار (SDGs) محسوب می‌شود. علاوه‌براین، ضعف در ساختارهای مدیریت منابع آب، ناکارآمدی نهادهای تصمیم‌گیر و اجرایی در بخش آب و نبود هماهنگی میان سیاست‌های بخشی مرتبط با کشاورزی، محیط‌زیست و توسعه منطقه‌ای سبب می‌شود که فشار ناشی از خشکسالی‌های مکرر، تغییر اقلیم، بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و آلودگی منابع آب، اثربخشی تصمیم‌گیری‌ها و اجرای برنامه‌های توسعه پایدار را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دهد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، با اتکا به رویکرد مرور نظام‌مند منابع، تلاش شده است تا ارزیابی جامعی از میزان همسویی سیاست‌ها و سازکارهای حکمرانی آب با اهداف توسعه پایدار (SDGs) در ۱۰ حوضه آبریز خشک و فرامرزی منتخب به‌عمل آید. این حوضه‌ها که در قاره‌های آسیا (رود سند و مکونگ)، آفریقا (نیل، ولتا و دریاچه چاد)، اقیانوسیه (رود ماری-دارلینگ) و آمریکای شمالی (رود کلرادو) و خاورمیانه (رود اردن، رود هیرمند و دریای آرال) واقع شده‌اند، به‌گونه‌ای انتخاب شدند تا تنوع جغرافیایی، نهادی و سطح توسعه‌یافتگی را پوشش دهند. بر همین اساس، شناخت ویژگی‌های محیطی و خصوصیات اقلیمی و آبی حوضه‌های مورد مطالعه در جدول (۱) و همچنین مشخصات جغرافیایی و سیاسی هر حوضه از بالادست به پایین‌دست ارائه شده است. از سوی دیگر، انتخاب این ۱۰ حوضه به دلیل نمایانگری آن‌ها از طیفی از ساختارهای حکمرانی، فشارهای انسانی و اقلیمی، بحران‌های محیط‌زیستی و پیامدهای اجتماعی-اقتصادی بوده است. تحلیل تطبیقی این نمونه‌ها امکان بررسی دقیق‌تر روابط میان ابعاد نهادی، محیط‌زیستی و اجتماعی حکمرانی منابع آب را فراهم می‌سازد و زمینه را برای شناسایی شکاف‌ها و چالش‌های موجود در مسیر دستیابی اهداف اقتصادی و اجتماعی توسعه پایدار مهیا می‌کند. به‌این‌منظور ابتدا پایگاه‌های معتبر علمی بین‌المللی از جمله Scopus، Web of Science، Science Direct و Springer Link جست‌وجو شدند. واژگان کلیدی مانند Dry Regions، Transboundary Basin، Water Governance، Water Policy Alignment و Sustainable Development Goals (SDGs) به‌صورت ترکیبی به‌کار رفت تا مقالات مرتبط با حکمرانی آب در حوضه‌های خشک و فرامرزی شناسایی شوند. پس از بررسی اولیه و حذف منابع تکراری یا فاقد ارتباط مستقیم با موضوع، مقاله‌های منتخب براساس مولفه‌های اصلی حکمرانی آب (مشارکت، شفافیت، پاسخگویی و هماهنگی نهادی)، شاخص‌های توسعه‌یافتگی اقتصادی و اجتماعی (بهره‌وری آب، عدالت در دسترسی، رفاه جوامع محلی) و ابعاد محیط‌زیستی (پایداری اکوسیستم‌های آبی و جریان‌های محیط‌زیستی) تحلیل محتوایی شدند. سپس، یافته‌های هر مقاله با هدف استخراج الگوها، نقاط قوت و ضعف نظام‌های حکمرانی در حوضه‌های مورد مطالعه طبقه‌بندی، مقایسه و جمع‌بندی شدند تا تصویری یکپارچه از میزان همسویی سیاست‌های آب با اهداف توسعه پایدار (SDGs) ارائه شود.

نتایج و بحث

در ابتدا، اساسی‌ترین چالش‌های هر یک از حوضه‌های آبریز مورد مطالعه در جدول (۲) طبقه‌بندی شده است. براساس جدول (۲) و منابع مطالعاتی، برخی حوضه‌ها مانند مکونگ و ولتا کمتر تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار دارند، اما با مشکلات محیط‌زیستی و چالش‌های نهادی مواجه هستند. در مقابل، حوضه‌هایی چون نیل، ماری-دارلینگ، سند و هیرمند به‌طور هم‌زمان از فشارهای ناشی از تغییر اقلیم، رشد جمعیت و مشکلات تخصیص آب تأثیر می‌پذیرند و ازاین‌رو در معرض بحران‌های چندبعدی قرار دارند. همچنین، چاد و آرال نمونه‌های بارزی از ضعف حکمرانی و پیامدهای اجتماعی-اقتصادی ناشی از فقر و وابستگی شدید جوامع محلی به منابع آب محدود هستند. در حوضه‌های کلرادو و اردن نیز علاوه بر بحران‌های محیط‌زیستی، ضعف در ظرفیت نهادی و چالش‌های مدیریت آب مشهود است که پایداری منابع آبی را تهدید می‌کند (Comair و همکاران، ۲۰۱۳؛ Quba'a و

همکاران، ۲۰۱۷؛ Barsugli و Hobbins، ۲۰۲۰؛ Grigg، ۲۰۲۵). به‌طورکلی می‌توان گفت حوضه‌های نیل، سند، ماری-دارلینگ، سیستان و کلرادو با برجسته‌ترین مشکلات تخصیص و مدیریت آب مواجه هستند، درحالی‌که چاد، آرال و ولتا بیش از همه از ضعف حکمرانی، فقر و پیامدهای اجتماعی-اقتصادی رنج می‌برند. این دسته‌بندی تطبیقی بیانگر آن است که اگرچه تمامی این حوضه‌ها ویژگی مشترک فرامرزی دارند، اما شدت و نوع چالش‌های حکمرانی آب در آن‌ها متفاوت است و همین امر ضرورت رویکردهای سیاستی متناسب با شرایط هر حوضه را برجسته می‌سازد.

جدول ۱- نمایه محیطی–سیاسی حوضه‌های آبریز منتخب در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان

ویژگی / حوضه	مسیر بالادست تا پایین‌دست (کشورها/ایالت‌ها)	اقلیم	ویژگی جغرافیایی و هیدرولوژیک شاخص	منابع
نیل	رواندا و بوروندی ← اوگاندا ← کنیا ← تانزانیا ← سودان جنوبی ← سودان ← مصر	استوایی در بالادست، نیمه‌خشک تا بیابانی در پایین‌دست	تلفیق دو شاخه نیل سفید و آبی؛ جریان حیاتی در بیابان‌های سودان و مصر	Waterbury، (۲۰۰۸)؛ Swain، (۲۰۱۱)
ماری-دارلینگ	استرالیا: نیوساوث‌ولز ← ویکتوریا ← استرالیای جنوبی (شاخه‌هایی از کوئینزلند)	خشک تا نیمه‌خشک	هسته کشاورزی استرالیا؛ وجود بازار آب و تنظیم‌گری قوی	Horne، (۲۰۱۴)؛ Hart، (۲۰۱۶)
چاد	چاد ← نیجر ← نیجریه ← کامرون	ساوانایی خشک تا بیابانی	حوضه بسته؛ کاهش شدید مساحت دریاچه در دهه‌های اخیر	Ifabiyi، (۲۰۱۳)؛ Rudincová، (۲۰۱۷)
سند	چین (تیبت) ← هند (جامو و کشمیر، پنجاب) ← پاکستان (پنجاب، سند)	کوهستانی سرد در سرچشمه، نیمه‌خشک تا بیابانی در پایین‌دست	تغذیه‌کننده دشت‌های رسوبی پاکستان؛ وابسته به ذوب برف	Zhu و همکاران، (۲۰۲۱)؛ Condon و همکاران، (۲۰۱۴)
هیرمند	افغانستان (ارتفاعات هندوکش) ← ایران (سیستان)	کاملاً خشک و بیابانی	منبع اصلی تغذیه تالاب‌های هامون؛ نوسانات جریان شدید	Ali و Reza، (۲۰۲۲)؛ Bozorgzadeh و Mousavi، (۲۰۲۳)
مکونگ	چین (یونان) ← میانمار ← لائوس ← تایلند ← کامبوج ← ویتنام	استوایی موسمی (مون‌سونی)	سیلاب‌های فصلی گسترده؛ تنوع زیستی و رودخانه‌ای بالا	Pech و Sunada، (۲۰۰۸)؛ Haefner، (۲۰۲۴)
کلرادو	امریکا: کلرادو ← یوتا ← آریزونا ← نوادا ← کالیفرنیا ← مکزیک	کوهستانی سرد (بالادست) تا بیابانی گرم (پایین‌دست)	کاهش جریان و فشار تخصیص؛ وابسته به سدهای بزرگ (هوور)	Barsugli و Hobbins، (۲۰۲۰)؛ Grigg، ۲۰۲۵)
اردن	لبنان ← سوریه ← اسرائیل ← فلسطین ← اردن	مدیترانه‌ای در شمال، بیابانی در جنوب	تنش‌های شدید سیاسی بر سر تخصیص آب؛ ورود به دریای مرده	Comair و همکاران، (۲۰۱۳)؛ Quba'a و همکاران، (۲۰۱۷)
ولتا	بورکینافاسو ← غنا (سد آکوسومبو) ← توگو/ ساحل عاج (فرعی)	استوایی نیمه‌خشک	حساس به تغییرپذیری بارش؛ وابستگی به منبع آکوسومبو	Addo و همکاران، (۲۰۱۸)؛ Dembélé و همکاران، (۲۰۲۲)
آرال	آمو دریا: تاجیکستان ← افغانستان ← ترکمنستان ← ازبکستان/ سیردریا: قرقیزستان ← قزاقستان ← ازبکستان	خشک قاره‌ای	نمونه جهانی بحران محیط‌زیستی ناشی از برداشت بی‌رویه برای کشاورزی	Vinogradov و Langford، (۲۰۰۱)؛ Jin و همکاران، (۲۰۱۷)

جدول ۲- ویژگی‌های کلیدی مشترک حوضه‌های آبریز منتخب در مناطق خشک و فرامرزی

ویژگی / حوضه	نیل	ماری-دارلینگ	چاد	سند	هیرمند	مکونگ	کلارادو	اردن	ولتا	آرال
فرامرزی بودن	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
مشکلات تخصیص و مدیریت آب	✔	✔	–	✔	✔	–	✔	✔	–	✔
تغییر اقلیم	✔	✔	–	✔	✔	✔	–	–	–	✔
خشکسالی و کاهش منابع آبی	–	✔	✔	–	✔	–	–	–	✔	–
مشکلات محیط‌زیستی	–	–	✔	–	–	✔	✔	✔	–	✔
ضعف حکمرانی و ظرفیت نهادی	–	–	✔	✔	–	–	✔	✔	✔	✔
افزایش جمعیت و بهره‌برداری مازاد	✔	✔	–	✔	✔	–	–	–	–	–
وجود قرارداد و چارچوب قانونی	–	–	–	–	✔	✔	–	–	✔	–
فقر و پیامدهای اجتماعی-اقتصادی	–	–	✔	–	✔	–	–	–	✔	✔
منابع	Waterbury (۲۰۰۸)؛ Swain (۲۰۱۱)	Horne (۲۰۱۴)؛ Hart (۲۰۱۶)	Ifabiyi (۲۰۱۳)؛ Rudincová (۲۰۱۷)	Hart (۲۰۱۶)؛ Wheeler (۲۰۲۲)؛ Pittock و Colloff (۲۰۲۲)	Reza و Ali (۲۰۲۲)؛ Mousavi و Bozorgzadeh (۲۰۲۳)	Sunada و Pech (۲۰۰۸)؛ Haefner (۲۰۲۴)	Barsugli و Hobbins (۲۰۲۰)؛ Grigo (۲۰۲۵)	Comair و همکاران (۲۰۱۳)؛ [illegible] (۲۰۱۷)	Addo و همکاران (۲۰۱۸)؛ [illegible] (۲۰۲۲)	Langford و Vinogradov (۲۰۱۷)؛ Jin و همکاران (۲۰۰۱)

در ادامه، سطح شدت (○ ضعیف: چالش به خوبی مدیریت شده است، ● متوسط: چالش با شدت کمتری وجود دارد و ▲ شدید: وجود چالش اساسی) چالش‌های مرتبط با حکمرانی آب حوضه‌های فرامرزی در جدول (۳) ارائه شده است. بر اساس جدول (۳) نتایج بررسی مطالعات نشان داد، در حوضه نیل با وجود داشتن چارچوب‌های همکاری، خشکسالی‌های مکرر و اختلافات سیاسی پیرامون سد النهضه همچنان نرخ بهره‌وری و عدالت در توزیع را تحت‌تأثیر قرار داده است. حوضه ماری-دارلینگ با وجود پیشرفت در بازار آب، با چالش‌های محیط‌زیستی ناشی از کم‌آبی و برداشت مازاد مواجه است. حوضه دریاچه چاد به‌واسطه کاهش شدید منابع آب در اثر تغییرات اقلیمی و برداشت بی‌رویه دچار بحران‌های اجتماعی و امنیتی تشدید شده می‌باشد. در حوضه سند، همکاری‌های دوجانبه هند و پاکستان براساس معاهده آب سند بخشی از چالش‌ها را کنترل کرده، اما همچنان تمرکز بر فعالیت های سازه‌ای برای کنترل آب، به‌عنوان یکی از عوامل بالقوه تنش‌زا در روابط دوجانبه باقی‌مانده است. در حوضه هیرمند، مدیریت بالادستی آب در افغانستان از طریق سدسازی و کنترل جریان ورودی آب به ایران سبب کاهش جریان در پایین‌دست و افزایش آسیب‌پذیری در منطقه سیستان شده است. حوضه مکونگ نیز باتوجه‌به توسعه گسترده سدها در بالادست و فقدان سازکارهای الزام‌آور همکاری، نابرابری و فشارهای محیط‌زیستی تشدید شده است. رقابت داخلی ایالت‌ها در حوضه کلرادو، تخصیص‌های بیش از ظرفیت منابع و خشکسالی‌های ممتد ساختار حکمرانی را با چالش مواجه کرده است. حوضه اردن با کمبود شدید منابع و مدیریت شکننده میان کشورهای ذی‌نفع، در برابر بحران‌های اقلیمی بسیار آسیب‌پذیر است. چالش‌های اقتصادی و اجتماعی گسترده نیز در حوضه ولتا به دلیل ضعف زیرساخت‌های دولت‌های ساحلی و وابستگی به کشاورزی همچنان مشاهده و گزارش شده است. درنهایت در حوضه آرال، برداشت بی‌رویه از منابع آبی برای توسعه کشاورزی آبی سبب ایجاد بحران محیط‌زیستی گسترده شده است و نمونه‌ای از شدیدترین فروپاشی هیدروسیستم منطقه‌ای می‌باشد. جدول (۳) نشان می‌دهد بیشتر حوضه‌های آبریز فرامرزی مورد بررسی با چالش‌های حکمرانی جدی روبه‌رو هستند. مهمترین مسائل مشترک میان این حوضه‌ها شامل قیمت‌گذاری یارانه‌ای و بهره‌وری پایین، نابرابری اجتماعی و توزیع ناعادلانه آب، ضعف همکاری فرامرزی و کمبود مشارکت عمومی و محلی است که

در اغلب حوضه‌ها در سطح شدید (▲) مشاهده می‌شود. تنها استثناها مربوط به حوضه‌های نیل و سند هستند که برخی از این مشکلات در آن‌ها در سطح ضعیف یا به خوبی مدیریت شده است. در مقابل، حوضه‌هایی همچون هیرمند، ولتا، مکونگ، چاد، آرال، کلرادو و ماری-دارلینگ بیشترین شدت بحران‌ها را تجربه می‌کنند و در تمامی ابعاد حکمرانی آب با محدودیت‌ها و چالش‌های اساسی مواجه هستند. از سوی دیگر، بحران‌های محیط‌زیستی (خشکسالی و تغییرات اقلیمی) نیز تقریباً در تمامی حوضه‌ها قابل مشاهده است، هرچند شدت آن متفاوت است؛ به‌طوری‌که در حوضه‌های نیل، سند، کلرادو، اردن و آرال در سطح متوسط بوده، اما در سایر حوضه‌ها به‌عنوان یک چالش پررنگ و اساسی مطرح است. این تفاوت‌ها نشان می‌دهد اگرچه مسائل حکمرانی آب در بیشتر مناطق با شدت بالا بروز پیدا کرده، اما ظرفیت‌های نهادی و سازکارهای مدیریتی محلی و منطقه‌ای می‌توانند در کاهش شدت این مشکلات مؤثر باشند. بنابراین، آینده حکمرانی کارآمد در این حوضه‌ها مستلزم تقویت همکاری‌های فرامرزی، اصلاح نظام‌های اقتصادی آب و افزایش مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری‌ها است.

جدول ۳- شدت چالش‌های حکمرانی آب در حوضه‌های آبریز منتخب

چالش‌ها / حوضه‌ها	نیل	ماری-دارلینگ	چاد	سند	هیرمند	مکونگ	کلرادو	اردن	ولتا	آرال
قیمت‌گذاری، بازدهی و بهره‌وری پایین	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲
بحران‌های محیط‌زیستی (خشکسالی، بیابان‌زایی، تنش آبی)	●	▲	▲	●	▲	▲	●	●	▲	●
نابرابری اجتماعی و توزیع ناعادلانه آب	●	▲	▲	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲
ضعف همکاری فرامرزی	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲
کمبود مشارکت عمومی و محلی	●	▲	▲	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲
منابع	Waterbury، (۲۰۱۱)؛ Swain، (۲۰۰۸)	Addo و همکاران، (۲۰۱۸)؛ Wheeler، (۲۰۲۲)	Haefner؛ (۲۰۰۸)، Sunada و Pech (۲۰۲۴)	Hart، (۲۰۱۶)؛ Wheeler، (۲۰۲۲)؛ Colloff و Pittock (۲۰۲۲)	Williams Sether، (۲۰۰۸)؛ Shahraki و همکاران، (۲۰۱۷)؛ Afshari و همکاران، (۲۰۱۸)	Ifabiyi، (۲۰۱۳)؛ Rudincová، (۲۰۱۷)	Langford و Vinogradov، (۲۰۰۱)	Comair و همکاران، (۲۰۱۳)؛ Qubaʼa و همکاران، (۲۰۱۷)	Condon و همکاران، (۲۰۱۴)	Ali و Hobbins، Barsugli، (۲۰۲۰)؛ Reza، (۲۰۲۲)

۱- همسویی در مدیریت تقاضا، بهره‌وری و رشد اقتصادی (بخشی از SDG۲ و SDG۸)

الف) مدیریت تقاضا و بهره‌وری آب

سطح بهره‌وری آب و مدیریت تقاضا در حوضه‌های آبریز مختلف جهان تفاوت‌های قابل‌توجهی دارد که بیشتر ناشی از سیاست‌های قیمت‌گذاری، نظام‌های حکمرانی و میزان سرمایه‌گذاری در فناوری‌های کارآمد است. در حوضه‌های ماری-دارلینگ (استرالیا) و کلرادو (آمریکا)، سازکارهای پیشرفته‌ای همچون بازار آب، قیمت‌گذاری واقعی و نظام‌های قانونی تخصیص منابع باعث شده است کشاورزان و صنایع به کاهش مصرف آب و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در صنعت آب ترغیب شوند. این اقدامات نه تنها باعث افزایش بهره‌وری اقتصادی آب شده، بلکه به همسویی بهتر با اهداف توسعه پایدار (SDGs)، به‌ویژه رشد اقتصادی و بهره‌وری (SDG۸) نیز کمک کرده است. بااین‌حال، فشار تقاضا، تخصیص‌های تاریخی فراتر از ظرفیت منابع، تغییرات اقلیمی و هزینه‌های محیط‌زیستیِ جبران نشده سبب شده است مسئله قیمت‌گذاری، بازدهی و بهره‌وری همچنان در دسته چالش‌های شدید طبقه‌بندی شود؛ زیرا سازکارهای پیشرفته

موجود نتوانسته‌اند به‌طور کامل بر محدودیت‌های ساختاری غلبه کنند (Horne، ۲۰۱۴؛ Hart، ۲۰۱۶؛ Hobbins و Barsugli، ۲۰۲۰؛ Grigg، ۲۰۲۵). این وضعیت نشان می‌دهد اگرچه اصلاحات اقتصادی آب در این حوضه‌ها با هدف افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی (همسویی با هدف توسعه پایدار SDG۸) انجام شده ، اما مسئله بهره‌وری آب در بخش کشاورزی باعث شده است هدف دوم توسعه پایدار (SDG۲: دستیابی به امنیت غذایی و تغذیه بهتر و ترویج کشاورزی پایدار) هنوز به‌طور کامل محقق نشود. به بیان دیگر، بهره‌وری اقتصادی آب به‌تنهایی تضمین‌کننده تحقق کشاورزی پایدار و امنیت غذایی نیست، تا زمانی که چالش‌هایی مانند تخصیص ناموزن، کمبود منابع پایه و بحران‌های اقلیمی برطرف نشوند، دستیابی به هدف دوم توسعه پایدار (SDG۲: دستیابی به امنیت غذایی و تغذیه بهتر و ترویج کشاورزی پایدار) نیازمند بازنگری کلی در سیاست‌های مدیریت آب منطقه‌ای می‌باشد. در مقابل، حوضه‌های نیل، سند، مکونگ، ولتا، هیرمند، دریاچه چاد، آرال و اردن نیز با چالش‌هایی مانند قیمت‌گذاری پایین یا یارانه‌ای آب، استفاده گسترده از روش‌های سنتی آبیاری مانند غرقابی که با راندمان پایین، تبخیر و تلفات بالا در شبکه و فقدان سازکارهای پایش و مدیریت دقیق مصرف منجر به بهره‌وری پایین و هدررفت قابل توجه آب در شبکه آبیاری می‌شود، مواجه می‌باشند. به‌عبارت‌دیگر، روش سنتی به تنهایی مشکل ایجاد نمی‌کند، بلکه شرایط مدیریتی و زیرساختی حوضه‌ها و فقدان تکنولوژی‌های مدرن آبیاری و زراعی، باعث می‌شود بهره‌وری پایین و هدررفت زیاد در این روش‌ها مشاهده شود (Vinogradov و Langford، ۲۰۰۱؛ Pech و Sunada، ۲۰۰۸؛ Waterbury، ۲۰۰۸؛ Swain، ۲۰۱۱؛ Ifabiyi، ۲۰۱۳؛ Comair و همکاران، ۲۰۱۳؛ Condon و همکاران، ۲۰۱۴؛ Rudincová، ۲۰۱۷؛ Jin و همکاران، ۲۰۱۷؛ Quba'a و همکاران، ۲۰۱۷؛ Addo و همکاران، ۲۰۱۸؛ Zhu و همکاران، ۲۰۲۱؛ Ali و Reza، ۲۰۲۲؛ Dembélé و همکاران، ۲۰۲۲؛ Bozorgzadeh و Mousavi، ۲۰۲۳؛ Haefner، ۲۰۲۴). این عوامل نه تنها انگیزه‌ای برای صرفه‌جویی و بهره‌وری ایجاد نمی‌کنند، بلکه بهره‌وری اقتصادی پایین و ناهماهنگی با ۸ SDGرا نیز به همراه دارند. در مواردی مانند آرال و دریاچه چاد، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب برای کشاورزی پرمصرف منجر به بحران‌های جدی محیط‌زیستی و اقتصادی شده است (Vinogradov و Langford، ۲۰۰۱؛ Ifabiyi، ۲۰۱۳؛ Rudincová، ۲۰۱۷؛ Jin و همکاران، ۲۰۱۷).

ب) رشد اقتصادی پایدار و اشتغال‌زایی

حکمرانی موثر منابع آب تأثیر مستقیمی بر رشد اقتصادی، ایجاد اشتغال و دستیابی به هدف هشتم توسعه پایدار (SDG۸: رشد اقتصادی و بهره‌وری) دارد. تجارب جهانی نشان می‌دهد کیفیت سیاست‌های آبی، نوع حکمرانی و میزان وابستگی به منابع آب مسیر توسعه اقتصادی حوضه‌ها را به‌طور قابل توجهی شکل می‌دهد. در حوضه‌های مارى-دارلینگ (استرالیا) و کلرادو (ایالات متحده) رویکردهای حکمرانی مبتنی بر تعادل بین بهره‌برداری اقتصادی و حفاظت محیط‌زیستی بستر مناسبی برای رشد اقتصادی پایدار فراهم کرده است (Horne، ۲۰۱۴؛ Hart، ۲۰۱۶؛ Hobbins و Barsugli، ۲۰۲۰؛ Grigg، ۲۰۲۵). ایجاد بازار آب، سیاست‌های تخصیص شفاف و توسعه فناوری‌های نوین منجر به افزایش مشاغل در بخش‌هایی مانند کشاورزی با ارزش افزوده بالا، خدمات محیط‌زیستی و فناوری‌های آبی شده است و در حوضه‌های نیل، مکونگ، سند و ولتا اگرچه منابع آب نقشی حیاتی در توسعه اقتصادی دارند، اما وابستگی شدید به زیرساخت‌های آبی مانند سدها در کنار اختلافات فرامرزی و مخاطرات محیط‌زیستی ریسک‌های اقتصادی قابل‌توجهی ایجاد کرده است (Waterbury، ۲۰۰۸؛ Swain، ۲۰۱۱؛ Zhu و همکاران، ۲۰۲۱؛ Haefner، ۲۰۲۴؛ Addo و همکاران، ۲۰۱۸؛ Dembélé و همکاران، ۲۰۲۲). این وضعیت، پایداری رشد اقتصادی را تهدید می‌کند و فرصت‌های شغلی را نیز به‌شدت ناپایدار می‌سازد. از آنجایی‌که دریاچه چاد، رود هیرمند، اردن و آرال با چالش‌های حاد مواجه‌اند، بحران‌های محیط‌زیستی (مانند خشک‌شدن آرال)، ناامنی و بی‌ثباتی (در چاد و اردن) یا وابستگی به حقابه فرامرزی همراه با خشکسالی (در هیرمند) منجر به رکود اقتصادی، از دست رفتن مشاغل و مهاجرت‌های گسترده شده است، این مناطق بالاترین سطح ناهماهنگی با SDG۸ (رشد اقتصادی و بهره‌وری) را نشان می‌دهند.

۲- همسویی در دسترسی، عدالت و کاهش نابرابری‌های اجتماعی (بخشی از SDG۶، SDG۶ و SDG۱۰)

الف) دسترسی عادلانه به آب سالم و بهداشت

با بررسی حوضه‌های آبریز مختلف جهان مشخص شد شکاف قابل‌توجهی میان مناطق توسعه یافته و مناطق کم‌برخوردار در این زمینه وجود دارد. به‌این‌صورت که حوضه‌های مارى-دارلینگ (استرالیا) و کلرادو (ایالات متحده) دسترسی به آب آشامیدنی سالم و زیرساخت‌های فاضلاب به‌طور گسترده تضمین شده و میزان پوشش خدمات بهداشتی در مناطق شهری و روستایی نسبتاً همسان است (Hart، ۲۰۱۶؛ Grigg، ۲۰۲۵). این وضعیت حاکی از همسویی بالا با SDG۶ (آب سالم و بهداشت) و تا حدی SDG۱۰ (کاهش نابرابری‌های درون و میان کشورها) است. بااین‌حال، چالش‌هایی مانند افت کیفیت آب در مناطق دور افتاده و تأثیر فعالیت‌های کشاورزی بر منابع آبی همچنان وجود دارد. اما در حوضه‌های نیل، سند، مکونگ، ولتا، هیرمند، اردن، دریاچه چاد و آرال دسترسی به آب سالم و زیرساخت‌های بهداشتی هنوز با مشکلات جدی مواجه است. در بسیاری از این مناطق، به‌ویژه در روستاها و سکونت‌گاه‌های فقیر، زیرساخت‌های آب و فاضلاب یا وجود ندارند یا ناکارآمد هستند. نابرابری شدید بین مناطق شهری و روستایی، آلودگی منابع آب و شیوع بیماری‌های منتقل از آب از جمله چالش‌های رایج هستند (Vinogradov و Langford، ۲۰۰۱؛ Swain، ۲۰۱۱؛ Condon و همکاران، ۲۰۱۴؛ Rudincová، ۲۰۱۷؛ Quba'a و همکاران، ۲۰۱۷؛ Dembélé و

همکاران، ۲۰۲۲؛ Bozorgzadeh و Mousavi، ۲۰۲۳؛ Haefner، ۲۰۲۴). در برخی موارد مانند هیرمند و دریاچه چاد بحران‌های مزمن آبی، ناامنی و فقر (SDG۱: ریشه‌کن کردن فقر) وضعیت را به مرحله‌ای بحرانی رسانده‌اند که نشان‌دهنده عدم همسویی جدی با اهداف توسعه پایدار SDG۶، SDG۱۰ و SDG۱ است.

ب) عدالت در تخصیص و توزیع آب و کاهش نابرابری‌ها

در بسیاری از مناطق، نابرابری در دسترسی و توزیع آب به‌ویژه میان گروه‌های اجتماعی مختلف موجب افزایش شکاف اقتصادی و تنش‌های اجتماعی شده است. در حوضه‌های ماری-دارلینگ و کلرادو اگرچه سیستم بازار آب و چارچوب‌های قانونی تخصیص آب شکل گرفته است و تلاش‌هایی برای تضمین دسترسی پایه به آب برای جوامع بومی و کشاورزان کوچک انجام شده است؛ اما قدرت اقتصادی بالاتر (مانند شرکت‌های کشاورزی صنعتی) همچنان بر عدالت در دسترسی (SDG۱۰: کاهش نابرابری‌های درون و میان کشورها) سایه انداخته است (Horne، ۲۰۱۴؛ Hobbins و Barsugli، ۲۰۲۰). در مقابل در حوضه‌های مانند نیل، سند، مکونگ، ولتا، دریاچه چاد، هیرمند، آرال و اردن نابرابری در تخصیص آب بسیار شدیدتر است. به‌عنوان‌مثال در حوضه آبریز هیرمند، کنترل جریان آب هیرمند در بالادست توسط کشور افغانستان با سدسازی و بهره‌برداری از سازه‌های تنظیمی متعدد (مانند بند کمال‌خان) برخلاف معاهده ۱۳۵۱، جریان ورودی آب به ایران را کاهش و در سال‌های متعددی قطع کرده است. این نوع کنترل یک‌جانبه جریان آب بدون در نظر گرفتن احتیاجات آبی مناطق پایین‌دست، مشکلات اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی آن را از طریق کنترل میزان و زمان تحویل آب تشدید می‌کند (Poorhashemi و همکاران، ۲۰۲۴؛ El Sayed، ۲۰۲۵). براین‌اساس تفاوت‌های حوضه‌های آبریز فرامرزی (بین کشورها)، درون‌منطقه‌ای (بین ایالت‌ها یا استان‌ها) و اجتماعی-اقتصادی (بین کشاورزان بزرگ و کوچک یا میان جمعیت شهری و روستایی) منجر به توزیع ناعادلانه آب در این مناطق شده است که این وضعیت در بسیاری از موارد منجر به توزیع ناعادلانه آب، تشدید فقر و نابرابری‌ها و بروز تنش‌های سیاسی شده است.

ج) مشارکت عمومی و توانمندسازی

مشارکت ذی‌نفعان نقش مهمی در حکمرانی خوب آب دارد و تفاوت سطح آن در حوضه‌های مختلف، بر مشروعیت تصمیمات و کاهش نابرابری‌ها اثر می‌گذارد. در ماری-دارلینگ و کلرادو سازکارهای مشخصی برای مشارکت عمومی طراحی شده است. شوراهای محلی، جلسات عمومی و فرآیندهای مشورتی بستر گفت‌وگو میان دولت، کشاورزان، بومیان و سایر ذی‌نفعان را فراهم کرده‌اند. این مشارکت گسترده نه تنها مشروعیت تصمیم‌گیری‌ها را افزایش داده، بلکه موجب توانمندسازی جوامع محلی و بهبود پایبندی به سیاست‌های آبی (SDG۱۰: کاهش نابرابری‌های درون و میان کشورها) شده است (Lukasiewicz و Baldwin، ۲۰۱۷؛ Wheeler و همکاران، ۲۰۱۸). اما در بسیاری از حوضه‌های آسیایی و آفریقایی از جمله نیل، سند، مکونگ، ولتا، هیرمند، دریاچه چاد، آرال و اردن مشارکت جوامع محلی در فرآیندهای کلان تصمیم‌گیری محدود است. در این مناطق، تصمیم‌گیری بیشتر در سطوح دولتی یا بین‌دولتی انجام می‌شود و ساختارهای متمرکز، ناامنی، ریشه‌کن کردن فقر (SDG۱) و نبود ظرفیت‌سازی محلی مانعی جدی در مسیر سازماندهی مؤثر جامعه مدنی و ذی‌نفعان محسوب می‌شوند. در نتیجه این وضعیت سبب کاهش پاسخ‌گویی، افزایش نابرابری و کاهش مشروعیت نظام حکمرانی است.

۳- همسویی در امنیت غذایی و کاهش فقر (SDG۱ و بخشی از SDG۲)

در حوضه‌های نسبتاً با ثبات چون ماری-دارلینگ و کلرادو تلاش‌ها برای حفظ امنیت غذایی از طریق تخصیص پایدار منابع و بهره‌گیری از بازار آب در کنار برنامه‌های حمایتی از کشاورزی خرد مقیاس نتایجی نسبتاً مثبت داشته است. بااین‌وجود، تداوم خشکسالی‌های دوره‌ای همچنان به‌عنوان عاملی پیچیده و چالش‌برانگیز برای حوضه‌های آبریز مطرح می‌باشند. علاوه‌براین، حوضه رود نیل، سند، مکونگ و ولتا با چالش‌هایی چون مدیریت نابرابر منابع، تغییرات اقلیمی و آسیب‌پذیری مناطق فقیرنشین مواجه هستند. اگرچه آب در این مناطق نقش کلیدی در کشاورزی معیشتی و کاهش فقر دارد. اما نابرابری در دسترسی به منابع آب و ضعف در تاب‌آوری، اهداف امنیت غذایی را با تهدید مواجه کرده است. وضعیت در حوضه‌های دریاچه چاد، اردن، هیرمند و آرال بحرانی‌تر است. این مناطق با کاهش شدید منابع آب، بحران‌های محیط‌زیستی، ناامنی و وابستگی آسیب‌پذیر به حقابه مواجه هستند. در نتیجه، نه‌تنها امنیت غذایی به‌شدت تهدید شده، بلکه فقر ساختاری و جابه‌جایی‌های اجباری جمعیت نیز به‌طور گسترده رخ داده است (Worqlul و همکاران، ۲۰۲۵؛ Aawada و همکاران، ۲۰۲۴). بنابراین شکاف آشکاری میان حوضه‌های مختلف از نظر توان حکمرانی برای تأمین امنیت غذایی و کاهش فقر وجود دارد؛ به‌طوری‌که تنها برخی حوضه‌ها به سطحی از هم‌سویی با اهداف توسعه پایدار (SDGs) در این زمینه نزدیک شده‌اند. درحالی‌که دیگر حوضه‌ها از این اهداف فاصله زیادی دارند.

۴- چالش‌ها و فرصت‌های حوضه‌های آبریز فرامرزی در حکمرانی آب

در حوضه‌های نیل، دریاچه چاد، سند، هیرمند، مکونگ، اردن، ولتا و آرال حکمرانی فرامرزی آب با مشکلات بنیادینی از جمله نبود توافقات جامع، تنش‌های سیاسی، کمبود شفافیت داده‌ها و عدم پایبندی به تعهدات بین‌المللی مواجه است. این مسائل موجب اختلال در برنامه‌ریزی‌های بلندمدت شده و به بروز تنش‌های سیاسی و اجتماعی می‌انجامند که تحقق اهداف توسعه پایدار (SDGs) به‌ویژه در ابعاد اقتصادی و اجتماعی را با چالش مواجه می‌سازند که می‌توان به مواردی مانند قطع و کاهش حقابه رود هیرمند و تأثیر آن بر منطقه

سیستان و منازعات مربوط به سد النهضه در حوضه نیل که پیامدهای وخیم اقتصادی و اجتماعی در پی داشته‌اند، اشاره کرد.

از سوی دیگر، حوضه‌های ماری-دارلینگ و کلرادو نمونه‌های موفقی از همکاری نهادینه‌شده و چارچوب‌های قانونی قوی در مدیریت فرامرزی منابع آب هستند. در حوضه ماری-دارلینگ، قانون آب استرالیا و طرح حوضه با تعیین حدود برداشت پایدار[3] SDLs و الزام ایالت‌ها به تهیه و اجرای برنامه‌های منابع آب (WRPs[4]) بستر محکمی برای مدیریت یکپارچه فراهم کرده است. نظارت بر حسن اجرای این قوانین توسط نهادهایی همچون MDBA[6] (مدیریت آب حوضه رودخانه مورای-دارلینگ) و IGWC[5] (کمیسیون مشترک آب بین‌المللی) تضمین می‌شود که امکان اعمال ضمانت‌های اجرایی، پیگیری تخلفات ایالت‌ها و پایش دقیق مصرف را فراهم می‌آورد (Wheeler، ۲۰۲۲؛ Colloff و Pittock، ۲۰۲۲). به همین دلیل این چارچوب قانونی علاوه بر حل و فصل اختلافات، موجب تخصیص پایدار آب و افزایش پاسخ‌گویی میان سطوح مختلف حاکمیتی شده است. در مقابل حوضه کلرادو با قرارداد کلرادو ریور[7] به‌عنوان توافقی الزام‌آور میان ایالت‌های بالادست و پایین‌دست، چارچوبی حقوقی برای تقسیم منابع آب ایجاد کرده است. ضمانت اجرای این قرارداد در نظام حقوقی ایالات متحده به‌ویژه از طریق صلاحیت دیوان عالی و سازکارهای نظارتی بین ایالتی تقویت شده است. این ساختار باعث شده است تا تعامل میان ایالت‌ها بر مبنای تعهدات قانونی، تبادل اطلاعات و تنظیم توافقات مکمل محلی و منطقه‌ای صورت گیرد و از بروز بحران‌های جدی جلوگیری شود (Wheeler، ۲۰۲۲). براین‌اساس وجود قراردادهای الزام‌آور، نهادهای مستقل ناظر و سازکارهای قانونی مشخص برای اجرای توافقات از عوامل کلیدی در تضمین کارآمدی مدیریت فرامرزی آب به شمار می‌آیند. علاوه‌براین بررسی‌ها نشان داد در سایر حوضه‌ها نیل، دریاچه چاد، سند، هیرمند، مکونگ، اردن، ولتا و آرال نیز ظرفیت بالایی برای تقویت چارچوب‌های همکاری فرامرزی وجود دارد. البته باتوجه‌به توسعه نهادهای مشترک، تبادل شفاف داده‌ها و پیشبرد پروژه‌های مشترک می‌تواند فرصت‌های مهمی برای ارتقاء مدیریت منابع آب و بهبود همسویی با اهداف توسعه پایدار (SDGs) فراهم آورد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله به بررسی همسویی حکمرانی آب در ۱۰ حوضه آبریز خشک و فرامرزی (نیل، ماری-دارلینگ، دریاچه چاد، سند، هیرمند، مکونگ، کلرادو، اردن، ولتا و آرال) با ابعاد اقتصادی و اجتماعی اهداف توسعه پایدار سازمان ملل پرداخته شده است. بررسی نظامند انجام شده از منابع مطالعاتی نشان می‌دهد حکمرانی آب در حوضه‌های مورد بررسی الگوهای متفاوتی از همسویی با اهداف توسعه پایدار (SDGs) دارد. از منظر اقتصادی، حوضه‌های ماری-دارلینگ و کلرادو با بهره‌گیری از ابزارهایی چون بازار آب و قیمت‌گذاری واقعی بیشترین انطباق را با اهداف توسعه پایدار ۲ و ۸ (SDG۲: افزایش بهره‌وری آب و SDG۸: رشد اقتصادی پایدار) از مجموعه اهداف توسعه پایدار (SDGs) نشان می‌دهند. در مقابل، حوضه‌های نیل، سند، مکونگ، ولتا، آرال، هیرمند و دریاچه چاد به دلیل ادامه سیاست‌های قیمت‌گذاری یارانه‌ای، اتکای شدید به روش‌های کشاورزی سنتی و غیرمکانیزه و همچنین وجود تنش‌های فرامرزی و امنیتی، با چالش‌های اقتصادی جدی مواجه هستند. این چالش‌ها سطح آسیب‌پذیر را در حوضه‌های هیرمند و دریاچه چاد به شدت افزایش داده است. از منظر اجتماعی، نابرابری در دسترسی به آب، ضعف مشارکت ذی‌نفعان و فقدان سازکارهای کارآمد برای توزیع منصفانه منابع، تحقق دسترسی به آب سالم و بهداشت (SDG۶) و کاهش نابرابری‌های درون و میان کشورها (SDG۱۰) را در بسیاری از حوضه‌ها محدود کرده است. بخش‌هایی از ماری-دارلینگ که از ساختارهای مشارکتی قوی بهره‌مند می‌باشند، نشان می‌دهد حکمرانی مشارکتی می‌تواند تنش‌های اجتماعی را کاهش دهد. بااین‌حال، در حوضه‌های نیل، چاد، سند، هیرمند، مکونگ، ولتا، آرال و اردن، فقدان مشارکت مؤثر ذی‌نفعان و نبود عدالت در دسترسی به منابع آب منجر به تنش‌های گسترده اجتماعی شده است که این موضوع به وضوح با هدف ۱۰ توسعه پایدار (کاهش نابرابری‌ها) مرتبط است. همچنین، عدم دسترسی برابر به آب سالم و خدمات بهداشتی نشان‌دهنده همسویی پایین با هدف ۶ توسعه پایدار (آب پاک و بهداشت) می‌باشد. همچنین نتایج تحلیل مقالات و مطالعات انجام شده، نشان می‌دهند برخی حوضه‌ها مانند نیل، سند، مکونگ، اردن و هیرمند به دلیل فرامرزی بودن و رقابت‌های بین‌المللی بر سر منابع آب با چالش‌های جدی در زمینه همکاری‌های بین‌کشوری مواجه هستند. برای بهبود حکمرانی آب در این مناطق، لازم است سازکارهای همکاری بین کشورها با تمرکز بر منافع مشترک و ایجاد توازن در توسعه اقتصادی-اجتماعی و حفاظت محیط‌زیست تقویت شود. این امر می‌تواند شامل ایجاد چرخه اقتصادی بین ذی‌نفعان در حوضه‌های فرامرزی مشترک و ایجاد نهادهای مشترک اجرایی و نظارتی، تدوین چارچوب‌های حقوقی الزام‌آور برای تضمین اجرای توافقات فرامرزی، تبادل داده و اطلاعات، توسعه برنامه‌های مشترک مدیریت خشکسالی، بحران آب و حمایت از گروه‌های آسیب‌پذیر باشد.

منابع

Addo, K. A., Nicholls, R. J., Codjoe, S. N. A., & Abu, M. (2018). A Biophysical and Socioeconomic Review of the Volta Delta, Ghana. Journal of Coastal Research, 34(5), 1216-1226. https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-17-00129.1

Dembélé, M., Vrac, M., Ceperley, N., Zwart, S. J., Larsen, J., Dadson, S. J., & Schaefli, B. (2022). Contrasting Changes in Hydrological Processes of the Volta River Basin under Global Warming. Hydrology and Earth System Sciences, 26(5), 1481-1506. https://doi.org/10.5194/hess-26-1481-2022

El Sayed, S. (2025). The Impact of the Construction of the Kamal Khan Dam on Relations Between Iran and Afghanistan since 2022. Maǧallaẗ Al-Dirāsāẗ Al-Siyāsiyyaẗ wa Al-Iqtiṣādiyyaẗ, 2(5), 93-121. https://doi.org/10.21608/psej.2024.292293.1127

Grigg, N. S. (2025). Colorado River Basin: Conflict Management under Hydrologic Stress and Institutional Gridlock. International Journal of River Basin Management, 23(1), 45-53. https://doi.org/10.1080/15715124.2023.2229802

Greenland, S. J., Saleem, M., Misra, R., Nguyen, N., & Mason, J. (2023). Reducing SDG complexity and informing environmental management education via an empirical six-dimensional Model of Sustainable Development. Journal of Environmental Management, 344, 118328. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118328

Hobbins, M., & Barsugli, J. (2020). Threatening the vigor of the Colorado River. Science, 367(6483), 1192-1193. https://doi.org/10.1126/science.abb3624

Haefner, A. (2024). Water Governance in the Mekong Region: the Role and Impact of Civil Society Organizations. Water International, 49(3-4), 310-317. https://doi.org/10.1080/02508060.2024.2321777

Horne, J. (2014). The 2012 Murray-Darling Basin Plan–Issues to watch. International Journal of Water Resources Development, 30(1), 152-163. https://doi.org/10.1080/07900627.2013.787833

Hart, B. T. (2016). The Australian Murray–Darling Basin Plan: Challenges in its Implementation (Part 2). International Journal of Water Resources Development, 32(6), 835-852. https://doi.org/10.1080/07900627.2015.1083847

Ifabiyi, I. P. (2013). Recharging the Lake Chad: the Hydropolitics of National Security and Regional Integration in Africa. African Research Review,

Ali, F. M., & Reza, K. (2022). Lessons Learnt from Basin Management in Iran and the World (case study Helmand, Danube and Colorado Basins). In E3S Web of Conferences (Vol. 346, p. 04009). EDP Sciences. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202234604009

Aawada, H., Chamseddine, S., Kayel, S., & El-Jarf, A. (2024). Water Stress: Between Farmers' Needs and Public Policies the Case of Smallholder Farmers in the Villages of Nabatieh Governorate. Journal of Scientific Research and Reports, 30(7), 33-47. https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i72121

Afshari, A., Afshari, J., & Kaffash, A. (2018). Environmental implications of international project of MENARID on demographic and social variables. Ukrainian Journal of Ecology, 8(3), 282-287.

Arya, C. S., & Sole, N. A. (2024). Context-Based Good Governance Approach: A Sustainable Solution for Water Crisis. Indian Journal of Public Administration, 70(4), 743-755. https://doi.org/10.1177/00195561241248122

Abbas, F., Al-Naemi, S., Farooque, A. A., & Phillips, M. (2023). A Review on the Water Dimensions, Security, and Governance for Two Distinct Regions. Water, 15 (1), 208. https://doi.org/10.3390/w15010208

Bozorgzadeh, E., & Mousavi, S. J. (2023). Water-Constrained Green Development Framework based on Economically-Allocable Water Resources. Scientific Reports, 13(1), 5306. https://doi.org/10.1038/s41598-023-31550-7

Condon, M., Kriens, D., Lohani, A., & Sattar, E. (2014). Challenge and Response in the Indus Basin. Water Policy, 16(S1), 58-86. https://doi.org/10.2166/wp.2014.004

Colloff, M. J., & Pittock, J. (2022). Mind the Gap! Reconciling Environmental Water Requirements With Scarcity in the Murray–Darling Basin, Australia. Water, 14(2), 208. https://doi.org/10.3390/w14020208

Comair, G. F., Gupta, P., Ingenloff, C., Shin, G., & McKinney, D. C. (2013). Water Resources Management in the Jordan River Basin. Water and Environment Journal, 27(4), 495-504. https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2012.00368.x

https://doi.org/10.1579/0044-7447(2008)37[219:PGANPI]2.0.CO;2

Poorhashemi, A., Tayebi, S., & Bornaji, M. F. (2024). Heterogenous Diplomacy of Political Relations between Iran and Afghanistan in Exploiting the Water of Helmand Border River. International Review of Law., 169. https://doi.org/10.29117/irl.2024.0289

Quba'a, R., El-Fadel, M., Abou Najm, M., & Alameddine, I. (2017). Comparative Assessment of Joint Water Development Initiatives in the Jordan River Basin. International Journal of River Basin Management, 15(1), 115-131. https://doi.org/10.1080/15715124.2016.1213272

Rudincová, K. (2017). Desiccation of Lake Chad as a Cause of Security Instability in the Sahel Region. GeoScape, 11(2), 112-120. https://doi.org/10.1515/geosc-2017-0009

Swain, A. (2011). Challenges for Water Sharing in the Nile Basin: Changing Geo-Politics and Changing Climate. Hydrological Sciences Journal, 56(4), 687-702. https://doi.org/10.1080/02626667.2011.577037

Shahraki, A. S., Shahraki, J., & Monfared, S. A. H. (2017). Water Resources Management by Simulation Under Virtual Water Scenario in Agricultural Sector, Case Study: Hirmand Catchment, Iran. International Journal of Agricultural Management and Development (IJAMAD), 9(1), 25-35. https://doi.org/10.22004/ag.econ.292765

Tang, Y., Xia, N., Xiao, Y., Xu, Z., & Ma, Y. (2025). Assessment of Crop Water Resource Utilization in Arid and Semi-Arid Regions Based on the Water Footprint Theory. Agronomy, 15(7), 1529. https://doi.org/10.3390/agronomy15071529

Umukiza, E., Ntole, R., Chikavumbwa, S. R., Bwambale, E., Sibale, D., Jeremaih, Z., & Petroselli, A. (2023). Rainwater Harvesting in Arid and Semi-Arid Lands of Africa: challenges and Opportunities. Acta Scientiarum Polonorum. Formatio Circumiectus, 22(2), 41-52. https://doi.org/10.15576/ASP.FC/2023.22.2.03

Vinogradov, S., & Langford, V. P. (2001). Managing Transboundary Water Resources in the Aral Sea Basin: in Search of a Solution. International 7(3), 196-216. https://doi.org/10.4314/afrrev.v7i3.15

Ishaque, W., Mukhtar, M., & Tanvir, R. (2023). Pakistan's Water Resource Management: Ensuring Water Security for Sustainable Development. Frontiers in Environmental science, 11, 1096747. https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1096747

Imperatives, S. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future. Accessed Feb, 10(42,427), 1-223.

Jin, Q., Wei, J., Yang, Z. L., & Lin, P. (2017). Irrigation-Induced Environmental Changes Around the Aral Sea: An Integrated view from Multiple Satellite Observations. Remote Sensing, 9(9), 900. https://doi.org/10.3390/rs9090900

Loewe, M., & Rippin, N. (2015). The Sustainable Development Goals of the Post-2015 Agenda: Comments on the OWG and SDSN Proposals. Available at SSRN 2567302. https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2567302

Lukasiewicz, A., & Baldwin, C. (2017). Voice, power, and History: Ensuring Social Justice for all Stakeholders in Water Decision-Making. Local Environment, 22(9), 1042-1060. https://doi.org/10.1080/13549839.2014.942261

Mohammed, I. N., Bolten, J. D., Souter, N. J., Shaad, K., & Vollmer, D. (2022). Diagnosing Challenges and Setting Priorities for Sustainable Water Resource Management under Climate Change. Scientific Reports, 12(1), 796. https://doi.org/10.1038/s41598-022-04766-2

Martins, G., Ehinmentan, B., Mafimisebi, P., America, A., & Gbadero, G. (2025). Sustainable Water Resource Management in Nigeria: Challenges, Integrated Water Resource Management Implementation, and National Development. International Journal of Trendy Research in Engineering and Technology. 9(1), 8-16. https://doi.org/10.54473/IJTRET.2024.9102

Pech, S., & Sunada, K. (2008). Population Growth and Natural-Resources Pressures in the Mekong River Basin. AMBIO: A Journal of the Human Environment, 37(3), 219-224.

Journal of Global Environmental Issues, 1(3-4), 345-362. https://doi.org/10.1504/IJGENVI.2001.

Waterbury, J. (0009842008). The Nile Basin: National Determinants of Collective Action. (1) Yale University Press. New Haven, CT, USA.

Wheeler, K. G., Robinson, C. J., & Bark, R. H. (2018). Modelling to Bridge Many Boundaries: the Colorado and Murray-Darling River Basins. Regional Environmental Change, 18(6), 1607-1619. https://doi.org/10.1007/s10113-018-1304-z

Wheeler, S. A. (2022). Murray-Darling Basin Plan: Case study in Market-Based Approach to Water Sharing in Australia. In E. Wohl (Ed.), Oxford Bibliographies in Environmental Science. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/obo/9780199363445-0136

Williams-Sether, T. (2008). Streamflow Characteristics of Streams in the Helmand Basin, Afghanistan (Data Series 333). US Department of the Interior, US Geological Survey. (۱). Reston, Virginia, USA.https://doi.org/10.3133/ds333

Worqlul, A., Akramkhanov, A., & Gafurov, Z. (2025). The water footprints of a cropping system in the Chirakchi Watershed, Uzbekistan. Frontiers in Agronomy, 7, 1595665. https://doi.org/10.3389/fagro.2025.1595665

Zhu, Y., Liu, S., Yi, Y., Xie, F., Grünwald, R., Miao, W., & Singh, D. (2021). Overview of Terrestrial Water Storage Changes Over the Indus River Basin Based on GRACE/GRACE-FO Solutions. Science of The Total Environment, 799, 14936. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.14

پی‌نوشت‌ها

1-Water Governance
2- Sustainable Development Goals (SDGs)
3- Sustainable Diversion Limits
4- Water Resource Plans
5- Murray-Darling Basin Authority
6- Inspector-General of Water Compliance
7- Colorado River Compact, 1922

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۱۰۵ تا ۱۱۸

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 105 to 118

نوع مقاله | پژوهشی کاربردی

Document Type | Applied Research Article

تحلیل اقتصادی-جمعیتی مهاجرت ناشی از تنش آبی در ایران و پیامدهای آن بر امنیت غذایی

مهدی کمالی

استادیار، گروه اقتصاد، واحد قشم، دانشگاه آزاد اسلامی، قشم، ایران.

رایانامه: mahdi.kamail@iau.ac.ir

تاریخ دریافت ◄ ۱۴۰۴/۰۹/۱۲
تاریخ بازنگری ◄ ۱۴۰۴/۱۱/۰۷
تاریخ پذیرش ◄ ۱۴۰۴/۱۲/۰۲
تاریخ انتشار ◄ ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

چکیده

بحران آب در کشورهای خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، فراتر از یک چالش محیط‌زیستی، به مسئله‌ای اقتصادی-اجتماعی پیچیده تبدیل شده که الگوهای جمعیتی و امنیت ملی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این پژوهش با هدف تحلیل رابطه علّی بین بحران آب و مهاجرت داخلی (۱۳۹۰-۱۴۰۲) و کمّی‌سازی تأثیر آن بر امنیت غذایی، به روش کاربردی و توصیفی-تحلیلی با استفاده از داده‌های پانل ۳۱ استان انجام شده است. داده‌ها از منابع رسمی و ماهواره‌ای گردآوری و با روش‌های اقتصادسنجی پانل و تحلیل فضایی بررسی شدند. یافته‌ها نشان می‌دهد رابطه علّی معنادار و فزاینده‌ای بین برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی و خروج مهاجران از استان‌های کشاورزمحور وجود دارد. به‌طور متوسط هر یک میلیون مترمکعب افزایش برداشت، ۰/۰۵ درصد بر خروج خالص جمعیت می‌افزاید. شمار استان‌های درگیر در چرخه معیوب «آب-مهاجرت» افزایش یافته و سطح زیرکشت محصولات راهبردی در برخی مناطق بیش از ۲۰٪ کاهش یافته است. الگوی مهاجرت از خودهمبستگی فضایی مثبت برخوردار است؛ خروج از یک استان بحرانی، مهاجرت به استان‌های همجوار را تشدید می‌کند. تحلیل فضایی، استان‌های اصفهان، کرمان، خراسان رضوی، یزد و فارس را به‌عنوان کانون‌های بحران انباشته (مبدأ بحرانی) و استان‌های تهران، البرز، گیلان و مازندران را به‌عنوان مقاصد اصلی مهاجرت شناسایی نمود. در نتیجه، بحران آب به یک «بحران امنیتی چندبعدی» تبدیل شده که امنیت آبی، ظرفیت تولید غذا، ثبات جمعیتی و تعادل سرزمینی را تهدید می‌کند. تدوین «سند راهبردی ملی آب، غذا و جمعیت» با محوریت حکمرانی یکپارچه، آمایش سرزمین مبتنی بر ظرفیت آبی و توسعه اقتصادهای کم‌آب‌بر ضروری است. محدودیت اصلی پژوهش، اتکا به داده‌های ثانویه کلان و استفاده از شاخص‌های پراکسی برای سنجش پیچیدگی‌های امنیت غذایی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش آبی، مهاجرت محیط‌زیستی، امنیت غذایی، داده‌های پانل، رابطه علی، ایران.

Economic-Demographic Analysis of Water-Stress-Induced Migration in Iran and Its Consequences for Food Security

M. Kamali

Assistant Professor, Department of Economics, Qe.C, Islamic Azad University, Qeshm, Iran.

Email: mahdi.kamali@iau.ac.ir

Received ▶ 03-12-2025
Revised ▶ 27-01-2026
Accepted ▶ 21-02-2026
Available online ▶ 15-06-2026

Abstract

The water crisis in arid and semi-arid countries such as Iran has transcended a mere environmental challenge to become a complex socio-economic issue, influencing demographic patterns and national security. This study aims to analyze the causal relationship between the water crisis and internal migration (2011-2023) and to quantify its impact on food security, employing an applied, descriptive-analytical method using panel data from 31 provinces. Data were collected from official and satellite sources and analyzed using panel econometric methods and spatial analysis. The findings reveal a significant, positive, and escalating causal relationship between excessive groundwater extraction and out-migration from agriculture-dependent provinces. On average, each increase of one million cubic meters in groundwater withdrawal adds 0.05% to net population outflows. The number of provinces caught in the vicious "water-migration" cycle has increased, and the cultivated area under strategic crops has declined by more than 20% in some regions. The migration pattern exhibits positive spatial autocorrelation; out-migration from a crisis-stricken province intensifies migration to neighboring provinces. Spatial analysis identifies the provinces of Isfahan, Kerman, Razavi Khorasan, Yazd, and Fars as hotspots of compounded crisis (critical origins), while Tehran, Alborz, Gilan, and Mazandaran are identified as primary migration destinations. Consequently, the water crisis has evolved into a "multi-dimensional security crisis" threatening water security, food production capacity, demographic stability, and territorial balance. Formulating a "National Strategic Document on Water, Food, and Population" centered on integrated governance, land-use planning based on water carrying capacity, and the development of low-water-dependent economies is essential. The main limitation of this study is its reliance on macro-level secondary data and the use of proxy indicators to measure the complexities of food security.

Keywords: Water Stress, Environmental Migration, Food Security, Panel Data, Causality, Iran.

How to cite this article:

Kamali, M. (2026). Economic-Demographic Analysis of Water-Stress-Induced Migration in Iran and Its Consequences for Food Security. Journal of Water and Sustainable Development, 13(1), 105-118. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i1.2512-1476

مقدمه

ایران در دهه‌های اخیر با چالش‌های پیچیده‌ای در حوزه محیط زیست، اقتصاد و جامعه مواجه بوده است که در میان آنها، بحران آب به عنوان یکی از جدی‌ترین و چندبعدی‌ترین تهدیدها، پایداری توسعه را در ابعاد گوناگون تحت تأثیر قرار داده است. موقعیت جغرافیایی ایران در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان، همراه با مدیریت ناپایدار منابع آب، منجر به تشدید بی‌سابقه‌ای در افت سطح آب‌های زیرزمینی، خشک‌شدن تالاب‌ها و رودخانه‌ها و کاهش کیفیت منابع آبی باقی‌مانده شده است.

این بحران محیط‌زیستی، پیامدهای گسترده‌ای در سطوح اقتصادی و اجتماعی به همراه داشته است. بخش کشاورزی که سهم مهمی در اشتغال و تأمین غذای کشور دارد، به شدت تحت تأثیر کمبود آب قرار گرفته و کاهش بهره‌وری و درآمد کشاورزان را در پی داشته است. این وضعیت، به ویژه در استان‌های با وابستگی بالا به کشاورزی، منجر به کاهش چشمگیر تاب‌آوری اقتصادی خانوارهای روستایی و تغییر در الگوهای معیشتی شده است.

یکی از قابل توجه‌ترین پیامدهای این روند، تغییر در الگوهای مهاجرت داخلی است .مشاهدات میدانی و گزارش‌های رسمی نشان می‌دهند استان‌هایی که با شدیدترین بحران‌های آبی مواجه هستند، همزمان با نرخ بالای خروج جمعیت، به ویژه نیروی کار جوان و فعال، روبرو شده‌اند. این پدیده یک چرخه معیوب ایجاد کرده است: بحران آب منجر به کاهش درآمد کشاورزی و فرصت‌های شغلی می‌شود، که به نوبه خود مهاجرت را تشویق می‌کند، و مهاجرت نیز از طریق کاهش نیروی کار موجود، ظرفیت تولید کشاورزی را بیشتر تضعیف می‌کند.

پیامد نهایی این چرخه، تهدید امنیت غذایی در سطح ملی است. کاهش نیروی کار در مناطق کشاورزی همراه با محدودیت منابع آبی، تولید محصولات استراتژیک مانند گندم و جو را با چالش مواجه ساخته و وابستگی کشور به واردات مواد غذایی را افزایش داده است. این وضعیت، آسیب‌پذیری سیستم غذایی کشور را در برابر شوک‌های بیرونی و نوسانات قیمت جهانی افزایش می‌دهد.

با وجود اهمیت این موضوع، مطالعات اندکی به بررسی نظام‌مند رابطه علّی بین بحران آب، مهاجرت داخلی و امنیت غذایی در ایران با استفاده از داده‌های به‌روز و روش‌شناسی‌های پیشرفته پرداخته است. این پژوهش با تمرکز بر دوره ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۲ و با استفاده از داده‌های سطح استان، در پی پر کردن این شکاف پژوهشی است. سؤال اصلی این تحقیق آن است که آیا رابطه علّی معناداری بین شاخص‌های تنش آبی و الگوهای مهاجرت داخلی در استان‌های ایران وجود دارد و این رابطه چه تأثیری بر شاخص‌های کلان اقتصادی و ظرفیت تولید غذا داشته است؟

اهداف پژوهش:

۱- تحلیل رابطه کمّی و علّی بین بحران آب و مهاجرت داخلی در ایران و تبعات آن بر امنیت غذایی با استفاده از داده‌های پانل استانی.

۲-شناسایی و رتبه‌بندی استان‌های «بحرانی» از نظر ریسک مهاجرت ناشی از کم‌آبی و تخریب سرمایه طبیعی.

۳- سنجش و کمّی‌سازی تأثیر مهاجرت بر تغییر الگوی تولید و سطح زیرکشت محصولات استراتژیک کشاورزی.

۴-ارائه راهکارهای سیاستی مبتنی بر شواهد، منطقه‌بندی‌شده و عملیاتی برای مدیریت یکپارچه این چالش.

نوآوری اصلی پژوهش حاضر در تلفیق روش‌شناسی (اقتصادسنجی پانل، تحلیل فضایی و تحلیل مسیر) برای بررسی یک چارچوب مفهومی توسعه‌یافته از نکسوس «آب-مهاجرت-امنیت غذایی» در مقیاس ملی و با جدیدترین داده‌هاست. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به سیاست‌گذاران در سطوح ملی و منطقه‌ای برای تدوین راهبردهای مؤثر در مدیریت منابع آب، توسعه منطقه‌ای متوازن، و حفظ امنیت غذایی کشور کمک شایانی نماید

سؤال اصلی پژوهش

با وجود درک کلی از وجود رابطه بین بحران آب و مهاجرت، شکاف دانشی مهمی در درک کمّی، علّی و پویای این رابطه در مقیاس ملی و با داده‌های به‌روز وجود دارد. همچنین، پیامدهای ثانویه این زنجیره، به‌ویژه بر امنیت غذایی ـ که ستون اصلی امنیت ملی و توسعه پایدار است ـ به اندازه کافی مورد تحلیل نظام‌مند قرار نگرفته است. بنابراین، این پژوهش در پی پاسخ به این سؤال اصلی است: آیا رابطه آماری و علّی معنی‌داری بین شاخص‌های تنش آبی و الگوهای مهاجرت داخلی در استان‌های ایران در دوره ۱۳۹۰-۱۴۰۲ وجود دارد و این رابطه چه تأثیری بر شاخص‌های کلان اقتصادی و به‌طور خاص، امنیت غذایی کشور داشته است؟

اهداف تحقیق

هدف اصلی:

تحلیل رابطه کمّی و علّی بین بحران آب و مهاجرت داخلی در ایران و تبعات آن بر امنیت غذایی با استفاده از داده‌های پانل استانی در دوره ۱۳۹۰-۱۴۰۲.

اهداف فرعی:

۱- شناسایی و رتبه‌بندی استان‌های بحرانی از نظر ریسک مهاجرت ناشی از کم‌آبی و تخریب سرمایه طبیعی.

۲-سنجش و کمّی‌سازی تأثیر مهاجرت بر تغییر الگوی تولید و سطح زیرکشت محصولات استراتژیک کشاورزی.

۳-ارائه راهکارهای سیاستی مبتنی بر شواهد، منطقه‌بندی‌شده و عملیاتی برای مدیریت یکپارچه این چالش در سطوح کلان، منطقه‌ای و محلی.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۱-مهاجرت‌های محیط‌زیستی: چارچوب‌های نظری نوین
مهاجرت ناشی از عوامل محیط‌زیستی در ادبیات علمی معاصر به عنوان یکی از پیامدهای مهم تغییرات محیطی مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس چارچوب نظری (Hunter و همکاران، ۲۰۱۵) مهاجرت محیط‌زیستی به طیفی از جابه‌جایی‌های جمعیتی گفته می‌شود که در اثر تغییرات تدریجی یا ناگهانی محیط زیست رخ می‌دهد. این تغییرات می‌توانند شامل رویدادهای کوتاه‌مدت (سیل، طوفان) یا فرآیندهای بلندمدت (خشکسالی، بیابان‌زایی، فرونشست زمین) باشند.
نظریه تاب‌آوری اجتماعی-اکولوژیک که توسط Folke و همکاران (۲۰۲۱) توسعه یافته، تأکید می‌کند که سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک در مواجهه با شوک‌های محیطی، بر اساس سطح تاب‌آوری خود پاسخ‌های متفاوتی نشان می‌دهند. در این چارچوب، مهاجرت می‌تواند هم به عنوان نشانه‌ای از شکست تاب‌آوری و هم به عنوان راهبرد انطباقی در نظر گرفته شود.
چارچوب مهاجرت به عنوان انطباق که توسط Hoffmann و همکاران (۲۰۲۰) مطرح شده، نشان می‌دهد مهاجرت می‌تواند یک راهبرد فعال برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر تغییرات محیطی باشد. این دیدگاه، مهاجرت را نه صرفاً یک شکست، بلکه یک پاسخ منطقی به فشارهای محیطی می‌داند.
۲- اقتصاد محیط‌زیست و حکمرانی منابع آب
از منظر اقتصادی، بحران آب را می‌توان ناشی از شکست‌های چندگانه بازار و حکمرانی دانست. نظریه اقتصاد سیاسی منابع آب که توسط Meinzen-Dick و Zwarteveen (۱۹۹۸) توسعه یافته، بر نقش نهادها، قدرت و روابط اجتماعی در مدیریت منابع آب تأکید می‌کند.
مدل تراژدی منابع مشترک که توسط Herzberg (۲۰۲۰) بازبینی شده، نشان می‌دهد مدیریت پایدار منابع مشترک نه تنها ممکن است، بلکه در جوامع با نهادهای محلی قوی به طور مکرر مشاهده می‌شود. این دیدگاه، راهکارهای مبتنی بر مشارکت ذی‌نفعان را برای مدیریت منابع آب پیشنهاد می‌کند.
نظریه سرمایه طبیعی در نسخه به‌روز شده Helm (۲۰۱۵) آب را به عنوان یک دارایی طبیعی حیاتی معرفی می‌کند که ارائه خدمات اکوسیستمی را ممکن می‌سازد. بر این اساس، استهلاک سرمایه آبی نه تنها درآمد جاری، بلکه توانایی تولید درآمدهای آینده را نیز از بین می‌برد.
۳- پیوند امنیت آب، غذا و جمعیت: چارچوب نکسوس توسعه‌یافته
مفهوم نکسوس آب-انرژی-غذا-اکوسیستم که توسط Liu و همکاران (۲۰۱۸) توسعه یافته، چارچوب نظری جامعی برای درک ارتباطات سیستمیک بین این حوزه‌ها ارائه می‌دهد. در این پژوهش، در جدول (۱) این چارچوب با افزودن بعد جمعیت و سرمایه اجتماعی بسط داده می‌شود.

جدول ۱- ابعاد چارچوب نکسوس توسعه‌یافته (Liu و همکاران، ۲۰۱۸ و Hoff، ۲۰۲۳)

بعد	نقش در سیستم	شاخص‌های کلیدی
آب	منبع پایه	حجم برداشت، کیفیت آب، تعادل آب‌های زیرزمینی
انرژی	عامل تبدیل	مصرف انرژی در بخش کشاورزی، دسترسی به انرژی پاک
غذا	خروجی سیستم	امنیت غذایی، الگوی کشت، بهره‌وری آب
جمعیت	نیروی انسانی	تحرک جمعیتی، ساختار سنی، سرمایه انسانی
اکوسیستم	بستر خدمات	سلامت اکوسیستم، خدمات تنظیمی
نهادها	تنظیم‌گر	کیفیت حکمرانی، مشارکت ذی‌نفعان

پیشینه پژوهش

مطالعات بین‌المللی

ادبیات جهانی در حوزه مهاجرت‌های مرتبط با آب را می‌توان در سه جریان نظری اصلی دسته‌بندی کرد که هر کدام با محدودیت‌های زمینه‌ای خاصی در تعمیم به شرایط ایران مواجه هستند:

۱- رویکرد تغییرات اقلیمی به‌عنوان محرک اولیه

این جریان که بیشتر در کشورهای در حال توسعه آسیای جنوبی و آفریقا مورد آزمون قرار گرفته، بر این فرض استوار است که خشکسالی‌های اقلیمی محرک اصلی مهاجرت هستند، نه مدیریت منابع آب:
در مطالعه‌ای کلاسیک در بنگلادش، با تحلیل داده‌های ۸۰۰۰ خانوار، نشان دادند که کاهش ۱۰٪ در بارش سالانه، احتمال (مهاجرت موقت را ۱۵٪ افزایش می‌دهد. اما این مطالعه برداشت آب زیرزمینی را به‌عنوان متغیر کنترل وارد مدل نکرد، چراکه در دلتای گنگ برهماپوترا آب‌های سطحی غالب هستند و آب‌های زیرزمینی نقش ثانویه دارند برخلاف شرایط ایران که ۹۰٪ آب کشاورزی از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود.

Nawrotzki و همکاران (۲۰۱۶) با تحلیل پانل ۱۵ کشور آفریقایی، رابطه معکوس بین شاخص خشکسالی و مهاجرت شهری را تأیید کردند. اما محدودیت اصلی این مطالعه، فقدان تفکیک بین مهاجرت‌های داوطلبانه و اجباری بود؛ در حالی‌که در ایران، مهاجرت‌های ناشی از بحران آب بیشتر اجباری و غیرقابل بازگشت هستند.

محدودیت زمینه‌ای برای ایران: این رویکردها بر تغییرات اقلیمی تمرکز دارند، در حالی‌که مطالعات داخلی (مانند یافته‌های این پژوهش) نشان می‌دهند در ایران، مدیریت ناپایدار آب (نه صرفاً خشکسالی) نقش تعیین‌کننده‌تری دارد همان‌طور که در نتایج این مقاله آمده: متغیرهای تغییرات ذخیره آب کل و شاخص خشکسالی از نظر آماری معنادار نبودند، در حالی‌که برداشت آب زیرزمینی معنادار بود.

۲- رویکرد اقتصاد سیاسی آب

این جریان که بیشتر در آمریکای لاتین و آفریقای جنوبی توسعه یافته، بر نابرابری دسترسی به آب و نقش قدرت در تخصیص منابع تمرکز دارد (Andersen و Paerregaard، ۲۰۱۹): این مطالعه با رویکردی قوم‌نگارانه، نشان می‌دهد که تخصیص و دسترسی به آب در پرو نه صرفاً یک مسئله فنی یا کمبود فیزیکی، بلکه محصول روابط پیچیده قدرت، نهادها و منافع اقتصادی متضاد است. به‌ویژه، پژوهش‌های این مجموعه بر چگونگی تأثیر قانون آب پرو در سال ۲۰۰۹ بر تعاملات بین دولت، شرکت‌های بزرگ (مانند معدن و کشاورزی صنعتی) و جوامع محلی تمرکز دارد و آشکار می‌سازد که چگونه سیاست‌های نئولیبرالی و تلاش برای کالایی‌سازی آب، تنش‌های اجتماعی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک تشدید کرده است. این یافته با شرایط برخی دشت‌های ایران (مانند دشت‌های کرمان و یزد) هم‌خوانی دارد، اما تفاوت ساختاری اساسی وجود دارد: در پرو، سیستم‌های آبیاری سنتی (مای‌مای) هنوز فعال هستند و می‌توانند به‌عنوان مکانیسم تعدیل عمل کنند، در حالی‌که در ایران، سیستم‌های سنتی (قنات‌ها) به‌طور گسترده فروپاشیده‌اند و جایگزینی برای آن‌ها وجود ندارد.

Sultana (۲۰۱۱) در بنگلادش، مفهوم آب به‌عنوان ابزار قدرت را تحلیل کرد و نشان داد مهاجرت‌های زنان به‌طور خاص تحت تأثیر کنترل مردان (بر منابع آب قرار می‌گیرد. این بُعد جنسیتی در مطالعات ایرانی تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است و می‌تواند زمینه‌ای برای پژوهش‌های آینده باشد.

محدودیت زمینه‌ای برای ایران: این رویکردها بر نابرابری دسترسی تمرکز دارند، در حالی‌که در ایران، کمبود مطلق آب (نه صرفاً نابرابری توزیع) در بسیاری از دشت‌ها به‌عنوان مسئله اولیه شناسایی شده است همان‌طور که در این مقاله گزارش شده: افت سطح آب‌های زیرزمینی در برخی دشت‌های مرکزی به بیش از ۲ متر در سال رسیده است.

Abel و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند، این مطالعه به تعداد فزاینده‌ای از گزارش‌های رسانه‌ای تلاش می‌کنند تا تغییرات اقلیمی را به درگیری‌های خشونت‌آمیز جاری در سوریه و سایر نقاط جهان و همچنین به بحران مهاجرت در اروپا مرتبط کنند .با استفاده از داده‌های دوجانبه در مورد درخواست‌های پناهندگی برای ۱۵۷ کشور در دوره ۲۰۰۶-۲۰۱۵، ما عوامل تعیین‌کننده جریان پناهندگان را با استفاده از یک مدل جاذبه که انتخاب درون‌زا را در نظر می‌گیرد، ارزیابی می‌کند تا ارتباط علی بین آب و هوا، درگیری و مهاجرت اجباری را بررسی کند . نتایج نشان می‌دهد شرایط آب و هوایی، با تأثیر بر شدت خشکسالی و احتمال درگیری مسلحانه، نقش مهمی به عنوان یک عامل توضیحی برای پناهندگی در دوره ۲۰۱۱-۲۰۱۵ ایفا کرده‌اند .تأثیر آب و هوا بر وقوع درگیری به ویژه برای کشورهای غرب آسیا در دوره ۲۰۱۰-۲۰۱۲، زمانی که بسیاری از کشورها دستخوش تحول سیاسی بودند، مرتبط است .این یافته نشان می‌دهد که تأثیر آب و هوا بر جریان‌های درگیری و پناهندگی به دوره زمانی و زمینه‌های خاص محدود می‌شود.

۳- رویکرد امنیت غذایی به‌عنوان پیامد ثانویه

این جریان که بیشتر در چین و هند مورد بررسی قرار گرفته، بر این فرض استوار است که مهاجرت‌های روستایی پیامدهای غیرمستقیمی بر امنیت غذایی ملی دارند:

Li و همکاران (۲۰۲۴) در چین، با تحلیل داده‌های ۳۰ استان، نشان دادند که مهاجرت نیروی کار روستایی، تولید برنج را در کوتاه‌مدت ۵-۷٪ کاهش می‌دهد، اما این کاهش با افزایش بهره‌وری (به‌دلیل مکانیزاسیون) در بلندمدت جبران می‌شود . تفاوت بنیادین با ایران این است که چین دارای سیاست‌های هدفمند مکانیزاسیون جایگزین است، در حالی‌که در ایران، زمین‌های رهاشده بیشتر به‌صورت بایر باقی می‌مانند و مکانیزاسیون جایگزینی برای نیروی کار مهاجرت‌کرده ندارد.

Murugan و همکاران (۲۰۲۶) در هند، مهاجرت عمدتاً توسط عوامل دافعه مانند دستمزد پایین کشاورزی، بیکاری فصلی و افزایش هزینه‌های خانوار و عوامل جاذبه مانند فرصت‌های شغلی بهتر، دستمزد بالاتر و افزایش روزهای کاری در مقاصد مهاجرت، انگیزه می‌گیرد .نتایج همچنین نشان می‌دهد که مهاجرت به طور قابل توجهی ثبات اشتغال را در بین خانوارهای کشاورزی بهبود بخشیده و به حل بدهی خانوارها کمک کرده است.

Mishra و Kumar (۲۰۲۲) در هند، با استفاده از مدل تعادل عمومی، نشان دادند که کاهش ۲۰٪ در نیروی کار کشاورزی، واردات گندم را ۱۲٪ افزایش می‌دهد. اما این مطالعه برداشت آب را به‌عنوان متغیر واسطه‌ای وارد زنجیره علّی نکرد در حالی‌که در ایران، برداشت آب زیرزمینی هم‌زمان هم علت مهاجرت و هم عامل کاهش بهره‌وری آبی است.

شکاف پژوهشی کلیدی: هیچ‌یک از مطالعات بین‌المللی تاکنون زنجیره علّی سه‌گانه «برداشت آب زیرزمینی → مهاجرت نیروی کار → کاهش تولید محصولات استراتژیک» را در یک چارچوب یکپارچه و با کنترل اثرات سیاست‌های ملی

(مانند یارانه‌های آب و برق) تحلیل نکرده‌اند. این شکاف، نوآوری اصلی پژوهش حاضر را تبیین می‌کند.

مطالعات داخلی

مطالعات داخلی در زمینه مهاجرت‌های محیط‌زیستی را می‌توان به سه دوره تقسیم کرد:

۱- دوره اول (۱۳۸۰-۱۳۹۰): مطالعات اکتشافی

در این دوره، پژوهش‌ها بیشتر ماهیتی کیفی و موردی داشتند و بر توصیف پدیده مهاجرت در دشت‌های بحرانی متمرکز بودند. از جمله مطالعات برجسته: دشتی و همکاران (۱۴۰۱) در این مطالعه از مدل‌سازی برای ارزیابی سناریوهای مدیریت منابع آب و تغییر اقلیم بر شاخص‌های پایداری کشاورزی استفاده کرده است. دادآفرید و همکاران (۱۴۰۴) که به بررسی تخریب منابع آب زیرزمینی (خشکسالی هیدرولوژیک) ناشی از عوامل اقلیمی و انسانی می‌پردازد.

۲- دوره دوم (۱۳۹۱-۱۴۰۰): مطالعات تحلیلی

این دوره با ورود داده‌های پانل استانی و روش‌های اقتصادسنجی ساده همراه بود:

اختیاری خواجه و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه موردی استان خراسان رضوی بر پایش خشکسالی متمرکز است، اما با تحلیل فضایی و تأثیر خشکسالی بر مناطق کشاورزی (که محرک مهاجرت است) ارتباط دارد.

پورالخاص نوکنده‌یی و همکاران (۱۴۰۲) با تحلیل به‌صورت جامع به معرفی و ارزیابی شاخص‌های خشکسالی می‌پردازد که می‌تواند برای تحلیل فضایی مهاجرت ناشی از خشکسالی مورد استفاده قرار گیرد. اختیاری خواجه و همکاران (۱۳۹۸) برای اولین‌بار از داده‌های ماهواره‌ای (MODIS) برای پایش سطح زیرکشت و ارتباط آن با مهاجرت استفاده کردند، اما رابطه علّی را با روش‌های پیشرفته (مانند اثرات ثابت) آزمون نکردند.

شکاف‌های این دوره: تحلیل‌های بیشتر دوطرفه (آب↔مهاجرت) بدون در نظر گرفتن متغیر واسطه‌ای (مانند امنیت غذایی)، استفاده از شاخص‌های ساده‌شده برای تنش آبی، و عدم کنترل اثرات ناشی از سیاست‌های ملی.

۳- دوره سوم (۱۴۰۱-اکنون): مطالعات یکپارچه

در این دوره، پژوهش‌ها به سمت تحلیل‌های چندبعدی و مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده حرکت کرده‌اند:

باقری و همکاران (۱۴۰۲) با استفاده از روش دینامیک سیستم‌ها در استان اصفهان، چرخه معیوب «آب→کاهش درآمد→مهاجرت→کاهش نیروی کار→کاهش تولید» را شبیه‌سازی کردند. یافته کلیدی آن‌ها این بود کاهش ۱۰٪ در نیروی کار کشاورزی، تولید گندم را در بلندمدت ۱۵-۲۰٪ کاهش می‌دهد. اما محدودیت اصلی این مطالعه، تمرکز بر یک استان و عدم تعمیم‌پذیری ملی بود.

رمضانی اعتدالی و همکاران (۱۳۹۱) با برآورد تابع واکنش مهاجرت بر اساس داده‌های ۳۱ استان، نشان دادند حساسیت مهاجرت به شوک‌های آبی در استان‌های با سهم کشاورزی بالاتر از ۲۰٪، سه برابر استان‌های صنعتی‌محور است. این مطالعه برای اولین‌بار آستانه بحران را در رابطه آب-مهاجرت شناسایی کرد.

دشتی و همکاران (۱۴۰۱) از مدل‌سازی برای ارزیابی سناریوهای مدیریت منابع آب و تغییر اقلیم بر شاخص‌های پایداری کشاورزی استفاده کرده که با رویکرد مدل‌سازی CGE می باشد.

پرهیزکاری و همکاران (۱۳۹۹) با تلفیق داده‌های ماهواره‌ای GRACEو آمار مهاجرت، نشان دادند کاهش ذخیره آب کل (TWS) با تأخیر ۲-۳ ساله بر مهاجرت تأثیر می‌گذارد. در جدول (۲) این یافته بر اهمیت تحلیل‌های پویا در این حوزه تأکید دارد.

جدول ۲- تفاوت‌های زمینه‌ای بین مطالعات بین‌المللی و شرایط ایران

ویژگی زمینه‌ای	مطالعات بین‌المللی رایج	شرایط ایران (بر اساس یافته‌های این پژوهش)	پیامد روش‌شناختی
منبع اصلی آب کشاورزی	آب‌های سطحی (بنگلادش، چین) یا ترکیبی (هند)	آب‌های زیرزمینی(۹۰٪)	نیاز به تمرکز بر شاخص‌های برداشت آب زیرزمینی، نه صرفاً خشکسالی
ساختار مهاجرت	بیشتر موقت و فصلی (کارگران مهاجر)	بیشتر دائمی و غیرقابل بازگشت	نیاز به تحلیل پیامدهای بلندمدت بر امنیت غذایی
مکانیسم تعدیل	سیستم‌های سنتی فعال (پرو) یا مکانیزاسیون جایگزین (چین)	فروپاشی سیستم‌های سنتی (قنات‌ها) بدون جایگزین	عدم امکان جبران کاهش نیروی کار از طریق بهره‌وری
نقش سیاست‌های آب	تمرکز بر تغییرات اقلیمی	تأکید بر مدیریت ناپایدار (حقابه‌های غیرقابل انتقال)	ضرورت کنترل اثرات سیاست‌های ملی در مدل‌سازی

شکاف‌های پژوهشی و نوآوری‌های مطالعه حاضر

الف) شکاف‌های شناسایی شده در ادبیات پژوهش

با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در مطالعات داخلی حوزه بحران آب و مهاجرت، تحلیل نظام‌مند ادبیات موجود چهار شکاف اساسی را آشکار می‌سازد که مانع درک جامع از پیچیدگی‌های این پدیده شده‌اند:

۱- شکاف روش‌شناختی: فقدان مطالعاتی که به‌صورت هم‌زمان از ترکیب روش‌های پیشرفته اقتصادسنجی پانل (برای استنباط علّی)، تحلیل فضایی (برای شناسایی الگوهای خوشه‌ای و اثرات همسایگی) و مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده (برای شبیه‌سازی تعاملات غیرخطی) بهره بگیرند. اکثر پژوهش‌های موجود تنها بر یکی از این ابعاد روش‌شناختی متمرکز شده‌اند.

۲- شکاف تحلیل چندمقیاسی: کمبود مطالعاتی که توانایی تلفیق تحلیل‌های خرد (سطح خانوار و دشت)، میانه (سطح استان و حوضه آبریز) و کلان (سطح ملی) را داشته باشند. این شکاف مانع درک چگونگی تبدیل شوک‌های محلی به پیامدهای سیستمیک در سطح ملی شده است.

۳- شکاف پویایی زمانی: نادیده گرفتن اثرات تأخیری در زنجیره علّی آب-مهاجرت-امنیت غذایی. بسیاری از مطالعات با استفاده از مدل‌های ایستا، نتوانسته‌اند پویایی‌های بلندمدت و واکنش‌های تدریجی سیستم را در پاسخ به شوک‌های آبی شبیه‌سازی کنند.

۴- شکاف ارزیابی سیاستی: فقدان چارچوب‌های ارزیابی نظام‌مند برای سنجش اثربخشی سیاست‌های موجود (مانند طرح‌های انتقال آب، یارانه‌های هدفمند یا برنامه‌های آمایش سرزمین) در شکستن چرخه معیوب آب-مهاجرت و تقویت تاب‌آوری مناطق بحرانی.

ب) نوآوری‌های پژوهش حاضر در پر کردن شکاف‌ها

در جدول (۳) این پژوهش با هدف پر کردن شکاف‌های فوق، سه دسته نوآوری اساسی را ارائه می‌دهد که هر یک مستقیماً به یکی از شکاف‌های شناسایی‌شده پاسخ می‌دهد:

جدول ۳ - شکاف‌های پژوهشی و نوآوری‌های مطالعه حاضر

شکاف پژوهشی	نوآوری پژوهش حاضر	تحقق عملی در این مطالعه
شکاف روش‌شناختی	تلفیق چندروش‌شناختی	۱- به‌کارگیری تخمین‌زننده دریسکول-کری در مدل اثرات ثابت پانل برای استنباط علّی قوی‌تر ۲- تحلیل فضایی با آماره موران جهانی و مدل‌های خودبازگشت فضایی (SAR/SEM) برای شناسایی خوشه‌های بحرانی و اثرات همسایگی ۳- تحلیل مسیر برای ترسیم زنجیره‌های علّی غیرمستقیم (آب → درآمد کشاورزی → مهاجرت → امنیت غذایی)
شکاف تحلیل چندمقیاسی	چارچوب تحلیلی یکپارچه سه‌لایه	۱- تحلیل کلان: داده‌های پانل ۳۱ استان در بازه ۱۳ ساله (۱۳۹۰-۱۴۰۲) ۲- تحلیل میانه: رتبه‌بندی و تفکیک استان‌ها به سه دسته (مناطق مبدأ بحرانی، مناطق در مرز بحران، مناطق مقصد مهاجرت) ۳- تحلیل خرد: استناد به مطالعات میدانی پیشین در دشت‌های بحرانی (رفسنجان، ورزنه) برای تبیین مکانیسم‌های تصمیم‌گیری مهاجرتی
شکاف پویایی زمانی	تمرکز بر پویایی‌های بلندمدت و اثرات تأخیری	۱- استفاده از داده‌های پانل ۱۳ ساله برای رصد روندهای تدریجی (نه صرفاً لحظه‌ای) ۲- تحلیل حساسیت با حذف سال‌های بحرانی (کووید-۱۹) برای اطمینان از پایداری روابط علّی در شرایط مختلف زمانی ۳- تأکید بر ماهیت تدریجی و فزاینده چرخه معیوب آب-مهاجرت در یافته‌ها
شکاف ارزیابی سیاستی	ارائه چارچوب سیاستی طبقه‌بندی‌شده و قابل اجرا	۱- طراحی سه سطح اولویت‌بندی‌شده سیاستی (کوتاه‌مدت: سامانه پایش هوشمند؛ میان‌مدت: سند ملی آب-غذا-جمعیت؛ بلندمدت: بازتخصیص آب و نیروی کار) ۲- ارائه شاخص‌های پایش کمّی برای ارزیابی اثربخشی سیاست‌ها (مانند شاخص ترکیبی فشار آب-مهاجرت) ۳- تفکیک منطقه‌ای راهکارها متناسب با ویژگی‌های هر دسته از استان‌ها

جمع‌بندی نوآوری‌ها: این پژوهش با تلفیق روش‌شناختی پیشرفته، توسعه چارچوب مفهومی نکسوس آب-مهاجرت-امنیت غذایی، و ارائه راهکارهای سیاستی منطقه‌بندی‌شده، نه‌تنها شکاف‌های موجود در ادبیات را پر می‌کند، بلکه چارچوبی تحلیلی-کاربردی برای درک و مدیریت چرخه معیوب آب-مهاجرت در ایران ارائه می‌دهد. یافته‌های این مطالعه با تأکید بر مدیریت ناپایدار آب (نه تنها خشکسالی اقلیمی) به‌عنوان محرک اصلی مهاجرت، دیدگاه جدیدی در تحلیل بحران آب ایران ارائه می‌نماید که پیامدهای مهمی برای طراحی سیاست‌های هدفمند دارد.

روش‌شناسی پژوهش

نوع پژوهش و طرح کلی

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش گردآوری داده‌ها، توصیفی-تحلیلی از نوع همبستگی و علّی است. طرح پژوهش به صورت علّی-تطبیقی پس‌رویدادی طراحی شده است، چرا که به بررسی رابطه بین پدیده‌ای که قبلاً رخ داده است (بحران آب) با پیامدهای بعدی آن (مهاجرت و امنیت غذایی) می‌پردازد. رویکرد تحقیق، تلفیقی از روش‌های کمّی اقتصادسنجی و تحلیل فضایی و تحلیل مسیر برای استنباط علیت است.

جامعه آماری، واحد مشاهده و دوره زمانی

جامعه آماری: کلیه استان‌های کشور ایران (۳۱ استان).

واحد مشاهده: استان-سال. داده‌ها برای هر استان در هر سال از دوره مورد مطالعه به صورت مقطع زمانی-مکانی گردآوری شده‌اند.

دوره زمانی: بازه ۱۳ ساله از ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۲ .انتخاب این بازه به دلایل زیر است:

۱-در دسترس بودن داده‌های سرشماری ۱۳۹۰، ۱۳۹۵ و ۱۴۰۲ به عنوان نقاط اتکای اصلی برای برآوردهای مهاجرتی.

۲-تشدید قابل توجه بحران آب در ایران در این دوره و نمایان شدن پیامدهای آن.

۳- یکنواخت و قابل مقایسه بودن تعاریف و روش‌های آماری در این بازه در سطح استان‌ها.

روش‌ها و ابزار گردآوری داده‌ها

داده‌های مورد نیاز به روش کتابخانه‌ای-اسنادی و از منابع رسمی و معتبر در جدول (۴) گردآوری شدند:

جدول ٤- منابع رسمی و معتبر برای داده ها

منبع داده	نوع داده‌های دریافتی
مرکز آمار ایران (۱۴۰۲)	آمار مهاجرت داخلی، تراکم جمعیت، جمعیت پایه، داده‌های اقتصادی-اجتماعی
شرکت مدیریت منابع آب ایران (۱۴۰۲)	حجم برداشت از منابع آب سطحی و زیرزمینی، بیلان آبی
بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۴۰۲)	ارزش افزوده بخش‌های اقتصادی، درآمد سرانه استانی
وزارت جهاد کشاورزی (۱۴۰۲)	سطح زیرکشت محصولات استراتژیک (گندم، جو)، الگوی کشت
سازمان هواشناسی کشور (۱۴۰۲)	شاخص‌های خشکسالی (SPEI ،SPI)
داده‌های ماهواره‌ای GRACE/GRACE-FO (NASA، ۲۰۲۳)	تغییرات ماهانه ذخیره آب کل (Terrestrial Water Storage) به عنوان پروکسی مستقیم برای پایش فشار بر منابع آب
سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO، ۲۰۲۳)	داده‌های مقایسه‌ای بین‌المللی و شاخص‌های امنیت غذایی

تمامی داده‌ها در یک پنل استان-سال (Panel Data) با ۳۱ مقطع (استان) و ۱۳ دوره زمانی (سال) سازماندهی شدند که در مجموع ۴۰۳ مشاهده (۱۳×۳۱) را تشکیل می‌دهد.

تحلیل‌های فضایی و ترسیم نقشه‌های مرتبط با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 10.8 انجام گرفت.

متغیرهای پژوهش و شاخص‌سازی

مدل اصلی پژوهش شامل متغیرهای زیر در جدول (۵) است که در قالب یک مدل اقتصادسنجی پانل برآورد می‌شود:

مدل اصلی پژوهش شامل متغیرهای زیر است که در قالب یک مدل اقتصادسنجی پانل برآورد می‌شود. متغیر وابسته، مهاجرت خالص استان است که به صورت درصدی از جمعیت میانه استان محاسبه می‌شود. متغیرهای مستقل کلیدی شامل شاخص‌های تنش آبی هستند. برداشت از آب‌های زیرزمینی (میلیون مترمکعب)، تغییرات ذخیره آب کل (سانتی‌متر) مبتنی بر داده‌های GRACE و شاخص خشکسالی SPEI برای تحلیل پیامدهای امنیت غذایی، از متغیر سطح زیرکشت گندم و جو (هکتار) به عنوان یک شاخص پراکسی برای ظرفیت تولید ملی غذا استفاده شده است. این شاخص اگرچه تمام ابعاد پیچیده امنیت غذایی (مانند دسترسی، بهره‌وری، کیفیت تغذیه و پایداری) را پوشش نمی‌دهد، اما به عنوان معیاری مستقیم و قابل اندازه‌گیری برای سنجش توان تولید داخلی محصولات اساسی در نظر گرفته شده است متغیرهای کنترلی شامل وابستگی به کشاورزی، درآمد سرانه و تراکم جمعیت هستند

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تحلیل داده‌ها از مجموعه‌ای از روش‌های اقتصادسنجی و آماری استفاده شده است. نرم‌افزار اصلی مورد استفاده Stata 17 بوده است.

الف) مدل اقتصادسنجی اصلی و تأکید بر استدلال علیت

مدل پایه پژوهش به صورت زیر برآورد می‌شود:

رابطه (۱)

$$Migration_it = \beta_0 + \beta_1 GW_Extraction_it + \beta_2 Water_Storage_Change_it + \beta_3 SPEI_it + \beta_4 Agri_Share_it + \beta_5 Income_pc_it + \beta_6 Density_it + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_it$$

در جدول (۶) تعریف پارامترهای رابطه (۱) ارائه شده است.

جدول ۵- متغیرهای پژوهش، شاخص‌سازی و منابع داده

دسته‌بندی	متغیر	شاخص‌سازی و واحد اندازه‌گیری	منبع داده
متغیر وابسته	مهاجرت خالص استان	(ورود مهاجران به استان − خروج مهاجران از استان) / جمعیت میانه استان × ۱۰۰ (درصد)	مرکز آمار ایران (۱۴۰۲)
متغیرهای مستقل کلیدی	تنش آبی (۱): برداشت از آب‌های زیرزمینی	حجم سالانه برداشت از چاه‌ها و قنوات (میلیون مترمکعب)	شرکت مدیریت منابع آب ایران (۱۴۰۲)
	تنش آبی (۲): تغییرات ذخیره آب کل	انحراف تغییرات ماهانه ذخیره آب از میانگین بلندمدت (بر اساس داده‌های GRACE) (سانتی‌متر)	مأموریت GRACE/GRACE-FO (NASA، ۲۰۲۳)
	شاخص خشکسالی	شاخص استاندارد شده بارش-تبخیرتعرق (SPEI)در مقیاس ۱۲ ماهه (بدون بعد)	سازمان هواشناسی ایران (۱۴۰۲)
متغیرهای کنترلی	وابستگی به کشاورزی	(ارزش افزوده بخش کشاورزی / ارزش افزوده کل استان) × ۱۰۰ (درصد)	بانک مرکزی (۱۴۰۲)
	توسعه انسانی/درآمد	درآمد سرانه استانی به قیمت ثابت سال پایه (میلیون ریال)	بانک مرکزی (۱۴۰۲)
	ابعاد جمعیتی	تراکم جمعیت (نفر در کیلومتر مربع)	مرکز آمار ایران (۱۴۰۲)
متغیر پیامد (برای تحلیل ثانویه)	امنیت غذایی (ظرفیت تولید)	سطح زیرکشت محصولات استراتژیک (گندم و جو) در هر استان (هکتار)	وزارت جهاد کشاورزی (۱۴۰۲)

جدول ۶- تعریف پارامترهای رابطه (۱)

نماد	تعریف	واحد/توضیح
i و t	شاخص استان و سال	-
Migration_it	نرخ مهاجرت خالص استان i در سال t	(ورود منهای خروج)/جمعیت میانه × ۱۰۰
GW_Extraction_it	حجم برداشت از آب‌های زیرزمینی	میلیون مترمکعب
Water_Storage_Change_it	انحراف تغییرات ذخیره آب کل از میانگین بلندمدت	سانتی‌متر (بر اساس GRACE)
SPEI_it	شاخص استاندارد شده بارش-تبخیرتعرق	بدون بعد (مقیاس ۱۲ ماهه)
Agri_Share_it	سهم بخش کشاورزی در ارزش افزوده استان	درصد
Income_pc_it	درآمد سرانه استان به قیمت ثابت	میلیون ریال
Density_it	تراکم جمعیت استان	نفر در کیلومتر مربع
β_0	عرض از مبدأ	-
β_6تاβ_1	ضرایب متغیرهای مستقل و کنترلی	-
μ_i	اثر ثابت ویژه هر استان	کنترل ویژگی‌های ثابت مشاهده‌نشده استانی
λ_t	اثر ثابت زمانی	کنترل شوک‌های مشترک سالانه
ε_it	جمله خطا	-

برای تقویت استدلال علیت، از مدل اثرات ثابت (μ_i) استفاده شده است که ویژگی‌های ناهمگن زمان تغییر هر استان (مانند شرایط جغرافیایی خاص، فرهنگ کار یا نهادهای محلی تاریخی) را کنترل می‌کند. همچنین اثرات ثابت زمانی (λ_t) شوک‌های مشترک در هر سال (مانند تحریم‌ها، سیاست‌های ملی یا همه‌گیری) را حذف می‌نماید. علاوه‌براین، در تحلیل‌های مکمل از تحلیل مسیر برای ترسیم و آزمون زنجیره‌های علّی غیرمستقیم (مانند تأثیر آب بر درآمد کشاورزی و سپس تأثیر درآمد بر مهاجرت) استفاده شد تا صرفاً به یک رابطه همبستگی دو متغیره اکتفا نشود.

ب) مراحل و آزمون‌های تشخیصی: مراحل تحلیل شامل بررسی آمار توصیفی، آزمون‌های F لیمر و هاسمن برای انتخاب مدل مناسب، آزمون‌های ریشه واحد برای اطمینان از مانایی، و آزمون‌های تشخیص ناهمسانی واریانس، خودهمبستگی سریالی و مقطعی بود. برای حل این مشکلات، از تخمین زننده با استاندارد خطاهای مقاوم استفاده شد.

پ) تحلیل‌های مکمل: این تحلیل‌ها شامل:
۱- تحلیل رگرسیون فضایی (با آماره موران و مدل‌های SAR/SEM) برای بررسی اثرات همسایگی
۲- تحلیل مسیر برای شناسایی روابط غیرمستقیم
۳- تحلیل خوشه‌ای و رتبه‌بندی برای دسته‌بندی استان‌ها به گروه‌های همگن بود.

یافته‌های تحقیق

آماره‌های توصیفی

در گام نخست، آماره‌های توصیفی متغیرهای اصلی پژوهش در بازه ۱۴۰۲-۱۳۹۰ و برای ۴۰۳ مشاهده استان-سال محاسبه شد. جدول (۷) این نتایج را نمایش می‌دهد.

جدول ۷- آماره‌های توصیفی متغیرهای پژوهش (۱۴۰۲-۱۳۹۰)

متغیر	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
مهاجرت خالص (درصد)	-۰/۰۵	۰/۹۵	-۴/۱۲	۳/۸۵
برداشت آب زیرزمینی (میلیون مترمکعب)	۱۲۵۶	۱۱۰۸	۸۲	۵۹۱۰
تغییرات ذخیره آب (سانتی‌متر)	-۲/۸	۲/۱	-۸/۹	۱/۵
شاخص خشکسالی (SPEI)	-۰/۴۵	۱/۰۵	-۲/۸	۲/۳
سهم بخش کشاورزی (درصد)	۱۱/۸	۷/۵	۱/۰	۳۶/۲
درآمد سرانه (میلیون ریال ثابت)	۱۹۸	۷۲	۹۵	۴۴۵
تراکم جمعیت (نفر در کیلومتر مربع)	۸۵	۱۳۵	۴	۹۲۵
سطح زیرکشت گندم و جو (هزار هکتار)	۲۱۰	۱۸۵	۱۵	۹۸۰

تحلیل آماره‌های توصیفی:

میانگین منفی مهاجرت خالص (۰/۰۵-) حاکی از غلبه خروج خالص جمعیت از استان‌ها در کل کشور طی این دوره است. میانگین منفی شدید تغییرات ذخیره آب (۲/۸- سانتیمتر) به وضوح نشان‌دهنده روند نزولی فزاینده و بحرانی ذخایر آبی کشور است. دامنه وسیع برداشت آب زیرزمینی (از ۸۲ تا ۵۹۱۰ میلیون مترمکعب) شکاف عمیق در فشار بر منابع آبی بین استان‌ها را نشان می‌دهد. میانگین منفی شاخص خشکسالی (۰/۴۵-) SPEI نیز تأکید شرایط خشکی غالب در دوره مورد مطالعه است.

نتایج برآورد مدل رگرسیون پانل اصلی و تفسیر علّی

پس از انجام آزمون‌های تشخیصی، مدل اثرات ثابت به عنوان مدل برتر انتخاب شد. برای حل مشکلات کلاسیک، از تخمین‌زننده با استاندارد خطاهای مقاوم استفاده گردید. نتایج برآورد مدل نهایی در جدول (۸) ارائه شده است.

جدول ۸- نتایج برآورد مدل رگرسیون پانل (متغیر وابسته: نرخ مهاجرت خالص)

متغیر مستقل	ضریب	خطای استاندارد	آماره t	سطح معنی‌داری
برداشت از آب‌های زیرزمینی	-۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	-۴/۸۷	۰/۰۰۰
تغییرات ذخیره آب کل	۰/۰۲۱	۰/۰۱۵	۱/۴۰	۰/۱۶۸
شاخص خشکسالی (SPEI)	۰/۰۵۵	۰/۰۴۸	۱/۱۵	۰/۲۵۶
سهم بخش کشاورزی	-۰/۰۳۶	۰/۰۱۴	-۲/۵۷	۰/۰۱۳
درآمد سرانه	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۱۲	۳/۵۰	۰/۰۰۱
تراکم جمعیت	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۰۴	۳/۷۵	۰/۰۰۰
ثابت مدل	۰/۶۱	۰/۲۵	۲/۴۴	۰/۰۱۸
تعداد مشاهده‌ها	**۴۰۳**			
تعداد استان‌ها	**۳۱**			
R^2 درون گروهی	**۰/۶۲**			

(***) معنی‌دار در سطح ۱٪، (**) معنی‌دار در سطح ۵٪، (*) معنی‌دار در سطح ۱۰٪

جدول ۹- تفسیر عملی ضرایب کلیدی مدل رگرسیون پانل

تفسیر عملی	ضریب	متغیر مستقل
هر ۱۰۰۰ میلیون مترمکعب (۱ میلیارد مترمکعب) افزایش در برداشت سالانه آب‌های زیرزمینی یک استان، به طور میانگین منجر به خروج خالص ۰/۵ درصدی جمعیت از آن استان می‌شود .برای استان کرمان با میانگین برداشت ~۵۲۰۰ میلیون مترمکعب، این اثر می‌تواند تا ۲/۶ درصد خروج جمعیت را توضیح دهد.	-۰/۰۰۰۵	برداشت از آب‌های زیرزمینی
وابستگی بیشتر اقتصاد یک استان به کشاورزی، آن را در برابر شوک آبی آسیب‌پذیرتر و در نتیجه به منبع خروج مهاجر تبدیل می‌کند .کاهش۱٪ سهم کشاورزی، مهاجرت خالص را ۰/۰۳۶ واحد بهبود می‌بخشد.	-۰/۰۳۶	سهم بخش کشاورزی
افزایش رفاه اقتصادی (درآمد) یک استان، مهمترین عامل جذب‌کننده جمعیت است. این یافته بر لزوم ایجاد اشتغال و درآمدهای جایگزین در مناطق مبدأ مهاجرت تأکید دارد	۰/۰۰۴۲	درآمد سرانه

تفسیر ضرایب و یافته‌های کلیدی مدل اصلی:

نتایج برآورد مدل نهایی نشان داد ضریب متغیر برداشت از آب‌های زیرزمینی منفی (۰/۰۰۰۵-) و در سطح اطمینان ۹۹/۹ % معنی‌دار است. این یافته از وجود یک رابطه علّی منفی و قوی حکایت می‌کند: به ازای هر یک میلیون مترمکعب افزایش در برداشت از آب‌های زیرزمینی در یک استان، نرخ مهاجرت خالص آن استان به طور میانگین ۰/۰۵ درصد واحد کاهش می‌یابد. کنترل اثرات ثابت استانی و زمانی، همراه با پایداری این رابطه در تحلیل‌های حساسیت، اطمینان بیشتری نسبت به تفسیر علّی (در مقابل صرفاً همبستگی) فراهم می‌آورد برای نمونه، استان کرمان با میانگین برداشت سالانه حدود ۵۲۰۰ میلیون مترمکعب، سهم قابل توجهی در خالص مهاجرت منفی بالا (حدود ۲/۶ واحد درصد) داشته است. متغیرهای «تغییرات ذخیره آب کل» و «شاخص خشکسالی» اگرچه دارای علامت مورد انتظار بودند، اما از نظر آماری معنی‌دار نبودند که بر نقش محوری مدیریت ناپایدار بلندمدت منابع آب (در مقابل نوسانات صرفاً اقلیمی) تأکید دارد. ضریب منفی و معنی‌دار سهم بخش کشاورزی (۰/۰۳۶-) نشان می‌دهد استان‌هایی با وابستگی اقتصادی بیشتر به کشاورزی، در معرض خروج بیشتر جمعیت قرار دارند. ضرایب مثبت و معنی‌دار درآمد سرانه (۰/۰۰۴۲) و تراکم جمعیت (۰/۰۰۱۵) گویای نقش قطب‌های اقتصادی و مراکز خدمات‌رسانی در جذب مهاجران است.

تحلیل‌های مکمل و تفکیک مناطق

الف) تحلیل رگرسیون فضایی

نتایج آزمون موران سراسری (برای متغیر مهاجرت خالص، با p-value =۰/۰۰۲ مقدار ۰/۲۴۱ را نشان داد که تأکید وجود خودهمبستگی فضایی مثبت و معنادار در الگوی مهاجرت است). به‌عبارت‌دیگر، استان‌هایی با نرخ مهاجرت خالص مشابه (پایین/منفی)، تمایل به تجمع در مجاورت یکدیگر دارند (مانند خوشه استان‌های مرکزی و شرقی). برآورد یک مدل تاخیر فضایی نشان داد ضریب ρ معادل ۰/۳۲ و معنادار است. این به آن معنا است که خروج جمعیت از یک استان بحرانی، به‌طور مستقیم و مثبت بر افزایش نرخ مهاجرت به استان‌های همجوار (معمولاً با وضعیت بهینه‌تر) تأثیر می‌گذارد و فشار را بر منابع آنها مضاعف می‌کند.

ب) تحلیل پیامدهای ظرفیت تولید غذ

یک رگرسیون جداگانه بر روی زیرمجموعه استان‌های کشاورزخیز، یک همبستگی منفی قوی و معنادار بین «نرخ خالص مهاجرت» و «سطح زیرکشت گندم و جو» نشان داد (ضریب = ۱۲/۵-، p-value<۰/۰۱) برآورد مدل حاکی از آن است که به ازای هر واحد درصد افزایش در نرخ خروج خالص مهاجران، سطح زیرکشت محصولات استراتژیک به طور میانگین حدود ۱۲/۵ هزار هکتار کاهش یافته است. در جدول(۱۰) این یافته، زنجیره علّی بحران را تکمیل می‌کند.

ج) تحلیل فضایی و شناسایی کانون‌های بحران

بر اساس ترکیب دو شاخص میانگین برداشت آب زیرزمینی (۱۴۰۲-۱۳۹۰) و میانگین نرخ مهاجرت خالص (۱۴۰۲-۱۳۹۰)، استان‌ها در یک ماتریس چهارگانه خطر قرار گرفتند. این تحلیل منجر به تفکیک شفاف سه دسته اصلی شد که در جدول (۱۱) ارائه شده است:

الگوی شناسایی شده:

۱-خوشه مرکزی-شرقی بحران (بحرانی پرخطر) :پنج استان اصفهان، کرمان، خراسان رضوی، یزد و فارس که به‌طور جغرافیایی در یک خوشه مرکزی-شرقی قرار دارند، به عنوان کانون‌های بحران انباشته شناسایی شدند. این استان‌ها در مجموع ۴۲٪ از ارزش افزوده بخش کشاورزی و ۳۵٪ از سطح زیرکشت محصولات استراتژیک کشور را به خود اختصاص می‌دهند.

۲-خوشه شمالی-مرکزی جذب (مقاصد مهاجرت) :استان‌های تهران، البرز، گیلان و مازندران که به‌طور جغرافیایی در یک خوشه شمالی-مرکزی قرار دارند، به عنوان اصلی‌ترین مقاصد جریان مهاجرت داخلی شناسایی شدند. این استان‌ها بیش از ۶۰٪ از کل جریان مهاجرت داخلی را جذب کرده‌اند.

۳- استان‌های در آستانه بحران: استان‌های خراسان جنوبی و همدان در سال‌های پایانی دوره مطالعه (۱۴۰۲-۱۴۰۰) روند نزولی نشان داده و به سمت ربح بحرانی در حرکت هستند که نشان‌دهنده گسترش جغرافیایی چرخه معیوب آب-مهاجرت است.

جدول ۱۰- رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس شاخص ترکیبی فشارآب و مهاجرت (۱۴۰۲-۱۳۹۰)

رتبه	دسته‌بندی	استان‌ها	میانگین برداشت آب زیرزمینی (میلیون مترمکعب/سال)	میانگین نرخ مهاجرت خالص (%)	سطح زیرکشت گندم و جو (هزار هکتار)	توضیحات
۱	بحرانی پرخطر	اصفهان	۳,۲۰۰	-۱/۸	۲۸۰	کانون اصلی بحران، بیشترین افت سطح آب زیرزمینی
۲	بحرانی پرخطر	کرمان	۵,۲۰۰	-۲/۶	۱۸۰	بالاترین حجم برداشت، شدیدترین خروج جمعیت
۳	بحرانی پرخطر	خراسان رضوی	۲,۸۰۰	-۱/۲	۳۵۰	بحران انباشته آب و مهاجرت
۴	بحرانی پرخطر	یزد	۱,۹۰۰	-۱/۵	۴۵	وابستگی شدید به آب‌های فسیلی
۵	بحرانی پرخطر	فارس	۲,۵۰۰	-۱/۱	۴۲۰	کاهش چشمگیر در تولیدات استراتژیک
۶	در مرز بحران	خراسان جنوبی	۸۵۰	-۰/۸	۱۱۰	تشدید بحران در سال‌های اخیر
۷	در مرز بحران	همدان	۷۲۰	-۰/۷	۱۵۰	روند نزولی شاخص‌ها از ۱۴۰۰
۸	مقصد مهاجرت	تهران	۹۵۰	+۲/۸	۲۵	جذب ۳۲٪ از کل مهاجرت داخلی
۹	مقصد مهاجرت	البرز	۴۲۰	+۲/۵	۱۸	فشار بر زیرساخت‌های شهری
۱۰	مقصد مهاجرت	گیلان	۳۸۰	+۱/۲	۱۵۰	جاذبه طبیعی و کشاورزی
۱۱	مقصد مهاجرت	مازندران	۴۵۰	+۱/۰	۲۲۰	مقصد مهاجران شمالی

جدول ۱۱- رتبه‌بندی و تفکیک استان‌ها بر اساس شاخص ترکیبی فشارآب و مهاجرت (۱۴۰۲-۱۳۹۰)

رتبه	دسته‌بندی	استان‌ها	میانگین برداشت آب زیرزمینی (میلیون مترمکعب/سال)	میانگین نرخ مهاجرت خالص(%)	سطح زیرکشت گندم و جو (هزار هکتار)	توضیحات
۱-۵	مناطق مبدأ بحرانی (بحرانی پرخطر)	اصفهان، کرمان، خراسان رضوی، یزد، فارس	۱,۹۰۰ تا ۵,۲۰۰	-۱/۱ تا -۲/۶	۴۵ تا ۴۲۰	کانون‌های اصلی بحران انباشته. بالاترین فشار آبی و شدیدترین خروج جمعیت. سهم عمده‌ای در تولید کشاورزی کشور دارند.
۶-۷	مناطق در مرز بحران	خراسان جنوبی، همدان	۷۲۰ تا ۸۵۰	-۰/۷ تا -۰/۸	۱۱۰ تا ۱۵۰	روند نزولی شاخص‌ها در سال‌های اخیر، نشان‌دهنده گسترش جغرافیایی چرخه معیوب.
۸-۱۱	مناطق مقصد مهاجرت	تهران، البرز، گیلان، مازندران	۳۸۰ تا ۹۵۰	۱/۰ تا ۲/۸	۱۸ تا ۲۲۰	جذب بیش از ۶۰٪ از کل جریان مهاجرت داخلی. فشار بر زیرساخت‌های شهری و منابع طبیعی.
-	سایر استان‌ها	سایر استان‌ها	متغیر	نزدیک به صفر یا مثبت خفیف	متغیر	الگوی مهاجرت خنثی یا کم‌نوسان.

شواهد آماری الگوی فضایی:

آماره موران جهانی برای متغیر مهاجرت خالص: ۰/۲۴۱← (p=۰/۰۰۲) تأیید خودهمبستگی فضایی مثبت

ضریب خودهمبستگی فضایی: (ρ) ۰/۳۲ ←خروج جمعیت از یک استان بحرانی، مهاجرت به استان‌های همجوار را ۳۲٪ افزایش می‌دهد.

آزمون خوشه‌بندی فضایی: (LISA) تشکیل دو خوشه معنادار:

خوشهLow: استان‌های مرکزی و شرقی با مهاجرت منفی بالا

خوشهHigh : استان‌های شمالی با مهاجرت مثبت بالا

د) تحلیل حساسیت:

برای اطمینان از استحکام نتایج مدل اصلی، دو تحلیل حساسیت انجام شد: ۱) حذف سال‌های همه‌گیری کووید-۱۹ (۱۴۰۰-۱۳۹۹) از داده‌ها، ۲) افزودن متغیر کنترلی جدید «نرخ باسوادی بزرگسالان» به مدل. در هر دو سناریو، علامت و

سطح معنی‌داری رابطه کلیدی بین برداشت آب زیرزمینی و مهاجرت خالص تقریباً بدون تغییر باقی ماند (ضریب حدود۰/۰۰۰۴- تا ۰/۰۰۰۶- و معنادار در سطح ۱%). این پایداری، قوت و اتکاپذیری یافته اصلی پژوهش را تأیید می‌کند.

جمع‌بندی بخش یافته‌ها

یافته‌های کمّی این بخش با شواهد قوی نشان می‌دهد رابطه علّی و معناداری بین مدیریت ناپایدار منابع آب زیرزمینی و الگوی مهاجرت داخلی در ایران وجود دارد. این رابطه در دوره ۱۴۰۲-۱۳۹۰ نه تنها تداوم یافته، بلکه از نظر شدت و گستره جغرافیایی تشدید شده است. این پدیده، از طریق تضعیف پایه‌های تولید در بخش کشاورزی استان‌های مبدأ، ظرفیت تولید غذا و در نتیجه امنیت غذایی ملی را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار داده است. تفکیک شفاف مناطق مبدأ بحرانی، مقاصد مهاجرت و مناطق در مرز خطر، لزوم تدوین سیاست‌های منطقه‌محور، یکپارچه و مبتنی بر تحلیل فضایی را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

جمع‌بندی و پاسخ به سؤالات تحقیق

این پژوهش با هدف واکاوی رابطه علّی بین بحران آب، مهاجرت داخلی و امنیت غذایی در ایران انجام شد. یافته‌ها به سؤال‌های پژوهش پاسخ روشنی می‌دهند: ۱- رابطه مشاهده شده با کنترل اثرات ثابت و استفاده از تحلیل مسیر، از ماهیت علّی برخوردار است و بحران آب به عنوان یک محرک ساختاری مهاجرت اجباری عمل می‌کند. ۲- تحلیل‌های ترکیبی منجر به شناسایی و تفکیک شفاف مناطق مبدأ بحرانی، مناطق مقصد و مناطق در مرز خطر شد. ۳- تأثیر این زنجیره بر ظرفیت تولید غذا (با شاخص پراکسی سطح زیرکشت) به صورت کمّی سنجیده و تأیید شد.

۱- در پاسخ به سؤال اصلی (شناسایی رابطه علّی):

نتایج به وضوح نشان داد بین شاخص مدیریت ناپایدار منابع آب، به ویژه «برداشت از آب‌های زیرزمینی» و الگوی مهاجرت داخلی، یک رابطه علّی، منفی و بسیار معنادار وجود دارد. این رابطه حتی پس از کنترل اثر متغیرهای کلان اقتصادی-اجتماعی و شوک‌های زمانی، به قوت خود باقی است. بحران آب در این چارچوب، نه یک مشکل محیط‌زیستی صرف، بلکه یک «محرک ساختاری مهاجرت اجباری» معرفی می‌شود که بنیان ماندگاری جمعیت در سرزمین را سست می‌کند.

۲- در پاسخ به سؤال فرعی اول (شناسایی نقاط بحرانی):

تحلیل‌های ترکیبی ارائه شده در جدول (۱۱) استان‌های اصفهان، کرمان، خراسان رضوی، یزد و فارس را به عنوان «کانون‌های بحران انباشته» شناسایی نمود. این استان‌ها که سهم بزرگی در ارزش افزوده کشاورزی و سبد غذایی کشور دارند، همزمان با بیشترین میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی، بالاترین نرخ خروج خالص جمعیت را نیز تجربه کرده‌اند. الگوی فضایی شناسایی‌شده (خوشه مرکزی-شرقی بحران و خوشه شمالی-مرکزی جذب) نشان می‌دهد که این پدیده ماهیتی خوشه‌ای و فضایی دارد و در حال گسترش به استان‌های همجوار است.

۳- در پاسخ به سؤال فرعی دوم (تأثیر بر امنیت غذایی):

یافته‌ها یک همبستگی منفی قوی و معنادار بین «نرخ خروج مهاجران» از استان‌های کشاورزخیز و «کاهش سطح زیرکشت محصولات استراتژیک» (گندم و جو) در این استان‌ها را اثبات کرد. این امر، زنجیره کامل علّی بحران را تکمیل می‌کند:

مدیریت ناپایدار آب → کاهش تاب‌آوری اقتصادی و اجتماعی → مهاجرت نیروی کار فعال و متخصص → تضعیف ظرفیت تولید محصولات اساسی → افزایش وابستگی غذایی و تهدید امنیت ملی.

این پژوهش نشان می‌دهد هزینه اجتماعی-اقتصادی ناشی از مدیریت نادرست آب، بسیار فراتر از حوزه محیط زیست است.

نتیجه‌گیری کلی

نتیجه‌گیری کلیدی این پژوهش آن است که ایران در یک «چرخه معیوب پیچیده محیط‌زیستی-اقتصادی-اجتماعی» گرفتار آمده است. این چرخه ریشه در یک شکست حکمرانی چندلایه دارد: شکست در مدیریت پایدار منابع مشترک (آب)، شکست در ایجاد فرصت‌های اقتصادی متنوع در مناطق وابسته به منابع طبیعی، و شکست در توزیع عادلانه هزینه‌ها و منافع توسعه. این وضعیت منجر به ایجاد امواج مهاجرت «اجباری-تاب‌آورانه» (مهاجرتی که هم نشانه شکست تاب‌آوری مبدأ و هم راهبرد انطباقی فرد است) به سمت کلان‌شهرها و مناطق شمالی کشور شده که خود پیامدهای ثانویه جدی مانند حاشیه‌نشینی، فشار بر زیرساخت‌های شهری، تشدید نابرابری منطقه‌ای و تنش‌های اجتماعی را دامن می‌زند.

از دست دادن نیروی کار جوان و دارای مهارت‌های مرتبط با زمین و کشاورزی در مناطق مبدأ، نه تنها چشمانداز توسعه پایدار این مناطق را تیره می‌سازد، بلکه ظرفیت تولید ملی غذا را تحلیل برده و کشور را در بلندمدت در معرض ریسک‌های امنیتی قرار می‌دهد. بنابراین، بحران کنونی آب در ایران، در واقع یک «بحران امنیت ملی چندبعدی» (شامل امنیت آبی، غذایی، اقتصادی، اجتماعی و سرزمینی) است که رویکردی یکپارچه، فرابخشی، مبتنی بر شواهد و فوری را می‌طلبد.

محدودیت‌های پژوهش

با وجود تلاش برای ارائه تحلیلی جامع، این پژوهش با محدودیت‌هایی مواجه است که باید در تعمیم نتایج و طراحی مطالعات آینده مورد توجه قرار گیرند:

این پژوهش با محدودیت‌هایی مواجه است:

۱- اتکا به داده‌های کلان استانی که برای تحلیل انگیزه‌های خرد مهاجرت کافی نیستند.
۲ -استفاده از شاخص «سطح زیرکشت گندم و جو» به عنوان پراکسی برای امنیت غذایی که اگرچه برای سنجش ظرفیت تولید مفید است، اما سایر ابعاد امنیت غذایی (دسترسی، بهره‌وری، کیفیت) را پوشش نمی‌دهد.
۳ -امکان وجود برخی متغیرهای مشاهده‌نشده کنترل نشده با وجود استفاده از مدل اثرات ثابت.
۴- محدودیت دوره مطالعاتی برای ارزیابی کامل اثرات بلندمدت.

پیشنهادات سیاستی

بر اساس یافته‌ها و با در نظر گرفتن محدودیت‌ها، پیشنهادات سیاستی به صورت اولویت‌بندی‌شده ارائه می‌شود:

اولویت اول: اقدامات فوری و کوتاه‌مدت (ضرب‌الاجل: ۲ سال)

۱- راه‌اندازی سامانه پایش هوشمند نکسوس: ایجاد یک «سامانه پایش یکپارچه آب-مهاجرت-غذایی» در دشت‌های بحرانی (مانند رفسنجان، ورزنه) با استفاده از کنتورهای هوشمند آب، داده‌های تلفن همراه برای رصد تحرکات، و تصاویر ماهواره‌ای برای پایش سطح زیرکشت. این سامانه باید هشدارهای اولیه برای مدیران استانی و ملی صادر کند.

۲- تغییر هدفمند یارانه‌ها در کانون‌های بحران: در استان‌های بحرانی شناسایی‌شده، یارانه آب و برق بخش کشاورزی به‌صورت مشروط به رعایت الگوی کشت کم‌آب‌بر، کشت قراردادی با صنایع تبدیلی، یا مشارکت در پروژه‌های احیای آبخوان‌ها تخصیص یابد.

اولویت دوم: اقدامات راهبردی و میان‌مدت (افق: ۵ سال)

۱- تدوین و اجرای سند ملی «آب، غذا و جمعیت»: تشکیل «ستاد عالی آب، غذا و جمعیت» زیر نظر رئیس‌جمهور با اختیارات فرابخشی برای هماهنگی وزارتخانه‌های نیرو، جهاد کشاورزی، کشور، صمت و برنامه‌ریزی. محور اصلی این سند، «آمایش سرزمین مبتنی بر ظرفیت آبی» و تعریف سقف جمعیت‌پذیری و توسعه کشاورزی برای هر حوضه آبریز خواهد بود.

۲- راه‌اندازی «صندوق بیمه مهاجرت محیط‌زیستی»: تأسیس صندوقی ملی با هدف جبران هوشمند و تثبیت جمعیت در مناطق پرخطر. این صندوق می‌تواند به جوامع محلی که داوطلبانه الگوی کشت خود را تغییر می‌دهند، در پروژه‌های احیای قنات و آبخوان مشارکت می‌کنند، یا به مشاغل کم‌آب‌بر روی می‌آورند، مشوق‌های نقدی و غیرنقدی پرداخت کند. منبع مالی آن می‌تواند از محل صرفه‌جویی یارانه‌های اصلاح‌شده انرژی تأمین شود.

اولویت سوم: اقدامات ساختاری و بلندمدت (افق: ۱۰ سال و بیشتر)

۱- اجرای پایلوت جامع «بازتخصیص آب، زمین و نیروی کار»: اجرای آزمایشی یک طرح یکپارچه در یک دشت بحرانی (پیشنهاد: دشت رفسنجان). در این طرح، دولت حقابه مازاد کشاورزی را خریداری می‌کند، کشاورزان را در تعاونی‌های خدمات‌رسانی چندمنظوره سازماندهی کرده و آنان را با ارائه آموزش و تسهیلات، به سمت مشاغل جدید هدایت می‌کند (مانند: صنایع تبدیلی پسته، نگهداری از مزارع و باغات به صورت مکانیزه، اکوتوریسم).

۲- توسعه قطب‌های اقتصادی جایگزین در مناطق مبدأ: اعطای مشوق‌های ویژه مالیاتی، گمرکی و اعتباری برای جذب صنایع دانش‌بنیان و کم‌آب‌بر (فناوری‌های کشاورزی، IT، صنایع دستی با ارزش افزوده بالا)در مراکز شهرستان‌های بحرانی، به منظور ایجاد اشتغال پایدار برای نسل جوان.

منابع

اختیاری خواجه، شیوا، نگهبان خواجه، فهیمه، و دین‌پژوه، یعقوب. (۱۳۹۸). مقایسه عملکرد پایش خشکسالی با شاخص‌های تک‌معرفه و چندمعرفه (مطالعه موردی استان خراسان رضوی). علوم آب و خاک، ۲۳(۲)، ۴۴۳-۴۴۶. DOI:10.30488/gps.2020.233853.3055

باقری، مهرداد، مختاری هشی، حسین، گندمکار، امیر، خادم الحسینی، احمد. (۱۴۰۲). شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر بحران آب در استان اصفهان. انجمن جغرافیایی جغرافیا، ۲۱(۷۷)، ۱۳-۲۹. http://dor.net/dor/20.1001.1.27833739.1402.21.77.2.5

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. (۱۴۰۲). پایگاه اطلاع‌رسانی بانک مرکزی. قابل دسترسی در: https://www.cbi.ir

پرهیزکاری، ابوالفضل، یاوری، غلامرضا، محمودی، ابوالفضل، و بخشی‌خانیکی، غلامرضا. (۱۳۹۹). ارزیابی آثار بالقوه خشکسالی هیدرولوژیکی بر وضعیت کشاورزی، بازده درآمدی و مصارف آبی کشاورزان استان تهران. تحقیقات منابع آب ایران، ۱۶(۲)، ۱۵۱-۱۶۳. https://www.iwrr.ir/article_110157.html

پورالخاص نوکنده‌یی، محمد، امان جهانی، ویدا، حزباوی، زینب و مصطفی‌زاده، رئوف. (۱۴۰۲). شاخص‌های برآورد و ارزیابی ویژگی‌های خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیک. مطالعات علوم محیط زیست، ۸(۴)، ۷۴۹۹-۷۵۱۶. DOI:10.22034/jess.2022.352768.1830

دادآفرید، سمانه، عرفانیان، مهدی، حصاری، بهزاد، و جوان، خدیجه. (۱۴۰۴). پهنه‌بندی خطر خشکسالی آب زیرزمینی و ارتباط شاخص‌های خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیک در آبخوان ارومیه. مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک، ۵(۲)، ۲۷۲-۲۸۹. DOI:10.22098/mmws.2025.16234.1519

دشتی، قادر، ثانی، فاطمه، حسین‌زاد، جواد، و مجنونی هریس، ابوالفضل. (۱۴۰۱). ارزیابی شاخص‌های پایداری کشاورزی تحت سناریوهای اقلیمی و مدیریت منابع آب در حوضه آبریز آجی‌چای. دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۳۲(۱)، ۳۲۵-۳۴۲. DOI:10.22034/saps.2021.44368.2628

رمضانی اعتدالی، هادی، لیاقت، عبدالمجید، پارسی‌نژاد، مسعود، و رمضانی اعتدالی، مهدی. (۱۳۹۱). بررسی وضعیت خشکسالی کشاورزی بر اساس رطوبت خاک در ایستگاه

سینوپتیک قزوین. پژوهش آب در کشاورزی، ۲۶(۱)، ۸۱-۹۱. DOI:10.22092/jwra.2012.118953
سازمان هواشناسی کشور. (۱۴۰۲). پایگاه داده‌های هواشناسی. قابل دسترسی در: https://data.irim.ir
شرکت مدیریت منابع آب ایران. (۱۴۰۲). پایگاه اطلاع‌رسانی شرکت مدیریت منابع آب ایران. قابل دسترسی در: https://www.wrm.ir
مرکز آمار ایران. (۱۴۰۲). درگاه ملی آمار ایران .قابل دسترسی در: https://www.amar.org.ir
وزارت جهاد کشاورزی. (۱۴۰۲). پایگاه اطلاع‌رسانی وزارت جهاد کشاورزی. قابل دسترسی در: https://www.maj.ir
Abel, G.; Brottrager, M., Cuaresma, J. C., Muttarak, R. (2019). Climate, conflict and forced migration. Global Environmental Change, 54, 239-249. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.12.003
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). FAOSTAT Statistical Database. Available at: https://www.fao.org
Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, C. S., & Walker, B. (2021). Resilience: Now more than ever. *Ambio, 50*, 1774–1777. DOI: 10.1007/s13280-020-01487-6
Gray, C., & Mueller, V. (2012). Drought and population mobility in rural Ethiopia. Demography, 49(2), 753–776. DOI: 10.1007/s13524-011-0097-1
Helm, D. (2015). Natural Capital: Valuing the Planet. Oxford University Press. England. (ISBN): 9780300219371.
Hoff, H. (2023). Understanding the water-energy-food nexus. In Routledge Handbook of Water-Energy-Food Nexus (25–42). Routledge. Abingdon, Abingdon.
Herzberg, R. Q. (2020). Elinor Ostrom's Governing the Commons: Institutional diversity, self-governance, and tragedy diverted. The Independent Review, 24(4), 627–636. https://www.independent.org/tir/2020-spring/elinor-ostroms-governing-the-commons/
Hoffmann, R., Dimitrova, A., Muttarak, R., Crespo Cuaresma, J., & Peisker, J. (2020). A meta-analysis of country-level studies on environmental change and migration. Nature Climate Change, 10, 904–912. https://www.nature.com/articles/s41558-020-0898-6
Hunter, L. M., Luna, J. K., & Norton, R. M. (2015). The environmental dimensions of migration. Annual Review of Sociology, 41, 377–397. Doi: 10.1146/annurev-soc-073014-112223
Li, L., Luo, X., Liu, Y., Liu, Y., & Liu, X. (2024). The Impact of Location of Labor Migration on Rural Households' Income: Evidence from Jiangxi Province in China. Agriculture, 14(9), 1458. https://doi.org/10.3390/agriculture14091458.
Liu, J., Hull, V., Godfray, H. C. J., Tilman, D., Gleick, P., Hoff, H., Pahl-Wostl, C., Xu, Z., Chung, M. G., Sun, J., & Li, S. (2018). Nexus approaches to global sustainable development. Nature Sustainability, 1(9), 466–476. DOI: 10.1038/s41893-018-0135-8.
Meinzen-Dick, R., & Zwarteveen, M. (1998). Gendered participation in water management: Issues and illustrations from water users' associations in South Asia. Agriculture and Human Values, 15(4), 337–345. DOI: 10.1023/A:1007533018254
Mishra, A. K., & Kumar, S. (2022). Labor migration, agricultural productivity and food security in India: A CGE modeling approach. Agricultural Systems, 201, 103456.
Murugan, V., Abdul Kadar, M. I., Thangavel, K., & Sadasivam, S. (2026). A Study on Labour Migration in Agriculture Sector in Chengalpattu District of Tamil Nadu. SCIENTIFIC CULTURE, 12(4), 3285-3294. DOI: 10.5281/zenodo.12426390
NASA Jet Propulsion Laboratory. (2023). GRACE/GRACE-FO Terrestrial Water Storage Data. Available. Flintridge, California. https://grace.jp1.nasa.gov
Nawrotzki, R. J., Schlak, A. M., & Kugler, T. A. (2016). Climate, migration, and the local food security context: introducing Terra Populus. Population and Environment, 38(2), 164–184. https://doi.org/10.1007/s11111-016-0260-0
Paerregaard, K., & Andersen, A. O. (2019). Moving beyond the commons/commodity dichotomy: The socio-political complexity of Peru's water crisis. Water Alternatives, 12(2), 459-469. https://www.water-alternatives.org/index.php/volume-12/v12issue2/512-a12-2-6.
Sultana, F. (2011). Suffering for water, suffering from water: Emotional geographies of resource access, control and conflict. Geoforum, 42 (2), 163–172. DOI: 10.1016/j.geoforum.2010.12.002

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 119 to 144

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۱۱۹ تا ۱۴۴

Document Type: Review Article

نوع مقاله: مروری

Gaps in International Laws Related to the Protection of Water Resources

خلأهای موجود در قوانین بین‌المللی مرتبط با حفاظت از منابع آبی

M. J. Heydarian dolatabadi[1]*, E. Aliakbari Baboukani[2]

1- Ph.D. Candidate in Public International Law, Faculty of Law and Political Science, Kharazmi University, Tehran, Iran.
2- Associate Professor, Faculty of Theology, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

*** Corresponding, Author Email:** mj.heydarian@khu.ac.ir

Received ▶ 05-12-2025
Revised ▶ 19-02-2026
Accepted ▶ 21-02-2026
Available online ▶ 15-06-2026

محمدجواد حیدریان دولت‌آبادی[1]، احسان علی‌اکبری بابوکانی[2]

۱- دانشجوی دکتری حقوق بین‌الملل عمومی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۲- دانشیار، دانشکده الهیات، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

***رایانامه نویسنده مسئول:** mj.heydarian@khu.ac.ir

تاریخ دریافت ◀ ۱۴۰۴/۰۹/۱۴
تاریخ بازنگری ◀ ۱۴۰۴/۱۱/۳۰
تاریخ پذیرش ◀ ۱۴۰۴/۱۲/۰۲
تاریخ انتشار ◀ ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

Abstract

Industrial pollution, excessive exploitation, and unsustainable management of water resources have not only degraded aquatic ecosystems and reduced biodiversity but have also generated significant consequences for public health, social security, and economic development. This article addresses the central question of whether the existing frameworks of international law possess the necessary capacity to effectively prevent and respond to destructive acts against water resources. The research hypothesizes that the current international legal system, despite the existence of various treaties and dispersed legal instruments, lacks sufficient capacity to criminalize and ensure effective accountability for such acts. Employing an analytical-documentary methodology, the study draws upon statistical data, reports issued by international organizations, and case studies from critical regions around the world. The analysis of international legal instruments further reveals significant structural gaps and deficiencies in the identification, prevention, and punishment of destructive acts targeting water resources. The article concludes that the existing legal frameworks are inadequate to address the complex and transnational dimensions of this phenomenon. It argues that the explicit and autonomous criminalization of destructive acts against water resources at the international level constitutes a necessary prerequisite for the effective protection of these resources and for safeguarding fundamental human rights.

Keywords: Environmental Crime, Water Resources Pollution, Climate Change, Environmental Sustainability.

چکیده

آلودگی‌های صنعتی، بهره‌برداری بی‌رویه و مدیریت ناپایدار منابع آبی، علاوه بر تخریب اکوسیستم‌های آبی و کاهش تنوع زیستی، پیامدهای قابل‌توجهی در حوزه‌های سلامت عمومی، امنیت اجتماعی و توسعه اقتصادی به همراه داشته است. این مقاله به بررسی این پرسش اصلی می‌پردازد که آیا چارچوب‌های حقوق بین‌الملل موجود، توانایی لازم برای پیشگیری و مقابله مؤثر با اقدامات مخرب علیه منابع آبی را دارند یا خیر. فرضیه پژوهش بر این مبنا استوار است که نظام حقوقی بین‌المللی کنونی، با وجود اسناد و مقررات پراکنده، ظرفیت کافی برای جرم‌انگاری و پاسخ‌گویی مؤثر به این اقدامات ندارد. پژوهش حاضر با استفاده از روش تحلیلی-اسنادی، با اتکا به داده‌های آماری، گزارش‌های سازمان‌های بین‌المللی و مطالعاتی در مناطق بحرانی جهان انجام شده است. تحلیل اسناد حقوقی بین‌المللی نیز بیانگر وجود خلأها و ضعف‌های ساختاری در زمینه شناسایی، پیشگیری و مجازات این اقدامات است. نتیجه‌گیری مقاله حاکی‌ازآن است که چارچوب‌های حقوقی فعلی پاسخ‌گوی ابعاد پیچیده و فراملی این پدیده نیستند و جرم‌انگاری صریح و مستقل اقدامات مخرب علیه منابع آبی در سطح بین‌المللی، شرطی ضروری برای حفاظت مؤثر از این منابع و تضمین حقوق بنیادین انسان‌ها محسوب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: جنایت علیه محیط‌زیست، آلودگی منابع آبی، تغییرات اقلیمی، پایداری محیط‌زیستی

How to cite this article:
Heydarian dolatabadi, M. J, & Aliakbari Baboukani, E. (2026). Gaps in International Laws Related to the Protection of Water Resources. Journal of Water and Sustainable Development, 13(1), 119-144. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i1.2512-1477

مقدمه

آب به‌عنوان منبعی حیاتی و غیرقابل جایگزین، نقشی راهبردی در سلامت عمومی، توسعه اقتصادی و ثبات اجتماعی ایفا می‌کند. کمبود یا آلودگی منابع آبی می‌تواند پیامدهایی فراتر از حوزه محیط‌زیست داشته باشد و به بروز درگیری‌های منطقه‌ای، مهاجرت‌های جمعی و تهدید امنیت انسانی منجر شود. تجربه برخی کشورها از جمله هند و پاکستان نشان می‌دهد محدودیت دسترسی به آب سالم، مستقیمً سلامت عمومی و نظم اجتماعی را تحت تأثیر قرار داده است. وجود بیش از ۱۰۵ حوزه رودخانه‌ای بین‌المللی نیز بر ماهیت فرامرزی و اختلاف برانگیز منابع آب افزوده و مسئله آب را به موضوعی امنیتی در سطح بین‌المللی تبدیل کرده است (مرادی، ۱۴۰۳).

با وجود این اهمیت، رویکرد حقوق بین‌الملل نسبت به آب بیشتر بر اصولی همچون «استفاده منصفانه و معقول»، «استفاده پایدار» و «عدالت در توزیع منابع آبی» متمرکز بوده و کمتر به شناسایی و جرم‌انگاری اقدامات مخرب علیه منابع آب به‌عنوان یک عنوان مجرمانه مستقل پرداخته است. این خلأ حقوقی در شرایطی برجسته‌تر می‌شود که آسیب‌های وارد شده به منابع آب، آثار گسترده، شدید یا بلندمدت بر انسان‌ها و اکوسیستم‌ها برجای می‌گذارد، اما در چارچوب مفاهیم سنتی حقوق کیفری بین‌المللی به‌روشنی قابل پیگرد نیست (مبشری و همکاران، ۱۴۰۲).

در ادبیات علمی، تعاریف متعددی از «جنایت علیه آب» ارائه شده است. برخی این مفهوم را به اقدامات عمدی منجر به تخریب یا سوءاستفاده از منابع آب شیرین با پیامدهای گسترده انسانی یا محیط‌زیستی محدود می‌کنند، درحالی‌که دیدگاه‌های جدید هرگونه آلودگی منابع آبی، از تخلیه فاضلاب و پسماندهای صنعتی تا ورود مواد سمی و فلزات سنگین، را در بر می‌گیرند. بااین‌حال، نبود تعریف دقیق و مشترک در حقوق بین‌الملل و اتکای نظام‌های حقوقی به طبقه‌بندی‌های قدیمی مانند فساد، خرابکاری یا آلودگی، موجب شده است که عنصر محیط‌زیستی این جرایم نادیده گرفته شود و تحلیل نظام‌مند آنها با دشواری مواجه شود (D'Amato، ۲۰۲۵).

این ابهام مفهومی به‌ویژه در حقوق اروپا نیز مشهود است؛ به‌گونه‌ای که «جرایم آبی» در بیشتر موارد ذیل سایر عناوین کیفری ثبت می‌شوند و فاقد تعریف مستقل و منسجم هستند. افزون بر این، تفاوت سطح توسعه‌یافتگی کشورها و تحول مفاهیمی چون «جرم سبز» یا «جرم محیط‌زیستی» سبب شده است که تعریف جرم آبی به چالشی پیچیده بدل شود. منابع آب ممکن است به‌عنوان قربانی جرم، هدف مستقیم آن، یا وسیله ارتکاب جرم مورد استفاده قرار گیرند و به دلیل ماهیت فرامرزی آب‌های شیرین، بسیاری از این اقدامات ابعادی بین‌المللی می‌یابند؛ درحالی‌که معاهدات موجود بیشتر موارد آنها را به‌عنوان «جرم» شناسایی نمی‌کنند (Franz، ۲۰۱۱).

در سال‌های اخیر، تلاش‌هایی برای گنجاندن اقدامات مخرب علیه محیط‌زیست، از جمله منابع آبی، در قالب مفهوم گسترده‌تر «اکوساید» صورت گرفته است و حتی پیشنهاد اصلاح اساسنامه دادگاه کیفری بین‌المللی در این زمینه مطرح شده؛ بااین‌حال، موانع سیاسی و حقوقی موجب شده است که احتمال تصویب چنین اصلاحیه‌ای در حال حاضر محدود باشد. ازاین‌رو، خلأ تعریف و جرم‌انگاری مستقل جنایت علیه آب همچنان پابرجا است (IMPEL، ۲۰۲۰).

براین‌اساس، پرسش اصلی این مقاله آن است که آیا حقوق بین‌الملل کنونی از ظرفیت لازم برای شناسایی و مقابله مؤثر با جنایت علیه منابع آبی برخوردار است یا خیر .فرضیه پژوهش بر این مبنا استوار است که چارچوب‌های حقوقی موجود، به دلیل فقدان تعریف دقیق و سازوکارهای کیفری مناسب، توان پاسخ‌گویی به ابعاد پیچیده و فرامرزی این پدیده را ندارند. هدف مقاله تبیین مفهومی جنایت علیه آب، شناسایی خلأهای حقوقی موجود و ارائه پیشنهادهایی برای تقویت نظام حقوق بین‌الملل در این زمینه است.

برای دستیابی به این هدف، مقاله ابتدا به ارائه تعریف نظری از مفهوم جنایت علیه آب می‌پردازد، سپس اسناد و مقررات بین‌المللی مرتبط را به‌صورت تحلیلی بررسی می‌کند و در نهایت، پیشنهادهای اصلاحی حقوقی برای جرم‌انگاری و پیشگیری مؤثر از این اقدامات ارائه می‌دهد.

در ادبیات موجود، تعاریف ارائه شده از «جنایت علیه آب» عمدتاً ماهیتی توصیفی دارند و اغلب بدون ارزیابی درجه اعتبار یا جایگاه حقوقی منابع، نقل می‌شوند. برای نمونه، برخی نویسندگان هرگونه اقدام عمدی منجر به تخریب یا سوءاستفاده از منابع آب شیرین با پیامدهای گسترده، شدید یا بلندمدت برای انسان یا اکوسیستم‌ها را «جنایت بین‌المللی علیه آب» تلقی کرده‌اند. در مقابل، دیدگاه‌های موسع‌تری وجود دارد که هر نوع آلودگی منابع آبی، از تخلیه فاضلاب و پسماندهای صنعتی تا ورود مواد سمی و فلزات سنگین به آب‌های سطحی و زیرزمینی را ذیل این مفهوم قرار می‌دهند. هرچند این تعاریف از نظر محیط‌زیستی هشداردهنده‌اند، اما غالباً فاقد تحلیل کیفری دقیق بوده و مرز میان تخلف، جنحه و جنایت را روشن نمی‌کنند.

یکی از چالش‌های اساسی در این زمینه، خلط میان سطوح حقوق داخلی و حقوق بین‌الملل است. طبقه‌بندی اعمال مخرب علیه منابع آب به‌عنوان «جنحه»[1] یا «جنایت»[2] معمولاً مفهومی وابسته به نظام‌های حقوق کیفری داخلی است و معیارهایی مانند شدت خسارت، عمدی بودن رفتار و تکرار عمل را در نظر می‌گیرد. درحالی‌که در حقوق بین‌الملل کیفری، عنوان «جنایت بین‌المللی» مستلزم تحقق عناصر خاصی است که فراتر از تقسیم‌بندی‌های سنتی حقوق داخلی قرار می‌گیرد. ازاین‌رو، اطلاق مفاهیم جنحه یا جنایت بدون تبیین چارچوب

کیفری بین‌المللی، به ابهام مفهومی و کاهش دقت تحلیلی می‌انجامد.

برای پرهیز از این ابهام، تعریف «جنایت علیه آب» در سطح بین‌المللی باید مبتنی بر عناصر جرم بین‌المللی صورت گیرد. نخست، **عنصر مادی** مستلزم ارتکاب رفتارهایی است که منجر به تخریب گسترده، شدید یا بلندمدت منابع آب شیرین شود، به‌گونه‌ای که کارکردهای اساسی محیط‌زیستی یا انسانی آنها به‌طور جدی مختل شود. دوم، **عنصر معنوی** شامل ارتکاب عمدی این اعمال یا دست‌کم علم مرتکب به احتمال بروز خسارت گسترده و جدی است. سوم، **آستانه ضرر** باید از سطح خسارات محدود یا محلی فراتر رود و آثار قابل‌توجهی در مقیاس جمعیتی، جغرافیایی یا زمانی ایجاد کند. چهارم، **عنصر زمینه‌ای** ناظر بر امکان ارتکاب این اعمال هم در زمان صلح و هم در زمان مخاصمه مسلحانه است، امری که آن را از بسیاری از جرایم سنتی جنگی متمایز می‌سازد. براین‌اساس، می‌توان «جنایت علیه آب» را در حقوق بین‌الملل چنین تعریف کرد: *هرگونه رفتار عمدی یا آگاهانه که با نقض تعهدات بین‌المللی، موجب تخریب گسترده، شدید یا بلندمدت منابع آب شیرین شده و آثار جدی و فرامرزی بر انسان‌ها یا اکوسیستم‌ها برجای گذارد، به‌نحوی که از آستانه خسارات قابل‌تحمل محیط‌زیستی فراتر رود.* این تعریف، ضمن تفکیک روشن میان حقوق داخلی و بین‌المللی، امکان تحلیل کیفری دقیق‌تر و شناسایی خلأهای موجود در نظام حقوقی بین‌الملل را فراهم می‌سازد.

بررسی اسناد اولیه حقوق اتحادیه اروپا نشان می‌دهد باوجود توجه گسترده به حفاظت کیفی و کمی منابع آب، تعریف مستقل و مشترکی از «جرم آبی»[3] در نظام حقوقی اروپا وجود ندارد. برای نمونه، «دستورالعمل چارچوب آب اتحادیه اروپا»[4] که اصلی‌ترین سند سیاست‌گذاری آب در سطح اتحادیه محسوب می‌شود، تمرکز خود را بر مدیریت یکپارچه منابع آب، دستیابی به وضعیت بوم‌شناختی مطلوب و پیشگیری از آلودگی قرار داده است، بدون آن‌که به جرم‌انگاری کیفری مستقل اقدامات مخرب علیه منابع آب بپردازد. این دستورالعمل عمدتاً بر ابزارهای اداری، تنظیمی و نظارتی تکیه دارد و مسئولیت تعیین ضمانت اجراهای کیفری را به نظام‌های حقوق داخلی کشورهای عضو واگذار می‌کند. همچنین سایر اسناد مرتبط اتحادیه اروپا در حوزه محیط‌زیست، از جمله مقررات مربوط به آلودگی صنعتی یا حفاظت از منابع طبیعی، اقدامات مخرب علیه آب را ذیل عناوین کلی‌تر «جرایم محیط‌زیستی» یا تخلفات اداری دسته‌بندی می‌کنند و از به‌کارگیری مفهوم واحد و منسجم «water crime» اجتناب کرده‌اند. نتیجه این رویکرد آن است که در عمل، جرایم مرتبط با آب در آمارها و رویه‌های قضایی کشورهای عضو، اغلب تحت عناوینی مانند فساد، جعل اسناد، تخلفات صنعتی یا نقض مقررات محیط‌زیستی ثبت می‌شوند. این پراکندگی مفهومی و حقوقی، تحلیل سیستماتیک ابعاد واقعی جرایم علیه منابع آب را با دشواری مواجه ساخته و مانع از شکل‌گیری سیاست کیفری هماهنگ در سطح اتحادیه اروپا شده است. ازاین‌رو، گزاره فقدان تعریف مشترک و دقیق برای جرم آبی در حقوق اروپا نه یک ادعای کلی، بلکه حاصل تحلیل اسناد اولیه حقوقی اتحادیه و شیوه توزیع صلاحیت میان نهادهای اروپایی و نظام‌های حقوق داخلی کشورهای عضو است.

با وجود گسترش ادبیات علمی پیرامون «اکوساید» و تلاش برای ارتقای حمایت کیفری از محیط‌زیست در سطح بین‌المللی، باید تأکید کرد که اساسنامه رم دادگاه کیفری بین‌المللی در وضعیت فعلی، جرم مستقلی تحت عنوان اکوساید را شناسایی نکرده است. صلاحیت موضوعی دادگاه کیفری بین‌المللی مطابق ماده ۵ اساسنامه رم، محدود به چهار جرم اصلی شامل نسل‌کشی، جنایت علیه بشریت، جنایات جنگی و جنایت تجاوز است و هرگونه افزودن جرم جدید، مستلزم اصلاح رسمی اساسنامه و تصویب آن با رأی دوسوم دولت‌های عضو می‌باشد. پیشنهاد شناسایی اکوساید به‌عنوان جرم بین‌المللی، عمدتاً در قالب پیش‌نویس غیرالزام‌آوری است که در سال ۲۰۲۱ توسط گروهی از کارشناسان مستقل با حمایت «Stop Ecocide Foundation» ارائه شد. این پیش‌نویس، اگرچه از نظر مفهومی الهام‌گرفته از ساختار جرایم بین‌المللی موجود است، اما فاقد هرگونه اثر حقوقی الزام‌آور بوده و تاکنون به متن رسمی اصلاحیه اساسنامه رم تبدیل نشده است. ازاین‌رو، هرگونه تحلیل درباره اکوساید باید در چارچوب «پیشنهاد دکترینال» و نه حقوق مثبت بین‌الملل انجام گیرد. افزون بر این، دادگاه کیفری بین‌المللی در وضعیت کنونی، صلاحیتی عام برای رسیدگی به جرایم محیط‌زیستی در زمان صلح ندارد. تخریب محیط‌زیست تنها در صورتی در صلاحیت ICC قرار می‌گیرد که ذیل عناوین موجود، به‌ویژه به‌عنوان جنایت جنگی و آن هم در بستر مخاصمه مسلحانه، قابل انطباق باشد. بنابراین، اعمال مخرب علیه منابع آب در زمان صلح، حتی در صورت ایجاد خسارات گسترده و بلندمدت، عموماً خارج از صلاحیت فعلی دادگاه قرار می‌گیرند. بااین‌حال، اهمیت اکوساید در این مقاله نه به‌عنوان جرم شناسایی‌شده در حقوق بین‌الملل مثبت، بلکه به‌عنوان یک چارچوب تحلیلی و مفهومی مورد توجه قرار می‌گیرد. این مفهوم نشان می‌دهد که چگونه تخریب گسترده محیط‌زیست، از جمله منابع آب شیرین، می‌تواند از سطح تخلف اداری یا نقض مقررات محیط‌زیستی فراتر رفته و به تهدیدی علیه ارزش‌های بنیادین جامعه بین‌المللی تبدیل شود. از این منظر، جنایت علیه آب را می‌توان مفهومی هم‌خانواده با اکوساید دانست، بی‌آنکه ادعا شود در وضعیت فعلی، قابلیت پیگرد مستقیم در چارچوب ICC را دارد. در نتیجه، نبود شناسایی صریح جنایت علیه آب یا اکوساید در نظام حقوق کیفری بین‌الملل، نشان‌دهنده خلأی ساختاری است که باتوجه‌به ماهیت فرامرزی منابع آب و محدودیت صلاحیت‌های قضایی ملی، همچنان پابرجا مانده است. در شرایط کنونی، پیگرد این اعمال عمدتاً از طریق حقوق داخلی، معاهدات منطقه‌ای یا

توافق‌نامه‌های خاص مربوط به آب‌های فرامرزی امکان‌پذیر است و نه از طریق نظام کیفری بین‌المللی متمرکز. این وضعیت، ضرورت بازاندیشی در چارچوب‌های حقوقی موجود و بررسی امکان توسعه تدریجی حقوق بین‌الملل کیفری در حوزه حفاظت از منابع آب را برجسته می‌سازد. جدول زیر انواع جرائم آبی را دسته بندی شده تبیین می‌نماید.

جدول ۱- اشکال جنایت علیه آب[۵]

نوع جرم	شرح
آلودگی آب	ریختن زباله، سموم، مواد شیمیایی یا رادیواکتیو به منابع آب
بهره‌برداری نابرابر یا انحصاری	مسدودسازی جریان آب به مناطق پایین‌دست، یا کنترل مخازن برای منافع خاص
تخریب زیرساخت‌های آبی	بمباران سدها، شبکه آب‌رسانی، یا مخازن در جنگ‌ها
استخراج بیش‌ازحد آب زیرزمینی	برداشت کنترل‌نشده از سفره‌های آب زیرزمینی بدون توجه به بازیابی
محروم‌سازی اقلیت‌ها یا گروه‌های خاص از دسترسی به آب	مصداق جرم علیه بشریت
سیاست‌های دولتی مخرب	نمونه موردی: سیاست‌های جنگل‌زدایی در آمازون توسط بولسونارو که باعث از بین رفتن منابع آب شد[۶].

۱. آلودگی عمدی یا گسترده منابع آب: آلودگی عامدانه یا آگاهانه منابع آب، درصورتی‌که منجر به خسارات شدید، گسترده یا بلندمدت به انسان‌ها یا اکوسیستم‌ها شود، می‌تواند در چارچوب «جرایم محیط‌زیستی شدید» تحلیل شود. هرچند در وضعیت فعلی حقوق بین‌الملل کیفری، چنین رفتاری در زمان صلح جرم مستقل بین‌المللی محسوب نمی‌شود، اما از منظر دکترینال واجد عناصر مادی و معنوی مشابه اکوساید است. در صورت وقوع در مخاصمه مسلحانه، این رفتار می‌تواند نمونه‌ای از جنایات جنگی مرتبط با تخریب محیط‌زیست قرار گیرد. چارچوب حقوقی قابل استناد: ماده ۸(۲)(ب)(۴) اساسنامه رم (United Nations، ۱۹۹۸) (جنایت جنگی: وارد آوردن خسارت گسترده، بلندمدت و شدید به محیط‌زیست طبیعی، مشروط به تناسب و بستر مخاصمه مسلحانه بین‌المللی) تحلیل ارجاعی: در زمان جنگ، آلودگی عمدی منابع آب که موجب خسارت گسترده، شدید و بلندمدت شود، می‌تواند در چارچوب ماده ۸(۲)(b)(iv) اساسنامه رم تحلیل شود. در زمان صلح، چنین رفتاری فعلاً خارج از صلاحیت ICC است و صرفاً در چارچوب دکترین اکوساید یا مسئولیت بین‌المللی دولت‌ها قابل بررسی است.

۲. بهره‌برداری نابرابر یا انحصاری از منابع آب: مسدودسازی جریان آب یا کنترل انحصاری منابع مشترک، به‌ویژه در آب‌های فرامرزی، نقض اصول بنیادین حقوق بین‌الملل آب از جمله اصل استفاده منصفانه و معقول است. چنانچه این رفتار به‌صورت نظام‌مند و با علم به آثار انسانی شدید انجام شود، می‌تواند از سطح نقض تعهدات بین‌الدولی فراتر رفته و به‌عنوان رفتار زیان‌بار با آثار بین‌المللی مورد تحلیل کیفری قرار گیرد، هرچند سازوکار پیگرد کیفری مستقیم برای آن هنوز توسعه نیافته است. چارچوب حقوقی قابل استناد: UN Convention on the Law of the Non-Navigational Uses of International Watercourses (1997) Article 5 (اصل استفاده منصفانه و معقول) Article 7 (تعهد به عدم وارد آوردن ضرر قابل‌توجه) تحلیل ارجاعی: مسدودسازی یا کنترل انحصاری منابع آب مشترک، نقض تعهدات بین‌الدولی است و هنوز به‌عنوان جرم بین‌المللی شناسایی نشده؛ اما در صورت آثار انسانی شدید و نظام‌مند، می‌تواند مبنای تحلیل‌های کیفری نوین قرار گیرد.

۳. تخریب زیرساخت‌های آبی در زمان مخاصمه مسلحانه: تخریب عمدی سدها، شبکه‌های آب‌رسانی یا مخازن آب در جریان جنگ، به‌طور مستقیم با ماده ۵۶ پروتکل الحاقی اول کنوانسیون‌های ژنو در تعارض است که از «تأسیسات و نیروهای حاوی نیروهای خطرناک» حمایت ویژه به‌عمل می‌آورد. در صورت تحقق شرایط لازم، چنین رفتاری می‌تواند به‌عنوان جنایت جنگی در صلاحیت حقوق بین‌الملل کیفری قرار گیرد، به‌ویژه زمانی که منجر به تلفات گسترده غیرنظامیان شود. چارچوب حقوقی صریح و غیرقابل مناقشه: Protocol Additional I to the (1977) Article 56 ICRC (۱۹۷۷) (حمایت ویژه از سدها، دیوارهای حائل و نیروگاه‌های هسته‌ای به‌عنوان «تأسیسات حاوی نیروهای خطرناک») تحلیل ارجاعی: بمباران یا تخریب عمدی سدها و شبکه‌های آبرسانی، در صورت تهدید مستقیم غیرنظامیان، نقض ماده ۵۶ پروتکل اول ژنو و بالقوه مصداق جنایت جنگی است.

