آب و توسعه پایدار

سال سوم. شماره اول (پیاپی ٦). شهریور ۱۳۹۵

برگزیده مقالات منتخب اولین کنفرانس ملی اقتصاد آب

مقالات این شماره:

- شناسایی فرصت های اقتصادی از دست رفته ی پروژه‌های در جریان تکمیل صنعت آب و فاضلاب
  غلامرضا ابراهیم آبادی، محمد داودآبادی، شعله شالیوش
- بررسی روش‌های اجرای حسابداری آب، معرفی و اجرای کارآمدترین روش
  لیلی ابوالحسنی، احسان خلیلی
- سنجش اثر فعالیت های اقتصادی ایران بر تقاضای آب، زمین وانسان درسال ۱۳۹۱، رهیافت جدول داده ـ ستانده
  کوروش جوادی پاشاکی، سیدحسین سجادی، محمود احمدپور برازجانی، و عبدالعظیم نجیبی فینی
- بازخوردهای کلان اقتصادی- زیست‌محیطی اتخاذ سیاست «افزایش جمعیت» در ایران
  ناصر شاهنوشی، سمیه نقوی، الهه اعظم رحمتی
- تحلیل انتقادی آب مجازی از منظر سیاست گذاری
  حامد قدوسی، حامد داوری
- اندازه گیری وتحلیل جایگاه تجارت آب مجازی در بخش صنعت و معدن ایران
  مرتضی تهامی پور زرندی، محمد قربانی
- برآورد ارزش اقتصادی آب از دست رفته‌ی ناشی از ضایعات محصولات کشاورزی (زراعی و باغی آبی، از مرحله برداشت تا قبل از مصرف)
  عباس کشاورز، محمد حسین شریعتمدار، عبدالرحیم خسروی، احمد علی شیخی مهرآبادی، اعظم بیکی خشک، مهناز شعبانی، مظهره بخشایش، روحا کیان‌پور، بهزاد فکاری
- تحلیل اقتصادی و زیست‌محیطی جمع آوری و تصفیه فاضلاب
  وحید ماجد، ساحره گلزاری قلعه‌جوقی
- نقش بازار در تخصیص بهینه منابع آب و عوامل موثر بر کارایی بازار آب
  غلامحسین کیانی
- بازار آب در تئوری و عمل: شکست بازار و سیاست عمومی
  محمدرضا نظری
- پیش بینی لزوم همکاری میان کشورهای حوضه هریرود بر اساس نظریه بازی، روش ارزش شاپلی
  احمد قندهاری، سید محمدرضا علوی مقدم، حمید عمرانیان خراسانی

شاپا چاپی ۲۴۲۳-۵۴۷۴

بسم الله الرحمن الرحیم

آب و توسعه پایدار

سال سوم- شماره اول (پیاپی ۶)- شهریور ۱۳۹۵

این نشریه طبق نامه شماره ۱۲۶۶۳۱/ ۳/۱۸ مورخ ۱۳۹۴/۰۶/۲۹ از کمیسیون بررسی نشریات علمی وزارت علوم تحقیقات و فناوری، اعتبار علمی - ترویجی دریافت نموده است. همچنین این نشریه در تاریخ ۱۳۹۴/۱۱/۰۵ موفق به دریافت پروانه انتشار نشریه از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی به شماره ثبت ۷۶۷۶۶ شده است.

صاحب امتیاز
دانشگاه فردوسی مشهد

مدیر مسئول
ناصر شاهنوشی فروشانی/ استاد دانشگاه فردوسی مشهد

سردبیر
بیژن قهرمان/ استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

اعضای هیات تحریریه
کاظم اسماعیلی/ دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد
علی باقری/ استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه تربیت مدرس
محمد جلینی/ دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
کامران داوری/ استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد
عباسعلی قزل سوفلو/ استادیار گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد
مهدی مفتاح هلقی/ دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

شورای سیاست گذاری
حسین عطائی فر(ریاست شورا)/ معاونت مرکز تحقیقات و ارتباط با صنعت شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
سید علیرضا طباطبایی/ مدیر عامل شرکت آب و فاضلاب مشهد
محمدحسین جعفری/ مدیر عامل شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی
سید یحیی موسوی/ دبیر اندیشگاه آب شرکت مدیریت منابع آب ایران
ناصر شاهنوشی فروشانی/ مدیر مسئول نشریه
بیژن قهرمان/ سردبیر نشریه

مشاوران هیأت تحریریه
انوش نوری اسفندیاری/ اندیشکده تدبیر آب ایران
سید حسین سجادی فر/ شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
ثمانه توکلی امینیان/ شرکت آب و فاضلاب مشهد
محمدرضا علیپور/ شرکت آب و فاضلاب مشهد
احمد قندهاری/ شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی

کارشناس اجرایی
مهری شاهدی، فاطمه طالبی حسین آباد
دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

ناشر
محمدرضا شیخی / موسسه فرهنگی هنری خراسان (شهر چاپ خراسان)

طراحی / چاپ

شمارگان
۱۰۰۰ نسخه

شماره شاپا
۲۴۲۳-۵۴۷۴

تلفن
۰۵۱-۳۸۸۰۴۶۴۳

رایانامه
jwsd@um.ac.ir

تارنما
http://jm.um.ac.ir/index.php/WSD

آدرس
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب، دفتر نشریه، صندوق پستی۱۱۶۳- ۹۱۷۷۵

حامی مالی
این نشریه با حمایت مالی شرکت آب و فاضلاب مشهد، در حال حاضر رایگان توزیع می‌شود.

فهرست مطالب

سرمقاله / ناصر شاهنوشی(مدیر مسئول نشریه) — الف

یادداشت کوتاه/ شاهین پاکروح (دبیر کمیته اجرایی اولین کنفرانس ملی اقتصاد آب)

شناسایی فرصت‌های اقتصادی از دست رفته‌ی پروژه‌های در جریان تکمیل صنعت آب و فاضلاب — ۱
غلامرضا ابراهیم‌آبادی، محمد داودآبادی، شعله شالپوش

بررسی روش‌های اجرای حسابداری آب، معرفی و اجرای کارآمدترین روش — ۹
لیلی ابوالحسنی ، احسان خلیلی

سنجش اثر فعالیت‌های اقتصادی ایران بر تقاضای آب، زمین و انسان در سال ۱۳۹۱، رهیافت جدول داده - ستانده — ۲۳
کوروش جوادی پاشاکی، سیدحسین سجادی، محمود احمدپور برازجانی، و عبدالعظیم نجیبی فینی

بازخوردهای کلان اقتصادی- زیست‌محیطی اتخاذ سیاست "افزایش جمعیت" در ایران — ۳۱
ناصر شاهنوشی، سمیه نقوی، الهه اعظم رحمتی

