

Proposed Solutions for the Sustainable Management and Effective Protection of Shared Boundary Aquifers

M. Nakhaei¹, A. Ahmadi^{2*}, A. Sheikhzadeh²

1, 2- Professor and PhD Student of Hydrogeology, Kharazmi University, Tehran, Iran.

*(Corresponding Author Email: std_aliahmadi@khu.ac.ir)

Received: 04-01-2023

Revised: 13-03-2023

Accepted: 28-03-2023

Available Online: 21-09-2023

راه کارهای پیشنهادی به منظور مدیریت پایدار و حفاظت مؤثر از آبخوان های مشترک مرزی

محمد نخعی^۱، علی احمدی^{۲*}، علاهن شیخزاده^۲

۱ و ۲- به ترتیب استاد و دانشجوی دوره دکتری هیدروژئولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

*(نویسنده مسئول، E-Mail: std_aliahmadi@khu.ac.ir)

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۰۸

Abstract

Groundwater is a vital resource that supplies water needs for various purposes. In recent years, with the increase in population growth, the demand for water along with climate change have led to excessive extraction of underground water and the quantitative and qualitative reduction of this valuable resource at the global level. With the increasing understanding of the interdependence of water and development, paying attention to the sustainable management of underground water in shared boundary aquifers to deal with threats such as lack of water, food, energy, loss of ecosystems and biodiversity and most importantly a decrease in human security, is a must-do act. Therefore, in order to achieve an increase in the level of cooperation for the fair and sustainable use of the country's shared boundary aquifers and also to prevent any disputes and conflicts in the future, the successful experiences of international cooperation between shared boundary aquifers such as the Geneva Aquifer Agreement (between France and Switzerland) has been used and suggestions have been made in this regard. The proposed solution includes an initial agreement contract for more cooperation in the field of identifying technical, socio-cultural, political, economic and legal parameters with the participation and activity of all governmental and non-governmental organizations, technical and specialist experts, academic and civil communities as a common set, provision of financial resources to achieve a comprehensive study of the common aquifer status, sharing reliable information in a common base, establishing an organization agreed by the beneficiary countries and defining the necessary laws and obligations, forming an advisory committee in order to reduce disputes and to monitor the implementation of commitments, and finally, presenting a comprehensive framework in the form of a shared agreement between the beneficiary countries with a common aquifer.

Keywords: Shared Boundary Aquifer, Sustainable Development, Groundwater Management, Management Solution.

چکیده

آب زیرزمینی یک منبع حیاتی تأمین کننده نیازهای آبی برای مصارف گوناگون می باشد. در سال های اخیر افزایش رشد جمعیت و تقاضا برای آب و تغییر اقلیم، منجر به برداشت بیش از حد آب زیرزمینی و کاهش کمی و کیفی این منبع ارزشمند در سطح جهانی شده است. با درک روزافزون وابستگی متقابل آب و توسعه، توجه به مدیریت پایدار آب زیرزمینی در آبخوان های مشترک مرزی برای مقابله با تهدیدهایی هم چون کمبود آب، غذا، انرژی، از بین رفتن اکوسیستم ها و تنوع زیستی و از همه مهم تر کاهش امنیت انسانی، امری الزامی است. بنابراین برای دستیابی به افزایش سطح همکاری به منظور استفاده عادلانه و پایدار از آبخوان های مشترک مرزی کشور و هم چنین جلوگیری از هر گونه اختلاف و مناقشات در آینده، از تجارب موفق همکاری های بین المللی میان آبخوان های مشترک مرزی هم چون توافق نامه آبخوان ژنو (میان فرانسه و سوئیس)، استفاده نموده و پیشنهادهای در این زمینه ارائه شده است. راهکار پیشنهادی شامل انعقاد توافق نامه اولیه برای همکاری بیشتر در زمینه شناسایی پارامترهای فنی، فرهنگی-اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و حقوقی با مشارکت و فعالیت تمام سازمان های دولتی، غیردولتی، کارشناسان فنی و متخصص، جوامع دانشگاهی و مدنی در یک مجموعه مشترک، تأمین منابع مالی برای دستیابی به مطالعه جامع وضعیت آبخوان مشترک، اشتراک گذاری اطلاعات قابل اعتماد در یک پایگاه مشترک، ایجاد یک سازمان مورد توافق کشورهای ذی نفع و تعریف قوانین و تعهدات لازم، تشکیل کمیته مشورتی به منظور کاهش اختلافات و نظارت بر اجرای تعهدات و در آخر ارائه یک چارچوب جامع در قالب یک توافق نامه مشترک میان کشورهای ذی نفع با یک آبخوان مشترک می باشد.

واژه های کلیدی: آبخوان مشترک مرزی، توسعه پایدار، مدیریت آب زیرزمینی، راهکار مدیریتی.

در این تحقیق باتوجه به اهمیت منابع آب زیرزمینی در آبخوان‌های مشترک مرزی در سطح بین‌المللی، به مطالعه این آبخوان‌ها، جنبه‌های اصلی پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی، حکمرانی آب زیرزمینی (شاخص‌های حکمرانی مطلوب، چالش‌های حکمرانی، حکمرانی اثربخش آب زیرزمینی و مشارکت در حکمرانی آب) و همچنین حکمرانی محلی آب در ایران پرداخته و روند تکاملی توافق‌نامه‌های مرزی موجود در زمینه آب زیرزمینی و مدیریت آن‌ها بررسی شده است. وضعیت منابع آب همسایگان ایران و آبخوان‌های مشترک ایران با همسایگان نیز مطالعه شده است. یکی از موفق‌ترین توافق‌نامه‌ها در مدیریت آبخوان‌های مشترک مرزی، توافق‌نامه ژنو بین کشورهای سوئیس و فرانسه می‌باشد که در این تحقیق به آن اشاره شده و با استفاده از تجارب موفق آن و همچنین تجارب توافق‌نامه‌های مشترک همچون سیستم آبخوان شمال غربی صحرای بزرگ آفریقا، آبخوان گورانی و آبخوان الساک-الدیسی پیشنهاداتی برای مدیریت مؤثر آبخوان‌های مشترک مرزی و افزایش سطح همکاری بین آن‌ها ارائه شده است. این راهکار پیشنهادی در مورد آبخوان‌های مشترک مرزی ایران با همسایگان نیز قابل استفاده می‌باشد. در این مقاله روش‌های تحلیلی نهادی-توصیفی و الگوبرداری به کار گرفته شده است. اطلاعات موجود در این بررسی، برگرفته از مطالعات اسنادی اعم از کتب، مجلات، نشریات داخلی و خارجی، ارقام خام آماری، جستجوهای اینترنتی و اسناد منتشر شده در زمینه مطالعه حاضر می‌باشد.

مبانی تحقیق

• آبخوان‌های مرزی در مقیاس بین‌المللی

کمیسیون قوانین بین‌المللی سازمان ملل متحد (UNILC) در پیش‌نویس قوانین آبخوان‌های مرزی (۲۰۰۸) آبخوان یا سیستم آبخوان مرزی را به‌عنوان آبخوان یا سیستم آبخوانی که بخش‌هایی از آن درون قلمروهای سیاسی مختلف قرار گرفته است، تعریف می‌نماید (اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۱). در شکل (۱) موقعیت آبخوان‌های مشترک مرزی سراسر جهان نشان داده شده است (IGRAC، ۲۰۱۵). امروزه آب‌های زیرزمینی مهم‌ترین منبع تأمین آب شیرین برای انسان‌ها هستند. به همین دلیل قسمت اعظم استخراج منابع زیرزمینی توسط دولت‌ها بر این حوزه متمرکز است. وجود آبخوان‌های مشترک میان چندین دولت و علاقه مفرط دولت‌ها در بهره‌برداری و استخراج از این سفره‌ها سبب پیدایش اختلاف میان آنها شده است. مهم‌ترین چالش‌های پیش روی دولت‌ها در خصوص آبخوان‌های مرزی مربوط به رژیم حقوقی حاکم و نحوه بهره‌برداری، استخراج و مدیریت این ذخایر می‌باشند (حاتمی و بابایی، ۱۳۹۳).

آب زیرزمینی یکی از مهم‌ترین منابع تأمین‌کننده آب شیرین برای استفاده‌های مختلف می‌باشد که از نیم قرن گذشته تاکنون به یک منبع مهم و حیاتی برای تأمین نیازهای گوناگون آبی تبدیل شده است. هر چه وابستگی جهانی به آب‌های زیرزمینی افزایش پیدا کند، چالش‌ها و مشکلات جدیدی نیز در مورد مالکیت، نحوه استفاده، دسترسی، حفاظت و توسعه این منابع به‌ویژه در نواحی مرزی که دارای آبخوان‌های مرزی هستند، به وجود می‌آید (Utton و Hayton، ۱۹۸۹). آبخوان‌های مرزی منابع پنهان آب‌های زیرزمینی هستند که بین دو یا چند کشور مشترک می‌باشند و از مرزهای سیاسی پیروی نمی‌کنند. تحقیقات سیستماتیک جهانی در مورد آبخوان‌های مرزی در سال ۲۰۰۰ با طرح مدیریت منابع آبخوان مشترک بین‌المللی (ISARM) توسط پروژه هیدرولوژیکی سازمان بین‌المللی یونسکو آغاز شد (IGRAC، ۲۰۱۵). از نظر آماری در مجموع ۵۹۲ آبخوان مشترک مرزی در سطح جهانی از جمله ۷۲ آبخوان در آفریقا، ۷۳ در قاره آمریکا، ۱۲۹ در آسیا و اقیانوسیه، و ۳۱۸ در اروپا شناسایی شده است (IGRAC، ۲۰۱۵). بیش از ۱۵۰ کشور دارای آبخوان مشترک مرزی می‌باشند (IGRAC و UNESCO_IHP، ۲۰۱۵) و بسیاری از آن‌ها ظرفیت فنی برای ارزیابی مناسب منابع آب زیرزمینی ندارند. این امر منجر به وضعیتی می‌شود که در آن آب‌های زیرزمینی مرزی به طور گسترده مورد مطالعه قرار نگرفته و مدیریت نمی‌شوند (Eckstein، ۲۰۰۷ و ۲۰۱۷). باتوجه به ارتباطات یک سیستم آب زیرزمینی، بهره‌برداری بیش از حد یک طرفه از آبخوان مشترک، می‌تواند جریان صحرایی آب زیرزمینی را تغییر دهد که منجر به از دست رفتن منابع آب زیرزمینی خارج از مرز (یعنی در کشورهای همسایه) می‌شود؛ به همین دلیل رقابت برای منابع آبی اجتناب‌ناپذیر است و می‌تواند منجر به درگیری بین کشورهای همسایه متعاقب آن شود (Lesser و همکاران، ۲۰۱۹). علاوه بر این، در زمینه تغییرات آب‌وهوایی، با تشدید بیشتر درجه خشکسالی و رشد سریع جمعیت، بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک به طور فزاینده‌ای شدید می‌شود (Soden و Held، ۲۰۰۶). در نتیجه، توسعه و حفاظت از منابع آب زیرزمینی در یک آبخوان مشترک مرزی با خطرات و چالش‌های بیش‌تری مواجه است (Fallatah و همکاران، ۲۰۱۷؛ Gaye و Tindimugaya، ۲۰۱۹). شفاف‌سازی شکل‌گیری، توزیع، توسعه و بهره‌برداری از منابع آبی مشترک و ارزیابی دقیق میزان منابع آب موجود، مبانی برای برنامه‌ریزی علمی و تعیین استفاده منطقی از منابع آب زیرزمینی در آبخوان‌های مشترک مرزی را تشکیل می‌دهد (Liu و همکاران، ۲۰۲۰). باتوجه به این مسائل، شناخت و مدیریت منابع آب زیرزمینی در سطح مرزی به‌منظور استفاده عادلانه و پایدار (تأمین آب شرب، توسعه انرژی، امنیت غذایی و انسانی، حفظ تنوع زیستی و بقای اکوسیستم‌ها) و همچنین جلوگیری از هرگونه اختلاف و مناقشات میان کشورها در آینده امری ضروری می‌باشد.

گرفته شود (اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۱).

- توزیع مکانی پارامترها:

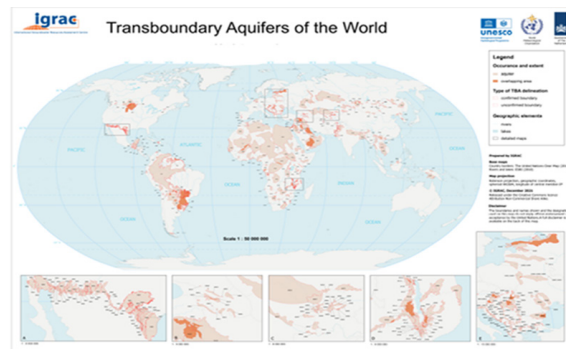
عوامل بسیار زیادی بر رفتار و پتانسیل‌های توسعه آبخوان‌های مرزی مؤثر می‌باشند که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: پارامترهای هیدرولیکی، بارندگی و مناطق تغذیه آبخوان، مناطق تخلیه طبیعی آبخوان، مناطق توسعه آب زیرزمینی شامل مناطق فعلی و مناطق برنامه‌ریزی شده آینده، کیفیت آب، مخاطرات بالقوه (مانند آلودگی، تغییرات اکوسیستم، نشست زمین و ...) و میزان وخامت آن‌ها، میزان آسیب‌پذیری آبخوان نسبت به عوامل آلوده کننده. هر یک از این پارامترها در کشورهای مختلف دارای آبخوان مشترک، ارزش وزنی متفاوتی دارند. به‌عنوان مثال در یک آبخوان مرزی که بین دو کشور واقع شده، ممکن است مناطق تغذیه آبخوان در یک سوی مرز سیاسی قرار گرفته باشد، در حالی که مناطق تخلیه (گاهی اوقات مناطق دارای آبدهی بهتر) در آن سوی دیگر مرز سیاسی واقع شده باشند. از جمله این موارد می‌توان به آبخوان گورانی واقع در آمریکای جنوبی اشاره کرد که در آن، نواحی رخنمون آبخوان با میانگین بارندگی سالانه بیش از ۱۰۰۰ میلی‌متر، در کشور برزیل قرار دارد، در حالی که بخشی از تخلیه آبخوان در کشور اوروگوئه واقع می‌باشد (اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۱).

- هیدرولیک آب‌های زیرزمینی و تأثیرات بین‌المللی:

استخراج بی‌رویه آب‌های زیرزمینی از آبخوان‌های مرزی، سبب تغییر در وضعیت سطح ایستابی و تغییر در الگوی جریان آب زیرزمینی می‌شود که پیامدهایی از نظر کمی و کیفی (تخریب کیفیت و آلودگی آب زیرزمینی) در پی خواهند داشت:

الف- تغییر در سطح ایستابی و الگوی جریان آب زیرزمینی استخراج آب زیرزمینی از آبخوان‌های مرزی می‌تواند موجب تغییر در وضعیت سطح ایستابی به شکل مخروط افت و گسترش آن در طول مرز سیاسی، بشود. از آنجایی که برآورد جریان آب زیرزمینی عبوری از یک مرز سیاسی از طریق اندازه‌گیری مستقیم امکان‌پذیر نیست، بنابراین به‌منظور تخمین میزان جریان می‌توان از مدل‌های ریاضی استفاده نمود. استخراج بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در یک طرف مرز سیاسی می‌تواند منجر به تغییر الگوی جریان آب زیرزمینی در منطقه آبخوان مرزی شود، بنابراین لازم است در طراحی سایت‌ها و الگوی بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی مرزی، تمامی اصول مدیریت پایدار و توسعه همسان در استفاده از منابع آبخوان‌های مرزی در نظر گرفته شود (اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۱).