۴. استخراج بیش‌ازحد و کنترل‌نشده آب‌های زیرزمینی: برداشت افراطی از سفره‌های آب زیرزمینی، اگرچه غالباً در قالب تخلف یا جرم داخلی تنظیم می‌شود، اما در مواردی که منجر به نابودی بلندمدت منابع حیاتی و تهدید جدی امنیت انسانی گردد، می‌تواند در چارچوب مسئولیت بین‌المللی دولت‌ها و در تحلیل‌های نوین، ذیل مفاهیم جرایم محیط‌زیستی شدید مورد توجه قرار گیرد. چالش اصلی در این حوزه، اثبات آستانه ضرر و عنصر معنوی در سطح بین‌المللی است. چارچوب حقوقی قابل استناد (غیرکیفری اما الزام‌آور): (UN General Assembly Resolution، ۲۰۱۰) به‌رسمیت شناختن حق دسترسی به آب سالم) International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights (ICESCR) Article 11 (حق بر سطح

مناسب زندگی) Article 12 (حق بر بالاترین استاندارد قابل حصول سلامت) تحلیل ارجاعی: اگر استخراج افراطی آب منجر به نقض گسترده و آگاهانه حق دسترسی به آب شود، می‌تواند زمینه‌ساز مسئولیت بین‌المللی دولت و در شرایط خاص، تحلیل کیفری غیرمستقیم شود.

۵. محروم‌سازی اقلیت‌ها یا گروه‌های خاص از دسترسی به آب: محروم‌سازی عمدی و نظام‌مند گروه‌های خاص از دسترسی به آب سالم، درصورتی‌که در قالب یک سیاست یا رویه گسترده علیه جمعیت غیرنظامی اعمال شود، می‌تواند مصداقی از جنایت علیه بشریت تلقی شود. چنین رفتاری، به‌ویژه زمانی که منجر به رنج شدید، بیماری یا مرگ شود، با مفاهیمی مانند آزار و اذیت یا سایر اعمال غیرانسانی در حقوق بین‌الملل کیفری قابل انطباق است. چارچوب کیفری بین‌المللی بسیار مهم: ماده ۷(۱) اساسنامه رم (جنایت علیه بشریت: اعمالی در قالب حمله گسترده یا نظام‌مند علیه جمعیت غیرنظامی) به‌ویژه: Article 7(1)(h) (آزار و اذیت) Article 7(1)(k) (سایر اعمال غیرانسانی با ایجاد رنج شدید) تحلیل ارجاعی: محروم‌سازی سیستماتیک و هدفمند اقلیت‌ها از آب سالم، در صورت تحقق عنصر زمینه‌ای، می‌تواند مصداق جنایت علیه بشریت باشد؛ حتی در زمان صلح.

۶. سیاست‌های دولتی مخرب مؤثر بر منابع آب: سیاست‌های دولتی که به‌طور آگاهانه به تخریب گسترده اکوسیستم‌ها و منابع آبی منجر می‌شوند، مانند برخی سیاست‌های توسعه‌ای یا بهره‌برداری افراطی از منابع طبیعی، درحال‌حاضر بیشتر در چارچوب مسئولیت بین‌المللی دولت‌ها تحلیل می‌شوند. بااین‌حال، در ادبیات نوین حقوق بین‌الملل، این نوع سیاست‌ها به‌عنوان نمونه‌های بالقوه اکوساید مورد بحث قرار گرفته‌اند، هرچند هنوز مبنای کیفری الزام‌آور در حقوق بین‌الملل مثبت ندارند. چارچوب حقوقی فعلی (غیرالزام‌آور): Independent Expert Panel for the Legal Definition of Ecocide (2021) (حمایت شده توسط Stop Ecocide Foundation – فاقد الزام حقوقی) ماده ۵ اساسنامه رم (عدم شمول اکوساید در فهرست جرایم اصلی) تحلیل ارجاعی: سیاست‌های دولتی مخرب درحال‌حاضر در چارچوب حقوق بین‌الملل کیفری قابل پیگرد نیستند، مگر در چارچوب جرایم موجود؛ اما در ادبیات دکترینال به‌عنوان مصادیق بالقوه اکوساید تحلیل می‌شوند.

۱-تخریب منابع آبی

به واسطه اهمیت و جایگاه ویژه آب، شرکت‌کنندگان دومین کنفرانس آب که در مارس ۱۹۹۴ در هلند برگزار شد، تقسیم منابع آب در جهان را «تقسیم حیات» نامیدند (عسگری، ۱۳۸۱).

تخریب منابع آبی از رهگذر انواع آلودگی‌ها و شیوه‌های غیرمجاز حاصل می‌شود؛ در میان انواع مختلف آلاینده‌ها، نفت و فرآورده‌های نفتی سهم چشمگیری در ایجاد آلودگی منابع آبی دارند. کشور ما نیز به دلیل هم‌جواری با خلیج فارس ــ که بخش عمده‌ای از منابع نفتی جهان در آن متمرکز است ـ در معرض آسیب‌های جدی و خسارت‌بار ناشی از ورود این ترکیبات به چرخه‌های زیستی قرار دارد (Canby، ۱۹۹۱). در ادامه به بررسی ابعاد تخریب منابع آبی پرداخته می‌شود.

۱-۱-تخریب منابع آبی و انواع مختلف آلودگی‌ها، برداشت‌های ناپایدار و استفاده‌های غیرمجاز از منابع آبی

از بین رفتن منابع آبی در یک منطقه می‌تواند پیامدهای گسترده‌ای برای اکوسیستم همان محیط داشته باشد و به‌تبع آن، با ایجاد اختلال در تعادل طبیعی، موجب رشد عوامل بیماری‌زا، تهدید امنیت غذایی و بروز هزاران مشکل دیگر شود.

ژاک ایو کوستو باتوجه‌به این مسائل، بارها این جمله را تکرار کرده است: او دریاها را به حوضچه‌هایی تشبیه کرده است که آب رودخانه‌های آلوده و مسموم به آنها وارد می‌شود. وی در سال ۱۹۷۲ بیان کرده است: «آلودگی آب، منشأ آلودگی‌ها است. این آلودگی در هوا منتشر شده، به زمین نفوذ می‌کند و در نهایت با آلودگی اقیانوس‌ها، جهان را به باتلاقی از آلودگی تبدیل می‌سازد» (Canby، ۱۹۹۱). این فرایند تحت تأثیر عوامل گوناگونی به شرح ذیل قرار دارد:

الف) بهره‌برداری غیرقانونی از منابع آبی

بهره‌برداری غیرقانونی از منابع آبی، به یکی از چالش‌های جدی در مدیریت منابع آب جهانی تبدیل شده است. این پدیده که به دلیل رشد جمعیت، گسترش کشاورزی بی‌رویه و ضعف در اجرای قوانین رخ داده، تأثیرات مخربی بر پایداری منابع آبی، اکوسیستم‌ها و معیشت انسان‌ها دارد. رقابت بر سر دسترسی به منابع محدود آب، به تضادهای اجتماعی و اقتصادی منجر شده است. این تضادها در برخی مناطق باعث درگیری‌های محلی و مهاجرت‌های اجباری شده است، که خود تبعات اقتصادی و اجتماعی گسترده‌ای به همراه دارد. در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که «با وجود شمول رفتار مخرب، هیچ معاهده‌ای این اقدام را تحت عنوان جرم قابل مجازات بر اساس حقوق بین‌الملل نمی‌شناسد.» چنین جمله‌هایی باید افزوده شوند.

ب) برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی

برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، به‌ویژه در مناطقی با کمبود آب، پیامدهای جبران‌ناپذیری برای محیط‌زیست و جوامع انسانی به همراه داشته است. این پدیده در کشورهایی مانند هند و ایران که به‌شدت به منابع آب زیرزمینی وابسته هستند، ابعاد بحرانی پیدا کرده است. وضعیت در هند: هند به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان آب زیرزمینی در جهان، با بحران جدی کاهش منابع زیرزمینی مواجه است. براساس گزارش سازمان غذا و کشاورزی (FAO، ۲۰۲۰) سالانه بیش از ۲۵ میلیون چاه کشاورزی به‌طور غیرقانونی از منابع آب زیرزمینی در این کشور بهره‌برداری می‌کنند. این برداشت بی‌رویه در دهه گذشته باعث کاهش میانگین ۱۵ متر از سطح

آب زیرزمینی در بسیاری از مناطق، از جمله ایالت‌های پنجاب و هاریانا شده است. وابستگی شدید به کشاورزی آبی و عدم نظارت کافی بر حفر چاه‌های غیرمجاز، عامل اصلی این بحران است. علاوه‌براین، کاهش سطح آب زیرزمینی منجر به شوری آب و کاهش کیفیت آن شده است، که خود چالش‌های جدیدی را برای کشاورزان و جامعه ایجاد کرده است. براساس گزارش FAO (۲۰۲۱) بیش از ۶۰ درصد کشورهای خاورمیانه و آسیای جنوبی با کاهش جدی سطح سفره‌های زیرزمینی مواجه هستند. در این مناطق، رشد جمعیت، تغییرات اقلیمی و توسعه غیرپایدار کشاورزی فشار زیادی بر منابع آب زیرزمینی وارد کرده است. به‌عنوان‌مثال، در پاکستان و بنگلادش، استفاده غیرقانونی و بیش از حد از آب زیرزمینی باعث کاهش شدید کیفیت آب شده است، به‌طوری‌که مقادیر زیادی آرسنیک در آب‌های زیرزمینی شناسایی شده که تهدیدی جدی برای سلامت انسان‌ها به شمار می‌رود.

این کاهش سطح، در کنار دشواری دسترسی به آب شرب، منجر به فرونشست زمین در بسیاری از مناطق شده است. بر اساس World Health Organization (۲۰۲۱) فرونشست زمین در مناطقی مانند شمال هند و جنوب ایران، سالانه بین ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر است که تهدیدی جدی برای زیرساخت‌ها، ساختمان‌ها و زمین‌های کشاورزی محسوب می‌شود. همچنین برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی موجب کاهش کیفیت آب شده است. نفوذ آب شور به سفره‌های زیرزمینی، به‌ویژه در مناطق نزدیک به دریاها، یکی از نتایج این برداشت‌های بی‌رویه است. این پدیده در مناطقی مانند سواحل خلیج فارس و سواحل غربی هند به‌شدت محسوس است. کاهش دسترسی به آب زیرزمینی باعث کاهش تولید محصولات کشاورزی، افزایش هزینه‌های آبیاری و در نتیجه فشار اقتصادی بر کشاورزان شده است.

ج) استفاده انحصاری توسط صنایع بزرگ

بسیاری از شرکت‌های چندملیتی، به‌ویژه در صنایع نوشیدنی، معدن و تولیدات صنعتی، از منابع آبی کشورها به‌طور گسترده و اغلب بدون در نظر گرفتن نیازهای محلی یا پیامدهای محیط‌زیستی بهره‌برداری می‌کنند. این مسئله به بروز نابرابری‌های اجتماعی، تنش‌های محلی و کاهش دسترسی جوامع به منابع حیاتی آب منجر شده است. یکی از برجسته‌ترین نمونه‌های این پدیده، صنایع نوشیدنی و تولید آب معدنی است. شرکت‌های چندملیتی مانند کوکاکولا و پپسی در بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه، از جمله هند، مکزیک و برزیل، به بهره‌برداری گسترده از منابع آبی پرداخته‌اند.

شرکت کوکاکولا در ایالت کرالا هند به دلیل برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی، با انتقادات شدید محلی مواجه شده است. طبق گزارش ایندیا ریسورس سنتر (۲۰۲۰) این شرکت سالانه بیش از ۵۰۰,۰۰۰ لیتر آب زیرزمینی را در یک کارخانه در پلاچیمادا برداشت می‌کرد. این برداشت گسترده باعث کاهش شدید سطح آب زیرزمینی شده و بسیاری از کشاورزان و روستاییان را با بحران کم‌آبی مواجه کرده است. در نتیجه اعتراضات محلی و فشارهای بین‌المللی، فعالیت این کارخانه در سال ۲۰۰۴ متوقف شد؛ اما آثار محیط‌زیستی و اجتماعی آن همچنان باقی است.

در مکزیک، کوکاکولا یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان آب زیرزمینی است. گزارش منتشر شده World Bank (۲۰۲۰) نشان می‌دهد که این شرکت در ایالت‌های خشک مکزیک، مانند سن لوییس پوتوسی، از منابع آبی به‌صورت انحصاری بهره‌برداری کرده و باعث کاهش دسترسی جوامع محلی به آب شرب شده است. هم‌زمان، آب‌های بسته‌بندی شده این شرکت به قیمت‌های بالایی به همین جوامع فروخته می‌شود، که خود باعث ایجاد نارضایتی گسترده شده است. بهره‌برداری در صنایع معدنی صنایع معدنی نیز از دیگر مصرف‌کنندگان انحصاری منابع آبی هستند که تأثیرات شدیدی بر منابع آبی جوامع محلی دارند. این صنایع برای فرآیندهای استخراج و شستشوی مواد معدنی، به مقادیر عظیمی از آب نیاز دارند و اغلب این آب را از منابع محلی تأمین می‌کنند. شرکت‌های معدنی مانند BHP Billiton و Antofagasta Minerals در بیابان آتاکامای شیلی، یکی از خشک‌ترین مناطق جهان، به بهره‌برداری گسترده از منابع آبی پرداخته‌اند.

این شرکت‌ها سالانه بیش از ۶۵ درصد از منابع آبی محلی را مصرف می‌کنند. درحالی‌که جوامع بومی و کشاورزان محلی با کمبود شدید آب مواجه هستند. علاوه‌براین، استفاده از آب برای استخراج مس و لیتیوم در این منطقه، منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی شده و تنش‌های اجتماعی گسترده‌ای را به همراه داشته است. صنایع بزرگ نه تنها آب‌های محلی را مصرف می‌کنند، بلکه با تخلیه پساب‌های آلوده به منابع آبی، کیفیت آن‌ها را نیز به شدت کاهش می‌دهند. این آلودگی‌ها به کاهش تنوع زیستی، از بین رفتن اکوسیستم‌های آبی و تهدید سلامت انسان‌ها منجر می‌شود. طبق گزارش World Resources Institute WRI (۲۰۲۱) صنایع معدنی و نوشیدنی مسئول بیش از ۱۵ درصد از مصرف جهانی آب‌های زیرزمینی در مناطق بحرانی هستند.

د) استفاده از آب به‌عنوان ابزار جنگی

درگیری‌های مسلحانه و جنگ‌های داخلی در مناطق مختلف جهان، منابع آبی را به یکی از ابزارهای راهبردی برای اعمال فشار و تسلط بر جمعیت غیرنظامی تبدیل کرده‌اند. کنترل، قطع یا تخریب منابع آبی، پیامدهای زیان‌باری برای جمعیت‌های غیرنظامی و محیط‌زیست داشته و از سوی نهادهای بین‌المللی، مانند سازمان ملل، به‌عنوان نقض آشکار حقوق بشر شناخته شده است. در جریان جنگ داخلی سوریه، آب به یک ابزار کلیدی در راهبردهای نظامی تبدیل شد. طرفین درگیری، نظیر از دولت سوریه و گروه‌های مخالف، از کنترل منابع آبی برای اعمال فشار بر جوامع غیرنظامی استفاده کردند. براساس گزارش سازمان ملل در ۲۰۱۹ ، طرفین درگیری به‌طور مکرر خطوط لوله آب را تخریب کرده یا دسترسی به منابع آبی را مسدود کردند. در سال ۲۰۱۵، کنترل

بر رودخانه فرات و منابع آبی مرتبط، به یکی از ابزارهای اصلی گروه داعش برای اعمال فشـــار بر مناطق تحت کنترل دولت تبدیل شـــد. قطع دســـترســـی به منابع آب توســـط گروه‌های مســـلح باعث ایجاد بحران‌های انســـانی، از جمله شـــیوع بیماری‌ها و مهاجرت‌های گســـترده در مناطقی مانند حلب و رقه شد.

در جریان جنگ خلیج فارس در ســـال ۱۹۹۱ نیز اســـتفاده از منابع آبی به‌عنوان ابزار جنگی، خســـارات جبران‌ناپذیری به زیرساخت‌ها و محیط‌زیست عراق وارد کرد. نیروهای عراقی در جریان عقب‌نشینی از کویت، سدهای مهم را تخریب کردند تا پیشـروی نیروهای ائتلاف را کند کنند و آسـیب‌های محیطی و انسانی گسترده‌ای ایجاد کنند. براساس گزارش World Bank (۲۰۱۹) تخریب این سـدها باعث نابودی بخش‌های وسـیعی از زمین‌های کشاورزی و زیرساخت‌های آبی شد. تخریب سدها باعث آزاد شـدن مقادیر عظیمی از آب و ایجاد سـیلاب‌هایی شـد که نه تنها مناطق کشـاورزی را نابود کرد، بلکه باعث آلودگی منابع آب و تخریب اکوسیستم‌های طبیعی شد.

یکی از نمونه‌های دیگر اسـتفاده از منابع آبی به‌عنوان ابزار جنگی، جنگ یمن اسـت. طبق گزارش World Bank (۲۰۲۰) تخریب زیرساخت‌های آبی در مناطق شهری و روستایی توسط نیروهای متخاصـم، بحران انسـانی را تشـدید کرد. تخریب زیرسـاخت‌های آبرسـانی در صـنعا و حدیده، باعث شـد میلیون‌ها نفر به آب شرب ایمن دسترسی نداشته باشند. این اقدام از سوی سازمان ملل، به‌عنوان یک استراتژی برای اعمال فشـار بر غیرنظامیان و تسـلیم آن‌ها در مقابل طرفین درگیری تلقی شده است. بحران کم‌آبی ناشی از تخریب زیرساخت‌ها، شیوع بیماری‌هایی مانند وبا را به شدت افزایش داد. بر اساس آمار World Bank (۲۰۲۰) بیش از ۱ میلیون مورد ابتلا به وبا در یمن گزارش شده است که بسیاری از آن‌ها ناشی از آلودگی منابع آبی بوده‌اند. براســـاس گزارش (UNESCO، ۲۰۲۱) در بیش از ۴۵ درصد از درگیری‌های مسلحانه در دهه‌های اخیر، منابع آبی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به‌عنوان ابزار جنگی مورد استفاده قرار گرفتند.

۱-۲- اسناد بین‌المللی مرتبط

برخی از اسناد بین‌المللی مرتبط با این موضوع عبارتند از:

الف) کنوانسـیون رامسـر (Ramsar convention، ۱۹۷۱) این معاهده برای حفاظت از تالاب‌ها و منابع آبی با ارزش جهانی تدوین شـده اسـت. تاکنون، بیش از ۱۷۰ کشـور عضـو این کنوانسـیون شـده‌اند و ۲,۴۰۰ تالاب به‌عنوان مناطق حفاظت شده تعیین شدند. بر اساس گزارش IUCN (۲۰۲۱) بیش از ۵۰ درصـد از تالاب‌های حفاظت شـده در معرض تهدید ناشـی از آلودگی، تغییرات اقلیمی و بهره‌برداری بیش‌ازحد هستند.

ب) کنوانسـیون بازل (UNEP، ۱۹۸۹) این معاهده بر مدیریت صـحیح پسـماندهای خطرناک و جلوگیری از ورود آن‌ها به منابع آبی تأکید دارد. طبق گزارش UNEP (۲۰۲۰) بیش از ۹۰ درصـد از کشـورهای عضـو، برنامه‌های ملی برای مدیریت پسماندهای خطرناک تدوین کرده‌اند.

ج)حقوق بین‌الملل بشردوستانه: (ICRC، ۱۹۷۷) این پروتکل‌ها اسـتفاده از منابع آبی برای آسـیب رسـاندن به جمعیت غیرنظامی را ممنوع کرده‌اند. براســاس گزارش ICRC (۲۰۱۹) درگیری‌های اخیر در یمن و سـوریه نشـان داد این قوانین در شرایط جنگ‌های نامتقارن اغلب نادیده گرفته می‌شوند.

۱-۳- کنوانسیون‌ها

کنوانســیون‌ها و حقوق بین‌المللی موضــوع را می‌توان به دو دسته کلی، طبقه‌بندی کرد:

الف) کنوانسیون‌های حفاظت از محیط‌زیست:

در این دسته می‌توان به دو کنوانسیون زیر اشاره نمود؛

-کنوانسیون مارپل[۷]

یکی از مهمترین اسـناد بین‌المللی در زمینه حفاظت از محیط‌زیسـت دریایی، کنوانسـیون بین‌المللی جلوگیری از آلودگی ناشـی از کشـتی‌ها (مارپل) اسـت. این کنوانسـیون به‌دنبال رشـد فزاینده حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی و مواد شیمیایی، توسط سازمان بین‌المللی دریانوردی[۸] در سال ۱۹۷۳ در لندن تصـویب شـد. در این مورد، قوانین بین‌المللی مانند کنوانسیون مارپل که به پیشگیری از آلودگی ناشی از کشتی‌ها می‌پردازد، بر مسئولیت کشورها و شرکت‌ها برای جلوگیری از این نوع آلودگی تأکید دارند.

مارپل تلفیقی از دو معاهده مصوب در سال‌های ۱۹۷۳ و ۱۹۷۸ میلادی است و تاکنون اصلاحات متعددی بر آن اعمال شده اسـت. این کنوانسـیون دارای ۶ ضـمیمه بوده و از سـال ۱۹۸۳ لازم‌الاجرا شـده و هم‌اکنون ۱۱۹ کشـور به عضـویت آن درآمده است. مواد ۴ و ۵ کنوانسیون، دولت‌ها را ملزم به تدوین قوانین داخلی در راســتای اجرای آن می‌کند و بندهای ۶ و ۷ نیز بازرسی کارآمد از کشتی‌های خارجی و جلوگیری از توقیف‌های بی‌مورد را مورد تأکید قرار داده است.

-کنوانسـیون پاریس (کنوانسـیون حفاظت از محیط‌زیسـت دریایی)

بسیاری از کنوانسیون‌های بین‌المللی، مانند کنوانسیون جهانی تنوع زیسـتی[۹] که مربوط به آلودگی دریاها و آب‌ها اسـت، بر لزوم جلوگیری از آلودگی و تخریب منابع آبی تأکید دارند. برخی از این کنوانسیون‌ها، به ویژه در زمینه آلودگی صنعتی و نفتی در دریاها، ممکن اسـت به نوعی به عنوان جنایت علیه محیط‌زیسـت یا جنایت علیه آب در نظر گرفته شـوند. به‌عنوان‌مثال ریختن عمدی یا غیرعمدی نفت در دریاها می‌تواند به‌طور جدی به اکوسیستم‌های دریایی آسیب بزند و اثرات زیان‌باری بر منابع آبی و زیسـتگاه‌های دریایی داشـته باشد. این‌گونه آلودگی‌ها می‌توانند به عنوان نقض جدی حقوق محیط زیسـت و در موارد خاص در حقوق داخلی کشـورها به عنوان جنایت‌های محیط‌زیسـتی شـناخته شـوند. برخی از صنایع نیز ممکن است به‌طور عمدی یا به دلیل سهل‌انگاری، مواد سمی را وارد منابع آبی کنند که به شدت بر کیفیت آب و

سلامت انسان‌ها تأثیر می‌گذارد. این نوع آلودگی‌ها نیز ممکن است تحت چارچوب‌های قانونی به‌عنوان جنایت محیط‌زیستی در نظر گرفته شوند، زیرا به‌طور مستقیم به منابع آبی آسیب می‌زنند.

ب) کنوانسیون‌های مربوط به آب‌های مرزی

از این دسته کنوانسیون‌ها می‌توان به کنوانسیوون هلسینکی و کنوانسیون نیورک اشاره کرد:

-کنوانسیون هلسینکی

کنوانسیون آب سازمان ملل که در سال ۱۹۹۲ در هلسینکی امضا و در ۱۹۹۶ اجرایی شد، در ماده ۲۲ خود به «حل و فصل اختلافات» از طریق مذاکره و روش‌های مسالمت‌آمیز تأکید دارد. این یعنی امکان ارجاع پرونده‌ها به محاکم داخلی یا حتی دادگاه کیفری بین‌المللی وجود دارد، هرچند با محدودیت‌هایی همراه است.

کنوانسیون‌های بین‌المللی آب‌های مرزی مانند کنوانسیون هلسینکی ۱۹۹۲ و کنوانسیون نیویورک ۱۹۹۷ به تنظیم استفاده و حفاظت از رودخانه‌ها و دریاچه‌های مرزی می‌پردازند. درصورتی‌که یک کشور به طور عمدی یا غیرعمدی باعث آلودگی یا تخریب آب‌های مرزی شود، این می‌تواند به عنوان یک نقض حقوق بین‌المللی و نقض حاکمیت آب‌های مشترک شناخته شود.

-کنوانسیون نیویورک

کنوانسیون استفاده‌های غیرملاحی از آبراه‌های بین‌المللی ۱۹۹۷ است که در نیویورک امضا و در ۲۰۱۴ لازم‌الاجرا شده و با رویکردی محیط‌زیستی‌تر، آب شیرین را مستقیماً مدنظر قرار می‌دهد. این کنوانسیون بر اصل «استفاده منصفانه و معقول» تأکید دارد و کشورهای عضو موظف به رعایت آن هستند، اما راهکارهای آن بیشتر مدنی مانند مذاکره، داوری یا ارجاع به دیوان بین‌المللی دادگستری است و ضمانت اجرای کیفری مشخصی در آن وجود ندارد. بنابراین، هرچند معاهدات موجود گامی مهم در تنظیم روابط و تعهدات کشورها است، اما هنوز خلاء قابل توجهی در زمینه تعریف و پیگرد کیفری جرایم آبی بین‌المللی دیده می‌شود.

ج) تفاوت میان مسئولیت بین‌المللی دولت و مسئولیت کیفری فردی

یکی از چالش‌های اساسی در تحلیل حقوقی جرایم مرتبط با منابع آب، خلط میان دو رژیم متمایز اما مکمل در حقوق بین‌الملل است: **مسئولیت بین‌المللی دولت‌ها** و **مسئولیت کیفری فردی**. این تمایز، به‌ویژه در بررسی معاهدات بین‌المللی آب، اهمیتی بنیادین دارد و عدم تفکیک آن می‌تواند مبنای نظری تحلیل کیفری را مخدوش سازد.

مسئولیت بین‌المللی دولت‌ها ناظر بر انتساب رفتار متخلفانه به یک دولت به‌عنوان شخص حقوقی بین‌المللی است. در این چارچوب، نقض تعهدات معاهده‌ای یا عرفی؛ از جمله تعهد به استفاده منصفانه و معقول از منابع آب یا جلوگیری از وارد آوردن ضرر قابل‌توجه به دولت‌های دیگر، منجر به مسئولیت دولت می‌شود. پیامدهای این مسئولیت عمدتاً **غیرکیفری** است و شامل تعهد به توقف رفتار متخلفانه، جبران خسارت، تضمین عدم تکرار و حل‌وفصل اختلافات از طریق سازوکارهای مسالمت‌آمیز می‌گردد.

در مقابل، **مسئولیت کیفری بین‌المللی** مستلزم انتساب رفتار مجرمانه به **شخص حقیقی** است و نه به دولت. در حقوق کیفری بین‌الملل، تنها اشخاص حقیقی می‌توانند مرتکب «جنایت بین‌المللی» شوند و تحقق این مسئولیت نیازمند احراز عناصر مادی، معنوی و زمینه‌ای جرم است. این منطق در اساسنامه دادگاه کیفری بین‌المللی نیز به‌روشنی پذیرفته شده و دولت‌ها، به‌عنوان اشخاص حقوقی، موضوع مسئولیت کیفری قرار نمی‌گیرند، هرچند ممکن است هم‌زمان مسئولیت بین‌المللی دولت نیز مطرح باشد.

براین‌اساس، معاهدات بین‌المللی آب مانند **کنوانسیون هلسینکی ۱۹۹۲** و **کنوانسیون نیویورک ۱۹۹۷** صرفاً در قلمرو مسئولیت بین‌المللی دولت‌ها عمل می‌کنند. کنوانسیون هلسینکی با تمرکز بر همکاری، پیشگیری و حل‌وفصل اختلافات، در ماده ۲۲ خود سازوکارهای مسالمت‌آمیز مانند مذاکره و داوری را پیش‌بینی کرده و فاقد هرگونه نظام کیفری برای مجازات اشخاص حقیقی است. به همین ترتیب، کنوانسیون نیویورک با تأکید بر اصل استفاده منصفانه و معقول و تعهد به عدم وارد آوردن ضرر قابل‌توجه، ابزارهایی مدنی و بین‌الدولی مانند مذاکره یا ارجاع اختلاف به دیوان بین‌المللی دادگستری را ارائه می‌دهد و وارد حوزه مسئولیت کیفری فردی نمی‌شود.

بنابراین، نقض تعهدات مندرج در این معاهدات، حتی در موارد آلودگی یا تخریب گسترده منابع آب، به‌خودی‌خود منجر به مسئولیت کیفری بین‌المللی اشخاص نمی‌شود، مگر آن‌که رفتار ارتکابی واجد شرایط یک جنایت بین‌المللی مستقل در چارچوب حقوق کیفری بین‌الملل باشد. این تمایز نشان می‌دهد که هرچند معاهدات موجود نقش مهمی در تنظیم روابط و مسئولیت دولت‌ها ایفا می‌کنند، اما خلأ قابل‌توجهی در زمینه **انتساب کیفری رفتارهای مخرب علیه منابع آب به اشخاص حقیقی** همچنان باقی است.

ازاین‌رو، استناد به کنوانسیون‌های بین‌المللی آب باید در چارچوب مسئولیت دولت‌ها صورت گیرد و هرگونه بحث درباره «جنایت علیه آب» در سطح بین‌المللی، مستلزم عبور تحلیلی از این رژیم و ورود آگاهانه به منطق مسئولیت کیفری فردی است؛ امری که فقدان آن، یکی از چالش‌های اصلی حقوق بین‌الملل معاصر در حوزه حفاظت کیفری از منابع آب محسوب می‌شود.

۱-۴- حقوق بین‌الملل محیط‌زیست و منابع آبی

صنعتی‌شدن جوامع، گسترش صنایع، پیشرفت فناوری، و توسعه‌ی حمل‌ونقل برای تأمین نیازهای بشری و دستیابی به رفاه، موجب دخالت گسترده‌ی انسان در محیط طبیعی شده‌اند. این مداخلات، همراه با ورود فاضلاب‌های صنعتی و

کشاورزی و آلاینده‌هایی مانند مواد نفتی به منابع آبی، منجر به آلودگی شدید آب‌ها شده‌اند (خالقی و همکاران، ۱۳۹۲). با گسترش بحران‌های محیط‌زیستی و تشدید آلودگی منابع آبی، ضرورت حمایت کیفری از محیط‌زیست در سطح داخلی و بین‌المللی بیش از گذشته احساس می‌شود. منابع آب، به‌عنوان یکی از حیاتی‌ترین اجزای اکوسیستم، نقش مستقیمی در سلامت عمومی، امنیت غذایی و تعادل طبیعی دارند و از بین رفتن آن‌ها می‌تواند پیامدهایی جبران‌ناپذیر مانند شیوع بیماری، نابودی حیات‌وحش و برهم‌خوردن نظم زیستی به‌همراه داشته باشد. بیانیه‌های بین‌المللی مانند اعلامیه استکهلم ۱۹۷۲ و ریو ۱۹۹۲ بر مسئولیت دولت‌ها در تنظیم قوانین ملی برای جبران خسارات محیط‌زیستی تأکید کرده‌اند، اما در بسیاری موارد، اقدامات مخرب شرکت‌های صنعتی قدرتمند با ضمانت‌های صرفاً مدنی مواجه می‌شود (رمضانی قوام آبادی، ۱۳۹۲). این وضعیت، از نفوذ لابی‌های اقتصادی در فرآیند جرم‌انگاری ناشی شده و موجب نادیده‌گرفتن تهدیدات جدی علیه منابع طبیعی شده است (بهره‌مند و رستمی، ۱۳۹۵). با اینکه این سند عمدتاً به لزوم جبران خسارات وارده به محیط‌زیست توسط مرتکبان جرایم محیط‌زیستی اشاره دارد، اما در بسیاری از نظام‌های حقوقی، چنین مسئولیتی صرفاً در چارچوب مدنی باقی نمانده و به‌تدریج، برداشت‌ها و رویه‌ها به سمت شناسایی مسئولیت کیفری برای این‌گونه اقدامات نیز گسترش یافته‌اند (World Resources Institute، ۲۰۲۱).

در نبود یک چارچوب کیفری جامع بین‌المللی برای جرایم محیط‌زیستی، تنها در برخی موقعیت‌های خاص مانند زمان جنگ امکان پیگرد کیفری جرایم آبی وجود دارد. یکی از معدود استثناها در این زمینه، مقررات مرتبط با کنوانسیون‌های ژنو است. بر اساس ماده ۵۶ از پروتکل اول و ماده ۱۵ از پروتکل دوم الحاقی به کنوانسیون‌های ژنو ۱۹۷۷، هرگونه حمله به تأسیسات زیرساختی خطرناک؛ از جمله سدها و خاکریزها ممنوع است، مشروط بر اینکه چنین حمله‌ای ممکن است منجر به رهایی نیروهای خطرناک (مانند حجم عظیم آب) و مرگ‌ومیر شدید غیرنظامیان شود. از آنجا که تأسیسات آبی غالباً در حوزه‌های داخلی قرار دارند، پیگرد این‌گونه جرایم در عمل بیشتر به نظام‌های حقوقی ملی[10] وابسته است تا سازوکارهای بین‌المللی. در همین راستا، پژوهشگران تأکید کرده‌اند که: «قانون کیفری محیط‌زیستی همچنان ابزار کشورها باقی خواهد ماند، چراکه در حقوق بین‌الملل، پذیرش مسئولیت کیفری دولت هنوز رواج ندارد».

در نتیجه، بسیاری از موارد نقض جدی محیط‌زیست آبی به اقداماتی مانند اطلاع‌رسانی، کمک اضطراری، جبران خسارت یا پاک‌سازی ختم می‌شوند و نه به پیگرد کیفری. به‌عنوان‌مثال؛ محدودیت‌های حمله به تأسیسات حیاتی مانند سدها و تصفیه‌خانه‌ها بیشتر جنبه‌ی توصیه‌ای دارند تا الزام‌آور. **پتر گلیک**[11]، کارشناس برجسته منابع آب، هشدار می‌دهد که این وضعیت باعث می‌شود اقدامات تخریبی که بازسازی و بازگشت به صلح را دشوار می‌کنند، به‌راحتی رخ دهند بی‌آنکه پاسخگویی مؤثری در پی داشته باشند. بنابراین، تا زمانی که حقوق بین‌الملل نتواند مسئولیت کیفری روشن و الزام‌آور برای جرایم آبی در زمان صلح تعریف کند، اجرای عدالت عمدتاً به قوانین داخلی کشورها و اراده‌ی سیاسی آن‌ها وابسته خواهد ماند.

برخی سفره‌های آب زیرزمینی از طریق نفوذ آب باران و روان‌آب‌ها به‌صورت طبیعی تغذیه می‌شوند، اما تغییرات اقلیمی، به‌ویژه دگرگونی الگوهای بارندگی، می‌تواند این فرآیند را مختل کرده و فرصت‌هایی برای سوءاستفاده انسانی ایجاد کند؛ از جمله انحراف عامدانه جریان‌های سطحی برای جلوگیری از تغذیه منابع زیرزمینی، برداشت بی‌رویه و غیرقانونی از این منابع (موسوم به «معدن‌کاری آبی»)[12] و تغییر تخصیص آب به‌نفع منافع سیاسی یا اقتصادی خاص. چنین اقدامات عامدانه‌ای، باتوجه‌به نقش حیاتی آب شیرین در بقای جمعیت‌ها، می‌توانند به‌عنوان اشکال نوظهور جرم آبی در سطح بین‌المللی شناسایی شوند. درحالی‌که حقوق بین‌الملل سابقه‌ای در پرداختن به آسیب‌های محیط‌زیستی دارد، فشار بر منابع آب شیرین عمدتاً در چارچوب قوانین ملی و تحت عناوینی همچون کلاهبرداری، توطئه یا تروریسم پیگیری شده که در مواجهه با بحران جهانی آب کافی نیست. تغییرات اقلیمی ناشی از فعالیت انسانی، که فشار بر منابع آبی را تشدید می‌کند، ضرورت توسعه‌ی چارچوب‌های بین‌المللی برای شناسایی، پیگرد و پیشگیری از این جرایم را دوچندان کرده است. این امر مستلزم اصلاح و گسترش توافق‌نامه‌های بین‌المللی موجود، از جمله کنوانسیون سازمان ملل متحد درباره حفاظت و استفاده از آبراه‌های مرزی و دریاچه‌های بین‌المللی، و همچنین تعریف مسئولیت کیفری برای رفتارهایی است که باعث تشدید یا بهره‌برداری از تنش آبی می‌شوند. افزون‌براین، منابعی مانند آب‌های زیرزمینی، باران ذخیره شده، روان‌آب‌ها و فاضلاب تصفیه شده باید در قالب یک چارچوب حقوقی یکپارچه برای مدیریت منابع آب شیرین گنجانده شوند. در نهایت، محافظت جدی و منسجم از منابع آب نه‌تنها پیش‌شرط توسعه پایدار بلکه ضامن بقای تمدن بشری است؛ هدفی که تنها از طریق تعهدات الزام‌آور چندجانبه، نظارت مؤثر و پیگرد کیفری جدی در سطح بین‌المللی قابل تحقق خواهد بود.

۱-۴-۱- تهدیدهای پیش روی منابع آبی

تهدیدهای پیش‌روی منابع آبی جهانی فراتر از چالش‌های محض محیط‌زیستی هستند و ابعاد اقتصادی، اجتماعی و بهداشتی گسترده‌ای دارند. این تهدیدها به شدت تحت تأثیر روندهای رشد جمعیت، تغییرات اقلیمی و سیاست‌های مدیریت منابع آبی قرار دارند. بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبی و آلودگی‌های ناشی از صنایع و کشاورزی از جمله عواملی هستند که به تخریب کیفیت و کمیت آب‌ها منجر می‌شوند.

ازاین‌رو، نگرانی‌ها برای آینده تأمین آب سالم و کافی برای جمعیت جهانی روز به روز بیشتر می‌شود.

الف) آلودگی صنعتی: آلودگی منابع آبی به واسطه فاضلاب‌های صنعتی یکی از تهدیدات جدی برای اکوسیستم‌های آبی است. مواد شیمیایی سمی که از کارخانه‌ها و صنایع به رودخانه‌ها و دریاها وارد می‌شود، می‌تواند زندگی آبی را به‌طور گسترده‌ای تحت تأثیر قرار دهد. علاوه‌براین، آلودگی ناشی از فعالیت‌های استخراج معادن، فرآیندهای تولیدی و تخلیه فاضلاب‌های صنعتی می‌تواند باعث مسمومیت منابع آب شود و کیفیت آن‌ها را به حدی کاهش دهد که دیگر قابل استفاده نباشند.

ب)دفع زباله‌های سمی: دفع نادرست زباله‌ها و مواد شیمیایی خطرناک، از جمله ضایعات کشاورزی و صنعتی، در بسیاری از مناطق موجب آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی می‌شود. این مواد نه تنها بر کیفیت آب تأثیر می‌گذارند، بلکه می‌توانند وارد زنجیره غذایی شوند و سلامت انسان‌ها و حیوانات را تهدید کنند. برخی از این مواد حتی می‌توانند در بدن موجودات زنده تجمع یافته و باعث بروز بیماری‌های مختلف شوند.

ج) بهره‌برداری بیش از حد از منابع آبی: یکی از بزرگترین تهدیدات در برابر منابع آبی، برداشت بی‌رویه از آن‌ها به‌ویژه در کشاورزی است. در بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه، به‌ویژه در مناطقی که با خشکسالی و کمبود بارش مواجه هستند، برداشت بیش از حد آب‌های زیرزمینی برای آبیاری کشاورزی و مصارف دیگر باعث کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و فروپاشی منابع آب شده است. این وضعیت نه تنها به کاهش کیفیت آب منجر می‌شود، بلکه باعث بروز بحران‌های اقتصادی و اجتماعی در جوامع محلی می‌شود.

د)تغییرات اقلیمی و اثرات آن بر منابع آبی: تغییرات اقلیمی به‌طور مستقیم بر توزیع و در دسترس بودن منابع آب تأثیر می‌گذارد. افزایش دما باعث تبخیر بیشتر آب‌ها، کاهش بارش‌ها و تغییر الگوهای بارش می‌شود که در نتیجه موجب کمبود آب در برخی مناطق می‌شود. به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، این تغییرات می‌تواند به کاهش دسترسی به منابع آبی و تشدید بحران‌های آبی منجر شود. پیامدهای بهداشتی و اجتماعی: کمبود آب پاک و سالم و آلودگی منابع آبی به‌شدت بر سلامت انسان تأثیر می‌گذارد. بسیاری از بیماری‌ها و عفونت‌های مربوط به آب آلوده، از جمله اسهال، بیماری‌های تنفسی و انواع عفونت‌های پوستی، در مناطقی با منابع آبی آلوده شیوع بیشتری دارند. علاوه‌برآن، در مناطقی که منابع آب به شدت محدود است، مردم برای تأمین آب به منابع غیر بهداشتی یا آبی که از فاضلاب‌های صنعتی و کشاورزی آلوده شده‌اند، متکی می‌شوند که باعث گسترش بیماری‌ها و افزایش نرخ مرگ‌ومیر می‌شود.

ه) منطقه‌ای شدن تهدیدها: مناطق خاصی مانند جنوب آسیا و آفریقا به شدت تحت تأثیر تغییرات اقلیمی و بحران آب قرار دارند. این مناطق به دلیل رشد سریع جمعیت، وابستگی زیاد به کشاورزی و کمبود زیرساخت‌های مناسب برای مدیریت منابع آب، با تهدیدات زیادی مواجه هستند. در این مناطق، کمبود آب نه تنها بر امنیت غذایی و اقتصادی تأثیر می‌گذارد؛ بلکه می‌تواند منجر به بروز تنش‌ها و درگیری‌های اجتماعی نیز شود.

برای مقابله با این تهدیدات، نیاز به سیاست‌ها و تدابیر موثر در مدیریت منابع آب، کاهش آلودگی‌ها، و بهره‌برداری پایدار از منابع آبی است. استفاده از فناوری‌های نوین مانند تصفیه فاضلاب، توسعه سیستم‌های آبیاری کارآمدتر، و تغییرات در رفتار مصرفی آب می‌تواند به کاهش فشار بر منابع آبی کمک کند. همچنین، آگاهی‌بخشی عمومی و تقویت همکاری‌های بین‌المللی در زمینه حفاظت از منابع آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. باتوجه‌به گستردگی و پیچیدگی این تهدیدات، اقدامات فوری و جامع برای مقابله با آن‌ها ضروری است. بدون شک، دستیابی به یک آینده پایدار برای منابع آبی جهان نیازمند همکاری‌های جهانی، سیاست‌گذاری‌های هوشمندانه و تغییرات بنیادین در شیوه‌های بهره‌برداری از آب است.

۱-۴-۲- بررسی معاهدات دو یا چندجانبه درباره استفاده مشترک از رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دیگر منابع آبی

جامعه جهانی طی چند دهه اخیر، برای مهار بحران‌های محیط‌زیستی گام‌های اساسی برداشته است. از جمله، انعقاد بیش از ۳۰۰ معاهده چندجانبه، حدود ۱۰۰۰ معاهده دوجانبه و بالغ بر ۷۰ سند بین‌المللی که بخش قابل توجهی از آن‌ها به حفاظت از منابع آبی اختصاص یافته است (مولائی، ۱۳۸۶). بااین‌حال، مطالعه قوانین و مقررات کیفری در حوزه آیین دادرسی نشان می‌دهد در زمینه تشکیل دادگاه‌های تخصصی مرتبط با منابع آب خلأهای قابل‌توجهی وجود دارد. این فقدان ساختار قضایی تخصصی، رسیدگی مؤثر به جرائم محیط‌زیستی را با چالش‌هایی جدی روبه‌رو ساخته است.

الف) کنوانسیون کویت

کنوانسیون منطقه‌ای کویت مشتمل بر ۳۰ ماده است و از کشورهای عضو می‌خواهد تا فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی خود را به گونه‌ای سازماندهی کنند که موجب آلودگی محیط‌زیست دریایی نشود. پس از تصویب این کنوانسیون، سه پروتکل الحاقی نیز به تصویب رسید: اول، پروتکل ویژه آلودگی ناشی از اکتشاف و استخراج در فلات قاره، دوم: پروتکل مقابله با آلودگی ناشی از منابع مستقر در خشکی، سوم: پروتکل مربوط به حمل‌ونقل و دفع مواد زائد خطرناک در دریا.

ب) کنوانسیون تهران

کنوانسیون تهران دارای شش بند مقدماتی و ۳۷ ماده است. در بندهای مقدماتی، به تخریب محیط‌زیست دریای خزر ناشی از فعالیت‌های انسانی از جمله دفع زباله‌ها و آلاینده‌ها اشاره شده و بر ضرورت حفاظت از منابع زنده برای نسل‌های فعلی و آینده تأکید شده است (مولائی، ۱۳۸۶).

این کنوانسیون بر جلوگیری، کاهش و کنترل آلودگی‌ها تمرکز دارد و در ماده ۱۱، آلودگی‌ها را به پنج دسته تقسیم می‌کند: ۱-آلودگی ناشی از خشکی، ۲-فعالیت‌های مربوط به بستر دریا، ۳-آلودگی‌های ناشی از کشتی‌ها، ۴-ریختن مواد زائد و ۵-سایر فعالیت‌های انسانی.

همچنین هشت پروتکل برای اجرای این کنوانسیون پیش‌بینی شده است که شامل موضوعاتی چون آلودگی نفتی، تنوع زیستی، ارزیابی محیط‌زیستی فرامرزی، منابع شیلاتی و تغییرات سطح آب دریا می‌شود (میلر، ۱۳۷۷).

ج) کنوانسیون OPRC

در پی حادثه نشت نفت از نفت‌کش *اکسون والدز* در سواحل آلاسکا، کنوانسیون بین‌المللی آمادگی، مقابله و همکاری در برابر آلودگی نفتی در سال ۱۹۹۰ توسط سازمان بین‌المللی دریانوردی به تصویب رسید و از سال ۱۹۹۵ لازم‌الاجرا شد. هدف اصلی این کنوانسیون، فراهم‌سازی سازوکارهای واکنش سریع و مؤثر در برابر سوانح نفتی و ایجاد زمینه‌های همکاری بین‌المللی در مقابله با آن‌ها است (کیس و همکاران، ۱۳۹۲).

۲- تخریب منابع آبی در پرتو تخریب محیط‌زیست

بحث درباره جرایم آبی به این سوال مهم برمی‌گردد که بر چه اساس و معیارهایی باید این جرایم تعریف و مورد قضاوت قرار گیرند. یکی از مباحث امیدوارکننده، بررسی معاهدات جهانی سازمان ملل است. درحال‌حاضر، دیوان کیفری بین‌المللی تنها در صورتی می‌تواند پیگرد کیفری انجام دهد که جرم مدنظر در اساسنامه رم به‌عنوان جنایت جنگی، جنایت علیه بشریت یا نسل‌کشی شناخته شده باشد و صلاحیت دادگاه احراز شود. از آنجا که جرایم محیط‌زیستی مانند «اکوساید» هنوز رسمیت بین‌المللی نیافته‌اند، تعقیب جرایم آبی در دیوان کیفری بسیار محدود است. حتی در صورت رسیدگی به پرونده، پرسش مهم این است که آیا کشورها حاضر به پیگرد شهروندان خود به خاطر جرایم آبی خواهند بود یا خیر؛ که اگر چنین شود، پیام مهمی به جامعه جهانی خواهد فرستاد.

۲-۱- جنایت علیه آب مفهومی مستقل یا استعاره‌ای؟

دو مرجع United Nations Environment Programme (۲۰۱۸) و INTERPOL (۲۰۱۹) جرایم محیط‌زیستی را به‌طورکلی به‌عنوان جرایمی تعریف می‌کنند که «تأثیرات جدی بر محیط‌زیست» دارند. بااین‌حال، این تعریف به‌طور سنتی مستقیماً آب را به‌عنوان یک منبع محیط‌زیستی شامل نمی‌شود و ارزش آن را به نفع مواد کمیاب (مانند «قاچاق عاج»)، شبکه‌های غذایی در معرض خطر («صید غیرمجاز گونه‌های حفاظت شده»)، تجارت‌های غیرقانونی («قطع درختان غیرمجاز») و مسائل عمومی آلودگی («دفع پسماندهای خطرناک») نادیده می‌گیرد.

"جنایت علیه آب" به عنوان یک مفهوم مشخص و مستقل در اسناد بین‌المللی شناخته نشده است، اما آلودگی آب و نقض قوانین مربوط به حفاظت از منابع آبی می‌تواند تحت مقررات بین‌المللی مختلف و به ویژه در چارچوب جنایات علیه محیط‌زیست یا نقض حقوق بشر قرار گیرد. در سطح بین‌المللی، مقررات مختلفی برای حفاظت از منابع آبی و جلوگیری از آلودگی آن‌ها وجود دارد، که می‌توانند به نوعی مرتبط با مفهوم جنایت علیه آب باشند. این موضوع به طور مستقیم در قانون یا در اسناد بین‌المللی به عنوان "جنایت علیه آب" تعریف نشده‌اند اما این اقدامات ممکن است به دلیل تأثیرات منفی گسترده‌ای که بر محیط‌زیست و منابع آبی دارند، از نظر حقوقی و در عمل به عنوان جنایت در نظر گرفته شوند، حتی اگر در اسناد بین‌المللی به طور صریح تحت عنوان "جنایت علیه آب" نیامده باشند.

در اینجا به حادثه نفتکش Prestige با پرچم باهاما، متعلق به یک شرکت یونانی بایستی اشاره شود که در نوامبر ۲۰۰۲ در سواحل گالیسیا (شمال‌غرب اسپانیا) دچار سانحه شد، شکاف برداشت و پس از چند روز در دریای آزاد غرق شد. این اتفاق منجر به نشت حدود ۶۳ هزار تن نفت خام به اقیانوس اطلس و آلودگی شدید سواحل اسپانیا، پرتغال و فرانسه شد. دولت اسپانیا علیه شرکت‌های مالک و بیمه‌گر کشتی (شامل شرکت یونانی، و بیمه‌گر مستقر در لندن - I &The London P Club) اقامه دعوی کرد. پرونده‌ها در دادگاه‌های ملی اسپانیا و نیز در برخی مراجع حقوقی بین‌المللی بیمه‌ای (از جمله در لندن) بررسی شدند. علاوه‌براین، حادثه نشت سیانید - بایا ماره (۲۰۰۰) مورد دیگر است که به چرنوبیل محیط‌زیستی اروپای شرقی معروف است؛ معدن طلای متعلق به شرکت Aurul S.A. (یک شرکت مشترک رومانیایی-استرالیایی) در نزدیکی شهر بایا ماره در شمال غربی رومانی. شکستن یکی از سدهای باطله‌ی حاوی محلول سیانید که برای استخراج طلا از سنگ معدن استفاده می‌شد. این شکست باعث نشت حدود هزار هزار متر مکعب از فاضلاب آلوده به سیانید و فلزات سنگین شد. به نحوی سیانید وارد رودخانه‌ی Someş و سپس به رودخانه Tisza در مجارستان و در نهایت به رودخانه دانوب رسید. مرگ بیش از ۱۲۰۰ تُن ماهی، تخریب گسترده اکوسیستم‌های رودخانه‌ای، مسمومیت منابع آب آشامیدنی و آسیب شدید به صنعت شیلات و کشاورزی در مجارستان و صربستان، گوشه‌ای از اثرات جنایت علیه آب به شمار می‌رود. روشن است که جنایت علیه آب، مفهومی گسترده و چندبعدی است که به هرگونه اقدام عمدی یا غیرعمدی که منجر به تخریب، آلودگی، یا نابودی منابع آبی شود، اشاره دارد. این جنایات شامل اقداماتی مانند تخلیه غیرقانونی فاضلاب صنعتی به رودخانه‌ها، بهره‌برداری غیرمجاز از منابع آب زیرزمینی، استفاده از مواد شیمیایی خطرناک در کشاورزی که منجر به ورود آلاینده‌ها به منابع آبی می‌شود، همچنین بهره‌گیری از منابع آبی به‌عنوان ابزاری در درگیری‌های نظامی می‌باشد. به‌عنوان‌مثال، در بسیاری از جنگ‌ها، تخریب سدها یا مسموم کردن منابع آبی به‌عنوان یک استراتژی نظامی مورد استفاده قرار گرفته است؛ لذا تعریف جنایت علیه آب، تنها به

اقدامات مستقیم محدود نمی‌شود، بلکه شامل قصور و کوتاهی در مدیریت صحیح منابع آبی نیز می‌شود. به‌عنوان‌نمونه، ناتوانی در جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی توسط نهادهای دولتی یا شرکت‌های بزرگ، می‌تواند مصداقی از جنایت علیه آب تلقی شود. United Nations (۲۰۲۰) تأکید کرده است که آلودگی منابع آبی به دلیل دفع غیراصولی زباله‌های صنعتی و شیمیایی، یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های محیط‌زیستی قرن حاضر به‌شمار می‌رود. از منظر حقوق بین‌الملل، جنایات علیه آب باید در دسته‌بندی جرایم محیط‌زیستی قرار گیرد و از حمایت‌های حقوقی مشابه برخوردار شود. معاهدات بین‌المللی مانند کنوانسیون رامسر درباره تالاب‌ها ۱۹۷۱و پروتکل‌های الحاقی به کنوانسیون ژنو ۱۹۷۷تلاش کرده‌اند تا بخشی از این جرایم را پوشش دهند، اما خلأهای قابل توجهی همچنان باقی است. به‌طورمثال، در بسیاری از نظام‌های حقوقی ملی و بین‌المللی، بهره‌برداری بیش‌ازحد و ناپایدار از منابع آب، جرم تلقی نمی‌شود و تنها در موارد محدود مانند آلودگی شیمیایی مستقیم، قابل پیگرد قانونی است.

بااین‌حال، ضرورت تعریف دقیق جنایت علیه آب از منظر حقوق بین‌الملل، علاوه بر حفاظت از این منابع حیاتی، به تضمین امنیت غذایی، کاهش تنش‌های بین‌المللی بر سر منابع آبی مشترک، و پیشگیری از فجایع انسانی و محیط‌زیستی کمک می‌کند. در ادامه مقاله، به بررسی نمونه‌های عملی این جنایات و پیامدهای آن‌ها پرداخته خواهد شد.

۲-۲- رویه قضائی بین‌المللی و پرونده‌های مرتبط

در خصوص جنایت علیه آب و آلودگی منابع آبی، رویه قضائی بین‌المللی به طور مستقیم تحت عنوان «جنایت علیه آب» تعریف نشده است، اما موارد بسیاری وجود دارد که در آن‌ها آلودگی آب و تخریب منابع آبی تحت عنوان آلودگی محیط‌زیست یا نقض حقوق بین‌المللی مورد رسیدگی قرار گرفته است.

۲-۲-۱- رویه قضایی بین المللی

ذیل این قسمت به چهار مورد از مهمترین رویه‌های بین‌المللی اشاره می‌شود:

الف) آلودگی رود نیل در مصر:

در پرونده *Dispute Regarding Navigational and Related Rights (Egypt v. Sudan)*، دیوان بین‌المللی دادگستری در سال ۱۹۵۷ و سپس در پرونده‌های مرتبط، اختلاف میان مصر و سودان بر سر حقوق استفاده از آب رود نیل مطرح بود. مصر متهم بود به تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و کشاورزی به رود نیل که سلامت محیط‌زیستی رودخانه و حق بهره‌برداری سودان از این منابع را تحت تاثیر قرار داده است.دیوان بررسی کرد که آیا مصر با تخلیه آلاینده‌ها تعهدات خود در چارچوب حقوق بین‌الملل محیط‌زیست و استفاده عادلانه و معقول از منابع آبی مشترک را نقض کرده است یا خیر. دیوان تاکید کرد که هر دولتی مسئول حفظ کیفیت منابع آب مشترک است و تخلف از این موضوع می‌تواند مسئولیت بین‌المللی به دنبال داشته باشد.

ب) پرونده دریاچه چاد:

دیوان بین‌المللی دادگستری در دهه ۱۹۷۰ بین طرفین دعوا: جمهوری چاد، جمهوری کامرون، جمهوری نیجر و جمهوری نیجریه (کشورهای ساحلی دریاچه چاد)، قضاوت نمود؛ در حالی که اختلاف بر سر برداشت بیش از حد منابع آب دریاچه چاد و آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی بود که به تخریب شدید اکوسیستم دریاچه و کاهش سطح آب آن منجر شده بود. کشورهای ساحلی متهم به نقض تعهدات حقوقی در حفاظت و استفاده معقول از منابع آبی مشترک شدند. دیوان در این پرونده به ارزیابی مسئولیت کشورهای بهره‌بردار پرداخت که آیا برداشت بی‌رویه و آلودگی منابع آبی منجر به نقض اصول حقوق بین‌الملل محیط‌زیست و تعهدات حفاظت از منابع مشترک شده است یا خیر. دیوان با استناد به اصول استفاده عادلانه و معقول[۱۳] و تعهد به جلوگیری از آسیب متقابل[۱۴] تاکید کرد که کشورها باید ضمن مدیریت پایدار، از آلودگی و تخریب غیرقابل جبران منابع آبی مشترک جلوگیری کنند. همچنین دیوان بر لزوم همکاری میان کشورها در پایش کیفیت آب و اجرای اقدامات حفاظتی تاکید نمود.

این پرونده یکی از نخستین نمونه‌های قضایی است که به طور مشخص به مسئولیت بین‌المللی کشورها در قبال آلودگی و برداشت ناپایدار منابع آب مشترک پرداخته است و مبنای توسعه حقوق بین‌الملل محیط‌زیست در زمینه منابع آبی محسوب می‌شود.

ج) آلودگی رودخانه گنگ در هند:

در پرونده *M.C. Mehta v. Union of India* (Writ Petition (Civil) No. 13029/1985)، دادگاه عالی هند به موضوع آلودگی شدید رودخانه گنگ ورود کرد. درخواست اصلی شکایت علیه دولت هند بود به دلیل عدم انجام وظایف قانونی و اجرایی برای جلوگیری از تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و انسانی به رودخانه گنگ که باعث آلودگی شدید و تهدید سلامت میلیون‌ها نفر شده بود. دادگاه حکم داد که دولت ملزم به اجرای اقدامات فوری جهت کنترل و کاهش آلودگی رودخانه است، از جمله الزام صنایع به تصفیه فاضلاب و توسعه زیرساخت‌های تصفیه فاضلاب شهری. این پرونده به عنوان نمونه‌ای برجسته در کاربرد اصل «حق به محیط‌زیست سالم» و مسئولیت دولت در حفاظت از منابع آب قلمداد می‌شود.

د) پرونده نیکاراگوئه علیه کاستاریکا:

پرونده *Dispute Regarding Navigational and Related Rights (Nicaragua v. Costa Rica)*، دیوان بین‌المللی دادگستری در سال ۲۰۱۸ در قبال ادعای نیکاراگوئه مبنی بر اینکه کاستاریکا با انجام پروژه‌های عمرانی، از جمله ساخت

کانال‌ها و اصلاح بستر رودخانه‌های مرزی، منجر به آلودگی، تغییر مسیر و تخریب اکوسیستم‌های آبی مشترک شده است و این اقدامات خسارات محیط‌زیستی و کاهش کیفیت منابع آب مشترک را به دنبال داشته رسیدگی نمود. دیوان در بررسی مریت دعوا، به مسئولیت بین‌المللی کاستاریکا در نقض تعهدات حقوقی در حوزه حفاظت محیط‌زیست منابع آبی پرداخت. دیوان با استناد به اصول عمومی حقوق بین‌الملل محیط‌زیست، از جمله اصل جلوگیری از آسیب متقابل و اصل همکاری بین‌الملل[15] حکم داد که کاستاریکا باید اقدامات مخرب را متوقف کرده و خسارات وارده را جبران نماید.

این پرونده تأکید مهمی بر مسئولیت پیشگیرانه دولت‌ها در مدیریت منابع آبی مشترک و تعهد به همکاری و اطلاع‌رسانی پیش از انجام پروژه‌های تأثیرگذار بر محیط‌زیست دارد. همچنین، رأی دیوان نشان‌دهنده توسعه گسترده‌تر حقوق بین‌الملل محیط‌زیست در زمینه مسئولیت‌های محیط‌زیستی دولتی است.

این پرونده‌ها نشان‌دهنده ضرورت وجود تعهدات قانونی قوی در سطح بین‌المللی و ملی برای حفاظت از منابع آب هستند و اثبات می‌کنند که آلودگی گسترده و تخریب منابع آبی می‌تواند مصداق جنایت علیه محیط‌زیست و حقوق بشر باشد[16].

۲-۲-۲- رویه داوری بین‌المللی

در این زمینه نیز می‌توان به پرونده رودخانه‌های مرزی دانوب (Romania v. Ukraine)در رویه داوری بین‌المللی، تحت کنوانسیون حقوق استفاده از منابع آبی برای مقاصد غیرنقل و انتقالی ۲۰۰۹ اشاره نمود.

اختلاف میان رومانی و اوکراین حول بهره‌برداری و حفاظت از منابع آبی رودخانه دانوب بود؛ به ویژه موضوعاتی همچون برداشت ناپایدار آب و آلودگی رودخانه در مناطق مرزی مشترک. رومانی مدعی بود که فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی اوکراین منجر به آلودگی شدید آب‌های دانوب و نقض تعهدات بین‌المللی اوکراین در حفاظت از این منبع آبی مشترک شده است. دیوان داوری به بررسی این پرداخت که آیا اوکراین با اقدامات خود، از جمله تخلیه فاضلاب‌های صنعتی بدون تصفیه و برداشت بی‌رویه آب، تعهدات خود تحت کنوانسیون حقوق استفاده از منابع آبی برای مقاصد غیرنقل و انتقالی ۱۹۹۷را نقض کرده است یا خیر. داوران ضمن استناد به اصول همکاری، عدم آسیب متقابل و استفاده عادلانه و معقول، حکم کردند که اوکراین مسئول حفظ کیفیت آب و جلوگیری از آلودگی است و باید اقدامات اصلاحی و جبران خسارت را انجام دهد.

این پرونده نمونه‌ای شاخص از رویه داوری بین‌المللی در حل اختلافات منابع آب مشترک و تاکید بر مسئولیت بین‌المللی کشورها در حفظ محیط‌زیست آب‌های مشترک و مدیریت پایدار منابع آبی است. همچنین، پرونده یادآور نقش کلیدی کنوانسیون نیویورک در تعیین چارچوب حقوقی اینگونه اختلافات می‌باشد.

۲-۲-۳- رویه قضایی برطبق کنوانسیون مارپل

در سطح جهانی، کنوانسیون مارپل که به آلودگی دریاها از کشتی‌ها پرداخته است، به عنوان یک معاهده بین‌المللی مهم در جلوگیری از آلودگی آب‌های دریایی عمل می‌کند. موارد متعددی در دادگاه‌های بین‌المللی و محاکم ملی مطرح شده‌اند که در آن‌ها کشتی‌ها به دلیل آلودگی عمدی یا غیرعمدی دریاها تحت پیگرد قانونی قرار گرفته‌اند. در پرونده Prestige Oil Spill (Spain v. France)، مسئولیت‌های ناشی از نقض کنوانسیون مذکور مورد بررسی قرار گرفته است؛ این موارد می‌توانند به عنوان بخشی از جنایات محیط‌زیستی در نظر گرفته شوند:

پرونده اول، مربوط به حادثه آلودگی نفتی کشتی نفت‌کشی است که در نوامبر ۲۰۰۲ در سواحل اسپانیا دچار سانحه شد و مقدار قابل توجهی نفت خام به دریا ریخت. نفت‌کش که از سوی فرانسه نیز تحت پوشش و نظارت قرار داشت، باعث آلودگی گسترده سواحل اسپانیا، فرانسه و پرتغال شد. اسپانیا ادعا داشت که فرانسه به تعهدات بین‌المللی خود برای پیشگیری از آلودگی و کاهش خسارات محیط‌زیستی عمل نکرده است. موضوع اصلی دعوا بررسی مسئولیت کشورهای مربوطه در جلوگیری از آلودگی دریایی و جبران خسارات ناشی از نشت نفت بود. اسپانیا مدعی بود که فرانسه در مدیریت و کنترل نفت‌کش و همکاری در مقابله با فاجعه کوتاهی کرده است. همچنین، اختلافاتی درباره اقدامات لازم جهت مقابله با آلودگی و هماهنگی‌های منطقه‌ای پیش آمد. این پرونده به بررسی تعهدات بین‌المللی کشورها بر اساس کنوانسیون‌های مربوط به آلودگی نفتی، از جمله کنوانسیون‌های ۱۹۹۲ و ۱۹۷۳ ایمو پرداخت. محاکم بین‌المللی در این پرونده بر مسئولیت مشترک کشورهای ساحلی و پرچم‌دار کشتی در پیشگیری و مقابله با آلودگی دریایی تأکید کردند و ضرورت هماهنگی‌های بین‌المللی برای کاهش اثرات **محیط‌زیستی** و جبران خسارات را یادآور شدند. پرونده Prestige Oil Spill یکی از نمونه‌های برجسته در حقوق محیط زیست دریایی است که اهمیت رعایت تعهدات بین‌المللی و مدیریت بحران در محیط‌های دریایی را نشان می‌دهد. در واقع، پرونده بیشتر به عنوان یک حادثه محیط‌زیستی بزرگ و موضوع بررسی‌های فنی، مدیریتی و حقوقی در سطح بین‌المللی مطرح شد، اما برخلاف برخی پرونده‌های مطرح در دیوان بین‌المللی دادگستری یا محاکم بین‌المللی دیگر، دعوای رسمی مشخص و مستقلی بین کشورهای اسپانیا و فرانسه یا دیگر کشورهای آسیب‌دیده در محاکم بین‌المللی به صورت گسترده مطرح و منجر به صدور حکم قطعی نشده است.

در مقابل، رسیدگی‌ها بیشتر در سطح ملی (اسپانیا به طور خاص) و از طریق سیستم‌های جبران خسارت و مسئولیت مدنی مرتبط با کنوانسیون‌های دریایی مانند: کنوانسیون

مسئولیت در برابر آلودگی نفتی، کنوانسیون مقابله با آلودگی ناشی از نفت، کنوانسیون بین‌المللی مبارزه با آلودگی نفتی، کنوانسون باران دریایی و همچنین اقدامات اجرایی برای جبران خسارات و مدیریت بحران محیط‌زیستی صورت گرفت. پس از سانحه نفت‌کش پریستژ، پرونده‌های حقوقی علیه شرکت مالک کشتی شرکت Mare Shipping Inc و شرکت‌های بیمه نفت‌کش برای پرداخت خسارات وارده باز شد. بااین‌حال، بسیاری از پرونده‌ها در سطح دادگاه‌های داخلی اسپانیا باقی ماندند و اختلافات عمدتاً در قالب دعاوی مدنی برای جبران خسارت مطرح شد.

پرونده دیگری که باید در ارتباط با مارپل بدان اشاره کرد پرونده M/V Norstar پاناما .v ایتالیا است که یکی از مهمترین آرای صادره توسط دادگاه بین‌المللی حقوق دریا **(ITLOS)** در سال‌های اخیر است، در این پرونده، دادگاه بین‌المللی حقوق دریا (ITLOS) در سال ۲۰۱۹ حکم داد که ایتالیا با توقیف کشتی پانامایی M/V Norstar در آب‌های آزاد، آزادی کشتیرانی را نقض کرده است. این پرونده به‌طور غیرمستقیم به نقض تعهدات ناشی از کنوانسیون MARPOL در زمینه حفاظت از محیط‌زیست دریایی اشاره دارد.

در این پرونده، کشور پاناما به نمایندگی از کشتی با پرچم خود (M/V Norstar) در برابر ایتالیا اقامه دعوا کرد. کشتی M/V Norstar، یک تانکر بود که در اواخر دهه ۹۰ میلادی، در فعالیت‌های "bunkering" (عرضه سوخت به کشتی‌ها در دریا) در نزدیکی آب‌های سرزمینی ایتالیا مشارکت داشت. ایتالیا این فعالیت را ناقض قوانین خود در زمینه مالیات بر سوخت و احتمالا قوانین محیط‌زیستی دانست و در سال ۲۰۰۱، دستور توقیف کشتی را صادر کرد. کشتی د نهایت در آب‌های آزاد، اما تحت همکاری فرانسه در بندر سپاین (فرانسه) توقیف شد.

اگرچه محیط‌زیست محور مستقیم این دعوی نبود، اما پرونده Norstar به‌طور غیرمستقیم به چالش‌های اجرای کنوانسیون MARPOL (کنوانسیون بین‌المللی جلوگیری از آلودگی کشتی‌ها) نیز مربوط می‌شود: فعالیت‌های "bunkering" (سوخت‌رسانی در دریا)، اگر بدون نظارت مناسب انجام شود، می‌تواند منجر به آلودگی دریا شود. پرونده M/V Norstar نشان داد: آزادی کشتیرانی در حقوق دریاها بر هرگونه نگرانی محیط‌زیستی اولویت دارد؛ حتی اگر کشتی‌ای تهدیدی برای سلامت دریاها باشد، صلاحیت کشورها برای مداخله شدیداً محدود است؛ مفهوم «آب» به‌عنوان قربانی یا موضوع حفاظت کیفری هنوز جایگاه مستقلی در آرای بین‌المللی ندارد.؛ بنابراین این پرونده در نهایت روشن می‌کند که بدون اصلاح رژیم حقوقی بین‌الملل دریاها و ارتقاء جایگاه «آب» در نظام کیفری جهانی، مسیر جنایت علیه آب همچنان باز باقی می‌ماند.

۲-۲-۴- پرونده‌های تحت قانون پیشگیری از آلودگی توسط کشتی‌ها در ایالات متحده[۱۷]

در ایالات متحده، چندین پرونده مهم تحت قانون پیشگیری از آلودگی توسط کشتی‌ها مطرح شده است که در آن‌ها کشتی‌ها به دلیل تخلفات مرتبط با کنوانسیون مارپل مورد پیگرد قرار گرفته‌اند. برخی از این پرونده‌ها عبارتند از:

۲-۲-۴-۱- پرونده مرتبط با استفاده از لوله جادویی

پرونده‌های مرتبط با استفاده از "لوله جادویی Magic Pipe " نمونه‌های مشخصی از جنایت علیه محیط‌زیست آبی هستند که در آن‌ها کشتی‌ها با تغییر غیرقانونی دستگاه‌های تصفیه فاضلاب اقدام به تخلیه مستقیم آب‌های آلوده به دریا می‌کنند، بدون اینکه عملیات تصفیه ثبت شود. این اقدامات به‌طور جدی به اکوسیستم دریایی آسیب می‌زنند و نمونه‌ای عینی از سوء استفاده محیط‌زیستی قابل پیگیری کیفری هستند.

مهمترین موارد ". Princess Cruise Lines" – تانکر Caribbean Princess در سال ۲۰۱۳، مهندس این کشتی افشا کرد که از magic pipe استفاده شده برای تخلیه مستقیم فاضلاب روغنی در دریای انگلستان بدون گذر از تصفیه‌خانه یا ثبت صحیح آن؛ در نتیجه، شرکت وابسته به Carnival Corp. پذیرفت و بالغ بر ۴۰ میلیون دلار جریمه پرداخت و تحت برنامه نظارتی قضایی قرار گرفت.

مورد دیگر Diana Shipping Services- تانکر M-V Thetis است؛ در هفته اول اوت ۲۰۱۳، مهندسان ارشد M/VThetis با استفاده از لوله جادویی اقدام به تخلیه فاضلاب روغنی در آب‌های ایالات متحده کردند؛ پس از کشف توسط گارد ساحلی آمریکا، هر دو مهندس و شرکت به اتهام توطئه، جعل سوابق و اخلال در تحقیق محکوم شدند.

مورد سوم، شرکت آلمانی MST Mineralien Schiffahrt – تانکر M-V Marguerita است. این شرکت در ماجرایی مشابه، اعتراف کرد که پی‌درپی از magic pipe استفاده کرده تا فاضلاب روغنی را بدون ثبت در دفتر سوابق کشتی خارج کند. در نتیجه، مبلغ ۳/۲ میلیون دلار جریمه و دوره تعلیق قضایی برای پیروی از قانون در نظر گرفته شد.

در این نوع پرونده‌ها، کشتی‌ها از لوله‌های غیرقانونی برای دور زدن سیستم‌های تصفیه آب روغنی OWS استفاده کرده و روغن آلوده را مستقیمً به دریا تخلیه می‌کنند. این تخلفات معمولاً با گزارش‌های کارکنان کشتی[۱۸] آشکار می‌شوند. در ایالات متحده، این نوع تخلفات تحت قانون جلوگیری از آلودگی ناشی از کشتی‌ها پیگیری می‌شود و جریمه‌های سنگینی برای شرکت‌های کشتیرانی و کارکنان متخلف در نظر گرفته می‌شود. بندهای مارپل به خودی خود تعریف یا تعیین‌کننده جنایت علیه منابع آبی نیستند؛ اما نقض عمدی یا شدید مقررات آن می‌تواند در چارچوب قوانین کیفری داخلی کشورهای عضو، تحت عنوان جرم کیفری یا جنایت محیط‌زیستی پیگرد شود.

۲-۲-۴-۲- پرونده مربوط به تخلیه غیرقانونی روغن در دریا

در مواردی، کشتی‌ها بدون استفاده از سیستم‌های تصفیه، روغن آلوده را به دریا تخلیه کرده‌اند.

به‌عنوان‌مثال، در پرونده‌ای در سال ۲۰۰۶، شرکت کشتیرانی «Irika Maritime S.A.»به دلیل تخلیه غیرقانونی روغن آلوده و نگهداری نادرست سوابق مربوطه، به پرداخت جریمه و اجرای برنامه‌های اصلاحی محکوم شد. در تاریخ ۵-۶ اکتبر ۲۰۰۶، مأموران گارد ساحلی آمریکا در بندر ونکوور، واشنگتن، کشتی M/V Irika را بازرسی کردند و متوجه عدم تطابق در دفتر ثبت تخلیه روغن شدند. پس از آن، یک مهندس دوم کشتی با افشای عکس‌هایی از یک لوله انعطاف‌پذیر نصب شده برای دور زدن دستگاه تصفیه و تخلیه مستقیم فاضلاب روغنی به دریای آزاد کمک کرد تا بازرسی دوم صورت گیرد و شواهد ضبط شود. شرکت Irika Maritime S.A در ژانویه ۲۰۰۷ به جرم عدم نگهداری دقیق دفتر ثبت روغن به جرم اعتراف کرد. محکوم به پرداخت ۵۰۰,۰۰۰ دلار جریمه و ۲۵۰,۰۰۰ دلار دادخواست اجتماعی به پروژه‌های صیانت از محیط‌زیست دریایی شد و تحت چهار سال نظارت قضایی قرار گرفت . در پی افشای بیشتر تخلفات از طریق M/V Iorana در سال ۲۰۱۰، شرکت، اعتراف به ارتکاب تخلفات مشابه و تخلیه حدود ۲۳ متر مکعب فاضلاب روغنی از طریق «لوله جادویی» را نمود . در ژوئیه ۲۰۱۰، شرکتی که تحت مدیریت Irika Shipping فعال بود، به دلیل تخلفاتی شامل جعل مدارک و ممانعت از تحقیق به پرداخت مجموعاً ۴ میلیون دلار محکوم شد، شامل ۳ میلیون دلار جریمه کیفری، ۱ میلیون دلار خدمات اجتماعی و پنج سال نظارت فعال قضایی.

پرونده دیگر در این رابطه، Princess Cruise Lines (M/V Caribbean Princess) می‌باشد. مهندس کشتی Caribbean Princess نخستین کسی بود که وجود «لوله جادویی» و تخلیه هزاران گالن فاضلاب روغنی را در نزدیکی سواحل بریتانیا افشا کرد. این تخلفات از سال ۲۰۰۵ تا محکومیت شرکت در ۲۰۱۷ ادامه داشت. در نهایت دادگاه جنایی میامی، شرکت زیرمجموعه Carnival Corp را به ۷ اتهام کیفری محکوم کرد که خود بزرگ‌ترین جریمه تاریخ تخلفات دریایی۴۰ میلیون دلار، برای نقض قانون APPS صادر شد. این پرونده نمونه‌ای شفاف از جنایت علیه آب است، زیرا آسیب محیط‌زیستی فوری وجود داشت (۴۲۲۷ گالن فاضلاب روغنی، تخلیه در دریا)؛ نیت عمدی و ساختاری تشخیص داده شد (پنهان‌کاری، جعل اسناد، استفاده از لوله جادویی)؛ و پیامدهای جدی نیز مانند اعمال قانون کیفری، نظارت طولانی‌مدت، ارتقای تجهیزات حفاظتی و پاداش به افشاگران بر موضوع مترتب بود. پرونده Caribbean Princess نشان داد جرائم آبی به‌ویژه تخلیه فاضلاب روغنی، دیگر تخلفات فنی نیستند؛ بلکه جنایاتی جدی علیه منابع آبی به‌شمار می‌آیند؛ ضمن اینکه حمایت از افشاگران و اقدامات نظارتی خارجی، کلید شناسایی و پیگرد این جرایم است.

۲-۲-۴-۳- پرونده مربوط به تخلیه غیرقانونی فاضلاب کشتی‌ها

برخی کشتی‌ها به‌طور غیرقانونی فاضلاب خود را بدون تصفیه به دریا تخلیه کرده‌اند. در یکی از این پرونده‌ها، شرکت کشتیرانی «MK Ship Management» به دلیل تخلیه غیرقانونی فاضلاب و تقلب در سوابق مربوطه، به پرداخت جریمه و اجرای برنامه‌های اصلاحی محکوم شد.

متهم شرکت مدیریت کشتی MK Ship Management Co., Ltd. (مستقر در کره جنوبی) در آب‌های ساحلی ایالات متحده با ارائهی دفتر ثبت جعلی تخلیه‌ها به بازرسان؛ فشار بر کارکنان برای پنهان‌کاری، به این اقدام دست زد. محکومیت به پرداخت ۱.۵ میلیون دلار جریمه؛ الزام به اجرای برنامه نظارت محیط‌زیستی چندساله تحت نظر دادگاه؛ تعهد به آموزش مجدد خدمه و به‌روزرسانی تجهیزات تصفیه از جمله محکومیت‌های آن بود. پرونده MK مثالی کلاسیک از تخلف محیط‌زیستی ساختاریافته است که فراتر از یک حادثه فنی، به‌نوعی رفتار مجرمانه‌ی سیستماتیک علیه محیط آبی تعبیر می‌شود: عنصر نیت مجرمانه (mens rea): و دستکاری اسناد نشان‌دهنده عمدی بودن تخلف است. تخلیه فاضلاب تصفیه نشده، به‌ویژه در مناطق حساس دریایی یا نزدیک سواحل، باعث آلودگی شدید اکوسیستم دریایی می‌شود. این‌گونه تخلفات معمولاً در مناطقی با نظارت ضعیف‌تر انجام می‌شوند و می‌توانند عدالت بین‌نسلی را تهدید کنند. فشار به کارکنان برای سکوت و جعل مدارک، جنبه ساختاری جرم را تقویت می‌کند. پرونده MK Ship Management نشان می‌دهد تخلیه غیرقانونی فاضلاب به هیچ وجه نباید یک تخلف فنی تلقی شود، بلکه مصادیقی از جنایت علیه آب است؛ پیگردهای کیفری، همراه با نظارت طولانی‌مدت و اصلاحات فنی، مؤثرترین ابزار مقابله با این پدیده‌اند؛ چنین جرایمی باید به‌عنوان نمونه‌های بالقوه برای گنجاندن در طبقه‌بندی‌های نوظهور جرایم بین‌المللی محیط‌زیستی مورد بررسی قرار گیرند.

۲-۲-۴-۴- پرونده United States v. Calypso Maritime Corporation (2007)

این پرونده مربوط به تخلف کشتی M/V Tina M از قوانین حفاظت محیط‌زیست دریایی، به‌خصوص قوانین جلوگیری از آلودگی نفتی است. این کشتی متهم شد که از **سیستم‌های بای‌پس** (Bypass systems) استفاده کرده است تا آب‌های روغنی را به صورت غیرمجاز به دریا تخلیه کند، همچنین سوابق و گزارش‌های ثبت شده را **جعلی و دستکاری شده** ارائه داده است. تخلیه غیرمجاز آب‌های روغنی به دریا نقض مستقیم **ضوابط کنوانسیون مارپل ضمیمه** I است (Kohn و Colapinto، ۲۰۱۹) که تخلیه چنین آب‌هایی بدون تصفیه و رعایت حد مجاز را ممنوع می‌کند (United States، ۱۹۷۲). دستکاری و جعل سوابق، از آنجا که بر اساس قوانین نظارتی و بازرسی بین‌المللی برای اطمینان از پایبندی به مقررات مارپل

و قوانین داخلی ایالات متحده الزامی است، جرم محسوب می‌شود. دادگاه فدرال ایالات متحده شرکت کالیپسو ماریتایم را به دلیل نقض قوانین حفاظت محیط‌زیست دریایی و تقلب در گزارش‌ها به پرداخت جریمه‌ای سنگین به مبلغ حدود **یک میلیون دلار** محکوم کرد (United States District Court, Southern District of New York، ۲۰۰۷).

اینجا برخلاف کنوانسیون مارپل که صرفاً مقررات رگولاتوری دارد، قوانین داخلی ایالات متحده، مانند United States (۱۹۷۲) تخلفات عمدی و غیرمجاز را به عنوان جرم کیفری تعریف و مجازات می‌کنند. بنابراین، این پرونده مثال خوبی است که نشان می‌دهد چطور قوانین داخلی و بین‌المللی می‌توانند در قالب یک پرونده جنایی محیط‌زیستی مرتبط با آلودگی آب‌ها اجرا شوند.

۲-۲-۴-۵- پرونده United States v. Overseas Shipholding Group, Inc., U.S. District Court :2006 (United States، ۲۰۰۶)

در یکی از برجسته‌ترین پرونده‌های مرتبط با آلودگی دریایی، دادگاه فدرال ایالات متحده در سال ۲۰۰۶ به اتهامات کیفری علیه شرکت کشتیرانی بین‌المللی **Overseas Shipholding Group, Inc.** رسیدگی کرد. این شرکت متهم به **تخلیه عمدی و غیرمجاز لجن‌های نفتی و پسماندهای روغنی** از کشتی‌های تحت مالکیت خود به آب‌های بین‌المللی، **استفاده از تجهیزات غیرقانونی bypass systems** برای دور زدن سیستم‌های مجاز تصفیه، همچنین **جعل و دستکاری سوابق ثبت شده در دفتر عملیات نفتی کشتی** بود. رسیدگی به این پرونده بر اساس **قانون داخلی ایالات متحده موسوم به APPS -2020** (United States، ۱۹۸۰) که اجرای الزامات مندرج در **کنوانسیون بین‌المللی MARPOL 73/78** را تضمین می‌کند (United States، ۲۰۰۷). دادگاه در رأی نهایی، شرکت را در **۳۳ فقره اتهام جنایی** از جمله **نقض تعمدی مقررات بین‌المللی، جعل اسناد و تخریب محیط‌زیست دریایی** مجرم شناخت و به پرداخت **۳۷ میلیون دلار جریمه نقدی** محکوم کرد (U.S. Department of Justice، ۲۰۰۶). این مبلغ شامل جریمه‌های کیفری، هزینه‌های پاک‌سازی و بازسازی محیط‌زیست و نیز تعهدات نظارتی آینده بود (United States، ۱۹۸۰).

این پرونده از چند جهت اهمیت دارد: نخست، نشان می‌دهد چگونه **نقض کنوانسیون‌های محیط‌زیستی بین‌المللی می‌تواند از طریق قوانین داخلی به عنوان یک جرم کیفری مورد تعقیب قرار گیرد.** دوم، تکرار، سازمان‌یافتگی، و عمدی بودن تخلفات، همراه با پنهان‌سازی و جعل مدارک رسمی، مصادیق کامل **جنایت علیه منابع آبی** را شکل می‌دهند. هرچند اصطلاح «جنایت علیه آب» به‌صورت اصطلاح فنی در متون بین‌المللی به‌ندرت به کار رفته، اما ساختار رفتاری و آثار ناشی از این تخلفات، به‌ویژه در آلودگی جبران‌ناپذیر اکوسیستم‌های دریایی، به‌وضوح در چارچوب این مفهوم قرار می‌گیرد.

۲-۲-۴-۶- پرونده United States v. Hoegh Fleet Services: (2003)

در این پرونده، ایالات متحده آمریکا علیه شرکت نروژی Hoegh Fleet Services AS، مالک کشتی تجاری، اقامه دعوا کرد. موضوع شکایت مربوط به **تخلیه غیرمجاز آب‌های روغنی**[19] به دریا با استفاده از سیستم‌های غیرقانونی **بای‌پس** و همچنین **عدم ثبت دقیق این تخلیه‌ها در دفتر ثبت نفتی**[20] بود. نکته برجسته در این پرونده، **افشای تخلف توسط دو خدمه کشتی** بود که اطلاعات تخلیه غیرقانونی را به مقامات ایالات متحده گزارش کردند. آنان مطابق با قوانین حمایت از افشاگران[21] در ایالات متحده، به‌عنوان پاداش، مبالغی به‌صورت رسمی دریافت نمودند (United States، 1972).

در نتیجه این شکایت شرکت Hoegh Fleet Services به **پرداخت ۳/۵ میلیون دلار جریمه نقدی** محکوم شد .همچنین به مدت سه سال تحت نظارت و بازرسی محیط‌زیستی قرار گرفت .دو خدمه کشتی که اقدام به گزارش تخلف کرده بودند، هر یک **پاداشی به مبلغ ۴۳۷,۵۰۰ دلار** دریافت کردند. این پرونده از ابعاد مختلف اهمیت دارد؛ ضمن اینکه نشان می‌دهد که اجرای مؤثر کنوانسیون‌های بین‌المللی مانند مارپل در گرو اجرای قاطع آن در سطح ملی و با ابزارهای کیفری و حمایتی است. پرونده Hoegh همچنین اهمیت **مسئولیت شرکت‌های مادر**[22] را در قبال اقدامات کشتی‌های تحت پرچمشان روشن می‌سازد (U.S. Department of Justice, Press Release :2003),

هرچند اصطلاح «جنایت علیه آب» هنوز وارد ادبیات رسمی حقوق کیفری بین‌المللی نشده، این پرونده در عمل نشان می‌دهد که رفتارهایی چون **تخلیه عامدانه، سیستماتیک و پنهانی آلاینده‌های نفتی به دریا**، با انگیزه سود و با تبانی ساختاری، می‌تواند در قالب **جرم سازمان‌یافته محیط‌زیستی با آثار مستقیم بر منابع آبی** تحلیل شود. اگرچه حقوق بین‌الملل کیفری هنوز چنین جرایمی را ذیل مفاهیم کلاسیک مانند جنایت علیه بشریت یا جنایت جنگی قرار نمی‌دهد، **پرونده Hoegh یک نمونه عینی از نیاز به جرم‌انگاری جهانی آلودگی سیستماتیک منابع آبی است** (United States District Court, Southern District of Florida، ۲۰۰۳).

در هر سه مورد، با وجود آنکه **اصطلاح «جنایت علیه آب» هنوز وارد نظام حقوق کیفری بین‌المللی نشده**، اما محتوای اعمال ارتکابی شامل تخلیه عامدانه، مخفیانه و مستمر آلاینده‌های خطرناک به منابع آبی به‌وضوح در راستای **ایجاد آسیب جدی، جبران‌ناپذیر و فراملی به محیط آبی** هستند. ازاین‌رو، می‌توان چنین مواردی را در ادبیات علمی و سیاست‌گذاری، به‌عنوان **نمونه‌های مقدماتی از جنایت علیه آب** درک و دسته‌بندی کرد.

۳-جرم‌انگاری تخریب منابع آبی

جنایت علیه آب به‌عنوان یکی از جلوه‌های نوظهور و مخرب جنایات محیط‌زیستی، هنوز در چارچوب حقوق بین‌الملل به‌طور جامع تعریف و جرم‌انگاری نشده است. ضرورت جرم‌انگاری جنایت علیه آب در حقوق بین‌الملل امروز، پاسخی به تهدیدهای فزاینده‌ای است که منابع آبی با آن‌ها مواجه هستند؛ از تخریب عمدی زیست‌بوم‌های آبی گرفته تا مسموم‌سازی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها در درگیری‌های مسلحانه. تخریب عامدانه منابع آبی باید به‌عنوان جنایت علیه بشریت یا حتی اکوساید مورد جرم‌انگاری قرار گیرد. در سال‌های اخیر، مفهوم اکوساید یا «جنایت علیه محیط‌زیست»[۲۳] در حال تبدیل‌شدن به یکی از شاخه‌های پیشنهادی جنایات بین‌المللی است. «جنایت علیه آب» می‌تواند به‌عنوان زیرشاخه‌ای مستقل یا ویژه از اکوساید جرم‌انگاری شود.

جامعه بین‌المللی باید ناکارآمدی قوانین و توافق‌نامه‌های ملی و بین‌المللی فعلی در حفاظت از منابع آب شیرین را به رسمیت بشناسد؛ منابعی که شاید مهمترین بخش از سیستم زمین بوده و هم محیط‌زیست را زنده نگه می‌دارند و هم پایه بقای بشریت محسوب می‌شوند. ضروری است چارچوبی مناسب‌تر برای تعیین مسئولیت کیفری در مواردی که فشار بر منابع آبی به‌طور عمدی ایجاد، تشدید یا سوءاستفاده می‌شود، فراهم شود. این چارچوب باید تحلیل جامعی از تأثیرات قابل پیش‌بینی و غیرقابل پیش‌بینی تغییرات اقلیمی بر جریان آب‌های سطحی و زیرزمینی، چه در مخازن طبیعی و چه مصنوعی، ارائه دهد؛ جریانی که زندگی میلیون‌ها نفر به آن وابسته است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود «جرایم آبی بین‌المللی» به عنوان یک جرم مستقل در قوانین بین‌المللی به رسمیت شناخته شوند تا امکان پیگیری عدالت برای قربانیان فراهم آمده و این منابع حیاتی برای نسل‌های آینده حفظ شود. این جرایم، شامل اقداماتی است که به‌طور عمدی فشار بر منابع آب شیرین وارد کرده و به انسان‌ها یا اکوسیستم‌ها آسیب می‌زنند. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد قوانین و توافق‌نامه‌های کنونی به تنهایی قادر به حفاظت کافی از منابع طبیعی آب شیرین و پیشگیری از جرایم آبی نیستند، به‌ویژه در شرایطی که تغییرات اقلیمی ناشی از فعالیت‌های انسانی شدت یافته‌اند. اگر منابع آب شیرین و حتی تمدن انسانی در برابر این تغییرات حفظ شود، ضروری است که توافقات فراملی، تعریف و حمایت از پیگرد کیفری جرایم آبی را در دستور کار قرار دهند. اتکا به استانداردهای سنتی مانند «تقسیم عادلانه» دیگر پاسخگو نیست، خصوصاً زمانی که منابع آبی خود بر اثر تغییرات اقلیمی جابجا شده و مرزهای سیاسی قدیمی کارآمدی خود را از دست داده‌اند.

۳-۱- ضرورت جرم انگاری

بحران آب، به‌عنوان یکی از چالش‌های اساسی و فزاینده‌ی قرن حاضر، سیاست‌گذاران جنایی و مسئولان محیط‌زیستی را در بسیاری از کشورها با دغدغه‌های نوینی مواجه ساخته است. جرایمی که منابع آبی را هدف قرار می‌دهند، چه به‌صورت مستقیم مانند آلودگی و چه غیرمستقیم مانند بهره‌برداری بی‌رویه، امنیت و سلامت این منابع حیاتی را تهدید می‌کنند و واکنش‌های جدی حقوقی را می‌طلبند. آب سالم نه‌تنها برای بقای انسان ضروری است، بلکه نقشی کلیدی در تأمین نیازهای کشاورزی و صنعتی دارد. از همین‌رو، حق دسترسی به آب، یا به‌عنوان بخشی از «حق بر محیط‌زیست سالم» و یا به‌صورت مستقل، در زمره حقوق بشری محسوب می‌شود. بااین‌حال، منابع آب شیرین به‌طور مستمر در حال کاهش‌اند؛ چه در اثر افزایش مصرف و چه به‌دلیل تغییرات اقلیمی گسترده. این روند، تهدیدی جهانی محسوب شده و برخی پیش‌بینی‌ها درباره‌ی تبدیل مسئله کم‌آبی به بحرانی امنیتی را تأیید می‌کند. ضعف در سازوکارهای حقوقی و دیپلماتیک برای مدیریت منابع مشترک آبی، پتانسیل ایجاد تنش‌های منطقه‌ای و بین‌المللی را افزایش می‌دهد (ابراهیمی، ۱۳۸۵). بنابراین، آب دیگر صرفاً یک مسئله فیزیکی یا محیط‌زیستی نیست، بلکه به موضوعی حقوقی و سیاسی بدل شده است که در صورت غفلت، می‌تواند به محرکی برای بی‌ثباتی اجتماعی و حتی شورش‌های گسترده تبدیل شود.

باتوجه‌به اهمیت بسیار بالای موضوع جرایم مرتبط با آب در رفاه، سلامت، حیات و امنیت فرد و جامعه، نمی‌توان اثرات این جرایم را نادیده گرفت؛ اما از آنجا که این آثار عمدتاً متوجه منابع آبی هستند و منابع آب جزئی اساسی از محیط‌زیست به شمار می‌آیند، مناسب است که جرایم آبی را در قالب دسته‌بندی کلی‌تر جرایم محیط‌زیستی قرار داد (قاسمی، ۱۳۹۱). در مطالعه جرم انگاری علیه منابع آبی، پژوهشگران طبقه بندی‌هایی را انجام داده‌اند؛ از آنجایی که جرایم دسته اولی عمدتاً کیفیت منابع آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند و جرایم دسته دومی بیشتر بر کمیت منابع آب اثرگذارند، می‌توان جرایم دسته اول را «جرایم آبی کیفی» و جرایم دسته دوم را «جرایم آبی کمی» نامید. هر یک از این دسته‌ها نیز به منابع آبی سطحی و زیرزمینی تقسیم می‌شوند.جرایم آبی کیفی، شامل آن دسته از جرایمی است که کیفیت منابع آبی را هدف می‌گیرند؛ اگرچه بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبی در قالب جرایم آبی کمی نیز با کاهش حجم این منابع، در نهایت منجر به شوری و کاهش کیفیت آنها می‌شود، اما تأثیر اولیه و مستقیم جرایم آبی کیفی بر کیفیت آب‌ها شدیدتر است؛ زیرا این جرایم با آلوده کردن مستقیم منابع آبی، کیفیت آنها را به شکل جدی کاهش می‌دهند (مرادی، ۱۴۰۳).

آلودگی آب، در بسیاری از ایالت‌های آمریکا، یک **جرم کیفری** محسوب می‌شود[۲۴]. برخی ایالات صرفاً آن را شبه جرم می‌دانند؛ بعضی تنها در صورت اثبات «دانستگی»[۲۵] مجازات را اعمال می‌کنند.[۲۶] جنایت علیه آب، فراتر از یک موضوع محیط‌زستی، **یک بحران حقوقی و ساختاری در حاکمیت قانون** است. اگرچه ابزارهایی برای مقابله با آن وجود دارد، اما

اجرای آن‌ها با موانع سیاسی، اقتصادی و حقوقی متعددی مواجه است. **در سطح بین‌الملل نیز خلأهای جدی در پیگرد کیفری آلودگی آب وجود دارد** که مستلزم بازنگری حقوقی و نهادی در سطح جهانی است.

در همین چارچوب، حقوق جزای نوین در کنار بهره‌گیری از مجازات‌های سنتی، در سیاست کیفری خود به استفاده از رویکردهای نوینی چون الزام آلایندگان به بازگرداندن اوضاع به حالت پیشین، پاک‌سازی مناطق آلوده، انتشار رأی صادره جهت تنویر افکار عمومی، ممنوعیت تبلیغات و الزام به عذرخواهی عمومی گرایش یافته است (زکوی و همکاران، ۱۴۰۱). نباید از نظر دور داشت که بخش قابل توجهی از آسیب‌های محیط‌زیستی در حوزه منابع آبی، ممکن است ناشی از عملکرد نهادها و شرکت‌های دولتی یا عمومی باشد که در حوزه صنایع و تأمین انرژی کلان فعالیت دارند. خلأ هرگونه ضمانت اجرای مؤثر در قبال این اشخاص حقوقی، موضوعی درخور تأمل و واکاوی است.

۳-۱-۱- حمایت از عدالت محیط‌زیستی

جنایت علیه آب به‌عنوان مفهومی نوظهور در ادبیات حقوقی بین‌المللی، در تقاطع عدالت اقلیمی، حقوق بشر و حفاظت از محیط‌زیست قرار دارد. اگرچه هنوز در اسناد الزام‌آور بین‌المللی به صراحت از این اصطلاح استفاده نشده، اما شواهد حقوقی و سیاستی در دهه اخیر نشان می‌دهند که تخریب عامدانه یا بی‌ملاحظه منابع آبی حیاتی، به‌ویژه در مناطق آسیب‌پذیر، می‌تواند واجد ویژگی‌های یک جرم بین‌المللی با آثار جدی انسانی، اجتماعی و محیط‌زیستی تلقی شود (UNFCCC، ۲۰۲۱).

از منظر عدالت اقلیمی، جوامع محلی و کشورهای در حال توسعه، قربانیان اصلی بحران‌های ناشی از آلودگی منابع آبی‌اند؛ درحالی‌که نقش آن‌ها در ایجاد این بحران‌ها حداقلی است. بر اساس گزارش توسعه انسانی سازمان ملل متحد UNDP (2021) کشورهایی مانند بنگلادش با سهم کمتر از نیم درصد در آلودگی‌های جهانی، بیشترین آسیب را از کاهش کیفیت منابع آب، سیلاب‌های ناشی از اقلیم ناپایدار، و ورود آلاینده‌های صنعتی به رودخانه‌ها متحمل شده‌اند. در مالدیو، تخریب صخره‌های مرجانی، آلودگی ناشی از افزایش ورود فاضلاب و بالا آمدن سطح دریا، به‌طور مستقیم معیشت جمعیت وابسته به منابع آبی را تهدید می‌کند. در سومالی نیز خشکسالی‌های پیاپی و کاهش آب‌های زیرزمینی، نه‌تنها امنیت غذایی، بلکه صلح داخلی را تحت‌تأثیر قرار داده است (UNDP، ۲۰۲۱).

در این بستر، جرم‌انگاری تخریب یا آلودگی شدید منابع آبی می‌تواند نقش مؤثری در تضمین عدالت محیط‌زیستی ایفا کند. بر اساس قطعنامه ۲۹۲/۶۴ مجمع عمومی سازمان ملل ۲۰۱۰، آب پاک به عنوان یکی از حقوق بنیادین بشری شناخته شده و دولت‌ها ملزم به تضمین دسترسی همگان به منابع سالم و پایدار آبی هستند. تخریب این منابع، به‌ویژه در صورت عامدانه بودن، نه‌تنها نقض تعهدات محیط‌زیستی، بلکه نقض مستقیم حقوق بشری تلقی می‌شود (UN General Assembly، ۲۰۱۰). پویش‌هایی که در چارچوب نشست‌های اقلیمی مانند UNFCCC (۲۰۲۱) شکل گرفت، به وضوح نشان داد موضوع حفاظت از منابع آبی، از یک دغدغه صرفاً بوم‌شناختی به یک مسأله امنیتی و حقوق بشری ارتقاء یافته است. در این کنفرانس، پیشنهاد شد تالاب‌ها، رودخانه‌ها و منابع آبی حیاتی در کشورهای آسیب‌پذیر تحت نوعی نظارت بین‌المللی قرار گیرند تا از تخریب و آلودگی آن‌ها جلوگیری شود. همچنین گزارش گزارشگر ویژه حقوق بشر و محیط‌زیست سازمان ملل به‌صراحت اعلام می‌کند که تخریب اکوسیستم‌های آبی ناشی از سیاست‌های توسعه‌طلبانه یا فعالیت‌های صنعتی، می‌تواند مصداق «نقض جدی حقوق بشر محیط‌زیستی» باشد (United Nations Human Rights، ۲۰۲۲).

از منظر حقوق کیفری بین‌المللی نیز روندهایی در حال شکل‌گیری است که زمینه را برای پذیرش مسئولیت کیفری ناشی از تخریب منابع آبی فراهم می‌سازد. پیش‌نویس اصول حمایت از محیط‌زیست در مخاصمات مسلحانه که توسط کمیسیون حقوق بین‌الملل تدوین شده و همچنین ماده ۸(۲)(b)(iv) اساسنامه رم، با اشاره به ممنوعیت تخریب عمدی منابع زیربنایی محیطی در جریان جنگ، بستری را فراهم کرده‌اند تا در آینده نزدیک، تخریب گسترده منابع آبی حتی در وضعیت صلح نیز با رویکرد کیفری مواجه شود، به‌ویژه اگر این اقدامات آگاهانه، مستمر و دارای پیامدهای فرامرزی باشند. در مجموع، «جنایت علیه آب» نه‌فقط به‌مثابه تخریب یک منبع طبیعی، بلکه به‌عنوان حمله به بنیان‌های حیات انسانی، اجتماعی و فرهنگی در نظر گرفته می‌شود. در چنین شرایطی، جرم‌انگاری تخریب منابع آبی حیاتی می‌تواند ابزاری برای تضمین عدالت اقلیمی، حمایت از حقوق بشر در جنوب جهانی و بازتوزیع مسئولیت جهانی برای حفاظت از میراث‌های مشترک زیستی باشد.

۳-۱-۲- تأثیر بازدارنده

تعریف «جنایت علیه آب» به‌عنوان یک جرم بین‌المللی می‌تواند نقطه عطفی در تحول حقوق بین‌الملل کیفری محیط‌زیست محسوب شود؛ تحولی که با هدف پیشگیری از تخریب منابع حیاتی آبی، نه تنها ابزارهای بازدارنده مؤثری فراهم می‌آورد، بلکه مسئولیت‌پذیری دولت‌ها، شرکت‌ها و حتی افراد را در قبال بهره‌برداری ناپایدار و سوءاستفاده از منابع آبی افزایش می‌دهد. در این چارچوب، جرم‌انگاری سوءرفتارهای آبی، از جمله تخلیه عمدی آلاینده‌ها، انحراف مسیرهای طبیعی رودخانه‌ها، یا استفاده از آب به عنوان ابزار جنگی، می‌تواند به کاهش معنادار چنین جرایمی منجر شود؛ به‌ویژه اگر همراه با سازوکارهای نظارتی کارآمد و ضمانت‌های اجرایی الزام‌آور باشد (UNEP، ۲۰۲۲).

بر اساس (United Nations Environment Programme، ۲۰۲۲) کشورهایی که دارای نظام‌های حقوقی پیشرفته و ضمانت‌های اجرایی قوی در حوزه محیط‌زیست هستند، توانسته‌اند تا ۴۰ درصد از میزان جنایات محیط‌زیستی را کاهش دهند. این تجربه به‌ویژه در زمینه حفاظت از منابع آبی مشهود است؛ به‌عنوان‌مثال، اتحادیه اروپا[۲۷] با بهره‌گیری از چارچوب‌هایی چون «دستورالعمل چارچوب آب»[۲۸]،توانسته است آلودگی‌های آبی را مهار کرده و تخلفات محیط‌زیستی مربوط به آب را به حداقل برساند. چنین نظام‌هایی، نه فقط در سطح قانون‌گذاری بلکه در حوزه اجرا، نقش کلیدی در شکل‌گیری فرهنگ احترام به منابع آبی ایفا می‌کنند (European Commission، ۲۰۲۰) شرکت‌های بزرگ اقتصادی و صنایع قدرتمند نیز مرتکب بسیاری از جرایم محیط‌زیستی، به‌ویژه جرایم فرامرزی می‌شوند؛ اما اغلب تضمین‌های اجرایی در برابر تخلفات آنها در زمینه آلودگی‌های محیط‌زیستی، ضمانت‌های مدنی است. این مسئله نیز بر اساس رویکردهای ابزارگرایانه در نظام جرم‌انگاری توجیه می‌شود. به این ترتیب، فشار گروه‌های قدرت و ثروت باعث می‌شود تا رفتارهای آسیب‌رسان این گروه‌های تأثیرگذار اجتماعی، جرم‌انگاری نشود. این موضوع به خوبی تأثیر مناسبات قدرت را در فرآیند جرم‌انگاری نشان می‌دهد (دانشوری و زارومهدوی، ۱۳۹۵).

مطالعات موردی در سطح ملی نیز اثربخشی جرم‌انگاری و اعمال سیاست‌های قوی نظارتی در زمینه منابع آبی را تأیید می‌کنند. به‌عنوان‌مثال، در کنیا، اجرای قانون حفاظت از منابع آب[۲۹] منجر به کاهش حدود ۳۰ درصدی در بهره‌برداری غیرقانونی از آب و احیای تدریجی اکوسیستم‌های تالابی در مناطق بحرانی شد. این تجربه می‌تواند الگویی برای کشورهایی باشد که با چالش‌های مشابهی در خصوص تخریب منابع آبی دست‌وپنجه نرم می‌کنند و به‌دنبال ارتقاء نظام حقوقی خود در حوزه محیط‌زیست هستند (Government of Kenya، ۲۰۱۶).

بااین‌حال، تحقق مؤثر جرم‌انگاری جنایت علیه آب در سطح بین‌المللی، نیازمند ادغام این مفهوم در ساختارهای موجود حقوق کیفری بین‌الملل، به‌ویژه اساسنامه رم دادگاه کیفری بین‌المللی است. اگرچه اساسنامه در ماده ۸ به برخی جنایات محیط‌زیستی در شرایط مخاصمه مسلحانه اشاره دارد، اما مفهوم ویژه «جنایت علیه آب» هنوز به‌طور صریح و دقیق در آن گنجانده نشده است. این خلأ می‌تواند موجب بی‌پاسخ ماندن برخی اقدامات مخرب علیه منابع آبی در مواقع صلح یا در چارچوب پروژه‌های عمرانی و صنعتی گسترده شود، درحالی‌که آثار آن اقدامات می‌تواند به‌مراتب گسترده‌تر و مخرب‌تر از موارد مشابه در شرایط جنگی باشد؛ فقط در صورتی‌که جنایت علیه آب مصداق "جنایت علیه بشریت"، "جنایت جنگی" یا "نسل‌کشی" باشد. هنوز "اکوساید" (جنایت علیه طبیعت) به‌عنوان جرم مستقل در اساس‌نامه رم پذیرفته نشده است؛ افزودن جرم «اکوساید» به اساس‌نامه رم دادگاه کیفری بین‌المللی؛ ارتقاء سطح جنایت علیه آب به جرم بین‌المللی مستقل با معیارهای مشخص (مانند معیارهای نسل‌کشی)؛ یکپارچه‌سازی منابع آبی (سطحی، زیرزمینی، بارشی، زیستی) در تعریف حقوقی بین‌المللی آب؛ استفاده از فناوری برای مستندسازی جنایات آبی مانند تصاویر ماهواره‌ای، مدل‌سازی اقلیمی، داده‌های کیفی آب؛ تشویق دولت‌ها به تصویب قوانین داخلی سختگیرانه درباره جرم علیه منابع آب اقدامات در دسترس می‌باشد. ازاین‌رو، نیاز به تدوین و پذیرش قواعد نوین در چارچوب حقوق کیفری بین‌الملل احساس می‌شود که در آن تخریب یا آلودگی عامدانه و گسترده منابع آبی، به‌عنوان یک جرم مستقل با عناصر خاص خود تعریف شود. چنین اقدامی نه‌تنها به تقویت ابزارهای حقوقی موجود کمک می‌کند، بلکه می‌تواند یک گام اساسی در جهت تحقق عدالت اقلیمی و تضمین حق دسترسی به آب پاک به‌عنوان یکی از حقوق بنیادین بشر باشد.

تعریف «جنایت علیه آب» به‌عنوان یک جرم بین‌المللی نیازمند اصلاحات حقوقی بنیادی است تا بتواند جایگاه مناسبی در نظام حقوقی بین‌الملل پیدا کند و به‌طور مؤثر از منابع آبی حفاظت نماید. ایجاد پروتکلی ویژه و مستقل برای حفاظت از منابع آبی در چارچوب معاهدات بین‌المللی، به‌ویژه کنوانسیون‌های بین‌المللی همچون کنوانسیون ژنو، می‌تواند نقش بازدارنده‌ای در پیشگیری از جنایات محیط‌زیستی مرتبط با آب ایفا کند. این پروتکل می‌تواند قواعد شفاف و الزام‌آوری درخصوص بهره‌برداری، حفاظت و بازسازی منابع آبی وضع کرده و به‌عنوان مبنایی قانونی برای پیگرد کیفری سوءاستفاده‌ها عمل نماید (Bassiouni، ۲۰۲۱). چنانچه، در کنفرانس استکهلم ۲۰۲۲، نمایندگان کشورهای مختلف بر ضرورت گنجاندن جرائم مرتبط با آب در چارچوب «جنایات علیه بشریت» تاکید کردند. این پیشنهاد می‌تواند زمینه‌ساز تغییرات گسترده در اساسنامه دادگاه کیفری بین‌المللی باشد، به‌گونه‌ای که تخریب عمدی منابع آبی حیاتی به‌عنوان یکی از جنایات جدی بین‌المللی شناخته شود و مجازات‌های کیفری سنگینی برای مرتکبین آن تعیین شود. چنین رویکردی می‌تواند ضامن حفظ حقوق اساسی مردم به آب سالم و محیط زیست پایدار بوده و از نابرابری‌های محیط‌زیستی در جوامع آسیب‌پذیر جلوگیری کند.

پاسخ مؤثر به تهدیدات ناشی از سوءاستفاده از منابع آبی، مستلزم مجموعه‌ای از اقدامات ساختاری و حقوقی در سطوح ملی و بین‌المللی است. نخست، ضروری است چارچوب‌های حقوقی بین‌المللی روشنی برای تعریف «جنایت علیه آب» تدوین شود. گنجاندن این مفهوم در اسناد الزام‌آور بین‌المللی، از جمله اصلاح اساسنامه رم دادگاه کیفری بین‌المللی می‌تواند زمینه‌ساز مسئولیت کیفری برای تخریب عمدی یا سوءاستفاده گسترده از منابع آبی باشد؛ به‌ویژه در بستر درگیری‌های مسلحانه، پروژه‌های صنعتی مخرب یا سیاست‌های ناعادلانه آبی. در کنار این، ایجاد یک نهاد مستقل بین‌المللی برای نظارت بر بهره‌برداری از منابع آبی در

مناطق آسیب‌پذیر و بحران‌خیز، گامی مؤثر در جهت رصد و مستندسازی موارد نقض، حمایت از جوامع محلی و پیشگیری از بحران‌های آبی آینده خواهد بود. چنین نهادی می‌تواند با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و همکاری با سازمان‌های منطقه‌ای، نقش مهمی در شفاف‌سازی رفتار دولت‌ها و شرکت‌ها ایفا کند.

تقویت ضمانت اجرای قوانین زیست‌محیطی نیز ضرورتی انکارناپذیر است. همکاری‌های حقوقی فراملی، هم در قالب توافقات دوجانبه و چندجانبه و هم از طریق سازوکارهای همکاری قضایی بین‌المللی، باید تقویت شود تا از فرار متخلفان از مسئولیت جلوگیری شود. نمونه‌های موفق این همکاری‌ها در پرونده‌هایی نشان می‌دهد پیگرد مؤثر، مستلزم انسجام در نظام قضایی و تعقیب کیفری فراسرزمینی است.

در نهایت، افزایش آگاهی عمومی، ظرفیت‌سازی نهادی، و آموزش حقوقی گسترده درباره مخاطرات محیط‌زیستی و اهمیت منابع آبی باید بخش جدایی‌ناپذیر از سیاست‌گذاری‌های مقابله با جنایات محیط‌زیستی باشد. تا زمانی که مفاهیم عدالت محیط‌زیستی، حق بر آب و مسئولیت نسل‌محور در میان شهروندان و سیاست‌گذاران درونی نشود، قوانین به تنهایی کارایی لازم را نخواهند داشت. بنابراین، جرم‌انگاری جنایت علیه آب نه‌تنها ابزار حقوقی برای حفظ منابع آبی حیاتی است، بلکه گامی اساسی در جهت تحقق عدالت بین‌نسلی و حمایت از حقوق جوامع بومی و آسیب‌پذیر به شمار می‌آید. چنین اقدامی، پاسخ به ضرورتی اخلاقی، حقوقی و اکولوژیکی در عصر بحران جهانی آب است.

۳-۲- اجزای احتمالی عناصر جنایت علیه آب تحت عنوان جنایت علیه بشریت

طرح جنایت علیه آب به‌عنوان یکی از مصادیق جنایت علیه بشریت طبق ماده ۷ اساسنامه دیوان بین الملل کیفری مستلزم تحلیل دقیق عنصر مادی (actus reus) و عنصر معنوی (mens rea) است، تا این عمل در قالب نظام حقوق کیفری بین‌المللی قابل تعریف و پیگیری باشد. در ادامه، این دو عنصر در چارچوب حقوق بین‌الملل کیفری بررسی می‌شود:

۳-۲-۱- عنصر مادی (Actus Reus)

عنصر مادی جنایت علیه آب، ناظر بر اقدامات عینی و بیرونی است که منجر به تخریب یا آسیب گسترده به منابع آبی شده و به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم انسان‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

اجزای احتمالی عنصر مادی عبارتند از: اقدام به تخریب یا آلودگی شدید منابع آبی، ورود عمدی مواد شیمیایی، نفتی، رادیواکتیو یا بیولوژیکی به منابع آبی و خشکاندن منابع آبی مشترک از طریق سدسازی یا انحراف مسیر رودخانه‌ها به‌منظور آسیب به جمعیت غیرنظامی، ایجاد شرایط بحرانی برای بقا، اقدامات منجر به غیرقابل شرب شدن آب یا محروم‌سازی گسترده از دسترسی به آب پاک، قطع سیستم‌های آبرسانی یا زیرساخت‌های حیاتی به‌گونه‌ای که زندگی یا سلامت گروهی از جمعیت‌ها را تهدید کند و در نهایت گستردگی و نظام‌مندی.

این جنایت باید در مقیاسی گسترده یا به‌صورت نظام‌مند علیه جمعیت غیرنظامی صورت گیرد (براساس با تعریف جنایت علیه بشریت).

۳-۲-۲- عنصر معنوی (Mens Rea)

عنصر معنوی اشاره به نیت یا ذهنیت مرتکب دارد که در جنایت علیه بشریت، سطح بالایی از عمد را می‌طلبد.

اجزای احتمالی عنصر معنوی عبارت است از علم و قصد نسبت به نتیجه؛ مرتکب باید آگاه باشد که اقدام او موجب آسیب به جمعیت غیرنظامی می‌شود و قصد این آسیب را داشته باشد یا نسبت به آن بی‌تفاوت مجرمانه (reckless) عمل کرده باشد؛ که احراز این موضوع، امر دشواری است. اگر این شرط قصد مجرمانه کاهش یابد، مجازات‌ها به‌شدت ضعیف می‌شوند؛ برای آن‌که متخلفین، آلودگی منابع آبی را یک «ریسک اقتصادی قابل‌پذیرش» ندانند، نیاز است، قوانین مسئولیت مطلق تصویب شود؛ «بی‌احتیاطی جنایی» یا «در معرض خطر قرار دادن بی‌ملاحظه» جرم‌انگاری شود و **مجازات‌های سنگین‌تری** اعمال شود. همچنین است قصد محروم‌سازی یا نابودی جمعیت؛ درصورتی‌که اقدام علیه منابع آبی با هدف آسیب رساندن به جمعیتی خاص از نظر قومیتی، نژادی، دینی یا سیاسی صورت گیرد، می‌تواند واجد عنصر قصد تبعیض‌آمیز یا نابودگرانه باشد، مشابه آنچه در نسل‌کشی مشاهده می‌شود و در نهایت آگاهی از ماهیت نظام‌مند یا گسترده رفتار؛ به آن معنا که مرتکب باید آگاه باشد که اقدامش بخشی از حمله‌ای گسترده یا نظام‌مند علیه جمعیت غیرنظامی است، نه یک حادثه‌ی منفرد و تصادفی.

۳-۳- اجزای احتمالی عناصر جنایت علیه آب تحت عنوان جنایت جنگی

برای تحلیل جنایت علیه آب به‌عنوان جنایت جنگی باید آن را در چارچوب قواعد حقوق بین‌الملل بشردوستانه، به‌ویژه چهار کنوانسیون ژنو (ICRC، ۱۹۴۹)، پروتکل‌های الحاقی (ICRC، ۱۹۷۷) و اساسنامه رم (United Nations، ۱۹۹۸) مورد بررسی قرار داد.

در این چارچوب، آب به‌عنوان زیرساخت غیرنظامی حیاتی و بخشی از محیط‌زیست طبیعی، تحت حمایت خاص قرار دارد، و حمله عامدانه به آن، در شرایطی خاص می‌تواند جنایت جنگی تلقی شود. به‌عنوان‌مثال در جنگ کویت آتش‌زدن چاه‌های نفت توسط عراق و آلودگی گسترده خلیج فارس و منابع آبی منطقه رقم خورد؛ در جنگ سوریه، قطع عمدی آب رود فرات یا چاه‌های آب در مناطق شهری به عنوان ابزار جنگی مطرح بود و در نهایت جنگ در اوکراین، آسیب به سدها و منابع آبی (مثل سد کاخوفکا)، با ادعای هدف نظامی ولی آثار ویرانگر محیط‌زیستی و انسانی. همگی می تواند از نمونه هایی

باشـــد که جنایت علیه آب را تحت عنوان جنایت جنگی قابل بررسی می نماید. تخریب عمدی سد توسط نیروهای متخاصم که منجر به: ســـیل گســـترده، آلودگی شـــدید، مرگ و میر و اختلال در تأمین آب و انرژی شـــد که مصـــداق جنایت جنگی طبق پروتکـل‌هـای ژنو (مـاده ۵۶ و ۱۵ از پروتکـل‌هـای ۱۹۷۷) می‌باشد که تأمین انرژی، سیستم‌های خنک‌کننده نیروگاه‌های بالادســـتی (مانند نیروگاه زاپروژیا) را مختل کرد. این حادثه مثالی بارز از **جنایات محیط‌زیســـتی در بســـتر جنگی** اســـت؛ با تأثیرات مستقیم انسانی، محیط‌**زیستی** و منطقه‌ای.

برای احراز عنـاصـــر احتمالی جنایت علیه آب تحت عنوان جنـایـت جنگی می‌توان از اســـنـاد مرتبط از جملـه مـاده ۸ اسـاسـنامه رم، حمله عامدانه به تأسـیسـات، مواد، واحدها و وسـایل پزشـکی و بهداشـتی یا منابع حیاتی برای بقا، از جمله آب را مطرح کرده اســـت. مـاده ۵۴ پروتکـل اول الحـاقی بـه کنوانســـیون‌های چهارگانه ممنوعیت حمله، تخریب، انتقال یا بی‌اثر کردن اشـــیای ضـــروری برای بقا، مانند آب را بیان کرده است. همچنین ماده ۳۵ و ۵۵ پروتکل اول ممنوعیت استفاده از روش‌هایی که آســـیب شـــدید، طولانی‌مدت و گســـترده به محیط‌زیست، از جمله منابع آبی، وارد می‌کند استفاده نمود.

۳-۳-۱- اجزای احتمالی عنصر مادی

۱) **حمله عمدی به زیرســـاخت‌های آبی:** مانند تخریب یا هدف قرار دادن سـدها، تصـفیه‌خانه‌ها، خطوط لوله آب یا چاه‌ها و مســـمـوم‌ســـازی یا آلودگی عمدی منابع آب آشامیدنی.

۲) **محروم‌ســـازی غیرقانونی از دســـترســـی به آب؛** مانند محاصره یا انسداد منابع آبی در جهت گرسنگی‌دادن یا تضـــعیف جمعیت غیرنظامی (نقض ماده ۵۴ پروتکل I الحاقی به کنوانســـیون ژنو). همچنین اســـتفاده از آب بـه‌عنوان ابزار جنگی برای تنبیـه یـا اجبـار گروه‌هـای غیرنظامی.

۳) **آسیب محیط‌زیستی شدید و غیرضروری؛** مثل استفاده از روش‌ها یا ســـلاح‌هایی که منجر به تخریب وســـیع محیط‌زیســـت آبی می‌شـــود (ماده ۳۵ و ۵۵ پروتکل I)؛ به‌ویژه در مواردی که آســـیب محیط‌زیســـتی هیچ مزیت نظامی قانع‌کننده‌ای ندارد یا کاملاً غیرتناسبی هستند.

۳-۳-۲- اجزای احتمالی عنصر معنوی (عنصر ذهنی):

۱) **عمد در هدف قرار دادن منابع آبی:** مرتکب باید آگاهانه منابع آبی را به‌عنوان هدف حمله انتخاب کرده باشد، نه به‌طور تصادفی یا اشتباه.

۲) **علم به وضـــعیت غیرنظامی هدف:** به معنای آگاهی از اینکه منبع آبی مورد نظر در خدمت جمعیت غیرنظامی است (نه صرفاً اهداف نظامی).

۳) **بی‌توجهی به اصـــل تناســـب و احتیاط:** عدم ملاحظه اصـــول بنیادی حقوق بشـــردوســـتانه: اصـــل تمایز (بین اهداف نظامی و غیرنظامی) و اصل تناسب.

۳-۴- چالش‌های احتمالی جرم‌انگاری

تحقیقـات و درخواســـت‌هـای پیگرد در حوزه جرایم آبی بین‌المللی با چالش‌های فراوانی مواجه اسـت، به‌ویژه در اثبات جنبه کیفری این جرایم. در مواردی مانند آلودگی مشـخص یا تخریب عمدی یک سد، اثبات آسیب مستقیم نسبتاً ساده‌تر اسـت؛ اما در زمینه تخریب کلی اکوسـیسـتم، سـیاسـت‌های کلان محیط‌زیستی یا اثرات تدریجی آلودگی، اثبات جرم بسیار پیچیده‌تر اسـت، به‌ویژه در چارچوب قوانین کیفری بین‌المللی. نمونه برجسته این موضوع شکایت علیه رئیس‌جمهور پیشین برزیل، ژایر بولسـونارو، اسـت که توسـط سـازمان غیردولتی AllRiseبا عنوان «سـیاره علیه بولسـونارو» به دادگاه کیفری بین‌المللی ارائه شـد. در این شـکایت، سـیاسـت‌های محیط‌زیسـتی بولسـونارو به نابودی گسـترده جنگل آمازون و پیامدهای مخرب آن بر منابع آب شـیرین، تغییرات اقلیمی، تنوع زیسـتی و حقوق جمعی بشـریت متهم شـده اسـت. باوجودا‌اینکه بیش از ۶۰٪ حوضـــه آمازون در مرزهای برزیل اســـت، تأثیرات آن به‌طور گســـترده فرامرزی و جهانی اســـت. بااین‌حال، حتی اگر دادســـتان ICC پرونده را بپذیرد، موانع حقوقی مهمی از جمله اصل «تکمیلی بودن» که نیازمند اثبات عدم تمایل یا توانایی برزیل در محاکمه منصفانه است، اثبات قصد مجرمانه در سیاست‌های زیست‌محیطی، و نشان دادن «تأخیر غیرموجه» یا «عدم اسـتقلال» در دادرسـی‌های ملی وجود دارد. گزارش‌های حقوقی اقلیمی نشان داده‌اند که برزیل یا مایل نیسـت یا قادر به تحقیقات کافی نیسـت، که می‌تواند توجیه‌گر پیگرد از طریق دیوان کیفری باشد. بااین‌حال، ماهیت تدریجی و بلندمدت تغییرات اقلیمی، اثبات الگوهای رفتاری مجرمانه را دشـوار می‌کند و این تأخیر در تشـخیص جرم، امکان فرار مسئولان از پاسخگویی را بیشتر می‌سازد، به‌ویژه در جرایم محیط‌زیسـتی که پیامدهای آن‌ها ممکن اسـت سال‌ها پس از وقوع ظاهر شوند.

به‌عنوان‌مثال به بیان برخی پژوهشـگران در ایالات متحده نیز قضـات به دفاعیات شـکلی (مثل نداشـتن قصـد مجرمانه یا ناهماهنگی با تشـریفات اداری) بیش از شـواهد علمی توجه دارند. قوانین «مسـئولیت سـخت‌گیرانه» و «به خطر انداختن بی‌پروا» بـه‌ندرت پـذیرفتـه می‌شـــونـد. عمـدتـاً اثبـات «نیـت مجرمانه» الزامی اسـت که پیگیری را دشـوار می‌سـازد و برخی ایالت‌ها عمداً قوانین خود را ضـعیف‌تر از اسـتانداردهای EPA تنظیم کرده‌اند (به‌اصـــطلاح "رقابت به قعر")؛ در نتیجه عدم اجرای قوانین جنـایی در قبـال آلودگی آب، نـه از پیچیـدگی حقوقی، بلکه از یک سـاختار غیرمنطقی، محافظه‌کار و طرفدار سـرمایه‌داری تجاری نشـأت می‌گیرد. این چالش‌ها را می‌توان در دسته‌بندی زیر بیان کرد:

الف) مقاومت و خودداری مرتکبین از همکاری با مقامات: در پرونده *People v. Appel* (کالیفرنیا)، یک مرتکب آلودگی که مسیر یک رودخانه را تغییر داده بود، به صراحت اعلام کرد که باید از پاسخ به مقامات دولتی، پر کردن فرم‌ها یا همکاری با آنها خودداری کرد. این رفتار نشان‌دهنده رویکردی است که در بسیاری از موارد به آلودگی‌های آب مربوط می‌شود، جایی که ضعف در اجرای قوانین باعث می‌شود که مجازات‌ها برای مرتکبین به هزینه‌ای قابل تحمل تبدیل شود.

ب) هزینه‌های پایین برای جبران آلودگی: هزینه‌های جریمه اغلب از هزینه‌های اصلاح آلودگی کمتر است، و همچنین احتمال شناسایی و مجازات مرتکبین نیز پایین است. این مسأله باعث می‌شود که بسیاری از آلودگی‌کنندگان هیچ انگیزه‌ای برای تغییر رفتار خود نداشته باشند. این رویکرد به شکل گسترده‌ای در صنعت دیده می‌شود، جایی که هزینه‌های جریمه و اصلاحات به اندازه‌ای نیست که انگیزه‌ای برای پیروی از مقررات ایجاد کند.

ج) مقاومت صنعت در برابر اصلاحات قانونی: در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰، وقتی پیشنهادات برای افزایش مجازات‌های جنایی و اعمال مجازات‌های سخت‌تر برای آلودگی‌کنندگان مطرح شد، صنعت به شدت مقاومت کرد. بسیاری از گروه‌های تجاری و صنعتی با استدلال‌هایی نظیر "عدم تعریف دقیق رفتار غیرمسئولانه "و "پیچیدگی قوانین مقرراتی "تلاش کردند تا این اصلاحات را متوقف کنند.

د) استفاده از استدلال‌های قانونی برای جلوگیری از مجازات: مرتکبین آلودگی و وکلای آنها از چندین استدلال قانونی برای جلوگیری از مجازات استفاده می‌کنند. برخی از این استدلال‌ها شامل موارد زیر هستند:

۱) عدم صلاحیت دادگاه یا هیئت منصفه (مانند دعوی‌های مبنی بر عدم رعایت فرآیندهای قانونی)؛ گذشته از این، بسیاری از قضات، جرائم محیط‌زیستی را نه جدی می‌گیرند؛ نه به‌عنوان تهدیدی علیه عدالت اجتماعی می‌شناسند؛ بلکه **بیشتر به آن به چشم «مزاحمت‌های قانونی» نگاه می‌کنند**. برخی دیگر، بیش از حد به انگیزه متهم توجه دارند–اگر اثبات نشود که او با "قصد بد" این کار را کرده، **حاضر نیستند حکم محکومیت بدهند**.

۲) مغایرت با اصل عدم دخالت در قوانین [۳۰] که به معنای عدم تفویض قدرت به نهادهای اجرایی برای ایجاد و اجرای قوانین جنایی است؛ آنچنان که برخی دادگاه‌ها، قوانین زیست‌محیطی ایالتی را به‌دلیل فقدان تعریف دقیق یا استاندارد روشن، **غیراجرایی** اعلام می‌کنند.

۳) مفاهیم مبهم در قوانین که باعث می‌شود افراد نتوانند به طور دقیق بدانند چه اقداماتی جرم است؛ این مسئله در برخی موارد سبب شده تا **تمام قانون مربوط به آلودگی آب را بی‌اعتبار اعلام کرده‌اند!**

۴) توافقات و منافع تجاری در تولید آلودگی‌های سمی که می‌توانند مانع از افشای اطلاعات شوند؛ به‌عنوان‌مثال در پرونده Ruckleshaus v. Monsanto (Supreme Court of the United States، ۱۹۸۴) یکی از دفاع‌های رایج که توسط مرتکبان آلودگی مطرح می‌شود، منافع مالکیتی در محتوای مواد سمی تخلیه شده است. این مسأله در این پرونده که به طور خاص به مسائل حقوقی مربوط به مواد شیمیایی سمی و تخلیه آن‌ها در محیط‌زیست پرداخته است مطرح شد و دفاع‌کنندگان از حق حفظ اسرار تجاری و اطلاعات مربوط به ترکیبات سمی به عنوان دفاعی علیه دستورات نظارتی استفاده کردند. در این‌گونه موارد، ادعا می‌شود که فاش کردن ترکیبات شیمیایی سمی ممکن است منافع تجاری شرکت را به خطر بیندازد و به آن‌ها خسارت وارد کند، زیرا آن‌ها نمی‌خواهند فرمولاسیون‌های محصول خود را در اختیار رقبای خود قرار دهند. در این پرونده خاص، شرکت مونسانتو از این دفاع استفاده کرد و در تلاش بود تا اجازه ندهد که اطلاعات مربوط به مواد شیمیایی که در محصولات آن‌ها استفاده می‌شود، علنی شود. این مسأله به یکی از چالش‌های اساسی در اجرای مؤثر قوانین محیط‌زیستی تبدیل می‌شود، جایی که منافع تجاری به راحتی می‌توانند از طریق حق حفظ اسرار تجاری به عنوان دفاعی در برابر قوانین محیط‌زیستی استفاده شوند (Supreme Court of the United States، ۱۹۸۴).

۵) پرهیز از تعهدات مالی یا هزینه‌های اجرای قوانین با توجیهات فرهنگی-محلی نظیر اینکه: گاهی آلودگی را **"بخشی از زندگی صنعتی منطقه "**می‌دانند و اصلاً آن را غیرقانونی تلقی نمی‌کنند!

در پایان باید گفت یکی از مهمترین موانع در پیگیری جرایم مرتبط با منابع آب، بی‌اطلاعی و ناآگاهی عمومی نسبت به ماهیت کیفری این آسیب‌هاست. بسیاری از شهروندان این مسائل را صرفاً فنی یا اداری تلقی می‌کنند و از ابزارهای قانونی برای شکایت یا اعتراض بی‌خبر هستند. در بسیاری مناطق، تنها زمانی توجه مردم جلب می‌شود که آب آشامیدنی‌شان به‌طور مستقیم آلوده شود. افزون بر این، قربانیان اغلب در سکوت باقی می‌مانند؛ زیرا نمی‌دانند چه کسی را باید مسئول بدانند یا از کجا باید کمک بگیرند و در مواردی از پیامدهای اجتماعی یا شغلی شکایت می‌ترسند. هم‌زمان، متهمان اصلی این جرائم که غالباً شرکت‌های صنعتی، شهرداری‌ها یا نهادهای بزرگ هستند با استفاده از وکلای زبده، ارتباطات سیاسی و خلأهای قانونی، خود را از پاسخ‌گویی مصون می‌سازند؛ حتی در مواردی، نهادهای نظارتی نیز با آن‌ها روابط شغلی یا مالی دارند. در چنین شرایطی، نظام حقوقی که بیش از حد بر مسئولیت فردی و قصور مستقیم تمرکز دارد، نمی‌تواند با ماهیت ساختاری و سیستمی جرایم آبی مقابله کند. از سوی دیگر، تبعیض محیط‌زیستی نیز به‌عنوان یک واقعیت تلخ مطرح است؛ چرا که بیشترین حجم آلودگی‌ها در مناطقی اتفاق می‌افتد که ساکنان آن فقیر، کم‌قدرت یا از اقلیت‌های نژادی‌اند و نه‌تنها صدایی برای اعتراض ندارند،

بلکه اصولاً در معادلات تصمیم‌گیری دیده نمی‌شوند. این شرایط نشان می‌دهد که تحقق عدالت محیط‌زیستی، نیازمند اصلاحات بنیادین در ساختارهای حقوقی، افزایش آگاهی عمومی، و تضمین مشارکت برابر برای همه گروه‌ها در حفاظت از منابع حیاتی چون آب است.؛ چرا که جرائم آبی، سیستمی و ساختاری‌اند، نه فردی.

نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی

جنایت علیه آب به معنای هرگونه اقدام عمدی یا غیرعمدی است که منجر به **آلودگی، تخریب، برداشت غیرمجاز** یا **محدود کردن دسترسی عمومی به منابع آبی** شود. این جرایم ممکن است شامل رهاسازی مواد آلاینده صنعتی، دفع غیرقانونی فاضلاب، حفر چاه‌های غیرمجاز و یا تخریب اکوسیستم‌های آبی باشد. این اقدامات از نظر قانون می‌تواند به عنوان **جرم محیط‌زیستی** شناخته شود و اثرات آن علاوه بر سلامت انسان، زیست‌بوم و اقتصاد کشور را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

این مقاله نشان داد که باوجود اهمیت حیاتی منابع آب و آثار مخرب تخریب یا آلودگی آن‌ها، هیچ چارچوب حقوقی کیفری بین‌المللی صریح و الزام‌آور برای پیگرد جنایت علیه آب وجود ندارد. تحلیل اسناد و معاهدات، از جمله کنوانسیون هلسینکی ۱۹۹۲ و کنوانسیون نیویورک ۱۹۹۷، تأکید می‌کند که این اسناد صرفاً مسئولیت دولت‌ها را مورد توجه قرار می‌دهند و ابزارهای کیفری برای مجازات افراد حقیقی پیش‌بینی نمی‌کنند. در نتیجه، خلأی ساختاری موجود موجب می‌شود که اقدامات مخرب علیه منابع آب، حتی در صورت شدت و گستردگی، اغلب بدون پیگرد مؤثر باقی بمانند. تحلیل مسائل اجرایی و اجتماعی نشان می‌دهد که: مقاومت نظری و حقوقی علیه جرم‌انگاری کیفری محیط‌زیست (از دهه ۱۹۳۰) موجب محدودیت ابزارهای قانونی و تأخیر در شناسایی رفتارهای زیان‌بار به‌عنوان جرم شد. ضعف دسترسی عمومی، محدودیت در دعاوی شهروندی و عدم شفافیت اطلاعاتی، امکان اجرای قوانین موجود را به‌شدت کاهش می‌دهد. گروه‌های آسیب‌پذیر و اقلیت‌ها بیشترین صدمه را از تخریب منابع آب می‌بینند، زیرا توانایی حقوقی و مالی مقابله با آلودگی‌ها را ندارند. لابی‌گری و مزیت‌های تاکتیکی شرکت‌ها باعث شده است حتی قوانین سخت‌گیرانه محلی، ناکارآمد باشند. خلأ مسئولیت کیفری فردی و رقابت میان حوزه‌های قضایی، فرصت‌هایی برای فرار مرتکبین ایجاد کرده و از اجرای مؤثر قوانین جلوگیری می‌کند. موضوع پژوهش: با توجه به تحلیل‌های فوق، می‌توان نتیجه گرفت که شناسایی و جرم‌انگاری مستقل «جرم علیه آب» در حقوق بین‌الملل کیفری ضروری است. تنها ترکیب تحلیل کیفری با سازوکارهای بین‌المللی و ملی می‌تواند موجب حفاظت مؤثر از منابع آب و تضمین حقوق بشر شود.

در وهله نخست ضرورت دارد تا شناسایی مسئولیت کیفری دولت‌ها انجام شود؛ به ویژه در مواردی که خود دولت عامل اصلی تخریب منابع آبی است. سپس گسترش دکترین جرم‌انگاری محیط‌زیستی در دستور کار قرار گیرد؛ بدان معنای فراتر رفتن از تکیه صرف به قوانین موجود؛ و در گام سوم باید برای مواردی مانند نشت صنایع یا آلودگی گسترده، یک نظام «هشدار عمومی سریع» (مدل SOS) طراحی شود تا همه آگاه شوند و اقدام پیشگیرانه سریع انجام گردد؛ به‌این‌ترتیب راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود:

الف) تدوین یک معاهده جهانی ویژه حفاظت از منابع آبی: **پیشنهاد ایجاد یک معاهده جهانی ویژه حفاظت از منابع آبی مشابه معاهده پاریس ۲۰۱۵در زمینه تغییرات اقلیمی ارائه می‌شود. این معاهده باید شامل بندهایی برای ممنوعیت جنایت علیه آب و تعریف آن به‌عنوان یک جرم بین‌المللی و تعهدات کشورها برای کاهش آلودگی و جلوگیری از بهره‌برداری غیرقانونی و گزارش‌دهی شفاف درباره وضعیت منابع آبی و اقدامات انجام شده باشد. همکاری‌های بین‌المللی مشابه در قالب معاهده پاریس منجر به کاهش ۱۵ درصدی تولید گازهای گلخانه‌ای شده است. همچنین بازبینی و تقویت کنوانسیون‌های محیط‌زیستی مانند کنوانسیون رامسر و کنوانسیون بازل برای الزام‌آوری بیشتر در اجرای تعهدات مربوط به حفاظت از منابع آبی مطرح است.**

ب) تشکیل یک نهاد بین‌المللی مستقل: **پیشنهاد می‌شود یک سازمان بین‌المللی نظارت بر جرایم محیط‌زیستی تحت نظارت مستقیم سازمان ملل تشکیل شود که وظایف این نهاد شامل: مانیتورینگ جهانی منابع آبی با استفاده از فناوری‌های نوین مانند ماهواره‌ها و داده‌های کلان، ارزیابی و گزارش‌دهی دوره‌ای به شورای امنیت سازمان ملل در مورد وضعیت منابع آبی و اجرای مجازات‌های بین‌المللی علیه دولت‌ها یا شرکت‌هایی که مرتکب جنایت علیه آب شده‌اند. ایجاد چارچوب‌های همکاری منطقه‌ای مشابه پروتکل نیل برای مدیریت مشترک منابع آبی در کشورهای هم‌مرز، نیازی مبرم است.**

ج) مشارکت جوامع محلی: **اجرای برنامه‌های آموزشی برای آگاه‌سازی جوامع محلی در مورد اهمیت حفاظت از منابع آبی، از موارد شایان ذکر است. براساس گزارش** (FAO، ۲۰۲۲) **آموزش جوامع روستایی در آفریقا منجر به کاهش ۲۰ درصدی آلودگی آب‌های زیرزمینی شده است. توانمندسازی جوامع محلی از طریق ایجاد مشوق‌های مالی و فنی برای مشارکت در پروژه‌های احیای منابع آبی و حمایت از NGOها برای اجرای پروژه‌های پایدارسازی منابع آبی و نظارت بر بهره‌برداری، اثرات بلندمدتی خواهد داشت.**

د) تأمین مالی و ظرفیت‌سازی برای کشورهای درحال‌توسعه: **تأسیس یک صندوق جهانی احیای منابع آبی با حمایت کشورها و نهادهای بین‌المللی اقدامی ضروری است؛ بودجه‌گذاری مستقیم برای احیای منابع آبی در کشورهای درحال‌توسعه می‌تواند تولید ناخالص داخلی آن‌ها را تا ۱۰**

درصد افزایش دهد؛ در کنار آن، ارائه فناوری‌های نوین برای تصفیه آب و نظارت بر منابع آبی به کشورهای درحال‌توسعه، ترویج می‌شود؛ خصوصا که به World Bank (۲۰۲۱) با وجود نمونه موفق آن که انتقال فناوری تصفیه آب به بنگلادش که موجب کاهش ۴۰ درصدی آلودگی رودخانه‌های این کشور شده است. این مهم جز با آموزش کارشناسان محلی برای مدیریت منابع آبی و تدوین سیاست‌های پایدار، محقق نمی‌شود.

پیشنهادهایی که از نتیجه این پژوهش به دست آمده به ضرح زیر می‌باشد:

تدوین یک تعریف کیفری بین‌المللی دقیق برای جرم علیه آب که عناصر مادی، معنوی و آستانه ضرر آن روشن باشد، مشابه سازوکارهای پیش‌بینی شده برای جنایات جنگی و اکوساید؛ ۲- ایجاد سازوکار نظارت و گزارش‌دهی بین‌المللی تحت نظر سازمان ملل یا نهاد مستقل برای پیگیری اقدامات مخرب فرامرزی؛ ۳- گنجاندن این جرم در قوانین داخلی کشورها با ضمانت اجرایی کیفری و ایجاد امکان پیگرد فرامرزی افراد حقیقی؛ ۴-توسعه مکانیسم‌های جبران خسارت و مسئولیت مدنی هماهنگ برای قربانیان و گروه‌های آسیب‌پذیر، همراه با شفافیت اطلاعاتی و دسترسی به عدالت؛ ۵- تشویق به همکاری بین‌المللی در قالب کنوانسیون‌های جدید یا اصلاح کنوانسیون‌های موجود برای رفع خلاهای قانونی و پیشگیری از تخریب منابع آب؛ می‌توان اذعان نمود که با اجرای این اقدامات، نه‌تنها حفاظت مؤثر از منابع آب تضمین می‌شود، بلکه عدالت محیط‌زیستی برای گروه‌های آسیب‌پذیر و پیشگیری از تهدیدات فرامرزی نیز تقویت خواهد شد.

منابع

ابراهیمی، صدیقه. (۱۳۸۵). «حمایت کیفری از محیط‌زیست در برابر واحدهای صنعتی آلاینده». پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده حقوق، دانشگاه قم، ایران.

بهره مند، حمید، و رستمی، سینا. (۱۳۹۵). تحلیل کارایی سیاست کیفری ایران در قبال جرایم مرتبط با آب. مطالعات حقوق انرژی، ۲(۲)، ۲۲۹-۲۵۲.doi: 10.22059/jrels.2016.62722

خالقی، ابوالفتح و رشنوادی، حجت الله. (۱۳۹۲). سیاست تقنینی کیفری ایران در صیانت از منابع آب با عنایت به اسناد بین‌المللی. پژوهش‌های حقوق کیفری، ۱(۳)، ۱۱۹-۱۴۱. https://jclr.atu.ac.ir/article_2211.html

دانشوری، قادر و زارومهدوی، حمیدرضا. (۱۳۹۵). امنیت بین‌المللی و جرایم زیست‌محیطی. انتشارات میزان. چاپ اول. تهران، ایران.

رمضانی قوام‌آبادی، محمدحسین. (۱۳۹۲). بررسی تطبیقی اجرای اصل احتیاط زیست‌محیطی در پرتو آرا و تصمیمات مراجع بین‌المللی. پژوهش حقوق عمومی، ۱۵(۴۰)، ۱۶۴-۱۴۱. doi: 10.22051/jplsq.2024.23300.2187

زکوی، مهدی، و شمس ناتری، محمد ابراهیم. (۱۴۰۱). مطالعه تطبیقی سیاست جنایی تقنینی ایران و قوانین بین المللی در قبال جرایم مرتبط با منابع آب. ماهنامه جامعه شناسی سیاسی ایران، ۵(۳)، ۸۹۳-۹۱۶. doi: 10.30510/psi.2022.270039.1486

عسگری، محمود. (۱۳۸۱). نسبت نوین بین منابع آبی و امنیت ملی. فصلنامه مطالعات راهبردی، ۵(۱۶)، ۴۸۹-۵۰۲.

قاسمی، ناصر. (۱۳۹۱). حقوق کیفری محیط‌زیست. چاپ اول، انتشارات خرسندی. تهران، ایران.

کیس، اندرو، پیترسن، وینفرید، و لانک، ویلفرید. (۱۳۹۲). حقوق محیط‌زیست. مترجم محمدحسین حبیبی. جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ چهارم. تهران، ایران.

مبشری، سنا ، شادمانفر، محمد رضا، و حیدری، مسعود. (۱۴۰۲). سیاست جنایی تقنینی و مشارکتی در قبال جرایم مربوط به آب رودخانه زاینده‌رود. فقه جزای تطبیقی۴۸۲-۴۷۱. Doi:10.22034/jccj.2024.450807.1532

مرادی، فرزانه. (۱۴۰۳). جرایم آبی: مفهوم شناسی و گونه شناسی. فصلنامه حقوق آب و برق، ۱(۱)، ۳۵-۵۸. doi: 10.30503/ewl.2024.197781

مولائی، یوسف. (۱۳۸۶). نسل سوم حقوق بشر و حق بر محیط‌زیست سالم .فصلنامه حقوق، ۳۷(٤)، ۲۹٦-۲۷۳. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.25885618.1386.37.4.11.7

میلر، جی. تی. (۱۳۷۷). زیستن در محیط‌زیست. مترجم: مجید مخدوم. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ پنجم. تهران، ایران.

Bassiouni, M. Cherif. (2021). Environmental crimes as crimes against humanity: Emerging trends and legal challenges. Journal of International Criminal Justice, 19(3), 465–489.

Canby, T. (1991). The Persian Gulf after the storm. National Geographic, 180(2), 2-33.

D'Amato, Matthew J. (2025). Water, Water, Everywhere, and Not a Drop of Justice: International Water Crimes in the Anthropocene Student Works. 1591. DOI:10.1007/s10611-011-9308-3

European Commission. (2020). Water Framework Directive and the Marine Strategy Framework Directive Implementation Report. Amesrtdam

FAO. (2020). The State of the World's Water Resources. Food and Agriculture Organization. U.S.A

FAO. (2021). Groundwater Depletion and Its Impacts. Food and Agriculture Organization. Reports. U.S.A

FAO. (2022). Water Use Efficiency in Agriculture: Regional Perspectives. Food and Agriculture Organization. U.S.A

Franz, A. (2011). Crimes against water: Non-enforcement of state water pollution laws. Crime, Law and Social Change, 56(1), 27–51. https://doi.org/10.1007/s10611-011-9308-3

UNEP (United Nations Environment Programme). (1989). Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal. Geneva, Switzerland.

UNEP (United Nations Environment Programme). (2020). Transboundary Water Management: A Global Approach. Nairobi, Kenya.

UNESCO. (2021). Water Quality and the Sustainable Development Goals. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

UNEP. (2022). Environmental Crimes and Their Impact on Water Resources. United Nations Environment Programme.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). (2021). COP26 Outcomes Report. Glasgow, United Kingdom .

United Nations. (1998). Rome Statute of the International Criminal Court (A/CONF.183/9). Rome, Italy.

United Nations. (2020). Water for Sustainable Development: A Global Perspective. United Nations Department of Economic and Social Affairs. New York, USA.

United Nations Environment Programme. (2018). The State of Knowledge of Crimes that have Serious Impacts on the Environment. United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya.

United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). Environmental Rule of Law: Tracking Progress and Implementation.

United Nations Human Rights Council, Special Rapporteur on Human Rights and the Environment. (2022). The right to a clean, healthy and sustainable environment: non-toxic environment. Geneva, Switzerland.

United States. (1972). Federal Water Pollution Control Act (Clean Water Act), 33 U.S.C. §§ 1251 et seq. Washington, D.C., USA.

United States. (1980). Act to Prevent Pollution from Ships (APPS), 33 U.S.C. §§ 1901-1915. Public Law 96-478, 94 Stat. 2297. Washington, D.C., USA.

United States District Court, Southern District of Florida. (2003). Case No. 03-20611-CR. Miami, USA.

United States District Court, Southern District of New York. (2007). Case No. 07-cr-123. New York, USA.

World Bank. (2019). Climate Resilience and Water Resources Management. World Bank.

World Bank. (2020). Water Resources Management: Economic Impacts of Water Scarcity. World Bank.

Government of Kenya. (2016). Water Act, No. 43 of 2016. Nairobi, Kenya.

IMPEL. (2020). Water and the EU environmental crime directive (Water Crimes Project). European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law. Retrieved July 3, 2020.

INTERPOL. (2019). Environmental crime. https://www.interpol.int/en/Crimes/Environmental-crime. Accessed: May 5, 2024.

International Committee of the Red Cross (ICRC). (1949). Geneva Conventions and Their Additional Protocols. Geneva, Switzerland.

International Committee of the Red Cross (ICRC). (1977). Protocol Additional to the Geneva Conventions of 12 August 1949, and relating to the Protection of Victims of International Armed Conflicts (Protocol I), 8 June 1977. Geneva, Switzerland.

International Committee of the Red Cross (ICRC). (2019). ICRC report on IHL and the challenges of contemporary armed conflicts. Baku, Azerbaijan.

IUCN World Conservation Congress. (2021). International Union for Conservation of Nature annual report. Marseille, France.

Kohn, Kohn & Colapinto LLP. (2019). Cases under the Act to Prevent Pollution from Ships (APPS). Washington, D.C., USA. https://kkc.com/laws-statutes-and-regulations-2/cases-under-the-act-to-prevent-pollution-from-ships-apps/.

Ramsar convention. (1971). Registered by the United Nations Educational, Scientific and Cultural. Gland, Switzerland.

Supreme Court of the United States. (1984). Ruckleshaus v. Monsanto, 467 U.S. 986, 1005–1006. Washington, D.C., USA.

U.S. Department of Justice, Press Release. (2003). Hoegh Fleet Services Sentenced for Environmental Crimes

U.S. Department of Justice. (2006). U.S. Oil Tanker Firm to Pay $10 Million as Part of Largest-Ever Penalty for Concealing Vessel Pollution (Press Release No. 07-441). Washington, D.C., USA. https://www.justice.gov/archive/opa/pr/2007/June/07_enrd_441.html.

UN General Assembly. (2010). Resolution 64/292: The Human Right to Water and Sanitation (A/RES/64/292). New York, USA.

UNDP (United Nations Development Programme). (2021). Water and Climate Change: A New Global Perspective. New York, USA.

World Bank. (2021). World Bank Report on Global Water Resources. World Bank.

World Health Organization. (2020). Water Safety: Challenges in the Global Context. World Health Organization.

World Health Organization. (2021). Safe Water and Sanitation: Global Report on Health. World Health Organization.

World Resources Institute. (2021). Water Stress and Climate Change. World Resources Institute. DC Washington, United States.

پی‌نوشت‌ها

1- Misdemeanor

2- Felony

3- water crime

4- EU Water Framework Directive 2000/60/EC

۵- در یک مرور اخیر توسط کمیته بین‌المللی صلیب سرخ (ICRC)، جرایم آبی به‌گونه‌ای طبقه‌بندی شده‌اند که در قالب جرایم شناخته شده ملی قرار بگیرند: فساد، جرایم سازمان یافته، آلودگی، سرقت، کلاهبرداری، تروریسم، و حملات سایبری. از میان این موارد، تنها «آلودگی» به‌عنوان جرمی علیه کیفیت آب شناخته می‌شود. بقیه، جرایمی هستند که به نهادهای انسانی، مالی یا امنیتی آسیب می‌زنند؛ نه مستقیماً به محیط زیست یا خودِ منبع آبی.

۶- پرونده بولسونارو (Planet vs. Bolsonaro): شکایت NGO به دادگاه کیفری بین‌المللی علیه رئیس‌جمهور سابق برزیل به‌دلیل تخریب عامدانه جنگل‌های آمازون: جنگل آمازون به‌عنوان مخزن جهانی آب، به‌واسطه سیاست‌های او دچار آسیب گسترده شده است.

7- MARPOL

8- IMO

9- CBD

10- Situ-Liu & Emmons

11- Peter Gleick

12- Water mining

13- equitable and reasonable utilization

14- no significant harm

15- principle of cooperation

۱۶- در آلمان، آلودگی منابع آب توسط شرکت شیمیایی «BASF» باعث جریمه سنگین و بسته شدن کارخانه برای چند ماه شد.

۱۷- این قانون به منظور مقابله با آلودگی دریاها و محیط‌زیست دریایی از طریق تخلیه مواد آلاینده از کشتی‌ها تدوین شده است. APPS «Act to Prevent Pollution from Ships» بخشی از کنوانسیون MARPOL است و مقررات آن شامل محدودیت‌های مربوط به تخلیه روغن، فاضلاب، و دیگر مواد آلاینده از کشتی‌ها به دریاها و اقیانوس‌ها می‌شود.

18- whistleblowers

19- oily bilge water

20- Oil Record Book

21- whistleblower protection

22- corporate environmental liability

۲۳- در سال ۲۰۲۱، «هیئت مستقل متخصصان برای تعریف حقوقی اکوساید (IEP) «پیشنهادی مهم برای افزودن جرم «اکوساید» به اساسنامه رم دادگاه کیفری بین‌المللی (ICC) ارائه داد. اکوساید به‌معنای «آسیب گسترده، شدید یا بلندمدت به محیط‌زیست است که به‌صورت غیرقانونی یا بی‌پروایانه و با علم به احتمال وقوع آن انجام شده باشد.» این مفهوم جدید، توجه جهانی را به خود جلب کرده زیرا بر این اصل استوار است که محیط‌زیست نیز مانند انسان‌ها باید از حمایت کیفری برخوردار باشد. در نبود جرم اکوساید، برخی آسیب‌های شدید به منابع آب ممکن است در قالب «جنایت علیه بشریت» یا حتی «نسل‌کشی» مورد پیگرد قرار گیرند، البته تنها در صورت وجود قصد تأثیرگذاری یا نابودی گروه خاصی از انسان‌ها. نمونه تاریخی قابل توجه، استفاده از عامل نارنجی (Agent Orange) در جنگ ویتنام است که تخریب گسترده اکوسیستم‌ها و آسیب‌های بلندمدت به انسان‌ها را به همراه داشت و یکی از معدود مواردی است که اقدام محیط‌زیستی به‌عنوان جنایت جنگی مطرح شده است.

۲۴- اگر ایالت بالادستی اجازهی تخلیه آلاینده را صادر کند، ایالت پایین‌دستی نمی‌تواند جلوی آن را بگیرد یا حتی شکایت کند. این موضوع در پرونده‌هایی مانند Milwaukee v. Illinois و Arkansas v. Oklahoma تثبیت شده است. قانون فدرال مسئولیت مشترک برای کنترل آلودگی آب بین دولت فدرال و ایالت‌ها در نظر گرفته، اما نحوه اجرای این همکاری مشخص نیست؛ هرچند برخی ایالات با تصویب قوانینی که می‌گویند: «استانداردهای ما هرگز سخت‌تر از دولت فدرال نخواهند بود» و یا با مخفی نگه‌داشتن ترکیبات پساب‌ها به بهانه‌ی «اسرار تجاری»، این قوانین را تضعیف کرده‌اند. بااین ایالت ماساچوست (۱۸۶۹) اولین ایالتی بود که نهادهای بهداشت عمومی برای مقابله با آلودگی محیطی تأسیس کرد. به‌دنبال آن، ایالت‌های دیگر نیز اقدام کردند، اما این نهادها: بیشتر نقش **مشورتی و تحقیقاتی** داشتند و قدرت اجرایی نداشتند.

25- mens rea

۲۶- پرونده Flint, Michigan فلینت: مقامات شهر به‌خاطر استفاده از آب آلوده در شبکه عمومی متهم به جنایت علیه بهداشت عمومی شدند.

۲۷- شبکه IMPEL که در سال ۱۹۹۲ به عنوان یک نهاد غیررسمی متشکل از مقامات و سازمان‌های مرتبط با اجرای قوانین محیط‌زیستی در اروپا تأسیس شد، با هدف تقویت انگیزه و تسهیل همکاری میان اعضای جامعه اروپا در راستای اجرای مؤثرتر مقررات محیط‌زیستی فعالیت می‌کند. این شبکه با ارتقای آگاهی، افزایش توانمندی‌های اجرایی و ترویج قابلیت‌های عملیاتی قوانین، بستری برای تبادل تجربیات و همکاری‌های بین‌المللی فراهم آورده است و به عنوان یکی از ارکان مهم بهبود کیفیت اجرای مقررات محیط‌زیستی در اروپا شناخته می‌شود. در اسناد رسمی اتحادیه اروپا از جمله «برنامه اقدام محیط‌زیستی هفتم» و «توصیه‌نامه حداقل معیارهای بازرسی محیط‌زیستی»، به نقش شبکه IMPEL اشاره شده است. این انجمن غیرانتفاعی که شامل مقامات محیط‌زیستی کشورهای عضو اتحادیه اروپا، کشورهای در حال پیوستن، نامزدها و کشورهای منطقه اقتصادی اروپا است، در بلژیک ثبت شده و دفتر مرکزی آن در بروکسل واقع است.

28- EU Water Framework Directive

29- Water Act, 2016

30- Non-delegation doctrin

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 145 to 154

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۱۴۵ تا ۱۵۴

Document Type: Technical paper

نوع مقاله: فنی و ترویجی

Utilization of Non-Conventional Water Resources in Aquaculture: Quality Challenges, Water Resources Engineering Requirements, and Sustainability Strategies

M. Nouri[1*], M. Faghani[2], F. Kia[3]

1- Assistant Professor, Department of Structures and Water Resources, Faculty of Water and Soil Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2- Ph.D. in Water Science and Engineering, Faculty of Water and Soil Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3- M.Sc. in Agricultural Engineering- Water Resources Engineering, Faculty of Water and Soil Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

*** Corresponding, Author Email:** dr.m.nouri@gau.ac.ir

Received ▶ 09-12-2025
Revised ▶ 06-03-2026
Accepted ▶ 15-03-2026
Available online ▶ 15-06-2026

Abstract

The use of cultured fish in unconventional water resources, including saline water, reclaimed water, and industrial effluents, has emerged as a promising strategy for enhancing aquaculture production and strengthening food security. Owing to the availability and diversity of these alternative water resources, particularly in regions facing freshwater scarcity, their utilization can alleviate pressure on conventional freshwater ecosystems while improving environmental sustainability. This review examines the opportunities and challenges associated with the application of unconventional water resources in aquaculture. The focus is on water quality, including salinity and contaminant concentrations, and its critical role in fish growth and survival. Research shows that some species, such as native fish, can be somewhat resistant to high salinity and pollution-induced stresses. The study also emphasizes the importance of interdisciplinary research and the development of new technologies in optimizing farming conditions. It also provides solutions to reduce negative environmental impacts and improve economic profitability. The study showed that sustainable exploitation of unconventional water resources in aquaculture requires a comprehensive approach that can harmonize economic, social, and environmental dimensions. The most important practical suggestion is to formulate and communicate specific quality standards for these resources, along with the development of low-cost treatment technologies and the selection of indigenous resistant species. Only through close cooperation between the government, the private sector and operators, and with the continuous implementation of these integrated policies, can a sustainable future be achieved in the aquaculture industry.

Keywords: Aquaculture, Unconventional Water Resources, Saline Waters, Water Quality, Food Security.