تحلیل انتقادی آب مجازی از منظر سیاست‌گذاری — ۴۷
حامد قدوسی، حامد داوری

اندازه‌گیری و تحلیل جایگاه تجارت آب مجازی در بخش صنعت و معدن ایران — ۵۹
مرتضی تهامی‌پور زرندی و محمد قربانی

برآورد ارزش اقتصادی آب از دست‌رفته‌ی ناشی از ضایعات محصولات کشاورزی (زراعی و باغی آبی، از مرحله برداشت تا قبل از مصرف) — ۷۳
عباس کشاورز، محمد حسین شریعتمدار، عبدالرحیم خسروی، احمد علی شیخی مهرآبادی، اعظم بیکی خشک، مهناز شعبانی، مطهره بخشایش، روجا کیان‌پور، بهزاد فکاری

تحلیل اقتصادی و زیست‌محیطی جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب — ۸۳
وحید ماجد، ساحره گلزاری قلعه‌جوقی

نقش بازار در تخصیص بهینه منابع آب و عوامل موثر بر کارایی بازار آب — ۹۳
غلامحسین کیانی

بازار آب در تئوری و عمل: شکست بازار و سیاست عمومی — ۱۰۳
محمدرضا نظری

پیش‌بینی لزوم همکاری میان کشورهای حوضه هریرود بر اساس نظریه بازی، روش ارزش شاپلی — ۱۱۵
احمد قندهاری، سید محمدرضا علوی مقدم ، حمید عمرانیان خراسانی

آشنایی با نشریه و راهنمای چارچوب مقالات — ۱۲۲

یادداشت تحلیلی: آیا انتقال آب دریا به مناطق مرکزی ایران راه حل پایدار مشکل کم آبی است؟ — ۱۲۴
فاطمه ظفرنژاد/ عباسعلی قزل‌سوفلو

طراحی و تدوین پژوهش کارت در شرکت آب و فاضلاب مشهد، از ایده تا اقدام ... — ۱۳۱

متن کامل مقالات در وبگاه نشریه قابل دریافت است

سرمقاله

اقتصاد آب، حقیقتی دست نایافتنی

دکتر ناصر شاهنوشی فروشانی/ مدیر مسئول نشریه

آب مقوله‌ای چند وجهی است که در بسیاری از موارد این وجوه مختلف کارکردهای متضاد و متباینی را به همراه دارد. آب از یک طرف به عنوان کالای نهایی مصرفی جایگزینی ندارد و از طرفی دیگر به عنوان یک نهاده اصلی در تولید بسیاری از محصولات نقش دارد. از جنبه‌ای دیگر آب منبع کمیابی است که بر مبنای اصول دانش اقتصاد باید به طور بهینه به فعالیت‌های مختلف تولیدی و مصرفی اختصاص یابد؛ ولی از آنجا که جایگزینی ندارد و استفاده از آن برای ادامه حیات اجتناب‌ناپذیر است، اعمال قواعد و اصول اقتصادی در بکارگیری آن، هم به صورت کالا و هم به شکل نهاده با چالش جدی مواجه است.

قیمت در نظام مبتنی بر بازار، چراغ راهنمایی برای تخصیص بهینه منابع و جیره‌بندی استفاده از کالاهاست. در این نظام، قیمت‌ها میزان بکارگیری نهاده‌ها در تولید کالاهای مختلف را مشخص می‌سازند و مقدار استفاده کالا را نیز توسط هر یک از مصرف‌کنندگان تعیین می‌نماید. از آنجا که تقاضا برای آب به دلایل مختلف از جمله افزایش جمعیت و نیازهای غذایی مترتب بر آن، توسعه شهری و بهبود سطح بهداشت در حال افزایش است و عرضه منابع آبی نیز با محدودیت جدی مواجه می‌باشد، کمیابی منابع آب را به ویژه در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا تشدید کرده است.

با فرض حاکمیت نظام مبتنی بر بازار، اعمال قواعد اقتصادی، تخصیص بهینه منابع آب را به همراه خواهد داشت و سهم مصرف‌کنندگان را از آن مشخص خواهد ساخت. این موضوع در بیان، اقدامی به غایت ارزشمند است؛ چرا که نهایتاً افزایش بهره‌وری استفاده از منابع آب را به همراه دارد. اما عملاً در فرایند زیست انسانی تناقضات جدی را به دنبال خواهد داشت؛ چرا که اولاً ساز و کار نظام مبتنی بر بازار، عموماً برای نهاده‌ها و محصولاتی می‌تواند عینیت پیدا کند که مصرف جایگزین‌های آن میسر باشد و یا اینکه عدم مصرف آن‌ها روند زندگی بشری را با اخلال مواجه نسازد. در حالی که این ویژگی‌ها در مورد آب مصداق ندارد. بدون آب ادامه حیات میسر نیست؛ از این روی استناد بر قیمت‌ها در چارچوب نظام مبتنی بر بازار که میزان استفاده از محصولات را مشخص می‌سازد و طبعاً برخی را از مصرف آن محروم می‌سازد در مورد آب مصداق نخواهد داشت؛ چرا که استفاده از آب حق ذاتی تمام انسان‌هاست. ثانیاً از آنجا که آب اصلی‌ترین نهاده‌ای است که در تولید محصولات کشاورزی بکار می‌رود و بدون آب امکان تولید آن‌ها میسر نیست و این محصولات اساسی‌ترین نیاز انسان یعنی غذا را تأمین می‌کنند، نمی‌توان به استناد تخصیص بهینه منابع که رسالت اصلی دانش اقتصاد است، جوامع بشری را از تولید محصولات کشاورزی محروم ساخت.

اگر معیارهای اقتصادی نشأت گرفته از نظام بازار، تخصیص آب به بخش‌های خدمات و صنعت را تخصیص بهینه قلمداد نماید، آیا منطقی خواهد بود کشورها را به تولید محصولات کشاورزی تشویق نکرد؟ با پیشرفت روزافزون تکنولوژی طبیعتاً بکارگیری نهاده‌ها از جمله آب در بخش‌های خدمات و در مرحله بعد صنعت منجر به خلق ارزش افزوده بیشتری می‌شود و در نتیجه اولویت تخصیص آب، به این بخش‌ها خواهد بود؛ در حالی که تأمین نیازهای اساسی انسان در حیطه بخش کشاورزی است و این یکی از ایرادات جدی است که بر نظام مبتنی بر بازار وارد می‌باشد که تفکیکی بین نیازهای اولیه و ثانویه بشر قائل نشده است.

اگر چه در جوامع مختلف به ویژه کشورهای پیشرفته در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی خود به طور نظام‌مند حسب میزان دسترسی به منابع و مقادیر مورد نیاز برای مصارف اساسی، معیارهای متقنی را مبنای تصمیم‌گیری قرار می‌دهند که ضمن رعایت قواعد حاکم بر نظام مبتنی بر بازار، تأمین این نیازها را با اخلال مواجه نسازند.