ب- تخریب کیفیت و آلودگی آب زیرزمینی: از دیگر پیامدهای استخراج بی‌رویه آب زیرزمینی، تخریب کیفیت آب زیرزمینی در نتیجه افت سطح ایستابی و در اثر اختلاط با آب‌های شور داخلی و یا نفوذ آب دریا در مناطق ساحلی می‌باشد، که در نواحی آبخوان‌های مرزی می‌تواند از یک کشور به کشور دیگر سرایت نماید. برخی فعالیت‌های انسانی مانند دفن زباله‌ها، منجر به آلودگی آب‌های



شکل ۱- نقشه آبخوان‌های مشترک فرامرزی جهان (IGRAC، ۲۰۱۵)

هم‌زمان با افزایش تقاضا برای منابع آب شیرین در دنیا و به تبع آن افزایش فشار بر منابع آب زیرزمینی، تقاضا در جهت ایجاد سازوکارهای همکاری و مدیریتی در زمینه بهره‌برداری و حفاظت منابع آب زیرزمینی در عرصه بین‌المللی رو به افزایش می‌باشد. در نتیجه پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی (ISARM) در ژوئن ۲۰۰۰ و با هدف تدوین سیاست‌های جهانی مدیریت آبخوان‌های مرزی و همچنین افزایش آگاهی عمومی درباره نقش منابع آب زیرزمینی در توسعه پایدار ملی و بین‌المللی، توسط برنامه بین‌المللی هیدرولوژی یونسکو (UNESCO-IHP) آغاز شد. تا قبل از سال ۲۰۰۰ میلادی، هیچ‌گونه برنامه جهانی تخمین آبخوان‌های مرزی وجود نداشت. اما، در طی چهارمین جلسه انجمن بین دولتی برنامه بین‌المللی هیدرولوژی یونسکو با اتخاذ تصمیماتی مبنی بر فهرست و ارزیابی تمام آبخوان‌های دنیا، این خلأ جبران شد. پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی حاصل تلاش چندین آژانس یونسکو برای توسعه همکاری بین کشورهای دارای منابع آب زیرزمینی مشترک است و دارای رویکردی چند وجهی می‌باشد که در فهم پنج موضوع اصلی علمی، اقتصادی، اجتماعی، قانونی، سازمانی و محیط‌زیستی مربوط به آب‌های زیرزمینی مشارکت دارد (اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۱).

• جنبه‌های علمی-فنی مدیریت آبخوان‌های مرزی

جنبه‌های علمی-فنی (هیدروژئولوژیکی) در امر شناخت و توسعه آبخوان‌های مرزی اهمیت بسیار زیادی دارد که بخش‌های مختلف مطالعاتی (هیدرولیک آب‌های زیرزمینی، مدیریت منابع، سیمای منابع آبخوان مرزی و توزیع فضایی پارامترها) را در بر می‌گیرد:

- شناسایی آبخوان‌های مرزی:

وقتی یک آبخوان به‌عنوان آبخوان مرزی به رسمیت شناخته می‌شود، این امر باید منجر به پذیرش بین‌المللی منابع مشترک شود. اما برخلاف آب‌های سطحی، به دلیل مبهم بودن مرزهای منابع آب زیرزمینی، در اغلب موارد آبخوان‌های مرزی به طور همه‌جانبه به رسمیت شناخته نمی‌شوند. از این رو، لازم است در مدیریت آبخوان‌های مرزی، سیستم آبخوان، آبخوان‌هایی که با یک دیگر ارتباط هیدرولیکی دارند، در نظر

زیرزمینی می‌شود، که در نواحی مرزی این آلودگی می‌تواند از مرز سیاسی عبور کرده و از کشوری به کشور دیگر سرایت نماید. از آنجایی که اغلب زمان بسیار زیادی طول می‌کشد تا آلودگی آب‌های زیرزمینی آشکار شود، بنابراین رفع آن نیز بسیار کند و گاهی غیر ممکن می‌باشد (اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۱).

-مدیریت مشترک آبخوان‌های مرزی:

بررسی‌ها و مطالعات انجام شده در مورد آبخوان‌های مرزی همگی تأییدکننده لزوم ایجاد یک پایگاه دانش مبتنی بر فهم دقیق سیستم آبخوان و تهیه مدل مفهومی از آبخوان مرزی می‌باشد، که در آن تمامی جنبه‌های توسعه‌ای و مدیریتی آبخوان در نظر گرفته شده باشد. شناخت دقیق آبخوان بدون داشتن اطلاعات هیدروژئولوژیکی نظیر میزان گسترش آبخوان، ارتباط آن با سایر آبخوان‌ها و دیگر پدیده‌های هیدروژئولوژیکی نظیر تغذیه و تخلیه آبخوان و منابع آلوده‌کننده، امکان‌پذیر نخواهد بود. بنابراین به منظور اعتباربخشی به مدل مفهومی آبخوان، باید اطلاعات هیدروژئولوژیکی و هیدروژئولوژیکی نظیر میزان بارندگی، سطح آب زیرزمینی، جریان رودخانه، تخیر و وضعیت بهره‌برداری از آب زیرزمینی در آبخوان مرزی در همه کشورهای دارای حق‌آبه از آبخوان مشترک به صورت دائم رصد شود (اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۱).

• جنبه‌های حقوقی مدیریت آبخوان‌های مرزی

نگرانی در زمینه کمیت و کیفیت آب زیرزمینی، در مناطق مرزی که جریان آب زیرزمینی از مرزهای سیاسی عبور می‌کند با چالش‌های سیاسی روبه‌رو خواهد شد. حساسیت کشورهای مختلف در مورد حاکمیت ملی، تفاوت در سیستم‌های حقوقی و سیاسی-اجتماعی و همچنین تنوع طرح‌های توسعه ملی، از جمله مواردی است که مدیریت پایدار و توسعه همسان را در کشورهای دارای آبخوان مشترک پیچیده می‌کند. با در نظر گرفتن این حقیقت که سیستم‌های حقوقی و سازمان‌های ملی هیچ یک از کشورهای دارای آبخوان مشترک، به تنهایی نمی‌تواند قوانینی در مورد آبخوان‌های مرزی وضع نماید که مورد پذیرش تمامی کشورها باشد، وجود چنین قوانینی را باید در جای دیگری، به عنوان مثال وجود یا عدم وجود معاهده‌ها و توافق‌های صورت گرفته میان کشورهای ذی‌ربط جستجو نمود (اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۱).

• جنبه‌های سازمانی مدیریت آبخوان‌های مرزی

- لزوم ایجاد سازمان‌های فرامرزی:

از جمله مشکلات مدیریت منابع طبیعی (به‌طور خاص آبخوان‌های مرزی) عدم انطباق مقیاس و مرزهای این منابع با مقیاس و مسئولیت نهادهای مدیریت‌کننده آن‌ها می‌باشد. از این رو، به منظور مدیریت این منابع در شرایط مرزی به ایجاد نهادهای اداری چندگانه نیاز است. لذا دلایل اصلی برای لزوم ایجاد نهادهای فرامرزی مدیریت

آبخوان‌های مرزی را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- از آنجایی که کشورهای دارای آبخوان مشترک در یک منطقه آبی-اقتصادی مشابه (در ناحیه آبخوان) واقع شده‌اند، تأثیرات استفاده از آبخوان و یا تهدیدهای جانبی متوجه آبخوان (تغییرات آب و هوایی و ...)، مشکلات یکسانی را برای کشورهای منطقه به ارمغان خواهد آورد. بنابراین رویکرد مشارکتی کشورها در مواجهه با مشکلات مشترک، منافی را برای این کشورها در پی خواهد داشت و بهتر است ایجاد نهادهای فرامرزی در جهت هماهنگ‌سازی فعالیت‌ها در دستور کار این کشورها قرار بگیرد.

- گاهی ممکن است تأثیر هیدروژئولوژیکی ناشی از توسعه آبخوان از مرز سیاسی عبور کرده و اثراتی فرامرزی را به آبخوان کشور دیگر تحمیل نماید، که اغلب این موضوع منبعی بالقوه برای بروز مناقشات بین‌المللی بر سر منابع آب در منطقه محسوب می‌شود. لذا بهتر است در جهت نهادینه کردن تعاملات کشورها در زمینه همکاری در مدیریت اثرات فرامرزی و جلوگیری از تبدیل آن‌ها به مناقشات بین‌المللی، ایجاد نهادهای فرامرزی مورد توجه قرار گیرد (اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۱).

- ساختارهای سازمانی:

سازمان‌های درگیر با مدیریت منابع آب زیرزمینی در کشورهای مختلف جهان، بسیار متنوع هستند؛ چراکه این سازمان‌ها تحت تأثیر حکومت کشور متبوع خود می‌باشند. سازمان‌ها در کشورهای دارای حکومت بسیط^۱ که در آن مدیریت آبخوان‌ها در قالب طرح‌های کشوری و وزارت‌خانه‌های دولتی انجام می‌شود و کشورهای دارای حکومت فدرال که دارای دو حکومت مرکزی و فدرال هستند، تا کشورهایی که در آن مسائل مدیریت آب‌های زیرزمینی صرفاً در سطح همیاری مردمی حل و فصل می‌شود، متفاوت هستند. البته در این میان کشورهایی نیز وجود دارند که در آن‌ها، سازمان‌ها و بخش‌های مختلف دولت، بازار و جامعه (وزارت‌خانه‌ها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی، شرکت‌ها، نهادهای کاربران آب و ساختارهای غیررسمی) درگیر مسئله مدیریت آب زیرزمینی می‌باشند. در بین این سازمان‌ها، دولت مرکزی محتمل‌ترین نهادی است که مجاز به رسیدگی به امور فرامرزی و بین‌المللی می‌باشد. البته محدود شدن مسأله مدیریت آبخوان‌های مرزی به سطوح دولتی، خطر سیاسی شدن مدیریت منابع آب را در پی دارد که این موضوع به نوبه خود موجب از بین رفتن و یا محدود شدن تمامی راه‌حل‌های ممکن است که دیگر سازمان‌ها و نهادهای درگیر در امر مدیریت آب‌های زیرزمینی، می‌توانند ارائه دهند. واضح است که راه‌حل قطعی و روشنی برای ایجاد ساختارهای سازمانی در امر مدیریت آبخوان‌های مشترک وجود ندارد، ولی به هر حال لازم است بسترهای آن، مبتنی بر جنبه‌های هیدروژئولوژیکی، اجتماعی-اقتصادی و اجتماعی-فرهنگی در هر یک از کشورهای دارای آبخوان مشترک به وجود آید (اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۱).

• جنبه‌های اقتصادی - اجتماعی آبخوان‌های مرزی

منابع آب زیرزمینی فرصت‌های بی‌شماری جهت توسعه ملی کشورها فراهم نموده، به طوری که در بسیاری از نقاط دنیا آب زیرزمینی به اصلی‌ترین منبع برای رفع نیازهای آبی مردم تبدیل شده است و این وابستگی روزبه‌روز در حال افزایش است. در دهه‌های اخیر پیشرفت‌های صورت گرفته در زمینه تکنولوژی اکتشاف و استخراج آب زیرزمینی، حجم زیادی از منابع آبی را در اختیار طیف وسیعی از کاربران آب قرار داده است، به طوری که هم‌زمان با این پیشرفت‌ها پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی ناشی از استخراج بی‌رویه و آلودگی آب‌های زیرزمینی، روزبه‌روز در حال افزایش است. افت سطح آب زیرزمینی، تغییر شرایط مرزی هیدرولیکی و الگوی نشت و کاهش کیفیت آب زیرزمینی از جمله نشانه‌های افزایش رقابت برای به‌دست آوردن منابع آب زیرزمینی می‌باشد. این موارد به‌علاوه افزایش هزینه‌های اکتشاف و استخراج آب زیرزمینی بر اقتصاد داخلی کشورها تأثیراتی دارد که پیامدهای فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی ناشی از آن، فراتر از مرزهای بین‌المللی خواهد بود. آلودگی آب زیرزمینی ناشی از توسعه شهری، کشاورزی و صنعتی و گسترش این آلودگی‌ها در طول مرزهای سیاسی از دیگر پیامدهای این تغییر الگوی مصرف آب‌های زیرزمینی می‌باشد (اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۱).

• جنبه‌های محیط‌زیستی آبخوان‌های مرزی

جنبه‌های محیط‌زیستی آبخوان‌های مرزی را می‌توان، هم از دیدگاه منطقه‌ای و هم جهانی بررسی نمود. اکثر سیستم‌های آبخوان دارای اکوسیستم، چشم‌انداز طبیعی و آب‌بران سنتی خاص خود می‌باشند که وابسته به الگوی طبیعی تغذیه و تخلیه آبخوان هستند. سیاست‌ها و طرح‌های توسعه بیشتر آبخوان، ممکن است این وابستگی‌ها را متأثر نماید. از این رو، چنانچه این وابستگی‌ها به‌طور کاملاً دقیق شناسایی نشوند، که طرح‌های مدیریتی آینده با مشکلات غیرپیش‌بینی شده‌ای روبرو شوند. اما اگر تمامی ویژگی‌های آبخوان به دقت مطالعه و شناسایی قرار گیرند و تأثیرات احتمالی در نظر گرفته شود، هیچ‌گونه تضادی بین حفاظت از این اکوسیستم‌ها و برداشت منابع آب زیرزمینی از آبخوان به‌وجود نخواهد آمد (اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۱).

• سازمان‌هایی که با پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی همکاری دارند

بخش هیدرولوژی بین‌المللی یونسکو در راستای پروژه مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی، همکاری گسترده‌ای با شمار زیادی از سازمان‌های بین‌المللی از قبیل انجمن بین‌المللی هیدروژئولوژیست‌ها (IAH)، سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، کمیسیون اقتصادی سازمان ملل در اروپا (UNECE)، سازمان کشورهای آمریکایی

(OAS)، شبکه بین‌المللی مرکز محیط‌زیست و آب بالکان (INWEB)، مرکز ارزیابی منابع آب بین‌المللی (IGARC)، برنامه ارزیابی و نقشه‌برداری هیدروژئولوژیکی جهانی (WHYMAP) و دیگر سازمان‌ها همکاری دارد (اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۱).

• حکمرانی آب زیرزمینی

در تشریح مفهوم حکمرانی آب شاید شناخته شده‌ترین و پرکاربردترین تعریف، مربوط به GWP^۲ باشد. طبق این تعریف، حکمرانی مجموعه‌ای از سیستم‌های سیاسی و اجتماعی، اقتصادی و اجرایی موجود است که توسعه و مدیریت منابع آب و ارائه خدمات آب در سطوح مختلف جامعه را تنظیم می‌کند (Hall و Rogers، ۲۰۰۳). حکمرانی آب، به کلیت نظام‌هایی اطلاق می‌شود که در تصمیم‌گیری درباره توسعه و مدیریت منابع آب دخیل هستند، در واقع، حکمرانی آب مفهومی کامل‌تر از حکومت است که بر روابط بین جامعه و دولت تأکید می‌کند. همچنین، این مفهوم به معنای سیاست‌گذاری و مدیریت منابع آبی است به نحوی که از نظر اجتماعی پذیرفته شده باشد و هدف آن توسعه پایدار، کاربرد صحیح منابع آبی و اجرای این سیاست‌ها با همکاری مؤثر ذی‌نفعان و کنش‌گران درگیر در این فرآیند است (سالاری و همکاران، ۱۳۹۴).

-شاخص‌های حکمرانی مطلوب:

مفهوم حکمرانی خوب یا مطلوب، مفهومی است که چند دهه بیشتر از عمر آن نمی‌گذرد، اما تاکنون برداشت‌های مختلفی از آن ارائه شده است. بانک جهانی در سال ۱۹۸۹ میلادی نخستین بار حکمرانی خوب را به مفهوم ارائه خدمات عمومی کارآمد، نظام قضایی قابل اعتماد و نظام اداری پاسخگو توصیف نمود. همچنین، صندوق بین‌المللی پول نیز با نگاهی معطوف به توسعه، حکمرانی مطلوب را به نتایج بهتر توسعه تعریف نموده است. این سازمان در تعریف حکمرانی مطلوب، آن را مکانیزم‌ها، فرایندها و رویه‌هایی می‌داند که به واسطه آن‌ها، ذی‌نفعان و گروه‌ها منافع خود را دنبال می‌کنند، حقوق قانونی را اجرا می‌کنند، تعهدات را برآورده می‌سازند و تفاوت‌های موجود را تعدیل می‌کنند (Simms، ۲۰۰۸).