کاربرد منابع آبی نامتعارف در آبزی‌پروری: چالش‌های کیفی، الزامات مهندسی منابع آب و راهکارهای پایداری

محمد نوری[۱*]، منیره فغانی[۲]، فرزانه کیا[۳]

۱- استادیار گروه سازه و منابع آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۲- دانش آموخته دکتری مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی- مهندسی منابع آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

***رایانامه نویسنده مسئول:** dr.m.nouri@gau.ac.ir

تاریخ دریافت ◀ ۱۴۰۴/۰۹/۱۸
تاریخ بازنگری ◀ ۱۴۰۴/۱۲/۱۵
تاریخ پذیرش ◀ ۱۴۰۴/۱۲/۲۴
تاریخ انتشار ◀ ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

چکیده

استفاده از ماهیان پرورشی در منابع آبی نامتعارف، همچون آب‌های شور، آب‌های بازیافتی و پساب‌های صنعتی، به‌عنوان یک راهکار نوین برای افزایش تولید آبزیان و تأمین امنیت غذایی بااهمیت روزافزون است. این منابع، به دلیل تنوع آبی و به‌کارگیری در مناطق با کمبود منابع آب شیرین، می‌تواند فشار بر روی اکوسیستم‌های آبی موجود را کاهش دهد و عملکردهای محیط‌زیستی را بهبود بخشد . این مقاله به بررسی فرصت‌ها و چالش‌ها در استفاده از منابع آبی نامتعارف برای آبزی‌پروری می‌پردازد. تمرکز بر روی کیفیت آب، شامل شوری و غلظت آلاینده‌ها و نقش حیاتی آن در رشد و بقای ماهی‌ها است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد برخی گونه‌ها، مانند ماهی‌های بومی، می‌توانند تا حدودی به شوری بالا و تنش‌های ناشی از آلودگی مقاوم باشند. همچنین این پژوهش بر اهمیت پژوهش‌های بین‌رشته‌ای و توسعه فناوری‌های نوین در بهینه‌سازی شرایط پرورش تأکید می‌کند. همچنین راهکارهایی برای کاهش تأثیرات منفی محیطی و بهبود سودآوری اقتصادی ارائه خواهد شد. این پژوهش نشان داد بهره‌برداری پایدار از منابع آبی نامتعارف در آبزی‌پروری نیازمند رویکردی جامع است که بتواند ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی را باهم هماهنگ سازد. مهمترین پیشنهاد کاربردی، تدوین و ابلاغ استانداردهای کیفی ویژه برای این منابع، همراه با توسعه فناوری‌های تصفیه کم‌هزینه و انتخاب گونه‌های مقاوم بومی است. تنها از طریق همکاری نزدیک بین دولت، بخش خصوصی و بهره‌برداران و با اجرای مداوم این سیاست‌های یکپارچه، می‌توان به آینده‌ای پایدار در صنعت آبزی‌پروری دست یافت.

واژه‌های کلیدی: آبزی‌پروری، منابع آبی نامتعارف، آب‌های شور، کیفیت آب، امنیت غذایی.

How to cite this article:
Nouri, M., Faghani, M. & Kia, F. (2026). Utilization of Non-Conventional Water Resources in Aquaculture: Quality Challenges, Water Resources Engineering Requirements, and Sustainability Strategies. Journal of Water and Sustainable Development, 13(1), 145-154. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i1.2512-1479

مقدمه

در دهه‌های اخیر، روندهای جمعیتی و تغییرات اساسی در الگوهای مصرف مواد غذایی توجه فزاینده‌ای را به آبزی‌پروری جلب کرده است. با پیشرفت این صنعت، آبزی‌پروری به‌عنوان یک راهکار مؤثر برای تأمین پروتئین و امنیت غذایی به ویژه در جوامع در حال توسعه شناخته می‌شود (Pradeepkiran، ۲۰۱۹). نقش برجسته آبزی‌پروری در تأمین پروتئین حیوانی به‌دلیل کارایی بالای آن نسبت به دیگر روش‌های تولید پروتئین مورد تأکید است. بااین‌حال، این روند با چالش‌های متعددی مانند افت کیفیت منابع آبی (Liu و همکاران، ۲۰۱۶)، کاهش دسترسی به آب‌های شیرین (Barbarossa و همکاران، ۲۰۲۰)، آلودگی محیط‌زیست (Gorjian و Ghobadian، ۲۰۱۵) و تاثیر تغییرات اقلیمی (Mansouri Daneshvar و همکاران، ۲۰۱۹) مواجه است. این عوامل نه تنها بر تولید ماهیان بلکه بر چرخه زیستی محیط‌های آبی نیز تأثیر می‌گذارند و موجب بروز نگرانی‌هایی در خصوص آینده این صنعت می‌شوند. به همین دلیل، جستجوی منابع آب جایگزین به یک ضرورت تبدیل شده است. منابع آبی نامتعارف، شامل آب‌های شور (Vahidipour و همکاران، ۲۰۲۱)، آب‌های بازیافتی (Kosari و همکاران، ۲۰۲۴) و پساب‌های صنعتی (Delshab و همکاران، ۲۰۱۷) به‌عنوان گزینه‌هایی امیدوارکننده برای پرورش ماهی در مناطقی که با بحران آب مواجه هستند، مطرح می‌شوند. به‌خصوص در مناطق کم‌آب، استفاده از این منابع می‌تواند نفس جدیدی به صنعت آبزی‌پروری ببخشد (Shirmohammadi و همکاران، ۲۰۲۰). این رویکرد علاوه بر کاهش فشار بر منابع آب شیرین، می‌تواند فرصت‌های شغلی جدید و بهبود معیشت برای جوامع محلی ایجاد کند. بااین‌حال، استفاده از منابع آبی نامتعارف با چالش‌های خاص خود همراه است . کیفیت آب، به‌ویژه از لحاظ شوری و حضور آلاینده‌ها، تأثیر به‌سزایی در رشد و سلامت آبزیان دارد (Mokarram و همکاران، ۲۰۲۱). شوری بیش از حد می‌تواند متابولیسم و جذب مواد مغذی در ماهی‌ها را مختل کند و در نتیجه عملکرد تولیدی را کاهش دهد. علاوه‌براین، وجود آلاینده‌ها در آب‌های بازیافتی و پساب‌ها ممکن است منجر به بروز مشکلات بهداشتی جدی شود، زیرا برخی آلاینده‌ها می‌توانند تجمع یابند و سلامت مصرف‌کنندگان را به خطر بیاندازند (Taheri و همکاران، ۲۰۲۵). بررسی دقیق این مسائل و شناسایی گونه‌های مقاوم به شوری و آلاینده‌ها می‌تواند به پرورش موفق‌تر آبزیان کمک کند. علاوه‌براین، نیاز به تحقیق و توسعه در فناوری‌های نوین و روش‌های مدیریتی در آبزی‌پروری برای بهبود وضعیت تولید کاملاً مشهود است (Dawood و همکاران، ۲۰۲۱). بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته نظیر تصفیه آب‌های نامتعارف (Robbins و همکاران، ۲۰۲۲)، استفاده از سیستم‌های هوشمند برای مدیریت کیفیت آب (Chen و Han، ۲۰۱۸) و پیاده‌سازی شیوه‌های کشاورزی پایدار (Amini و همکاران، ۲۰۲۰) می‌تواند به بهینه‌سازی فرآیند تولید و همچنین کاهش تأثیرات منفی بر محیط زیست کمک کند. سازگاری با شرایط متغیر آب و هوا و بهره‌برداری از روش‌های نوین پرورش ماهی، مبتنی بر داده‌های علمی و تکنولوژیک، می‌تواند مقاومت سیستم‌های آبزی‌پروری را در برابر چالش‌های موجود افزایش دهد (Rasekhi و همکاران، ۲۰۲۳). نیاز به شناسایی، ارزیابی و کاهش خطرات محیط‌زیستی ناشی از استفاده از منابع آبی نامتعارف نیز جدی است تا اطمینان حاصل شود که تولید ماهی در این زمینه پایدار و سالم باقی می‌ماند (Sharifinia و همکاران، ۲۰۱۹a). این پژوهش به بررسی ابعاد مختلف استفاده از منابع آبی نامتعارف در آبزی‌پروری با هدف شناسایی فرصت‌ها و چالش‌های موجود در این حوزه می‌پردازد. با در نظر گرفتن جنبه‌های علمی و عملی، هدف نهایی این پژوهش ارتقاء دانش در زمینه آبزی‌پروری پایدار و ارائه راهکارهای بهینه برای مدیریت این منابع آب نامتعارف خواهد بود. با بررسی تأثیرات اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی این منابع، این پژوهش به دنبال ارائه راهکارهایی است که به مؤثرتر شدن تصمیم‌گیری‌ها در حوزه آبزی‌پروری و حفظ منابع طبیعی کمک کند. این رویکرد می‌تواند به بهبود امنیت غذایی و افزایش سطح زندگی جوامع محلی در برابر چالش‌های جهانی مرتبط با منابع آبی و امنیت غذایی کمک قابل توجهی نماید.

معرفی منابع آبی نامتعارف و اهمیت آن‌ها در آبزی‌پروری

منابع آبی نامتعارف به مجموعه‌ای از منابع آبی اشاره دارد که به‌طور معمول در کشاورزی و آبزی‌پروری به‌کار نمی‌روند (Hoseini Zafarabadi و همکاران، ۲۰۲۲). این منابع شامل آب‌های شور، آب‌های بازیافتی و پساب‌های صنعتی هستند (Fayyaz و همکاران، ۲۰۲۳). در عصری که جهان با چالش‌های جدی ناشی از کمبود آب و آلودگی محیط‌زیست دست‌وپنجه نرم می‌کند، استفاده از این منابع می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر و پایدار برای افزایش تولیدات آبزی و تأمین امنیت غذایی در سطح جهانی مطرح شود (Panagopoulos، ۲۰۲۱). آب‌های شور که به‌طور عمده شامل دریاها و اقیانوس‌ها می‌شوند، به دلیل وجود گونه‌های متنوع آبزی و ظرفیت‌های بالای تولید در این اکوسیستم‌ها، اهمیت قابل توجهی دارند (Ghezelsofloo و همکاران، ۲۰۲۱). در واقع، پرورش آبزیان در آب‌های شور امکان بهره‌برداری مؤثر از منابع طبیعی را فراهم می‌آورد و به‌ویژه در مناطق ساحلی، می‌تواند به عنوان منبعی برای اشتغال و بهبود معیشت جوامع محلی عمل کند (Warshay و همکاران، ۲۰۱۷). پرورش میگو، ماهی‌های دریایی و دیگر گونه‌ها در این محیط‌ها نه‌تنها تأمین کننده پروتئین سالم و غنی است، بلکه فشار بر منابع آب شیرین را نیز کاهش می‌دهد (Mirzaei و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین، آب‌های

بازیافتی که از تصفیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی به دست می‌آیند، به‌عنوان یک منبع ارزشمند در آبزی‌پروری شناخته می‌شوند. با پیشرفت‌های فناوری، کیفیت آب‌های بازیافتی به شکل قابل توجهی افزایش یافته و می‌توانند با استانداردهای بهداشتی و ایمنی برای آبزی‌پروری انطباق پیدا کنند (Mozaffarikhah و همکاران، ۲۰۱۷). این آب‌ها بیشتر حاوی مواد مغذی مانند نیتروژن و فسفر هستند که برای رشد و توسعه آبزیان ضروری به شمار می‌روند. به همین دلیل، آب‌های بازیافتی می‌توانند به بهبود بهره‌وری در آبزی‌پروری کمک کرده و همچنین بار آلودگی را در محیط‌زیست کاهش دهند، که این خود به بهبود کیفیت زندگی در جوامع محلی منجر می‌شود (Bahraman و همکاران، ۲۰۲۱). پساب‌های صنعتی نیز با احتمال موجود بودن مواد مغذی ارزشمند، در صورت تصفیه مناسب، می‌توانند به منبع غذایی مؤثری برای آبزی‌پروری تبدیل شوند (Hesni و همکاران، ۲۰۲۰). مدیریت صحیح و توسعه فناوری‌های نوین در تصفیه این پساب‌ها می‌تواند ظرفیت تولید آبزیان را افزایش داده و درعین‌حال خطرات محیط‌زیستی ناشی از آلودگی را کاهش دهد. این رویکردها در نهایت می‌توانند به حفظ منابع طبیعی و تقویت رشد پایدار آبزی‌پروری کمک کنند (Piadeh و همکاران، ۲۰۱۸). در نهایت، باتوجه‌به چالش‌هایی مانند تغییرات اقلیمی و افزایش جمعیت، توجه به مدیریت پایدار و مؤثر منابع آبی نامتعارف به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین اولویت‌ها در زمینه آبزی‌پروری ضروری است. این امر می‌تواند به تسهیل انتقال فناوری و دانش به مناطق دورافتاده کمک کرده و به‌عنوان بخشی از راهکارهای جامع مدیریت منابع آبی در راستای اهداف توسعه پایدار در سطح جهانی تلقی شود (Khaki و همکاران، ۲۰۲۳).

فرصت‌های اقتصادی استفاده از منابع آبی نامتعارف

استفاده از منابع آبی نامتعارف در آبزی‌پروری، فرصتی اقتصادی بی‌نظیر را برای جوامع محلی و ملی فراهم می‌کند. اولین فرصت اقتصادی، کاهش هزینه‌های تولید است. آبزی‌پروری با استفاده از آب‌های نامتعارف می‌تواند به کشاورزان و تولیدکنندگان اجازه دهد تا به‌جای مصرف آب شیرین، از منابع ارزان‌تر استفاده کنند (Risk و همکاران، ۲۰۲۱). این امر به‌ویژه در مناطقی که آب شیرین به‌طور قابل توجهی محدود و گران است، اهمیت بیشتری دارد. از سوی دیگر، استفاده از آب‌های بازیافتی و تصفیه شده می‌تواند به کاهش هزینه‌های مربوط به تصفیه آب‌های مورد استفاده کمک کند، زیرا گزینه‌های ارزان‌تر باعث بهینه‌سازی روند اقتصادی تولید خواهد شد (Hejazy و همکاران، ۲۰۲۳). دومین فرصت ایجاد بازارهای جدید برای محصولات پرورشی است. باتوجه‌به تنوع و ارزش اقتصادی گونه‌های مختلف آبزیان، استفاده از منابع آبی نامتعارف می‌تواند منجر به زنجیره‌های تأمین و بازاریابی جدید برای محصولات شود (Rasekhi و همکاران، ۲۰۲۳). به‌عنوان‌مثال، آبزی‌پروری در آب‌های شور و بازیافتی می‌تواند به تولید گونه‌های خاص و ارزشمندی منجر شود که به‌راحتی در بازارهای جهانی به فروش برسند، بنابراین امکان افزایش صادرات و ارزآوری برای کشورهایی که به این روش‌های نوین روی می‌آورند، وجود دارد (Khanjani و همکاران، ۲۰۲۳). سوم، فرصت‌های اشتغال‌زایی است. با توسعه زیربناهای لازم برای بهره‌برداری از منابع آبی نامتعارف، بسیاری از مشاغل جدید در زمینه‌های مختلف مانند تحقیق و توسعه، مهندسی، مدیریت محیط‌زیست و آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ایجاد می‌شود (Hayati و Valizadeh، ۲۰۲۱). به ویژه در مناطق روستایی و دورافتاده، این اشتغال‌زایی می‌تواند به بهبود سطح زندگی جامعه و کاهش نرخ بیکاری کمک کند. نیروی کار محلی می‌تواند در چنین پروژه‌هایی آموزش ببیند و در نتیجه تخصص‌های جدیدی را کسب کند. فرصت دیگری که در این راستا به‌وجود می‌آید، تقویت دانش و نوآوری در صنعت آبزی‌پروری است (Shahdadi و همکاران، ۲۰۲۳). با استفاده از منابع آبی نامتعارف و مطالعه بر روی گونه‌های مقاوم به شرایط جدید، پژوهشگران و متخصصان صنعت آبزی‌پروری می‌توانند تکنیک‌های جدیدی را در تولید و مدیریت منابع توسعه دهند (Khosravi و Izbirak، ۲۰۲۴) . این امر نه‌تنها به ارتقای کیفیت تولیدات کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به بهبود فناوری‌های موجود در آبزی‌پروری و افزایش بهره‌وری کل این صنعت منجر شود. در نهایت استفاده از منابع آبی نامتعارف می‌تواند به تقویت پایداری اقتصادی در برابر نوسانات قیمت و کاهش وابستگی به منابع آب شیرین کمک کند (Salehi و همکاران، ۲۰۲۳). با تنوع بخشی به منابع آبی و پرورش گونه‌های مختلف آبزی در شرایط متفاوت، تولیدکنندگان می‌توانند انعطاف‌پذیری بیشتری در برابر چالش‌های طبیعی و اقتصادی پیدا کنند. در نتیجه، این امر به تثبیت بازار و تأمین غذایی پایدار کمک می‌کند و به جوامع محلی اجازه می‌دهد تا با اطمینان بیشتری به آینده بنگرند (Salehi و همکاران، ۲۰۲۳).

چالش‌های محیط‌زیستی در پرورش ماهی در منابع آبی نامتعارف

پرورش ماهی در منابع آبی نامتعارف، هرچند که فرصتی برای ایجاد تولید پایدار و افزایش تنوع تامین منابع غذایی به‌شمار می‌رود، اما همچنین با چالش‌های محیط‌زیستی قابل توجهی همراه است که می‌تواند بر سلامت اکوسیستم‌های محلی تأثیر بگذارد (Enayat و Asgharipour، ۲۰۲۳). یکی از مهمترین چالش‌ها، آلودگی ناشی از استفاده از آب‌های نامتعارف است. آب‌های شور و پساب‌های صنعتی ممکن است حاوی مواد شیمیایی، فلزات سنگین و آلاینده‌های محیط‌زیستی باشند که در صورت عدم تصفیه صحیح، می‌توانند به اکوسیستم آبی آسیب بزنند و برای سلامتی آبزیان و حتی انسان‌ها تهدیدی بزرگ محسوب شوند (Hussain و همکاران، ۲۰۱۹). از سوی دیگر، تغذیه ماهی‌های پرورشی در منابع آبی نامتعارف می‌تواند مشکلات بیشتری

ایجاد کند. این موضوع نه‌تنها بر سلامت خود ماهی‌ها تأثیر می‌گذارد بلکه می‌تواند زنجیره غذایی را نیز متاثر کند و در نهایت به سلامتی مصرف‌کنندگان آسیب بزند (Hejazy و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین، تغییرات در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب می‌تواند بر رفتار، رشد و زادآوری ماهی‌ها تأثیر منفی بگذارد و در نتیجه منجر به کاهش جمعیت شود (Sepehrfar و همکاران، ۲۰۲۳). در جدول (۱) شرح و توضیحات محیط‌زیستی مرتبط با پرورش ماهی در آب‌های نامتعارف ارائه شده است.

جدول ۱- شرح و توضیحات محیط‌زیستی مرتبط با پرورش ماهی در آب‌های نامتعارف.

شرح و توضیحات محیط‌زیستی	چالش	منبع
آلودگی ناشی از استفاده آب‌های شور و پساب‌های صنعتی می‌تواند به سلامت اکوسیستم‌های آبی آسیب برساند.	آلودگی آب	(Haghshenas و همکاران، ۲۰۲۰)
عدم کیفیت مناسب خوراک‌های مورد استفاده می‌تواند به تجمع سموم و آسیب به زنجیره غذایی منجر شود.	مشکلات تغذیه‌ای	(Hashempour-Baltork و همکاران، ۲۰۲۳)
برداشت نامناسب و بی‌رویه آب از منابع آبی می‌تواند منجر به تخلیه بیش‌ازحد منابع آبی شیرین و شور شود.	تخلیه آب‌های طبیعی	(Bozorg-Haddad و همکاران، ۲۰۲۴)
توسعه زیرساخت‌های پرورش ماهی ممکن است به تخریب زیستگاه‌های طبیعی منجر شود و تنوع زیستی را کاهش دهد.	تخریب زیستگاه‌ها	(Asgharipour و Enayat، ۲۰۲۳)
تغییرات در اکوسیستم‌های آبی می‌تواند به عدم تعادل در زنجیره‌های غذایی و کاهش تنوع گونه‌ها منجر شود.	تغییرات اکوسیستمی	(Kamrani و Mashjoor ، ۲۰۱۵)
معرفی گونه‌های غیر بومی به منابع آبی می‌تواند به رقابت با گونه‌های بومی و کاهش جمعیت آن‌ها منجر شود.	برهم‌کنش‌های گونه‌ها	(Shiganova و همکاران، ۲۰۲۳)
فعالیت‌های مرتبط با پرورش ماهی ممکن است به تولید گازهای گلخانه‌ای و تأثیر بر تغییرات اقلیمی منجر شود.	تولید گازهای گلخانه‌ای	(Taherzadeh و همکاران، ۲۰۲۱)
مشکلات محیط‌زیستی می‌تواند تأثیرات منفی بر جامعه محلی داشته باشد، از جمله کاهش منابع آب و تأثیر بر معیشت مردم.	اثرات اجتماعی	(Karimi و همکاران، ۲۰۲۴)

استراتژی‌های مدیریت و بهینه‌سازی منابع آبی نامتعارف

مدیریت و بهینه‌سازی منابع آبی نامتعارف به ویژه در شرایطی که منابع آب شیرین به شدت محدود شده‌اند، اهمیت بالایی دارند. یکی از استراتژی‌های کلیدی در این زمینه، استفاده از فناوری‌های تصفیه و تصفیه‌خانه‌های پیشرفته است. این فناوری‌ها می‌توانند آب‌های شور، پساب‌های صنعتی و دیگر منابع آبی نامتعارف را به آب‌های قابل استفاده برای کشاورزی و پرورش ماهی تبدیل کنند (Dehghanipour و همکاران، ۲۰۲۰). این روش نه تنها به افزایش دسترسی به منابع آب کمک می‌کند، بلکه به بهبود کیفیت آب نیز منجر می‌شود. استفاده از روش‌های بهینه‌سازی در مصرف آب نیز می‌تواند در کاهش هدررفت آب و افزایش کارایی منابع آبی موثر باشد (Bahraseman و همکاران، ۲۰۲۴). در نهایت با بهکارگیری استراتژی‌ها و به‌کارگیری راهکارهای مناسب براساس جدول (۲) می‌توان به بهینه‌سازی منابع آبی نامتعارف و تأمین امنیت آب در آینده‌ی نزدیک دست یافت (Saatsaz، ۲۰۲۰).

انتخاب گونه‌های مناسب برای پرورش در آب‌های نامتعارف

انتخاب گونه‌های مناسب برای پرورش در آب‌های نامتعارف به عواملی چون نوع آب، ویژگی‌های محیطی و نیازهای خاص گونه‌ها بستگی دارد. برای شروع، گونه‌های مقاوم به شوری و تغییرات کیفیت آب در اولویت قرار دارند. بسیاری از آبزیان، مانند برخی از انواع میگوی سفید (Keshavarzifard و همکاران، ۲۰۲۱) و ماهی کپور (Fakhri و همکاران، ۲۰۲۱b)، در شرایط آب شور یا آبی با کیفیت متغیر به خوبی رشد می‌کنند. این گونه‌ها به دلیل سازگاری بالا با شرایط نامطلوب می‌توانند انتخاب‌های مناسبی باشند (Mohiseni و همکاران، ۲۰۱۷). ماهی گار یکی دیگر از گزینه‌های مناسب برای پرورش در آب‌های نامتعارف است. این ماهی به شوری بالا و کیفیت پایین آب مقاوم است و می‌تواند در محیط‌های نامساعد به خوبی زندگی کند. همچنین، به عنوان یک گونه با ارزش غذایی بالا، کاربرد زیادی در بازار دارد (Pouladi و همکاران، ۲۰۲۰). ماهی تیلاپیا نیز به عنوان یک گونه مقاوم در برابر شرایط سخت آبی شناخته می‌شود. این ماهی توانایی زیادی در تحمل تغییرات دما و شوری دارد و برای پرورش در سیستم‌های آب شور و آب‌های شیرین ناهمگون مناسب است. تیلاپیا به سرعت رشد می‌کند و نرخ تبدیل غذایی بالایی دارد، که آن را به یک گزینه اقتصادی جذاب تبدیل می‌کند (Fakhri و همکاران، ۲۰۲۱a). علاوه‌برآن، صدف‌ها و دیگر سخت‌پوستان نیز گزینه‌های مناسبی برای پرورش در آب‌های نامتعارف هستند. برخی از گونه‌های صدف مانند صدف مروارید به قابلیت تحمل شرایط آبی نامناسب معروف هستند و می‌توانند در اکوسیستم‌های با تنوع زیستی پایین نیز رشد کنند (Jafari و همکاران، ۲۰۲۳). بررسی تقاضای

بـازار، قـابلیـت‌هـای تولیـد و ارزش غـذایی گونـه‌هـا نقش مسـتحکمی در انتخاب درسـت دارند. به‌طورکلی، انتخاب‌های مناسـب برای پرورش در آب‌های نامتعارف به پژوهش‌های علمی، پایش کیفیت آب و تجربیات میدانی نیز نیاز دارد تا بهترین نتیجه ممکن به‌دسـت آید (Ghaffari و همکاران، ۲۰۲۲). جدول (۳) به شـرایط و مزایای اقتصـادی انتخاب گونه‌های مناسب برای پرورش انواع ماهی در آب‌های نامتعارف پرداخته است.

جدول ۲- استراتژی‌های مدیریت و بهینه‌سازی منابع آبی نامتعارف.

سیاست یا راهکار	توضیحات	اثرات مثبت	منابع
حفظ کیفیت منابع آبی و تنوع زیستی	الزام به رعایت استانداردهای کیفیت آب و مدیریت پسماندها	تدوین و اجرای قوانین محیط زیستی	(Sobhani و همکاران، ۲۰۲۲)
افزایش سرمایه‌گذاری و نوآوری در صنعت	ارائه تسهیلات مالی و یارانه‌ها	حمایت مالی و اقتصادی	(Scaringella و Burtschell، ۲۰۱۷)
آموزش و ارتقای آگاهی	برگزاری دوره‌های آموزشی برای کشاورزان و آبزی‌پروران	بهبود تکنیک‌های تولید و افزایش مشارکت جامعه محلی	(Aazami و همکاران، ۲۰۱۵)
سرمایه‌گذاری در پژوهش و توسعه	همکاری با دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی برای شناسایی روش‌های نوین	ارتقای دانش و تکنولوژی در آبزی‌پروری	(Poustchi و همکاران، ۲۰۱۸)
حمایت از زنجیره تأمین	بهبود فرآیندهای حمل و نقل، ذخیره‌سازی و توزیع	کاهش ضایعات و افزایش کارایی	(Omrani و Keshavarz، ۲۰۱۶)
حفاظت از اکوسیستم‌های آبی	توسعه برنامه‌های حفاظتی و جلوگیری از آلودگی	حفظ زیستگاه‌های طبیعی و تنوع زیستی	(Sharifinia و همکاران، ۲۰۱۹b)
تشویق به همکاری‌های بین‌المللی	تبادل دانش و فناوری با کشورهای دیگر	برخورداری از بهترین شیوه‌ها و نوآوری‌ها	(Pirali zefrehei و همکاران، ۲۰۲۲)
استفاده از شیوه‌های کشاورزی تلفیقی	پرورش هم‌زمان آبزیان و گیاهان	افزایش بهره‌وری و کاهش آلودگی	(Gharaghani و همکاران، ۲۰۲۴)

جدول ۳- انتخاب گونه‌های مناسب برای پرورش ماهی در آب‌های نامتعارف.

نام گونه	ویژگی‌ها	سازگاری با شرایط آبی	مزایای اقتصادی	منابع
ماهی تیلاپیا	رشد سریع -طعم خوب -مقاوم به بیماری	توانایی تحمل شوری و دماهای متغی	بازار فروش خوب - هزینه تولید پایین	(Fakhri و همکاران، ۲۰۲۱a)
ماهی گار	مقاوم به شرایط سخت آبی -رشد سریع	تحمل شوری بالا و کیفیت پایین آب	ماهی با ارزش غذایی - بازار مختص با شیوه‌های خاص	(Pouladi و همکاران، ۲۰۲۰)
میگوی سفید	پروتئین بالا -رشد سریع و اقتصادی	مقاوم به آب شور و شرایط محیطی نامناسب	بازار صادراتی خوب - هزینه نگهداری پایین	(Keshavarzifard و همکاران، ۲۰۲۱)
صدف مروارید	ارزش اقتصادی بالای مرواریدها - مناسب برای اکوسیستم‌های سخت	تحمل شرایط آبی نامناسب	بازار مروارید با ارزش - درآمد پایدار	(Jafari و همکاران، ۲۰۲۰)
ماهی کپور	مقاومت به آلودگی -رشد بالا	تحمل تغییرات کیفیت آب	قابلیت پرورش در شرایط مختلف -تقاضای خوب در بازار	(Vazirzadeh و Yelghi، ۲۰۱۵)
ماهی لنجی	رشد سریع و اقتصادی -قابلیت سازگاری بالا	-توانایی تحمل شوری و شرایط نامطلوب	افزایش تقاضا به عنوان گونه‌ای با ارزش	(Esmaeili و همکاران، ۲۰۲۰)

تأثیر تغییرات اقلیمی بر آبزی‌پروری در منابع آبی نامتعارف

تغییرات اقلیمی چالش عمده‌ای برای آبزی‌پروری با منابع آبی نامتعارف ایجاد می‌کند، به‌طوری‌که افزایش دما کیفیت آب را کاهش داده و منجر به مرگ و میر آبزیان می‌شود (Hejazy و همکاران، ۲۰۲۳). کاهش باران باعث ایجاد تنش‌هایی در خصوص تأمین آب، زنجیره تأمین غذا، و افزایش باران می‌تواند باعث شستشوی مواد مغذی و آلودگی منابع آب شود (Enayat و Asgharipour، ۲۰۲۳). اسیدی شدن اقیانوس‌ها که ناشی از جذب دی‌اکسید کربن از اتمسفر است نیز می‌تواند به آسیب‌رسانی به صدف‌ها و دیگر آبزیانی که به کربنات کلسیم برای ساخت ساختارهای خود نیاز دارند، منجر شود (Zahed و همکاران، ۲۰۲۲). علاوه‌براین، تغییرات اقلیمی می‌تواند منجر به ظهور و شیوع بیماری‌ها و آفات در سیستم‌های آبزی‌پروری شود. تغییر در دما و کیفیت آب می‌تواند شرایط را برای تکثیر میکروارگانیسم‌ها و سایر عوامل بیماری‌زا فراهم کند که تهدیدی برای سلامت آبزیان خواهد بود (Rasooli و همکاران، ۲۰۲۳). باتوجه‌به این چالش‌ها، نیاز به استراتژی‌های سازگاری و مدیریت پایدار در آبزی‌پروری از جمله استفاده از فناوری‌های نوین، پرورش گونه‌های مقاوم‌تر و بهبود شیوه‌های مدیریت، بیشتر از هر زمان دیگری احساس می‌شود (Parnian و همکاران، ۲۰۲۴).

بررسی سیاست‌ها و راهکارهای حمایتی برای آبزی‌پروری پایدار

آبزی‌پروری پایدار به عنوان یک عنصر کلیدی در تأمین امنیت غذایی و حفظ منابع طبیعی، نیازمند سیاست‌ها و راهکارهای حمایتی است که به بهبود شرایط اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی این صنعت کمک کند (Risk و همکاران، ۲۰۲۱). یکی از مهمترین اقداماتی که می‌توان انجام داد، تدوین و اجرای قوانین محیط‌زیستی است. این قوانین باید استانداردهای مشخصی برای کیفیت آب، مدیریت پسماندها و استفاده از منابع طبیعی پایدار به کار گیرند (Azarnivand و همکاران، ۲۰۱۵). با اعمال محدودیت‌ها در استفاده از مواد شیمیایی و آفت‌کش‌ها و الزام به رعایت روش‌های سازگار با محیط‌زیست، می‌توان به بهبود شرایط آبزی‌پروری کمک کرد. حمایت مالی و اقتصادی نیز نقش مهمی دارد (Noorhosseini و همکاران، ۲۰۱۷). دولت‌ها می‌توانند با ارائه تسهیلات مالی و یارانه‌ها به تولیدکنندگان، شرایط را برای توسعه آبزی‌پروری پایدار فراهم کنند. این حمایت‌ها می‌توانند شامل سرمایه‌گذاری در طرح‌های نوآورانه، آموزش و توانمندسازی کشاورزان و ایجاد زیرساخت‌های لازم برای بهبود فرآیند تولید باشند (Tajeddini و Trueman، ۲۰۱۶).

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج حاصل از سیاست‌ها و راهکارهای حمایتی برای آبزی‌پروری پایدار نشان می‌دهد که موفقیت این صنعت نیازمند رویکرد جامع و هماهنگی است که تمامی ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی را در بر بگیرد. توسعه قوانین و استانداردهای محیط‌زیستی می‌تواند به حفظ کیفیت منابع آبی و تنوع زیستی کمک کند، درحالی‌که حمایت مالی و اقتصادی می‌تواند انگیزه لازم برای بهبود تکنیک‌های تولید و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین را فراهم آورد. تأکید بر آموزش و ارتقای آگاهی تولیدکنندگان نه تنها موجب بهبود روش‌های تولید می‌شود، بلکه به تقویت مشارکت جامعه محلی در فرآیندهای تصمیم‌گیری نیز کمک می‌کند. همچنین، حفظ اکوسیستم‌های آبی از طریق برنامه‌های حفاظتی و همکاری‌های بین‌المللی می‌تواند به ایجاد شبکه‌های پایدار و استفاده بهینه از منابع آبی منجر شود. استفاده از روش‌های کشاورزی تلفیقی نیز می‌تواند بهره‌وری را افزایش داده و آثار زیان‌بار محیطی را کاهش دهد. در نهایت، ارزیابی و پایش مستمر تأثیرات محصولات و فرآیندهای آبزی‌پروری بر محیط‌زیست و جامعه، ابزارهای حیاتی برای ارائه بازخورد و اصلاح سیاست‌ها خواهد بود. به‌طورکلی، تحقق آبزی‌پروری پایدار به همکاری نزدیک بین دولت‌ها، بخش خصوصی، جوامع محلی و سازمان‌های غیردولتی نیاز دارد. با به‌کارگیری رویکردهای جامع و یکپارچه، می‌توان به آینده‌ای پایدار برای آبزی‌پروری دست یافت که هم منافع اجتماعی و اقتصادی را تأمین کند و هم به حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی کمک نماید. باتوجه‌به اهمیت رویکردهای جامع در بهره‌برداری پایدار از منابع آبی نامتعارف برای آبزی‌پروری، پیشنهادهای کاربردی زیر ارائه می‌شود:

۱. تدوین استانداردهای کیفی ویژه آب‌های نامتعارف برای تعیین حدود مجاز آلاینده ها متناسب با گونه‌های پرورشی و شرایط اقلیمی کشور

۲. توسعه سامانه‌های تصفیه و پیش‌تصفیه کم‌هزینه نظیر تالاب‌های مصنوعی، فیلترهای بیولوژیک، اسمز معکوس کم‌فشار، و واحدهای هوادهی پیشرفته

۳. طراحی و بهینه‌سازی سازه‌ها و زیرساخت‌های آبی متناسب با منابع نامتعارف به‌گونه‌ای که مقاومت سازه‌ای در برابر خوردگی، رسوب‌گذاری و تغییرات دمایی تضمین شود.

۴. تشویق به توسعه و تکثیر گونه‌های مقاوم و بومی با قابلیت سازگاری با شوری متوسط تا بالا و بار آلودگی مشخص

۵. ارتقای دانش و مهارت بهره‌برداران با برگزاری دوره‌های آموزشی برای کشاورزان و پرورش‌دهندگان در حوزه مدیریت کیفیت آب، پایش روزانه، تکنیک‌های تغذیه، و روش‌های کاهش آلودگی

۶. مدیریت یکپارچه منابع آب و پساب با تدوین برنامه‌های منطقه‌ای برای تخصیص و مدیریت آب‌های نامتعارف، استفاده از سیستم‌های بازچرخانی (RAS)، و ایجاد سازوکارهای نظارتی برای استفاده مجدد پساب‌ها

۷. استفاده از سیستم‌های کشاورزی-آبزی‌پروری تلفیقی (IAA)با ترویج مدل‌های تلفیقی مانند آکواپونیک، آبزی‌پروری-کشاورزی یکپارچه و سیستم‌های دوکاربردی

۸. تقویت سازوکارهای سیاست‌گذاری و حمایت‌های اقتصادی با ایجاد مشـوق‌های مالی، یارانه‌های هدفمند برای فناوری‌های تصـفیه، طرح‌های بیمه‌ای ویژه پرورش در آب‌های نامتعارف و حمایت از سرمایه‌گذاری بخش خصوصی

۹. ایجاد سـامانه‌های پایش کیفی و کمّی منابع آبی نامتعارف، همراه با بانک اطلاعاتی قابل دسـترس برای پژوهشـگران و بهره‌برداران

۱۰. توسـعه همکـاری‌هـای بین‌المللی و تحقیقـاتی از طریق تشـویق به مشـارکت با مراکز تحقیقاتی جهانی، اسـتفاده از تجربیـات بین‌المللی در مـدیریـت منـابع نـامتعـارف، و انجـام طرح‌های تحقیقاتی مشترک

سپاسگزاری

نویسنده بر خود لازم می‌داند از شرکت آب منطقه‌ای گلستان به دلیل همکاری ارزشـمند و نقش مؤثر آن در فراهم‌سـازی داده‌ها، اطلاعات پایه و حمایت‌های فنی که در شکل‌گیری و پیشبرد این پژوهش نقش تعیین‌کننده‌ای داشت، صمیمانه قدردانی نماید. پشتیبانی کارشناسان و مسئولان این مجموعه، زمینه‌ساز تکمیل تحلیل‌ها و ارتقای کیفیت علمی این مطالعه گردیده اسـت. همچنین از تمامی همکارانی که به‌صـورت مسـتقیم یا غیرمسـتقیم در فرایند انجام این پژوهش یاری‌رسان بوده‌اند، سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Aazami, J., Esmaili-Sari, A., Abdoli, A., Sohrabi, H., & Van den Brink, P. J. (2015). Monitoring and assessment of water health quality in the Tajan River, Iran using physicochemical, fish and macroinvertebrates indices. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 13, 1–12. https://doi.org/10.1186/s40201-015-0186-y

Amini, S., Rohani, A., Aghkhani, M. H., Abbaspour-Fard, M. H., & Asgharipour, M. R. (2020). Assessment of land suitability and agricultural production sustainability using a combined approach (Fuzzy-AHP-GIS): A case study of Mazandaran province, Iran. Information Processing in Agriculture, 7(3), 384–402. https://doi.org/10.1016/j.inpa.2019.10.001

Azarnivand, A., Hashemi-Madani, F. S., & Banihabib, M. E. (2015). Extended fuzzy analytic hierarchy process approach in water and environmental management (case study: Lake Urmia Basin, Iran). Environmental Earth Sciences, 73, 13–26. https://doi.org/10.1007/s12665-014-3391-6

Badrzadeh, N., Samani, J. M. V., Mazaheri, M., & Kuriqi, A. (2022). Evaluation of management practices on agricultural nonpoint source pollution discharges into the rivers under climate change effects. Science of the Total Environment, 838, 156643. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156643

Bahraman, M., Asadollahfardi, G., Salehi, A. M., & Yahyaei, B. (2021). Feasibility study of using wash water from ready mixed concrete plant and synthetic wastewater based on tap water with different total dissolved solid to produce self-compacting concrete. Journal of Building Engineering, 41, 102781. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102781

Bahraseman, S. E., Firoozzare, A., Zhang, C., Yousefian, N., Skominas, R., Barati, R., & Azadi, H. (2024). Reviving the forgotten legacy: Strategies for reviving qanats as sustainable solutions for agricultural water supply in arid and semi-arid regions. Water Research, 265, 122138. https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122138

Barbarossa, V., Schmitt, R. J. P., Huijbregts, M. A. J., Zarfl, C., King, H., & Schipper, A. M. (2020). Impacts of current and future large dams on the geographic range connectivity of freshwater fish worldwide. Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(7), 3648–3655. https://doi.org/10.1073/pnas.1912776117

Bozorg-Haddad, O., Bahrami, M., Gholami, A., Chu, X., & Loáiciga, H. A. (2024). Investigation and classification of water resources management strategies: possible threats and solutions. Natural Hazards, 1–26. https://doi.org/10.1007/s11069-024-06589-y

Chen, Y., & Han, D. (2018). Water quality monitoring in smart city: A pilot project. Automation in Construction, 89, 307–316. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.008

Dawood, M. A. O., Noreldin, A. E., & Sewilam, H. (2021). Long term salinity disrupts the hepatic function, intestinal health, and gills antioxidative status in Nile tilapia stressed with hypoxia. Ecotoxicology and Environmental Safety, 220, 112412. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112412

Dehghanipour, A. H., Schoups, G., Zahabiyoun, B., & Babazadeh, H. (2020). Meeting agricultural and environmental water demand in endorheic irrigated river basins: A simulation-optimization approach applied to the Urmia Lake basin in Iran. Agricultural Water Management, 241, 106353. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106353

Delshab, H., Farshchi, P., Mohammadi, M., & Moattar, F. (2017). Preliminary assessment of heavy metal contamination in water and wastewater from Asaluyeh Port (Persian Gulf). Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science, 41, 363–373. https://doi.org/10.1007/s40995-016-0031-x

Enayat, F. F., & Asgharipour, M. R. (2023). Exploring and predicting the biocapacity of various fish farming systems based on modified emergy footprint accounting in the Sistan region of Iran. Science of The Total Environment, 904, 166195. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166195

Esmaeili, H. R., Sayyadzadeh, G., Zarei, F., Kafaei, S., & Coad, B. W. (2020). Phylogeographic pattern and population structure of the Persian stone loach, Oxynoemacheilus persa (Heckel 1847)(family: Nemacheilidae) in southern Iran with implications for conservation. Environmental Biology of Fishes, 103, 77–88. https://doi.org/10.1007/s10641-019-00934-y

Hayati, D., & Valizadeh, N. (2021). Freshwater management and conservation in Iran: Past, present, and future. In Book: Tigris and Euphrates Rivers: Their Environment from Headwaters to Mouth, 1507–1533. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57570-0_76

Hejazy, M., Norouzi, R., Abdi, F., & Javid, F. (2023). The impact of aquaculture activities on nitrogenous and phosphorous pollution of water resources in northern Iran. Arabian Journal of Geosciences, 16(4), 255. https://doi.org/10.1007/s12517-023-11347-8

Hesni, M. A., Hedayati, A., Qadermarzi, A., Pouladi, M., Zangiabadi, S., & Naqshbandi, N. (2020). Using Chlorella vulgaris and iron oxide nanoparticles in a designed bioreactor for aquaculture effluents purification. Aquacultural Engineering, 90, 102069. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102069

Hoseini Zafarabadi, S. S., Nafarzadegan, A. R., & Vagharfard, H. (2022). Assessing the Development of Unconventional (Brackish and Saline) Water Resources in the West of Hormozgan Province. Desert Ecosystem Engineering, 9(29), 75–88. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112079

Hussain, M. I., Muscolo, A., Farooq, M., & Ahmad, W. (2019). Sustainable use and management of non-conventional water resources for rehabilitation of marginal lands in arid and semiarid environments. Agricultural Water Management, 221, 462–476. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.04.014

Jafari, B., Abbasi, M., & Hashemifard, S. A. (2020). Development of new tubular ceramic microfiltration membranes by employing activated carbon in the structure of membranes for treatment of oily wastewater. Journal of Cleaner Production, 244, 118720. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118720

Jafari, F., Naeemi, A. S., Sohani, M. M., & Noorinezhad, M. (2023). Effect of elevated temperature, sea water acidification, and phenanthrene on the expression of genes involved in the shell and pearl formation of economic pearl oyster (Pinctada radiata). Marine Pollution Bulletin, 196, 115603. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115603

Karimi, M., Tabiee, M., Karami, S., Karimi, V., & Karamidehkordi, E. (2024). Climate change and water scarcity impacts on sustainability in semi-arid areas: Lessons from the South of Iran. Groundwater for Sustainable Development, 24, 101075. https://doi.org/10.1016/j.gsd.2023.101075

Keshavarzifard, M., Vazirzadeh, A., & Sharifinia, M. (2021). Occurrence and characterization of microplastics in white shrimp, Metapenaeus affinis, living in a habitat highly affected by anthropogenic pressures, northwest Persian Gulf. Marine Pollution Bulletin, 169, 112581. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112581

Khaki, E., Boleydei, H., Abyar, H., & Nowrouzi, M. (2023). Integrating eco-environmental assessment with energy recovery for petrochemical wastewater treatment

Fakhri, Y., Atamaleki, A., Asadi, A., Ghasemi, S. M., & Mousavi Khaneghah, A. (2021a). Bioaccumulation of potentially toxic elements (PTEs) in muscle Tilapia spp fish: a systematic review, meta-analysis, and non-carcinogenic risk assessment. Toxin Reviews, 40(4), 473–483. https://doi.org/10.1080/15569543.2020.1737826

Fakhri, Y., Djahed, B., Toolabi, A., Raoofi, A., Gholizadeh, A., Eslami, H., Taghavi, M., Alipour, M. reza, & Mousavi Khaneghah, A. (2021b). Potentially toxic elements (PTEs) in fillet tissue of common carp (Cyprinus carpio): a systematic review, meta-analysis and risk assessment study. Toxin Reviews, 40(4), 1505–1517. https://doi.org/10.1080/15569543.2019.1690518

Fayyaz, S., Masjedi, S. K., Kazemi, A., Khaki, E., Moeinaddini, M., & Olsen, S. I. (2023). Life cycle assessment of reverse osmosis for high-salinity seawater desalination process: Potable and industrial water production. Journal of Cleaner Production, 382, 135299. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135299

Ghaffari, H., Ahmadzadeh, F., Saberi-Pirooz, R., & Abtahi, B. (2022). Molecular and morphological evidence for the presence of a non-native oyster (genus Crassostrea) in the Persian Gulf. Zoologischer Anzeiger, 296, 120–128. https://doi.org/10.1016/j.jcz.2021.12.002

Gharaghani, M. A., Samaei, M., Mahdizadeh, H., Nasiri, A., Keshtkar, M., Mohammadpour, A., & Khaneghah, A. M. (2024). An effective magnetic nanobiocomposite: Preparation, characterization and its application for adsorption removal of P-nitroaniline from aquatic environments. Environmental Research, 246, 118128. https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118128

Ghezelsofloo, E., Raghimi, M., Mahmoodlu, M. G., Rahimi-Chakdel, A., & Khademi, S. M. S. (2021). Saltwater intrusion in drinking water wells of Kordkuy, Iran: an integrated quantitative and graphical study. Environmental Earth Sciences, 80(16), 520. https://doi.org/10.1007/s12665-021-09843-9

Gorjian, S., & Ghobadian, B. (2015). Solar desalination: A sustainable solution to water crisis in Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 48, 571–584. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.009

Haghshenas, V., Kafaei, R., Tahmasebi, R., Dobaradaran, S., Hashemi, S., Sahebi, S., Sorial, G. A., & Ramavandi, B. (2020). Potential of green/brown algae for monitoring of metal (loid) s pollution in the coastal seawater and sediments of the Persian Gulf: ecological and health risk assessment. Environmental Science and Pollution Research, 27(7), 7463–7475. https://doi.org/10.1007/s11356-019-07481-0

Hashempour-Baltork, F., Jannat, B., Tajdar-Oranj, B., Aminzare, M., Sahebi, H., Alizadeh, A. M., & Hosseini, H. (2023). A comprehensive systematic review and health risk assessment of potentially toxic element intakes via fish consumption in Iran. Ecotoxicology and Environmental Safety, 249, 114349. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.114349

biodiesel wash-water: A sustainable solution for water recycling in biodiesel production process. Journal of Water Process Engineering, 19, 331–337. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.09.007

Noorhosseini, S. A., Allahyari, M. S., Damalas, C. A., & Moghaddam, S. S. (2017). RETRACTED: Public environmental awareness of water pollution from urban growth: The case of Zarjub and Goharrud rivers in Rasht, Iran. Science of The Total Environment, 599–600, 2019-2025. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.128

Omrani, H., & Keshavarz, M. (2016). A performance evaluation model for supply chain of shipping company in Iran: an application of the relational network DEA. Maritime Policy & Management, 43(1), 121–135. https://doi.org/10.1080/03088839.2015.1036471

Panagopoulos, A. (2021). Study and evaluation of the characteristics of saline wastewater (brine) produced by desalination and industrial plants. Environmental Science and Pollution Research, 1–14. https://doi.org/10.1007/s11356-021-17694-x

Parnian, A., Parvizi, H., Selmy, S., & Mushtaq, Z. (2024). Haloculture: A Pathway to Reduce Climate Change Consequences for Societies. In book: Integration of Core Sustainable Development Goals in Rural Areas (pp. 385–413). https://doi.org/10.1007/978-3-031-60149-1_14

Piadeh, F., Alavi-Moghaddam, M. R., & Mardan, S. (2018). Assessment of sustainability of a hybrid of advanced treatment technologies for recycling industrial wastewater in developing countries: Case study of Iranian industrial parks. Journal of Cleaner Production, 170, 1136–1150. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.174

Pirali zefrehei, A. R., Kolahi, M., & Fisher, J. (2022). Ecological-environmental challenges and restoration of aquatic ecosystems of the Middle-Eastern. Scientific Reports, 12(1), 17229. https://doi.org/10.1038/s41598-022-21465-0

Pouladi, M., Paighambari, S. Y., Millar, R. B., & Babanezhad, M. (2020). Length-weight relationships and condition factor of five marine fish species from Bushehr Province, Persian Gulf, Iran. Thalassas: An International Journal of Marine Sciences, 36, 457–461. https://doi.org/10.1007/s41208-020-00208-w

Poustchi, H., Eghtesad, S., Kamangar, F., Etemadi, A., Keshtkar, A.-A., Hekmatdoost, A., Mohammadi, Z., Mahmoudi, Z., Shayanrad, A., & Roozafzai, F. (2018). Prospective epidemiological research studies in Iran (the PERSIAN Cohort Study): rationale, objectives, and design. American Journal of Epidemiology, 187(4), 647–655. https://doi.org/10.1093/aje/kwx314

Pradeepkiran, J. A. (2019). Aquaculture role in global food security with nutritional value: a review. Translational Animal Science, 3(2), 903–910. https://doi.org/10.1093/tas/txz012

Rasekhi, S., Sharifian, A., Shahraki, M., & Silvano, R. A. M. (2023). Indigenous fishers' knowledge on fish behavior, fishing practices and climatic conditions in a

technologies: A transition towards green and sustainable management. Journal of Water Process Engineering, 55, 104103. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.104103

Khanjani, M. H., Sharifinia, M., & Hajirezaee, S. (2023). Strategies for promoting sustainable aquaculture in arid and semi-arid areas. Annals of Animal Science, 24 (2), 293-305. https://doi.org/10.2478/aoas-2023-0073

Khosravi, F., & Izbirak, G. (2024). A framework of index system for gauging the sustainability of Iranian provinces by fusing Analytical Hierarchy Process (AHP) and Rough Set Theory (RST). Socio-Economic Planning Sciences, 95, 101975. https://doi.org/10.1016/j.seps.2024.101975

Kosari, S., Parsinejad, M., Mokhtaran, A., & Zebardast, S. (2024). Predicted feasibility and economic return of drainage water recycling in an arid region. Agricultural Water Management, 302, 108983. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108983

Liu, J., Liu, Q., & Yang, H. (2016). Assessing water scarcity by simultaneously considering environmental flow requirements, water quantity, and water quality. Ecological Indicators, 60, 434–441. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.07.019

Mansouri Daneshvar, M. R., Ebrahimi, M., & Nejadsoleymani, H. (2019). An overview of climate change in Iran: facts and statistics. Environmental Systems Research, 8(1), 1–10. https://doi.org/10.1186/s40068-019-0135-3

Mashjoor, S., & Kamrani, E. (2015). Evaluation of the "fishing down marine food web" process in the north-west of Persian Gulf (Khuzestan Province) during the period of 2002–2011. Acta Oceanologica Sinica, 34, 103–110. https://doi.org/10.1007/s13131-015-0726-4

Mirzaei, F. S., Ghorbani, R., Hosseini, S. A., Haghighi, F. P., & Saravi, H. N. (2019). Associations between shrimp farming and nitrogen dynamic: A model in the Caspian Sea. Aquaculture, 510, 323–328. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.05.070

Mohiseni, M., Sepidnameh, M., Bagheri, D., Banaee, M., & Nematdust Haghi, B. (2017). Comparative effects of S hirazi thyme and vitamin E on some growth and plasma biochemical changes in common carp (C yprinus carpio) during cadmium exposure. Aquaculture Research, 48(9), 4811–4821. https://doi.org/10.1111/are.13301

Mokarram, M., Saber, A., & Obeidi, R. (2021). Effects of heavy metal contamination released by petrochemical plants on marine life and water quality of coastal areas. Environmental Science and Pollution Research, 28(37), 51369–51383. https://doi.org/10.1007/s10641-019-00934-y

Moradi Shahdadi, L., Aminnejad, B., Sarvari, H., & Chan, D. W. M. (2023). Determining the Critical Risk Factors of Implementing Public–Private Partnership in Water and Wastewater Infrastructure Facilities: Perspectives of Private and Public Partners in Iran. Buildings, 13(11), 2735. https://doi.org/10.3390/buildings13112735

Mozaffarikhah, K., Kargari, A., Tabatabaei, M., Ghanavati, H., & Shirazi, M. M. A. (2017). Membrane treatment of

Shirmohammadi, B., Malekian, A., Salajegheh, A., Taheri, B., Azarnivand, H., Malek, Z., & Verburg, P. H. (2020). Scenario analysis for integrated water resources management under future land use change in the Urmia Lake region, Iran. Land Use Policy, 90, 104299. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104299

Sobhani, P., Esmaeilzadeh, H., Sadeghi, S. M. M., Wolf, I. D., & Deljouei, A. (2022). Prioritizing water resources for conservation in a land of water crisis: the case of protected areas of Iran. Water, 14(24), 4121. https://doi.org/10.3390/w14244121

Taheri, M., Mousavi, S. M., Zanguee, N., & Mozanzadeh, M. T. (2025). The interactive effects of stocking density and salinity on growth, immune response, antioxidant capacity, digestive enzyme activity, and plasma biochemical parameters in Asian seabass (Lates calcarifer) juveniles. Aquaculture International, 33(2), 146. https://doi.org/10.1007/s10499-025-01830-2

Taherzadeh-Shalmaei, N., Sharifi, M., Ghasemi-Mobtaker, H., & Kaab, A. (2021). Evaluating the energy use, economic and environmental sustainability for smoked fish production from life cycle assessment point of view (case study: Guilan Province, Iran). Environmental Science and Pollution Research, 28(38), 53833–53846. https://doi.org/10.1007/s11356-021-14437-w

Tajeddini, K., & Trueman, M. (2016). Environment-strategy and alignment in a restricted, transitional economy: Empirical research on its application to Iranian state-owned enterprises. Long Range Planning, 49(5), 570–583. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2015.02.001

Vahidipour, M., Raeisi, E., & Van Der Zee, S. E. (2021). Active saltwater intrusion of shrinking Bakhtegan-Thask Lakes in South Iran threatens the freshwater resources of coastal aquifers. Journal of Hydrology: Regional Studies, 34, 100790. https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2021.100790

Vazirzadeh, A., & Yelghi, S. (2015). Long-term changes in the biological parameters of wild carp (Cyprinus carpio carpio) from the south-eastern Caspian Sea. Iranian Journal of Science, 39(3.1), 391–397. https://doi.org/10.22099/ijsts.2015.3262

Warshay, B., Brown, J. J., & Sgouridis, S. (2017). Life cycle assessment of integrated seawater agriculture in the Arabian (Persian) Gulf as a potential food and aviation biofuel resource. The International Journal of Life Cycle Assessment, 22, 1017–1032. https://doi.org/10.1007/s11367-016-1215-5

Zahed, M. A., Hadipour, M., Mastali, G., Esmaeilzadeh, M., & Mojiri, A. (2022). Simultaneous ecosystem benefit and climate change control: a future study on sustainable development in Iran. International Journal of Environmental Research, 16(3), 28. https://doi.org/10.1007/s41742-022-00410-z

conservation priority coastal ecosystem in the Caspian Sea. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 33(3), 629–648. https://doi.org/10.1007/s11160-022-09746-3

Rasooli, M., Beheshti, B., Parashkoohi, M. G., & Ghahdarijani, M. (2023). Evaluation of energy-economic and environmental consequences in different fish production systems using a life cycle assessment approach. Environmental and Sustainability Indicators, 18, 100231. https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100231

Risk, M. J., Haghshenas, S. A., & Arab, A. R. (2021). Cage aquaculture in the Persian Gulf: A cautionary tale for Iran and the world. Marine Pollution Bulletin, 166, 112079. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112079

Robbins, C. A., Du, X., Bradley, T. H., Quinn, J. C., Bandhauer, T. M., Conrad, S. A., Carlson, K. H., & Tong, T. (2022). Beyond treatment technology: Understanding motivations and barriers for wastewater treatment and reuse in unconventional energy production. Resources, Conservation and Recycling, 177, 106011. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106011

Saatsaz, M. (2020). A historical investigation on water resources management in Iran. Environment, Development and Sustainability, 22(3), 1749–1785. https://doi.org/10.1007/s10668-018-00307-y

Salehi, S., Mirzakhani, S., & Schelly, C. (2023). The role of developers in accepting solar energy in Iran: A case study in Golestan province. Solar Energy, 264, 111967. https://doi.org/10.1016/j.solener.2023.111967

Scaringella, L., & Burtschell, F. (2017). The challenges of radical innovation in Iran: Knowledge transfer and absorptive capacity highlights–Evidence from a joint venture in the construction sector. Technological Forecasting and Social Change, 122, 151–169. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.09.013

Sepehrfar, D., Sudagar, M., Paknejad, H., Yousefi Siahkalroodi, S., & Norouzitallab, P. (2023). Role of phytochemicals in farmed fish reproductive performance: A review. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 22(5), 1039–1068. https://doi.org/10.22092/ijfs.2023.130580

Sharifinia, M., Afshari Bahmanbeigloo, Z., Smith Jr, W. O., Yap, C. K., & Keshavarzifard, M. (2019a). Prevention is better than cure: Persian Gulf biodiversity vulnerability to the impacts of desalination plants. Global Change Biology, 25(12), 4022–4033. https://doi.org/10.1111/gcb.14808

Sharifinia, M., Daliri, M., & Kamrani, E. (2019b). Estuaries and coastal zones in the northern Persian gulf (Iran). In Book: Coasts and Estuaries: the future (pp. 57–68). https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814003-1.00004-6

Shiganova, T. A., Kamakin, A. M., Pautova, L. A., Kazmin, A. S., Roohi, A., & Dumont, H. J. (2023). An impact of non-native species invasions on the Caspian Sea biota. Advances in Marine Biology, 94, 69–157. https://doi.org/10.1016/bs.amb.2023.01.002

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 155 to 178

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۱۵۵ تا ۱۷۸

Document Type: Review Article

نوع مقاله: مروری

Pathology of Water Policy-Making in the Islamic Republic of Iran Based on the "Policy Window" Theory With an Emphasis on Government Resources

آسیب‌شناسی سیاست‌گذاری آب در دوره جمهوری اسلامی ایران بر اساس نظریه «پنجره سیاست» با تأکید بر منابع دولتی

R. Eslami[1*], J. Mokhtari[2]

1, 2- Associate Professor and Postdoctoral Researcher in Political Science, Department of Political Science, Faculty of Law and Political Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

*** Corresponding, Author Email:** Eslami.r@um.ac.ir

Received ▶ 26-12-2025
Revised ▶ 18-04-2026
Accepted ▶ 04-05-2026
Available online ▶ 15-06-2026

روح اله اسلامی[1*]، جمال مختاری[2]

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار و پژوهشگر پسادکتری علوم سیاسی، گروه علوم سیاسی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

***رایانامه نویسنده مسئول:** Eslami.r@um.ac.ir

تاریخ دریافت ◀ ۱۴۰۴/۱۰/۰۵
تاریخ بازنگری ◀ ۱۴۰۵/۰۱/۲۹
تاریخ پذیرش ◀ ۱۴۰۵/۰۲/۱۴
تاریخ انتشار ◀ ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

Abstract

The crisis of water imbalance in contemporary Iran, particularly during the period of the Islamic Republic (1979-2025), has become one of the most complex challenges of governance, generating wide-ranging environmental, economic, social, and security consequences. Despite the unprecedented escalation of the water imbalance crisis and the adoption of numerous laws, programs, and documents in the water sector (which are themselves part of the policy-making process), the effective implementation of these documents and the realization of sustainable reforms in practice have failed. The water sector in Iran faces significant expert conflicts. These disagreements are not simply due to scientific perceptions, but each expert stream also has its own political backing. Therefore, the analysis of water policies cannot be complete without considering this link between knowledge, interests, and political fortune. Adopting a qualitative approach and drawing on documentary analysis and policy analysis, this study employs the Multiple Streams Framework and John Kingdon's Policy Window model to address the central question of why, during the period of the Islamic Republic, the necessary "policy window" for a paradigmatic shift in water policy-making has not been effectively opened, despite the heightened salience of the water crisis and the availability of expert solutions. The findings indicate that, in the Islamic Republic period, the "problem stream," marked by the intensification of water resource imbalance, land subsidence, the drying of ecosystems, and the emergence of social conflicts, has escalated to the level of a national security crisis. Within the "policy stream," although solutions such as demand management and the balancing of groundwater resources have been proposed since the 1980s, the supply-oriented paradigm of dam construction and water transfer has continued to dominate in practice. By contrast, the "political stream," due to institutional fragmentation, conflicts of interest, the influence of powerful stakeholders, weak oversight, and financial constraints, has been unable to effectively couple these two streams. As a result, the policy windows that have opened have either remained unused or have led to short-term and ineffective policies, which in turn have further deepened the crisis of water imbalance. This article shows that the aforementioned failure is largely due to structural weaknesses in the "policy-making process" (institutional fragmentation, influence of interest coalitions, policy conflict, and formulation-implementation gap), rather than a lack of law or technical knowledge.

Keywords: Water Policy-Making, Water Imbalance, Policy Window, Islamic Republic of Iran.

چکیده

بحران ناترازی آب در ایران معاصر، به‌ویژه در دوره جمهوری اسلامی ایران (۱۳۵۷-۱۴۰۴)، به یکی از پیچیده‌ترین مسائل حکمرانی تبدیل شده و پیامدهای گسترده زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و امنیتی به همراه داشته است. با وجود تشدید کم‌سابقه بحران ناترازی آب و علیرغم تصویب قوانین، برنامه‌ها و اسناد متعدد در حوزه آب (که خود بخشی از فرآیند سیاست‌گذاری محسوب می‌شوند)، اجرای مؤثر این اسناد و تحقق اصلاحات پایدار در عرصه عمل با شکست مواجه شده است. حوزه آب در ایران با تضادهای کارشناسی قابل‌توجهی روبه‌روست. این اختلاف‌نظرها صرفاً ناشی از برداشت‌های علمی نیست، بلکه هر جریان کارشناسی، پشتوانه‌های سیاسی خاص خود را نیز دارد. بنابراین تحلیل سیاست‌های آب بدون درنظرگرفتن این پیوند میان دانش، منافع و اقبال سیاسی نمی‌تواند کامل باشد. این مقاله با رویکردی کیفی و با استفاده از تحلیل اسنادی و تحلیل سیاست‌گذاری و با بهره‌گیری از نظریه جریان‌های چندگانه و مدل پنجره سیاست جان کینگدون به این پرسش اصلی می پردازد که چرا در دوره جمهوری اسلامی ایران، علیرغم برجسته‌شدن بحران آب، «پنجره سیاستی» لازم برای تغییر پارادایم سیاست‌گذاری آب به‌طور مؤثر گشوده نشده است؟ یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که در دوره جمهوری اسلامی ایران، «جریان مسئله» با تشدید ناترازی منابع آب، فرونشست زمین، خشک‌شدن زیست‌بوم‌ها و بروز منازعات اجتماعی، به سطح یک بحران امنیت ملی ارتقا یافته است. در «جریان سیاست»، اگرچه بعد از انقلاب اسلامی ایران (از دهه ۱۳۶۰) به بعد راه‌حل‌هایی چون مدیریت تقاضا و تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی مطرح شده، اما در عمل پارادایم عرضه‌محور سدسازی و انتقال آب همچنان غالب مانده است. در مقابل، «جریان سیاست‌گذار» به دلیل چندپارگی نهادی، تعارض منافع، نفوذ ذی‌نفعان قدرتمند، ضعف نظارت و محدودیت‌های مالی، قادر به پیوند مؤثر این دو جریان نبوده است. در نتیجه، پنجره‌های سیاستی گشوده‌شده یا بلااستفاده مانده یا به سیاست‌هایی مقطعی و ناکارآمد انجامیده‌اند که خود به تعمیق بحران ناترازی آب منجر شده‌اند. این مقاله نشان می‌دهد که ناکامی مذکور عمدتاً ناشی از ضعف‌های ساختاری در «جریان سیاست‌گذار» (چندپارگی نهادی، نفوذ ائتلاف‌های ذی‌نفع، تضاد سیاستی، و شکاف تدوین-اجرا) است، نه فقدان قانون یا دانش فنی.

واژه‌های کلیدی: سیاست‌گذاری آب، ناترازی آب، پنجره سیاست، جمهوری اسلامی ایران.

How to cite this article:

Eslami, R., & Mokhtari, J. (2026). Pathology of Water Policy-Making in the Islamic Republic of Iran Based on the "Policy Window" Theory With an Emphasis on Government Resources. Journal of Water and Sustainable Development, 13(1), 155-178. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i1.2512-1487

مقدمه؛ آب، کانون نخستین ناترازی انرژی در ایران شبه مدرن

سیاست‌گذاری انرژی در ایران معاصر، با چالشی مزمن و عمیق به نام «ناترازی» گره خورده است. پدیده‌ای که تمامی ابعاد عرضه، تقاضا، قیمت‌گذاری و حکمرانی نهادی را دربرمی‌گیرد. این ناترازی ریشه‌های عمیق دانشی (آموزشی-پژوهشی)، نهادی و سیاستی دارد. شکاف دانشی در این حوزه، به ویژه در زمینه درک صحیح و جامع از "سیستم آب و انرژی" و پیامدهای آن، منجر به حکمرانی ناکارآمد در این زمینه شده است. این شکاف دانشی، خود را در سیاست‌گذاری‌های بخشی‌نگر و عدم توجه به اثرات متقابل[1] سیستم آب و انرژی (از جمله وابستگی تولید برق به آب برای خنک‌کاری نیروگاه‌ها، مصرف انرژی برای استحصال و انتقال آب، و پیامدهای زیست‌محیطی سدسازی بر منابع آب پایین‌دست) نشان می‌دهد و موجب مزمن شدن عوارض و مشکلات در هر دو حوزه آب و انرژی می‌گردد. در سبد انرژی کشور، تمرکز اصلی بر منابع هیدروکربنی (نفت و گاز) و سپس برق حرارتی است. سهم انرژی آبی، اگرچه قابل توجه است، اما اغلب تحت تأثیر نوسانات منابع آبی و چالش‌های مدیریتی قرار دارد. به طور سنتی انرژی آبی[2] عمدتاً به عنوان یک منبع تولید برق مد نظر بوده است. ایران با داشتن بیش از ۱۸۰ سد بزرگ، ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های برقآبی خود را به حدود ۱۲,۰۰۰ مگاوات رسانده است (وزارت نیرو، ۱۴۰۰). این میزان حدود ۱۴ درصد از کل ظرفیت تولید برق کشور را تشکیل می‌دهد. اما نقش آب به عنوان یک حامل انرژی[3] در صنایع مختلف، فرآیندهای حرارتی، و حتی در برخی فناوری‌های نوظهور انرژی (مانند انرژی زمین‌گرمایی که آب در آن نقش واسط دارد)، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در ایران، با توجه به سهم قابل توجه نیروگاه‌های حرارتی در تولید برق، مصرف آب برای خنک‌کاری این نیروگاه‌ها خود یک چالش بزرگ در سیستم آب و انرژی[4] محسوب می‌شود (Vahabzadeh و همکاران، ۲۰۲۵). بیش از ۷۰ درصد نیروگاه‌های حرارتی کشور (گازی، بخاری، سیکل ترکیبی) برای خنک‌کاری به آب نیاز دارند. این نیروگاه‌ها عمدتاً در مناطق مرکزی و جنوبی کشور (با تنش آبی شدید) متمرکز شده‌اند. در تابستان ۱۴۰۰، کمبود آب برای خنک‌کاری باعث توقف یا کاهش بار حداقل ۱۵ نیروگاه حرارتی با ظرفیت مجموع بیش از ۳,۰۰۰ مگاوات شد (شرکت تولید برق حرارتی، ۱۴۰۱).

در وضعیت ناترازی آب، شکاف میان منابع آب تجدیدپذیر و میزان برداشت و مصرف، به‌طور مستمر افزایش یافته و پایداری زیست‌محیطی و اجتماعی سرزمین را به مخاطره انداخته است. در دهه‌های اخیر، این بحران دیگر صرفاً یک مسئله فنی یا مدیریتی تلقی نمی‌شود، بلکه به پدیده‌ای چندبعدی با پیامدهای اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و حتی امنیتی تبدیل شده است. دوره جمهوری اسلامی ایران از این منظر واجد اهمیت ویژه‌ای است. این دوره نه‌تنها شاهد حل بحران آب نبوده، بلکه با تشدید کم‌سابقه ناترازی منابع آب و گسترش پیامدهای آن همراه شده است. خشک‌شدن تالاب‌ها و دریاچه‌های مهم، افت شدید آب‌های زیرزمینی، فرونشست گسترده دشت‌ها، کاهش تاب‌آوری زیست‌بوم‌ها و بروز منازعات اجتماعی و منطقه‌ای بر سر آب، همگی نشانه‌هایی از تعمیق این بحران هستند. در چنین شرایطی، پرسش اساسی آن است که چرا نظام سیاست‌گذاری آب در ایران، با وجود آگاهی فزاینده نسبت به ابعاد بحران و تولید انبوه قوانین، برنامه‌ها و اسناد راهبردی، نتوانسته به اصلاحات مؤثر و پایدار دست یابد؟

بخش قابل توجهی از ادبیات موجود در حوزه آب ایران، بر عوامل فنی و طبیعی بحران، از جمله کاهش بارندگی، تغییر اقلیم، رشد جمعیت و ناکارآمدی‌های مدیریتی تمرکز دارد. اگرچه این مطالعات در تبیین ابعاد بحران اهمیت دارند، اما اغلب از واکاوی عمیق فرآیند سیاست‌گذاری و چرایی ناکامی اصلاحات سیاستی غفلت کرده‌اند. به بیان دیگر، پرسش «نظام سیاست‌گذاری آب در ایران چگونه عمل می‌کند که منجر به تداوم وضعیت موجود (عدم تغییر) یا شکست در دستیابی به نتایج مطلوب شده است؟» کمتر در چارچوب نظری منسجم مورد بررسی قرار گرفته است. این خلأ، ضرورت بهره‌گیری از رویکردهای تحلیلی سیاست‌گذاری عمومی را برجسته می‌سازد. رویکردهایی که بتوانند فراتر از توصیف بحران، منطق درونی تصمیم‌گیری‌ها[5] و موانع ساختاری تغییر سیاست را تبیین کنند. برای پاسخ به این پرسش، لازم است که از تحلیل صرفِ «سیاست‌ها» عبور کرده و «نظام سیاست‌گذاری آب» به مثابه یک سیستم پیچیده بررسی شود. این نظام صرفاً مجموعه‌ای از خط‌مشی‌ها و مقررات نیست، بلکه شبکه‌ای پویا از کنشگران (نهادهای دولتی، سازمان‌های محلی، ذی‌نفعان بخش خصوصی و جامعه مدنی)، قواعد (رسمی و غیررسمی) و فرآیندهای تصمیم‌گیری است که در یک چارچوب نهادی خاص عمل می‌کنند. در این پژوهش، تلاش می‌شود تا با تحلیل ساختار و کارکرد این نظام، سازوکارهایی که منجر به اتخاذ سیاست‌های ناکارآمد یا عدم دستیابی به اهداف مورد انتظار در بخش آب می‌شوند، شناسایی و تبیین گردند. تمرکز اصلی بر این خواهد بود که چگونه تعاملات بین نهادی، شکاف‌های دانشی و ساختاری، و قواعد حاکم بر فرآیند سیاست‌گذاری، بر خروجی‌های نهایی نظام اثر می‌گذارند.

در این راستا، نظریه «جریان‌های چندگانه» و مدل «پنجره سیاست» جان کینگدون، چارچوبی تحلیلی کارآمد برای فهم پویایی‌های (زمانی- فضایی[6]) سیاست‌گذاری در شرایط ابهام، تعارض منافع و پیچیدگی نهادی فراهم می‌آورد. این نظریه بر این فرض استوار است که تغییرات مهم سیاستی نه لزوماً حاصل برنامه‌ریزی عقلانی و خطی، بلکه نتیجه هم‌زمانی و پیوند موقت سه جریان نسبتاً مستقل «مسئله»، «سیاست» (راه‌حل‌ها) و «سیاست‌گذار» (فضای سیاسی[7] و بازیگران) در

مقاطعی خاص موسوم به «پنجره‌های سیاستی» است. از این منظر، حتی وجود یک بحران حاد یا راه‌حل‌های کارشناسی کافی نیست؛ بلکه تغییر سیاست تنها زمانی امکان‌پذیر می‌شود که این سه جریان به‌واسطه کنش کارآفرینان سیاستی به‌طور مؤثر به هم متصل شوند.

با اتکاء به این مدل، بحران آب در ایران را می‌توان نه صرفاً به‌عنوان پیامد کمبود منابع طبیعی، بلکه به‌مثابه محصول ناکامی در پیوند دادن سه جریان یادشده تحلیل کرد. در مقاله حاضر، عبارت "بحران آب در ایران" به عنوان نقطه‌ی آغازین برای ورود به تحلیل عمیق‌تر فرآیند سیاست‌گذاری در این حوزه به کار رفته است. هدف اصلی، همانطور که در عنوان مقاله نیز منعکس شده است، تحلیل آسیب‌شناسی سیاست‌گذاری مرتبط با مسئله آب در ایران است. لذا، تمرکز بر فهم علل ریشه‌ای و ساختاری این بحران از منظر سیاست‌گذاری است، نه صرفاً توصیف وضعیت موجود منابع آب. بدین منظور در این مقاله، «بحران آب» نه به عنوان یک پدیده صرفاً طبیعی (ناشی از کمبود منابع)، بلکه به عنوان پیامد یا برآیند یک فرآیند پیچیده سیاست‌گذاری در نظر گرفته شده است. تحلیل بر اساس مدل "جریان‌های چندگانه" جان کینگدون استوار است که بیان می‌دارد تغییرات مهم سیاستی و حل مسائل پیچیده (مانند بحران آب) غالباً نتیجه پیوند یافتن سه جریان نسبتاً مستقل (جریان مسئله، جریان سیاست و جریان سیاست‌گذار) است. با اتکاء به این مدل استدلال می‌شود که «بحران آب در ایران» از ناکامی در پیوند دادن موثر و به هنگام این سه جریان ناشی می‌شود.

در دوره جمهوری اسلامی ایران، از یک‌سو «جریان مسئله» به‌شدت فعال شده و بحران آب از سطح یک چالش مدیریتی به سطح یک بحران امنیت ملی[8] رسیده است. از سوی دیگر، در «جریان سیاست»، مجموعه‌ای متضاد از راه‌حل‌ها، از رویکردهای عرضه‌محور نظیر سدسازی و انتقال آب تا راهبردهای نوین مدیریت تقاضا و تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی، تولید و در اسناد رسمی[9] منعکس شده‌اند. با این حال، آنچه محل مناقشه است، ناتوانی «جریان سیاست‌گذار[10]» در ایجاد انسجام نهادی، غلبه بر تعارض منافع و بهره‌برداری مؤثر از پنجره‌های سیاستی گشوده شده است. این مقاله در پی آن است که با ارائه یک تحلیل نظری‌محور از سیاست‌گذاری آب در دوره جمهوری اسلامی ایران، به غنای ادبیات سیاست‌گذاری عمومی در ایران بیفزاید و نشان دهد که بحران آب بیش از آنکه ناشی از فقدان دانش فنی باشد، ریشه در ساختارها و فرآیندهای معیوب حکمرانی دارد. درک این مسئله می‌تواند زمینه‌ساز بازاندیشی در مسیرهای اصلاح سیاست و گشودن پنجره‌های سیاستی مؤثر در آینده باشد.

چارچوب نظری (پنجره سیاست و جریان‌های چندگانه)

نظریه جریان‌های چندگانه (MSF[11]) که با مدل «پنجره سیاست» شناخته می‌شود، توسط جان دبلیو. کینگدون[12] در سال ۱۹۸۴ و در کتاب مشهور «دستورکارها، آلترناتیوها و سیاست‌های عمومی» ارائه شد. کینگدون با مطالعه فرآیند سیاست‌گذاری در حوزه‌های سلامت و حمل‌ونقل در ایالات متحده، به این نتیجه رسید که مدل‌های عقلایی-تصمیم‌گیر که سیاست‌گذاری را فرآیندی خطی و مرحله‌ای می‌دانند، قادر به تبیین "چگونگی ظهور برخی مسائل در دستورکار حکومت و چرایی تصویب برخی راه‌حل‌ها در زمان‌های خاص" نیستند. وی برای توضیح این پدیده، مدلی مبتنی بر سه جریان مستقل اما موازی ارائه کرد: جریان مسئله، جریان سیاست و جریان سیاسی (سیاست‌گذار) (Kingdon، ۱۹۸۴). این سه جریان در لحظه‌ای حساس به نام «پنجره سیاست» امکان سیاست‌گذاری را فراهم می‌کنند. پنجره سیاست فرصت‌هایی هستند که برای مدت کوتاهی گشوده می‌شوند و در صورت پیوند موفقیت‌آمیز سه جریان، تغییرات سیاستی مهمی را ممکن می‌سازند (Cairney و Jones، ۲۰۱۶). در چارچوب مدل جریان‌های چندگانه، «پیوند[13]» به معنای ایجاد ارتباط و هم‌افزایی بین سه جریان مستقل است: جریان مسئله، جریان راه‌حل، و جریان سیاست‌گذاری. این پیوند، یک سازوکار چندوجهی است که هم نیازمند تطابق مسئله با راه‌حل (پیوند دانشی/راه‌حل) و هم نیازمند وجود اراده سیاسی برای پذیرش آن راه‌حل (پیوند سیاسی/سیاست‌گذاری) است. همچنین، موفقیت این پیوند به شدت به عملکرد نهادی بستگی دارد؛ یعنی انسجام نهادی و توانایی نظام اجرایی برای هماهنگی و پیشبرد سیاست. لذا، «پیوند» مفهومی یکپارچه است که ابعاد دانشی، سیاستی، و نهادی را در بر می‌گیرد و لازمه‌ی گشوده‌شدن «پنجره سیاستی» و ایجاد تغییرات سیاستی پایدار است (Kingdon، ۱۹۸۴).

چارچوب جریان‌های چندگانه در فرآیند سیاست‌گذاری، انتخاب در سیاست‌گذاری را در شرایط ابهام توضیح می‌دهد. در مقاطع حساس زمانی که به آن‌ها «پنجره‌های سیاست‌گذاری» باز گفته می‌شود، این جریان‌ها از طریق تلاش‌های کارآفرینان سیاست‌گذاری با هم ادغام می‌شوند. شانس اینکه یک موضوع مورد توجه جدی قرار گیرد و یک سیاست خاص اتخاذ شود، در زمانی که کارآفرینان سیاست‌گذاری ماهر، مدبر و دارای موقعیت مناسب، از طریق دستکاری استراتژیک[14]، هر سه جریان را با هم ترکیب کنند، به طرز چشمگیری افزایش می‌یابد (Zahariadis، ۲۰۱۴). «دستکاری استراتژیک» به این معنا نیست که کارآفرینان سیاستی از بیرون سیستم وارد شده و آن را «تحمیل» می‌کنند. بلکه به این معناست که آن‌ها با درک عمیق از دینامیک‌های درونی سیستم (شناخت مسائل اولویت‌دار، آشنایی با راه‌حل‌های موجود، و درک فضای سیاسی)، به طور فعال و استراتژیک برای «پیوند دادن» این اجزای درونی تلاش می‌کنند. آن‌ها مانند ماهیگیرانی هستند که با دانش و مهارت خود، از جریان‌های رودخانه (جریان‌ها) برای هدایت ماهی (سیاست) به سمت تور خود (راه‌حل مطلوب) استفاده می‌کنند. این «دستکاری» از دل خود رودخانه برمی‌خیزد

(Kingdon، ۱۹۸۴). مدل کینگدون اساساً بر درون‌زا بودن فرآیند شکل‌گیری سیاست تأکید دارد، اما این درون‌زا بودن لزوماً به معنای خودکار یا فاقد عاملیت فعال نیست. بین سه جریان، یک «پیوند درونی» به معنای اتصال اجزای خود سیستم (سه جریان) برقرار است. این پیوند توسط عوامل درون سیستم (کارآفرینان سیاستی) تسهیل می‌شود. بنابراین، پیوند، یک پدیده درونی سیستم است که از طریق کنشگری بازیگران درون آن سیستم رخ می‌دهد. فرآیند کلی، «درون‌زا» است؛ زیرا در چارچوب تحولات داخلی یک نظام سیاسی (مسائل مطرح شده، راه‌حل‌های موجود، و فضای سیاسی حاکم) رخ می‌دهد. «دستکاری استراتژیک» توسط کارآفرینان سیاستی، بخشی از همین فرآیند درون‌زا است. این کارآفرینان بخشی از اکوسیستم سیاست‌گذاری هستند و از فرصت‌ها و محدودیت‌های درونی سیستم استفاده می‌کنند.

مدل جریان‌های چندگانه جان کینگدون اغلب در ادبیات سیاست‌گذاری مورد استناد قرار می‌گیرد و همچنان یکی از ارکان اصلی دوره‌های سیاست‌گذاری است. این نظریه جایگاه برجسته‌ای در ادبیات سیاست‌گذاری دارد (Rawat و Morris، ۲۰۱۶).

– مفاهیم و مؤلفه‌های کلیدی نظریه پنجره سیاست

۱) جریان مسئله[۱۵] (مشکل/شناخت):

این جریان به نحوه شناسایی، تعریف و برجسته‌سازی یک شرایط به عنوان یک «مسئله عمومی» توسط بازیگران مختلف اشاره دارد. مسائل زمانی به جریان مسئله تبدیل می‌شوند که از طریق شاخص‌ها (مانند آمار و ارقام بحران‌ها)، وقوع رخدادهایی (مانند سیل، خشکسالی)، و بحران‌هایی (مانند قطعی گسترده برق) یا بازخورد اجرای سیاست‌های موجود به یک نگرانی تبدیل شوند. نکته کلیدی این است که صرف وجود یک مشکل (مانند کمبود آب)، آن را به مسئله عمومی تبدیل نمی‌کند، بلکه «چارچوب‌بندی» و نحوه ارائه آن توسط رسانه‌ها، گروه‌های ذی‌نفع، کارشناسان و کارآفرینان سیاستی است که به آن اهمیت می‌بخشد و باعث می‌شود تصمیم‌گیران و عموم مردم آن را یک «مسئله» بدانند (Kingdon، ۱۹۸۴). جریان مسئله شامل درک مشکلات توسط ذی‌نفعان و فوریت اقدام، تحت تأثیر عواملی مانند افکار عمومی و بحران‌ها است.

۲) جریان سیاست[۱۶] (پیشنهادات/ راه‌حل‌ها):

این جریان متشکل از «جامعه سیاست» است؛ شبکه‌ای از کارشناسان، تحلیلگران، بوروکرات‌ها، پژوهشگران و مشاورانی که در یک حوزه تخصصی (مانند انرژی) فعالیت می‌کنند. آنان به طور مداوم در حال تولید، گردش و اصلاح «ایده‌ها» و «راه‌حل‌ها» هستند. این راه‌حل‌ها اغلب مستقل از مسائل جاری، در یک «انبار راه‌حل[۱۷] » شناور می‌مانند و در انتظار یک مسئله مناسب یا یک فرصت سیاسی هستند.

۳) جریان سیاسی[۱۸] (سیاست‌گذاری):

این جریان به محیط کلی سیاسی و عوامل مؤثر بر فضای تصمیم‌گیری اشاره دارد. مؤلفه‌های کلیدی این جریان عبارتند از: جو ملی یا فضای عمومی (نگرش‌ها و خلق‌وخوی عمومی جامعه)، تغییر در ائتلاف حاکم (مانند تغییر دولت یا مجلس)، فشار گروه‌های ذی‌نفع سازمان‌یافته، نتایج انتخابات و تغییر در ترکیب احزاب حاکم. این جریان مستقل از دو جریان دیگر عمل می‌کند و عمدتاً توسط سیاستمداران و بازیگران سیاسی هدایت می‌شود (Kingdon، ۱۹۸۴). این جریان، محیط سیاسی، از جمله تأثیر بازیگران سیاسی، احساسات عمومی و پویایی‌های نهادی را در بر می‌گیرد. یک فضای سیاسی مطلوب برای تصویب قانون بسیار مهم است (Mbah و همکاران، ۲۰۲۲).

۴) پنجره سیاست[۱۹]:

پنجره سیاست، نقطه کانونی و قلب نظریه کینگدون است. این مفهوم به «فرصت‌های زودگذر برای اقدام بر روی یک مسئله» اشاره دارد که برای مدت کوتاهی گشوده می‌شوند. پنجره‌ها زمانی گشوده می‌شوند که سه جریان مستقل مسئله، سیاست و سیاسی، به‌طور هم‌زمان و موقتاً به هم پیوند بخورند (Kingdon، ۱۹۸۴). این پنجره‌ها معمولاً به دو دلیل باز می‌شوند: ۱) به دلیل تغییر در جریان سیاسی/سیاست‌گذاری (مانند روی کار آمدن یک دولت جدید، یک بحران سیاسی یا تغییر در ائتلاف حاکم). ۲) به دلیل برجسته‌شدن یک مسئله در جریان مسئله (مانند وقوع یک فاجعه یا بحران که توجه همگان را جلب کند). ویژگی کلیدی پنجره‌ها، "زودگذر بودن" آنهاست. اگر بازیگران نتوانند در زمان مناسب از این فرصت استفاده کنند، پنجره بسته خواهد شد (Kingdon، ۱۹۸۴). اندازه و دسترسی به پنجره‌های سیاست‌گذاری می‌تواند بر اساس فشارهای ژئوپلیتیکی، سطح رقابت پیرامون سیاست‌های موجود و حضور کارآفرینان مؤثر در سیاست‌گذاری متفاوت باشد (Haacke، ۲۰۲۱).

۵) کارآفرینان سیاستی[۲۰]:

کارآفرینان سیاستی، بازیگران کلیدی و موتور محرکه پیوند سه جریان هستند که با سرمایه‌گذاری منابع خود (زمان، انرژی، اعتبار، پیوندهای سیاسی) در پیوند زدن سه جریان و استفاده از پنجره‌های سیاست نقش ایفا می‌کنند. آن‌ها با "جفت‌کردن راه‌حل‌ها با مسائل" و "جفت‌کردن هر دوی آن‌ها با جریان سیاسی"، زمینه را برای تغییر در سیاست‌ها فراهم می‌سازند. یک کارآفرین سیاستی موفق، فردی است که دارای توانایی ارتباطی قوی، پیوندهای سیاسی، استقامت و اعتبار (دانش فنی یا موقعیت نهادی) باشد (Kingdon، ۱۹۸۴).

ناترازی مدیریت منابع آب در دوره جمهوری اسلامی ایران

دوره جمهوری اسلامی ایران (۱۳۵۷ تاکنون) صحنه تداوم و در عین حال تشدید بحران ناترازی آب است. «پنجره سیاستی» بزرگی که با انقلاب گشوده شد، می‌توانست فرصتی برای بازاندیشی اساسی در الگوی توسعه و مدیریت منابع آب باشد. با این حال، این پنجره، ابتدا به دلیل اولویت یافتن «مسائل ایدئولوژیک و امنیتی» و سپس به دلیل «تثبیت اقتصاد رانتی-نفتی»، «فقدان انسجام نهادی» و «تداوم پارادایم مسلط عرضه محور»، هرگز به صورت ریشه‌ای برای اصلاح الگوی ناپایدار مدیریت آب مورد بهره‌برداری قرار نگرفت. «جریان سیاست‌گذار» جدید، متأثر از اولویت‌های انقلابی، شرایط جنگ تحمیلی، و سپس افزایش درآمدهای نفتی در دهه ۱۳۸۰، نه تنها نتوانست از این فرصت برای گذار به مدیریت پایدار آب استفاده کند، بلکه با تداوم و حتی تشدید رویکردهای فنی-عرضه‌محور، بحران ناترازی آب را به مرز «فاجعه ملی» و «بحران امنیتی» سوق داد. در نتیجه، بحران آب از یک «چالش مدیریتی» در دوره پهلوی، به یک «بحران امنیت ملی» چندبعدی (زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی) در دوره جمهوری اسلامی ایران تبدیل شد. واکاوی هفت برنامه توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی این دوره، گویای این تداوم و تشدید است. در ادامه براساس نظریه پنجره سیاست کینگدان سه جریان «مسئله»، «سیاست» و «سیاست‌گذار» در دوره جمهوری اسلامی ایران بررسی می‌شود (جدول ۱).

۱) «جریان مسئله»: تشدید کمی و کیفی بحران و گذار به مرحله «بحران امنیتی»

در دوره جمهوری اسلامی ایران، «جریان مسئله» با شدت و گستردگی بی‌سابقه‌ای فعال شد. بحران آب نه تنها حل نشد، بلکه ابعاد جدید و خطرناکی به خود گرفته است و به دلیل تشدید عوامل مختلف، به یک «بحران وجودی» برای امنیت ملی، ثبات اجتماعی و سلامت زیست‌بوم ایران تبدیل شد. این عوامل عبارتند از:

۱. افزایش شکاف عرضه و تقاضا و تشدید فشار بر منابع زیرزمینی:

رشد سریع جمعیت (از حدود ۳۶ میلیون نفر در سال ۱۳۵۷ به بیش از ۸۵ میلیون نفر در سال ۱۴۰۰)، همراه با توسعه کشاورزی مبتنی بر سیاست خودکفایی غذایی پس از جنگ و گسترش فعالیت‌های صنعتی، فشار بی‌سابقه‌ای بر منابع آب کشور وارد کرده است. در این چارچوب، سطح اراضی کشاورزی از حدود ۶/۸ میلیون هکتار در اواخر دهه ۱۳۴۰ به بیش از ۱۶ میلیون هکتار در دهه‌های اخیر افزایش یافته است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۱). این تحولات در شرایطی رخ داده که حجم منابع آب تجدیدپذیر کشور از حدود ۱۳۰ میلیارد مترمکعب در دهه ۱۳۵۰ به کمتر از ۹۰ میلیارد مترمکعب در دهه ۱۳۹۰ کاهش یافته (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۴۰۲) و همزمان، مصارف آب از حدود ۶۰ میلیارد مترمکعب در اواخر دهه ۱۳۶۰ به بیش از ۱۰۰ میلیارد مترمکعب در دهه ۱۳۹۰ افزایش یافته است (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۸آ).

این امر منجر به کسری تجمعی شدید مخازن آب‌های زیرزمینی (بیش از ۱۳۰ میلیارد مترمکعب تا سال ۱۳۹۷) و افت شدید سطح آب در ۴۰۹ دشت از ۶۰۹ دشت کشور شد (جدول ۱). تعداد چاه‌های مجاز و غیرمجاز از حدود ۴۰ هزار حلقه در پایان دوره پهلوی به بیش از ۷۹۰ هزار حلقه در سال ۱۴۰۱ رسید (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۴۰۲). نتیجه این امر، بیلان منفی شدید آب‌های زیرزمینی بود.

آمارهای رسمی نشان می‌دهند که بیش از ۸۰ درصد از آب‌های تجدیدپذیر کشور مصرف می‌شود (در حالی که استاندارد جهانی حداکثر ۴۰ درصد است). این امر کشور را در معرض «تنش آبی مطلق» قرار داده است (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۸آ). این شکاف تنها با کاهش مصرف جبران‌پذیر نیست، چرا که بخش عمده‌ای از آن ناشی از «برداشت از سرمایه طبیعی» (آب‌های زیرزمینی) است که خود را در پدیده فرونشست نشان می‌دهد. این وضعیت به معنای نابودی «حافظه استراتژیک آبی» کشور است. احیای این مخازن هزاران سال زمان می‌برد و در عمل، ایران را با یک «بحران غیرقابل بازگشت» روبرو کرده است.

بر اساس اطلس منابع آب ایران منتشرشده توسط شرکت مدیریت منابع آب ایران (۱۴۰۲)، حجم مصارف آب کشور از ۱۰۲ میلیارد مترمکعب فراتر رفته است، در حالی که منابع آب تجدیدپذیر به حدود ۸۸ میلیارد مترمکعب کاهش یافته‌اند. گزارش‌های رسمی حاکی از آن است که بر مبنای شاخص فالکن‌مارک، ایران در وضعیت تنش آبی شدید قرار دارد؛ به‌گونه‌ای که سرانه آب تجدیدپذیر به کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب کاهش یافته و بیش از ۸۵ درصد منابع آب تجدیدپذیر کشور مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۱آ).

۲. برجسته‌شدن پیامدهای فاجعه‌آمیز:

«جریان مسئله» با ظهور «شاخص‌ها» و «رخدادهای» بحران‌زای جدید، به وضوح در دستورکار ملی قرار گرفت از جمله:

الف) بحران دریاچه ارومیه:

خشک‌شدن دریاچه ارومیه به‌عنوان یکی از شاخص‌ترین بحران‌های زیست‌محیطی ایران، از دهه ۱۳۸۰ به بعد به نمادی از ناکارآمدی ساختاری در سیاست‌گذاری و حکمرانی منابع آب کشور تبدیل شد (جدول ۱). این دریاچه که تا اواسط دهه ۱۳۶۰ مساحتی در حدود ۵۲۰۰ تا ۵۵۰۰ کیلومتر مربع داشت، در نتیجه کاهش ورودی‌های آب سطحی، برداشت گسترده از منابع آب زیرزمینی و تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبریز، تا سال ۱۳۹۳ به کمینه‌ای کمتر از ۱۰۰۰ کیلومتر مربع رسید (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۹۴).

بر اساس اسناد رسمی، ریشه‌های اصلی بحران دریاچه ارومیه نه صرفاً در تغییرات اقلیمی، بلکه در الگوی ناپایدار توسعه در

حوضه آبریز آن نهفته است. گزارش‌های وزارت نیرو و ستاد احیای دریاچه ارومیه نشان می‌دهند که توسعه شتابان کشاورزی آبی، افزایش سطح زیرکشت محصولات آب‌بر، حفر گسترده چاه‌های مجاز و غیرمجاز و احداث سدهای متعدد بر رودخانه‌های تغذیه‌کننده دریاچه، موجب کاهش چشمگیر جریان‌های ورودی به این پهنه آبی شده است (ستاد احیای دریاچه ارومیه، ۱۳۹۳).

در «طرح جامع احیای دریاچه ارومیه» به‌صراحت تأکید شده است که بیش از دو سوم افت تراز آبی دریاچه ناشی از مداخلات انسانی در حوضه آبریز بوده و نقش عوامل مدیریتی و سیاستی در تشدید بحران بر عوامل طبیعی غلبه داشته است. این گزارش، الگوی غالب سیاست‌گذاری آب در منطقه را عرضه‌محور و مبتنی بر توسعه سازه‌ای ارزیابی کرده و فقدان هماهنگی نهادی میان بخش‌های آب، کشاورزی و محیط‌زیست را از مهم‌ترین موانع مدیریت پایدار حوضه آبریز دانسته است (ستاد احیای دریاچه ارومیه، ۱۳۹۳).

ب) پدیده فرونشست زمین:

داده‌های سازمان نقشه‌برداری کشور نشان می‌دهد که دشت‌های مهمی مانند دشت تهران، مشهد و رفسنجان با نرخ‌های بسیار بالای فرونشست زمین (در برخی پهنه‌ها بیش از ۲۰ سانتی‌متر در سال) از جمله کانون‌های بحرانی فرونشست در ایران و در شمار بالاترین نرخ‌های ثبت‌شده در سطح جهانی قرار دارند (سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۹۹آ). این پدیده عمدتاً ناشی از برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی است و پیامدهای گسترده‌ای برای پایداری سکونتگاه‌ها و زیرساخت‌های حیاتی کشور به همراه دارد. بر اساس گزارش‌های رسمی، فرونشست زمین تهدیدی فراتر از یک مسئله زیست‌محیطی بوده و به‌عنوان مخاطره‌ای برای امنیت سرزمینی، به زیرساخت‌هایی نظیر خطوط راه‌آهن، فرودگاه‌ها، نیروگاه‌ها و شبکه‌های انتقال انرژی آسیب وارد می‌کند (سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۴۰۱).

بر اساس داده‌های پایش راداری سازمان نقشه‌برداری کشور، در برخی پهنه‌های دشت تهران نرخ فرونشست زمین به بیش از ۲۰ سانتی‌متر در سال رسیده است (جدول ۱)؛ نرخی که به‌مراتب فراتر از آستانه‌های متعارف پایداری زمین در مناطق شهری محسوب می‌شود و پایداری فضایی و زیرساختی کلان‌شهر تهران را با مخاطره جدی مواجه کرده است (سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۹۹ب). گزارش‌های رسمی همچنین تأکید می‌کنند که فرونشست زمین پدیده‌ای تدریجی اما مخرب است که در صورت تداوم، تاب‌آوری سرزمینی و ایمنی زیرساخت‌های حیاتی را به‌طور فزاینده‌ای تضعیف می‌کند (سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۴۰۱).

ج) تنش‌ها و منازعات اجتماعی-امنیتی بر سر آب:

بروز درگیری‌های محلی و بین‌استانی بر سر آب در استان‌هایی مانند اصفهان، یزد، خوزستان، چهارمحال و بختیاری و کرمان، مسئله آب را از یک چالش زیست‌محیطی و فنی به یک «تهدید امنیت اجتماعی» تبدیل کرده است (جدول ۱). مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی در گزارش‌های خود تصریح می‌کند که تعارضات آبی در سال‌های اخیر از سطح منازعات محلی فراتر رفته و به شکل اعتراضات سازمان‌یافته و تنش‌های بین‌استانی بروز یافته است؛ روندی که نشان‌دهنده تضعیف کارکردهای تنظیم‌گرایانه دولت در مدیریت تعارضات آبی است (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۹آ). درگیری‌های آبی از سطح «روستا علیه روستا» به سطح «استان علیه استان» و حتی «شهروندان علیه دولت مرکزی» ارتقا یافته است (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۶آ). این درگیری‌ها دیگر صرفاً بر سر «حقابه» نیست، بلکه بر سر «حق حیات» و «هویت محلی» است. دولت مرکزی در این منازعات، نه به عنوان داور، بلکه به عنوان یکی از طرفین درگیری (به دلیل سیاست‌های متمرکز و تبعیض‌آمیز) شناخته می‌شود که به بحران مشروعیت آن دامن می‌زند. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی در گزارشی با عنوان «بررسی منازعات آبی و راهکارهای حل و فصل آن‌ها» به افزایش قابل توجه درگیری‌های استانی و محلی اشاره کرده و خاطرنشان می‌سازد: «در فاصله سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱، بیش از ۱۸۰ مورد درگیری و اعتراض سازمان‌یافته مرتبط با آب در استان‌های اصفهان، خوزستان، چهارمحال و بختیاری و کرمان به ثبت رسیده که نشان از تبدیل شدن آب از یک چالش فنی به یک «بحران امنیت اجتماعی» دارد» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۱د).

۳. تغییر گفتمان از «کمبود آب» به «بحران حکمرانی آب»؛ چارچوب‌بندی مجدد مسئله و آثار آن بر جهت‌گیری راه‌حل‌ها

در دوره جمهوری اسلامی ایران، به تدریج گفتمان نخبگان و اسناد بالادستی از تمرکز صرف بر «کمبود فیزیکی آب» به سمت شناسایی «مشکلات حکمرانی» مانند «مدیریت ناکارآمد»، «تخصیص نامناسب» و «فقدان اراده سیاسی برای تغییر» حرکت کرد. مسئله ایران کمبود آب نیست، بلکه بحران «خردورزی» و «مدیریت» است. ما با وجود داشتن متوسط بارش ۲۵۰ میلی‌متر، بدتر از کشورهایی با ۱۰۰ میلی‌متر بارش عمل کرده‌ایم» (درویش، ۱۴۰۰).

این تغییر گفتمان در اسناد رسمی نیز منعکس شد. «سند ملی آب» که پس از سال‌ها بحث در سال ۱۳۹۰ به تصویب هیئت وزیران رسید، در مقدمه خود به صراحت به «ضعف در نظام حکمرانی آب»، «ناکارآمدی ساختارهای مدیریتی» و «عدم مشارکت واقعی ذی‌نفعان» به عنوان ریشه‌های اصلی بحران اشاره کرده است (هیئت وزیران، ۱۳۹۰). همچنین، در بندهای ۱، ۲ و ۴ «سیاست‌های کلی نظام در بخش آب» (ابلاغی در ۱۳۹۴) بر «حکمرانی مطلوب آب»، «تعادل‌بخشی به منابع آب زیرزمینی» و «مدیریت تقاضا» تأکید شده است (دفتر مقام معظم رهبری، ۱۳۹۴آ).

این تشـــدید کمی و کیفی بحران، «جریان مســـئله» را در دوره جمهوری اســـلامی ایران به قدری برجســـته، فوری و خطرناک ساخت که هرگونه غفلت از آن را برای «جریان سیاست‌گذار» پرهزینه می‌ساخت. با این حال، پاسخی که «جریان سیاست» به این مســـئله داد، اگرچه ریشـــه در همان پارادایم فنی-عرضه‌محورِ به‌ارث‌رسیده از دورهٔ پیشین داشت، اما در بستر جدیدِ اولویت‌های امنیتی-ایدئولوژیک، درآمدهای نفتی و چندپارگی نهادی، نه‌تنها تداوم یافت، بلکه با شـدت بیشـتری دنبال شـــد و عملاً هرگونه گذار به راه‌حل‌های پایدار را به حاشیه راند.

۲) «جریان سیاست»: از غلبه سدسازی تا چرخش ناقص به سمت مدیریت تعادل‌بخشی و تقاضا

«جریان سـیاسـت» در این دوره، اگرچه شـاهد ظهور تدریجی راه‌حل‌های جدید بود، اما همچنان تحت سـلطه راه‌حل‌های فیزیکی و عرضـه‌محور قرار داشـت و «جریان سـیاسـت» با دوگانگی آشکاری مواجه است: از یک سو، تداوم قدرتمندانه پارادایم سـدسـازی و پروژه‌های انتقال آب به عنوان راه‌حل مسـلط، و از سـوی دیگر، ظهور تدریجی و کم‌جان راه‌حل‌های نرم‌افزاری مانند مدیریت تقاضا و مشارکت مردمی که هیچ‌گاه به جریان اصلی تبدیل نشدند. این راه‌حل‌ها عبارتند از؛

۱. تداوم پارادایم سدسازی و انتقال آب:

پارادایم فنی-مهندسـی و سـازه‌محور حاکم بر دوره پهلوی، در دو دهه اول جمهوری اسلامی ایران (دهه ۶۰ و ۷۰ شمسی) نه تنها تداوم یافت، بلکه با شـدت بیشـتری پیگیری شـد. دلیل این امر را می‌توان در اولویت‌های سـیاسـی-امنیتی دولت نوپا (مانند خودکفایی غذایی و بازسازی پس از جنگ) (جدول ۳) و همچنین نفوذ و تثبیت همان «ائتلاف سـدسـازی» (مهندسـان مشـاور، پیمانکاران و بوروکراسـی وزارت نیرو) جسـت‌وجو کرد (جدول ۴) که در ادامه تشریح می‌شود:

الف) خودکفایی غذایی و نقش سدسازی:

پس از انقلاب اسـلامی ۱۳۵۷، نظام جمهوری اسـلامی ایران با دو اولویت استراتژیک کلان مواجه بود: دستیابی به خودکفایی در تولید مواد غذایی و بازسازی زیرساخت‌های تخریب‌شده در دوران جنـگ تحمیلی (۱۳۵۹-۱۳۶۷). این دو اولویت، در کنـار پارادایم فنی-مهندسـی و سـازه‌محور حاکم بر مدیریت منابع آب که از دوره پهلوی به ارث رسیده بود، بستری مناسب برای تداوم و تشدید سیاست‌های سدسازی و انتقال آب در دو دهه اول (دهه‌های ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ شمسی) فراهم آورد (قادری، ۱۳۸۱) (جدول ۴). هدف‌گذاری برای دسـتیابی به خودکفایی غذایی، به ویژه در محصولات استراتژیک مانند گندم، برنج و دانه‌های روغنی، یکی از برنامه‌های اصلی دولت‌های پس از انقلاب بود. تحقق این هدف، مسـتلزم افزایش قابل توجه در تولیدات کشـاورزی بود که تأمین پایدار آب، نقشـی حیاتی در آن ایفا می‌کرد. در این راسـتا، سـدسـازی به عنوان راهکاری اسـاسـی برای مهار منابع آبی و هدایت آن‌ها به سمت اراضی کشاورزی مطرح شـد (عزیزی، ۱۳۸۸). سـدهای مخزنی با ذخیره آب در فصول پرآب، امکان آبیاری در فصول کم‌آب و مناطق خشک و نیمه‌خشـک را فراهم می‌کردند. این امر به ویژه برای توسـعه کشـت محصـولات نیازمند آب فراوان مانند برنج و توسـعه باغات ضـروری بود. پروژه‌های انتقال آب نیز تکمیل‌کننده این سیاست بوده و آب را از سرشاخه‌های پرآب به مناطق با کمبود آب منتقل می‌کردند (وزارت نیرو، ۱۳۷۵).

برنامه اول توسعه (۱۳۶۸-۱۳۷۲)، در فصل کشاورزی و منابع آب، به پروژه‌های ذخیره آب از طریق احداث ۲۲ سد جدید (از جمله آغاز مطالعات سـد کرخه و سـد کارون ۳) و «افزایش سطح زیرکشت» تأکید داشت. این برنامه، افزایش سالانه ۲/۵ درصدی تولیدات کشاورزی را هدف قرار داده بود که مستلزم توسعه منابع آب بود (سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۶۶).

برنامه دوم توسـعه (۱۳۷۴-۱۳۷۸) در فصـل آب، نیز با شـعار «توسـعه پایدار» (جدول ۳)، شـاهد اجرای پروژه‌های بزرگ انتقال آب بین‌حوزه‌ای (مانند مطالعات طرح بهشـت‌آباد) و ادامه سـدسـازی بود. با وجود اینکه عبارت «تعادل‌بخشی به منابع آب زیرزمینی» برای اولین بار در ماده ۷۱ این برنامه ذکر شـد (سـازمان برنامه و بودجه کشـور، ۱۳۷۳)، اما بودجه و اقدامات عملی همچنان معطوف به پروژه‌های بزرگ انتقال آب و سدسازی بود. به عنوان مثال، آغاز مطالعات پروژه‌های بزرگ انتقال آب بین‌حوضه‌ای مانند «انتقال آب بهشت‌آباد» در دوره برنامه دوم توسعه کلید خورد (جدول ۴).

اگرچه در دوره پهلوی نیز طرح‌هایی مانند انتقال آب بهشت‌آباد مطرح شـده بود، اما اجرای بسـیاری از این پروژه‌ها در دوره جمهوری اسـلامی ایران بـه اوج رسـید. طرح انتقـال آب بهشـت‌آباد با هدف انتقال آب از حوزه کارون به مرکز ایران، نمونه بارز این رویکرد اسـت. «گزارش توجیهی محیط‌زیسـتی طرح بهشـت‌آباد» هشـدار داده بود که این طرح «پیامدهای غیرقابل جبران زیسـت‌محیطی در پایین‌دسـت کارون خواهد داشت و حقآبه استان خوزستان را به مخاطره می‌اندازد» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۱). با این وجود، این طرح با پیگیری دولت و مجلس دنبال شـد. آمارهای تعداد سـدهای بزرگ (با ارتفاع بیش از ۱۵ متر) از ۱۳ سـد در سـال ۱۳۵۷ به بیش از ۱۸۰ سـد در سـال ۱۳۹۸ رسـیده اسـت. اما کسری مخازن آب زیرزمینی به بیش از ۱۳۰ میلیارد مترمکعب افزایش یافته اسـت (مصـطفوی، ۱۳۹۸). این افزایش، اگرچه ریشـه در تداوم پارادایم فنی-عرضه‌محورِ به‌ارث‌رسیده از دوره پیشـین دارد، اما در بسـتر جدیدِ اولویت‌هـای امنیتی-ایدئولوژیک، درآمدهای نفتی (جدول ۴) و چندپارگی نهادی، با شتابی بی‌سابقه دنبال شد و در عین حال، کسری مخازن آب زیرزمینی را به بیش از ۱۳۰ میلیارد مترمکعب رسـاند. این هم‌زمانیِ تداومِ یک پارادایم ناکارآمد با عوامل تشـدیدکننده جدید، نشان‌دهنده شکاف عمیق دانشی-سیاستی است که

در آن، درک نادرســـت از علت بحران، به انتخاب راه‌حل‌های غلط و در نهایت، تشدید فاجعه‌بارِ آن انجامید.

ب) بازسازی پس از جنگ و اولویت پروژه‌های عمرانی بزرگ:

پایان جنگ تحمیلی، نیاز مبرمی به بازســازی زیرســاخت‌های کشور را ایجاد کرد. پروژه‌های عمرانی بزرگ، از جمله سدسازی، به دلایل متعددی در این دوران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شدند:

- نماد اقتدار، ســازندگی و وحدت ملی: ســدها به عنوان پروژه‌های عظیم و پیچیده مهندســی، نمادی از توانمندی نظام در بازسازی و توسعه پس از جنگ محسوب می‌شدند. تکمیل این پروژه‌ها، پیام امید و ســازندگی را به جامعه منتقل کرده و به تقویت همبستگی ملی کمک می‌کرد (توسلی، ۱۳۷۳).

- توسعه اقتصادی و تأمین زیرساخت‌ها: سدها علاوه بر تأمین آب کشــاورزی، در تولید برق (نیروگاه‌های برق‌آبی)، تأمین آب شــرب و صــنعتی شــهرها و صــنایع، و کنترل ســیلاب نقش داشــتند. این کارکردها، پروژه‌های ســدســازی را در اولویت برنامه‌های توسعه اقتصادی و تأمین زیرساخت‌های لازم برای رشــد اقتصــادی در دوران پســاجنگ قرار می‌داد (برنامه اول توسعه) (سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۶۶).

- اســتفاده از ظرفیت‌های فنی و مهندســی: در دوران پس از جنگ، با توجه به نیاز به بازســازی، اســتفاده حداکثری از ظرفیت‌های پیمانکاری و مهندســی داخلی و خارجی اولویت داشت (جدول ۴). پروژه‌های سدسازی، با ماهیت چندرشته‌ای و بلندمدت خود، فرصــتی مناســب برای به‌کارگیری این ظرفیت‌ها فراهم می‌آوردند (برنامه اول توسعه) (سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۶۶).

در نتیجه در دو دهه اول جمهوری اســلامی ایران، اولویت‌های اســتراتژیک «خودکفایی غذایی» و «بازســازی پس از جنگ»، بستری سیاسی، اقتصادی و اجتماعی فراهم آوردند تا پارادایم سدسازی و انتقال آب، که از پیشینه تاریخی برخوردار بود، با شدت بیشتری ادامه یابد. در این فرآیند، «ائتلاف سدسازی» با بهره‌گیری از ســاختار حمایتی موجود و توجیه پروژه‌ها بر اســاس اولویت‌های کلان نظام، نقش مؤثری در تداوم این پارادایم ایفا کرد.

۲. ظهور راه‌حل‌های نوین در قالب قوانین و برنامه‌ها اما با ضعف اجرا:

از دهه ۱۳۸۰ به بعد، در پاســخ به تشــدید بحران آب‌های زیرزمینی، بروز پدیده فرونشست در دشت‌های مهم و افزایش اعتراضــات محلی بــه کم‌آبی، چرخش تــدریجی در «جریان ســیاســت» ایجاد گردید و راه‌حل‌های جدیدی در «انبار راه‌حل‌ها» ظاهر شد که عبارتند از:

الف) طرح‌های تعادل‌بخشی و احیای آب‌های زیرزمینی:

«طرح تعــادل‌بخشــی منــابع آب زیرزمینی» از برنامــه چهــارم توســعــه (۱۳۸۴-۱۳۸۸) بــه بعــد مطرح شــد. در راســتــای چاره‌اندیشی برای کنترل افت و کسری مخزن آبخوان‌ها، وزارت نیرو با تعریف طرح «تعادل‌بخشــی، تغذیه مصــنوعی و پخش ســیلاب» در ســال ۱۳۸۴ برنامــه‌های خود در زمینــه بهبود وضــعیت منابع آب زیرزمینی را آغاز کرد. مطابق این طرح قرار بود طی برنامه‌ای ۲۰ ســاله محدوده‌های مطالعاتی کشــور به تعادل برســد. اما این طرح به دلایل مختلف همچون عدم تأمین اعتبار مناسب، عدم همکاری سایر دستگاه‌ها، نادیده گرفتن مشارکت ذی‌نفعان، وجود فشارهای سیاسی و از همه مهم‌تر عدم پذیرش ذاتی کارگزاران مدیریت آب کشــور به سرانجام نرسید. با فعال‌شدن مجدد شورای عالی آب در دولت یازدهم، وزارت نیرو برنامه‌های خود را در جلسه هشتم شورای عالی آب در ســال ۱۳۹۲ ارائه و ابتدا مصــوبه‌ای تحت عنوان «برخورد قانونی با برداشــت‌های غیرمجاز» دریافت کرد، که نهایتاً تبدیل به طرحی تحت عنوان «طرح احیا و تعادل‌بخشی آب‌های زیرزمینی کشور» شد که در سال ۱۳۹۳ به تصویب این شــورا رســید. بررســی عملکرد پروژه‌های طرح نشــان می‌دهد پیشــرفت اغلب پروژه‌ها بســیار کمتر از هدف‌گذاری اولیه بوده اســت و طرح در نیل به هدف اصــلی خود که همانا جبران کسری مخازن آبخوان‌های کشور است، ناموفق بوده است.

«گزارش عملکرد پنج ســاله این طرح» که توســط «شــرکت مدیریت منابع آب ایران» منتشــر شــد، اظهار می‌دارد که با وجود هزینه‌کرد میلیاردها تومان، «میانگین کسری مخازن آب زیرزمینی کاهش نیافته و روند فرونشست زمین در بسیاری از دشــت‌ها ادامه دارد». این گزارش، «مقاومت اجتماعی، نبود جایگزین معیشــتی برای کشــاورزان و کمبود اعتبارات» را از دلایل اصلی این ناکامی برشمرده است (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۸ب).

این طرح، همچنین، بر پایش چاه‌ها، نصب کنتورهای هوشمند و انسداد چاه‌های غیرمجاز متمرکز بود (برنامه چهارم توسعه) (سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۳). (جدول ۳). تصویب «قانون تعیین تکلیف چاه‌های فاقد پروانه» در ســال ۱۳۸۷، تلاش کرد تا به یکی از ریشه‌های اصلی بحران، یعنی چاه‌های غیرمجاز، بپردازد. با این حال، «گزارش دیوان محاسبات کشور به مجلس شــورای اســلامی» نشــان می‌دهد که این قانون «با کمبود شــدید اعتبار برای پرداخت غرامت، ضــعف در برآورد دقیق تعداد چاه‌ها و مقاومت محلی مواجه شــده و در عمل نتوانسته به اهداف خود دست یابد» (دیوان محاسبات کشور، ۱۳۹۵آ).

اجرای این قانون به دلیل مقاومت ذی‌نفعان و ضــعف نظارت، با موفقیت محدودی روبرو شــد. گزارش عملکرد وزارت نیرو در ســال ۱۴۰۱ نشــان می‌دهد که از مجموع حدود ۳۵۰ هزار حلقه چاه غیرمجاز شــناســایی‌شــده، تنها حدود ۲۰ درصــد به طور کامل مسدود شده‌اند. این گزارش «مقاومت محلی، ضعف در برخورد قضایی و نبود آلترناتیو اقتصادی برای بهره‌برداران را از موانع اصلی بر می‌شمارد (وزارت نیرو، ۱۴۰۱).

ب) تأکید بر مدیریت تقاضا و بهره‌وری:

در برنامه سوم توسعه (مواد ۱۰۶-۱۰۹ از فصل سوم: آب و کشاورزی) بر سامان‌دهی نظام‌های بهره‌برداری از منابع آب کشور تأکید شده بود و وزارت نیرو مکلف بود تا در این راستا اقدامات زیربنایی نظیر «توسعه و تجهیز شبکه‌های آماربرداری از منابع آب کشور از نظر کمی و کیفی»، «تقویت بازارهای محلی آب»، «ایجاد و توسعه شبکه‌های اندازه‌گیری مصارف آب در بخش کشاورزی» و «ایجاد مبانی لازم به منظور استقرار نظام‌های بهره‌برداری مناسب مبتنی بر تقویت مدیریت‌های محلی آب» انجام دهد. همچنین در این برنامه بر «ارتقای راندمان آبیاری» و «تغییر الگوی کشت» و تولید محصولات با نیاز آبی کمتر و بازدهی اقتصادی بیشتر تأکید شده است (جدول ۳). همچنین، دولت مکلف بود از خروج آب از کشور جلوگیری نماید. به صورتیکه در پایان برنامه سوم، میزان استحصال آب از طریق رودخانه‌های مرزی به حداکثر ممکن خود رسیده و کمترین خروجی را از کشور داشته باشد (سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۷۸).

برنامه چهارم توسعه، بر «کاهش مصرف آب و ارتقای بهره‌وری در بخش کشاورزی» و «اجرای طرح‌های نوین آبیاری» تأکید شد. همچنین، «تعیین قیمت آب» با در نظر گرفتن «جنبه اقتصادی» آن مورد اشاره قرار گرفت (ماده ۱۸ از بخش اول (رشد اقتصاد ملی)، فصل اول (بسترسازی برای رشد سریع اقتصادی)) (سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۳). (جدول ۳).

در برنامه پنجم توسعه (بند «پ» ماده ۳۵) برای اولین بار موضوع «نظارت بر برداشت از چاه‌ها» و «تجهیز چاه‌ها به کنتور» به صورت جدی مطرح شد (سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۹). ماده ۱۳۱ این برنامه به طور بی‌سابقه‌ای بر «کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی به میزان ۱۱ میلیارد مترمکعب» و «افزایش راندمان آبیاری» تأکید کرده است (سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۹).

برنامه ششم توسعه (۱۳۹۶-۱۴۰۰) نیز با تصویب «قانون تعیین تکلیف چاه‌های فاقد پروانه» و تأکید بر «آب مجازی» و «اقتصاد مقاومتی در بخش آب»، گام دیگری در این جهت برداشت (فصل آب و محیط زیست) (سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۹۶).

تدوین «سند ملی آب» (۱۳۹۰) که پس از سال‌ها بحث کارشناسی نهایی شد، یک پیشرفت مفهومی مهم محسوب می‌شد. این سند بر «مدیریت تقاضا»، «ارتقای بهره‌وری»، «تعادل‌بخشی به آب‌های زیرزمینی» و «حفظ کیفیت آب» تأکید داشت (ماده ۱ و ۲ سند). با این حال، «مرکز پژوهش‌های مجلس» در گزارشی با عنوان «بررسی موانع اجرایی شدن سند ملی آب» خاطر نشان کرد که این سند «فاقد ضمانت اجرایی کافی، برنامه عملیاتی مشخص و سازوکار تأمین مالی شفاف است» و به همین دلیل، بیشتر بخش‌های آن روی کاغذ باقی ماند (مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۵آ).

ج) طرح‌های کلان احیای زیست‌بوم‌ها:

«طرح جامع احیای دریاچه ارومیه» (مصوب ۱۳۹۳) نمونه بارز یک راه‌حل نوین بود که تغییر الگوی کشت، نوسازی شبکه‌های آبیاری و کاهش حقابه بخش کشاورزی را در دستور کار قرار داد (ستاد احیای دریاچه ارومیه، ۱۳۹۳). اگرچه این طرح دستاوردهایی داشت، اما اجرای کامل آن با چالش‌های مالی و نهادی مواجه شد. در بند ۴ «سیاست‌های کلی محیط زیست» ابلاغی مقام معظم رهبری بر «مدیریت تغییر اقلیم و مقابله با تهدیدات زیست‌محیطی» و در بند ۵ بر «حفظ و احیای منابع آب» با راهکارهایی مانند «تعادل‌بخشی»، «کاهش مصرف» و «استفاده از پساب» تأکید شده است. این سند، نقش مهمی در ارتقای جایگاه محیط زیست در سیاست‌گذاری آب ایفا کرد (دفتر مقام معظم رهبری، ۱۳۹۴ب) (جدول ۳).

۳. فقدان یک بسته سیاستی منسجم و کارآمد:

تحلیل اسناد و عملکردها نشان می‌دهد که علی رغم تکثر قوانین و طرح‌ها، یک «بسته سیاستی منسجم، یکپارچه و کارآمد» برای مقابله با ناترازی آب در دوره جمهوری اسلامی ایران شکل نگرفته است. این فقدان در موارد زیر نمود یافته است:

الف) تضاد سیاستی:

سیاست «خودکفایی در محصولات آب‌بر» (مانند گندم) در وزارت جهاد کشاورزی، در تضاد مستقیم با سیاست «کاهش مصرف آب» در وزارت نیرو قرار دارد. این دوگانگی در «گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی» در سال ۱۳۹۷ با عنوان «بررسی تعارضات سیاستی در بخش آب و کشاورزی» به تفصیل تحلیل شده است (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷آ). سیاست‌ها و راه‌حل‌ها اغلب پراکنده، فاقد پشتوانه مالی کافی و در تقابل با یکدیگر هستند. برای مثال، همزمان با تأکید بر مدیریت تقاضا در برنامه پنجم، پروژه‌های بزرگ و پرهزینه انتقال آب بین‌حوضه‌ای (مانند انتقال آب از دریای عمان) که ذاتاً عرضه‌محور هستند، با شدت دنبال می‌شد (جدول ۱). این ناهماهنگی، نشان از عدم گذار کامل از پارادایم قدیمی داشت. سیاست «انتقال آب بین‌حوزه‌ای» علی‌رغم مخالفت‌های گسترده کارشناسی و اجتماعی، به یک «اولویت سیاسی-اقتصادی» تبدیل شد. پروژه‌هایی مانند انتقال آب از کارون به زاینده‌رود و طرح‌های انتقال آب از دریای خزر و خلیج فارس، نمونه‌هایی از این پارادایم هستند. این پروژه‌ها چند ویژگی مشترک دارند؛ پرهزینه و زمان‌بر هستند و امکان تزریق رانت کلان به اقتصاد را فراهم می‌کنند، مسئله را به لحاظ مکانی جابه‌جا می‌کنند، اما آن را حل نمی‌کنند، منازعات جدیدی بین استان‌های مبدأ و مقصد ایجاد می‌کنند (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷ب) (جدول ۱).

مرکز پژوهش‌های مجلس در «ارزیابی لایحه بودجه ۱۴۰۳ کل کشور: بخش آب» (۱۴۰۲) خاطر نشان کرده است: «سهم

اعتبارات پروژه‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای و سدسازی در بودجه ۱۴۰۳، حدود ۷۰ درصد از کل اعتبارات بخش آب را به خود اختصاص داده است، در حالی که سهم طرح‌های تعادل‌بخشی و مدیریت مصرف تنها حدود ۱۲ درصد است. این امر نشان می‌دهد که در عمل، اولویت بودجه‌ای همچنان با راه‌حل‌های عرضه‌محور است» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۲آ).

ب) غفلت از ابزارهای اقتصادی

سیاست قیمت‌گذاری آب یکی از مهم‌ترین ابزارهای مدیریت تقاضا در بخش کشاورزی محسوب می‌شود؛ با این حال، در ایران به دلیل ملاحظات سیاسی، اجتماعی و نگرانی از پیامدهای معیشتی، این ابزار تاکنون به‌طور مؤثر به کار گرفته نشده و قیمت آب کشاورزی عملاً در سطحی بسیار پایین و یارانه‌ای باقی مانده است. مطالعات تجربی نشان می‌دهد که اصلاح تدریجی قیمت آب، در صورت همراهی با سیاست‌های حمایتی و بسته‌های جبرانی برای کشاورزان، می‌تواند به بهبود بهره‌وری آب و کاهش مصرف در بخش کشاورزی منجر شود (Zamani و همکاران، ۲۰۲۱).

«جریان سیاست» در دوره جمهوری اسلامی ایران، مسیری از تداوم روندهای گذشته تا چرخش ناقص به سمت راه‌حل‌های نوین را پیموده است. اگرچه در سطح قوانین و گفتمان، تحول مثبتی رخ داده و راه‌حل‌هایی مانند تعادل‌بخشی و مدیریت تقاضا برجسته شده‌اند، اما این چرخش در عمل به دلیل موانع ساختاری (تضاد سیاستی، ناهماهنگی نهادی)، موانع سیاسی (ملاحظات اجتماعی و نفوذ ذی‌نفعان قدرتمند) و موانع اجرایی (ضعف نظارت، کمبود بودجه و فساد) با شکست مواجه شده است. در نتیجه، اگرچه انبار راه‌حل‌ها در طول چهار دهه اخیر، به‌ویژه از دهه ۱۳۸۰ به بعد، با ورود ایده‌های نوینی نظیر مدیریت تقاضا، تعادل‌بخشی و بازار آب، نسبت به گذشته غنی‌تر شده است، اما فقدان یک «بستهٔ سیاستی منسجم» و یک «کارآفرین سیاستی» قدرتمند برای پیوند زدن این راه‌حل‌ها با «جریان مسئله» در پنجره‌های فرصتِ گشوده‌شده (نظیر بحران دریاچهٔ ارومیه یا تصویب برنامه‌های توسعهٔ اخیر)، موجب تداوم و تعمیق بحران ناترازی آب شده است (جدول ۴). این در حالی است که «پنجره فرصت» سیاسی (پنجره اولیه انقلاب)، به‌دلیل تهی بودن انبار راه‌حل‌ها و اولویت‌های امنیتی-ایدئولوژیک، هرگز به تغییر پارادایم منجر نشد.

۳) «جریان سیاست‌گذار»: نهادهای چندپاره، منافع متعارض و غلبه سیاست‌های کوتاه‌مدت

در دوره جمهوری اسلامی ایران، «جریان سیاست‌گذار» در حوزه آب، به عرصه‌ای پیچیده، چندپاره و متعارض تبدیل شد. این چندپارگی نهادی، تعدد مراکز تصمیم‌گیری، غلبه منافع جناحی و کوتاه‌مدت، و تأثیرپذیری از عوامل بیرونی (مانند تحریم‌ها)، به مانعی ساختاری در برابر هرگونه اصلاح بنیادین در سیاست‌گذاری آب بدل گشت. در این دوره، اگرچه «جریان مسئله» (بحران آب) به مراتب شدیدتر و عیان‌تر از گذشته شد و «جریان سیاست» (راه‌حل‌های فنی و نرم) نیز گسترده‌تر گردید، اما «جریان سیاست‌گذار» به دلیل ماهیت تکه‌تکه و فاقد انسجام خود، نتوانست این دو جریان را به‌طور مؤثر به هم پیوند زند و پنجره‌های متعدد سیاستی که گشوده شدند، عمدتاً به سیاست‌هایی ناکارآمد، متناقض یا تشدیدکننده بحران منجر شدند. این عوامل عبارتند از:

۱. چندپارگی نهادی و تداخل وظایف؛ حکمرانی پراکنده آب

یکی از بارزترین ویژگی‌های «جریان سیاست‌گذار» در دوره جمهوری اسلامی ایران، تعدد و تداخل نهادهای متولی آب است. در این دوره نهادهای موازی با مأموریت‌های گاه متعارض پدید آمدند که هماهنگی بین آن‌ها را دشوار ساخته است. این پراکندگی منجر به تداخل وظایف، فقدان پاسخگویی روشن و ناهماهنگی در اجرای سیاست‌ها شده است. برای مثال، وزارت جهاد کشاورزی با سیاست‌های توسعه کشاورزی، عملاً بر فشار بر منابع آب می‌افزود، در حالی که وزارت نیرو مسئول تعادل‌بخشی و مدیریت کمی آب است (جدول ۱). این تناقض در «گزارش دیوان محاسبات کشور از عملکرد طرح‌های تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی» به صراحت آمده است: «عدم هماهنگی بین دستگاهی و اجرای سیاست‌های متعارض، مهم‌ترین مانع در تحقق اهداف تعادل‌بخشی بوده است» (دیوان محاسبات کشور، ۱۳۹۸). این دو نهاد، دارای «ماموریت‌های متضاد» هستند. وزارت نیرو موظف به «تأمین امنیت آبی» است، در حالی که وزارت جهاد کشاورزی موظف به «تأمین امنیت غذایی» از طریق توسعه کشاورزی است. این تضاد در عمل به «اختلافات داخلی بوروکراتیک» منجر شده است. به عنوان مثال در حوزه آبریز دریاچه ارومیه، وزارت جهاد کشاورزی با ترویج کشت‌های پرمصرف، تمام تلاش‌های وزارت نیرو را برای احیا خنثی کرد (دیوان محاسبات کشور، ۱۳۹۵ب).

گزارش «تحلیل حکمرانی آب در ایران» به وضوح به «تعارض ذاتی مأموریت‌های وزارت نیرو و وزارت جهاد کشاورزی» اشاره کرده و می‌نویسد: «سیاست‌های توسعه کشاورزی و افزایش تولید که توسط وزارت جهاد کشاورزی دنبال می‌شود، در تضاد مستقیم با اهداف وزارت نیرو در زمینه تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی و کاهش مصارف قرار دارد. این تعارض نهادی، یکی از ریشه‌ای‌ترین موانع حکمرانی یکپارچه آب در کشور است» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۱ب).

نهادهای فرادستی مانند «ستاد ملی سازگاری با کم‌آبی» (متشکل از ۱۱ دستگاه) و در گذشته «ستاد ملی آب» با هدف هماهنگی بین‌دستگاهی تشکیل شدند. با این حال، گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس با عنوان «ارزیابی عملکرد ستاد ملی سازگاری با کم‌آبی» اشاره می‌کند که «به دلیل فقدان قدرت اجرایی لازم و تعارض منافع دستگاه‌های عضو، تصمیمات این ستاد در سطح کلان باقی‌مانده و به اقدامات عملیاتی مؤثر

منجر نشده است» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۰آ).

۲. قدرت ائتلاف ذی‌نفعان قدرتمند (کشاورزان، پیمانکاران سدسازی):

در دوره جمهوری اسلامی ایران، یک «ائتلاف حامی» قوی حول پارادایم عرضه‌محور و توسعه فیزیکی شکل گرفته که مقاومت در برابر تغییر را افزایش داده است. این ائتلاف شامل گروه‌های ذی‌نفع قدرتمندی است. ائتلاف قدرتمند بهره‌برداران کشاورزی (با جمعیت زیاد و نفوذ اجتماعی-سیاسی) و صنف پیمانکاران پروژه‌های عمرانی آب، در برابر هرگونه اصلاح ساختاری که به منافع رانتی آنان لطمه بزند، مقاومت می‌کردند. این ائتلاف با لابی قدرتمند در مجلس و دولت، توانایی مسکوت گذاشتن یا تضعیف قوانین مترقی (مانند قانون تعیین تکلیف چاه‌ها) را دارند (جدول ۱).

کشاورزان که از چاه‌های عمیق و زمین‌های گسترده بهره‌مندند، با استفاده از نفوذ اجتماعی و سیاسی، اصلی‌ترین مانع در برابر هرگونه تغییر در وضع موجود هستند. کشاورزان، به‌ویژه در حوزه‌های آبریز مهم، از طریق نمایندگان مجلس و نهادهای محلی، نفوذ سیاسی قابل توجهی دارند. هرگونه تلاش برای تعیین قیمت برای آب کشاورزی یا کاهش سهمیه‌ها، با مقاومت شدید این گروه مواجه می‌شود. «گزارش مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی با عنوان «بررسی یارانه پنهان آب در بخش کشاورزی» نشان می‌دهد که «میانگین قیمت تمام‌شده هر مترمکعب آب در بخش کشاورزی ۸۵۰ ریال است، در حالی که کشاورزان به طور متوسط تنها ۵۰ ریال پرداخت می‌کنند» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۵ج). این یارانه پنهان و سنگین، خود نشان‌دهنده قدرت لابی کشاورزی در حفظ وضع موجود است.

پیمانکاران بخش عمران آب، شامل شرکت‌های بزرگ مهندسی و پیمانکاری می‌باشند که حیات اقتصادی آنان به اجرای پروژه‌های عظیم بتنی وابسته است (جدول ۴). آنان از طریق لابی و روابط نزدیک با بدنه دولتی، «تداوم پارادایم عرضه‌محور» را تضمین می‌کنند (جدول ۴) (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷ج). «گزارش کمیسیون عمران مجلس شورای اسلامی درباره پروژه‌های انتقال آب» به «فشار ذی‌نفعان پیمانکاری برای تصویب و اجرای پروژه‌های پرهزینه بدون ارزیابی دقیق فنی-اقتصادی» اشاره کرده است (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷ب). برای مثال، پروژه جنجالی «انتقال آب بهشت‌آباد» برای دهه‌ها، علی‌رغم هشدارهای کارشناسان درباره توجیه‌ناپذیری اقتصادی و پیامدهای اجتماعی-زیست‌محیطی آن، در دستورکار اجرایی و بودجه‌ایِ دولت (به‌ویژه وزارت نیرو) باقی ماند.

در صورت مذاکرات کمیسیون کشاورزی، آب و منابع طبیعی مجلس شورای اسلامی، یکی از نمایندگان استان اصفهان با اشاره به لابی‌گری قدرتمند بهره‌برداران، اعلام کرد: «هرگاه بحث از تعیین قیمت برای آب کشاورزی یا اجرای سقف برداشت به میان می‌آید، با موجی از اعتراضات و فشارهای سیاسی از سوی تشکل‌های ذی‌نفع مواجه می‌شویم که عملاً مجلس و دولت را به عقب‌نشینی وادار می‌کند» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۲ب).

۳. نقش کمرنگ مجلس به عنوان نهاد ناظر:

مجلس شورای اسلامی، به رغم داشتن اختیارات نظارتی و تقنینی، نتوانسته است نقش مؤثری در هدایت سیاست‌گذاری کلان آب به سمت پایداری ایفا کند. مجلس شورای اسلامی اگرچه قوانین مهمی را در حوزه آب تصویب کرد، اما به دلیل غلبه نگاه سیاسی-امتیازی بر نگاه کارشناسی و همچنین نفوذ گروه‌های ذی‌نفع، نتوانسته نقش نظارتی مؤثری بر اجرای قوانین و پاسخگو کردن دستگاه‌های اجرایی ایفا کند. گزارش‌های مرکز پژوهش‌های مجلس اغلب از عدم تحقق اهداف برنامه‌ها و قوانین بخش آب حکایت دارد (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۴).

مجلس از یک سو قوانینی مانند «تعادل‌بخشی» را تصویب می‌کند و از سوی دیگر، تحت فشار نمایندگان مناطق مختلف، «حقوق تاریخی آب» (بر مبنای نظم قدیم) را تثبیت می‌کند یا برای اجرای همان قوانین، بودجه کافی تصویب نمی‌کند. مجلس عمدتاً به «دالان انتقال خواسته‌های محلی و گروه‌های فشار» به مرکز تبدیل شده، نه محلی برای «تصمیم‌گیری عقلانی برای منافع ملی» حتی اگر این امر به بحران در حوزه‌های دیگر بینجامد. بررسی «صورت مشروح مذاکرات مجلس در مورد طرح‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای (مانند طرح انتقال آب از دریای خزر)» نشان می‌دهد که استدلال‌های نمایندگان عمدتاً مبتنی بر «حقوق تاریخی» و «محرومیت‌زدایی» منطقه خودشان است، نه ملاحظات هیدروپلیتیک و اکولوژیک سرزمینی (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۶ب). این امر سبب شده تحلیل‌ها از نقد ظرفیت‌های سرزمین فاصله گرفته و تصمیم‌گیری‌ها عمدتاً در سطح سیاسی و منطقه‌ای باقی بماند. به بیان دیگر، سیاست‌گذاری در غیاب یک چارچوب اکولوژیک سرزمینی، مستعد بازتولید همان پارادایم عرضه‌محور است که در دو دهه اول پس از انقلاب نیز مشهود بوده است. رویکرد «اکولوژیک سرزمینی» بر این فرض استوار است که سیاست‌های آب باید در نسبت با ظرفیت‌های بوم‌شناختی، فرایندهای زمین‌شناختی، و محدودیت‌های اکولوژیک هر سرزمین طراحی شوند. از این منظر، آب و سرزمین دو مؤلفه جدایی‌ناپذیر یک سیستم واحد هستند و هرگونه مداخله بزرگ‌مقیاس از جمله سدسازی یا انتقال آب بین‌حوضه‌ای می‌بایست با لحاظ پیامدهای اکولوژیک در مقیاس ملی و حوضه‌ای ارزیابی شود (Triviño و همکاران، ۲۰۲۶). قدان توجه به این رویکرد در سیاست‌گذاری آب در ایران مسبوق به سابقه است.

«گزارش تفریغ بودجه سنواتی» که توسط «دیوان محاسبات کشور» تهیه می‌شود، مرتباً بر «عدم تحقق شاخص‌های کیفی بخش آب در برنامه‌های توسعه» تأکید می‌ورزد (جدول ۱). برای

نمونه، در «گزارش تفریغ بودجه سال ۱۳۹۸» آمده است: «علیرغم تصویب اعتبارات کلان برای پروژه‌های تعادل‌بخشی، شاخص‌های افت سطح آب‌های زیرزمینی و کسری مخازن نه تنها بهبود نیافته، بلکه در بسیاری از دشت‌ها تشدید نیز شده است» (دیوان محاسبات کشور، ۱۴۰۰آ). این امر نشان می‌دهد که نظارت مجلس بر اجرای قوانین ضعیف بوده است.

۴. کمبود بودجه، تخصیص ناکافی و محدودیت‌های مالی؛ ویژگیِ ساختاریِ جریان سیاست‌گذار و مانعی برای بهره‌برداری از پنجره‌ها

یکی از ویژگی‌های ساختاریِ «جریان سیاست‌گذار» در ایران، تخصیص ناکافیِ بودجه به راه‌حل‌های مدیریت تقاضا و پایداری است. این کمبود، عمدتاً ناشی از اولویت‌گذاریِ سیاسی-اقتصادیِ نادرست است که بودجه را به‌جای مدیریت مصرف، به پروژه‌های پرهزینهٔ عرضه‌محور (سدسازی و انتقال آب) سوق می‌دهد. نفوذ ائتلاف‌های ذی‌نفع (پیمانکاران سدسازی و کشاورزان پرمصرف) و ضعف نظارت مجلس و نهادهای مالی، این روند را تشدید می‌کنند. در این میان، تحریم‌های بین‌المللی و نوسانات درآمد نفتی به‌عنوان عوامل تشدیدکننده عمل کرده‌اند و دسترسی به فناوری‌های نوین و تأمین مالی پروژه‌ها را با محدودیت بیشتری مواجه ساخته‌اند، اما ریشهٔ اصلیِ کمبود بودجه، در ساختارِ اقتصاد سیاسیِ رانتی و اولویت‌های بودجه‌ایِ نادرست نهفته است. برای نمونه، گزارش وزارت نیرو نشان می‌دهد که تنها ۲۰ درصد از اعتبارات مصوب برای «طرح تعادل‌بخشی» در برنامه ششم تأمین شده است، در حالی که ۷۰ درصد اعتبارات بخش آب به پروژه‌های انتقال آب و سدسازی اختصاص یافته است (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۲آ). این تخصیص ناکافی، خود به‌عنوان یکی از موانع اصلی در بهره‌برداری از پنجره‌های فرصتِ گشوده‌شده (مانند بحران دریاچهٔ ارومیه یا تصویب قوانین مدیریت تقاضا) عمل کرده و اجرای راه‌حل‌های بلندمدت را با شکست مواجه ساخته است. تحریم‌ها نیز با محدودکردن دسترسی به فناوری‌های روزآمد و افزایش هزینه‌ها، این وضعیت را تشدید کرده‌اند، اما نباید آن‌ها را عامل اصلیِ ناکامی دانست.

تحریم‌های بین‌المللی به طور مستقیم و غیرمستقیم بر «جریان سیاست‌گذار» تأثیر گذاشته و امکان سرمایه‌گذاری و جذب فناوری‌های نوین را محدود ساخته است. تحریم‌های بین‌المللی و نوسانات قیمت نفت، بودجه در دسترس برای اجرای پروژه‌های پرهزینه زیرساختی و همچنین جبران خسارات ناشی از تغییر الگوها (مانند جبران خسارت کشاورزان برای تغییر کشت) را به شدت محدود کرده است. این امر، اجرای بسیاری از راه‌حل‌های بلندمدت را با مشکل مواجه ساخت. تحریم‌های بین‌المللی و نوسانات درآمدهای نفتی، بودجه مورد نیاز برای اجرای پروژه‌های مدیریت تقاضا (نظیر نصب کنتورهای هوشمند، آبیاری تحت فشار، جبران خسارت کشاورزان) را محدود کرده است. مطالعات ستاد احیای دریاچه ارومیه نیز به «کمبود بودجه برای اجرای کامل پروژه‌های احیایی» به عنوان یکی از موانع اصلی اشاره کرده است (ستاد احیای دریاچه ارومیه، ۱۳۹۷).

مرکز پژوهش‌های مجلس در «بررسی تأثیر تحریم‌ها بر پروژه‌های بخش آب» اشاره می‌کند: «تحریم‌های بین‌المللی، دسترسی به فناوری‌های روزآمد برای پایش و مدیریت منابع آب (مانند سنجش از دور و کنتورهای هوشمند) و همچنین تأمین مالی پروژه‌های بزرگ آب را با مشکل مواجه ساخته است. برای مثال، پروژه احیای دریاچه ارومیه با کمبود بودجه حدود ۳۰ درصدی نسبت به برنامه اولیه مواجه است که بخشی از آن ناشی از محدودیت‌های مالی ناشی از تحریم‌ها است» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی،۱۴۰۰ب).

«گزارش وزارت نیرو به نام «تدابیر اقتصادی در شرایط تحریم» اعتراف می‌کند که «تحریم‌های بانکی و محدودیت در انتقال فنّاوری، اجرای بسیاری از پروژه‌های افزایش بهره‌وری در بخش آب را با تأخیر و هزینه بالاتر مواجه ساخته است» (وزارت نیرو، ۱۳۹۸آ).

«جریان سیاست‌گذار» در دوره جمهوری اسلامی ایران، با ویژگی‌های چندپارگی نهادی، قدرت ائتلاف‌های ذی‌نفع رانتی، نقش کمرنگ نهاد ناظر (مجلس) و تأثیر مخرب تحریم‌ها، به مانعی اصلی در برابر هرگونه تغییر پارادایم در سیاست‌گذاری آب تبدیل شده است. منظور از «تغییر پارادایم»، تحول در مفروضات بنیادین سیاست‌گذاری (از کمبود فیزیکی به مسئله تخصیص و بهره‌وری) و ابزارهای غالب (از پروژه‌های عمرانی به نهادها، قیمت‌گذاری و مشارکت) است. اگرچه «جریان سیاست» از دهه ۱۳۶۰ به بعد راه‌حل‌های پارادایم جدید را تولید کرده، اما «جریان سیاست‌گذار» به دلیل چندپارگی نهادی، نفوذ ائتلاف‌های رانتی و ضعف کارآفرینان سیاستی، نتوانسته این راه‌حل‌ها را به تغییر عملی تبدیل کند. «تغییر پارادایم» در سیاست‌گذاری آب، نه یک «انقلاب در علم و فناوری» به معنای کوهنی (که در علوم طبیعی رخ می‌دهد)، بلکه گذار از یک «پارادایم سیاستی» مسلط به پارادایمی دیگر است. در ادبیات سیاست‌گذاری عمومی، پارادایم سیاستی[۲۱] به مجموعه‌ای از ایده‌ها، استانداردها و مفروضات بنیادین اشاره دارد که چارچوب حل مسئله را تعیین می کند (Hall، ۱۹۹۳). Hall تغییرات سیاستی را در سه سطح طبقه‌بندی می‌کند: تغییر در تنظیمات ابزارها (مرتبه اول)، تغییر در ابزارهای سیاستی (مرتبه دوم)، و تغییر در اهداف و مفروضات بنیادین (مرتبه سوم) که همان «تغییر پارادایم» است. این مقاله استدلال می‌کند که در حوزه آب ایران، تغییرات مرتبه اول و دوم (مثلاً نصب کنتور یا تغییر تعرفه‌ها) گاه رخ داده، اما تغییر مرتبه سوم (گذار از عرضه‌محوری به مدیریت تقاضا) محقق نشده است.

در حوزه آب ایران، پارادایم مسلط از دوران پهلوی تا کنون، «پارادایم فنی-عرضه‌محور» بوده است که بر سه رکن استوار است: (۱) کمبود آب عمدتاً ناشی از عوامل طبیعی و فیزیکی، (۲) راه‌حل اصلی احداث سدها، شبکه‌های انتقال و پروژه‌های بزرگ تأمین آب، و (۳) دولت متولی انحصاری تأمین امنیت

آبی. در مقابل، پارادایم رقیب «مدیریت تقاضا و حکمرانی پایدار» مفروضات متفاوتی دارد: (۱) کمبود آب عمدتاً ناشی از تخصیص ناکارآمد و مصرف بی‌رویه، (۲) راه‌حل اصلی قیمت‌گذاری، بازار آب، تعادل‌بخشی و بهره‌وری، و (۳) نیاز به مشارکت ذی‌نفعان و نهادهای محلی. تغییر از پارادایم اول به دوم، یک «انقلاب علمی» در حوزه سیاست‌گذاری آب محسوب می‌شود که نیازمند تحول در کارشناسی، آموزش، ساختار نهادی و اولویت‌های سیاسی است و این انقلاب علمی در حوزه سیاست‌گذاری آب در دوره جمهوری اسلامی ایران رخ نداد.

زیرا، پنجره‌های سیاستی متعددی که با برجسته‌شدن بحران (مانند اعتراضات مردم برخی شهرها به طرح های انتقال آب) گشوده شدند، عمدتاً به سیاست‌های مقطعی، فاقد انسجام و عمدتاً مبتنی بر همان راه‌حل‌های قدیمی عرضه‌محور (مانند احداث سدهای جدید یا طرح‌های انتقال آب) منجر شده‌اند. این امر نه تنها بحران را حل نکرده، بلکه پیچیدگی و ابعاد آن را افزایش داده است. شکست در پیوند سه جریان در این دوره، ریشه در آسیب‌شناسی‌های عمیق ساختاری و نهادی دارد که فراتر از دولت‌های مختلف، تداوم یافته‌اند.

جدول ۱- سه جریان اصلی نظریه پنجره سیاست کینگدان در دوره جمهوری اسلامی ایران (حوزه آب)

جریان	وضعیت در دوره جمهوری اسلامی ایران	مصادیق و شواهد کلیدی	نتایج و پیامدها
جریان مسئله (شناسایی بحران)	برجسته و چند بعدی: بحران آب از یک چالش مدیریتی به یک «بحران امنیت ملی» تبدیل شده است. ابعاد آن شامل: - شکاف عرضه و تقاضا - فرونشست زمین - خشک‌شدن دریاچه‌ها - تنش‌های اجتماعی و امنیتی	- کسری ۱۳۰ میلیارد متر مکعب آب زیرزمینی - فرونشست با نرخ ۲۰+ سانتی‌متر در سال در دشت‌های مهم - خشک‌شدن دریاچه ارومیه - درگیری‌های استانی بر سر آب (اصفهان، یزد، خوزستان، کرمان و...)	- تبدیل آب به یک تهدید امنیتی - کاهش تاب‌آوری سرزمین - تشدید نارضایتی‌های اجتماعی و بی‌ثباتی محلی
جریان سیاست (راه‌حل‌های ممکن)	تضاد و ناهماهنگی: راه‌حل‌ها بین «مدیریت تقاضا» و «توسعه عرضه» در نوسان هستند: - طرح‌های تعادل‌بخشی آب‌های زیرزمینی - قوانین مدیریت تقاضا (کنتور، بازار آب) - ادامه پروژه‌های کلان انتقال آب و سدسازی	- برنامه‌های چهارم تا هفتم توسعه با تاکید بر تعادل‌بخشی - قانون تعیین تکلیف چاه‌های غیرمجاز - طرح‌های انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان - طرح جامع احیای دریاچه ارومیه	- شکاف عمیق بین سیاست اعلامی و اجرایی - مقاومت در برابر اجرای قوانین تعادل‌بخشی - تداوم پارادایم عرضه محور علی رغم شعارهای تقاضا محور
جریان سیاست‌گذار (بازیگران و نهادها)	چندپاره و فاقد انسجام: - نهادهای موازی با ماموریت‌های متضاد (وزارت نیرو و جهاد کشاورزی) - نفوذ ذی‌نفعان قدرتمند(کشاورزان و پیمانکاران سدسازی) - نقش کمرنگ مجلس در نظارت و اجرا	- تداخل وظایف وزارت نیرو و جهاد کشاورزی - لابی‌گری کشاورزان و پیمانکاران سدسازی - گزارش‌های متعدد مرکز پژوهش‌های مجلس از شکست برنامه‌ها	- عدم شکل‌گیری کارآفرین سیاستی فراجناحی - غلبه منافع کوتاه مدت و محلی بر منافع ملی - ناتوانی در اجرای سیاست‌های بلند مدت به دلیل ساختار پیچیده و چندپاره

۴) شکست در پیوند سه جریان: تحلیل علل ناکامی پنجره سیاستی آب در دوره جمهوری اسلامی ایران

در دوره جمهوری اسلامی ایران، اگرچه «جریان مسئله» آب به یک بحران امنیت ملی چندبعدی (کمی، کیفی، اجتماعی، زیست‌محیطی) تبدیل شد و «جریان سیاست» نیز راه‌حل‌های متعددی از مدیریت تقاضا تا تعادل‌بخشی را در اسناد بالادستی و قوانین پیشنهاد کرد، اما «جریان سیاست‌گذار» به دلیل ساختار نهادی چندپاره، منافع متعارض، و غلبه سیاست‌های کوتاه‌مدت، هرگز نتوانست این دو جریان را به‌صورت مؤثر پیوند بزند. در نتیجه، پنجره‌های سیاستی متعدد (مانند تصویب قانون توزیع عادلانه آب در ۱۳۶۱، اجرای طرح تعادل‌بخشی آب‌های زیرزمینی از دهه ۱۳۸۰، تصویب برنامه‌های احیای دریاچه ارومیه از ۱۳۹۳) یا به طور کامل گشوده نشدند، یا به سیاست‌های ناپایدار و ناکارآمد منجر شدند. در ادامه، محورهای کلیدی این شکست بررسی می‌شود (جدول ۲).

۱. غلبه گفتمان امنیتی-سیاسی بر رویکردهای کارشناسی در سیاست‌گذاری آب در ایران:

فرآیند سیاست‌گذاری آب در ایران، همواره شاهد تنش میان رویکردهای کارشناسی و ملاحظات سیاسی-امنیتی بوده است. حوزه آب ایران با طیف گسترده‌ای از دیدگاه‌های کارشناسی مواجه است که گاه در تضاد با یکدیگر قرار دارند. درحالی‌که برخی کارشناسان بر لزوم رویکردهای پایدار، مدیریت تقاضا و سازگاری با شرایط اقلیمی تأکید می‌کنند، گروه‌های دیگر ممکن است بر راهکارهای مهندسی سنتی،

توسعه زیرساخت‌ها یا حتی توجیه سیاست‌های موجود با اتکا به منافع بخشی خاص اصرار ورزند. در عمل، تحلیل‌های کارشناسان اغلب تحت‌الشعاع ملاحظات سیاسی و امنیتی قرار گرفته‌اند. این پدیده در قالب "غلبه گفتمان سیاسی-امنیتی" نمود پیدا می‌کند، جایی که تصمیم‌گیری‌ها نه بر اساس بهترین شواهد و تحلیل‌های علمی، بلکه بر اساس اولویت‌های کوتاه‌مدت امنیتی (مانند امنیت غذایی یا ثبات اجتماعی) یا منافع سیاسی گروه‌های ذی‌نفوذ اتخاذ می‌شوند. این امر منجر به اتکاء بر دانش تجربی یا منافعی خاص به جای اتکاء به یافته‌های علمی دقیق و جامع شده است. به عنوان مثال، سیاست خودکفایی در محصولات آب‌بر، علی‌رغم پیامدهای زیست‌محیطی و اقتصادی آشکار، ممکن است تحت تأثیر گفتمان سیاسی-امنیتی مبنی بر "امنیت غذایی" قرار گرفته و نتواند با رویکرد کارشناسی مبتنی بر مدیریت منابع آبی سازگار شود.

در بسیاری از مقاطع، تصمیم‌گیری‌های کلان آب نه بر اساس کارشناسی‌های فنی، بلکه بر اساس ملاحظات سیاسی، رقابت‌های منطقه‌ای و جلب رضایت گروه‌های پرنفوذ صورت گرفت. برای مثال، تصویب و اجرای پروژه‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای اغلب با فشار نمایندگان مجلس و برای رفع کمبودهای محلیِ بدون پشتوانه کارشناسی انجام شد. به عنوان مثال، طرح انتقال آب بین‌حوضه‌ای از کارون به زاینده‌رود، علیرغم هشدارهای مکرر کارشناسان درباره پیامدهای محیط‌زیستی و کاهش حقابه پایین‌دست، به دلایل سیاسی و برای مهار اعتراضات کشاورزان اصفهانی اجرا شد. همچنین، سیاست خودکفایی گندم که تا دهه ۱۳۸۰ تداوم یافت، با وجود هشدارهای سازمان‌های پژوهشی مانند «مؤسسه تحقیقات خاک و آب» درباره مصرف بی‌رویه آب، به دلیل اهمیت سیاسی و امنیتی خودکفایی غذایی، کماکان دنبال شد (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۵) (جدول ۲). غفلت از «سرزمین (ایران)» و عدم توجه به اهمیت «سرزمین‌شناسی» و همبسته‌های «آب-زمین» موجب شده تا ابعاد طبیعی و بوم‌شناختی بحران آب به اندازه کافی در تحلیل‌ها مورد تأکید قرار نگیرد. رویکرد اکولوژیک سرزمین، با تأکید بر ضرورت یکپارچگی میان نظام‌های طبیعی و انسانی، می‌تواند به درک عمیق‌تری از پیوندهای پیچیده میان سیستم‌های طبیعی و انسانی در مواجهه با بحران آب منجر شود و تحلیل صرفاً سیاسی یا اقتصادی را تکمیل کند.

ائتلافی متشکل از بهره‌برداران کشاورزی (با نفوذ اجتماعی و سیاسی بالا)، پیمانکاران پروژه‌های عمرانی آب (سدها، شبکه‌های انتقال)، و نمایندگان مجلس با گرایش‌های منطقه‌ای، در برابر هرگونه تغییر در الگوی حکمرانی آب مقاومت کرده‌اند. صورت مذاکرات مجلس در بررسی «قانون تعیین تکلیف چاه‌های فاقد پروانه» (الحاقیه برنامه ششم) نشان می‌دهد که نمایندگان استان‌های شرقی و مرکزی به‌دلیل نگرانی از کاهش رضایت انتخاباتی، با اجرای کامل این قانون مخالفت کرده‌اند (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۶). گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس نیز به «فشار ذی‌نفعان برای تخصیص بودجه به پروژه‌های انتقال آب به‌جای مدیریت تقاضا» اشاره کرده و آن را عاملی برای تداوم بحران می‌داند (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷د).

مرکز پژوهش‌های مجلس در «تحلیل سیاست‌های آب در دولت‌های یازدهم و دوازدهم» نتیجه‌گیری می‌کند: «علیرغم آگاهی فزاینده از ابعاد بحران آب، مسئله آب هرگز به یک «اولویت حاکمیتی فراجناحی» تبدیل نشده است. تغییرات مکرر مدیران ارشد، عدم تداوم در اجرای برنامه‌های بلندمدت (مانند طرح احیای دریاچه ارومیه) و غلبه نگاه کوتاه‌مدت و انتخاباتی بر عقلانیت بلندمدت فنی-زیست‌محیطی، مانع از شکل‌گیری یک ائتلاف پایدار و قدرتمند برای عبور از بحران شده است» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۱ب).

ساختار اقتصادِ وابسته به درآمدهای نفتی (اقتصادِ رانتی)، انگیزه‌های کوتاه‌مدت و توزیع بودجه سیاسی را تشویق می‌کند. در چنین ساختاری، تصمیم‌گیران تمایل دارند پروژه‌هایی را انتخاب کنند که بازتاب سریعِ منافع سیاسی یا منافع ذی‌نفعان منطقه‌ای را داشته باشد (مثلاً سدسازی یا انتقال آب برای رفع کاستی‌های منطقه‌ای)، نه سیاست‌های دشوارِ هزینه‌بر اصلاح ساختار مصرف یا بازتوزیع معیشتی. در بسیاری موارد، «قابلیت اجرا» و «پذیرش سیاسی» بر معیارهای تخصصی مقدم شد. همین امر موجب شد که راهکارهای فنی-اجتماعی (نظیر تعبیه سازوکارهای بازار آب یا برنامه‌های فراگیر مدیریت تقاضا) یا نادیده گرفته شوند و یا نیمه‌تمام بمانند.

۲. شکاف بین تدوین و اجرای سیاست (شکاف بین سیاست اعلامی و اجرایی):

قوانین و برنامه‌های خوبی در حوزه آب تدوین شده است، اما ضعف در اجرا، نظارت و فقدان اراده سیاسی برای مقابله با متخلفان (مانند چاه‌های غیرمجاز)، باعث شکاف عمیق بین «سیاست اعلامی» و «سیاست اجرایی» شد. علی‌رغم تصویب قوانین و سیاست‌های پیشرو در برنامه‌های توسعه (از برنامه سوم به بعد)، اجرای این سیاست‌ها به‌دلیل نبود سازوکار نظارتی قدرتمند، ضعف در تأمین مالی، و فقدان ضمانت اجرایی، همواره با شکست مواجه شده است. برنامه پنجم توسعه کاهش ۱۱ میلیارد مترمکعب مصارف آب بخش کشاورزی را هدفگذاری کرد (ماده ۱۳۱)، اما در عمل نه تنها محقق نشد، بلکه برداشت از منابع زیرزمینی افزایش یافت (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۴). در برنامه ششم نیز «بازار آب» و «قیمت‌گذاری» به عنوان راهکار مطرح شد، اما به دلیل عدم فراهم‌آوری بسترهای نهادی و شفافیت لازم، هرگز به مرحله اجرای جدی نرسید (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۱ج).