از نگاه دیگر و با فرض بی‌نقص بودن نظام مبتنی بر بازار، در صورتی می‌توان قواعد حاکم بر این نظام را ملاک تخصیص منابع آبی برای فعالیت‌های اقتصادی

قرار داد که حاکمیت آن بر کل بخش‌های اقتصادی تسری داشته باشد.
در شرایطی که محصولات کشاورزی کارکردی سیاسی دارند و سیاست تثبیت قیمت به اشکال مختلف به منظور رضایت‌مندی شهروندان در فرآیند تولید تا مصرف این محصولات اعمال می‌شود و به بیان دیگر دولت (به معنای عام آن حاکمیت) به طور گسترده و پیچیده‌ای در عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی دخالت می‌کند و با اهداف دیگری سیاست‌های مداخله‌جویانه خود را بر سایر بخش‌های اقتصادی تداوم می‌دهد و عملاً نظام مبتنی بر بازار را از کارکردهای اصلی خود ساقط ساخته است، تعیین ارزش واقعی آب در فعالیت‌های مختلف بخش‌های اقتصادی کشور از جمله بخش کشاورزی نمی‌تواند رنگی از حقیقت به خود گیرد، هرچند که این به مفهوم نادیده گرفتن معیارهای اقتصادی در تصمیمات مربوط به حوزه آب نمی‌باشد.

یادداشت کوتاه

مهندس شاهین پاکروح/ معاون پشتیبانی و هماهنگی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
و دبیر کمیته اجرایی کنفرانس اقتصاد آب

کنفرانس اقتصاد آب، اهداف و ضرورت‌ها

آب اگر چه در چرخه‌ی حیات، تجدید می‌شود، اما منابع آب ثابت‌اند و با افزایش تقاضا، رفته رفته سرعت برداشت این منابع ارزشمند، از سرعت تجدید آن‌ها پیشی می‌گیرد و گویی این منابع، رو به زوال می‌روند. این واقعت ناخوشایند سبب شده است تا دانش اقتصاد آب، توسعه یابد و در پرتو آن تلقی کم‌یابی و کم‌آبی، جایگزین پریابی و پرآبی شود.
در مدیریت کلان کشور ما، اهمیت اقتصاد آب به تبعیت از کم‌یابی آب، همواره برجسته بوده و خواهد بود، جا دارد به یاد آوریم که در سال ۱۳۳۸ در آیین افتتاح مؤسسه‌ی تحقیقات اقتصادی دانشگاه تهران، مرحوم آقای دکتر حسین پیرنیا، نخستین رئیس این مؤسسه در سخنرانی خود چنین گفت: که دو چالش جدی اقتصادی ایران، اقتصاد آب و اقتصاد گندم است.
و همچنان که صاحب نظران علم اقتصاد در نوشته‌ها و گفته‌های خود به بیان‌های گوناگون آورده‌اند، هدف اولیه و بنیادین علم اقتصاد، آموزش مهارت‌های کسب پول نیست؛ بلکه تبیین فلسفه‌ای روشن در کنش‌های بشری و نشان دادن درون مایه‌های کردار آدمی است که در داد و ستد و بازار متبلور و بازنموده می‌شود. چنین دانشی به زندگی انسان معنا می‌بخشد و عناصر مشروعیت بخشی به اختیار و آزادی او را کشف می‌کند و تلاش می‌کند با ارایه‌ی راه‌کارهای استفاده‌ی بهینه از ظرفیت‌ها، گسست میان «ثروت آفرینی و معنا آفرینی» را که نوعاً مفاهیم معارض انگاشته می‌شوند، پر کند و باب همنشینی نقادانه‌ی ماده و معنا را بگشاید و امکان‌هایی تازه برای گفت و گوی اقتصاددانان، مدیران و مهندسان بخش آب کشور را فراهم آورد.
هدف اصلی و نخستین مدیریت آب و راهبردها و برنامه‌های آن، حداکثر ساختن کارآمدی در تولید و عرضه و مصرف آب با رعایت ملاحظات اجتماعی است. تحقق این امر، مستلزم برگزیدن بهترین شیوه‌ی تولید و عرضه‌ی آب و حداکثر ساختن بهره‌وری در مصرف با در نظر داشتن متغیرهای فنی، اقتصادی و زیست محیطی است و ملاحظات اجتماعی، نیازمند توجه به پیامدهای شیوه‌های تخصیص آب بر توزیع درآمد و اقشار آسیب‌پذیر است.
به رغم این واقعیت که آب یک کالای اقتصادی با ویژگی‌های کم‌یابی و عرضه‌ی انحصاری است، استفاده‌ی غیربهینه از آن، اغلب متأثر از استقرار ساز و کارهای غیرمنطقی رخ می‌دهد. هر چند دسترسی به حداقل آب مورد نیاز از حقوق اولیه‌ی انسانی است، اما ضروری است که بین پوشش هزینه‌ها و ارزش آب و حق انسان‌ها برای بهره‌مندی از حداقل آب موردنیاز، تعادل برقرار شود.
وزارت نیرو با درک حساسیت‌ها و تنگناهای مدیریت آب کشور بر آن است تا افزون بر قلمروی مهندسی و سازه‌ای که در قالب مدیریت مهار و عرضه‌ی آب اعمال می‌شود، موضوعات غیرسازه‌ای، همچون اقتصاد،

حقوق و هنجارسازی‌های بهینه را در گستره‌ی مدیریت تقاضای آب، برجسته و از آن‌ها برای فایق آمدن بر دشواری‌های پیش‌روی و پاسخ‌گویی به نیازهای آبی کشور بهره جوید.

در این راستا نخستین کنفرانس ملی اقتصاد آب با هدف هم‌اندیشی و بیان نکته نظرها، ایده‌ها و تجربه‌های برآمده از اقتصاد آب کشور، بر آن است تا از این فرصت، برای آگاهی بخشی و بیان تنگناهای آب کشور در عرصه‌ی اقتصادی و کسب رهنمودهای خبرگان و اساتید مبرز دانشگاه برای برون رفت از تنگناها بهره جوید.

این کنفرانس، وام‌دار توجه ویژه‌ی وزیر محترم و معاون محترم آب و آبفای وزارت نیرو و به همت شرکت مادر تخصصی مهندسی آب و فاضلاب کشور ، شرکت مدیریت منابع آب و اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران و با حمایت ۸ دانشگاه معتبر کشور، پژوهشگاه نیرو، انجمن آب و فاضلاب ایران، مؤسسه‌ی تحقیقات آب و مرکز منطقه‌ای آب شهری به ثمر رسیده است.