یونسکو، حکمرانی مطلوب را به معنای سازوکارها، فرآیندها و نهادهایی می‌داند که به‌واسطه آن‌ها شهروندان، گروه‌ها و نهادهای مدنی، منافع مدنی خود را دنبال می‌کنند و حقوق قانونی خود را به اجرا در می‌آورند و تعهداتشان را برآورده می‌سازند. همچنین حکمرانی مطلوب را فرآیند تصمیم‌گیری و اجرای تصمیم‌ها با تمرکز بر بازیگران رسمی و غیررسمی تعریف می‌کنند (UNDP، ۱۹۹۹). کمیسیون اقتصادی و اجتماعی سازمان ملل متحد برای آسیا و اقیانوسیه، هشت ویژگی را پاسخگویی، شفافیت، حاکمیت قانون، مشارکت، مسئولیت‌پذیری، اجماع محوری، کارایی و اثربخشی، انصاف و عدالت و برابری برای حکمرانی مطلوب برشمرده است (Weiss، ۲۰۰۰؛ Mobius، ۲۰۰۱).

همچنین برای حکمرانی مطلوب شاخص‌هایی همچون مشارکت‌جویی، اجماع‌گرایی، شفافیت، قانون‌گرایی و حاکمیت قانون، اثربخشی و کارآمدی، عدالت‌جویی و توجه به درخواست‌های مردم و ذی‌نفعان معرفی شده است (Simms, 2008).

-چالش‌های حکمرانی آب زیرزمینی:

بحث حکمرانی به حیطه‌های مختلفی از جمله بخش آب (باتوجه به ویژگی‌های آن) قابل تعمیم است. توافق گسترده‌ای در سومین نشست شورای جهانی آب در کیوتو در سال ۲۰۰۳ در مورد اهمیت و مفاد حکمرانی آب صورت گرفت. این نشست حکمرانی مشخص می‌کند چه کسی و در چه شرایطی به آب دسترسی دارد، کیفیت آب چگونه حفظ می‌شود، چگونه با موضوعات قابل همکاری و تصمیم‌گیری باید روبه‌رو شد، آیا برای صرفه‌جویی در آب سیاست‌هایی وجود دارد، چه کسی داور می‌کند و چه کسی تخصیص می‌دهد. بر این اساس، بحران موجود آب در نتیجه حکمرانی نامناسب و نه صرفاً کمبود خود آب است (فرشته‌پور و همکاران، ۱۳۹۴). حکمرانی آب زیرزمینی، فرآیندی است که در آن این منبع ارزشمند، از طریق مفاهیمی چون، مسئولیت‌پذیری، مشارکت، اطلاعات در دسترس، شفافیت، عرف و قواعد قانونی مدیریت می‌شود. وضعیت آب‌های زیرزمینی، ارتباط نزدیکی به حکمرانی آن دارد. اگرچه بسیاری از توافقات، کنوانسیون‌ها و قوانینی که برای سازمان‌دهی آب‌های سطحی مشترک توسعه داده شده‌اند، می‌توانند با کمی تغییر بر روی آبخوان‌های مرزی نیز اعمال شوند، اما تفاوت‌های مهمی بین این دو مورد (آب‌های زیرزمینی و سطحی) باقی می‌ماند که در حکمرانی آب‌های مرزی، نقش حیاتی دارند (Linton و Brooks, 2011).

اولین تفاوت این‌که، نظارت بر اجرای قوانین و توافقات در مورد آب سطحی آسان‌تر از آب‌های زیرزمینی است. به‌عنوان مثال، اثر اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی می‌تواند بعد از سال‌ها مشاهده شود. تفاوت دوم در ارتباط با آلودگی آب‌های زیرزمینی است. این منابع آبی از جهت آسیب‌پذیری نسبت به آلاینده‌ها، مشابه آب‌های سطحی هستند با این تفاوت که آبخوان‌ها برای بازگشت به شرایط اولیه و پاک شدن از آلودگی، زمان زیادی نیاز دارند. مورد دیگر آنکه آبخوان‌ها بیشتر از آب‌های سطحی به‌عنوان یک منبع با دسترسی آزاد، انگاشته می‌شوند. هرچه آبخوان‌ها بین تعداد کشورهای بیشتری مشترک باشند، این تهدید بیشتر خواهد شد. به‌دلایل فوق، توافق بر سر قواعد حکمرانی خوب و مورد نیاز برای توسعه، مدیریت و حفاظت از آبخوان‌های مشترک بسیار مشکل است (فرشته‌پور و همکاران، ۱۳۹۴).

-حکمرانی اثربخش آب زیرزمینی:

حکمرانی اثربخش آب، ساختارها و معیارهای لازم را برای مدیریت خوب آب زیرزمینی فراهم می‌آورد. اگر تمهیدات مناسب برای آب زیرزمینی اندیشیده نشده باشد، کشورها ممکن است در برابر خالی

شدن آبخوان‌ها و کاهش کیفیت منابع آب زیرزمینی آسیب‌پذیر باشند. حکمرانی ضعیف آب زیرزمینی در یک کشور، سلامت و امنیت غذایی مردم، موفقیت اقتصاد، پایداری محیط طبیعی و در مورد آبخوان‌های فرامرزی، روابط خوب با همسایگان را به خطر می‌اندازد. حکمرانی اثربخش، بر سیاست‌ها، قوانین، ترتیبات نهادی و پیاده‌سازی سازوکارهای نظارت بر رعایت قوانین تکیه می‌کند. این مؤلفه‌ها بر روی هم "ظرفیت حکمرانی آب" یک جامعه را می‌سازند. اصلاحات در حکمرانی آب باید متناسب با نظام حاکمیتی و قوانین یک کشور باشد. سیاست‌ها، قوانین و ترتیب‌های نهادی موفق برای آب می‌تواند شکل‌های فراوانی داشته باشد که هر کدام آن‌ها، مناسب سنت‌ها و شکل خاص دولت در یک کشور هستند. هیچ نقشه‌ای برای حکمرانی خوب آب وجود ندارد، با این همه می‌توان اصول راهنما را برشمرد که می‌تواند به سیاست‌گذاران کمک کند و می‌تواند از تجربه دیگر کشورها نیز آموخت. حکمرانی آب هم‌چنین مستلزم سازمان‌یابی اجتماعی، گفت‌وگوی ذی‌نفعان و کنش شهروندی) که برای حکمرانی محلی آب لازم است) و استفاده از ابزارهای اقتصادی است (Smith و همکاران، ۲۰۱۶).

-مشارکت در حکمرانی آب:

از آنجایی که آب ضرورت حیات است، همگان درباره آن دغدغه دارند. همه باید به دور "میز آب" گرد آیند تا درباره استفاده و مدیریت آن بحث کنند. از این‌رو سازمان‌یابی اثربخش اجتماعی برای حکمرانی خوب منابع آب زیرزمینی یک پیش‌نیاز است. سازمان‌یابی اجتماعی برای حکمرانی اثربخش آب، تصمیم‌گیری آگاهانه را تسهیل و حل تعارض را آسان می‌کند. سازمان‌یابی اجتماعی شامل فراهم آوردن مجال و سازوکارهایی است که شرکت فعالانه تمام ذی‌نفعان را در گفت‌وگو، برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و پیاده‌سازی فعالیت‌ها در مورد مسئله‌ای معین، به‌گونه‌ای که تا بیشترین حد ممکن منافع و دغدغه‌های ذی‌نفعان را مورد توجه قرار می‌دهد، امکان‌پذیر می‌سازد. بسترهای مشارکتی، امکان شنیده شدن صدای گروه‌های بی‌قدرت مانند افراد آسیب‌پذیر را فراهم می‌آورد. مشارکت، فرصت شناختن حقوق و نقش‌ها، عمل به مسئولیت‌ها، یافتن حس تعلق و مطالبه حقوق‌شان را فراهم می‌آورد. حکمرانی محلی یا جمعی، آن‌گونه که در محیط‌های قبیله‌ای یا دیگر محیط‌های بومی به‌کار می‌رود، قدیمی‌ترین شکل حکمرانی آب به‌شمار می‌آید. وقتی دولت-ملت‌ها شکل گرفتند، مدیریت آب معمولاً مسئولیت دولت‌های ملی شد، چون آب زیرزمینی یک منبع مشترک شناخته می‌شد. با این همه در موارد بسیاری راه‌ورسم مدیریت دولت، بوروکراتیک و بالا-پایین است و به سبب نفوذ صاحبان منافع در سطوح عالی، جهت‌گیری خاصی پیدا می‌کند درحالی‌که غالباً توجه اندکی به دغدغه‌های جامعه محلی معطوف می‌شود. در مقابل، رویکردهای حکمرانی محلی، ذی‌نفعان را به شکل‌گیری مسئولیت و هنجارهای مشترک در مدیریت منبع مشترک به‌عنوان کالایی

مشترک هدایت می‌کند. در چنین رویکردی، مردم صرفاً نمایندگان را برای حکم راندن انتخاب نمی‌کنند، بلکه مشارکت‌کنندگان فعال در حکمرانی باقی می‌مانند. حکمرانی محلی شامل موضوعات سازمان‌یابی اجتماعی، مذاکره، منصفانه بودن و رفتار مسئولانه است (Smith و همکاران، ۲۰۱۶).

- حکمرانی محلی آب در ایران:

مفهوم "حکمرانی محلی آب در ایران" مورد توجه ذی‌مدخلان متعدد بوده است. مطالعات میدانی نشان می‌دهد حکمرانی مشارکتی مبتنی بر جوامع محلی نه فقط مورد تأیید پژوهشگران، بلکه کارشناسان دستگاه‌های دولتی، سمن‌ها و نمایندگان جوامع محلی بوده است. اما در ایران سعی جدی برای ایجاد این نوع حکمرانی نشده است. عده زیادی از سیاست‌گذاران مؤثر و با نفوذ معتقد هستند که نگاه ملی و منافع ملی قربانی نگاه و منافع محلی می‌شود. بنابراین، تمرکزگرایی در مدیریت آب در ایران که گفتمان غالب است، مانع از ایجاد حکمرانی محلی آب شده است. حکمرانی محلی آب به معنای استقلال از حاکمیت مرکزی یا هرج و مرج سیاسی نیست. این امر مستلزم به رسمیت شناختن نهادهای غیررسمی و محلی در چارچوب حقوقی با در نظر گرفتن سه مؤلفه رویکردهای فرهنگی و اخلاقی به شیوه‌های مدیریتی آب و خاک است: (۱) تأمین انسجام اجتماعی و معیشت پایدار برای جوامع محلی؛ (۲) ارائه ضوابط برای مالکیت/حقوق آب و استفاده بر اساس گنجایش/ ظرفیت برد و بازسازی منابع؛ (۳) تقویت حفاظت از محیط‌زیست و مدیریت انطباقی. لذا استدلال می‌شود علاوه بر واقعیت‌های اجتماعی-اقتصادی و سیاسی، گفتمان‌های فرهنگی و اخلاقی باید در استراتژی مبتنی بر مشارکت چندجانبه برای اجرای موفقیت‌آمیز سیاست‌های عمومی در زمینه آب و خاک مورد توجه قرار گیرد (هاشمی، ۱۴۰۱).

چهار فرض سیاسی اصلی برای ایجاد حکمرانی محلی آب در ایران وجود دارد: (۱) توقف بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی بدون مشارکت جوامع محلی و توجه به نظام‌های فرهنگی و اعتقادی آن‌ها محقق نمی‌شود؛ (۲) حلقه اتصال محکم و ارتباط صریح بین خاک و مدیریت آب وجود دارد؛ (۳) شیوه‌های سنتی، سیستم‌های دانش بومی و نهادهای محلی می‌توانند بستری را برای ایجاد مدیریت منابع طبیعی مبتنی بر جوامع طبیعی ارائه دهند؛ (۴) اخلاق و ارزش‌های اجتماعی (از جمله اخلاق اسلامی و فرهنگ سیاسی جدید) می‌تواند مجموعه منسجمی از اصول را برای مدیریت منابع طبیعی جامعه‌محور (مبتنی بر جوامع محلی) در ایران فراهم کند (هاشمی، ۱۴۰۱).

برای ایجاد حاکمیت آب محلی پایدار در ایران نیاز هست ۵ حوزه قضایی اصلی در چارچوب حقوقی (مقرراتی) به‌عنوان بخشی از تمهیدات سازمانی (نهادی) حل و فصل و برطرف شوند: (۱) تبدیل قوانین و مقررات و قواعد در سطوح تصمیم‌گیری انتخاب جمعی و قانون اساسی به قوانین قابل اجرا در سطوح عملیاتی و محلی که به

طور خاص با مالکیت آب و حقوق آب سروکار دارند (Hashemi، ۲۰۱۲)؛ (۲) تأثیر نظام دموکراتیک دولت بر سیاست تمرکززدایی و ایجاد توازن قدرت سیاسی میان نظام‌های حکمرانی ملی/استانی و محلی با تأکید بر فرهنگ و اخلاق سیاسی؛ (۳) ایجاد "تشکیلات تودرتو" در سطح حوزه آبخیز (زیرحوضه‌ها) در داخل حوضه رودخانه بزرگتر؛ (۴) تعیین استراتژی برای توسعه ظرفیت‌ها در سطح محلی؛ (۵) ایجاد و تدوین مدل حل اختلاف مبتنی بر جوامع محلی (هاشمی، ۱۴۰۱).

لازم است دانسته شود هرگونه تغییر (افزایش یا کاهش) در قدرت سیستم‌های حقوقی رسمی و دولت، تأثیر مستقیمی بر جوامع محلی خواهد داشت. بنابراین، سیستم حکمرانی محلی آب تحت تأثیر تنظیمات قانونی و حقوقی دولتی یا رسمی خواهد بود. در حالت ایده‌آل، سیستم حکمرانی محلی آب باید جایگاه خود را بر روی نقشه قانونی یا سیستم حکمرانی کلی پیدا کند. همچنین، باید در مورد محیط‌ها یا تمهیدات سازمانی فکر شود که با شرایط محلی مناسب‌ترین حالت را دارند و با چارچوب‌های حقوقی دوگانه (جامعه‌محور و متعارف) سازگار باشد. بنابراین، یکی از وظایف اصلی، ارائه مقررات حقوقی برای سیستم حکمرانی محلی آب است. این مقررات (احکام/قواعد/آیین‌نامه) به معیارهای خاصی نیاز دارند: (۱) دسترسی عادلانه به آب؛ (۲) تقویت مدیریت مشارکتی (هم‌گردانی)؛ (۳) به رسمیت شناختن سیستم‌های حقوقی غیررسمی/بومی/سنتی؛ (۴) شناسایی و حمایت از نهادهای قانونی دارای مشروعیت برای حل منازعه، به‌عبارت‌دیگر، نهادهای مختلفی که منابع طبیعی (آب و خاک)، منازعات اراضی (مانند کمیته کارشناسان)، ادارات محلی (رسمی و غیررسمی)، دولت‌های منطقه‌ای (استانداری‌ها) و سیستم‌های دانش محلی را مدیریت می‌کنند یا درگیر آن هستند، را باید شناسایی کرد (هاشمی، ۱۴۰۱).

به‌منظور استقرار نظام حکمرانی محلی آب، چالش‌های سیاسی مانند فقدان اراده سیاسی، بی‌اعتمادی دولت به شهروندان (و بالعکس)، توانمندسازی قانونی مردم، عدم آگاهی دولت از فرصت‌ها و در نتیجه نبود سیاست‌های مناسب باید مورد توجه قرار گیرد (Hashemi، ۲۰۱۲). یک فرهنگ سیاسی جدید که پذیرای مشارکت دموکراتیک محلی است باید تشویق شود و در نتیجه سیاست عمومی، باید توزیع قدرت سیاسی بین بازیگران محلی و ملی را متعادل کند. بنابراین، سیاست تمرکززدایی باید به چارچوب حقوقی تبدیل شود که امکان اتخاذ تصمیمات در سطح محلی را فراهم کند. در واقع یک رویکرد حوضه رودخانه در تضاد مستقیم با حکمرانی محلی آب است. در سطح محلی، بازیگران بسیار زیادی با منافع متفاوت و معمولاً متضاد وجود دارند و بنابراین ایجاد تعادل بین منافع همه ذی‌نفعان محلی فرآیندی پیچیده است. بنابراین فرهنگ سیاسی جدید باید حکمرانی مشارکتی را بپذیرد (هاشمی، ۱۴۰۱).