گزارش «ارزیابی اجرای قانون تعیین تکلیف چاه‌های فاقد پروانه» توسط دیوان محاسبات حاکی از آن است که «با وجود

گذشت چند سال از تصویب قانون، فقدان یک نظام یکپارچه نظارتی و نرم‌افزارهای پایش برخط، امکان رصد دقیق مصارف و برخورد با متخلفان را فراهم نکرده است. افزون بر این، عدم ارائه راهکارهای معیشتی جایگزین برای کشاورزان دارای چاه غیرمجاز، اجرای این قانون را با چالش اجتماعی جدی مواجه کرده است» (دیوان محاسبات کشور، ۱۴۰۳).

برنامه احیای دریاچه ارومیه که در سال ۱۳۹۳ در دولت یازدهم تصویب شد، علی‌رغم تهیه «برنامه عمل» و اختصاص اعتبار، به دلیل هماهنگی ضعیف بین دستگاه‌های اجرایی (وزارت نیرو، جهاد کشاورزی، سازمان محیط زیست) و عدم مشارکت واقعی جوامع محلی، با تأخیر و کاستی‌های جدی مواجه شد (ستاد احیای دریاچه ارومیه، ۱۳۹۸).

در دوره جمهوری اسلامی ایران نیز یک ائتلاف قدرتمند از بهره‌برداران سنتی (مزارع بزرگ و کشاورزان منطقه‌ای)، پیمانکاران سدسازی و مهندسان مشاور و نیز برخی نمایندگان مجلس شکل گرفت که منافعشان به پروژه‌های عرضه‌محور گره خورده بود. این اتحاد باعث شد که سیاست‌گذاری به سمت «توسعه فیزیکی و تأمین عرضه» متمایل بماند و سیاست‌های مدیریت تقاضا یا تعادل‌بخشی به حاشیه بروند یا با مقاومت مواجه شوند.

مرکز پژوهش‌های مجلس بارها به نقش فشار ذی‌نفعان در جهت‌گیری بودجه و اولویت‌بندی پروژه‌ها اشاره کرده است. فشارهای انتخاباتی و منطقه‌ای نمایندگان سبب شد تا قوانین و اجرای مقررات که می‌توانست مصرف غیرمجاز یا برداشت‌های بی‌رویه را کنترل کند، با مقاومت سیاسی روبرو شوند؛ نمونه روشن، مخالفت بخشی از نمایندگان با اجرای کامل قانونِ تعیین تکلیف چاه‌های فاقد پروانه است که در مذاکرات مجلس و گزارش‌های تقنینی منعکس شده است. در مواردی نمایندگان ترجیح دادند برای جلب رضایت محلی از اجرای کامل مقررات بگذرند (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷د).

۳. کمبود بودجه، تحریم‌ها و محدودیت در دسترسی به فناوری:

محدودیت منابع مالیِ دولت و اثر تحریم‌ها و نوسانات درآمد نفتی، منابع تخصیص‌یافته برای سیاست‌های مدیریت تقاضا و ابزارهای پایش را کاهش داده است. مرکز پژوهش‌های مجلس و گزارش وزارت نیرو صراحتاً به کمبود تأمین اعتبارِ مصوب برای برنامه‌های تعادل‌بخشی اشاره کرده‌اند. گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس با عنوان "بررسی تأمین مالی طرح‌های تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی" تصریح می‌کند «با وجود تصویب اعتبارات مصوب برای طرح تعادل‌بخشی در برنامه ششم توسعه، تنها حدود ۲۰ درصد از این اعتبارات تا پایان سال ۱۳۹۶ محقق شده است. این کسری بودجه ناشی از محدودیت‌های مالی دولت، کاهش درآمدهای نفتی و اولویت‌دهی به سایر بخش‌ها بوده است.» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷و).

گزارش دیوان محاسبات کشور در ارزیابی عملکرد وزارت نیرو در طرح‌های تعادل‌بخشی آورده است: «عدم تأمین به موقع اعتبارات مورد نیاز برای نصب کنتورهای هوشمند و اجرای پروژه‌های آبیاری تحت فشار، باعث کاهش راندمان اجرای طرح‌های تعادل‌بخشی شده است. همچنین، تحریم‌های بین‌المللی، دسترسی به فناوری‌های روزآمد در حوزه پایش و کنترل منابع آب را با مشکل مواجه ساخته است.» (دیوان محاسبات کشور، ۱۴۰۰ب). گزارش وزارت نیرو با عنوان "گزارش ملی وضعیت آب کشور" خاطرنشان می‌سازد «تحریم‌ها نه تنها دسترسی به فناوری‌های نوین در حوزه آب را محدود کرده، بلکه هزینه‌های تأمین تجهیزات را به شدت افزایش داده است. برای مثال، هزینه خرید و نصب کنتورهای هوشمند به دلیل نیاز به واردات از منابع غیرمتعارف، تا ۳ برابر افزایش یافته است.» (وزارت نیرو، ۱۳۹۸ب).

ماده ۱۳۱ برنامه پنجم توسعه هدف کاهش ۱۱ میلیارد مترمکعبی مصارف آب بخش کشاورزی را تعیین کرده بود، اما گزارش ارزیابی مرکز پژوهش‌های مجلس نشان می‌دهد «به دلیل کمبود بودجه و عدم تأمین اعتبارات لازم برای نوسازی شبکه‌های آبیاری و توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار، این هدف محقق نشد و برداشت از منابع آب زیرزمینی نه تنها کاهش نیافت، بلکه در برخی دشت‌ها افزایش نیز یافت.» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۴). ماده ۶۱ برنامه ششم توسعه بر "استقرار سامانه یکپارچه پایش منابع آب" تأکید داشت، اما گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس خاطرنشان می‌کند «اجرای این ماده به دلیل کمبود بودجه و نبود متولی مشخص برای پیگیری، با تأخیر قابل توجهی مواجه شده و تنها در محدوده‌های آزمایشی اجرا شده است.» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۰ج).

همین کمبودها و محدودیت‌ها، اجرای پروژه‌های لازم برای پایش، اندازه‌گیری حجمی (نصب کنتور) و جبران معیشتی (تا تغییر الگوی کشت) را مختل کرده است. همچنین، تحریم‌ها دسترسی به فناوری‌های نوین مانند سیستم‌های شیرین‌سازی آب با بازدهی بالا یا نرم‌افزارهای پیشرفته مدل‌سازی هیدرولوژیک را محدود کرده است.

۴. شکاف دانشی و پایش اطلاعات؛ مانعی ساختاری در برابر سیاست‌گذاری مؤثر آب

گزارش شرکت مدیریت منابع آب ایران نیز به "ضعف در نظام اطلاعاتی و پایش منابع آب" اشاره کرده و آورده است: «دسترسی ناقص به داده‌های دقیق و به‌روز از میزان برداشت‌ها و تغییرات منابع آب زیرزمینی، برنامه‌ریزی برای تعادل‌بخشی را با خطا مواجه می‌سازد. در بسیاری از دشت‌ها، آمار برداشت‌ها مبتنی بر برآورد است، نه اندازه‌گیری مستقیم.» (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۹). سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی در گزارش سال ۱۴۰۰ خود اعلام کرد که از ۶۰۹ دشت کشور، اطلاعات پایش دقیق و به‌روز برای ۳۰٪ آنها در دسترس نیست (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی

کشور، ۱۴۰۰). مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب در پژوهشی اشاره می‌کند که «دستگاه‌های اجرایی متولی آب (از جمله وزارت نیرو و جهاد کشاورزی) گزارش‌های عملکردی ناهمگون و غیرقابل مقایسه ارائه می‌دهند که ارزیابی دقیق اثربخشی سیاست‌ها را دشوار می‌سازد» (مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب، ۱۴۰۱). این‌ها نمونه‌هایی از «شکاف دانشی» به عنوان عامل ایجاد «شکاف سیاستی» در سیاست‌گذاری آب ایران است. نتیجه این شکاف دانشی این است که سیاست‌گذار نمی‌داند دقیقاً چه مقدار آب برداشت می‌شود، کدام دشت‌ها بحرانی‌ترند، و تأثیر اقدامات قبلی چه بوده است. بنابراین سیاست‌هایی مانند «تعادل‌بخشی» یا «قانون تعیین تکلیف چاه‌ها» بر اساس تصویری ناقص از واقعیت طراحی و اجرا می‌شوند. این دقیقاً همان شکاف سیاستی است، سیاستی که قرار بود کسری مخزن را جبران کند، به دلیل نبود داده، نه تنها موفق نمی‌شود، بلکه گاهی وضعیت را بدتر می‌کند.

۵. ضعف در پایش اطلاعات و نظامِ پاسخ‌گو:

ضعف در نظام پایش و نظارت، همراه با فقدان شفافیت و پاسخگویی، از موانع ساختاری در اجرای مؤثر سیاست‌های آب بوده است. فقدان سامانه‌های آنلاین رصد، نبود اطلاعات شفاف از مصرف واقعی و عدم یکپارچه‌سازی داده‌ها باعث شده اجرای قوانین (مثلاً قانون تعیین تکلیف چاه‌ها) با اشکال مواجه شود. دیوان محاسبات و گزارش‌های ارزیابی نشان می‌دهند که علی‌رغم تصویب قوانین، کمبود ابزارهای نظارتی و عدم ارائه بسته‌های جایگزینِ معیشتی مانع اجرای موفق این قوانین شده است. گزارش دیوان محاسبات کشور در "ارزیابی اجرای قانون تعیین تکلیف چاه‌های فاقد پروانه" تأکید می‌کند «فقدان یک سامانه یکپارچه پایش برخط برای رصد مصارف آب، امکان نظارت مؤثر بر چاه‌های مجاز و غیرمجاز را فراهم نکرده است. تنها ۳۰ درصد از چاه‌های مجاز به کنتورهای هوشمند مجهز هستند و داده‌های دریافتی نیز به دلیل نبود زیرساخت‌های ارتباطی مناسب، به صورت متمرکز و واقع‌گرا پردازش نمی‌شوند.» (دیوان محاسبات کشور، ۱۴۰۲).

گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس با عنوان "تحلیل حکمرانی آب در ایران" می‌نویسد: «نظام پاسخگویی در بخش آب به دلیل پراکندگی مسئولیت‌ها بین وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی و سازمان حفاظت محیط زیست، دچار اختلال است. هیچ نهاد واحدی مسئولیت کامل پیامدهای سیاست‌های آبی را بر عهده ندارد و این امر موجب فرار از پاسخگویی شده است.» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۱ب).

۶. تناقضات برنامه‌ریزیِ سطح کلان (برنامه‌های توسعه ۷ گانه):

تحلیل عملکرد برنامه‌های توسعه (از برنامه اول تا برنامه هفتم) نشان می‌دهد که حتی وقتی هدف‌گذاری‌هایی برای کاهش مصارف یا ارتقای بهره‌وری مطرح شده، اجرای عملی و حصول نتایج شکست خورده یا متناقض بوده است. به عنوان مثال، برنامه پنجم توسعه (۱۳۹۴-۱۳۹۰) همزمان دو هدف متعارض را دنبال می‌کرد: «کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی» و «افزایش تولید کشاورزی به میزان ۲۰٪» (سازمان برنامه و بودجه کشور ، ۱۳۸۹). برنامه ششم نیز ایده‌های بازار و قیمت‌گذاری آب را داشت؛ اما بستر نهادی و شفافیت لازم برای اجرا فراهم نشد. در برنامه ششم توسعه در حالی که بر «مدیریت تقاضا و صرفه‌جویی» تأکید شده، اما تسهیلات ارزان‌قیمت برای توسعه کشاورزی در مناطق کم‌آب (مانند سیستان) ادامه یافت (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۵ب). این شکاف بین اهداف برنامه‌ای و نتایج اجرایی، نمایانگر «شکاف سیاست-اجرا» است.

برنامه سوم توسعه (۱۳۷۹-۱۳۸۳) برای اولین بار بر "تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی" تأکید کرد (ماده ۱۳۰). با این حال، گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس نشان می‌دهد «علی‌رغم هدف‌گذاری برای نصب کنتور روی چاه‌ها و کنترل برداشت، به دلیل مقاومت بهره‌برداران و نبود سازوکارهای اجرایی قوی، این سیاست به طور گسترده اجرا نشد و برداشت‌های غیرمجاز افزایش یافت.» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۴). برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۴-۱۳۸۸) با تصویب "طرح تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی" (ماده ۱۳۴) گام بلندی برداشت اما گزارش دیوان محاسبات حاکی است «بودجه تخصیص‌یافته به این طرح تنها ۴۰ درصد از میزان مصوب بود و تمرکز اجرا بر انسداد چاه‌های غیرمجاز، بدون ارائه راهکارهای معیشتی جایگزین، منجر به مقاومت محلی و شکست نسبی طرح شد.» (دیوان محاسبات کشور، ۱۳۸۹).

برنامه پنجم توسعه (۱۳۹۰-۱۳۹۴) با هدف کاهش ۱۱ میلیارد مترمکعبی مصارف آب بخش کشاورزی (ماده ۱۳۱) بلندپروازانه عمل کرد. اما گزارش وزارت نیرو اعتراف می‌کند «به دلیل تداوم سیاست‌های خودکفایی غذایی و افزایش سطح زیرکشت، نه تنها این هدف محقق نشد، بلکه برداشت از منابع آب زیرزمینی در بسیاری از حوضه‌ها افزایش یافت.» (وزارت نیرو، ۱۳۹۵). برنامه ششم توسعه (۱۳۹۶-۱۴۰۰) با طرح "بازار آب" و "قیمت‌گذاری" (فصل هشتم) (جدول ۳) به سراغ راهکارهای اقتصادی رفت، اما گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس نتیجه می‌گیرد «عدم فراهم‌آوری بسترهای نهادی، حقوقی و شفافیت لازم برای اجرای بازار آب، باعث شد این سیاست در مرحله مطالعاتی باقی بماند و به مرحله اجرای عملیاتی نرسد.» (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۱ج).

برنامه هفتم توسعه (۱۴۰۲-۱۴۰۶) نیز با وجود تأکید بر "حکمرانی هوشمند آب"، همچنان به "پروژه‌های کلان انتقال آب" متکی است (جدول ۳). گزارش مرکز تحقیقات استراتژیک مجمع تشخیص هشدار می‌دهد «تداوم این رویکرد دوگانه، نشان از عدم یادگیری از تجربیات گذشته و غلبه اقتصاد سیاسی رانتی بر عقلانیت فنی-زیست‌محیطی دارد.» (مرکز تحقیقات استراتژیک مجمع تشخیص مصلحت نظام، ۱۴۰۲).

۷. عدم ظهور یک کارآفرین سیاستی فراجناحی:

هیچ رهبر یا جناح سیاسی قدرتمندی در طول این چهار دهه نتوانست مأموریت اصلی خود را حل بحران آب به عنوان یک اولویت فراجناحی و امنیت ملی قرار دهد و ائتلافی گسترده برای پشتیبانی از یک برنامه جامع و بلندمدت تشکیل دهد. در طول چهار دهه، هیچ «کارآفرین سیاستی » قدرتمندی ظهور نکرد که بتواند بحران آب را به یک «مسئله حاکمیتی» تبدیل کند و یک «ائتلاف پیروز» برای پشتیبانی از یک برنامه جامع و بلندمدت تشکیل دهد. سیاست‌مداران عموماً ترجیح داده‌اند با «پرداخت یارانه آب و برق» و اجازه برداشت بی‌رویه، رضایت کوتاه‌مدت اجتماعی را خریداری کنند، تا اینکه با اصلاحات ساختاری، بحران بلندمدت را مهار نمایند.

در نتیجه، «پنجره سیاستی» که با انقلاب گشوده شد و پنجره‌های متعددی که پس از هر بحران شدید (مانند خشکشدن دریاچه ارومیه یا بروز تنش‌های اجتماعی) باز می‌شدند، یا به طور کامل بسته شدند یا منجر به سیاست‌های نیم‌بند و ناکارآمدی گردیدند که نتوانستند ریشه بحران ساختاری آب در ایران را بخشکانند. دوره جمهوری اسلامی ایران، تعمیق یک بحران چندبعدی آب است که امنیت ملی، ثبات اجتماعی و سلامت زیست‌بوم ایران را به طور جدی تهدید می‌کند. گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس نیز به «عدم تداوم در اجرای سیاست‌های آب در دوره‌های مختلف دولت» اشاره کرده و آن را ناشی از «عدم پایبندی نخبگان سیاسی به راهکارهای بلندمدت» می‌داند (مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۹ب).

ترکیبِ تشتّت نهادی، فشار ذی‌نفعان، کمبود منابع و ضعف نظارت باعث شد که هر پنجره فرصت (مثلاً بحرانِ تالاب یا موجِ خشکسالی) به جای تبدیل شدن به نقطه عطف برای اصلاح ساختاری، به محرکی برای پروژه‌های کوتاه‌مدت یا توزیع بودجه سیاسی مبدل شود. بررسی مستندات مرکز پژوهش‌ها نشان می‌دهد که این الگو نه‌فقط یک رخداد گذرا، بلکه یک روند ساختاری است که تداومِ ناترازی را تضمین کرده است.

جدول ۲- تحلیل علل شکست در پیوند سه جریان و بسته شدن پنجره فرصت در دوره جمهوری اسلامی ایران (حوزه آب)

جریان	عامل/مصداق شکست	توضیح و پیامد
جریان مسئله (ضعف در چارچوب‌بندی)	**تشدید بحران به «تهدید امنیت ملی» اما عدم تبدیل به اولویت حاکمیتی فراجناحی:** - **تعریف تقلیل‌یافته از بحران:** اگرچه ابعاد بحران (شکاف منابع، فرونشست، درگیری‌ها) کاملاً شناسایی شد، اما عمدتاً در گفتمان رسمی به عنوان یک «چالش فنی-مدیریتی» یا «مشکل زیست‌محیطی» باقی ماند و هرگز به عنوان یک «بحران وجودی نظام حکمرانی» که نیازمند بازنگری اساسی در الگوی توسعه است، چارچوب‌بندی نشد.	- بحران با وجود عینی بودن و تشدید، در سایه مسائل سیاسی کوتاه‌مدت (تحریم‌ها، رقابت‌های جناحی) قرار گرفت. - فقدان یک «کارآفرین سیاستی» فراجناحی که بحران را به دغدغه اصلی تمامی قوای نظام تبدیل کند، باعث شد مسئله نتواند اراده سیاسی لازم برای اصلاحات ساختاری را بسیج کند.
جریان سیاست (ضعف در عملیاتی‌سازی)	ناهماهنگی و تضاد در راه‌حل‌ها: - **تضاد ذاتی سیاست‌ها:** همزمانی و رقابت راه‌حل‌های «عرضه‌محور» (سدسازی، انتقال آب بین‌حوضه‌ای) با راه‌حل‌های «تقاضامحور» (تعادل‌بخشی، مدیریت مصرف) که اولی با قدرت و بودجه پیش می‌رود و دومی عمدتاً در حد شعار و قانون باقی می‌ماند. - **شکاف بزرگ تدوین-اجرا:** قوانین پیشرفته (مانند تعادل‌بخشی، بازار آب) فاقد سازوکارهای اجرایی، نظارتی و مالی لازم برای تحقق بودند.	- «انبار راه‌حل‌ها» منشعب و متضاد شد. راه‌حل‌های پایدار نتوانستند در عمل بر راه‌حل‌های رانتی-عرضه‌محور غلبه کنند. - سیاست‌های نوین به دلیل فقدان «پشتوانه اجرایی» و «اقتضای سیاسی»، در مواجهه با اولین مانع (مقاومت ذی‌نفعان) شکست خوردند و منجر به «سیاست‌زده‌سازی» و کاهش اعتماد به راه‌حل‌های کارشناسی شدند.
جریان سیاست‌گذار (بی‌ثباتی نهادی)	- چندپارگی نهادی و غلبه منافع خاص: - **تعارض ذاتی مأموریت نهادها:** تقابل مأموریت وزارت نیرو (مدیریت منابع آب) با وزارت جهاد کشاورزی (توسعه کشاورزی و امنیت غذایی). - **نفوذ ائتلاف ذی‌نفعان قدرتمند:** لابی قدرتمند بهره‌برداران کشاورزی و پیمانکاران پروژه‌های عمرانی آب که هرگونه اصلاح ساختاری را وتو می‌کنند. - **نقش کمرنگ مجلس در نظارت و اجرا:** مجلس عمدتاً به عرصه‌ای برای انتقال خواسته‌های محلی و گروه‌های فشار تبدیل شده و نتوانسته نقش کارآفرین سیاستی یا ناظر مؤثر را ایفا کند. - **تأثیر محدودیت‌های خارجی (تحریم) و مالی:** کمبود بودجه، دسترسی محدود به فناوری و وابستگی به درآمدهای نفت، اجرای سیاست‌های بلندمدت را مختل کرده است.	- این جریان اصلی‌ترین مانع بود. ساختار حکمرانی چندپاره و فاقد انسجام، امکان شکل‌گیری «اراده ملی واحد» و «کارآفرین سیاستی» قدرتمند برای پیوندزدن مسئله به راه‌حل را غیرممکن کرد. - غلبه «اقتصاد سیاسی رانتی» و «ملاحظات کوتاه‌مدت سیاسی» بر «عقلانیت فنی-زیست‌محیطی» باعث تداوم پارادایم ناپایدار شد. پنجره‌های فرصت متعدد (مانند بحران دریاچه ارومیه) برای اصلاحات ساختاری، به پروژه‌های مقطعی و نمایشی تقلیل یافت.

جدول ۳- تحلیل جامع ۷ برنامه توسعه جمهوری اسلامی ایران از منظر سیاست‌گذاری در حوزه آب

برنامه	عنوان و جهت گیری کلان	سیاست های کلان آب	دستاوردهای کالبدی (عمدتاً عرضه محور)	آسیب‌شناسی و پیامدهای کلان
برنامه اول توسعه (۱۳۶۸-۱۳۷۲)	بازسازی پس از جنگ و تأمین نیازهای اولیه	- تمرکز بر اتمام پروژه‌های نیمه تمام سدسازی دوره قبل (مانند سد کرخه) - توسعه شبکه‌های آبرسانی شهری و روستایی - تأمین آب مورد نیاز برای کشاورزی به عنوان محور امنیت غذایی (برنامه اول، فصل کشاورزی)	- پیشرفت فیزیکی در احداث سدهای بزرگ - افزایش پوشش آب شرب شهری و روستایی	تثبیت مجدد پارادایم فنی-عرضه محور: اولویت مطلق با توسعه فیزیکی و بازسازی زیرساخت‌های جنگ‌زده، بدون بازنگری در الگوی ناپایدار پیشین، بحران کیفیت آب و مدیریت تقاضا کاملاً مغفول ماند
برنامه دوم توسعه (۱۳۷۴-۱۳۷۸)	توسعه پایدار (در گفتمان) و رشد اقتصادی	- ادامه سدسازی و پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای (طرح‌هایی مانند بهشت‌آباد) - تصویب قانون «توزیع عادلانه آب» (۱۳۶۱) اما تمرکز بر اجرای مفاد مربوط به کنترل و بهره‌برداری توسط دولت - اولین اشاره‌های کمرنگ به «حفظ کیفیت آب» و «آبیاری تحت فشار» (برنامه دوم، فصل آب)	- افزایش قابل توجه ظرفیت مخازن سدها - آغاز رسمی پروژه‌های بزرگ انتقال آب بین حوضه‌ای	شکاف بین گفتمان و عمل: شعار «توسعه پایدار» در عمل ذیل پارادایم قدیمی «توسعه فیزیکی» تعریف شد - تقویت حکمرانی متمرکز و تضعیف نهادهای محلی در نتیجهٔ تغییر ماهیت مالکیت آب از دارایی مشترک اجتماعی به کالای دولتی بر اساس قانون توزیع عادلانه آب (۱۳۶۱)؛ اگرچه این قانون به‌طور کامل اجرا نشد، اما همین تغییر بنیادین در مبانی حقوقی، تمرکزگرایی را در نظام مدیریت آب نهادینه کرد.
برنامه سوم توسعه (۱۳۷۹-۱۳۸۳)	توسعه مبتنی بر عدالت اجتماعی و دانش	- تأکید صریح بر «تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی» برای اولین بار - الزام بر «نصب کنتور» بر روی چاه‌ها - هدف‌گذاری برای افزایش راندمان آبیاری (برنامه سوم، مواد ۱۳۰ و ۱۳۲)	- ادامه روند سدسازی - آغاز مطالعات جدی برای تعادل‌بخشی	- آغاز چرخه ناقص به سمت مدیریت تقاضا: ایده‌های نو مطرح شد اما فاقد «اقتضای اجرایی» و «پشتوانه سیاسی» کافی برای مقابله با ذی‌نفعان قدرتمند (مانند کشاورزان) بودند - قوانین جدید عمدتاً در مرحله مطالعاتی باقی ماندند
برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۴-۱۳۸۸)	اقتصاد رقابتی، توسعه منطقه‌ای و مقابله با خشکسالی	- تصویب «طرح تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی» به صورت جدی‌تر (ماده ۱۳۴) - الزام به تعیین تکلیف چاه‌های غیرمجاز - تأکید بر «آب مجازی» و «بهره‌وری» (ماده ۱۳۴)	- افزایش تعداد پروژه‌های آبیاری تحت فشار - آغاز پایش جدی‌تر چاه‌ها	- مقاومت سیستم در برابر اصلاحات: با وجود قوانین پیشرفته، اجرای آن‌ها به دلیل فشار ذی‌نفعان و نهادهای موازی با شکست مواجه شد، شکاف بین «قانون» و «اجرا» به وضوح آشکار شد. بحران دریاچه ارومیه به یک نماد ملی تبدیل گردید
برنامه پنجم توسعه (۱۳۹۰-۱۳۹۴)	اصلاح الگوی مصرف، ارتقای بهره‌وری و آمایش سرزمین	- کاهش ۱۱ میلیارد متر مکعبی مصارف آب بخش کشاورزی (ماده ۱۳۱) - تأکید بر «نظارت بر مصارف» و «آمایش سرزمین» به عنوان راهکاری برای حل بحران آب - تشکیل «ستاد احیای دریاچه ارومیه»	- نصب بخشی از کنتورهای هوشمند - انسداد تعدادی از چاه‌های غیرمجاز - آغاز اجرای طرح‌های احیایی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه	- شکست در تحقق اهداف کلان: هدف کاهش ۱۱ میلیارد متر مکعب محقق نشد - حکمرانی چند پاره (وزارت نیرو و جهاد کشاورزی) و فقدان اراده سیاسی برای اجرای سیاست‌های سخت، اصلی‌ترین دلایل شکست بودند
برنامه ششم توسعه (۱۳۹۶-۱۴۰۰)	اقتصاد مقاومتی، پایداری محیط‌زیست و ارتقای بهره‌وری	- قانون «تعیین تکلیف چاه‌های فاقد پروانه بهره‌برداری» (الحاقیه برنامه ششم) - تأکید بر ایجاد «بازار آب» و «قیمت‌گذاری» - الزام به اجرای «آمایش سرزمین» برای حل بحران آب (برنامه ششم، فصل هشتم)	- انسداد تعداد بیشتری چاه غیرمجاز (اما ناکافی) - تدوین مقررات اولیه برای بازار آب	- درمان‌های سطحی برای یک بیماری ساختاری: قوانین اگرچه لازم بودند، اما برای حل بحران عمیق آب ناکافی بودند - تمرکز بر ابزارهای اقتصادی (مانند بازار آب) بدون فراهم آوردن بستر نهادی و شفافیت لازم، محکوم به شکست یا ایجاد رانت جدید است
برنامه هفتم توسعه (۱۴۰۲-۱۴۰۶) (در حال اجرا)	تاب‌آوری، حکمرانی هوشمند و گذار از چالش‌های زیست‌محیطی	- تأکید بر حکمرانی یکپارچه و هوشمند آب - پیگیری طرح‌های کلان انتقال آب (مانند انتقال از دریای عمان و خلیج فارس) - ادامه راهبردهای تعادل‌بخشی و احیای زیست‌بوم‌ها (برنامه هفتم، فصل محیط‌زیست و آب)	در مرحله اجرا و ارزیابی است	- تداوم یک پارادوکس خطرناک: همزمانی شعار «حکمرانی هوشمند و پایدار» با پیگیری پروژه‌های پرهزینه و پرریسک هزینه محور (انتقال آب)، نشان از عدم یادگیری از گذشته و غلبه «اقتصاد سیاسی رانتی» بر «عقلانیت فنی-زیست‌محیطی» دارد

جدول ۴- بررسی مقایسه‌ای سیاست‌های عرضه‌محور در مقابل تقاضامحور در دوره جمهوری اسلامی ایران (حوزه آب)

مولفه	سیاست‌های مسلط (عرضه محور)	سیاست‌های مغفول (تقاضا محور)
نگرش به مسئله	کمبود فیزیکی آب؛ نیاز به افزایش عرضه	عدم تعادل در تخصیص، مصرف ناکارآمد و حکمرانی نادرست
راه‌حل کلان	ایجاد منابع جدید (سدسازی، انتقال آب بین‌حوضه‌ای، پروژه‌های بزرگ آب شیرین‌کن)	مدیریت مصرف، افزایش بهره‌وری، قیمت‌گذاری، تعادل‌بخشی، بازار آب، مشارکت مردمی
شاخص عینی	تعداد سدهای ساخته شده، حجم مخازن، طول خطوط انتقال آب	راندمان آبیاری، کاهش مصارف، نصب کنتورهای هوشمند، حجم آب صرفه‌جویی شده
نهاد متولی	وزارت نیرو (شرکت‌های آب منطقه‌ای)، پیمانکاران پروژه‌های بزرگ	وزارت جهاد کشاورزی (در بخش بهره‌وری)، سازمان حفاظت محیط‌زیست، تشکل‌های مردمی (در عمل نادیده گرفته شده) وزارت نیرو (شرکت‌های آب منطقه‌ای)، پیمانکاران پروژه‌های بزرگ
تأمین مالی	بودجه کلان دولتی (نفت)، وام‌های خارجی، قراردادهای بزرگ پیمانکاری	عوارض آب، مشارکت مردمی، بودجه محدود برای طرح‌های نرم‌افزاری
پیامد بلندمدت	تخریب محیط‌زیست، تشدید بحران در حوضه‌های مبدأ، وابستگی به پروژه‌های پرهزینه، تعمیق ناترازی	پایداری منابع، تاب‌آوری در خشکسالی، کاهش تعارضات محلی (در صورت اجرا)
مستندات برنامه‌های توسعه	برنامه‌های اول و دوم: اتمام پروژه‌های نیمه‌تمام سدسازی برنامه چهارم و پنجم: پیگیری طرح‌های انتقال آب برنامه هفتم: انتقال آب از دریای عمان و خلیج فارس	برنامه سوم: اولین اشاره به تعادل‌بخشی برنامه چهارم و پنجم: تأکید بر مدیریت تقاضا و بهره‌وری برنامه ششم: بازار آب و قیمت‌گذاری (عملیاتی نشد) برنامه هفتم: تأکید مجدد بر بازار آب، قیمت‌گذاری و تعرفه‌گذاری (در مرحله قانون‌گذاری و نیازمند نظارت بر اجرا)
گزارش‌های نهادهای ناظر	گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس (۱۴۰۲): ۷۰٪ اعتبارات بخش آب به طرح‌های عرضه‌محور اختصاص دارد	گزارش دیوان محاسبات (۱۴۰۳): عدم تحقق اهداف مدیریت تقاضا به دلیل کمبود بودجه و مقاومت ذی‌نفعان

گزارش یافته‌های پژوهش

یافته‌ها حاکی از آن است که اگرچه بحران آب به‌طور کامل وارد دستورکار عمومی و امنیتی کشور شده و «جریان مسئله» به بالاترین سطح برجستگی خود رسیده است، اما این برجستگی به تغییر پارادایم سیاست‌گذاری منجر نشده و اغلب به واکنش‌های مقطعی و کوتاه‌مدت انجامیده است. در سطح «جریان سیاست»، مجموعه‌ای متنوع و متضاد از راه‌حل‌ها، از مدیریت تقاضا و تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی تا پروژه‌های سدسازی و انتقال آب مطرح شده‌اند. با این حال، نگاه عرضه‌محور، خود به‌عنوان یک «راه‌حل» مطرح می‌شود، اما راه‌حلی ناپایدار است که به ناپایداریِ آن توجه نمی‌شود و با وجود پیامدهای فاجعه‌بار (فرونشست، خشک‌شدن دریاچه‌ها، کسریِ مخازن)، به‌دلیل حمایتِ ائتلاف‌های قدرتمند و ساختار بودجه‌ریزیِ رانتی، همچنان گفتمانی غالب دارد. این وضعیت، نشان‌دهنده شکاف عمیق میان سیاست‌های اعلامی (که بر مدیریت تقاضا تأکید دارند) و سیاست‌های اجرایی (که همچنان عرضه‌محور هستند) است و تداومِ این شکاف، خود به تعمیقِ بحران ناترازی آب انجامیده است. این شکاف نه‌تنها مانع تحقق اصلاحات پایدار شده، بلکه در بسیاری موارد خود به تشدید ناترازی منابع آب و گسترش منازعات اجتماعی و منطقه‌ای انجامیده است.

تحلیل «جریان سیاست‌گذار» نیز نشان می‌دهد که چندپارگی نهادی، تعارض مأموریت‌ها میان دستگاه‌های متولی، نفوذ ذی‌نفعان قدرتمند اقتصادی و محلی، ضعف نظام نظارت و پاسخ‌گویی و محدودیت‌های مالی و سیاسی، مانع از شکل‌گیری یک اراده سیاسی منسجم و فراجناحی برای اصلاح حکمرانی آب شده است. در چنین شرایطی، پنجره‌های سیاستی گشوده‌شده ـــ چه در پی تشدید بحران و چه در نتیجه تغییرات نهادی ـــ اغلب بدون بهره‌برداری مؤثر بسته شده‌اند و فرصت گذار به سیاست‌های پایدار از دست رفته است.

بر اساس یافته‌های پژوهش، نخستین دلالت سیاستی، ضرورت گذار آگاهانه و نهادمند از پارادایم عرضه‌محور به پارادایم مدیریت تقاضا و حکمرانی پایدار آب است. این گذار مستلزم آن است که سیاست‌های کاهش مصرف، تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی و اصلاح الگوی کشت، نه در سطح شعار و اسناد، بلکه در قالب یک بسته سیاستی منسجم، دارای ضمانت اجرایی و پشتیبانی مالی پیگیری شود. دوم، تقویت انسجام نهادی و کاهش تعارض مأموریت‌ها میان نهادهای اصلی متولی آب، به‌ویژه وزارت نیرو و وزارت جهاد کشاورزی، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. بدون بازتعریف وظایف، ایجاد سازوکارهای هماهنگی مؤثر و پاسخ‌گویی شفاف، هرگونه سیاست اصلاحی با مقاومت نهادی و اجرایی مواجه خواهد شد. سوم، یافته‌ها بر اهمیت مدیریت ذی‌نفعان و کاهش نفوذ ائتلاف‌های رانتی تأکید دارد. اصلاح سیاست‌گذاری آب بدون در نظر گرفتن سازوکارهای جبرانی برای کشاورزان و بدون ایجاد مشوق‌های اقتصادی برای تغییر رفتار مصرفی، نه‌تنها ناکام خواهد ماند، بلکه می‌تواند به تشدید تنش‌های اجتماعی منجر شود.

در نهایت، این پژوهش نشان می‌دهد که گشودن پنجره‌های سیاستی مؤثر در آینده، مستلزم شکل‌گیری کارآفرینان سیاستی فراجناحی و ارتقای جایگاه آب به یک اولویت ملی بلندمدت است. تنها در چنین شرایطی می‌توان امید داشت که بحران ناترازی آب از مسیر اصلاحات ساختاری و پایدار مدیریت شود، نه از طریق راه‌حل‌های مقطعی و پرهزینه‌ای که خود بر پیچیدگی بحران می‌افزایند.

نتیجه‌گیری

این مقاله با بهره‌گیری از نظریهٔ جریان‌های چندگانه و مدل «پنجرهٔ سیاست» جان کینگدون نشان داد که بحران ناترازی آب در دورهٔ جمهوری اسلامی ایران، بیش از آنکه ناشی از فقدان دانش فنی یا کمبود ابزارهای قانونی باشد، ریشه در ناکامیِ ساختاریِ نظام سیاست‌گذاری در پیوند مؤثر سه جریان «مسئله»، «سیاست» و «سیاست‌گذار» دارد. مقالهٔ حاضر کاملاً اذعان دارد که دانش فنی (نظیر مدل‌های هیدرولوژیکی، برآورد بیلان، فناوری‌های آبیاری تحت فشار و سنجش از دور) و ابزارهای قانونی (مانند قانون توزیع عادلانه آب، قانون تعیین تکلیف چاه‌های فاقد پروانه، برنامه‌های توسعه و سند ملی آب) نقش‌های حیاتی و غیرقابل‌انکاری در نظام سیاست‌گذاری آب ایفا می‌کنند. با این حال، تأکید مقاله بر این است که وجود این عناصر به‌تنهایی برای حل بحران ناترازی کافی نیست؛ بلکه نحوهٔ تعامل آن‌ها با ساختار نهادی و فرآیندهای سیاسی، تعیین‌کنندهٔ اثربخشی نهایی است. این نقش‌های حیاتی را می‌توان در سه سطحِ مکمل دسته‌بندی کرد:

۱- تعریف و چارچوب‌بندی مسئله: دانش فنی و ابزارهای قانونی، به سیاست‌گذاران امکان می‌دهند تا «مسئله آب» را به‌درستی شناسایی، تعریف و برجسته‌سازی کنند. برای مثال، شاخص‌هایی مانند کسریِ مخازن آب زیرزمینی، نرخ فرونشست و میزان برداشت از منابع، مبنایی برای تعریف «بحران» به‌عنوان یک مسئله عمومی و ورود آن به دستورکار قرار می‌گیرند. همچنین قوانینی مانند «قانون توزیع عادلانه آب» یا «سند ملی آب»، چارچوبِ مفهومیِ مسئله را تعیین می‌کنند و مرزهای آن را مشخص می‌سازند. این نقش، پیش‌نیازِ دو نقش بعدی (طراحی راه‌حل و ارزیابی) است، زیرا تا زمانی که مسئله به‌درستی تعریف نشود، طراحی راه‌حل‌های کارآمد و ارزیابیِ آن‌ها ممکن نخواهد بود.

۲- طراحی راه‌حل‌های کارآمد: دانش فنی، «انبار راه‌حل‌ها» را تغذیه می‌کند. برای مثال، مدل‌های تعادل‌بخشی آبخوان، طراحی شبکه‌های آبیاری تحت فشار، یا برآورد پتانسیل آب‌های نامتعارف. ورود مفاهیمی مانند «آب مجازی» و «بازار آب» به قوانین برنامه‌های چهارم تا ششم مرهون همین دانش است.

۳- ارزیابی و بازخورد سیاست‌ها: دانش فنی امکان سنجش موفقیت یا شکست سیاست‌ها را فراهم می‌کند. مثلاً گزارش‌های دیوان محاسبات و مرکز پژوهش‌های مجلس مبتنی بر شاخص‌های فنی است. بنابراین، دانش فنی در ایران به وفور تولید شده، اما ساختار سیاست‌گذار (چندپارگی نهادی، نفوذ ذی‌نفعان، ضعف پاسخگویی) مانع از حرکت از دانش به اقدام شده است. به عبارت دیگر، دانش فنی شرط لازم است نه کافی. مقاله نشان می‌دهد که علی‌رغم هشدارهای مکرر کارشناسی درباره فرونشست تهران، پروژه‌های انتقال آب همچنان ادامه یافت. این یعنی ساختار سیاست‌گذار نسبت به دانش فنی مصونیت پیدا کرده است و این دقیقاً همان نقطه‌ای است که نظریه کینگدون آن را «شکست در پیوند جریان سیاست با جریان سیاست‌گذار» می‌نامد.

ابزارهای قانونی نیز نقش تعیین کننده‌ای در نظام سیاست‌گذاری آب دارند از جمله: الف) ایجاد چارچوب الزام‌آور برای اقدام: مانند «قانون توزیع عادلانه آب» (۱۳۶۱) اختیارات و تکالیف دولت را تعیین می‌کند. «برنامه‌های پنج‌ساله توسعه» اهداف کمّی (مثلاً کاهش ۱۱ میلیارد مترمکعب مصرف) و ابزارها (نصب کنتور، تعادل‌بخشی). ب) مشروعیت‌بخشی به مداخلات: قانون به سیاست‌گذاران مجوز اقدام می‌دهد. مثلاً «قانون تعیین تکلیف چاه‌های فاقد پروانه» به وزارت نیرو قدرت انسداد چاه‌های غیرمجاز را داد. ج) ایجاد بستر برای پاسخگویی: ابزارهای قانونی شاخص‌ها و ضرب‌الاجل‌هایی ایجاد می‌کنند که بر اساس آن می‌توان از دستگاه‌ها سؤال کرد. به عنوان مثال، شکل‌گیری «کمیسیون کشاورزی، آب و منابع طبیعی» در مجلس و «مرکز پژوهش‌های مجلس» برای ارزیابی انطباق عملکرد با قانون. اما ابزارهای قانونی در ایران دچار «شکاف تدوین-اجرا» هستند. قوانین خوب تصویب می‌شوند اما به دلیل نبود ضمانت اجرایی کافی، کمبود بودجه، و مقاومت ذی‌نفعان، اجرا نمی‌شوند. در ساختار موجود، قدرت لابی گروه‌های ذی‌نفع (کشاورزان، پیمانکاران سدسازی) از قدرت اجرای قانون پیشی گرفته است. همچنین، قوانین اغلب با یکدیگر تضاد دارند (مثلاً قانون خودکفایی گندم در تضاد با قانون تعادل‌بخشی). این نشان می‌دهد که صرف وجود ابزار قانونی بدون انسجام نهادی و اراده سیاسی نمی‌تواند ساختار را به سمت تغییر پارادایم هدایت کند.

تأثیر نهایی دانش و قانون بر ساختار، زمانی رخ می‌دهد که «پنجره سیاست» گشوده شود و «کارآفرینان سیاستی» بتوانند این دو جریان را با اراده سیاسی پیوند بزنند. در غیاب این پیوند، دانش و قانون به «زینت‌های روی کاغذ» تبدیل می‌شوند. این تحلیل با نظریه کینگدون همخوانی کامل دارد: وجود مسئله (که توسط دانش تعریف می‌شود) و راه‌حل (که توسط قانون پیشنهاد می‌گردد) کافی نیست؛ شرط لازم و کافی، پیوند مؤثر هر دو با جریان سیاست‌گذار در زمان مناسب است. مقاله نشان می‌دهد که این پیوند در ایران رخ نداده، از این رو بحران ادامه یافته است.

پیشنهادهای دانشی، نهادی، سیاستی برای گشودن پنجره سیاستی

بر اساس یافته‌های این پژوهش، صرفاً توصیه به «تغییر پارادایم» کافی نیست. پنج اقدام عملی برای ایجاد امکان گذار پیشنهاد می‌شود:

۱- بازتعریف مسئله در بالاترین سطح حاکمیتی:

با توجه به نظریه کینگدون، «جریان مسئله» زمانی به تغییر منجر می‌شود که به‌عنوان یک «بحرانِ امنیت ملیِ درجه‌یک»

چارچوب‌بندی گردد. از آنجا که بحران آب در ایران، به‌دلیل پیامدهای گسترده آن در ابعاد اجتماعی (منازعات بین‌استانی)، زیست‌محیطی (فرونشست، خشک‌شدن دریاچه‌ها)، اقتصادی (ناامنی غذایی، کاهش تولید) و سیاسی (بی‌ثباتی و کاهش مشروعیت نظام)، خود یک تهدیدِ مستقل و جدی برای امنیت ملی محسوب می‌شود، پیشنهاد می‌شود که مسئلهٔ آب از حیطه یک چالشِ بخشی (وزارت نیرو) خارج و به سطحِ فراقوه‌ای (نظیر شورای عالی امنیت ملی یا مجمع تشخیص مصلحت نظام) ارتقا یابد تا با نگاهی کلان، فرابخشی و هماهنگ‌شده، مورد بررسی و تصمیم‌گیری قرار گیرد. برای مستندسازی این ارتقا، می‌توان بر پیوندهای مستقیمِ بحران آب با امنیت غذایی، امنیت اجتماعی، سلامت زیست‌بوم و پایداری سرزمینی تأکید کرد، بدون آنکه لازم باشد صرفاً بر زیرساخت‌های نظامی و هسته‌ای (مانند نیروگاه بوشهر و پدافند هوایی) متمرکز شد. با این حال، در صورت تمایل، می‌توان به‌عنوان یکی از ابعادِ مکمل، به تهدیداتِ ناشی از فرونشست برای زیرساخت‌های حیاتی (مانند خطوط انتقال انرژی، جاده‌ها و فرودگاه‌ها) نیز اشاره کرد، اما تأکید اصلی بر ابعادِ چندوجهیِ خودِ بحران آب به‌عنوان یک تهدیدِ مستقلِ امنیت ملی خواهد بود.»

۲- ایجاد یک «کارآفرین سیاستی فراجناحی»: تجربه احیای دریاچه ارومیه نشان داد که ستادهای موقت با بودجه محدود کارآمد نیستند. پیشنهاد می‌شود «سازمان ملی حکمرانی آب» با ریاست رئیس‌جمهور و دبیری یک چهره فنی-سیاسی مورد قبول همه جناح‌ها تأسیس شود و اختیارات فرابخشی و نظارت بر بودجه تمام دستگاه‌های مرتبط را داشته باشد.

۳- طراحی بسته جبرانی برای شکننده‌ترین ائتلاف ذی‌نفع (کشاورزان دارای چاه غیرمجاز): به جای برخورد صرفاً قهری، یک برنامه ۱۰ ساله جایگزینی معیشت طراحی شود: تبدیل چاه‌های غیرمجاز در دشت‌های بحرانی به «چاه‌های پایش و تحقیق» با حقوق ماهیانه برای کشاورزان، یا تبدیل آنان به نیروهای حفاظت از منابع آب و محیط زیست. این بسته باید قبل از هر گونه انسداد چاه، تصویب و ابلاغ شود.

۴- بهره‌برداری از بحران‌های آتی به عنوان «پنجره فرصت»: به منظور آمادگی برای مواجهه با خشکسالی‌های احتمالی در سال‌های آینده، پیشنهاد می‌شود هم‌اکنون «برنامه اقدام اضطراری ملی» تدوین شود تا در زمان بحران، بدون اتلاف وقت اجرا شود.

۵- رفع شکاف تدوین-اجرا از طریق نظارت همگانی: سامانه «شفافیت آب» راه‌اندازی شود که تمامی برداشت‌ها از چاه‌های مجاز، حجم سدها و قراردادهای انتقال آب به صورت برخط و عمومی قابل رصد باشد. دیوان محاسبات و سازمان بازرسی کل کشور موظف شوند گزارش‌های ماهانه را به صورت علنی منتشر کنند.

منابع

توسلی، غلامعباس. (۱۳۷۳). نظریه‌های جامعه‌شناسی در قرن بیستم. انتشارات سمت. تهران، ایران.

درویش، محمد. (۱۴۰۰). نباید به آب به چشم نفت نگاه کرد/ بحران آب در آینده بسیار خطرناک خواهد بود/ مساله ما کمبود خرد است نه آب و زمین!. بازیابی شده از سایت شفقنا. https://fa.shafaqna.com/?p=1195144

دفتر مقام معظم رهبری. (۱۳۹۴آ). سیاست‌های کلی نظام در بخش آب. تهران، ایران. https://khl.ink/f/29282

دفتر مقام معظم رهبری. (۱۳۹۴ب). سیاست‌های کلی محیط‌زیست (ابلاغی ۲۶/۰۸/۱۳۹۴). تهران، ایران. https://farsi.khamenei.ir/news-content?id=31422

دیوان محاسبات کشور. (۱۳۸۹). گزارش تفریغ بودجه کل کشور (بخش آب). تهران، ایران.

دیوان محاسبات کشور. (۱۳۹۵آ). گزارش تفریغ بودجه کل کشور: بخش آب و منابع طبیعی. تهران، ایران.

دیوان محاسبات کشور. (۱۳۹۵ب). گزارش نظارتی دیوان محاسبات درباره عملکرد دستگاه‌ها در حوضه آبریز دریاچه ارومیه. تهران، ایران.

دیوان محاسبات کشور. (۱۳۹۸). گزارش تفریغ بودجه کل کشور: بخش آب و منابع آب زیرزمینی. گزارش شماره ۹۸۰۷۶۵. تهران، ایران.

دیوان محاسبات کشور. (۱۴۰۰آ). گزارش تفریغ بودجه کل کشور سال ۱۳۹۸ (جلد ۴). تهران، ایران.

دیوان محاسبات کشور. (۱۴۰۰ب). گزارش تفریغ بودجه کل کشور (بخش آب و منابع طبیعی). تهران، ایران.

دیوان محاسبات کشور. (۱۴۰۲). گزارش تفریغ بودجه کل کشور (بخش آب و منابع طبیعی). تهران، ایران.

دیوان محاسبات کشور. (۱۴۰۳). گزارش تفریغ بودجه کل کشور، بخش آب و منابع طبیعی. تهران، ایران.

سازمان برنامه و بودجه کشور. (۱۳۶۶). قانون برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۶۸-۱۳۷۲). تهران، ایران.

سازمان برنامه و بودجه کشور. (۱۳۷۳). قانون برنامه دوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۷۴-۱۳۷۸). تهران، ایران.

سازمان برنامه و بودجه کشور. (۱۳۷۸). قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۷۹-۱۳۸۳). تهران، ایران.

سازمان برنامه و بودجه کشور. (۱۳۸۳). قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۴-۱۳۸۸). تهران، ایران.

سازمان برنامه و بودجه کشور. (۱۳۸۹). قانون برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۰-۱۳۹۴). تهران، ایران.

سازمان برنامه و بودجه کشور. (۱۳۹۶). قانون برنامه ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۰-۱۳۹۴). تهران، ایران.
سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. (۱۴۰۰). گزارش پایش پدیده فرونشست زمین در دشت‌های ایران. تهران، ایران.
سازمان نقشه‌برداری کشور. (۱۳۹۹آ). پایش پدیده فرونشست زمین در دشت‌های کشور (گزارش فنی). تهران، ایران.
سازمان نقشه‌برداری کشور. (۱۳۹۹ب). پایش فرونشست زمین با استفاده از داده‌های راداری (InSAR). تهران، ایران.
سازمان نقشه‌برداری کشور. (۱۴۰۱). گزارش پایش و تحلیل فرونشست زمین در ایران. تهران، ایران.
ستاد احیای دریاچه ارومیه. (۱۳۹۳). طرح جامع احیای دریاچه ارومیه. معاونت ریاست جمهوری. تهران، ایران.
ستاد احیای دریاچه ارومیه. (۱۳۹۷). گزارش عملکرد و پیشرفت طرح‌های احیای دریاچه ارومیه. معاونت ریاست جمهوری. تهران، ایران.
ستاد احیای دریاچه ارومیه. (۱۳۹۸). گزارش عملکرد و ارزیابی برنامه‌های احیای دریاچه ارومیه. معاونت ریاست جمهوری. تهران، ایران.
شرکت تولید برق حرارتی. (۱۴۰۱). گزارش تأثیر کمبود آب بر عملکرد نیروگاه‌های حرارتی کشور. وزارت نیرو. تهران، ایران.
شرکت مدیریت منابع آب ایران. (۱۳۹۸آ). گزارش بیلان منابع و مصارف آب کشور. وزارت نیرو. تهران، ایران.
شرکت مدیریت منابع آب ایران. (۱۳۹۸ب). گزارش عملکرد پنج ساله طرح احیا و تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی کشور (۱۳۹۳-۱۳۹۸). وزارت نیرو. تهران، ایران.
شرکت مدیریت منابع آب ایران. (۱۳۹۹). گزارش ملی وضعیت آب‌های زیرزمینی ایران. وزارت نیرو. تهران، ایران.
شرکت مدیریت منابع آب ایران. (۱۴۰۲). اطلس منابع آب ایران. وزارت نیرو. تهران، ایران.
سازمان حفاظت محیط‌زیست. (۱۳۹۴). طرح حفاظت از تالاب‌های ایران: گزارش وضعیت و روند تغییرات دریاچه ارومیه. سازمان حفاظت محیط زیست. تهران، ایران.
عزیزی، قاسم. (۱۳۸۸). مدیریت منابع آب در ایران: چالش‌ها و راهکارها. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات جغرافیایی، ۲۴(۱)، ۲۵-۱.
قادری، حاتم. (۱۳۸۱). سیاست جناحی در ایران: از حزب توده تا احزاب عصر جمهوری اسلامی. نشر چشمه. تهران، ایران.
مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۶). صورت مشروح مذاکرات مجلس شورای اسلامی در بررسی الحاقیه قانون تعیین تکلیف چاه‌های فاقد پروانه. مجلس شورای اسلامی. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۸۴). ارزیابی اجرای برنامه سوم توسعه (بخش آب). تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۸۵). بررسی سیاست خودکفایی گندم و آثار آن بر منابع آب کشور. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۱). بررسی طرح‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای و پیامدهای زیست‌محیطی آن‌ها. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۴). ارزیابی عملکرد برنامه پنجم توسعه در بخش آب. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۵آ). بررسی چالش‌ها و موانع اجرای سند ملی آب. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۵ب). بررسی چالش‌ها و تناقضات سیاستی برنامه ششم توسعه در بخش آب. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۵ج). بررسی یارانه پنهان آب در بخش کشاورزی و آثار آن بر بهره‌وری. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۶آ). چالش‌های حکمرانی آب در ایران (گزارش شماره ۱۶۴۷۳). تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۶ب). بررسی ابعاد حقوقی و نهادی طرح‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۷آ). بررسی تعارضات سیاستی در بخش آب و کشاورزی. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۷ب). بررسی طرح‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای و ملاحظات فنی، اقتصادی و نهادی. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۷ج). ارزیابی اقتصادی و نهادی طرح‌های بزرگ آب و نقش ذی‌نفعان پیمانکاری. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۷د). چالش‌های تخصیص بودجه در بخش آب؛ غلبه پروژه‌های سازه‌ای بر مدیریت تقاضا. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۷و). بررسی تأمین مالی طرح‌های تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۹آ). بررسی ابعاد اجتماعی و امنیتی بحران آب در ایران (گزارش شماره ۱۷۵۶۰). تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۹ب). بررسی علل عدم تحقق سیاست‌های کلان آب در ایران. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۰آ). ارزیابی عملکرد ستاد ملی سازگاری با کم‌آبی. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۰ب). بررسی تأثیر تحریم‌های بین‌المللی بر پروژه‌های بخش آب. تهران، ایران.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۰ج). بررسی اجرای پایش منابع آب در برنامه ششم توسعه. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۱آ). امنیت آبی در ایران: چالش‌ها و راهبردها. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۱ب). تحلیل حکمرانی آب در ایران. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۱ج). بررسی چالش‌های نهادی و اجرایی سیاست قیمت‌گذاری آب در ایران. تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۱د). بررسی منازعات آبی و راهکارهای حل‌وفصل آن‌ها (گزارش شماره ۱۸۲۱۰). تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۲آ). ارزیابی لایحه بودجه ۱۴۰۳ کل کشور: بخش آب (گزارش شماره ۱۸۷۴۵). تهران، ایران.
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۲ب). بررسی موانع سیاسی-اقتصادی اصلاح سیاست‌های آب کشاورزی. تهران، ایران.
مرکز تحقیقات استراتژیک مجمع تشخیص مصلحت نظام. (۱۴۰۲). تحلیل حکمرانی آب در ایران. تهران، ایران.
مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب. (۱۴۰۱). چالش‌های حکمرانی و هماهنگی نهادی در بخش آب کشور. وزارت جهاد کشاورزی. تهران، ایران.
مصطفوی، محمدعلی. (۱۳۹۸). کسری مخازن آب‌های زیرزمینی از آستانه تحمل گذشت {گفتگو با مدیرکل دفتر حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی}. https://www.etemadonline.com/tiny/news-325927
وزارت جهاد کشاورزی. (۱۴۰۱). آمارنامه کشاورزی ایران.معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی. تهران، ایران.
وزارت نیرو. (۱۳۷۵). گزارش عملکرد سالانه در حوزه مدیریت منابع آب. تهران، ایران.
وزارت نیرو. (۱۳۹۵). گزارش ارزیابی عملکرد برنامه پنجم توسعه در بخش آب. دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا. تهران، ایران.
وزارت نیرو. (۱۳۹۸آ). چالش‌های مالی و اجرایی بخش آب در شرایط تحریم. تهران، ایران.
وزارت نیرو. (۱۳۹۸ب). گزارش ملی وضعیت آب کشور. تهران، ایران.
وزارت نیرو. (۱۴۰۰). ترازنامه انرژی کشور (بخش آب و برق). تهران، ایران.
وزارت نیرو. (۱۴۰۱). گزارش عملکرد سالانه بخش آب. تهران، ایران.
هیئت وزیران. (۱۳۹۰). سند ملی آب جمهوری اسلامی ایران. دولت جمهوری اسلامی ایران. تهران، ایران.

Cairney, P., & Jones, M. D. (2016). Kingdon's multiple streams approach: What is the empirical impact of this universal theory?. Policy Studies Journal, 44(1), 37–58. https://doi.org/10.1111/psj.12111
Haacke, J. (2021). Foreign policy entrepreneurs, policy windows, and 'pragmatic engagement' reconsidering insights of the multiple streams framework and the Obama administration's 2009 policy shift towards military-run Myanmar. Foreign Policy Analysis, 17(3). https://doi.org/10.1093/fpa/orab017
Hall, P. A. (1993). Policy paradigms, social learning, and the state: The case of economic policymaking in Britain. Comparative Politics, 25(3), 275-296.
Kingdon, J. W. (1984). Agendas, alternatives, and public policies. Little, Brown and Company. Boston, MA, USA.
Mbah, P. O., Ezeibe, C. C., & Iwuoha, V. C. (2022). Policy windows and political change: Revisiting Kingdon's multiple streams framework. Journal of Public Affairs, 22(2), e2396. https://doi.org/10.1002/pa.2396
Rawat, P., & Morris, J. C. (2016). Kingdon's "streams" model at thirty: Still relevant in the 21st century?. Politics & Policy, 44(4), 608–638. https://doi.org/10.1111/polp.12168
Triviño, S. M., Figueroa-Benitez, A., Figueroa, A., & Amezaga, J. (2026). Political Ontology in the Environmental Management of Hydrosocial Territories: Introducing Water-Important SocioEcological Systems (WISe). Water, 18(11), 1319. https://doi.org/10.3390/w1811131
Vahabzadeh, M., Molajou, A., Akbari Variani, H. & Afshar, A. (2025). Assessment of the water and energy nexus in the energy supply subsystem of water stressed countries like Iran. Sci Rep 15, 37467. https://doi.org/10.1038/s41598-025-21380-0
Zahariadis, N. (2014). Ambiguity and multiple streams. In P. A. Sabatier & C. M. Weible (Eds.), Theories of the policy process (3rd ed., pp. 25–58). Westview Press, Boulder, CO, USA.
Zamani, O., Azadi, H., Mortazavi, S. A., Balali, H., & Movahhed Moghaddam, S. (2021). The impact of water-pricing policies on water productivity:

Evidence from the agricultural sector in Iran. Agricultural Water Management, 245, 106548. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106548

پی‌نوشت‌ها

۱- «اثرات متقابل» به مجموعه روابط دوسویه و وابستگی‌های فیزیکی، اقتصادی و سیاستی میان تأمین آب و تولید/مصرف انرژی اطلاق می‌شود.

2- Hydropower

3- Energy Carrier

4- Water-Energy Nexus

۵- منطق درونی تصمیم‌گیری‌ها به سه بخش منطق دانشی، منطق نهادی، و منطق سیاستی قابل تقسیم است. منطق نهادی: ساختار متمرکز و گاه متکثر نهادهای سیاست‌گذار، قواعد اداری حاکم، و روابط قدرت بین‌بخشی، به عنوان بستری اساسی، دامنه گزینه‌های سیاستی و اولویت‌بندی‌ها را محدود ساخته و مقاومت در برابر تغییر را تشدید می‌کنند. منطق دانشی: نحوه ورود دانش علمی و فنی به فرآیند تصمیم‌گیری، چالش‌های مربوط به شکاف دانشی بین متخصصان و سیاست‌گذاران، و گاه اتکاء به دانش تجربی یا منافعی خاص، بر کیفیت و جهت‌گیری تصمیمات اثرگذار بوده است. منطق سیاستی: اهداف کلان توسعه‌ای (مانند اولویت‌دهی به امنیت غذایی از طریق توسعه کشاورزی)، ارزش‌های غالب در نظام برنامه‌ریزی، و منافع ذی‌نفعان متنفذ، چارچوبی برای اولویت‌بندی اهداف و گزینه‌های سیاستی ایجاد کرده که گاه با الزامات پایداری یا اثربخشی بلندمدت همخوانی ندارد.

۶- مدل پنجره سیاست (Kingdon) به طور مستقیم بر مفهوم زمان‌بندی تأکید دارد. پنجره سیاست یک فرصت موقتی برای پرداختن به یک مسئله است و این پنجره‌ها به دلیل تغییر در جریان مسئله (مثلاً افزایش آگاهی عمومی درباره یک مشکل) یا تغییر در جریان سیاست (مثلاً تغییر در دولت یا ائتلاف‌های سیاسی) باز می‌شوند. فضای سیاست‌گذاری (Policy Space) شامل تمام بازیگران (سیاست‌گذاران، گروه‌های ذینفع، کارشناسان)، نهادها (سازمان‌های دولتی، پارلمان)، و روابط متقابل آنهاست.پویایی فضایی به این معناست که چگونه این بازیگران و نهادها در این فضا با یکدیگر تعامل می‌کنند، چگونه قدرت توزیع می‌شود، چگونه ائتلاف‌ها شکل می‌گیرند و چگونه منافع مختلف در این فضا با هم رقابت یا همکاری می‌کنند.

۷- در نظریه جریان‌های چندگانه (Multiple Streams Framework) جان کینگدون، "فضای سیاسی" (Politics Stream) به مجموعه‌ای از عوامل اشاره دارد که مستقل از جریان مسائل و راه‌حل‌ها عمل می‌کنند و بر پذیرش یا رد راه‌حل‌ها تأثیر می‌گذارند. این مفهوم کلیدی (فضای سیاسی) در بخش‌های «چندپارگی نهادی و تداخل وظایف؛ حکمرانی پراکنده آب» و «قدرت ائتلاف ذی‌نفعان قدرتمند (کشاورزان، پیمانکاران سدسازی)» و «نقش کمرنگ مجلس به عنوان نهاد ناظر» و «تأثیر تحریم‌ها و محدودیت‌های مالی» به آن پرداخته شده است

۸- «بحران امنیت ملی» در این مقاله یک برچسب سیاستی (policy label) است نه یک طبقه‌بندی مدیریتی، دانشی، نهادی یا فنی، بلکه نشان‌دهنده چگونگی درک و بازنمایی مسئله آب توسط دولت و نهادهای حکمرانی است. تشدید عدم تعادل منابع، فرونشست، خشک‌شدن اکوسیستم‌ها و ظهور تعارضات اجتماعی سبب شده که مسئله آب در گفتار و ادبیات سیاستی حکومت به سطح «بحران امنیت ملی» ارتقا یابد. در نتیجه، این واژه در مقام توصیف وضعیت مدیریتی/فنی به کار نرفته، بلکه نحوه تعریف مسئله توسط نهادهای تصمیم‌گیر را منعکس می‌کند. بنابراین این مفهوم درون‌پارادایمی و کاملاً سازگار با مدل چندجریانی است. بنابراین «بحران امنیت ملی» در مقام یک مفهوم امنیتیِ نظری تحلیل نمی‌شود، بلکه: به عنوان یک سطحِ جدیدِ مسئله‌سازی در سیاست‌گذاری (problem framing). در مدل کینگدون، جریان مسئله زمانی فعال می‌شود که: وضعیت، به‌طور نمادین شدید توصیف شود؛ حکومت یا جامعه آن را تهدیدی برای ثبات، نظم یا امنیت تلقی کند؛ و این برچسب‌گذاری‌ها فرصت را برای گشودن پنجره سیاستی فراهم کنند. استفاده از عبارت «بحران امنیت ملی» دقیقاً به همین دلیل انجام شده است: زیرا در گفتمان رسمی جمهوری اسلامی ایران بحران آب به‌عنوان موضوعی با پیامدهای امنیتی و اجتماعی صورت‌بندی شده است؛ و این صورت‌بندی، خود بخشی از فعال شدن جریان مسئله در مدل کینگدون است و به‌صورت تحلیلی نقش دارد. و به‌عنوان جزئی از فرایند مسئله‌سازی در سیاست‌گذاری تحلیل شده؛ نه به‌عنوان یک مفهوم امنیتی-نظری.

۹- منظور از «تضاد در اسناد رسمی» آن است که در سیاست‌های بالادستی و اسناد رسمی بخش آب، دو دسته راه‌حل متعارض به‌طور هم‌زمان و در کنار یکدیگر مطرح شده‌اند.

۱۰- در واقع، علت اصلی این ناتوانی، عدم موفقیت در ایجاد "پنجره‌های سیاستی" (Policy Windows) است که بتوانند مسئله، راه‌حل، و اراده سیاسی را هم‌زمان گرد هم آورند.

11- Multiple Streams Framework

12- John W. Kingdon

13- Coupling

۱۴- در مدل جریان‌های چندگانه کینگدون، عبارت «دستکاری استراتژیک» به معنای نقش فعال، هدفمند و اغلب غیرخطی کارآفرینان سیاستی (Policy Entrepreneurs) در فرآیند شکل‌گیری سیاست است. این واژه لزوماً بار معنایی منفی یا انحصاری «بیرون‌زا بودن» را ندارد، بلکه بر عاملیت (Agency) این بازیگران در فرآیند پیچیده سیاست‌گذاری تأکید می‌کند. «دستکاری استراتژیک» در این بافت، به اقدامات هدفمند و هوشمندانه‌ای اشاره دارد که کارآفرینان سیاستی برای:

جلب توجه به یک مسئله خاص: آن‌ها تلاش می‌کنند تا مسئله‌ای را که راه‌حل آن را در اختیار دارند، در «جریان مسئله» برجسته کنند و آن را «مهم» جلوه دهند. این ممکن است با برجسته‌سازی بحران‌ها، ارائه آمارهای تکان‌دهنده، یا پیوند دادن مسئله به ارزش‌های اجتماعی کلیدی صورت گیرد.

آماده‌سازی و معرفی راه‌حل‌ها: آن‌ها راه‌حل‌های از پیش آماده شده خود را در «جریان راه‌حل» پالایش و ارائه می‌کنند و سعی دارند آن‌ها را به عنوان گزینه‌های منطقی و قابل اجرا برای مسائل مطرح شده، معرفی نمایند.

ایجاد زمینه مساعد سیاسی: کارآفرینان سیاستی فعالانه در «جریان سیاست‌گذاری» برای جلب حمایت، ایجاد ائتلاف، و شکل‌دهی به اجماع سیاسی تلاش می‌کنند. این شامل مذاکره، اقناع، و گاهی استفاده از فرصت‌های سیاسی پیش‌بینی نشده است.

15- Problem Stream

16- Policy Stream

17- Solution Soup

18- Politics Stream

19-Policy Window

20- Policy Entrepreneurs

21- Policy Paradigm

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 179 to 190

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۱۷۹ تا ۱۹۰

Document Type: Technical Article

نوع مقاله: فنی و ترویجی

Explaining the Role of Extension Programs, Social and Ethics Norms, in the Modernization of Traditional Irrigation to Low-Pressure Surface Irrigation Technology

A. Mokhtari Hesari[1*], A. R. Nemati[2]

1- Assistant Professor, Department of Agricultural Economics and Development, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Psychology and Educational Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran.

*** Corresponding, Author Email:** mokhtari@pnu.ac.ir

Received ▶ 02-01-2026
Revised ▶ 10-04-2026
Accepted ▶ 11-04-2026
Available online ▶ 15-06-2026

Abstract

In the optimal management of agricultural water consumption, the use of modern technologies is one of the main mechanisms for achieving high productivity. Gated pipe technology is considered a method for improving the efficiency of surface irrigation. Therefore, given the importance of applying this technology, the present study was conducted with the aim of explaining the role of extension programs, social and ethical norms in the willingness to adopt low-pressure irrigation technology. This research is applied in terms of its objective and is a quantitative study. The statistical population included farmers in the cities of Tabriz, Shabestar, Azarshahr, Osku, Khodaafrin and Sarab, totaling 98,720 people, from whom a sample of 382 people was selected using the multi-stage sampling method based on the Cochran formula. The research instrument was a researcher-made questionnaire, and formal validity and convergent validity were used to assess its validity. The results showed that the composite reliability for all constructs was appropriate. SPSS۲۰ and AMOS۲۱ software were used for data analysis. The research results, using structural equation modeling, showed that the social norm, extension programs, and ethical norm variables explained 62% of the variance of willingness to modernize traditional irrigation to low-pressure surface irrigation technology. Among the studied variables, the social norm variable was a stronger predictor. Environmental beliefs and attitudes, extension and educational programs in various media, neighbors, reference groups, local leaders, and pioneering farmers can play an important and effective role in farmers' adoption of new irrigation technology.

Keywords: Extension Programs, Ethical Norm, Social Norm, Low-Pressure Irrigation.

تبیین نقش برنامه‌های ترویجی، هنجارهای اجتماعی و اخلاقی در تمایل به نوسازی آبیاری سنتی به فناوری آبیاری سطحی کم فشار

آرزو مختاری حصاری[۱*]، علیرضا نعمتی[۲]

۱-استادیار گروه اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۲-استادیار گروه روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

***رایانامه نویسنده مسئول:** mokhtari@pnu.ac.ir

تاریخ دریافت ◀ ۱۴۰۴/۱۰/۱۲
تاریخ بازنگری ◀ ۱۴۰۵/۰۱/۲۱
تاریخ پذیرش ◀ ۱۴۰۵/۰۱/۲۲
تاریخ انتشار ◀ ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

چکیده

در مدیریت بهینه مصرف آب کشاورزی، استفاده از فناوری‌های نوین، یکی از سازوکارهای اصلی برای دستیابی به بهره‌وری بالا است. فناوری لوله‌های دریچه‌دار به عنوان یکی از روش‌های بهبود راندمان آبیاری سطحی است، لذا باتوجه‌به اهمیت کاربرد این فناوری، پژوهش حاضر با هدف تبیین نقش برنامه‌های ترویجی، هنجارهای اجتماعی و اخلاقی در تمایل به کاربرد فناوری آبیاری کم فشار انجام شده است. این پژوهش به لحاظ هدف، کاربردی و جزو پژوهش‌های کمی می‌باشد. جامعه آماری شامل کشاورزان شهرستان‌های تبریز، شبستر، آذرشهر، اسکو، خداآفرین و سراب به تعداد ۹۸۷۲۰ نفر بودند که بر اساس فرمول کوکران، نمونه ۳۸۲ نفری از آن‌ها با استفاده از روش نمونه‌گیری چندمرحله‌ای انتخاب شد. ابزار پژوهش، پرسشنامه پژوهشگرساخته بود که برای سنجش روایی پرسشنامه از روایی شکلی و روایی همگرا استفاده شد. مقدار پایایی ترکیبی برای همه سازه‌ها مناسب بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای $SPSS_{20}$ و $AMOS_{21}$ استفاده شد. نتایج پژوهش با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری نشان داد متغیرهای هنجار اجتماعی، برنامه‌های ترویجی و هنجار اخلاقی ۶۲ درصد از واریانس متغیر تمایل به نوسازی آبیاری سنتی به فناوری آبیاری سطحی کم فشار را تبیین نمودند. از بین متغیرهای مورد مطالعه، متغیر هنجار اجتماعی، پیش‌بینی‌کننده قوی‌تری بود. اعتقادات و باورهای محیط‌زیستی، برنامه‌های ترویجی و آموزشی در رسانه‌های مختلف، همسایگان، گروه‌های مرجع، رهبران محلی و کشاورزان پیشرو در به‌کارگیری فناوری نوین آبیاری توسط کشاورزان می‌توانند نقش مهم و موثری را ایفا نمایند.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌های ترویجی، هنجار اخلاقی، هنجار اجتماعی، آبیاری کم‌فشار.

How to cite this article:
Mokhtari Hesari, A. & Nemati, A. R. (2026). Explaining the Role of Extension Programs, Social and Ethics Norms, in the Modernization of Traditional Irrigation to Low-Pressure Surface Irrigation Technology. Journal of Water and Sustainable Development, 13(1), 179-190. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i1.2601-1488

مقدمه

خشکسالی‌های اخیر با افزایش تقاضا، رشد جمعیت و توسعه کشاورزی همراه بوده و باعث کمبود آب در مناطق مختلف ایران شده است (Ataei و همکاران، ۲۰۲۴). اما کمبود آب یک مشکل جهانی روبه‌رشد است که توسعه پایدار را به چالش می‌کشد و محدودیتی در تولید غذای کافی برای تامین نیازهای غذایی فزاینده ایجاد می‌کند (Farag و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین استفاده پایدار از منابع آب و انرژی برای امنیت غذایی در جهت توسعه اجتماعی و اقتصادی پایدار ضروری است (Kang و همکاران، ۲۰۱۷) و بهبود راندمان آبیاری و کاهش تلفات آب برای پایداری بسیار مهم است (Ashour و همکاران، ۲۰۲۳). در دهه‌های گذشته، پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه افزایش کارآیی آبیاری با استفاده از فناوری‌های مختلف صورت گرفته است (Darko و همکاران،۲۰۲۰)، اما همچنان در بیشتر مناطق کشاورزی در دنیا، کاربرد روش‌های آبیاری سطحی سنتی، در اولویت کشاورزان می‌باشد (Singh و همکاران، ۲۰۱۸). آبیاری سنتی با چالش‌های اساسی از جمله ناکارآمدی در مصرف آب و بهره‌وری پایین مواجه است (Kakkavou و همکاران، ۲۰۲۴). بنابراین، در دهه‌های اخیر ابتکارهای زیادی برای بهبود کارایی سیستم‌های آبیاری و شیوه‌های مدیریتی انجام شده است (Koech و همکاران،۲۰۲۱). یکی از فناوری‌هایی که برای بهبود آبیاری سطحی طراحی شده و مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است، سامانه آبیاری کم‌فشار است (Tognetti و همکاران، (۲۰۰۳)؛ Pereira و همکاران، (۲۰۰۳)؛ Farag و همکاران، (۲۰۱۹)؛ Ashour و همکاران، (۲۰۲۳)؛ Woltering و همکاران، (۲۰۱۱)). در این روش آبیاری، استفاده از لوله‌های دریچه‌دار در آبیاری سطحی کمک می‌کند تا تلفات آب در داخل مزارع که معمولاً با استفاده از فاروهای سنتی بیشتر است، کاهش یابد (EL Shafie و همکاران، ۲۰۱۸). سیستم آبیاری با لوله‌های دریچه‌دار نوسازی سیستم‌های آبیاری غرقابی است و برای بهبود یا توسعه سیستم آبیاری سطحی است (Ashour و همکاران، ۲۰۲۳). راندمان این روش آبیاری تا ۸۵ درصد می‌باشد (Garcia Saldana و همکاران، ۲۰۱۹). یک سیستم طراحی شده با لوله‌های دریچه‌دار و زمین تسطیح شده می‌تواند باعث کاهش مصرف آب در آبیاری شود (Ashour و همکاران، ۲۰۲۳؛ El Sanat، ۲۰۱۸). استفاده از لوله‌های دریچه‌دار مزایای پرشماری در پی دارد، از جمله اینکه برای نصب سیستم به زمین کمتری نیاز است، نشت و تبخیر آب در این شیوه کاهش پیدا می‌کند، توزیع آب بهتر انجام می‌شود و هزینه راه‌اندازی آن کمتر از سیستم‌های دیگر است (Ali و Mohammed، ۲۰۱۵). Abdel Raheem و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهش خود نتیجه گرفتند استفاده از لوله‌های دریچه‌دار باعث مصرف آب کمتر و تولید محصول بیشتر شده است، همچنین در سه منطقه با شرایط آب و هوایی و بافت خاک متفاوت، منجر به حداکثرسازی بازده اقتصادی محصول شده است. نتایج پژوهش Ali و Mohammed (۲۰۱۵) نشان داد استفاده از سامانه لوله‌های دریچه‌دار در مقایسه با آبیاری سنتی باعث کاهش مصرف آب به میزان ۹۰۰ مترمکعب در هکتار شده است. با روش لوله‌های دریچه‌دار بهبود کارایی مصرف انرژی و بهره‌وری محصول ایجاد شده است. در پژوهش Farag و همکاران (۲۰۱۹) مشخص شد مقادیر عملکرد و راندمان مصرف آب در سامانه اصلاح شده با لوله‌های دریچه‌دار بیشتر از سامانه سنتی بوده است. نتایج پژوهش Ashour و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد؛ با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل چند معیاره، استفاده از لوله‌های دریچه‌دار به عنوان راحت‌ترین سیستم آبیاری مدرن، جایگزین سیستم آبیاری غرقابی معمولی می‌باشد.

همچنین، مطالعه پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد با وجود مزایای فناوری‌های مختلف آبیاری، هنوز کشاورزان در بسیاری از مناطق از روش‌های سنتی آبیاری استفاده می‌کنند. دلایل متعددی به منظور توجیه عدم توسعه فناوری‌های نوین آبیاری توسط کشاورزان می‌توان بیان نمود؛ تقوایی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که عوامل ساختاری، اقتصادی، اجتماعی و طبیعی در عدم استفاده از سامانه‌های آبیاری تأثیرگذار هستند. محبوبی و همکاران (۱۳۹۰) دلایل عدم پذیرش فناوری‌های جدید توسط کشاورزان خرده‌پا را شامل مواردی چون ناکامی ترویج در انتقال فناوری‌های جدید، فقدان درك عوامل مؤثر بر فرآیند تصمیم‌گیری کشاورزان، فقدان سازوکار دوسویه انتقال اطلاعات و فقدان تسهیلات اعتباری کافی دانسته‌اند. نتایج مطالعه نظری و منافی‌آذر (۱۳۹۳) نشان داد متغیرهای اجتماعی ـــ فردی از جمله تبلیغ و ترویج فناوری‌های جدید و متغیرهای اقتصادی اثر معناداری در پذیرش سیستم‌های آبیاری نوین دارند. در پژوهش طاهرآبادی و همکاران (۱۳۹۵)، عدم آگاهی کشاورزان از اهمیت بهینه‌سازی مصرف آب کشاورزی، کم بودن توان مالی زارعین، عدم شرکت در کلاس‌های آموزشی از مشکلات کشاورزان در مدیریت آب کشاورزی بودند. سالم (۱۳۹۶) عوامل مؤثر در عدم به‌کارگیری روش‌های آبیاری جدید را به عوامل فنی، اقتصادی، اجتماعی، آموزشی و محیطی دسته‌بندی کرد. محمدی و همکاران (۱۳۹۷) شاخص‌های اقتصادی، معیار فنی و عامل ترویجی و اطلاع‌رسانی را در توسعه سامانه‌های نوین آبیاری، مؤثر دانستند. Afrakhteh و همکاران (۲۰۱۵) به این نتیجه رسیدند که عدم آموزش در زمینه تعمیر و نگهداری و طراحی نامناسب در نارضایتی پذیرندگان سامانه‌های آبیاری موثر بوده است. Shadkam و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند حمایت دولتی، آموزش و عامل اقتصادی در نگرش کشاورزان نسبت به کاربرد روش‌های آبیاری جدید مؤثر است. Chuchrid و همکاران (۲۰۱۷) عوامل جمعیت‌شناسی، اجتماعی، اقتصادی، توپوگرافی، نهادی و نگرشی را در پذیرش فناوری‌های آبیاری، تأثیرگذار دانستند.

Feizabadi و Gorji (۲۰۱۸) به این نتیجه دست یافتند که عوامل نهادی و قانونی، آموزشی و تبلیغاتی، اقتصادی و فنی در مدیریت منابع آب، تأثیر دارند. Nejadrezaei و همکاران (۲۰۱۸) تأثیر عامل اجتماعی و شرایط تسهیل‌کننده را در پذیرش روش‌های آبیاری جدید مثبت ارزیابی کردند.

همانگونه که از نتایج پژوهش‌های مذکور مشخص است نقش عوامل رفتاری و شرایط اجتماعی – فرهنگی در پذیرش و کاربرد فناوری‌های نوین آبیاری، پررنگ است. نتایج تحقیقات نشان داده است که پیشرفت در هر زمینه‌ای، تنها به علم و مهارت‌های حرفه‌ای متکی نیست بلکه جنبه‌های انسانی و اجتماعی نیز نقش تعیین‌کننده‌ای را ایفا می‌کنند و عدم موفقیت برخی پروژه‌ها و عدم توانایی بسیاری از افراد درگیر در طراحی و برنامه‌ریزی در زمینه بهبود ایده‌های مدرن بهره‌برداری در مدیریت منابع آب به این مسأله وابسته است (کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۹۴). همچنین، نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده است رفتار کشاورزان در صورت دارا بودن انگیزه مناسب، منجر به حفظ آب و استفاده مناسب از آن خواهد شد (Wang و همکاران، ۲۰۰۹). ازاین‌رو برانگیختن کشاورزان به حفاظت از آب، بسیار مهم است. به منظور انجام این کار، شناخت عوامل روان شناختی مؤثر بر رفتارهای کشاورزان در این زمینه لازم و ضروری است (Kilic و Dervisoglu، ۲۰۱۳). در این پژوهش، به بررسی نقش برنامه‌های ترویجی، هنجار اجتماعی و هنجار اخلاقی در کاربرد سامانه آبیاری کم‌فشار پرداخته شد.

هنجار اجتماعی

هنجار اجتماعی بیانگر فشار اجتماعی درک شده از سوی فرد برای انجام یا عدم انجام رفتار هدف است. بیشتر افراد بر اساس درک‌شان از آنچه که دیگران (دوستان، خانواده، همکاران و غیره) فکر می‌کنند باید انجام دهند، عمل می‌کنند و قصد آنها برای پذیرش رفتار، تحت تأثیر افرادی است که روابط نزدیکی با آنان دارند (سرلک و همکاران، ۱۳۹۳). هنجارهای اجتماعی به طور قابل توجهی تحت تأثیرات اجتماعی قرار دارند (Alkhasaweh وIrshadat، ۲۰۱۵). اگر انتظار دیگران در اجتماع به این صورت باشد که فرد باید در یک رفتار درگیر شود و آن را بپذیرد ، فرد به احتمال زیاد چنین‌کاری را انجام می‌دهد (Gangwall وBansal، ۲۰۱۶). هنجارهای اجتماعی، باعث انگیزش فرد برای انجام یا پذیرش یک رفتار می‌شود. یک فرد در شبکه اجتماعی خود از اشخاص متعددی تأثیر خواهد پذیرفت که گویای این است که افراد پیرامون یک فرد در نظریات و رفتارهای او تأثیر دارند (زندحسامی و پرویزچی، ۱۳۹۳). نظریه شناخت اجتماعی، یک عنصر اجتماعی را در نظر می‌گیرد و آموزش مستقیم، تنها وسیله برای یادگیری نیست. افراد می‌توانند اطلاعات و رفتارهای جدید را از طریق مشاهده افراد دیگر یاد بگیرند. در این نظریه، رفتار فرد تحت تأثیر نیروهای اجتماعی است (مکی‌زاده و بیگدلی، ۱۳۹۳). در این پژوهش، منظور از هنجار اجتماعی، تأثیر همسایگان، گروه‌های مرجع، رهبران محلی و کارشناسان کشاورزی در به‌کارگیری فناوری آبیاری کم‌فشار توسط کشاورزان می‌باشد. در برخی پژوهش‌ها از قبیل، بررسی تمایل کشاورزان به برعهده گرفتن فعالیت در یک مزرعه (Morais و همکاران، ۲۰۱۸) و تمایل کشاورزان به نصب سامانه آبیاری در باغ (Shaw و همکاران، ۲۰۱۱)، به عامل هنجار اجتماعی در شکل‌گیری رفتار استفاده از فناوری تأکید شده است.

برنامه‌های ترویجی

آنچه در تأثیرگذاری بر هنجارهای ذهنی مهم است؛ نفوذ اجتماع و نقش برنامه‌های رسانه‌ها است (AlKhasawneh و Irshaidat، 2017). به ویژه اینکه، در مرحله اولیه پذیرش هر فناوری، تأثیر برنامه‌های رسانه نسبت به تأثیر همکاران و دوستان اهمیت بیشتری دارد و می‌تواند شرایط مناسبی را برای هنجارهای قابل قبول فراهم کنند (Moonsو De Pelsmaker، ۲۰۱۵). بهتر است تأثیر فعالیت‌های ترویجی در قالب نشریات و انتقال اطلاعات از طریق رسانه‌ها در پذیرش و استفاده از فناوری‌ها مورد توجه قرار گیرد، چون رسانه‌های جمعی، تأثیر فراوانی بر پذیرش فناوری دارد؛ بنابراین، برای تأثیر بر هنجارهای ذهنی افراد استفاده از رسانه‌های جمعی پرنفوذ، ضرورت دارد (سرلک و همکاران،۱۳۹۳). وسایل ارتباط جمعی به ویژه رادیو و تلویزیون از جمله عوامل مهمی هستند که در تغییر رفتار کشاورزان مؤثرند و می‌توانند باعث تغییر دیدگاه کشاورزان نسبت به حفاظت از منابع آب شوند (رحیمی فیض‌آباد و همکاران ، ۱۳۹۵). ترویج به عنوان مکتب آموزشی، در پی خدمات‌رسانی به‌وسیله اجرای برنامه‌های ترویجی است (علی‌بیگی و همکاران، ۱۳۹۱). در این پژوهش، منظور از نقش برنامه‌های ترویجی، تأثیر فعالیت‌های ترویجی درک شده در قالب برنامه‌های رسانه‌ها، نشریات (بروشور، پوستر و نشریات ترویجی) و روش‌های دیداری (مزارع نمایشی) می‌باشد.

هنجارهای اخلاقی

هنجارهای اخلاقی اشاره به عقاید شخصی افراد درباره اینکه چه چیزی برای انجام دادن درست و یا چه چیزی غلط است دارد (صندوقی و راحلی، ۱۳۹۵). رفتار با هدف حفاظت از منابع طبیعی، شکلی از رفتار اخلاقی است که به معنای تصمیم‌گیری در برابر نفع شخصی خود فرد است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴). پارکر بیان می‌کند هنجارهای اخلاقی، جنبه‌ایی از هنجار فردی را انعکاس می‌دهد و درک فرد از صحت یا عدم صحت اخلاقی انجام یک رفتار است (منتی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴). هنجار اخلاقی می‌تواند تعیین‌کننده نیت فرد برای صرفه‌جویی در مصرف آب باشد (Harland و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین کشاورزان حامی حفاظت از آب نسبت به افراد بی‌توجه، تلاش بیشتری را در

حفظ آب خواهند داشت. Kaiser و Scheuthle (۲۰۰۳) دریافتند که هنجارهای اخلاقی یک پیش‌بینی‌کننده تکمیلی در برآورد قصد شخص برای رفتار حفاظتی می‌باشد. در پژوهش‌های Arvola و همکاران (۲۰۰۸)؛ Kaiser (۲۰۰۶)؛ Harland و همکاران (۲۰۰۷)؛ صندوقی و راحلی (۱۳۹۵)؛ محمدی و همکاران (۱۳۹۴)؛ Burton (۲۰۰۴) و Kaiser و Scheuthle (۲۰۰۳)، هنجار اخلاقی به عنوان یکی از متغیرهای موثر بر رفتار، مورد مطالعه قرار گرفته است. در این پژوهش، هنجارهای اخلاقی کشاورزان نسبت به استفاده از منابع آب می‌تواند دیدگاه اخلاقی آنها (احساس گناه و پشیمانی در اتلاف منابع آب و احساس خوشایندی در حفاظت از منابع آب) را در این زمینه نشان دهد.

روش تحقیق

این پژوهش، از نوع کمی بوده و از نظر هدف، یک تحقیق کاربردی و از لحاظ شیوه گردآوری داده‌ها، جز پژوهش‌های توصیفی می‌باشد. جامعه آماری شامل کشاورزان شهرستان‌های تبریز، شبستر، آذرشهر، اسکو، خداآفرین و سراب به تعداد ۹۸۷۲۰ نفر بودند که بر اساس فرمول کوکران، نمونه ۳۸۲ نفری انتخاب شد. دلیل انتخاب شهرهای مذکور، اجرای طرح‌های آبیاری کم‌فشار در این شهرستان‌ها بوده است. در این پژوهش، از روش نمونه‌گیری تصادفی چند مرحله‌ای استفاده شده است. در ابتدا در استان مورد مطالعه از ۶ شهرستان اشاره شده تعداد چهار مورد شامل شهرستان‌های تبریز، اسکو، شبستر و آذرشهر به‌صورت تصادفی برای جمع آوری داده‌ها انتخاب شدند، سپس در شهرستان‌های منتخب، برخی بخش‌ها انتخاب شدند؛ در شهرستان آذرشهر، از بخش‌های حومه و گوگان، بخش حومه انتخاب شد. در شهرستان اسکو، از بین بخش‌های ایلخچی و مرکزی، بخش ایلخچی انتخاب شد. در شهرستان تبریز، بخش مرکزی از بین بخش‌های مرکزی و خسروشاه انتخاب شد و در شهرستان شبستر، بخش‌های صوفیان و مرکزی از بین بخش‌های صوفیان، تسوج و مرکزی انتخاب شدند. در بخش‌های بیان شده نیز، از میان دهستان‌های آن‌ها، تعدادی انتخاب شدند؛ در بخش حومه شهرستان آذرشهر، دهستان‌های قاضی‌جهان و قبله‌داغی، در بخش ایلخچی شهرستان اسکو، دهستان‌های شورکات جنوبی و جزیره، در بخش مرکزی شهرستان تبریز، دهستان‌های میدان چای و آجی چای، در بخش صوفیان شبستر، دهستان چله‌خانه و در بخش مرکزی شبستر، دهستان سیس انتخاب شدند. در نهایت، ۱۰روستا از روستاهای دهستان‌های مورد نظر انتخاب و اطلاعات از کشاورزان روستاهای بیان شده به‌دست آمد.

در این پژوهش، ابزار اصلی جمع‌آوری داده‌ها، پرسشنامه پژوهشگرساخته بود که شامل سه بخش می‌باشد؛ بخش اول مربوط به ویژگی‌های فردی کشاورزان مورد مطالعه، بخش دوم مربوط به مشخصه‌های نظام بهره‌برداری و بخش سوم شامل گویه‌های مربوط به متغیرهای اصلی بود. در قالب طیف پنج سطحی لیکرت[1] تدوین شد و از مطالعات مختلفی برای تدوین آن استفاده شده بود. در جدول (۱) مولفه‌ها و گویه‌های ابزار اندازه‌گیری به همراه نمادهای آنها در مدل و منابع آن، ارائه شده است.

روایی شکلی و محتوایی پرسشنامه بر اساس نظر اساتید ترویج، آموزش و توسعه کشاورزی دردانشگاه‌های زنجان و تهران مورد تأئید قرار گرفت. همچنین، مقادیر میانگین واریانس استخراج شده (AVE) و پایایی ترکیبی (CR) محاسبه شده برای متغیرهای مکنون مورد مطالعه به ترتیب بزرگتر از ۰/۵ و ۰/۷ به دست آمدند. بررسی شاخص‌های برازش مدل نشان داد که برازش مدل اندازه‌گیری پژوهش بر اساس شاخص‌های مختلف در سطح قابل قبولی است (جدول ۲).

نتایج و بحث

یافته‌های مربوط به ویژگی‌های توصیفی کشاورزان مورد مطالعه

براساس نتایج پژوهش، میانگین سنی پاسخگویان، ۵۱ سال بود. ۹۹ درصد از کشاورزان مورد مطالعه، مرد بودند. ۱۴ درصد بی‌سواد، ۲۰/۱ درصد دارای سواد ابتدایی، ۳۵/۶ درصد دارای سطح سواد راهنمایی و متوسطه، ۱۶ درصد دارای دیپلم و ۱۴/۳ درصد دارای مدارک بالاتر از دیپلم بودند. شغل اصلی ۸۵/۲ درصد، کشاورزی بوده است. ۷۶/۶ درصد از کشاورزان مورد مطالعه مالک زمین‌های کشاورزی‌شان بودند. ۱۰/۷ درصد از کشاورزان از تسهیلات بلاعوض دولتی استفاده کرده‌اند. منبع دریافت اطلاعات مربوط به آب و سامانه‌های آبیاری ۶۳/۱ درصد از کشاورزان، مراجعه به جهادکشاورزی بوده است.

یافته‌های مربوط به ویژگی‌های توصیفی نظام بهره‌برداری

یافته‌های پژوهش نشان داد میانگین مساحت زمین‌های زیرکشت ۳/۵ هکتار بوده است. ۵۱/۹ درصد از کشاورزان زمین زراعی آبی کمتر از ۲ هکتار داشتند. ۱۹/۱ درصد از کشاورزان مورد مطالعه از چاه عمیق، ۴۷/۸ درصد از چاه نیمه عمیق، ۱/۸ درصد از چشمه، ۳/۶ درصد از آب رودخانه، ۵/۷ درصد از سد، ۵/۴ درصد از چاه عمیق و رودخانه و ۱۵/۵ درصد از چاه نیمه‌عمیق و رودخانه جهت تأمین آب آبیاری استفاده می‌کردند. نوع مالکیت منابع آبی ۸۶/۹ درصد از کشاورزان، مشارکتی بوده است.

جدول ۱- مولفه‌ها و گویه‌های ابزار اندازه‌گیری به همراه نمادهای آنها در مدل و منابع

مولفه‌ها (نماد در مدل)	گویه‌ها (نماد در مدل)	منابع مورد استفاده
هنجار اجتماعی (Social Norm)	در صورت استفاده همسایگان، آشنایان و دوستان نزدیکم از سیستم آبیاری کم‌فشار، من نیز به استفاده از این سیستم ترغیب می‌شوم (sn1).	Moons و De Pelsmaker (2015)؛ Gangwal و Bansal (2016)؛ Chen و Tung (2014)؛ Taylor و Todd (1995) سرلک و همکاران (۱۳۹۳)؛ صندوقی و راحلی (۱۳۹۵)
	احساس می‌کنم که برای استفاده از سیستم آبیاری کم‌فشار در مزرعه خود، از سوی افراد و گروه‌های مرجع همچون خانواده، رهبران محلی، افراد تحصیل‌کرده و تشکل‌های محلی تحت فشار هستم (sn2).	
	احساس می‌کنم، این انتظار از سوی کارشناسان جهادکشاورزی وجود دارد که من از سیستم آبیاری کم‌فشار در مزرعه خود استفاده کنم (sn3).	
برنامه‌های ترویجی (Extension Programs)	من فکر می‌کنم رسانه‌های انبوهی به‌ویژه رادیو و تلویزیون ابزار مهمی جهت متقاعدسازی کشاورزان به استفاده از سیستم آبیاری کم‌فشار هستند (ep1).	Moons و De Pelsmaker (2015) سرلک و همکاران (۱۳۹۳)
	به نظر من، ایجاد مزارع نمایشی و بازدید کشاورزان از سیستم‌های آبیاری کم‌فشار در سایر مناطق می‌تواند نقش اساسی در تشویق کشاورزان به استفاده از سیستم آبیاری کم‌فشار داشته باشند (ep2).	
	به نظر من برگزاری دوره‌های آموزشی- ترویجی به منظور ترغیب کشاورزان به استفاده از سیستم آبیاری کم‌فشار ضروری است (ep3).	
	من فکر می‌کنم مواد آموزشی- ترویجی به ویژه پوسترها، برشورها و نشریه‌های ترویجی نقش مهمی در آگاهی‌سازی کشاورزان درباره مزایای استفاده از سیستم آبیاری کم‌فشار دارند (ep4).	
هنجار اخلاقی (Ethical Norm)	استفاده از روش‌ها و فناوری‌هایی مانند سیستم آبیاری کم‌فشار که موجب صرفه‌جویی و حفاظت از منابع آب می‌شوند، جزء باورها، عقاید و اصول محیط‌زیستی من به شمار می‌رود (en1).	Harland و همکاران(2007)؛Arvola و همکاران(2008)؛ یزدان‌پناه و هاشمی‌نژاد (۱۳۹۴)؛ صندوقی و راحلی (۱۳۹۵)؛ سبحانی و همکاران (۱۳۹۷)
	من خودم را از نظر اخلاقی ملزم (متعهد) به استفاده از سیستم آبیاری کم‌فشار به منظور حفاظت از منابع آب می‌دانم (en2).	
	استفاده از سیستم آبیاری کم‌فشار به دلیل جلوگیری از اتلاف آب و بهبود راندمان آبیاری، احساس درونی خوشایندی را در من ایجاد می‌کند (en3).	
	استفاده از شیوه‌های آبیاری سنتی (غرقابی) به دلیل اتلاف زیاد منابع آب، احساس گناه و پشیمانی به من می‌دهد (en4).	
تمایل به کاربرد (Intention)	من برای استفاده و توسعه سیستم آبیاری کم‌فشار در مزرعه خود در آینده تلاش خواهم کرد (in1).	Moons و De Pelsmaker (2015)؛ Gangwal و Bansal (2016)؛ Chen و Tung (2014)؛ Taylor و Todd (1995) سرلک و همکاران (۱۳۹۳)، صندوقی و راحلی (۱۳۹۵)،
	من قصد توسعه استفاده از سیستم آبیاری کم‌فشار را در مزرعه خود در آینده دارم (in2).	
	من به طور جدی استفاده از سیستم آبیاری کم‌فشار را به سایر کشاورزان و روستاییان توصیه می‌کنم (in3).	
	من در حال برنامه‌ریزی برای توسعه استفاده از سیستم آبیاری کم‌فشار در مزرعه خود در آینده هستم (in4).	
کاربرد فناوری (Behavior)	اقدامات اولیه اعم از آزمایش آب و خاک و سایر موارد را برای راه‌اندازی فناوری آبیاری کم‌فشار در مزرعه خود انجام داده‌ام (be1).	
	در حال حاضر به صورت آزمایشی بخشی از اراضی خود را مجهز به سیستم آبیاری کم‌فشار کرده‌ام (be2).	
	من در تمامی اراضی خود از فناوری آبیاری کم‌فشار استفاده می‌کنم (be3).	

جدول ۲- نتایج به‌دست آمده از برآورد روایی و پایایی مدل اندازه‌گیری استفاده از آبیاری کم‌فشار

متغیر مکنون	نشانگر در مدل	بار عاملی	خطا	نسبت بحرانی	شاخص‌های روایی و پایایی
هنجار اجتماعی (Social norm)	sn_3	۰/۸۸۴	-	-	AVE=۰/794 ؛CR=۰/921
	sn_2	۰/۹۲۳	۰/۰۴۱	25/875	
	sn_1	۰/۸۶۶	۰/۰۴۰	23/449	
برنامه‌های ترویجی (Extension Programs)	ep_4	۰/564			AVE=۰/635 ؛CR=۰/871
	ep_3	۰/884	۰/135	11/299	
	ep_2	۰/904	۰/147	12/055	
	ep_1	۰/789	۰/143	11/961	
هنجار اخلاقی (Ethical Norm)	en_4	۰/716			AVE=۰/598 ؛CR=۰/856
	en_3	۰/786	۰/073	14/005	
	en_2	۰/812	۰/068	14/523	
	en_1	۰/777	۰/063	14/145	
تمایل نسبت به کاربرد فناوری آبیاری (Intention)	in_1	۰/817			AVE=۰/709 ؛CR=۰/907
	in_2	۰/892	۰/057	21/171	
	in_3	۰/834	۰/067	۱۹/258	
	in_4	۰/822	۰/070	18/858	
به‌کارگیری فناوری آبیاری (Behavior)	be_1	۰/868			AVE=۰/693 ؛CR=۰/870
	be_2	۰/907	۰/086	۱۶/016	
	be_3	۰/707	۰/090	۱۶/480	
- شاخص‌های برازش مدل اندازه‌گیری: $\chi 2/df=3/319$، IFI=۰/941، RMR=۰/028، CFI=۰/940، RAMSEA=۰/077					

۵۳/۸ درصد از چاه‌ها، مجهز به کنتور هوشمند و ۵۸/۷ درصد دارای موتور برقی بوده است. ۷۵/۱ درصد از کشاورزان از نهر خاکی برای انتقال آب استفاده می‌نمودند. منابع آب مورد استفاده ۷۹/۲ درصد از کشاورزان میزان شوری بالایی داشت **(EC>1500)**. آبیاری ۸۷/۸ درصد از مزارع و ۹۰/۲ درصد از باغات به روش سنتی غرقابی بوده است.

مدل ساختاری پژوهش

در این بخش در قالب مدل ساختاری، اقدام به آزمون فرضیه‌ها شد. نتایج به دست آمده از آن در جدول (۳) و شکل (۱) ارائه شده است که نشان می‌دهد برازش مدل در سطح قابل قبولی بود. همچنین، بر اساس نتایج پژوهش، چهار متغیر برنامه‌های ترویجی، هنجار اجتماعی، هنجار اخلاقی و تمایل به کاربرد سامانه نوین آبیاری کم فشار، ۶۲ درصد از واریانس میزان کاربرد آبیاری کم‌فشار را تبیین نموده است.

نتایج به دست آمده از برآورد مدل ساختاری در خصوص آزمون فرضیه‌های پژوهش در جدول (۳) نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن بود که تمامی روابط فرضیه‌های تدوین شده، معنی‌دار شده است.

جدول ۳- خلاصه نتایج به دست آمده از برآورد مدل ساختاری

رابطه	ضرایب استاندارد	خطای استاندارد	نسبت بحرانی	سطح معنی‌داری	نتیجه آزمون
برنامه‌های ترویجی←تمایل به کاربرد فناوری	۰/۱۰۵	۰/۰۶۷	۲/۲۱۳	۰/۰۲۷*	تایید فرضیه
هنجار اجتماعی← تمایل به کاربرد فناوری	۰/۴۳۰	۰/۰۳۴	۸/۲۸۸	۰/۰۰۰**	تایید فرضیه
هنجار اخلاقی← تمایل به کاربرد فناوری	۰/۳۱۳	۰/۰۴۸	۵/۶۳۱	۰/۰۰۰**	تایید فرضیه
تمایل به کاربرد فناوری ← به‌کارگیری فناوری	۰/۷۸۴	۰/۰۶۴	۱۲/۵۶۱	۰/۰۰۰**	تایید فرضیه

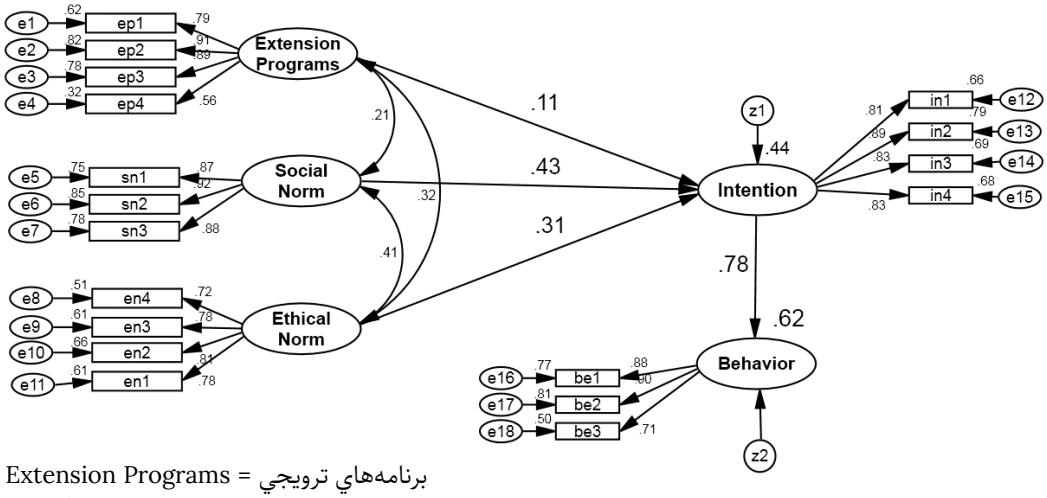
**معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، *معنی‌داری در سطح ۰/۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه، تاکید می‌کند که مولفه‌های برنامه‌های ترویجی، هنجار اخلاقی و هنجار اجتماعی بر توسعه کاربرد آبیاری کم‌فشار مؤثر هستند. در این پژوهش، واریانس تبیین شده توسط متغیر کاربرد سیستم آبیاری کم‌فشار ۶۲ درصد بوده است. متغیر هنجار اجتماعی، بیشترین تأثیر را بر تمایل کشاورزان نسبت کاربرد فناوری آبیاری کم‌فشار داشته و پیش‌بینی کننده قوی‌تری نسبت به متغیرهای دیگر بوده است.

نتیجه این پژوهش، نشان داد برنامه‌های ترویجی درک شده اثر مثبت و معنی‌داری بر تمایل کشاورزان نسبت به به‌کارگیری فناوری آبیاری کم‌فشار دارد.

Chi-square (df) = 439.703 (128); P value (>=0.05) = .000;
Relative Chi-Sq (<=5) = 3.435; AGFI (>=0.9) = .849;
GFI (>=0.9) = .887; CFI (>=0.9) = .936; IFI (>=0.9) = .936;
RMSEA (<=0.08) = .079; RMR (<=0.08) = .034



Extension Programs = برنامه‌هاي ترويجي
Social Norm = هنجار اجتماعی
Ethical Norm = هنجار اخلاقي
Intention = تمایل به کاربرد فناوری آبیاری
Behavior = کاربرد فناوری آبیاری

شکل ۱- مدل ساختاری بر اساس ضرایب استاندارد شده

برنامه‌های ترویجی در متقاعدسازی کشاورزان، مؤثر بوده است. کشاورزانی که نقش رسانه‌های انبوهی، پوسترها، بروشورها، نشریه‌های ترویجی و مزارع نمایشی را در کاربرد سیستم مناسب آبیاری به‌ویژه آبیاری کم‌فشار مؤثر می‌دانستند تمایل بیشتری به استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری داشته‌اند. به اعتقاد AlKhasawneh و Irshaidat (2017) هنجارهای ذهنی شامل نفوذ بین فردی و تأثیر گزارش رسانه‌ها است. در مرحله اولیه پذیرش هر فناوری، تأثیر برنامه‌های رسانه نسبت به تأثیر همکاران اهمیت بیشتری دارد (Moons و De Pelsmaker، ۲۰۱۵). وسایل ارتباط جمعی به ویژه رادیو و تلویزیون از جمله عوامل مهمی هستند که در تغییر رفتار کشاورزان مؤثرند و می‌توانند با تحریک روانی مردم و ایجاد فضای همدلی، باعث تغییر دیدگاه کشاورزان نسبت به حفاظت از منابع آب شوند (رحیمی فیض‌آباد و همکاران، ۱۳۹۵). Moons و De Pelsmaker (۲۰۱۵) معتقد هستند برنامه‌های رسانه‌ها می‌توانند شرایط مناسبی را برای هنجارهای قابل قبول فراهم کنند و اطلاعاتی که رسانه‌ها پخش می‌کنند اهمیت زیادی برای مردم دارد. بنابراین باید پیام‌های رسانه‌ای به نقش فناوری‌های مناسب آبیاری در کشاورزی برای کاربرد بهینه آب تأکید نمایند. باتوجه‌به اینکه حفظ آب و استفاده بهینه از منابع آب یک وظیفه اجتماعی و مذهبی است، استفاده از رسانه‌ها در قالب برنامه‌های فرهنگی و مذهبی در زمینه استفاده مناسب از منابع آب و ترغیب کشاورزان به کاربرد روش‌هایی که مانع هدر رفتن منابع آب می‌شود، ضرورت دارد تا تعهدات مذهبی در بین کشاورزان بیدار شود.

براساس نتایج به دست آمده، بین هنجار اخلاقی و تمایل کشاورزان نسبت به کاربرد آبیاری کم‌فشار رابطه مثبت و معنی‌دار وجود دارد که نشان می‌دهد هنجارهای اخلاقی از طریق تمایل رفتاری می‌توانند بر رفتار کاربرد فناوری آبیاری کم‌فشار مؤثر باشد. نظریه شوارتز با عنوان "فعال‌سازی هنجارهای بشردوستانه" ادعا می‌کند اقدامات حفاظت از محیط‌زیست در پاسخ به هنجارهای اخلاقی افراد اتفاق می‌افتد و این اقدامات در افرادی فعال شده است که عقیده دارند شرایط محیطی تهدیدی برای دیگر افراد، دیگر گونه‌ها و یا بیوسفر هستند (صندوقی و راحلی، ۱۳۹۵). هنجارهای اخلاقی عاملی است که باعث می‌شود فرد برای رسیدن به یک رضایت درونی و احساس شخصیت والا در درون خود، منافع جمعی را بر منافع شخصی ترجیح دهد (Kaiser، ۲۰۰۶). استفاده بهینه از منابع آب و تلاش در جهت صرفه‌جویی در مصرف آن، نوعی از رفتارهای اخلاقی می‌باشد. رفتارهای سازگار با حفاظت از محیط‌زیست می‌تواند موجب شود فرد منافع جمعی را بر منافع شخصی مقدم بشمارد (صندوقی و راحلی، ۱۳۹۵). کشاورزان در شرایط اخلاقی، به این نتیجه می‌رسند که نباید با مصرف بیش از حد آب محیط‌زیست را به مخاطره بیندازند. کشاورزانی که صرفه‌جویی و حفاظت از منابع آب را از طریق کاربرد مستقیم آبیاری کم‌فشار، جزء باورها و اصول محیط‌زیستی خود می‌دانستند و از نظر اخلاقی

خود را ملزم به حفاظت از منابع آب کرده و احساس درونی خوشایندی نسبت به این مسأله داشتند، تمایل بیشتری نسبت به اجرای سیستم آبیاری کم‌فشار نشان دادند. Harland و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند، هنجار اخلاقی ، نیت فرد را برای صرفه‌جویی در مصرف آب تعیین می‌کند. مطالعه Arvola و همکاران (۲۰۰۸) و Kaiser (۲۰۰۶)؛ Harland و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند هنجار اخلاقی تأثیر معنی‌داری روی تمایل رفتاری دارد. در پژوهش‌های مختلف، معیارهای اخلاقی بررسی و تأکید شد (Arvola و همکاران، ۲۰۰۸؛ Yadav و Pathak، ۲۰۱۶). پژوهشگرانی چونChan و Bishop (۲۰۱۳)؛ یزدان‌پناه و هاشمی‌نژاد (۱۳۹۴) و سبحانی و همکاران (۱۳۹۷) معتقد هستند که هنجارهای اخلاقی عامل مهمی در بروز رفتارهای محیط‌زیست‌گرایانه می‌باشد.

براساس نتایج به دست آمده، هنجارهای اجتماعی اثر مثبت و معنی‌دار بر تمایل کشاورزان در به‌کارگیری فناوری سامانه آبیاری کم‌فشار دارد. به‌این‌معنی که القای سایر کشاورزان، همسایگان و افراد خانواده بر تمایل کشاورزان در کاربرد سیستم آبیاری کم‌فشار مؤثر خواهد بود؛ به‌عبارت‌دیگر، هنجار اجتماعی یا فشار اجتماعی درک شده جهت انجام یا عدم انجام رفتار کاربرد سیستم آبیاری کم‌فشار توسط کشاورزان روی تمایل کشاورزان به کاربرد آبیاری کم‌فشار تأثیر دارد. نتایج پژوهش‌های Hung و Wu (۲۰۱۲)؛ سرلک و همکاران (۱۳۹۳)؛ Taylor و Todd (۱۹۹۵)؛ یادآور و همکاران (۱۳۹۷)، Leejoeiwara (۲۰۱۳)؛ سبحانی و همکاران (۱۳۹۷) و OgunseyeوFolorunso (۲۰۰۸) نشان دهنده رابطه مثبت و معنی‌دار بین هنجار اجتماعی و تمایل رفتاری بوده است.

بر اساس یافته‌های پژوهش، پیشنهادهای زیر قابل ارائه است:

- باتوجه‌به تأثیر مثبت هنجار اخلاقی بر تمایل رفتاری کشاورزان، بسترسازی فرهنگی و اجرای برنامه‌های اجتماعی فرهنگی برای برانگیختن حس تعهد و مسئولیت کشاورزان در مقابل هدررفت منابع آب مؤثر است. در این برنامه‌ها با آگاه کردن کشاورز از پیامدهای مخرب مصرف بیش از حد آب در روش‌های آبیاری سنتی، موجب برانگیختن احساس و قضاوت درونی شخص شده تا از این طریق موجبات تغییر رفتار را در وی ایجاد نماید.
- باتوجه‌به نقش مهم هنجار اجتماعی، پیشنهاد می‌شود در معرفی روش‌های نوین آبیاری، اعضای خانواده کشاورزان به عنوان مخاطب قرار گیرند. همچنین، در ترغیب کشاورزان پیشرو و یا نماینده کشاورزان به کاربرد سامانه‌های نوین آبیاری، تلاش شود.
- استراتژی استفاده از قابلیت رسانه‌های استانی و شبکه‌های اجتماعی جهت ایجاد تعامل بین کارشناسان، کشاورزان و همین‌طور تولید برنامه‌های کاربردی ترویجی در جهت معرفی سیستم آبیاری کم‌فشار و مزایای آن در منطقه مورد مطالعه در جهت بهبود نگرش کشاورزان می‌تواند مؤثر باشد.
- حدود ۶۰ درصد از کشاورزان مورد مطالعه دارای سطح سواد راهنمایی و یا کمتر از آن بوده‌اند. بدیهی است که استفاده از روش‌های آموزشی و ترویجی نتیجه‌محور می‌تواند مؤثرتر باشد. مروجان باید از روش‌های میدانی و عملی مانند نمایش طریقه و نتیجه بیشتر استفاده نمایند. بنابراین به کارکنان ترویج توصیه می‌شود نسبت به ملاقات با کشاورزان و نیز تشکیل کلاس‌های آموزشی سر مزارع، با محوریت پذیرش به‌کارگیری سیستم آبیاری کم‌فشار اقدام نمایند.

سپاسگزاری

از همه کشاورزان زحمتکش که خالصانه و صادقانه با این پژوهش همکاری داشتند قدردانی می‌شود. همچنین، از آقای مهندس قربانپور (رئیس بخش آب و خاک جهادکشاورزی شهرستان اسکو) بخاطر ارائه نکات فنی، آقای مهندس امیر مولائی و خانم مهندس مرضیه ذاکری بخاطر همکاری‌شان در جمع‌آوری داده‌ها، سپاسگزاری می‌شود.

منابع

تقوایی، مسعود، بسحاق، محمدرضا، و سالاروند، اسماعیل. (۱۳۸۹). تحلیلی بر عامل‌های مؤثر در نبود استفاده از فناوری‌های آبیاری تحت‌فشار در روستاهای ایران. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۱(۲)، ۱۱-۲۳.
https://jargs.hsu.ac.ir/article_۱۶۱۲۶۳_۲a۱۸f۶۱۴۴۰۲۵f۸۸d۲a۹e۶۲۶۲۲۶۲۰۰۸d۷.pdf

رحیمی فیض آباد، فاطمه، یزدان‌پناه، مسعود، فروزانی، معصومه، محمدزاده، سعید، و برتون، رابرت. (۱۳۹۵). تبیین رفتار حفاظت از آب کشاورزان با استفاده از تئوری توسعه یافته رفتار برنامه‌ریزی شده: مورد مطالعه شهرستان الشتر، علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۱۲(۲)، ۱-۱۷.
https://dor.isc.ac/dor/۲۰.۱۰۰۱/۱.۲۰۰۸۱۷۵۸.۱۳۹۵.۱۲.۲.۱.۴

زندحسامی، حسام، و پروینچی، شیما. (۱۳۹۳). به‌کارگیری نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده در بررسی قصد خرید سبز مصرف کارکنان. مدیریت توسعه وتحول، ۱۸، ۲۳-۳۰.

سالم، جلال. (۱۳۹۶). واکاوی عامل‌های مؤثر بر نبود به‌کارگیری روش آبیاری تحت‌فشار توسط پسته‌کاران استان یزد. پژوهش آب در کشاورزی، ۳۱(۴)، ۵۸۵-۵۹۴.
https://doi.org/۱۰.۲۲۰۹۲/jwra.۲۰۱۸.۱۱۵۷۱۹

سبحانی، سید محمدجواد، جمشیدی، امید، و نوروزی، عباس. (۱۳۹۷). تمایل دانشجویان به خرید غذاهای ارگانیک: کاربرد تئوری توسعه‌یافته رفتار برنامه‌ریزی شده. آموزش محیط‌زیست و توسعه پایدار، ۷(۱)، ۴۹-۶۲.
https://doi.org/۱۰.۳۰۴۷۳/ee.۲۰۱۸.۵۰۵۸

سرلک، محمدعلی، گلپایگانی، زهرا، و یمانی، مرضیه. (۱۳۹۳). بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش دولت الکترونیک از سوی مراجعه‌کنندگان به دادگستری استان تهران بر اساس مدل DTPB. فرایند مدیریت و توسعه، ۲۷(۱)، ۲۷-۴۲.
https://dor.isc.ac/dor/۲۰٫۱۰۰۱٫۱٫۱۷۳۵۰۷۱۹٫۱۳۹۳٫۲۷٫۱٫۲٫۵

صندوقی، عطیه، و راحلی، حسین. (۱۳۹۵). توسعه مدل رفتار برنامه‌ریزی شده برای تبیین قصد تولید محصولات ارگانیک بین گلخانه‌داران خیار شهرستان اصفهان با متغیر هنجار اخلاقی. تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۴(۴۷-۲)، ۹۶۱-۹۷۴.
https://www.sid.ir/journal/issue/15797/fa

طاهرآبادی، فائزه، معتمد، محمدکریم، و خالدیان، محمدرضا. (۱۳۹۵). تحلیل موانع و مشکلات مدیریت آب کشاورزی در دستیابی به توسعه پایدار. اقتصاد فضا و توسعه روستایی، ۵(۳)، ۵۷-۷۰.
http://dx.doi.org/۱۰٫۱۸۸۶۹/acadpub.serd.۵٫۱۷٫۵۷

علی‌بیگی، امیرحسین، بابایی، محمدحسین، و غلامی، مصیب. (۱۳۹۱). تحلیل انگیزه‌های زنان روستایی برای مشارکت در برنامه‌های آموزشی و ترویجی، زن و جامعه، ۳(۴)، ۱۳۹-۱۶۰.
https://civilica.com/doc/۱۹۱۶۱۹۵

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. (۱۳۹۴). فناوری‌های آبیاری (طراحی، برنامه‌ریزی و ساخت). گروه کار بخش کارشناسان جوان، کمیته ملی آبیاری و زهکشی، تهران، ایران.

محبوبی، محمدرضا، اسماعیلی‌اول، محمد و یعقوبی، جعفر. (۱۳۹۰). بررسی عوامل بازدارنده و پیش‌برنده کاربرد روش‌های جدید آبیاری توسط کشاورزان، مدیریت آب و آبیاری، ۱(۱)، ۷۸-۹۸.
https://jwim.ut.ac.ir/article_۲۳۳۸۷_۰.html

محمدی، سیده زهره، محمدزاده، سعید، و یزدان‌پناه، مسعود. (۱۳۹۴). بررسی عوامل مؤثر بر نیت و رفتار حفاظت از آب توسط باغداران شهرستان دشتستان؛ آزمونی از تئوری رفتار برنامه‌ریزی شده، پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، ۸(۴)، ۷۵-۸۹.
http://research.asnrukh.ac.ir/webdocument/load.action?webdocument_code=۲۰۰۰&masterCode=۹۳۰۰۳۷۳۶

محمدی، نریمان، محتشمی، تکتم، و کرباسی، علیرضا. (۱۳۹۷). عامل‌های مؤثر بر توسعه فناوری‌های آبیاری تحت فشار در منطقه تربت حیدریه از دیدگاه کارشناسان. علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۱۴(۱)، ۲۳-۳۵.
https://www.iaeej.ir/article_۶۸۸۲۱.html

مکی‌زاده، فاطمه، و بیگدلی، زاهد. (۱۳۹۳). نظریه شناخت اجتماعی: رویکردی مؤثر در رفتارهای اطلاعاتی. پژوهش‌نامه کتابداری و اطلاع‌رسانی، ۴ (۲)، ۱۴۷-۱۳۱.
https://doi.org/۱۰٫۲۲۰۶۷/riis.v۴i۲٫۲۱۲۰۶

منتی‌زاده، میثم، زمانی، غلامحسین، و غلامرضایی، سعید. (۱۳۹۴). واکاوی هنجارهای اخلاقی زیست‌محیطی کشاورزان: مورد مطالعه کشاورزان شهرستان شیراز. علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۱۱(۲)، ۴۹-۶۵.
https://www.sid.ir/paper/۱۰۹۲۷۴/fa

نظری، عبدالحمید، و منافی‌آذر، رضا. (۱۳۹۳). بررسی تطبیقی عوامل و موانع پذیرش شیوه‌های نوین آبیاری در بین کشاورزان. پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۶ (۳)، ۶۱۵-۶۳۴.
https://doi.org/۱۰٫۲۲۰۵۹/jhgr.۲۰۱۴٫۵۱۲۲۹

یادآور، حسین، نامی، مینا، و ظریفیان، شاپور. (۱۳۹۷). کاربست تئوری تجزیه رفتار برنامه‌ریزی شده در پذیرش کشاورزی ارگانیک. دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۸(۱)، ۱۶۹-۱۸۳.
https://journals.tabrizu.ac.ir/article_7351.html

یزدان‌پناه، مسعود، و هاشمی نژاد، آذر. (۱۳۹۴). مقایسه قدرت پیش‌بینی‌کنندگی تئوری رفتار برنامه‌ریزی شده و مدل اعتقادات سلامت جهت سنجش تمایل دانشجویان نسبت به استفاده از محصولات ارگانیک، تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۴(۴۶-۲)، ۸۱۷-۸۳۱.
https://www.sid.ir/paper/fa۱۴۶۴۶۲/

Abdel-Raheem, *H.A.,* Ali Ahmed, T., & Yasser Ahmed Ali, Y. (2016). Increasing economic returns for sugar cane crop by development irrigation system (gated pipes) in Egypt. Journal of American Science, 12(8), 60-68. https://doi.org/:10.7537/marsjas120816.09.

Afrakhteh, H., Armand, M., & Askari Bozayeh, F. (2015). Analysis of Factors Affecting Adoption and Application of Sprinkler Irrigation by Farmers in Famenin County, Iran. International Journal of Agricultural Management and Development, 5(2), 89-99. https://doi.org/10.5455/ijamd.158625

Alkhasawneh, M. H., & Irshaidat, R. (۲۰۱۷). Empirical validation of the decomposed theory of planned behavior model within the mobile bank in adoption context. *International Journal of Electronic Marketing and Retailing,* ۸(۱), 58-76. https://doi.org/10.1504/IJEMR.2017.10004300

Ali, O., & Mohammed, A. (2015). Performance Evaluation of Gated Pipes Technique for Improving Surface Irrigation Efficiency in Maize Hybrids. *Agricultural Sciences*, 6, 550-570. https://doi.org/10.4236/as.2015.65055

Arvola, A., Vassallo, M., Dean, M., Lampila, P., Saba, A., Lähteenmäki, L., & Shepherd, R. (2008).

https://ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/4397

El-Sanat, G. M. A. (2018). Improving Irrigation Efficiencies through Different Methods of Land Leveling and Irrigation Discharge under Using Gated Pipes at North Delta. Journal of Soil Sciencies and Agricultural Engineering. 9 (4), 191 – 196. https://doi.org/10.21608/jssae.2018.35704

El-Shafie, A.F., Marwa, M.A, & Dewedar, O.M. (2018). Research Article Hydraulic Performance Analysis of Flexible Gated Pipe Irrigation Technique Using GPIMOD Model. Asian Journal of Crop Science, 10(4), 180-189. https://doi.org/10.3923/ajcs.2018.180.189

Farag, A. A., Atta, Y. M., & El-komy, M. S. (2019). Effect of irrigation by gated pipes and traditional irrigation system. Journal of Agricultural Engineering, 36(3), 849-860. https://doi.org/10.21608/mjae.2019.94791.

Feizabadi, Y., & Gorji, E.M. (2018). Analysis of effective factors on agricultural water management in Iran. Water and Land Development, 38, 35–41. https://doi.org/10.2478/jwld-2018-0040

Folorunso, O., & Ogunseye, S. (۲۰۰۸). Applying an enhanced technology acceptance model to knowledge management in agricultural extension services. *Data Science Journal*, 7., 31-45. https://doi.org/10.2481/dsj.7.31

Gangwal, N., & Bansal, V. (2016). Application of Decomposed Theory of Planned Behavior for M-commerce Adoption in India. International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS). India. https://doi.org/10.5220/0005627503570367

Garcia-Saldana, A., Landeros-Sanchez, C., Castaneda-Chavez, M., Martinez-Davila, J., Perez-Vazquez, A., & Carrillo-Avila, E. (2019). Fertirrigation with low-pressure multi-gate irrigation systems in sugarcane agro ecosystems: A review. *Pedosphere*, ۲۹(۱), 1-11. https://doi.org/10.1016/S1002-0160(18)60053-0

Harland, P., Staats, H., & Wilke, H. A. (2007). Situational and personality factors as direct or personal norm mediated predictors of pro-environmental behavior: Questions derived Predicting intentions to purchase organic food: The role of affective and moral attitudes in the theory of planned behaviour. *Appetite*, 50(2), 443-454. https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.09.010

Ashour, M., Tony, M.S., Hasan, A., & Abu-Zeid, T. (2023). Gated Pipes Adoption as a Hybrid Modernized Irrigation System for the Old Lands of Egypt. 3rd International Conference on Civil Engineering: (Development & Sustainability). 24-27 October, Hurghada, Egypt. https://www.researchgate.net/publication/382851618_Adaptation_of_Gated_Pipe_as_a_Hybrid_Modernized_Irrigation_System_for_the_Egyptian_Old_Clay_Lands

Ataei, P., Karimi, H., Hallaj, Z., & Mottaghi Dastenaei, A. (2024). Risks and farmers' behavior change towards water conservation: a study in the Southeast of Iran. Water Supply, 24(3), 723- 737. https://doi.org/10.2166/ws.2024.032

Burton, R. J. (2004). Reconceptualising the behavioral approach in agricultural studies: a socio psychological perspective. *Journal of Rural studies*, 20(3), 359-371. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2003.12.001

Chan, L., & Bishop, B. (2013). A moral basis for recycling: Extending the theory of planned behavior. Environmental Psychology, 36(4), 96-102. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.07.010

Chen, M. F., & Tung, P. J. (2014). Developing an extended theory of planned behavior model to predict consumers' intention to visit green hotels. Hospitality Management, 36, 221–230. https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2013.09.006

Chuchird, R., Sasaki, N., & Abe, I. (2017). Influencing Factors of the Adoption of Agricultural Irrigation Technologies and the Economic Returns: A Case Study in Chaiyaphum Province, Thailand. Sustainability, 9(9), 1-16. https://doi.org/10.3390/su9091524

Darko, R O, Liu, J P, Yuan, S Q, Sam-Amoah, L. K, & Yan, H. F. (2020). Irrigated agriculture for food self-sufficiency in the sub-Saharan African region. International Journal of Agricultural & Biological Engineering, 13(3), 1–12.

University. *AU Journal of Management*, 11(2), 13-26. https://aujm.au.edu/index.php/aujm/article/view/38

Moons, I., & De Pelsmacker, P. (2015). An extended decomposed theory of planned behavior to predict the usage intention of the electric car. *Sustainability*, 7, 6212-6245. https://doi.org/10.3390/su7056212

Morais, M., Borges, J.A.R., & Binotto, E. (2018). Using the reasoned action approach to understand Brazilian successors' intention to take over the farm. Land Use Policy, 71, 445–452. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.11.002

Nejadrezaei, N., Allahyari, M.S., Sadeghzadeh, M., Michailidis, A., & Bilali, H. (2018). Factors affecting adoption of pressurized irrigation technology among olive farmers in Northern Iran. Applied Water Science, 8, 190. https://doi.org/10.1007/s13201-018-0819-2

Pereira, L.S., Calejo, M.J., Lamaddalena, N., Douteb, A., & Bounoua, R. (2003). Design and performance analysis of low pressure irrigation distribution systems. Irrigation and Drainage Systems, 17, 305-324. https://doi.org/10.1023/B:IRRI.0000004558.56077.d4

Shadkam, S., Rasouliazar, S., & Rashidpour, L. (2017). Factors affecting the attitude of farmers towards acceptance of pressurized irrigation systems (Case study: West Azerbaijan Province). Research in Ecology, 5(2), 1086-1094. http://ecologyresearch.info/documents/EC0301-1.pdf

Shaw, B.R., Radler, B.T., Chenoweth, R., Heiberger, P., & Dearlove, P. (2011). Predicting intent to install a rain garden to protect a local lake: An application of the theory of planned behavior. Extension, 49(4), 1-14. https://doi.org/10.34068/joe.49.04.07

Singh, A., Jhorar, R.K., Kumar, S., & Kumar, N. (۲۰۱۸). Performance Evaluation of Surface Irrigation Method under Cotton-Wheat Rotation. *Current Microbiology and Applied Sciences*. 7 (5), 1014-1026.

from norm-activation theory. *Basic and applied social psychology*, 29(4), 323-334. https://doi.org/10.1080/01973530701665058

Hung, S.Y., & Wu, H, L. (2012). Factors Influencing User Acceptance of Web-Based Decision Support Systems. *Journal of Computer Information Systems*. 52(4), 70-77. https://doi.org/10.1080/08874417.2012.11645578

Kaiser, F. G. (2006). A moral extension of the theory of planned behavior: Norms and anticipated feelings of regret in conservationism. *Personality and Individual Differences,* 41, 71–81. https://doi.org/10.1016/j.paid.2005.11.028

Kaiser, F.G., & Scheuthle, H. (2003). Two challenges to a moral extension of the theory of planned behavior: moral norms and just world beliefs in conservationism. Personality and Individual Differences, 35, 1033-1048. https://doi.org/10.1016/S0191-8869(02)00316-1

Kakkavou, K., Gemtou, M., & Founta, S. (2024). Drivers and barriers to the adoption of precision irrigation technologyes in olive and cotton farming lessons from Messenia and Thessaly regions in Greece.Smart Agricultural Technology, 7, 100401. https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100401

Kang, S., Hao, X., Du, T., Tong, L., Su, X., Lu, H., Li, X., Huo, Z., Li, S., & Ding, R. (2017). Improving agricultural water productivity to ensure food security in China under changing environment: From research to practice. Agricultural Water Management, 179, 5–17. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.05.007

Kilic, D.S., & Dervisoglu, S. (2013). Examination of water saving behavior within framework of theory of planned Behavior. Secondary Education, 1(3), 8-13. https://doi.org/10.11648/j.ijsedu.20130103.11

Koech, R. Haase, M. Grima, B., & Taylor, B. (2021). Barriers and measures to improve adoption of irrigation technologies: A case study from the Bundaberg region in Queensland, Australia. Irrigation and Drainage, 70(4), 909-923. https://doi.org/10.1002/ird.2583

Leejoeiwara, B. (2013). Modeling adoption intention of online education in Thailand using DTPB with self- directed learning. Assumption

https://independent.academia.edu/AmandeepSingh1520

Taylor, S., & Todd, P.A. (1995). Understanding information technology usage, a test of competing modeles. *Information Systems Research*, 6 (2), 144-176. https://www.jstor.org/stable/23011007

Tognetti, R., Palladino, M., Delfine, S., & Alvino, A. (2003). The response of sugar beet to drip and low-pressure sprinkler irrigation in southern Italy. Agricultural Water Management. 60 (2), 135-155. https://doi.org/10.1016/S0378-3774(02)00167-1

Wang, J. Huang, J., Rozelle, S., Huang, Q., & Zhang, L. (2009). Understanding the Water Crisis in Northern China: What the Government and Farmers are doing? Water Resources Development, 25(1), 141-158. https://doi.org/10.1080/07900620802517566

Woltering, L., Ibrahim, A., Pasternak, D., & Ndjeunga, J. (2011). The economics of low pressure drip irrigation and hand watering for vegetable production in the Sahel. Agricultural Water Management, 99 (1), 67-73. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.07.017

Yadav, R., & Pathak, G.S. (2016). Young Consumers' Intention towards Buying Green Products in a Developing Nation: Extending the Theory of Planned Behavior. Cleaner Production, 135, 732-739. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.120

پی‌نوشت

1- Five-level Likert scale

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Lssue 1 (Serial No. 39). pages 191 to 202

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۱۹۱ تا ۲۰۲

Document Type: Technical Article

نوع مقاله: فنی و ترویجی

Investigating the Effect of Using Renewable Energy on Water Resources from the Required Mineral Materials Standpoint

Z. Behniafar [1], A. Pourrajabian [2*]

1- M.Sc., Research Department of Energy, Materials and Energy Research Center (MERC), Karaj, Iran.
2- Associate Professor, Research Department of Energy, Materials and Energy Research Center (MERC), Karaj, Iran.

*** Corresponding, Author Email:** a.pourrajabian@merc.ac.ir

Received ▶ 03-02-2026
Revised ▶ 08-03-2026
Accepted ▶ 11-04-2026
Available online ▶ 15-06-2026

Abstract

In order to prevent global warming, climate change, and the harmful effects of fossil fuel consumption, the use of renewable energy sources (such as solar and wind energy) has become a top priority for many countries around the world. Despite significant investments, concerns over the shortage of minerals used in renewable energy technologies (such as copper and lithium) have accelerated the exploration of new mines and the extraction of mineral resources. This study, by reviewing existing research, addresses the challenges of this issue and examines the impact of renewable energy deployment on water resources from the perspective of the required minerals. The findings indicate that four major factors- global shortages of critical minerals, the location of mines in water-stressed regions, the potential for international conflicts, and supply chain control issues (due to monopolization by a limited number of countries)- have turned the secure supply of these materials into a serious challenge. According to the study, approximately half of the global production of lithium and copper - two essential elements for the advancement of renewable energy - occurs in regions with high water stress. Meanwhile, water scarcity poses a significant barrier to mineral resource development, and long-term mining operations can lead to water pollution. In this context, the activities, impacts, and risks related to water in the development of mineral resources are introduced in three areas: production, processing, and distribution. Water pollution is particularly critical in the processing phase, as grinding and concentration methods generate toxic wastewater filled with heavy metals and chemicals. To prevent and address this crisis, four effective strategies have been proposed: optimal use of minerals, groundwater management and efficiency improvement, political actions, and the adoption of economic tools. Also, a proposed model for Iran has been recommended.

Keywords: Water Resources, Water Pollution, Renewable Energy, Fossil Fuels, Minerals.

بررسی اثر بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر بر منابع آبی از منظر مواد معدنی مورد نیاز

زری بهنیافر[۱]، ابوالفضل پوررجبیان[۲*]

۱- کارشناس ارشد، پژوهشکده انرژی، پژوهشگاه مواد و انرژی، کرج، ایران.
۲- دانشیار، پژوهشکده انرژی، پژوهشگاه مواد و انرژی، کرج، ایران.

***رایانامه نویسنده مسئول:** a.pourrajabian@merc.ac.ir

تاریخ دریافت ◀ ۱۴۰۴/۱۱/۱۴
تاریخ بازنگری ◀ ۱۴۰۴/۱۲/۱۷
تاریخ پذیرش ◀ ۱۴۰۵/۰۱/۲۲
تاریخ انتشار ◀ ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

چکیده

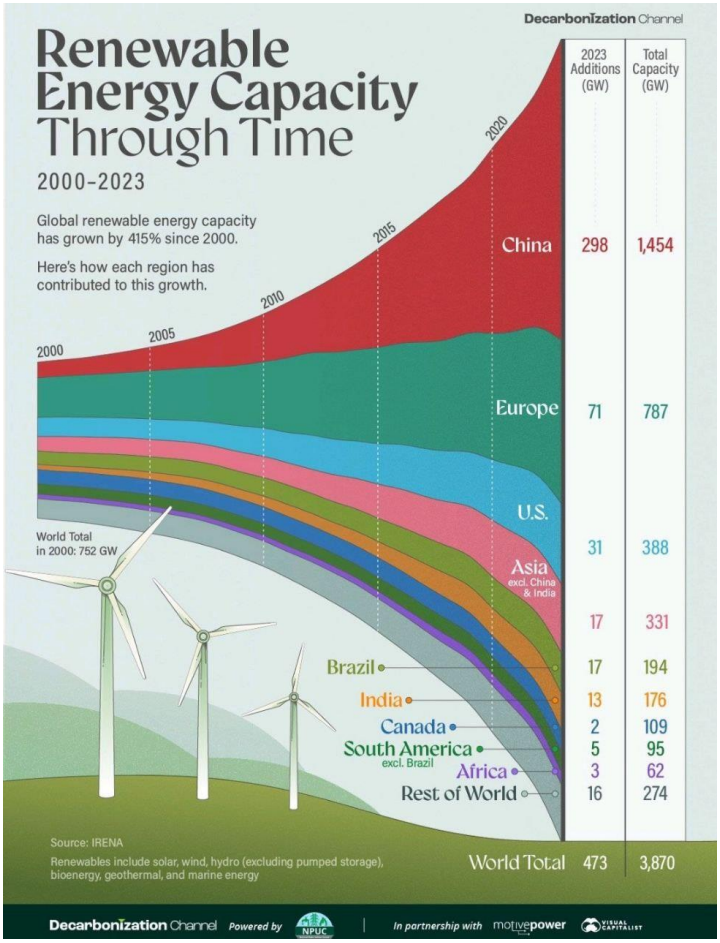
در راستای جلوگیری از گرمایش زمین، تغییرات اقلیمی و اثرات مخرب استفاده از سوخت‌های فسیلی، بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی، ...) در رأس برنامه‌های بسیاری از کشورهای جهان قرار گرفته است. با وجود سرمایه‌گذاری مناسب، نگرانی از کمبود مواد معدنی مورد استفاده در منابع تجدیدپذیر (مانند فلزات مس و لیتیم) سبب شده است که اکتشاف معادن جدید و استخراج مواد معدنی شتاب بیشتری بگیرد. هدف مطالعه حاضر بررسی اثرات و پیامدهای بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر بر منابع آبی از منظر مواد معدنی مورد نیاز در صنایع مرتبط است. در این راستا، این پژوهش با مطالعه تحقیقات انجام گرفته به چالش‌های این موضوع پرداخته و اثر بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر بر منابع آبی را از دیدگاه مواد معدنی مورد نیاز بررسی کرده است. بررسی انجام گرفته حاکی از آن است که چهار عامل کمبود مواد معدنی مورد نیاز در جهان، قرارگیری معادن در مناطق با تنش آبی، احتمال به وجود آمدن منازعات بین‌المللی و همچنین عدم کنترل زنجیره تأمین (به سبب انحصار تعداد محدودی از کشورها)، تأمین ایمن مواد مذکور را به یک چالش جدی تبدیل کرده است. بر مبنای مطالعه انجام گرفته، در حدود نیمی از تولید لیتیوم و مس (به عنوان دو عنصر حیاتی جهت پیشرفت و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر) در مناطقی است که تنش آبی بالایی دارند. این در حالی است که کمبود آب یک مانع بزرگ برای توسعه منابع مواد معدنی بوده و عملیات استخراج در بلندمدت، سبب آلودگی آب می‌شود. در این راستا فعالیت‌ها، تأثیرات و خطرات ناشی از توسعه مواد معدنی مرتبط با آب در سه حوزه تولید، فرآوری و توزیع معرفی شده است. آلودگی آب به طور خاص در مرحله فرآوری خطرناک بوده، زیرا روش‌های آسیاب و تغلیظ، پساب‌های سمی مملو از فلزات سنگین و مواد شیمیایی را تولید می‌کنند. جهت پیشگیری و رفع این بحران، چهار راهکار مؤثر شامل استفاده بهینه از مواد معدنی، مدیریت آب‌های زیرزمینی و ارتقا بهره‌وری، انجام اقدامات سیاسی و همچنین بکارگیری ابزارهای اقتصادی معرفی شده است. همچنین مدل پیشنهادی برای اقلیم ایران نیز بیان شده است.

واژه‌های کلیدی: منابع آبی، آلودگی آب، انرژی‌های تجدیدپذیر، سوخت‌های فسیلی، مواد معدنی.

How to cite this article:
Behniafar, Z., & Pourrajabian, A. (2026). Investigating the Effect of Using Renewable Energy on Water Resources from the Required Mineral Materials Standpoint. Journal of Water and Sustainable Development, 13(1), 191-202. https://doi.org/10.22067/jwsd.v13i1.2602-1497

مقدمه

انرژی‌های تجدیدپذیر شامل انرژی خورشیدی، بادی، آبی، بیو انرژی، زمین‌گرمایی و انرژی دریایی با پیشرفت قابل توجهی در حال رشد و توسعه در سرتاسر جهان می‌باشند. جایگزینی سوخت‌های فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر با هدف رفع آلودگی و کاهش گرمایش جهانی به یکی از اولویت‌های کشورهای مختلف بدل شده است. حمایت مورد اشاره به همراه ارتقای تکنولوژی و فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر کاهش قیمت جهانی را به همراه داشته است. شکل (۱) تغییرات ظرفیت را در بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۳ به تفکیک مناطق مختلف جهان شامل چین، اروپا، آمریکا، آسیا، ... را نشان می‌دهد. در حالی که ظرفیت جهانی در سال ۲۰۰۰ مقدار ۷۵۲ GW بود، این رقم پس از بیست و چهار سال و با ۴۱۵ درصد افزایش در پایان سال ۲۰۲۳ به مقدار ۳۸۷۰ GW رسیده است. این افزایش قابل توجه معادل رشد سالانه مرکب ۷/۴ درصدی می‌باشد. لازم به ذکر است که سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد برق انرژی ایران تا پایان سال ۱۴۰۳، کمی بیش از ۱ GW است. این در حالی است که کشور برزیل تنها در سال ۲۰۲۳، ۱۷ GW به ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر خود افزوده است (شکل ۱).



شکل ۱- ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر در مناطق مختلف جهان در بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۳ (IRENA، ۲۰۲۴).

کشورهای مختلف هدف‌گذاری‌های مختلفی را برای سالیان و دهه‌های آتی با هدف فاصله گرفتن از منابع فسیلی انجام داده‌اند و به این منظور بودجه‌های مرتبط تخصیص داده شده و قانونی در نظر گرفته شده است. با این وجود چالش اصلی انرژی‌های تجدیدپذیر در آینده نزدیک، تأمین مواد معدنی لازم برای اجزای مورد استفاده در تجهیزات مرتبط با منابع تجدیدپذیر (توربین‌های بادی، پنل‌های خورشیدی، ...) است. می‌توان گفت پیشرفت صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر و دسترسی به جهان پاک و عاری از سوخت‌های فسیلی در گرو تأمین مواد معدنی مورد نیاز آن می‌باشد (Grandell و همکاران، ۲۰۱۶). در این راستا نیاز به پیش‌بینی مقدار مواد مورد نیاز مذکور در سالیان و دهه‌های آتی و نحوه تأمین آن می‌باشد. به این منظور آژانس بین‌المللی انرژی از دو سناریوی سیاست‌گذاری‌های دولتی[1] (STEPS) و سناریوی توسعه پایدار[2] (SDS) بهره گرفته است (Kim و همکاران، ۲۰۲۱). سناریوی (SDS) بر مبنای توافق کنفرانس آب وهوایی پاریس

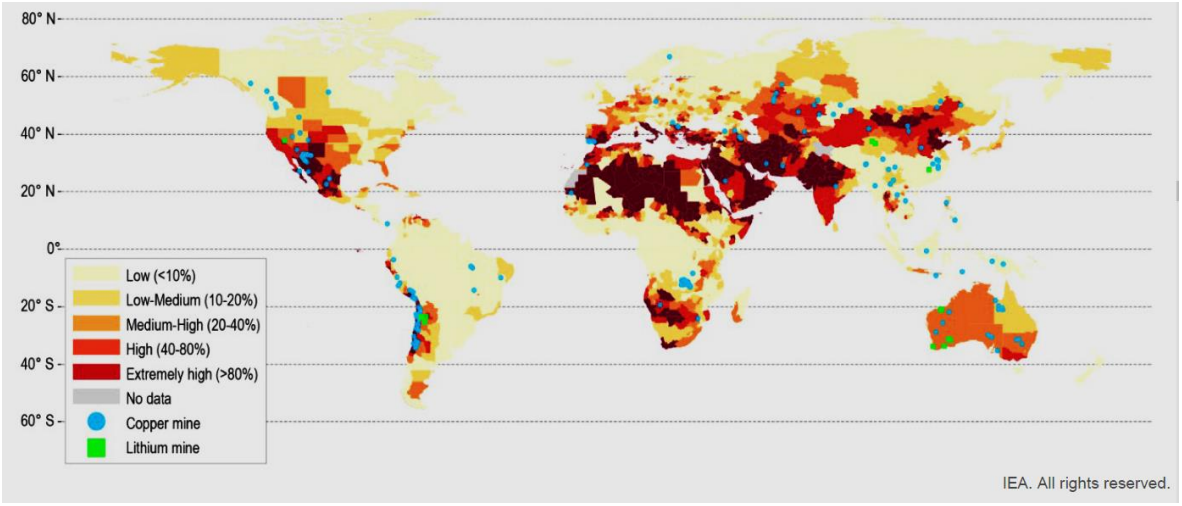
(COP21) که در سال ۲۰۱۵ برگزار شد، ایجاد شده است و مسیری را مشخص می‌کند که اهداف کنفرانس مذکور برآورده شود. در این خصوص، کشورها و شرکت‌های بزرگ اهدافی را برای گذار به دهه‌های آتی (عمدتاً تا ۲۰۵۰) در نظر گرفته‌اند. در واقع این سناریو، بر مبنای برنامه‌های اعلامی کشورها/شرکت‌ها جهت بهره‌گیری از منابع تجدیدپذیر است. سناریوی (STEPS) برمبنای سیاست‌ها و تصمیم‌گیری‌های فعلی و عملکرد دولت‌ها و روند کنونی پیشرفت آن‌ها است. در این راستا، برنامه دولت‌ها و ارگان‌های مرتبط بررسی و پایش می‌شود. در واقع به کمک هر کدام از این سناریوها امکان پیش‌بینی مواد معدنی مورد نیاز جهت استفاده در صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر به وجود می‌آید. پژوهش حاضر از جنبه دیگری به این موضوع مهم پرداخته و با معرفی چالش‌های تأمین ایمن تولید مواد معدنی مورد نیاز در صنایع تجدیدپذیر، اثرات استخراج آن‌ها را بر روی منابع آبی مورد بررسی قرار داده و به راهکارهای مقابله با خطرات ناشی از فعالیت‌های معدنی می‌پردازد.

چالش‌های تأمین ایمن تولید مواد معدنی

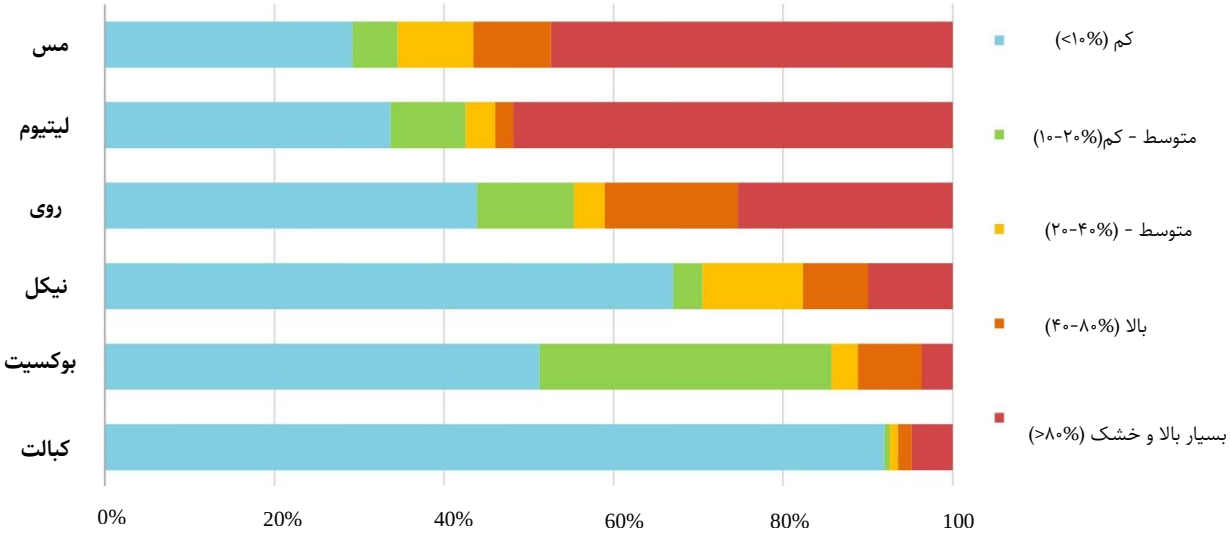
فلزات لیتیوم و مس دو فلز حیاتی در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیربوده که برای تولید آن‌ها نیاز به آب فراوانی می‌باشد. مس به لطف هدایت حرارتی و الکتریکی آن پر مصرف‌ترین ماده معدنی در فناوری‌های انرژی پاک بوده و به طور گسترده در طیف وسیعی از کاربردهای الکترونیکی و صنعتی استفاده می‌شود. تقاضا برای این فلز جهت استفاده در فناوری‌های انرژی پاک بسیار بالا بوده به گونه‌ای که سهم آن‌ها از کل تقاضای مس به ۳۰ درصد در سناریوی سیاست‌گذاری‌های دولتی (STEPS) و ۴۵ درصد در سناریوی توسعه پایدار (SDS) تا سال ۲۰۴۰ افزایش می‌یابد. همچنین لیتیوم به خاطر وزن سبک و ویژگی‌های واکنشی بالا، یک ماده اولیه اساسی برای ساخت انواع باتری‌هایی است که نه تنها در توسعه انرژی تجدیدپذیر و افزایش سهم آن‌ها در سبد تولید برق موثر بوده، بلکه جزء کلیدی خودروهای هیبریدی و الکتریکی می‌باشد.

در شکل (۲) محل قرارگیری معادن لیتیوم و مس و سطوح تنش آبی در سال ۲۰۲۰ آورده شده است. شکل (۳) سهم حجم تولید تعدادی از مواد معدنی را براساس سطح تنش آبی در سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد. بیش از ۵۰٪ تولید کنونی لیتیم و مس در مناطقی است که در معرض سطح بسیار بالای تنش آب قرار دارند. شایان ذکر است مناطقی با برداشت آب برابر یا بیش از ۴۰٪ از منابع قابل تجدید در گروه سطح بسیار بالای تنش آب طبقه‌بندی می‌شوند. همچنین بیش از ۸۰٪ از تولید مس در کشور شیلی در مناطق خشک و تنش آبی شدید و بیابانی انجام می‌شود (Kim و همکاران، ۲۰۲۱). برای لیتیم نیز بیش از نیمی از عرضه جهانی در مناطق بالای تنش آب قرار دارد، به‌ویژه در مثلث لیتیم در آمریکای جنوبی (کشورهای شیلی، آرژانتین و بولیوی)، جایی که استخراج شورابه‌ها به مصرف قابل‌توجه آب‌های زیرسطحی می‌انجامد. از آن‌جا که منابع معدنی در معرض خطرات اقلیمی زیادی قرار دارند، تولید پایدار این مواد جهت تأمین نیاز جهان به یک چالش اساسی تبدیل شده است. ریسک‌های اقلیمی مرتبط با آب (خشکسالی و سیل) تهدیدی جدی می‌باشد. برای نمونه نزدیک به ۷٪ از عرضه جهانی مس در سال ۲۰۲۴ تحت تأثیر مستقیم ریسک آب قرار گرفته است. علاوه بر این، سهم معادن واقع در مناطق پر تنش آبی به مرور زمان افزایش خواهد یافت. شیلی، استرالیا، چین و آفریقا به عنوان مناطق تولیدی این مواد در معرض گرمای شدید قرار دارند. برای نمونه حدود ۸۰ درصد تولید مس در شیلی در معادن واقع در تنش آبی بالا و مناطق خشک تولید می‌شود. در سال ۲۰۱۹ بدترین خشکسالی در بیش از شصت سال اخیر، شیلی را تحت تأثیر قرار داد به گونه‌ای که جیره‌بندی آب در معدن برای مقابله با خشکسالی اجرایی شد (CRU، ۲۰۲۰). همچنین در شیلی مواردی گزارش شده است که خشکسالی‌های چندین ساله منجر به کمبود شدید آب در مناطق معدنی شده و عملکرد معادن مس را تحت تأثیر قرار داده است. در نیمه اول سال ۲۰۲۲، معدن Los Pelambres کاهش تولید تا حدود ۲۴٪ را به دلیل کمبود آب برای فرآوری تجربه کرده است (Del Rio و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین استخراج لیتیم در مثلث لیتیم عمدتاً با روش تبخیری بر پایه شورابه انجام می‌شود. این روش به شکل قابل‌توجهی باعث استهلاک آب‌های زیرسطحی و افت سفره‌ها می‌شود. این تجربه‌ها می‌تواند برای ایران در کویرهای مرکزی پیامدهای مهمی، هم از منظر ریسک‌های تأمین مواد معدنی و هم از منظر رقابت بر منابع آبی، داشته باشد. خشکسالی بلندمدت عملکرد معادن مس را محدود می‌کند و نیاز به آب شیرین‌کن/آب غیرمحلی ایجاد می‌نماید. این راه‌حل‌ها در صورتی که به مدیریت مصرف آب نپردازند، به‌تنهایی بحران آب را حل نمی‌کنند، بلکه مصرف انرژی و هزینه را افزایش می‌دهند.

علاوه بر مشکلات مورد اشاره، انحصار تعداد محدودی از کشورها (به ویژه چین) در تولید مواد معدنی نگرانی از منازعات بین‌المللی در آینده را به همراه دارد. به طور خاص در برخی موارد، تنها یک کشور مسئول، حدود نیمی از تولید جهانی می‌باشد. شیلی و پرو، بزرگترین تولیدکننده مس هستند که ۴۰ درصد از سهم تولید جهانی مس را به خود اختصاص داده‌اند. به طور خاص، شیلی ۲۸ درصد از سهم مس جهان را در سال ۲۰۱۹ به خود اختصاص داده است. چین و جمهوری دموکراتیک کنگو به ترتیب مسئول حدود ۶۰ و ۷۰ درصد از تولید جهانی عناصر کبالت و عناصر خاکی کمیاب در سال ۲۰۱۹ بودند (Kim و همکاران، ۲۰۲۱).



شکل ۲- محل قرارگیری معادن لیتیوم و مس و سطوح تنش آبی در سال ۲۰۲۰ (WRI، ۲۰۱۹).



شکل ۳- سهم حجم تولید براساس سطح تنش آبی برای تعدادی از مواد معدنی در سال ۲۰۲۰ (WRI، ۲۰۱۹).

عناصر خاکی کمیاب[۳] دارای خواص مغناطیسی، نوری و الکتریکی منحصربه فرد بوده و به طور گسترده در صنایع مختلف به‌ویژه انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌شوند. این عناصر به دلیل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مشابه معمولاً با هم در طبیعت یافت می‌شوند و استخراج اقتصادی آن‌ها دشوار است. نئودیمیوم (Nd) و دیسپروزیوم (Dy) دو عنصر بسیار پر کاربرد در گروه عناصر خاکی کمیاب هستند که در ژنراتورهای توربین بادی به کار می‌روند (Rybak و همکاران، ۲۰۲۴). در سال ۲۰۱۱، به واسطه تحریم‌های اعمال‌شده توسط کشور چین، قیمت این عناصر جهش چشمگیری داشت (Pavel و همکاران، ۲۰۱۷). جدول (۱) سهم کشور چین از پالایش مواد معدنی در جهان را نشان می‌دهد. پس از چین، کشورهای شیلی، ژاپن و روسیه قرار دارند. با وجود این‌که چین ۵۰ درصد از تقاضا جهانی مس تصفیه شده را به خود اختصاص داده است، همچنان محصولات مس تصفیه شده را نیز از خارج وارد می‌کند. شرکت‌های چینی همچنین سرمایه‌گذاری قابل توجهی در منابع معدنی خارج از کشور خود مانند استرالیا، شیلی، جمهوری دموکراتیک کنگو و اندونزی انجام داده‌اند. همچنین در حوزه فلز لیتیم کشور چین بر بازار جهانی تسلط دارد به گونه‌ای که نزدیک به ۶۰ درصد از مواد شیمیایی لیتیوم جهان در چین تولید شده و شرکت‌های چینی در آمریکای جنوبی سرمایه‌گذاری کرده‌اند. این در حالی است که تنها تعداد انگشت شماری از شرکت‌ها می‌توانند محصولات شیمیایی لیتیومی با کیفیت خلوص بالا تولید کنند. در سال ۲۰۱۹، بیش از ۸۰ درصد هیدورکسید لیتیوم در چین تولید شده است.

جدول ۱- سهم کشور چین از پالایش مواد معدنی در جهان (Kim و همکاران، ۲۰۲۱).

ماده معدنی	مس	نیکل	لیتیوم	کبالت	عناصر خاکی کمیاب
سهم (درصد)	۴۰	۳۵	۵۰ تا ۷۰	۵۰ تا ۷۰	۹۰

در یک جمع‌بندی می‌توان گفت که کمبود مواد معدنی مورد نیاز جهت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، قرارگیری معادن در مناطق با تنش آبی و همچنین احتمال به‌وجود آمدن منازعات بین‌المللی و عدم کنترل زنجیره تأمین (به سبب انحصار تعداد محدودی از کشورها)، تأمین ایمن مواد مذکور در آینده را به یک چالش جدی تبدیل کرده است (شکل ۴). علاوه بر این، بهره‌برداری از منابع معدنی پیامدهای زیست‌محیطی و اجتماعی مختلفی را به همراه دارد که اگر به درستی مدیریت نشود، می‌تواند به جوامع محلی آسیب برساند. تولید مواد معدنی مرتبط با گذار انرژی، یک عامل مهم برای انتشار گازهای گلخانه‌ای بوده و همچنین می‌تواند اثرات نامطلوبی بر تنوع زیستی گونه‌های در معرض خطر بگذارد. در زمینه چالش‌های اجتماعی می‌توان به سلامت کارگران و تأثیرات نامطلوب بر جمعیت محلی یا کودکان کار اشاره کرد. ضمن این‌که در بسیاری از مناطق، استفاده از آب‌های زیرزمینی جهت بهره‌برداری از منابع معدنی با فعالیت‌های کشاورزی، خانگی و صنعتی در رقابت است. در این راستا این نگرانی وجود دارد تأمین این مواد بدون در نظر گرفتن ملاحظات مذکور انجام پذیرد. با وجود چالش‌های مذکور، مطالعه حاضر تنها به بررسی اثر بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر بر منابع آبی از منظر مواد معدنی مورد نیاز می‌پردازد. به این منظور اثر استخراج مواد معدنی بر روی منابع آبی و آلودگی‌های مرتبط مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته و راهکارهای مربوطه جهت جلوگیری از بحران مورد اشاره ارائه می‌شود.