طبق برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته تعدادی از مقالات منتخب این کنفرانس برای دبیرخانه نشریه علمی- ترویجی آب و توسعه پایدار ارسال شد و بعد از بازنگری و ارزیابی مجدد این نشریه برای افزایش غنا و رفع نواقص احتمالی مقالات، تعداد ۱۱ مقاله انتخاب و در شماره پیش رو به چاپ رسیده است. در اینجا لازم می‌دانم از همکاری صمیمانه اعضای هیات تحریریه و دست اندرکاران این نشریه تشکر و قدردانی نمایم.

امیدوارم این کنفرانس علمی سرآغازی برای شناسایی ظرفیت‌های بالقوه در مراکز علمی و پژوهشی کشور بوده و زمینه تأمل هر چه بیشتر در مباحث اقتصادی آب را فراهم آورده باشد.

سپاس خداوندی را که، همه چیز از او، و به سوی اوست.

سال سوم، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵، صفحات ۱ تا ۸
نشریه آب و توسعه پایدار

2016, Vol.3, No.1, Pages 1 to 8
Journal of Water and Sustainable Development

شناسایی فرصت‌های اقتصادی از دست رفته‌ی پروژه‌های در جریان تکمیل صنعت آب و فاضلاب

غلامرضا ابراهیم‌آبادی[۱]، محمد داودآبادی[۲*]، شعله شالپوش[۳]
۱، ۲ و ۳- به ترتیب کارشناس ارشد حسابداری، کارشناس ارشد مالی و بودجه و کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی، شرکت مادر تخصصی مهندسی آب و فاضلاب کشور.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: davoodabadi@nww.ir)
تاریخ دریافت: ۹۵/٤/۲٦
تاریخ پذیرش: ۹۵/٦/۱۵

چکیده

صنعت آب و فاضلاب کشور با در اختیار داشتن ۴۳۶ هزار میلیارد ریال دارایی ثابت، بازار انحصاری ۳۲/۸ میلیون مشترک و سهم ۰/۰۵ درصد در تولید ناخالص ملی یکی از صنایع سرمایه‌بر محسوب می‌شود. آمارها نشان می‌دهد که به تقریب ۲۲ درصد از تأسیسات و تجهیزات فرآیند تولید صنعت، پروژه‌های در جریان تکمیل است که این موضوع می‌تواند تأثیر پر رنگی در اجرای رسالت سازمانی صنعت داشته باشد. نیاز به سرمایه‌گذاری کلان، محدودیت منابع مالی و قیمت‌گذاری، مشکلات اعتبارات دولتی، بحران‌های کمبود آب، آلودگی‌های زیست محیطی و ... لزوم توجه به استفاده‌ی بهینه از منابع سرمایه‌گذاری را در صنعت آب و فاضلاب دو چندان نموده است. شناسایی فرصت‌های از دست رفته‌ی پروژه‌های در جریان تکمیل و برنامه‌ریزی برای تکمیل و استفاده‌ی به موقع از آن‌ها، تأثیرات محسوسی در تخصیص بهینه‌ی منابع در راستای تولید ثروت و تشکیل سرمایه‌های عمومی برای توسعه‌ی امکانات و ارتقای استانداردهای آب و فاضلاب دارد. هدف پژوهش، شناسایی فرصت‌های از دست رفته و آثار اقتصادی پروژه‌های در جریان تکمیل با رویکرد تکنیک‌های اقتصادی طی بازه‌ی زمانی ۹۳-۱۳۷۹ است. یافته‌های پژوهش نشان‌دهنده‌ی سطح قابل ملاحظه‌ای از هزینه‌های فرصت از دست رفته‌ی پروژه‌های در جریان تکمیل (۳۳۸۵۸۱ میلیارد ریال) در مؤلفه‌های اقتصادی است و می‌تواند راهنمای ارزشمندی برای مدیریت ارشد و بخشی صنعت در راستای بهبود ساخت و تکمیل پروژه‌های در جریان تکمیل و کارآمدی و اثربخشی فعالیت‌ها باشد.

واژه‌های کلیدی: هزینه‌ی فرصت از دست رفته، مدیریت پروژه، قیمت‌گذاری و امکان‌سنجی اقتصادی.

Identification of the lost economic opportunities in uncompleted projects of water and wastewater industry

G.R. Ebrahimabadi[1], M. Davodabadi[2*], Sh. Shalpoush[3]
1,2,3-Master of accounting & Master of financial management & Master of business management, national water & wastewater engineering company of Iran.

*(Corresponding Author Email: davoodabadi@nww.ir)
Received: 16-7-2016
Accepted: 5-9-2016

Abstract

The water and wastewater considered as one of capital intensive industrials in Iran because it has 436 thousand milliard rial in fixed asset, 32.8 million rial in monopolistic market and the share of 0.05 % in GDP. The statistics showed that there is approximately 22 % of facilities and equipment in industrial production process as uncompleted projects. The need for macro investment, the limited financial resources and pricing, the government credits problems, the crises of water shortage, environmental pollutions and …these are reasons for special attention to optimal use of investment resources in water and wastewater sector. Identification of the lost opportunities in uncompleted projects and planning for completion and proper use of these projects have significant effects on the optimal allocation of resources that it is essential for wealth creation and public capital formation in order to the facilities development and promotion of water and wastewater standards. On basis of the goal, this study is identified the lost opportunities and economic impacts in uncompleted projects by using of economic technical approach in period of 2000-2014. Results indicated that the economic factors have a significant share in opportunity cost of uncompleted projects (338581 milliard rial) that it can be the valuable guide for senior management and industry sector in order to the production promotion , the completion of uncompleted projects and efficiently and effective of activities.

Keywords: The lost opportunity cost, Project management, Pricing and Economic validation.

مقدمه

هزینه‌ی فرصت از دست رفته[1]، هزینه‌هایی است که با اجرای پروژه تحمیل می‌شود، در حالی که با عدم اجرای پروژه این هزینه‌ها می‌توانست تحمیل نشود. در راستای تداعی ثروت آفرینی و حرکت در مسیر سیاست‌های هدف‌گذاری شده، هر چند افزایش سرمایه اهمیت دارد، اما استفاده‌ی بهینه از منابع و امکان سنجی فرصت‌های از دست رفته در این زمینه نیز با اهمیت است (عبده تبریزی، ۱۳۸۵). هدف سامانه‌های مالی فراهم آوردن اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری و ارزیابی وضعیت موجود است و به رغم کاربردهای بسیار اطلاعات مالی، یکی از مباحث بحث برانگیز اطلاعات مالی، عدم توافق کامل آن با دیدگاه اقتصادی است. در گزارش‌گری مالی هزینه‌های ضمنی[2]، مانند هزینه‌ی فرصت از دست رفته، به دلیل مغایرت با اصول حسابداری لحاظ نمی‌شود؛ این در حالی است که توجه به اطلاعات واقعی، در بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها تأثیر به سزایی دارد (گروه تدوین استانداردهای مرکز تحقیقات تخصصی حسابداری و حسابرسی، ۱۳۸۵). در مقابل هدف گزارشات اقتصادی ارایه‌ی اطلاعات واقعی برای تصمیم‌گیری و بهینه سازی منابع است. همین جا تفاوت دیدگاه مالی و اقتصاد مشخص می‌شود و به تعبیری رویکرد مالی مبتنی بر شناسایی هزینه‌های صریح[3] است و رویکرد اقتصادی علاوه بر شناخت هزینه‌های صریح، هزینه‌های فرصت (ضمنی) را شامل می‌شود (پورمقیم، ۱۳۸۸).