سیاست‌هایی که می‌توانند از رویکرد حکمرانی محلی آب حمایت کنند، پراکنده و غیرمنسجم می‌باشد. بنابراین، نیاز است سیاست‌های به هم پیوسته تدوین شود که از به رسمیت شناختن و تشویق حکمرانی مشارکتی مبتنی بر جوامع محلی حمایت کند. از آنجاییکه اجرای قوانین ضمانت اجرایی کم دارد و امکان عملیاتی کردن سیاست‌ها کم است، پیشنهاد می‌شود حسابرسی محیط‌زیستی ایجاد شود. تقویت نهادی باید با چالش‌های فساد (شفافیت) مقابله کند. بنابراین چارچوب‌های حقوقی و نظارتی مؤثر مورد نیاز است. یکی از اولویت‌ها ایجاد مشوق‌های مبتنی بر بازار برای ترویج مشارکت بخش خصوصی و مشارکت جوامع محلی در فرایند حفاظت محیط‌زیست می‌باشد. رویکرد حکمرانی محلی آب همچنین می‌تواند باعث: ۱) رشد سبز به‌عنوان یک راهبرد سیاستی ملی و ۲) امنیت آب-انرژی-غذایی شود. این رویکرد را می‌توان به‌عنوان سیستم توسعه پایدار در نظر گرفت و آن را بخشی از یک ابتکار جهانی مانند برنامه توسعه پایدار سازمان ملل تعریف کرد. از آنجاییکه نیاز به پروژه‌های پایلوت در زمینه حکمرانی محلی وجود دارد، می‌توان با استفاده از منابع اعتباری از اهداکنندگان منطقه‌ای و جهانی به‌منظور ارتقای مدیریت منابع طبیعی مبتنی بر جوامع محلی و بازگرداندن سرزمین به جوامع محلی، پروژه‌های منطقه‌ای فرامرزی را توسعه و اجرا نمود. همچنین ضروری است از طریق سیستم جامعه محور، بشردوستی را تشویق کرد (هاشمی، ۱۴۰۱).

• پیمان‌نامه و توافق‌نامه‌های موجود در مورد آبخوان‌های مشترک مرزی

در طی دهه‌های گذشته، جامعه بین‌المللی به‌طور فزاینده در فرآیند شناسایی و وضع قوانین حقوقی جهت فراهم نمودن مکانیزم‌های منصفانه و معقول برای ذی‌مدخلان حاضر در بحث مدیریت منابع آب‌های زیرزمینی مشترک، مشارکت داشته است. پیش‌نویس قانون بین‌المللی برای آبخوان‌های فرامرزی در سال ۲۰۰۸ را می‌توان یکی از اولین تلاش‌ها برای تنظیم بهره‌برداری از آبخوان‌های فرامرزی دانست (Eckstein, ۲۰۱۱). ادبیات فنی بیان می‌دارد تعداد محدودی طرح مدیریت آبخوان‌های فرامرزی به نگارش یک توافق‌نامه رسمی بین کشورها منجر شدند، که برخی از آن‌ها نیز تصویب و یا اجرا نشدند (روغنی و همکاران، ۱۳۹۹). کشورهای زیادی از آب‌های زیرزمینی یک آبخوان مشترک، اغلب به‌صورت یک طرفه و بدون اطلاع از پیامدهای مرزی یا حتی مرزی بودن آبخوان، استفاده می‌کنند. امروزه، تنها تعداد معدودی از معاهدات در حال اجرا، در مورد آبخوان‌های مشترک مرزی اعمال می‌شود و تعداد کمی از کشورها به‌طور مستقیم با همسایگان خود بر روی آب‌های زیرزمینی مشترک درگیر شده‌اند. بنابراین، قانون ثابت (قوانین مورد توافق و تصویب شده بین کشورهای ذی‌نفع با

یک یا چند آبخوان مشترک مرزی در قالب یک توافق‌نامه) کمی در این زمینه وجود دارد. اگر چه قوانینی برای آب‌های سطحی مرزی وجود دارد و ممکن است به‌عنوان پایه‌ای برای آبخوان‌های مشترک مرزی به‌کار روند، اما بعید است مستقیماً بدون اصلاحات بر روی آن‌ها، برای آب زیرزمینی استفاده شوند (Eckstein, ۲۰۲۱).

برنامه مدیریت منابع آبخوان مشترک بین‌المللی (ISARM) یونسکو بسیاری از آبخوان‌های فرامرزی را در تمام قاره‌ها مستند و نقشه‌برداری کرده است. بهره‌برداری و مدیریت آب‌های زیرزمینی توسط قوانینی در حقوق بین‌الملل با هدف پیشگیری از زیان دیدن کشورها یا ترمیم پیامدهای ایجاد شده، اداره می‌شود. قوانین بین‌المللی در برابر آب زیرزمینی، بر دو قاعده بنیادی زیر استوار است:

۱. هیچ دولتی حق ندارد آسیب قابل ملاحظه را در مرز بین‌المللی از طریق خود یا اقدامات شهروندان خود وارد آورد و دولت‌ها ملزم هستند اقداماتی را برای پیشگیری از چنین آسیب‌هایی انجام داده و برای حذف یا کاهش آسیب (وقتی رخ دهد) اقدام کنند.

۲. تمام دولت‌هایی که در یک آبخوان سهیم هستند، مستحق سهم معقول و عادلانه در استفاده‌های آب زیرزمینی در آبخوان‌های مرزی مشترک هستند (Smith و همکاران، ۲۰۱۶).

این دو قاعده اساسی درباره مدیریت آبخوان‌های مرزی و تأثیر متقابل آن‌ها، هسته اصلی آن چیزی است که غالباً به آن قوانین عرفی (مرسوم) بین‌المللی^۲ گفته می‌شود و مبنای مذاکرات میان دولت‌ها بر سر منابع مشترک آب زیرزمینی به‌شمار می‌آید (Smith و همکاران، ۲۰۱۶). این دو قاعده به‌صورت زیر بیان می‌شوند:

۱) اصل منع ایراد آسیب مهم، یکی از اصول اساسی حقوق بین‌الملل آب است. این اصل در بسیاری از اسناد مربوط به حقوق بین‌الملل آب از جنبه‌های گوناگون مدنظر قرار گرفته است. به لحاظ تاریخی، اصل منع ایراد آسیب تحت عنوان "Sic utere tuo alienum non laedas" شناخته شده و مبنی بر ممنوعیت آسیب و ورود ضرر به دیگری است. این اصل انعکاسی از برابری حاکمیتی دولت‌ها به‌شمار می‌رود (Report of the International Law Commission, ۱۹۸۸) و به‌عنوان قاعده حقوق بین‌الملل عرفی است (Helal, ۲۰۰۷). اصل منع ایراد آسیب مهم، ریشه در "نظریه حاکمیت سرزمینی محدود" داشته که طبق آن دولت‌های ساحلی حق یکسانی برای استفاده از آبراه مشترک دارند اما باید به حاکمیت دیگر دولت‌ها و حقوق برابر آن‌ها برای استفاده از آبراه نیز احترام بگذارند (نوری، ۱۳۹۸). مطابق کنوانسیون ۱۹۹۷ زمانی که آسیب مهمی به دولت دیگری که در مجاورت آبراه قرار دارد وارد می‌شود، دولتی که مسبب ایراد آسیب بوده باید باتوجه به عوامل مختلف و مشورت و مذاکره با دولت زیان دیده، تمامی اقدامات لازم برای برطرف نمودن و کاهش این آسیب و ضرر را به عمل آورد و در صورت لزوم در مورد پرداخت خسارت با دولت مذکور مذاکره نماید.

پروفسور مک کافری معتقد است که: "آسیب ممکن است به شکل کاهش مقدار آب باشد، مانند اقدامات بالادست جدید یا پمپاژ بیش از حد سفره‌های آب زیرزمینی، مهاجرت بی‌رویه، تداخل در جریان آب، ایجاد آثار منفی بر اکوسیستم ساحلی، ساخت و بهره‌برداری از سد و سایر اقدامات دولت ساحلی که اثرات سوئی نسبت به دولت ساحلی دیگر دارند و پایدار می‌مانند (زمانی و برلیان، ۱۴۰۱)."

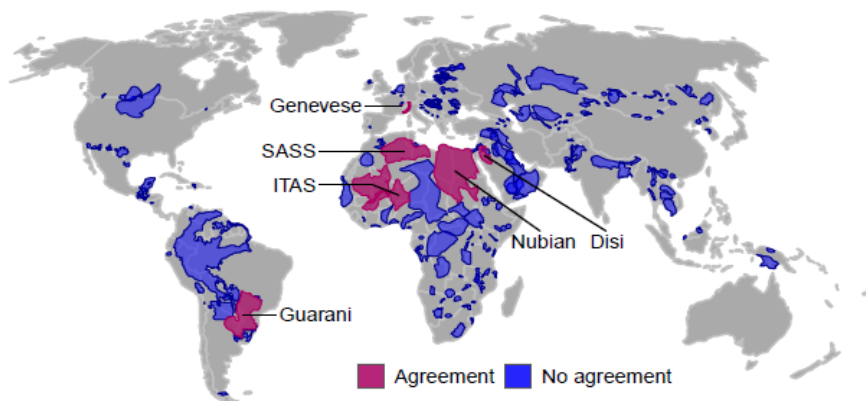
(۲) یکی دیگر از اصول اساسی حقوق بین‌الملل آب، اصل "بهره‌برداری معقول و منصفانه از منابع" است. به موجب این اصل، هر دولتی که در حریم رودخانه واقع است مشمول سهمی معقول و منصفانه در استفاده سودمند از منابع آب مشترک است. این اصل از نظر حقوقی در مقام قاعده حقوق بین‌الملل عرفی بوده و در اسناد گوناگونی از جمله در مجموعه قواعد هلسینکی ۱۹۶۶، کنوانسیون هلسینکی ۱۹۹۲ برای حفاظت و استفاده از منابع آبی و دریاچه‌های بین‌المللی، کنوانسیون ۱۹۹۷ راجع به حقوق استفاده‌های غیرکشتیرانی از آبراه‌های بین‌المللی و مجموعه قواعد برلین ۲۰۰۴ میلادی گنجانده شده است (زمانی و برلیان، ۱۴۰۱). اصل بهره‌برداری معقول و منصفانه به‌عنوان بنیان و اساس حقوق بین‌الملل آب تا حدودی مبهم و انعطاف‌پذیر است که طبق آن حقوق بهره‌برداری دولت‌های ساحلی براساس مفاهیم انصاف، عدالت و معقول بودن با در نظر گرفتن همه شرایط مرتبط تعیین خواهد شد (McIntyre، ۲۰۱۳). استفاده منصفانه ناظر به تخصیص و توزیع منبع آبی مشترک و منافع آن بین دولت‌های ساحلی است. استفاده معقول اما به چگونگی استفاده از منبع آبی مشترک اشاره دارد و در واقع بیان‌گر این است که برای چه منظور از آب استفاده می‌شود و چه مقداری برای استفاده در شرایطی منصفانه، منطقی است. اصل بهره‌برداری معقول و منصفانه مهم‌ترین ابزار به منظور اطمینان‌یابی از تحقق عدالت بین نسلی با در نظر گرفتن همه عوامل و شرایط استفاده از آبراه‌های بین‌المللی، حفاظت از محیط‌زیست و نیازهای توسعه اقتصادی و اجتماعی دولت‌های هم‌جوار آبراه‌ها است. این اصل علی‌رغم وجود ابهام و انعطاف، دربرگیرنده یک قاعده کلی حقوقی برای تعیین حقوق و تعهدات دولت‌ها در حوزه مدیریت منابع آبی مشترک به شمار می‌رود. به منظور شناخت اصل بهره‌برداری معقول و منصفانه و تحقق آن در مدیریت منابع آبی مشترک نخست باید به تصویر روشن و کاربردی از انصاف دست یافت. در مجموع واژگان "انصاف" و "منصفانه" به منظور حصول اطمینان از "برابری حقوقی" در دست‌یابی به سطوح مشابه توسعه و شکوفایی برای همه مردم در کشورهای در حال توسعه هم‌چون مردم کشورهای توسعه یافته به کار گرفته می‌شود. مبنای اصلی نیز این است که پایداری محیط‌زیست برای تأمین حقوق نسل‌های آینده و هم‌چنین نسل حاضر نیاز به توجه اساسی دارد (زمانی و برلیان، ۱۴۰۱). اصول موصوف به همراه دیگر اصول حاکم در این حوزه قادر هستند با پدید آوردن سیستمی قانونمند برای دولت‌ها،

روند اختلافات میان دولت‌ها در حوزه مدیریت منابع آبی مشترک را مهار و کنترل نمایند (زمانی و برلیان، ۱۴۰۱).

مفهوم عدالت آبی، به شکل پیچیده‌ای، ترکیبی از دسترسی عادلانه به منابع آب و به منافع و هزینه‌های اقتصادی-اجتماعی حاصل از آن و همچنین، ایجاد بستر فرهنگی و سیاسی منصفانه و اثربخش و اقتصاد سیاسی سالم، می‌باشد. فهم عدالت آبی نیازمند درک عمیق و خلاقانه از پیوند بینش هیدرولوژیکی نسبت به آب با عوامل اثرگذار اجتماعی، فنی، حقوقی، سیاسی و فرهنگی در نحوه دسترسی و تخصیص آب در یک منطقه، کشور و سطح جهان می‌باشد. عدالت آبی زمانی محقق می‌شود امکان توزیع منابع آب و منافع و هزینه‌های آن منصفانه باشد؛ رویه‌ها و فرآیندهای تصمیم‌گیری برای مشارکت و تأثیرگذاری همه گروه‌داران (ذی‌منفعان) عادلانه و مناسب باشد؛ گروه‌داران از فرآیندها و نتایج تخصیص منابع و منافع و هزینه‌ها آب احساس رضایت کنند؛ حقوق تاریخی و حق نسل‌های آینده در آب محترم شمرده شود؛ و همچنین امکان دسترسی عادلانه به آب برای همه افراد در مناطق مختلف در سطح محلی، حوضه آبریز، ملی و بین‌المللی فراهم باشد. باتوجه به محلی بودن مسئله آب و مدیریت آن، در نظر گرفتن شرایط، نیازها، روابط اجتماعی، سبک معیشتی و اقتصادی، نوع منبع آب و هیدرولوژی آن، ارزش‌ها و سبک زندگی و سطوح قدرت در سطح محلی، عدالت آبی برای هر منطقه آبی مختص آن منطقه و گاه متفاوت با مناطق دیگر تعریف می‌شود (ارشدی، ۱۳۹۷).

قوانین عرفی بین‌المللی برای تمام دولت‌ها الزام‌آور است و مبنای پیمان‌نامه‌ها و توافق‌نامه‌های صورت گرفته میان دولت‌هایی است که در آبخوان مرزی مشترک هستند. تا به امروز پیمان‌نامه و توافق‌نامه‌های اندکی را می‌توان برشمرد که مشخصاً به آبخوان مرزی پرداخته باشند. مشهورترین توافق‌نامه‌ها در مورد آبخوان‌های مرزی، کشورهای مشترک و موضوع‌های مورد توافق در جدول (۱) بیان شده است (Smith و همکاران، ۲۰۱۶). از حدود ۶۰۰ آبخوان مرزی، تنها شش مورد یک توافق‌نامه بین‌المللی دارند (شکل ۲). توافق‌نامه‌ها ذکر شده شامل توافق‌نامه‌های آبخوان ژنو، آبخوان الساگ-الدیسی، آبخوان گورانی، آبخوان ماسه سنگ نوبی، سیستم آبخوان شمال غربی صحرای بزرگ آفریقا (SASS) و سیستم آبخوان یوملدن و تاودنی-تانزروفستون (ITAS) می‌باشند (Burchi، ۲۰۱۸).

از راه‌های جایگزین توافق‌نامه‌های آب زیرزمینی برای دولت‌ها و شیوه‌ای که متداول‌تر است، گنجاندن آب زیرزمینی در توافق‌نامه‌های آب‌های سطحی مرزی یا حوضه‌های آبریز (رودخانه و دریاچه) مرزی است. این شیوه معمولاً تعهداتی که را که دولت‌ها برای همکاری در مدیریت آب‌های سطحی یا حوضه آبریز رودخانه و دریاچه پذیرفته‌اند، به آب زیرزمینی مرزی گسترش می‌دهند (Smith و همکاران، ۲۰۱۶). نمونه‌هایی از این اقدامات در جدول (۲) گزارش شده است.