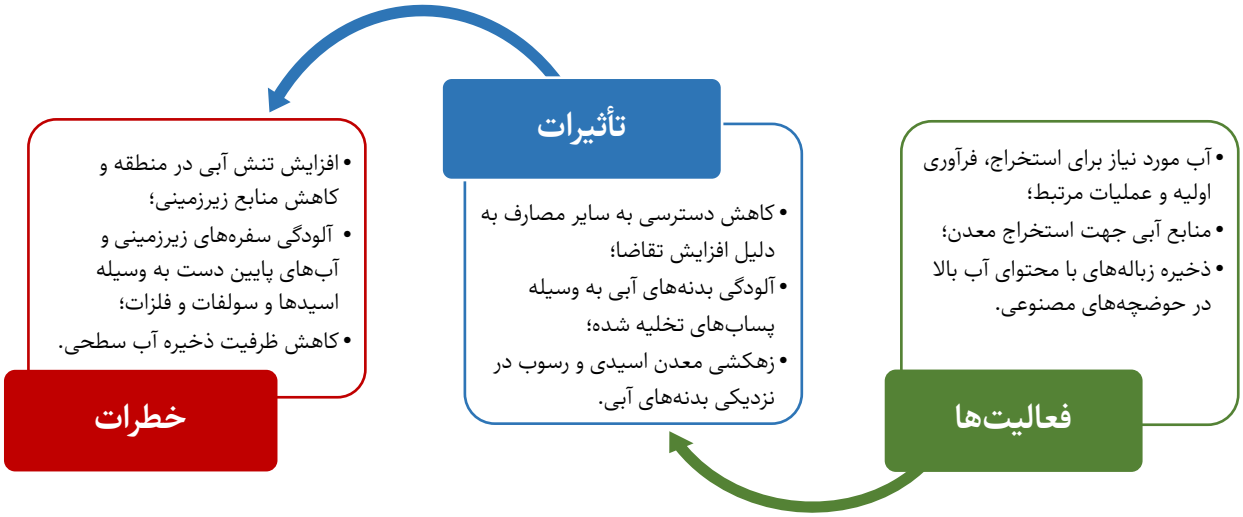
شکل ۴- چهار چالش تأمین ایمن تولید مواد معدنی.

اثر استخراج مواد معدنی بر روی منابع آبی

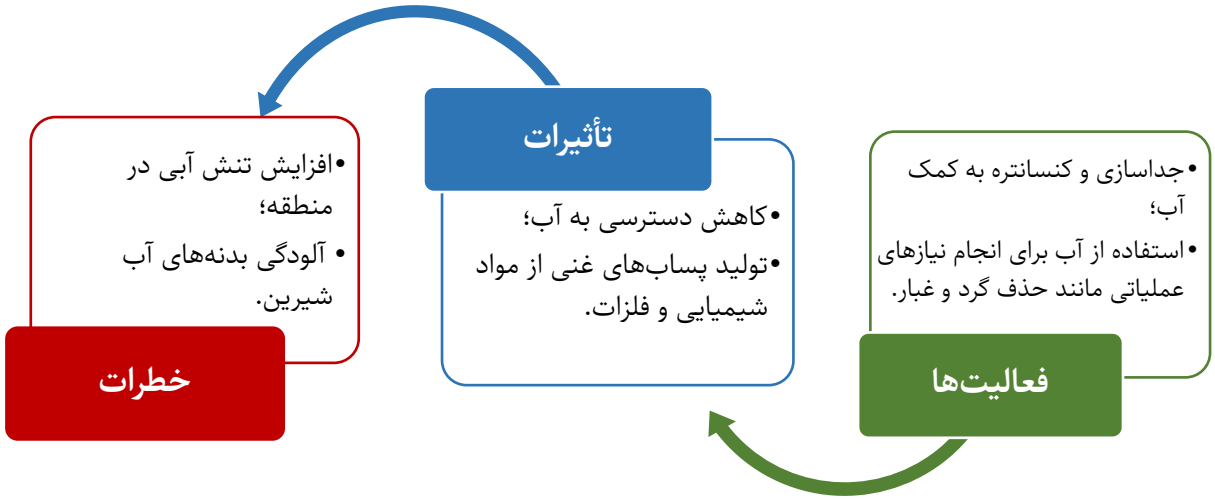
استخراج معدن یک مصرف کننده اصلی آب بوده به‌ویژه اگر مواد معدنی مورد نیاز در صنعت انرژی مورد استفاده قرار گیرند (Northey و همکاران، ۲۰۱۴). آب در زنجیره ارزش تولید از اکتشاف تا پردازش (مانند شناورسازی برای تغلیظ سنگ‌های معدنی) و همچنین حمل و نقل مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سایر عملیات‌ها نیز مانند تصفیه، خنک‌سازی، کنترل گردوغبار و پمپاژ نیاز به آب می‌باشد. در این راستا توسعه معدن بدون در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی می‌تواند به طور بالقوه منابع آبی را به دلیل زه‌کشی اسیدی معدن، آبگیری و دفع پساب‌ها در بلندمدت، آلوده کند.

آلودگی آب به ویژه در مرحله فرآوری نگران‌کننده است، جایی که عملیات‌های آسیاب و تغلیظ، پساب‌های سمی مملو از فلزات سنگین و مواد شیمیایی، تولید می‌کنند. این پساب‌ها مانند پسماندهای فلزی و شیمیایی حاوی مواد سمی بوده و اسیدیته و سمیت آن‌ها دو پارامتر کلیدی جهت بررسی میزان خطرات آن می‌باشند (Opitz و Timms، ۲۰۱۶). علاوه براین، حوضچه‌های پسماند نیز خطری جدی برای آب‌های زیرزمینی بوده و ریسک ناشی از نفوذ آن‌ها همیشه وجود دارد. شکست

سدهای پساب همچنین می‌تواند منجر به فاجعه زیست محیطی شود که نمونه بارز آن شکست سد بروماديئو در برزیل در سال ۲۰۱۹ بود (Rotta و همکاران، ۲۰۲۰، Thompson و همکاران، ۲۰۲۰). جهت درک بهتر، تأثیرات و خطرات ناشی از فعالیت‌های معدنی مرتبط به آب، در سه شکل (۵) تا (۷) به تفکیک سه بخش تولید، فرآوری و توزیع نشان داده شده است.



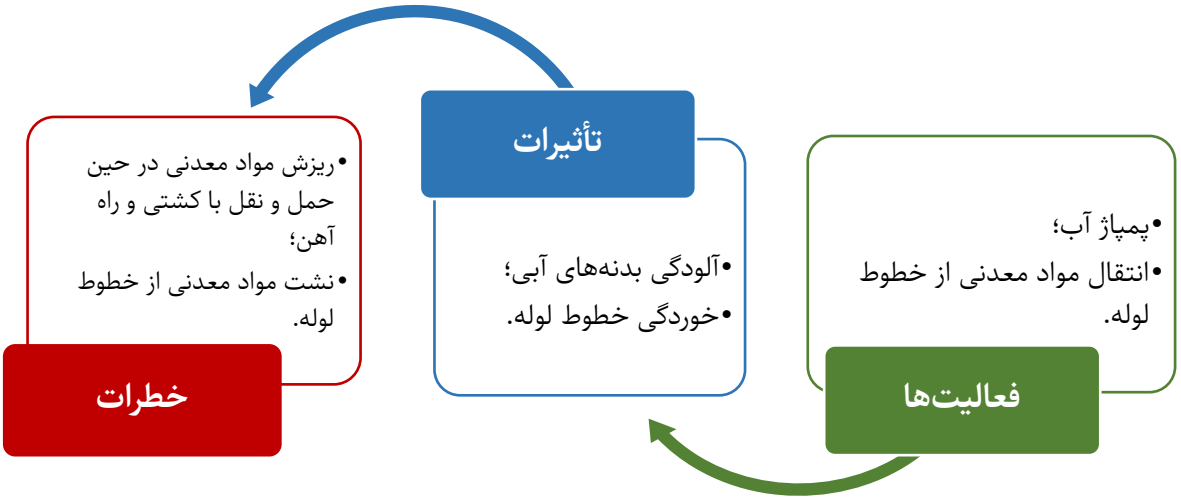
شکل ۵- فعالیت‌ها، تأثیرات و خطرات توسعه مواد معدنی مرتبط (وابسته) به آب - بخش تولید.



شکل ۶- فعالیت‌ها، تأثیرات و خطرات توسعه مواد معدنی مرتبط (وابسته) به آب - بخش فرآوری.

پارامتر ارزیابی چرخه عمر[۴]، ردپای آب[۵] (و یا انرژی) هر فناوری را از مهد تا گور[۶] (از استخراج مواد اولیه و ساخت تجهیزات تا بهره‌برداری و پایان عمر) اندازه‌گیری می‌کند. در این راستا مصرف مستقیم آب (مانند آب‌برداری و تبخیر در نیروگاه‌ها/معادن)، آب مجازی (مانند استخراج و فرآوری سوخت/مواد خام) در محاسبات مربوطه لحاظ می‌شود. برای نمونه نیروگاه‌های مبتنی بر سوخت‌های فسیلی علاوه بر آب مورد نیاز جهت استخراج سوخت فسیلی (به همراه حفاری، فرآوری و حمل‌ونقل)، برای خنک‌سازی سیکل بخار نیز به مصرف آب بسیار بالایی نیاز دارند. نیروگاه بخار به ازای هر مگاوات ساعت به ۱۱۰۰ گالن آب نیاز داشته و رقم مشابه برای نیروگاه گازی با سیکل بخار بین ۸۰۰ تا ۱۱۷۰ می‌باشد. این در حالی است که در فناوری‌های تجدیدپذیر (مانند توربین‌های بادی و صفحات خورشیدی) بخش عملیاتی آب مصرفی (در بازه کاری نیروگاه) نزدیک صفر است. در نتیجه، در طول عمر، منابع انرژی تجدیدپذیر به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای، ردپای آب عملیاتی بسیار پایین‌تر از نیروگاه‌های فسیلی دارند. در حوزه مواد معدنی، محاسبه این پارامتر به روش‌های بکار رفته در استخراج و تولید بستگی دارد(Mas-Fons و همکاران، ۲۰۲۴). برای نمونه اگر در استخراج لیتیوم از فناوری کم‌آب بر استفاده شود، مقدار پارامتر مذکور کاهش می‌یابد. در این راستا، بازه ۱۵۰- ۲۰۰۰ متر مکعب به ازای هر تن برای لیتیوم و محدوده

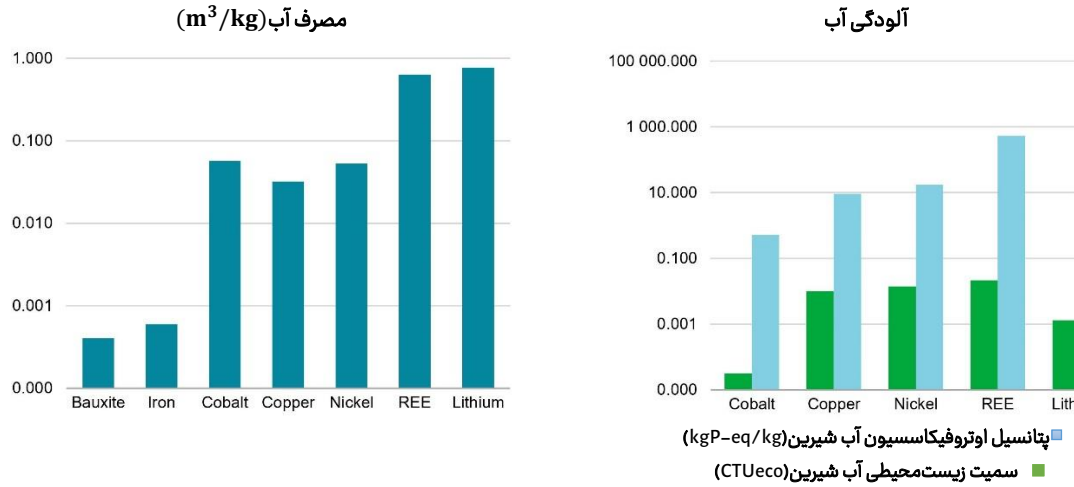
۲۰۰-۱۰۰ برای مس گزارش شده است. لازم به ذکر است که گذار به تجدیدپذیرها در صورت استفاده از فناوری‌های پیشرفته کم آب بر جهت استخراج مواد معدنی می‌تواند آثار آب را در کل چرخه انرژی کاهش دهد.



شکل ۷- فعالیت‌ها، تأثیرات و خطرات توسعه مواد معدنی مرتبط (وابسته) به آب - بخش توزیع.

شکل (۸) شاخص‌های مصرف و آلودگی آب را بر اساس مواد معدنی پر کاربرد در صنایع انرژی‌های تجدیدپذیر نشان می‌دهد. پتانسیل آلودگی به طور قابل توجهی برای مواد معدنی مختلف، نحوه و فرآیند تولید و همچنین چگونگی دفع متفاوت است. مشاهده می‌شود که لیتیم و عناصر خاکی کمیاب، بیشترین آلودگی و همچنین مصرف آب را دارند. تولید لیتیوم شامل ریسک بالای زیست‌محیطی است که غالباً ناشی از فرآیند شست‌وشو می‌باشد. علاوه بر این، تغییر در روش تولید لیتیوم از روش سنتی مبتنی بر آب نمک به روش مبتنی بر سنگ معدن، منجر به افزایش تقریباً ده برابری ریسک‌های زیست‌محیطی می‌شود (Jiang و همکاران، ۲۰۲۰).

هر چند که تکنولوژی‌های جدید استخراج مستقیم لیتیوم (DLE[۱]) می‌توانند مؤثر بوده و فشار کمتری به منابع آبی وارد کنند، به مانند مس، افزایش تنش آبی چالش بیشتری را برای تولیدکنندگان مواد خام لیتیوم در مناطق کویری (مانند آمریکای جنوبی و استرالیا) ایجاد می‌کند. همچنین عملیات تولید لیتیوم ممکن است اثرات نامطلوبی بر تعادل آب در منطقه داشته باشد. در مطالعات اخیر یک همبستگی منفی بین گسترش مستمر فعالیت‌های استخراج لیتیوم و مقدار رطوبت خاک (به عنوان یکی از شاخص‌های خشکسالی) شناسایی شده است (Liu و همکاران، ۲۰۱۹).



شکل ۸- شاخص‌های مصرف آب (چپ) و آلودگی آب (راست) برای مواد معدنی پر کاربرد در صنایع انرژی‌های تجدیدپذیر

(CTUeco: واحد سمی مقایسه‌ای برای اکوسیستم‌ها، kgP-eq/kg: کیلوگرم از فسفر معادل بر هر کیلوگرم (Tost و همکاران(۲۰۱۸) و Marx و همکاران(۲۰۱۸) و Farjana و همکاران(۲۰۱۹) و Jiang و همکاران (۲۰۲۰)).

راهکارهای مقابله با خطرات ناشی از فعالیت‌های معدنی

با وجود خطرات ذکر شده ناشی از فعالیت‌های معدنی، روند گذار انرژی و جلوگیری از گرمایش زمین به کمک انرژی‌های تجدیدپذیر از سالیان پیش آغاز شده و در بسیاری از کشورهای جهان با شتاب ادامه دارد. به منظور به حداقل رساندن اثرات و جنبه‌های منفی این روند، انجام فعالیت‌ها و اقدامات ذیل به عنوان راهکارهای مهم جهت مقابله با خطرات ناشی از فعالیت‌های معدنی پیشنهاد می‌شود (Kim و همکاران، ۲۰۲۱):

استفاده بهینه از مواد معدنی: بدون تردید کاهش استفاده از مواد معدنی مورد نیاز در صنایع تجدیدپذیر، نقشی مهمی در به تأخیر انداختن معضل مورد اشاره داشته و فرآیند استخراج معدن می‌تواند ردپای آبی خود را با کاهش نیازهای آبی و به کمک روش‌های جایگزین بهبود بخشد (Dutta و همکاران، ۲۰۱۶). در سلسله مراتب مدیریت پسماند، بازیافت[8] و بازیابی[9] از مراحل مهم می‌باشد به گونه‌ای که بیشترین پژوهش‌ها به نسبت سایر مراحل مدیریت پسماند بر روی آن‌ها متمرکز شده است. بسته به هدف مورد نظر، فناوری‌های بازیافت به کمک سه روش مکانیکی، حرارتی و شیمیایی انجام می‌شود (Delaney و همکاران، ۲۰۲۱). با پیشرفت و ارتقای تکنولوژی (Hsu و همکاران، ۲۰۱۹) امکان بازیابی مواد معدنی (به ویژه عناصر خاکی کمیاب) به کمک روش‌های مبتنی بر بیومتالورژی و بیولوژی که توسط Zhuang و همکاران (۲۰۱۵) و همچنین Nancharaiah و همکاران (۲۰۱۶) در حال انجام است، وجود دارد. در حوزه بازیافت، پژوهش‌های مرتبط جهت بهره‌برداری تجهیزات مورد استفاده در انرژی‌های تجدیدپذیر پس از پایان عمر کاری و برگرداندن آن‌ها به چرخه تولید در حال انجام است. برای نمونه می‌توان به مطالعات انجام گرفته در حوزه پنل‌های خورشیدی توسط *Xu* و همکاران (۲۰۱۸) و Chowdhury و همکاران (۲۰۲۰) و همچنین حوزه توربین‌های بادی توسط Alavi و همکاران (۲۰۲۴) و Gentilini و همکاران (۲۰۱۸) نام برد. لازم به ذکر است با وجود پژوهش‌های در حال انجام، اما این روش‌ها هنوز فاصله زمانی قابل توجهی تا عملیاتی شدن و رسیدن به مرحله بلوغ فنی دارند.

مدیریت آب‌های زیرزمینی و ارتقا بهره‌وری: استفاده بهینه از آب‌های زیرزمینی به همراه استفاده از آب حاصل از آبگیری معدن و روان‌آب سطحی از راهکارهای اصلی مدیریت آب می‌باشد. کشور شیلی، به عنوان بزرگترین تولیدکننده مس در جهان، بیشترین تنش آبی را در قاره آمریکا دارد و از این نظر در رتبه هجدهم جهان قرار دارد، به گونه‌ای که معادن مس در کنار یکی از خشک‌ترین کویرهای زمین قرار دارند (WRI، ۲۰۲۱). با این وجود بیش از ۷۸ درصد از آب مورد استفاده خود را بازیافت کرده و با بهره‌گیری و ارتقاء سیستم حمل و نقل آب از یک مدار خودکار برای گردش مجدد آب استفاده می‌کند (Copper Alliance، ۲۰۲۱). بهره‌وری را همچنین می‌توان با کاهش تلفات آب بدست آورد. از آنجا که در عملیات معدنی می‌توان از آبی که کیفیت پایین دارد بهره برد، استفاده از فاضلاب تصفیه شده یکی از راهکارهای مهم است. برای کاهش آلاینده‌ها و رعایت استانداردهای تعیین شده، تأسیسات معدنی می‌توانند حجم آب آلوده را با مدیریت روان‌آب یا پوشاندن ضایعات سنگ‌ها و توده‌های سنگ معدن با اجرای سیستم زه‌کشی (جهت جلوگیری از تماس با آب‌های زیرزمینی) کاهش دهند. همچنین به کمک تکنولوژی‌های تصفیه، امکان حذف آلاینده‌های مختلف موجود در پساب وجود دارد. اقداماتی مانند تصحیح pH و استفاده از منعقدکننده‌ها (برای رسوب دادن فلزات)، استفاده از فناوری‌های پیشرفته (مانند فیلتراسیون غشایی یا اکسیداسیون فتوشیمیایی) از جمله این فعالیت‌ها است.

اقدامات سیاسی: تدوین و تنظیم مقررات جدید و الزامات مربوطه توسط دولتمردان و تصمیم‌گیرندگان از ابتدایی‌ترین راهکارها می‌باشد. الزام شرکت‌های معدنی به داشتن بیمه برای جبران خسارت‌های ناشی از آلودگی یا تخریب منابع آب زیرزمینی سبب می‌شود که شرکت‌ها مسئولیت‌پذیرتر شوند و خسارت‌ها کاهش پیدا کند. همچنین تعریف استانداردها برای بهره‌وری استفاده از آب‌های سطحی و زیرزمینی و نظارت بر خطوط لوله از دیگر اقدامات سیاسی می‌باشد. به این منظور کنترل برداشت آب از طریق مجوزهای دولتی جهت استفاده بهینه، بسیار حائز اهمیت است. برای نمونه انجمن معدن کانادا، یک چارچوب و پروتکل نظارت دارد که معیارهایی را برای برنامه‌های مدیریت آب شرکت‌ها تعیین می‌کند. چین با وضع مقررات سخت‌گیرانه در حال برداشتن گام‌هایی برای جلوگیری از منابع مولد آلودگی است.

ابزارهای اقتصادی: تعیین مقررات، قیمت‌گذاری (با هدف جلوگیری از ارائه آب رایگان یا ارزان) و همچنین تعیین بازار برای حقوق آب از جمله ابزارهای اقتصادی است. در این راستا، قیمت‌گذاری واقعی منابع آب سبب صرفه‌جویی و استفاده بهینه‌تر خواهد شد. ضمن این‌که مقررات مورد اشاره می‌بایست همراه با سیستم‌های نظارتی بوده و تمامی ذینفعان مرتبط با استخراج معادن را در دوره‌های زمانی از پیش تعیین شده پایش کند. همچنین اعمال مالیات و اخذ عوارض زیست‌محیطی منجر به فشار بر روی شرکت‌هایی که آب زیرزمینی را بیش از حد برداشت یا آلوده می‌کنند، می‌شود. در نظر گرفتن مشوق‌های مالی مانند ارائه یارانه، وام‌های کم‌بهره یا معافیت‌های مالیاتی برای شرکت‌هایی که از تکنولوژی‌های پاک‌تر و بازیابی آب بهره می‌برند، از جمله ابزارهای اقتصادی جهت مقابله با خطرات ناشی از فعالیت‌های معدنی می‌باشد. در طرف مقابل، تعیین جریمه‌های سنگین مالی برای شرکت‌هایی که مقررات مربوط به حفاظت از منابع آب را نقض می‌کنند نیز بازدارنده بوده و مؤثر و حائز اهمیت است.

مدل پیشنهادی برای ایران

ایران یکی از کشورهای با تنش آب بسیار بالا بوده و بخش اعظم معادن مس در مناطق خشک و کم‌آب استان کرمان (سرچشمه و میدوک) قرار دارند. تولید سالانه مجتمع‌های مس سرچشمه و میدوک در حدود ۳۰۰-۳۵۰ هزار تن می‌باشد. با مصرف ۱۰۰-۲۰۰ مترمکعب آب به ازای هر تن مس، مصرف سالانه آب در محدوده ۳۵ تا ۶۰ میلیون مترمکعب تخمین زده می‌شود. این موضوع چالشی جدی در مدیریت منابع آبی ایجاد می‌کند، زیرا اغلب منابع آب زیرزمینی و سطحی، محدود و آسیب‌پذیر هستند. اگر ایران بتواند تولید خود را پایدارتر، کم‌آب‌تر و کم‌انرژی‌تر کند، می‌تواند نقشی حیاتی در تأمین بازار جهانی مس و حتی لیتیوم ایفا نماید، هرچند که ذخایر شناسایی‌شده لیتیوم محدود بوده و ذخایر جدید (به‌ویژه در شورابه‌های کویری) در حال اکتشاف است.

در برنامه هفتم توسعه ایران، تأمین حداقل ۱۰ گیگاوات برق از انرژی‌های تجدیدپذیر در نظر گرفته شده است. همچنین سهم ۳۰٪ در سبد برق تا سال ۱۴۱۰ برای منابع تجدیدپذیر (خورشیدی و بادی) هدف‌گذاری شده است. یکی از دلایل اصلی این برنامه‌ریزی‌ها، کاهش وابستگی به منابع مبتنی بر سوخت‌های فسیلی است که آب زیادی مصرف می‌کنند. برای نمونه، هر گیگاوات برق فسیلی نیاز به ۸۰-۱۱۰ هزار مترمکعب آب دارد، در حالی که این بازه برای برق خورشیدی و برق بادی به ترتیب ۰/۵-۰/۹ و ۰/۱-۰/۳ هزار مترمکعب است. با توجه به برنامه ایران برای افزایش سهم منابع تجدیدپذیر، تولید مس می‌تواند مستقیماً به کمک صنایع تجدیدپذیر کشور بیاید. برای نمونه، یک نیروگاه خورشیدی به ازای هر ۱ مگاوات، به ۳-۵ تن مس نیاز دارد. با در نظر گرفتن ظرفیت ۱۰ گیگاواتی برای توسعه نیروگاه‌های خورشیدی، به ۳۰-۵۰ هزار تن مس نیاز می‌باشد که معادل حدود ۱۰٪-۱۵٪ تولید سالانه کشور است. از این رو، توسعه و افزایش نیروگاه‌های خورشیدی و بادی در رئوس کار دولت قرار گرفته است. این در حالی است که تحریم‌های بین‌المللی، محدودیت‌های قابل توجهی را برای خرید و واردات تجهیزات مرتبط با این منابع اعمال کرده است. اگرچه بهره‌گیری از ظرفیت معادن، صنایع و شرکت‌های داخلی می‌تواند راهگشا باشد، اما محدودیت آب‌های زیرزمینی و قرارگیری معادن ایران در مناطق با تنش آبی بالا (مانند کویر مرکزی، کرمان و یزد) نیازمند مدیریت ویژه در سطح کلان ملی است. در واقع، تنش در منابع آب زیرزمینی، محدودیت دسترسی به تکنولوژی‌های نوین و همچنین تحریم‌های بین‌المللی، از چالش‌های اساسی ایران در زنجیره تأمین مواد معدنی بوده که رفع هر یک، استراتژی مربوط به خود را نیاز دارد که در ادامه به آن اشاره می‌شود.

توسعه فناوری استخراج مستقیم لیتیم (DLE) به دلیل نیاز به آب کمتر و بازیابی سریع‌تر لیتیم، گزینه عملیاتی مناسب برای ذخایر شورابه‌ای ایران (در صورت وجود ذخایر قابل بهره‌برداری) بوده و وابستگی کمتر به چین در تأمین لیتیم خام را به همراه دارد. کاهش شدید فشار آب محلی، افزایش بازده استخراج و مناسب برای ذخایر کم‌آب یا با شوری بالا، از جمله مزایای این فناوری است. هر چند که نیاز به سرمایه‌گذاری فناوری و آزمایش پایلوت و نیاز به برق پایدار (که می‌تواند از انرژی تجدیدپذیر تأمین شود) از محدودیت‌های آن است. در واقع با در نظر گرفتن فناوری‌های استخراج کم‌آب‌بر و همچنین اصلاح قیمت آب، ایران می‌تواند لیتیوم را در اقلیم خشک خود توسعه دهد. روش DLE روشی است که به‌جای تبخیر چندماهه برینه[10] در حوضچه‌ها، لیتیوم را با رزین تبادل یونی، جاذب‌ها یا غشاها در چند ساعت بازیابی می‌کند. در مقایسه با روش تبخیری سنتی، به کمک روش DLE، مصرف آب ۷۰٪-۹۰٪ کاهش می‌یابد. جهت عملیاتی کردن این موضوع، مناطق شورابه‌ای کویری (شورابه‌هایی با Li > 100 ppm) می‌تواند به عنوان پایلوت صنعتی در نظر گرفته شود. در این راستا نیاز به سنجش مصرف واقعی آب (و بازیافت آن) به همراه تست رسوب‌گذاری و گرفتگی غشاها است. از آنجا که روش DLE برق‌بر است (انرژی مورد نیاز برای پمپ‌ها)، بهره‌گیری از نیروگاه خورشیدی محلی (با توجه به پتانسیل انرژی خورشیدی در مناطق مرکزی ایران) می‌تواند مؤثر باشد. به صورت موازی، اصلاح قیمت آب و سیاست‌گذاری مرتبط با هدف اقتصادی کردن این طرح نیز می‌بایست صورت پذیرد. به این منظور، راه‌اندازی بازار حق‌آبه، در نظر گرفتن سهمیه مشخص آب برای معادن، امکان خرید و فروش حق‌آبه به همراه جریمه برداشت مازاد، ضروری می‌باشد.

بازیافت مواد ارزشمند از پسماند محصولات الکترونیکی و انرژی‌های تجدیدپذیر به کمک فناوری‌های بازیافت پیشرفته (مانند هیدرومتالورژی) می‌تواند بخشی از تأمین داخلی ایران را پوشش دهد. کاهش وابستگی به استخراج جدید، کاهش فشار بر منابع آب و ایجاد زنجیره ارزش داخلی پایدار از جمله مزایای این موضوع می‌باشد. ضمن این‌که هزینه اولیه بالاتر نسبت به بازیافت سنتی و نیاز به سرمایه‌گذاری و نیروی انسانی متخصص از محدودیت‌های آن است. با این وجود یک برنامه ملی بازیافت، می‌تواند بخشی از تقاضا در بلندمدت را پوشش داده و در کنار فناوری استخراج مستقیم لیتیم و واردات استراتژیک، به خودکفایی نزدیک‌تر شود.

ایران همچنین می‌تواند از طریق توافق‌های بلندمدت تأمین، مشارکت سرمایه‌گذاری و مشارکت‌های فناوری از کشورهایی که منابع معدنی غنی دارند و کمتر در معرض کم‌آبی هستند (مانند بخش‌هایی از آفریقا و آمریکای جنوبی) بهره ببرد. این کشورها به‌طور فزاینده‌ای به دنبال سرمایه‌گذاری خارجی هستند و می‌توانند پروژه‌های پایدار را تعریف کنند. تنوع منابع معدنی، کاهش وابستگی به مناطق تنش آب بالا و کاهش ریسک سیاسی نسبت به تحریم‌ها و جنگ‌های تجاری از جمله مزایای این استراتژی است. با این وجود نیاز به زیرساخت‌های مناسب و قراردادهای بلندمدت و مخاطرات ژئوپلیتیک و نیاز به مکانیزم‌های حقوقی قوی برای تضمین قرارداد از محدودیت‌های آن است. نتیجه این رویکرد می‌تواند

تنوع جغرافیایی تأمین را افزایش داده و ریسک‌های هم‌زمان آب در ایران و وابستگی سیاسی/تجاری را کاهش دهد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با مطالعه تحقیقات انجام گرفته به بررسی اثر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بر منابع آبی از منظر مواد معدنی مورد نیاز پرداخته است. برای جایگزینی سوخت‌های فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر و افزایش سهم آن‌ها در سبد تولید برق کشورها، نیاز به سرمایه‌گذاری عظیمی می‌باشد. تجهیزات مورد نیاز انرژی‌های تجدیدپذیر مانند پنل‌های خورشیدی، ژنراتورهای توربین‌های بادی و آبی از مواد معدنی مختلف (مانند مس، کبالت، ...) و عناصر خاکی کمیابی تشکیل شده‌اند که سبب شده سرمایه قابل توجهی به حوزه اکتشاف و استخراج معدن در سراسر جهان وارد شود. با این وجود، چهار عامل کمبود مواد معدنی مورد نیاز در جهان، قرارگیری معادن در مناطق با تنش آبی، امکان شکل‌گیری منازعات بین‌المللی و همچنین عدم کنترل زنجیره تأمین به دلیل انحصار تعدادی از کشورها، تأمین این مواد را به یک چالش جدی تبدیل کرده است. مهم‌تر آن‌که فرآیند استحصال مواد معدنی نه تنها نیاز به آب زیادی داشته، بلکه نگرانی جدی از آلودگی منابع آبی زیرزمینی در مراحل اکتشاف و استخراج معدن وجود دارد؛ زیرا فرآیندهای آسیاب و تغلیظ، پساب‌های سمی (مملو از فلزات سنگین و مواد شیمیایی) تولید می‌کنند. در این راستا فعالیت‌ها، تأثیرات و خطرات توسعه مواد معدنی مرتبط به آب در سه بخش تولید، فرآوری و توزیع معرفی شده است. در ادامه راهکارهای مؤثر جهت رفع چالش مذکور در چهار بخش شامل استفاده بهینه از مواد معدنی (مانند استفاده از روش‌های بازیافت و بازیابی برای بهره‌گیری مجدد از مواد معدنی)، انجام اقدامات سیاسی (مانند تدوین استانداردها برای بهبود بهره‌وری استفاده از آب‌های سطحی)، بکارگیری ابزارهای اقتصادی (مانند تعیین مقررات و قیمت‌گذاری برای منابع آبی زیرزمینی) و همچنین مدیریت آب‌های زیرزمینی و ارتقا بهره‌وری (مانند استفاده از یک مدار خودکار برای گردش مجدد آب جهت استفاده در فرآیندهای معدنی) مورد بررسی قرار گرفته است.

منابع

Alavi, Z., Khalilpour, K., & Florin, N. (2024). Forecasting End-of-Life Wind Turbine Material Flows in Australia under Various Wind Energy Deployment Scenarios. Energies, 17(4), 914. https://doi.org/10.3390/en17040914

Chowdhury, M. S., Rahman, K. S., Chowdhury, T., Nuthammachot, N., Techato, K., Akhtaruzzaman, M., ... & Amin, N. (2020). An overview of solar photovoltaic panels' end-of-life material recycling. Energy Strategy Reviews, 27, 100431. https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100431

Copper Alliance. (2021). Best Practices: Copper Mining, Water and the United Nations' SDGs, https://sustainablecopper.org/bestpractices/copper-mining-water-and-the-united-nations-sdgs

CRU. (2020). Water - a major disrupter to copper supply. https://www.crugroup.com/knowledge-andinsights/insights/2020/water-a-major-disrupter-to-copper-supply

Delaney, E. L., McKinley, J. M., Megarry, W., Graham, C., Leahy, P. G., Bank, L. C., & Gentry, R. (2021). An integrated geospatial approach for repurposing wind turbine blades. Resources, Conservation and Recycling, 170, 105601. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105601

Del Rio, J. I., Fernandez, P., Castillo, E., & Orellana, L. F. (2023). Assesing climate change risk in the mining industry: a case study in the copper industry in the Antofagasta Region, Chile. Commodities, 2(3), 246-260. https://doi.org/10.3390/commodities2030015

Dutta, T., Kim, K. H., Uchimiya, M., Kwon, E. E., Jeon, B. H., Deep, A., & Yun, S. T. (2016). Global demand for rare earth resources and strategies for green mining. Environmental Research, 150, 182-190. https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.05.052

Farjana, S. H., Huda, N., and Mahmud, M. A. P. (2019), Life cycle assessment of cobalt extraction process. Journal of Sustainable Mining, 18(3), 150–161. https://doi.org/10.1016/j.jsm.2019.03.002

Gentilini, L., Colledani, M., & Melià, P. (2018). Assessing the use of neodymium alloys in wind turbines from a Life Cycle Assessment perspective: a literature review. XII Convegno della Rete Italiana LCA, 367-375.

Marx, J., Schreiber, A., Zapp, P., & Walachowicz, F. (2018). Comparative Life Cycle Assessment of NdFeB Permanent Magnet Production from Different Rare Earth Deposits. ACS Sustainable Chemistry and Engineering, 6(5), 5858–5867. https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b04165

Mas-Fons, A., Arduin, R. H., Loubet, P., Pereira, T., Parvez, A. M., & Sonnemann, G. (2024). Carbon and water footprint of battery-grade lithium from brine and spodumene: A simulation-based LCA. Journal of Cleaner Production, 452, 142108. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142108

Nancharaiah, Y. V., Mohan, S. V., & Lens, P. N. L. (2016). Biological and bioelectrochemical recovery of critical and scarce metals. Trends in biotechnology, 34(2), 137-155. https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2015.11.003

Northey, S. A., Haque, N., Lovel, R., & Cooksey, M. A. (2014). Evaluating the application of water footprint methods to primary metal production systems. Minerals Engineering, 69, 65–80. http://doi:10.1016/j.mineng.2014.07.006

Opitz, J. and Timms, W. (2016). Mine water discharge quality – a review of classification frameworks, Proceedings of the International Mine Water Association, IMWA 2016, Leipzig, 11-15. https://www.imwa.info/docs/imwa_2016/IMWA2016_Opitz_58.pdf

Pavel, C. C., Lacal-Arántegui, R., Marmier, A., Schüler, D., Tzimas, E., Buchert, M., Jenseit, W., & Blagoeva, D. (2017). Substitution Strategies for Reducing the Use of Rare Earths in Wind Turbines. Resources Policy, 52, 349-357. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.04.010

Rotta, L. H. S., Alcantara, E., Park, E., Negri, R. G., Lin, Y. N., Bernardo, N., ... & Souza Filho, C. R. (2020). The 2019 Brumadinho tailings dam collapse: Possible cause and impacts of the worst human and environmental disaster in Brazil. International journal of applied earth

Grandell, L., Lehtilä, A., Kivinen, M., Koljonen, T., Kihlman, S., & Lauri, L. S. (2016). Role of critical metals in the future markets of clean energy technologies. Renewable energy, 95, 53-62. https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.03.102

Hsu, E., Barmak, K., West, A. C., & Park, A. H. A. (2019). Advancements in the treatment and processing of electronic waste with sustainability: a review of metal extraction and recovery technologies. Green chemistry, 21(5), 919-936. https://doi.org/10.1039/C8GC03688H

Kim, T. Y., Gould, T., Bennet, S., Briens, F., Dasgupta, A., Gonzales, P., ... & Lagelee, J. (2021). The role of critical minerals in clean energy transitions. International Energy Agency: Washington, DC, USA, 70-71. https://doi.org/10.1787/f262b91c-en

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2024). Renewable energy capacity through time (2000-2023) [Infographic]. https://www.irena.org

Jiang, S., Zhang, L., Li, F., Hua, H., Liu, X., Yuan, Z., & Wu, H. (2020). Environmental impacts of lithium production showing the importance of primary data of upstream process in lifecycle assessment. Journal of Environmental Management, 262(January), 110253. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110253

Kim, T. Y., Gould, T., Bennet, S., Briens, F., Dasgupta, A., Gonzales, P., ... & Lagelee, J. (2021). The role of critical minerals in clean energy transitions. International Energy Agency: Washington, DC, USA, 70-71. Kim, T. Y., Gould, T., Bennet, S., Briens, F., Dasgupta, A., Gonzales, P., ... & Lagelee, J. (2021). The role of critical minerals in clean energy transitions. International Energy Agency: Washington, DC, USA, 70-71.

Liu, W., Agusdinata, D. B., & Myint, S. W. (2019). Spatiotemporal patterns of lithium mining environmental degradation in the Atacama Salt Flat, Chile. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 80, 145-156. https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.04.016

observation and geoinformation, 90, 102119. https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102119

Rybak, A., Rybak, A., & Kolev, S. D. (2024). Development of wind energy and access to REE. The case of Poland. Resources Policy, 90, 104723. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104723

Thompson, F., de Oliveira, B. C., Cordeiro, M. C., Masi, B. P., Rangel, T. P., Paz, P., ... & de Rezende, C. E. (2020). Severe impacts of the Brumadinho dam failure (Minas Gerais, Brazil) on the water quality of the Paraopeba River. Science of the Total Environment, 705, 135914. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135914

Tost, M., Bayer, B., Hitch, M., Lutter, S., Moser, P., & Feiel, S. (2018). Metal mining's environmental pressures: A review and updated estimates on CO2 emissions, water use, and land requirements. Sustainability (Switzerland), 10(8), 2881. https://doi.org/10.3390/su10082881

WRI (World Resources Institute). (2019). Aqueduct 3.0 dataset, accessed in March 2025, https://www.wri.org/publication/aqueduct-30

WRI (World Resources Institute). (2021). Aqueduct Country Rankings (database), https://www.wri.org/applications/aqueduct/country-rankings/, (accessed 30 April 2025)

Xu, Y., Li, J., Tan, Q., Peters, A. L., & Yang, C. (2018). Global status of recycling waste solar panels: A review. Waste management, 75, 450-458. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.036

Zhuang, W. Q., Fitts, J. P., Ajo-Franklin, C. M., Maes, S., Alvarez-Cohen, L., & Hennebel, T. (2015). Recovery of critical metals using biometallurgy. Current opinion in biotechnology, 33, 327-335. https://doi.org/10.1016/j.copbio.2015.03.019

پی‌نوشت‌ها

1-Stated Policies Scenario (STEPS)
2-Sustainable Development Scenario (SDS)
3-Rare Earth Elements (REEs)
4-Life Cycle Assessment (LCA)
5-Water Footprint
6-Cradle-to-Grave
7-Direct Lithium Extraction (DLE)
8-Recycling
9-Recovery
10-Brine

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۲۰۳ تا ۲۱۲

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Lssue 1 (Serial No. 39). pages 203 to 212

یادداشت تحلیلی

ارزیابی امکان همکاری در مدیریت تالاب‌های فرامرزی براساس شاخص‌های SDG؛ مطالعه موردی هامون، اوکاوانگو و وادن

یوسف خلج امیرحسینی[1*]، افشین متقی[2]

۱- دانشجوی دکتری، گروه جغرافیای سیاسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۲- استاد، گروه آموزشی جغرافیای سیاسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
* رایانامه نویسنده مسئول: yousef.khalaj@modares.ac.ir

چکیده

در جایی که تالاب‌ها از مرز کشورها فراتر می‌روند، مانند رودخانه‌ها و دریاچه‌های فرامرزی، همکاری بین کشورها برای مدیریت و بقای آنها ضروری است. سوال اصلی تحقیق این است که آیا سابقه و امکان اینگونه همکاری در تالاب‌های فرامرزی در دنیا وجود دارد یا خیر؟ این پژوهش از نوع تحقیقات کیفی بوده و با روش توصیفی-اکتشافی انجام شده است. جامعه آماری شامل تمامی تالاب‌های فرامرزی ثبت‌شده در پایگاه داده کنوانسیون رامسر است که از میان آن‌ها، سه تالاب هامون، دلتای اوکاوانگو و دریای وادن با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند و بر اساس شباهت‌های ساختاری و کارکردی انتخاب شدند. گردآوری داده‌ها از طریق تحلیل اسناد و مدارک معتبر بین‌المللی شامل گزارش‌های رسمی سازمان ملل، اسناد کنوانسیون رامسر، معاهدات دوجانبه و چندجانبه آب، و مقالات علمی معتبر انجام شده است. چارچوب تحلیلی پژوهش مبتنی بر چهار شاخص همکاری معرفی‌شده توسط برنامه توسعه پایدار سازمان ملل (SDG 6.5.2) است که عبارت‌اند از: (۱) وجود نهاد مشترک یا موافقت‌نامه رسمی، (۲) برنامه مدیریت مشترک، (۳) تبادل منظم داده‌ها و اطلاعات، و (۴) مشارکت ذی‌نفعان. شاخص‌های همکاری در سه تالاب منتخب بررسی شد. نتایج نشان از همکاری قوی و موثر در دریای وادن، همکاری متوسط در دلتای اوکاوانگو و کمترین سطح همکاری در تالاب هامون دارد. این نتایج نشان می‌دهد امکان همکاری در مدیریت تالاب‌های مشترک وجود داشته و همکاری در مدیریت تالاب در جایی که نهادینه شده، دارای بالاترین سطح است. از سوی دیگر نبود این همکاری در تالاب هامون باعث تسریع تخریب و نابودی این اکوسیستم شده که این امر تحت تأثیر اقدامات سازه‌ای، انحراف و برداشت‌های غیرمتعارف از جریان ورودی به تالاب و سوء مدیریت دو طرف، در کنار تغییرات اقلیمی و خشکسالی‌های متوالی اخیر، شدت بیشتری به خود گرفته است.

واژه‌های کلیدی: تالاب، دیپلماسی، فرامرزی، همکاری و مدیریت.

مقدمه

تالاب‌ها اکوسیستم‌هایی هستند که در آنها آب عامل اصلی کنترل محیط‌زیست و حیات گیاهی و جانوری مرتبط است. تعریف به کار رفته از تالاب‌ها در کنوانسیون رامسربسیار وسیع بوده و شامل مرداب‌ها، لجن‌زارها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، آب‌های طبیعی یا مصنوعی اعم از دائمی یا موقت است که آب‌های شیرین، تلخ یا شور در آن به صورت راکد یا جاری یافت می‌شود (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۹۶). با توجه به مزایای فراوان تالاب‌ها، ۱۷۲ کشور متعهد به حفاظت از تالاب‌ها مطابق توصیه کنوانسیون رامسر[1] یعنی «استفاده خردمندانه یا عاقلانه» شده‌اند (Ramsar Convention on Wetlands، ۲۰۰۵). در حال حاضر بیش از ۲۴۰۰ سایت رامسر در سراسر جهان وجود دارد. مساحت کل تالاب‌هایی که به عنوان سایت رامسر ثبت شده‌اند، حدود ۲۵۷ تا ۲۵۸ میلیون هکتار است که بیش از ۲/۵ میلیون کیلومتر مربع را پوشش می‌دهد. این اراضی با توجه به ارزش ذاتی، مزایا و نقش آنها از جمله کمک‌های زیست‌محیطی، اقلیمی، اکولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی، علمی، آموزشی، فرهنگی، تفریحی و زیبایی‌شناختی در توسعه پایدار و رفاه انسان‌ها برای مردم و طبیعت حیاتی هستند. اگرچه تالاب‌ها تنها حدود ۶٪ از سطح زمین را پوشش می‌دهند، اما ۴۰٪ از همه گونه‌های گیاهی و جانوری در تالاب‌ها زندگی یا تولید مثل می‌کنند. علی‌رغم تمام مزایا و اهمیت ذکر شده برای آنها، تالاب‌ها از جمله اکوسیستم‌هایی هستند که بیشترین میزان زوال، تلفات و تخریب را دارند. در کنار تغییرات اقلیمی فعالیت های انسانی (شامل زهکشی و پرکردن تالاب برای کشاورزی و ساخت و ساز، آلودگی، صید بی‌رویه و بهره‌برداری بیش‌از حد از منابع، گونه‌های مهاجم و برداشت زیادی یا انحراف جریانات ورودی به تالاب) منجر به از بین رفتن تالاب‌ها می‌شود (UN، ۲۰۲۳). در این میان، هنگامی که یک تالاب شکل فرامرزی به خود گرفته و یا منبع اصلی تأمین و تغذیه‌کننده آب آن از جایی فراتر از مرزهای سیاسی کشوری که تالاب در آن قرار دارد باشد، شکل تخریب و زوال می‌تواند تغییر یافته و سرعتی چند برابر پیدا کند. با توجه به توضیحات داده شده وجود برنامه بهره‌برداری و مدیریت هماهنگ از تالاب‌های مشترک در راستای حفظ این اکوسیستم حیاتی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است؛ موضوعی که برنامه توسعه سازمان ملل هم شاخص‌های ارزیابی را تعریف کرده و هم روش‌شناسی محاسبه و گزارش‌دهی را تدوین و در اختیار کشورها قرار داده است و کشورها را به گزارش‌دهی دوره‌ای (سال‌های ۲۰۱۷، ۲۰۲۰، ۲۰۲۳ و ۲۰۲۶) تشویق می‌کند. ازاین‌رو سوال اصلی تحقیق این است که آیا سابقه و امکان اینگونه همکاری در تالاب‌های فرامرزی در دنیا وجود دارد یا خیر؟ و در صورت وجود، نحوه ارزیابی و میزان همکاری در آنها چگونه است؟ در همین راستا هامون‌ها (همه دریاچه‌ها و تالاب‌های مشابه) که مناطقی با اهمیت فرهنگی و زیست‌محیطی غنی هستند تحت قوانین معاهدات بین‌المللی مانند «کنوانسیون رامسر در مورد تالاب‌های با اهمیت بین‌المللی به ویژه به عنوان زیستگاه پرندگان آبزی» محافظت می‌شوند که علیرغم اهمیت ویژه آن برای کشور به‌خصوص منطقه سیستان، امروزه به طور فزاینده‌ای در معرض تهدید قرار دارند (Hessami، ۲۰۲۳). مشکلی که سال‌هاست تالاب‌های هامون ایران، تحت تأثیر اقدامات سازه‌ای و برداشت‌های غیرمتعارف به همراه انحراف جریانات ورودی به هامون، در کنار سوء مدیریت‌ها در دو سوی مرز ایران و افغانستان با آن مواجه و شرایط آنها را به شدت نامناسب، وخیم و دور از انتظار کرده است. امروزه تالاب هامون که به دلیل تسلیم در برابر بیابان‌زایی فزاینده، پوشش گیاهی بسیار کمتر، و گل‌ولای به طور روزافزونی به مراکز تولید طوفان‌های گرد و غبار فلج‌کننده تبدیل و موجودات بومی از آن به شدت رنج می‌برند (NASA[2]، ۲۰۲۳). در این تحقیق تالاب هامون با دو تالاب دلتای اوکاوانگو و دریای وادن (که دارای شرایط نسبتاً مشابهی از جنبه‌های مختلف از جمله فرامرزی بودن هستند) بر اساس شاخص‌های چهارگانه SDG[3] مقایسه شده و میزان همکاری در سه تالاب تعیین و مورد بحث قرار گرفته است.

پیشینه و سوابق مرتبط با موضوع تحقیق

سلیمانی دامنه و همکاران (۱۴۰۴) بیان می‌کنند آب از منابع محدود جهان به شمار می‌آید که کمبود آن باعث بروز چالش‌هایی برای جمعیت شهرنشین می‌شود. چالش‌های آبی در قاره آسیا نسبت به سایر مناطق جهان حادتر بوده و کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، آینده بحرانی‌تری پیش‌رو دارند. Davidson (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان چه مقدار از تالاب‌ها از بین رفته‌اند می‌نویسد حدود ۸۷٪ از تالاب‌های جهان از سال ۱۷۰۰ تاکنون نابود شده‌اند. همچنین Finlayson و D'Cruz (۲۰۰۵) بیان می‌کنند تالاب‌ها با فشار توسعه اقتصادی و رشد جمعیت انسانی مواجه هستند که منجر به تخریب تالاب از طریق تشدید کشاورزی، برداشت آب و توسعه ساحلی آنها می‌شود. به عنوان مثال، تبدیل تالاب به زمین کشاورزی حدود ۶۰٪ از کل تلفات تالاب‌ها در اروپا را تشکیل می‌دهد (Mitsch و Gosselink، ۲۰۰۷). Griffin (۲۰۱۲) مقاله‌ای به کنوانسیون رامسر با عنوان "فرصت دیپلماتیک استفاده نشده" برای ایجاد اعتماد و صلح بین کشورهای همسایه اشاره کرد. تحقیقات او مقایسه‌ای بین شاخص جهانی صلح و سایت‌های فرامرزی رامسر برای شناسایی فرصت‌هایی جهت کنوانسیون رامسر برای هدایت کشورهای متخاصم به سمت صلح انجام داد. Lee (۲۰۱۵) همچنین دریافت که همکاری‌های آب فرامرزی تا حدی توسط کنوانسیون رامسر تسهیل می‌شود و اظهار نمود که کنوانسیون

رامسر فرصتی را برای کشورها فراهم می‌کند تا اصول حقوق بین‌المللی آب را برای حفاظت از تالاب‌های فرامرزی اعمال کنند.

یونسکو در مطلبی با عنوان «ذخیره‌گاه زیست‌کره هامون» بیان می‌کند هامون‌ها قربانی خاموش درگیری‌های آبی و تغییرات آب‌وهوایی هستند. تالاب‌ها که زمانی پرجنب‌وجوش بودند، اکنون به دلیل عوامل متعددی از جمله تغییرات آب‌وهوایی، کاهش رواناب‌های سطحی و ذخیره‌سازی آب زیرزمینی، کاهش میزان بارندگی و ساخت سدها بر روی رودخانه هیرمند، به زمین‌های بایر بی‌جان، خشک و غبارآلود تبدیل می‌شوند (UNESCO، ۲۰۲۳). Aman (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان «تشدید اختلافات آب بین ایران و افغانستان» می‌نویسد: سدها و کانال‌ها برای طرح‌های آبیاری بر روی هیرمند، در استان‌های نیمروز و قندهار افغانستان، از عوامل کاهش سطح آب دریاچه هستند. دستجردی (۱۴۰۰) در مقاله «بررسی نقش عوامل طبیعی بر امنیت رودخانه‌های مرزی ایران» می‌نویسد رودخانه هیرمند در تأمین آب این منطقهٔ خشک و صحرایی نقش اصلی و پایه‌ای دارد و خشکسالی چند سال گذشته و قطع جریان رودخانه از سوی زمامداران افغانستان پیامدهای امنیتی و همچنین خشک شدن دریاچه هامون را به همراه داشته است. رودخانه هیرمند یک منبع حیاتی برای حفظ تالاب‌های فرامرزی هامون است؛ جایی‌که از منظر زیست‌محیطی مهمترین بخش دلتای رودخانه بوده و پایداری کل حوضه رودخانه هیرمند به ویژه تالاب هامون، قربانی افزایش رقابت، بی‌اعتمادی عمیق، استفاده یکجانبه از آب و همکاری با یک بالادست ناخواسته شده است (Nagheeby و Warner، ۲۰۲۲). مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری سازمان برنامه و بودجه کشور (۱۳۹۷) در گزارشی با عنوان «بررسی تأثیرات برنامه‌های تنظیم آب کشورهای همسایه در حوضه‌های مشترک مرزی بر ایران» یادآوری می‌کند که مطالبه اصلی ایران حقابه بر مبنای معاهده ۱۳۵۱ و همچنین حقابه زیست‌محیطی تالاب هامون است. تبعات منفی خشک شدن تالاب‌ها تنها متوجه کشور ایران نیست بلکه بستر خشک تالاب‌ها، کشورهای افغانستان و پاکستان را نیز تحت تأثیر پدیده ریزگردها قرار می‌دهد و ایران بایستی به دنبال توجیه افغانستان در خصوص آثار سوء این پدیده باشد. پهلوان و کریمی‌منش (۱۴۰۰) می‌نویسند متأسفانه در حال حاضر نگرش بخشی (در کشور) حاکم بوده است، در این نوع شیوه، تأمین منافع بخشی مورد توجه است؛ به عنوان مثال تخصیص حقابه تالاب‌ها و حفظ پایداری جریان رودخانه‌ای کشور مورد تهدید قرار می‌گیرد و حتی به خشک شدن تالاب‌ها ختم می‌شود. رئیس‌پور و همکاران (۱۳۸۷) در مقاله خود با عنوان «خشک شدن تالاب هامون با نگرشی بر معاهدات بین ایران و افغانستان» در خصوص تقسیم آب هیرمند و عدم پایبندی افغانستان به این تعهدات خاطر نشان می‌کنند در سال‌های اخیر دولت افغانستان با یاری شرکت‌های امریکایی (ترک و هندی)، سدها و کانال‌هایی را بدون توجه به معاهدات فیمابین، روی رود هیرمند و شاخه‌های آن احداث کرده است. این شرایط به همراه خشکسالی‌های اخیر، تالاب بین‌المللی هامون را به پهنه‌ای از شن و ماسه تبدیل نموده است. بنابراین عدم پایبندی افغانستان در خصوص رعایت سهم ایران از آب هیرمند و حاکمیت شرایط خشکسالی از سال ۱۳۷۹ تاکنون، باعث خشک شدن کامل تالاب هامون گردیده و محیط‌زیست و مراتع پیرامونی را به طور کلی دگرگون نموده است. این بحران در سال‌های اخیر، منجر به مهاجرت شمار قابل توجهی از جمعیت منطقه و گرایش برخی دیگر به شغل‌های کاذب و غیرمجاز شده است (شریفی‌کیا، ۱۳۸۹). به گفته ناسا، یکی از عوامل آسیب رساندن به هامون‌ها سدسازی بر رودخانه هیرمند توسط افغانستان بوده که در زمان دولت‌های قبلی آغاز شد، همراه با عوامل دیگری مانند تغییرات آب و هوایی که برای منطقه فاجعه بار بوده است (Hessami، ۲۰۲۳). Rosenblum و Schmeire (۲۰۲۳) در مقاله «بررسی همکاری در تالاب‌های فرامرزی» بیان می‌کنند در جایی که تالاب‌ها از مرزهای کشور فراتر می‌روند، همکاری برای مدیریت آنها کلیدی و قابل مقایسه با رودخانه‌ها و دریاچه‌های فرامرزی است. سپس با تکیه بر تحقیقات موجود در مورد رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی، از تجزیه و تحلیل اسناد و مصاحبه‌ها برای درک چگونگی همکاری کشورها در تالاب‌های فرامرزی استفاده می‌کنند (Rosenblum و Schmeire، ۲۰۲۳). روش سنجش همکاری آبی در تالاب‌ها از طریق برنامه SDG 6,5,2 چهار شاخص را شناسایی کرد: (۱) وجود یک مجموعه مشترک (یا موافقت‌نامه)، (۲) ارتباط منظم و برنامه مدیریت مشترک، (۳) تبادل منظم داده‌ها و (۴) مشارکت ذی‌نفعان (McCracken، ۲۰۱۷). در این خصوص نخست، وجود یک نهاد مشترک نشان‌دهنده ظرفیت نهادی است. یک نهاد بین‌المللی یا منطقه‌ای، مانند یک سازمان حوضه رودخانه، همکاری در سراسر مرزها را تسهیل کرده و در نتیجه می‌تواند مزایای همکاری را ایجاد و توزیع کند (Schmeier و همکاران، ۲۰۱۵). یک توافق مشترک، مانند یک معاهده، شاهد دیگری بر ظرفیت نهادی است (Brochmann، ۲۰۱۲؛ Wolf و همکاران، ۲۰۰۳). ارتباط منظم، بر اهمیت جلسات معمول برای بحث در مورد شرایط متغیر و برنامه‌ریزی مداوم در حوضه‌های مشترک تأکید می‌کند. در همین ارتباط برنامه مدیریت مشترک، همکاری را از طریق رسمی‌کردن مدیریت مشترک یک منبع نشان می‌دهد (UNECE، ۲۰۲۰). شاخص دیگر، به اشتراک‌گذاری داده‌ها و اطلاعات، برای اطلاع‌رسانی در استفاده عادلانه و معقول از منابع آب مهم است (Gerlak و همکاران، ۲۰۱۱) که شالوده فعالیت‌های مدیریتی را پی‌ریزی می‌کند. بکارگیری و مشارکت ذی‌نفعان عامل کلیدی دیگر مدنظر در این برنامه است. بررسی پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که اگرچه مطالعات متعددی به اهمیت تالاب‌های فرامرزی، نقش دیپلماسی آب و تأثیر اقدامات انسانی بر تخریب این اکوسیستم‌ها پرداخته‌اند، اما بیشتر این پژوهش‌ها به‌صورت مجزا و با رویکردهای تک‌بعدی

(همچون حقوقی، هیدرولوژیکی یا سیاسی) انجام شده‌اند. به‌عنوان مثال، برخی مطالعات بر قوانین بین‌المللی مانند کنوانسیون رامسر تأکید کرده‌اند، برخی دیگر بر تأثیر تغییرات اقلیمی و خشکسالی تمرکز داشته‌اند، و گروهی نیز جنبه‌های امنیتی و مناقشات آبی را بررسی کرده‌اند. با این حال، پژوهش‌های اندکی به ارزیابی نظام‌مند و مقایسه‌ای سطح همکاری در مدیریت تالاب‌های فرامرزی بر اساس شاخص‌های عملیاتی و عینی پرداخته‌اند. به‌ویژه، کاربست شاخص‌های چهارگانه SDG (۶.۵.۲) به‌عنوان یک چارچوب تحلیلی استاندارد و مورد تأیید سازمان ملل، برای مقایسه همکاری در تالاب‌های فرامرزی با شرایط جغرافیایی و سیاسی متفاوت، در مطالعات پیشین مغفول مانده است. همچنین، با وجود اشاره به بحران تالاب هامون در منابع مختلف، هیچ مطالعه‌ای به مقایسه سیستماتیک وضعیت همکاری در این تالاب با سایر تالاب‌های فرامرزی موفق (مانند دریای وادن) یا نیمه‌موفق (مانند اوکاوانگو) بر اساس یک چارچوب مشترک و قابل‌سنجش نپرداخته است. ازاین‌رو، تحقیق حاضر با بهره‌گیری از روش مقایسه کیفی و بر اساس شاخص‌های چهارگانه SDG، درصدد است تا ضمن پرکردن این خلا پژوهشی، امکان‌سنجی همکاری در مدیریت تالاب‌های فرامرزی را با مطالعه موردی سه تالاب هامون، اوکاوانگو و وادن مورد ارزیابی قرار داده و درس‌آموزی‌هایی برای بهبود وضعیت تالاب هامون ارائه دهد.

مواد و روش‌ها

روش‌شناسی پژوهش در گروه تحقیقات کیفی قرار دارد و روش به کار گرفته شده در انجام تحقیق، توصیفی-اکتشافی است. در این تحقیق سعی شده با جمع‌آوری مدارک، مستندات و سوابق مشابه تحقیق، ضمن بررسی و تعیین شرایط حاضر، راهکارهایی برای بهبود شرایط ارائه شود.

نتایج و بحث

پژوهش حاضر یک مطالعه ثانویه است که با بهره‌گیری از داده‌های پژوهش Rosenblum و Schmeire (۲۰۲۳) و به‌روزرسانی آنها با منابع جدیدتر، به بررسی و مقایسه سطح همکاری در سه تالاب فرامرزی هامون، اوکاوانگو و وادن پرداخته است. Rosenblum و Schmeire (۲۰۲۳) با تکیه بر اطلاعات موجود در مورد ۳۰۰ تالاب فرامرزی جهان و با استفاده از شاخص‌های چهارگانه SDG، وضعیت همکاری در این سه تالاب را بررسی کرده‌اند. اگرچه شباهت‌های موجود باعث انتخاب این سه مورد شده، تفاوت‌های قابل‌توجهی نیز بین این سایت‌ها وجود دارد، مانند انواع مختلف اکوسیستم و مقررات مختلف قانونی هر کشور که آنها را از یکدیگر متمایز می‌کند. در پژوهش حاضر، علاوه بر بهره‌گیری از یافته‌های Rosenblum، با مراجعه به گزارش‌های جدیدتر (از جمله گزارش‌های ناسا در سال ۲۰۲۳، یونسکو در سال ۲۰۲۳، و مقالات علمی جدیدتر فارسی) و تحلیل عمیق‌تر عوامل زمینه‌ای (از جمله فضای سیاسی، روابط بین‌الملل، اقدامات سازه‌ای و تغییرات اقلیمی)، ارزیابی کیفی مجدد و به‌روزی از سطح همکاری در هر سه تالاب ارائه شده است. مقایسه ارزیابی شاخص‌ها در (جدول ۱) ارائه شده است. داده‌های کمی و کیفی درج شده در جدول (یعنی وضعیت چهار شاخص و سطح نهایی همکاری در هر سه تالاب) مستقیماً و بدون تغییر از مقاله Rosenblum و Schmeire (۲۰۲۳) اقتباس شده‌اند.

جدول ۱- ارزیابی کیفی میزان همکاری در تالاب‌های فرامرزی هامون، تالاب اکاوانگو و دریای وادن براساس شاخص‌های چهارگانه SDG (Rosenblum و Schmeire، ۲۰۲۳)

تالاب/شاخص	نهاد، حوضه مشترک یا موافقت‌نامه	برنامه مدیریت مشترک	اشتراک‌گذاری داده‌ها	مشارکت ذی‌نفعان	سطح همکاری (کیفی)
دریای وادن	وجود دارد	وجود دارد	وجود دارد	وجود دارد	بالا
تالاب اکوانگو	وجود دارد	وجود دارد	بصورت پراکنده و ضعیف	بصورت پراکنده و ضعیف	متوسط
تالاب هامون	وجود دارد	وجود ندارد	وجود ندارد	وجود ندارد	ضعیف

تالاب هامون: تالاب بین‌المللی هامون یکی از تالاب‌های مهم دنیا و بزرگترین دریاچه آب شیرین در سراسر فلات ایران محسوب شده که با مساحتی حدود ۵۷۰۰ کیلومترمربع و عمقی بین ۱ تا ۵ متر، در منطقه سیستان قراردارد. این تالاب از سه بخش به نام‌های هامون پوزك در شمال‌شرقی، هامون صابوری در شمال و هامون هیرمند در غرب و جنوب‌غربی سیستان تشکیل شده است.

بخش وسیعی از هامون پوزك و قسمت عمده هامون صابوری در خاك افغانستان و مابقی هامون‌ها در خاك ایران قرار دارد. سطح هر یك از هامون‌ها بسته به میزان آب ورودی، فصول پر

بارش، خشکسالی و ترسالی‌ها تفاوت داشته و تابعی از جریان آب دریافتی از رودخانه هیرمند، خروجی پشت سدها و رودخانه‌های فصلی دیگر است (خلج امیرحسینی و همکاران، ۱۳۹۲). این منطقه تنوع زیستی بسیار بالایی دارد و از نظر گیاهی و جانوری غنی است. بر اساس گزارش یونسکو، «۵۵ گونه گیاهی متعلق به ۲۰ خانواده، در آن شناسایی شده و ۳۰ گونه پستاندار متعلق به ۱۷ خانواده، همچنین ۱۸۳ گونه پرنده، ۴۴ گونه خزنده از ۹ خانواده، هفت گونه دوزیست و ۲۲ گونه ماهی متعلق به چهار خانواده در آن وجود داشته است (UNESCO، ۲۰۲۳). بررسی شاخص‌های تعریف‌شده (یعنی نهاد مشترک، تبادل داده، طرح مدیریت مشترک و ورود ذی‌نفعان)، نشان می‌دهد که هیچ مدرک روشنی از همکاری در مورد تالاب هامون وجود ندارد. هرچند ایران و افغانستان در مورد تخصیص آب از رودخانه (که بر اساس معاهده آب رودخانه هیرمند به‌عنوان یک سازمان حوضه رودخانه مطابق با معاهده ۱۳۵۱ هیرمند، اداره می‌شود)، ارتباط داشته و کمیساران آب از هر دو کشور تعیین شده و تاکنون قریب ۳۰ جلسه مشترک با یکدیگر داشته‌اند و بطور غیرمستقیم از آب تا حدی برای حفظ تالاب‌ها استفاده شده اما با این حال، ارتباط مستقیم‌تری بین ایران و افغانستان در مورد تالاب‌های مشترک بین آنها وجود نداشته است (البته در سال ۱۴۰۲ جلساتی بین سازمان محیط‌زیست ایران و طرف افغانستانی در همین خصوص برگزار شده است). از آنجاییکه هیچ برنامه مشترک مدیریت تالاب یا مبادله داده‌های مرتبط با تالاب بین کشورها وجود ندارد و هیچ شیوه مشخصی برای ورود ذی‌نفعان به چنین مدیریتی تعیین نشده است، هیچ یک از شاخص‌های همکاری در خصوص تالاب هامون برآورده نمی‌شود.

دلتای اوکاوانگو: ناحیه‌ای به مساحت ۳۵۰۰ تا ۱۲۰۰۰ کیلومترمربع در مرکز آفریقای جنوبی (مشترک میان سه کشور بوتسوانا، نامیبیا و آنگولا) است (Wolski و Murray-Hudson، ۲۰۰۶). دلتای اوکاوانگو اندورهیک[۴] است، بنابراین آب از تالاب به بدنه‌های آبی دیگر سرازیر نمی‌شود. این تالاب از رودخانه اوکاوانگو (۷ تا ۱۵ میلیون کیلومترمکعب در سال) تغذیه می‌شود که از ارتفاعات آنگولا شروع شده از سراسر نامیبیا گذشته و به تالاب دلتایی داخلی در بوتسوانا می‌ریزد. اندازه دلتا بر اساس جریان ورودی از رودخانه متفاوت است (Jansen و Madzwamuse، ۲۰۰۳). بزرگترین چالش در مدیریت دلتای اوکاوانگو، برنامه‌ریزی و پیش‌بینی استفاده از آب این تالاب در هر یک از این سه کشور ذی‌نفع است و اصلی‌ترین موانع همکاری در این حوضه بودجه و تفاوت‌های فرهنگی میان کشورهاست (Ashton و Neal، ۲۰۰۳). «OKACOM»[۵] سازوکار مدیریت مشترک برای حوضه رودخانه‌ای است که دلتای اکاوانگو در آن قرار دارد، اما در حال حاضر بر یک برنامه مدیریت متمرکز بر تالاب نظارت ندارد. البته سه کشور از طریق «ODMP»[۶] (برنامه مدیریت دلتای اکاوانگو) با یک دیدگاه مشترک برای دلتا موافقت کردند و بیشتر متعهد به تسهیل در مشارکت ذی‌نفعان شدند. دو شاخص دیگر در این حوضه به طور کامل وجود ندارد. با توجه به اینکه تبادل داده در مورد دلتا به طور کامل محقق نشده و طرح مدیریت مشترک به صورت یک طرفه آغاز شده بنابراین، دلتای اوکاوانگو شواهد متوسطی از همکاری تالاب را نشان می‌دهد.

دریای وادن: یک گستره ۱۲۰۰۰ کیلومترمربعی متوالی از تالاب‌های ساحلی، پهنه‌های گلی و ماسه‌ای است که بین هلند، آلمان و دانمارک مشترک است (Ramsar Secretariat، ۲۰۱۵). این مورد به عنوان نمونه‌ای از یک تالاب فرامرزی است که به طور مشترک بین همه طرف‌های ساحلی مدیریت می‌شود. دریای وادن تا حدودی از دو مورد دیگر متمایز است زیرا یک منطقه دریایی بوده و بنابراین دارای کاربردها و ملاحظات منحصر به فردی است. با این حال، دریای وادن در این تحقیق گنجانده شده است زیرا (۱) تالاب‌های منطقه مورد توجه کشورهای ساحلی هستند و (۲) سایت توسط کنوانسیون رامسر به رسمیت شناخته شده است. بررسی شاخص‌های تعریف شده SDG همکاری در مدیریت تالاب‌های دریای وادن نشان از وجود هر چهار شاخص دارد. دریای وادن تحت نظارت همکاری سه جانبه برای حفاظت که دانمارک، آلمان و هلند در سطح وزیران در آن مشارکت دارند است. کشورهای عضو، جلسات منظم و دوره‌ای برگزار می‌کنند که برای حضور ذی‌نفعان باز است. در این جلسات، طرفین بر سر یک چشم‌انداز مشترک به توافق می‌رسند و برنامه نظارت و ارزیابی سه‌جانبه را به‌عنوان چارچوبی برای هماهنگی نظارت مشترک تدوین و اجرا می‌نمایند. بنابراین، دریای وادن هر چهار شاخص همکاری را برآورده نموده و همکاری قوی را بر روی تالاب‌های دریای وادن نشان می‌دهد.

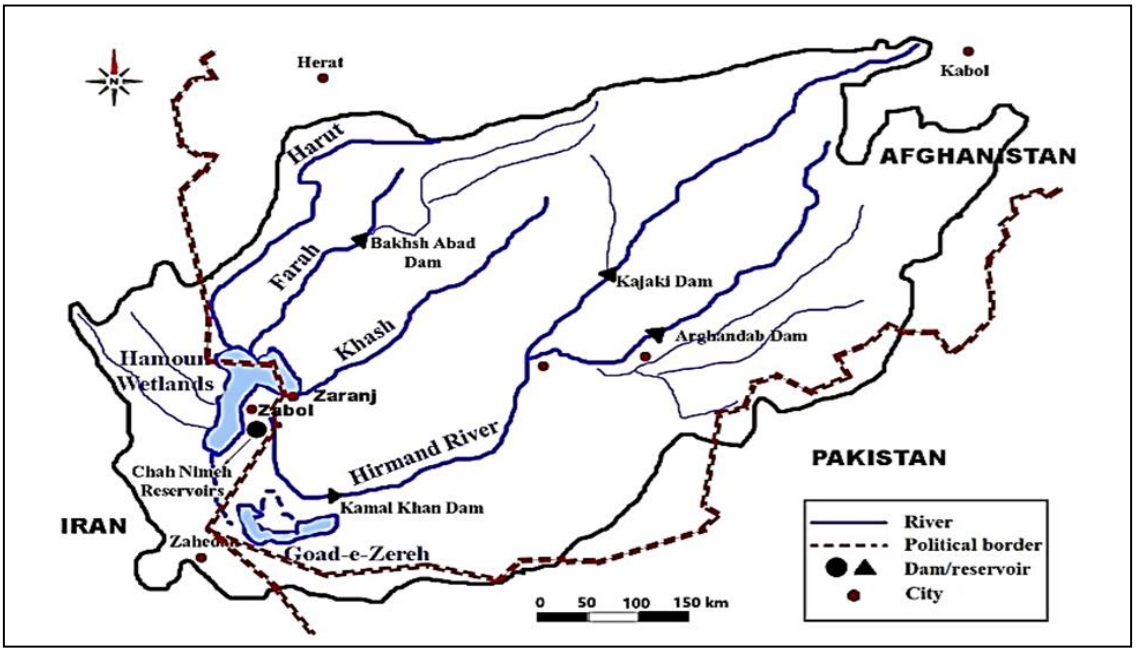
جمع‌بندی

در پاسخ به سوال اصلی تحقیق، بررسی نشان می‌دهد که ادبیات و شیوه لازم جهت ایجاد فضای همکاری در محیط تالاب‌های فرامرزی به روش مشارکتی وجود دارد که بسته به میزان ارتباط و میزان تأثیر عوامل چهارگانه، سطح همکاری‌ها متفاوت خواهد بود. لذا، علی‌رغم توافق بر اهمیت همکاری در تالاب‌های فرامرزی و وجود دستورالعمل‌های کاربردی در این زمینه، چنین همکاری همانگونه که بیان شد تنها در دو مورد از سه مورد مطالعه بررسی شده مشهود است. دلیل اینکه چرا همکاری در دریای وادن در مقایسه با دلتای اوکاوانگو و تالاب هامون بالاترین میزان بوده را شاید بتوان این‌طور بیان کرد که فضای سیاسی منطقه، روابط بین کشورها را دیکته می‌کند. اگر فضای سیاسی امکان گفتگوهای فرامرزی را فراهم کند دلیل اینکه همکاری در دریای وادن در مقایسه با دلتای اوکاوانگو و تالاب هامون بالاترین سطح را داشته، را می‌توان به

وجود فضای سیاسی مسالمت‌آمیز و نهادینه‌شدن همکاری نسبت داد. همان‌طور که Rosenblum و Schmeier (۲۰۲۳) نیز تأکید کرده‌اند، همکاری در تالاب‌های فرامرزی در جایی که نهادینه شده باشد، بالاترین سطح را دارد. در دریای وادن، وجود کنفرانس‌های منظم وزیران سه کشور، برنامه مدیریت مشترک، برنامه نظارت و ارزیابی سه‌جانبه، و مشارکت فعال ذی‌نفعان از طریق انجمن دریای وادن، بستر همکاری مؤثر را فراهم کرده است. در مقابل، در تالاب هامون، علی‌رغم وجود معاهده ۱۳۵۱، فقدان برنامه مدیریت مشترک، نبود تبادل منظم داده، و تفسیرهای متفاوت از حقابه زیست‌محیطی، همراه با اقدامات سازه‌ای در بالادست و تغییرات اقلیمی، همکاری را به پایین‌ترین سطح کاهش داده است. همچنین در دلتای اوکاوانگو، با وجود نهاد مشترک (OKACOM)، موانعی نظیر کسری بودجه، تفاوت‌های فرهنگی و ضعف در مشارکت فراگیر ذی‌نفعان، سطح همکاری را در حد متوسط نگه داشته است.

بحث و تبادل نظر با غلبه بر اختلافات فرهنگی و تحمل بار مالی و لجستیکی تشکیل جلسات دیپلمات‌ها، کارشناسان آب و سایر ذی‌نفعان در یک مکان و در ادامه رسیدن به راه‌حل‌های مشترک مرضی‌الطرفین ممکن خواهد بود. با پیروی از این چارچوب‌های نهادی، مدیریتی و مشارکتی (شامل شورای دولتی سه‌جانبه، هیئت دریای وادن، برنامه دریای وادن، برنامه نظارت و ارزیابی سه‌جانبه، و مشارکت گسترده ذی‌نفعان از طریق انجمن دریای وادن و شراکت سه‌جانبه)، مدیریت مشترک دریای وادن به‌دلیل روابط مسالمت‌آمیز بین دانمارک، آلمان و هلند، توافقات سیاسی آنها به‌عنوان اعضای اتحادیه اروپا، وضعیت اجتماعی-اقتصادی مناسب، و پشتیبانی از چارچوب‌های حقوقی بین‌المللی (از جمله کنوانسیون میراث جهانی، رامسر، و قوانین زیست‌محیطی اتحادیه اروپا)، منطقی و اجرایی شده است. این امر در یک سطح پایین‌تر در مورد دلتای اوکاوانگو دیده می‌شود، اما اختلافات فرهنگی در کنار ضعف مالی و اقتصادی حاکم بر سه کشور ذی‌نفع و اینکه در هر حال هر کدام برای اجرایی‌کردن طرح‌های توسعه‌ای خود نیاز به برداشت بیشتری از منابع مشترک دارند سطح و شدت همکاری‌ها را نسبت به وضعیت دریای وادن به‌لحاظ کمی و کیفی کاهش داده است.

اما شرایط در خصوص تالاب هامون به شکل دیگری است. علی‌رغم وجود موافقتنامه ۱۳۵۱ رودخانه فرامرزی هیرمند، از آنجاییکه در آن صرفاً به حقابه ایران از آورد این رودخانه اشاره شده دو طرف تفسیر متفاوتی از میزان حقابه ایران (۸۲۰ میلیون مترمکعب در سال) دارند؛ در حالیکه ایران ادعا دارد این مقدار صرفاً برای شرب و کشاورزی اختصاص دارد (که حتی این سهم نیز طی چند سال گذشته به دلایل مختلف از سوی طرف مقابل محقق نشده) و در آن سهم زیست‌محیطی و تالاب‌ها دیده نشده است، طرف مقابل پافشاری بر شمول این میزان بر حقابه زیست‌محیطی دارد. از سوی دیگر، بخشی از آورد تالاب هامون از رودخانه‌های دیگر از جمله فراه و هاروت تأمین می‌شود که در خاک افغانستان قرار دارند. با احداث سدهای جدید در بالادست این رودخانه‌ها توسط دولت افغانستان (از جمله سد بخش‌آباد بر روی رودخانه فراه) و احداث کانال‌های انحراف آب، از ورود این جریانات به تالاب هامون جلوگیری می‌شود(شکل ۱). در هرحال دو کشور باید توجه داشته باشند که خشک‌شدن تالاب هامون خسارات جبران‌ناپذیری برای دو طرف خصوصاً ساکنان بومی در پی داشته و خواهد داشت.



شکل ۱- حوضه آبخیز رودخانه هیرمند و زیرساخت های موجود(Arfa و همکاران، ۲۰۲۳)

از جمله مهمترین اثرات سوء ناشی از خشک‌شدن تالاب هامون و کاهش جریان ورودی رودخانه هیرمند می‌توان بطور مختصر به مواردی مانند: تغییر اقلیم منطقه تحت تأثیر، کاهش رطوبت هوا، افزایش مدت زمان و سرعت بادهای ۱۲۰ روزه سیستان، بیابان‌زایی و حرکت ماسه‌های روان، تشدید وقوع ریزگردها، افزایش بیماری‌های تنفسی، کاهش فرصت‌های شغلی و افزایش بیکاری، خالی‌شدن مرزها و تهدیدهای امنیتی، تشدید مهاجرت و حاشیه‌نشینی، تشدید فقر مردم محلی، افزایش بزه و قاچاق و هدررفت سرمایه‌گذاری‌های انجام شده، اشاره کرد (Sharifikia، ۲۰۱۳؛ Razi و همکاران، ۲۰۲۲؛ NASA، ۲۰۲۳). این تهدیدها، اگرچه با شدت بیشتر متوجه ساکنان منطقه سیستان در ایران است، اما به دلیل ماهیت فرامرزی گرد و غبار، جنوب و جنوب‌غرب افغانستان و غرب پاکستان را نیز تحت تأثیر قرار داده و آن‌ها را با چالش‌های مشابهی از جمله تشدید طوفان‌های گرد و غبار، افزایش بیماری‌های تنفسی و کاهش امنیت غذایی مواجه ساخته است (Hamidian Pour و همکاران، ۲۰۱۶؛ Qureshi، ۲۰۲۵).

در مجموع آب یک موضوع منطقه‌ای با پیامدهای بین‌المللی است؛ زیرا به طور مستقیم به امنیت منطقه‌ای مربوط می‌شود. در حالی که مشکل آب‌های فرامرزی اساساً ماهیت فنی دارد، سیاسی‌شدن موضوع، وضعیت را پیچیده‌تر کرده است. باید تمرکز بر روی ترکیب تلاش‌ها به سمت یک راه‌حل متعادل و عملی باشد. در اینجا همکاری منطقه‌ای با حمایت‌های بین‌المللی و بکارگیری دستورالعمل‌های مرتبط از جمله برنامه توسعه سازمان ملل متحد، برای کمک به ایران و افغانستان جهت مقابله با این مشکل ضروری است. همچنین سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و اجرای یک سیستم مدیریت علمی برای منابع آب در راستای رسیدن به برنامه و مدیریت مشارکتی تالاب هامون، اهمیت بالایی دارد. باید توجه داشت که مشکلات رودخانه هیرمند و دریاچه هامون صرفاً یک مسئله داخلی نیست، بلکه یک چالش منطقه‌ای بوده که تنها به صورت جمعی قابل حل و عدم عنایت کافی به آن چه بسا به معضلات فرامنطقه‌ای تبدیل شود. حفاظت از محیط‌زیست و منابع طبیعی در کنار تأمین معیشت پایدار و رفع نیازهای حیاتی ساکنین دو طرف مرزها فراتر از مسایل سیاسی، باید اولویت اساسی برای هر دو کشور باشد. آگاهی عمومی برای یک سیاست آبی فرامرزی موفق، حیاتی است و از این رو ایرانیان و افغانستانی‌ها باید بدانند که تأثیر هر پروژه اقتصادی که در حوضه اجرایی می‌شود تنها به یک کشور محدود نخواهد شد. از سوی دیگر، انجام اقدامات و پروژه‌های مشترک برای هر دو کشور بسیار مهم است؛ زیرا این امر باعث کاهش رقابت می‌شود. بسیار مهم است که هر دو طرف انتظارات خود را آشکارا بیان کنند و به طور موثر ارتباط برقرار نمایند. برای این منظور، گسترش کانال‌های ارتباطی در سطح معاونین وزیر، کمیساران و حتی تأسیس یک نهاد مستقل مدیریت حوضه‌های فرامرزی میان دو کشور ضروری است. بدون مدیریت صحیح پروژه‌های مشترک ایران و افغانستان و همچنین سرمایه‌گذاری در بهبود سیستم‌های مدیریت آب در هر دو کشور نمی‌توان انتظار بهبود جدی داشت. از سوی دیگر، برنامه‌های احیا برای بازیابی تالاب‌ها نیازمند کمک‌های مالی بین‌المللی است. مشارکت با نهادهایی مانند برنامه توسعه سازمان ملل متحد و تسهیلات جهانی محیط‌زیست می‌تواند تخصص علمی مهمی را برای این پروژه‌ها به ارمغان بیاورد.

منابع

پهلوان، الهه، و کریمی‌منش، احسان. (۱۴۰۰). تأثیر دیپلماسی محیط‌زیستی بر بحران آبی مناطق مرزی ایران (مطالعه موردی: حوضه آبریز هیرمند). مطالعات علوم محیط‌زیست، ۶(۳)، ۳۹۰۰-۳۹۱۲. https://www.jess.ir/article_134668.html

خلج امیرحسینی، یاسر، فقیهی‌راد، شهرام، یونسی، حبیب، شریفی‌منش، حجت‌الله، ایریزدانی، فاطمه، و رشتبری، مهدی. (۱۳۹۲). جمع‌آوری داده‌ها و ایجاد پایگاه اطلاعاتی حوضه آبریز رودخانه فرامرزی هیرمند. دفتر پژوهش‌های کاربردی، شرکت مدیریت منابع آب ایران. تهران، ایران.

دستجردی، حجت‌الله. (۱۴۰۰). بررسی نقش عوامل طبیعی بر امنیت رودخانه‌های مرزی ایران. پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۵۳(۲)، ۷۶۷-۷۹۲. https://doi.org/10.22059/jhgr.2021.323148.1008291

رئیس‌پور، کوهزاد، طاوسی، تقی، و خسروی، محمود. (۱۳۸۷). خشک شدن تالاب هامون با نگرشی بر معاهدات بین ایران و افغانستان در خصوص تقسیم آب هیرمند و عدم پایبندی افغانستان به این تعهدات. اولین همایش ملی تالاب‌های ایران، اهواز، ایران. https://civilica.com/doc/124814

سازمان حفاظت محیط‌زیست. (۱۳۹۶). راهبردها و برنامهٔ عملی حفاظت از تالاب‌های جمهوری اسلامی ایران. تهران، ایران.

سلیمانی دامنه، محمد، رخشانی نسب، حامد، و نظری‌پور، مجتبی. (۱۴۰۴). بررسی و تحلیل چالش‌های آب شرب شهر کرمان در وضعیت موجود و آینده. فصلنامه آب و توسعه پایدار، ۱۲(۲) (پیاپی ۳۶)، ۱۰۷-۱۱۳. https://doi.org/10.22067/jwsd.v12i2.2412-1390

شریفی‌کیا، محمد. (۱۳۸۹). پایش تغییرهای تراز آبی در دریاچه هامون مبتنی بر تحلیل سری زمانی تصاویر سنجش‌ازدور. برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۱۴(۳)، ۱۵۵-۱۷۵. https://doi.org/10.1007/s11069-012-0353-8

مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری. (۱۳۹۷). بررسی تأثیرات برنامه‌های تنظیم آب کشورهای همسایه در حوضه‌های

مشـــترک مرزی بر ایران. ســـازمان برنامه‌ریزی و بودجه کشور، ریاست جمهوری، ص ۱۷۸. تهران، ایران.

Aman, F. (2016). Water dispute escalating between Iran and Afghanistan (Issue Brief). Atlantic Council, South Asia Center, Washington, DC.

Arfa, A., Ayyoubzadeh, S. A., Shafizadeh-Moghadam, H., & Mianabadi, H. (2025). Transboundary hydropolitical conflicts and their impact on river morphology and environmental degradation in the Hirmand Basin, West Asia. Scientific Reports, 15, 2754. https://doi.org/10.1038/s41598-024-84501-1

Ashton, P. J., & Neal, M. (2003). An overview of key strategic issues in the Okavango basin. In A. R. Turton, P. J. Ashton, & T. E. Cloete (Eds.), Transboundary rivers, sovereignty and development: Hydropolitical drivers in the Okavango River Basin (pp. 31–63). African Water Issues Research Unit & Green Cross International/University of Pretoria. Pretoria, South Africa.

Brochmann, M. (2012). Signing river treaties—does it improve river cooperation? International Interactions, 38(2), 141–163. https://doi.org/10.1080/03050629.2012.657575

Davidson, N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. Marine and Freshwater Research, 65(10), 934–941. https://doi.org/10.1071/MF14173

Finlayson, C. M., & D'Cruz, R. (2005). Inland water systems. In R. Hassan, R. Scholes, & N. Ash (Eds.), Ecosystems and human well-being: Current state and trends (Vol. 1, pp. 551–583). Island Press, Washington, D.C., USA.

Gerlak, A. K., Lautze, J., & Giordano, M. (2011). Water resources data and information exchange in transboundary water treaties. International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics, 11(2), 179–199. https://doi.org/10.1007/s10784-010-9144-4

Griffin, P. J. (2012). The Ramsar Convention: A new window for environmental diplomacy? (Institute for Environmental Diplomacy and Security Research Series, A1-2012-1). University of Vermont, Burlington, VT, USA.

Hamidian Pour, M., Mofidi, A., & Salighe, M. (2016). Analysis of the nature and structure of Sistan wind. Iranian Journal of Geophysics, 10(2), 83-103. https://www.ijgeophysics.ir/article_33350.html

Hessami, E. B. (2023). Avoiding a Central Asian water war: Challenges and opportunities for cooperation between the Islamic Republic of Iran and the Islamic Emirate of Afghanistan. The SAIS Review of International Affairs, 43(2), 21–38. https://doi.org/10.1353/sais.2023.a918643

Jansen, R., & Madzwamuse, M. (2003). The Okavango Delta management plan project: The need for environmental partnerships. In A. R. Turton, P. J. Ashton, & T. E. Cloete (Eds.), Transboundary rivers, sovereignty and development: Hydropolitical drivers in the Okavango River Basin (pp. 141–166). African Water Issues Research Unit & Green Cross International. Pretoria, South Africa

Lee, J. (2015). The governance of wetland ecosystems and the promotion of transboundary water cooperation–opportunities presented by the Ramsar Convention. Water International, 40(1), 33–47.https://doi.org/10.1080/02508060.2014.989681

McCracken, M. (2017). Measuring transboundary water cooperation: options for Sustainable Development Goal Target 6.5 (GWP Technical Committee Background Paper No. 23). Global Water Partnership.

Mitsch, W.J., & Gosselink, J.G. (2007). Wetlands (4th ed.). John Wiley & Sons. Hoboken, NJ, USA.

Nagheeby, M., & Warner, J. (2022). The 150-year itch: Afghanistan–Iran hydropolitics over the Helmand/Hirmand River. Water Alternatives, 15(3), 551–573. https://www.researchgate.net/profile/Mohsen-Nagheeby/publication/362382276

NASA Earth Observatory. (2023, February 7). A Dry Lake Hamun Means More Dust Storms. NASA Science. Retrieved October 20, 2025, from https://science.nasa.gov/earth/earth-

observatory/a-dry-lake-hamun-means-more-dust-storms-150941

Qureshi, S. Z. (2025). The Bakhshabad Dam in Afghanistan and its Impacts on the Hamoun Wetlands. East Studies: Institute for East Strategic Studies. Publish Date: 26 January 2025. https://www.iess.ir/en/analysis/3915

Ramsar Convention on Wetlands. (2005). Resolution IX.1 Annex A: A conceptual framework for the wise use of wetlands and the maintenance of their ecological character. 9th Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Wetlands, Kampala, Uganda.

Ramsar Secretariat. (2015, December 17). Establishment of the largest Transboundary Ramsar Site - Wadden Sea. Ramsar Convention on Wetlands. Retrieved November 20, 2025, from https://www.ramsar.org/news/establishment-of-the-largest-transboundary-ramsar-site-wadden-sea

Razi, K. S., Rahimi, M., & Zolfaghari, A. A. (2022). Investigation of the sensitivity of Hamoon-E-Saberi bed to desertification phenomenon. Journal of Watershed Management Research, 13(25), 105-118. https://doi.org/10.52547/jwmr.13.25.105

Rosenblum, Z. H., & Schmeier, S. (2023). Exploring cooperation over transboundary wetlands: the Hamoun Wetlands, Okavango Delta and Wadden Sea. Water International, 48(4), 527–546. https://doi.org/10.1080/02508060.2023.2226514

Schmeier, S., Gerlak, A. K., & Blumstein, S. (2016). Clearing the muddy waters of shared watercourses governance: Conceptualizing international River Basin Organizations. International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics, 16(4), 597–619. https://doi.org/10.1007/s10784-015-9287-4

Sharifikia, M. (2013). Environmental challenges and drought hazard assessment of Hamoun Desert Lake in Sistan region, Iran. Natural Hazards, 65(1), 201-217. https://doi.org/10.1007/s11069-012-0353-8

UNECE. (2020). Webinars on SDG indicator 6.5.2: supporting countries in preparing national reports for the 2nd reporting exercise. United Nations Economic Commission for Europe. Retrieved November 20, 2025, from https://unece.org/

UNESCO. (2023). Hamoun Biosphere Reserve, Islamic Republic of Iran. UNESCO Man and the Biosphere (MAB) Programme. Retrieved November 20, 2025, from https://www.unesco.org/en/mab/hamoun

United Nations (UN). (2023, February 1). Why It's Time for Wetland Restoration Now to Secure a Sustainable Future. UN Chronicle. Retrieved November 20, 2025, from https://www.un.org/en/un-chronicle/why-it%E2%80%99s-time-wetland-restoration-now-secure-sustainable-future

Wolf, A. T., Stahl, K., & Macomber, M. F. (2003). Conflict and cooperation within international river basins: The importance of institutional capacity. Water Resources Update, 125(2), 31–40.

Wolski, P., & Murray-Hudson, M. (2006). Reconstruction of 1989–2005 inundation history in the Okavango Delta from archival Landsat TM imagery. In Proceedings of the First International Symposium on GlobWetland: Looking at Wetlands from Space (pp. 20–23). ESA/ESRIN, Frascati, Italy.

پی‌نوشت‌ها

۱- «کنوانسیون رامسر» یا «کنوانسیون تالاب‌های با اهمیت بین‌المللی به‌ویژه به‌عنوان زیستگاه پرندگان آبزی» یک معاهده بین‌الدول است که در سال ۱۹۷۱ در شهر رامسر (ایران) به امضا رسید و در سال ۱۹۷۵ لازم‌الاجرا شد. این کنوانسیون کهن‌ترین معاهده جهانی محیط‌زیستی و تنها معاهده اختصاص‌یافته به اکوسیستم تالاب‌ها است. کشورهای عضو بر اساس سه ستون «استفاده خردمندانه»، «ثبت تالاب‌های با اهمیت بین‌المللی» و «همکاری بین‌المللی» متعهد به حفاظت از تالاب‌ها شده‌اند. در حال حاضر ۱۷۲ کشور عضو و بیش از ۲,۵۰۰ سایت رامسر در جهان وجود دارد.

2- National Aeronautics and Space Administration

3- Sustainable Development Goals

۴- «اندورهیک» (Endorheic) به حوضه‌های زهکشی بسته‌ای گفته می‌شود که آب را در خود نگه داشته و هیچ خروجی به آب‌های بیرونی مانند دریاها یا اقیانوس‌ها ندارند.

آب در این حوضــه‌ها تنها از طریق تبخیر و نفوذ از ســیســتم خارج می‌شـــود. دلتای اوکاوانگو بزرگ‌ترین دلتای اندورهیک آفریقا اســت که آب آن به جای تخلیه به دریا، در ماســه‌های صحرای کالاهاری فرو می‌رود و تبخیر می‌شود.

5- The Permanent Okavango River Basin Water Commission

6- Okavango Delta Management Plan

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۲۱۳ تا ۲۲۰

آب و توسعه پایدار

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 213 to 220

CC BY

یادداشت تحلیلی

تعارض منافع نهادی و حکمرانی آب در ایران

کامران داوری[1*]، امیرحسین کریمی خلیل‌آباد[2]

۱ و ۲- به ترتیب استاد و دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
رایانامه نویسنده مسئول: k.davary@um.ac.ir

چکیده

در این نوشتار، با نقد رویکرد صرفاً مهندسی به بحران آب ایران، بر نقش تعیین‌کننده «حکمرانی»، و به‌ویژه «تعارض منافع نهادی» به‌عنوان مانعی ساختاری در برابر مدیریت پایای منابع آب کشور تأکید شده است. مقاله با صورت‌بندی «مأموریت ذاتی» نهاد مدیریت آب شامل حفاظت از منابع، پایایی اکولوژیک، عدالت در تخصیص، و صیانت از حقابه محیط‌زیست و نسل‌های آینده و بررسی شکاف میان آرمان‌های قانونی و واقعیت‌های اجرایی، نشان داده است که چگونه تداخل نقش‌ها، تمرکزگرایی افراطی، و تخصیص بودجه به اولویت‌های نادرست، نهاد آب را از کارکرد اصلی خود باز داشته است. همچنین با استناد به تجربه کشورهای استرالیا، هلند، اسپانیا و آفریقای جنوبی، نشان داده می‌شود که تفکیک تنظیم‌گری از تصدی‌گری و تمرکززدایی، از ارکان حکمرانی موفق آب‌اند. در پایان، برای خروج از این وضعیت، راهکارهایی نظیر «تفکیک وظایف تنظیم‌گری از تصدی‌گری» و نیز «بازطراحی نهادی مبتنی بر اصل مأموریت مقدم بر ساختار و تمرکززدایی مؤثر» پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: حکمرانی آب، مدیریت منابع آب، مأموریت ذاتی، تمرکززدایی، تنظیم‌گری.

مقدمه: فراتر از کمبود باران

در دو دهه گذشته، بخش بزرگی از تحلیل‌های مرتبط با بحران آب ایران بر عواملی چون کاهش بارندگی، تغییر اقلیم، رشد جمعیت، توسعه‌ی بی‌رویه کشاورزی، بهره‌وری پایین و ضعف فناوری متمرکز بوده است. بی‌شک این متغیرها تأثیرگذار بوده‌اند، اما تجربه کشورهای گوناگون (از استرالیا و هلند تا اسپانیا و آفریقای جنوبی) نشان می‌دهد که در عصر کنونی، **کیفیت حکمرانی** و **ساختارهای مدیریت کلان**، نقشی بسیار بنیادین در سرنوشت منابع آب ایفا می‌کنند. به تعبیر سازمان همکاری و توسعه‌ی اقتصادی (OECD)، مولفه‌های حکمرانی خوب آب هم شرط لازم، و هم شرط کافی برای نیل به اهداف پایایی، عدالت و کارایی است (OECD، ۲۰۱۵؛ Akhmouch و Correia، ۲۰۱۶).

حکمرانی آب، صرفاً مجموعه‌ای از قوانین، سازمان‌ها یا سازوکارهای اداری نیست؛ بلکه نظامی است که باید بتواند میان «حفاظت از منابع آب، توسعه اقتصادی، عدالت اجتماعی و حقوق نسل‌های آینده» تعادل برقرار کند (پیوست یک را ببینید) (World Bank، ۲۰۱۷). از این منظر، مأموریت ذاتی حکمرانی آب، هدایت تصمیم‌ها و نهادها در جهت تحقق خیر عمومی و پایایی سرزمین است. هرگاه ساختارهای حقوقی، سازمانی، مالی و نهایتاً رویه‌های پیاده‌سازی از این مأموریت فاصله بگیرند، حتی کارآمدترین مدیران به مسیری هدایت می‌شوند که به تدریج از خیر عمومی و پایایی سرزمین فاصله می‌گیرد.

یکی از مهم‌ترین سازوکارهایی که موجب چنین فاصله‌ای می‌شود، «تعارض منافع نهادی» است. تعارض منافع نهادی زمانی شکل می‌گیرد که خود ساختارهای قانونی، سازمانی یا مالی، مدیران را به سوی رفتارهایی سوق می‌دهند که با مأموریت ذاتی ایشان ناسازگار است. در چنین وضعیتی، مسئله اصلی، خطای افراد نیست؛ بلکه «طراحی نهادی» است. این وضعیت سازمان را میان دو مأموریت ناسازگار قرار می‌دهد و به طور طبیعی، زمینه ترجیح یک مأموریت بر دیگری را فراهم می‌سازد. یعنی وضعیتی که در آن ساختارهای سازمانی و سازوکارهای مالی، انجام مأموریت ذاتی نهاد مدیریت آب را با اختلال روبرو می‌سازند.

با این حال، در ایران، «تعارض منافع» – که در حوزه‌هایی مانند سلامت نظام اداری بسیار به آن پرداخته شده – در عرصه آب کمتر مورد واکاوی قرار گرفته است. این در حالی است که به نظر می‌آید بخش قابل توجهی از بحران حکمرانی آب در ایران، نه از فقدان قوانین یا کمبود دانش فنی، بلکه از «ناهمسویی ساختارهای حقوقی، نهادی و مالی» با «مأموریت ذاتی مدیریت منابع آب» ناشی می‌شود.

در این صورت اصلاح حکمرانی آب، پیش از آنکه نیازمند ایجاد سازمان‌های جدید یا تصویب قوانین بیشتر باشد، مستلزم بازنگری در سازوکارهایی است که میان مأموریت ذاتی نهاد مدیریت منابع آب و منافع نهادی آن تعارض ایجاد کرده‌اند. بر همین اساس، در مقاله حاضر ابتدا مأموریت ذاتی نهاد مدیریت منابع آب، با اتکا بر مبانی حقوق عمومی، ادبیات حکمرانی و اصول مدیریت منابع طبیعی، صورت‌بندی شده است. سپس مفهوم تعارض منافع نهادی و مهم‌ترین مصادیق عینی آن در حکمرانی آب ایران تحلیل شده است؛ تا نشان داده شود که **تعارض منافع نهادی**، از اصلی‌ترین علل ناکارآمدی حکمرانی آب در کشور است.

ایده محوری مقاله آن است که در حوزه حکمرانی آب، «هیچ ساختار حقوقی یا سازمانی، به‌خودی‌خود مطلوب یا نامطلوب نیست؛ بلکه مشروعیت و کارآمدی هر ساختار، به میزان همسویی آن با مأموریت ذاتی مدیریت منابع آب وابسته است». این ایده مبتنی بر «اصل تقدم مأموریت بر ساختار»[1] است؛ که در حکمرانی منابع طبیعی تعریف شده است. به عبارت دیگر، مشروعیت، کارآمدی و حتی ضرورت هر قانون، سازمان، بودجه، آیین‌نامه یا سازوکار مالی، تنها تا آنجا است که در خدمت «مأموریت ذاتی» قرار گیرد. بنابراین تأکید می‌گردد: در حکمرانی، «مأموریت» معیار مشروعیت ساختار است؛ و نه «ساختار» معیار تعریف مأموریت. لذا، اگر ساختار موجب تضعیف مأموریت حفاظت از منابع آب گردد، اصلاح آن ساختار، نه یک انتخاب مدیریتی، بلکه یک ضرورت حکمرانی است.

مأموریت ذاتی نهاد مدیریت منابع آب

هر گونه گفتگو پیرامون تعارض منافع نهادی، نیازمند پاسخی روشن به این پرسش بنیادین است: مأموریت ذاتی نهاد مدیریت منابع آب چیست؟ بدون پاسخ به این پرسش، اساساً نمی‌توان تشخیص داد که یک ساختار سازمانی، یک قانون، یک بودجه، یا حتی یک سیاست عمومی، آیا در خدمت مأموریت قرار دارد؟ یا بر ضد آن عمل می‌کند؟ از همین رو، تعیین مأموریت ذاتی، نه صرفاً یک بحث نظری، بلکه نقطه آغاز هرگونه ارزیابی نهادی و اصلاح حکمرانی است.

«مأموریت» در علوم حکمرانی، تبیین کننده «علت وجودی نهاد» است؛ و ساختار سازمانی، قوانین، منابع مالی و اختیارات اجرایی، همگی باید ابزارهایی برای تحقق آن مأموریت باشند. بنابراین، مشروعیت هر ساختار نهادی نیز وابسته به میزان موفقیت آن در تحقق مأموریت است، نه صرفاً به سابقه قانونی یا قدمت سازمانی آن. از این منظر، هیچ ساختار حقوقی یا سازمانی ذاتاً مطلوب یا نامطلوب نیست؛ بلکه ارزش آن، در میزان خدمت به تحقق مأموریت، نهفته است. بر همین مبنا، مأموریت ذاتی نهاد مدیریت منابع آب در ایران را می‌توان، با اتکا بر قانون اساسی، اسناد بالادستی، اصول حکمرانی خوب و ادبیات نوین مدیریت منابع طبیعی، چنین صورت‌بندی نمود:

حفاظت از کمّیت و کیفیت منابع آب، تضمین پایایی اکولوژیک، برقراری عدالت در تخصیص، و نیز صیانت از حقابه محیط‌زیست و حقوق نسل‌های آینده.

باید توجه نمود که این تعریف، صرفاً یک پیشنهاد نظری نیست؛ بلکه این تعریف روح مشترک بسیاری از اسناد حقوقی و سیاستی کشور را بازتاب می‌دهد. اصولی مانند اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۵۸)، مواد متعدد قانون توزیع عادلانه آب (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۶۱)، و نیز سیاست‌های کلی محیط‌زیست (دفتر مقام معظم رهبری، ۱۳۹۴)؛ که اگرچه هر یک با ادبیات متفاوتی تدوین شده‌اند، اما همگی بر حفاظت از منابع طبیعی، رعایت منافع عمومی، و پایایی سرزمین تأکید دارند. این برداشت، در ادبیات بین‌المللی نیز با اصول حکمرانی خوب و با مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM)[۲] همسو می‌باشد.

در هر حال، تعریف فوق از «مأموریت ذاتی نهاد مدیریت منابع آب در ایران»، سه ویژگی اساسی دارد که آن را از برداشت‌های رایج متمایز می‌سازد:

۱. نگاه حکمرانی را جایگزین نگاه صرفاً سازه‌ای می‌کند. در این چارچوب، موفقیت مدیریت آب صرفاً با حجم سدها، شبکه‌های انتقال یا میزان عرضه آب سنجیده نمی‌شود؛ بلکه «عدالت در تخصیص، شفافیت، پاسخگویی، و مشارکت گروداران» نیز به همان اندازه اهمیت می‌یابند. محوریت عدالت در تخصیص، گذار از رویکرد تک‌بعدی مهندسی به نگرش چندوجهی اجتماعی را نشان می‌دهد.

۲. افق زمانی تصمیم‌گیری را از کوتاه‌مدت به میان‌نسلی ارتقا می‌دهد. هنگامی که حقوق نسل‌های آینده بخشی از مأموریت تلقی شود، تصمیم‌های امروز دیگر صرفاً بر مبنای نیازهای سیاسی یا اقتصادی کوتاه‌مدت ارزیابی نخواهند شد، بلکه «آثار بلندمدت آن‌ها بر نسل‌های آینده کشور» نیز ملاک قضاوت قرار می‌گیرد. تأکید بر حقوق نسل‌های آینده، نهاد را از مدیریت روزمره سیاسی، به مدیریت راهبردی ارتقا می‌دهد.

۳. آب را صرفاً برای رفع نیاز شهروندان و کالایی اقتصادی نمی‌شناسد، بلکه «آب را مایه حیات اکوسیستم، سرزمین و نسل‌های آینده» می‌داند.

تعارض منافع نهادی؛ ریشه اصلی ناکارآمدی

تعارض منافع زمانی شکل می‌گیرد که «منافع شخص یا سازمان بتواند بر انجام صحیح وظایف عمومی تأثیر بگذارد». در حوزه آب، این پدیده معمولاً ریشه در **ترتیبات ناصحیح نهادی** دارد؛ یعنی ساختارهای سازمانی، قواعد مالی، و روابط میان سازمان‌ها به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که به طور همزمان، دو مسئولیت متعارض بر عهده یک سازمان قرار داده می‌شود و آن سازمان را به ترجیح یک مزیت/ فوریت/ فشار، بر مأموریت ذاتی سوق می‌دهد. نمونه‌هایی از این شرایط در زیر شرح داده شده است.

یکی از بارزترین مصادیق تعارض منافع نهادی، **تمرکز تصمیم‌گیری برای کارکردهای ملی و محلی** در مرکز است؛ یعنی تمرکزگرایی[۳] افراطی. یکی از پیامدهای مخرب تمرکزگرایی در ساختار اداری ایران، «زوال نهادهای محلی» است (پیوست دو را ببینید). دولت مرکزی، با مداخله در موضوعات و حوزه‌های محلی و صدور حکم برای جزئیات مدیریت منابع آب (مانند الگوی کشت، سرانه فضای سبز، قیمت‌گذاری آب، و ...)، ظرفیت‌های طبیعی و خودجوش مدیریت محلی را تضعیف کرده است. از آنجاییکه واقعیت‌های پیچیده محلی توسط تصمیم‌گیرندگان مرکزی به‌خوبی درک نمی‌شود، مداخله در مسائل و موضوعات محلی، نه تنها منجر به از دست رفتن دانش بومی می‌شود، بلکه با سلب مسئولیت از مدیران محلی و انتقال آن به سطوح بالا، باعث تخریب مسئولیت‌پذیری و ایجاد «بحران کارآمدی» در دولت مرکزی می‌گردد. دولت مرکزی، به‌جای تمرکز بر وظایف کلان و راهبردی خود، درگیر مدیریت جزئیات شده؛ و لذا توانایی خود را برای حل معضلات ملی و فرابخشی از دست می‌دهد.

برای نمونه، سیاست «خودکفایی در محصولات راهبردی» یک هدف ملی است، اما اجرای آن تا پایان دهه هفتاد، بدون توجه به محدودیت‌های محلی آب، به توسعه بی‌رویه کشاورزی در مناطقی انجامید که عملاً منابع آب کافی و یا استعداد کشت نداشتند. همچنین، ماده ۲۲ قانون هوای پاک (مصوب ۱۳۹۶)، داشتن سرانه ۱۵ متر مربع فضای سبز را برای هر شهروند الزامی می‌داند، غافل از اینکه تحقق این هدف در بسیاری از شهرهای کویری بدون وجود آب کافی و مطمئن، ممکن نیست؛ لذا همین مصوبه امروز به منبع درگیری میان شرکت‌های آب‌منطقه‌ای و شهرداری‌ها تبدیل شده است.

نمونه دیگر تصمیم ملی برای جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب‌های خانگی در کلیه شهرهای کشور است. باید توجه نمود که در اصل هدف از ساخت و توسعه «شبکه جمع‌آوری و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری»، کاهش مخاطرات بهداشتی و حفاظت از محیط‌زیست است. این یعنی: چنین طرحی در جایی ضرورت می‌یابد که معضل زیست‌محیطی یا بهداشتی، ناشی از فاضلاب‌های خانگی، وجود داشته باشد؛ بنابراین، تصمیم در این باره باید با توجه به شرایط **محلی** اتخاذ گردد. اما در ایران، شرکت آب و فاضلاب کشور، اجرای این پروژه را برای تمامی شهرها، فارغ از شرایط محلی، در دستور کار دارد!

از سوی دیگر، پیش از احداث شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب در شهرها، دفع فاضلاب از طریق چاه‌های جذبی، بخشی از تغذیه آبخوان‌های آبرفتی را تأمین می‌کرد. اکنون، واگذاری فاضلاب تصفیه شده بر اساس دستورالعمل‌های ملی (بدون توجه به شرایط محلی) در شهرهایی مانند مشهد و اصفهان، به افت شدید سطح آب زیرزمینی انجامیده است. این نمونه‌ها به وضوح نشان می‌دهد که چگونه یک سیاست ملی، بدون

توجه به ویژگی‌های بومی، به عاملی برای تشـــدید بحران بدل می‌شود.

از دیگر مصـــادیق تعارض منافع نهادی، **تداخل وظایف در متولی مدیریت آب کشـــور** (معاونت آب و آبفای وزارت نیرو)، اســـت. این معاونت به طور همزمان وظایف متعارضـــی را بر عهده دارد. این تداخل وظایف، مانع از آن است که نهاد مزبور بتواند به‌صورت بی‌طرفانه و عادلانه عمل نماید. به‌عنوان مثال، نهادی که خود مجری پروژه‌های سـدسـازی (آن هم در خدمت توسعه) است، چگونه می‌تواند به‌طور مستقل بر اثرات آن در پایایی منابع آب و محیط‌زیســت نظارت کند یا در مناقشــات مربوط به تخصیص آب، نقش یک داور بی‌طرف را ایفا نماید؟ این وضـــعیت به‌طور طبیعی، منافع مرتبط با اجرای پروژه‌ها و افزایش عرضه را بر منافع نظارتی و حفاظتی اولویت می‌بخشد. همین تداخل وظایف، بخش عمده تمرکز و منابع مالی نظام اجرایی آب را همچنان بر افزایش ظرفیت‌های اســـتحصـــال و عرضه آب (از طریق احداث سد، حفر چاه‌های عمیق، و انتقال آب) معطوف داشته است. این در حالی است که در مواجهه با محدودیت منابع آب، اولین اقدام باید «**مدیریت تقاضا**» باشد (شـــامل ســـیگنال‌های قیمتی، بازدارنده‌های قانونی، تجهیزات صـــرفه‌جویی، و فرهنـگ‌ســـازی)، کـه از طریق تغییر رفتـار مصـــرف‌کنندگان آب (اعم از شـــهری و صـــنعتی و کشـــاورزی) موجب کاهش مصـــرف آب می‌شـــود. شـــوربختانه در ایران، مدیریت تقاضـــا به‌عنوان محرک اصـــلی دســـتیابی به پایایی منـابع آب، در حـاشـــیـه قرار گرفتـه اســـت. افزایش افراطی ظرفیت‌های استحصال و عرضه آب، با اصول پایایی سرزمین و حفاظت از محیط‌زیست نیز در تضاد آشکار است (علی‌رغم تأکید صـــریح در اســـناد بالادســـتی). این رفتار، نشـــان‌دهنده اولویت دادن به منافع کوتاه‌مدت و قابل مشـــاهده (پروژه‌های عمرانی) بر منافع بلندمدت و غیرملموس (سلامت اکوسیستم و پایایی منابع) است.

سیاست‌گذاری، مدیریت (ساماندهی و هماهنگی)، و بهره‌برداری

تفکیک صحیح نقش‌ها، در ادبیات مدیریت عمومی و اقتصاد محیط‌زیست به‌عنوان سنگ‌بنای «حکمرانی کارآمد» شناخته می‌شـــود. با توجه به موارد پیش‌گفته در همین نوشـــتار نیز، اکنون ضـــروری اســـت تفکیک لایه‌های «ســـیاســـت‌گذاری»، «مدیریت» و «بهره‌برداری» در هر ســـطحی اعم از ملی، میانی (اســـتانی و/یا حوضـــه‌ای) و محلی (شـــهرســـتانی و/یا دشـــت) صـــورت پذیرد. در جدول (۱) یک مدل مقدماتی از چنین تفکیکی ارایه شده است.

جدول ۱- تفکیک نقش‌ها در لایه‌های «سیاست‌گذاری»، «مدیریت» و «بهره‌برداری»

سطح	سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری	مدیریت اجرایی و هماهنگی	بهره‌برداری و نگهداری
ملی	تدوین قوانین بالادستی (توسط مجلس)، مانند تعیین حقابه محیط‌زیست؛ و ضوابط سراسری مانند سقف ۷۵٪ برای برداشت‌ها از منابع آب تجدیدپذیر.	جلب حمایت‌های بالادستی برای آب، توزیع کلان بودجه و سرمایه‌گذاری (سازمان برنامه، وزارت نیرو)	-
میانی (حوضه‌ای)	تدوین ضوابط تخصیص کلان (شورای حوضه؛ تنظیم‌گر مستقل حوضه)	صدور تخصیص‌های کلان، ساماندهی و هماهنگی بین استان‌ها (از طریق شرکت سهامی آب منطقه‌ای)	-
محلی (آبخوان/شهر)	تدوین ضوابط با مشارکت جامعه محلی (شورای شهرستان یا ...)، برای مجوزهای برداشت آب؛ و نظارت بر تخلفات (با سمن‌ها و قوه قضائیه)	مدیریت اجرای پروژه‌های آبی، و پاسخگویی به شهروندان (شهرداری، امور آب، ...)	برداشت و کاربرد آب، استفاده از فناوری‌های نوین (آبیاری، بازچرخانی، ...)

بدیهی اسـت در کنار شـفافیت و پاسـخگویی، از نقش بسـیار مهم «نهادهای نظارتی مستقل»، مانند قوه قضائیه و سمن‌ها نبـاید غفلت نمود. علاوه بر این بـاید توجـه نمود کـه قواعـد طلایی «اســـتفاده‌کننده می‌پردازد» و «آلوده‌کننده می‌پردازد» نقش کلیدی در پایایی سیستم دارند. این موارد مهم و کلیدی، دقیقاً پادزهر «تعارض منافع نهادی» هستند. لذا صرف نمودن بودجه‌های ملی در هر پروژه و مکانی، فقط در صورت بازگشت منافع آن به تمامی کشـــور، عادلانه تلقی می‌شـــود. همچنین عواقب هر توســـعه و فعالیتی، باید توســـط خود عاملان آن جبران گردد. بنابراین منطقی آن است که شهرهای بزرگ نباید یارانه‌ای دولتی دریافت کنند، بلکه باید برای جبران فشـارهایی که بر اکوسـیسـتم و ... وارد می‌آورند مبالغ هنگفتی بپردازند؛ حتی برای ریسـک‌هایی که در صـورت وقوع در آینده، کشـور را دچار خسارات فاجعه‌بار می‌سازد.

لازم به ذکر اســـت در دانش حکمرانی، تنظیم‌گری[۴] یک حلقه میانی حیاتی در حکمرانی چندســـطحی اســـت که نه صـــرفاً سیاست‌گذاری کلان و نه مدیریت و پیاده‌سازی روزمره است. مرزهای ســـطوح حکمرانی با اصـــل تفویض[۵] تعیین می‌شـــود. هسته این اصل، دادن حق تصمیم‌گیری به پایین‌ترین سطح ممکن اســـت. واژه «ممکن» در این تعریف، اشـــاره به کفایت احاطه هر سطح بر هر موضوع دارد؛ بنابراین اگر چنین کفایتی حاصـل نباشـد، تصـمیم به او واگذار نخواهد شـد. به عبارت

دیگر سطح بالادستی نباید در اختیارات و موضوعات پایین‌دستی ورود کند. مداخله سطح بالادستی فقط زمانی توجیه دارد که اقدام سطح پایین‌تر به تنهایی، ناکافی و ناکارآمد باشد، و یا میان واحدهای پایین‌دستی اختلاف و تعارض وقوع یافته باشد.

برای مثال به این موارد توجه کنید: قانون‌گذاری در سطح ملی، فقط خطوط قرمز و چارچوب‌های اساسی را تعیین می‌کند (برای نمونه: حقابه محیط‌زیست، امنیت ملی آب، استانداردهای کیفی)؛ و هرگز وارد جزئیات تخصیص محلی، الگوی کشت و یا روش‌های آبیاری نباید بشود. سطح حوضه‌ای (تنظیم‌گر مستقل)، مسئول تدوین ضوابط تخصیص، نرخ‌های بهره‌برداری و جریمه‌های آلودگی (بر اساس شرایط و بیلان حوضه) است. اما تصمیم نمی‌گیرد که در هر دشت مجوزهای برداشت آب چگونه باشد؛ و آن را به سطح محلی واگذار می‌کند. مستقل بودن این سطح، برای پیشگیری از تعارض منافع ضروری است. سطح محلی (مدیریت و بهره‌برداری) با مشارکت جامعه محلی، تعیین می‌کند که آب چگونه میان آب‌بران یک آبخوان (اعم از شهری، کشاورزی و صنعتی) توزیع شود، و یا الگوی کشت متناسب با شرایط محلی کدام است. این سطح، «صاحب دانش بومی» است.

تجارب سایر کشورها؛ درس‌هایی برای اصلاح نهادی

بررسی تجربه کشورهای پیشرو در مدیریت آب، نشان می‌دهد که چهار اصل اساسی زیر، سنگ‌بنای حکمرانی موفق آب را تشکیل می‌دهند: تفکیک تنظیم‌گری از تصدی‌گری، حکمرانی مشارکتی و مبتنی بر داده، تمرکززدایی و نهادهای حوضه‌ای، و رعایت عدالت/ حقابه محیط‌زیست.

استرالیا با تصویب قانون آب ملی (۲۰۰۴) و ایجاد کمیسیون آب ملی به عنوان ناظر مستقل، وظایف «عرضه آب» را از «تنظیم‌گری و نظارت» جدا کرد. این تفکیک باعث شد که سازمان‌های عرضه‌کننده، دیگر نتوانند به صلاحدید خود حقابه محیط‌زیست را نادیده بگیرند و شفافیت در تخصیص آب به شدت افزایش یافت. هلند با «پیمان‌های آبی» که میان دولت، بخش خصوصی و جوامع محلی شکل گرفت، توانسته است با وجود تراکم جمعیتی بالا و خطر سیلاب، به الگویی از مدیریت یکپارچه و مبتنی بر شاخص‌های کمّی، شفافیت کامل در داده‌های هیدرولوژیک، و مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری‌ها، دست یابد. اسپانیا با ایجاد «شورای حوضه آبریز» و تفویض اختیار به نهادهای محلی، توانست تضاد میان منافع ملی و محلی را کاهش دهد. این نهادها با اختیار تدوین برنامه‌های مدیریت حوضه و نظارت بر اجرای آن، نقش مؤثری در تعدیل تعارضات و افزایش پاسخگویی ایفا کرده‌اند. آفریقای جنوبی پس از پایان آپارتاید، با تصویب قانون ملی آب (۱۹۹۸)، «حقابه محیط‌زیست» را به‌عنوان یک اصل غیر قابل انکار در تمامی مجوزهای برداشت آب گنجاند. همچنین نهاد «بنیاد ملی آب» را به‌عنوان ناظر مستقل بر اجرای این حق تعیین کرد. این کارها، هرچند با چالش‌های اجرایی روبرو گردید، اما گامی بلند در جهت نهادینه‌سازی عدالت اکولوژیک به شمار می‌آید.

مفهوم «عدالت» در تخصیص منابع آب، اشاره به «حقوق عامه» دارد؛ و مصداق آن «بازیابی تعادل اکولوژیکی و جبران حقابه محیط‌زیست» است. شوربختانه گاهی برای تحویل آب به شهرها، با تفسیر عامیانه از «عدالت اجتماعی»، رفتارهای ناسنجیده ترویج یافته، که باعث افزایش برداشت‌های ناپایا از منابع آبی گشته است. در حالیکه، اگر رفتاری با نادیده گرفتن حقوق جوامع محلی (در کوتاه و درازمدت)، موجب نقصان حقابه محیط‌زیست نیز شده باشد، قطعا خلاف عدالت است. در واقع، این برداشت عامیانه از عدالت، بطور ناخواسته منافع محدود و کوتاه‌مدت «ذینفعان برداشت آب» را بر منافع فراگیر و بلندمدت «جامعه محلی و پایایی اکولوژیکی» اولویت می‌دهند.

در هر حال، تجارب این چهار کشور، بر «**تنظیم‌گری مستقل، تمرکززدایی، مشارکت جوامع محلی، و رعایت عدالت**» به‌عنوان ارکان جدایی‌ناپذیر حکمرانی خوب آب گواهی می‌دهند.

اصلاحات نهادی

در حال حاضر، فاصله جدی میان «رویه‌های مدیریتی و اجرایی جاری در کشور» با تعریفی که در این نوشتار از «مأموریت ذاتی نهاد مدیریت منابع آب» ارایه گردید، مشاهده می‌شود. این وضعیت حاکی از شکاف عمیق میان آرمان‌های قانونی با واقعیت‌های مدیریتی و اجرایی کشور است. آنچنانکه گفته شد، بسیاری از رویه‌های مدیریتی و ضوابط اجرایی موجود، بجای آنکه در خدمت تحقق مأموریت پیش‌گفته باشند، عملاً آن را تضعیف می‌کنند؛ برای نمونه:

۱. نظام بودجه‌ریزی همچنان توسعه زیرساخت‌های استحصال و عرضه آب را بر حفاظت از منابع و احیای اکوسیستم‌ها ترجیح می‌دهد؛ در نتیجه و شوربختانه تخصیص منابع مالی، بازتاب‌دهنده اولویت‌های مأموریتی نیست.

۲. برداشت رایج از عدالت و آنچه در عمل جاری است، بیشتر بر توزیع آب موجود میان بهره‌برداران متمرکز است تا بر بازگرداندن آبخوان‌ها به تعادل پایا. چنین برداشتی از عدالت، به بهانه حمایت از معیشت روستایی یا اولویت آب شهری (شرب!)، موجب گردیده: نهادهای محلی تضعیف گردند، برداشت‌های بی‌رویه تشدید شوند، و نیز مفهوم عدالت از عدالت میان‌نسلی و اکولوژیک به عدالت توزیعی کوتاه‌مدت (بخوانید: غارت عادلانه منابع آب!) تغییر یابد.

۳. تداخل وظایف در سه وجه «تنظیم‌گری، پیاده‌سازی و بهره‌برداری»، موجب شده است نهادی که باید ناظر بی‌طرف حفاظت از منابع آب باشد، همزمان خود به ذی‌نفع بهره‌برداری از منابع آب تبدیل شود. همانگونه که پیش‌تر گفته شد، چنین وضعیتی بستر تعارض منافع نهادی را ایجاد می‌کند؛ زیرا موفقیت سازمان در یک مأموریت، به قیمت تضعیف مأموریت دیگر حاصل می‌شود. به عبارت دیگر، وزارت نیرو

همزمان در کنار نقش «ناظر بر برداشت‌ها»، نقش «عرضه‌کننده آب» و «مجری پروژه‌ها» را بر عهده دارد. این تداخل، ایفای بی‌طرفانه وظایف نظارتی را ناممکن ساخته و حقابه محیط‌زیست را به حاشیه رانده است.

۴. غلبه رویکرد عرضه‌محور در نظام اجرایی، سبب شده است تا «مدیریت تقاضا»[۶]، با وجود نقش تعیین‌کننده در پایایی منابع آب، همچنان جایگاهی حاشیه‌ای در سیاست‌گذاری داشته باشد. از آنجا که انگیزه اصلی سرمایه‌گذاری برای ارتقای بهره‌وری، عمدتاً اقتصادی است؛ باید تأکید نمود که بدون اعمال مدیریت تقاضا، ضرورت اقتصادی برای افزایش بهره‌وری شکل نمی‌گیرد، و لذا تمام تلاش‌ها برای آن در حد شعار باقی می‌ماند.

از این رو، مسئله اصلی حکمرانی آب در ایران را نمی‌توان صرفاً ضعف اجرا یا کمبود قوانین دانست. بلکه، همانگونه که پیش‌تر گفته شد، حکمرانی آب کشور با مسئله‌ای بنیادی‌تر مواجه است: «بخشی از ترتیبات نهادی موجود، با مأموریت اصلی نهاد، همسو نیست». این وضعیت را می‌توان «ناسازنمایی ساختار و مأموریت» نامید؛ که در آن، ساختارها به جای آنکه ابزار تحقق مأموریت باشند، به تدریج به مانعی در برابر آن تبدیل می‌شوند. در این وضعیت، نهادی که باید از پایایی منابع صیانت کند، به‌دلیل چیدمان نهادی نادرست، خود به عاملی برای تخریب منابع تبدیل می‌گردد. برای خروج نهاد آب کشور از این بن‌بست، باید اصلاحات ساختاری در دو سطح **قانونی** و **سازمانی** صورت پذیرد. در همین راستا، پیشنهادهای زیر صورت‌بندی شده‌اند (جدول ۲):

جدول ۲- پیشنهادهایی در راستای اصلاحات ساختاری حکمرانی منابع آب کشور

عنوان	شرح
تقدم حقابه محیط‌زیست	با استناد به صراحت اصل ۵۰ قانون اساسی، «حق تقدم» حقابه محیط‌زیست باید در تمامی رویه‌های اداری و اجرایی لحاظ شود. نهادهای ناظر مانند سازمان حفاظت محیط‌زیست و قوه قضائیه باید با اِعمال سختگیرانه قوانین، از تضییع این حق جلوگیری کنند.
تفکیک کارکردها	متولی استحصال و عرضه آب باید کاملاً از متولی تنظیم‌گری تفکیک شوند. به‌عبارت دیگر، یک سازمان متولی عرضه آب نباید همزمان مجری طرح‌های آبی و ناظر بر برداشت‌ها باشد. پیشنهاد می‌شود شرکت‌های آب حوضه‌های درجه ۲، با استقلال کامل مالی و اداری، فقط مسئولیت صدور مجوزها، پایش برداشت‌ها، و اِعمال جریمه‌ها را بر عهده داشته باشند.
پایش عملکرد شرکت‌های آب حوضه‌ای	پایش مقدمه ارزیابی، و ارزیابی مقدمه اصلاح است. اما بدون شاخص‌های هدفمند و دقیق، ارزیابی عملکرد سازمان‌ها به امری تفسیری و مبتنی بر سلیقه تبدیل می‌شود؛ که اغلب به توجیه تصمیمات غلط می‌انجامد. شاخص‌هایی نظیر «نرخ افت سالانه آبخوان‌ها»، «شاخص تنش آبی»، «درجه عدالت در تخصیص» و «میزان تأمین حقابه محیط‌زیست» باید با اجماع نسبی کارشناسان تدوین، پایش شده و مستمراً به‌صورت شفاف گزارش شوند.
بازطراحی ساختار بودجه‌ریزی	اولویت‌های بودجه‌ای باید در کنار حمایت از طرح‌های عرضه آب بیشتر، به طرح‌های احیای آبخوان‌ها، مدیریت تقاضا (تغییر رفتار آب‌بران)، و افزایش بهره‌وری آب، چندین برابر بها بدهند. همچنین، اعتبارات نظارت و پایش باید مستقل از بودجه طرح‌های عمرانی تأمین گردد تا استقلال ناظران مخدوش نگردد.
استقرار «آزمون مأموریت ذاتی»	به عنوان یک قاعده کلیدی، پیشنهاد می‌شود که هر تصمیم (برای تدوین و برقراری قانون، آیین‌نامه، پروژه، بودجه، و یا سازوکار مالی جدید)، ابتدا با «آزمون مأموریت ذاتی» ارزیابی شود؛ با این پرسش که: «آیا این تصمیم، موجب تقویت یا تضعیف مولفه‌های مأموریت ذاتی نهاد مدیریت منابع آب (شامل: حفاظت از کمیت و کیفیت، پایایی اکولوژیک، عدالت در تخصیص، رعایت حقابه محیط‌زیست، و حقوق نسل‌های آینده) می‌شود؟» بدیهی است اگر تصمیمی موجب «تضعیف» باشد، قابل قبول نبوده و نیازمند بازنگری اساسی است.

نتیجه‌گیری: بازگشت به مأموریت ذاتی

بیانیه محوری این نوشتار، آن است که: «بحران آب ایران، بیش از آنکه معلول کمبود باران یا رشد جمعیت باشد، محصول **نقص در طراحی نهادی** و **تعارض منافع ساختاری** است. نهاد مدیریت آب که باید نگهبان پایایی سرزمین و عدالت میان‌نسلی باشد؛ اما به‌دلیل در هم آمیختگی نقش‌ها و نیز تمرکزگرایی مفرط، به عاملی برای تسریع تخریب منابع آب تبدیل شده است».

برون‌رفت از این وضعیت، نه در افزایش تعداد سدها یا حتی در بکارگیری فناوری‌های نوین، بلکه در **بازنگری بنیادین «ساختار حکمرانی»** نهفته است. تفکیک تنظیم‌گری از تصدی‌گری، تمرکززدایی مؤثر، نهادینه‌سازی شفافیت و پاسخگویی، و نیز بکارگیری «آزمون مأموریت ذاتی» (به‌عنوان معیار سنجش مفید بودن هر سیاست و برنامه)، می‌تواند زمینه‌ساز تحولی پارادایمی شود؛ و البته پیمودن این مسیری ضروری است. به عبارت دیگر باید پذیرفت که مسائل حکمرانی آب، فراتر از بُعد فنی، ابعاد **سیاسی-اجتماعی** دارد؛ که حل آن نیازمند اراده جمعی و مشارکت فعال جامعه محلی است (Ostrom، ۱۹۹۰). سرآغاز این مسیر نیازمند شجاعت در بازنگری نهادهای کهنه است. تنها در امتداد چنین تحولی است که می‌توان به آینده‌ای پایا برای منابع آبی ایران امیدوار بود.

پیوست ۱: نهاد، حکمرانی و مدیریت – تمایز مفهومی

درک صحیح از تعارض منافع نهادی، نیازمند شناخت مفاهیم بنیادین زیر است. تعاریف جدول (۳)، در ارتباط با حوزه آب، ارائه شده‌اند.

بر اساس دیدگاه نهادگرایی تاریخی[۷]، نهادها پویا و تکامل‌یابنده هستند. به تعبیر داگلاس نورث، نهاد «قواعد بازی»، و حکمرانی «فرآیند بازیگری» بر آن بستر است. می‌توان تشبیه کرد که «نهاد، اسکلت» و «حکمرانی، سیستم عصبی و عضلانی» و «قوه قضائیه سیستم ایمنی» بدن است.

متأسفانه در ایران، سازمان‌های رسمی با پذیرش «ضرورت عرضه آب شهری به هر قیمت»، به جای ایفای نقش نهادی برای خیر عمومی، به «بازیگران رانت‌محور» تبدیل شده‌اند. همین نگرش و نقش، منابع آب را به وضعیت کنونی رسانده است. اصلاح این شرایط، نیازمند **بازطراحی نهادی**، **انعطاف‌پذیری**، **سازوکارهای بازخور مؤثر** و **شفافیت فرآیندی** است.

جدول ۳- مفاهیم بنیادین در رابطه با تعارض منافع نهادی

مفهوم	تعریف و ماهیت	سطح و دامنه	کارکرد اصلی	نسبت با سایر مفاهیم
اقدام جمعی	همکاری داوطلبانه و گروهی کنشگران برای تأمین منافع مشترک یا کالاهای عمومی، مبتنی بر رفتار مشارکتی	سطوح خرد و میانی (گروه‌های محلی، تشکل‌های مردمی) تا سطح ملی (احزاب، اتحادیه‌ها)	حل معضلات دسته‌جمعی (مانند تراژدی منابع مشترک) و تولید سرمایه اجتماعی از طریق هماهنگی داوطلبانه	نهاد قواعد حاکم بر این همکاری را تعیین می‌کند؛ حکمرانی بستر مشارکت را فراهم می‌آورد؛ مدیریت سازوکارهای اجرایی را طراحی می‌کند.
نهاد	قواعد بازی (رسمی و غیررسمی) شامل قوانین، مقررات، هنجارها، عرف‌ها و رویه‌هایی که تعاملات انسانی را ساختار می‌دهند	سطح ساختاری و زیربنایی (فراتر از یک سازمان خاص، شامل کل جامعه یا نظام اقتصادی)	محدود کردن یا تسهیل انتخاب‌های کنشگران، کاهش عدم‌قطعیت و ایجاد نظم و پیش‌بینی‌پذیری	زیربنای اصلی حکمرانی و مدیریت است؛ بستر شکل‌گیری اقدام جمعی.
حکمرانی	فرآیند کلان تصمیم‌گیری، جهت‌دهی و هماهنگی میان کنشگران مختلف (دولت، بخش خصوصی، جامعه محلی)	سطح کلان و سیستمی (حوزه‌ی عمومی، ملی، یا سازمان‌های بزرگ مادر)	تعیین اهداف راهبردی، سیاست‌گذاری عمومی، ایجاد تعادل میان ذی‌نفعان، و نظارت بر اجرای قواعد	از نهادها مشروعیت می‌گیرد؛ برای مدیریت چارچوب و خط‌مشی تعیین می‌کند.
مدیریت	اجرای عملیاتی و روزمره امور با استفاده بهینه از منابع (انسانی، مالی، فیزیکی) برای دستیابی به اهداف مشخص	سطح خرد و عملیاتی (پروژه‌ها، واحدهای اجرایی، برنامه‌های کوتاه‌مدت)	برنامه‌ریزی، سازماندهی، هدایت، و هماهنگی فعالیت‌ها برای افزایش بهره‌وری و تحقق اهداف عینی	مجری سیاست‌های حکمرانی، در چارچوب نهادی است؛ باید زمینه‌ساز اقدام جمعی باشد.

پیوست ۲: تمرکزگرایی و زوال نهادهای محلی

دولت‌های مدرن، به‌ویژه پس از جنگ جهانی اول، برای ایجاد همبستگی ملی و مدیریت موضوعات کلان (امنیت، زیرساخت‌های ملی، سیاست پولی) ناگزیر به تمرکز قدرت بودند. اما در بسیاری از کشورهای در حال توسعه (از جمله ایران) این تمرکز از «ضرورت ملی» فراتر رفته و به «مداخله افراطی در امور محلی» انجامیده است. پیامدهای تمرکزگرایی افراطی عبارتند از:

۱. **زوال نهادهای محلی** - دولت مرکزی با تصاحب تمامی ظرفیت‌های تصمیم‌گیری، نهادهای سنتی و محلی را به مجریان منفعل تبدیل کرده، و انگیزه مشارکت در حل مسئله را از آنها گرفته است.

۲. **از دست رفتن دانش بومی** - مرکز از فهم تنوع و پیچیدگی‌های جغرافیایی، اقلیمی، اقتصادی و فرهنگی مناطق، بی‌نصیب است و تصمیمات آن اغلب ناسازگار با واقعیت‌های محلی از آب در می‌آیند. درحالیکه جامعه محلی، نه تنها شرایط را درک می‌کند، بلکه برای گذر از چالش‌های آن، ابتکارهای خاص خود را ابداع می‌کند (یا همان دانش بومی).

۳. **تخریب مسئولیت‌پذیری** - وقتی تصمیم‌گیرنده در مرکز نشسته و پاسخگوی شهروندان محلی نیست، و دسترسی شهروندان به او به آسانی میسر نیست، مسئولیت‌پذیری تخریب شده، و فساد و بی‌توجهی به مطالبات مردمی رشد می‌کند.

۴. **فرسودگی دولت مرکزی** - تمرکز بر امور خرد، دولت مرکزی را از پرداختن به مسائل راهبردی ملی (مانند تورم، امنیت، بحران‌های زیست‌محیطی کلان) باز می‌دارد. همچنین تحلیل توان دولت مرکزی در امور خُرد، کارآمدی کلی آن را به شدت کاهش می‌دهد.

در حالیکه کشورهای توسعه یافته با حرکت به سوی **تمرکززدایی** و تفویض اختیار به سطوح محلی، ساختار خود را اصلاح کرده‌اند؛ تداوم تمرکزگرایی در ایران، دولت را در یک

دور باطل فرسایشی گرفتار ساخته است. برای خروج از این وضعیت، باید اختیارات مدیریت آب در سطح حوضه‌های آبریز و جوامع محلی بازتعریف شود و نهادهای محلی با استقلال عمل و منابع مالی کافی، مسئولیت برنامه‌ریزی و اجرای سیاست‌های متناسب با شرایط بومی را بر عهده گیرند.

منابع

مجلس شورای اسلامی. (۱۳۵۸). قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، اصل ۵۰. https://rc.majlis.ir/fa/content/iran_constitution

مجلس شورای اسلامی. (۱۳۶۱). قانون توزیع عادلانه آب. https://rc.majlis.ir/fa/law/show/90679

دفتر مقام معظم رهبری. (۱۳۹۴). سیاست‌های کلی محیط زیست. https://www.leader.ir/fa/content/13865

Akhmouch, A., & Correia, F. N. (2016). The 12 OECD principles on water governance–When science meets policy. Utilities Policy, 43, 14-20. https://doi.org/10.1016/j.jup.2016.06.004

OECD. (2015). OECD principles on water governance. OECD Publishing, Paris, France. https://ww.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/water-governance/oecd-principles-on-water-governance-en.pdf

Ostrom, E. (1990). Governing the commons: The evolution of institutions for collective action. 1st ed. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

World Bank. (2017). World Development Report 2017: Governance and the law. World Bank Publications, Washington, DC, USA. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0950-7

پی‌نوشت‌ها

1- Mission Precedence Principle
2- Integrated Water Resources Management: IWRM
3- Centralization
4- Regulatory
5- Subsidiarity
6- Demand Management
7- Historical Institutionalism

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۲۲۱ تا ۲۲۶

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 221 to 226

CC BY

یادداشت تحلیلی

تعارض منافع نهادی چیست و چرا باید مدیریت شود؟

محسن فنودی

دکتری آب و هواشناسی، پژوهشکده آب و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
رایانامه: mohsenfanoodi1346@gmail.com

چکیده

تعارض منافع نهادی، یکی از پیچیده‌ترین و در عین حال مغفول‌مانده‌ترین چالش‌های فراروی سازمان‌ها در عصر حاضر است. برخلاف تعارض منافع فردی که ناظر بر تداخل منافع شخصی کارکنان با وظایف حرفه‌ای آنان است، تعارض منافع نهادی زمانی رخ می‌دهد که منافع مالی یا غیرمالی خود سازمان به‌عنوان یک نهاد، با مأموریت اصلی، ارزش‌های بنیادین یا فرآیندهای تصمیم‌گیری آن در تعارض قرار می‌گیرد. این پدیده به‌دلیل ماهیت سیستمیک، اثرات تجمعی و دشواری در شناسایی، از تعارضات فردی خطرناک‌تر و مدیریت ناپذیرتر است. مقاله حاضر به تبیین ماهیت تعارض منافع نهادی، ابعاد و گونه‌های آن، پیامدهای ناشی از بی‌توجهی به آن، و در نهایت چارچوبی برای مدیریت مؤثر این پدیده می‌پردازد. استدلال اصلی مقاله این است که مدیریت تعارض منافع نهادی نه یک انتخاب، بلکه یک الزام راهبردی برای بقا و مشروعیت سازمان‌ها در عصر شفافیت و پاسخ‌گویی است.

واژه‌های کلیدی: تعارض منافع نهادی، مأموریت ذاتی سازمان، شفافیت، پاسخ‌گویی

مقدمه

در دهه‌های اخیر، مفهوم تعارض منافع به‌عنوان یکی از محورهای اصلی سلامت اداری، مبارزه با فساد و حاکمیت شرکتی مورد توجه فزاینده قرار گرفته است. با این حال، بخش اعظم ادبیات موجود بر تعارض منافع در سطح فردی متمرکز بوده است؛ موقعیتی که در آن منافع شخصی یک کارمند یا مدیر با وظایف حرفه‌ای او در تعارض قرار می‌گیرد. آنچه کمتر مورد کاوش قرار گرفته، اما پیامدهایی بس عمیق‌تر و فراگیرتر دارد، «تعارض منافع نهادی» است.

تعارض منافع نهادی، برخلاف همتای فردی خود، به سطح کلان‌تر سازمانی اشاره دارد. سازمان شفافیت بین‌الملل، تعارض منافع را به‌طورعام به‌عنوان شرایطی تعریف می‌کند که در آن افراد یا نهادها به انتخاب میان وظایف حرفه‌ای یا عمومی و منافع شخصی خود می‌پردازند. اما در سطح نهادی، این تعارض زمانی شکل می‌گیرد که خود سازمان–و نه صرفاً کارکنان آن–با موقعیتی مواجه شود که منافع مالی یا منافع مقامات ارشد آن، خطر اعمال نفوذ نابجا بر تصمیمات مرتبط با منافع اصلی نهاد را ایجاد کند.

اهمیت پرداختن به این موضوع از آن روست که تعارض منافع نهادی، به‌قول یکی از پژوهشگران برجسته، «اگر به‌درستی مدیریت نشود، می‌تواند کار و شهرت کل سازمان را تضعیف کند، از جمله اعضایی که خود شخصاً از تعارض منافع فردی اجتناب می‌کنند» (Thompson، ۲۰۰۹). به‌عبارت دیگر، حتی سازمانی که کارکنان آن از بالاترین استانداردهای اخلاقی برخوردارند، در صورت نبود مدیریت نهادی تعارض منافع، در معرض خطر جدی قرار خواهد گرفت.

تعریف تعارض منافع نهادی

تعریف پایه

سازمان بهداشت جهانی (WHO) تعارض منافع نهادی را چنین تعریف می‌کند: «موقعیتی که منافع اصلی سازمان، آن‌گونه که در اساسنامه آن منعکس شده، ممکن است به‌طور نابجا تحت تأثیر منافع متضاد یک بازیگر غیردولتی قرار گیرد، به‌گونه‌ای که بر استقلال و عینیت کار سازمان تأثیر بگذارد یا به‌طور معقول چنین تلقی شود». در تعاریف مشابه، نهادهای آکادمیک تعارض منافع نهادی را موقعیتی می‌دانند که در آن «منافع مالی مؤسسه یا منافع مالی مقامات ارشد آن، خطر اعمال نفوذ نابجا بر تصمیمات مرتبط با منافع اصلی مؤسسه را ایجاد می‌کند». این منافع اصلی می‌تواند شامل ارائه مراقبت‌های بهداشتی باکیفیت، آموزش پزشکی، تحقیقات بالینی، یا به‌طورکلی، هر مأموریت بنیادینی باشد که سازمان برای آن شکل گرفته است (World Health Organization، ۲۰۱۶). یعنی زمانی که WHO با بخش‌های خصوصی یا بنیادهای غیردولتی قرارداد یا همکاری مالی/فنی می‌بندد، اگر منافع یا کمک‌های مالی آن بازیگران باعث شود که **رسالت و مأموریت اصلی WHO** (مصرح در اساسنامه Constitution/ این سازمان) دچار خدشه یا جانبداری شود، **تعارض منافع نهادی** رخ داده است.

تمایز کلیدی میان تعارض منافع فردی و نهادی در این است که در نوع نهادی، «وظایف یک سازمان در تعارض با منافع خود سازمان یا منافع مقامات ارشد آن قرار می‌گیرد». به‌بیان ساده‌تر، در تعارض فردی، کارمند بین منافع شخصی و منافع سازمان یکی را برمی‌گزیند؛ اما در تعارض نهادی، خود سازمان میان منافع مالی خود (یا منافع مدیران ارشدش) و مأموریت اصلی‌اش دچار دوگانگی می‌شود.

تمایز از تعارض منافع فردی

برای درک بهتر تعارض منافع نهادی، لازم است در تقابل با تعارض منافع فردی بررسی شود. در تعارض منافع فردمحور، «منافع شخصی یک فرد در تعارض با وظایف و مسئولیت‌های غیرشخصی او قرار می‌گیرد». اما در تعارض منافع سازمان‌محور، کل نهاد با چالش مواجه می‌شود. این تفاوت در سه جنبه اساسی نمود پیدا می‌کند:

نخست، در تعارضات فردی معمولاً امکان بازبینی در سطوح متعدد سازمان وجود دارد؛ اما در تعارضات نهادی، به‌دلیل اینکه سطح تصمیم‌گیری بالاتر و اغلب نهادینه‌شده است، فرصت‌های بازبینی محدودتر می‌شود.

دوم، پیامدهای تعارض نهادی بسیار فراگیرتر است. درحالی‌که تعارض فردی ممکن است به یک تصمیم یا پروژه خاص محدود شود، تعارض نهادی می‌تواند «کار و شهرت کل سازمان، از جمله اعضایی که خود شخصاً از تعارضات فردی اجتناب می‌کنند، را تضعیف کند».

سوم، شناسایی تعارض نهادی دشوارتر است، زیرا اغلب در لایه‌های ساختاری و رویه‌های سازمانی پنهان می‌شود و به‌راحتی با تصمیمات «مشروع» مدیریتی اشتباه گرفته می‌شود.

گونه‌شناسی تعارض منافع نهادی

تعارض منافع نهادی در اشکال گوناگونی ظاهر می‌شود. بر اساس منابع معتبر، مهم‌ترین گونه‌های آن عبارت‌اند از:

۱. تعارض منافع مالی نهادی: این نوع تعارض زمانی رخ می‌دهد که «ارزش سهام‌هایی که یک مؤسسه در یک شرکت دارد، یا اختراعی که مؤسسه به شرکتی مجوز می‌دهد، می‌تواند تحت تأثیر تحقیقات انجام‌شده در درون آن مؤسسه قرار گیرد». به‌عبارت دیگر، اگر سازمانی در شرکتی سرمایه‌گذاری کرده باشد و نتایج تحقیقات یا تصمیمات آن سازمان بتواند بر ارزش آن سرمایه‌گذاری تأثیر بگذارد، یک تعارض منافع نهادی شکل گرفته است.

برای نمونه، یک مرکز تحقیقات پزشکی که سهام قابل‌توجهی در یک شرکت داروسازی دارد، ممکن است در موقعیتی قرار گیرد که نتایج تحقیقات خود را به‌گونه‌ای ارائه دهد که به نفع آن شرکت باشد–حتی اگر این امر با حقیقت علمی در تعارض باشد. همان‌طور که در منابع آمده، «اگر پتانسیل بازده مالی برای مؤسسه قابل‌توجه باشد، این خطر وجود دارد که اهداف اصلی مؤسسه به خطر بیفتد».

در حوزه آب، این تعارض منافع نهادی معمولاً به شکلی پیچیده‌تر بروز می‌کند؛ به‌طوری که **شرکت‌های آب منطقه‌ای** یا **سازمان‌های برق‌آبی**، هم‌زمان هم متولی تأمین آب هستند، هم ناظر برداشت آب، و هم سهامدار یا کارفرمایِ پروژه‌های انتقال آب. این چرخه باعث می‌شود که «حفاظت از منابع آب» همواره قربانیِ «اولویت‌دهی به پروژه‌های عمرانی» شود

۲. تعارض منافع مقامات ارشد: این نوع تعارض زمانی رخ می‌دهد که «مقامات ارشد که از طرف مؤسسه اقدام می‌کنند، دارای منافع مالی شخصی هستند که ممکن است تحت تأثیر تصمیمات اداری آنان قرار گیرد». برای مثال، «رئیس یک دانشکده که سهام عمده‌ای در یک شرکت تجهیزات پزشکی دارد، ممکن است در مورد انتصابات و ترفیعات اساتید یا تخصیص فضاهای اداری و آزمایشگاهی به‌گونه‌ای تصمیم‌گیری کند که به نفع منافع آن شرکت باشد».

برای نمونه در حوزه حکمرانی آب، تصور کنید یکی از مدیران ارشد در وزارت نیرو یا شرکت‌های آب منطقه‌ای، سهام‌دارِ عمده‌ی یک شرکت خصوصی فعال در زمینه حفاری چاه‌های عمیق یا اجرای پروژه‌های عمرانی انتقال آب باشد؛ در چنین شرایطی، این مقام مسئول ممکن است با سوءاستفاده از قدرت اداری خود در فرآیندهای مناقصه و عقد قراردادها، اولویت‌دهی به پروژه‌های سودآور برای شرکتِ تحت مالکیت خود را تسهیل کند یا با چشم‌پوشی از استانداردهای نظارتی، مجوزهای غیرقانونی حفاری در مناطق ممنوعه را صادر نماید. این تصمیمات که در ظاهر، اداری و مبتنی بر مصلحت‌سنجی فنی جلوه می‌کنند، در باطن مستقیماً بر ثروت شخصی وی تأثیر می‌گذارند و منجر به تخصیص ناعادلانه منابع آب و تخریب سفره‌های زیرزمینی به قیمت انتفاع شخصیِ مقام مسئول می‌گردد.

۳. تعارض منافع ناشی از هدایا و کمک‌های مالی: هنگامی که سازمان‌ها «هدایا یا کمک‌های مالی را از شرکت‌ها دریافت می‌کنند–برای مثال، یک صندلی دانشگاهی وقفی یا کمک مالی برای تدوین یک رهنمود بالینی»، ممکن است در موقعیت تعارض منافع قرار گیرند. این نوع تعارض به‌ویژه در مورد انجمن‌های حرفه‌ای و نهادهای تدوین‌کننده استانداردها اهمیت دارد، زیرا منبع مالی می‌تواند به‌طور ناخودآگاه بر محتوای استانداردها یا رهنمودها تأثیر بگذارد.

برای نمونه در حوزه حکمرانی آب، تصور کنید یک صنعت بزرگ (مانند صنایع فولاد یا معادن که مصرف‌کننده کلان آب هستند) هزینه‌های مالیِ سنگینی را در قالب «پژوهانه (Grant)»، «تأسیس یک صندلی مطالعاتی» یا «حمایت از همایش‌های تخصصی» به یک پژوهشکده یا انجمن فنی اختصاص می‌دهد که وظیفه رسمیِ «تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های فنی کیفیت آب» را بر عهده دارد. در این سناریو، حتی بدون وجود توافق کتبی برای فساد، یک «وابستگی ساختاری» ایجاد می‌شود؛ به این معنا که مؤسسه دریافت‌کننده کمک مالی، به صورت ناخودآگاه (یا برای حفظ تداوم بودجه‌های بعدی) در هنگام تدوین ضوابط، به‌گونه‌ای عمل می‌کند که استانداردهای نهاییِ کیفیت پساب یا بازچرخانی آب، دقیقاً منطبق با توانمندی‌های فعلیِ آن صنعت باقی بماند. در نتیجه، به جای پذیرش استانداردهای سخت‌گیرانه‌ترِ بین‌المللی که می‌توانست محیط‌زیست را حفظ کند اما هزینه سنگینی روی دستِ صنعتِ حامی می‌گذاشت، آن پژوهشکده «مصلحت فنی» را به نفع «مصلحت مالیِ حامی» تفسیر کرده و از تدوین مقرراتی که مانع سودآوریِ حامی شود، جلوگیری می‌کند؛ این همان «خریدِ نفوذ» در پوششِ حمایت علمی است که منجر به تضعیف استقلال استانداردها می‌گردد.

۴. تعارض منافع ناشی از روابط نهادی: اشکال جدید همکاری بین بخش عمومی و بخش خصوصی–از جمله مشارکت‌های عمومی-خصوصی، خودتنظیم‌گری، تبادل نیروی انسانی و حامی‌های مالی–پتانسیل ایجاد اشکال جدیدی از تعارض منافع نهادی را فراهم کرده است. این روابط، هرچند می‌توانند مفید باشند، اما اگر به‌درستی مدیریت نشوند، «می‌توانند اعتماد عمومی به نهادها را تضعیف کنند».

در حوزه مدیریت آب، این پدیده به‌وضوح در مدل‌های **«مشارکت عمومی-خصوصی (PPP)»** و **«تبادل نیرو»** میان نهادهای حاکمیتی و پیمانکاران بزرگ نمایان می‌شود. تصور کنید یک شرکت خصوصی بزرگ که مسئولیت عملیاتیِ مدیریت یک شبکه توزیع آب یا طرح‌های انتقال آب را بر عهده دارد، از طریق مدل‌های «خودتنظیم‌گری»، نقش ناظر بر عملکرد خود را نیز ایفا کند؛ یا زمانی که مهندسان ارشد و مدیرانِ نهادهای تنظیم‌گر (Regulators)، در ازای مشاوره یا دوران بازنشستگی، به پست‌های مدیریتی در همان شرکت‌های پیمانکار انتقال یابند (پدیده **Door-in-the-face** یا چرخش از بخش عمومی به خصوصی). این روابطِ درهم‌تنیده، اگرچه در ظاهر برای افزایش کارایی و جذب سرمایه ضروری به نظر می‌رسند، اما در عمل یک «شبکه هم‌افزای منافع» ایجاد می‌کنند که در آن، نهادِ حاکمیتی دیگر به عنوان یک «ناظر بی‌طرف» عمل نمی‌کند، بلکه به «شریکِ تجاریِ» پیمانکار تبدیل می‌شود. نتیجه این فرآیند، تضعیف شدید اعتماد عمومی است؛ چرا که شهروندان و ذی‌نفعان (مانند کشاورزان یا مصرف‌کنندگان خانگی) احساس می‌کنند تصمیمات مربوط به قیمت‌گذاری آب، اولویت‌بندی پروژه‌ها و حتی ارزیابی‌های زیست‌محیطی، نه بر اساس «مصلحت ملی و پایداری منابع»، بلکه بر اساس «حفظ توازنِ منافع میان نخبگانِ حاکم و سرمایه‌دارانِ بخش خصوصی» اتخاذ می‌شود.

چرا تعارض منافع نهادی باید مدیریت شود؟

۱. تهدید مأموریت ذاتی سازمان: مهم‌ترین دلیل برای مدیریت تعارض منافع نهادی، حفاظت از مأموریت اصلی سازمان است. همان‌گونه که در ادبیات موضوع تأکید شده، «با نگاه به افزایش منابع مالی مؤسسه، مقامات ممکن است تصمیماتی بگیرند که در غیر این صورت از آنها اجتناب می‌کردند– تخفیف قوانین، اعطای استثناها، انتصابات کارکنان، یا تخصیص منابع به‌گونه‌ای که از سرمایه‌گذاری‌های مؤسسه بیشتر از مأموریت آن محافظت کند».

این تغییر اولویت‌ها ممکن است تدریجی و در ابتدا نامحسوس باشد: «تأثیر ملاحظات مالی ممکن است تجمعی باشد، گاهی در ابتدا قابل‌توجه نباشد؛ زیرا اولویت‌های مؤسسه به‌مرور زمان در پاسخ به فرصت‌های مالی تغییر می‌کند». اما در بلندمدت، این تغییر می‌تواند به انحراف کامل سازمان از مأموریت بنیادین خود منجر شود. «انواع خاصی از پژوهش یا انواع خاصی از درمان ممکن است توجه بیشتری نسبت به آنچه شایسته آن هستند دریافت کنند، اگر تصمیمات صرفاً بر اساس شایستگی‌های علمی و پزشکی گرفته می‌شد».

۲. حفظ اعتماد عمومی: اعتماد عمومی، سرمایه‌ای حیاتی و غیرقابل‌جانشین برای هر سازمانی است. «شهروندان انتظار دارند که مقامات وظایف خود را با صداقت، به‌شیوه‌ای منصفانه و بی‌طرفانه انجام دهند». تعارض منافع نهادی، حتی در صورت عدم وجود سوءنیت، می‌تواند این اعتماد را به‌شدت خدشه‌دار کند.

همان‌طور که در اسناد سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) آمده، «تعارض‌های منافع که به‌درستی مدیریت نشده‌اند، پتانسیل تضعیف اعتماد شهروندان به نهادهای عمومی را دارند». این مسئله فراتر از بخش عمومی است؛ در بخش خصوصی نیز «رسوایی‌های اخیر[1] توجه را به اهمیت اجتناب از تعارضات منافع جلب کرده است که می‌تواند زمانی به مسئله تبدیل شود که یک مؤسسه نظارتی بیش از حد به نهادهای تجاری که قرار است بر آنها نظارت کند، نزدیک شود» (OECD، ۲۰۰۳).

۳. پیشگیری از فساد سیستمیک: تعارض منافع نهادی، بستری مساعد برای گسترش فساد سیستمیک فراهم می‌آورد. «تعارض منافع از جمله موضوعات اساسی و بنیادین در ارتباط با مسأله سلامت اداری و مبارزه با فساد است». هنگامی که خود سازمان در موقعیت تعارض منافع قرار می‌گیرد، سازوکارهای نظارتی داخلی معمولاً کارایی خود را از دست می‌دهند، زیرا ناظر و متقاضی یکی است.

مدیریت تعارض منافع به‌عنوان «یکی از روش‌های پیشگیری از فساد، افزایش شفافیت، کارامدی، پاسخ‌گویی و اعتماد عمومی به دولت» شناخته می‌شود. در مقابل، نبود مدیریت مؤثر در این حوزه، نه‌تنها به بروز فساد دامن می‌زند، بلکه «تلاش‌ها برای مقابله با سایر مشکلات جدی را نیز تضعیف می‌کند».

۴. تأثیرات فراتر از سازمان: یکی از ویژگی‌های منحصربه‌فرد تعارض منافع نهادی، تأثیر آن بر فراتر از خود سازمان است. «اگر مؤسسات روابط خود با صنعت را به طور محتاطانه مدیریت نکنند و در معرض انتقاد عمومی برای مدیریت ناکافی یا نامناسب تعارضات قرار گیرند، کار بسیاری از پژوهشگران، مربیان و پزشکان منفرد مرتبط با مؤسسه ممکن است به ناحق تحت سؤال قرار گیرد، حتی اگر آنها در رفتاری که مورد انتقاد قرار گرفته مشارکت نداشته‌اند».

به‌عبارت دیگر، تعارض منافع نهادی می‌تواند اعتبار و شهرت تمامی اعضای سازمان–حتی آنهایی که کاملاً بی‌تقصیرند–را خدشه‌دار کند. این اثر «سرایت‌پذیری» اعتباری، یکی از دلایل کلیدی برای لزوم مدیریت جدی این پدیده است.