هر چند هزینه‌های فرصت از دست رفته منحصر به برآورد است و هزینه‌های مالی به صورت آنچه اتفاق افتاده گزارش می‌شوند، لذا در بسیاری از تصمیم‌ها به منظور برآورد تمام هزینه‌های مرتبط و این که چه کسانی این هزینه‌ها را متحمل می‌شوند، هزینه‌های فرصت از اهمیت به سزایی برخوردار است (Carter و Walter، ۲۰۰۳). همچنین هزینه‌های فرصت ازدست رفته علاوه بر دیدگاه گزارش‌گری واقعی اطلاعات، از دیدگاه استفاده‌ی بهینه از منابع نیز نقد و بررسی می‌شوند که در این پژوهش هر دو رویکرد در خصوص پروژه‌های در جریان تکمیل نقد و بررسی شده است.

این مطالعه با هدف شناسایی و ارزیابی فرصت‌های از دست رفته‌ی اقتصادی پروژه‌های در جریان تکمیل در محدوده‌ی مکانی شرکت‌های آب و فاضلاب شهری (۳۵ شرکت) طی بازه‌ی زمانی ۹۳-۱۳۸۰ و قلمرو موضوعی مدل‌های علمی انجام شده است. این پژوهش از لحاظ هدف از نوع کاربردی و از طرح پس رویدادی استفاده می‌کند و از لحاظ گردآوری داده‌ها و مبانی نظری از نوع توصیفی است.

ضرورت و اهمیت (شناسایی هزینه-فرصت از دست‌رفته)

مطابق اصول حاکم بر دانش حسابداری و رعایت استانداردهای حسابداری سرمایه‌گذاری‌های انجام شده‌ای که هنوز به بهره‌برداری نرسیده‌اند تحت عنوان دارایی‌های در جریان تکمیل طبقه‌بندی می‌شوند. بنابراین هزینه‌ی استهلاک دارایی‌های فوق و سایر هزینه‌های ضمنی به عنوان یکی از عناصر بهای تمام شده شناسایی نمی‌شوند (گروه تدوین استانداردهای مرکز تحقیقات تخصصی حسابداری و حسابرسی، ۱۳۸۵). روی دیگر سکه که از دیدگاه ادبیات اقتصادی مطرح است، ضرورت شناسایی فرصت‌های از دست رفته‌ی سرمایه‌گذاری‌هایی است که فاقد ارزش افزوده می‌باشند. با ترکیب این دو رویکرد، شناسایی فرصت‌های از دست رفته‌ی پروژه‌های در جریان تکمیل در صنعت آب و فاضلاب به شرح زیر است:

• آب به دلیل تقاضای مؤثر برای آن، کالایی اقتصادی بوده و تأمین آن فعالیتی اقتصادی است، لذا یکی از مهم‌ترین مسایل اقتصاد آب، تعیین صحیح بهای تمام شده است. حال نظر به این که هزینه‌ی استهلاک و سایر هزینه‌های ضمنی در حساب‌های مالی لحاظ نمی‌شوند، لذا گزارش‌های تولید شده به صورت صحیح نشان‌دهنده‌ی بهای تمام شده‌ی واقعی نمی‌باشد. تعیین صحیح محاسبه‌ی بهای تمام شده‌ی آب و فاضلاب از دیدگاه‌های زیر حایز اهمیت است:

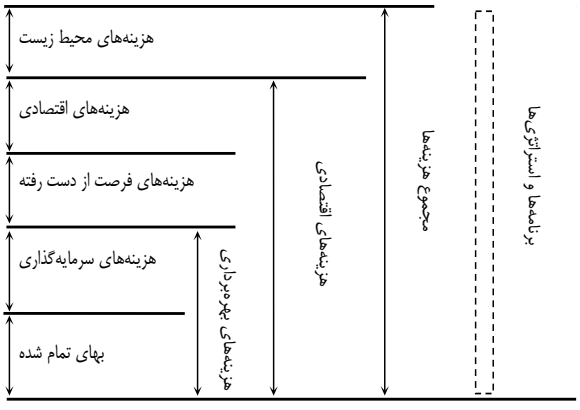
- اصل چهل و چهارم قانون اساسی: مطابق این قانون، تعیین بهای تمام شده‌ی آب و فاضلاب، به منظور استاندارد نمودن رویه‌های محاسباتی، منطقی نمودن هزینه‌ها، کارآمدی عوامل تولید و قیمت‌گذاری اقتصادی یک تکلیف قانونی است.

- هدفمندسازی یارانه‌ها: بر اساس این قانون قیمت‌گذاری آب و فاضلاب معادل بهای تمام شده بر اساس مصارف گوناگون با توجه به کیفیت و نحوه‌ی استحصال و خدمات فاضلاب بر اساس هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری قابل توجه می‌باشد.

• قیمت‌گذاری اجتماعی در مقابل اقتصادی در راستای سیاست‌های دولت در صنعت آب و فاضلاب منجر به کاهش منابع سرمایه‌ای شده، بنابراین استفاده‌ی بهینه از منابع سرمایه‌گذاری محدود در صنعت ضروری است.

• افزایش توان و کارآمدی در انجام وظایف و حصول اطمینان از پیشرفت فعالیت‌ها به نظارت‌های مستمر نیاز است و شناسایی هزینه‌های فرصت‌های از دست رفته یک از پارامترهای اساسی برای شروع برنامه‌ریزی‌های بهبود و افزایش کارآمدی است.

• قیمت‌گذاری در صنعت آب و فاضلاب به دلیل رعایت سه اصل کارآمدی، حفاظت از منابع آب و جبران هزینه‌ها با رعایت عدالت اجتماعی از حساسیت زیادی برخوردار است. بنابراین به منظور قیمت‌گذاری بهینه در راستای ایجاد ثروت، توسعه‌ی پایدار، مدیریت تقاضا و ... هزینه‌های فرصت از دست رفته بایستی در بهای تمام شده لحاظ شوند.[4] نمونه‌ای از این موضع مطابق شکل (۱) است که در قیمت‌گذاری اقتصادی آب بایستی تمام جوانب محیطی و هزینه‌های فرصت از دست رفته لحاظ شوند (Rogers و همکاران، ۲۰۰۴).