شکل ۲- موقعیت آبخوان‌های مشترک مرزی دارای توافق‌نامه‌های بین‌المللی (Burchi, ۲۰۱۸).

جدول ۱- مشهورترین پیمان‌نامه و توافق‌نامه‌ها در مورد آبخوان‌های مرزی (Smith و همکاران، ۲۰۱۶)

موضوع	مشترک میان	توافق‌نامه
توافق‌نامه آبخوان ژنو/ابزار پیچیده‌ای است که کنترل برداشت‌های آب زیرزمینی، عملیات تغذیه مصنوعی آبخوان، کنترل آلودگی، تقسیم تمام هزینه‌های مربوط به آن و یک نهاد دائمی دو جانبه را برای اداره و پیاده‌سازی توافق‌نامه پوشش می‌دهد.	فرانسه و سوئیس	دو توافق‌نامه درباره آبخوان ژنو (Geneva) در سال‌های ۱۹۷۸ و ۲۰۰۷
پی‌ریزی یک چهارچوب که هسته‌ی اصلی آن یک نهاد مشترک برای پایش آبخوان، گردآوری و تبادل داده‌ها است.	الجزایر، لیبی و تونس	توافق بر سر تأسیس یک کمیته مشورتی سه‌جانبه برای سیستم آبخوان شمال غربی صحرای بزرگ آفریقا (۲۰۰۲-۲۰۰۸)
	آرژانتین، برزیل، پاراگوئه و اوروگوئه	توافق بر سر آبخوان گورانی (Guarani) سال ۲۰۱۰
	اردن و عربستان سعودی	توافق‌نامه آبخوان الساگ-الیدیسی (Al-Sag/Al-Disi) سال ۲۰۱۵

جدول ۲- گنجاندن آب زیرزمینی در برخی توافق‌نامه‌های آب‌های سطحی مرزی (Smith و همکاران، ۲۰۱۶)

سال	توافق‌نامه/کنوانسیون
۱۹۷۸	توافق‌نامه رودخانه اصلاح‌کننده کیفیت آب دریاچه‌های بزرگ
۱۹۸۳	پروتکل کیفیت آب دریاچه‌های بزرگ میان کانادا و ایالات متحده آمریکا
۱۹۹۴	کنوانسیون دانوب
۱۹۹۴	پیمان‌نامه صلح میان اسرائیل و اردن
۱۹۹۹	کنوانسیون حفاظت راین
۲۰۰۲	توافق‌نامه چارچوبی حوضه آبریز ساوا (Sava)
۲۰۰۳	کنوانسیون دریاچه تانگانیکا (Tanganyika)
۲۰۰۳	کنوانسیون دریاچه ویکتوریا

اخلاقی و سیاسی است. ظرفیت ضعیف اجتماعی و نهادی و فقر قانونی و چارچوب‌های سیاسی مانع از توسعه پایدار ملی این منبع مهم می‌شود. زمانی که بحث مرزی بودن آب‌های زیرزمینی مطرح می‌شود این چالش‌ها به دلیل تفاوت سطح دانش، ظرفیت و چارچوب نهادی در طرف‌های ذی‌نفع شدت می‌یابد. درحالی‌که نمونه‌های خوبی از برخورد با چنین مسائلی در مدیریت رودخانه‌های بین‌المللی وجود دارد، مدیریت آبخوان‌های مشترک بین‌المللی در این زمینه پیشرفت قابل توجهی نداشته است (فرشته‌پور و همکاران، ۱۳۹۴). پرداختن به بحث آب زیرزمینی در معاهده‌های بین‌المللی (به دلیل افزایش میزان چالش‌های مربوط به این منابع) رو به افزایش است، اما عموماً به صورت غیرمستقیم در این معاهده‌ها ذکر می‌شود. موضوع آب‌های زیرزمینی در مدیریت آب‌های مرزی برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۸۰ مورد توجه قرار گرفت (Barberis, ۱۹۹۱). جدول (۳) روند تکامل و تدوین قوانین بین‌المللی مربوط به آب‌های زیرزمینی را نشان می‌دهد (Giordano و همکاران، ۲۰۱۴).

یکی از تفاوت‌های منابع آبی مشترک نظیر آب‌های سطحی و زیرزمینی، پنهان بودن آب زیرزمینی (نداشتن درک کافی و صحیح از این منبع پنهان) می‌باشد. ازاینرو استفاده مؤثر از آب‌های زیرزمینی، بیش از آب‌های سطحی در معرض ملاحظات اجتماعی و اقتصادی، نهادی، حقوقی، فرهنگی،

جدول ۳- روند تکامل و تدوین قوانین بین‌المللی مرتبط با آب زیرزمینی (Jarvis و همکاران، ۲۰۰۵؛ اسکندری مایوان و محمدزاده، ۱۳۹۲)

عنوان	سال	توضیحات
قوانین هلسنیکی	۱۹۶۶	• این قوانین، آب زیرزمینی را به‌عنوان بخشی از حوضه زهکشی بین‌المللی تعریف کرده است. • این قوانین آبخوان‌های محبوس را نادیده گرفته است.
قوانین سنول	۱۹۸۶	• اصطلاحات تخصصی مربوط به آب زیرزمینی مورد توجه قرار گیرد. • آبخوان‌هایی با عدم ارتباط هیدرولیکی با آب‌های سطحی حوضه زهکشی بین‌المللی نیز به‌عنوان حوضه زهکشی بین‌المللی به رسمیت شناخته شد.
پیش‌نویس معاهده بلایو	۱۹۸۸	• ارتباط هیدرولوژیکی بین آب‌های سطحی و زیرزمینی را به رسمیت شناخته است. • آبخوان‌های مرزی به‌عنوان بخشی از یک حوضه بین‌المللی در نظر گرفته می‌شود.
دستورالعمل ۲۱، فصل ۱۸	۱۹۹۲	• آب‌های زیرزمینی هم‌ارز آب‌های سطحی و توده‌های آب شیرین در نظر گرفته می‌شوند. • پیشنهاد می‌شود در مدیریت آب‌های شیرین کلی‌نگری صورت پذیرد. • مدیریت آب‌های شیرین مرزی را نادیده گرفته است.
استفاده‌های غیر از کشتیرانی از آبراه‌های بین‌المللی	پیش‌نویس ۱۹۹۷	• شبکه آب‌های زیرزمینی و سطحی بین‌المللی را به رسمیت شناخته است. • آبخوان‌های محبوس را نادیده گرفته است.
کنوانسیون	۱۹۹۷	• آبراهه‌های بین‌المللی که در پیش‌نویس لیست شده است را به رسمیت شناخته است. • آبخوان‌های محبوس را نادیده گرفته است.
قطعه‌نامه	۱۹۹۷	• آبخوان‌های محبوس را به رسمیت شناخته شده است.
قوانین مدیریت آب که در پیش‌نویس به آن اشاره شده بود، می‌تواند قابل اجرا در مورد آبخوان‌های محبوس مرزی باشد.	۱۹۹۷	
کنوانسیون جهت حفاظت و استفاده از آبراه‌های مرزی و دریاچه‌های بین‌المللی	۱۹۹۹	• مدیریت جامع منابع آبی را پیشنهاد نموده است که آب‌های زیرزمینی را نیز شامل می‌شود. • گسترده نمودن مدیریت منابع آبی جهت شامل شدن مباحث مرزی را پیشنهاد می‌نماید.
قانون سیستم‌های آبخوان‌های مرزی (پیش‌نویس کنوانسیون)	۲۰۰۴	• سیستم آبخوان مرزی را تعریف می‌نماید. • کشورهای دارای حقبه از سیستم آبخوان را مشخص می‌نماید.
مواد پیش‌نویس قطع‌نامه مجمع عمومی سازمان ملل متحد	۲۰۰۸	• مفاد این پیش‌نویس با محوریت مفهوم (آبخوان) تعریف شده و مسائل بهره‌برداری، مدیریت، حفاظت و نگهداری آبخوان مورد توجه قرار گرفته است.

بررسی مدیریت آبخوان مرزی ژنو واقع در قاره اروپا

افت کرده بود که منجر به نابودی حدود یک سوم از کل ذخیره آب زیرزمینی در طی یک دوره ۲۰ ساله شد (de los Cobos, ۲۰۱۸). در سال ۱۹۷۵، فرانسه اعلام کرد دیگر از این آبخوان استفاده نخواهد کرد و به سراغ سایر منابع آب موجود در خاک خودش خواهد رفت، اما تمایل دارد امکان مشارکت در تغذیه آبخوان و برداشت از آن در آینده برایش حفظ شود. در نهایت تصمیم بر آن شد فرانسه می‌تواند سهمی معادل دو میلیون مترمکعب به‌صورت سالانه از آبخوان برداشت کند. در همین راستا، موافقت‌نامه ۳۰ ساله‌ای در سال ۱۹۷۸ امضا شد (که به طور مداوم هر ۵ ساله تمدید می‌شد مگر اینکه توسط هر یک از طرفین با اطلاع قبلی یک ساله، به پایان برسد) و پس از اتمام مدت زمان قرارداد، مجدداً در سال ۲۰۰۷ تجدید نظر و تصویب شد که نشان‌دهنده موفقیت این طرح مدیریت مشترک بوده است. در این موافقت‌نامه مسائلی از قبیل کمیته بهره‌برداری (اعضا، هدف

یکی از مواردی را که می‌توان به‌عنوان یک تجربه موفق در زمینه مدیریت آبخوان‌های مشترک به حساب آورد، آبخوان ژنو است. توافق‌نامه ژنو طولانی‌ترین و مشارکتی‌ترین توافق‌نامه ثبت شده در مورد آبخوان‌های مشترک مرزی می‌باشد. این آبخوان بین دو کشور سوئیس و فرانسه قرار گرفته و برای تأمین آب آشامیدنی حدود ۷۰۰ هزار نفر استفاده می‌شود. حدود ۸۰ درصد از آب آشامیدنی ژنو از دریاچه ژنو و بیست درصد آن از چاه‌های پمپاژ آبخوان ژنو تأمین می‌شود. لازم به ذکر است تغذیه طبیعی این آبخوان، بیشتر از جریان نفوذی رودخانه آرو^۵ صورت می‌گیرد که از کوه‌های مون‌بلان^۶ سرچشمه می‌گیرد و حدود ۹۰ درصد آن در خاک فرانسه واقع است. در طی دهه‌های شصت و هفتاد میلادی، سطح آبخوان به دلیل پمپاژ بیش‌ازحد، بیش‌تر از ۷ متر

و نحوه عملکرد آن)، برنامه‌ی مدیریت سالانه آبخوان، تأسیسات تغذیه‌ی آبخوان، میزان حق برداشت آب، قیمت آب (که متأثر از هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری از تأسیسات جدید ساخته شده بود) و مقررات متفرقه (مانند مسائل مربوط به کیفیت آب) ذکر شده بود. هر گونه اختلاف ناشی از اجرای این طرح، باید به اطلاع کمیته محلی ترکیبی از فرانسه و سوئیس ارجاع داده می‌شد و در صورت عدم رفع مشکل، موضوع باید توسط یک کمیته مشورتی بررسی و حل می‌شد. این کمیته، پس از تصویب توافق، نقش نظارتی بر مدیریت برداشت آب از این آبخوان نیز داشت (روغنی و همکاران، ۱۳۹۹). با نگاهی به ۳۰ سال اول این توافق‌نامه و با تجربه‌ای که از طراحی پروژه و اجرای آن به دست آمد، می‌توان بیان کرد کلید موفقیت این طرح، حل مسئله منابع آب مرزی در سطح محلی است و نه در سطح ملی. علاوه بر آن تمام جنبه‌های فنی (مانند مطالعات هیدروژئولوژیکی، مدیریت ایستگاه‌های پمپاژ، ارزیابی‌های هیدرولیک آبخوان) همواره مشخص بودند و توسط بازیگران محلی به اشتراک گذاشته می‌شدند و سپس همین اطلاعات به تصمیم‌گیرندگان در سطح محلی انتقال داده می‌شد. به عبارت دیگر، نقش کمیته‌ی ایجاد شده به عنوان مشارکت‌کننده اصلی، در مرکز همه مباحث و جلسات، برای رسیدن به این موفقیت بسیار حیاتی بود (de los Cobos, ۲۰۱۸). از نقاط قوت توافق‌نامه منعقد شده در آبخوان ژنو می‌توان به تمرکز و توجه به منابع آبی مشترک از طرف هر دو کشور، حل و فصل مسائل اداری و قانونی مربوط به مدیریت آبخوان در مقیاس محلی و توانایی بلوک ژنو در مدیریت مسائل فرامرزی به‌طور مستقیم را اشاره کرد (روغنی و همکاران، ۱۳۹۹).

وضعیت منابع آبی همسایگان ایران

• **وضعیت منابع آبی کشورهای همسایه شمال شرقی ایران**
اگر چه کشور افغانستان در یک محیط نیمه‌خشک واقع شده است، اما به دلیل وجود رشته‌کوه‌های بلندی مانند هندوکش و بابا، که پوشیده از برف هستند، سرشار از منابع آب است. بیش از ۸۰ درصد منابع آب این کشور از رشته کوه هندوکش از ارتفاعات بیش از ۲۰۰۰ متری سرچشمه می‌گیرد (ICARDA, ۲۰۰۲). سرازیر شدن آب ناشی از ذوب برف و یخ در ارتفاعات با سرعتی لجام‌گسیخته، نه تنها به کشاورزی کمکی نمی‌کند بلکه باعث نابودی دسترنج کشاورزان نیز می‌شود. آب‌های زیرزمینی سهم عمده‌ای (۷۰ درصد) در تأمین آب شرب افغانستان دارند. استفاده بیش از حد از آب‌های زیرزمینی برای انواع مقاصد به‌طور قابل توجهی تراز آب در آبخوان‌ها را در سرتاسر افغانستان کاهش داده است. اگر چنین روندی به زودی معکوس نشود، این کشور با کمبود شدید آب آشامیدنی مواجه خواهد شد. در طول

چند سال گذشته منابع آب زیرزمینی این کشور در حدود ۵۰ درصد کاهش یافته است. دسترسی محدود به آب‌های سطحی باعث شده است بسیاری از کشاورزان عمدتاً، در بخش‌های در معرض خشک‌سالی جنوب و شمال، به‌طور فزاینده‌ای از آب‌های زیرزمینی برای آبیاری زمین‌های کشاورزی استفاده کنند. اکثریت جمعیت از آب‌های زیرزمینی به‌عنوان اولین و در بعضی مناطق تنها منبع آب آشامیدنی استفاده می‌کنند. بنابراین با کاهش آب‌های زیرزمینی، تعداد زیادی از مردم افغانستان با کاهش دسترسی به آب آشامیدنی مواجه می‌شوند (فرشته‌پور و همکاران، ۱۳۹۴).

ترکمنستان به‌عنوان همسایه دیگر ایران نیز با محدودیت‌های جدی منابع آب روبه‌رو است. این کشور دارای اقلیم خشک و قاره‌ای است و ۸۰ درصد مساحت آن را صحرای قره‌قوم تشکیل می‌دهد. بارش‌های جوی با میانگین سالانه ۱۹۱ میلی‌متر، تبخیر و تعرق بسیار زیاد سالیانه در حدود ۲۰۰۰ میلی‌متر و تفاوت‌های صحرایی را بر ترکمنستان تحمیل کرده است (Berdiyev, ۲۰۰۶). ترکمنستان نه تنها محاط به خشکی است بلکه به‌طور کامل به آب‌های ورودی وابسته است. رودخانه‌های آمودریا و مرغاب از افغانستان و هریرود و اترک از ایران وارد این کشور می‌شود و تنها روانابی معادل ۱ کیلومتر مکعب بر سال از خود ترکمنستان سرچشمه می‌گیرد (FAO Aquastat, ۲۰۱۳). سهم آب زیرزمینی در تأمین نیازهای کشاورزی بسیار کم و در حدود یک درصد است و بیشتر آب زیرزمینی برای شرب استفاده می‌شود (سینائی، ۱۳۹۰). در این بین ایران کشوری است که دو سوم وسعت آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است و کمتر از یک سوم آن در اقلیم مرطوب و نیمه‌مرطوب قرار دارد. این مناطق خشک و نیمه‌خشک، عمده مراکز و قطب‌های جمعیتی از جمله کلان شهرهای کشور که منابع تأمین آب آن‌ها متکی بر منابع زیرزمینی است، را در بر می‌گیرد. استان خراسان بزرگ که همسایه کشورهای ترکمنستان و افغانستان است از گذشته به آب‌های زیرزمینی متکی بوده است. در کشور ایران حدود ۷۸ درصد از دشت‌ها به دلیل رشد جمعیت، خشک‌سالی و حفر بی‌رویه چاه‌های عمیق، در محدوده ممنوعه و بحرانی قرار دارند که از این حیث استان خراسان رضوی یکی از نمونه‌های بارز است. در سال‌های اخیر، از مجموع ۳۷ دشت این استان، ۳۴ دشت ممنوعه و ۱۵ دشت در شرایط بحرانی اعلام شده است (KhRW, ۲۰۱۵). دو دشت سرخس و دشت صالح‌آباد-جنت‌آباد که در نزدیکی کشورهای ترکمنستان و افغانستان قرار دارند، جزء دشت‌های ممنوعه هستند و دشت‌های مرکزی استان نیز اکثراً ممنوعه بحرانی هستند. همین تنگناها، لزوم توجه به بهره‌برداری پایدار آب‌های مشترک را به موضوعی اجتناب‌ناپذیر در این استان تبدیل کرده است (فرشته‌پور و همکاران، ۱۳۹۴).