۵. هزینه‌های اقتصادی و قانونی: تعارض منافع نهادی پیامدهای اقتصادی سنگینی نیز به همراه دارد. «شکست در شناسایی و کاهش تعارضات منافع سازمانی می‌تواند به جرایم مالی شدید، آسیب به شهرت و عواقب قانونی منجر شود». در حوزه تأمین‌های دولتی، «تعارضات منافع سازمانی می‌تواند شما را از رقابت‌ها حذف کند، قراردادها را فسخ کند و به شهرت شما آسیب برساند». علاوه بر این، در بخش مالی، «تعارضات منافع سازمانی از آن رو حیاتی هستند که می‌توانند یکپارچگی بازار را تضعیف کنند، رقابت منصفانه را مختل سازند و به نتایج ضعیف برای سرمایه‌گذاران منجر شوند».

چالش‌های مدیریت تعارض منافع نهادی

۱. محدودیت فرصت‌های بازبینی

در تعارضات فردی، معمولاً «فرصت‌هایی برای بازبینی در سطوح متعدد سازمان وجود دارد». اما در تعارضات نهادی، به‌دلیل اینکه تصمیم‌گیری در بالاترین سطوح سازمانی انجام می‌شود، اغلب نهادی برای بازبینی مستقل وجود ندارد–یا اگر هم وجود داشته باشد، استقلال آن محل تردید است. چه کسی قرار است بر تصمیم‌گیرندگان اصلی سازمان نظارت کند، زمانی که خود آنان نهاد ناظر را کنترل می‌کنند؟

۲. پیچیدگی ذاتی

تعارضات نهادی ذاتاً پیچیده‌تر از تعارضات فردی هستند. آنها اغلب شامل شبکه‌ای از روابط مالی، منافع متعدد و ذی‌نفعان گوناگون می‌شوند که تشخیص خطوط روشن تعارض را دشوار می‌سازد. علاوه بر این، «تأثیر ملاحظات مالی ممکن است تجمعی باشد، گاهی در ابتدا قابل‌توجه نباشد»، که تشخیص به‌موقع را با دشواری مواجه می‌کند.

۳. سیاست‌های ناکافی

بسیاری از سازمان‌ها فاقد سیاست‌های روشن و جامع برای مدیریت تعارض منافع نهادی هستند. درحالی‌که ممکن است برای کارکنان خود آیین‌نامه‌های رفتاری تدوین کرده باشند، کمتر سازمانی به‌طور جدی به تدوین سیاست‌هایی برای مدیریت تعارضات در سطح نهادی پرداخته است. این شکاف سیاستی، سازمان‌ها را در برابر خطرات جدی آسیب‌پذیر می‌سازد.

چارچوب مدیریت تعارض منافع نهادی

با وجود چالش‌های یادشده، می‌توان با اتخاذ رویکردی نظام‌مند و مبتنی بر اصول، تعارض منافع نهادی را به‌طور مؤثر مدیریت کرد. استاندارد بین‌المللی ISO 37009:2025، که به‌تازگی منتشر شده است، «راهنمایی برای سازمان‌ها در مورد چگونگی شناسایی، ارزیابی، حل و نظارت بر تعارض منافع بر اساس اصول اعتماد، صداقت، شفافیت و پاسخ‌گویی» ارائه می‌دهد. این استاندارد «قابل‌استفاده برای همه سازمان‌ها، صرف‌نظر از نوع، اندازه و ماهیت فعالیت، خواه در بخش عمومی، خصوصی یا غیرانتفاعی» است. بر اساس این چارچوب و دیگر منابع معتبر، مدیریت تعارض منافع نهادی شامل مراحل زیر است:

۱. شناسایی و تشخیص

گام نخست، شناسایی تعارضات بالفعل، بالقوه یا ظاهری است. این کار نیازمند «ارزیابی تعارض» شامل «جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها و اطلاعات مربوط به ماهیت، علل و پیامدهای تعارض» است. سازمان‌ها باید از ابزارهایی مانند نظرسنجی‌ها، مصاحبه‌ها، گروه‌های کانونی و نقشه‌برداری تعارض برای شناسایی منابع و انواع تعارضات نهادی استفاده کنند.

۲. افشا و شفافیت

«مدیریت تعارض منافع در نظام اداری با شفافیت امور و منافع آغاز خواهد شد. مهم‌ترین راهکار مدیریت تعارض منافع ایجاد شفافیت است». شفافیت در این زمینه به معنای افشای کامل و به‌موقع منافع مالی و غیرمالی سازمان و مقامات ارشد آن است. «در صورتی که شفافیت لازم در سازمان‌ها وجود داشته باشد، مصادیق و موقعیت‌های تعارض منافع کمتر ایجاد می‌شوند».

۳. ارزیابی و تحلیل

پس از شناسایی و افشا، نوبت به ارزیابی ریسک تعارض می‌رسد. این ارزیابی باید شامل تحلیل «زمینه، دامنه و شدت تعارض» و شناسایی «فرصت‌ها، چالش‌ها و گزینه‌ها برای مدیریت و حل آن» باشد. تشخیص تعارض، که شامل «ارزیابی و دسته‌بندی نوع، سطح و مرحله تعارض و همچنین تأثیر بالقوه و بالفعل تعارض بر عملکرد، فرهنگ و شهرت سازمان» است، در این مرحله انجام می‌شود.

۴. حل و مدیریت

پس از ارزیابی، سازمان باید اقدامات مناسبی برای حل یا مدیریت تعارض اتخاذ کند. این اقدامات می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- ممنوعیت: در موارد جدی، «حرفه‌ای که دارای تعارض منافع جدی است، اجازه مشارکت در فعالیت موردنظر را ندارد». در سطح نهادی، این ممکن است به معنای خودداری از ورود به روابط مالی خاص یا واگذاری برخی اختیارات باشد.
- محدودیت: «ممنوعیت را می‌توان به‌درجات مختلف اعمال کرد». برای مثال، ممکن است سازمان تصمیم بگیرد که مقامات ارشد آن نتوانند در شرکت‌های خاصی سرمایه‌گذاری کنند، یا اینکه چنین سرمایه‌گذاری‌هایی باید به‌صورت شفاف اعلام شوند.
- ترکیب راهکارها: «اگرچه هر یک از رویه‌ها ممکن است به‌تنهایی استفاده شوند، اما معمولاً و به‌طور مؤثرتری به‌صورت ترکیبی به‌کار گرفته می‌شوند». برای مثال، «حتی زمانی که افشا به‌تنهایی کافی نیست–که اغلب چنین است–ممکن است همچنان به‌عنوان بخشی از یک سیاست جامع ضروری باشد».

۵. نظارت و بازنگری

مدیریت تعارض منافع نهادی یک فرآیند یک‌باره نیست، بلکه نیازمند نظارت مستمر و بازنگری دوره‌ای است. سازمان‌ها باید «سیاست‌های قوی، شفافیت و سازوکارهای افشا» را برای کاهش تعارضات ایجاد کنند. «آموزش، آگاهی‌بخشی و تربیت اخلاقی» برای توانمندسازی متخصصان در تشخیص و رسیدگی به این تعارضات ضروری هستند.

نتیجه‌گیری

تعارض منافع نهادی، پدیده‌ای پیچیده و چندلایه است که می‌تواند سلامت، کارایی و اعتبار سازمان‌ها را به‌طور جدی تهدید کند. برخلاف تعارض منافع فردی که معمولاً قابل‌شناسایی و مدیریت در سطوح پایین‌تر سازمانی است، تعارض نهادی به‌دلیل ماهیت سیستمیک، اثرات تجمعی و دشواری در تشخیص، نیازمند رویکردی راهبردی و نهادینه‌شده است.

دلایل متعددی برای ضرورت مدیریت تعارض منافع نهادی وجود دارد: حفاظت از مأموریت اصلی سازمان، حفظ اعتماد عمومی، پیشگیری از فساد سیستمیک، جلوگیری از آسیب به اعتبار تمامی اعضای سازمان، و کاهش هزینه‌های اقتصادی و قانونی. همان‌گونه که در منبع معتبر Thompson (۲۰۰۹) تأکید شده، «تعارض منافع جدی‌ترین چالش سازمانی است، زیرا اگر تعارضات به‌درستی مدیریت نشوند، هیچ‌یک از چالش‌های دیگر را نمی‌توان به‌خوبی مدیریت کرد».

چارچوب مدیریت تعارض منافع نهادی، مبتنی بر اصول اعتماد، صداقت، شفافیت و پاسخ‌گویی، شامل مراحل شناسایی، افشا، ارزیابی، حل و نظارت است. استانداردهای بین‌المللی مانند ISO 37009:2025، سازمان‌ها را در پیاده‌سازی این چارچوب یاری می‌رسانند.

در نهایت، مدیریت تعارض منافع نهادی نه یک انتخاب، بلکه یک الزام راهبردی برای بقا و مشروعیت سازمان‌ها در عصر شفافیت و پاسخ‌گویی است. سازمان‌هایی که این مهم را جدی می‌گیرند، نه‌تنها از پیامدهای منفی آن مصون می‌مانند، بلکه اعتماد ذی‌نفعان را جلب کرده و زمینه را برای تحقق مؤثر مأموریت خود فراهم می‌آورند. به‌عکس، سازمان‌هایی که از مدیریت این پدیده غافل می‌شوند، دیر یا زود با پیامدهای جبران‌ناپذیری مواجه خواهند شد که نه‌تنها خود سازمان، بلکه تمامی اعضا و ذی‌نفعان آن را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

منابع

Thompson, D. F. (2009). The challenge of conflict of interest in medicine. Science and Engineering Ethics, 15(4), 449–455. https://doi.org/10.1007/s11948-009-9159-0

World Health Organization. (2016). Framework of engagement with non-State actors (FENSA). World Health Assembly Resolution WHA69.10, Annex, Paragraph 23. Geneva: WHO.

OECD. (2003). Managing Conflict of Interest in the Public Service: OECD Guidelines and Country Experiences, OECD Publishing, Paris, England. https://doi.org/10.1787/9789264107564-en

پی‌نوشت‌ها

۱- در آن برهه تاریخی (سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳)، سلسله‌ای از رسوایی‌های بزرگ اقتصادی رخ داد که به بحران اعتماد عمومی و تدوین قوانین سخت‌گیرانه (نظیر قانون ساربینز-آکسلی ۲۰۰۲ و راهنمای ۲۰۰۳ OECD) منجر شد. مهم‌ترین آن‌ها عبارت بودند از:

الف- رسوایی اِنران (Enron - 2001) و شرکت حسابرسی آرتور اندرسن (Arthur Andersen):

- بارزترین مصداق جمله سند OECD که اشاره می‌کند: «*یک مؤسسه حسابرسی هم‌زمان به یک مشتری خدمات حسابرسی و مشاوره ارائه دهد*».
- شرکت آرتور اندرسن به دلیل دریافت مبالغ سنگین حق‌المشاوره از انران، تخلفات حسابداری و بدهی‌های هنگفت آن را لاپوشانی کرد که به یکی از بزرگ‌ترین ورشکستگی‌های تاریخ و انحلال خود این غول حسابرسی انجامید.

ب- رسوایی ورلدکام (WorldCom - 2002):

- تقلب عظیم حسابداری در ثبت هزینه‌ها به‌عنوان سرمایه‌گذاری برای نشان دادن سود کاذب.

ج- پدیده تسخیر تنظیم‌گر (Regulatory Capture):

- مصداق بخش دیگر جمله: «نزدیک شدن بیش از حد نهاد ناظر به نهادهای تحت نظارت»؛ نهادهای ناظر بر بازارهای مالی و بورس (نظیر SEC آمریکا یا ناظران مالی در اروپا) به دلیل پدیده «درهای گردان» (Revolving Door) – یعنی رفت‌وآمد مدیران میان نهادهای ناظر و شرکت‌های تجاری – کارآمدی و استقلال نظارتی خود را از دست داده بودند.

نشریه آب و توسعه پایدار. خرداد ماه ۱۴۰۵
سال سیزدهم. شماره اول (پیاپی ۳۹). صفحات ۲۲۷ تا ۲۳۴

آب و توسعه پایدار

Journal of Water and Sustainable Development. June 2026
Volume 13. Issue 1 (Serial No. 39). pages 227 to 234

CC BY

یادداشت تحلیلی

تعارض منافع و شکاف حکمرانی در مدیریت منابع آب ایران: تحلیلی بر چالش‌های قانونی، نهادی و راهکارهای اصلاحی

محبوبه فرزندی

دکتری هواشناسی کشاورزی، پژوهشکده آب و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

رایانامه: mhb_farzandi@yahoo.com

چکیده

این یادداشت تحلیلی به کالبد شکافی بحران حکمرانی آب در ایران می‌پردازد و استدلال می‌کند که تداوم بحران، ناشی از وجود زنجیره‌ای از تعارضات در سه سطح «سازمانی»، «حقوقی» و «قانونی» است. بر اساس یافته‌های پژوهش، تداخل وظایف میان نهادهایی نظیر وزارت نیرو، جهاد کشاورزی و سازمان آبخیزداری، و ... منجر به بروز پدیده‌هایی همچون «تقدم منافع مالی سازمانی بر حفاظت از منابع» و «رانت در صدور پروانه‌های بهره‌برداری» شده است. همچنین، تحلیل دقیق قوانین نشان می‌دهد که برخی قوانین با هدف حمایت از بخش‌های اقتصادی (مانند واگذاری اراضی ملی و تسهیلات کشاورزی یا حمایت از بازار مسکن)، به طور مستقیم و ناخواسته، سازوکارهای برداشت غیرمجاز از منابع آب را قانونی کرده و فشار بر آبخوان‌ها را تشدید نموده‌اند. این نوشتار با ارائه جداول مقایسه‌ای میان تعارضات درون‌سازمانی و بین‌سازمانی، و همچنین بررسی اثرات مخرب قوانین در بخش‌های کشاورزی و شرب، به دنبال ارائه راهکارهایی مبتنی بر «تجمیع وظایف»، «اصلاح ساختار نظارتی» و «ارزیابی طرح‌ها» برای رسیدن به تعادل در مدیریت منابع آب است.

واژه‌های کلیدی: حکمرانی آب، ایران، تعارض منافع، تعارض وظایف، مدیریت منابع آب زیرزمینی.

مقدمه

وقتی بین منافع شخصی و منافع عمومی تعارض پیش بیاید گفته می‌شود **تعارض منافع** وجود دارد. تعارض منافع باعث می‌شود که یک نفر منافع شخصی، خانوادگی، سازمانی یا حزبی‌اش را بر منافع ملی یا عمومی ترجیح دهد. اهمیت تعارض منافع وقتی بیشتر می‌شود که در سازمان‌ها و ادارات دولتی اتفاق بیفتد. مثلاً وزیری که تصمیم‌اش روی شرکت خصوصی‌اش مؤثر است؛ یا وقتی که کسی بتواند از جایگاه مدیران دولتی با تصمیم در راستای منافع شخصی استفاده نماید و مثلاً تصمیم بگیرند حقوقشان را افزایش دهند (حیدری، ۱۳۹۷).

تعارض منافع در سیاست‌گذاری آب، یکی از چالش‌های اساسی و درهم‌تنیده‌ای است که تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌های عمومی را منحرف می‌سازد. این تعارضات نه‌تنها بر نحوه تخصیص منابع آب تأثیر منفی می‌گذارند، بلکه زمینه‌ساز نارضایتی‌های اجتماعی و تنش میان ذی‌نفعان مختلف می‌شوند. در ایران، با توجه به تشدید کمبود منابع آبی و افزایش روزافزون تقاضا، این تقابل‌ها به وضوح مشهود بوده و می‌توانند بحران‌های جدی بیافرینند. از این‌رو، دستیابی به مدیریت پایدار آب، مستلزم آن است که سیاست‌گذاران و کنشگران به طور جدی به این تعارضات توجه داشته و راهکارهای مؤثری برای حل آن‌ها اتخاذ کنند.

گذار از بحران منابع به بحران حکمرانی

مدیریت منابع آب در ایران در دهه‌های اخیر، بیش از آنکه با چالش‌های فنی و هیدرولوژیک (مانند خشکسالی و کاهش نزولات) دست‌به‌گریبان باشد، درگیر یک بحران حکمرانی است (جهاد دانشگاهی استان خراسان رضوی،۱۴۰۰). تجربه چهار دهه سیاست‌گذاری آب نشان می‌دهد که راهکارهای مهندسی‌محور - سدسازی، انتقال بین‌حوضه‌ای و حفر چاه‌های عمیق- نه‌تنها به پایداری منابع منجر نشده، بلکه با تغییر الگوی طبیعی تغذیه و برداشت، منجر به تشدید ناترازی شده است. به گزارش سیمای آب خراسان رضوی کسری مخزن سال آبی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ میزان ۶۹۳/۸- میلیون مترمکعب بوده و متوسط کسری مخزن بلندمدت ۱۰۰۴/۵- میلیون مترمکعب است (شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، ۱۴۰۳). بنابر اطلاعات آمایش استان شاخص برداشت به آب تجدیدپذیر به ۱/۴ رسیده است این در حالی که حد آستانه پایداری برای شاخص برداشت به تجدید شونده توسط شورای عالی آب حدود ۰/۷۵ بیان شده است (جهاد دانشگاهی استان خراسان رضوی،۱۴۰۰).

بر اساس داده‌های استخراج‌شده از «جدول سنجه‌های عملکردی» موضوع ماده ۳۷ قانون برنامه هفتم توسعه، کشور با ناترازیِ فاحشِ ۲۱/۷ میلیارد مترمکعبی در بیلان آب مواجه است؛ به طوری که در برابر ۸۱/۸۷ میلیارد مترمکعب منابع آب تجدیدپذیر، مجموع مصارف (شامل کشاورزی، شرب، صنعت و محیط‌زیست) به ۱۰۳/۶میلیارد مترمکعب می‌رسد (مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۳). این کسریِ مزمن، بیش از آنکه یک بحرانِ صرفاً فنی باشد، شواهدی متقن از «شکاف حکمرانی» و ناکارآمدیِ سیاست‌گذاری‌های کلان در مدیریتِ تقاضا است؛ چرا که اسناد بالادستی، علی‌رغم شناساییِ دقیقِ این ناترازی، همچنان فاقد ضمانت‌های اجراییِ لازم برای مهارِ مصارف و همسان‌سازیِ آن با توانِ اکولوژیکِ منابع هستند و عملاً تداومِ مصرفِ مازاد بر توانِ تجدیدپذیری را به متنِ قانونِ برنامه تحمیل کرده‌اند.

نقطه کانونی این ساختار، پدیده «تعارض منافع» است. تعارض منافع در ادبیات سیاست‌گذاری، به شرایطی گفته می‌شود که داوری درستِ یک نهاد یا فرد در تصمیم‌گیری، به دلیل منفعت شخصی یا سازمانیِ همزمان، مخدوش می‌شود (OECD، ۲۰۰۳). این تعارض در ایران یک عارضه ساختاری است: نهادی که باید از منابع آب صیانت کند و محدودیت بهره‌برداری اعمال نماید (نقش حاکمیتی)، همزمان موظف به تأمین مالی پروژه‌ها، فروش آب به صنایع و خدمات و گرداندن چرخه مالی مجموعه خود است (نقش تصدی‌گری). دهقان (۱۳۹۷) نشان داده است که در این ساختار، منافع مالی سازمانیِ وزارت نیرو بر منافع ملی مقدم می‌شود و همین انگیزه، داده‌های پایه آب را غیرشفاف نگه می‌دارد تا ظرفیت فروش آب به صنایع قابل نظارت نباشد. وحیدی نیز تعارض منافع را «ریشه اصلی فساد» در این بخش دانسته و تداخل وظایف میان وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی و سازمان حفاظت محیط‌زیست را از چالش‌های کلیدی برشمرده است (وحیدی، ۱۴۰۳).

ردّیابی تعارض منافع در متنِ قوانین و در شکاف میان «تکلیف قانونی» و «اجرا» نکته متمایز این تحلیل است. قوانین بخش آب و کشاورزی در ظاهر، زنجیره‌ای منسجم از سیاست‌های درست را ترسیم کرده‌اند؛ اما این زنجیره در مرحله اجرا گسسته شده است. چند نمونه:

نخست، اصل «تحویل حجمی آب کشاورزی». در قانون توزیع عادلانه آب مقرر شده که آب به صورت حجمی تحویل گردد (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۶۱) و ماده ۲۶ قانون «افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی» نیز اجرای تحویل حجمی در پای مزرعه را تکلیف کرده است (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۹)؛ اما گزارش‌های میدانی نشان می‌دهند وزارت نیرو سال‌ها از اجرای این ماده طفره می‌رود و با مقصرتراشی از کشاورزان، در پی فروش آب سدها به بخش‌های صنعتی و خدماتی است؛ راهکاری که از مسیر ماده ۳ قانون «تأمین منابع مالی برای جبران خسارات ناشی از خشکسالی و سرمازدگی» که اخذ آب‌بها از کشاورزی را در شرایط خشکسالی ممنوع می‌کند (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۳)، عبور می‌کند

(دهقان، ۱۳۹۷؛ جهاد دانشگاهی استان خراسان رضوی،۱۴۰۰). دهقان (۱۳۹۷) این موضوع را هسته تعارض منافع می‌داند: وزارت نیرو با «مقصرتراشی» از کشاورزان، اجرای تحویل حجمی را به تعویق می‌اندازد و در عوض از مسیر ماده ۳ قانون تأمین منابع مالی برای جبران خسارات ناشی از خشکسالی و یا سرمازدگی ۱۳۸۳ - که آب‌بها از کشاورزی در خشکسالی را ممنوع می‌کند - عبور کرده و آب را با تعرفه‌های آزاد به صنایع می‌فروشد (دهقان، ۱۳۹۷؛ جهاد دانشگاهی استان خراسان رضوی، ۱۴۰۰).

همچنین، به بهانه «شرب» و «امنیتی بودن» آب، در این بخش، حقوق مالکانه حقابه‌داران تثبیت‌شده کشاورزی - که در حقوق آب ایران سابقه‌ای دیرینه دارد - نادیده گرفته می‌شود؛ ماده ۴۴ قانون توزیع عادلانه آب، پرداخت خسارت به حقابه‌داران را در صورت نقصانِ ناشی از طرح‌های توسعه‌ای الزامی کرده (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۶۱) و این بند اجرا نشده است. وزارت نیرو حقابه‌ای را که مالکیتی بر آن نداشته فروخته و «سهم برداشت» جدید تعریف کرده است؛ یعنی قانونِ حافظِ عدالت، در عمل به ابزار تمرکز و تملک تبدیل شده است (طالبی صومعه سرائی و همکاران، ۱۴۰۴) .

دوم، مدیریت حوضه‌ای. این اصل دست‌کم از سیاست‌های کلی نظام در سال ۱۳۷۹، که صراحتاً «مدیریت حوضه‌ای» را مطرح کردند در اسناد بالادستی حاضر بوده است؛ با این حال تا زمان تصویب «سند مدیریت هماهنگ حوضه‌ای آب کشور» در سال ۱۴۰۱، هیچ سازوکار اجرایی مؤثری از آن بیرون نیامد و آن سند نیز همچون سایر قوانین، به فراموشی سپرده شده و اجرایی نشده است (طالبی صومعه سرائی و همکاران، ۱۴۰۴). ساختار استانیِ شرکت‌های آب منطقه‌ای نیز به تعارض منافع میان این شرکت‌ها دامن زده و مدیریت آبخوان‌های مشترک را مخدوش کرده است (طالبی صومعه سرائی و همکاران، ۱۴۰۴) . هرگاه اجرای تکالیف قانونی با منافع مالی یا سیاسیِ دستگاه متولی در تعارض باشد، آن تکالیف عملاً اجرا نمی‌شوند (دهقان، ۱۳۹۷) .

سوم، حقوق مالکانه. قانون توزیع عادلانه آب به وزارت نیرو اختیارات گسترده‌ای برای دخل و تصرف در منابع آب داده (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۶۱) و گزارش‌ها آن را «مسبب مشکلات حاد مدیریت آب» دانسته‌اند؛ ماده ۴۴ همین قانون -که پرداخت خسارت به حقابه‌داران در صورت نقصانِ ناشی از طرح‌های توسعه‌ای را الزامی می‌کند (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۶۱)- اجرا نشده است. به بهانه اولویت بخش «شرب»، حقوق مالکانه حقابه‌داران قدیمی کشاورزی تضییع می‌شود و وزارت نیرو، حقابه‌ای را که مالکیتی بر آن نداشته، فروخته و سهم برداشت تعریف کرده است.

چهارم و مهم‌تر از همه، دوگانه «ارتقا بهره‌وری بدون کسر برداشت». در قانون برنامه چهارم توسعه آمده است که افزایش راندمان آبیاری باید به‌ازای کسرِ معادل ۲۵ درصد از پروانه برداشت باشد (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۳). وزارت جهاد کشاورزی سهم خود را - اعطای وام و تسهیلات برای افزایش ۲۵ درصدی بهره‌وری (آبیاری تحت فشار) - تا حدی اجرا کرده، اما وزارت نیرو کسر ۲۵ درصدی از برداشت را انجام نداده است. نتیجه این اجرای ناقص و ناهماهنگ، ورود «فشار مضاعف» به آبخوان است؛ زیرا بهره‌وری آب در بخش کشاورزی تا زمانی که همراه با کاهش واقعی برداشت نباشد، به معنای گسترش سطح زیرکشت و در نتیجه به ضرر سفره آب زیرزمینی است. این پدیده در خراسان رضوی چنان جدی بوده که پیشنهاد استانیِ گزارش فصل هشتم، مشروط‌کردن هر پروژه افزایش بهره‌وری به کاهش رسمی پروانه برداشت است (جهاد دانشگاهی استان خراسان رضوی،۱۴۰۰؛ مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۳) .

بند «ز» ماده ۲۹ قانون توزیع عادلانه آب نیز مقرر کرده که در زمان‌های خشکسالی، وزارت نیرو می‌تواند به جیره‌بندی آب بپردازد (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۶۱)؛ اختیاری که در نبود سازوکار مشارکتی و شفاف، جامع عمل نپوشیده است.

برنامه هفتم پیشرفت کوشیده است بخشی از این گلوگاه‌ها را هدف‌گذاری کند: ماده ۳۸ بند «الف»، وزارت نیرو را به تفکیک وظایف حاکمیتی از تصدی‌گری و رفع تعارض منافع شرکتی تا پایان سال دوم برنامه مکلف کرده، بند «چ» طرح‌های مکمل آبیاری و زهکشی را با هدف تعادل‌بخشی مثبت الزامی کرده و بند «ت» کشت‌وصنعت‌ها و دارندگان بیش از ده هکتار را به اجرای شبکه‌های آبیاری نوین ملزم کرده است (مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۳). اما همین اسناد در برنامه‌های چهارم تا ششم نیز با عناوین مشابه (تعادل‌بخشی، اصلاح ساختار، مدیریت مشارکتی) آمده و اجرا نشده‌اند؛ و شواهد تجربی حاکی از آن است که در غیاب نهاد نظارتی مستقل و ضمانت‌های اجرایی، ماده ۳۸ نیز به تغییری سطحی محدود می‌شود.

بر این اساس، پرسش اصلی این پژوهش آن است که تعارض منافع در حکمرانی آب ایران در کدام سطوحِ سیاست‌گذاری، وظایف سازمانی و قوانین، تجلی یافته و چگونه شکاف میان «تکلیف قانونی» و «اجرا»، ناترازی آبخوان‌ها را بازتولید می‌کند؟ برای پاسخ، نخست تعارض‌های تقنینی به تفصیل تحلیل می‌شود، سپس یافته‌ها در سه سطح صورت‌بندی و در پایان، پیشنهادهای اصلاحی بر مبنای حکمرانی مشارکتی حوضه‌ای - تجربه‌ای که در حوضه کشف رود نیز طرح شده است (سیدنژاد گل‌خطمی و همکاران، ۱۴۰۱) ارائه می‌گردد.

لایه‌های تعارض منافع در مدیریت آب کشور

بر اساس واکاوی مستندات قانونی، گزارش‌های میدانی و منابع علمی، تعارض منافع در حکمرانی آب ایران را در سه سطح متمایز اما مرتبط دسته‌بندی می‌شود.

سطح نخست: تعارض نقش‌ها (حاکمیت در برابر تصدی‌گری)

هسته ساختاری بحران است؛ به عبارتی تجمیع نقش قاعده‌گذار، تأمین‌کننده و فروشنده آب در یک وزارتخانه. وابستگی درآمدی مجری به فروش آب، هسته تعارض منافع است: نهادی که باید تعادل‌بخشی را اجرا کند، درآمدش به فروش آب وابسته است؛ لذا انگیزه ساختاری برای «افزایش

عرضه» بر تکلیف «کاهش برداشت» غلبه می‌کند (طالبی صومعه سرائی و همکاران، ۱۴۰۴) . ماده ۳۸ بند «الف» برنامه هفتم این تفکیک را تصریح کرده است، اما تجربه اجرا نشدن قوانین مشابه در برنامه‌های پیشین نشان می‌دهد که بدون نهاد داور مستقل، تفکیک وظایف به جابه‌جایی شکلیِ شرکت‌های زیرمجموعه فروکاسته خواهد شد (مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۳).

سطح دوم: تداخل وظایف بین‌بخشی زنجیره آب در ایران مدیریت واحد ندارد: آبخیزداری متولی حفظ آب، وزارت نیرو متولی تخصیص و تولید برق، و وزارت جهاد کشاورزی متولی تولید غذا و در عین حال متقاضی عمده آب است (جهاد دانشگاهی استان خراسان رضوی، ۱۴۰۰). این تقسیم کار ناقص، پیامدهایی دارد که اغلب نتیجه معکوسِ و فشار مضاعف بر آبخوان را به دنبال دارد.

رانت اطلاعاتی و تشتت در زنجیره عرضه: دسترسی انحصاری به داده‌های حقابه و تخصیص (سامانه ساجا فقط برای سازمان‌های تابعه تعریف شده است)، شفافیت را می‌شکند و همان داده کم‌یاب را به ابزار تخصیص مبتنی بر رابطه و منافع تبدیل می‌کند (دهقان، ۱۳۹۷؛ جهاد دانشگاهی استان خراسان رضوی، ۱۴۰۰). وحیدی (۱۴۰۳) نیز تداخل وظایف میان وزارت نیرو، جهاد کشاورزی و محیط‌زیست را از چالش‌های کلیدی دانسته و تعارض منافع را ریشه اصلی فساد در قیمت‌گذاری و تخصیص منابع دانسته است.

سطح سوم: شکاف‌های تقنینی و الگوی «تصویب بدون اجرا». رصد تاریخی قوانین نشان می‌دهد اصول درست بارها تصویب شده و بارها معطل مانده است: مدیریت حوضه‌ای از سیاست‌های کلی ۱۳۷۹ (دفتر مقام معظم رهبری، ۱۳۷۹) تا سند مدیریت هماهنگ حوضه‌ای ۱۴۰۱ (شورای عالی آب، ۱۴۰۱)؛ تحویل حجمی از قانون توزیع عادلانه آب (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۶۱) تا ماده ۲۶ قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۹)؛ جبران خسارت حقابه‌داران در ماده ۴۴ قانون توزیع عادلانه آب (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۶۱)؛ و تعادل‌بخشی در برنامه‌های پنجم و ششم (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶). این الگوی تکرارشونده یک جمع‌بندی روش‌شناختی دارد: مشکل در محتوای قوانین نیست، در غیاب سازوکار اجرا و نظارت است. بزرگ‌ترین تعارض منافع آنجاست که سیاستمدارانِ همان نهاد متولی، باید درباره کاهش اختیارات خودشان تصمیم بگیرند

در نقد برنامه هفتم نیز باید منصف بود: فصل هشتم این برنامه، از منظر محتوایی، پیشرفته‌ترین متن تقنینی دو دهه اخیر است - از تفکیک وظایف (ماده ۳۸ الف) و تعادل‌بخشی مثبت (بند چ) تا الزام کشت‌وصنعت‌ها به آبیاری نوین با ضمانت اجرای تعرفه‌ای (بند ت) و تأمین آب صنایع از آب نامتعارف (ماده ۳۹ ب). اما خطر «اصلاح ظاهری» جدی است: اگر تفکیک وظایف بدون «چتر نظارتی مستقل» و بدون معیار قابل اندازه‌گیری اجرا شود، عملاً به بازسازی ساختار قبلی با نام‌های جدید می‌انجامد. افزون بر این، ساختار استانیِ شرکت‌های آب منطقه‌ای - که خود مصداق تعارض منافع میان حوضه‌های مشترک است - همچنان دست‌نخورده مانده و سند حوضه‌ای ۱۴۰۱ اجرا نشده است.

ابعاد و مصادیق تعارض منافع در مدیریت منابع آب ایران

شناخت دقیق ابعاد تعارض منافع، نخستین گام در طراحی راهکارهای اصلاحی برای عبور از بحران کنونی است. تعارض منافع در مدیریت آب ایران، پدیده‌ای تک‌بعدی نیست؛ بلکه از سه لایه اصلی تشکیل شده است: نخست، تعارضات سازمانی و نهادی که ناشی از تضاد اهدافِ دستگاه‌های متولی است؛ دوم، تعارضات حقوقی و ساختاری که در لایه‌های مختلفِ مدیریت حوضه‌ای و میان ذی‌نفعان بروز می‌کند؛ و سوم، تعارضات ناشی از قوانین و سیاست‌های متناقض که در آن، بخشی از قوانین (به‌ویژه در بخش کشاورزی و توسعه شهری) به‌طور ناخواسته، پیامدهای مخرب بر پایداری منابع آب می‌گذارند. در ادامه، این ابعاد به تفکیک و با ارائه مصادیق عینی بررسی شده‌اند.

بسیار مهم و ضروری است که راهکارهای کنترل و مدیریت تعارض منافع شناسایی شوند و متناسب با موقعیت‌های مختلف از آنها استفاده شود. در ادامه برخی از مصادیق تعارض منافع فردی و سازمانی که حل بحران آب را با مشکل مواجه نموده است ذکر می‌شود.

۱- تعارض منافع در سازمان‌ها و نهادهای متولی آب

- تقدم منافع مالی سازمانی بر حفاظت از منابع آب بین متولیان مختلف آب (وزارت نیرو، وزارت کشاورزی و آبخیزداری)
- گرفتن تعرفه بیشتر برای مصارف صنعتی نسبت به کشاورزی
- تعیین تاریخ و تعرفه برای مجازشدن چاه‌های غیرمجاز
- تخصیص آب به مناطق و صنایعی که افراد دست‌اندرکار به طریقی ذی‌نفع هستند

۲- تعارض‌های حقوقی

- تعارض حقوقی بین بالادست و پایین‌دست در یک حوضه آبریز
- تعارض بین منافع اشخاص و محیط‌زیست
- تعارض بین حقابه‌داران قدیمی کشاورزی و مصرف‌کنندگان آب شرب
- تعارض بین منافع کشورهای همسایه و مشترک در منابع آب
- تعارض منافع اقتصادی و کیفیت منابع آب
- تعارض منافع اشخاص و جامعه

۳- تعارض قوانین

- قوانین تأثیرگذار بر منابع آب در بخش کشاورزی:

۱- واگـذاری اراضـــی ملی، ۲- واگـذاری اراضـــی ملی متصرف شده، ۳- حفر چاه، ۴- حفر چاه غیرمجاز و ۵- توسعه کشاورزی.

- قوانین تأثیرگذار بر آب مرتبط با بخش شرب و خدمات:

۱- توســعه و گســترش خانه‌ســازی، شــهرک‌ســازی و شــهرســازی؛ ۲- تأمین مســکن اقشــار کم‌درآمد؛ ۳- توسـعه شـهری مبتني بر عملکرد شـهرداری؛ ۴- نحوه و الگوی مصرف.

مصداق‌هایی از تعارض وظایف، منافع و قوانین بین سازمانی و درون سازمانی در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- نمونه‌هایی از تعارض وظایف، منافع و قوانین بین سازمانی و درون سازمانی

تعارض	وظایف	منافع	قانونی
بین سازمانی	وزارت نیرو وظیفه تامین آب به هر قیمتی است؛ سد می‌زند و به توسعه آب سطحی کمک می‌کند و سبب پایین رفتن سطح آب زیرزمینی در پایین دست می‌شود. اما آبخیزداری سعی در هدایت آب به سفره‌های آب زیرزمینی دارد.	وزارت جهاد کشاورزی به دنبال بالارفتن سطح آب است تا ریشه گیاهان به‌طور طبیعی به آب برسد. اما وزارت نیرو مسئولیت صدور پروانه‌های مصرف آب‌های زیرزمینی را دارد و بحرانی یا ممنوعه شدن سفره‌ها سبب بالا رفتن تعرفه صدور پروانه چاه آب می‌شود!	خلأ قانونی در مشخص نبودن متولی تصفیه فاضلاب و پساب شهری بین شهرداری، شرکت آب و فاضلاب و آب منطقه‌ای باعث تعارض و رهاشدن فاضلاب جمع‌آوری شده در برخی شهرها شده است.
درون سازمانی	ادارات جهاد کشاورزی معتقدند زمین‌های کشاورزی باید تحت مدیریت آنها باشد. سازمان جنگل‌ها و آبخیزداری سعی می‌کند هیچ گیاه مثمری نکارد تا اراضی مذکور از مایملک سازمانی خودش خارج نشود.	کارشناسان وزارت نیرو در فرایند صدور پروانه چاه از منافع آن بهره‌مند می‌شوند و خود مانعی در برابر حذف مجوزهای حفر چاه شمرده می‌شوند.	به مرور زمان قوانین متعدد، حوزه اختیارات شهرداری را گسترش داده به‌طوریکه شهرداری صاحب و مالک شهر شده است و بر همین اساس با توجه به ارزیابی‌های خود برای کسب و جذب سرمایه شروع به فروش تراکم و اراضی متعلق به خود کرده است.

برخی قوانین در بخش‌های کشاورزی، شرب و خدمات، موجب تعارض و بیانگر عدم اثربخشی اقدامات دولت برای حفاظت از منابع آب است که در جدول (۲) آمده است.

جمع‌بندی و مسیر راهبردی: گذار از تعارض به حکمرانی پایدار

تحلیل‌های ارائه‌شده در این نوشتار به‌وضوح نشان می‌دهد که بحران آب در ایران، پیش از آنکه صـــرفاً یک چالش اقلیمی باشـــد، ریشـــه در یک شـــکاف عمیق حکمرانی دارد. تقابل مســـتمر میان تکالیف قانونی و منافع مالی و ســـیاســـی دســـتگاه‌های متولی، منجر به ایجاد یک چرخه معیوب شـــده اســـت؛ چرخه‌ای که در آن، وزارت نیرو به عنوان متولی اصـــلی، هم‌زمان نقش ناظر و بهره‌بردار را ایفا می‌کند. این تضاد نهادی ســـبب شـــده اســـت که تأمین آب به هر قیمت، جایگزین مدیریت پایدار حوضه‌ای شود.

علاوه بر این، بررســـی اســـناد قانونی نشـــان داد که بســـیاری از قوانین، به‌جای حفاظت از منابع آب، در عمل به ابزاری برای قانونی‌ســـازی برداشـــت‌های بی‌رویه تبدیل شـــده‌اند. از نادیده‌انگاشـــتن حقابه‌های پایدار در قوانین توســـعه شـــهری گرفته تا بهره‌برداری ابزاری از قوانین خشـــکسالی برای دور زدن تعهـدات تحویـل حجمی آب، همگی گویـای آن اســـت کـه مدیریت آب از یک امر فنی و حاکمیتی، به یک امر چانه‌زنی اقتصادی تقلیل یافته است.

بنابراین، اصـــلاح این ســـاختار نیازمند تغییر پارادایم اســـت. جراحی این نظام معیوب، نه از طریق اصـــلاحات موردی، بلکه نیازمند حرکتی تدریجی اما مســـتمر به ســـمت یک حکمرانی شـــفاف، مســـئولیت‌پذیر و یکپارچه اســـت. برای خروج از این بن‌بســـت، پیشـــنهادات راهبردی زیر جهت تعادل‌بخشـــیدن به تعارضات و مدیریت منابع آب ارائه می‌شود.

جدول ۲- ارزیابی قوانین مرتبط با آب تأثیرگذار بر بخش‌های کشاورزی، شرب و خدمات

	قانون	سازوکار هدف	تأثیر
قوانین منابع آب بخش کشاورزی	آیین‌نامه اجرایی لایحه قانونی اصلاح لایحه واگذاری و احیای اراضی (۱۳۵۹) (مواد ۳۱ و ۳۲)	واگذاری اراضی ملی	به موجب این آیین‌نامه اراضی ملی برای طرح‌های کشاورزی و غیرکشاورزی واگذار شده‌اند و به‌طور غیرمستقیم برداشت از منابع آب را افزایش داده‌اند.
	قانون اصلاح ماده (۳۴) قانون حفاظت و بهره‌برداری از جنگل‌ها و مراتع مصوب ۱۳۵۴/۰۴/۱۴ (ماده۳۴)	واگذاری اراضی ملی متصرف شده	به موجب اصلاحیه ماده (۳۴) اراضی ملی متصرف شده که دارای کشاورزی و برداشت از چاه بوده‌اند، به متصرفان واگذار شده و پروانه قانونی بهره‌برداری از چاه دریافت کرده‌اند.
	قانون گسترش کشاورزی در قطب‌های کشاورزی (۱۳۵۴) (ماده ۱) (سال ۱۳۵۸ مورد تاکید قرار گرفت.)	توسعه کشاورزی (در هر شرایطی حتی خشکسالی)	به موجب این مواد و قوانین نه‌تنها بر توسعه کشاورزی با اهدافی همچون خودکفایی پافشاری شد، بلکه به‌وسیله آنها حجم زیادی از منابع مالی به‌صورت تسهیلات بدون بازگشت در اختیار این بخش قرار گرفت و مناطق مختلف در معرض گسترش کشاورزی به‌صورت عمده قرار گرفتند. همچنین الزام به صدور کف شکنی!
	تصویب‌نامه در مورد مقابله با بحران ناشی از ادامه روند خشکسالی در استان‌های خسارت دیده (۱۳۸۳) (مواد ۵ و ۷)		
	دستورالعمل اصلاحی ضوابط واگذاری اراضی منابع ملی و دولتی برای طرح های کشاورزی و غیرکشاورزی (۱۳۸۷) (مواد ۳ و ۷)	حفر چاه	به موجب این قوانین با هدف گسترش و حفظ کشاورزی حتی در دشت‌ها و مناطق ممنوعه، اجازه بهره‌برداری و حفر چاه داده شده است. این نوع از قوانین تنها نمونه‌ای از این دست می‌باشند.
	تصویب‌نامه در مورد مقابله با بحران ناشی از ادامه روند خشکسالی در استان‌های خسارت‌دیده (۱۳۸۳)		
	قانون تأمین مالی برای جبران خسارت ناشی از خشکسالی و یا سرمازدگی (۱۳۸۳) (ماده ۳)		حذف حق‌النظاره بخش کشاورزی که سازوکار اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی را فعال کرد.
قوانین منابع آب بخش شرب و خدمات	قانون توزیع عادلانه آب (۱۳۶۱) (تبصره ماده ۳)	حفر چاه غیرمجاز	به موجب این مواد همه چاه‌های غیرمجاز حفر شده تا موعد مقرر در قانون مزبور (۱۳۸۴) قانونی اعلام شده و پروانه بهره‌برداری دریافت کرده‌اند. به بیانی دیگر بهره‌برداری‌ها از منابع آب که باید متوقف می‌شدند، قانونی شده و ادامه یافتند به‌ویژه در مناطق ممنوعه.
	قانون تعیین تکلیف چاه‌های فاقد پروانه بهره‌برداری (۱۳۸۹)		
	آیین‌نامه اجرایی قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن (۱۳۸۸) (ماده ۴)	توسعه خانه‌سازی و شهرک‌سازی و شهرسازی	به موجب این آیین‌نامه و مواد و قانون قوانین مشابه آن، بدون توجه به نیاز واقعی مخصوصاً در کلانشهرها حمایت از بازار مسکن باعث افزایش و ارتقای آن و در نتیجه به طور غیرمستقیم باعث جذب جمعیت شد.
	تصمیم نمایندگان ویژه رئیس‌جمهور در خصوص واگذاری زمین‌های مشخص شده در قالب طرح مسکن مهر	تأمین مسکن اقشار کم درآمد	به موجب این ماده در قالب طرح مسکن مهر در کنار مزیت‌های انکارناپذیر آن، به طور غیرمستقیم در منابع آب شهری از طریق جذب ثانویه جمعیت فشار وارد آورد.
	آیین‌نامه مالی شهرداری‌ها (۱۳۴۶) (ماده ۲۹)	توسعه شهری مبتنی بر عملکرد شهرداری	به موجب این آیین‌نامه و مواد مرتبط، منابع مالی شهرداری‌ها محدود بوده و طبق قانون مزبور و قوانین مشابه، امکان درآمدزایی برای شهرداری‌ها با تصرف و فروش اراضی و تراکم فراهم شد و به همین سبب این جذب سرمایه منجر به ساخت و سازهای انبوه و در نتیجه غیرمستقیم افزایش فشار بر منابع آب شهری شد.
	قانون نوسازی و عمران شهری (۱۳۴۷) (ماده ۱۸)		
	راهبردهای توسعه بلندمدت منابع آب کشور (۱۳۸۲)	نحوه و الگوی مصرف آب	قوانین مزبور و امثال آن به دنبال مصرف بهینه منابع آب شهری هستند، اما واقعی نبودن قیمت آب بر الگوی مصرف اثر گذاشته است و مستقیماً باعث فشار بر منابع آب شده‌اند.
	آیین‌نامه احداث و عرضه مسکن اجاره‌ای (۱۳۸۴) (ماده ۶)		
	قانون هدفمندکردن یارانه‌ها (۱۳۸۸) (ماده ۳)		

پیشنهادات راهبردی برای اصلاح حکمرانی آب

- **قانون‌گذاری بالادستی:** قوانین مربوط به تخصیص و صیانت از آب باید از سطح قوانین عادی ارتقا یافته و در جایگاهی مشابه قانون اساسی قرار گیرند؛ به‌گونه‌ای که هیچ طرح توسعه‌ای اعم از شهری، صنعتی یا کشاورزی نتواند با اتکا به آیین‌نامه‌های اجرایی، نص صریح پایداری منابع آب را نقض کند.

- **اصلاحات ساختاری و یکپارچه‌سازی وظایف:** تفکیک وظایف حاکمیتی شامل نظارت و سیاست‌گذاری از وظایف تصدی‌گری مانند بهره‌برداری و فروش آب ضروری است. تجمیع مدیریت منابع آب در سطح حوضه آبریز و هماهنگی متمرکز بین دستگاه‌های رقیب -یعنی وزارت نیرو، جهاد کشاورزی و سازمان حفاظت محیط‌زیست- باید به جایگاه نخست سیاست‌گذاری بازگردد.
- **استقرار نظام نظارتی کارآمد و مستقل:** تشکیل یک نهاد ناظر مستقل که مستقیماً به قوای بالادستی گزارش دهد، مانع از دخالت‌های سلیقه‌ای و ترجیح منافع کوتاه‌مدت دستگاه‌های اجرایی در تصمیم‌گیری‌های کلان آب می‌شود.
- **استفاده از چارچوب‌های ارزیابی علمی (DPSIR):** تمامی طرح‌ها و لوایح مرتبط با آب باید پیش از تصویب، بر اساس چارچوب «محرک، فشار، وضعیت، پیامد، پاسخ» ارزیابی شوند تا تأثیرات بلندمدت آن‌ها بر منابع آب دقیقاً سنجیده و هزینه‌های زیست‌محیطی پنهان پروژه‌ها آشکار شود.
- **بازگشت به بیلان واقعی آب:** تصمیم‌گیری‌ها باید بر پایه بیلان واقعی آب باشد، نه تقاضاهای القایی. این امر مستلزم شفافیت کامل در آمار منابع و مصارف است تا امکان پنهان‌کاری در تخصیص‌های غیرمجاز از بین برود.
- **بازتعریف مالکیت و مشارکت عمومی:** گذار از نگاه دولت‌سالارانه به مالکیت عمومی و مشارکتی؛ به‌گونه‌ای که ذی‌نفعان واقعی هر حوضه شامل کشاورزان، جوامع محلی و تشکل‌های مدنی، در فرآیند تصمیم‌گیری و نظارت بر مصرف آب، صاحب نقش و رأی باشند.

در نهایت، اصلاح مدیریت آب در ایران مسیری دشوار اما ناگزیر است. گذار از اقتصاد مبتنی بر مصرف منابع به اقتصاد مبتنی بر صیانت، نیازمند اراده‌ای است که منافع میان‌مدت و بلندمدت ملی را بر سود فوری پروژه‌های عمرانی مقدم بشمارد. این اصلاحات ساختاری، تنها راه نجات سفره‌های زیرزمینی و بقای سرزمین در برابر بحران‌های قریب‌الوقوع است.

منابع

جهاد دانشگاهی استان خراسان رضوی. (۱۴۰۰). مطالعات آمایش سرزمین، تحلیل حوضه‌ها و زیرحوضه‌های آبریز. مشهد، ایران.

حیدری، محمد، و زهاوی، علی. (۱۳۹۷). شیوع فساد در بستر تعارض منافع. مجله‌نامه اتاق بازرگانی، ۵ (مرداد ۹۷)، ۷۲-۷۵. https://www.magiran.com/p1958316

دفتر مقام معظم رهبری. (۱۳۷۹). سیاست‌های کلی نظام در بخش «منابع آب» (ابلاغیه شماره ۷۶۵۳/۱ مورخ ۰۳/۱۱/۱۳۷۹). تهران: پایگاه اطلاع‌رسانی دفتر مقام معظم رهبری. قابل بازیابی از: https://farsi.khamenei.ir/rules-content?id=4326

دهقان، عباس. (۱۳۹۷). مصادیق تعارض منافع در بخش آب. مجله‌نامه اتاق بازرگانی، ۵ (مرداد ۱۳۹۷)، ۷۸-۷۹. https://www.magiran.com/p1958320

سیدنژاد گل‌خطمی، نفیسه، سلیمی گل شیخی، محمد، و براتی، رضا. (۱۴۰۱). یادداشت تحلیلی: گفتگو برای تعیین شبکه مسائل رودخانه کشف‌رود. آب و توسعه پایدار، ۹(۲)، ۱۳۷-۱۳۵. https://jwsd.um.ac.ir/article_42975.html

شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی (۱۴۰۳)، سیمای آب خراسان رضوی (سال آبی ۱۴۰۳-۱۴۰۲) . معاونت حفاظت و بهره‌برداری. مشهد، ایران.

شورای عالی آب. (۱۴۰۱). سند مدیریت هماهنگ حوضه‌ای آب کشور (چارچوب استقرار ساختار مدیریت حوضه‌های آبریز). تهران: وزارت نیرو / دبیرخانه شورای عالی آب.

طالبی صومعه سرائی، مهشید، عبدالهی نسب، علی، زهرایی، بنفشه، میان‌آبادی، حجت، و برجسته، حمیدرضا. (۱۴۰۴). تعارض منافع در مدیریت منابع آب ایران: شناسایی مصادیق، بسترها و پیامدها. تحقیقات منابع آب ایران، ۲۱(۳)، ۲۴۶-۲۳۳.

مجلس شورای اسلامی. (۱۳۶۱). قانون توزیع عادلانه آب (مصوب ۱۳۶۱/۱۲/۱۶، با اصلاحات و الحاقات بعدی). روزنامه رسمی جمهوری اسلامی ایران، شماره ۱۱۱۰۳. قابل بازیابی از مرکز پژوهش‌های مجلس: https://rc.majlis.ir/fa/law/show/90679

مجلس شورای اسلامی. (۱۳۸۳). قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۴-۱۳۸۸، مصوب ۱۳۸۳/۰۶/۱۱). روزنامه رسمی جمهوری اسلامی ایران، شماره ۱۷۳۵۰.

مجلس شورای اسلامی. (۱۳۸۳). قانون تأمین منابع مالی برای جبران خسارات ناشی از خشکسالی و یا سرمازدگی (مصوب ۱۳۸۳/۰۷/۱۴). روزنامه رسمی جمهوری اسلامی ایران، شماره ۱۷۳۸۱. قابل بازیابی از مرکز پژوهش‌های مجلس: https://rc.majlis.ir/fa/law/show/97193

مجلس شورای اسلامی. (۱۳۸۹). قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی (مصوب ۱۳۸۹/۰۴/۲۳). روزنامه رسمی جمهوری اسلامی ایران، شماره ۱۹۰۶۸. قابل بازیابی از مرکز پژوهش‌های مجلس: https://rc.majlis.ir/fa/law/show/766624

مجلس شورای اسلامی. (۱۳۸۹). قانون برنامه پنجساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۴-۱۳۹۰، مصوب ۱۳۸۹/۱۰/۱۵). روزنامه رسمی جمهوری اسلامی ایران، شماره ۱۹۱۸۵.

مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۶). قانون برنامه پنجساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۴۰۰-۱۳۹۶، مصوب ۱۳۹۵/۱۲/۱۴). روزنامه رسمی جمهوری اسلامی ایران، شماره ۲۰۹۹۵.

مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۳). قانون برنامه هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران، مصوب ۱۴۰۳/۰۳/۱۰، ابلاغ شده در سال ۱۴۰۳. فصل هشتم: مدیریت یکپارچه منابع آب. مصوب مجلس شورای اسلامی (۱۴۰۶-۱۴۰۲).

وحیدی، امیرمحمد. (۱۴۰۳). تعارض منافع در سیاست‌گذاری آب و ابزارهای مواجهه با آن. مرکز نوآوری تابا. https://iranthinktanks.com/conflict-of-interest-in-water-policymaking-and-tools-to-deal-with-it

OECD. (2003). Managing Conflict of Interest in the Public Service: OECD Guidelines and Country Experiences. OECD Publishing, Paris, England. https://doi.org/10.1787/9789264107564-en

ایران

مسئله آب سرکش و حکمرانی ناکارآمد

دبیرکنکاش: کاظم اسماعیلی
ویراستار علمی: روح‌الله اسلامی، کامران داوری
به سفارش: نشریه آب و توسعه پایدار و شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی
با همکاری: اندیشکده دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکده آب و محیط‌زیست دانشگاه فردوسی مشهد

بهار ۱۴۰۵

گردآورندگان

کامران داوری: عضو هیئت علمی گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

پویا شیرازی علیان: مدیر پژوهشی پژوهشکده آب و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

روح اله اسلامی: دانشیار گروه علوم سیاسی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

امیرحسین کریمی خلیل آباد: دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

آناهیتا حیدری: دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

محمد حسینی: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی آب و همکار پژوهشکده آب و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

ابراهیم میرزایی: دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

فاطمه ذوالفقاریان: دانش آموخته دکتری علوم سیاسی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

وحیده مرتضوی: دانش آموخته دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

در این کنکاش می‌خوانید:

- پیش‌درآمد
- یادداشت اول: مدیریت یکپارچه منابع آب: چیستی، چرایی و چگونگی
- یادداشت دوم: اصول و وجوه حکمرانی آب
- یادداشت سوم: مسئله آب ایران، مسئله‌ای سرکش
- یادداشت چهارم: ارزیابی فلسفه، دکترین و برنامه در طراحی سیاست آب در ایران
- فرجام: حکمرانی آب در ایران؛ از مدیریت منبع تا حکمرانی تمدنی آب

پیش درآمد

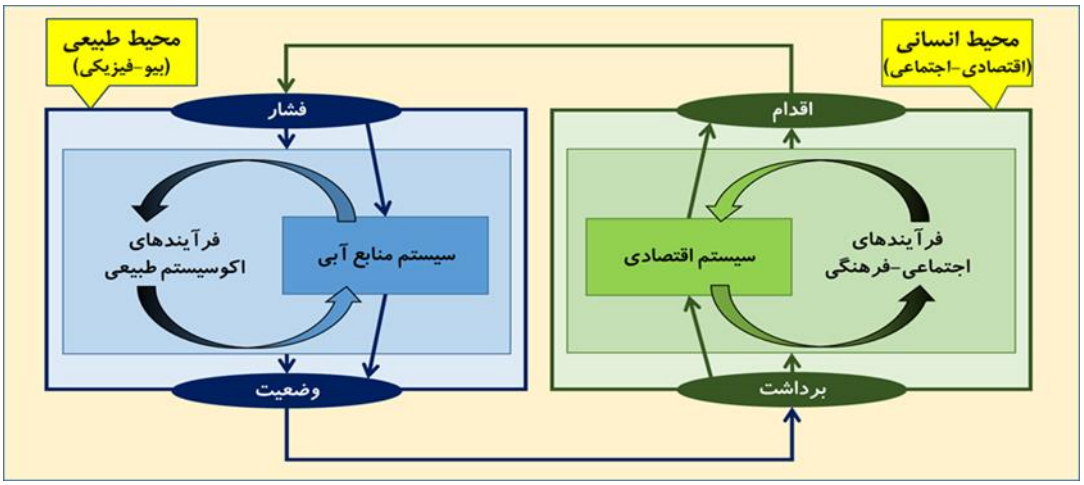
کامران داوری

عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد و سردبیر نشریه آب و توسعه پایدار

یک: بحث کلی

عدم درک صحیح از عواقب افت آب‌های زیرزمینی و فرونشست زمین، موجب گردیده تا طی چند دهه گذشته شکاف وسیعی میان عرضه و تقاضای آب و بیش از آن میان «ظرفیت تجدیدپذیری منابع آب» و «مصارف آب» شکل گیرد. وجود برخی مواد قانونی نامناسب، سوء استفاده از برخی مواد دیگر قانون، عدم استفاده از ظرفیت سایر مواد قانون، ضعف مدیریت آب در پیشگیری از جرایم آبی، افزایش جمعیت و تمرکز آن در نقاط محدود، و نیز توزیع غیرهوشمند یارانه‌ها (ارزانی آب شهری، یارانه آبیاری تحت فشار، و ...) از عوامل به وجود آمدن این شکاف هستند. متأسفانه این عوامل همچنان حضور دارند و لذا وخامت وضعیت منابع آب نیز روندی رو به رشد دارد؛ که سبب به خطر افتادن و نابودی اکوسیستم و سرمایه‌های بنیادی سرزمین (آب، خاک، و تنوع زیستی) شده است.

سیستم منابع-مصارف آب (شکل ۱) از زیرسیستم‌های متعددی تشکیل شده است. این زیرسیستم‌ها تعاملات و بازخورهای درهم تنیده و پویایی دارند. انسجام و پایایی سیستم‌های منابع آب، معمولاً بطور طبیعی برقرار بوده است. اما گسترده شدن دخالت انسان، به‌ویژه در یک قرن اخیر، اثرات منفی بر منابع آب داشته و پایایی این سیستم‌ها را دچار مخاطره کرده است. برهم‌کنش امروزین میان جوامع بشری و چرخه هیدرولوژی، در گذشته هرگز مشاهده نشده است. اکنون شدت تأثیر متقابل میان سیستم‌هاي انساني و طبیعی نشانگر یک پیوستگي قوی میان این دو سیستم ناشی از فعالیت‌هاي گسترده انسان‌محور است.



شکل ۱- سیستم منابع-مصارف آب

در واقع، اثرات مثبت و منفي تصمیم‌گیري‌هاي بشر برای توسعه اجتماعي-اقتصادی، مستقیماً بر سیستم‌هاي طبیعی بازتاب می‌یابند. این واکنش‌های متقابل، خود بازخورهایي را منعکس می‌نماید که منجر به ایجاد روابطی درهم‌تنیده و چند بُعدی میان این دو سیستم (و زیر سیستم‌ها) در مقیاس‌های مکانی و زمانی گوناگون می‌شود.

مدیران آب، نمی‌توانند سر خویش را زیر برف نمایند و تأثیر فزاینده دخالت بشر در کوتاه‌مدت و بلندمدت را نادیده انگارند؛ بلکه به نظر می‌رسد که مدیریت آب، باید سهم بیشتری از همت و تلاش خود را مصروف محیط انسانی نماید. در این راستا، حداقل شناسایی پیشرانه‌های شکل‌گیری تقاضای آب، و کنترل آنها در کوتاه‌مدت و مقیاس حوضه؛ و نیز رصد پویایی محیطی (مانند روندهای تغییراقلیم) در درازمدت، ضرورت جدی یافته است.

در واقع، مدیریت آب برای حفظ تعادل سیستم منابع-مصارف آب (و یا بازیابی تعادل آن)، نیازمند شناسایی زودهنگام این پیشرانه‌ها و نشان دادن واکنش به‌موقع و متناسب نسبت به آنها است. چنین واکنشی ابتدا با تدوین هوشمندانه قواعد (قوانین و ضوابط) و برنامه‌های واقع‌گرایانه ممکن می‌شود. سپس اثربخشی قواعد، تابع تناسب و کفایت آنها و از آن مهمتر، تابع تمکین بخش انسانی (مسئولین، آب‌بران و ...) به آنها است. لذا اثربخشی نیازمند توجه به

دغدغه‌ها و منافع عموم گرواران در فرآیند تصمیم‌سازی و سیاست‌گذاری است (به‌ویژه با مشارکت دادن کنشگران کلیدی).

مدیریت آب بایستی با افزایش کارآمدی خویش تلاش نماید با دوراندیشی قبل از هر تصمیم‌گیری، پیامدهای محیط‌زیستی/ اجتماعی/ سیاسی/ اقتصادی ناشی از سناریوهای مختلف تخصیص آب را ، برآورد، پیش‌بینی، و مدیریت/ هدایت نماید.

دو: مسئله آب ایران

این کنکاش، در پی آن است تا با نگاهی گسترده و نظام‌مند، به تحلیل ابعاد مختلف مسئله آب در ایران و ارائه کلیدهای برون‌رفت از وضعیت وخیم کنونی بپردازد. در تمامی مقالات این مجموعه تأکید بر این واقعیت شده است که وضعیت وخیم امروزین منابع آب کشور، پیش و بیش از آنکه مسئله‌ای فنی-مهندسی باشد، ناشی از «بی‌توجهی به خردورزی جمعی»، «نبود مشارکت جوامع محلی»، «عدم توجه به ریشه‌های تاریخی» و «نادیده گرفتن پیشران‌ها» بوده؛ و در یک کلام: مسئله، «ناکارآمدی حکمرانی» است. چند نشانه این ادعا، در زیر مرور شده است:

۱. اگرچه عوامل دیگری مانند تغییر اقلیم (کم‌بارشی و افزایش دما) و افزایش جمعیت نیز بر وخامت فزاینده منابع آب کشور تأثیر داشته‌اند، اما این موارد از پیش قابل رصد بودند. لذا حکمرانی/ مدیریت آب کشور، می‌بایست با پیش‌نگری آنها را در سیاستگذاری‌ها و برنامه‌های خویش لحاظ می‌نمود.

۲. پاسخ به دو پرسش اساسی، می‌تواند روشنگر باشد. پرسش نخست این است که آیا اساساً در کشور اجماعی بر «اصول و مبانی حکمرانی آب» و «ابزارهای مدیریت و نظارت» وجود دارد یا در حال تکوین است؟ پرسش دیگر آن است که آیا ضوابط موجود، تناسب (با شرایط واقعی نهادی و محلی) و مشروعیت (مقبولیت عمومی) دارند؟ به زعم نگارنده، شوربختانه پاسخ هر دو پرسش منفی است.

۳. در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کشور مواردی دیده شده است، که مایه شگفتی است. برای نمونه دو مورد مرور می‌شود:

اول: در اواخر دهه ۱۳۹۰ شرکت مدیریت منابع آب ایران، مقادیر «آب قابل برنامه‌ریزی» را برای افق‌های ۱۴۰۵ و ۱۴۲۰ ابلاغ نموده است. اما معلوم نیست با کدام روشی ممکن گشته است که «مقادیر تجدیدپذیری منابع آب» برای سال ۱۴۲۰ و از آن بیشتر، احجام تحویلی «آب قابل برنامه‌ریزی» برای بخش‌های مختلف در همان سال، برآورد شده باشند؟ در واقع، با وجود عدم‌قطعیت بسیار بالا در ابعاد اقلیمی، جمعیت، اقتصاد و ...، چنین برآوردی کاملاً غیر قابل اطمینان و لذا بی‌ارزش است! بجای آن می‌بایست شاخص‌ها معرفی می‌شدند تا در سطوح میانی و محلی مبنای تنظیم‌گری قرار گیرند.

دوم: در برنامه هفتم کشور، ابتدای فصل هشتم (نظام مدیریت یکپارچه منابع آب)، مقدار ۱۵ میلیارد متر مکعب، برای جبران تراز آب، یعنی کسری مخزن آبخوان‌های زیرزمینی کشور درج شده است. هیچ جزئیات بیشتری در مورد سهم هر آبخوان از این عدد کلان، و یا چگونگی اِعمال آن وجود ندارد. اکنون بعد از پایان دومین سال از ۵ سال برنامه، هنوز برای پیاده‌سازی این «آرزو» تکلیفی مشخص نشده است! برنامه پنج‌ساله یک «برنامه عملیاتی» است؛ نه فهرست آرزوها!

... اکنون باید پذیرفت که آنچه وضعیت را به مرحله «ورشکستگی آبی» رسانده است، ناکارآمدی مدیریت آب (ناهماهنگی بخش‌ها، تمرکزگرایی افراطی، فقدان شفافیت و پاسخگویی)، و نبود چرخه سیاست‌گذاری (مبتنی بر نظام پایش-ارزیابی) بوده است. دلیل این همه، چیزی به غیر از ادامه سیطره رویکردهای صرفاً مهندسی و پروژه‌محور بر سیاست‌های آب، طی چند دهه گذشته نبوده است.

شوربختانه مروجین و پیروان این رویکرد، حتی فهم درستی از حکمرانی و سیاست‌گذاری بخش عمومی ندارند. اگر این فهم را می‌داشتند، می‌دانستند که «مقبولیت عمومی» و «قابلیت اجرای تنظیمات و توافقات»، در جاری‌سازی ضوابط نقشی اساسی دارد. همچنین، می‌دانستند که به همین لحاظ ضوابط غیرقابل اجرا، اعتبار و مشروعیت خود را از دست می‌دهند، و متروک می‌گردند؛ در حالیکه ضوابط مبتنی بر ارزش‌های مشترک و عرف، به راحتی پیاده‌سازی می‌شوند. این دقیقاً سرنوشت بسیاری از تصمیمات اتخاذ شده در مدیریت عالی آب کشور است که یا غیرقابل اجرا بوده‌اند و یا مقبولیت نداشتند.

البته همیشه خطر تخلف، با انگیزه منافع فردی، وجود دارد. لذا لازم است برای پیشگیری از تخلفات و اطمینان از ملزم شدن همگان بر اجرای ضوابط، تمهیدات مناسب اندیشیده شوند. برای این امر، ضوابط جاری (تعاریف و فرآیندها) باید به استانداردهای روشن ذهنی و عینی برای عموم تبدیل شوند؛ تا نهایتاً به جزئی از هنجارهای اجتماعی درآیند.

وقتی پای ارزش‌های آسیب‌پذیر (مانند آب، اکوسیستم، و گروه‌های ضعیف) در میان باشد، ضرورت هنجارسازی ضوابط برجسته‌تر می‌شود. در واقع حفاظت از ارزش‌های آسیب‌پذیر، نیازمند کنشگری فعال اکثریت جامعه است؛ بنابراین در مرحله پیاده‌سازی، ترویج «نقش و اهمیت این ارزش‌ها در پایایی توسعه» (پایندگی اکوسیستم/ سرزندگی جامعه/ بالندگی اقتصاد)، برای جلب توجه عموم و دریافت حمایت اکثریت ضروری است.

در هر حال، تکوین «حکمرانی یکپارچه و پایای آب»، امری پیچیده و پرچالش است؛ از این رو نیازمند توجه توأمان به «پایایی و مدیریت یکپارچه آب»، «وجوه متعدد حکمرانی آب»، «ماهیت سرکش مسئله آب»، و نیز «مسیر تاریخی طی شده در فضای دکترین آب کشور» می‌باشد. در واقع، رویکردی میان‌رشته‌ای (تلفیق دانش چندین رشته) برای شناخت

مشکل، تبیین مسئله، و ارائه راه‌حل مورد نیاز است. به‌عبارت دیگر، مسئله آب به هیچ وجه در انحصار متخصصین آب نیست؛ و صرفاً به دست ایشان حل نخواهد شد.

افزون بر این باید تأکید نمود هیچ راه‌حل جهانی (یا «به یک اندازه خوب برای همه») وجود ندارد. هر حوضه آبریز با مشکل آبی خاص خود روبرو است؛ و ترکیبی منحصر به‌فرد از «تاریخ، اقلیم، فشارهای اجتماعی و اقتصادی، مواهب طبیعی، و فرصت‌ها» را در بر دارد. لذا به همین میزان، مدیریت و حکمرانی آب برای هر محدوده‌ای، باید با مشارکت جامعه محلی، به‌گونه‌ای منحصر به‌فرد طراحی و پیاده‌سازی شود. البته، توجه به معیارهای مطرح شده در تجارب سایر حوضه‌ها، که حامل بینش و دانش کلان هستند، توصیه می‌شود؛ زیرا تصویر روشن‌تری از «مشکلات، چالش‌ها، دام‌ها و عوامل موفقیت» به دست خواهد داد.

سه: یادداشت‌های این مجموعه

نخستین یادداشت با عنوان «مدیریت یکپارچه منابع آب چیست؟ (چیستی، چرایی و چگونگی)»، به تبیین مبانی نظری رویکرد «مدیریت یکپارچه منابع آب» به‌عنوان چارچوبی شناخته شده در دنیا (و بسیار مغفول در کشور) برای مدیریت پایای آب می‌پردازد. این یادداشت نشان می‌دهد که چگونه فقدان یکپارچگی در سیاست‌گذاری، مدیریت و اجرا، به موازی‌کاری، اتلاف منابع و تشدید تعارضات انجامیده است.

دومین یادداشت با عنوان «اصول و وجوه حکمرانی آب»، چارچوبی تحلیلی برای شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی در حکمرانی موفق آب ارائه می‌دهد. در این یادداشت چهار وجه، شامل «چندبخشی، چندبُعدی، چندرشته‌ای و چندمقیاسی»، به‌عنوان ارکان اساسی حکمرانی کارآمد معرفی شده‌اند؛ که در نظام کنونی مدیریت آب ایران عمدتاً مغفول/ناقص بوده‌اند. به‌ویژه تأکید شده است که برای اصلاح وضعیت کنونی، دو وجه «چندبُعدی و چندمقیاسی» مقدم بر دو وجه دیگر، باید به رسمیت شناخته شده و مصدر سیاست‌گذاری‌ها قرار گیرند.

سومین یادداشت با عنوان «مسئله آب ایران، سرکش است!» بر اساس نظریه مسائل سرکش (Wicked Problems) ریتل و وبر، نشان می‌دهد که چرا رویکردهای سنتی و مهندسی-محور در حل بحران آب ناکام بوده‌اند. این یادداشت با تطبیق ده ویژگی مسائل سرکش بر وضعیت آب ایران، بر ضرورت گذار از «راه‌حل‌های ساده و قطعی» به «فرآیندهای تطبیقی، مشارکتی و یادگیرنده» تأکید می‌ورزد؛ و نشان می‌دهد که عدم پذیرش «سرکشی مسئله آب ایران» و ادامه «رویکردهای سنتی و مهندسی-محور» عواقب بسیار پرمخاطره برای کشور در بر خواهد داشت.

چهارمین یادداشت با عنوان «ارزیابی فلسفه، دکترین و برنامه در طراحی سیاست آب ایران» و با نگاهی تاریخی و تطبیقی در سه دوره مشروطه، پهلوی و جمهوری اسلامی، به این موضوع می‌پردازد که چگونه تحولات فلسفی از حکمت سنتی به عقلانیت ابزاری، و سپس به عدالت‌گرایی توزیعی، مسیر سیاست‌گذاری آب را از تعادل، به‌سوی بهره‌برداری بی‌رویه و نابودی منابع، سوق داده است.

آنچه در هر چهار یادداشت مذمت شده، در سایر کشورها هم مشاهده شده است. اما بسیاری از کشورها به موقع و با هشیاری، به‌ویژه با غلبه دادن گفتمان پایایی، به اصلاح آنها پرداخته‌اند. شوربختانه حکمرانی آب کشور، به‌دلیل «قفل‌شدگی سیاست‌ها در روش‌های سنتی ناکارآمد»، دچار یک «در خود ماندگی» و «حفظ روال‌های موجود» شده است؛ که مانع انجام اصلاحات گشته و می‌گردد.

در انتها، در یک جمع‌بندی مفهومی و نتیجه‌گیری با عنوان «حکمرانی آب در ایران: از مدیریت منبع تا حکمرانی تمدنی آب»، یک چشم‌انداز کلان‌نگر ترسیم شده است؛ که بر ضرورت عبور از نگاه «بخشی و ابزاری» به آب، و حرکت به‌سوی «درک تمدنی از حکمرانی آب» تأکید می‌ورزد. در این نگاه، آب نه فقط یک منبع طبیعی یا کالای اقتصادی، بلکه بخشی از فرهنگ، هویت و زیست اجتماعی کشور تلقی می‌شود.

در واقع این کنکاش، با درهم آمیختن «رویکرد میان‌رشته‌ای»، «چارچوب نظری منسجم» (مبتنی بر مفاهیم نهاد، حکمرانی، مسئله سرکش و مدیریت یکپارچه)؛ و «نگاه راهبردی و آینده‌نگر»، برای بهبود و اصلاح حکمرانی آب در ایران پیشنهادهای سیاستی ارائه داده است. امید است این مجموعه یادداشت‌ها، گامی هرچند کوچک، در تبیین ماهیت مسئله آب ایران و ارائه مسیری برای گذار از بحران کنونی به سوی حکمرانی پایای آب باشد. ان‌شاءالله صدای علم و خردورزی، در کنار عزم و اراده ملی، و نیز مشارکت آگاهانه جوامع محلی، زمینه‌ساز تحولی بنیادین در سیاست‌گذاری آب ایران گردد.

یادداشت اول: مدیریت یکپارچه منابع آب: چیستی، چرایی و چگونگی

امیرحسین کریمی خلیل‌آباد[1]، پویا شیرازی علیان[2]*

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ۲- مدیر پژوهشی پژوهشکده آب و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

رایانامه نویسنده مسئول: pooya.shirazi.alian@alumni.um.ac.ir

مقدمه

از مطرح شدن رسمی رویکرد «مدیریت یکپارچه منابع آب» (IWRM)[1] -دوبلین، ایرلند، ۱۹۹۲- تاکنون ثلث قرن گذشته است. سال ۲۰۰۲ نیز در بیانیه نشست توسعه پایا (ژوهانسبورگ، آفریقای جنوبی) با حضور سران بسیاری از دولت‌ها، خواسته شد کشورها برنامه عملیاتی ملی برای پیاده‌سازی IWRM را آماده سازند، تا از سال ۲۰۰۵ پیشرفت این برنامه‌ها پایش گردد. از این بیانیه نیز تاکنون نزدیک به یک ربع قرن گذشته است. در سال ۲۰۱۵ «اهداف توسعه پایا» (SDGs)[2] توسط سازمان ملل اعلام شد. پنجمین بند از ششمین هدف (SDG 6.5) این اعلامیه، به IWRM اختصاص دارد؛ که در آن مجدداً بر اجرا و پایش مدیریت یکپارچه منابع آب در تمام سطوح تأکید شده است (Halkos و Gkampoura، ۲۰۲۱).

اما در ایران هنوز حتی بر سر برگردان واژه Integrated از این عبارت، تفاهم صورت نگرفته است؛ در متون علمی کاربرد واژه «یکپارچه» رواج دارد، در متون وزارت نیرو واژه «به‌هم‌پیوسته» به چشم می‌خورد. بیش از آن باید افزود که شوربختانه، اساساً مفهوم IWRM در کشور به‌درستی نشر نیافته است. در نتیجه، برداشت‌های متعددی از این مفهوم (بدون رجوع به متون اصلی IWRM) شایع شده است. این نوشته، در جهت ایجاد یک فهم مشترک، بر آن است تا به‌صورت فشرده چرایی، چیستی و پیاده‌سازی IWRM را تشریح نماید. بنابراین هدف اصلی این یادداشت پاسخ به این سه پرسش است: مدیریت یکپارچه منابع آب چرا ضرورت یافته؟ چیست؟ و پیاده‌سازی آن چگونه ممکن است؟ پاسخ به این پرسش‌ها، افزون بر ارزش نظری، برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان نیز اهمیت دارد.

در مجموع و در مقایسه با سایر کشورها، می‌توان عقب‌ماندگی غیرقابل توجیه ایران را از این منظر مشاهده نمود. وزارت نیرو به‌عنوان متولی آب کشور، مسئولیت این عقب‌ماندگی[3] را بر عهده داشته و دارد؛ و بایستی در این خصوص پاسخگو گردد. امید است این یادداشت، ضرورت و فوریت «پیاده‌سازی IWRM در ایران» را به مسئولین یادآوری نماید؛ باشد که برای جبران مافات در کوتاهترین زمان، با یک برنامه میان‌رشته‌ای و قابل اجرا، اقدامات عملی آغاز شود.

چرایی

منابع آب شیرین در مقیاس جهانی همواره محدود بوده‌اند، اما آنچه امروز این محدودیت را به یک بحران فراگیر تبدیل کرده، شدت و همزمانی فشارهایی است که از سوی توسعه اجتماعی-اقتصادی بر آب وارد می‌شود (SIWI، ۲۰۲۰). طی دو سده گذشته رشد جمعیت، گسترش شتابان کلان‌شهرها، صنعتی شدن و گسترش کشاورزی، تقاضا برای آب را به‌طور مستمر افزایش داده است. در کنار این روند، بازگشت آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی (فاضلاب‌های شهری و صنعتی و زهاب‌های کشاورزی) به آب‌های سطحی و زیرزمینی موجب کاهش کیفیت آن‌ها گردیده و از قابلیت استفاده آن‌ها کاسته است. علاوه بر این، روند گرمایش جهانی نیز در ۴ دهه اخیر موجب کاهش کمیت و تشدید زوال کیفی منابع آب در بسیاری از مناطق دنیا شده است. روند گرمایش جهانی (تغییر اقلیم) با افزایش تواتر و شدت خشکسالی‌ها، ریسک فراهمی و دسترسی به آب را هم افزایش داده است؛ و این روند به احتمال بسیار تا پایان سده جاری میلادی ادامه خواهد داشت. به این ترتیب امروزه امکان بهره‌برداری ایمن و پایا از منابع آب برای بسیاری از جوامع، به چالشی اساسی بدل شده است.

پیامد مستقیم این روندها، افزایش جدی و روزافزون رقابت بر سر آب و تشدید تعارضات آبی است. در عین حال، منابع آب باید به‌طور همزمان نیازهای اکوسیستم‌های حیاتی، توسعه شهری، توسعه صنعتی، و آب برای تولید غذا را پاسخ دهد. لذا، پیچیدگی مسئله آب افزایشی نمایی و فراگیر در تمامی سطوح (از محلی و حوضه تا ملی و دنیا) یافته است (Meran و همکاران، ۲۰۲۱). اکنون «تغییر در ماهیت خود مسئله آب» نکته اساسی است.

در گذشته، هرگاه تقاضا افزایش می‌یافت، پاسخ غالباً در توسعه عرضه جستجو می‌شد (سدسازی، انتقال آب، ...). پروژه‌های مهندسی ابزارهای اصلی مدیریت به‌شمار می‌رفتند؛ و رویکرد مهندسی و پروژه‌محور بر تصمیم‌گیری‌ها حاکم بود. اما با «تغییر در ماهیت خود مسئله آب»، امروزه روش‌های پیشین حل مسئله، پاسخ لازم و کافی ارائه نمی‌دهند. حل مسائل پیچیده نیازمند رویکردهای مدیریتی تواناتر و بسیار متفاوت از گذشته است.

اکنون شـــرایطی ایجاد شـــده که در کشـــورهای پیشـــرفته، عـدم‌قطعیـت بـه‌عنـوان یـک ویژگی ثـابـت در تمـامی برنامه‌ریزی‌های آب، لحاظ می‌گردد. مدیریت ریسک، مدیریت تطبیقی (سـازگاری) و تاب‌آوری سـامانه‌ها، عبارات مرسـوم در مدیریت و برنامه‌ریزی آب گشـته‌اند؛ و انعطاف‌پذیری بالا و توجه جدی به مباحث اجتماعی و اقتصادی سرلوحه مدیریت آب قرار گرفته است. به بیان دیگر، مسئله بیش از آنکه صرفاً طبیعی و/ یا فنی باشد، ریشه در سازوکارهای تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری دارد. رویکرد IWRM در پاسخ به این شرایط نوین، طرح‌واره مناسـبی برای مدیریت و برنامه‌ریزی آب فراهم کرده است.

ناکارآمدی رویکردهای سنتی

با توجه به موارد پیش‌گفته، ناکارآمدی رویکردهای گذشـته در مدیریت آب، دلیل شـکل‌گیری IWRM بوده است. در رویکرد گذشـته (که همچنان در ایران مرسـوم اسـت)، پروژه‌ها و برنامه‌های مرتبط با آب در هر بخش به‌صورت مستقل طراحی و اجرا می‌شـوند، گویی هر نهاد می‌تواند بدون توجه به پیامـدهـای اقـدامـات خود بر دیگر بخش‌هـا، مسـتقلاً تصـمیم‌گیری کند. چنین اسـتقلالی، در عمل به هم‌پوشـانی مسـئولیت‌ها، تداخل ماموریت‌ها، نبود شـفافیت و نهایتاً عدم پاسخگویی می‌انجامد؛ و نتیجه آن رشد تعارضات، موازی‌کاری و اتلاف منابع، و نیز ایجاد هزینه برای بخش‌های دیگر اسـت (SIWI، ۲۰۲۰). برای مثال، سیاست‌های توسعه کشاورزی در دهه‌های گذشته، اگرچه افزایش تولید محصولات را به همراه داشت، اما هزینه‌هایی چون افت آب زیرزمینی و آلودگی منابع آب را بر اکوسیستم و کشور تحمیل کرده است. اکنون نیز رشد کلان‌شهرها، همین هزینه‌ها را در پی دارد.

عوارض رویکرد مرسوم، ریشه در عدم یکپارچگی دارد؛ هم در تقسـیم مسـئولیت‌ها و وظایف اداری میان بخش‌ها، و هم در فرآیندهای میان‌بخشـی. وزارت‌های کشـاورزی، نیرو، صـمت، محیط‌زیست، و ...، هر یک برنامه‌ریزی مستقل خود را دنبال می‌کنند. آب اگرچه یک نهاده برای توسـعه فعالیت در بخش‌های مختلف اسـت، اما یک نهاده پایه اسـت (مانند خاک، تنوع زیستی و هوا). پایایی سرزمین و دوام تمدن ایران وابسته به آب است. بخش‌ها بدون توجه به وخامت وضعیت منابع آب کشـور، درگیر رقابت بر سـر برداشـت آب بیشـتر هستند؛ و وضعیت آب روز به روز وخیم‌تر شده و می‌شود. تا هنگامی که رقابت میان نیازهای شهری (خانگی، فضای سبز، خدمات)، کشـاورزی، صـنعت و انرژی، در «چارچوبی جامع‌نگر و مشـارکتی» مدیریت و یکپارچه نشـود، زوال کمّی و کیفی منابع آب و نیز تنش‌ها و تعارضات اجتماعی تشدید خواهند یافت. ادامه این روند می‌تواند، موجب تسـری تنش‌ها به لایه‌های سیاسی و امنیتی گردد.

در واقع مسئله تعدد وزارت‌ها و سازمان‌ها نیست! بلکه مسئله رواج داشـتن پدیده «سـواری مجانی[۴]» اسـت. وقتی اقدام یک بخش عـارضـــه ایجـاد می‌کنـد (مـانـنـد: کـاهش جریـان‌هـای محیط‌زیسـتی، آلودگی منابع، افت سـطح آب زیرزمینی یا افزایش خطر سیلاب، فرسایش، و ...)، در واقع آن بخش برای کشـور و مردم (کنونی و نسـل‌های آینده) هزینه ایجاد می‌کند. متأسـفانه این هزینه‌ها در حسـاب همان بخش منعکس نمی‌شـود، و بر دوش دیگران قرار می‌گیرد. این پدیده باعث می‌شود که رفتارهای نامعقولی رواج یابد که پایایی را تضعیف می‌کند و تعارض‌ها را تشدید می‌نماید.

برای پایان دادن به این وضـعیت لازم اسـت ابتدا شـفافیت (دسـترسـی به داده‌ها و اطلاعات) و تقسـیم کار صـریح، انجام گیرد. سپس، باید سازمان‌ها، گروه‌ها و افراد را نسبت به پیامد تصـمیمات و اقدامات خودشـان مسـئولیت‌پذیر و پاسـخگو نمود. این تحول نیازمند تدوین و بکارگیری «سـازوکارهایی حقوقی، اقتصـادی-مالی، و فنی»؛ و البته مشـارکت جوامع محلی و حضور ساختاریافته ایشان در فرآیند تصمیم‌گیری و پیاده‌سازی مردمی است. چنین سازوکاری گام‌هایی مانند زیر را در بر دارد:

۱. در تصـمیم‌سـازی با بررسـی‌های فنی، گزینه‌های ممکن شناسایی و ارائه می‌شوند.
۲. با روش‌های اقتصـادی مناسـب، قیمت تمام شـده هر گزینه با احتسـاب هزینه‌های محیط‌زیسـتی و حتی اجتماعی (علاوه بر هزینه‌های مالی) برآورد می‌گردد.
۳. با نظر جامعه محلی، «مصـالح عمومی» مورد توجه/ شـناسـایی قرار می‌گیرد و گزینه(های) نهایی تعیین می‌گردد. بدیهی اسـت، پرداخت/ تأدیه هزینه‌ها (قیمت تمام شده) بر عهده آنانی است که منتفع می‌گردند.
۴. سـازوکار حقوقی، اجرای صـحیح، شـفاف و کامل فرآیند تصمیم‌گیری را تضمین و نظارت می‌نماید؛ تا با پاسخگو نمودن تصمیم‌گیران، اولاً آنان را مسئولیت‌پذیر نماید، و ثانیاً مانع هرگونه «سواری مجانی» شود.

علاوه بر این، تحقق چنین هدفی نیازمند ابزارهای مناسـب از جمله، تعیین اسـتانداردهای کیفیت، نظام‌های پایش مسـتمر، و فراهمی داده‌هـای قـابـل اعتمـاد، و نیز بکـارگیری ابزارهـای تنظیم مالی- اقتصادی، است؛ و بدون آنها ممکن نیست. این موارد همگی اجزای مکمل یک حکمرانی کارآمد به‌شـمار می‌آیند. در شـرایط کنونی مدیریت آب کشـور، در تمامی این جنبه‌ها دچار ضعف شدید و عقب‌ماندگی است.

از نگرش مهندسی تا نگرش سیستمی

از آغاز قرن بیسـتم میلادی، با رشـد حکومت‌های مرکزی تکنوکرات و خودمحور، مدیریت منابع آب در بسـیاری از کشـورها عمدتاً ماهیتی بخشـی و با تمرکز بر جنبه‌های فنی-مهندسـی یافت (Meran و همکاران، ۲۰۲۱). میراث این دوره، سـاختار مدیریتی نامنسـجم و ناهماهنگ بود؛ یعنی هر بخش سـازمان قوانین خاص خود را بسـط می‌داد و این ناهماهنگی اغلب به تعارض سیاست‌ها و ناکارآمدی اقدامات منجر می‌شد (Pahl-Wostl، ۲۰۱۵). حتی منابع آب سـطحی و زیرزمینی در چارچوب حقوقی و نهادی متفاوتی مدیریت می‌شـدند؛

موضوعی که هماهنگی بین این دو منبع شدیداً وابسته به یکدیگر را بسیار دشوار می‌کرد (Ofori و Mdee، ۲۰۲۱). نمونه‌های مشابهی از این گسست نهادی در بسیاری از کشورها مشاهده شده است؛ جایی که سازمان‌های متعدد با بخشی‌نگری و اولویت‌های متفاوت، و در نبود تعریف شفاف از مسئولیت‌ها، فرآیند مدیریت آب را ناکارآمد و پرهزینه‌تر ساخته‌اند. در این دوره، آب به‌عنوان منبعی برای توسعه و بدون سقف برداشت، در نظر گرفته می‌شد. پاسخ اصلی دولت‌ها نسبت به کمبود آب، عمدتاً پروژه‌های بزرگ استحصال و انتقال آب (سدسازی، انتقال آب، آبیاری، تولید برق، تامین آب شهری، و ...) بود. هرچند این پروژه‌ها توانستند به پیشرفت خدمت کنند، اما پیامدهای فراوان اکولوژیکی همچون اختلال در جریان طبیعی رودخانه‌ها، اُفت کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی و نهایتاً اثرات نامطلوب بر اکوسیستم‌های پایین‌دست را در پی داشتند (Meran و همکاران، ۲۰۲۱). البته در موارد استثنایی، تلاش‌هایی در جهت مدیریت چندمنظوره منابع آب صورت گرفته است، مانند فعالیت اداره دره تنسی (TVA) که از سال ۱۹۳۳ اهداف مدیریت آب را در «کشتیرانی، کنترل سیلاب، تولید انرژی و ارائه خدمات عمومی» تواماً در نظر داشت. اما فقدان یک چارچوب هماهنگ‌کننده و جامع همچنان محسوس بود (Biswas، ۲۰۰۴).

تداوم این ناکارآمدی‌ها، در کنار پیامدهای گسترده و منفی رویکردهای سازه‌محور، زمینه‌ساز تغییر در پارادایم حاکم بر مدیریت منابع آب شد. آن‌چنان‌که از دهه ۱۹۷۰ به بعد در کشورهای پیشرفته، نگاه به مدیریت آب دگرگون شد؛ و در برگزاری کنفرانس ماردل‌پلاتا (۱۹۷۷) و سپس کنفرانس دوبلین (۱۹۹۲) آثار آن ظهور یافت، و «سیستم منابع-مصارف آب» به‌عنوان بخشی از یک «سیستم مرکب و پیچیده اکولوژیکی و اجتماعی-اقتصادی» شناخته شد (ICWE، ۱۹۹۲). متعاقباً تصمیم‌گیری برای آب از انحصار مهندسان باید خارج می‌شد؛ زیرا در دیدگاه جدید، آب تنها یک نهاده ساده فرض نمی‌شود، بلکه «عنصری کلیدی» برای «شبکه‌ای از اکوسیستم‌ها، ساختارهای اقتصادی، نهادهای حکمرانی و جوامع انسانی» تلقی می‌گردد. در نهایت، با قبول پیچیدگی سیستم منابع-مصارف آب، به دلیل ابعاد «اکولوژیکی و اجتماعی-اقتصادی» آن، ضرورت جلب مشارکت کلیه گروداران در تصمیم‌گیری‌ها، مورد توجه قرار گرفت.

Lv و همکاران (۲۰۲۱) نیز با تحلیل بیش از ۱۴۳۰ مقاله نشان دادند که تمرکز مطالعات مدیریت منابع آب طی سه دهه اخیر از رویکردهای صرفاً مهندسی و عرضه آب، به سمت موضوعات پیچیده‌تر نظیر سیاست‌گذاری، خدمات اکوسیستمی، حکمرانی و ابعاد اجتماعی-نهادی تغییر یافته است. این مسئله نشان می‌دهد که مدیریت آب به‌تدریج از یک مسئله فنی به یک مسئله چندبُعدی و میان‌رشته‌ای تحول یافته است. سیر این تحول به‌صورت شماتیک در شکل‌های (۱) و (۲) نمایش داده شده است.

شکل ۱- تغییر و تحول پارادایم مدیریت منابع آب

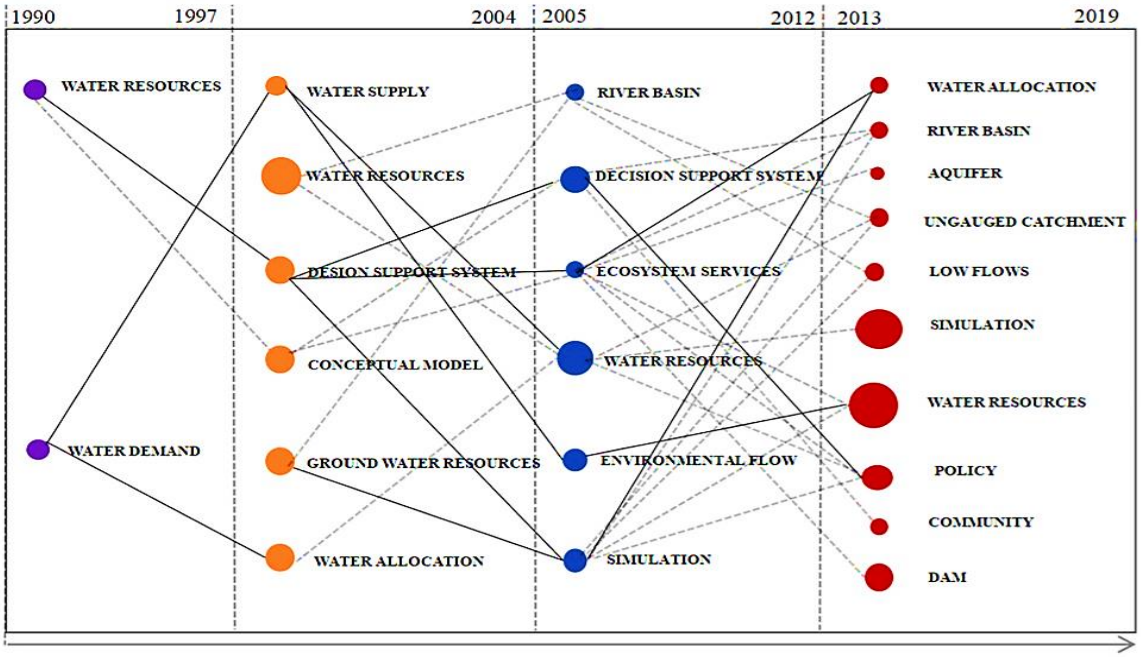
در نتیجه این تحول فکری، مدیریت منابع آب از «مشت محکم مهندسی» و تمرکز بر «مهار و هدایت/ انتقال منابع آب»، به سمت «هماهنگی با طبیعت و جامعه» و تمرکز بر «پایایی» حرکت کرد. این تغییر، بنیان نظری رویکرد IWRM را فراهم ساخت (Arfan و همکاران، ۲۰۲۰). رویکرد جدید مدیریت آب مبتنی بر پایایی و سلامت اکوسیستم، مشارکت جوامع محلی، و ایجاد انسجام میان بخش‌ها و سطوح (محلی، منطقه/ حوضه، ملی) است، ویژگی‌هایی که همگی در مرکز IWRM قرار دارند. بنابراین، IWRM را نمی‌توان صرفاً یک ابزار یا روش مدیریتی جدید دانست، بلکه باید آن را حاصل یک تحول بنیادین در درک ماهیت «مدیریت منابع-مصارف آب» و نحوه حکمرانی آن تلقی کرد (Neeti و همکاران، ۲۰۲۴).

مدیریت منابع آب در ایران

ثلث قرن پس از اجماع رسمی بر IWRM در دوبلین، مدیریت منابع آب کشور همچنان بر مدار گذشته می‌چرخد؛ و تحول فکری در این مدیریت برای عزیمت از «مهندسی و تمرکز بر مهار و هدایت/ انتقال منابع آب»، بسوی «هماهنگی با طبیعت و جامعه و تمرکز بر پایایی» شکل نگرفته است. هنوز نه برنامه‌ای برای برپایی IWRM تدوین شده و نه نشانه عملی از حرکت به سوی اهداف آن دیده می‌شود. علی‌رغم تلاش بسیار و اصرار جدی برخی از خبرگان، پیشکسوتان و متخصصین/ دانشگاهیان برای تحول به سوی IWRM، هنوز رویکرد «مدیریت دولتی متمرکز، تکنوکراتیک و خودمحور» (مبتنی بر دیدگاه مهندسی-پروژه)، بر کشور مسلط است.

این نشانگر آن است که شوربختانه، چرایی و ضرورت IWRM در ایران مورد وفاق و عمل مسئولین دولتی قرار نگرفته است. شاید به‌دلیل آنکه اساساً چیستی آن به درستی دریافت نشده است؛ یا شاید به‌دلیل رواج داشتن سواری مجانی (انداختن هزینه‌ها بر دوش دیگران و فرار از پاسخگویی) و لذا نبود جریمه و جزا به ازای رفتارهای خسارت‌بار. این شرایط تاکنون

هزینه‌های بسیاری را برای کشور به بار آورده، در حالیکه مشکل همچنان حل نشده، رها مانده است. همچنین استمرار رویکرد گذشته، عواقب بسیار مخاطره‌آمیزی را پیش روی کشور قرار داده که در حال وخامت فزاینده است.



شکل ۲- سیر تکامل موضوعات پژوهشی مدیریت منابع آب در دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ (Lv و همکاران، ۲۰۲۱).

برای نمونه، علی‌رغم بیلان به شدت منفی حوضه کشف‌رود، ادامه رویکردهای گذشته و عدم بکارگیری راهکارهای مرتبط با شرایط کمیابی آب، کار را به جایی رسانیده است که بر «بهره‌وری آب، بازچرخانی و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده» اصرار می‌شود. در حالیکه چنین راهکارهایی، در وضعیتی که برداشت‌ها بیش از ۷۵٪ تجدیدپذیری است، فقط منجر به تشدید بیلان منفی، افزایش خسارات اکوسیستمی، اُفت بیش‌ازپیش آبخوان‌ها، و نهایتاً کاهش تاب‌آوری در مقابل خشکسالی‌ها می‌گردد؛ و این یعنی افزایش احتمال «مخاطره فاجعه‌بار بی‌آبی مشهد در خشکسالی‌های شدید»! در حقیقت راهکارهای درست در کمیابی آب، که می‌بایست از دو دهه قبل در حوضه کشف‌رود آغاز می‌شد، «جلب مشارکت جامعه محلی»، «احترام به حقوق آب‌بران مجاز» (به‌ویژه متقدمین)، و «مدیریت تقاضا» بوده است.

چیستی

بر اساس تعریف مشارکت جهانی آب (GWP، ۲۰۰۰)، مدیریت یکپارچه منابع آب «فرآیندی است که توسعه و مدیریت هماهنگ آب، زمین و منابع مرتبط را ترویج می‌کند، تا بیشترین منافع اقتصادی و اجتماعی را به شیوه‌ای عادلانه و بدون به خطر انداختن پایایی اکوسیستم‌های حیاتی، به ارمغان آورد».

یک تعریف بیشتر کاربردی برای IWRM می‌توان ارائه داد: « IWRM با هدف حفاظت از محیط‌زیست، ترویج رشد اقتصادی، توسعه کشاورزی پایا، ارتقای مشارکت دموکراتیک در حکمرانی آب، و بهبود سلامت انسان؛ فرآیندی است برای برنامه‌ریزی و اجرای مشارکتی که بر پایه علمی صحیح استوار شده و گرودارن را گرد هم می‌آورد تا تعیین کنند: چگونه نیازهای بلندمدت جامعه به آب را می‌توان برآورده نمود؟ در حالیکه سلامت اکولوژیکی و مزایای اقتصادی حفظ شوند؟».

بر اساس این تعاریف، می‌توان چند عنصر کلیدی (کلیدواژه‌های پررنگ) را استخراج کرد:

- IWRM یک فرآیند هماهنگ است که با مشارکت گرودارن به‌پیش می‌رود؛
- این فرآیند بر رفاه اقتصادی و اجتماعی و عدالت، و همچنین حفاظت از اکوسیستم‌ها تمرکز دارد؛
- از داده‌ها/ ابزارهای علمی به عنوان مبنای خردورزی و قضاوت استفاده می‌کند؛ و
- بر حکمرانی دموکراتیک، از طریق مشارکت تأکید دارد.

از منظر تحلیلی، نقطه قوت این تعاریف آن است که IWRM را از سطح یک پروژه فنی یا یک نسخه اداری فراتر می‌برند و آن را به‌مثابه «یک فرآیند یادگیرنده و سازگارشونده» معرفی می‌کنند. با این حال، همین مزیت می‌تواند به محدودیت نیز تبدیل شود؛ زیرا هرچه تعریف IWRM عام‌تر و انعطاف‌پذیرتر باشد، امکان مصادره مفهومی آن توسط نظام‌های مدیریتی موجود نیز بیشتر می‌شود. به‌گونه‌ای که نهادها بدون تغییر واقعی در منطق تصمیم‌گیری، صرفاً با بکار بردن واژگان جدید، مدعی حرکت به سوی IWRM شوند. لذا، در ارزیابی هر تجربه ملی باید میان «کاربست ادبیات IWRM» و «تحقق الزامات نهادی، مشارکتی و اکولوژیکی آن» تمایز قائل شد.

براســـاس اصـــول این رویکرد، چارچوب فرآیندی مناســـب و بوم‌ســـازگار برای هر ســـرزمین (کشـــور یا ناحیه یا حوضـــه رودخانه)، باید متناسب با شرایط خاص خود، در قالب ابزارها و دستورالعمل‌ها تدوین شود. اصول به‌عنوان معیارهای پایش و ارزیابی راهبردی برنامه‌ها نیز عمل می‌کنند. پیشرفت کارآمد این فرآیند، نیازمند اســـتمرار در ســـازگاری با پویایی محیط (اقلیم، جمعیت، اقتصـــاد، ...) و پندآموزی از تجارب به‌دســـت آمده است.

تاریخچه

مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM) به‌عنوان یک رویکرد ســـیاســـتی و مدیریتی، به‌طور مقدماتی در دهه ۱۹۸۰ میلادی شـــکل گرفت و در کنفرانس بین‌المللی آب و محیط زیســـت (ICWE، دوبلین، ایرلند، ژانویه ۱۹۹۲) به اجماع رسمی رسید و تصویب شد. اصول دوبلین که در این کنفرانس تعیین شد، به‌عنوان پایه‌های اصلی IWRM شناخته می‌شوند. پس از آن، در کنفرانس محیط‌زیســـت و توســـعه ســـازمان ملل متحد (UNCED، ریو دو ژانیرو، برزیل، ژوئن ۱۹۹۲)، IWRM به‌عنوان یک رویکرد ضـــروری برای مدیریت پایدار آب مورد تأکید قرار گرفت.

مرور ســـیر تاریخی این رویکرد در دنیا برای شـــناخت بهتر آن ضروری است. پیش از دهه ۱۹۸۰ مدیریت منابع آب به‌صورت بخشی (کشاورزی، صنعتی، شهری) و سازه‌محور بود. به‌عبارت دیگر تمرکز اصلی بر توسعه پروژه‌های عمرانی بزرگ بود (مانند ســـدســـازی، انتقال آب، و شـــبکه‌های آبیاری و زهکشـــی). غلبه نگاه عمدتاً فنی و مهندســـی، مانع از توجه جدی به ابعاد اجتماعی، اقتصـــادی و زیســـت‌محیطی می‌گردید؛ اگرچه در آن زمان پیچیدگی‌های مدیریت آب بســـیار کمتر از امروز بود. طی دهه ۱۹۸۰ به دلیل افزایش آگاهی نسبت به بحران‌های کمّی و کیفی آب و زوال محیط‌زیســـت، ایده یکپارچه‌نگری به‌عنوان رویکردی جامع‌تر برای حل‌وفصـــل تعارض‌ها در کاربرد آب، ظهور یـافت. مفهوم «مـدیریت یکپـارچـه منـابع آب» ابتـدا و به‌تدریج در محافل علمی و ســـپس ســـیاســـتی طرح شـــد. اما نقطه عطف، کنفرانس دوبلین به ســـال ۱۹۹۲ بود که در آن «چهار اصل پایه IWRM» به شرح زیر تعریف شدند:

۱. آب شـــیرین، منبعی محدود و آســـیب‌پذیر اســـت، که برای حیات، توسعه، و محیط‌زیست ضروری است.

۲. توسعه و مدیریت آب باید با مشارکت آب‌بران، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران در تمامی سطوح انجام شود.

۳. زنان، نقش محوری در تمهید/تدارک، مدیریت و حفاظت از آب دارند.

۴. آب در تمامی مصـــارف رقابتی خود دارای ارزش اقتصـــادی است، لذا باید به‌عنوان کالایی اقتصادی شناخته شود.

پس از آن، IWRM در دستورکار بسیاری از کشورها قرار گرفت؛ و برخی شـــروع به تدوین ســـیاســـت‌ها و برنامه‌های ملی آب بر اســـاس این رویکرد نمودند؛ با تأکید بر رویکردهای مشـــارکتی، مدیریت چند سـطحی (ملی، حوضـه، محلی) و یکپارچه‌سـازی ابعاد «اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی».

در عمل، پیاده‌ســـازی IWRM با چالش‌هایی روبرو اســـت، از جمله: پیچیدگی ذاتی، کمبود ظرفیت نهادی، و مقاومت در برابر تغییر. در راســـتای غلبه بر این چالش‌ها، رویکرد IWRM به‌تدریج با مفاهیم جدیدی مانند «نگرش ســـیســـتمی»، «مدیریت ســـازگاری» و «حکمرانی آب» تلفیق شـــد؛ و امروزه IWRM یک پارادایم برای مدیریت پایای منابع آب در دنیا شناخته می‌شود.

اکنون با درک هرچه بیشتر از چندبُعدی بودن و پیچیدگی‌های مدیریت آب، IWRM به‌عنوان رویکردی پویا و در حال تکامل است. طی سه دهه گذشته در بسیاری از کشورها، این رویکرد با هدف اصـــلاح «نهاد آب»، گذرگاهی برای عبور از «مدیریت صـــرفاً دولتی و مبتنی بر جوانب فنی-مهندســـی» به‌ســـوی اســـتقرار حکمرانی آب با تأکید بر «تصـــمیم‌ســـازی جامع‌نگر»، «مدیریت مشـــارکتی»، «تفویض و تمرکززدایی» و «یکپارچگی بخش‌ها» بوده است. بدیهی است برای هر سرزمین (با توجه به: شـــرایط اقلیمی، وضـــعیت اقتصـــادی، شـــرایط اجتماعی، وضعیت حقوقی و توسعه سیاسی) و با به رسمیت شناختن نقش تمامی سطوح (محلی، حوضه و کشور)، چارچوب مبتنی بر این رویکرد باید بوم‌سازگار گردد.

اصول

شـــناخت چیســـتی IWRM نیازمند توجه به «نطفه» آن اســـت (چهار اصل دوبلین). در زیر شرح بیشتری در مورد هر اصل، بـا توجـه بـه متن آن و محتوای بیـانیـه (ICWE، ۱۹۹۲) ارائـه می‌شود:

اصـل اول (اکولوژیکی): آب یک ضـرورت اسـاسـی برای زندگی است. در برخی مناطق، تقاضای آب از عرضه آن بیشتر شده است (کمیابی آب) (Lankford، ۲۰۱۰). کمیابی آب ممکن است ناشـــی از عوامل ســـیاســـی، اقتصـــادی و یا اجتماعی باشـــد (Mehta، ۲۰۱۰). اما این اصل به رویکردی جامع برای «مدیریت منابع آب» با تأکید بر «ارتباط دادن بین توســـعه اجتماعی-اقتصـــادی و حفاظت از ســـیســـتم‌های طبیعی» دعوت می‌کند. این اصـــل تأکید دارد «مدیریت منابع آب باید مبتنی بر شـــناخت علمی چرخه هیدرولوژیک، ظرفیت تجدیدپذیری منابع و پیوندهای متقابل میان آب، زمین و اکوســـیســـتم‌ها باشد». همچنین این اصل با به رسمیت شناختن حوضه آبریز (یا حوضه رودخانه) به‌عنوان واحد مناسب برای مدیریت منابع آب، بر «هماهنگی بین فعالیت‌های انسانی که از آب اســـتفاده می‌کنند و بر آن تأثیر می‌گذارند در مقیاس حوضـــه رودخانه» تأکید دارد (Roy و Singh، ۲۰۲۴؛ SIWI، ۲۰۲۰).

> اصـل اول در رویکرد مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM)، بر انســجام بین ســیاســت‌هاو اقدامات بخش‌های مرتبط با آب (پیشینی و پسینی)، تأکید دارد.

اصل دوم (نهادی): تضمین دستیابی به اهداف توسعه، نیازمند پذیرش جامعه محلی است که از طریق جلب مشارکت ایشان در مراحل تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی به‌دست می‌آید (Jones و همکاران، ۲۰۰۶). مقدمه این امر، تفویض[5] بخشی از قدرت (سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی) از مرکز به سطوح حوضه/میانی و محلی است. تفویض یعنی: تصمیم برای مدیریت آب باید در پایین‌ترین سطح مناسب و ممکن گرفته شود (متناسب با شرایط محلی). تصمیم‌گیری در سطح محلی، که در آن مشکلات، عواقب و پیامدها به‌طور عینی و ملموس تجربه می‌شوند، با حساسیت و دقت بیشتری اخذ می‌شود. در واقع تمرکززدایی، به معنای انتقال مسئولیت و اختیار به پایین‌ترین سطح ممکن، از مولفه‌های کلیدی IWRM است. در عین حال، IWRM نیازمند ایجاد تعادل میان مدیریت در سطوح مختلف است؛ لذا بخش دولتی در تمامی سطوح، وظیفه نظارت و حمایت را همچنان بر عهده دارد. بدون هماهنگی با سطح بالاتر، تصمیمات محلی ممکن است با اهداف ملی و تعهدات حوضه‌ای ناسازگار شوند؛ و بدون مشارکت جامعه محلی نیز، تصمیمات بالا به پایین فاقد مقبولیت عمومی و کارآمدی عملیاتی خواهند بود (Meran و همکاران، ۲۰۲۱).

همچنین اصل دوم با دعوت به مشارکت، به دنبال افزایش هشیاری سیاست‌گذاران و عموم مردم نسبت به مسائل مربوط به آب است. دو فایده دیگر مشارکت عبارتند از: ۱- تصمیمات مدیریت آب با استفاده از دیدگاه‌های محلی و دانش بومی می‌توانند بهبود یابند (Woodhouse و Muller، ۲۰۱۷)؛ و ۲- مشارکت نه‌تنها مقبولیت تصمیمات نزد عموم را افزایش می‌دهد، بلکه اثربخشی و پایایی اجرای سیاست‌ها را نیز تقویت می‌کند. سیاست‌گذاری آب بدون مشارکت جوامع محلی، اغلب به تضاد منافع، مقاومت اجتماعی و ناکامی برنامه‌ها منجر می‌شود (Boinet و همکاران، ۲۰۲۴). بدیهی است که نقش قانون‌گذاری با مجلس است؛ اما نقش تنظیم‌گری[6] ، یعنی انطباق قوانین با شرایط محلی (اقلیمی، اجتماعی، اقتصادی، و سیاسی) باید به شوراها در سطوح ذیربط واگذار شود. در مجموع، اصل دوم بر افزایش پاسخگویی نهادهای مدیریتی و مشورت کامل و جلب مشارکت فعال جامعه محلی در طراحی و اجرای اقدامات/پروژه‌های آبی، تأکید می‌کند.

تذکر لازم اینکه: برای جلب مشارکت کامل برخی گروه‌های محروم ممکن است به ظرفیت‌سازی (از طریق آموزش) و حتی سیاست‌گذاری هدفمند در حمایت از آنان، نیاز باشد (Ofori و Mdee، ۲۰۲۱).

اصل دوم در رویکرد مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM)، از طریق تفویض (توزیع قدرت) و مشارکت برقرار می‌شود.

اصل سوم (نقش زنان): این رویکرد بر هم‌افزایی مهمی که بین عدالت جنسیتی و مدیریت پایای آب وجود دارد، تأکید دارد. در بسیاری نقاط دنیا، زنان نقش کلیدی مصرف آب خانگی دارند. همچنین نقش زنان در تربیت نسل آینده بدیهی است. علاوه بر این دو، زنان عموماً نسبت به بقاء نسل (پایایی) حساسیت بیشتری دارند. اما در بسیاری از جوامع، زنان کمتر در فرآیندهای تصمیم‌گیری مدیریت آب نقش داشته و دارند (UNDP، ۲۰۰۶). مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM)، با تأکید بر این اصل در تقویت ظرفیت و بهبود حضور زنان توجه ویژه دارد. دانشمند فقید سوئدی، خانم مالین فالکن‌مارک، یک نمونه از نگاه حساس زنانه به آب است. او در سال ۱۹۸۹ شاخص کمیابی آب (بر اساس تنش آبی و فراهمی آب) را ابداع نمود؛ که هنوز هم یکی از بهترین ابزار ارزیابی چگونگی مدیریت آب در مقیاس حوضه‌ها و کشورها است.

اصل سوم در رویکرد مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM)، برای بهبود مدیریت آب، بر مشارکت زنان تأکید می‌نماید.

اصل چهارم (ابزار اقتصادی): این اصل بر اهمیت ابزار اقتصادی در دستیابی به استفاده «پایا، بهره‌ور و عادلانه» از منابع آب تأکید دارد. در اینجا چند مورد قابل توجه است:

۱. از گذشته‌های دور پایایی مالی «خدمات آب شهری» در عین رعایت «حقوق عموم برای دسترسی به آب» (حداقل نیاز شرب و بهداشت: حدود ۵۰ لیتر روزانه به ازای هر نفر) با قیمت قابل تأدیه، با قیمت‌گذاری پلکانی آب، در دستورکار مدیریت آب شهری بوده است (امر مربوط به استحصال و توزیع عادلانه آب).

۲. همچنین برای «مدیریت آب در خشکسالی»، مدیریت تقاضا (با نوسان قیمت آب، به تناسب محدودیت منابع آب) مطرح بوده است. در واقع شهروندان، از وقوع خشکسالی (و کمبود آب) باید با سیگنال‌های قیمت آگاه شوند؛ و ملزم به صرفه‌جویی در استفاده از آب گردند (امر مربوط به تعادل منابع-مصارف آب).

۳. به منظور ایجاد رفتار معقول در استفاده از آب، برقراری قیمت‌های متفاوت آب در شهر (متناظر با درآمد شهروندان)، رویکردی مرسوم است. بدیهی است یک قیمت ثابت، برای طبقات کم‌درآمد سنگین و برای طبقه مرفه ناچیز تلقی می‌شود؛ و لذا نه عادلانه است و نه بازدارندگی کافی را خواهد داشت (امر مربوط به تعادل منابع-مصارف آب).

۴. اما مدیریت آب در کمیابی، یعنی «رعایت سقف برداشت کمتر از ۷۵٪ تجدیدپذیری» (امر مربوط به پایایی منابع) نادیده گرفته شده است.

مدیریت منابع کمیاب، و تخصیص مطلوب[7] و معقول[8] آنها، مستلزم به‌کارگیری دیدگاه‌ها و ابزار اقتصادی است. کمیابی آب، یعنی: «محدودیت شدید منابع آب» و «غیرقابل توجیه

بودن گزینه‌های افزایش عرضه». در این صورت باید برای کاربری بهینه و عادلانه این منبع محدود، نقش برتر به ابزارهای اقتصادی داده شود (van der Zaag و Savenije، ۲۰۰۲). در واقع تخصیص کارآمد منابع آب کمیاب، علاوه بر مقررات برای نظارت و سازماندهی (مانند صدور پروانه برداشت)، نیازمند قیمت‌گذاری آب به‌صورت حجمی و/ یا جریانی (Lankford، ۲۰۱۰) و حتی قیمت‌گذاری دفع فاضلاب (بر حجم و آلودگی تخلیه) می‌باشد. بنابراین در کمیابی آب، تخصیص مطلوب و معقول، آن است که به استفاده «پایا، بهره‌ور و عادلانه» از منابع آب منجر شود. به همین لحاظ، قیمت‌گذاری آب باید به‌گونه‌ای باشد که نه تنها بازیابی تمام هزینه‌ها (از جمله انتقال آب) را تضمین کند، بلکه تضمین‌کننده پایایی/ بقاء منابع آب (به‌ویژه منابع غیرقابل جایگزینی) باشد.

> اصل چهارم در رویکرد مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM)، به دنبال پایداری اقتصادی و مالی خدمات آب، و بیش و پیش از آن، پایایی کمّی و کیفی منابع آب، می‌باشد.

در عین حال، آب تنها یک کالای اقتصادی نیست، بلکه دارای ارزش‌های اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی نیز هست. لذا، IWRM متعهد است به چالش‌های فقر، ترویج سلامت، رفاه و تندرستی جمعیت و به حداقل رساندن آسیب به جامعه نیز بپردازد (SIWI، ۲۰۲۰؛ Peña، ۲۰۱۱).

در امتداد این منطق، رویکرد اقتصادی به آب به معنای «پذیرش کمیابی، و ضرورت تخصیص بهینه منابع آب، در راستای بیشینه‌سازی منافع اجتماعی» است. چنین برداشتی زمینه تحلیلی لازم برای مدیریت تعارض میان بخش‌های مصرف‌کننده آب را فراهم می‌کند و امکان مقایسه ارزش افزوده هر واحد آب در کاربری‌های مختلف را بوجود می‌آورد؛ و در نهایت موجب اتخاذ تصمیم‌های شفاف‌تر، منطقی‌تر و قابل دفاع‌تر در شرایط محدودیت منابع آب می‌گردد.

بسط و تحلیل اصول IWRM

اصول چهارگانه دوبلین، یکپارچگی را بر ستون‌های سه‌گانه «عدالت اجتماعی، سلامت اکولوژیکی و کارایی اقتصادی» نیز استوار نموده است (Postel، ۱۹۹۲). یعنی در رویکرد IWRM ایجاد توازن میان این ستون‌ها (برای پایایی) مد نظر بوده است. بنابراین، IWRM نه‌تنها به ماهیت فنی مسئله آب توجه دارد، بلکه به ماهیت هنجاری و ارزشی آب نیز توجه نموده است.

ستون عدالت اجتماعی ناظر بر توزیع منصفانه منافع و ریسک‌ها، تضمین دسترسی همگانی به نیازهای پایه (شرب و بهداشت)، و نیز حمایت از گروه‌های آسیب‌پذیر است. این ستون می‌کوشد اطمینان حاصل نماید که حقوق هیچ گروهی به‌دلیل سازوکارهای اقتصادی یا نهادی نادیده گرفته نمی‌شود. ستون سلامت اکولوژیکی بر صیانت از کمیت و کیفیت منابع آب، تأمین نیازهای آبی اکوسیستم، و تضمین حقوق نسل‌های آینده تاکید دارد. این ستون یادآور آن است که آب منبعی محدود و آسیب‌پذیر است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید مقید به رعایت ظرفیت بُرد اکولوژیک باشد.

در مقابل، ستون کارایی اقتصادی نیز بر بهره‌وری حداکثری از آب به‌عنوان منبعی کمیاب، با تخصیص بهینه آن میان مصارف رقیب، بازیابی هزینه خدمات، و استقرار نظام‌های قیمت‌گذاری متناسب با ارزش اقتصادی آب، دلالت دارد (Meran و همکاران، ۲۰۲۱). برای فهم بهتر رابطه متقابل هر یک از اصول دوبلین، با ستون‌ها جدول (۱) را ببینید.

موسسه IWA با همکاری برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP)، بر اساس مستندات منتشر شده تا قبل از سال ۲۰۰۲، فهرستی خُرد شده از اصول IWRM، شامل ۱۳ بند، ارائه داده است (جدول ۲).

جدول ۱ – پیوند اصول دوبلین با ستون‌های اساسی IWRM

ردیف	اصل	پیام کلیدی	ستون	پیام مدیریتی
۱	آب منبعی محدود و آسیب‌پذیر	توجه به چرخه طبیعی	سلامت اکولوژیکی	مدیریت حوضه‌محور (تجدیدپذیری آب و سلامت اکوسیستم)
۲	مشارکت	حضور گرودارن در تصمیم‌گیری‌ها	عدالت اجتماعی	مقبولیت نزد عموم و تضمین پیاده‌سازی
۳	نقش زنان	عدالت اجتماعی و افزایش حساسیت	عدالت اجتماعی	افزایش حساسیت اجتماعی نسبت به ناپایایی
۴	آب کالای اقتصادی	جلوگیری از اتلاف و تخصیص بهینه	کارایی اقتصادی	مصرف معقول، پذیرش کمیابی آب، افزایش بهره‌وری، و کاهش تعارضات

جدول ۲ – اصول IWRM (IWA, UNEP, 2002)

۱. یکپارچگی مدیریت آب و محیط‌زیست	۸. حمایت دولت از طریق ایجاد و حفظ محیط توانمندساز
۲. پیروی از رویکرد سیستمی	۹. اتخاذ بهترین فناوری‌ها و شیوه‌های موجود
۳. مشارکت کامل همه گرودارن، شامل مسئولین و جامعه	۱۰. تامین مالی قابل اعتماد و پایا
۴. توجه به ابعاد اجتماعی مسئله	۱۱. تخصیص عادلانه منابع آب
۵. ظرفیت‌سازی اجتماعی	۱۲. به رسمیت شناختن آب به‌عنوان یک کالای اقتصادی
۶. فراهمی اطلاعات و ظرفیت استفاده از آن، برای رصد تحولات	۱۳. تقویت نقش زنان در مدیریت آب
۷. قیمت‌گذاری با قیمت تمام شده، و بکارگیری یارانه‌های هدفمند به‌عنوان مکمل	

انعطاف‌پذیری

در تعریف IWRM، به توسعه هماهنگ منابع آب و خاک، توزیع عادلانه منافع اجتماعی-اقتصادی، و پایایی اکوسیستم‌های حیاتی اشاره شده است (GWP، ۲۰۰۰). این تعریف نشان می‌دهد که IWRM را نمی‌توان به یک پروژه تقلیل داد. زیرا، پروژه‌ها معمولاً آغاز و پایان مشخص دارند؛ اما IWRM فرآیندی سازگارشونده و برای همیشه است؛ که متناسب با شرایط اقلیمی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی و مکانی-زمانی هر حوضه یا ناحیه پیاده‌سازی می‌شود.

در حقیقت، IWRM بیشتر یک طرحواره انعطاف‌پذیر است، که مفاهیم یکپارچگی، تمرکززدایی، مشارکت و پایایی را درون یک نگرش کل‌نگر گرد هم می‌آورد. در این نگرش، مسئله صرفاً مربوط به یک منبع طبیعی (آب) نیست، بلکه مسئله برهم‌کنش انسان و طبیعت حول محور آب است. در واقع IWRM، را می‌توان رویکردی کلان برای بازآرایی حکمرانی-مدیریت آب تلقی نمود. تصمیم‌گیران و سایر گروداران با تمرکز بر مفاهیم مندرج در تعریف IWRM، می‌توانند از هر نقطه شروعی (شرایط مکانی-زمانی) و برای هر سطحی (ملی، حوضه، محلی)، ساختار حکمرانی-مدیریت منابع آب را برپا سازند؛ و با ویژگی سازگاری، مستمراً آنرا بهبود بخشند (Meran و همکاران، ۲۰۲۱). انعطاف‌پذیری این رویکرد، آن را از حوضه‌های کوچک محلی تا حوضه‌های بزرگ بین‌المللی، در تنوعی از جغرافیا، قابل پیاده‌سازی کرده است؛ که برخی نمونه‌های آن در بخش‌های بعدی یادداشت ارائه خواهد شد.

از منظر مفهومی نیز، IWRM بر این پیش‌فرض بنا شده است که مسئله آب همواره میان اهداف متعارض قرار دارد. برای نمونه: - توسعه زیرساخت‌ها و رشد اقتصادی ممکن است فشار بر اکوسیستم را افزایش دهد؛ - ضوابط حفاظتی اکولوژیک می‌تواند محدودیت‌هایی برای بهره‌برداری اقتصادی ایجاد کند؛ و – عدالت‌محوری ممکن است با سازوکارهای صرفاً اقتصادی و کارایی‌محور در تعارض باشد. IWRM برای اتخاذ بهترین تصمیمات در این میدان تعارضات، با ایجاد فضای تفاهم و تعامل شفاف، به دنبال حداکثر هم‌افزایی حول اصول خویش است.

یکپارچگی

مدیریت یکپارچه منابع آب بر این درک استوار است که آب، پدیده‌ای صرفاً فیزیکی یا اقتصادی نیست؛ بلکه مجموعه‌ای از تعاملات درهم‌تنیده میان منابع طبیعی، ساختارهای نهادی، منافع اقتصادی و نیازهای اجتماعی است. لذا، هر تلاشی برای مدیریت آب که بخواهد آن را به یک بخش، یک مقیاس یا یک بُعد تقلیل دهد، ناگزیر با ناکارآمدی مواجه خواهد شد. مبنای اصلی IWRM مفهوم یکپارچگی و انسجام است؛ که به معنای درک ماهیت سیستمی مسئله است. یک سیستم دارای مرز معین است، که درون آن اجزا و پیرامون آن عوامل بیرونی قرار دارند. میان اجزا با یکدیگر و نیز میان سیستم با عوامل بیرونی پیوند و تعامل پویا برقرار است (Ofori و Mdee، ۲۰۲۱).

در حقیقت یکپارچگی یعنی: «شناخت اجزای سیستم، پیوند دادن آنها و برقراری تعامل کارآمد و کم هزینه میان آنها، در ترازهای کارکردی، سازمانی، و نهادی». بدون یکپارچگی، انسجام درونی رویکرد از میان می‌رود و مدیریت آب به مجموعه‌ای از اقدامات بخشی و متفرق تبدیل می‌شود. سیستم منابع-مصارف آب، از دو زیرسیستم طبیعی و زیرسیستم انسانی تشکیل یافته است. در ادامه مفهوم یکپارچگی در این دو زیر سیستم شرح داده شده است.

یکپارچگی در سیستم طبیعی شامل توجه به پیوندهای زمین و آب، آب سبز و آب آبی، آب‌های سطحی و زیرزمینی، آب و پساب، بیلان و بازچرخانی، کمیت و کیفیت آب، و همچنین بالادست و پایین‌دست است. قبول یکپارچگی سیستم طبیعی، به درک ارتباط مستقیم چرخه آب و جریان‌های طبیعی با تغییرات محیط‌زیستی و تخریب اکوسیستم‌ها منجر می‌گردد. مدیریت آب باید این پیوندها را مدنظر قرار دهد (Ofori و Mdee، ۲۰۲۱).

یکپارچگی در سیستم انسانی نیز جوانب مختلفی دارد، که حداقل شامل چهار حوزه اصلی به شرح زیر می‌شود:

۱. یکپارچگی سرزمینی: به هماهنگی میان سطوح مختلف حکمرانی، از جوامع محلی و نهادهای حوضه‌ای تا سطوح ملی و بین‌المللی، اشاره دارد. از نظر منطقی، واحد مدیریت آب، حوضه‌های آبریز هستند. دلیل آن، پیوستگی طبیعی منابع آب در این واحدها است. اما قوانین و ضوابط در واحدهای سیاسی (کشورها و ایالات) تدوین می‌شوند؛ و مشارکت آب‌بران و سایر گروداران در سطح محلی معنا می‌یابد. نبود هماهنگی میان جوامع محلی و تنظیم‌گری و سیاست‌های ملی از یک طرف، و عدم توجه به ضرورت مدیریت حوضه‌ای آب از طرف دیگر، منجر به اقدامات ناعادلانه و ناپایایی سرزمین می‌شود. یکپارچگی سرزمینی به دو نوع عمودی (انسجام مدیریت منابع آب در مقیاس‌های مکانی هیدرولوژیک از کوچک تا پهناور)، و افقی (انسجام مدیریت منابع آب در تخصیص آب به مناطق و فعالیت‌های درون هر مقیاس مکانی هیدرولوژیک).

۲. یکپارچگی بخش‌ها: سیاست‌ها (در حوزه‌های مختلف سیاست‌گذاری عمومی) و برنامه‌های بخش‌های اثرگذار بر آب و اثرپذیر از آب، باید توسط مدیریت آب، منسجم و هم‌راستا گردند. همچنین یکپارچه‌سازی برنامه‌ها و فعالیت‌های بخش‌های عمومی و خصوصی مرتبط با مدیریت منابع آب، ضروری است. بدون یکپارچگی، تصمیمات هر بخش می‌تواند پیامدهای نامطلوب برای سایر بخش‌ها ایجاد نماید و موجب تشدید تعارضات و ناکارآمدی گردد (Di Vaio و همکاران، ۲۰۲۱).

۳. یکپارچگی راهبردی-عملیاتی: انسجام سازمانی نیز در هر دو تراز راهبردی/ عالی و اقدامات/ عملیات و میان این دو ضروری است. علاوه بر آنکه راهبردهای مرتبط با آب باید یکپارچه و منسجم باشند؛ آنچه در پیاده‌سازی جاری است (سازوکارهای اجرایی، اقدامات و عملیات)، نیز باید در راستای همان راهبردها باشند.

۴. یکپارچگی تخصص‌ها: به پذیرش چندرشته‌ای بودن مسئله آب مربوط است. یعنی حل مسئله آب با نگرش سیستمی و چندرشته‌ای ممکن است. این یکپارچگی نیازمند پیوند دادن میان متخصصین (هیدرولوژی، اقتصاد آب، حقوق و ...)، و حتی دانش بومی و تجارب محلی است.

باید یادآوری نمود که تمامی این اصول در مقیاس حوضه آبریز معنای عملی و اجرایی پیدا می‌کنند. در واقع حوضه‌های آبریز، واحد منطقی برنامه‌ریزی آب به‌شمار می‌آیند، زیرا پیوند میان آب‌های سطحی و زیرزمینی، جابجایی آلاینده‌ها، روابط بالادست-پایین‌دست، و بسیاری موارد دیگر در همین مقیاس وجود دارد و لازم است در مدیریت آب لحاظ گردند (Ofori و Mdee، ۲۰۲۱). اما مرزهای طبیعی حوضه‌ها غالباً با مرزهای اداری و سیاسی انطباق ندارند. این ناهم‌پوشانی، ضرورت برپایی نهادهای حوضه‌محور با سازوکارهای هماهنگی فرابخشی و فرامرزی را برجسته می‌سازد. در مجموع، مدیریت یکپارچه منابع آب را می‌توان فرایندی پویا و چندسطحی دانست که از یکپارچگی طبیعی آغاز می‌شود، و با یکپارچگی نهادی و سیاسی و اداری تداوم می‌یابد. پیاده‌سازی آن نیز، با مشارکت موثر جوامع محلی در کنار تمرکززدایی متوازن (تفویض تصمیم‌گیری‌ها و توزیع متناسب قدرت)، تقویت می‌گردد. در نهایت IWRM، درون مرزهای هیدرولوژیکی (حوضه‌های آبریز کوچک تا پهناور) به چارچوبی عملی برای تحقق «پایایی اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی» تبدیل می‌شود.

بدیهی است یکپارچگی (در تمامی جوانب آن)، باید مبتنی بر اصول IWRM باشد، که به نوبه خود در خدمت تحقق پایایی قرار دارد. از منظر IWRM، پایایی صرفاً رویکردی در حفاظت از اکوسیستم‌های حیاتی نیست، بلکه پایایی نیازمند توجه به ابعاد اجتماعی و اقتصادی و نیز رصد مستمر اندرکنش پویای میان این سه است (اکوسیستم-اجتماع-اقتصاد). مثال‌هایی از یکپارچگی در جدول (۳) آمده است.

جدول ۳- مثال‌هایی از یکپارچگی

نوع یکپارچگی	شرح مثال
سرزمینی	در یک حوضه آبریز، کمیته مدیریت حوضه آبریز ایجاد می‌شود؛ که در آن نمایندگانی از سازمان‌های دولتی، بخش خصوصی، سازمان‌های مردم‌نهاد و جوامع محلی حضور دارند. این کمیته مسئول تدوین و اجرای برنامه‌های مدیریت یکپارچه منابع آب در حوضه آبریز است.
	مدیریت منابع آب در یک حوضه آبریز که از چندین استان عبور می‌کند، با همکاری و هماهنگی بین سازمان‌های آب و فاضلاب و محیط زیست در همه استان‌های مربوطه انجام می‌شود.
بخش‌ها	سازمان‌های متولی آب، کشاورزی و محیط زیست، مشترکاً یک سیستم پایش آنلاین کیفیت آب ایجاد می‌کنند. داده‌ها به‌طور مشترک جمع‌آوری شده، همرسانی می‌گردد؛ و سپس تحلیل شده و در اختیار عموم قرار می‌گیرد. این امر، موجب حذف هزینه‌های تکراری و همچنین تصمیم‌گیری با هماهنگی بیشتر در مباحث مربوط به آب می‌شود.
	در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی شهری، همزمان به تأمین آب، دفع فاضلاب، مدیریت رواناب‌های سطحی و تأمین آب برای فضای سبز توجه شود. این امر نه تنها به کاهش هزینه‌ها و خسارات می‌انجامد، بلکه از ایجاد مشکلات زیست‌محیطی و کمبود منابع آب در آینده جلوگیری می‌کند.
	در مدیریت سیلاب، هماهنگی بین پیش‌بینی‌های هواشناسی (مقیاس بزرگ)، برنامه‌ریزی شهری (مقیاس متوسط) و اقدامات اضطراری محلی (مقیاس کوچک) برقرار می‌شود. این هماهنگی به کاهش خسارات و تلفات ناشی از سیل کمک می‌کند.
راهبردی-عملیاتی	دولت «سند ملی توسعه پایا» را تدوین می‌کند که در آن، مدیریت منابع آب به‌عنوان یک جزء حیاتی در نظر گرفته شده است. سپس مقرر می‌شود تا اهداف توسعه تمامی بخش‌ها (کشاورزی، صنعت، ...) باید با این سند هماهنگ باشد؛ زیرا تخصیص بودجه و اولویت‌بندی پروژه‌ها تابع این سند استراتژی ملی خواهد بود. محتوای این سند به‌صورت گسترده به تمامی مدیران بخش‌های دولتی و عمومی آموزش داده می‌شود. همچنین، معیارهای ارزیابی مدیران بخش‌های دولتی و عمومی بر اساس این سند بازنگری می‌گردد (تا نسبت به آن حساس و عامل باشند).
تخصص‌ها	برای حل مشکل خشکسالی در یک منطقه، گروهی متشکل از مهندسان هیدرولیک و آبیاری، هیدرولوژیست‌ها، اقتصاددانان، جامعه‌شناسان، حقوق‌دانان و نمایندگان گرودران (جامعه محلی: کشاورزان، صنایع، شهروندان) تشکیل می‌شود. این تیم با در نظر گرفتن جنبه‌های مختلف مشکل، راهکارهای پایا و دارای توجیه و مورد وفاق جامعه محلی را شناسایی می‌کند.

شکل ۳ – چارچوب عمومی IWRM؛ ترکیب شده از (GWP، ۲۰۰۰؛ Neeti و همکاران، ۲۰۲٤).

پیاده‌سازی

همانگونه که پیش‌تر گفته شد، نکته اول در پیاده‌سازی IWRM برای هر سرزمین (کشور/ حوضه/ ناحیه)، تدوین یک «چارچوب فرآیندی» مناسب و بوم‌سازگار است. زیرا هیچ چارچوب جهان‌شمول برای IWRM وجود ندارد. نکته دوم اینکه، IWRM از هر نقطه شروعی (شرایط مکانی-زمانی) و در هر سطحی (ملی، حوضه، محلی)، بسوی ساختار مطلوب حکمرانی-مدیریت منابع آب، می‌تواند آغاز گردد، و به‌تدریج با پندآموزی و سازگاری بسوی هدف متعالی خود پیشروی نماید. این به معنای آن است که با وجود تأسی به اصول مشترک، فرگشت IWRM در هر سرزمینی، مسیری (از آغاز تا مطلوب) منحصر به فرد داشته و خواهد داشت. به همین لحاظ، چالش‌های پیاده‌سازی IWRM نیز در هر سرزمینی متفاوت از دیگران است و خواهد بود. در عین حال مرور تجارب سایر سرزمین‌ها قطعاً مفید می‌باشد.

چارچوب عمومی IWRM

مولفه‌ها و اجزای چارچوب عمومی IWRM در شکل (۳) نمایش داده شده است. در اینجا ابتدا باید رابطه متقابل عدالت و بهره‌وری با پایایی را متذکر شد. اکوسیستم کره زمین، بستر حیات موجودات و انسان است؛ لذا بقای نسل بشر محتاج پایایی این اکوسیستم است. انسان بر بستر اکوسیستم، جوامع خویش را شکل داده و دوام بخشیده است. اقتصاد نیز بر بنای جوامع انسانی شکل یافته است. متقابلاً مجموع «بهره‌وری اقتصادی و عدالت اجتماعی» موجب پایایی اکولوژیک می‌باشد. به همین سبب، پایایی توسعه را فصل مشترک «اکوسیستم پاینده»، «جامعه سرزنده» و «اقتصاد بالنده» می‌دانند؛ که البته برقراری تعادل میان این سه، وابسته به کارآمدی نهادی و حکمرانی خوب است.

بر اساس شبکه جهانی آب (GWP، ۲۰۰۰)، سه رکن اصلی برای پیاده‌سازی IWRM عبارتند از: «محیط توانمندساز»، «مسئولیت‌ها و نقش‌های سازمانی» و «ابزارهای مدیریتی» (GWP، ۲۰۰۴)؛ که در زیر شرح داده می‌شوند.

محیط توانمندساز؛ به تضمین حقوق و دارایی‌های همه ذی‌نفعان و حفاظت از دارایی‌های عمومی اشاره دارد. محیط توانمندساز به‌عنوان زیربنای ساماندهی و هدایت، شامل سیاست‌ها، قوانین و برنامه‌هایی است که چارچوب راهبردی/ قانونی لازم برای تصمیم‌گیری‌های هماهنگ در سطوح مختلف، را فراهم می‌کند (Jiménez و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، این رکن شامل چارچوب کلی سیاست‌های ملی (شکل دادن تعیین اهداف کلان ملی در جهت نگهبانی و نگهداری آب)، قانون‌گذاری (تدوین قوانین برای دستیابی به سیاست‌های ملی)، و تنظیم‌گری (تطبیق دادن قوانین با شرایط و وضعیت محلی، در راستای سیاست‌های کلان ملی) است. هدف بهبود فضای گفتگوی گرودارن، ایجاد ساختارهای جلب و جذب منابع مالی (برای پیشبرد پیاده‌سازی IWRM)، و نیز افزایش هم‌افزایی با مجاورین/ شرکای هیدرولوژیکی است. در مجموع، این رکن، چشم‌انداز کلی مدیریت آب را تعیین کرده و نقشه‌راه سازمان‌ها و کنشگران مختلف را مشخص می‌سازد؛ و بدون آن، اقدامات اجرایی پراکنده، کوتاه‌مدت، و فاقد انسجام راهبردی خواهند بود.

نخستین رکن این بستر، سیاست‌گذاری است. سیاست‌ها با تعیین اهداف، اولویت‌ها و خط‌مشی‌ها، مسیر کلی مدیریت منابع آب و نیز امتداد اقدامات سایر اجزا را روشن می‌کنند. با این حال، در رویکرد IWRM، سیاست‌گذاری ملزم به ایجاد توازن میان مطالبات مختلف و گاه متعارض است. به این معنا که تأمین نیازهای پایه انسانی، حمایت از فعالیت‌های اقتصادی و حفاظت از اکوسیستم‌ها، هر سه باید همزمان و هماهنگ مورد توجه قرار گیرند. در این میان، تقدم نیازهای اساسی به‌عنوان یک اصل در تخصیص آب، نشان می‌دهد که حتی در پذیرش ارزش اقتصادی آب نیز ملاحظات اجتماعی و انسانی جایگاهی بنیادین دارند (Meran و همکاران، ۲۰۲۱).

در امتداد سیاست‌ها، چارچوب قانونی قرار می‌گیرد که قواعد لازم برای تحقق اهداف تعیین شده را فراهم می‌سازد. قوانین باید حقوق برداشت و بهره‌برداری، نظام مجوزدهی، سقف مجاز برداشت، استانداردهای کیفی و سازوکارهای رسیدگی به تخلفات و تعارضات را به‌صورت شفاف تعریف کنند. افزون بر این، پیوند دادن اصل ارزش اقتصادی آب با نظام مجوزدهی، بیانگر آن است که قانون باید امکان نظارت و تنظیم‌گری موثر را فراهم کند. همچنانکه باید زمینه مشارکت و شفافیت را تقویت نماید تا تصمیمات مقبولیت عمومی پیدا کند (Meran و همکاران، ۲۰۲۱).

در امتداد سیاست‌ها و قوانین، تنظیم‌گری در سطح محلی مطرح است. در این سطح مسئله تأمین مالی و طراحی ساختارهای انگیزشی قرار دارد که جنبه‌های عملی و اجرایی مدیریت را تضمین می‌کند. بدون منابع مالی پایا، اجرای برنامه‌ها، توسعه و نگهداری زیرساخت‌ها و ارائه خدمات قابل اتکا، امکان‌پذیر نخواهد بود. از سوی دیگر، سازوکارهای انگیزشی (اغلب بر مبنای ابزارهای اقتصادی) می‌توانند الگوی مصرف را به سمت کارایی بیشتر هدایت کنند و از اتلاف منابع جلوگیری نمایند (Meran و همکاران، ۲۰۲۱).

نقش‌ها و مسئولیت‌ها؛ به طیف وسیعی از قوانین و مقررات (رسمی و عرفی) و حتی آداب و رسوم، و نیز شبکه‌های اجتماعی و ذی‌نفعان اشاره دارد که مسئولیت مدیریت منابع آب و ارائه خدمات را بر دوش دارند. این طیف در وضعیت موجود، فضای تصمیم‌گیری مسئولین را شکل می‌دهد؛ و نیز بافتار و بستر برپایی نهاد حکمرانی آب (و سازوکار مدیریت حوضه‌ای آب) را فراهم می‌کند. این رکن نه‌تنها شامل تعیین نقش‌ها، مسئولیت‌ها، حقوق و مجوزهای بهره‌برداری از آب است، بلکه بر هماهنگی میان نهادها، همکاری ذی‌نفعان و تقویت ظرفیت‌های انسانی و نهادی نیز تأکید دارد (Van Hofwegen و Jaspers، ۲۰۲۰). این رکن شامل دو بخش است.

بخش اول - سازماندهی و ایجاد ساختار: که نیازمند تمرکز دادن ابزارها/ امکانات در جهت توسعه موسسات مورد نیاز در چارچوب IWRM، و در راستای «تمرکززدایی، تفویض و برپایی مدیریت مشارکتی» می‌باشد. موسسات مورد نیاز شامل سازمان‌های حوضه‌محور، شوراهای تنظیم‌گر، تشکیلات نظارتی و اجرایی، انجمن‌ها و اتحادیه آب‌بران، و ارائه دهندگان خدمات (عمومی و خصوصی) هستند. یکپارچگی بین این موسسات، نیازمند تقسیم‌کار صریح و شفاف (اختیارات و مسئولیت‌های حقوقی) میان آنها است. این تقسیم‌کار، به پاسخگو ساختن این موسسات نیز کمک شایانی می‌نماید. لازم به یادآوری است که از منظر IWRM، سازمان‌های حوضه‌محور با ایجاد فضایی برای حضور تمامی گروداران و مبادله اطلاعات و مذاکره میان ایشان درباره اولویت‌ها و برنامه‌های توسعه، به‌عنوان سکوی اصلی یکپارچگی عمل می‌کنند. در هر حال، موفقیت در پیاده‌سازی IWRM نه تنها به طراحی ساختار مناسب، بلکه به کیفیت عملکرد در برپایی یکپارچگی و انسجام نیز بستگی دارد. برای درک بهتر موضوع دو نمونه زیر را ببینید.

تجربه حوضه مکونگ نشان می‌دهد که استقرار یک ساختار چندسطحی از شورای وزیران کشورهای عضو حوضه در راس ساختار، تا کمیته‌های ملی و کمیته‌های تخصصی حوضه و زیرحوضه‌ها در سطوح پایین‌تر، توانسته است هم یکپارچگی افقی (میان بخش‌ها) و هم یکپارچگی عمودی (میان سطوح تصمیم‌گیری) را تقویت کند (SIWI، ۲۰۲۰). این الگو بیانگر آن است که انسجام نهادی زمانی تحقق می‌یابد که با سازماندهی رسمی، ساختار مشخصی برای گفتگوی بین‌بخشی و برای مشارکت گروداران متعدد فراهم شده باشد.

در مقابل، تجربه حوضه تانا نشان می‌دهد که پراکندگی مسئولیت‌ها میان نهادهای متعدد، فرآیند یکپارچگی را با پیچیدگی بیشتری مواجه می‌سازد (SIWI، ۲۰۲۰). در چنین شرایطی، ایجاد ساختارهای گفتگو-محور و کمیته‌های مشورتی حوضه به‌عنوان سازوکار هماهنگی مقدماتی ضروری است. با این حال، کارآمدی این سازوکارها به میزان اقتدار قانونی، ظرفیت حل تعارضات، و عزم اجرایی برای ایجاد تفاهم و توافق میان گروداران وابسته است.

بخش دوم - ظرفیت‌سازی نهادی: توسعه منابع انسانی (آموزش و مهارت‌افزایی)، بخشی جدایی‌ناپذیر از توسعه نهادی در تمامی ابعاد و سطوح است. کیفیت IWRM تابع کیفیت تصمیمات و اقدامات نهادهای نظارتی، سازمان‌های جامعه مدنی، ارائه دهندگان خدمات، و مسئولین دولتی (اعم از ملی یا محلی) است. بنابراین اعضای این موسسات، در مورد اصول IWRM، سازماندهی، و مهارت‌های ابزاری مدیریت آب، باید آموزش داده شوند. بنابراین، پیاده‌سازی موثر IWRM مستلزم توسعه مهارت‌های فنی در حوزه‌هایی چون پایش، تحلیل داده و مدل‌سازی است. با این حال، از آنجا که IWRM فرایندی سیاستی و مبتنی بر تعامل میان منافع متعارض است، ظرفیت‌سازی باید فراتر از آموزش‌های فنی رفته و مهارت‌های مذاکره، حل مسئله، و مدیریت تعارض را نیز در بر گیرد. تنها در چنین صورتی است که مشارکت گروداران به شکلی معنادار تحقق یافته و تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد امکان‌پذیر می‌شود (Ofori و Mdee، ۲۰۲۱).

ابزارهای مدیریتی؛ به ابزارهای عملیاتی برای هدایت موثر، نظارت/ ارزیابی و پشتیبانی اشاره دارد. این رکن شامل مجموعه‌ای از روش‌ها و سازوکارهای تحلیلی و اجرایی است که برای ارزیابی و پایش منابع آب، تخصیص و توزیع، تنظیم احجام برداشت‌ها، مدیریت کیفیت آب، و حل تعارضات بکار گرفته می‌شوند. ابزارهایی مانند نظام‌های سنجش-پایش-ارزیابی، سامانه‌های داده‌ورزی و مدیریت اطلاعات، بیلان حوضه، حسابداری منابع-مصارف آب، مدیریت تقاضا و قیمت‌گذاری، و سازوکارهای حل تعارضات نقش کلیدی در بهبود بهره‌برداری و حفاظت از منابع آب ایفا می‌کنند. به‌طور مشخص هفت عنوان زیر را می‌توان به‌عنوان زیرمجموعه این رکن بر شمرد:

۱. ارزیابی منابع آب؛ برای شناخت دقیق منابع و نیازها، شامل جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها به منظور اطلاع‌رسانی به تصمیم‌گیران، با دیدگاه جامع منابع-مصارف آب (اطلاعات زیرسیستم طبیعی و انسانی) است.
۲. برنامه‌ریزی برای مدیریت یکپارچه آب؛ با بررسی گزینه‌های توسعه در تعامل با انسان، و ارزیابی عواقب/ پیامدهای استفاده از منابع آب. برنامه‌ها می‌توانند ملی، بخشی، منطقه‌ای/ حوضه‌ای و یا محلی باشند.
۳. کارایی استفاده از آب؛ در مدیریت عرضه و تقاضا، بهبود کارایی خطوط انتقال و توزیع، افزایش استفاده مجدد از آب. همچنین بکارگیری ابزارهای اقتصادی و ضوابط، مانند: یارانه‌های هوشمند، مقررات تشویقی بهبود فناوری، سیگنال قیمت[۹]، افزایش دقت کنتورها، و نیز برنامه‌های آگاه‌سازی عمومی در جهت تغییر رفتار آب‌بران و شهروندان، همه ابزارهایی هستند که می‌توانند برای بهبود کارایی استفاده شوند.
۴. مشارکت اجتماعی؛ به منظور ارتقا آگاهی عمومی، جلب همراهی گروداران، و شفافیت بیشتر؛ در جهت توانمندسازی مردم برای ایفای نقش در مدیریت مشارکتی آب.
۵. حل تعارضات؛ برای مدیریت مناقشات آبی و تضمین توزیع عادلانه منافع.
۶. ابزارهای نظارتی و اقتصادی؛ برای تخصیص آب، محدودسازی مصارف آب، بهبود بهره‌وری و رعایت عدالت؛ از طریق - ابزارهای نظارتی مانند استانداردهای انتشار آلودگی یا استانداردهای فناوری، و حتی کنترل قیمت؛ و یا - ابزارهای اقتصادی مانند عوارض/ جرایم دفع آلودگی، یارانه‌های هدفمند، و بازار تبادل مجوزهای برداشت آب.
۷. مدیریت و تبادل اطلاعات؛ برای به اشتراک گذاشتن دانش برای مدیریت بهتر آب.

موارد پیش‌گفته، نشانگر چند وجهی بودن پیاده‌سازی IWRM هستند. موفقیت ممکن است نیازمند کاربرد همزمان تعدادی از ابزارها (و حتی هر ابزار مفید دیگری) باشد؛ و بسیاری از ابزارها مکمل یکدیگر هستند. برای نمونه، الزام رعایت استانداردها و اخذ عوارض/ جرائم، نیازمند نظارت موثر و مقتدر در کنار همراهی جامعه محلی (به‌ویژه مشارکت فعال سمن‌ها) است.

در نهایت، تعامل میان این سه رکن سبب می‌شود رویکرد IWRM انعطاف‌پذیری لازم برای تطبیق با شرایط متفاوت را داشته باشد (Badham و همکاران، ۲۰۱۹). در این چارچوب، محیط توانمندساز جهت‌گیری و چشم‌انداز کلان را تعیین می‌کند؛ مسئولیت‌ها و نقش‌های سازمانی، شرایط لازم برای برقراری سیاست‌ها و برپایی قوانین را فراهم می‌سازد؛ و ابزارهای مدیریتی امکان تحقق عملی اهداف «عدالت، بهره‌وری، پایایی» را فراهم می‌سازند. به این ترتیب، اصول IWRM همزمان در بخش‌های متنوع (کشاورزی، صنعت، انرژی، شهری، سلامت)، به‌صورت یکپارچه و منسجم عملیاتی می‌شوند؛ و پیوند میان نظریه و عمل برقرار خواهد گردید (Neeti و همکاران، ۲۰۲۴).

چرخه «برنامه‌ریزی - پیاده‌سازی»

Jonker (۲۰۰۷) در مقاله‌ای با عنوان «مدیریت یکپارچه منابع آب: پیوند نظریه و عمل، دیدگاه آفریقای جنوبی»، به بررسی چالش‌های موجود در پیاده‌سازی IWRM می‌پردازد. او تأکید می‌کند که اگرچه مفهوم IWRM در سطح بین‌المللی به‌عنوان یک رویکرد مطلوب معرفی شده است؛ اما در عمل، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، پیاده‌سازی آن با موانع ساختاری، سیاسی، اداری و اجتماعی و چالش‌های متعدد مواجه است. در این مقاله به مفهوم همبست «نظریه‌پردازی - عمل‌ورزی»[۱۰] اشاره شده است. این مفهوم، طی یک سده از متون فلسفی (در آثار کارل مارکس، جان دیویی، ...)، به یک ابزار تحلیلی و عملیاتی در حوزه‌های مختلف تبدیل شده؛ که بر «پویایی متقابل (دیالکتیک) بین نظریه‌پردازی و عمل‌ورزی (یا پیاده‌سازی)» متمرکز است. از حدود سه دهه قبل، این دیالکتیک در قلب بسیاری از نظریه‌های مدیریت قرار گرفته است؛ و از آن برای شناسایی «شکاف بین دانستن و انجام دادن» و پر کردن هوشمندانه و کم هزینه این شکاف استفاده می‌شود. باید یادآوری نمود در شرایطی که پویایی درونی و پیرامونی تداوم داشته باشد، این شکاف هرگز بسته نخواهد شد؛ اگرچه مدیریت متعاقب پویایی، در صدد جلوگیری از وسعت یافتن شکاف است.

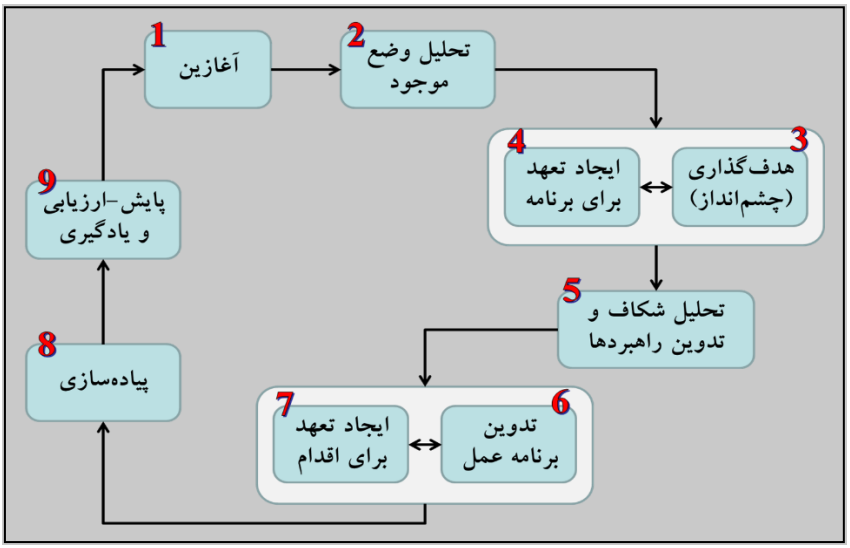
در مدیریت سازمانی، عمل‌ورزی[۱۱] به معنای «عمل آگاهانه» مرتبط با بافتار سازمان است. مفهوم همبست[۱۲]، اشاره به پیوستگی متقابل نظریه و عمل دارد (چرخه مداوم: تبدیل دانش نظری به اقدام عملی؛ سپس پندآموزی/ یادگیری؛ سپس ارتقاء دانش نظری). در واقع، بدون مفهوم‌پردازی از عمل (با تأمل بر تجارب و پندآموزی)، چرخه یادگیری سازمانی ناقص می‌ماند؛ یا به بیان دیگر: بدون یادگیری، سیستم فرگشت (تکامل) نخواهد یافت. گفتگو، اعتماد، تفاهم و نهایتاً مشارکت فعال گروداران کلیدی، بستر ضروری برای شکل‌گیری این چرخه یادگیری هستند؛ که بر اساس آن «چابکی سازمان» در برابر تغییرات محیطی و پویایی درونی سازمان، ممکن می‌گردد. در اینجا چابکی سازمانی، به معنای توانایی سازمان در رصد بهنگام تحولات شتابنده و متعدد و نیز انعطاف‌پذیری به موقع، در عین استمرار حرکت بسوی آرمان است؛ البته با کمترین تعلل و هزینه.

با توجه به منحصر به فرد بودن تجارب IWRM (و نبود تجویز جهان‌شمول)، به نظر می‌آید که استفاده از مفهوم همبست «نظریه‌پردازی - عمل‌ورزی»، برای گذر از «شکاف دانش-عمل» ضروری است. این به معنای قبول آن است که: دانش بوم‌سازگار و کارآمد IWRM تنها بر اساس تجارب محلی و در حین عمل، با پندآموزی/ یادگیری، پدید می‌آید و عملیاتی

می‌شود. به عبارت دیگر در این عرصه، پیاده‌سازی موفق تنها به دانش مکتوب (صریح) وابسته نیست، بلکه به خردورزی عملی (دانش ضمنی) سازمان که در «بافتار وضع موجود» شکل می‌گیرد، وابسته است. در واقع هر مقدار که شرایط سیستم و سازمان بیشتر منحصر به فرد باشد، نقش دانش ضمنی افزایش می‌یابد. مقاله Jonker (۲۰۰۷) به خوبی نشان می‌دهد که مدیریت منابع آب یک نمونه از این وضعیت است. دلیل آن، وجود تمایز و شکاف میان سیاست‌گذاری با اقدامات/ عملیات در شرایط محلی مختلف است.

Jonker (۲۰۰۷) آفریقای جنوبی را که کشوری است با قانون آب نسبتاً پیشرفته و تجربه در برنامه‌های مدیریتی آب، به‌عنوان یک نمونه مناسب برای بررسی چالش‌های پیاده‌سازی IWRM معرفی می‌کند. مقاله پیشنهاد می‌کند که پیاده‌سازی موفق IWRM نیازمند اجزاء متعددی است؛ مانند: جلب مشارکت جوامع محلی، بهبود همکاری بین بخش‌های مختلف (اعم از دولتی و غیردولتی)، تمرکززدایی و تفویض تصمیم‌گیری‌ها، برپایی نظام پایش و ارزیابی شفاف، و پاسخگو کردن سازمان‌ها. همچنین در مقاله، تأکید شده است که موفقیت پیاده‌سازی، به‌ویژه تابع انعطاف‌پذیری و توان سازگاری «چارچوب محلی» IWRM در برابر تغییر شرایط، پویایی جامعه؛ و نیز ماهیت مشارکتی آن و تمرکز بر وفاق است. مقاله در جمع‌بندی، موفقیت پیاده‌سازی IWRM را نه تنها به داشتن یک چارچوب مناسب، بلکه به چابکی در برابر شرایط واقعی (با در نظر گرفتن عوامل اجتماعی، اقتصادی و سیاسی) وابسته می‌داند.

این تفکر فرایندی پویا و انعطاف‌پذیر، در پاسخ به پیچیدگی سیستم منابع-مصارف آب (با توجه به وابستگی متقابل انسان و طبیعت)، منشاء تدوین یک روش بر مبنای چرخه دمینگ با عنوان «چرخه برنامه‌ریزی - پیاده‌سازی IWRM»، گردیده است. این چرخه با گردشی مستمر، در هر دور از برنامه‌ریزی، با مقایسه وضعیت موجود و وضعیت هدف آغاز می‌گردد، با پایش و ارزیابی ادامه می‌یابد، و به پندآموزی/ یادگیری و اصلاح ختم می‌گردد (GWP، ۲۰۰۴). چرخه برنامه‌ریزی-پیاده‌سازی IWRM، نه تنها یک اقدام خطی، بلکه اقدامی تکرار شونده است که مستمراً در پی سازگاری با پویایی پیرامون، پندآموزی و یادگیری، و اصلاح مستمر مدیریت آب می‌باشد. هر دور این چرخه می‌تواند ۵ سال در نظر گرفته شود، اگرچه، مدت تجویز شده استانداری برای آن وجود ندارد. این چرخه در شکل (۴) نمایش داده شده و شرح گام‌های آن در پی می‌آید.



شکل ٤- چرخه برنامه‌ریزی-پیاده‌سازی IWRM

۱) گام آغازین چرخه برنامه‌ریزی-پیاده‌سازی، تدارک منابع لازم برای به حرکت درآوردن این فرآیند است. جنبه‌های مهم این گام عبارتند از:

۱- تعیین مسئولیت‌ها در فرآیند طراحی؛ ۲- تعریف گستره[۱۳] برنامه؛ ۳- اطلاع‌رسانی به عموم گروداران؛ ۴- شناسایی مباحث مطرح و همچنین اطلاعات و دانش موجود در مورد این مباحث، به‌ویژه از طریق کسب بازخورد اولیه از گروداران؛ ۵- بررسی بهترین روش‌ها برای درگیر کردن گروه‌ها و سازمان‌های مختلف در فرآیند برنامه‌ریزی؛ و ۶- برآورد و تدارک منابع مورد نیاز (انسانی، مالی، ...). بدیهی است بدون این گام (آماده‌سازی)، حرکتی پدید نخواهد آمد.