شکل ۱- نمودار عمومی قیمت‌گذاری اقتصادی آب و فاضلاب

اهداف و الزامات

هدف اصلی پژوهش، شناسایی و ارزیابی کمی فرصت‌های از دست رفته‌ی پروژه‌هایی است که سرمایه‌گذاری آن‌ها قابلیت بهره‌برداری را ندارند. نتایج پژوهش راهنمای خوبی برای مدیریت ارشد و بخشی صنعت آب و فاضلاب در موارد زیر می‌باشد:

• ایجاد بسترهای مناسب برای تسریع در ساخت و تکمیل پروژه‌های در جریان تکمیل با توجه به ظرفیت‌های موجود.

• شناخت پارامترهای تأثیرگذار بر عدم تکمیل به موقع پروژه‌ها و بهبود آن‌ها.

• مدیریت هزینه‌های سرمایه و استفاده‌ی بهینه از سرمایه‌گذاری‌ها.

• برنامه‌ریزی مدون برای استفاده‌ی بهینه از منابع مالی محدود که با مدیریت وجوه نقد داخلی تبیین می‌شود.

• احداث دارایی مستلزم منابع مالی است و در صورت محدودیت منابع مالی، ممکن است از طریق منابع خارج از سازمان تأمین شود (تأمین مالی مبتنی بر بدهی) که این خود موجب ایجاد تعهدهای بلند مدت و ریسک پرخطر مدیریت می‌شود.

• ایجاد هماهنگی مستمر با سایر دستگاه‌های برون سازمانی در خصوص جذب اعتبارات به منظور تکمیل پروژه‌ها.

• ایجاد بسترهای لازم برای استقرار واحدهای ستادی و عملیاتی کنترل و مدیریت پروژه.

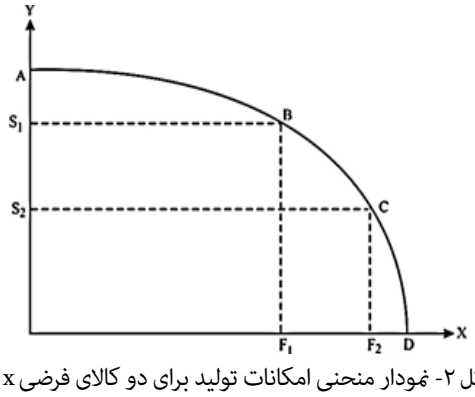
• ضرورت انجام مطالعات امکان سنجی اقتصادی و مالی قبل از عملیات ساخت پروژه‌ها.

• تعیین صحیح بهای تمام شده با لحاظ کردن هزینه‌های فرصت از دست رفته (استهلاک، تعمیرات، نگهداری و بیمه).

فرصت‌های از دست رفته

مسأله‌ی اصلی اقتصاد، تخصیص بهینه‌ی منابع به همراه ارضای نیازهای نامحدود با توجه به منابع محدود است و به دنبال بهترین راه برای تخصیص منابع است و از سویی عمده‌ترین هدف گزارش‌گری مالی تولید اطلاعات صحیح در راستای تصمیم‌گیری می‌باشد که هر دو رویکرد با هزینه‌ی فرصت به بهترین وجه تبیین می‌شود. مسئله‌ی اصلی اقتصاد (کمیابی) با هزینه‌ی فرصت انجام می‌شود. هزینه‌ی فرصت از دست رفته برابر است با بالاترین فرصت یا فایده از دست رفته‌ی ناشی از انتخابی که می‌توانست به جای انتخاب مزبور با صرف همان مقدار منابع و زمان به کار رفته صورت گیرد. به تعبیری، هزینه‌ی فرصت هر تصمیم برابر با بالاترین فایده‌ای است که به دلیل عدم اتخاذ سایر تصمیم‌ها از دست می‌رود. هزینه‌ی فرصت یک مفهوم عالی برای تصمیم‌گیری‌های راهبردی و تخصیص منابع است و تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد تا سود (زیان) را از دیدگاه مؤثرتری نسبت به دیدگاه مالی ملاحظه کنند (پور مقیم،۱۳۸۸).

به منظور تشریح بهتر هزینه‌ی فرصت از منحنی امکانات تولید[5] مطابق شکل (۲) استفاده می‌شود. نقطه‌ی D زمانی اتفاق می‌افتد که فقط کالای x و نقطه‌ی A فقط کالای y تولید می‌شود. نقطه‌ی B ترکیبی از تولید دو کالا را نشان می‌دهد که در آن به اندازه‌ی OS_1 کالای y، به اندازه‌ی OF_1 کالای x تولید می‌شود و نقطه‌ی C نیز مانند نقطه‌ی D به ترکیب تولید دو کالا می‌پردازد با این تفاوت که در نقطه‌ی C مقدار x بیش‌تری تولید می‌شود، در این حالت به اندازه‌ی OS_2 کالای y و به اندازه‌ی OF_2 کالای x تولید خواهد شد. مطابق شکل (۲) افزایش تولید کالای x به اندازه‌ی (OF_2-OF_1) ΔF مستلزم از دست دادن مقدار کالای y به اندازه‌ی $(OS_2 - OS_1)$ ΔS است که همان هزینه‌ی فرصت از دست رفته می‌باشد (نخعی آغمیونی و نجارزاده، ۱۳۸۲).



شکل ۲- نمودار منحنی امکانات تولید برای دو کالای فرضی x و y

عوامل متعددی موجب بروز هزینه‌ی فرصت از دست رفته می‌شوند که به دو دسته‌ی کمی (فروش از دست رفته و خواب سرمایه) و کیفی (ضعف مدیریت و واگذاری قرارداد به پیمانکاران فاقد صلاحیت) طبقه‌بندی می‌شوند، هر چند عوامل کیفی مؤثر در ایجاد هزینه‌ی فرصت از دست رفته قابل اندازه‌گیری نیستند، ولی از جمله عوامل مؤثر در تأخیر پروژه‌ها عوامل کیفی می‌باشند.

آسیب‌شناسی (عدم تکمیل به موقع پروژه‌ها)

عدم تکمیل و بهره‌برداری به موقع از پروژه‌ها به دلایل مختلف، آسیب‌های جبران ناپذیری را (غالب غیرمحسوس) به ارمغان دارد که به تعدادی از آن‌ها که خاص صنعت آب و فاضلاب است اشاره می‌شود:

• افزایش هزینه‌ی سرمایه (سرمایه‌گذاری) به دلیل راکد ماندن سرمایه، این در حالی است که منابع مالی بیش‌تر سازمان‌ها محدود است.

• از دست دادن فروش‌های حاصل از تأخیر ایجاد شده در بهره‌برداری به موقع از پروژه‌ها.

• افزایش هزینه‌های استهلاک، بیمه، تعمیرات و نگهداشت.