• وضعیت منابع آبی کشورهای همسایه شمال غربی ایران

کشور عراق دارای اقلیم قاره‌ای نیمه‌گرمسیری و نیمه‌خشک و در مناطق کوهستانی) شمال و شمال شرق دارای اقلیم مدیترانه‌ای است. میزان بارندگی سالانه در این کشور نیز از ۲۱۰۰ میلی‌متر در شمال شرقی تا ۲۰۰ میلی‌متر در جنوب متغیر است. دو رود دجله (به طول ۱۴۱۸ کیلومتر) و فرات (به طول ۱۲۰۰ کیلومتر) دو رودخانه مهم عراق هستند که از ترکیه سرچشمه می‌گیرند و در سرتاسر این کشور جریان می‌یابند (FAO Aquastat, ۲۰۰۹). اگر چه در قسمت مرکزی عراق، منطقه تاریخی بین‌النهرین، با ذخایر غنی آب شناخته شده است (جاییکه در آن برای اولین بار در جهان، سیستم‌های آبیاری معرفی شد)، اما مناطق دیگر آن از جمله مناطق کردنشین در شمال، به این اندازه سرشار از منابع آب سطحی نیستند. آب زیرزمینی به دلیل وجود رودخانه‌های پر آب در سرتاسر منطقه سهم بسیار کمی در تأمین نیازها دارد. به این علت تاکنون مطالعات اندکی پیرامون مدیریت آب‌های زیرزمینی در این کشور صورت پذیرفته است. لازم به ذکر است در بخش‌های شمالی این کشور که شامل استان‌های سلیمانیه، اربیل و دوهوک می‌شوند، آب زیرزمینی نقش بسیار مهمی در کشاورزی، تأمین آب شرب و سلامتی ایفا می‌کند. در این منطقه برخلاف وضعیت آشفته سیاسی، اقتصادی و اجتماعی در بخش‌های مرکزی عراق، توسعه شهرنشینی و رشد اقتصادی در همه جا قابل مشاهده است (Jurkiewicz و Stevanovic, ۲۰۰۹). به استثنای چند رودخانه‌ی اصلی، از جمله زاب بزرگ و کوچک، کمبود آب‌های سطحی در این منطقه وجود دارد. بنابراین، اجتناب از تخریب آبخوان‌ها با مدیریت مناسب آب‌های زیرزمینی، تنها راه‌حل برای توسعه پایدار کل منطقه است (فرشته‌پور و همکاران، ۱۳۹۴). آب در ترکیه برای توسعه کشاورزی و صنعت نقشی حیاتی دارد و پروژه‌های آبیاری و تولید انرژی مربوط به رودخانه‌های دجله و فرات که از کوه‌های شرق این کشور سرچشمه می‌گیرند، بنیادی‌ترین وسیله تحقق این هدف شناخته می‌شوند. از مهمترین این طرح‌ها، طرح آب جنوب شرقی آناتولی موسوم به طرح گاپ (GAP) است (برقی و قنبری، ۱۳۸۹). براساس اهداف تعریف شده در این پروژه، در حدود ۱/۸ میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی ترکیه زیر کشت رفته و بیش از ۲۷ هزار گیگاوات ساعت برق تولید خواهد شد. براساس اصلاحات صورت گرفته در این پروژه در سال ۲۰۰۵، ساخت بیش از ۲۲ سد و ۱۹ طرح برق‌آبی و توسعه سیستم کشاورزی در حوضه‌های دجله و فرات تا سال ۲۰۲۳ در دستور کار دولت ترکیه قرار گرفته است (Daoudy, ۲۰۰۹). براساس نظر کارشناسان، تکمیل این پروژه به برداشت حداکثر ۵۰ درصد (از دجله) و ۷۰ درصد (از فرات) از جریان طبیعی دجله و فرات منجر شده و مشکلات و چالش‌های جدید محیط‌زیستی در کشورهای پایین دست به‌ویژه عراق ایجاد می‌کند (فرشته‌پور و همکاران، ۱۳۹۴).

• آبخوان‌های مشترک ایران با همسایگان

کشور ایران در مرزهای شرقی و غربی خود، دارای رودخانه‌های مشترکی است که بزرگ‌ترین و مهمترین آن‌ها رودخانه هیرمند، هریرود، ارس و دجله و فرات است. باتوجه به اندرکنشی که آب‌های سطحی و زیرزمینی دارند، اصلی‌ترین آبخوان‌های مرزی نیز در حوضه آبریز همین رودخانه‌ها قرار گرفته‌اند. براساس آخرین آمار ارائه شده، کشور ایران دارای ۱۱ آبخوان مرزی مشترک با همسایگان می‌باشد (جدول ۴). از مجموع ۱۱ آبخوان مشترک فقط در ۳ آبخوان تاروس/زاگرس، سرخس و جنت‌آباد-صالح‌آباد، کشور ایران در موضع بالادستی مطرح است. در شرق و شمال شرقی ایران ۶ آبخوان مشترک با مجموع مساحت ۵۸۱۶ کیلومترمربع قرار دارد که به دلیل اقلیم خشک و نیمه‌خشک آن منطقه و توسعه و ثبات روزافزون کشورهای همسایه، پتانسیل بیشتری برای ایجاد تنش و یا ایجاد همکاری و مشارکت دارد (فرشته‌پور و همکاران، ۱۳۹۴).

جدول ۴- آبخوان‌های مشترک ایران (IGRAC, ۲۰۱۵)

نام آبخوان	کشورهای مشترک	مساحت آبخوان (کیلومترمربع)
تاروس/زاگرس	ایران، عراق و ترکیه	۲۶۳۶۴۸
لنکوران/آستارا	آذربایجان، ایران	۵۶۶۱
لنیناک-شیراک	آذربایجان، ارمنستان، ایران و ترکیه	۵۱۶۰
نخجوان/لاریجان و جبریل	آذربایجان، ارمنستان، گرجستان، ایران، ترکیه و روسیه AS21	۴۵۲۴
نخجوان/لاریجان و جبریل	آذربایجان، ارمنستان، گرجستان، ایران، ترکیه و روسیه AS24	۳۲۳۵
فریمان-تربت‌جام	افغانستان، ایران	۲۸۰۲
تایباد	افغانستان، ایران	۱۱۵۹
سرخس	ترکمنستان، ایران	۹۱۶
کارت	افغانستان، ایران	۴۱۱
جنت‌آباد-صالح‌آباد	افغانستان، ترکمنستان و ایران	۳۹۶
آق‌دربند	افغانستان، ایران	۱۷۰

• آبخوان‌های مشترک مرز شرقی ایران

در منطقه شرقی کشور شامل استان‌های خراسان رضوی، خراسان جنوبی و سیستان و بلوچستان آبخوان‌های متعددی وجود دارد. همان‌طور که قبلاً ذکر شده است تعداد ۶ آبخوان در شرق و شمال شرق ایران به‌عنوان آبخوان مشترک مرزی در سطح جهانی شناسایی شده‌اند اما نور و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای در سطح ایران، بیان کردند تعداد ۷ آبخوان در مرزهای مشترک ایران و کشورهای همسایه وجود دارند. در جدول (۵) نام، کد و مشخصات مختصری از آبخوان‌های واقع در مرز شرقی کشور نشان داده شده است (نور و همکاران، ۱۳۹۷).

جدول ۵- مشخصات آبخوان‌های موجود در مرز شرقی کشور (نور و همکاران، ۱۳۹۷)

نام استان	کد محدوده	نام محدوده	آبخیز درجه یک	مساحت محدوده (کیلومتر مربع)	مساحت دشت
خراسان رضوی	۶۰۰۴	سرخس	قره‌قوم	۱۹۵۱	۱۷۵۱
خراسان رضوی	۶۰۱۳	کرات	قره‌قوم	۱۰۶۸	۵۵۷
خراسان رضوی	۶۰۱۱	تایباد	قره‌قوم	۳۰۰۹	۱۶۲۹
خراسان رضوی	۶۰۰۲	کلات نادری	قره‌قوم	۵۹۴۰	۱۵۰
سیستان و بلوچستان	۵۳۰۴	میرجاوه	مرز شرقی	۳۶۶۳	۸۶۸
سیستان و بلوچستان	۵۳۰۲	تهلاب	مرز شرقی	۸۳۶۶	۳۲۸۵
سیستان و بلوچستان	۵۲۰۸	هرمک	مرز شرقی	۱۲۳۸	۳۵۴

و تنها محدوده کلات نادری آبخوان آزاد از نظر بهره‌برداری دارد. از نظر کاهش حجم آبخوان آبخوان‌های تایباد و کرات بالاترین متوسط افت سالانه را دارند. باید توجه داشت اتکای مناطق شرقی کشور به منابع آب زیرزمینی بسیار بالا می‌باشد، به گونه‌ای که در استان خراسان رضوی میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی بالاتر از میانگین کشور بوده و از مجموع ۳۷ دشت این منطقه ۳۴ دشت ممنوعه و ۱۵ دشت ممنوعه بحرانی می‌باشد. بنابراین توجه به آبخوان‌های مرزی این منطقه بسیار بیشتر از مناطق غربی ضروری می‌باشد. همچنین باتوجه به رشد و توسعه سریع منابع آب سطحی در افغانستان در موضع بالا دست، احتمال وقوع بحران در تأمین آب شرب در مناطق شرقی کشور بیشتر خواهد شد (نور و همکاران، ۱۳۹۷).

میزان بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در آبخوان‌های موجود در مرز شرقی کشور متفاوت است، با این حال مقدار مصرف (کشاورزی، شرب و صنعت) بالا است و بیشترین مصرف آب‌های زیرزمینی این منطقه به منظور کشاورزی می‌باشد. همچنین بین آبخوان‌های موجود در این منطقه، آبخوان‌های سرخس و تهابل بیشترین مصرف از آب‌های زیرزمینی را دارند. مقادیر مصرف آب‌های زیرزمینی در این منطقه باعث افت سطح ایستابی شده است و بیشترین میزان افت در آبخوان‌های مورد مطالعه، در آبخوان کرات مشاهده شده است که بالاتر از میانگین حوضه قره‌قوم می‌باشد (جدول ۶). جدول (۶) نشان‌دهنده وضعیت بحرانی آبخوان‌های مرزی استان خراسان رضوی می‌باشد به گونه‌ای که ۲ آبخوان ممنوعه و ۲ آبخوان نیز ممنوعه بحرانی می‌باشند

جدول ۶- میزان افت و کاهش حجم در آبخوان‌های واقع در مرز شرقی کشور (نور و همکاران، ۱۳۹۷)

نام محدوده	افت تجمعی سطح ایستابی (متر)	میانگین سالانه افت سطح ایستابی (متر)	کاهش تجمعی حجم آبخوان	میانگین سالانه کاهش حجم آبخوان	متوسط هدایت الکتریکی $\mu\text{s/cm}$	وضعیت بهره‌برداری
سرخس (۱۳۶۲-۹۲)	۳/۵۳	۰/۱۵	۱۸۴/۲۱	۸/۰۱	۵۳۴۹	ممنوعه
کرات (۱۳۷۲-۹۲)	۳۳/۲۳	۱/۶۶	۵۶۸/۰۳	۲۷/۴۰	۱۴۷۱	ممنوعه بحرانی
تایباد (۱۳۷۶-۹۲)	۱۳/۱	۰/۸۲	۵۷۱/۱۶	۳۵/۷۰	۳۸۶۴	ممنوعه بحرانی
کلات نادری	-	-	-	-	۱۳۱۵	آزاد
میرجاوه (۱۳۶۴-۹۲)	۲/۱۷	۰/۰۸	۸۶/۸	۰/۳۲	۴۷۲۵	ممنوعه
تهلاب (۱۳۷۸-۹۲)	۳/۱۵	۰/۲۲	۲۲/۴۱	۱/۶۰	۴۲۴۸	آزاد
هرمک	-	-	-	-	۶۲۹۷	آزاد

آبخوان‌های کلات نادری و هرمک فاقد شبکه سنجش می‌باشند.

جایگاه‌های بعدی به آب زیرزمینی وابسته هستند. کشور عراق و آذربایجان نیز کمترین وابستگی به آب‌های زیرزمینی را در بین کشورهای منطقه دارند. میزان برداشت آب زیرزمینی در ایران از میزان تغذیه بسیار بیشتر است و کشور ارمنستان نیز در در آستانه بحران قرار دارد. اما سایر کشورها از این منظر

• آبخوان‌های مشترک غرب و شمال غرب ایران

در بخش شمال غربی، ایران با سه کشور ارمنستان، آذربایجان و ترکیه و در غرب با کشور عراق مرز مشترک دارد. در بین این کشورها، ایران از لحاظ میزان برداشت آب زیرزمینی در جایگاه اول قرار دارد و پس از ایران، ارمنستان و ترکیه به ترتیب در

وضعیت عادی دارند (فرشته‌پور و همکاران، ۱۳۹۴). این منطقه دارای پنج آبخوان مرزی تاروس/زاگرس، لنکوران/آستارا، لنیناک-شیرک، نخجوان/لاریجان و جبریل AS21 و نخجوان/لاریجان و جبریل AS24 می‌باشد که، بزرگترین آن آبخوان تاروس/زاگرس است و بین کشورهای ایران، عراق و ترکیه مشترک است. ایران در آبخوان مذکور در موضع بالا دستی مطرح است. کل جمعیت تحت پوشش آبخوان مشترک تاروس/زاگرس برابر ۱/۴۴ میلیون نفر است که شامل شهرهای مهمی چون دربندیخان و زاخو در عراق، گیلان غرب، قصرشیرین و سرپل ذهاب در ایران و همچنین شهرهای کوچکی در ترکیه مانند باسکوی و کاپیلی می‌باشد (Un-Escwa و B.G.R، ۲۰۱۳). در بقیه آبخوان‌های این منطقه، ایران در موضع پایین دستی مطرح است (فرشته‌پور و همکاران، ۱۳۹۴). در این منطقه تاکنون هیچ توافق‌نامه‌ای پیرامون سیستم آبخوان‌های مشترک منعقد نشده است. عراق و ترکیه تا کنون چندین کمیته فنی پیرامون مسائل آبی تشکیل داده‌اند. با این حال، آن‌ها عمدتاً تنها به مسائل مربوط به آب‌های سطحی پرداخته‌اند و کشور عراق با هیچ یک از همسایگان خود در ارتباط با مدیریت آب‌های زیرزمینی مشترک، بحث و تبادل نظری نداشته است. ایران نیز با عراق یا ترکیه بر سر مسائل مربوط به مدیریت آب‌های زیرزمینی مشترک همکاری نداشته است (Un-Escwa و B.G.R، ۲۰۱۳). باید توجه داشت در شمال غرب ایران، که شامل حوزه‌های آبریز درجه دو مرزی غرب، دریاچه ارومیه و ارس می‌باشد و استان‌های آذربایجان شرقی و غربی، کردستان، کرمانشاه و ایلام را در بر می‌گیرد، بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی در سال مجموعاً به ۳۰۳۶ میلیون مترمکعب می‌رسد که این میزان تقریباً با میزان برداشت سالانه فقط در استان خراسان رضوی برابر است (IWRMC، ۲۰۱۴). این مسأله می‌تواند به دلیل وجود آب سطحی فراوان و موضع بالادستی نسبت به همسایگان غرب و شمال غربی باشد (فرشته‌پور و همکاران، ۱۳۹۴).