گام‌های بعدی چرخه در چهار بخش دسته‌بندی شده‌اند:

اول- بررسی وضعیت (۱ گام)، دوم- تعریف چشم‌انداز (۲ گام)، سوم- راهبرد تا اقدام (۳ گام)، و چهارم- پیاده‌سازی و پایش (۲ گام).

بررسی وضعیت	شناخت جامع منابع، نیازها و فشارها	برپایه داده‌های منابع و مصارف آب، و بررسی مشکلات و چالش‌ها

۲) بررسی/ تحلیل وضعیت موجود؛ که شامل موارد متعددی است: ۱- ارزیابی وضعیت فعلی منابع-مصارف آب؛ ۲- شناسایی روندهای منابع، مصارف و برگشت‌ها (کمّیت و کیفیت)، و نیز عواملی که احتمالا در آینده بر این روندها تاثیر می‌گذارند؛ و ۳- تحلیل و برآورد تهدیدها/ ریسک‌ها و نیز فرصت‌های مرتبط با اجتماع، اقتصاد، و اکوسیستم. این گام، مبنایی برای برنامه‌ریزی بر پایه وضعیت موجود (نقطه شروع) فراهم می‌سازد. توسعه یک «مدل رفتار هیدرولوژیکی سیستم منابع-مصارف آب» مفید است؛ که می‌تواند هر چیزی از یک بیلان حوضه، یا حسابداری آب، تا هر مدل پیشرفته‌تری باشد. این بررسی/ تحلیل نیازمند داده و آمار موثق و کافی است.

برای تحلیل شرایط آتی، با توجه به عدم‌قطعیت و ریسک‌های مرتبط با پویایی درون و پیرامون سیستم (تغییر اقلیم، جمعیت، اقتصاد، ...)، معمولاً مجموعه‌ای از سناریوها توسعه داده می‌شود، که باید در برگیرنده بهترین و بدترین احتمالات باشند. خروجی تحلیل چنین سناریوهایی تصویری از «فضای امکان»[۱۴] به دست می‌دهد؛ که بر اساس آن، برای برنامه‌ریزان گزینه‌های استراتژیک قابل اتخاذ کشف می‌شوند.

در تحلیل سناریوها، بکارگیری مدل‌های «پویایی سیستم» اکیداً توصیه می‌شود. با درک روابط علت و معلولی، می‌توان با دقت بسیار بیشتری تاثیر احتمالی اقدامات و پیامدهای هر سناریو را برآورد نمود. بدیهی است که تحلیل گرودارن باید بخشی از بررسی‌های این گام باشد؛ زیرا ایشان عضوی کلیدی از سیستم منابع-مصارف آب می‌باشند. چنین تحلیلی روشن می‌سازد کنشگران کلیدی چه کسانی هستند و ماهیت منافع آن‌ها چیست. در هر حال، خروجی دیگر این گام، ارائه چارچوبی مقدماتی برای پایش وضعیت منابع-مصارف است. در نهایت این گام موجب بهبود درک کلی از وضعیت موجود و احتمالات آتی می‌گردد.

تعریف چشم‌انداز	تعهد بر مسیر بلندمدت	بر اساس توسعه پایا برای حوضه و با معرفی اهداف کلان قابل سنجش

۳) هدف‌گذاری: در این گام، تصمیمات مهم و گسترده‌ای بر مبنای «چشم‌انداز» اتخاذ می‌شود. چشم‌انداز، مبتنی بر هرآن چیزی است که دولت و جامعه از منابع آب برای آینده‌ای پایا می‌خواهند (یعنی آب برای اکوسیستم پاینده، اجتماع سرزنده، و اقتصاد بالنده). اهداف (نتایج مورد انتظار) مبنای توافق گروداران و نیز پایه و اساس فرآیند برنامه‌ریزی منابع آب هستند. همچنین فرآیند پیش‌رونده تدوین برنامه، تا دستیابی به چشم‌انداز، با ارجاع مداوم به اهداف هدایت می‌یابد.

بر اساس اهداف، باید ترتیبات منطق پیشرفت به‌سوی چشم‌انداز و اینکه چگونه موفقیت ارزیابی شود، مشخص گردد. این کار اساس مراحل بعدی را تشکیل می‌دهد. در واقع برای آنکه دست‌یافتنی بودن اهداف ارزیابی شود، لازم است زنجیره‌ای از پیامدها (از خروجی اقدامات اولیه تا دسترسی به چشم‌انداز) مشخص گردد؛ و متناظر با آنها، نشانگرهای سنجش‌پذیر (کمّی یا کیفی/ زبانی) تعریف شود.

اغلب دستیابی به اهداف (متنوع و متعدد) تمامی گروداران، که در رقابت با یکدیگر هستند، مقدور نیست. این گونه رقابت‌ها در این گام، ضمن تأکید بر پایایی، باید از طریق چانه‌زنی و تهاتر میان خواسته‌های گروداران، حل‌وفصل و به «مجموعه اهداف مورد وفاق» منجر گردد.

۴) ایجاد تعهد برای پیشبرد برنامه: تحقق IWRM مستلزم عزم سیاسی، التزام سازمانی و حمایت جامعه محلی است. ازاین‌رو ایجاد همگرایی میان سازمان‌ها و گروه‌های صنفی و اجتماعی؛ و تبدیل آن به یک میثاق جمعی در پشتیبانی از برنامه ضروری است. این کار نیازمند «شفافیت»، «عدالت و انصاف» و نیز «گفتگوی منطقی جمعی» حول اصول IWRM، طی فرآیند برنامه‌ریزی و طی مراحل مختلف پیاده‌سازی است؛ که امری زمان‌بر و توان‌سوز است. لازم به تأکید است که در نبود عزم و میثاق، بهترین برنامه هم به ثمر نخواهد رسید. همچنین تمهید منابع مالی برای هر دور از پیاده‌سازی IWRM، به‌عنوان پیش‌نیاز حرکت به‌سوی اهداف، بخشی از تعهد سازمان‌ها، گروه‌های صنفی/ اجتماعی، و جامعه محلی در دستیابی به اهداف IWRM است.

راهبرد تا اقدام	شناسایی مسیرها و ابزار مختلف و انتخاب بهترین ترکیب مورد وفاق	با اجماع‌سازی میان گروداران (جامعه محلی، بهره‌مندان، سیاست‌های بالادستی) بر راهبردها، نقشه‌راه و برنامه عمل

۵) تحلیل شکاف‌ها و تدوین راهبردها: در ادامه، شکاف میان وضعیت موجود و اهداف (وضعیت مطلوب) در حوزه‌های قانونی، سازمانی، اجرایی/ عملیاتی، و اطلاعاتی بررسی و ارزیابی می‌شود. بر پایه نتایج تحلیل شکاف، گزینه‌های راهبردی (سیاستی، اقتصادی و ...) منطبق با شرایط حوضه و اجماع گروداران مشخص می‌شوند. در این مرحله، انسجام میان راهبردها اهمیت اساسی دارد. راهبردها و اهداف کلان در حوزه مدیریت آب، در پاسخ به پرسش «چه می‌خواهیم؟» شکل می‌گیرند. یک برنامه راهبردی کلیات مسیر تحول (از موجود به مطلوب) را برای یک بازه زمانی بلند مدت (معمولاً بیش از ۲۵ سال) تبیین نموده، و با تمرکز بر ارزش‌ها، اولویت‌ها و جهت‌گیری‌های کلی سازمان را مشخص می‌کند.

۶) تدوین برنامه عمل: این گام دارای دو مرحله است. اول نقشه راه و سپس برنامه عملیاتی. نقشه‌راه مفسر «مفهوم نظری» به «برنامه عملی» است؛ یا به عبارت دیگر واسط میان راهبردها و اقدامات، و ابزاری برای هدایت پروژه‌های گسترده و

بلند مدت در مسیر دستیابی به اهداف استراتژیک است. نقشه‌راه مقدم بر برنامه عملیاتی است؛ زیرا چارچوبی برای برنامه‌ریزی ایجاد می‌کند.

برنامه عملیاتی در حوزه پیاده‌سازی، پرسش «چه اقداماتی باید به انجام رسد؟» را با تمرکز بر زمان‌بندی و بودجه‌ریزی، و تدوین برنامه اقدامات کوتاه مدت (معمولاً ۵ ساله)، پاسخ می‌دهد. هر برنامه عمل، با دقت مناسب در تعیین منابع و مسئولیت‌ها، و معیارهای موفقیت عملکردی، پیشرفت اقدامات عملی را سنجش‌پذیر می‌نماید؛ اما بدون پیوند مستقیم با اهداف بلندمدت و راهبردها.

در این میان، نقشه‌راه[15] تضمین‌کننده «هدف‌مندی برنامه عمل» در امتداد چشم‌انداز؛ و لذا پلی میان استراتژی و عمل است. در واقع، نقشه‌راه، ابزاری دیداری است که چگونگی «حرکت در مسیر چشم‌انداز را با تأسی به سیاست‌ها و اقدامات کلان» نمایش می‌دهد؛ و از این طریق اهداف را به عملیات پیوند می‌زند. نقشه‌راه با تعیین معیارهای موفقیت راهبردی، اثربخشی برنامه‌ها را سنجش‌پذیر می‌نماید. جدول (۴)، جایگاه نقشه‌راه را بهتر شرح می‌دهد. یک نمونه نقشه‌راه[16] در پی‌نوشت، ارائه شده است.

جدول ٤- جایگاه نقشه راه

	پرسش اساسی	تمرکز
برنامه استراتژیک	چه می‌خواهیم؟ / چشم‌انداز و راهبردها	ارزش‌ها و اهداف کلان (پایایی)، جهت‌گیری‌ها
نقشه‌راه	چگونه از اقدامات به اهداف برسیم؟ (هدف‌مندی، توالی و تناسب)	ارتباط میان چشم‌انداز و اقدامات، ارزیابی راهبردی (اثربخشی)
برنامه عمل	چه اقداماتی باید انجام دهیم؟ / برنامه پیاده‌سازی	سازماندهی عملیات، تدارک منابع، ارزیابی عملکردی (پیشرفت)

در این مرحله از فرآیند برنامه‌ریزی، اقدامات/ عملیات براساس درک و وفاق حاصل در گام‌های پیشین، توسعه داده می‌شوند. اهداف و منطق، اقدامات ممکن را محدود و اولویت‌بندی می‌کنند. معمولاً گروهی از اقدامات با هم در گزینه‌های مدیریتی بسته‌بندی می‌شوند (چون متمم و مکمل یکدیگرند). برای نمونه، یک گزینه مدیریتی ممکن است «ساخت یک سد با اندازه معین، با ضوابط تخصیص مشخص، و نیز الزامات اکوسیستمی» باشد؛ یا گزینه مدیریتی دیگر ممکن است «همان سد اما با ضوابط و الزامات متفاوت» باشد. البته هر گزینه باید دارای توجیه کافی (فنی، اقتصادی و اجتماعی) باشد.

همچنین اقدامات پیشنهادی، ممکن است به‌دلیل محدودیت در اختیارات قانونی، مغایرت با سیاست‌های بالادستی، محدودیت منابع مالی و یا نبود ظرفیت سازمانی حذف گردند. تأیید شدن یا مردود خواندن گزینه‌های مدیریتی حذف نشده، باید براساس ارزیابی منافع و ریسک‌های پیامدها باشد. این روش می‌تواند بسیار تکراری باشد، که طی آن گزینه‌ها تعدیل می‌شوند یا گزینه‌های جدیدی جایگزین آنها می‌گردند.

این کار اغلب با دریافت یک «طرح پیش‌نویس» که نتیجه نهایی بررسی گزینه‌های مختلف مدیریتی است آغاز می‌شود؛ سپس، طرح پیش‌نویس در معرض نظر گروداران برای اظهار نظر عمومی قرار می‌گیرد. انتخاب گزینه‌های مدیریتی مطلوب و معقول، طی یک فرآیند تکراری سعی و خطا ادامه می‌یابد (طرح پیش‌نویس > بررسی همه جانبه (شامل نظرات گروداران) > تعدیل/جایگزینی > نهایتاً تأیید/ مردود). البته در مقایسه گزینه‌های مدیریتی می‌توان از ابزارهایی مانند ارزیابی عواقب، ارزیابی اجتماعی، تحلیل چند معیاره، و ارزیابی اقتصادی (تحلیل هزینه - فایده) استفاده نمود. ارزیابی در مورد ارزش‌های ناملموس، نیازمند «گفتگوی تعاملی» میان گروداران، و با حضور خبرگان و متخصصین است. در نهایت، اگر طرح به تأیید و تصویب برسد، برای پیاده‌سازی به سازمان ذیربط ابلاغ می‌گردد.

روش انتخاب نهایی از میان گزینه‌های منتخب و مورد تأیید، چانه‌زنی میان گروداران است. برای نمونه، برداشت آب برای هر کاربری (کشاورزی، صنعتی، ...) ممکن است منجر به عدم دستیابی به خواسته‌های دیگران گردد (مرتبط با کیفیت آب و یا سلامت اکوسیستم)؛ به جای آن ممکن است گروه ذی‌نفع در برداشت آب، امتیازهایی در جهت جبران خواسته‌های دیگران (مرتبط با کیفیت آب و یا سلامت اکوسیستم) بدهد؛ تا موافقت ایشان را جلب نماید.

۷) ایجاد تعهد برای اقدام: در این گام برای پیاده‌سازی موثر برنامه عمل و نیز حداکثر نمودن پاسخگویی، نقش‌ها و مسئولیت‌ها تعیین شده و همچنین تخصیص منابع، و برپایی سازوکارهای هماهنگی به انجام می‌رسد.

پیاده‌سازی	پیشرفت به‌سوی چشم‌انداز با ارزیابی راهبردی و عملکردی، و اصلاح مداوم	تدارک منابع، اقدامات زمان‌مند و اثربخش، پایش/ ارزیابی/ یادگیری

۸) پیاده‌سازی: IWRM مطابق برنامه عمل و با به‌کارگیری ابزارهای نظارتی و اقتصادی، اجرای اقدامات سازه‌ای و غیرسازه‌ای، و نیز برنامه‌های ظرفیت‌سازی، پیاده‌سازی می‌شود.

۹) پایش، ارزیابی و یادگیری: در نهایت، پیشرفت اقدامات با استفاده از شاخص‌های مناسب سنجیده می‌شود و نتایج پایش موجب پندآموزی می‌گردد؛ که خود مبنای بازنگری سیاست‌ها و بازطراحی برنامه‌ها خواهد بود. واقعیت این است

که هیچ برنامه‌ای به‌دلیل چالش‌های پیاده‌سازی، و نیز عدم‌قطعیت‌هایی که در مورد آینده منابع آب و نیازهای به آب وجود دارد، معمولاً به‌طور کامل به اهداف خود دست نمی‌یابد. به همین لحاظ، «پندآموزی و یادگیری» و «رصد و سازگاری» به موازات پیاده‌سازی ضروری است؛ و می‌تواند دستیابی به اهداف را بهبود بخشد. به‌ویژه ارزیابی راهبردی، که اثربخشی برنامه را به‌عنوان یک کل، در دستیابی به اهداف بررسی می‌کند، برای بازنگری و اصلاح اهداف مورد نیاز است.

ابزارهای پشتیبان

ابزارهای تحلیلی و اجرایی در IWRM، نقش پشتیبان تصمیم‌گیری (برای: برنامه‌ریزی و نیز پیاده‌سازی) را ایفا می‌کنند؛ و به‌صورت مکمل، ابعاد مختلف مدیریت آب (فنی، اقتصادی، حقوقی و اجتماعی) را در یک چارچوب منسجم، به یکدیگر پیوند می‌دهند. این ابزارها اتخاذ «تصمیم صحیح و سریع» را که مبتنی بر مشاهدات شخصی یا صرفاً ملاحظات بخشی نیست، برای مدیران فراهم می‌سازند. تصمیماتی که مبتنی بر شواهد مستند، تحلیل نظام‌مند اطلاعات موثق، و ارزیابی سناریوها بوده و با به‌کارگیری ابزارهای سیاستی اتخاذ می‌شود. اهمیت این ابزارها در IWRM در آن است که می‌توانند اثرات متقابل سیاست‌ها و سناریوها را به‌صورت یکپارچه شبیه‌سازی کرده و ایجاد تعادل میان کارایی اقتصادی، عدالت اجتماعی و حفاظت اکولوژیکی را برای تصمیم‌گیران شفاف و ممکن سازند (Howitt و همکاران، ۱۹۹۹؛ Lund و همکاران، ۲۰۰۹). اجزای اصلی یک سامانه پشتیبان تصمیم IWRM در جدول (۵) شرح داده شده است.

جدول ۵- اجزای اصلی یک سامانه پشتیبان تصمیم IWRM

بخش	توضیح	ابزارهای رایج
پایگاه داده‌ها هیدرولوژیکی و اقلیمی	داده‌های بارش، تبخیر، جریان رودخانه، سطح آب زیرزمینی، کیفیت آب، سناریوهای تغییرات اقلیمی و ارائه توصیفی آنها	GIS، RS و تولیدات آن، شبکه‌های پایش، ... روندها، بیلان و حسابداری آب
پایگاه داده‌ها اقتصادی، اجتماعی	حقابه‌ها و پروانه‌های برداشت، آخرین قیمت‌های تبادل آب، گروه‌های اجتماعی (صنفی، سمن‌ها و ...)، محتوای رسانه‌ها و شبکه‌های اجتماعی	پایش رسانه و شبکه‌های اجتماعی و بورس آب، ابزار تحلیل محتوا، متا دیتای اجتماعی و اقتصادی
مدل‌های شبیه‌ساز	شبیه‌سازی رفتار سیستم منابع-مصارف آب (طبیعی و انسانی) در شرایط خشکسالی، افزایش تقاضا/ رقابت، تغییر سیاست	مدل‌های هیدرولوژیکی/ هیدرولیکی، ارزیابی عواقب محیط‌زیستی، بهینه‌سازی اقتصادی، و عامل‌بنیان
تحلیل تصمیم	ارزیابی و مقایسه گزینه‌ها بر اساس معیارهای چندگانه (پایایی، عدالت/ اجماع، افزایش بهره‌وری، و کاهش ریسک)	تحلیل چندمعیاره (MCDA)، تحلیل حساسیت، SEEA-Water، پویایی سیستم (SD)
رابط کاربری تعاملی	کاربری آسان DSS، و نمایش نتایج به صورت نقشه، نمودار، گزارش	داشبوردها، اپلیکیشن‌های موبایلی و دسکتاپ
اطلاع‌رسانی/ آموزش	همرسانی داده‌ها و اطلاعات از وضعیت منابع-مصارف آب، آموزش مبانی و ماهیت مباحث مرتبط، توانمندسازی/ مهارت‌افزایی برخط	شبکه‌های اجتماعی (کانال و/یا گروه) پویا و زنده
مشارکت	به‌کارگیری دانش و نظرات گرودران (کنشگران کلیدی) در تصمیم‌گیری	نظرسنجی/ نشست برخط، پلتفرم‌های دریافت بازخور

البته، لازم به یادآوری است که موفقیت IWRM صرفاً به ابزارهای فنی و کمّی وابسته نیست، بلکه به «ترکیب متوازن دانش، سیاست و مشارکت اجتماعی» نیاز دارد. ازاین‌رو، هرچند مدل‌ها و تحلیل‌های کمّی می‌توانند پیامدهای گزینه‌های سیاستی را روشن‌تر کنند و لذا پیش‌بینی دقیق‌تری از عواقب سیاست‌ها را به دست دهند، اما موفقیت پیاده‌سازی IWRM در گروی وفاق گرودران، مقبولیت عمومی، و نیز کفایت ظرفیت‌ها در تمامی ترازهای خُرد و کلان است.

نمونه‌های کاربردی

رویکرد IWRM در سه دهه اخیر، به سرعت به‌عنوان رویکرد غالب حکمرانی آب در بسیاری از کشورها پذیرفته شده است. با این حال، برپایی آن در هر سرزمینی با مشکلات و چالش‌های متفاوتی روبرو بوده است. برخی از نمونه‌ها به شرح زیر می‌باشد.

۱) حوضه مکونگ (جنوب شرقی آسیا): مطالعه موردی حوضه رودخانه مکونگ نمونه‌ای برجسته از اجرای IWRM در سطح فرامرزی است. مکونگ یکی از گسترده‌ترین و پیچیده‌ترین سامانه‌های رودخانه‌ای جهان است که میان شش کشور چین، میانمار، لائوس، تایلند، کامبوج و ویتنام مشترک است. چارچوب رسمی همکاری فرامرزی در بخش پایین‌دست حوضه از طریق کمیسیون رودخانه مکونگ (MRC) و بر اساس توافقنامه ۱۹۹۵ مکونگ، با عضویت چهار کشور لائوس، تایلند، کامبوج و ویتنام اجرایی شده است (SIWI، ۲۰۲۰). بر اساس این توافقنامه، IWRM به‌عنوان چارچوب راهبردی پذیرفته شده و MRC نقش محوری در پیاده‌سازی آن ایفا می‌کند. این نهاد با تدوین برنامه‌های مبتنی بر IWRM (راهبردی و عملیاتی) برای حوضه، نظام پایش کمّی و کیفی آب، سازوکارهای تبادل داده، و چارچوب‌های پشتیبان تصمیم‌گیری، تلاش نموده است تا هماهنگی بین‌بخشی و سازگاری با پویایی محیط‌زیستی و اقتصادی را تقویت کند. در سال‌های اخیر، به مشارکت ذی‌نفعان و ملاحظات تغییر اقلیم در اسناد راهبردی حوضه توجه بیشتری صورت گرفته است (Sebesvari و همکاران، ۲۰۱۷).

با وجود این پیشرفت‌ها و منافع حاصل شده، تحقق کامل IWRM در سطح عملی همچنان با چالش‌هایی مواجه است.

فشارهای توسعه‌ای نظیر گسترش سدهای برق‌آبی، توسعه زیرساخت‌های آبی و تغییرات کاربری اراضی، همراه با عدم قطعیت‌های ناشی از تغییر اقلیم، ساختار هیدرولوژیکی و اکولوژیکی حوضه را به‌طور فزاینده‌ای تحت تأثیر قرار داده‌اند. علاوه بر این، پیچیدگی‌های بین‌بخشی، تفاوت اولویت‌های ملی، و محدودیت‌های نهادی، از جمله عدم عضویت کشورهای بالادست (چین و میانمار) در توافقنامه، هماهنگی سیاستی و اجرای موثر IWRM در مقیاس کل حوضه را دشوار ساخته‌اند (Sebesvari و همکاران، ۲۰۱۷). اما MRC همچنان بر تلاش خود در مسیر IWRM برای حوضه رودخانه مکونگ ادامه می‌دهد.

۲) حوضه تانا (کنیا): در حوضه تانا اجرای IWRM با چالش‌های نهادی و مشارکتی قابل توجهی مواجه بوده، و لذا موفقیت چندانی کسب نشده است. دلایل عمده این ناکارآمدی، مشارکت ضعیف گرودران و جوامع محلی و نیز ضعف در هماهنگ‌سازی سیاست‌ها است. علی‌رغم شکل‌گیری کمیته مشورتی برای ایجاد هماهنگی و یکپارچگی، به‌دلیل عدم حضور بسیاری از گروه‌های کلیدی در فرایندهای تصمیم‌سازی، این نهاد نتوانسته وظیفه خود را ایفا نماید. تصمیمات همچنان بر اساس منافع متفرق و در چارچوب‌های اداری جداگانه اتخاذ می‌شوند؛ و نه بر اساس پایایی اکولوژیک حوضه و منافع مشترک. در نتیجه این وضعیت، کیفیت آب، کارایی تخصیص و حفاظت خاک همگی در معرض خطر قرار گرفته‌اند (SIWI، ۲۰۲۰).

ناکارآمدی مشاهده شده در حوضه تانا، عمدتاً ناشی از نبود اراده سیاسی قوی، ساختارهای حکمرانی ناکارآمد، تعارض منافع و فقدان مشارکت واقعی گرودران بوده؛ در حدی که عملاً مانع برپایی IWRM در این سرزمین شده است. تا زمانی که رویکردی یکپارچه و عادلانه جایگزین سیاست‌های بخشی و کوتاه‌مدت نشود، بحران‌های آب در این حوضه تشدید خواهد شد.

موفقیت آینده نیازمند توجه همزمان به عدالت اجتماعی، پایداری زیست‌محیطی و همکاری بین‌بخشی است. راه‌های پیشنهادی برای بهبود وضعیت: ۱- تقویت حکمرانی محلی و مشارکت؛ ۲- در کنار به‌کارگیری راهکارهای علمی، توجه به تجارب محلی و دانش بومی/ سنتی؛ ۳- تمرکز بیشتر بر رویکرد اکوسیستم-محور؛ ۴- شفافیت و پاسخگویی با تقویت سازوکارهای نظارت اجتماعی و مبارزه با فساد؛ و ۵- رصد تغییر اقلیم و سازگاری با آن از طریق تدوین برنامه‌های انعطاف‌پذیر و تأکید بر مدیریت سیل و خشکسالی.

۳) حوضه دنسو (غنا): تا پیش از ۱۹۹۶، مدیریت منابع آب وضعیتی آشفته و پراکنده داشت. نهادهای مختلف دولتی ماموریت‌های جداگانه در رابطه با آب بر عهده داشتند، سیاست جامع و یکپارچه‌ای وجود نداشت، و سازوکار جامعی برای ساماندهی و نظارت بر کاربری آب شکل نگرفته بود. ایجاد کمیسیون منابع آب در سال ۱۹۹۶، و سپس آغاز مطالعات پایه برای نخستین برنامه IWRM در حوضه رودخانه دنسو در سال ۱۹۹۸، آغاز تحول بود (Ofori و Mdee، ۲۰۲۱).

این نمونه نشان می‌دهد: موفقیت عملی IWRM مستلزم تلفیق همزمان چارچوب‌های نهادی، ابزارهای مدیریتی و محیط توانمندساز است. کمیسیون منابع آب زمینه را برای ایجاد چارچوبی منسجم فراهم کرد که بتواند فعالیت‌های مختلف را یکپارچه نماید. مطالعات پایه برای برنامه‌ریزی حوضه رودخانه دنسو شامل شناسایی و تحلیل گروداران و روندهای توسعه اجتماعی-اقتصادی، و نیز ارزیابی منابع آب و اکوسیستم گیاهی بود. در نهایت تدوین نخستین برنامه حوضه‌محور IWRM در سال ۲۰۰۷ پایان یافت و از آن هنگام به سایر حوضه‌ها تعمیم داده شده است؛ به نحوی که اهداف و ابزارهای هر حوضه، متناسب با چالش‌ها و نیازهای خاص همان منطقه تعریف شود. علاوه بر این، اعضاء دفاتر و شوراهای حوضه‌ها، ترکیبی از نمایندگان دستگاه‌های دولتی (ملی و محلی)، جوامع محلی (نهادهای صنفی و سمن‌ها و شهروندان)، نهادهای نظارتی قرار داده شدند؛ که نقش‌های مشورتی و راهبری را برای برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی بر عهده دارند (Ofori و Mdee، ۲۰۲۱؛ Kidd و Shaw، ۲۰۰۷).

تجربیات حوضه‌های مکونگ، تانا و دنسو نشان می‌دهد که اجرای IWRM فراتر از تدوین برنامه است؛ و مستلزم هماهنگی پویا و پیچیده میان ساختارهای نهادی، ابزارهای مدیریتی و محیط اجتماعی-اقتصادی است. بر اساس این تجارب، می‌توان مهم‌ترین اصول راهبردی برای موفقیت IWRM را چنین برشمرد: ۱- هماهنگی نهادی و حکمرانی چندسطحی؛ ۲- توازن میان جامعه محلی و بخش خصوصی؛ ۳- تمرکز بر یادگیری (سازگاری و اصلاح) به جای نتیجه‌گرایی کوتاه‌مدت؛ و ۴- توجه متعادل به رشد و توسعه نهادی، ابزاری و محیط توانمندساز؛ زیرا بدون نهاد، داده و ابزار به تصمیم تبدیل نمی‌شود، و بدون ابزار و داده، نهادها قادر به پیاده‌سازی یکپارچه نیستند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، رویکرد IWRM راهکاری درخور وضعیت پیچیده مدیریت منابع-مصارف آب است. این رویکرد حاصل یک تغییر تدریجی پارادایم است، تغییری که «مدیریت متمرکز، سازه‌محور و بخشی»، با نگرش «کنترل طبیعت و توسعه عرضه آب» را به‌سوی نگرشی سیستمی، مشارکتی و حوضه‌محور سوق داده است. رویکردهای سنتی، اگرچه در گذشته توانستند اهداف توسعه را پیش برانند؛ اما به‌تدریج در مواجهه با پیچیدگی‌های فزاینده دنیای امروز (از جمله: تشدید رقابت و تقاضا، تغییر اقلیم، و افزایش عدم‌قطعیت‌ها)، دچار ناکارآمدی شدند. دلیل این ناکارآمدی، نادیده گرفتن پیوندهای «اکولوژی، اجتماع، اقتصاد» و عدم توجه به اهمیت بالای سازوکار نهاد آب بوده است.

مبانی نظری IWRM نشانگر جوهره اصلی آن، یعنی «مفهوم یکپارچگی» است؛ در تمامی جوانب آن: هم در زیرسیستم

طبیعی (پیوند آب‌های سطحی و زیرزمینی، کمیت و کیفیت، بالادست و پایین‌دست و ...) و هم در زیرسیستم انسانی (سرزمینی، بخشی، راهبردی-عملیاتی، و تخصص‌ها). هدف این یکپارچگی، استقرار سه ستون IWRM است، یعنی پایندگی اکولوژیکی (حدود بهره‌برداری پایا از طبیعت)، سرزندگی اجتماعی (مشارکت و عدالت اجتماعی)، و بالندگی اقتصادی (تخصیص بهینه و بهره‌ور منابع آب). استمرار این استقرار، نیازمند مقبولیت عمومی و کارآمدی نهادی می‌باشد. تضعیف هر یک از این عوامل یا فقدان تعامل موثر میان آنها می‌تواند به شکاف میان نظریه و عمل و عدم تحقق IWRM بینجامد. از منظر پیاده‌سازی نیز تشریح شد که IWRM صرفاً با تصویب قوانین یا ایجاد نهادهای جدید محقق نمی‌شود، بلکه نیازمند هم‌افزایی سه مولفه «محیط توانمندساز، نقش‌ها و مسئولیت‌ها (چارچوب نهادی) و ابزارهای مدیریتی» است.

در نهایت، این نوشتار با پاسخ به پرسش‌های «IWRM چرا؟ چیست؟ و چگونه؟»، نشان می‌دهد که IWRM بیش از آنکه یک نسخه ثابت و جهان‌شمول باشد، رویکردی فرآیندی و پویا، یادگیرنده و سازگارشونده است. اکنون IWRM، با هدف اصلاح «نهاد آب»، گذرگاهی برای عبور از «مدیریت صرفاً دولتی و مبتنی بر جوانب فنی-مهندسی» به‌سوی استقرار حکمرانی آب با تأکید بر «تصمیم‌سازی جامع‌نگر»، «مدیریت مشارکتی»، «تفویض و تمرکززدایی» و «یکپارچگی بخش‌ها» بوده است. آینده مدیریت پایای منابع-مصارف آب در گروی بازتعریف حکمرانی آب بر مبنای نگاه سیستمی، تقویت مدیریت حوضه‌محور، ارتقای نظام‌های اطلاعاتی و تحلیلی، و طراحی سازوکارهای اقتصادی همسو با عدالت اجتماعی و در خدمت پایایی اکوسیستم‌ها است.

ایران، برای جلوگیری از زوال بیشتر اکوسیستم و منابع آب و نیز جبران عقب‌ماندگی‌ها، به‌شدت و به سرعت نیازمند تحول مدیریت آب است. امروزه تجارب عمدتاً موفق IWRM در سرزمین‌های متعدد دنیا، در دسترس می‌باشد. وزارت نیرو و بیش از آن دولت باید دست از اصرار بر استمرار روش‌های گذشته بردارد، مسئولیت وضعیت وخیم امروزین منابع آب کشور را بپذیرد، و برای جبران مافات کوتاهی ننماید. تعلل بیش از این نابخشودنی است.

منابع

Arfan, M., Ansari, K., Ullah, A., Hassan, D., Siyal, A. A., & Jia, S. (2020). Agenda setting in water and IWRM: Discourse analysis of water policy debate in Pakistan. Water, 12(6), 1656. https://doi.org/10.3390/w12061656

Badham, J., Elsawah, S., Guillaume, J. H. A., Hamilton, S. H., Hunt, R. J., Jakeman, A. J., ... & Bammer, G. (2019). Effective modeling for Integrated Water Resource Management: A guide to contextual practices by phases and steps and future opportunities. Environmental Modelling & Software, 116, 40–56. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.02.013

Biswas, A. K. (2004). Integrated water resources management: A reassessment. Water International, 29(2), 248–256. https://doi.org/10.1080/02508060408691775

Boinet, E., Tardieu, E., Brachet, C., & Bernard, A. (2024). Lessons from the last 30 years for future water resource management in national and transboundary basins. Water International, 49(3-4), 255–266. https://doi.org/10.1080/02508060.2024.2343176

Caribbean Environmental Health Institute. (CEHI). (2007). Road map toward integrated water resources management planning for Union Island, St. Vincent and the Grenadines. Caribbean Environmental Health Institute, Castries, Saint Lucia. https://www.pacificwater.org/userfiles/file/IWRM%20Road%20Map%20Union%20Island.pdf

Di Vaio, A., Trujillo, L., D'Amore, G., & Palladino, R. (2021). Water governance models for meeting sustainable development goals: A structured literature review. Utilities Policy, 72, 101255. https://doi.org/10.1016/j.jup.2021.101255

GWP. (2000). Integrated water resources management. Technical advisory committee (TAC) background paper no. 4. Global Water Partnership, Stockholm, Sweden.

GWP. (2004). Catalyzing change: A handbook for developing integrated water resources management (IWRM) and water efficiency strategies. Technical advisory committee (TAC) background paper no. 5. Global Water Partnership, Stockholm, Sweden.

Halkos, G., & Gkampoura, E. C. (2021). Where do we stand on the 17 Sustainable Development Goals? An overview on progress. Economic Analysis and Policy, 70, 94–122. https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.02.001

Howitt, R. E., Lund, J. R., Kirby, K. W., Jenkins, M. W., Draper, A. J., Grimes, P. M., Ward, K. B., Davis, M. D., Newlin, B. D., Van Lienden, B. J., et al. (1999). Integrated economic-engineering analysis of California's future water supply. Project Completion Rep, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Davis, California, USA.

Principles and Applications. In The Economics of Water (pp. 23–68). Springer International Publishing, Cham, Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48485-9_3

Neeti, K., Singh, R., Ahmad, S., Sakshi, & Kumar, A. (2024). Challenges and opportunities in integrated water resources management. In Water Resources Management and Sustainability (pp. 359–373). Springer International Publishing, Cham, Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-62079-9_19

Ofori, A. D., & Mdee, A. (2021). Integrated water resource management. In W. Leal Filho, A. M. Azul, L. Brandli, A. Lange Salvia, & T. Wall (Eds.), Clean water and sanitation (pp. 344–357). Springer, Cham, Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95846-0_4

Pahl-Wostl, C. (2015). Water governance in the face of global change: From understanding to transformation. Springer International Publishing, Cham, Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21855-7

Peña, H. (2011). Social equity and integrated water resources management. TEC Background Papers No. 15, Global Water Partnership (GWP), Technical Committee (TEC), Stockholm, Sweden, p. 88.

Postel, S. (1992). Last oasis: Facing water scarcity. W.W. Norton, New York, USA.

Savenije, HHG. & van der Zaag, P. (2002). Water as an economic good and demand Management Paradigms with pitfalls. Water International, 27, 98–104.

Sebesvari, Z., Rodrigues, S., & Renaud, F. (2017). Mainstreaming ecosystem-based climate change adaptation into integrated water resources management in the Mekong region. Regional Environmental Change, 17(7), 1907–1920. https://doi.org/10.1007/s10113-017-1161-1

Singh, A. K., & Roy, S. K. (2024). A study the concept and legal principles of water management. Journal of Advances and Scholarly Researches in Allied Education, 21(2), 62–71. https://doi.org/10.29070/mgn02g48

Stockholm International Water Institute (SIWI). (2020). Principles and practices of integrated water resources management: Workplace-based professional training (Manual 1). SIWI, Stockholm, Sweden. https://siwi.org/wp-

ICWE. (1992). The Dublin statement on water and sustainable development. UN-Water. International Conference on Water and the Environment, January 1992. Dublin, Ireland. https://www.un-water.org/publications/dublin-statement-water-and-sustainable-development

IWA, UNEP. (2002). Industry as a partner for sustainable development: Water management. Beacon Press, London, England.

Jiménez, A., LeDeunff, H., Giné, R., Sjödin, J., Cronk, R., Murad, S., Takane, M., & Bartram, J. (2019). The enabling environment for participation in water and sanitation: a conceptual framework. Water, 11, 308. https://doi.org/10.3390/W11020308

Jones, T., Newborne, P., & Phillips, B. (2006). A report: Applying the principles of integrated water resource and river basin management – an introduction. WWF-UK, Godalming, Surrey, United Kingdom. (June 2006), pp. 1–36.

Jonker, L. (2007). Integrated water resources management: The theory-praxis-nexus, a South African perspective. Physics and Chemistry of the Earth, 32, 1257–1263.

Kidd, S., & Shaw, D. (2007). Integrated water resource management and institutional integration: Realising the potential of spatial planning in England. The Geographical Journal, 173(4), 312–329. https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2007.00258.x

Lankford, B. (2010). Responding to water scarcity – beyond the volumetric. In: Mehta L (ed) The limits of scarcity. pp 211–230, Earthscan, London, England.

Lund, J. R., Howitt, R. E., Medellín-Azuara, J., & Jenkins, M. W. (2009). Water management lessons for california from state-wide hydro-economic modeling. Center for Watershed Sciences, University of California-Davis, Davis, California, USA.

Lv, T., Wang, L., Xie, H., Zhang, X., & Zhang, Y. (2021). Evolutionary overview of water resource management (1990–2019) based on a bibliometric analysis in Web of Science. Ecological Informatics, 61, 101218. https://doi.org/10.1016/j.ecolinf.2021.101218

Mehta, L. (2010). The limits to scarcity: contesting the politics of allocation. Taylor & Francis, New York, USA.

Meran, G., Siehlow, M., & von Hirschhausen, C. (2021). Integrated Water Resource Management:

content/uploads/2020/11/iwrm-training-manual-1_final.pdf

UNDP. (2006). Human development report 2006 – beyond scarcity: power, poverty and the global water crisis. United Nations Development Programme, New York, USA.

Van Hofwegen, PJM., & Jaspers, FGW. (2020). Analytical framework for integrated water resources management (IHE Monographs 2). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. https://doi.org/10.1201/9781003077824

Woodhouse, P., & Muller, M. (2017). Water governance – an historical perspective on current debates. World Dev., 92, 225–241.

پی‌نوشت‌ها

1- Integrated **W**ater **R**esources **M**anagement

2- Sustainable **D**evelopment **G**oals

۳- با کلمات کلیدی «SDG Indicator 6.5.1 progress report» و نیز «UN Water IWRM progress» می‌توانید در اینترنت گزارش‌های روزآمد از پیشرفت کشورها در IWRM را بیابید.

۴- سواری مجانی (Free Riding): به وضعیتی گفته می‌شود که فردی/ گروهی/ سازمانی، بدون مشارکت در هزینه یا تلاش لازم برای ایجاد امکانات، از مزایای آن بهره‌مند می‌شود. به‌عبارت دیگر بدون زحمت، از دسترنج دیگران بهره‌مند می‌شود (سوءاستفاده می‌کند). شکل دیگر این وضعیت، آن است که فردی/ گروهی/ سازمانی با رفتار خویش موجب ایجاد عارضه/ خسارتی می‌شود؛ اما برای جبران بار مالی/ اجرایی بر دوش دیگران قرار گیرد یا به آیندگان تحمیل می‌گردد. دلایل اصلی سواری مجانی، نبود شفافیت، تقسیم کار مبهم، عدم مسئولیت‌پذیری، وجود امکان فرار از پاسخگویی هستند.

5- subsidiarity

6- Regulatory

7- Desirable

8- Reasonable

۹- مفهوم «سیگنال قیمت» (Price Signals) به اطلاعاتی اشاره دارد که از طریق «قیمت‌های بازار» به عرضه‌کنندگان و متقاضیان کالا منتقل می‌شود. این علائم (سیگنال) نقش «راهنمای نامرئی» را در تخصیص منابع و تصمیم‌گیری‌های اقتصادی ایفا می‌کنند. برای مصرف‌کنندگان، قیمت بالا نشان‌دهنده «کمبود نسبی» یک کالا یا خدمت است؛ و لذا مصرف‌کنندگان را به صرفه‌جویی یا جایگزینی ترغیب می‌کند. بدون نیاز به دستور، سیگنال قیمت بین عرضه و تقاضا هماهنگی ایجاد می‌کند. در IWRM نیز سیگنال قیمت از ابزارهای اقتصادی کلیدی محسوب می‌شوند. در شرایط کمیابی آب، قیمت آب به آب‌بران و شهروندان سیگنال می‌دهد که آب منبعی با ارزش و محدود است؛ و ایشان را به مصرف معقول آب و حفاظت از منابع آب ترغیب می‌نماید. سیگنال قیمت همچنین، انگیزه لازم برای سرمایه‌گذاری در فناوری‌های کاهنده مصرف یا بازیابی آب را فراهم می‌سازد. اثربخشی این مکانیزم تابع وجود بازار آزاد، رقابتی و شفاف می‌باشد؛ که مقدمه آن پایان یافتن دسترسی آزاد به منبع، و رعایت حقوق بهره‌برداری و تبادل برای برداشت‌کنندگان مجاز است.

10- Theory-Praxis Nexus

11- Praxis

12- Nexus

13- Scope

14- Possibility Space

15- Roadmap

۱۶- یک نمونه نقشه‌راه شامل زمان‌بندی و مسئولیت‌ها در زیر آمده است (CEHI، ۲۰۰۷).

Key activities by Action area		Lead Responsibility	Quarters by year							
			Year 1				Year 2			
			1	2	3	4	5	6	7	8
Action 5: Communications plan development and implementation										
5.1	Development of messages	SC								
5.2	Recruit communications specialist	SC, PMT								
5.3	Recruitment of professional services (awareness material)	PMT								
5.4	Stakeholder reviews	PMT								
5.5	Identify partners (possibly through MOUs)	SC, PMT, ESU								
5.6	Production of materials	PMT								
5.7	Dissemination of awareness materials	SC, PMT, GIS								
Action 6: Situational Analysis and IWRM Plan Framework										
6.1	Preparation of TORs for expert studies	SC, PMT, ESU								
6.2	Recruit specialist for key studies	SC, PMT								
6.3	Execute studies	PMT								
6.4	Compilation of findings	PMT								
6.5	Presentation to stakeholders	SC, PMT								
Action 7: Vision Statement and Goals Articulation										
7.1	Recruitment of consultant to prepare IWRM Plan	SC, PMT								
7.2	Stakeholder consultation - vision and goal setting	SC								
7.3	Focus group meetings - specific information inputs	SC, PMT								
7.4	Compilation of Findings	PMT								
7.5	Stakeholder review consultations - draft Plan review	SC, PMT								
Action 8: Evaluate IWRM Plan options										
8.1	Stakeholder review consultations - draft Plan review	SC								
Action 9: IWRM Plan promotion, adoption and implementation										
9.1	Presentation at national level - broader stakeholder group	SC, ESU, DO, MoGA								
9.2	Presentation and ratification at Cabinet level	SC, ESU, DO, MoGA								
9.3	Commencement of implementation									

یادداشت دوم: اصول و وجوه حکمرانی آب

پویا شیرازی علیان[1*]، آناهیتا حیدری[2]

۱- مدیر پژوهشی پژوهشکده آب و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲- دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
رایانامه نویسنده مسئول: pooya.shirazi.alian@alumni.um.ac.ir

مقدمه

حکمرانی آب در ایران، از یک دوگانگی عرفی- رسمی رنج می‌برد. همچنین در سازمان رسمی، ناهماهنگی بسیاری میان بخش‌های مختلف مشاهده می‌شود. علاوه بر این دو، در نبود ارزیابی راهبردی (برای تحلیل اثربخشی سیاست‌ها و برنامه‌ها)، چرخه یادگیری سازمانی نیز مختل و معطل است. در چنین شرایطی سیاست‌گذاران فرض می‌کنند که بهترین تدابیر را برای حل مسائل عمومی وضع می‌کنند؛ اما اینگونه سیاست‌ها در پیاده‌سازی شکست می‌خورند (ملک‌حسینی و همکاران، ۱۴۰۳).

افزایش کارآمدی حکمرانی آب از طرفی با اصلاح فرآیندها و افزایش هماهنگی در سطوح و لایه‌های مختلف و سازگاری با وضعیت‌های نوظهور صورت خواهد پذیرفت؛ و از طرفی دیگر، موفقیت حکمرانی آب نیازمند حرکت بر مدار افزایش مشروعیت (یا مقبولیت عامه)، جلب اعتماد عمومی، و نهایتاً افزایش مشارکت جوامع محلی است. مسئولیت‌پذیری و پاسخگویی شفاف مسئولین نیز موجب ارتقاء کارآمدی حکمرانی آب خواهد بود (رسائی و بیاتانی، ۱۳۹۹).

اساساً حل بحران آب تنها از طریق رویکردهای فنی و مهندسی ممکن نیست؛ بلکه نیازمند درک پیچیدگی مسئله و اصلاح حکمرانی آب به‌طور همزمان با توجه به اصول و وجوه متعدد آن است. درک وجوه حکمرانی آب به عنوان چارچوبی تحلیلی، با شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی، برپایی حکمرانی موثر و پایای آب را تضمین می‌کند. تأکید بر این وجوه برای ایران ضروری است؛ زیرا کشور از این لحاظ یک عقب‌ماندگی قابل توجه را (در مقایسه با کشورهای موفق در مدیریت آب) تجربه می‌کند. در انتهای یادداشت، برخی نقاط ضعف حکمرانی و مدیریت آب کشور و پیشنهادهایی برای بهبود آن ارائه شده است.

مفاهیم پایه

قبل از ورود به بحث اصلی، برای انتقال بهتر پیام این نوشتار، ایجاد فرهنگ لغات مشترک ضروری است. لذا برخی مفاهیم پایه در این بخش شرح داده می‌شوند. بنیادی‌ترین مفاهیمی که این نوشتار با آن سروکار دارد، «نهاد» و «حکمرانی» است. تعریف نسبت این دو به یکدیگر نیز حائز اهمیت است.

نهاد چیست

یک تعریف مرجع برای نهاد را داگلاس نورث (North، ۱۹۹۰) ارائه داده است: «نهادها، قواعد بازی در یک جامعه هستند. آن‌ها محدودیت‌هایی را بر رفتار انسان اعمال می‌کنند، و نیز ساختار انگیزشی را فراهم می‌کنند که افراد درون آن در تعامل هستند». در این تعریف، سه عبارت کلیدی وجود دارد: ۱- قواعد بازی، که می‌توانند رسمی (مثل قوانین، مقررات، و قانون اساسی) یا غیررسمی (مثل عرف‌ها، سنت‌ها، و هنجارهای اجتماعی) باشند؛ ۲- محدودیت‌ها، یعنی برای رفتار کنشگران مسیرهای مجاز و غیرمجاز ایجاد می‌شود، تا هزینه‌های تراکنش را کاهش و پیش‌بینی‌پذیری را افزایش دهد؛ و ۳- ساختار انگیزشی، یعنی با برقراری پاداش و جریمه، و تشویق و تنبیه، رفتارها را به سمت مورد نظر هدایت می‌کند. علاوه بر این در تعریف فوق، با توجه به عبارت «افراد درون آن در تعامل هستند»، اشاره ضمنی به سازوکار تعامل اشخاص حقیقی و حقوقی (صنوف، احزاب، ...) دیده می‌شود، سازوکاری که نهاد برای کنشگری مهیا می‌کند.

در واقع، نورث در کتاب خود «تأثیر نهادها بر رفتار انسان و جوامع انسانی» را برجسته می‌سازد، و از تأکید بر ساختار سازمانی پرهیز می‌نماید؛ زیرا ساختار فقط یکی از اجزاء نهاد است. همچنین او تأکید می‌کند که نهادها در طول زمان فرگشت دارند (پویا و تکامل یابنده هستند).

در مجموع و به عبارت ساده، «نهاد، سازوکار اقدام جمعی برای دستیابی به منافع جمعی است». کارایی نهادی وابسته است به کارآمدی قواعد و هنجارها، شفافیت و پیش‌بینی‌پذیری، کنشگری روان و کم هزینه، و وجود سازوکارهای انگیزشی؛ و البته عدالت و بهره‌وری. در این معنا، نهاد می‌تواند هر «اقدام جمعی» را در بر گیرد؛ از خانواده تا قبیله و ملت، و یا از یک بازی فوتبال دوجانبه تا فدراسیون و لیگ‌های ملی و بین‌المللی.

نهادسازی مبتنی بر چهار اصل است: ۱- ایجاد قواعد (قوانین یا هنجارهای عرفی)؛ ۲- کاهش عدم قطعیت (رفتارهای قابل پیش‌بینی)؛ ۳- تضمین برقراری قواعد مورد اجماع با ضمانت‌های اجرایی (جرائم قانونی و نیز فشار اجتماعی)؛ و ۴- فراهم کردن چارچوب‌های جمعی و مشترک (دانش عمومی، تسهیم نقش‌ها و رویه‌های جمعی) (North، ۱۹۹۱).

حکمرانی چیست

تعاریف متعددی از حکمرانی ارائه شده است؛ اما تعاریف سه مرجع معتبر در جدول (۱) آمده است. هر سه تعریف اشاره به «اقتدار/ اِعمال قدرت» برای توسعه و مدیریت امور دارند (در مجموع بر عرصه‌های: اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و اداری). در اولین تعریف به نهاد اشاره ضمنی شده، و در دومین تعریف از آن نام برده شده است. در این تعاریف، حکمرانی برای کشور، منظور بوده است.

جدول ۱- تعاریف حکمرانی

مرجع	تعریف
برنامه توسعه ملل متحد	حکمرانی، اجرای اقتدار اقتصادی، سیاسی و اداری برای مدیریت امور یک کشور در تمامی سطوح است. این مفهوم شامل سازوکارها، فرآیندها و سازمان‌هایی است که از طریق آنها شهروندان و گروه‌ها منافع خود را بیان، حقوق قانونی خود را برقرار، تعهدات خود را ایفا، و اختلافات خود را میانجیگری می‌کنند (UNDP، ۱۹۹۷).
سازمان همکاری اقتصادی و توسعه	حکمرانی به استفاده از اقتدار سیاسی و اعمال کنترل در یک جامعه و مدیریت منابع آن برای توسعه اجتماعی و اقتصادی اشاره دارد. حکمرانی خوب، نهادهای سیاسی و اداری شفاف و پاسخگو را ترویج می‌دهد (OECD، ۲۰۰۱).
بانک جهانی	حکمرانی به شیوه‌های اعمال قدرت در مدیریت منابع اقتصادی و اجتماعی یک کشور برای توسعه اشاره دارد. حکمرانی خوب بر اساس پیش‌بینی‌پذیری، شفافیت و پاسخگویی دولت بنا شده است (World Bank، ۱۹۹۲).

اما اقتدار چیست؟ اقتدار، «حق قانونی یا مشروعِ اِعمال قدرت و فرماندهی است». این حق را سازوکار نهادی مشخص و تعریف می‌کند، و جاری شدن آن معمولاً با رضایت نسبی تبعیت‌کنندگان همراه است. اصلی‌ترین تثبیت‌کننده اقتدار، مشروعیت[1] است؛ که بهتر است از آن با عبارت «مقبولیت عمومی» یاد شود. البته تبعیت ممکن است به دلایل دیگری نیز شکل گیرد؛ مانند: کاریزما (فره یا نفوذ معنوی)، ثروت، مقام و یا نفوذ سیاسی. در هر حال، سازوکار نهادی به کسانی یا گروه‌هایی و یا یک سازمان اجتماعی مشخص (مانند شوراها یا مجالس) اجازه می‌دهد تا برای نهاد و برای تبعیت‌کنندگان، تصمیم‌گیری و قاعده‌گذاری (قوانین و ضوابط) کنند. تبعیت اجتماعی اغلب همراه با نوعی پذیرش داوطلبانه یا باور به درستی آن است؛ اگرچه ممکن است وابستگی و یا ترس از عواقب، نیز در آن دخیل باشد.

با توجه به موارد پیش‌گفته، می‌توان حکمرانی را در یک تعریف مختصر و مفید برای این نوشتار، «برپایی اقتدار برای به حرکت درآوردن امور یک نهاد» تلقی نمود.

رابطه «نهاد-حکمرانی»

تعامل «نهاد-حکمرانی» از موضوعات کلیدی در مطالعات توسعه، اقتصاد سیاسی و علوم سیاسی است. این تعامل را می‌توان از دو جهت ملاحظه نمود: ۱- نهاد به‌عنوان بستر یا میدان حکمرانی: نهادها چارچوب حکمرانی را فراهم می‌کنند؛ و ۲- حکمرانی به‌عنوان عامل تغییر نهاد: حکمرانی با قاعده‌گذاری می‌تواند نهاد را دگرگون کند (کیفیت آن را افزایش یا کاهش دهد). این یعنی، «جفت نهاد-حکمرانی» ایستا نیستند، و در بستر تاریخ و فرهنگ خویش، فرگشتی زوجی دارند. بنابراین، رابطه «نهاد-حکمرانی» یک «تعامل دیالکتیکی» و وابسته به بافتار است. نهاد قوی و فراگیر، حکمرانی مؤثر را ممکن می‌سازد؛ و متقابلاً حکمرانی خوب، به تحکیم و بهبود نهاد می‌انجامد؛ و برعکس آن نیز منجر به زوال هر دو خواهد شد.

نویسندگان کتاب «چرا ملت‌ها شکست می‌خورند» (Robinson و Acemoglu، ۲۰۱۲)، دو نوع نهاد را تفکیک می‌کنند: ۱- نهادهای استخراجی[2]: که برای منافع یک گروه کوچک (مانند نخبگان سیاسی یا مالکان زمین) طراحی شده‌اند و منابع و منافع را به سمت آن‌ها هدایت می‌کنند و لذا مانع رشد و توسعه می‌شوند؛ و ۲- نهادهای فراگیر[3]: این نهادها حقوق همگان را تضمین، و با ایجاد فرصت‌های برابر برای رقابت زمینه رشد و توسعه پایا را فراهم می‌کنند. نویسندگان استدلال می‌کنند که کشورهایی که نهادهای استخراجی دارند، محکوم به فقر و عقب‌ماندگی هستند. در حالی که کشورهایی که نهادهای فراگیر دارند، می‌توانند به ثروت و شکوفایی دست یابند. آنها نشان می‌دهند که عوامل سیاسی و اقتصادی مختلفی در شکل‌گیری و فرگشت آنها نقش دارند. در هر حال، می‌توان نهاد و حکمرانی را به‌عنوان یک سیستم چفت شده[4] و درهم‌تنیده در نظر گرفت. چرا که تفکیک کامل این دو از یکدیگر ممکن نیست.

در جمع‌بندی باید گفت، راه و روش جوامع انسانی در حل مسائل و رفع مشکلات در مواردی که نیازمند کنش جمعی هستند: نهادسازی بوده است. در اینجا منظور از «مواردی که نیازمند کنش جمعی هستند» همان مواردی است که در آنها، اقدام براساس منافع فردی (و بدون هماهنگی جمعی و/یا اجماع)، نتایج بدتری برای گروه پدید می‌آورد.

از حکمرانی تا مدیریت

حکمرانی آب به سازماندهی کلان از طریق تدوین قواعد و سازوکارها مرتبط است؛ در حالی که مدیریت آب بیشتر با پیاده‌سازی و پدیدآوری درگیر است. اولی برنامه‌های کلان را تدوین می‌کند، و دومی این برنامه‌ها را در قالب برنامه‌های اجرایی تنظیم و سپس به عملیات تفسیر و اجرا می‌کند (جدول ۲).

جدول ۲- تفاوت‌های بین حکمرانی و مدیریت آب

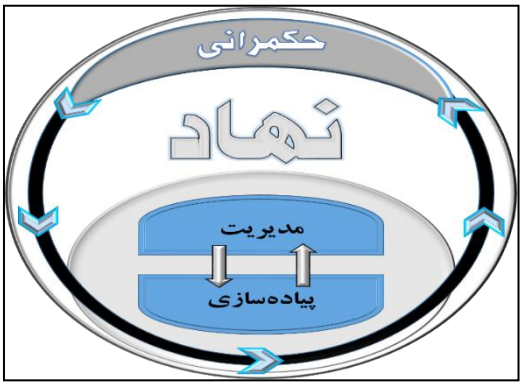
حوزه مقایسه	حکمرانی آب	مدیریت آب
تمرکز	قواعد و سیاست‌ها	پدیدآوری و پیاده‌سازی
دامنه	تعیین مسئولیت‌ها و اختیارات	برنامه‌ریزی و هماهنگی برای پیاده‌سازی
اعضا	جوامع و شوراها (قانون‌گذاری/تنظیم‌گری)	متخصصین طرح یا پروژه (مطالعه/ طراحی/ اجرا)
ابزارها و مفاهیم	مشارکت/ عرف/ اجماع/ نهادسازی	زیرساخت‌ها و اقتصاد مهندسی

مدیریت و پیاده‌سازی

زوج «مدیریت -پیاده‌سازی»، برای جاری نمودن سیاست‌ها و دستیابی به اهداف ابلاغ شده توسط مجموعه «نهاد-حکمرانی»، شکل می‌گیرد. مدیریت با انطباق دادن خواسته‌های بالادستی با شرایط محلی، بر «انجام کارهای درست» (هم‌راستا با سیاست‌ها) متمرکز است؛ با تدوین برنامه‌های عملیاتی، تخصیص منابع و ایجاد ساختار مناسب. پیاده‌سازی با ایفای نقش «مبدل برنامه به عملیات روزمره»، بر «انجام درست کارها» (هم‌راستا با برنامه‌های عملیاتی) توجه دارد؛ از طریق زمان‌مندی، هماهنگی و انگیزش کارکنان. برنامه بدون پیاده‌سازی، تنها «نقشه‌ای بی‌خاصیت» و یک توهم بی‌ارزش است. متقابلاً پیاده‌سازی بدون برنامه، «تلاش بی‌هدف» و غیرمنطقی است (Kaplan، ۱۹۹۶).

شوربختانه نمونه‌های متعددی از این گسیختگی در کشور وجود دارد. در واقع، ریشه بخش بزرگی از ناکارآمدی نظام اجرایی کشور را در همین گسیختگی باید جست؛ برنامه‌هایی از جنس آرزو، مدیریت حبس شده در کاغذ، منابع تأمین ناشده، و تیم‌های اجرایی تلاشگر که بدون جهت‌گیری صحیح در حال پیشروی هستند.

رابطه دو جفت «نهاد-حکمرانی» و «مدیریت-پیاده‌سازی» در شکل (۱) تصویر شده است. همانگونه که در این شکل پیدا است، زوج مدیریت-پیاده‌سازی عضوی از نهاد؛ و حکمرانی نیز گرداننده نهاد، و متقابلاً نهاد بستر و چارچوب حکمرانی است. کارآمدی و موفقیت زوج «مدیریت-پیاده‌سازی» نیازمند ایجاد رابطه‌ای مکمل با زوج «نهاد-حکمرانی» است. باید توجه نمود که پیاده‌سازی، دامنه و ادامه مدیریت است؛ اما به‌صورت پویا و متعامل. لذا فرآیندهای مدیریت به‌گونه‌ای باید طراحی شوند که دستیابی به نتایج را برای بخش پیاده‌سازی (عملیات) تسهیل و تضمین کنند.



شکل ۱- رابطه «نهاد-حکمرانی» و «مدیریت-پیاده‌سازی»

تأمین یا فراهمی آب

یک «غلط مصطلح» در زبان فارسی، کاربرد واژه تأمین در معنای «فراهم آوردن» است. در حالیکه:

۱. معنای واقعی این کلمه «امنیت یا اطمینان دادن» است؛ و معنای واژه امنیت، «آرامش خاطر» است. آرامش خاطر نیز با دوام (دامنه زمانی نسبتاً بلندمدت) ملازمه دارد.
۲. در متون علمی، واژه تأمین، برگردان Supply فرض می‌شود؛ اما برگردان صحیح Supply، واژه عرضه است (مانند «عرضه و تقاضا»: Supply and Demand).

وقتی برای مشهد، با بهره‌برداری بیش از حد از آبخوان زیرزمینی آب برداشت می‌شود (که موجب تشدید/ تسریع زوال آبخوان می‌شود)، در واقع آب به ازای ناامنی فراهم شده است؛ و لذا به هیچ وجه نمی‌توان آن را «تأمین» نامید. با استفاده اشتباه از واژه‌ها، پیام‌ها به درستی منتقل نمی‌شوند؛ و تحلیل‌های نادرست به مخاطب القاء می‌گردد.

سلامت و بقاء اکوسیستم ایران و امنیت غذایی کشور، دو رکن بسیار استراتژیک، وابسته به آب هستند؛ و البته برای پایایی ایران، جایگاه و اهمیت استراتژیک امنیت آبی، بسیار برتر است. لذا کم توجهی به آب، مستقیماً امنیت سرزمین را دچار چالش‌های متعدد می‌نماید. شوربختانه بسیاری از آنچه در سال‌های گذشته به نام «تأمین آب» به دست مهندسان انجام یافته، اگرچه «آب فراهم» نموده؛ اما موجب تضعیف امنیت آبی کشور گشته است. زیرا، زوال کمّی و کیفی ذخایر بی‌همتای آب زیرزمینی را در پی داشته است. علاوه بر این،

کاهش اسفناک حجم و کیفیت «رزرو استراتژیک[5]» آبخوان‌های کشور و متعاقباً کاهش تاب‌آوری در برابر خشکسالی‌های شدید و طولانی‌مدت (اَبَرخشکسالی)، از آثار زیان‌بار این روالِ زوال بوده است. پایه امنیت آبی، عدالت و توسعه پایا است؛ که توسط حکمرانی خوب آب ممکن می‌گردد. حکمرانی آب راهکاری استراتژیک و اساسی برای حل بحران آب است؛ و بدون تغییر در ساختارهای حکمرانی فعلی، هیچ راه‌حل بنیادی دیگری برای بحران آب متصور نیست (Allan، ۲۰۰۱).

اصول حکمرانی آب

در سند «به‌سوی امنیت آب: چارچوبی برای اقدام» که توسط مشارکت جهانی آب (GWP[6]) برای ارائه در دومین مجمع جهانی آب (برگزار شده در لاهه، هلند، سال ۲۰۰۰) تهیه شده بود، بیان شده: «بحران آب عمدتاً بحران حکمرانی است». تلاش برای دستیابی به حکمرانی موثر آب نیازمند محیطی توانمندساز و ساختارهای نهادی مناسب است که به ذی‌نفعان اجازه دهد برای مدیریت موثر آب با یکدیگر همکاری کنند. لذا حکمرانی خوب شرط لازم برای طراحی و اجرای سیاست‌های مؤثر آب دانسته شده است. این دیدگاه، پس از آن مطرح گردید که مشخص شد صرفاً با رویکردهای فنی-مهندسی نمی‌توان بر بحران‌های شایع آب در دنیا، فائق آمد. بلکه برای حل مسائل و رفع مشکلات آب، باید ابعاد نهادی، اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی نیز در نظر گرفته شوند (Feyzabad-Rahimi و همکاران، ۲۰۲۲).

امروزه بهبود حکمرانی آب یک عامل کلیدی برای مواجه با چالش‌های متعددی است که به‌دلیل کمیابی آب، تشدید نوسانات آب و هوایی و افزایش عدم‌قطعیت تجدیدپذیری منابع آب از طرفی، و رشد تقاضای آب، تشدید آسیب‌پذیری اکوسیستم‌های آبی، و ضرورت کاهش فقر از طرف دیگر، در برابر جوامع انسانی قرار گرفته است (Rosso، ۲۰۲۵). بنابراین، بایستی دانست که صرفاً کاربست روش‌های مرسوم مهندسی (پرداختن به گزینه‌هایی مانند: سدسازی، انتقال آب، ...)، مشکلات را بر طرف نخواهد کرد. بلکه با بررسی ژرف و جامع مشکلات امروز، ریشه‌ها باید شناسایی شوند؛ تا نواقص اساسی نظام سنتی سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی آب، به‌ویژه عدم توجه به عوامل انسانی، آشکار گردند.

اما حکمرانی آب چیست (در اینجا منظور از حکمرانی، مجموع «حکمرانی و سازوکار نهادی» است)؟ حکمرانی آب در یک تعریف ساده، سازوکار تصمیم‌گیری و اِعمال قدرت در حوزه آب است که مقرر می‌نماید «چه کسی، در چه زمانی و چگونه، به چه آبی دسترسی داشته باشد و از منافع و خدمات مرتبط با آن بهره‌مند شود». در تعریفی دیگر، حکمرانی آب سازوکار تنظیم‌کننده برای «تخصیص و بهره‌برداری» و در عین‌حال «نظارت و حفاظت» آب است، که با وضع مقرارت و یا از طریق اقدامات مدیریتی در طیف وسیعی از حوزه‌ها (سیاسی، اجتماعی ، محیط‌زیستی، اقتصادی و اداری) به کار گرفته می‌شود.

بنابراین، حکمرانی آب باید به پرسش‌های متعددی پاسخ دهد: «چه کسی و در چه شرایطی باید به آب دسترسی داشته باشد؟»؛ «حفاظت کمّی و کیفی از آب چگونه است؟»؛ «نقش و مشارکت گروداران[7] در تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری تا کجاست و تا کجا خواهد بود؟»؛ «سیاست‌های بهره‌وری و صرفه‌جویی در مصارف آب کدامند؟»؛ و «داوری اختلافات و تعارض‌ها به دست کیست؟». نقطه تمرکز حکمرانی آب بر سه رکن قرار دارد: «تصمیمات چگونه اخذ می‌شوند؟»، «چه کسانی و چه مقدار اجازه برداشت آب دارند؟» و «چگونه از پایایی منابع آب حفاظت می‌شود؟» (کریمی میاندوآب و همکاران، ۱۴۰۳).

سازوکار آغازین برای یک چنین حکمرانی، تشکیل «شورای حوضه آبریز»، با حضور نمایندگان تمام گروداران، و تدوین یک برنامه راهبردی-مشارکتی بر اساس مدیریت یکپارچه منابع آب و اصول حکمرانی خوب است. در واقع «حکمرانی خوب آب» و «مدیریت یکپارچه آب» لازم و ملزوم یکدیگر هستند؛ و این زوج را می‌توان حداقل به چهار مشخصه مقید نمود: ۱- رهبری اخلاق‌مدار و حمایت از اقشار تهی‌دست و آسیب‌پذیر؛ ۲- ایجاد شفافیت با دسترسی روزآمد عموم کنشگران به اطلاعات موثق و کافی؛ ۳- گفتگو برای حل‌وفصل مناقشات با حضور جامعه محلی؛ و ۴- تمرکززدایی/ تفویض و در عین حال حفظ یکپارچگی مدیریت آب، برای جلب مشارکت فعال گروداران (به‌ویژه آب‌بران) در فرآیند تصمیم‌سازی (کریمی میاندوآب و همکاران، ۱۴۰۳). بدیهی است که اثربخشی تصمیمات، تا حدود زیادی تابع وجاهت و مقبولیت آنها نزد عموم گروداران است. این مقبولیت به نوبه خود، نیازمند رعایت عدالت و انصاف در حکمرانی آب است.

Biswas و Tortajada (۲۰۲۳)، استدلال کردند که IWRM به تنهایی، بدون حکمرانی خوب و کارآمد، در عمل با شکست مواجه می‌شود؛ زیرا حکمرانی خوب، بستر لازم برای موفقیت IWRM است. آنان حکمرانی خوب و IWRM را درهم تنیده دانستند؛ به معنای اینکه نمی‌توان یکی را بدون دیگری در اختیار گرفت. نویسندگان شرط دستیابی به امنیت آبی پایا را، تلفیق «اصول حکمرانی خوب با چارچوب IWRM» تلقی کرده‌اند. آنها نتیجه تلفیق را در یک چارچوب شامل پنج مولفه اصلی ارائه دادند: ۱- مشارکت: درگیرکردن تمامی گروداران در فرآیند تصمیم‌گیری؛ ۲- شفافیت: دسترسی آزاد به اطلاعات مربوط به منابع آب و مدیریت آب‌ها؛ ۳- پاسخگویی: مسئولیت‌پذیری نهادهای مسئول در قبال عملکرد خود؛ ۴- قانون‌مداری: تأکید بر رعایت قوانین و مقررات مربوط به منابع آب؛ و ۵- عدالت و برابری: توزیع عادلانه منابع آب بین ذی‌نفعان.

ایشان همچنین ۴ مرحله برای پیاده‌سازی تعریف کردند: ۱- فعال‌سازی: ایجاد یک محیط سیاسی و قانونی مناسب برای حکمرانی خوب؛ ۲- سازماندهی: ایجاد نهادهای قوی و کارآمد برای مدیریت آب؛ ۳- مدیریت و پیاده‌سازی: اجرای IWRM با

رعایت اصـول حکمرانی خوب؛ و ۴- ارزیابی: ارزیابی مسـتمر عملکرد و اثربخش گام‌های ۱ تا ۳، و ایجاد اصلاحات لازم.

Rosso (۲۰۲۵) هفت اصـل کلیدی را برای حکمرانی مؤثر و پایای آب، به‌عنوان «راهنما برای سـیاسـت‌گذاران، مدیران و گرودارن آب» پیشـنهاد داده اسـت (جدول ۳). مفاهیم و عبارات مدیریت یکپارچه منابع آب در این اصـول، مشـهود هسـتند؛ لذا به نظر می‌رسـد او با ادغام ضـمنی «مدیریت یکپارچه منابع آب» و «حکمرانی خوب»، این هفت اصـل را ارائه داده باشـد. او توجه متوازن به بایدها و نبایدهای این هفت اصـل «پیوسـته و مکمل» را زیربنای موفقیت حکمرانی آب می‌داند. به عبارت دیگر اتکا به یک یا چند اصـل، ثمربخش نیسـت. در واقع روسـو، اسـتراتژی‌های عبور از مدیریت سـنتی و بخشـی آب به‌سـوی «حکمرانی یکپارچه، انعطاف‌پذیر و عادلانه» را ارائه داده است.

جدول ۳- هفت اصل کلیدی حکمرانی مؤثر و پایای آب از دیدگاه Rosso (۲۰۲۵)

	عنوان	شرح
۱	یکپارچگی و انسجام Integration & Coherence	مدیریت آب نباید پراکنده و جداگانه باشد؛ بلکه یکپارچگی و انسجام مدیریت آب در سیاست‌های بخشی (کشاورزی، انرژی، صنعت، شهری، و محیط‌زیست) ضروری است. حکمرانی خوب آب نیازمند هماهنگی و انسجام میان اهداف و سازوکارهای نهادی مختلف است. تعارض‌ها، از کارایی کاربرد آب در سطوح مختلف (از ملی تا محلی) می‌کاهند.
۲	مشارکت و فراگیری Participation & Inclusiveness	به تمام گرودارن جامعه محلی (شهروندان، ذی‌نفعان، سمن‌ها، ...)، باید فرصت معنادار برای مشارکت در فرآیندهای تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری داده شود. این روش حس مالکیت و مسئولیت‌پذیری جمعی را تقویت می‌کند؛ و منجر به اخذ تصمیمات عادلانه‌تر و با مقبولیت عامه بیشتر، و لذا تضمین بیشتر برای پیاده‌سازی آنها می‌شود.
۳	شفافیت و پاسخگویی Transparency & Accountability	داده و اطلاعات مربوط به وضعیت منابع آب، تخصیص‌ها، مجوزها و برداشت‌ها، و حتی گزارش عملکرد سازمان‌های مسئول باید به‌طور شفاف در دسترس عموم گرودارن (به‌ویژه کنشگران کلیدی) باشد. مسئولین باید در قبال تصمیمات و اقدامات خود، در برابر عموم مردم پاسخگو باشند. این روش نه تنها موجب جلب اعتماد عمومی و تقویت مشارکت ایشان می‌شود؛ بلکه بنیادی برای مبارزه با فساد نیز می‌باشد.
۴	کارایی و اثربخشی Efficiency & Effectiveness	منابع آب کمیاب باید به مؤثرترین و کارآمدترین شکل ممکن استفاده شوند. برای حداکثر کردن منافع اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی، تمرکز بر شواهد و مستندات در تصمیم‌گیری‌ها، استفاده از ابزارهای اقتصادی مناسب (مانند قیمت‌گذاری) و فناوری‌های مناسب، و نیز ترغیب نوآوری ضروری است.
۵	انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری Flexibility & Resilience	حکمرانی آب باید دارای چابکی لازم و انعطاف کافی در برابر تغییرات پویا (مانند تغییرات اقلیمی، رشد جمعیت و تحولات اقتصادی) باشد. بنابراین، رصد پویایی‌ها و سازگاری با آنها (رویکردهای تطبیقی)، برآورد دقیق عدم‌قطعیت‌ها و مدیریت ریسک، و تقویت تاب‌آوری و ستبری سیستم‌های آبی در برابر شوک‌ها و فشارها ضروری است.
۶	عدالت و برابری Equity &) (Fairness	دسترسی به آب سالم و بهداشتی، حق اساسی بشر است؛ لذا حکمرانی آب باید بر آن متعهد باشد. همچنین حکمرانی خوب باید تضمین کند که «منافع، هزینه‌ها و ریسک‌ها» به‌صورت عادلانه توزیع گردد، حقوق «نسل‌های آینده/فقرا/گروه‌های ضعیف اجتماعی» پایمال نگردد، و از تبعیض جلوگیری کند.
۷	اصل پایایی اکولوژیک Ecological Sustainability	حکمرانی باید سلامت و یکپارچگی اکوسیستم‌های وابسته به آب را در اولویت قرار دهد. بهره‌برداری از منابع آب نباید از ظرفیت بُرد اکوسیستم فراتر رود. این اصل برای پایایی خدمات اکوسیستمی حیاتی (مانند خودپالایی طبیعی آب، تسکین سیلاب و حفظ تنوع زیستی) ضروری است.

حیات، بهداشت و اقتصاد

آب در سه ساحت حیات، بهداشت و اقتصاد برای انسان حائز اهمیت بوده و هست. از این بابت، آب با تمامی جوانب زندگی بشر مرتبط می‌باشد. شرح بیشتر اهمیت این سه در زیر آمده است:

۱. **حیات**: آب مایه حیات کره زمین اسـت، و سـلامت و بقای اکوسـیسـتم (گیاهان، جانوران و حتی انسـان) در این کره، به آب وابسـته اسـت. از این بابت، سـهمی از آب باید به بقای حیات کره زمین تخصـیص داده شـود؛ که مقدار آن در شـاخص تنش آبی فالکن‌مارک حداقل برابر با ۳۰٪ آب تجدیدپذیر مشخص شده است (یعنی فقط کمتر از ۷۰٪ آب تجـدیـدپـذیر برای بنـدهـای ۲ و ۳ قـابـل بهره‌برداری است).

۲. **بهداشـت**: انسـان برای بهداشـت به آب محتاج اسـت. زندگی غیربهداشـتی حتی یک نفر، به‌دلیل کمبود آب، موجب سـرایت بیماری‌ها به جامعه می‌شـود. از این بابت، آب یک کالای عمومی تلقی شـده اسـت. به معنای اینکه برای نیازهای شرب و بهداشتی، همه باید به آب دسترسی (فیزیکی و مالی) داشـته باشـند؛ و در بیانیه حقوق بشـر سازمان ملل متحد، دولت‌ها موظف شده‌اند این دسترسی را فراهم کنند. توسـط سـازمان‌های حقوق بشـری و بهداشـتی مختلف، حداقل مقدار آب برای این نیازها حدود ۲۰ تا ۵۰ لیتر در روز برای هر نفر برآورد شده است.

۳. **اقتصاد**: آب عاملی برجسته در شکل‌گیری توسعه است؛ و در مناطق مواجه با کمیابی آب، عمده‌ترین محدودکننده توسعه است. از این بابت، آب یک نهاده مهم برای توسعه بسـیاری از فعالیت‌های اقتصـادی بوده؛ و ارزش افزوده

بسیار بالایی دارد (مخصوصاً با توجه به ضرورت‌های بهداشتی و امنیت غذایی). به همین دلیل، آب یک «کالای اقتصادی» نیز محسوب می‌شود؛ لذا باید حق برداشت مجاز (یا مالکیت؛ شامل حق بهره‌برداری بلندمدت، و حق تبادل) برای آن قائل بود. البته منابع آب از مشترکات است و بهره‌برداری از آن تابع ضوابط «دارایی‌های مشاع» می‌باشد؛ لذا تخصیص و تبادل آب بعد از رعایت نیازهای حیات اکوسیستم و شرب و بهداشت، با عنایت به «ماهیت متغیر منابع آب» (به‌دلیل نوسانات آب و هوایی)، نیازمند قواعد خاص خود است. متعاقباً، برای جلوگیری از وقوع پدیده «فاجعه غارت منابع عمومی»، باید «دسترسی آزاد» به این منابع ممنوع گردد، و ارزش این نهاده بی‌همتا (غیرقابل جایگزینی)، از طریق «قیمت‌گذاری بازار» (آزاد، رقابتی و شفاف) کشف گردد؛ به‌ویژه در مناطق مواجه با کمیابی آب.

وجوه حکمرانی

حکمرانی موثر آب، به عنوان یک ماده سه ساحتی، نیازمند اقدام در تمامی وجوه آن است. این ماهیت چندوجهی حکمرانی آب، سبب شده حکمرانی آب با مسائلی از نوع پیچیده[8] و سرکش[9] روبرو باشد. حل این نوع مسائل به هیچ وجه ساده نیست؛ و نیازمند نگرش سیستمی است.

چهار وجه مهمتر حکمرانی آب، که باید مورد توجه قرار گیرند؛ عبارتند از: چندبخشی[10]، چندبُعدی[11]، چندرشته‌ای[12] و چندمقیاسی[13]. از این دیدگاه، حکمرانی آب علاوه بر سایر خصوصیات پیش‌گفته، «میان‌بخشی، چندلایه، تلفیقی و چندسطحی» دیده می‌شود. بدون توجه به تمامی این وجوه، و با هرگونه رویکرد جزئی‌نگر یا تک‌وجهی، حکمرانی آب ناموفق خواهد بود. در ادامه توضیح بیشتر در مورد این وجوه ارائه شده است.

چندبخشی

مضمون وجه چندبخشی حکمرانی آب، آن است که آب تنها به یک بخش تعلق ندارد. بلکه بخش‌های کشاورزی، صنعت، انرژی، شهری، محیط‌زیست و گردشگری همگی از آب استفاده می‌کنند؛ و بر سر منابع محدود آب در رقابت هستند. به همین لحاظ، ایجاد یکپارچگی و انسجام بین سیاست‌های مرتبط با آب در تمامی بخش‌ها (بهداشت، انرژی، کشاورزی، صنعت، ...) و محیط‌زیست، از طریق هماهنگی مؤثر بین‌بخشی و در قالب برنامه‌ریزی‌های استراتژیک، آمایش و یا پنج‌ساله، ضروری است. تمرکز اصلی این وجه، ایجاد تعادل بین منافع متفاوت و گاهی متعارض بخش‌های مختلف در بهره‌برداری از منابع آب محدود و مشترک می‌باشد. در نبود یکپارچگی و انسجام، به‌ویژه در وقوع خشکسالی‌ها، انتخاب بین تخصیص آب به کاربری‌های مختلف یک چالش میان‌بخشی است. در چنین شرایطی، در غیاب نهاد کارآمد و در اثر رقابت‌ها، «فاجعه غارت منابع مشترک» شکل می‌گیرد، متعاقباً فشار بر منابع آب افزایش می‌یابد و نهایتاً بیشترین آسیب به اکوسیستم و محیط‌زیست وارد می‌شود (هاشمی، ۱۳۹۶).

واقعیت این است که سیاست‌های یک بخش می‌تواند پیامدهای نامطلوب برای بخش‌های دیگر در پی داشته باشند: سیاست انرژی بر مصرف آب نیروگاه‌ها تأثیر می‌گذارد؛ سیاست کشاورزی تعیین‌کننده بزرگترین تقاضای آب است؛ و سیاست صنعتی بر کیفیت و کمیت آب اثرگذار است. چالش‌های این وجه به‌طور خلاصه عبارتند از: ۱- تعارض میان اهداف بخش‌های مختلف با یکدیگر؛ ۲- ناهماهنگی بین دستگاه‌های اجرایی؛ و ۳- ضعف دستگاه‌های نظارتی در جلوگیری از رفتار نامعقول و خسارت‌بار (Islami و Rahimi، ۲۰۱۹). در ایران شورای عالی آب در سطح کلان و ملی، و نیز کارگروه‌های سازگاری با کم آبی در سطح استان‌ها، به منظور ایجاد هماهنگی و تعادل میان بخش‌ها تأسیس گردیده‌اند؛ اما متأسفانه عمدتاً گرفتار مباحث روزمره شده‌اند.

چندبُعدی

به معنای آنکه مشکلات و عواقب سیاست‌های آب تنها به بعد فیزیکی یا کمّی محدود نمی‌شوند، بلکه ابعاد اجتماعی، اقتصادی، و محیط‌زیستی (و حتی امنیتی) و به‌هم‌پیوسته دارند. این ابعاد عمدتاً در چهار مورد اصلی، عبارتند از:

۱. بعد فنی-مهندسی (کمّی): این بُعد شامل زیرساخت‌های فیزیکی (سدها، انتقال‌ها، ...) و اندازه‌گیری کمّیت و کیفیت آب است.
۲. بعد اقتصادی: اصل چهارم دوبلین نیز تصریح می‌کند که «آب در تمامی کاربری‌های رقابتی ارزش اقتصادی دارد». بُعد اقتصادی، یادآور ضرورت توجه به سیگنال‌های قیمت (ارزش آب در بازار) و لزوم انجام تحلیل‌های اقتصادی برای برنامه‌ها و پروژه‌ها است.
۳. بعد اجتماعی (عدالت): این بعد مستقیماً بر کالای عمومی بودن آب و حق همگانی دسترسی به آب سالم (برای شرب و بهداشت) تاکید دارد. همچنین بر توزیع عادلانه منافع و ریسک‌ها بین گروداران متمرکز است. رعایت حقوق (به‌ویژه حقوق آب‌بران مجاز) در این بُعد جای دارد.
۴. بعد محیط‌زیستی: برآورد نیاز آبی محیط‌زیست و مقابله با آلودگی آب از مهم‌ترین عناصر این بُعد، در جهت حفظ سلامت و پایایی اکوسیستم‌های وابسته به آب هستند.

بنابراین، حکمرانی آب در هر تصمیم و یا اقدام خود، باید آثار و عواقب متقابل میان این ابعاد را برآورد، و توازن میان آنها را رعایت نماید. برای درک بهتر دقت کنید که بحران کم‌آبی در یک منطقه ممکن است تنها نتیجه «کمبود بارش» (بعد فیزیکی) نباشد، بلکه می‌تواند ناشی از توسعه بیش از حد کشاورزی (بعد اقتصادی) در نتیجه «سیاست‌های نادرست» (بُعد سیاستی) و نیز «توزیع ناعادلانه آب» (بُعد اجتماعی) و

حتی «کاهش کیفیت آبخیز» یعنی تخریب پوشش گیاهی و فرسایش خاک (بُعد محیط‌زیستی) باشد.
به همین منوال، ساخت یک سد بزرگ، تنها یک مسئله مهندسی نیست؛ بلکه به‌دلیل آثار گسترده، باید در سیاست‌گذاری، مطالعه، و طراحی آن، ملاحظات چندبُعدی در نظر گرفته شود. چنین سدی بر کشاورزان پایین‌دست (تغییر در مقدار و زمان آب)، جوامع محلی (جابجایی سکونتگاه‌ها)، صنعت (تأمین آب)، محیط زیست (تغییر اکوسیستم رودخانه) و احتمالاً تولید انرژی، می‌تواند تأثیر گذارد.

چندرشته‌ای

حل مسائل پیچیده و سرکش آب، نیازمند ترکیب دانش و ابزارهای تخصصی متعدد است. هیچ تخصصی به تنهایی پاسخگوی چنین مسائلی (با ابعاد گوناگون، و گرودارن متنوع و متعدد) نیست. در واقع بهره‌برداری ار منابع آب، نه تنها محتاج علوم پایه (زمین‌شناسی و هواشناسی) و معمولاً مهندسی (هیدرولوژی و عمران) است؛ بلکه ساماندهی بهره‌برداری از منابع آب، با مباحث اقتصادی (برای تحلیل هزینه-فایده و قیمت‌گذاری)، جامعه‌شناسی (برای درک رفتار جوامع و نهادهای محلی)، علوم سیاسی (برای تحلیل قدرت و سیاست‌گذاری)، حقوق (برای تدوین ضوابط و حل‌وفصل تعارضات)، اکولوژی (برای درک اثرات پروژه‌ها بر محیط‌زیست)، و حتی علوم سلامت و بهداشت عمومی مرتبط است.
برای نمونه، طراحی «برنامه مدیریت پایای بهره‌برداری از یک آبخوان زیرزمینی»، نیازمند تیمی متشکل از هیدرولوژیست (برای مدل‌سازی منابع آب سطحی و زیرزمینی)، اقتصاددان (برای طراحی سازوکارهای مالی)، حقوقدان (برای تدوین ضوابط بهره‌برداری) و متخصص اجتماعی (برای جلب همکاری بهره‌برداران، و سازماندهی و توانمندسازی ایشان) است؛ و از قضا نیازی به مهندسی ندارد!
هدف این وجه گردآوردن متخصصان با پیشینه‌های فکری و روشی مختلف حول یک موضوع مشترک، برای تحلیل جامع آن، و سپس تدوین یک راه حل جامع و یکپارچه می‌باشد.

چندمقیاسی

مشکلات آب در سطوح اداری مختلف و پهنه‌های جغرافیایی متفاوت رخ می‌دهند که از یکدیگر تأثیر می‌پذیرند و بر هم اثر می‌گذارند. همچنین بازه‌های زمانی مختلف و ارتباط‌های پیشینی-پسینی باید مورد توجه باشد. تصمیم‌گیری مستقل در یک مقیاس (اداری/ مکانی و یا زمانی) می‌تواند پیامدهای ناخواسته در سایر مقیاس‌ها داشته باشد.
هر مشکلی دارای مقیاس مکانی و گستره[14] مشخصی است. تشخیص مقیاس صحیح برای هر مشکل، به تبیین صحیح مسئله کمک می‌کند؛ و درک درست از مسئله، راه‌حل‌های صحیح را در دسترس قرار می‌دهد. هر راه‌حل ترکیبی از اقدامات متعدد متوالی یا همزمان است، که در قالب برنامه و یا سیاست ارائه می‌شود؛ که لازم است مقیاس‌های «زمانی-اداری-مکانی» اقدامات مشخص شده باشد:

- مقیاس‌های زمانی، در قالب «کوتاه‌مدت، میان‌مدت، بلندمدت» و نیز ترتیب پیشینی-پسینی آنها؛
- مقیاس‌های اداری، در قالب «بالادستی-پایین‌دستی» (مرتبط با دکترین، عالی، عادی، اجرایی)؛ و نیز
- مقیاس‌های مکانی، در قالب «ملی – میانی – محلی»، که میانی شامل استانی (از تقسیمات کشوری، و متولی توسعه) و حوضه‌ای (از تقسیمات جغرافیایی، و متولی پایایی) است.

هدف این وجه، طراحی فرآیندها به‌گونه‌ای است که هماهنگی میان تصمیم‌گیری در سطوح مختلف برقرار شود؛ و صدای گروداران در هر مقیاس شنیده و نظرات ایشان لحاظ گردد. در ایران، چندمقیاسی بودن حکمرانی آب تاکنون به شدت مغفول بوده است و تصمیم‌گیری از مرکز به مقیاس‌های میانی و محلی تفویض نشده است. تمرکز تصمیمات در تهران، مغایر با تنوع جغرافیای و اجتماعی سرزمین پهناور ایران است. برای نمونه، ساختارهای غیررسمی میانی و محلی حکمرانی و مدیریت آب در جای‌جای کشور با خصوصیات منحصر به‌فرد، به عنوان پایین‌ترین سطح اجرای حکمرانی و متناسب با شرایط محلی، وجود دارند. اما این ساختارها هرگز به رسمیت شناخته نشده‌اند؛ و از مشارکت آنان در حل مسائل استفاده نشده، و روش‌های بومی ایشان برای پیاده‌سازی نادیده گرفته شده است (رسائی و بیاتانی، ۱۳۹۹).

آمیختگی

این چهار وجه همه بیانگر یک واقعیت واحد هستند. به عبارت دیگر، نگاه به یک مسئله از چهار منظر مختلف، که هر یک وجهی خاص از واقعیت را نشان می‌دهد. نادیده گرفتن هر یک، درک ما از مشکل و تبیین مسئله را ناقص، و راه‌حل را ناکارآمد می‌سازد. امروزه، در عصر انسان‌ساخته[15] که در آن انسان نیروی اصلی تغییر در سیستم منابع-مصارف آب جهانی است؛ نگرش به حکمرانی و مدیریت آب باید از رویکرد سنتی به یک رویکرد چند وجهی متحول شود (Savenije و همکاران، ۲۰۱۴).
چهار محور کلیدی برای این تحول عبارتند از: ۱- سیستم‌های منابع-مصارف آب دیگر صرفاً طبیعی نیستند، زیرا انسان آنها را به شدت تغییر داده است؛ لذا پایایی این سیستم‌ها مستلزم تحلیل بسیار عمیق‌تر و چندوجهی است (و نه فقط تحلیل بُعد فنی-مهندسی). ۲- پایایی نباید فقط به معنای حفظ جریان یا کیفیت آب باشد؛ بلکه باید «عدالت (درون و میان نسلی) و امنیت غذایی، را در کنار حفظ اکوسیستم» نیز در بر گیرد. ۳- رفتار سیستم منابع-مصارف آب، امروزه غیرخطی و غیرقابل پیش‌بینی شده است؛ در این شرایط، حکمرانی باید چابکی و انعطاف‌پذیری لازم و کافی را با توجه جدی به «عدم‌قطعیت‌ها»، «سازگاری/ مدیریت تطبیقی»، و «پندآموزی و سیستم‌های یادگیرنده» در خود نهادینه نماید. ۴- حل مسائل آب نیاز به همکاری تخصص‌های متعدد، و نیز

مشـــارکت جوامع محلی، در فرآینـدهـای تصـــمیم‌گیری و سیاست‌گذاری دارد؛ که نتیجه آن تصمیمات و سیاست‌های مطلوب‌تر، مقبول‌تر، قابل پیاده‌سازی، و با تضمین بیشتر برای دستیابی به اهداف است.

حرف آخر

برای دسـتیابی به حکمرانی موثر و پایا، توجه همزمان به وجوه مختلف لازم اســـت. این رویکرد منجر به «یکپارچگی کامل» ســـیاســـت‌ها و اقـدامـات در تمـامی این وجوه، بـه‌ویژه در مقیاس‌های مختلف مکانی-اداری، می‌شـود. نادیده گرفتن هر یک از این وجوه، یا بی‌توجهی به ترتیب اهمیت آنها منجر به ناکارآمدی برنامه‌ها و تشـــدید بحران‌های آبی خواهد شـــد. اهمیت این وجوه (و نه اولویت آنها) به ترتیب مندرج در جدول (۴) پیشنهاد می‌گردد؛ زیرا تا ساختار حکمرانی «چندمقیاسی» نگردد و ملاحظات ســـیاســـتی «چنـدبُعـدی» نشـــونـد، ... «هماهنگی چندبخشـی» و نیز «به‌کارگیری زبده‌ترین مشـاوران چندرشته‌ای» راه به جایی نخواهند برد.

جدول ٤- ترتیب اهمیت وجوه چهارگانه حکمرانی آب و اقدامات مرتبط با هر یک

	نوع وجه	شرح
۱	بنیادی	استقرار حکمرانی آبِ چند سطحی در مقیاس‌های مکانی مختلف: برای آنکه «زمین بازی» حکمرانی برای هر مقیاس مشخص باشد. این یعنی تفویض حداکثری اختیار تصمیم‌گیری‌ها از تهران به مقیاس‌های میانی و محلی (متناسب با موضوعات) و به همین تناسب سپردن مسئولیت‌ها به این مقیاس‌ها؛ که نهایتاً مشارکت و پشتیبانی جوامع محلی از برنامه‌ها را فراهم می‌آورد.
۲		تصمیم‌گیری چندبُعدی: توجه به تمامی ابعاد (به‌ویژه ابعاد اجتماعی و محیط‌زیستی)، در تمامی مقیاس‌ها (از قانون‌گذاری تا تنظیم‌گری[۱۶])، با تمرکز بر اصلاح ضوابط، نهادها. این یعنی: پایان عصر تصمیم‌گیری «فقط فنی»؛ و آغاز تصمیم‌گیری جامع با توجه به تمام ابعاد مغفول تاکنون (یعنی توجه جدی به معیارهای پایایی، در ابعاد اقتصادی، اجتماعی، و اکولوژیکی).
۳	یکپارچگی	هماهنگی بین‌بخشی: در تمامی مقیاس‌های مکانی و اداری؛ که نیازمند آسیب‌شناسی و بازنگری ساختارهای موجود (مانند شورای عالی آب، کارگروه‌های استانی سازگاری با کم‌آبی و...)، برای رفع ناکارآمدی آنها است. ناهماهنگی موجود خسارات فراوانی به بار آورده و نباید ادامه یابد.
۴		به‌کارگیری تخصص‌های چندگانه، به معنای اینکه از مشاوران (و تصمیم‌سازان دیگر) انتظار می‌رود که از تخصص‌های ذیربط در حل مسئله کمک بگیرند.

در جمع‌بندی، باید پذیرفت: «حکمرانی آب، فرآیندی پیچیده، پویا و مشـارکتی اسـت؛ و با توجه به اهمیت وجوه، به ترتیب زیر موفق/کارآمد خواهد بود:

۱- بسـترسـازی برای تصـمیم متناسـب با مقیاس: اسـتقرار حکمرانی آب در مقیـاس‌هـای مختلف؛ و واگـذاری هر مشـکل به مقیاس متناسـب با آن، برای بررسـی مشـکل، تبیین مسئله و حل‌وفصل آن؛

۲- مهار پیامدهای نامطلوب: در تمامی مقیاس‌ها، قبل از اخذ هر تصـــمیم، آثار و عواقب آن بر ابعاد مختلف باید تحلیل و برآورد گردد؛

۳- انســجام افقی و عمودی: اخذ تصــمیمات یکپارچه بین بخش‌های مختلف درون مقیاس؛ و هماهنگی هر بخش با بخش مشـــابه خودش در مقیاس‌های بالادســـتی و پایین‌دستی؛

۴- چند تخصصی: بررسی مشکلات با حساسیت تخصصی (اسـتفاده حداکثری از تخصـص‌های ذیربط)، برای یافتن و ارائه بهترین گزینه‌ها.

در حکمرانی آب کشـور، اسـاسـاً دو وجه «چندمقیاسـی» و «چندبُعـدی» تـا کنون بـه‌طور کلی غـایـب هســـتـند. امـا برای هماهنگی میان بخش‌ها، دو تلاش مهم انجام شـده اسـت: ۱- «شورای عالی آب» بر اساس ماده۱۰ قانون تشکیل وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۷۹) با وظیفه «هماهنگي سیاستگذاری در زمینه تأمین، توزیع و مصـرف آب کشـور» ایجاد شـده اسـت؛ و ۲- تصـویب تشـکیل «کارگروه ملی سـازگاری با کم‌آبی در اسـفند ۱۳۹۶» در هیأت وزیران و متعاقباً تشـکیل کارگروه‌های اسـتانی آن طی دو ســـال بعدی. شـــوربختانه هر دو تلاش، در ایجاد هماهنگی و یا تغییر اساسی در حکمرانی و مدیریت آب کشور ناکام بوده‌اند. یکی از علل آن می‌تواند عدم توجه به وجوه چندمقیاسی و چندبُعدی (به عنوان بنیادهای حکمرانی موثر و پایـا) بـاشـــد. همچنین وزن بـالای مهنـدســـان در کلیـه تصمیم‌گیری‌های حکمرانی و مدیریت آب کشور، نشانگر عدم توجه به وجه چندتخصصی است. با این شرح، معلوم است که چرا وضـعیت منابع آب کشـور به این اندازه وخیم گشـته است.

لذا مشهود است که ایران اکنون، نیازمند تجدید نظر اساسی و فوری در سـازوکارهای حکمرانی و مدیریت آب کشـور است. تجدید نظری، در راستای رویکرد «مدیریت یکپارچه منابع آب» و ذیل گفتمان «حکمرانی خوب»، که انسـجام و یکپارچگی در تمـامی وجوه را فراهم خواهـد نمود. بـا چنین تجـدیـد نظری، برپایی حکمرانی موثر و پایای آب در تمامی مقیاس‌ها، محقق خواهد شـد؛ البته همراه با مشـارکت جامعه محلی، پایش و ارزیابی، پندآموزی و یادگیری، رصد پویایی‌ها و سازگاری با آنها، و در نهایت بهبود مستمر.

منابع

رســـائی، اردشـــیر، و بیاتانی، فاطمه. (۱۳۹۹). مبانی و اهمیت حکمرانی آب. بحران پژوهی جهان اسلام، ۷(۳)، ۶۹-۸۵.

کریمی میاندوآب، هادی، طاهری، سـیده محدثه، و درخشـان، هاشـــم. (۱۴۰۳). یادداشـــت تحلیلی: آشـــنایی با وجوه مختلف پایایی آب‌زیرزمینی. فصـــلنامه آب و توســـعه پایدار، ۱۱(۴)، ۲۰۷-۱۸۴.

ملک‌حسـینی، بتول، حلی‌سـاز، ارشـک، و محمدی کنگرانی، حنانه. (۱۴۰۳). آسـیب‌شـناسـی رابطه عمودی دولت و ذی‌نفعـان در مـدیریـت منـابع آب. مجلس و راهبرد، ۳۱(۱۱۹)، ۷۳-۱۰۴. https://doi.org/10.22034/mr.2023.5539.5270

هاشـمی، سـید مختار. (۱۳۹۶). حکمرانی محلی آب در ایران: مباحث، چالش‌ها و رویکردها. اولین کنفرانس حکمرانی و سیاستگذاری عمومی. ۱۳ و ۱۴ دی ۱۳۹۶، تهران، ایران.

Allan, J. A. (2001). The Middle East water question: hydropolitics and the global economy.

Biswas, A. K., & Tortajada, C. (2023). Reimagining water management. International Journal of Water Resources Development, 39(4), 549–556. https://doi.org/10.1080/07900627.2023.2222989

I.B. Tauris, London, England.

Islami, R., & Rahimi, A. (2019). Policymaking and Water Crisis in Iran. Quarterly Journal of the Macro and Strategic Policies, 7(27), 410-435. https://doi.org/10.32598/JMSP.7.3.5

Kaplan, R. S. (1996). The balanced scorecard: translating strategy into action. Harvard Business School Press. NewYork. United States.

North D.C. (1990). Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge University Press; P. 3.

North, D.C. (1991). Institutions. Journal of Economic Perspectives, 5(1), 97–112.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2001). Test No. 416: Two-Generation Reproduction Toxicity, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 4. OECD Publishing. Paris, England. https://doi.org/10.1787/9789264070868-en

Rahimi-Feyzabad, F., Yazdanpanah, M., Gholamrezai, S., & Ahmadvand, M. (2022). An analysis of the stakeholders of groundwater resources management in Iran. Environmental Science & Policy, 136, 270–281. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.06.014.

Robinson, j., & Acemoglu, D. (2012). Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity, and Poverty. Crown Publishing Group, a division of Random House, Inc., New York, USA.

Rosso, R. (2025). On Seven Principles of Water Governance. Water, 17(6), 896–896. https://doi.org/10.3390/w17060896

Savenije, H. H. G., Hoekstra, A. Y., & van der Zaag, P. (2014). Evolving water science in the Anthropocene, Hydrol. Earth Syst. Sci., 18, 319–332. https://doi.org/10.5194/hess-18-319-2014

UNDP. (1997). Governance for Sustainable Human Development: a policy document. New York, USA.

World Bank. (1992). Governance and Development. Washington, D.C, USA.

پی‌نوشت‌ها

1- Legitimacy

2- Extractive Institutions

3- Inclusive Institutions

4- Coupled System

۵- رزرو استراتژیک به ذخیره‌ای هدفمند و محافظت شده از منابع آب زیرزمینی گفته می‌شود که در جهت حفظ امنیت آبی، تنها در شرایط اضـطراری (مانند خشـکسـالی‌های شـدید) اجازه برداشـت آن داده می‌شـود. حجم این ذخیره باید برای گذر امن از شـرایط اضـطراری کفایت نماید؛ یعنی نیازهای حیاتی به آب را بتواند طی دوره اضـطرار عرضه نماید. رزرو اسـتراتژیک، نیازمند یک شـیوه‌نامه برداشت است (یعنی: تعیین دقیق شـرایط و میزان مجاز برداشـت با توجه به شـدت اضطرار)؛ و معمولاً با سازوکارهای بیمه و حمایت مالی همراه می‌باشد. رزرو اسـتراتژیک یک راهبرد بلندمدت اسـت که با حفظ بخشـی از ذخـایر آب زیرزمینی، امنیـت آبی جوامع امروز و آینـده را در برابر مخاطرات غیرقابل پیش‌بینی تضـمین می‌کند. موفقیت آن نیازمند قانون‌گذاری جامع، مشارکت جامعه محلی، و پایش دقیق است.

6- Global Water Partnership

7- Stakeholder

8- Wiched

9- Wicked

10- Multi- sectoral

11- Multi- Disciplinary

12- Multi- Disciplinary

13- Multi- Scale

14- Scope

15- Anthropocene

یادداشت سوم: مسئله آب ایران، مسئله‌ای سرکش

پویا شیرازی علیان[1*]، محمد حسینی[2]، ابراهیم میرزایی[3]

۱- مدیر پژوهشی پژوهشکده آب و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی آب، و همکار پژوهشکده آب و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
۳- دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
رایانامه نویسنده مسئول: pooya.shirazi.alian@alumni.um.ac.ir

مقدمه

آب از بنیادی‌ترین منابع برای توسعه اقتصادی، و بسیار مؤثر بر امنیت غذایی، سلامت عمومی و پایایی اکوسیستم‌ها است. در اهداف توسعه پایدار سازمان ملل نیز مکرر به ان اشاره شده است؛ در واقع موضوع اهداف ۶ و ۱۴ آب است، و نیز اهداف ۱، ۲،۳، ۱۱ و ۱۵ مستقیماً به آب مربوط می‌شوند. با این حال، تشدید تغییرات اقلیمی، رشد جمعیت، شهرنشینی، فشارهای ناشی از توسعه اقتصادی و افزایش تقاضا، و نیز بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب، بحران آب را به یکی از مهم‌ترین چالش‌های جهانی در قرن بیست‌ویکم تبدیل کرده است. ایران نیز به‌عنوان یکی از کشورهای واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، طی دهه‌های اخیر با مجموعه‌ای از چالش‌های به‌هم‌پیوسته از جمله افت منابع آب زیرزمینی، کاهش کیفیت آب، فرونشست زمین، تشدید تنش آبی و افزایش تعارضات میان ذی‌نفعان مواجه بوده است؛ چالش‌هایی که ابعاد آن‌ها فراتر از کمبود فیزیکی آب بوده و پیامدهای اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و حکمرانی گسترده‌ای را به همراه داشته‌اند (Islami و Rahimi، ۲۰۱۹). شواهد نشان می‌دهد که بسیاری از کشورها، علی‌رغم سرمایه‌گذاری گسترده در توسعه زیرساخت‌های آبی، فناوری‌های نوین و اصلاحات مدیریتی، همچنان با افت امنیت آبی، کاهش تاب‌آوری اکوسیستم‌ها و افزایش تعارض میان گرودارن مواجه هستند (Kolaski و همکاران ۲۰۲۰؛ Hu و همکاران، ۲۰۲۳) . این تجربه جهانی نشان می‌دهد که بحران آب را دیگر نمی‌توان صرفاً پیامد ضعف در مدیریت فنی منابع دانست؛ بلکه این بحران حاصل برهم‌کنش پیچیده عوامل اجتماعی، اقتصادی، نهادی، سیاسی و بوم‌شناختی است که در سطوح مختلف تصمیم‌گیری با یکدیگر تعامل دارند و پیامدهای آن به‌صورت پویا در طول زمان بازتولید می‌شود (Strawbridge و همکاران، ۲۰۲۵). در نتیجه، ادبیات معاصر به‌تدریج از رویکردهای سنتی مدیریت منابع آب فاصله گرفته و بر این نکته تأکید دارد که درک و مواجهه مؤثر با بحران آب مستلزم نگاهی فراتر از مداخلات فنی و توجه به کیفیت حکمرانی، سازوکارهای نهادی و فرایندهای تصمیم‌گیری است؛ تغییری پارادایمی که زمینه را برای بازاندیشی در ماهیت بحران آب نیز فراهم ساخته است.

در پاسخ به ناکامی رویکردهای سنتی مدیریت آب، طی دو دهه اخیر مفهوم حکمرانی آب به‌عنوان چارچوبی جامع برای هدایت تصمیم‌گیری‌ها و مدیریت منابع آب مورد توجه قرار گرفته است. برخلاف مدیریت آب که عمدتاً بر جنبه‌های پیاده‌سازی، اجرایی و بهره‌برداری از منابع متمرکز است؛ حکمرانی آب به مجموعه فرایندها، قواعد، نهادها و تعاملات میان کنشگران[1] برای تصمیم‌گیری و اقدام درباره منابع آب می‌پردازد (Lindsay و همکاران، ۲۰۲۵؛ Strawbridge و همکاران، ۲۰۲۵)

همچنین، مطالعات اخیر نشان می‌دهند که ادبیات حکمرانی آب از رویکردهای تکنوکراتیک فاصله گرفته و به سمت الگوهای چندمرکزی، تطبیقی و مشارکتی حرکت کرده است؛ به‌گونه‌ای که مشارکت ذی‌نفعان، شفافیت، پاسخگویی، عدالت آبی و هماهنگی نهادی به ارکان اصلی حکمرانی مؤثر تبدیل شده‌اند. این تحول برای کشورهایی مانند ایران، که مسئله آب در آن‌ها تحت تأثیر هم‌زمان عوامل طبیعی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی قرار دارد، اهمیت دوچندانی یافته است؛ زیرا تجربه سال‌های اخیر نشان داده است که اتکا به راهکارهای صرفاً فنی، بدون اصلاح سازوکارهای حکمرانی و هماهنگی میان گرودارن[2]، نمی‌تواند به حل پایدار مسائل آب منجر شود. از این‌رو، حل بحران آب دیگر صرفاً به توسعه زیرساخت‌ها یا ابزارهای مهندسی وابسته نیست، بلکه مستلزم اصلاح سازوکارهای حکمرانی، ارتقای ظرفیت‌های نهادی و تقویت فرایندهای مشارکتی در سطوح مختلف تصمیم‌گیری است (Agostini و همکاران، ۲۰۲۰).

شواهد نشان می‌دهد که بسیاری از نظام‌های حکمرانی آبف بدون توجه به این تحول مفهومی، همچنان در مواجهه با چالش‌های پیچیده و چندبعدی، عملکرد مطلوبی ندارند. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که شکست‌های حکمرانی آب صرفاً ناشی از ضعف‌های فنی یا کمبود منابع نیست، بلکه ریشه در عوامل نهادی، تعارض منافع، نبود هماهنگی میان سازمان‌ها، ضعف یادگیری سیاستی، محدودیت ظرفیت‌های حکمرانی و ناتوانی در سازگاری با شرایط متغیر دارد (Bolívar و همکاران، ۲۰۲۶؛ Li و همکاران، ۲۰۲۶).

افزون بر این، تجربه اجرای رویکردهایی مانند مدیریت یکپارچه منابع آب و حتی الگوهای نوین‌تر حکمرانی تطبیقی نشان می‌دهد که اگرچه این چارچوب‌ها ظرفیت قابل توجهی برای بهبود تصمیم‌گیری فراهم کرده‌اند، اما در عمل با چالش‌هایی نظیر دشواری مشارکت کارآمد، عدم تقارن قدرت، پیچیدگی نهادی و شکاف میان دانش و عمل مواجه می‌باشند

(Sideri و همکاران، ۲۰۱۸). که به نظر می‌رسد رفع این چالش‌ها، بهبود حکمرانی آب را می‌طلبد.

تجربه ایران نیز در سال‌های اخیر، با وجود اجرای طیف گسترده‌ای از اقدامات فنی و مداخلات مدیریتی دولتی، نشانگر آن است که بسیاری از مشکلات آب همچنان پابرجا مانده، و حتی در بسیاری از حوضه‌های آبریز تشدید شده‌اند. این موضوع که بیانگر آن است که صرفاً با اصلاح ابزارهای فنی و مدیریتی نمی‌توان بر چالش‌های موجود فائق آمد. ازاین‌رو به نظر می‌رسد بخش قابل توجهی از مسائل امروزین آب کشور، دارای ویژگی‌هایی هستند که با رویکردهای خطی، روابط علت و معلولی ساده تبیین نشده، و با راه‌حل‌های از پیش تعیین‌شده در مدیریت مرسوم و متعارف قابل حل نیستند. در واقع طی دهه‌های اخیر، افت مستمر منابع آب زیرزمینی، خشک‌شدن تالاب‌ها، افزایش تنش‌های آبی، گسترش تعارضات میان گرواران، تمرکزگرایی در تصمیم‌گیری، ناهماهنگی نهادی و اثرات فزاینده تغییرات اقلیمی، بحران آب ایران را به مسئله‌ای چندبعدی و پیچیده تبدیل کرده است. مسئله‌ای که ابعاد اجتماعی، اقتصادی، محیط‌زیستی و حکمرانی آن به‌طور جدایی‌ناپذیر در هم تنیده‌اند. (Islami و Rahimi،۲۰۱۹؛ Esmailzadeh و همکاران، ۲۰۲۵)

در چنین شرایطی، نظریه «مسئله سرکش» به یکی از مهمترین چارچوب‌های نظری برای تبیین چرایی ناکامی سیاست‌ها و نظام‌های حکمرانی در مواجهه با این دسته از بحران‌ها تبدیل شده است. مسائل متعارف (رام) که دارای تعریف روشن، روابط علت و معلولی نسبتاً مشخص و راه‌حل‌های قابل ارزیابی هستند. در مقابل، مسائل سرکش با ویژگی‌هایی همچون پیچیدگی سیستمی، عدم قطعیت، تعارض میان مطلوب‌های ذی‌نفعان، و مرزهای مبهم شناخته می‌شوند؛ و لذا دارای پیامدهای پیش‌بینی‌ناپذیر هستند (Hou و همکاران، ۲۰۲۲؛ Termeer و همکاران، ۲۰۱۹). مسائل سرکش، در مقام مقایسه با «مسائل رام»، ده ویژگی متفاوت دارند (Rittel وWebber ، ۱۹۷۳) که در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱ – ویژگی‌های مسائل سرکش

ردیف	ویژگی	شرح	توضیح
۱	تعریف روشن، نهایی و مورد اجماع ندارد	صورت‌بندی مسئله تابع ارزش‌های گرواران است.	هر گروه (کشاورزی، صنعت، شهروندان، صنعتگران، سمن‌ها)، مسئله را از زاویه خود می‌بینند؛ برای نمونه در مواجهه با خشکسالی: کشاورزان نیاز بیشتری به آب دارند؛ شهر درگیر کمبود آب است؛ و سمن‌ها نگران اکوسیستم هستند. همه درست می‌گویند، زیرا هر کدام با مسئله متفاوتی دارند. بنابراین، برای مسئله سرکش، تعریف واحد، قطعی و پذیرفته شده وجود ندارد و هر گروه ذی‌نفع، مسئله را بر اساس موقعیت، منافع و ارزش‌های خود صورت‌بندی می‌کند.
۲	قاعده توقف ندارد	هیچ معیار قطعی وجود ندارد که تشخیص دهد: آیا فرآیند حل مسئله باید متوقف شود؟	هیچ «پایان» قطعی برای حل مسئله آب وجود ندارد؛ چون پیرامون در حال تغییر است (آب‌وهوا و اقلیم، جمعیت، اقتصاد و فناوری). توقف حل مسئله به پایان یافتن خود مسئله مربوط نیست بلکه به عوامل بیرونی بستگی دارد (که خود مدام در حال تغییر است)؛ اما رضایت‌مندي از دستاوردها، نوعی پایان نسبی و موقتی است. برای نمونه، برخی سدها با اهداف مشخصی ساخته شده‌اند. اما به دلیل تغییر اقلیم و نیز تغییرات زیاد در تقاضای آب، بازنگری در این اهداف (مدیریت مخزن و تخصیص‌ها) ضروری می‌شود. این نوع بازنگری احتمالاً در آینده نیز مجدداً باید انجام گیرد (مدیریت مداوم). بنابرین، پرسش «آیا سد کارآمد است؟» دیگر صحیح نیست؛ بلکه: پرسش باید این باشد که با تنظیم جدید «وضعیت چقدر بهتر شده است؟». یا به‌عبارت‌دیگر، اگر موفق شدیم تا حدودی جلوی خسارات بیشتر را بگیریم، خودش یک موفقیت است. بنابراین، مسئله سرکش «قانون توقف» روشن ندارد؛ یعنی لحظه‌ای که بتوان با اطمینان ادعا کرد مسئله به‌طور نهایی حل شده است، قابل تعیین نیست. معمولاً به جای «حل نهایی»، با سلسله‌ای از تعدیل‌ها برای کاهش مخاطرات مواجه هستیم.
۳	راه‌حل مطلق ندارد	راه‌حل‌ها لزوماً درست یا غلط نیستند؛ بلکه بهتر یا بدتر ارزیابی می‌شوند.	هیچ راه‌حلی «مطلق» نیست؛ بلکه هر راه‌حلی، تعادلی موقت بین منافع متقابل است. برای نمونه استفاده از پساب برای آبیاری را کشاورزان با تردید (عواقب ناشناخته) نگاه می‌کنند؛ درحالی‌که برای تولید کننده پساب یک فرصت (فروش پساب) است؛ و برای شهروندان نگرانی از تأثیر نامطلوب بر سلامت را در پی دارد. هیچ کدام «غلط» نیستند، اما راه‌حل‌ها برای چگونگی استفاده از پساب، برای هر گروه «بهتر» یا «بدتر» ارزیابی می‌شود. در نهایت با چانه‌زنی یک معادل موقت حاصل می‌آید. یادآوری: عدم استفاده از پساب برای کشاورزان کم‌آبی، و برای شهروندان قیمت بیشتر محصولات را در پی خواهد داشت. بنابراین، راه‌حل‌های ارائه شده برای مسائل سرکش، از جنس «درست یا نادرست» نیستند، بلکه در طیف «بهتر یا بدتر» و از منظر ارزش‌ها و منافع متفاوت ارزیابی می‌شوند. به همین دلیل، هر سیاست یا مداخله تازه می‌تواند همزمان برای گروهی مطلوب و برای گروهی دیگر مسئله‌ساز باشد.

۴	راه‌حل‌ها قطعیت ندارند / آزمودنی نیستند	آزمودن آن پرهزینه یا ناشدنی است . یعنی: هیچ آزمون فوری یا نهایی برای ارزیابی صحت راه‌حل وجود ندارد.	تغییر، هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی بسیار بالایی دارد. برای نمونه: پروژه‌های انتقال آب بسیار پرهزینه هستند و آثار و عواقب بسیاری در پی دارند (هزینه‌های اجتماعی، مانند: تمرکز جمعیت، تغییر روابط؛ و هزینه‌های اکوسیستمی، مانند: تأثیر بر اکوسیستم مبداء/مقصد انتقال آب؛ دریاچه)؛ قبل از پیاده‌سازی هم آزمون شدنی نیستند. بنابراین از آنجا که، پیامدهای یک سیاست اغلب در بازه زمانی طولانی، در سطوح مختلف و به شکل ناهمگن بروز می‌کنند، سنجش موفقیت یا شکست مداخله ناممکن می‌شود.
۵	آثار جبران‌ناپذیر دارد	پیامدها دیرآشکار و غیرخطی هستند. بنابراین: هر راه‌حل، عملیاتی غیرقابل بازگشت است؛ زیرا پس از اجرا، امکان اصلاح آثار آن وجود ندارد.	پیامدها، به‌دلیل رابطه علت-معلولی پیچیده با علل و عوامل، ممکن است پس از چند ده سال آشکار شوند . در نتیجه پیامدها و آثار و عواقب آنها به آسانی قابل پیش‌بینی نیستند. برای نمونه پیامدهای اضافه برداشت از آبخوان‌ها را ببینید: ابتدا اُفت آبخوان مشاهده می‌شود، با گذشت سال‌ها اُفت کیفیت آب‌های زیرزمینی ملموس می‌شود، بعد از چند دهه نشست زمین، و در نهایت نابودی کشاورزی و مهاجرت جمعیت رخ می‌دهد. هیچ یک از این پیامدها در زمان مشاهده اولین اُفت آبخوان، قابل پیش‌بینی نبود. در واقع، هر راه‌حل موجی از پیامدها در پی دارد که طی بازه زمانی گسترده آشکار می‌شوند؛ و این پیامدها ممکن است دستاوردهای مورد نظر به‌دست آمده را تحت تاثیر قرار دهند! بنابراین، هر مداخله سیاستی در زمینه مسائل سرکش، نوعی «عملیات غیر قابل بازگشت» است، زیرا آثار آن در بسیاری از موارد تأخیری و انباشتی است. از این منظر، تصمیم‌گیری در قبال مسائل سرکش همواره با درجات بالای عدم‌قطعیت، ریسک و پیامدهای ناخواسته همراه است. همین امر نیاز به احتیاط، یادگیری تدریجی و سازوکارهای اصلاح مستمر سیاست را برجسته می‌کند.
۶	راه‌حل‌های متعدد قابل قبول وجود دارد.	راه‌حل‌ها یکتا، یا حتی محدود نیستند؛ یعنی: مجموعه راه‌حل‌های ممکن قابل شمارش یا توصیف کامل نیست!	برای هر مسئله می‌توان چندین راه‌حل متفاوت (و حتی مکمل) پیشنهاد داد؛ اما هیچکدام کامل نیستند. یک نمونه، جبران کمبود شهری است؛ راه‌حل‌ها عبارتند از: افزایش قیمت آب (با هدف کاهش تقاضا)؛ کاهش فشار آب تحویلی به منازل و ترویج استفاده از کاهنده مصرف با یارانه (با هدف کاهش مصارف)؛ تشدید اقدامات بازچرخانی آب به هر طریق (با هدف تأمین آب برای فضای سبز)؛ آموزش و حساس‌سازی عموم؛ تشدید اقدامات کاهش تلفات شبکه (تعویض لوله‌ها و کنترل فشار آب در شبکه توزیع)؛ و ...؛ که هیچکدام به تنهایی کافی نیست. ممکن است ترکیبی از این موارد به‌کار گرفته شود. در هر حال، می‌توان به فهرست راه‌حل‌های مناسب، همچنان مواردی افزود. یعنی، برای مسائل سرکش نمی‌توان مجموعه‌ای محدود، از پیش تعریف شده و کامل از گزینه‌های سیاستی متصور شد.
۷	هر مسئله یکتا است (عدم تکرارپذیری)	هر مسئله جنبه‌های منحصر به فرد، مرتبط با بافتار محلی دارد.	مسائل سرکش با ترکیبی از شرایط جغرافیایی، فرهنگی/اجتماعی، سیاسی و اقتصادی محلی درگیر هستند. برای نمونه: راهکارهای جبرانی خشکسالی که مهاجرت (ناشی از خشکسالی) را مهار نماید، در هر منطقه‌ای می‌تواند متفاوت از سایر مناطق باشد. اشتغال جایگزین یا پرداخت خسارت خشکسالی دو راه‌حل عمومی هستند؛ اما دور و نزدیکی منطقه بحران‌زده از مراکز جمعیتی پر جذبه و حضور اقوام و آشنایان قبلاً مهاجرت کرده در مقصد، کارآمدی/ اثربخشی این دو راه‌حل را از جایی به جای دیگر متفاوت می‌سازد. بنابراین، راه‌حلی که در جایی موفق بوده لزوماً قابل کپی‌برداری برای سایر جای‌ها نیست. رویکرد مهندسی (بر پایه استفاده از راه‌حل‌های مشابه برای مسائل ظاهراً مشابه)، در حل این نوع مسائل نه تنها کارگشا نیست؛ بلکه آسیب‌زایی دارد! در مجموع، هر مسئله سرکش، در عین داشتن اشتراکات مفهومی کلان با سایر مسائل سرکش، دارای یکتایی است که ناشی از شبکه‌ای از علل متداخل، ساختارهای نهادی، روایت‌ها و منازعات مخصوص همان مسئله می‌باشد.
۸	بستگی هر مسئله به سایر مسائل	هر مشکل نشانه مسئله‌ای عمیق‌تر است.	اینگونه مشکلات، معمولاً عارضه یک نقص سیستمی هستند (و نه یک مشکل فنی). برای نمونه: کاهش سطح آب دریاچه ارومیه، نشانه‌ای از ناکارآمدی نهادی (وزارت‌های نیرو، راه، کشاورزی، و سازمان محیط‌زیست)، عدم تعهد اقتصاد سیاسی (تخصیص بیش از حد آب، بدون ملاحظه اکوسیستم)، ناهنجاری رفتاری (فرهنگ اسراف آب، و اصرار بر توسعه اراضی فاریاب) باشد. در این صورت، بهترین راه‌حل‌های مهندسی (مثل سد)، بی‌فایده است. ازاین‌رو، ادبیات سیاستگذاری عمومی بر این نکته تأکید می‌کند که مواجهه با مسائل سرکش، بیش از آنکه به معنای «یافتن راه‌حل فنی بهینه» باشد، به معنای طراحی ترتیبات نهادی و فرایندهای حکمرانی است که بتوانند با این پیچیدگی، عدم‌قطعیت و تعارض میان ارزش‌ها، بصورت تدریجی و مشارکتی، انطباق یافته و کنار بیایند.

۹	صورت‌بندی مسئله تابع روایت غالب هر گروه است.	نوع تبیین، نوع تجویز را مشخص می‌کند.	روایت غالب (دیدگاه و روایت برتر در هر گروه از گرودران)، تعیین می‌کند که چه راه‌حل‌هایی در نظر گرفته شوند. برای نمونه در مورد کاهش سطح آب دریاچه ارومیه: ۱- با روایت «نتیجه خشکسالی طبیعی است»، راه‌حل باران است؛ ۲- با روایت «کشاورزی نامناسب آب مصرف می‌کند»، راه‌حل افزایش بهره‌وری آب کشاورزی است؛ و ۳- با روایت «سیاست‌های از بالا به پایین (مداخله سطح ملی در مسئله محلی) ناکارآمد بوده است»، راه‌حل تغییر ساختار تصمیم‌گیری و تفویض است. در حقیقت، محدوده مشکل و راه‌حل را روایت‌ها مشخص می‌کنند. بنابراین برای یافتن بهترین صورت‌بندی مسئله باید، تمامی روایت‌ها و ادله آنها در میدان گفتگو هم‌رسانی شوند (و یادگیری جمعی، از یکدیگر، شکل گیرد) تا روایت درست یا کامل (از ترکیب خرده روایت‌ها) آشکار شود.
۱۰	مسئولیت‌پذیری تصمیم‌گیرندگان در برابر پیامدها	تصمیم‌گیر در قبال پیامدها مسئولیت اخلاقی و سیاسی دارد، به‌ویژه آنها که غیرقابل بازگشت هستند؛ (منازعه سیاسی/ مقبولیت اجتماعی)	بسیاری از عواقب ممکن است غیر قابل بازگشت باشند. اشتباه در حل مسائل بدخیم غیر قابل جبران است؛ لذا تعهد سنگینی بر دوش مسئولین در برابر نسل‌های آینده وجود دارد. تصمیمات مسئولین آب، تأثیر عمیقی بر زندگی مردم، نسل‌های آینده، و سرزمین دارد؛ بنابراین تصمیم‌گیرندگان آب همیشه در معرض انتقاد قرار دارند. اما، اخذ تصمیم ضروری است. در این شرایط، معیارهای «اجماع، انصاف، تاب‌آوری، و کاهش ریسک» برای ارزیابی نسبی تصمیمات، با حضور کلیه گرودران و متخصصین ذی‌ربط، پیشنهاد شده‌اند.

مطالعات تجربی نشـــان داده‌اند که بســـیاری از چالش‌های حکـمرانی آب، از جملـه مـدیریـت منـابع آب، احیـای اکوســیســتم‌های آبی، ســازگاری با تغییرات اقلیمی و به‌ویژه بحران آب در کشـورهای خشـک و نیمه‌خشـک، واجد همین ویژگی‌ها هستند و ازاین‌رو صرفاً با رویکردهای خطی، بخشی و فنی، قابل مدیریت نیســتند (Keshtkar & Ghasemi ، ۲۰۲۶).
بر همین اساس، پژوهشگران بر این باورند که مواجهه مؤثر با این دسـته از مسـائل مسـتلزم توجه مسـتمر به رویکردهایی مـانـنـد حکمرانی تطبیقی، یـادگیری اجتمـاعی، مشـــارکـت ذی‌نفعان، و تاب‌آوری نهادی اســت؛ که به معنای چابکی در سیاست‌گذاری، با بازاندیشی‌ها و تجدیدنظرهای دائمی است.
با وجود رشـد سـریع این ادبیات، یافته‌های موجود همچنان پراکنده‌اند و تاکنون مرور نظام‌مند و جامع که به‌صـورت یکپارچه ارتباط میان نظریه مسئله سرکش و حکمرانی آب را با تأکید بر دلالت‌های آن برای کشـورهایی مانند ایران، تحلیل نموده و مسـیرهای آینده پژوهش را ترسـیم کند، محدود بوده اســت. ازاین‌رو، مطالعه حاضـر با مرور نظام‌مند ادبیات، به دنبال تلفیق شـواهد موجود و ارائه تصـویری منسـجم از این پیوند نظری و کاربردی است.
این مطالعـه بـا مرور انتقـادی ادبیـات، رونـد تحول مفهومی مســائـل ســرکش، کـاربرد آن در حکمرانی آب، مهم‌ترین رویکردهـای پیشـــنهـادی برای مواجهـه بـا این مســـائـل و شـکاف‌های دانشی موجود را یکپارچه‌سازی می‌کند. همچنین این مرور نظـام‌منـد، بـا فراتر رفتن از توصـــیف چـالش‌هـای حکمرانی آب، تلاش می‌کند شـــواهد موجود را در قالب یک چارچوب نظری منسـجم تلفیق کند. در نتیجه، نشـان دهد که چگونه نظریه مســائل ســرکش به درک عمیق‌تر علل ناکامی ســیاســت‌های آب می‌انجامد؛ و نیز در طراحی رویکردهای حکمرانی موفق‌تر، مؤثر باشد.
با توجه به اینکه بحران آب در ایران نیز تحت تأثیر برهم‌کنش پیچیده عوامل اقلیمی، نهادی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی قرار دارد، یافته‌های این مرور می‌تواند چشـــم‌اندازی مفهومی برای بازاندیشی در سیاست‌گذاری، ارتقای حکمرانی و هدایت پژوهش‌های آینده در حوزه آب کشـور فراهم سـازد؛ و بنابراین میدانی نو برای پژوهش‌های آینده و طراحی ســیاســت‌ها و چارچوب‌های حکمرانی، متناســب با ماهیت پیچیده و پویای چالش‌های آب، باز نماید.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در دو بخش، «جمع‌آوری و مرور ســیســتماتیک مســتندات» و ســپس «بررســی عمیق مســتندات و تجزیه و تحلیل یافته‌ها» انجام گرفته است.

بخش اول

طرح این مطالعه، بر اســاس دســتورالعمل PRISMA 2020 تدوین شــده اســت تا شــفافیت، قابلیت بازتولید و جامعیت مراحل مرور نظام‌مند تضــمین شــود. با توجه به «ماهیت پرســش پژوهش» و نیز «پراکندگی مفهومی، روش‌شــناختی و زمینه‌ای» مقالات و مطالعات بررســی شــده، امکان انجام فراتحلیل کمّی وجود نداشــت؛ ازاین‌رو، یافته‌ها با اســتفاده از ســنتز روایی[۳] و مطابق با توصــیه‌های دســتورالعمل SWiM تحلیل و یکپارچه شدند (Kolaski و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین تمامی مراحل مرور نظام‌مند شــامل طراحی راهبرد جســتجو، تعیین معیارهای ورود و خروج مطالعات، غربالگری منابع، اســتخراج داده‌ها، ارزیابی کیفیت روش‌شــناختی مطالعات و سنتز شواهد، بر اساس اصول و توصیه‌های معتبر ارائه‌شده در PRISMA 2020، راهنمای مؤسســه Joanna Briggs Institute (JBI) و راهنمای کاکرین[۴] انجام یافت (Kolaski و همکاران، ۲۰۲۳). این رویکرد امکان شــناســایی نظام‌مند شواهد، کاهش سوگیری در انتخاب مطالعات، و افزایش اعتبار یافته‌های پژوهش را فراهم می‌سازد.
از آنجا که هدف این مطالعه، تحلیل مفهومی و تبیین ابعاد نظری و کاربردی ارتباط میان نظریه مسائل سرکش و حکمرانی آب بود، تمرکز اصلی در «سنتز شواهد» بر شناسایی الگوهای

مشترک، روندهای مفهومی، چالش‌های حکمرانی، راهبردهای پیشنهادی و شکاف‌های دانشی موجود در ادبیات قرار گرفت؛ بنابراین، نتایج نه بر پایه تجمیع آماری داده‌ها، بلکه بر اساس مقایسه و تلفیق یافته‌های مطالعات منتخب ارائه گردیده است.

راهبرد جستجو و منابع اطلاعاتی

به‌منظور شناسایی جامع مطالعات مرتبط، جستجوی نظام‌مند منابع علمی در چندین پایگاه اطلاعاتی بین‌المللی شامل Scopus، Web of Science Core Collection، PubMed، Science Direct و Google Scholar انجام شد. انتخاب این پایگاه‌ها با توجه به ماهیت میان‌رشته‌ای موضوع پژوهش صورت گرفت؛ زیرا مطالعات مرتبط با نظریه مسائل سرکش و حکمرانی آب در حوزه‌های مختلفی نظیر مدیریت منابع آب، علوم محیط‌زیست، سیاست‌گذاری عمومی، حکمرانی، برنامه‌ریزی و توسعه پایدار منتشر شده‌اند. استفاده هم‌زمان از این پایگاه‌ها امکان شناسایی گسترده ادبیات مرتبط و کاهش احتمال سوگیری ناشی از محدود بودن منابع اطلاعاتی را فراهم ساخت(Kolaski و همکاران، ۲۰۲۳).

راهبرد جستجوی منابع به‌گونه‌ای طراحی شد که ضمن بازیابی حداکثری مطالعات مرتبط، از ورود مطالعات نامرتبط نیز تا حد امکان جلوگیری شود. برای این منظور، جستجو بر پایه مفاهیم اصلی پژوهش شامل مسائل سرکش، حکمرانی آب، مدیریت منابع آب، حکمرانی تطبیقی، حکمرانی مشارکتی و سیاست‌گذاری آب انجام شد و برای هر پایگاه، متناسب با ساختار نمایه‌سازی و قابلیت‌های جستجوی آن، از ترکیبی از اصطلاحات نمایه‌سازی‌شده و واژگان کلیدی مرتبط استفاده گردید. همچنین، با به‌کارگیری عملگرهای منطقی و ترکیب‌های مختلف واژگان، حساسیت و ویژگی راهبرد جستجو به‌گونه‌ای تنظیم شد که بیشترین پوشش ممکن از مطالعات مرتبط حاصل شود (Philips و همکاران، ۲۰۲۳). راهبرد جستجو پیش از اجرای نهایی مورد بازبینی و اصلاح قرار گرفت و نسخه کامل آن، به‌منظور تضمین قابلیت بازتولید پژوهش، در پیوست یادداشت ارائه شده است.

معیارهای انتخاب مقالات و مطالعات

معیارهای ورود و خروج مطالعات پیش از آغاز فرایند غربالگری و بر اساس سؤال پژوهش تعیین شدند تا انتخاب مطالعات به‌صورت نظام‌مند، شفاف و با حداقل سوگیری انجام شود. با توجه به ماهیت پژوهش، این معیارها بر مبنای چارچوب «جمعیت، مواجهه و پیامد»[5] معین شدند، که یکی از چارچوب‌های مناسب برای مرورهای نظام‌مند در حوزه‌های سیاست‌گذاری، حکمرانی و علوم اجتماعی به شمار می‌رود (Mayassah و Koch ، ۲۰۲۶).

مقالات و مطالعاتی وارد این مرور شدند که به بررسی ابعاد نظری، مفهومی یا تجربی مسائل سرکش در ارتباط با حکمرانی آب، مدیریت منابع آب، سیاست‌گذاری آب یا فرایندهای تصمیم‌گیری مرتبط با منابع-مصارف آب پرداخته بودند. همچنین، انواع مقالات پژوهشی اصیل، مطالعات موردی، پژوهش‌های کیفی، کمی و آمیخته و نیز مرورهای نظام‌مند مرتبط، به شرط انتشار در مجلات علمی معتبر، در این مرور اجازه ورود یافتند.

در مقابل، مطالعاتی که صرفاً بر جنبه‌های فنی، مهندسی یا هیدرولوژیکی منابع آب تمرکز داشتند و ارتباطی با ابعاد حکمرانی، سیاست‌گذاری یا نظریه مسائل سرکش نداشتند، از مطالعه کنار گذاشته شدند. همچنین، کتاب‌ها، فصل‌های کتاب، یادداشت‌های سردبیری، نامه به سردبیر، خلاصه مقالات همایش‌ها، پایان‌نامه‌ها، گزارش‌های فاقد داوری علمی و سایر منابعی که متن کامل آن‌ها در دسترس نبود، وارد فرایند سنتز شواهد نشدند. افزون بر این، مطالعاتی که به زبان‌هایی غیر از انگلیسی منتشر شده بودند یا اطلاعات کافی برای استخراج داده‌های مورد نیاز پژوهش را ارائه نمی‌کردند، از فرایند بررسی حذف شدند.

بازه زمانی تمامی جستجوها از ابتدای سال ۲۰۱۸ تا حال حاضر بوده است؛ و البته فقط مطالعات منتشرشده که متن کامل آن‌ها در دسترس بود، وارد مرحله غربالگری شدند. در انتها پس از جستجوی الکترونیکی، به‌منظور تضمین انسجام و ارتباط مطالعات منتخب با اهداف پژوهش، تمامی منابع بازیابی‌شده بر اساس معیارهای از پیش تعیین‌شده، به‌صورت دستی نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند؛ و تنها مطالعاتی وارد مرحله استخراج داده‌ها شدند که ارتباط مستقیم و کافی با موضوع کاربرد نظریه مسائل سرکش در حکمرانی آب را داشتند.

بخش دوم

پس از نهایی شدن فهرست مطالعات واجد شرایط، اطلاعات مورد نیاز از هر مطالعه، در یک فرم استخراج داده، گردآوری شد. فرم استخراج داده‌ها علاوه بر اطلاعات کتاب‌شناختی (نام نویسنده، سال انتشار و کشور محل مطالعه)، برای دستیابی به اهداف پژوهش، شامل ویژگی‌های روش‌شناختی پژوهش، نوع مطالعه، حوزه یا بستر مورد بررسی، اهداف پژوهش، چارچوب یا رویکرد نظری به‌کاررفته، مهم‌ترین یافته‌ها، چالش‌های شناسایی‌شده در حکمرانی آب، راهبردهای پیشنهادی برای مواجهه مشکلات (بویژه مرتبط با مسائل سرکش)، و نیز مهم‌ترین نتایج و پیشنهادهای ارائه‌شده در هر مطالعه بود. همچنین، در مواردی که مطالعات به شکاف‌های پژوهشی یا محدودیت‌های موجود اشاره کرده بودند، این اطلاعات نیز استخراج و ثبت شد تا در تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گیرد.

به‌منظور اطمینان از اعتبار شواهد مورد استفاده، کیفیت روش‌شناختی مطالعات نیز به‌صورت نظام‌مند ارزیابی شد. با توجه به اینکه مطالعات واردشده از نظر نوع «طرح پژوهش» شامل انواع پژوهش‌های کیفی، کمّی، آمیخته و مطالعات

موردی بودند، از ابزار ارزیابی مطالعات با روش‌های ترکیبی[۶] برای سنجش «کیفیت روش‌شناختی» آن‌ها استفاده شد. این ابزار یکی از شناخته‌شده‌ترین ابزارهای ارزیابی کیفیت در مرورهای نظام‌مند شامل مطالعات با طرح‌های پژوهشی متنوع است و امکان ارزیابی یکپارچه مطالعات با روش‌های مختلف را فراهم می‌کند. (Kolaski و همکاران، ۲۰۲۳)

ارزیابی کیفیت مطالعات به‌صورت مستقل توسط سه پژوهشگر انجام شد و در مواردی که میان ارزیابان اختلاف نظر وجود داشت، موضوع از طریق بحث و بررسی مشترک تا دستیابی به توافق نهایی برطرف گردید. نتایج این ارزیابی در تفسیر یافته‌ها و تحلیل نهایی مطالعات مورد توجه قرار گرفت؛ با این حال، هیچ مطالعه‌ای صرفاً به دلیل کیفیت روش‌شناختی پایین، از فرایند سنتز شواهد حذف نشد، بلکه نتایج هر مطالعه متناسب با سطح کیفیت آن تفسیر و مورد استناد قرار گرفت. این رویکرد با توصیه‌های مرورهای نظام‌مند در حوزه حکمرانی و سیاست‌گذاری همسو است و از حذف شواهدی که ممکن است از نظر مفهومی دارای ارزش باشند، جلوگیری می‌کند (Hassaniyan و Sohrabi، ۲۰۲۲).

نتایج و بحث

تحول مفهومی مسئله آب؛ از مهندسی منابع تا حکمرانی

نحوه مواجهه با مسئله آب طی چند دهه اخیر دستخوش تحولی اساسی شده است. در نخستین رویکردها، آب عمدتاً به‌عنوان یک منبع طبیعی با ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولوژیکی در نظر گرفته می‌شد و تمرکز اصلی بر جنبه‌های مهندسی (عرضه، توسعه زیرساخت‌ها، افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی، و انتقال آب) قرار داشت. در این چارچوب، فرض بر آن بود که کمبود آب عمدتاً ناشی از عدم تعادل میان عرضه و تقاضا است و می‌توان با توسعه فناوری، احداث سدها، انتقال بین‌حوضه‌ای، استخراج منابع آب زیرزمینی و بهبود سامانه‌های بهره‌برداری، این چالش را مدیریت نمود. در بسیاری از کشورها، این نگرش به توسعه زیرساخت‌های آبی منجر شد. اما به‌تدریج آشکار گشت که اتکا بر راهکارهای مهندسی، نه‌تنها قادر به حل پایدار بحران آب نیست، بلکه در برخی موارد زمینه‌ساز تشدید مشکلات محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی گشته است (Zahedi و همکاران، ۲۰۲۴؛ Mirzaei و همکاران، ۲۰۱۹). این روند در ایران نیز به‌وضوح قابل مشاهده است.

در ایران طی دهه‌های گذشته، بخش عمده سیاست‌های آبی کشور بر توسعه زیرساخت‌های عرضه‌محور، از جمله احداث سدهای بزرگ، انتقال بین‌حوضه‌ای آب، توسعه شبکه‌های آبیاری و افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی استوار بوده است. این اقدامات موجب افزایش ظرفیت تأمین آب شده‌اند. اما شواهد نشان می‌دهد که تداوم این رویکرد نه تنها نتوانسته از تشدید بحران آب جلوگیری نماید؛ بلکه پیامدهایی وخیمی مانند «افت شدید آبخوان‌ها، فرونشست زمین، خشکیدن تالاب‌ها و دریاچه‌ها، افزایش تعارضات اجتماعی، و در نهایت کاهش تاب‌آوری اکوسیستم‌ها و جوامع را به همراه داشته است (Mirzaei و همکاران، ۲۰۱۹؛ Ketabchi و همکاران، ۲۰۲۱). بنابراین و بر اساس این تجربه، آشکار گشته است که ریشه بحران آب در ایران را نمی‌توان فقط در محدودیت منابع طبیعی یا کمبود زیرساخت‌های فنی جستجو کرد، بلکه بخش مهمی از آن به نحوه تصمیم‌گیری، سیاست‌گذاری و حکمرانی منابع آب بازمی‌گردد.

همزمان با آشکار شدن محدودیت‌های رویکردهای سنتی، مفهوم حکمرانی آب به‌تدریج جایگاه محوری در ادبیات مدیریت منابع آب پیدا کرد. برخلاف مدیریت منابع آب که عمدتاً بر بهره‌برداری و کنترل فنی منابع تمرکز دارد، حکمرانی آب بر سازوکارهای تصمیم‌گیری، روابط نهادی، توزیع قدرت، مشارکت ذی‌نفعان، پاسخگویی، شفافیت و هماهنگی میان بازیگران مختلف تأکید می‌کند. در این رویکرد، محور نه مهندسی و نه مدیریت آب است؛ بلکه چگونگی تصمیم‌گیری درباره آب و نحوه تعامل میان دولت، بخش خصوصی، جوامع محلی، نهادهای مدنی و سایر ذی‌نفعان است (Strawbridge و همکاران، ۲۰۲۵).

ادبیات جدید حکمرانی آب نشان می‌دهد که موفقیت سیاست‌های آبی بیش از آنکه به توسعه فناوری یا افزایش سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی وابسته باشد، تابع کیفیت نهادها، ظرفیت یادگیری، انعطاف‌پذیری نظام حکمرانی، هماهنگی بین‌بخشی و میزان مشارکت گروداران است. ازاین‌رو، طی سال‌های اخیر، مفاهیمی نظیر حکمرانی تطبیقی، حکمرانی شبکه‌ای، یادگیری اجتماعی، مدیریت مشارکتی و تاب‌آوری نهادی به محور اصلی بسیاری از پژوهش‌های حوزه آب تبدیل شده‌اند (Lindsay و همکاران، ۲۰۲۵). با وجود این تغییر پارادایم، تجارب کشورها نشان می‌دهد که حتی برخی نظام‌های مبتنی بر حکمرانی نیز نتوانسته‌اند به راه‌حل‌های پایدار دست یابند.

دلیل اصلی این ناکامی آن است که بسیاری از مسائل آب، برخلاف تصور اولیه، دارای ساختاری خطی و قابل پیش‌بینی نیستند. این مسائل معمولاً تحت تأثیر برهم‌کنش هم‌زمان عوامل اقلیمی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و نهادی قرار دارند، که: مرز مشخصی ندارند، تعریف آن‌ها میان گروداران متفاوت است، و هرگونه مداخله می‌تواند پیامدهای پیش‌بینی‌نشده‌ای در سایر بخش‌های سیستم ایجاد کند. به همین دلیل، پژوهشگران به‌تدریج به این نتیجه رسیده‌اند که بسیاری از مشکلات آب-محور، را باید در قالب «مسائل سرکش» تعریف نمود؛ مسائلی که برای آن‌ها نمی‌توان راه‌حل قطعی، دائمی و جهان‌شمول ارائه نمود (Strawbridge و همکاران، ۲۰۲۵).

این تحول مفهومی در روند پژوهش‌های در ایران نیز به‌تدریج در حال ظهور است؛ برای نمونه: پژوهش‌های اخیر درباره احیای دریاچه ارومیه، مدیریت منابع آب زیرزمینی، تعارضات بهره‌برداران، انتقال آب بین‌حوضه‌ای، و مدیریت تقاضا. این

پژوهش‌ها نشـان می‌دهند که بسـیاری از ناکامی‌های بیش از آنکه ناشی از کمبود دانش فنی باشند، ریشه در تعارض منافع نهادی، تمرکزگرایی، نبود مشـارکت جوامع محلی، ناهماهنگی میان سـازمان‌ها، ... دارند. در مجموع به نظر می‌آید ناتوانی نظام حکمرانی آب کشـور از درک صحیح مشـکل و شـناسایی درست مسئله، و ناکارآمدی آن در سازگاری با پویایی مسئله، مسـبب بسـیاری از ناکامی‌ها اسـت (Hassaniyan و Sohrabi، ۲۰۲۲؛ Mirzaei و همکاران، ۲۰۱۹) . این شواهد بیانگر آن است که بحران آب ایران واجد بسـیاری از ویژگی‌هایی اسـت که در ادبیات مسـائل سـرکش برای اینگونه مسـائل توصـیف شـده است.

در نتیجه، تحول پژوهش‌های آب در دنیا (و اخیراً در ایران) را می‌توان به‌صورت یک مسیر تکاملی ترسیم نمود؛ مسیری که از مهندسی منابع آب (با تمرکز بر راهکارهای فنی) آغاز شده و اکنون به آرامی به حکمرانی آب با تأکید بر کیفیت «نهادها و فرایندهای تصـمیم‌گیری» رسـیده اسـت. اما در نهایت به این درک باید رسـید که بخش قابل توجهی از مسـائل لاینحل آب در زمره مسـائل سـرکش قرار دارند؛ که بدون پذیرش «عدم قطعیت بالا، پیچیدگی مسـئله، ضـرورت یادگیری مسـتمر، و مشـارکت واقعی گرودارن»، امکان مهار پیامدهای نامطلوب آن‌هـا وجود نخواهـد داشـت. این تحول مفهومی، مبنـای شـکل‌گیری ادبیات جدید حکمرانی آب بوده و زمینه را برای بررسی دقیق‌تر ویژگی‌های مسائل سرکش در حوزه آب فراهم نموده است که در بخش بعد به آن پرداخته می‌شود.

همان‌گونه که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، تحول ادبیات آب از یک رویکرد مهندسـی و عرضـه‌محور آغاز شـده، سـپس با ورود مفـاهیم حکمرانی بـه سـمـت توجـه بـه ابعـاد نهـادی، مشـارکتی و تصـمیم‌گیری حرکت کرده و در نهایت، با پذیرش ماهیت پیچیده چالش‌های آب، به چارچوب مسـائل سـرکش رسـیده اسـت. این تحول مفهومی، مبنای شـکل‌گیری ادبیات جـدیـد حکمرانی آب بوده و زمینـه را برای بررسـی دقیق‌تر ویژگی‌های مسائل سرکش در حوزه آب فراهم کرده است.

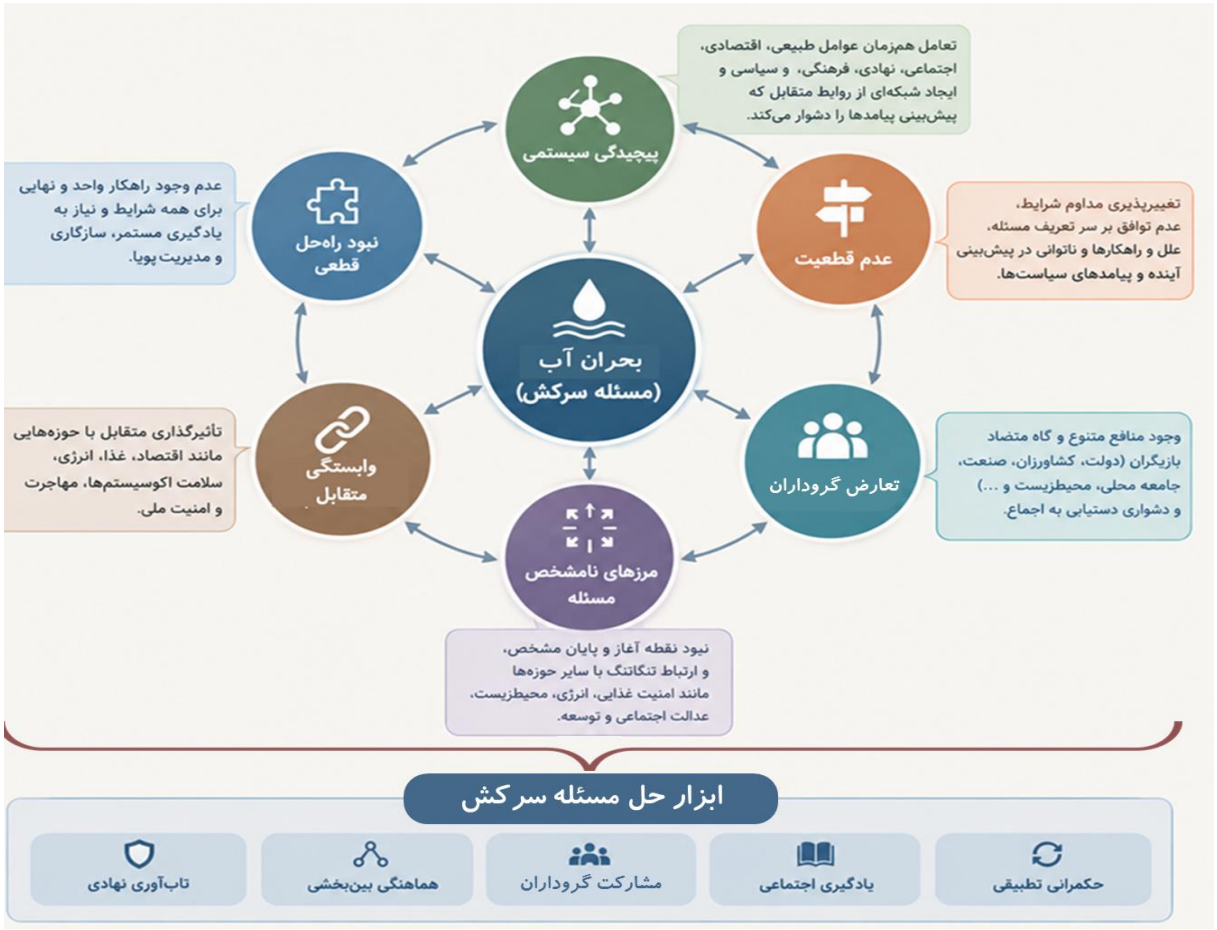
شکل ۱- سیر تحول نگاه به مسئله آب؛ از مدیریت منابع آب تا حکمرانی آب و سپس مسئله سرکش

مسائل سرکش در حکمرانی آب و محیط‌زیست

انسـان برای چند سـده، بویژه در سـده ۱۹۰۰ میلادی، در عصـر اوج‌گیری علوم فیزیکی و مهندسی، عموماً با روابط جهانشمول و فراگیر مواجه بوده؛ که بسـیاری از مسـائل را با به‌کارگیری راه‌حل‌های مشـخص (در قالب‌های از پیش تعریف شـده) مدیریت نموده است. اما امروزه در مواجهه با مسائل سرکش، تجویزهای فیزیک و مهندسـی، کارآمد نیسـتند. در واقع با توجه به ویژگی‌های مسـائل سـرکش (به جدول ۱ نگاه کنید)، نمی‌توان برای آنها راه‌حل نهایی و یا قطعی ارائه نمود. نظریه «مسئله سرکش»، نخستین بار توسط ریـتل و وبر (Rittel و Webber، ۱۹۷۳) مطرح شـد؛ و در سـال‌های اخیر به یکی از مهم‌ترین چـارچوب‌هـای نظری برای تحلیـل چـالش‌هـای حکمرانی، از جملـه حکمرانی آب، تبـدیـل شـده اسـت (Boonpattharatthiti و همکـاران، ۲۰۲۴). در واقع یکی از مهم‌ترین تحولات نظری در مطالعات حکمرانی، پذیرش این واقعیت است که همه مسائل عمومی ماهیت یکسانی ندارند. در مسـائل سـرکش، هیچ عامل واحدی مسـئول شـکل‌گیری بحران نیسـت؛ و پیامدها، حاصـل برهم‌کنش مجموعه‌ای از عوامل متعدد (طبیعی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی، فرهنگی و سیاسی) هستند. در حوزه مسائل آب «تغییرات اقلیمی، رشد جمعیت، سـیاسـت‌های توسـعه اقتصـادی، تغییر الگوهای مصـرف، رفتار و سـاختارهای نهادی، تحولات فناوری، و از همه مهمتر کنش- واکنش‌های اجتماعی»، همگی به‌طور هم‌زمان بر

یکدیگر و بر منابع-مصارف آب اثر می‌گذارند. این همه، شبکه‌ای گسترده و از روابط پیچیده و متقابل را ایجاد می‌کنند؛ که پیش‌بینی آینده را دشوار و لذا تصمیم‌گیری را با چالش مواجه می‌سازد. شکل (۲) این روابط متقابل و ماهیت سیستمی مسائل سرکش در حکمرانی آب را به‌صورت شماتیک نشان می‌دهد.

در چنین شرایطی، مداخله فقط در یک بخش از سیستم می‌تواند پیامدهایی ناخواسته در سایر بخش‌ها ایجاد کند و حتی خود به شکل‌گیری مسائل جدید منجر شود (Phillips و همکاران، ۲۰۲۳). در واقع مسائل حکمرانی آب نه به‌صورت مستقل، بلکه در قالب شبکه‌ای از تعاملات متقابل شکل می‌گیرند؛ به‌گونه‌ای که هرگونه مداخله در یکی از ابعاد مسئله می‌تواند سایر ابعاد را نیز تحت تأثیر قرار دهد. به عبارت دیگر، ویژگی‌های مسائل سرکش در حکمرانی آب مستقل از یکدیگر عمل نمی‌کنند، بلکه به یکدیگر متصل هستند و در قالب یک «شبکه بازخوران پویا» با یکدیگر برهم‌کنش دارند.



شکل ۲- ویژگی‌های مسائل سرکش در حکمرانی آب و روابط متقابل آن‌ها

از سوی دیگر، عدم قطعیت بالا، ناشی از «تغییرات اقلیمی، نوسانات اقتصادی، تحولات اجتماعی و تغییر اولویت‌های سیاستی» باعث می‌شوند شرایط مسئله به‌طور مستمر تغییر کند؛ لذا تصمیم‌هایی که در یک مقطع زمانی مناسب به نظر می‌رسند، در آینده کارایی خود را از دست بدهند. ازاین‌رو، حکمرانی آب برای سازگاری با شرایط جدید مستمراً نیازمند بازنگری سیاست‌ها (بر اساس یادگیری از گذشته و پیش‌نگری آینده) است (Hu و همکاران، ۲۰۲۰).

ویژگی دیگر مسائل سرکش، مرزهای نامشخص مسئله است. برخلاف مسائل متعارف که دامنه و حدود آن‌ها نسبتاً روشن است، مسائل سرکش نقطه آغاز و پایان مشخصی ندارند و به‌طور مداوم با سایر مسائل در تعامل هستند. برای مثال، بحران آب با امنیت غذایی، انرژی، مهاجرت، توسعه منطقه‌ای، عدالت اجتماعی، سلامت اکوسیستم‌ها و حتی امنیت ملی ارتباطی تنگاتنگ دارد. ازاین‌رو، هرگونه سیاست در یکی از این حوزه‌ها می‌تواند بر وضعیت منابع آب اثرگذار باشد و بالعکس. این وابستگی متقابل سبب می‌شود که اتخاذ تصمیمات صحیح در مدیریت آب، بدون در نظر گرفتن سایر جنبه‌های توسعه پایا عملاً امکان‌پذیر نباشد (Zahedi و همکاران، ۲۰۲۴).

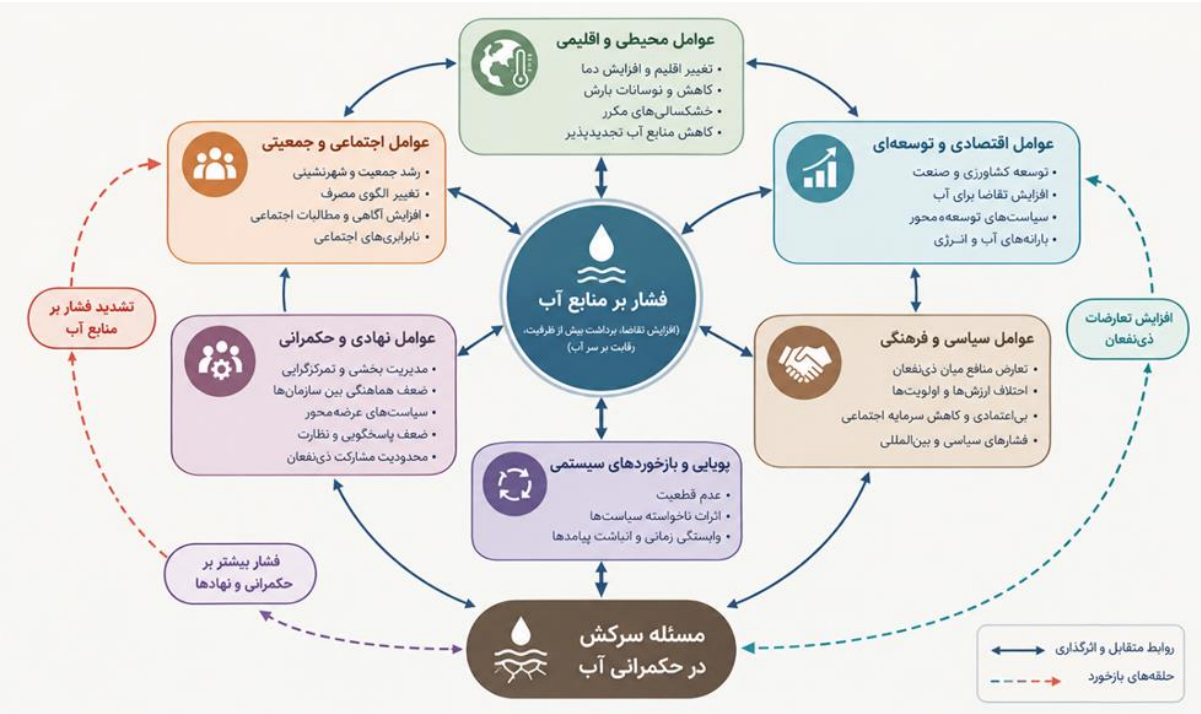
با توجه به ویژگی‌های پیش‌گفته و به‌دلیل تعدد گروداران و تعارض کنشگران، در مسائل سرکش حتی درباره «تعریف مسئله، علل اصلی آن و اثربخش‌ترین راهکارها» نیز توافق وجود ندارد. وضعیت منابع-مصارف آب، هم‌زمان نیازها و

مطلوبیت‌های گروه‌های متعددی در بخش خصوصی یا عمومی (اعم از کشاورزان، صنایع، و سایر شهروندان) را، و حتی نسل‌های آینده را، تحت تأثیر قرار می‌دهد. هر یک از این کنشگران، مسئله آب را از منظر «اهداف، ارزش‌ها و منافع» خود تعریف می‌کنند؛ در نتیجه، دستیابی به اجماع درباره راهکارهای مناسب به آسانی ممکن نیست.