• کاهش اثربخشی و کارآمدی منابع و عدم به کارگیری آن‌ها در سایر پروژه‌ها.

• غیر واقعی گزارش شدن بهای تمام شده و سایر اطلاعات مالی.

• عدم رضایت ذینفعان (مشترکین، کارکنان، جامعه و سهام‌داران-حال و آینده).

• نظر به این که بخشی از اعتبارات پروژه‌های در جریان تکمیل از محل اعتبارات عمرانی غیرانتفاعی تامین می‌شود (مفاد ۳۲ و ۳۳ قانون برنامه و بودجه) و مستلزم بازپرداخت از محل منافع پروژه است، لذا عدم بهره‌بردای به موقع از پروژه‌ها، سبب ایجاد وقفه در باز پرداخت تعهدات و جرایم دیرکرد می‌شود.

وضعیت دارایی‌های در جریان تکمیل

وضعیت پروژه‌های در جریان تکمیل صنعت آب و فاضلاب مطابق جدول (۱) است، به طوری که سهم قابل ملاحظه‌ای از مجموع دارایی‌های مؤثر را به خود اختصاص داده‌اند (ضریب سرمایه‌گذاری مثبت) و تکمیل و بهره‌برداری آن‌ها می‌توانست موجب افزایش درآمد و خدمات مطلوب باشد. همچنین به طور متوسط ۲۶/۳ درصد از حق انشعاب و ۲۷/۱ درصد از فروش خالص (با فرض سرمایه‌گذاری) صرف احداث پروژه‌هایی شده که قابلیت بهره‌برداری را ندارند و در صورت عدم سرمایه‌گذاری در این زمینه می‌توانست بسیاری از کمبودها و نواقص صنعت را جبران نمایید (گزارش نتایج عمل، ۱۳۹۴).

مبلغ پروژه‌های در جریان تکمیل در ابتدای سال ۱۳۷۹ مبلغ ۳۳۷۷ میلیارد ریال بوده و در پایان سال مالی ۱۳۹۳ به ۴۴۰۴۳ میلیارد ریال رسیده است، به طوری که میانگین رشد آن ۲۲/۶۸ درصد بوده است.

جدول ۱- تعدادی از مؤلفه‌های دارایی‌های در جریان تکمیل صنعت آب و فاضلاب طی سال‌های ۹۳-۱۳۸۰

سال	دارایی‌های در جریان تکمیل (میلیارد ریال)	نسبت دارایی‌های در جریان تکمیل به دارایی‌های ناخالص مؤثر (درصد)	نسبت دارایی‌های در جریان تکمیل به حق انشعاب (درصد)	نسبت دارایی‌های در جریان تکمیل به فروش (درصد)
۱۳۸۰	۴۱۱۳	۴۴	۳۶	۲۵
۱۳۸۱	۵۷۲۸	۵۱	۳۱	۲۵
۱۳۸۲	۸۰۵۲	۵۲	۲۸	۲۰
۱۳۸۳	۸۷۱۸	۴۵	۲۹	۱۶
۱۳۸۴	۱۰۰۷۸	۴۱	۲۷	۲۱
۱۳۸۵	۱۲۶۸۴	۴۳	۲۲	۱۹
۱۳۸۶	۱۴۸۰۹	۴۱	۲۵	۲۶
۱۳۸۷	۱۸۶۲۶	۴۲	۲۳	۲۵
۱۳۸۸	۲۳۳۶۳	۴۴	۱۸	۲۳
۱۳۸۹	۲۶۲۰۴	۳۸	۱۹	۲۴
۱۳۹۰	۳۱۶۲۵	۱۰	۲۶	۲۵
۱۳۹۱	۳۶۶۲۳	۱۱	۲۶	۲۸
۱۳۹۲	۴۳،۰۶۱	۱۷	۲۲	۲۹
۱۳۹۳	۴۴،۰۴۳	۱۸	۲۰	۴۳

شناسایی هزینه‌های فرصت از دست رفته

در ادامه فرصت‌های از دست‌رفته‌ی ناشی از عدم تکمیل پروژه‌های صنعت آب و فاضلاب از دو دیدگاه کاهش ارزش زمانی پول و تعیین بهای تمام شده‌ی اقتصادی آب ارایه می‌شود.

-کاهش ارزش زمانی[۶]

منظور از ارزش زمانی پول این است که کالاها در زمان جاری در مقایسه با آینده از ارزش بیش‌تری برخوردارند. فرض می‌شود که هر چه هزینه یا منفعتی در زمان دورتری در آینده کسب شود، ارزش فعلی آن کم‌تر خواهد بود، به تعبیری تمامی منافع و هزینه‌های موجود در آینده با نرخ بهره‌ی معینی ارزش فعلی آن‌ها محاسبه خواهد شد. مفهوم ارزش زمانی پول (ترجیح زماني) در حقیقت توجیهی برای پرداخت بهره در اقتصاد سرمایه‌داری محسوب می‌شود. برای محاسبه‌ی ارزش ریالی پروژه‌های در جریان تکمیل از تابع ارزش فعلی (بهره‌ی مرکب)[۷] استفاده می‌شود. تابع ارزش زمانی پول مطابق رابطه‌ی (۱) است که در آن S ارزش ریالی سرمایه‌گذاری در سال فعلی، V مبلغ اولیه‌ی سرمایه‌گذاری، R نرخ سود سپرده‌گذاری و t مدت زمان سرمایه‌گذاری می‌باشد.

$$S=V.(1+r)^t \quad (1)$$

تابع ارزش زمانی پول که تابعی نمایی است، نشان‌دهنده‌ی نرخ‌های ثابتی از یک رشد مداوم است که به نسبت ثابت در فواصل زمانی مجزا ایجاد می‌شود. در این تابع به ازای افزایش مقدار t، مقدار S با شدت بیش‌تری افزایش خواهد یافت. به تعبیری اگر t به طریق تصاعد عددی افزایش یابد، مقدار S با تصاعد هندسی افزایش خواهد داشت (توکلی و نفر، ۱۳۷۱).

فرصت‌های از دست رفته‌ی ناشی از عدم تکمیل به موقع پروژه‌های در جریان تکمیل که از طریق تابع ارزش زمانی پول در بستر نرم‌افزار COMFAR[۸] انجام شده به صورت خلاصه مطابق جدول (۲) می‌باشد و فرض بر این است که سرمایه‌گذاری انجام شده در همان سال به عنوان سپرده با نرخ ثابت سپرده‌گذاری شده است (دفتر نظارت مالی، بودجه و مجامع شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، ۱۳۹۴).