باتوجه به قرارگیری کشور ایران در موقعیت جغرافیایی خشک و نیمه‌خشک و دارای چندین حوضه آبریز مرزی، تحت تأثیر بهره‌برداری‌های بی‌رویه در کشورهای نظیر افغانستان و ترکیه، ضروری است چارچوبی منسجم پیرامون چگونگی همکاری‌ها، نهادهای مورد نیاز و نحوه مشارکت تمامی ذی‌نفعان داخلی و منطقه‌ای ارائه شود. به عبارت دیگر در شمال شرق ایران، دو کشور افغانستان (در موضع بالادستی) و ترکمنستان (در موضع پایین دستی) قرار دارند که به دلیل قرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه‌خشک، دچار کم‌آبی و نیازهای مشابهی هستند. در این منطقه رشد جمعیت، توزیع نامتناسب آب، منابع آبی مشترک، سیاست‌های نادرست کشاورزی، فقدان مدیریت صحیح و یکپارچه بر منابع آب و نبود موافقت‌نامه‌های بهره‌برداری مشکل

را دو چندان کرده است. هم‌چنین در بخش شمال غربی، ایران با سه کشور ارمنستان، آذربایجان و ترکیه و در غرب با کشور عراق دارای آبخوان‌های مشترک است و در بین این کشورها، ایران از لحاظ میزان برداشت آب زیرزمینی و سهم آن در کل آب استحصالی در جایگاه اول قرار دارد. لیکن چارچوب پوشش‌گرانه‌ای برای جلوگیری از بروز هرگونه چالش آبی در منطقه مورد نیاز است (روغنی و همکاران، ۱۳۹۹). نبود موافقت‌نامه‌ها و معاهدات بین‌المللی در زمینه آب‌های زیرزمینی مرزی بین ایران و کشورهای همسایه، نشانگر عدم توجه دولت‌های مذکور به این منبع حیاتی و اتخاذ رویکردی در جهت امنیت و منافع ملی‌شان بوده است. علاوه بر این نبود یک نگاه جامع به اندرکنش آب‌های سطحی و زیرزمینی در این منطقه سبب شده است تا اندک توافق‌نامه‌های صورت گرفته حول محور آب‌های سطحی باشد و به آب‌های زیرزمینی اشاره مستقیم نشود (فرشته‌پور و همکاران، ۱۳۹۴). بنابراین برای بهبود وضعیت مدیریت و حفاظت از آبخوان‌های مرزی و کاهش مشکلات ناشی از بحرانی شدن بیش از اندازه منابع آبی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، با استفاده از تجارب و همکاری‌های موفق صورت گرفته در زمینه مدیریت آبخوان‌های مرزی (همانند توافق‌نامه ژنو) یک راهکار پیشنهادی ارائه شده است.

بحث و نتایج

• راهکار پیشنهادی برای مدیریت مؤثر و کارآمد آبخوان‌های مشترک مرزی

برای مدیریت پایدار و کارآمد آبخوان‌های مشترک مرزی و هم‌چنین آبخوان‌های مشترک ایران با همسایگان غربی و شرقی خود، می‌توان از تجارب موفق موجود در این زمینه هم‌چون توافق‌نامه آبخوان ژنو و آبخوان‌های مشترک ذکر شده در جدول (۱) استفاده نمود. بنابراین با روش الگوبرداری و استفاده از تجربه‌های این همکاری‌های موفق و مطالب عنوان شده قبلی، یک رویکرد پیشنهادی برای مدیریت و حفاظت بهتر آبخوان‌های مشترک مرزی ارائه داده شده است:

ابتدا باید به‌طورکلی کشورهای مشترک با یک آبخوان، یک توافق‌نامه و قراردادی برای همکاری بیشتر در زمینه‌های مختلف مربوط به مسائل آبی منعقد کنند. مسائل مذکور شامل مواردی همچون شناسایی پارامترهای هیدروژئولوژیکی آبخوان مشترک، شناسایی اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی، میزان بهره‌برداری عادلانه، حق برداشت و تشکیل نهادی مشترک برای چگونگی اجرا و نظارت بر میزان بهره‌برداری، ارزش‌گذاری و قیمت آب (متأثر از هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری از تأسیسات موجود)، چگونگی تأمین بودجه و تقسیم هزینه‌ها برای اجرای هر گونه پروژه (مانند

تغذیه مصنوعی، کنترل آلودگی و...) در بین کشورهای مشترک در آبخوان، بررسی عوامل ایجاد تعهد به عدم آسیب جدی به آبخوان، چگونگی تبادل داده و اطلاعات بین آن‌ها، بررسی سازوکارهای مدیریتی و روش‌های حل و فصل مربوط به ایجاد هر گونه اختلاف و مناقشه، لزوم مطالعه توأم و یکپارچه منابع آب زیرزمینی و سطحی، چگونگی همکاری و ارتقای دانش علمی بین آن‌ها، آموزش و آگاهی دادن به عموم مردم برای طرز مصرف بهینه از این منبع ارزشمند و آشنایی آن‌ها با اثرات مخرب و زیان‌بار بیش‌بهره‌برداری، بررسی چگونگی استفاده از دانش بومی و محلی و لزوم مشارکت بیشتر بازیگران محلی در مباحث برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و چگونگی اجرا و نظارت بر هر گونه برنامه مدیریتی و چگونگی نظارت و پایش آب زیرزمینی از لحاظ کمی و کیفی می‌باشند. بنابراین باتوجه به مطالبی که عنوان شده است، در ادامه باید آبخوان‌های مشترک مرزی از منظرهای گوناگون طبیعی، فنی، حقوقی، اقتصادی-اجتماعی و سیاسی بررسی و مطالعه شوند که این مطالعات شامل: ۱- بررسی نوع آبخوان (محبوس، آزاد و یا دارای نشت عمودی)؛ ۲- تعیین ارتباطات هیدرولیکی آبخوان با آبخوان‌های مجاور و یا آب‌های سطحی در صورت وجود؛ ۳- بررسی لیتولوژی آبخوان؛ ۴- تعیین نقاط تغذیه و تخلیه طبیعی آبخوان؛ ۵- ارزیابی میزان ذخیره آب موجود در آبخوان مشترک و میزان برداشت سالانه آب برای مصارف گوناگون؛ ۶- بررسی و تعیین تجدیدپذیر یا تجدیدنپذیر بودن آبخوان؛ ۷- بررسی کیفیت آب آبخوان؛ ۸- بررسی و تشخیص آلودگی‌های موجود و احتمالی در آینده در اثر برداشت بی‌رویه و افت تراز آب؛ ۹- بررسی میزان آسیب‌پذیری آبخوان نسبت به عوامل آلاینده؛ ۱۰- بررسی گسترش هاله آلودگی و تعیین جهت حرکت آن در مرزهای مشترک؛ ۱۱- مطالعه تأثیراتی که آلاینده‌ها در هر دو سمت مرز مشترک آبخوان بر جوامع انسانی، جانوری و گیاهی می‌گذارد؛ ۱۲- بررسی احتمال نفوذ آب شور در اثر برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی در یک سمت مرز مشترک آبخوان به آن سوی مرز در آبخوان‌های ساحلی؛ ۱۳- میزان تمرکز جمعیت و میزان وابستگی به آب زیرزمینی در آبخوان؛ ۱۴- روش‌های احیای مجدد آبخوان (تغذیه مصنوعی) و ارزیابی شیوه و امکان اجرای آن در آبخوان؛ ۱۵- تعیین میزان اتصالات مرزی آبخوان در سطوح محلی و منطقه‌ای؛ ۱۶- بررسی‌های ایستگاه‌های پمپاژ و شیوه مدیریت بهره‌برداری در میان کشورهای ذی‌نفع؛ ۱۷- شناسایی چارچوب قانونی (حقوقی)، اداری و شیوه حکمرانی و همچنین میزان دانش فنی موجود در دو سوی مرز آبخوان مشترک؛ ۱۸- بررسی میزان روابط و تمایل (بررسی اشتراکات مذهبی، فرهنگی، سیاسی و...) کشورهای ذی‌نفع به افزایش سطح همکاری‌های مشترک و ... می‌باشند. برای دستیابی به مواردی که در بالا ذکر شده است، باید سازمان‌های مختلف دولتی، غیردولتی (سازمان‌های مردمی و NGOها)، نهادهای مختلف، کارشناسان

فنی و متخصص و هم‌چنین جوامع دانشگاهی و مدنی تحت یک مجموعه مشترک و هماهنگ با هم در سطوح مختلف محلی، ملی و مرزی فعالیت داشته باشند. بررسی چنین مطالعه‌ای وسیع و جامع، نیاز به تأمین منابع مالی از سوی دولت‌ها و سازمان‌های مختلف در هر یک از کشورهای مشترک با آبخوان می‌باشد. هر یک از کشورها باید بسترها و ظرفیت‌های لازم برای دستیابی به این اطلاعات از وضعیت آبخوان مشترک را برای متخصصان مختلف فراهم نمایند. بعد از مرحله مطالعه، باید بسترهای لازم را برای ایجاد یک پایگاه داده مشترک قابل اطمینان و مورد توافق کشورهای مشترک با آبخوان مرزی فراهم نموده و تمامی اطلاعات مربوط به آبخوان مشترک در این پایگاه، ثبت و به اشتراک گذاشته شوند. بنابراین با انجام این کار، داده‌های ناقص معلوم شده و باید برای رفع آن‌ها اقدامات لازم صورت گیرد. ذکر این نکته لازم است که داده‌های اشتراک گذاشته بین کشورهای دارای آبخوان مشترک، باید شفاف و قابل اعتماد بوده تا هرگونه تصمیم‌گیری بر اساس یک درک صحیح از این اطلاعات علمی اشتراکی صورت گیرد.

از آنجا که دیدگاه و نگرش‌های متفاوتی به مقوله مدیریت آب زیرزمینی، میزان برداشت و محافظت از آن، چارچوب‌های سازمانی و دولتی، وضعیت سیاسی، اقتصادی و اجتماعی در هر کشور با کشور یا کشورهایی که با یک آبخوان مشترک هستند، با هم متفاوت می‌باشد، این امر باعث ایجاد اختلافات و مناقشاتی می‌شود که برای رفع آن‌ها باید یک کمیته‌ای تشکیل شود تا موانع و مشکلات موجود و ایجاد شده در آینده را شناسایی و برای حل و فصل آن‌ها مطابق یک استاندارد بین‌المللی اقدام نماید. این کمیته مشورتی ترکیبی باید متشکل از نمایندگان از طرفین درگیر در آبخوان مشترک مرزی بوده و مورد توافق هر دو باشند. برای به نتیجه مطلوب رسیدن مباحث ایجاد شده در مورد مدیریت پایدار آبخوان مشترک، استفاده از یک تسهیل‌گر فرآیند نیز سودمند می‌باشد. تسهیل‌گر می‌تواند با گرد هم آوردن کنش‌گران، شناخت دریافت‌های آنان، گفت‌وگو در مورد منافع متعارض و یافتن راه‌حل‌های برد-برد یا مصالحه معقول، به کشورهای ذی‌نفع کمک کند. در ادامه توسط یک سازمانی که مورد قبول کشورهای مشترک با آبخوان می‌باشد، باید قوانینی در چارچوب توافق‌نامه‌هایی صورت گیرد و تمام چالش‌های فنی، حقوقی، سیاسی، اقتصادی و اجتماعی ایجاد شده برای یک آبخوان مشترک مرزی در آن مد نظر قرار گیرد. باید یک سری قوانین، احکام و آیین‌نامه‌هایی تعریف شود و طرفین ذی‌نفع را ملزم به رعایت آن‌ها نمود. در این توافق‌نامه‌ها باید به منافع تمام ذی‌مدخلان، ذی‌نفعان و همین‌طور اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی و خدمات آن‌ها توجه اساسی شده و نمایندگان برای تمام آن‌ها در نظر گرفته شود. هم‌چنین نهادهای مردمی و محلی را نیز در این توافق‌نامه‌ها گنجانده و در مدیریت محلی آبخوان مشترک مرزی، مشارکت مستقیم آن‌ها امکان‌پذیر باشد. مشارکت ذی‌نفعان

دارای جنبه‌هایی است که نیاز به بررسی دارند. ابتدا باید ضرورت و مزایای مشارکت آنان تبیین شود. در گام بعدی تمام سطوح مشارکت ذی‌نفعان تشریح شده و در آخر باید نحوه مشارکت مشخص شود. بر این اساس وجود یک ساختار مدیریتی با چنین ویژگی‌هایی سبب قانون‌مند شدن و افزایش اعتماد ذی‌نفعان شده و منجر به شناسایی راه‌حل‌های مؤثر و اتخاذ تصمیمات کارآمدتر مدیریتی می‌شود. از این رو یک چیدمان نهادی در سطوح مختلف در دو سوی مرز باید ایجاد شود و از سوی دولت‌ها به رسمیت شناخته شوند. هر گونه نهاد محلی ایجاد شده باید مورد حمایت و پشتیبانی دولت‌های مرکزی قرار گیرد. مشارکت ذی‌نفعان محلی در نظارت، اجرا، اصلاح قوانین و چارچوب حقوقی باعث افزایش سطح اعتماد آنان شده و این امر منجر به پایبندی بیشتر آنان به انجام تعهدات و اجرای قوانین می‌شود. در این توافق‌نامه‌ها باید چگونگی انجام الزامات حقوقی برای عدم اجرای تعهدات کشورها تعریف شود و در صورت هر گونه دخل و تصرفی که باعث ایجاد اختلاف و درگیری شود، اقدامات لازم صورت پذیرد همان‌طور که ذکر شد این اقدامات، توسط تشکیل کمیته مشورتی برای سهولت و رفع بهتر مشکل و اختلاف انجام می‌شود. در نهایت یک چارچوب جامع مدیریتی مشترک در قالب توافق‌نامه‌هایی تنظیم و منعقد می‌شود و باید هر چند سال یک‌بار به‌روزرسانی شود.

نتیجه‌گیری

ماهیت پنهان و پیچیدگی سیستم‌های آب زیرزمینی باعث شده اغلب درک صحیحی از آن‌ها وجود ندارد و بنابراین مدیریت، حفاظت و توسعه پایدار این منبع ارزشمند از نظر کمی و کیفی با مشکلات فراوانی مواجه می‌شود. با افزایش وابستگی جهانی به آب زیرزمینی و افزایش برداشت‌های بی‌رویه، مشکلات و چالش‌هایی در خصوص چگونگی استفاده عادلانه، دسترسی، حفاظت، توسعه پایدار و همچنین نظارت منابع آبی در آبخوان‌های مشترک مرزی به‌وجود می‌آید. افزایش تقاضا و نیازهای آبی به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک منجر به افزایش بهره‌برداری و رقابت برای منابع آبی شده و می‌تواند منجر به بروز اختلاف (به دلیل تفاوت در توسعه اجتماعی-اقتصادی، شیوه‌های مدیریتی و چارچوب حکمرانی و نظارتی، ظرفیت و توسعه زیرساخت‌ها، سطح دانش فنی) و درگیری بین کشورهای ذی‌نفع با آبخوان مشترک متعاقب آن می‌شود. بنابراین شناخت و مدیریت منابع آب زیرزمینی در آبخوان‌های مشترک مرزی به‌منظور استفاده عادلانه و پایدار (تأمین آب شرب، توسعه انرژی، امنیت غذایی و انسانی، حفظ تنوع زیستی و بقای اکوسیستم‌ها) و همچنین جلوگیری از هر گونه اختلاف و مناقشات میان کشورها در آینده امری ضروری می‌باشد.

تاکنون توافق‌نامه‌ها و کنوانسیون‌های متعددی در مورد منابع آب سطحی مشترک میان کشورها منعقد شده است ولی به دلایلی همچون مشخص نبودن مرز کامل آبخوان مشترک، نامرئی و نهان بودن آن، توزیع ناهمسان، پیچیدگی آب زیرزمینی و نداشتن درک کافی از آن و دشواری‌های پایش و نظارت آبخوان‌ها، کم‌تر به مدیریت آبخوان‌های مشترک مرزی پرداخته شده و توافقات بسیار اندکی در این زمینه صورت پذیرفته است.