در واقع بسیاری از تعارضات آبی، بیش از آنکه ناشی از کمبود فیزیکی آب باشند، حاصل اختلاف در نحوه تخصیص، توزیع و بهره‌برداری از منابع آب هستند. چنین اختلافاتی در مواردی به رقابت‌های مخرب میان کنشگران متعارض منتهی می‌شوند؛ که تشدید برداشت‌ها و زوال منابع آب را در پی دارد (یا همان تراژدی منابع مشترک). به همین دلیل، حکمرانی آب بیش از آنکه یک مسئله فنی باشد، مسئله‌ای مرتبط با مدیریت و حل‌وفصل تعارضات، جلب مشارکت گرواران، و ایجاد وفاق میان ایشان است. به همین لحاظ در مواجهه با مسائل سرکش، هدف حکمرانی به جای رفع کامل مشکل، باید افزایش ظرفیت نهاد/ حکمرانی برای یادگیری، سازگاری و مدیریت مستمر این نوع مشکلات باشد (Bamal و همکاران، ۲۰۲۳).

عوامل مؤثر بر شکل‌گیری مسائل سرکش

بررسی مطالعات نشان می‌دهد که شکل‌گیری مسائل سرکش در مباحث آب را نمی‌توان به یک عامل منفرد نسبت داد؛ بلکه این مسائل محصول برهم‌کنش مجموعه‌ای از عوامل طبیعی، اجتماعی، اقتصادی، نهادی و سیاسی هستند که در طول زمان یکدیگر را تقویت کرده‌اند. در چنین شرایطی، هر عامل نه‌تنها به‌طور مستقل بر وضعیت منابع آب اثر می‌گذارد، بلکه از طریق ایجاد حلقه‌های بازخورد، شدت و پیچیدگی سایر عوامل را نیز افزایش می‌دهد. به همین دلیل، پژوهشگران بر این باورند که درک مسائل سرکش مستلزم تحلیل هم‌زمان این نیروهای محرک و روابط متقابل میان آن‌ها است (Xun و همکاران، ۲۰۲۳؛ Hu و همکاران، ۲۰۲۰). برخلاف رویکردهای خطی که بحران آب را حاصل یک یا چند عامل مستقل می‌دانند، مرور مطالعات نشان می‌دهد که شکل‌گیری مسائل سرکش نتیجه تعامل پویا میان عوامل محیطی، اجتماعی، اقتصادی، نهادی و سیاسی است (شکل ۳).



شکل۳- چارچوب مفهومی عوامل شکل‌دهنده مسائل سرکش در حکمرانی آب

همان‌گونه که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، این عوامل از طریق حلقه‌های بازخور، یکدیگر را تقویت کرده و موجب بازتولید مستمر پیچیدگی در نظام حکمرانی آب می‌شوند. یعنی هیچ‌یک از عوامل به‌تنهایی منشأ مسئله سرکش نیستند؛ بلکه آنچه مسئله آب را سرکش می‌سازد، برهم‌کنش مستمر میان این عوامل و شکل‌گیری چرخه‌های بازخور است.

در چنین شرایطی، مداخلات یک بُعدی و تک بخشی، نه‌تنها ممکن است به حل مسئله منجر نشوند، بلکه در برخی موارد با ایجاد پیامدهای ناخواسته، ممکن است به تشدید بحران نیز به انجامند. یادآوری این نکته مهم است که مدیران کنترل برخی از عوامل را می‌توانند در دست داشته باشند (برخی

دیگر از عوامل خارج از حیطه اختیارات و توان آنها است)؛ لذا صرفاً با مدیریت همین عوامل باید شرایط را سامان دهند.
یکی از مهم‌ترین عوامل، فشارهای محیط‌زیستی و اقلیمی است. تغییر اقلیم، افزایش فراوانی و شدت خشکسالی‌ها، تغییر الگوی بارش، افزایش دما و کاهش قابلیت تجدید منابع آب، میزان عدم قطعیت در برنامه‌ریزی منابع آب را افزایش داده است. بااین‌حال، مطالعات تأکید می‌کنند که این عوامل به‌تنهایی منشأ بحران نیستند، بلکه در تعامل با شیوه‌های ناپایدار بهره‌برداری و ضعف حکمرانی، آثار بسیار شدیدتری بر منابع آب بر جای می‌گذارند (Agostini و همکاران، ۲۰۲۰). در واقع می‌بایست با پیش‌نگری به موقع، سازگاری / پیشگیری پیش‌دستانه به‌عمل می‌آمد.
عامل دوم، فشارهای جمعیتی، اقتصادی و توسعه‌ای است. رشد جمعیت، شهرنشینی، افزایش تقاضا برای آب، توسعه کشاورزی و گسترش فعالیت‌های صنعتی موجب افزایش برداشت از منابع آب شده‌اند. در بسیاری از کشورها، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، سیاست‌های توسعه مبتنی بر افزایش عرضه آب و حمایت‌های گسترده از بخش کشاورزی، فشار بر منابع آب را به‌مراتب بیشتر کرده و موجب شده است تقاضا با ظرفیت طبیعی منابع آب همخوانی نداشته باشند (Shahraki و همکاران، ۲۰۲۳؛ Hassaniyan، ۲۰۲۴).
عامل سوم، ضعف ساختارهای حکمرانی و نهادهای تصمیم‌گیر است که در بسیاری از مطالعات به‌عنوان مهم‌ترین منشأ سرکشی مسائل آب معرفی شده است. پراکندگی مسئولیت‌ها میان سازمان‌های متعدد، ضعف هماهنگی بین‌بخشی، تمرکزگرایی، تعارض منافع، نبود پاسخگویی و مشارکت محدود گروداران، ظرفیت نظام حکمرانی را برای اتخاذ تصمیم‌های یکپارچه کاهش می‌دهد. در چنین شرایطی، سیاست‌های اتخاذشده اغلب بخشی، کوتاه‌مدت و واکنشی بوده و مدیران از پرداختن به ریشه‌های مسئله بازمی‌مانند (Shahraki و همکاران، ۲۰۲۳).
چهارمین عامل، تعارض منافع و چندگانگی ذی‌نفعان است. حکمرانی آب با حضور طیف گسترده‌ای از کنشگران روبرو است (شامل نهادهای خصوصی و عمومی، و کاربری‌های متنوع مانند کشاورزی، صنعت، و شهر، و نیز حضور سازمان‌های محیط‌زیستی، جوامع محلی، و مصرف‌کنندگان شهری)؛ که هر یک اهداف، ارزش‌ها و انتظارات متفاوتی دارند. این گوناگونی گسترده، سبب می‌شود که حتی در صورت توافق بر تعریف مسئله، دستیابی به توافق درباره راه‌حل مناسب دشوار باشد؛ که دلایل آن ضعف سازوکارهای مشارکت، نبود اعتماد متقابل، و رواج نداشتن گفتگو میان گروداران است (Esmailzadeh و همکاران، ۲۰۲۵؛ Bijani و همکاران، ۲۰۲۰).
عامل پنجم، پویایی بالا سیستم و پیرامون، و نیز فراوانی بازخورها است. تصمیم‌های اتخاذشده در نظام آب معمولاً پیامدهایی دارند که با تأخیر زمانی ظاهر می‌شوند؛ و اغلب خود منشأ مسائل جدیدی هستند. برای مثال، توسعه زیرساخت‌های تأمین آب ممکن است در کوتاه‌مدت کمبود آب را کاهش دهد، اما در بلندمدت با افزایش تقاضا، تغییر الگوی توسعه و تشویق به بهره‌برداری بیشتر، فشار مضاعفی بر منابع وارد کند. این بازخوردهای مثبت موجب می‌شوند که مسئله به‌طور مستمر بازتولید شود و هیچ راه‌حل قطعی و دائمی برای آن وجود نداشته باشد (Esmailzadeh و همکاران، ۲۰۲۵؛ Islami و Rahimi، ۲۰۱۹).
در مجموع، مرور ادبیات نشان می‌دهد که سرکش شدن مسائل حکمرانی آب، نتیجه انباشت و تعامل مستمر این عوامل است، نه پیامد عملکرد یک بخش یا یک تصمیم خاص. ازاین‌رو، هرگونه راهبرد برای مواجهه با این مسائل باید بر شناخت روابط میان نیروهای پیشران، تقویت ظرفیت‌های نهادی، ارتقای مشارکت جوامع محلی، و افزایش انعطاف‌پذیری و چابکی نظام حکمرانی استوار باشد.
در ایران نیز مطالعات انجام‌شده درباره تعارضات آب کشاورزی، مدیریت حوضه‌های آبریز و احیای دریاچه ارومیه و ... نشان می‌دهد که تعارض میان گروداران، ضعف مشارکت بهره‌برداران، تصمیم‌گیری متمرکز (دولتی و ملی)، و نبود سازوکارهای مؤثر برای گفتگو و رفع تعارضات، از مهم‌ترین دلایل ناکارآمدی حکمرانی آب محسوب می‌شوند (Esmailzadeh و همکاران، ۲۰۲۵).

دو پژوهش ارزنده

تا اینجا دانسته شد که بحران آب نه دارای یک علت واحد است، نه راه‌حلی واحد دارد، و نه می‌توان آن را صرفاً با ابزارهای فنی مدیریت کرد. امروزه بیش از هر چیز، موفقیت مدیران آب به توانایی نظام‌های حکمرانی آب در مواجهه با مسائل سرکش (با درک تمامی ویژگی‌های آن) وابسته است. بنابراین، نباید به نظریه مسائل سرکش صرفاً به‌عنوان یک چارچوب توصیفی نگریست، بلکه این نظریه مبنایی تحلیلی برای بازاندیشی در شیوه سیاست‌گذاری و حکمرانی آب محسوب می‌شود.
برای نمونه در یک مقاله به ارتباط بین چارچوب‌های «حکمرانی تطبیقی» و «سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک[۷]» (**SES**)، پرداخته شده است؛ و در این راستا، به‌عنوان مثال پیچیدگی مدیریت پایای منابع طبیعی (از جمله آب) را، به‌علت سرکش بودن مسئله می‌داند (Pahl-Wostl، ۲۰۱۹). این مقاله در ادامه، دلیل ناکارآمدی رویکردهای سنتی حکمرانی (مرکزی، قانون‌گرا، برنامه‌ریزی بلندمدت) را عدم درک ویژگی‌های مسائل سرکش می‌خواند؛ و راه‌حل را در حکمرانی تطبیقی و نگرش سیستمی در قالب SES نشان می‌دهد. مقاله استدلال می‌کند که بسیاری از مسائل آب (مثل یکپارچگی قواعد، توزیع عادلانه، مقابله با خشکسالی) از جنس مسائل سرکش هستند؛ زیرا تعریف روشن، نهایی و مورد اجماع ندارند، راه‌حل‌ها یکتا نیستند و پیامدهای غیرخطی و دیرآشکار دارند.
نگارنده با مطرح نمودن SES، به‌جای تفکیک «طبیعت» و «جامعه»، آنها به‌عنوان یک سیستم یکپارچه و پویا

می‌شناساند. آب در این میان، تنها یک منبع طبیعی نیست، بلکه یک پیوند دهنده است؛ میان «اکوسیستم، اجتماع، فرهنگ، اقتصاد و سیاست». تغییر در هر یک از این اجزاء، تأثیرات غیرخطی بر سایرین (مانند شکل‌گیری مهاجرت و یا تغییر ساختار حکومت‌ها) دارد. این دقیقاً همان «مسئله سرکش» است که در بستر SES، با تعامل میان چندین عرصه، قابل تعریف است. در نهایت مقاله، حکمرانی تطبیقی را به‌عنوان راه‌حل این مسائل پیشنهاد می‌دهد؛ و آن را ترکیبی از سه ویژگی زیر می‌داند؛ که بازهم اشاره به برخی خصوصیات مسئله سرکش دارد:

۱- یادگیری مداوم: تصمیم‌گیری بر اساس رصد پویایی پیرامون و بازخورهای دریافتی از آن؛

۲- مشارکت تمامی گروداران: تصمیم‌گیری در فضایی از تعامل بین مسئولین، شهروندان، علم و کسب‌وکار؛

۳- انعطاف‌پذیری و چابکی: قوانین و سازمان‌ها توانایی تغییر در برابر بحران‌ها و شوک‌ها را داشته باشند.

یکی دیگر از تلاش‌های ارزشمند در این دهه، تبدیل مفهوم «مسائل سرکش» به **چارچوبی کاربردی** برای برنامه‌ریزی واقع‌گرایانه است (Chan، ۲۰۲۲). در این مقاله، ویژگی‌ها دهگانه موسسین (ریتل و وبر)، همان معیارهای روش‌شناختی برای برنامه‌ریزی در مواجهه با مسائل سرکش تلقی شده است. برای نمونه: وقتی بدانیم که مسئله «تعریف روشن، نهایی و مورد اجماع ندارد» (ویژگی ۱)، متعاقباً نیاز به رویکردهای مشارکتی و مذاکره‌محور مطرح می‌شود. همچنین وقتی نگران «پیامدها دیرآشکار و غیرخطی» (ویژگی ۵) باشیم، بلافاصله نیاز به رویکردهای تطبیقی مطرح می‌شود. در واقع هر یک از ویژگی‌ها، بر لزوم به‌کارگیری رویکردهایی مشخص اصرار می‌ورزند و از همین طریق امکان ارزیابی «سرکش بودن مسئله» فراهم می‌شود؛ در پاسخ به این پرسش که: «آیا با اتخاذ رویکردهای مشخص، امکان دستیابی به راه‌حل نسبی برای مسئله وجود دارد؟».

مقاله چان و ژیانگ نشان داد بسیاری از مشکلات مانای محیط‌زیستی (و آب)، با تأسی به چارچوب «مسائل سرکش» قابل حل‌وفصل هستند؛ مشکلاتی که هم‌زمان در عرصه‌های متفاوت مواجه هستند با: ۱- با تنوع و تعدد گروداران در سطوح ملی تا محلی (دولت‌ها، کشاورزان، صنایع، سمن‌ها)، ۲- تقابل ارزش‌ها (اقتصاد در برابر محیط‌زیست)، ۳- وابستگی نهادی به بافتار و مسیر، و نیز ۴- هزینه‌های بالای جابه‌جایی سیاست‌ها.

چان و ژیانگ همچنین، برخی مسائل به ظاهر سرکش را، «رام‌شدنی» می‌خوانند؛ یعنی مسائل پیچیده‌ای که با خُرد شدن، به مسائل ساده تبدیل می‌شوند. در تئوری، برای حل مسائل سرکش، نیاز به تغییر در ارزش‌ها، فرهنگ، قدرت و یا روابط نهادی است. درحالی‌که برای حل مسائل «رام‌شدنی» (که ابتدا سرکش به نظر می‌آیند)، تنها تغییر در ساختار فنی، سازمانی و یا ضوابط قانونی کفایت دارد. بنابراین و برای نمونه، اگر گروداران بتوانند حتی به‌صورت موقت یا جزئی، از اولویت‌های متناقض خود دست بکشند، ممکن است مسئله سرکش به رام تبدیل شود؛ اما اگر اولویت‌ها غیرقابل مذاکره فرض شوند، مسئله همچنان سرکش باقی می‌ماند.

در هر حال، چان و ژیانگ هشدار می‌دهند اعتماد بی‌پایه به روش‌های مرسوم و سنتی (مهندسی/ فناوری و مدل‌های ریاضی) ممکن است مسئله سرکش را سخت‌تر کند؛ زیرا، مباحث اجتماعی و اقتصادی و ارزش‌ها را نادیده می‌گیرد؛ و با ادعای حل مسئله، اقدامات اثربخش را به تعویق می‌اندازد. آنان یک «رویکرد مذاکره‌محور» را پیشنهاد می‌دهند، و معتقد هستند: تصمیم برای برنامه‌ریزی بخش عمومی، نباید در ادارات یا دفاتر فنی گرفته شود؛ بلکه باید در فضای مشارکتی با حضور کلیه گروداران، با شفافیت و اطلاع‌رسانی، صورت پذیرد.

چرا مسئله آب ایران یک مسئله سرکش است؟

شرایط وخیم منابع-مصارف آب کشور نشان می‌دهد که مسئله آب ایران نمونه‌ای شاخص از یک مسئله سرکش است. مسئله‌ای که به‌دلیل پیامدهای انباشته شده و نیز برهم‌کنش مستمر عوامل اقلیمی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی، سیاستی و بوم‌شناختی، عمق یافته است. این عوامل در طول چند دهه بر یکدیگر اثر گذاشته و به‌تدریج شبکه‌ای از روابط پیچیده و بازخورهای تقویت‌کننده ایجاد کرده‌اند (Mortazavi، ۲۰۲۵).

قطعا کاهش بارندگی، خشکسالی‌های مکرر، رشد جمعیت کلان‌شهرها، و تغییرات اقلیمی، اگرچه نقش مهمی در تشدید تنش آبی داشته‌اند. اما اینها عوامل بیرونی هستند؛ که مدیریت آب می‌بایست با یادگیری و رصد، آثار و پیامدهای محتمل آنها را شناسایی می‌کرد، و مهار می‌نمود. اما در دهه‌های گذشته، سیاست‌های توسعه سدسازی، توسعه کشاورزی برای خودکفایی، یارانه‌های گسترده آب و انرژی، اجرای طرح‌های انتقال بین‌حوضه‌ای، و نیز الگوی نامتوازن توسعه منطقه‌ای، همگی در تعامل با یکدیگر موجب افزایش فشار بر منابع آب شده‌اند (Mirzaei و همکاران، ۲۰۱۹). دقیقاً مانند راننده‌ای که در جاده‌ای ناآشنا می‌راند، و اگر نتواند با چابکی از پیچ‌های جاده (عوامل بیرونی) عبور نماید، و اگر غفلت نماید، از جاده منحرف می‌گردد. مطالعات متعدد نشان می‌دهند که غفلت‌های نهادی سهم تعیین‌کننده‌تری در وضعیت کنونی دارند. برای نمونه پژوهش‌های هیدرولوژیک نشان می‌دهند که تنها حدود ۳۲٪ از اُفت آبخوان‌های زیرزمینی به علت کاهش تجدیدپذیری منابع آب (ناشی از تغییر اقلیم) است؛ و حدود ۶۸٪ دیگر ناشی از سیاست‌های غلط، منتهی به اضافه برداشت‌ها، است (Chandanpurkar و همکاران، ۲۰۲۵).

علاوه بر این، در ایران تقسیم مسئولیت‌های مرتبط با آب میان سازمان‌ها و نهادهای مختلف، با ناهماهنگی جدی همراه بوده است. مطالعات نشان می‌دهند که تمرکزگرایی در تصمیم‌گیری و ضعف هماهنگی میان بخش‌های آب،

کشاورزی، محیط‌زیست و توسعه منطقه‌ای، ظرفیت نظام حکمرانی را برای اتخاذ تصمیم‌های یکپارچه را به شدت کاهش داده است (Ketabchi، ۲۰۲۱). در نتیجه بسیاری از سیاست‌های بخشی، به جای حل مسئله، منجر به انتقال عواقب و پیامدهای نامطلوب به سایر بخش‌ها یا مناطق پائین دست، شده‌اند.

مسئله آب ایران همچنین با عدم قطعیت و تغییرات زمانی همراه است (شامل: تغییرات اقلیمی، نوسانات بارش، رشد جمعیت، تغییر الگوهای مصرف، تحولات اقتصادی و تغییر اولویت‌های توسعه)؛ لذا شرایط مسئله به‌طور مستمر دگرگون می‌شود. تجربه خشک شدن دریاچه ارومیه، افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی و فرونشست زمین در بسیاری از دشت‌های کشور، نمونه‌هایی از عدم توفیق مدیریت آب کشور در مهار مسئله آب ایران درگذشته هستند (Hassaniyan و Sohrabi، ۲۰۲۲؛ Esmailzadeh وهمکاران، ۲۰۲۵). بررسی این ادبیات نشان می‌دهد که تقریباً تمامی ویژگی‌های کلاسیک مسائل سرکش، در نظام حکمرانی آب ایران قابل مشاهده است. این ویژگی‌ها همراه با پیامدهای آن‌ها برای حکمرانی آب، به‌صورت خلاصه در جدول (۲) ارائه شده‌اند.

جدول ۲ – انطباق ویژگی‌های مسائل سرکش با شواهد حکمرانی آب در ایران

ویژگی	توصیف تطبیقی
۱ تعریف روشن، نهایی و مورد اجماع ندارد	بر خلاف مسائل رام (Tame) که در پاسخ به «چه چیزی مشکل است؟»، اجماع وجود دارد؛ گروه‌های گرودارن (متولیان دولتی: وزارت نیرو، جهاد کشاورزی، ...؛ گروه‌های سیاسی: وکلای مجلس و فعالان محیط‌زیستی؛ و ذی‌نفعان: کشاورزان، صنایع، ...) هر یک تعریف متفاوتی از مسئله اصلی ارائه می‌دهند. برای نمونه . دولت مرکزی، خشکسالی و تغییر اقلیم را مقصر می‌داند؛ کشاورزان بی‌توجهی به حقوق آب‌بران مجاز را مطرح می‌کنند؛ برخی دیگر، توسعه روزافزون و لگام گسیخته شهرهای بزرگ را عامل اصلی می‌شمارند؛ و جوامع محلی مداخله بیش از حد دولت مرکزی را برجسته می‌سازند (موسوی و همکاران، ۱۴۰۱). این تعدد صورت‌بندی، خود «مسئله» را محل مناقشه کرده و سیاست‌گذاری را فلج نموده است. همین امر باعث می‌شود هیچ اجماعی بر سر «خود مسئله» شکل نگیرد. برای نمونه در حوضه دریاچه ارومیه، روایت‌های «کشاورزی بی‌رویه»، «تغییرات اقلیمی»، «عدم مشارکت جامعه محلی»، یا «سیاست‌های نامناسب تخصیص آب» هر کدام مسئله را متفاوت تعریف می‌کنند.
۲ قاعده توقف ندارد	آیا با یک سال پر باران مشکل آب حل می‌شود؟ یا با اجرای پروژه‌های بزرگ انتقال آب؟ هیچ مداخله‌ای (۱۷۰ سد بزرگ، ۶۰ هزار چاه عمیق، طرح‌های انتقال آب، و نزدیک به صد سال قانون‌گذاری) مسئله را حل نکرده؛ زیرا مسئله مستمراً ابعاد جدیدی پیدا کرده است. وقوع فرونشست در ۴۰۰ دشت، خشکیدن ۸۰ درصد تالاب‌ها و بسیاری مشکلات اجتماعی-اقتصادی مرتبط با آب، همگی پیامدهای زنجیره‌ای سیاست‌های گذشته هستند (مدنی، ۱۳۹۲). برخلاف مسائل فنی که «حل» آن‌ها انتها دارد؛ اینجا تنها «مدیریت مداوم» ممکن است. برای نمونه، در خشک‌ترین سال (طی ۶۰ سال اخیر) تهران، مقامات دولتی بارها هشدار داده‌اند که حتی بارش‌های فصلی و زمستانی باعث رفع بحران نخواهد شد و صرفاً یک تسکین موقتی است. در چنین شرایطی، مشخص نیست دقیقاً چه زمانی و با چه شاخص‌هایی می‌توان اعلام کرد که «مسئله آب حل شده است»؛ و لذا بازنگری مداوم مشکلات، مسئله و اهداف، ضروری است.
۳ راه‌حل مطلق ندارد	هر سیاست برنده و بازنده می‌سازد. برای نمونه قیمت‌گذاری دولتی آب، با مبالغ کم‌مقدار برای شهرنشینان «مایه اسراف»، بدون ارائه خدمت به کشاورزان «دریافت باج»، و برای خزانه «درآمد پایدار» است. تغییر الگوی کشت، حذف یارانه برق چاه‌ها، یا تشکیل شوراهای حوضه‌ای، هر یک ائتلاف‌های اجتماعی–سیاسی متفاوتی را فعال می‌کنند (عقیلی، ۱۴۰۰). این وضعیت، سیاست‌گذاری آب را به عرصه چانه‌زنی و مصالحه دائمی تبدیل نموده است. در واقع هیچ راه‌حل «درست» مطلقی برای مدیریت آب وجود ندارد. حتی یک استراتژی موفق، ممکن است در زمان یا منطقه دیگر باتوجه‌به شرایط متفاوت اقلیمی، فرهنگی و سیاسی کاملاً نامناسب باشد. اغلب راه‌حل‌ها مجموعه‌ای از پیامدهای مثبت و منفی را به همراه دارند. در این حالت، سیاست‌گذاران مجبور به انتخاب نسبی از میان گزینه‌ها (با چانه‌زنی بر سر مزایا و نواقص هر گزینه) هستند. برای نمونه: استفاده از پساب برای کشاورزان (فرصت)، صنعت (ایجاد هزینه)، شهروندان (نگرانی از سلامت)است. هیچکدام «غلط» نیستند! راه‌حل نهایی، نتیجه چانه‌زنی است.
۴ راه‌حل‌ها قطعیت ندارند / آزمودنی نیستند	آثار پروژه‌های بزرگ آبی ممکن است دهه‌ها بعد خود را نشان دهند. تصمیمات دهه ۱۳۷۰ برای گسترش کشاورزی و حفر چاه‌های عمیق، امروز به‌صورت فرونشست زمین و ... خود را نشان داده است. به همین ترتیب، پیامدهای مثبت یا منفی طرح‌های امروزی مانند شیرین‌سازی آب خلیج فارس یا انتقال بین‌حوضه‌ای آب، سال‌ها بعد ظاهر می‌شوند و قابل ارزیابی قطعی خواهند بود. برای نمونه بسیاری از عواقب سدسازی‌ها برگشت ناپذیرند. پیامدهای زنجیره‌وار ساخت هر سد، مانند تخریب اکوسیستم‌ها، امکان «آزمون آزمایشی» را سلب کرده‌اند. برای نمونه انتقال آب کارون به اصفهان: پیامدهای اجتماعی (تنش بین جوامع محلی)، اکولوژیکی (کاهش ورودی هور)، و اقتصادی (هزینه‌های پنهان) داشته و دارد که پس از چند دهه آشکار شده و می‌شوند. بنابراین این راه‌حل‌ها در آغاز قابل آزمودن نبوده‌اند.

۵ آثار جبران‌ناپذیر دارد	پیاده‌سازی/ اجرای قوانین «اصلاحات اراضی» (۱۳۴۲-۱۳۳۸)، «ملی شدن آب‌ها» (۱۳۴۷)، «توزیع عادلانه آب» (۱۳۶۱)، و برقراری یارانه‌های پنهان، هر کدام موجب تغییر شرایط نسبت به گذشته شده‌اند. این تغییر به نوعی است که گروه‌های جدید ذی‌نفع ایجاد می‌کند (مانند: شرکت‌های سدسازی، نمایندگان مناطق خشک، کشاورزان بزرگ) که هر اصلاحی را مسدود می‌کنند. البته نبود داده‌های شفاف و تعارض میان ماموریت‌های بخش‌ها، یادگیری سیاستی را غیرممکن ساخته است (عقیلی، ۱۴۰۰). ایران نمونه‌های متعددی از «راه‌حل‌های» جبران‌ناپذیر دارد. برای نمونه: ساخت سدهای متعدد بر روی رودخانه زاینده‌رود برای تأمین آب اصفهان و یزد، در نهایت منجر به خشکی تالاب گاوخونی و ایجاد کانون‌های ریزگرد شد و حیات طبیعی و اقتصادی منطقه را برای همیشه تغییر داد. باوجود اینکه از سال‌ها قبل این افق قابل مشاهده بود؛ اما گروه‌های ذی‌نفع جدید جلوی اصلاحات ممکن را گرفتند. همین رویکرد سبب افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی و به خطر افتادن امنیت غذایی و زیستی در بسیاری از مناطق شده است. در واقع اضافه برداشت از آبخوان‌ها، زنجیره‌ای از مراحل پی‌درپی (تا نابودی کشاورزی و اکوسیستم) را به دنبال خود پدید می‌آورد.
۶ راه‌حل‌های متعدد قابل قبول وجود دارد	دامنه راه‌حل‌های کاهش برداشت‌های آب، از تغییر الگوی کشت، کاهش تدریجی کشاورزی آبی، اصلاح قیمت آب، تا اجرای سیستم‌های آبیاری هوشمند، بسیار گسترده بوده؛ اگرچه تا کنون به نتیجه نرسیده است. هیچ فهرست جامعی از تمام گزینه‌های ممکن وجود ندارد و همیشه امکان ابداع راه‌حل‌های نوظهور و ترکیبی وجود دارد. نمونه دیگر، برای جبران کمبود آب شهری ممکن است روش‌های مختلفی در نظر گرفته شود: ۱) افزایش قیمت، ۲) ترغیب استفاده از ابزار کاهنده دبی با یارانه، ۳) بازچرخانی در منازل، ۴) آموزش و ترویج، ۵) کاهش تلفات شبکه، و ... فهرستی بی‌پایان؛ که هیچ یک به تنهایی کافی نیستند.
۷ هر مسئله یکتا است (عدم تکرارپذیری)	اگرچه کمبود آب یک چالش جهانی است، اما مسئله آب در ایران ناشی از ترکیبی منحصر به فرد از عوامل است: حاکمیت متمرکز به‌جای تفویض و جلب مشارکت جوامع محلی؛ مدیریت سازه‌محور به‌جای مبتنی بر پایایی و حفظ سلامت اکوسیستم؛ وجود تحریم‌های اقتصادی که دسترسی به فناوری‌های نوین را محدود می‌سازد؛ و ساختار ناهماهنگ سازمان‌های مسئول و عدم پاسخگویی آنان. همچنین تمایز مناطق از یکدیگر به‌دلیل تفاوت‌های فرهنگی، اقتصادی، اقلیمی و ...؛ که بحران آب ایران (و هر منطقه از کشور) را از دیگر نقاط دنیا متمایز می‌سازد.
۸ بستگی هر مسئله به سایر مسائل	بحران آب امروز صرفاً یک مسئله اجتماعی و محیط‌زیستی نیست؛ بلکه وجود آن نشان از مشکلات عمیق‌تر در سیستم منابع-مصارف آب دارد. برای نمونه، برخی از این مشکلات را می‌توان چنین برشمرد: الف) نگرانی از مشکل امنیتی، موجب شده تا در پروا از بی‌ثباتی و چالش‌های اجتماعی، با تخصیص نامعقول آب، مشکل را مهار موقت نمایند؛ ب) نگرانی از امنیت غذایی، موجب شده تا در چند دهه منتهی سال ۱۳۸۰، توسعه زیاد کشاورزی در دستور کار باشد؛ و ج) برنامه‌ریزی متمرکز، که موجب شده تا جوامع محلی برکنار و واقعیت‌های میدانی مغفول باشند، و لذا برنامه‌هایی ناکارآمد تهیه شوند. در واقع هر مسئله خود عارضه یک مشکل سیستمی است. علاوه‌براین، درهم‌تنیدگی علل و وابستگی به بافتار، به‌گونه‌ای است که بهبود هر مولفه از مشکل، ممکن است دیگری را مختل کند. به‌عنوان مثال: تغییر اقلیم، بسیاری از سدها را از انتفاع خارج ساخته است؛ و وقوع اعتراضات اجتماعی، فرآیند مدیریت تقاضا (اصلاح قیمت‌گذاری) را متوقف می‌کند. این ویژگی، وجود «گزینه کامل» برای راه‌حل را ناممکن می‌سازد.
۹ صورت‌بندی مسئله تابع روایت غالب است	تبیین‌های مختلف از مسئله، هر کدام راه‌حل متفاوتی را تجویز می‌کنند؛ که اغلب در تعارض با یکدیگر قرار دارند. برای نمونه، تأکید بر «مدیریت عرضه» (سدسازی، توصیه گروه مهندسان سدسازی) در مقابل «مدیریت تقاضا» (مهار مصارف، توصیه اقتصاددانان) است. در مثال دریاچه ارومیه: ۱) طرفداران روایت «خشکسالی طبیعی»، راه‌حل را در بارورسازی ابرها می‌پندارند؛ ۲) طرفداران روایت «کشاورزی بی‌رویه»، راه‌حل را در بهره‌وری آب کشاورزی می‌جویند (توسعه آبیاری قطره‌ای!)؛ و ۳) طرفداران روایت «تحریک توسعه بیشتر از بردباری اکولوژیکی، با مداخلات نامناسب مرکز»، راه‌حل را در تفویض اختیارات و جلب مشارکت جامعه محلی می‌دانند.
۱۰ مسئولیت‌پذیری تصمیم‌گیرندگان در برابر پیامدها	مقامات وزارت‌های نیرو و جهاد کشاورزی و سایر تصمیم‌گیران، بطور مستقیم در قبال پیامدهای سیاست‌های پیشین خود (مانند برداشت مازاد از آب‌های زیرزمینی، خشک شدن تالاب‌ها، از بین رفتن معیشت کشاورزان، و ...) مسئولیت اخلاقی و حرفه‌ای دارند. تصمیم‌های مرتبط با مدیریت آب تأثیر عمیقی بر زندگی مردم و نسل‌های آینده و نیز بر سرزمین دارد. برای آنکه مسئولین از «اخذ تصمیمات موجه» اطمینان نسبی حاصل کنند، چهار معیار ارزیابی اساسی وجود دارد؛ که عبارتند از: اجماع (مشارکت ذی‌نفعان)، انصاف، تاب‌آوری (برگشت‌پذیری)، و کاهش ریسک (Simonovic، ۲۰۰۹).

در مجموع و همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، هیچ‌یک از ویژگی‌های مسئله سرکش به‌صورت مستقل عمل نمی‌کنند، بلکه این ویژگی‌ها در قالب یک «شبکه بازخوران پویا» با یکدیگر برهم‌کنش دارند. با قبول این‌که مسائل بحران آب ایران، «سرکش» هستند؛ می‌شود نتیجه گرفت که این بحران نیازمند چارچوبی مبتنی بر حکمرانی تطبیقی، هماهنگی نهادی، مشارکت ذی‌نفعان و یادگیری مستمر است. تجربه چند دهه گذشته در ایران نیز این واقعیت را تأیید می‌کند. بسیاری از راهکارهای مبتنی بر افزایش عرضه، از جمله توسعه سدها، انتقال آب بین‌حوضه‌ای و بهره‌برداری گسترده از آب‌های زیرزمینی، اگرچه در کوتاه‌مدت بخشی از نیازها را پاسخ داده‌اند، اما در بلندمدت، به بخشی از مسئله تبدیل شده‌اند و فشار بیشتری بر اکوسیستم‌ها و نظام حکمرانی وارد کرده‌اند (Mirzaei و همکاران، ۲۰۱۹؛ Keshtkar و Ghasemi، ۲۰۲۶). در هر حال این تحلیل، زمینه «به‌کارگیری رویکردهای پیشنهادی (که در بخش بعدی ارائه می‌شود) برای مواجهه با مسائل سرکش» را در حکمرانی آب، فراهم می‌سازد.

موانع تحول نهاد/حکمرانی آب برای مواجهه با مسائل سرکش

تأیید ماهیت سرکش برای هر مسئله عمومی، به سوق دادن «راه‌حل‌ها» به‌سوی سیاست‌گذاری، و «اقدامات» از حوزه فنی و مهندسی به عرصه تحول نهادی/حکمرانی، می‌انجامد. نهادها نه تنها سازوکار بازی، بلکه ظرفیت یادگیری، هماهنگی و مدیریت تعارضات را تعیین می‌کنند. توانمندسازی نهاد/حکمرانی آب برای مواجهه با مسائل سرکش، نیازمند تحولی اساسی از «نگرش ساده به مسائل» به‌سوی «پذیرش ویژگی‌های مسائل سرکش»، است. بر اساس موارد پیش‌گفته در این مقاله و نیز مقاله مروری Head (2019)، شش مانع در برابر این تحول وجود دارند:

۱- سیطره فرهنگ تکنوکرات (فن‌سالار) در سازمان‌ها، و اعتقاد ریشه‌دار به اینکه «حل مسائل با فناوری و مهندسی» ممکن است، و نه مذاکره و اجماع.

۲- تمرکز بر اقدامات زود بازده و نتایج فوری، در واقع مدیران عالی به «پیروزی‌های سریع و نمایشی (کمّی و چشمگیر)» اولویت می‌دهند، و نه به فرآیندهای تطبیقی (که زمان‌بر هستند). زیرا مایلند در دوره کوتاه مدت مدیریت خودشان نتایج حاصل آید.

۳- نبود مهارت برای مذاکره و جلب مشارکت، در شرایط حاضر عموم مدیران و کارشناسان دانش و مهارت لازم را برای مدیریت تعارضات و گفتگو ندارند.

۴- در ارزیابی موفقیت صرفاً معیارهای کمّی و ظاهری استفاده می‌شود (بدون توجه به معیارهای کیفی و اصولی). یعنی توجه ندارند که حل مسائل سرکش طی یک فرآیند با موفقیت‌های نسبی و مستمر حاصل می‌آید (نه به‌یک‌باره با یک پروژه مهندسی). برای نمونه، نگاه سنتی «کاهش تعارض» را به‌عنوان یک معیار موفقیت نمی‌شناسد.

۵- نبود درس نظریه‌پردازی در آموزش‌ها (به‌ویژه در دانشگاه‌ها)؛ موجب شده که دانشجویان عموماً آموزش روش‌های فنی/ مهندسی می‌بینند، و لذا با مسائل سرکش آشنا نمی‌شوند و توانایی تحلیل آنرا ندارند. به نظر می‌آید برگزاری دوره‌های پودمانی در این زمینه برای مدیران و کارشناسان فعلی ضروری است.

۶- مدیران فعلی نسبت به «از دست دادن کنترل اوضاع» در نتیجه اشتراک قدرت با گروداران واهمه دارند؛ لذا در برابر ارتقا مشارکت گروداران مقاومت زیادی دارند و از آن پرهیز می‌نمایند.

رویکردهای پیشنهادی برای مواجهه با مسائل سرکش آب

پذیرش ماهیت سرکش مسائل آب، مستلزم بازنگری اساسی در شیوه سیاست‌گذاری و حکمرانی این حوزه است. یافته‌های این مرور نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از ناکامی سیاست‌های آب ناشی از آن است که راهکارهای اتخاذشده همچنان بر مبنای رویکردهای خطی، بخشی و کنترل‌محور طراحی می‌شوند؛ در حالی که مسائل سرکش دارای ویژگی‌هایی همچون پویایی، عدم قطعیت، وابستگی متقابل عوامل و تعارض منافع هستند و به همین دلیل با نسخه‌های از پیش تعیین‌شده قابل حل نیستند(Booth و همکاران، ۲۰۲۰). در نتیجه، هدف حکمرانی در چنین شرایطی نه «حل کامل مسئله»، بلکه «مدیریت مستمر مسئله» و افزایش ظرفیت نظام حکمرانی برای یادگیری، سازگاری و کاهش پیامدهای نامطلوب است.

طی سه دهه اخیر، رویکردهای تطبیقی به‌عنوان «پاسخ غالب» به مسائل سرکش در حوزه مباحث آب مطرح شده‌اند. در همین دوره، مشخص شده است که برای سازگاری با عدم‌قطعیت‌های هیدرولوژیک و اجتماعی، زوج «نهاد-حکمرانی» آب باید رویکردی چندسطحی، مشارکتی و چابک داشته باشد. تجارب نشان می‌دهند سازمان‌های مدیریت آب حوضه‌محور[۸] (**RBO**) با تأکید بر حقوق آب‌بران و با کاربست مکانیسم‌های حل تعارض، کارایی بالاتری نسبت به مدل‌های متمرکز دولتی داشته‌اند (Pahl-Wostl، ۲۰۱۹). بااین‌حال، بدون شفافیت و پاسخ‌گویی، حتی این ساختارها هم به‌تدریج به ابزار حفظ قدرت تبدیل می‌شوند (Termeer و همکاران، ۲۰۱۹).

در رویکرد تطبیقی، تصمیم‌گیری به‌جای اتکا بر برنامه‌های ثابت و بلندمدت، فرایندی پویا و یادگیرنده تلقی می‌شود که در آن سیاست‌ها به‌صورت مستمر براساس بازخوردهای حاصل از اجرا، تغییرات محیطی و تولید دانش جدید اصلاح می‌شوند. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که افزایش انعطاف‌پذیری نهادی، امکان اصلاح سیاست‌ها در طول زمان و ایجاد سازوکارهای یادگیری سازمانی، ظرفیت نظام حکمرانی را برای مواجهه با عدم قطعیت و تغییرات اقلیمی به شکل قابل توجهی افزایش می‌دهد(Frost و همکاران، ۲۰۲۲).

در کنار حکمرانی تطبیقی، مشارکت واقعی ذی‌نفعان یکی از ارکان اصلی مدیریت مسائل سرکش محسوب می‌شود. برخلاف رویکردهای سنتی که تصمیم‌ها عمدتاً به‌صورت متمرکز اتخاذ می‌شوند، ادبیات جدید حکمرانی آب بر حضور فعال ذی‌نفعان در تمامی مراحل (از شناسایی مسئله و تدوین سیاست، تا پیاده‌سازی و حتی ارزیابی) تأکید دارد. مشارکت کشاورزان، صنعت، جوامع محلی، سازمان‌های مردم‌نهاد، دانشگاه‌ها و سایر ذی‌نفعان می‌تواند ضمن افزایش مشروعیت تصمیمات، به کاهش تعارضات، ارتقای اعتماد اجتماعی و تولید راهکارهای متناسب با شرایط محلی کمک کند (Sideri و همکاران، ۲۰۱۸؛ Moher و همکاران، ۲۰۱۵). تجربه ایران نیز نشان می‌دهد که بسیاری از تعارضات آبی، از جمله در حوضه دریاچه ارومیه و شبکه‌های آبیاری، ریشه در ضعف مشارکت و نبود سازوکارهای مؤثر تعامل میان ذی‌نفعان دارد (Bijani و همکاران، ۲۰۲۰؛ Ghanian و همکاران، ۲۰۲۳).

یافته‌های این مرور همچنین نشان می‌دهد که تقویت هماهنگی نهادی و عبور از مدیریت بخشی یکی از پیش‌شرط‌های اساسی حکمرانی بر مسائل سرکش است.

پراکندگی مسئولیت‌ها میان سازمان‌های متعدد، نبود هماهنگی میان سیاست‌های توسعه‌ای، کشاورزی، انرژی و محیط‌زیست و بیش از همه وجود تعارض منافع نهادی، موجب می‌شود که حتی سیاست‌های مناسب نیز در مرحله اجرا با ناکامی مواجه شوند. از این رو، بسیاری از پژوهشگران بر استقرار سازوکارهای حکمرانی چندسطحی، تقویت هماهنگی افقی و عمودی میان نهادها و یکپارچه‌سازی سیاست‌های بخشی تأکید کرده‌اند (Nimjerdi و همکاران، ۲۰۲۵؛ Ketabchi و همکاران، ۲۰۲۱).

از سوی دیگر، تفکر سیستمی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مبانی نظری مواجهه با مسائل سرکش، امکان درک روابط پیچیده میان اجزای نظام آب را فراهم می‌کند. برخلاف نگاه خطی که هر مسئله را به‌صورت مستقل بررسی می‌کند، تفکر سیستمی بر شناسایی حلقه‌های بازخور، روابط علّی متقابل، وابستگی میان بخش‌ها و پیامدهای ناخواسته سیاست‌ها تأکید دارد. چنین رویکردی می‌تواند از انتقال مسئله از یک بخش به بخش دیگر جلوگیری کرده و کیفیت تصمیم‌گیری را در سطوح مختلف ارتقا دهد (Hu و همکاران، ۲۰۲۰).

مرور مطالعات همچنین نشان می‌دهد که یادگیری اجتماعی و تولید مشترک دانش نقش مهمی در افزایش تاب‌آوری نظام حکمرانی ایفا می‌کند. در بسیاری از مسائل سرکش، دانش مورد نیاز برای تصمیم‌گیری صرفاً در اختیار نهادهای دولتی یا جامعه علمی نیست، بلکه میان کنشگران مختلف توزیع شده است. از این رو، ایجاد بسترهای گفتگوی مستمر میان پژوهشگران، مدیران، بهره‌برداران و سایر گروداران، زمینه شکل‌گیری فهم مشترک، افزایش درک متقابل و در نهایت بهبود کیفیت تصمیمات را فراهم می‌کند (Kolaski و همکاران، ۲۰۲۳).

همچنین، شواهد نشان می‌دهد که موفقیت حکمرانی مسائل سرکش بیش از آنکه وابسته به یافتن یک راهکار نهایی باشد، به افزایش تاب‌آوری نهادی بستگی دارد. تاب‌آوری نهادی به معنای توانایی نظام حکمرانی برای حفظ کارکردهای اصلی در شرایط بحرانی و در مواجهه با تغییرات شدید محیطی است. هر بحران و مواجهه، می‌تواند فرصتی برای یادگیری، ارتقاء سازگاری، و نیز اصلاح سیاست‌ها باشد؛ اگر به ارزش این فرصت‌ها توجه شود. این ویژگی به نظام حکمرانی اجازه می‌دهد که به جای تلاش ناکام برای فائق آمدن کامل بر عدم‌قطعیت‌ها، آن‌ها را به‌عنوان بخشی از واقعیت سیستم منابع-مصارف آب بپذیرد؛ و به‌تدریج ظرفیت خود را برای جذب شوک‌ها و شرایط پیش‌بینی‌نشده افزایش دهد(Lindberg و همکاران، ۲۰۲۲؛ Breeman و همکاران، ۲۰۱۵).

برآیند مطالعات مرورشده نشان می‌دهد که هیچ‌یک از رویکردهای فوق به‌تنهایی قادر به مدیریت مسائل سرکش آب نیستند؛ بلکه نتیجه در گرو به‌کارگیری هم‌زمان و یکپارچه آن‌ها در بستر یک حکمرانی یادگیرنده، مشارکتی، تطبیقی و مبتنی بر تفکر سیستمی است. یعنی مواجهه با مسائل سرکش آب مستلزم به‌کارگیری مجموعه‌ای از رویکردهای مکمل در قالب یک چرخه یادگیرنده و تطبیقی است (شکل ۴)؛ که با شناخت مسئله آغاز شده و از طریق تحلیل سیستمی، مشارکت گروداران (در تصمیم‌گیری، اجرا و پایش)، و یادگیری مستمر، به بازتعریف مسئله و اصلاح سیاست‌ها منتهی می‌شود.

این نتیجه برای ایران نیز اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا پیچیدگی بحران آب کشور صرفاً ناشی از محدودیت منابع طبیعی نیست، بلکه محصول تعامل مستمر عوامل اقلیمی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی و سیاستی است. ازاین‌رو، گذار از حکمرانی متمرکز و بخشی به سوی حکمرانی شبکه‌ای/ چندسطحی، تطبیقی و مشارکتی می‌تواند یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازهای کاهش شدت بحران آب کشور، و نیز افزایش تاب‌آوری حکمرانی آب، به‌ویژه در برابر تغییرات سریع اقلیمی و شوک‌های شدید آب‌وهوایی باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

یافته‌های این مرور نظام‌مند نشان می‌دهد که در ادبیات منابع آب طی چند دهه اخیر، تحولی از مهندسی و مدیریت مرسوم به حکمرانی آب، و در ادامه به بهره‌گیری از نظریه مسائل سرکش، شکل یافته است. این تحول بیانگر تغییری بنیادین در نحوه درک و شناخت ماهیت بحران آب است. برخلاف رویکردهای سنتی که بحران آب را عمدتاً ناشی از کسری عرضه ٭نسبت به تقاضا) یا کاستی‌های مدیریتی درونی دولت می‌دانستند، نتایج نشان می‌دهند که بحران آب حاصل تعامل پیچیده و پویای عوامل اقلیمی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی و سیاسی است؛ عواملی که با روابط غیرخطی، حلقه‌های بازخور و تعارضات میان گروداران، و مدیریت ناکارآمد، این بحران را به یکی از پیچیده‌ترین چالش‌های حکمرانی تاریخ کشور تبدیل کرده‌اند.

شکل ۴- چارچوب یکپارچه مواجهه با مسائل سرکش در حکمرانی آب

بررسی شواهد موجود نشان داد که بسیاری از ویژگی‌های نظری مسائل سرکش، از جمله نبود تعریف واحد از مسئله، چندعلتی بودن، عدم قطعیت، تعارض ارزش‌ها، وابستگی متقابل عوامل و پیامدهای پیش‌بینی‌ناپذیر، در مسائل حکمرانی آب به‌وضوح قابل مشاهده است. این ویژگی‌ها موجب می‌شوند که هیچ راهکار قطعی، دائمی و جهان‌شمولی برای حل بحران آب وجود نداشته باشد، و موفقیت سیاست‌ها بیش از آنکه به انتخاب یک راه‌حل فنی وابسته باشد، به ظرفیت نظام حکمرانی برای یادگیری، سازگاری و هماهنگی میان کنشگران مختلف بستگی داشته باشد.

مرور مطالعات مرتبط با ایران نیز نشان داد که بسیاری از چالش‌های آب کشور، از جمله برداشت فراتر از ظرفیت تجدیدپذیری منابع، غلبه رویکرد عرضه‌محور، تمرکزگرایی نهادی، ناهماهنگی میان بخش‌های مختلف، تعارض منافع ذی‌نفعان و عدم مشارکت جوامع محلی، با ویژگی‌های مسائل سرکش انطباق قابل توجهی دارند. ازاین‌رو، تداوم اتکا به سیاست‌های بخشی و مداخلات صرفاً مهندسی نمی‌تواند پاسخگوی پیچیدگی بحران آب ایران باشد؛ لذا گذار به حکمرانی مشارکتی، تطبیقی و مبتنی بر تفکر سیستمی، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر و فوری است.

هدف این یادداشت آن بود که با تلفیق نظام‌مند ادبیات مربوط به حکمرانی آب و نظریه مسائل سرکش، چارچوبی مفهومی برای تبیین علل شکل‌گیری، پویایی و مدیریت این مسائل ارائه دهد؛ که به آن دست یافته است. این چارچوب نشان می‌دهد که مدیریت پایدار منابع آب مستلزم عبور از نگاه مسئله‌محور و حرکت به سمت حکمرانی یادگیرنده، شبکه‌ای و تاب‌آور است؛ رویکردی که در آن فرایندهای یادگیری، مشارکت ذی‌نفعان، هماهنگی نهادی و بازنگری مستمر سیاست‌ها، جایگزین نسخه‌های ثابت و از پیش تعیین‌شده می‌شوند.

در مجموع، این مرور نظام‌مند نشان می‌دهد که نظریه مسائل سرکش نه‌تنها چارچوبی مناسب برای تبیین پیچیدگی بحران آب فراهم می‌کند، بلکه می‌تواند مبنایی نظری برای طراحی سیاست‌ها و نظام‌های حکمرانی سازگار با شرایط متغیر، به‌ویژه در کشورهایی مانند ایران، فراهم آورد؛ کشورهایی که بحران آب در آن‌ها بیش از آنکه صرفاً یک مسئله هیدرولوژیکی باشد، بازتابی از تعامل پیچیده میان محیط، جامعه، اقتصاد و ساختارهای حکمرانی است.

با توجه به یافته‌های این مرور نظام‌مند، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده از تمرکز صرف بر ارزیابی ابزارهای مدیریتی یا مداخلات فنی فراتر رفته و به بررسی سازوکارهای

شکل‌گیری، تداوم و تحول مسائل سرکش در نظام حکمرانی آب بپردازند. بهره‌گیری از رویکردهای میان‌رشته‌ای، روش‌های پویایی‌شناسی سیستم‌ها، تحلیل شبکه‌های حکمرانی، مدل‌سازی مشارکتی و مطالعات تطبیقی میان حوضه‌های آبریز و کشورهای مختلف می‌تواند به توسعه درک عمیق‌تر از ماهیت این مسائل و ارائه چارچوب‌های نظری و کاربردی کارآمدتر کمک کند. همچنین، انجام مطالعات تجربی درباره تعامل میان ساختارهای نهادی، تعارض منافع، مشارکت ذی‌نفعان و ظرفیت حکمرانی در شکل‌گیری مسائل سرکش، یکی از مهم‌ترین خلأهای پژوهشی این حوزه محسوب می‌شود.

از منظر سیاست‌گذاری در ایران، گذار از رویکردهای عرضه‌محور و بخشی به حکمرانی یکپارچه، تطبیقی و مشارکتی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر و فوری است. تقویت هماهنگی میان نهادهای مسئول، افزایش شفافیت و پاسخگویی، مشارکت مؤثر گروداران در فرایندهای تصمیم‌گیری، توجه به دانش بومی در کنار شواهد علمی و طراحی سازوکارهای یادگیری و بازنگری مستمر در سیاست‌ها، می‌تواند ظرفیت نظام حکمرانی آب را برای مواجهه با پیچیدگی، عدم‌قطعیت و پویایی مسائل سرکش افزایش دهد. چنین رویکردی زمینه را برای تدوین سیاست‌هایی فراهم می‌کند که به جای ارائه راه‌حل‌های مقطعی، بر سازگاری مستمر و ارتقای تاب‌آوری بلندمدت نظام حکمرانی آب استوار باشند.

منابع

Agostini, B. A., Bassani, R., Pereira, G. K. R., & Sarkis-Onofre, R. (2020). Protocol Registration Improves Reporting Quality of Systematic Reviews in Dentistry. BMC Medical Research Methodology, 11, 20(1), 57. https://doi.org/10.1186/s12874-020-00939-7

Bamal, A., Moradian, S., Torabi-Haghighi, A., & Indiana-Olbert, A. (2023). A Review of Science–policy Interface for Water Governance in the Caspian Sea. Journal of Arid Land, 15(10),1143-1159. https://doi.org/10.1007/s40333-023-0030-7

Bijani, M., Hayati, D., Azadi, H., Tanaskovik, V., & Witlox, F. (2020). Causes and Consequences of the Conflict Among Agricultural Water Beneficiaries in Iran. Sustainability, 12(16), 6630. https://doi.org/10.3390/su12166630

Bolívar, M. P. R. (2026). Advancing public administration research: integrating digital governance, institutional resilience, and participatory pathways for public value. International Review of Administrative Sciences, 92(2), 167–195. https://doi.org/10.1177/00208523261433893

Boonpattharatthiti, K., Ruenin, G., Kulwong, P., Lueawattanasakul, J., Saechao, C., Pitak, P., Caldwell, D. M., Chaiyakunapruk, N., & Dhippayom, T. (2024). Exploring Methodological Approaches Used in Network Meta-analysis of Psychological Interventions: A Scoping Review. Research Synthesis Methods, 15(6), 1161-1174. https://doi.org/10.1002/jrsm.1764

Booth, A., Mitchell, A., Mott, A., James, S., Cockayne, S., Gascoyne, S., & McDaid, C. (2020). An Assessment of the Extent to Which the Contents of PROSPERO Records Meet the Systematic Review Protocol Reporting Items in PRISMA-P. F1000research, 9, 773. https://doi.org/10.12688/f1000research.25181.2

Breeman, G. E., Dijkman, J., & Termeer, C. J. A. M. (2015). Enhancing Food Security Through a Multi-Stakeholder Process: The Global Agenda for Sustainable Livestock. Food Security, 7(2), 425-435. https://doi.org/10.1007/s12571-015-0430-4

Chan, J. K. H., & Xiang, W. N. (2022). Fifty years after the wicked-problems conception: its practical and theoretical impacts on planning and design. Socio-Ecological Practice Research, 4(1), 1-6. https://doi.org/10.1007/s42532-022-00106-w

Chandanpurkar, H. A., James S. Famiglietti, Kaushik Gopalan, David N. Wiese, Yoshihide Wada, Kaoru Kakinuma, John T. Reager, and Fan Zhang. (2025). Unprecedented continental drying, shrinking freshwater availability, and increasing land contributions to sea level rise. Science Advances, 11(30). https://doi.org/10.1126/sciadv.adx0298

Conklin, J. (2006). Dialogue mapping: Building shared understanding of wicked problems. Publisher: John Wiley & Sons; ISBN: 978-0-470-01768-5. Page 17.

Esmailzadeh, S., Bagherzadeh, S., Dehkordi, S. S. M., & Mianabadi, H. (2025). Wicked Water Problems and Failure in Water Policy Making: Evidence From the Urmia Lake Restoration in

Keshtkar, A., & Ghasemi, M. (2026). Designing and Conducting Systematic Reviews and Meta-Analyses in Ophthalmology. Medical Hypothesis Discovery & Innovation in Ophthalmology, 15(1), 78-89. https://doi.org/10.51329/mehdiophthal1541

Ketabchy, M. (2021). Investigating the Impacts of the Political System Components in Iran on the Existing Water Bankruptcy. Sustainability, 13(24), 1-22. https://doi.org/10.3390/su132413657

Kolaski, K., Logan, L. R., & Ioannidis, J. P. A. (2023). Guidance to Best Tools and Practices for Systematic Reviews. Systematic Reviews, 7,11(6), e23.00077. https://doi.org/10.1186/s13643-023-02255-9

Li, Y. (2026). From Climate Variability to Water Bankruptcy: The Role of Hydroclimatic Extremes, Climate Vulnerability, and Governance. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 104635. https://doi.org/10.1016/j.pce.2026.104635

Lindberg, R., McNaughton, S. A., Abbott, G., Pollard, C., Yaroch, A. L., & Livingstone, K. M. (2022). The Diet Quality of Food-Insecure Australian Adults—A Nationally Representative Cross-Sectional Analysis. Nutrients, 14(19), 4133. https://doi.org/10.3390/nu14194133

Lindsay, C., Blancquaert, I., & Rousseau, F. (2025). Tools Used to Appraise the Quality of Studies Included in Systematic Reviews and Meta-Analyses in Human Genetics: A Systematic Review. European Journal of Human Genetics, 33(11), 1392-1401. https://doi.org/10.1038/s41431-025-01861-6

Mayassah, M., & Koch, E. (2026). Numerical Modeling of Hydraulic Failure Mechanisms in Levees, River Embankments, and Earth Dams under Climate-Induced Flood Conditions: A Systematic Literature Review. Applied Sciences, 16(11), 5572. https://doi.org/10.3390/app16115572

Mirzaei, A., Saghafian, B., Mirchi, A., & Madani, K. (2019). The Groundwater–Energy–Food Nexus in Iran's Agricultural Sector: Implications for Water Security. Water, 11(9), 1835. https://doi.org/10.3390/w11091835

Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., & Iran. In Restoration Ecology, 33(4). https://doi.org/10.1111/rec.70000

Frost, A. D., Hróbjartsson, A., & Nejstgaard, C. H. (2022). Adherence to the PRISMA-P 2015 Reporting Guideline Was Inadequate in Systematic Review Protocols. Journal of Clinical Epidemiology, 150. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2022.07.002

Ghanian, M., Ghoochani, O. M., Mohammadzadeh, L., Cotton, M., Özerol, G., & Tiefenbacher, J. P. (2023). Interactions Between Changing Climates and Land Uses: The Case of Urmia Lake, Iran. Springer Nature Singapore. Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9406-7_9

Hassaniyan, A. (2024). Iran's Water Policy: Environmental Injustice and Peripheral Marginalisation. Progress in Physical Geography Earth and Environment, 48(3),420-437. https://doi.org/10.1177/03091333241252523

Hassaniyan, A., & Sohrabi, M. (2022). Colonial Management of Iranian Kurdistan; With Emphasis on Water Resources. Journal of World-Systems Research, 28(2), 320-343. https://doi.org/10.5195/jwsr.2022.1081

Head, B. W. (2019). Forty years of wicked problems literature: Forging closer links to policy studies. Policy and society, 38(2), 180-197. https://doi.org/10.1080/14494035.2018.1488797

Hou, X., Li, R., & Song, Z. (2022). A bibliometric analysis of wicked problems: From single discipline to transdisciplinarity. Fudan Journal of the Humanities and Social Sciences, 15(3), 299-329. https://doi.org/10.1007/s40647-022-00346-w

Hu, K., Zhang, T., Zhang, W., Zhou, Q., New, M. J., Kwong, J. S. W., Ma, Y., Jiang, Y., Shang, Z., Wu, A., Tao, G., & Ma, B. (2020). Inconsistencies Are Common Between Non-Cochrane Systematic Reviews and Their Protocols Registered in the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) but Were Seldom Explained. https://doi.org/10.21203/rs.2.18725/v2

Islami, R., & Rahimi, A. (2019). Policymaking and Water Crisis in Iran. Quarterly Journal of The Macro and Strategic Policies, 7(27), 410–435. https://doi.org/10.32598/JMSP.7.3.5

Simonovic, S. P. (2009). Managing water resources: methods and tools for a systems approach (p. 298). Chap7: Water Resources Systems Management for Sustainable Development. Paris: Unesco. https://doi.org/10.4324/9781849771917

Strawbridge, R., Sharma, D., Kisely, S., Cristea, I. A., Young, A. H., & Kaufman, K. R. (2025). Enhancing the Quality of Systematic Reviews and Meta-Analyses. Bjpsych Open, 4,11(6), e266. https://doi.org/10.1192/bjo.2025.10876

Termeer, C. J., Dewulf, A., & Biesbroek, R. (2019). A critical assessment of the wicked problem concept: relevance and usefulness for policy science and practice. *Policy and Society*, *38*(2), 167-179. https://doi.org/10.1080/14494035.2019.1617971

Xun, Y., Guo, Q., Ren, M., Liu, Y., Sun, Y., Wu, S., Lan, H. Y., Zhang, J., Liu, H., Wang, J., Shi, Q., Wang, Q., Wang, P., Chen, Y., Shao, R., & Xu, D. (2023). Characteristics of the Sources, Evaluation, and Grading of the Certainty of Evidence in Systematic Reviews in Public Health: A Methodological Study. Frontiers in Public Health, 11, 998588. https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.998588

Zahedi, R., Aslani, A., Yousefi, H., Noorollahi, Y., & Astaraei, F. R. (2024). Water, Energy, Food, and Environment Nexus for Achieving Sustainable Transition, Addressing Gaps, and Implementing Solutions for Global and Iranian Cases. Energy Science & Engineering, 12(12), 5708-5726. https://doi.org/10.1002/ese3.1950

Bolívar, M. P. R. (2026). Advancing public administration research: integrating digital governance, institutional resilience, and participatory pathways for public value. *International Review of Administrative Sciences*, *92*(2), 167–195. https://doi.org/10.1177/00208523261433893

Stewart, L. (2015). Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols (PRISMA-P) 2015 Statement. Systematic Reviews, 1,4(1), 1 https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1

Mortazavi, M. (2025). Rethinking Oman Coastal Water Transfers Adopting Indigenous Flood Management and Monsoon Wisdom in Baluchestan, Iran. Journal of Coastal Conservation, 29(4). https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7063300/v1

Nimjerdi, A. H., Sajadifar, S., Toopkanloo, M. I., Jafari, S., & Shamloei, A. (2025). The Impact of Business Model Innovation on Productivity in Iranian Water and Wastewater Companies. World Water Policy, 12(1). https://doi.org/10.1002/wwp2.70056

Pahl-Wostl, C. (2019). The role of governance modes and meta-governance in the transformation towards sustainable water governance. Environmental science & policy, 91, 6-16. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.10.008

Phillips, M., Reed, J. B., Amy S. Van Epps, Amy. S. (2023). A Scoping Review of Engineering Education Systematic Reviews. Journal of Engineering Education, 113(4), 818-837. https://doi.org/10.1002/jee.20549

Rittel, H. W. J., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. Policy Sciences, 4(2), 155–169. https://doi.org/10.1007/BF01405730

Shahraki, A. S., Panagopoulos, T., Ashari, H. E., & Bazrafshan, O. (2023). Relationship Between Indigenous Knowledge Development in Agriculture and the Sustainability of Water Resources. Sustainability, *15*(7), 5665. https://doi.org/10.3390/su15075665

Sideri, S., Papageorgiou, S. N., & Eliades, T. (2018). Registration in the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) of Systematic Review Protocols Was Associated With Increased Review Quality. Journal of Clinical Epidemiology, 100, 103-110. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2018.01.003

پیوست: توسعه راهبرد جستجوی نظام‌مند

فرایند طراحی و نظام‌مند مطالعات: مراحل طراحی و اجرای راهبرد جستجوی نظام‌مند مورد استفاده در پژوهش حاضر در شکل (پ۱) آمده است. فرایند جستجو با تعریف سؤال پژوهش و شناسایی مفاهیم اصلی آغاز شد و در ادامه، کلیدواژه‌ها و اصطلاحات جستجو با استفاده از واژگان نمایه‌سازی‌شده و کلیدواژه‌های آزاد تدوین گردید. سپس، راهبرد جستجو متناسب با ساختار هر یک از پایگاه‌های اطلاعاتی تنظیم و پس از اعمال معیارهای از پیش تعیین‌شده شامل بازه زمانی انتشار، زبان، نوع مدرک و دسترسی به متن کامل، نتایج بازیابی و موارد تکراری حذف شدند. در نهایت، مطالعات واجد شرایط وارد مرحله غربالگری شدند. این فرایند به‌صورت تکرارشونده بازبینی و اصلاح شد تا ضمن افزایش جامعیت بازیابی مطالعات، قابلیت بازتولید و شفافیت راهبرد جستجو نیز تضمین شود.

در جدول پ۱، مفاهیم اصلی پژوهش و واژگان کلیدی متناظر با هر مفهوم که در طراحی راهبرد جستجو مورد استفاده قرار گرفتند. به‌منظور افزایش جامعیت بازیابی مطالعات، برای هر مفهوم از ترکیبی از اصطلاحات مترادف، اشکال مختلف نگارشی و واژگان رایج در ادبیات علمی استفاده شد. سپس این واژگان با بهره‌گیری از عملگرهای منطقی و متناسب با ساختار هر پایگاه اطلاعاتی ترکیب شدند تا ضمن افزایش حساسیت جستجو، ویژگی آن نیز حفظ شود. در جستجوهای تکمیلی نیز از واژگان مرتبط با ایران برای شناسایی مطالعاتی که به بررسی حکمرانی آب و مسائل سرکش در بستر ایران پرداخته‌اند، استفاده گردید.

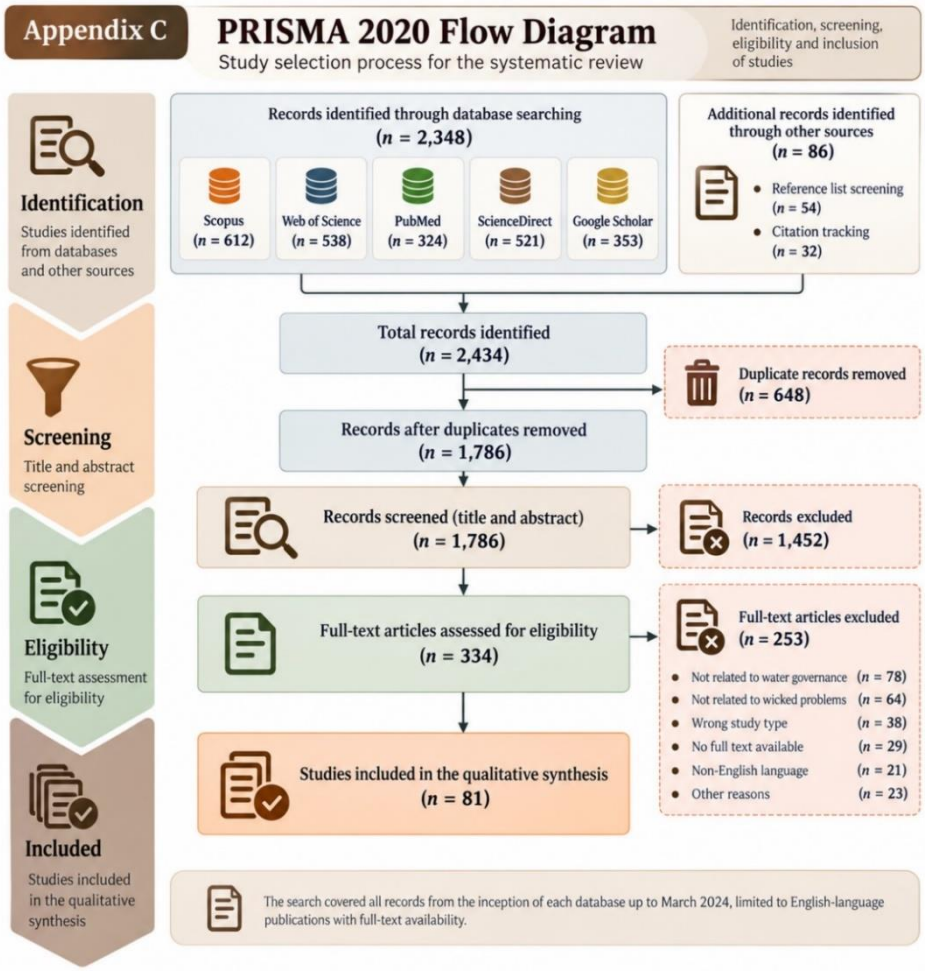
شکل پ۱- فرایند طراحی و توسعه راهبرد جستجوی نظام‌مند

جدول پ۱- مفاهیم اصلی و واژگان مورد استفاده در طراحی راهبرد جستجو

مفهوم اصلی پژوهش	واژگان و اصطلاحات مورد استفاده در جستجو
مسائل سرکش	Wicked Problem*, Wicked Issue*, Complex Problem*, Complex Policy Problem*
حکمرانی آب	Water Governance, Adaptive Water Governance, Participatory Water Governance
مدیریت منابع آب	Water Resources Management, Water Management, Integrated Water Resources Management (IWRM)
سیاست‌گذاری و مدیریت آب	Water Policy, Water Policy Making, Water Policy Analysis, Water Resource Policy
حکمرانی و نهادها	Governance, Adaptive Governance, Collaborative Governance, Environmental Governance
مشارکت ذی‌نفعان	Stakeholder Participation, Stakeholder Engagement, Public Participation
مدیریت تطبیقی و تاب‌آوری	Adaptive Management, Social Learning, Institutional Resilience, Water Resilience
زمینه مطالعات ایران (در جستجوهای تکمیلی)	Iran, Iranian Water Governance, Urmia Lake, Water Crisis in Iran

نمودار جریان انتخاب مطالعات بر اساس دستورالعمل PRISMA 2020

در شکل (پ۲)، فرایند شناسایی، غربالگری، ارزیابی و انتخاب مطالعات را بر اساس دستورالعمل PRISMA 2020 نشان داده شده است. در مرحله نخست، مطالعات از پایگاه‌های اطلاعاتی بین‌المللی و سایر منابع شناسایی و بازیابی شدند. پس از حذف موارد تکراری، عناوین و چکیده مطالعات بر اساس معیارهای ورود و خروج از پیش تعیین‌شده مورد غربالگری قرار گرفتند. در ادامه، متن کامل مطالعات واجد شرایط ارزیابی شد و مقالاتی که با اهداف پژوهش همخوانی نداشتند یا معیارهای ورود را احراز نکردند، همراه با دلایل حذف کنار گذاشته شدند. در نهایت، مقالات و مطالعات واجد شرایط وارد مرحله سنتز کیفی شدند. این فرایند، شفافیت، قابلیت بازتولید و کاهش سوگیری در انتخاب مطالعات را مطابق با الزامات PRISMA 2020 تضمین می‌کند.



شکل پ۲- فرایند شناسایی، غربالگری، ارزیابی و انتخاب مطالعات

در جدول (پ۲)، دلایل حذف ۲۵۳ مطالعه را در مرحله ارزیابی متن کامل ارائه شده است. بیشترین سهم حذف مطالعات مربوط به عدم ارتباط با موضوع حکمرانی آب (۳۰٫۸ درصد) و عدم انطباق با نظریه مسائل سرکش (۲۵٫۳ درصد) بوده است. سایر مطالعات نیز به دلیل نوع مطالعه، عدم دسترسی به متن کامل، محدودیت زبانی یا سایر دلایل مرتبط با معیارهای ورود از فرایند مرور کنار گذاشته شدند. ارائه این اطلاعات، مطابق با دستورالعمل PRISMA 2020، شفافیت فرایند انتخاب مطالعات را افزایش داده و امکان ارزیابی و بازتولید مراحل مرور نظام‌مند را برای پژوهشگران فراهم می‌سازد.

جدول پ۲- دلایل حذف مطالعات در مرحله ارزیابی متن کامل بر اساس دستورالعمل PRISMA 2020

ردیف	دلیل حذف مطالعه	تعداد (n)	سهم از کل موارد بررسی‌شده (%)
۱	عدم ارتباط با حکمرانی آب	۷۸	۳۰٫۸
۲	عدم ارتباط با نظریه مسائل سرکش	۶۴	۲۵٫۳
۳	نوع مطالعه نامتناسب با اهداف پژوهش (مانند مقالات مروری، سرمقاله، دیدگاه یا مطالعات غیرپژوهشی)	۳۸	۱۵
۴	عدم دسترسی به متن کامل	۲۹	۱۱٫۵
۵	انتشار به زبانی غیر از انگلیسی	۲۱	۸٫۳
۶	سایر دلایل (از جمله عدم ارائه داده‌های مرتبط، هم‌پوشانی نتایج یا عدم انطباق با معیارهای ورود)	۲۳	۹٫۱
جمع کل		۲۵۳	۱۰۰

پی‌نوشت‌ها

1- Actors or Players
2- Stakeholders
3- Narrative Synthesis
4- Cochrane Handbook
5- Population Exposure Outcome
6- Mixed Methods Appraisal Tool; MMAT
7- Social-**E**cologic **S**ystems
8- River Basin Organization

یادداشت چهارم: ارزیابی فلسفه، دکترین و برنامه در طراحی سیاست آب در ایران

روح‌اله اسلامی*[1]، فاطمه ذوالفقاریان[2]، وحیده مرتضوی[3]

۱- دانشیار گروه علوم سیاسی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- دانش آموخته دکتری علوم سیاسی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳- دانش آموخته دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
رایانامه نویسنده مسئول: eslami.r@um.ac.ir

مقدمه

در ایران معاصر از مشروطه تا کنون، با توجه به افزایش جمعیت و تسریع روند مدرنیته، سیاستگذاری آب رادیکالی بوده است. در دوران پیشامشروطه، فلسفه ایرانیان بر اساس حکمت خسروانی، زرتشتی و تعالیم تشیع، بر پایه یک نوع کیهان‌شناسی الهی و نظام احسن تعریف می‌شد که در آن حفاظت از خاک، آب و هوا به‌عنوان بخشی از نظم متعالی هستی مطرح بود (طباطبایی، ۱۳۹۱). براین‌اساس، در ابتدای مشروطه، تلفیق مناسبی بین شرع و عرف شکل گرفت و بر مبنای قواعد مالکیت خصوصی، قانون‌گذاری در موضوع آب به صورت حرفه‌ای و کاربردی انجام پذیرفت. اما به‌تدریج با افزایش جمعیت، پیدایش نفت و از همه مهمتر غلبه ایدئولوژی چپ‌گرایانه به‌خصوص در قانون آب سال (۱۳۴۷) و بعدها پس از انقلاب سال ۵۷، رویکرد توزیع رایگان آب در دستور کار قرار گرفت. این قانون و سیاست‌های اعمال شده،، با تأکید بر عدالت توزیعی و رایگان کردن آب، در کنار کژفهمی «ملی شدن آب»، نگرش جدیدی را رقم زدند که به تغییر بنیادین در فلسفه و سیاست آب انجامید. تغییرات یاد شده، از سوی دیگر، باعث فشار بی‌سابقه بر منابع آبی کشور شد که پیامدهای آن در خشکسالی فزاینده، فرسایش منابع زیرزمینی و افت کیفیت زندگی شهری و روستایی نمود پیدا کرد (کاظمی، ۱۳۹۷). پرسش مطرح شده در این پژوهش به‌این‌صورت است که «فلسفه، دکترین و برنامه در طراحی سیاست آب چه بوده است؟»؛ و فرضیه بر این مبنا است که «در ایران، رویکرد عقل ابزاری و مهندسی در تمام زمینه‌ها از جمله قانون‌گذاری در حوزه آب و دکترین ملی کردن و دکترین حمایت از اقشار فرودست آب و برنامه های توسعه و خودکفایی در دستور کار بوده است». این امر، به همراه تأکید بر توسعه و خودکفایی ملی، موجب گسترش سیاست‌های رایگان‌سازی و همگانی‌سازی منابع آبی شده است که در نهایت به بهره‌برداری بی‌رویه و تخریب منابع انجامیده است. تحلیل سیاست‌های تدوین شده در قالب قوانین، برنامه‌های توسعه و اسناد ملی، این رویکردها را آشکار می‌سازد. این یادداشت در پی تحلیل فلسفه، دکترین و روند قانون‌گذاری آب در ایران است و تلاش می‌کند تا از خلال بررسی اسناد و قوانین مرتبط، تأثیرات این رویکردها را بر بحران‌های کنونی منابع آبی کشور روشن سازد روشی که در این پژوهش از آن استفاده شده است، رویکرد نهادگرایانه و مطالعه تطبیقی دوره‌های مختلف است که در اینجا از آنها نام برده شده است.

پیشینه پژوهش

مطالعات متعددی در زمینه سیاست‌گذاری منابع آب در ایران و سایر کشورها انجام شده که هر یک از منظرهای مختلفی به بررسی این مسئله پرداخته‌اند. مرور این پژوهش‌ها به درک بهتر جایگاه و نوآوری پژوهش حاضر کمک می‌کند. اسلامی و رحیمی (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان «بحران آب و سیاست‌گذاری منابع آبی در ایران»، با رویکرد کیفی و تحلیل اسناد، علل شکل‌گیری بحران آب در ایران را بررسی کردند. به‌زعم آنان، تمرکز بیش از حد بر عدالت توزیعی و بی‌توجهی به بهره‌وری پایدار، به‌ویژه در بستر ضعف نهادی و ناهماهنگی میان نهادهای سیاست‌گذار، از عوامل اصلی ناکارآمدی سیاست‌ها بوده است. در همین راستا، در تحلیلی انتقادی از قانون‌گذاری عدالت‌محور در مدیریت آب ایران، نشان داده شد که تأکید افراطی بر رایگان‌سازی و توزیع مساوی منابع، منجر به بهره‌برداری بی‌رویه از منابع زیرزمینی شده است.

از منظر بین‌المللی، Allan (۲۰۰۱) نقش اقتصاد و سیاست را در مدیریت منابع آبی خاورمیانه بررسی کرد و به این نتیجه رسید که ضعف شفافیت و فقدان همکاری‌های منطقه‌ای، از دلایل اصلی ناکامی در مدیریت پایدار منابع آب در این منطقه است.

در سطح جهانی، Hoekstra و Mekonnen (۲۰۱۲) با بررسی تأثیرات رشد جمعیت و تغییرات اقلیمی بر منابع آبی، بر لزوم بازنگری در سیاست‌گذاری‌های آبی و حرکت به سمت مصرف پایدار تأکید کردند.

در نهایت، خانیکی (Khaneiki و همکاران، ۲۰۲۴) با تمرکز بر شرایط تاریخی و اجتماعی جمهوری اسلامی، ظهور سیاست‌های عوام‌گرایانه در حوزه آب را تحلیل کردند. آنان معتقد هستند تحریم‌ها و تقابل با قدرت‌های جهانی موجب شکل‌گیری گفتمان خودکفایی و در نتیجه، تشدید بحران آب شده است. به باور آن‌ها، ورشکستگی منابع آبی، تعادل میان محیط‌زیست و ساختارهای اجتماعی را به شدت برهم زده است.

پژوهش حاضر از حیث رویکرد و سطح تحلیل، تفاوت معناداری با پژوهش‌های پیشین در حوزه سیاست‌گذاری آب

در ایران دارد. اغلب مطالعات قبلی با تمرکز بر جنبه‌های فنی، حقوقی یا تنها مدیریتی به بررسی سیاست‌های آبی پرداخته‌اند و کمتر به زمینه‌های فلسفی، دکترین و تحولات ساختاری در طول زمان توجه کرده‌اند. نوآوری این پژوهش در اتخاذ رویکردی تطبیقی و فلسفه‌محور است که سیاست‌های آبی را نه تنها به‌عنوان مجموعه‌ای از تصمیمات اجرایی، بلکه به‌مثابه برآیند تحولات فکری، اجتماعی و ایدئولوژیک در سه دوره تاریخی مشروطه، پهلوی و جمهوری اسلامی تحلیل می‌کند. این مطالعه با برجسته‌سازی پیوند میان نگرش‌های کلان فلسفی و رویکردهای عملی در مدیریت آب، امکان فهم عمیق‌تری از ریشه‌ها و پیامدهای بحران آب در ایران فراهم می‌سازد و چشم‌اندازی نو برای بازاندیشی در سیاست‌گذاری آبی ارائه می‌دهد.

چارچوب تئوریک و روش‌شناسی

در این پژوهش، چارچوب نظری از دو منظر فلسفی و کاربردی تدوین شده است. از منظر کاربردی، از چارچوب نظری شفریتز استفاده شده است (Shafritz، ۲۰۰۴). شفریتز سیاست‌گذاری عمومی را در سه سطح اصلی «فلسفه، دکترین و سیاست» تشریح کرده است (جدول ۱):

جدول ۱- چارچوب نظری شفریتز و به‌کارگیری آن در این پژوهش

	چارچوب نظری شفریتز	در این پژوهش
۱	فلسفه همواره در ابتدا می‌آید. شامل جهان‌بینی‌ها، ارزش‌ها و اصول کلی است که سیاست‌گذاری را جهت‌دهی می‌کند.	در این پژوهش، فلسفه به عنوان چارچوب فکری زیربنایی سیاست‌های آب در ایران بررسی می‌شود که شامل مفاهیمی همچون جهان‌بینی، ارزش‌های اخلاقی، نظم احسن و عقلانیت ابزاری است.
۲	دکترین بسط فلسفه است؛ و واسطه میان فلسفه و سیاست. بسته‌های سیاستی و رویکردهای نظام‌مند را دربرمی‌گیرد که از فلسفه استخراج شده و بر اساس آن سیاست‌ها تدوین می‌شوند.	دکترین در اینجا، به موضوعاتی مانند ملی‌سازی منابع آب، عدالت‌گرایی توزیعی و خودکفایی در سیاست‌های توسعه می‌پردازد. برای نمونه اصل ۵۰ قانون اساسی، یک دکترین در حفاظت از محیط‌زیست کشور است.
۳	سیاست برگرفته از دکترین می‌باشد؛ و شامل ارائه مسیرها و جهت‌دهی به‌سوی پیاده‌سازی دکترین است.	این بخش شامل قوانینی همچون قانون آب سال‌های ۱۳۰۷، ۱۳۴۷ و ۱۳۶۱ و نیز برنامه‌های توسعه‌ای کشور است (مواردی که در حکمرانی و مدیریت آب ایران نقش داشته‌اند).

از منظر فلسفی، دیدگاه‌های مارتین هایدگر به‌عنوان مبنای تحلیل فلسفی بحران آب و قانون‌گذاری مرتبط انتخاب شده است. هایدگر به نابودی جهان زیست به‌واسطه دیدگاه‌های مهندسی‌محور و ریاضی‌سازی هستی اشاره دارد. او معتقد است که ابزارمحوری و نگرش ابزاری به هستی، رابطه انسان و جهان را به تعامل مکانیکی تقلیل می‌دهد و به تخریب محیط‌زیست و منابع طبیعی می‌انجامد. در این پژوهش، این دیدگاه به عنوان یک چارچوب انتقادی برای تحلیل رویکرد مهندسی و ابزاری حاکم بر قانون‌گذاری آب در ایران استفاده شده است (Heidegger، ۱۹۶۲). او می‌گوید انسان شبان هستی است اما در تفکر مدرن با قصد ریاضی‌سازی جهان باعث تخریب هستی و تبدیل آن به منبع نیرو و سرمایه شده است. هایدگر نقش مدرنیته و نتیجه آن یعنی تکنولوژی را در این فرایند مهم می‌داند. این ترکیب تئوریک، امکان تحلیل چندلایه‌ای از فلسفه، دکترین و سیاست‌های آب را فراهم می‌کند و هم‌زمان از منظر انتقادی، رابطه انسان و طبیعت را در بستر قانون‌گذاری مدرن به چالش می‌کشد.

در اینجا یک توضیح ضروری است: هایدگر بیش از ۶۰ سال قبل، به نابودی جهان زیست به‌واسطه دیدگاه‌های مهندسی‌محور و ریاضی‌سازی هستی اشاره کرده است. او معتقد است که ابزارمحوری و نگرش ابزاری به هستی، رابطه انسان و جهان را به تعامل مکانیکی تقلیل داده و به تخریب محیط‌زیست و منابع طبیعی می‌انجامد. البته جهان دارای نظم و ساختار ریاضی است؛ و ریاضیات ابزار بسیار قدرتمندی برای شناخت بخشی از واقعیت است. اما آنچه قابل اندازه‌گیری و محاسبه ریاضی نیست، نباید فاقد حقیقت یا اهمیت واقعی تلقی گردد. نقد هایدگر متوجه کاربرد ریاضی به‌عنوان ابزار شناخت نیست، بلکه متوجه «تقلیل جهان و موجودات به آن چیزی است که صرفاً در چارچوب محاسبه، اندازه‌گیری، پیش‌بینی و بهره‌برداری» قابل صورت‌بندی است.

در این مطالعه، با رویکرد نهادگرایی (Taylor و Hall، ۱۹۹۶) و تحلیل کیفی اسناد (Bowen، ۲۰۰۹)، تلاش شده است تا تعامل فلسفه، دکترین و نهادهای اجرایی در سیاست‌گذاری آب ایران بررسی شود. این چارچوب نظری و روش‌شناختی، با تأکید بر نقش ایده‌ها و گفتمان‌ها (Schmidt، ۲۰۰۸)، امکان تحلیل چندلایه‌ای از سیاست‌های آبی و پیامدهای آن را فراهم می‌سازد؛ همان‌طور که در مطالعات حوزه آب نیز بر اهمیت پیوند قدرت، فناوری و سیاست تأکید شده است. در این پژوهش، نهادگرایی نه صرفاً به‌مثابه یک روش تحلیل ساختاری، بلکه در امتداد نهادگرایی گفتمانی[1] مورد استفاده قرار گرفته است. نهادگرایی گفتمانی تأکید دارد که نهادها صرفاً ساختارهای اجرایی نیستند، بلکه حامل و بازتاب‌دهنده ایده‌ها، دکترین‌ها و فلسفه‌های حاکم نیز هستند.

واکاوی

واکاوی، بر اساس روش‌شناسی پیش‌گفته در سه دوره «مشروطه، دوران پهلوی و بعد از انقلاب اسلامی» به شرح زیر به انجام رسیده است.

۱- دوران مشروطه: همزیستی سنت و تجدد

مشروطه تداوم سنت ایرانی در تلفیق با مدرنیته بود؛ با رویکردی معقول و معتدل، که برآمده از فلسفه شیعی، و قواعد فقهی برآمده از «همزیستی فقه، عرف، و عقل» بود. آب در این رویکرد نعمت خداوند بود و براساس اصول «مباحات، حیازات، و ارث»، قاعده طلایی «لا ضرر و لا ضرار»، فلسفه «همزیستی با هستی»، دکترین «هم‌گرایی فقه و عرف»، و برنامه «احترام به مالکیت» پایه‌گذاری شد. این شیوه خود را در قانون مدنی ایران سال ۱۳۰۷ منعکس کرد. در آستانه مشروطه، مدیریت منابع آب بر پایه مشارکت مردمی و نظام‌های محلی عرفی استوار بود. انواع برداشت‌های آب، همچون قنوات، چشمه‌ها و چاه‌ها بدون تخریب گسترده طبیعت و در چارچوب سنت‌های رایج اداره می‌شدند. جمعیت محدود، نقش‌آفرینی روحانیون بانفوذی چون مدرس و شکل‌گیری نخستین نهاد قانون‌گذاری، شرایطی فراهم کرد که زمینه‌ساز تجربه‌ای نسبتاً موفق در سیاست‌گذاری آب بود. به‌رسمیت شناختن مالکیت‌های محلی، اعتبار گروه‌های اجتماعی سنتی و تکیه بر قواعد عرفی، نوعی گفتمان تأسیسی شکل داد که تعامل میان جامعه، منابع طبیعی و قانون را در مسیری متوازن و بومی هدایت می‌کرد. این دوره را می‌توان نقطه عزیمت مناسبی برای تدوین پایه‌های اولیه مدیریت منابع آبی در ایران دانست.

۱-۱- فلسفه سیاست آب در مشروطه

دوران مشروطه، نقطه عطف یا آستانه تجدد در تاریخ ایران بود که با تلاش برای ترکیب سنت‌های دیرینه با الزامات مدرن آغاز شد. فلسفه سیاست آب در این دوران، متکی بر اصول شرعی اسلام و قواعد فقهی شیعه بود. این فلسفه، آب را نعمتی الهی می‌دانست که مدیریت آن باید بر اساس اصولی چون مباحات، حیازت، ارث، و قاعده لاضرر و لاضرار صورت گیرد (کاتوزیان، ۱۳۸۶). در این نگاه، انسان بخشی از هستی بود و تعامل او با طبیعت بر پایه احترام متقابل و عدالت تعریف می‌شد؛ و در حوزه سیاست، با نوعی تفکر که در استعاره سیاسی به «چینش سلسله مراتبی خیمه‌ای ختم می‌شد؛ ساختار قدرتی شکننده، که دارای یک مرکز اصلی تصمیم‌گیری و سلسله مراتب عمودی قدرت است.

از منظر نهادی، سیاست آبی این دوران از تمرکز و مداخله مستقیم دولت مرکزی فاصله داشت و بیشتر بر عهده جوامع محلی (مالکان، زارعان، معتمدین، ریش‌سفیدان و علمای دینی) بود. نظام‌های تقسیم آب قنات‌ها، انهار و رودخانه‌ها که با مهارتی فنی و درکی عمیق از اقلیم و پایایی محیطی اداره می‌شد، قلب تپنده این نظام محسوب می‌شد. تصمیم‌گیری درباره تقسیم و نگهداری آب در جلسات محلی صورت می‌گرفت و به‌طور طبیعی از تعارضات پیشگیری می‌کرد.

با این ترتیبات، آب نه تنها منبعی اقتصادی، بلکه نوعی سرمایه اجتماعی-فرهنگی، و از آن مهم‌تر منشاء تولید و تأمین غذا تلقی می‌شد که در پرتو رابطه‌ای اخلاقی میان انسان و زمین به‌کارگرفته می‌شد. این نظم عرفی-دینی، باوجود تمام محدودیت‌های خود، نوعی توازن نسبی میان بهره‌برداری، عدالت و پایایی برقرار کرده بود. شوربختانه، این توازن با ظهور عقلانیت مدرن و با دخالت دولت مرکزی (با روند ناصحیح تمرکزگرایی) در دهه‌های بعد به‌تدریج فروریخت.

۱-۲- دکترین سیاست آب

دکترین سیاست آب در مشروطه بر مبنای همزیستی فقه و عرف، و شامل سه عنصر کلیدی بود:

- حق مالکیت خصوصی: قانون مدنی ایران ۱۳۰۷، آب را به‌عنوان یکی از اموال مشاع به رسمیت شناخت. بهره‌برداری از منابع آبی مانند قنوات، چشمه‌ها و چاه‌ها بر اساس عرف محلی و بدون تجاوز به حقوق دیگران انجام می‌شد (قانون مدنی ایران، ۱۳۰۷).
- اعتدال در بهره‌برداری: تأکید بر حفظ تعادل میان نیازهای انسانی و پایایی منابع طبیعی، اصلی کلیدی در قانون‌گذاری این دوران بود. مدیریت آب با استفاده از فناوری‌های سنتی مانند قنات‌ها و آب‌انبارها، نمونه‌ای از این رویکرد است.
- عدالت اجتماعی: قانون‌گذاری در این دوران بر دسترسی عادلانه به آب برای همه اقشار جامعه تأکید داشت. مالکیت محلی و مدیریت مردمی از اصول کلیدی این دکترین بود (کاتوزیان، ۱۳۸۶).

۱-۳- برنامه‌های اجرایی

قانون‌گذاری: تصویب قانون مدنی ایران ۱۳۰۷، نخستین گام در نهادینه‌سازی مدیریت منابع آب بود. این قانون، مالکیت خصوصی و حقوق عرفی مرتبط با آب را به رسمیت شناخت و نظامی قانونی برای حل اختلافات ایجاد کرد.

مدیریت محلی: در این دوره، شوراهای محلی و قنات‌داران نقش مهمی در مدیریت منابع آب ایفا می‌کردند. این نهادها نه‌تنها بهره‌برداری از منابع را تنظیم می‌کردند، بلکه از تخریب محیط‌زیست جلوگیری می‌کردند.

فناوری‌های سنتی: فناوری قنات به‌عنوان راهکاری پایدار و بومی برای تأمین آب، نماد همزیستی انسان و طبیعت در دوران مشروطه بود. این سیستم‌ها، بدون تخریب طبیعت، امکان بهره‌برداری پایدار از منابع آب را فراهم می‌کردند.

۱-۴- دستاوردهای سیاست آب در دوران مشروطه

پایایی منابع آبی: سیاست‌های این دوران موجب حفظ منابع طبیعی و جلوگیری از تخریب محیط‌زیستی شد. قنات‌ها و

چشمه‌ها به‌عنوان منابع اصلی آب، به شکلی پایدار مدیریت شدند. واژه «پایایی» در اینجا، نه به معنای مدرن آن، به همراه برنامه‌ریزی سیاستی و آگاهانه؛ بلکه به معنای توصیفی و نتیجه‌ای از وضعیت طبیعی و عرفی بهره‌برداری از منابع به‌کار رفته است.

تقویت نهادهای محلی: شوراهای محلی و نهادهای قنات‌داری، که ساختارهای کارآمد برای مدیریت منابع آبی ایجاد کرده بودند، همچنان علاوه بر حفظ تعادل میان نیازهای انسانی و طبیعت، اختلافات محلی را حل می‌کردند (کاتوزیان، ۱۳۸۶).

تقویت عدالت اجتماعی: با تکیه بر اصول فقهی و عرفی، دسترسی به آب برای تمام اقشار جامعه تضمین شد و از تمرکز منابع در دست گروه‌های خاص جلوگیری شد (قانون مدنی ایران، ۱۳۰۷).

۱-۵- آسیب‌ها و چالش‌های سیاست آب در دوران مشروطه

فقدان انسجام نهادی: مدیریت منابع آب بیشتر بر عرف و نهادهای محلی متکی بود و فاقد ساختارهای مرکزی قوی برای هماهنگی در سطوح کلان‌تر (مانند حوضه‌ها یا کشور) بود.

محدودیت تکنولوژیکی: هرچند قنات‌ها روشی کارآمد برای مدیریت منابع آب بودند، اما این سیستم‌ها، توان پاسخ به رشد تقاضا (ناشی از رشد جمعیت و ...) را نداشتند.

تأثیر محدود قوانین مدرن: قوانین نوین آب در این دوره، به دلیل نفوذ سنت‌های محلی و عدم توانایی دولت در اجرای کامل آن‌ها، تأثیر محدودی داشتند (کاتوزیان، ۱۳۸۶).

قانون‌گذاری آب در دوران مشروطه نمونه‌ای از هم‌زیستی سنت و تجدد بود که با تأکید بر اصول شیعی، عرفی و عقلانی، بنیانی قوی برای مدیریت منابع آبی ایجاد کرد. هرچند این سیاست‌ها با چالش‌هایی همچون رشد جمعیت و محدودیت‌های فناورانه روبرو بودند، اما توانستند الگویی منطبق بر ارزش‌های فرهنگی ایران و پایایی ارائه دهند.

۲- دوران پهلوی: انقلاب سفید و توسعه

برنامه‌های طراحی سیاست آب در دوره پهلوی دوم تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل داخلی و بین‌المللی قرار گرفت. در داخل، ورود فناوری‌های جدید ظرفیت بهره‌برداری از منابع آب را در پاسخ به رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی، عطش توسعه افزایش داد؛ و متعاقباً نیاز به نوسازی در قوانین و زیرساخت‌ها ضروری یافت.

در سطح بین‌المللی، وقوع انقلاب بلشویکی در شوروی و صدور ایدئولوژی چپ‌گرایانه به کشورهای منطقه، دولت پهلوی را در معرض تهدیدات فکری و سیاسی قرار داد (آبراهامیان، ۱۳۸۶). لذا محمدرضا شاه برای مقابله با نفوذ گفتمان مارکسیستی، «انقلاب سفید» را به‌عنوان برنامه‌ای اصلاح‌طلبانه و ضدامپریالیستی با ظاهری مردمی آغاز کرد. این برنامه که درآمدهای نفتی آن را پشتیبانی می‌کرد، شامل اقدامات گسترده‌ای در حوزه توسعه کشاورزی، سدسازی، هم‌زمان با ملی‌سازی منابع آب بود (پهلوی، ۱۳۴۶).

در این میان، رویکرد عرفی و شرعی در مدیریت آب، مبتنی بر قانون سال ۱۳۰۷، دیگر پاسخ‌گوی نیازهای ساختاری و شتاب تحولات جدید نبود؛ لذا به‌تدریج جای خود را به سیاست‌های دولتی متمرکز و مدرن داد. در واقع در دوران پهلوی دوم (۱۳۲۰-۱۳۵۷)، سیاست‌های آب به‌عنوان یکی از محورهای توسعه، تحت تأثیر عوامل داخلی و خارجی شکل گرفت. از یک‌سو رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی، و تغییرات اقلیمی نیازهای جدیدی را ایجاد کردند؛ از سوی دیگر درآمدهای نفتی، تکنولوژی‌های نوین، و همکاری با قدرت‌های جهانی (به‌ویژه آمریکا) امکان اجرای برنامه‌های بزرگ‌مقیاس را فراهم ساخت.

۲-۱- فلسفه حاکم بر سیاست آب

این دوره با اتخاذ فلسفه‌ای مبتنی بر عقل ابزاری و تکنوکراتیک، سیاست‌های توسعه برداشت از منابع آب را ای را با اولویت سدسازی، حفر چاه، و ... هدایت کرد. فلسفه حاکم بر سیاست‌های آب در دوران پهلوی دوم به شدت تحت تأثیر تفکر مدرنیستی و توسعه‌گرایی غربی بود. این فلسفه جهان را به‌عنوان منبعی قابل اندازه‌گیری و بهره‌برداری می‌دید. مهندسی به ابزار اصلی درک و مدیریت منابع تبدیل شد. در این نگرش، آب نه به‌عنوان بخشی از چرخه طبیعی و فرهنگی، بلکه به‌عنوان کالایی برای بهره‌برداری اقتصادی تلقی شد. تحت تأثیر این نگرش، رویکردی مبتنی بر «عقلانیت تکنوکراتیک» شکل گرفت که بر برنامه‌ریزی متمرکز و مدیریت دولتی تأکید داشت. این فلسفه در تضاد با دیدگاه‌های سنتی، عرفی، و شرعی قرار گرفت که آب را به‌عنوان عنصری مقدس و مشترک در نظر می‌گرفتند.

این نظام فکری، با تمرکز بر «عقلانیت ابزاری»، نه‌تنها منجر به سیاست‌گذاری از بالا به پایین و کنار گذاشتن جامعه محلی از فرآیند تصمیم‌گیری شد، بلکه به تضعیف سازوکارهای سنتی تخصیص آب (که مبتنی بر عدالت عرفی، حرمت منابع و تقسیم همدلانه بودند)، انجامید. دولت به‌عنوان متولی اصلی توسعه، مالکیت و مدیریت منابع را در دست گرفت و برنامه‌هایی همچون سدسازی، احداث کانال‌های بتونی، و مکانیزه‌سازی کشاورزی را در قالب برنامه‌های عمرانی به اجرا درآورد. این نگاه تکنوکراتیک، در کنار سیاست‌های نوسازی ارضی، شهرسازی و صنعتی‌سازی، بنیان‌های ارتباط تاریخی انسان و طبیعت را دگرگون کرد؛ و با تضعیف نظم سنتی، نوعی شکاف معرفتی و اجتماعی میان نخبگان سیاسی و بدنه جوامع محلی پدید آورد. در نهایت، چنین فلسفه‌ای، با وجود تولید برخی دستاوردهای فنی و زیرساختی، نتوانست پایداری اجتماعی و محیط‌زیستی را تضمین کند و زمینه را برای تعارض‌های آتی در حوزه مدیریت منابع طبیعی فراهم ساخت.

۲-۲- دکترین توسعه در سیاست‌های آب

دکترین توسعه‌گرایانه پهلوی دوم بر سه اصل کلیدی استوار بود:

۱. کنترل و مدیریت متمرکز منابع: آب به‌عنوان دارایی ملی معرفی شد و مدیریت آن به دولت واگذار شد. این نگرش در قانون ملی شدن آب در سال ۱۳۴۷ به اوج رسید که تصریح می‌کرد تمامی منابع آبی کشور تحت مالکیت حکومت است.
۲. تقویت زیرساخت‌ها برای توسعه کشاورزی و صنعتی: کشاورزی محور اصلی توسعه اقتصادی تلقی می‌شد و سیاست‌های آبیاری مدرن مانند سدسازی و حفر چاه برای افزایش تولیدات کشاورزی در اولویت قرار گرفتند (آبراهامیان، ۱۳۸۶).
۳. استفاده از تکنولوژی‌های نوین: تکنولوژی‌های وارداتی نظیر ماشین‌آلات حفاری و سیستم‌های مدرن آبیاری، که با کمک برنامه اصل چهار ترومن وارد کشور شدند، بخش مهمی از سیاست‌های آبی را تشکیل دادند.

۲-۳- سیاست‌های عملیاتی در حوزه آب

برنامه‌های عمرانی: برنامه‌های عمرانی پنج‌ساله که از سال ۱۳۲۷ آغاز شدند، آب را به‌عنوان یکی از محورهای اصلی توسعه تعریف کردند (عبدالمنافی جهرمی و اسدی، ۱۴۰۲). در این برنامه‌ها اقدامات زیر اجرا شد:

سدسازی: سدهای بزرگی نظیر کرج، دز، و سفیدرود ساخته شدند که علاوه بر تأمین آب کشاورزی و شرب، اهدافی مانند تولید برق و کنترل سیلاب را نیز دنبال می‌کردند.

توسعه شبکه‌های آبیاری: ایجاد شبکه‌های مدرن آبیاری برای گسترش اراضی زراعی در مناطق مرکزی و جنوبی کشور انجام شد.

طرح‌های تأمین آب شرب: پروژه‌های گسترده‌ای برای تأمین آب شرب روستاها و شهرهای در حال توسعه به اجرا درآمدند.

اصلاحات ارضی و ملی شدن آب: اصلاحات ارضی به‌عنوان بخشی از انقلاب سفید، تأثیر مستقیم بر سیاست‌های آبی داشت. این اصلاحات که با هدف افزایش بهره‌وری و تقویت کشاورزی انجام شد، ملی شدن منابع آب را ضروری ساخت. قانون ملی شدن آب در سال ۱۳۴۷ تمامی منابع آبی را در اختیار دولت قرار داد؛ و همزمان توسعه پمپاژ، باعث کاهش نقش قنات‌ها و افزایش حفر چاه‌های عمیق شد (آبراهامیان، ۱۳۸۶).

کمک‌های خارجی: برنامه اصل چهار ترومن و کمک‌های آمریکا نقش مهمی در تجهیز کشور به تکنولوژی‌های مدرن آبی داشت. این کمک‌ها علاوه بر انتقال دانش فنی، موجب ورود ماشین‌آلات حفاری و ساخت سدهای بزرگ شدند.

۲-۴- پیامدهای سیاست‌های آبی

سیاست‌های آبی در ایران پیامدهای گسترده‌ای در ابعاد اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی به همراه داشته‌اند. در بُعد اجتماعی، کنار گذاشتن روش‌های سنتی مانند قنات و جایگزینی آن‌ها با چاه‌های عمیق و سدسازی، منجر به دگرگونی‌های عمده در ساختارهای اجتماعی شد و با رشد شهرنشینی و تغییر الگوهای معیشتی، وابستگی جوامع محلی به زیرساخت‌های دولتی افزایش یافت. از منظر اقتصادی، اگرچه سیاست‌های توسعه منابع آب موجب افزایش تولیدات کشاورزی شدند، اما اتکای سنگین به فناوری‌های وارداتی، هزینه‌های بالایی برای کشور ایجاد کرد و عدم پایایی این سیاست‌ها در برخی مناطق، در نهایت به بحران‌هایی مانند کم‌آبی و مهاجرت‌های اجباری دامن زد. در زمینه محیط‌زیستی، برداشت بی‌رویه از منابع زیرزمینی و ساخت سدهای گسترده، به تخریب زیست‌بوم‌ها، کاهش شدید سطح آب‌های زیرزمینی و بر هم خوردن چرخه‌های طبیعی منجر شد و بحران‌های محیط‌زیستی بلندمدتی را رقم زد. در این میان، سیاست‌های آبی دوران پهلوی دوم، که بر پایه رویکردی «توسعه‌محور با نگرش تکنوکراتیک» بنا شده بودند و آب را صرفاً ابزاری برای رشد اقتصادی تلقی می‌کردند، اگرچه در کوتاه‌مدت به تقویت زیرساخت‌ها و کشاورزی انجامیدند، اما در بلندمدت با نادیده گرفتن پایایی اجتماعی و محیط‌زیستی، باعث تشدید شکاف‌های اجتماعی و دوری از سنت‌های بومی شدند؛ روندی که در نهایت بستر نارضایتی‌های مردمی و یکی از عوامل زمینه‌ساز انقلاب اسلامی را فراهم کرد.

۳- طراحی سیاست‌های آب بعد از انقلاب اسلامی

بعد از انقلاب سال ۱۳۵۷، علاوه بر تکنولوژی و پول نفت، آنچه باعث استفاده بیش از حد از منابع آبی می‌شد دکترین حمایت از فرودستان بود. در دوره جنگ تحمیلی و دوران دولت‌های نهم و دهم و سیزدهم، طراحی سیاست به نوعی یک بُعدی، و فقط بر اساس دکترین دسترسی همگان به آب بود، بدون توجه به سایر جوانب ضروری. براین‌اساس، عرضه بدون محدودیت آب به شهرها (بدون توجه به مالکیت یا حقوق متقدمین در برداشت آب)، منجر به خلط مفهوم عدالت با ضرورت دسترسی همگانی برای نیازهای شرب و بهداشت شد. در این نوع طراحی، سیاست در قالب شرعی‌سازی و کژفهمی انفال صورت گرفت.

در واقع، توسط بسیاری از کارشناسان و مسئولان تلاش شد، با تمسک به اصطلاح شرعی «انفال»، توجیه لازم برای دست‌اندازی به حقوق مالکیت بهره‌برداران پیشین منابع آب فراهم آید. سپس به بهانه دسترس همگان به آب (به عنوان کالای عمومی)، آب بی‌چون‌وچرا در اختیار دولت قرار گیرد. به عبارت دیگر، با تلقی نادرست از انفال در حوزه آب‌های زیرزمینی، وزارت نیرو را مجوز یافت تا بر اساس تشخیص خود، هرگونه حکمی برای برداشت از این منابع صادر نماید. ایشان این رفتار را قانونی جلوه می‌دهند؛ و بر این اساس، مالکیت اشخاص بر منابع آب زیرزمینی را منقضی می‌دانند؛ رویه‌ای که شوربختانه در چند دهه گذشته جاری بوده است.

به نظر می‌آید منشاء این کژفهمی، متن اصل ۴۵ قانون اساسی باشد؛ که در آن به مصادیق احصاء نشده‌ای از انفال و ثروت‌های عمومی اشاره شده است. در این اصل تنها «دریاها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و سایر آب‌های عمومی» بیان گشته است؛ و از آب‌های زیرزمینی و آب‌های حیازت شده توسط افراد، ذکری به میان نیامده. باید توجه داشت که به دنبال دریاها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها از کلمه «سایر» در کنار آب‌های عمومی استفاده شده است. می‌توان این‌گونه برداشت نمود که سایر آب‌های عمومی باید در گروه دریاها، دریاچه‌ها و رودخانه‌های بزرگ قرار گیرد؛ مانند مرداب‌ها، تالاب‌ها، سیلاب‌های فصلی. کاربرد عبارت «سایر آب‌های عمومی» در این اصل، نشان می‌دهد که نوع دیگری از آبها نیز وجود دارد که مشمول این اصل نمی‌شود: آب‌های خصوصی (که در مالکیت افراد قرار گرفته است).

در اوایل دوره پس از انقلاب اسلامی، دکترین نه در راستای توسعه که در راستای خودکفایی و حمایت از زندگی روستایی قرار گرفت. حفر چاه آزاد شد و هر شخصی روی زمین، فعالیتی اقتصادی و کشاورزی انجام می داد، مالکیت او به رسمیت شناخته می‌شد. جنگ و کمبود اقتصادی و تحریم ها، توجیه‌گر سیاست‌های خودکفایی و حمایت از کشاورزی بود؛ که نیازمند برداشت بیشتر و بیشتر آب از آبخوان‌ها بود. در حالی که قیمت واقعی آب از محصولات به دست آمده بیشتر بود؛ در طراحی سیاست، «منابع آب رایگان، و در دسترس همگان» تلقی می‌شد. اگر خسارت ناشی از برداشت آب‌های غیرقابل تجدیدپذیر و افت آبخوان‌ها، بر اکوسیستم و محیط زیست کشور نیز در هزینه آب محسوب گردد.

بعدها در دوره سازندگی با احیا سازمان برنامه و بودجه و دنبال کردن برنامه‌های توسعه، سیاست سدسازی ترویج شد. شمار سدها از سیزده عدد در سال ۱۳۵۷، به ششصد عدد در دوره هاشمی رسید ؛ که البته بسیاری از آنها سدهای کوچک ساخته شده توسط جهاد سازندگی بودند. در دولت های نهم و دهم نیز موارد حفر چاه از صد هزار به هشتصد هزار رسید (طالبی صومعه‌سرایی، ۱۴۰۱). طراحی سیاست برای ایجاد اشتغال، کاهش نابرابری، توسعه کشاورزی، خودکفایی و امنیت غذایی، به هجوم بر منابع طبیعی، و بویژه آب، روی آورده بود.

این در حالی بود که در سیاست‌های کلی آب که توسط تشخیص مصلحت تدوین و سپس با ابلاغ رهبری در سال ۱۳۷۹ اعلام شد، و همینطور در متن برنامه‌های سوم (۱۳۷۸ تا ۱۳۸۲) و چهارم (۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷؛ که سپس برای دو سال تمدید شد) بر پایایی و همینطور حفظ منابع آبی تاکید شده بود. اما این دوران کوتاه بود و برنامه ها با امواج پوپولیستی (عوام‌گرایانه) و کوتاه‌مدت کنار گذاشته شد.

سیاست دیگری که در این سال‌ها موجب فشار بر منابع آب گردید، سیاست پنهان جلوگیری از اغتشاش در شهرها (به هر قیمتی) بود. این سیاست موجب دادن اجازه به آبفاها در برداشت از منابع آب زیرزمینی برای عرضه بی‌کم‌وکاست آب شهری، بود. تکرار این رویه با حفر چاه‌های بی‌شمار برای این منظور، نه تنها موجب تشدید افت آبخوان‌ها گشت؛ بلکه منجر به افزایش فشار بر سایر آب‌بران، به‌ویژه کشاورزان، نیز شد.

۳-۱- فلسفه قانون‌گذاری آب: شریعت و عدالت اجتماعی

پس از انقلاب اسلامی ایران، سیاست‌های آبی تحت تأثیر دکترین انقلابی حمایت از اقشار فرودست و شرایط خاص اقتصادی و سیاسی آن دوران قرار گرفت. اگرچه همچنان میراث دوران پهلوی در حوزه تکنولوژی، قانون‌گذاری و رویکرد تمرکزمحور ادامه یافت؛ اما ایدئولوژی انقلاب اسلامی و رویکردهای عدالت اجتماعی، همراه با الزامات ناشی از جنگ و تحریم‌ها، تغییرات مهمی را در طراحی و اجرای سیاست‌های آبی ایجاد کردند. این تغییرات در قالب شرعی‌سازی تسلط دولت بر منابع آب، گسترش زیرساخت‌های جدید، و ترویج سیاست‌های خودکفایی در کشاورزی و امنیت غذایی نمود یافتند.

نگرش به آب به‌عنوان یک کالای عمومی برجسته شد؛ و با استنباط ناقص از عنوان «انفال» در اصول قانون اساسی و قوانین اجرایی، نفی مالکیت آب توسط کارشناسان دولتی، به‌طور غیر رسمی رواج یافت. همانگونه که پیش‌تر گفته شد، اصل ۴۵ قانون اساسی، منابع طبیعی از جمله آب را در زمره انفال و در اختیار حاکمیت اسلامی دانست. ترویج کنندگان نگرش مزبور تلاش داشتند در پناه استدلال «دسترسی برابر به منابع آبی برای تمام اقشار جامعه»، تسلط دولت بر این منابع را تضمین کنند. بااین‌حال، مالکیت خصوصی قنات‌ها، چاه‌ها و بهره‌برداری‌های صنعتی و کشاورزی، که در شرع و قوانین گذشته (از جمله قانون مدنی ایران (۱۳۰۷)) و بویژه قانون ملی شدن آب سال ۱۳۴۷ ریشه داشت، موجب شد تعارض میان فلسفه شرعی‌سازی با بنیان‌های فقهی و قانونی پیشین ادامه یابد.

۳-۲- دکترین سیاست‌های آبی: حمایت از اقشار فرودست و خودکفایی

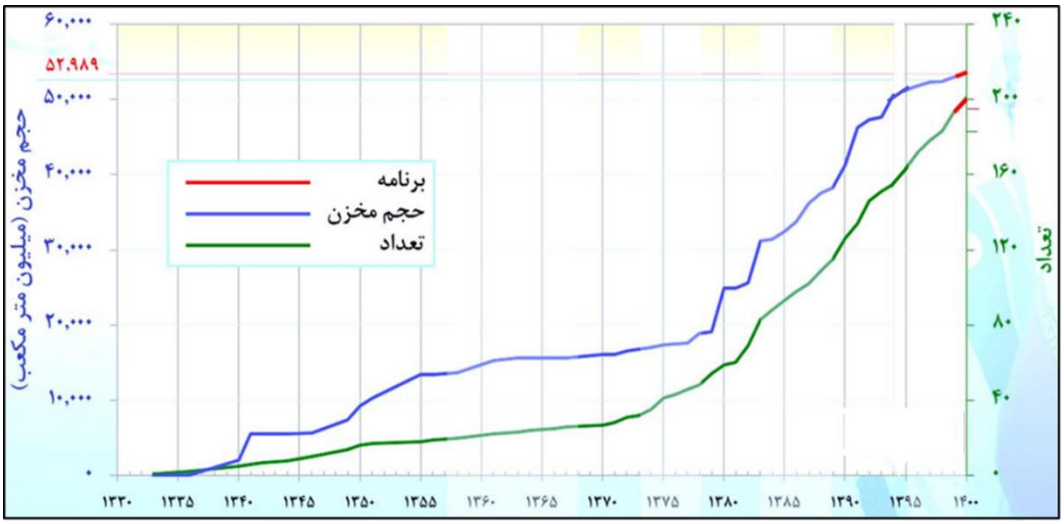
دکترین حمایت از اقشار فرودست و عمومی تلقی کردن منابع آب، یکی از دکترین‌های اصلی پس از انقلاب، برای رفع نابرابری‌ها بود. این دکترین، در سیاست‌های آبی با توسعه برداشت از منابع آب، بدون توجه به سهم و حقوق آب‌بران پیشین دنبال می‌شد. قانون توزیع عادلانه آب مصوب ۱۳۶۱، با تکرار اصول قانون ۱۳۴۷، بر مدیریت دولتی منابع آبی تأکید کرد و هیئت‌هایی از کارشناسان دولتی را در استانها مسئول تصمیم‌گیری درباره تخصیص آب نمود. شوربختانه برداشت‌های ناقص و نادرست از این قانون، موجب شد در عمل به حفظ سازوکارهای دولتی پیشین منجر گردد.

دکترین خودکفایی: در دوران جنگ و تحت شرایط تحریم‌ها، سیاست‌های آبی در راستای خودکفایی غذایی و تقویت کشاورزی قرار گرفتند. حفر چاه‌های عمیق برای کشاورزی در دو دهه ابتدایی این دوران، تسهیل شد؛ و فعالیت‌های

کشـــاورزی، حتی در مناطقی که شـــرایط منابع آبی در آن‌ها بحرانی بود، تشـــویق شـــدند. این ســـیاســـت‌ها باوجود تأثیر کوتاه‌مدت در تأمین امنیت غذایی، فشـــارهای زیادی بر منابع آب زیرزمینی وارد کردند؛ و در نهایت، امنیت آب و غذای کشور در معرض شرایط امروزین قرار گرفت.

۳-۳- برنامه‌های طراحی سیاست‌های آبی

در دهه اول انقلاب اسـلامی، قانون توزیع عادلانه آب در سـال ۱۳۶۱ با هدف مدیریت بهتر منابع و توزیع برابر تصـویب شـد. جهت گیری‌ها در راســـتای تقویت کشـــاورزی روســـتایی و ســـیاســـت‌های حمایتی مانند تخصـــیص یارانه به حفر چاه، توسعه آبیاری سطحی، بود؛ که کشاورزی روستایی را تقویت کرد. اما گسـترش حفر چاه‌های شـخصـی و افزایش بهره‌برداری بی‌رویه، در عمل فشـار بر منابع آبی کشـور را تشـدید نمود. با شروع دوران سازندگی (ریاست جمهوری هاشمی رفسنجانی)، سیاست سـدسـازی به‌عنوان محور اصـلی توسعه آبی تعریف شـد. تعداد سدهای کشور، از ۳۰ سـد پیش از انقلاب، تا کنون به بیش از ۲۰۰ سـد افزایش یافته اسـت. سـدسـازی علاوه بر تأمین آب کشـــاورزی، اهداف کنترل ســـیلاب و تولید برق را دنبال کردند (شکل ۱).



شکل ۲- توسعه سریع سدسازی پس از انقلاب اسلامی (https://jahannews.com/vdca0mn0y49nmm1.k5k4.html)

طی برنامه‌های اول و دوم توسعه (۱۳۶۸ تا ۱۳۷۷)، تأکید زیادی بر گسـترش زیرسـاخت‌های آبی شـد. این تمرکز بر پروژه‌های بزرگ‌مقیاس، اغلب بدون توجه به پیامدهای محیط‌زیسـتی و اجتماعی آن‌ها انجام می‌شد. در اسفند ۱۳۷۹، نخستین بند از «سـیاسـتهای کلی منابع آب» چنین تدوین شـده بود: «ایجاد نظام جامع مدیریت در کل چرخه‌ی آب براسـاس اصـول توسعه‌ی پایدار و آمایش سرزمین در حوضه‌های آبریز کشور». این برای اولین بار بود که در اسناد سیاستی کشور به توسعه پایا در رابطه با آب اشاره شد. سپس در برنامه سوم توسعه (۱۳۷۸ تا ۱۳۸۲) نیز حفاظت از منابع آبی و توسـعه پایا در قانون‌گذاری‌ها مورد توجه قرار گرفت.

این به معنای آن بود که توسعه برداشت از منابع آب سطحی (سـدها و ...) و زیرزمینی (چاه‌ها) باید در حد معینی متوقف می‌شد. اما این حد برای اولین بار، بسیار دیرهنگام (با ۱۵ سال فاصله از سال ۱۳۷۹)، در سال ۱۳۹۳ در پانزدهمین نشست شورای عالی آب رسماً برابر با ۷۵٪ تجدیدپذیری منابع آب هر حوضـه، معلوم و مصـوب شـد. اما در عمل، وزارت نیرو در پیشگیری از توسعه مفرط برداشت‌ها ناموفق بوده است؛ حتی در موارد بسیاری خود شرکت مدیریت منابع آب کشور مسبب چنین توسعه‌های ناپایایی (سدسازی‌ها و توسعه حفر چاه‌ها) بوده و هست.

البتـه برخی اقـدامـات محـدود برای کـاهش برداشـــت‌هـای غیرقانونی انجام شـد، اما این تلاش‌ها به دلیل تعارض منافع (فردی و نهـادی)، ضـــعـف نظـارت و تـداوم رویکردهـای مصـرف‌گرایانه، موفق نبوده اسـت (مرکز پژوهش‌های مجلس شـورای اسـلامی، ۱۴۰۵). شـاهد این مدعا، سـاخت سـدهای بیشـتر و افزایش تعداد چاه‌های عمیق از ۱۰۰ هزار به ۸۰۰ هزار و تخریب بیشـتر آبخوان‌ها (کاهش کمیت و کیفیت منابع زیرزمینی) اسـت (وزارت جهـاد کشـاورزی، ۱۳۸۸). بـا موضـع‌گیری‌های عوام‌گرایانه، با اسـتفاده ناصـحیح از اولویت تأمین آب شـرب و بهداشـتی، آب را «کالایی عمومی و ارزان» تلقی نمودنـد. این تلقی تـا کنون مـانع از اجرای کـامـل «سیاست‌های مدیریت تقاضا» گردیده است. نتیجه تمام این عوامل و سـیاسـت‌های ناکارآمد، به جای مهار روال زوال آبهای زیرزمینی، و نیز تعادل بخشـی منابع و مصـارف آب، تنها افزایش فشار بر منابع آب بوده است.

۳-۴- پیامدهای سیاست آب در دوره جمهوری اسلامی

سیاست‌های آبی کشور طی چهار دهه گذشته، ترکیبی از اهداف توسعه‌ای، حمایت از اقشار فرودست، و واکنش به شرایط اضطراری مانند جنگ و تحریم بوده‌اند. همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، این سیاست‌ها در عمل موجب تقویت کشاورزی روستایی، گسترش زیرساخت‌های آبی، و افزایش چشمگیر ظرفیت سدسازی در دوره‌های گوناگون شده‌اند. سپس از سومین برنامه توسعه کشور، مفاهیمی چون توسعه پایا و حفاظت از منابع آب به‌تدریج وارد گفتمان رسمی قانون‌گذاری شد.

با این حال، تکیه افراطی بر پروژه‌های بزرگ‌مقیاس، اعطای یارانه‌های گسترده توسعه کشاورزی آبی، و افزایش بی‌رویه چاه‌های عمیق ـ که در دوره دولت نهم به ۸۰۰ هزار حلقه رسید ـــ منجر به افت شدید آبخوان‌های زیرزمینی و تخریب اکوسیستم‌های طبیعی شد. از سوی دیگر، ضعف نظام نظارت، اجرای ناقص قوانین مانند قانون توزیع عادلانه آب (۱۳۶۱)، و چیرگی رویکردهای پوپولیستی که آب را کالایی ارزان و عمومی تعریف می‌کردند، زمینه‌ساز مصرف بی‌رویه، اتلاف منابع مالی در پروژه‌های کم‌بازده و تعمیق نابرابری در دسترسی به منابع آبی شدند. در مجموع، اگرچه سیاست‌های آبی پس از انقلاب توانستند نیازهای فوری کشور را در دوره‌هایی پاسخ دهند، اما در غیاب یک راهبرد بلندمدت و یکپارچه، پیامدهای محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی سنگینی را در بلندمدت به همراه داشته‌اند (اسلامی و رحیمی، ۱۳۹۸).

در نهایت، پیامدهای سیاست‌های آبی بعد از انقلاب در ایران شامل توزیع ناعادلانه منابع آبی ناشی از ناکارآمدی سیستم‌های مدیریت و نظارت، تخریب معیشت روستاییان به دلیل کاهش منابع آبی، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی بر اثر برداشت بی‌رویه، تخریب اکوسیستم‌های طبیعی و افزایش فرونشست زمین در مناطق پرمصرف، اتلاف منابع مالی در پروژه‌های ناکارآمد مانند سدهای کم‌بازده، و وابستگی به سیاست‌های کوتاه‌مدت و ناپایا در مدیریت منابع آبی بوده است.

سیاست‌های آبی ایران در این دوره، ترکیبی از دکترین حمایت از اقشار فرودست، و رویکردهای توسعه‌ای کوتاه‌مدت، توأم با شرعی‌سازی بودند. اگرچه این سیاست‌ها توانستند نیازهای فوری کشور را در دوره‌هایی مانند جنگ و تحریم تأمین کنند، اما در بلندمدت پیامدهای اجتماعی، محیط‌زیستی و اقتصادی جدی به همراه داشتند. اجرای ناقص سیاست‌های پایا و غلبه نگاه‌های پوپولیستی بر تصمیم‌گیری‌ها، چالش‌های موجود در مدیریت منابع آبی کشور را عمیق‌تر کرده است.

جدول ۲- مقایسه سیاست‌های آبی در سه دوره مشروطه، پهلوی و جمهوری اسلامی

شاخص	دوره مشروطه	دوره پهلوی.	دوره جمهوری اسلامی
فلسفه	سنتی	ریاضی‌سازی جهان و عقل ابزاری؛ آب به‌عنوان منبع توسعه و مدرن‌سازی	شرعی‌سازی منابع آب به‌عنوان انفال؛ عدالت اجتماعی و دسترسی همگانی
دکترین	دکترین حفظ مالکیت‌های سنتی و کشاورزی محلی	توسعه زیرساختی از طریق سدسازی و مهار منابع آبی	دکترین خودکفایی، توسعه کشاورزی، و امنیت غذایی
سیاست	تصویب قوانین محلی برای قانون مدنی ایران ۱۳۰۷، مدیریت آب؛ تمرکز بر بهره‌برداری از قنات‌ها و روش‌های سنتی بدون دخالت گسترده حکومت مرکزی	ملی شدن آب در سال ۱۳۴۷؛ توسعه سدسازی و شبکه‌های آبیاری؛ ورود تکنولوژی حفر چاه و مهار آب‌های سطحی برای مدرنیزاسیون کشاورزی و شهرها	تصویب قانون توزیع عادلانه آب (۱۳۶۱) گسترش سدسازی و حفر چاه‌ها؛ تأکید بر دسترسی رایگان و حمایت از کشاورزی روستایی؛ سیاست‌های کلی آب با تأکید بر توسعه پایدار

نتیجه‌گیری

در دوره مشروطه، ایرانیان به‌صورت آرام، معتدل، منطقی و در همسویی عقل، عرف و شرع، طراحی مناسب و قانون‌گذاری مبتکرانه‌ای در مورد آب انجام دادند. به‌تدریج با افزایش جمعیت، پیدایش پول نفت، ایدئولوژی مارکسیستی و رواج تکنولوژی فلسفه مهندسی ابزارگرایانه، دکترین توسعه و خودکفایی، برنامه‌ریزی‌ها را به سمت برداشت بی‌رویه و نابودی منابع آبی کشور سوق داد. آب ملی شد؛ اما ملی به معنای حکومتی و دولتی، تحلیل شد و روایت‌های مالکیت، عرفی، بازار و مدنی به حاشیه رفت.

تحلیل تاریخی قوانین و مسائل مرتبط با آب نشان می‌دهد که عوامل متعددی در ایجاد بحران‌های موجود نقش داشته‌اند که بسیاری از آن‌ها ریشه در ساختار حقوقی و اجرایی دارند. پس از پیروزی انقلاب اسلامی، مشروعیت یافتن فتواهای فقهی گاه منجر به مغایرت‌هایی با احکام عرفی شد که در مواردی به‌اشتباه، حق مالکیت بر منابع آب زیرزمینی را به افراد اعطا کرد. همچنین، فناوری حفر چاه‌های عمیق و دسترسی به انرژی، در کنار یارانه‌های انرژی و ارزی، موجب تسریع در بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب شد. قانون ملی شدن آب‌ها با وجود ارزش قانونی بالا، به‌دلایل مختلف به‌طور کامل اجرا نشد. علاوه‌براین، نفوذ تفکر حزب توده و ایده تقسیم ثروت در برخی سیاست‌ها نمود یافت که در حوزه آب به‌صورت صدور مجوزهای جدید بهره‌برداری از منابع زیرزمینی بروز کرد. سیاست خودکفایی نیز که با هدف استقلال از قدرت‌های جهانی دنبال می‌شد، به جای مدیریت پایدار منابع، استفاده بی‌رویه از منابع آب را تشویق کرد. در کنار این عوامل، تصمیماتی همچون ابطال اصل مرور زمان در مالکیت در سال ۱۳۶۱، ملاحظه‌کاری دستگاه قضایی در برخورد با متخلفان و

حذف دادگاه صـــالحه در قانون تعیین تکلیف چاه‌های فاقد پروانه مصوب ۱۳۸۹ نیز نقش مؤثری در تعمیق این بحران ایفا کردند.

طراحی سیاست آب در ایران معاصر دچار آسیب‌هایی است از جمله: تعریف ملی شدن مشخص نیست. ایدئولوژی حاکم سوسیالیستی است، دولتی و حکومتی شده است، مالکیت خصوصی و بازار آب نابود شده است، قصدیت‌های شرعی و امنیتی نیز در راستای بهره‌برداری و مصرف آب حرکت کرده‌اند، تکنولوژی با قدرت پول نفت، آب را سرمایه تاریخی و تمدنی و نسلی نمی‌بیند، توسعه پایدار و محیط‌زیست و حقابه در نظر گرفته نشده است. آب رایگان، بی ارزش، همگانی، در دسترس و مصرفی در نظر گرفته شده است. حوزه‌های آبی نه براساس محیط تاریخی و باستانی، بلکه براساس استان‌ها و شهرها تعریف شـده‌اند. در فرآیندهای طراحی، غیبت حوزه عمومی و مشـارکت محلی‌ها مشـهود اسـت. هجوم تکنولوژی و قدرت مالی دولت ناشی از پول نفت و ایدئولوژی چپ‌گرایانه با دیدگاه نفی مالکیت و بخش خصـوصـی، باعث نابودی بازار آب و ورشکستی منابع آبی در ایران شده است. قانون‌گذاری آب در ایران دسـتخوش تغییرات قابل توجهی در طول تاریخ خود شـده اسـت. در دوران مشـروطه، نوعی توازن میان عقلانیت، سـنت‌های عرفی و مبانی دینی شـکل گرفته بود که زمینه‌ساز نگرشـی سـازگار و نوآورانه به مسـائل حکمرانی، از جمله مدیریت منابع آبی بود. بااین‌حال، در دوره‌های بعدی، تحولات جمعیتی، بهره‌برداری گسـترده از درآمـدهـای نفتی، نفوذ ایدئولوژی‌های چپ‌گرایانه، و سـلطه عقلانیت فنی و ابزارمحور، مسـیر سـیاسـت‌گذاری را به سـمت الگوهای توسـعه‌محور و رویکردهای مبتنی بر خودکفایی سـوق داد. این دگرگونی‌ها به بهره‌برداری فزاینده و غیرپایدار از منابع آب انجامید. در همین فرآیند، سـیاسـت ملی‌سـازی منابع آبی، نظام‌های سـنتی مالکیت و بهره‌برداری بر پایه عرف، بازار و حقوق مدنی را به حاشیه راند و کنترل منابع را عمدتاً در چارچوب اقتدار متمرکز دولتی قرار داد .این نتیجه‌گیری به بررسـی چالش‌های کلیدی قانون‌گذاری آب در ایران معاصـر می‌پردازد و پیشـنهادهای عملی و فلسفی برای بهبود وضعیت ارائه می‌کند.

چالش‌های کلیدی در قانون‌گذاری آب معاصـر شـامل مجموعه‌ای از عوامل سـاختاری و مدیریتی اسـت که بر بهره‌برداری پایدار از منابع آبی تأثیر گذاشـته‌اند. یکی از این چالش‌ها، ابهام در تعریف ملی‌شدن آب است، به‌طوری‌که این مفهوم اغلب معادل مالکیت دولتی تلقی شـده و ابعاد مشارکتی و عمومی آن نادیده گرفته شده است. این برداشت محدود، تمرکز کنترل را افزایش داده و مشـارکت ذی‌نفعان محلی را تضعیف کرده است (Foltz، ۲۰۰۲). تسلط آژانس‌های دولتی بر حکمرانی منابع آبی نیز باعث کاهش مشـارکت بخش خصـوصـی، جامعه مدنی و بازیگران غیردولتی شـده و تمرکزگرایی حاصل از این وضعیت، ناکارآمدی، فساد و کاهش پاسخگویی را به دنبال داشته است .

همچنین، در سـیاسـت‌های آبی کشـور، به پایداری و مسـائل محیط‌زیسـتی توجه کافی نشـده اسـت. پیشـرفت‌های فناورانه که با درآمدهای نفتی تأمین مالی شـده‌اند، به منافع اقتصـادی کوتاه‌مدت اولویت داده و اصـول توسـعه پایدار و حفاظت از منابع آبی برای نسـل‌های آینده را نادیده گرفته‌اند (Foltz، ۲۰۰۲). یکی دیگر از چالش‌های مهم، تعریف آب به‌عنوان یک منبع رایگان و همگانی اسـت که این تلقی باعث کاهش ارزش آن و تشویق به مصرف بی‌رویه شده است. در کنار این موارد، مدیریت منابع آبی بر اساس مرزهای اداری استانی و شـهری، به‌جای حوزه‌های طبیعی آبریز انجام شده که منجر به تضادها، ناکارآمدی‌ها و نبود مدیریت یکپارچه شـده اسـت (Madani، ۲۰۱۴).

عدم مشارکت عمومی و محلی در تصمیم‌گیری‌های مربوط به سیاست‌های آبی نیز موجب کاهش اعتماد اجتماعی و ضعف در مدیریت منابع شـده اسـت . در نهایت، هجوم فناوری‌های وابسته به درآمدهای نفتی و سلطه مالی دولت، بازارهای آب را از بین برده و بهره‌برداری شدید از منابع را تشدید کرده است . مجموع این عوامل چالش‌های اسـاسـی در قانون‌گذاری آب معاصر ایران را شکل داده‌اند و مانعی در مسیر دستیابی به مدیریت پایدار منابع آبی محسوب می‌شوند.

پیشنهادهای فلسفی، دکترین و برنامه‌ای در زمینه قانون‌گذاری آب شـامل راهکارهایی اسـت که می‌توانند به بهبود حکمرانی منابع آبی کمک کنند. در سـطح فلسـفی، بازتعریف آب به‌عنوان یک منبع میراثی ضـروری اسـت. آب باید نه‌تنها به‌عنوان یک منبع طبیعی بلکه به‌عنوان سـرمایه‌ای فرهنگی و تمدنی با اهمیت بین‌نسـلی در نظر گرفته شـود. این دیدگاه با اصـول توسـعه پایدار همخوانی دارد و سـیاسـت‌هایی را ترویج می‌کند که حفاظت از منابع را بر بهره‌برداری کوتاه‌مدت ترجیح دهند (Foltz، ۲۰۰۲). علاوه‌براین، هماهنگی میان اخلاق، اصول عقلانی و عرف اسـلامی، همان‌گونه که در دوران مشـروطه نمونه‌هایی از آن دیده شـد، باید در حکمرانی منابع آبی به کار گرفته شـود. این رویکرد، چارچوبی متوازن ایجاد می‌کند که هم نیازهای انسـانی و هم ملاحظات محیط‌زیسـتی را در نظر بگیرد.

در سطح دکترین، ملی‌شدن آب باید به‌گونه‌ای بازتعریف شود که بر مالکیت مشـارکتی عمومی تأکید داشـته باشـد و در آن، جوامع محلی، نظام‌های عرفی و مکانیسم‌های بازار در مدیریت منابع آبی دخیل شـوند. چنین تغییری می‌تواند به افزایش عـدالـت و کـارایی در حکمرانی منـابع منجر شـود (Madani، ۲۰۱۴). همچنین، ترویج دکترین پایداری در سـیاسـت‌های آبی اهمیت دارد، به‌طوری‌کـه تمرکز بر حفظ تعـادل اکولوژیکی، حفاظت از منابع زیرزمینی و حمایت از اکوسـیسـتم‌ها در اولویت قرار گیرد. توجه به حقوق آبی اکوسیستم‌ها و نسل‌های آینده نیز در این چارچوب ضـروری اسـت (Foltz، ۲۰۰۲). علاوه‌براین، تشـویق حکمرانی غیرمتمرکز و توانمندسـازی نهادهای منطقه‌ای و محلی، ازجمله شهرداری‌ها و سازمان‌های

جامعه مدنی، می‌تواند پاسخگویی را افزایش داده و ناکارآمدی بوروکراتیک را کاهش دهد.

در بعد برنامه‌ای، ارزش‌گذاری اقتصادی آب یکی از اقدامات کلیدی است. مکانیسم‌های قیمت‌گذاری باید ارزش واقعی آب را منعکس کنند تا مصرف بی‌رویه کاهش یابد و حفاظت از منابع تشویق شود. در این راستا، یارانه‌ها باید به‌صورت هدفمند برای گروه‌های آسیب‌پذیر تخصیص داده شوند، درحالی‌که بخش‌های صنعتی و کشاورزی هزینه‌های منصفانه‌ای برای مصرف خود بپردازند (Madani، ۲۰۱۴). علاوه‌براین، مدیریت یکپارچه حوضه‌های آبریز باید جایگزین رویکردهای مبتنی بر تقسیمات اداری شود تا برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری میان استان‌ها و شهرداری‌ها هماهنگ‌تر انجام گیرد . سرمایه‌گذاری در فناوری‌های صرفه‌جویی در مصرف آب و اجرای کمپین‌های آموزشی عمومی برای افزایش آگاهی نسبت به حفاظت از منابع آبی و شیوه‌های پایدار نیز اقدامی ضروری محسوب می‌شود (Foltz، ۲۰۰۲).

اصلاح چارچوب‌های قانونی و نهادی نیز باید مورد توجه قرار گیرد. اصلاح قوانین منابع آبی به‌منظور تلفیق اصول عدالت، پایداری و حکمرانی مشارکتی حیاتی است و ایجاد نهادهای نظارتی مستقل برای پایش تخصیص منابع و اجرای قوانین، می‌تواند به بهبود وضعیت حکمرانی آب کمک کند . در نهایت، ترویج مشارکت عمومی یکی از گام‌های کلیدی در بهبود مدیریت آب است. برنامه‌های مدیریت آب باید بر مبنای مشارکت جوامع محلی طراحی شوند تا ذی‌نفعان در فرآیند تصمیم‌گیری و اجرای سیاست‌ها نقش فعال‌تری داشته باشند. این امر موجب افزایش اعتماد اجتماعی و تضمین مدیریت پایدار منابع آبی خواهد شد .

طراحی سیاست آب در ایران معاصر با چالش‌های اساسی ناشی از ناهماهنگی‌های فلسفی، دکترین و برنامه‌ای روبه‌رو است. از ابهام در تعریف ملی‌شدن تا نادیده‌گرفتن پایداری، مسائل به‌طور سیستماتیک پیچیده و چندوجهی هستند. بازگشت به چارچوبی متعادل که اصول اخلاقی، حکمرانی عقلانی و مشارکت عمومی را یکپارچه می‌کند، ضروری است. با اجرای پیشنهادهای ارائه شده، ایران می‌تواند به سمت یک سیستم حکمرانی منابع آبی عادلانه‌تر، پایدارتر و کارآمدتر حرکت کند که هم میراث تاریخی و هم نیازهای آینده را به رسمیت بشناسد.

منابع

آبراهامیان، یرواند.(۱۳۸۶). ایران بین دو انقلاب: از مشروطه تا انقلاب اسلامی. مترجمان: کاظم فیروزمند، حسن شمس‌آوری، و محسن مدیرشانه‌چی. نشر مرکز. تهران، ایران.

اسلامی، روح‌الله، و رحیمی، احمد. (۱۳۹۸). سیاست‌گذاری و بحران آب در ایران. سیاست‌های راهبردی و کلان، ۷(۲۷)، ۴۳۵-۴۱۰. doi: 10.32598/JMSP.7.3.5

پهلوی، محمدرضا. (۱۳۴۶). انقلاب سفید. کتابخانه پهلوی. چاپ دوم. تهران، ایران.

طالبی صومعه‌سرایی، مهشید. (۱۴۰۱). یک قرن حکمرانی آب در ایران. انتشارات خرد سرخ. چاپ اول. تهران، ایران.

طباطبایی، جواد (۱۳۹۱). تأملی در اندیشه ایرانشهری: گفتار در میراث نظری ایران. نشر مینوی خرد. تهران، ایران.

عبدالمنافی جهرمی، نرجس‌السادات، و اسدی، مراد. (۱۴۰۲). مرور برنامه‌های توسعه در بخش آب جهت بهره‌گیری در تدوین برنامه هفتم توسعه. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. تهران، ایران.

قانون آب و نحوه ملی‌شدن آن. (۱۳۴۷). مجموعه قوانین و مقررات. سازمان چاپ و انتشارات. تهران، ایران.

قانون توزیع عادلانه آب. (۱۳۶۱). مجلس شورای اسلامی. روزنامه رسمی جمهوری اسلامی ایران. تهران، ایران.

قانون مدنی ایران. (۱۳۰۷). مجموعه قوانین ایران. مجلس شورای ملی. تهران، ایران.

کاتوزیان، ناصر. (۱۳۸۶). دوره مقدماتی حقوق مدنی: اموال و مالکیت. نشر میزان. تهران، ایران.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.(۱۴۰۵). بررسی تعارض منافع در بخش آب کشور از دیدگاه نظارتی. تهران، ایران.

Allan, J.A. (2001). The Middle East Water Question: Hydropolitics and the Global Economy. I.B. Tauris, London, UK.

Bowen, G.A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. Qualitative Research Journal, 9(2), 27-40. doi: 10.3316/QRJ0902027

Foltz, R.C. (2002). Iran's water crisis: Cultural, political, and ethical dimensions. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 15(4), 357-380. doi: 10.1023/A:1021268621490

Hall, P.A., & Taylor, R.C.R. (1996). Political science and the three new institutionalisms. Political Studies, 44(5), 936-957. doi: 10.1111/j.1467-9248.1996.tb00343.x

Heidegger, M. (1962). Being and Time. Translated by J. Macquarrie & E. Robinson. Harper & Row, New York, USA.

Hoekstra, A.Y., & Mekonnen, M.M. (2012). The water footprint of humanity. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 109(9), 3232-3237. doi: 10.1073/pnas.1109936109

Khaneiki, M.L., Schmidt, M., & Al-Ghafri, A.S. (2024). Water populism and the Iranians' collective adipsia. World Water Policy, 10(4), 1082-1093. doi: 10.1002/wwp2.12195

Madani, K. (2014). Water management in Iran: What is causing the looming crisis? Journal of Environmental Studies and Sciences, 4(4), 315-328. doi: 10.1007/s13412-014-0182-z

Schmidt, V.A. (2008). Discursive institutionalism: The explanatory power of ideas and discourse. Annual Review of Political Science, 11(1), 303-326. doi: 10.1146/annurev.polisci.11.060606.135342

Shafritz, J.M. (2004). The Dictionary of Public Policy and Administration. Westview Press, Boulder, USA.

پی‌نوشت

1- Discursive Institutionalism

فرجام: حکمرانی آب در ایران؛ از مدیریت منبع تا حکمرانی تمدنی آب

روح‌اله اسلامی

دانشیار گروه علوم سیاسی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

آب در جهان معاصر دیگر صرفاً یک منبع طبیعی، یک کالای اقتصادی، یا یک مسئله مهندسی نیست. آب به یکی از پیچیده‌ترین مسائل سیاست‌گذاری عمومی، امنیت ملی، توسعه پایدار، حکمرانی چندسطحی و حتی فلسفه سیاسی تبدیل شده است. اگر در قرن بیستم مسئله اصلی دولت‌ها «توسعه» بود، در قرن بیست‌ویکم یکی از مهم‌ترین صورت‌بندی‌های توسعه، چگونگی تنظیم رابطه جامعه، دولت، طبیعت و فناوری در مسئله آب است. از این منظر، آب نه فقط یک منبع، بلکه یک «مسئله سرکش[1]» است؛ مسئله‌ای که در برابر راه‌حل‌ها، از حل شدن امتناع می‌کند. زیرا ابعاد آن دائماً در حال تغییر است، ذی‌نفعان متعدد دارد، پاسخ قطعی ندارد و هر راه‌حل جدید می‌تواند مسئله‌ای تازه خلق کند.

کنکاش حاضر با یک مقدمه و چهار یادداشت ارزشمند و این جمع‌بندی تقدیم خوانندگان شده است، درباره مدیریت یکپارچه آب، دقیقاً در نقطه‌ای ایستاده است که علوم مهندسی، اقتصاد، محیط‌زیست، سیاست‌گذاری عمومی، جامعه‌شناسی، حقوق، فناوری و فلسفه حکمرانی به یکدیگر می‌رسند. آب از سطح خرد مصرف خانوار تا سطح کلان امنیت ملی و روابط منطقه‌ای امتداد پیدا می‌کند؛ از کشاورزی و صنعت تا محیط‌زیست و عدالت اجتماعی، همه به آب گره خورده‌اند. به همین دلیل، فهم آب بدون عبور از نگاه بخشی و حرکت به سوی نگاه سیستمی و شبکه‌ای ممکن نیست.

از مدیریت آب به حکمرانی آب

یکی از مهم‌ترین تحولاتی که در ادبیات جهانی آب رخ داده، گذار از «مدیریت آب» به «حکمرانی آب» است. مدیریت، بیشتر بر ابزارها، زیرساخت‌ها، تخصیص منابع و تصمیمات اجرایی تمرکز دارد؛ اما حکمرانی، بر روابط قدرت، نهادها، قواعد بازی، مشارکت ذی‌نفعان، مشروعیت تصمیمات و سازوکارهای پاسخگویی تمرکز می‌کند. مدیریت می‌پرسد چگونه آب را منتقل کنیم؛ حکمرانی می‌پرسد چه کسی تصمیم می‌گیرد، بر چه مبنایی تصمیم می‌گیرد، چه کسانی مشارکت دارند و چه کسانی از تصمیم‌ها منتفع یا متضرر می‌شوند.

در این چارچوب، آب تنها موضوع وزارتخانه‌ها یا دستگاه‌های اجرایی نیست، بلکه موضوع جامعه است؛ کشاورزان، صنعتگران، زنان، روستاییان، دانشگاهیان، بخش خصوصی، نهادهای مدنی، نسل آینده و حتی اکوسیستم‌ها، همه بازیگران حکمرانی آب هستند.

آب و ضرورت عبور از نگاه بخشی

یکی از چالش‌های مهم سیاست آب در ایران و بسیاری از کشورهای در حال توسعه، غلبه نگاه بخشی و جزیره‌ای است. هر سازمان، حوزه مسئولیت خود را می‌بیند؛ وزارت نیرو بر تأمین، وزارت جهاد کشاورزی بر مصرف، سازمان محیط‌زیست بر حفاظت، و بخش صنعت بر بهره‌برداری تمرکز می‌کند. نتیجه چنین وضعیتی، پراکندگی تصمیم‌ها، تعارض منافع، تداخل نهادی و فرسایش سرمایه اجتماعی است.

مدیریت یکپارچه منابع آب دقیقاً در واکنش به همین وضعیت شکل گرفته است. مدیریت یکپارچه به این معنا نیست که همه چیز در یک سازمان متمرکز شود، بلکه به معنای هماهنگی میان نهادها، هم‌افزایی میان دانش‌ها، و پیوند میان سیاست، جامعه و طبیعت است.

در جهان امروز، مفهوم «سیستم» از مفهوم سنتی سازمان مهم‌تر شده است؛ اما حتی سیستم نیز کافی نیست. جهان معاصر وارد عصر «شبکه‌ها» شده است. شبکه‌های انسانی، فناورانه، اطلاعاتی و نهادی اکنون بخش مهمی از حکمرانی آب را شکل می‌دهند. اگر در گذشته سد، کانال و چاه عناصر اصلی سیاست آب بودند، امروز داده، اعتماد، مشارکت، هوش مصنوعی و شبکه‌های تصمیم‌گیری نیز بخشی از زیرساخت حکمرانی آب هستند.

آب به مثابه جهان زیست

یکی از تحولات مهم در فلسفه سیاست‌گذاری، عبور از نگاه ابزارگرایانه به طبیعت و حرکت به سوی فهم «جهان زیست» است. آب صرفاً ماده‌ای فیزیکی نیست؛ بخشی از فرهنگ، هویت، حافظه تاریخی و زیست اجتماعی جوامع است. رودخانه‌ها، قنات‌ها، چشمه‌ها و آب‌انبارها فقط سازه نیستند، بلکه بخشی از تمدن ایرانی هستند.

ایران تاریخی طولانی در مدیریت اجتماعی آب دارد؛ از نظام قنات گرفته تا عرف‌های محلی تقسیم آب. یکی از ضعف‌های سیاست آب جدید، فاصله گرفتن از این میراث نهادی و فرهنگی بوده است. سیاست‌گذاری آینده آب در ایران باید میان دانش مهندسی جدید و عقلانیت تاریخی جامعه ایرانی پیوند برقرار کند.

تجربه جهانی و روندهای نوین حکمرانی آب

مطالعات جهانی نشـــان می‌دهد که چند روند کلیدی آینده حکمرانی آب را شکل می‌دهند:

۱. محیط زیست و پایداری اکولوژیک

دیگر نمی‌توان آب را بدون توجه به حقابه‌های محیط‌زیســـتی مدیریت کرد. رودخانه خشـک، تالاب نابود شده، فرونشـست زمین و بیابان‌زایی، همه نشانه‌های شکست حکمرانی بخشی هستند. آب باید در پیوند با اکوسیستم دیده شود.

۲. هوش مصنوعی و داده‌محوری

فنـاوری‌هـای نوین تحلیـل داده‌هـای اقلیمی، پیش‌بینی خشـکسـالی، مدیریت مصـرف، شـبیه‌سـازی سـناریوها و تصمیم‌سازی هوشـمند را ممکن ساخته‌اند. هوش مصنوعی می‌تواند ابزار مهمی برای حکمرانی آب باشـــد، اما جایگزین قضاوت انسانی و سیاست‌گذاری اخلاقی نخواهد شد.

۳ .توانمندسازی زنان

در بســـیاری از مناطق جهان، زنان نقش کلیدی در مصـــرف، حفاظت و انتقال دانش محلی آب دارند. حضـــور زنـان در سـاختارهای تصـمیم‌گیری آب نه فقط مسـئله عدالت، بلکه مسئله کارآمدی حکمرانی است.

حوزه عمومی و سیاست آب در ایران

یکی از مســـائل مهم آب در ایران، ضـــعف حوزه عمومی در سیاست‌گذاری آب است. تصمیمات آب اغلب فنی و متمرکز اتخاذ می‌شوند، در حالی که پیامدهای آن اجتماعی و سیاسی اسـت. پروژه‌های انتقال آب، سـدسـازی، تخصـیص منابع و قیمـت‌گـذاری، بـدون گفـت‌وگوی عمومی می‌تواننـد تعـارض اجتماعی تولید کنند.

حکمرانی موفق آب نیازمند تقویت حوزه عمومی است؛ فضایی که در آن دانشـگاهیان، رسـانه‌ها، متخصـصـان، ذی‌نفعان و شـهروندان بتوانند درباره سـیاسـت آب گفت‌وگو کنند. اعتماد عمومی، سرمایه‌ای حیاتی در حکمرانی آب است.

طراحی سیاست آب؛ از دولت‌محوری به مشارکت نهادی

در مرحله طراحی سـیاسـت، لازم اسـت نقش عرف، نهادهای محلی و شهروندان تقویت شود. سیاست‌هایی که صرفاً از بالا طراحی می‌شـوند، معمولاً در اجرا با مقاومت اجتماعی مواجه می‌شوند. مشارکت واقعی، نه مشارکت نمادین، باید بخشی از طراحی سیاست آب باشد.

اجرای سیاست آب؛ دولت کمتر، تنظیم‌گری بیشتر

در جهان جدید، دولت‌ها از نقش تصدی‌گری فاصله گرفته‌اند و بیشتر به سمت تنظیم‌گری حرکت کرده‌اند. در حوزه آب نیز آینده متعلق به دولت‌هایی اسـت که به جای اداره مسـتقیم همه امور، قواعد شـفاف وضـح می‌کنند، رقابت سـالم ایجاد می‌کنند، حقوق ذی‌نفعان را تضمین می‌کنند و اجرای سیاست را میان بخش عمومی، خصوصی و مدنی توزیع می‌کنند.

دولت در حکمرانی آب باید کمتر «مالک» و بیشـتر «تنظیم‌گر» باشد.

ارزیابی؛ حلقه فراموش‌شده

هیچ سـیاسـت آبی بدون ارزیابی مسـتقل و مسـتمر پایدار نمی‌مانـد. ارزیابی باید مبتنی بر داده، تخصـص و بی‌طرفی باشـد. ارزیابی نه ابزار توجیه گذشـته، بلکه سـازوکار یادگیری آینده است.

نقش دانشگاه و افق یک قرن آینده

یکی از مهم‌ترین سـرمایه‌های سـیاسـت آب، جامعه علمی اسـت. دانشـگاه و نخبگان علمی می‌توانند افق‌هایی را ببینند که سیاست روزمره قادر به دیدن آن نیست. بحران آب مسئله امروز نیست؛ مسئله یک قرن آینده ایران است.

صـدای علم، اگر شـنیده نشـود، بحران‌های زیسـت‌محیطی به بحران‌های اجتماعی، اقتصـادی و امنیتی تبدیل خواهند شـد. حکمرانی آب بدون دانشـگاه، بدون گفت‌وگوی میان‌رشـته‌ای و بـدون آینـده‌نگری، محکوم بـه واکنش‌هـای کوتاه‌مـدت خواهـد بود.

جمع‌بندی

آب در ایران نیـازمنـد یـک تغییر پـارادایمی اســـت؛ گـذار از مدیریت منبع به حکمرانی تمدنی آب. آینده سـیاسـت آب نه صـــرفاً در ســـدها، تونل‌ها و خطوط انتقال، بلکه در کیفیت نهادها، سطح اعتماد اجتماعی، مشارکت شهروندان، توانمندی علمی و بلوغ سیاست‌گذاری تعیین می‌شود.

اگر قرن گذشـــته، قرن مهندســـی آب بود، قرن پیش‌رو، قرن حکمرانی آب خواهد بود. ایران برای عبور از بحران آب، بیش از هر زمان دیگری نیازمند پیوند میان دانش، جامعه، دولت، فناوری و اخلاق عمومی است. تنها در چنین چارچوبی می‌توان از آب نه به عنوان منشـأ بحران، بلکه به عنوان بنیان توسـعه پایدار و امنیت ملی یاد کرد.

پی‌نوشت

1- wicked problem

Water and sustainable development

in the name of God

Volume 13, Issue 1 [Serial No. 39], June 2026

Grantee: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
Manager in Charge: Shahnooshi Foroushani, N. Prof., Ferdowsi University of Mashhad
Editor in Chief: Davary, K. Prof. Ferdowsi University of Mashhad

Editorial Board

Alidadi, H. Prof., Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran
Ansari, H. Prof., Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
Bagheri, A. Asso. Prof., Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
Esmaili, K. Prof., Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
Jolaini, M. Asso. Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi, Mashhad, Iran
Morid, S. Prof., Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
Nassery, H.R. Prof., Shahid Behesti University, Tehran, Iran

Guiding Council

Ghannadi, M. General Manager of the Office of Research, Technology Development and Communication with the Industry of the Country Water & Wastewater Engineering Company, Chairman of the Council
Esmailian, H. Managing director of Mashhad Water & Wastewater Company
Nematnejad, M.A., Managing director of Khorasan Razavi Province's Regional Water Company
Ghandhari, A.,Head of Aras, Atrak and Northern Basins, Iran Water Resources Management Company
Shahnooshi Foroushani, N. Manager in Charge
Davary, K. Editor in Chief

Advisory Editors

Noori Esfandiari, A. Representative of Water Think tank at Iran Water Resources Management Company
Dehghanisanij, H. Agricultural Engineering Research Institute
Sajadifar, S.H. Representative of Country Water and Wastewater Engineering Company
Kalaei, G.H. Representative of Mashhad Water & Wastewater Company
Ghanbari, F. Representative of Mashhad Water & Wastewater Company
Mirgasemi, S.H. Representative of Khorasan Razavi Province's Regional Water Company
Arjmandsharif, M. Representative of Khorasan Razavi Province's Regional Water Company

Publication information

Executive Expert: Shahedi,M. Talebi Hossein Abad (F.i)
Editor: Quchanian,M. Shahedi,M. Talebi Hossein Abad,F. Oskouhi (M.i)
Graphic: Shaikhi,M.R. / **Design:** Asadi, R.
Publisher: Quarterly/Ferdowsi University of Mashhad
ISSN Print/ Online: 2717-3321/2423-5474
Website/ E-Mail: http://jwsd.um.ac.ir / Email: jwsd@um.ac.ir
Address: Department of Water Engineering, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. P.O.Box: 917751163
Sponsor(journal): Mashhad Water & Wastewater Company
Sponsor(probing inquiry): Khorasan Razavi Province's Regional Water Company
Indexing: ISC, Agris, CABI, DOAJ, google scholar, SID, Magiran

Due to certificate no. 3/18/126631 dated 20/9/2015 from the scientific publications review Commission of the Ministry of Science, Research and Technology in Iran. also Due to registration number no76766 dated 25/1/2016 from the Ministry of Culture and Islamic Guidance, this journal has been licensed to publish. This journal is an output of joint scientific activities between the Ferdowsi University of Mashhad and the I.Hydraulic Association of Iran

Journal of
Water and Sustainable Development
Volume 13 -Issue 1 (serial No.39) - June 2026

Articles in issue:

- **Unrest in Sistan During the Second Pahlavi Period, Focusing on the Water Deficiency and Drought Crisis (With a Documentary-Analytical Approach)**
  S. M. Sadat Bidgoli, M. Sarkhanzadeh, H. Najar
- **A Oualitative Analysis of the Consequences of Women's Behavioral Change from Passive Consumers to Active Agents in Water Consumption Management**
  E. Esmaeili Alavijeh, E. Salehi, L. Zebardast, R. Hakimzadeh
- **An Integrated Framework for Urban Flood Governance: A Participatory Spatial Decision-Making Approach**
  A. Radmehr
- **Assessment of the Impact of Groundwater Decline on Land Subsidence Using Sentinel-1 Radar Images (Case Study: Sistan Region)**
  S. A. Almodaresi, L. Latifi, S. Fotouhi, H. Siasar
- **A Critical Systematic Review of Water Conflict Studies in the Kashafrud River Basin, Mashhad**
  M. M. Namazi, A. Yousofi, K. Davary, A. R. Asgharpourmasouleh
- **An Analysis of the Alignment of Water Governance in Arid Regions with the Principles of Sustainable Development**
  M. Kiyani Majd, M. M. Chari, H. Galavi
- **Economic-Demographic Analysis of Water-Stress-Induced Migration in Iran and Its Consequences for Food Security**
  M. Kamali
- **Gaps in International Laws Related to the Protection of Water Resources**
  M. J. Heydarian dolatabadi, E. Aliakbari Baboukani
- **Utilization of Non-Conventional Water Resources in Aquaculture: Ouality Challenges, Water Resources Engineering Requirements, and Sustainability Strategies**
  M. Nouri, M. Faghani, F. Kia
- **Pathology of Water Policy-Making in the Islamic Republic of Iran Based on the "Policy Window" Theory With an Emphasis on Government Resources**
  R. Eslami, J. Mokhtari
- **Explaining the Role of Extension Programs, Social and Ethics Norms, in the Modernization of Traditional Irrigation to Low-Pressure Surface Irrigation Technology**
  A. Mokhtari Hesari, A. R. Nemati
- **Investigating the Effect of Using Renewable Energy on Water Resources From the Required Mineral Materials Standpoint**
  Z. Behniafar, A. Pourrajabian

ISSN (Print): 2423-5474