ایران با داشتن ۱۱ آبخوان مشترک مرزی با همسایگان غربی و شرقی خود توافقاتی در زمینه بهره‌برداری عادلانه و پایدار از آب زیرزمینی با همسایگان خود نداشته است. لذا باتوجه به اهمیت موضوع و با استفاده از تجارب موفق جهانی همانند توافق‌نامه ژنو به‌عنوان طولانی‌ترین و مشارکتی‌ترین توافق‌نامه مشترک مرزی موجود میان کشورهای سوئیس و فرانسه در زمینه مدیریت پایدار، پیشنهاداتی در زمینه مدیریت مؤثر و افزایش همکاری‌ها میان کشورهای ذی‌نفع در یک آبخوان مشترک مرزی ارائه داده شده است:

- انعقاد توافق‌نامه و قراردادی برای همکاری‌های بیشتر در زمینه شناسایی پارامترهای فنی، فرهنگی-اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، حقوقی و همچنین اکوسیستم‌های طبیعی وابسته به آب زیرزمینی در کشورهای دارای آبخوان مشترک مرزی
- فعالیت سازمان‌های مختلف دولتی، غیردولتی (سازمان‌های مردمی و NGOها)، نهادهای مختلف، کارشناسان فنی و متخصص و همچنین جوامع دانشگاهی و مدنی تحت یک مجموعه مشترک و هماهنگ با هم در سطوح مختلف محلی، ملی و مرزی
- تأمین منابع مالی و تخصیص بودجه برای دستیابی به مطالعه جامع وضعیت آبخوان مشترک از سوی دولت‌ها و سازمان‌های مختلف بین‌المللی و تقسیم هزینه‌ها برای هر اقدام مشترک (تغذیه مصنوعی، کنترل و پاک‌سازی آلودگی و ...)
- اشتراک‌گذاری اطلاعات و داده‌های مطمئن، قابل اعتماد و شفاف در یک پایگاه مشترک داده و تبادل مداوم و مستمر اطلاعات و همچنین ارائه گزارشات منظم در مورد هر گونه اقدام از سوی کشورهای ذی‌نفع
- ایجاد یک سازمان مورد توافق کشورهای ذی‌نفع و تعریف قوانین و تعهدات لازم با در نظر گرفتن هر گونه چالش فنی، حقوقی، سیاسی، اقتصادی و اجتماعی ایجاد شده و همچنین باتوجه به منافع تمام کنش‌گران درگیر در آبخوان مشترک مرزی
- تشکیل کمیته مشورتی (به‌منظور کاهش اختلافات و مناقشات، شناسایی مشکلات، موانع و ارائه بهترین راه‌حل و نظارت بر اجرای تعهدات)
- ارائه یک چارچوب جامع در قالب یک توافق‌نامه مشترک با در نظر گرفتن تمام تفاوت‌های موجود میان آبخوان‌ها، ساختارهای اجتماعی-فرهنگی اقتصادی، اداری و شیوه حکمرانی مختلف کشورها و استفاده از نهادهای محلی در تمام تصمیمات اتخاذی و مدیریتی.

۱- در حکومت بسیط، قدرت در پایتخت کشور متمرکز شده است، اما در حکومت فدرال در حقیقت دو نوع حکومت وجود دارد: یکی حکومت مرکزی و دیگری حکومت های ایالتی و قدرت حاکمیت بین این دو نوع حکومت تقسیم می‌شود.

- 2-Global water partner ship
- 3-customary international laws
- 4-Arve River
- 5-Mont Blanc
- 6-Guneydogu Anadolu Projesi: GAP

منابع

- ارشدی، محمد. (۱۳۹۷). عدالت اجتماعی و آب درآمدی بر مفاهیم و رویکردها. اندیشکده تدبیر آب، تهران، ایران. <http://iwpri.ir/home/single/531>
- اسکندری مایوان، جواد، و محمدزاده، حسین. (۱۳۹۲). ارایه چارچوبی استاندارد برای تهیه شناسنامه آبخوان‌های مرزی کشور بر اساس قوانین بین‌المللی. سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین‌المللی تخصصی علوم زمین. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران.
- اسکندری مایوان، جواد، و محمدزاده، حسین. (۱۳۹۱). بررسی آبخوان‌های مرزی (مشترک بین‌المللی) و مسائل مربوط به مدیریت آن‌ها. همایش ملی بهره‌برداری از منابع آب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب، دزفول، ایران.
- برقی، حمید، و قنبری، یوسف. (۱۳۸۹). بحران منابع آب، چالش اساسی جهان اسلام. چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام. زاهدان، ایران. <https://civilica.com/doc/82831>
- حاتمی، مهدی، و بابایی، حسن. (۱۳۹۳). تحلیل و ارزیابی طرح کمیسیون حقوق بین‌الملل ۲۰۰۸ در خصوص حقوق بین‌الملل حاکم بر سفره‌های آبی زیرزمینی مشترک میان دولت‌ها. پژوهش حقوق عمومی، ۱۶(۴۴)، ۳۳-۹. https://qjplatu.ac.ir/article_666.html
- روغنی، بردیا، فرشته‌پور، محمد. و علیایی، محمدعلی. (۱۳۹۹). هیدروپلیتیک آبخوان‌های مرزی: به سوی همکاری‌های کاربردی. فصلنامه ژئوپلیتیک، ۱۶(۲)، ۱۸۷-۲۱۶. [20.1001.1.17354331.1394.11.39.7.2](https://doi.org/10.17354/331.1394.11.39.7.2)
- زمانی، سید. قاسم، و برلیان، پویا. (۱۴۰۱). مفهوم و قلمرو اصل بهره‌برداری معقول و منصفانه از منابع آبی مشترک از منظر حقوق بین‌الملل. پژوهش حقوق عمومی، ۲۴(۷۵)، ۴۴-۹. [QJPL.2021.59799.2597/10.22054](https://doi.org/10.22054/QJPL.2021.59799.2597/10.22054)

سالاری، فاطمه، قربانی، مهدی، و ملکیان، آرش. (۱۳۹۴). پایش اجتماعی شبکه ذی‌نفعان در حکمرانی محلی منابع آب (منطقه مورد مطالعه: حوضه آبخیز رزین، شهرستان کرمانشاه). مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)، ۶۸(۲)، ۲۸۷-۳۰۵. <https://sid.ir/paper/508423/fa>

سینائی، وحید. (۱۳۹۰). هیدروپلیتیک، امنیت و توسعه همکاری‌های آبی در روابط ایران، افغانستان و ترکمنستان. فصلنامه روابط خارجی، ۳(۲)، ۲۱۱-۱۸۵. [20.1001.1.20085419.1390.3.2.5.6](https://doi.org/10.1001.1.20085419.1390.3.2.5.6)

فرشته‌پور، محمد، روغنی، بردیا، و میان‌آبادی، حجت. (۱۳۹۴). چالش‌های ژئوپلیتیک منابع آب‌های زیرزمینی بین‌المللی با تأکید بر منابع مشترک ایران. فصلنامه ژئوپلیتیک، ۱۱(۳)، ۱۷۰-۲۰۴. [20.1001.1.17354331.1394.11.39.7.2](https://doi.org/10.1001.1.17354331.1394.11.39.7.2)

نواری، علی. (۱۳۹۸). بهره‌برداری از سد ایلسو در ترکیه و موازین حقوق بین‌الملل آب. فصلنامه پژوهش حقوق عمومی، ۲۱(۶۳)، ۱۹۰-۱۶۳. <https://doi.org/10.22054/qjpl.2018.27436.1687>

نور، حمزه، باقریان‌کلات، علی، رجایی، سیدحسین، واحدی‌طرقی، رضا، بیگی، حبیب‌الله، و شمشیری‌نصرآباد، ربابه. (۱۳۹۷). ارزیابی آبخوان‌های مشترک واقع در مرز شرقی کشور از نظر تغییرات کمی و کیفی. هفتمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبخیز باران. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری - انجمن سیستم‌های سطوح آبخیز باران، تهران، ایران.

هاشمی، سید مختار. (۱۴۰۱). حکمرانی محلی آب در ایران: پیامدها و توصیه‌های سیاستی. نشریه آب و توسعه پایدار، ۹(۱)، ۱۴۴-۱۳۵. https://jwsd.um.ac.ir/article_42615.html

Barberis, J. (1991). Development of International Law of Transboundary Groundwater. The. Nat. Resources Journal, 31, 167-186.

Barberis, J. (1991). The development of international law of transboundary groundwater. Natural Resources Journal, 31(1), 167-186. <https://digitalrepository.unm.edu/nrj/vol31/iss1/9>

Berdiyev, A. (2006). Progress in Domestic Water Supply in View of the Achievement of UN Millennium Development Goals, issues of the implementation of integrated water resource management in view of the achievement of UN.

Brooks D.B., Linton J. (2011). Governance of Transboundary Aquifers: Balancing Efficiency, Equity and Sustainability. International Journal of Water Resources Development, 27(3), 431-462.

Brooks, D. B., & Linton, J. (2011). Governance of transboundary aquifers: balancing efficiency, equity and

- Fallatah, O. A., Ahmed, M., Save, H., & Akanda, A. S. (2017). Quantifying temporal variations in water resources of a vulnerable middle eastern transboundary aquifer system. *Hydrological Processes*, 31(23), 4081-4091. <https://doi.org/10.1002/hyp.11285>
- Gaye C.B., Tindimugaya C. 2019. Review: Challenges and opportunities for sustainable groundwater management in Africa. *Hydrogeol.* (27), 1099-1110.
- Gaye, C. B., & Tindimugaya, C. (2019). Challenges and opportunities for sustainable groundwater management in Africa. *Hydrogeology Journal*, 27(3), 1099-1110. <https://doi.org/10.1007/s10040-018-1892-1>
- Giordano, M., Drieschova, A., Duncan, J. A., Sayama, Y., De Stefano, L., & Wolf, A. T. (2014). A review of the evolution and state of transboundary freshwater treaties. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 14, 245-264. <https://doi.org/10.1007/s10784-013-9211-8>
- Hasemi, M. (2011). A socio-technical assessment framework for integrated water resources management (IWRM) in Lake Urmia Basin, Iran (Doctoral dissertation, Newcastle University).
- Hayton R.D., Utton A.E. 1989. Transboundary Groundwaters: The Bellagio Draft Treaty. *Nat. Resources J*, 29:668-722. Hayton, R. D., & Utton, A. E. (1989). Transboundary groundwaters: The Bellagio draft treaty. *Nat. Resources J*, 29, 663. <https://digitalrepository.unm.edu/nrj/vol29/iss3/4>
- Helal, M. S. (2007). Sharing Blue gold: the 1997 UN convention on the law of the non-navigational uses of international watercourses ten years on. *Colo. J. Int'l Env'tl. L. & Pol'y*, 18, 337.
- Held, I. M., & Soden, B. J. (2006). Robust responses of the hydrological cycle to global warming. *Journal of climate*, 19(21), 5686-5699. <https://doi.org/10.1175/JCLI3990.1>
- IGRAC (International Groundwater Resources Assessment Centre) .(2015).Transboundary Aquifers of the World. http://www.unigrac.org/dynamics/modules/SFIL0100/view.php?fil_Id=317
- IGRAC, U. I. (2015). Transboundary aquifers of the world [map]. 15 Scale 1: 50 000 000.
- sustainability. *International Journal of Water Resources Development*, 27(3), 431-462. <https://doi.org/10.1080/07900627.2011.593117>
- Burchi S. 2018. Legal frameworks for the governance of international transboundary aquifers: Pre- and post-IS-ARM experience. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 20:15–20. Burchi, S. (2018). Legal frameworks for the governance of international transboundary aquifers: Pre-and post-ISARM experience. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 20, 15-20. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2018.04.007>
- Daoudy M. 2009. Asymmetric Power: Negotiating Water in the Euphrates and Tigris. *International Negotiation*, 14(2): 361-391. Daoudy, M. (2009). Asymmetric power: Negotiating water in the Euphrates and Tigris. *International Negotiation*, 14(2), 361-391. DOI: [10.1163/157180609X432860](https://doi.org/10.1163/157180609X432860)
- de los Cobos G. 2018. The Genevese transboundary aquifer (Switzerland-France): The secret of 40 years of successful management. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 20:116-127. de los Cobos, G. (2018). The Genevese transboundary aquifer (Switzerland-France): The secret of 40 years of successful management. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 20, 116-127. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2018.02.003>
- Eckstein, G. (2017). The international law of transboundary groundwater resources. *Routledge Handbook of Water Law and Policy*, Alistair Rieu-Clark, Andrew Allan & Sarah Hendry, Routledge publisher. British. 217-233. <https://ssrn.com/abstract=3927407>
- Eckstein, G. (2021). International law for transboundary aquifers: a challenge for our times. *American Journal of International Law*, 115, 201-206. doi: [10.1017/aju.2021.18](https://doi.org/10.1017/aju.2021.18).
- Eckstein, G. E. (2007). Commentary on the UN International Law Commission's draft articles on the law of transboundary aquifers. *Colo. J. Int'l Env'tl. L. & Pol'y*, 18, 537.
- Eckstein, G. E. (2011). Managing buried treasure across frontiers: the international Law of Transboundary Aquifers. *Water International*, 36(5), 573-583. <https://doi.org/10.1080/02508060.2011.598642>

- Smith, M., Cross, K., Paden, M., & Laban, P. (2016). Spring-Managing groundwater sustainably. IUCN, Gland, Switzerland.
- Stevanovic, Z., & Iurkiewicz, A. (2009). Groundwater management in northern Iraq. *Hydrogeology journal*, 17(2), 367. doi: [10.1007/s10040-008-0331-0](https://doi.org/10.1007/s10040-008-0331-0)
- UNDP. (1999). Governance for sustainable growth and equity report of international conference., United Nations. New York, 28-30.
- Un-Escwa, B. G. R. (2013). United Nations economic and social commission for western Asia; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Inventory of Shared Water Resources in Western Asia, Beirut.
- Weiss, T. G. (2000). Governance Good Governance & Global Governance: conceptual & actual challenges' *Third World Quarterly*, 21(5), 795-814.
- International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. (2002). ICARDA annual report. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- IWRMC (Iran Water Resources Management Company). (2014). Evaluation of Groundwater Resources of Iran by the End of 2012-2013, Center of Water Resources Studies, Groundwater Group. http://wrs.wrm.ir/index_fa.asp
- Jarvis, T., Giordano, M., Puri, S., Matsumoto, K., & Wolf, A. (2005). International borders, ground water flow, and hydroschizophrenia. *Groundwater*, 43(5), 764-770. doi: [10.1111/j.1745-6584.2005.00069.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2005.00069.x)
- KhRW. (2015). Khorasan Razavi Regional Water Authority. <http://www.khrw.ir/SC.php?type=static&id=19>
- Lesser, L. E., Mahlknecht, J., & López-Pérez, M. (2019). Long-term hydrodynamic effects of the All-American Canal lining in an arid transboundary multilayer aquifer: Mexicali Valley in north-western Mexico. *Environmental Earth Sciences*, 78, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8487-6>
- Liu, Y., Wang, P., Ruan, H., Wang, T., Yu, J., Cheng, Y., & Kulmatov, R. (2020). Sustainable use of groundwater resources in the transboundary aquifers of the five Central Asian countries: challenges and perspectives. *Water*, 12(8), 2101. doi: [10.3390/w12082101](https://doi.org/10.3390/w12082101)
- McIntyre, O. (2013). Utilization of shared international freshwater resources—the meaning and role of “equity” in international water law. *Water International*, 38(2), 112-129. <http://dx.doi.org/10.1080/02508060.2013.779199>
- Mobius, M. (2001). Good governance is a global challenge. *Corporate Board*, 22, 1-4.
- Report of the International Law Commission on the Work of its Fortieth Session. (1988). Extract from the Yearbook of the International Law Commission, 11(2), 35.
- Rogers, P., & Hall, A. W. (2003). Effective water governance, (7). Stockholm: Global water partnership. <https://hdl.handle.net/10535/4995>
- Simms, C. (2008). Good governance at the World Bank. *The Lancet*, 371(9608), 202-203. doi: [10.1016/S0140-6736\(08\)60128-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60128-2)