جدول ۲- خسارت کاهش ارزش ریالی پروژه‌های در جریان تکمیل صنعت آب و فاضلاب طی سال‌های ۹۳-۱۳۷۹

سال	مبلغ اولیه‌ی سرمایه‌گذاری (میلیارد ریال)	مدت زمان سرمایه‌گذاری (سال)	نرخ سود سپرده[۹] سرمایه‌گذاری (درصد)	ارزش ریالی در پایان سال ۱۳۹۲ (میلیارد ریال)
۱۳۷۹	۳۳۷۸	۱۵	۱۵/۰	۲۷۴۸۷
۱۳۸۰	۲۰۸۶	۱۴	۱۵/۲	۲۲۳۷۳
۱۳۸۱	۲۶۴۶	۱۳	۱۵/۳	۱۶۸۴۱
۱۳۸۲	۲۹۵۹	۱۲	۱۵/۱	۱۵۹۹۷
۱۳۸۳	۳۸۸۹	۱۱	۱۵/۰	۱۸۰۹۳
۱۳۸۴	۴۶۵۷	۱۰	۱۶/۰	۲۰۵۴۴
۱۳۸۵	۵۴۰۸	۹	۱۴/۱	۱۷۷۲۶
۱۳۸۶	۷۴۶۳	۸	۱۵/۵	۲۳۶۳۶
۱۳۸۷	۸۵۲۸	۷	۱۶/۱	۲۴۲۴۸
۱۳۸۸	۱۰۱۰۴	۶	۱۵/۷	۲۴۲۳۸
۱۳۸۹	۱۲۴۱۵	۵	۱۴/۳	۲۴۲۲۰
۱۳۹۰	۱۲۷۱۶	۴	۱۸/۰	۲۴۶۵۳
۱۳۹۱	۱۵۰۷۰	۳	۱۸/۰	۲۴۷۶۰
۱۳۹۲	۱۶۲۹۸	۲	۱۸/۲	۲۳۶۶۵
۱۳۹۳	۲۴۹۷۸	۱	۱۸/۲	۳۰۰۹۸
جمع	-	-	-	۳۳۸۵۸۱

مطابق جدول (۲) اگر شرکت‌های آب و فاضلاب منابع سرمایه‌گذاری پروژه‌های در جریان تکمیل خود از ابتدای سال ۱۳۷۹ (سال پایه) و افزایش‌های سال‌های ۹۳-۱۳۸۰ (گزینه‌ی ۱) را در مؤسسه‌های مالی سرمایه‌گذاری یا اوراق قرضه خریداری کرده بودند (گزینه‌ی ۲) در پایان سال ۱۳۹۴ در مجموع مبلغ ۳۳۸۵۸۱ میلیارد ریال در مقابل ۴۴۰۴۳ میلیارد ریال در اختیار داشتند که این همان ارزش زمانی پول است.

برای مثال این فرصت از دست رفته را می‌توان با کنترل و مدیریت آب بدون درآمد که یکی از برنامه‌های راهبردی صنعت آب و فاضلاب است مقایسه کرد. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در پایان سال ۱۳۹۳ میزان آب بدون درآمد ۲۶ درصد می‌باشد. مطابق هدف‌گذاری‌های انجام شده، سالیانه بایستی ۱/۷ درصد، آب بدون درآمد کاهش داشته باشد. این برنامه‌ی راهبردی مستلزم صرف ۴۰۰۰ میلیارد ریال اعتبار در هر سال (با قیمت پایه سال ۱۳۹۳) است. فرصت از دسته رفته‌ی ۳۳۸۵۸۱ میلیارد ریالی ارزش فعلی پروژه‌های در جریان تکمیل می‌توانست پوشش دهنده‌ی تمام هزینه‌های کنترل و مدیریت آب بدون درآمد برای نیل به برنامه‌های هدف‌گذاری شده باشد که این همان فرصت از دست رفته به دلیل عدم استفاده‌ی بهینه از منابع می‌باشد. همچنین مابقی آن می‌توانست موجب احداث ۱۸/۲ هزار کیلومتر خطوط جمع‌آوری و انتقال فاضلاب با قطر ۸۰۰ میلی‌متر با قیمت سال ۱۳۹۳ باشد.

یکی از موضوعات مهم در تحلیل‌های اقتصادی و مالی هزینه‌ی استهلاک دارایی می‌باشد. اهمیت استهلاک در هزینه‌ی فرصت از دست رفته از دو دیدگاه تأمین مجدد سرمایه‌گذاری (منبع مالی) و بخشی قابل از بهای تمام شده قابل ملاحظه است (میرمطهری، ۱۳۸۵).

استهلاك دارایی‌های در جریان تکمیل بر اساس ماده‌ی ۱۵۱ قانون مالیات‌های مستقیم محاسبه شده و فرض می‌شود پروژه‌های در جریان تکمیل به بهره‌برداری رسیده است. جدول (۳) نشان‌دهنده‌ی آثار هزینه‌ی استهلاک پروژه‌های در جریان تکمیل بخش آب طی بازه‌ی زمانی ۹۳-۱۳۸۰ بر بهای تمام شده‌ی یک متر مکعب آب می‌باشد (گزارش نتایج عمل، ۱۳۹۴).

مطابق جدول (۲) مشاهده می‌شود در صورت تکمیل و بهره‌برداری از پروژه‌های در جریان تکمیل، فقط استهلاک آن‌ها سهم قابل ملاحظه‌ای (میانگین ۲۵/۴ درصد) بر بهای تمام شده‌ی یک مترمکعب آب دارد و می‌تواند در تصمیم‌گیری‌ها تأثیرگذار باشد. همچنین اطلاعات جدول (۳) نشان‌دهنده‌ی تفاوت کاربرد هزینه‌یابی مالی با اقتصادی است.

جدول ۳- تأثیر استهلاک پروژه‌های در جریان تکمیل بر بهای تمام شده‌ی یک مترمکعب آب طی سال‌های ۹۳-۱۳۸۰

سال	بهای تمام شده‌ی حسابداری (ریال)	استهلاک فرصت از دست رفته (ریال)	بهای تمام شده با احتساب فرصت از دست رفته (ریال)	نسبت استهلاک فرصت از دست رفته به بهای تمام شده‌ی حسابداری (درصد)
۱۳۸۰	۷۰۷	۵۹	۷۶۶	۳/۸
۱۳۸۱	۸۳۵	۷۳	۹۰۸	۷/۸
۱۳۸۲	۹۷۲	۱۲۹	۱۱۰۱	۳/۱۳
۱۳۸۳	۱۱۲۹	۱۸۹	۱۳۱۸	۷/۱۶
۱۳۸۴	۱۱۴۶	۲۵۷	۱۴۰۳	۴/۲۲
۱۳۸۵	۱۱۶۳	۳۷۱	۱۵۳۴	۹/۳۱
۱۳۸۶	۱۵۸۳	۵۱۸	۲۱۰۱	۷/۳۲
۱۳۸۷	۱۸۸۸	۶۸۷	۲۵۷۵	۴/۳۶
۱۳۸۸	۲۰۸۷	۹۰۶	۲۹۹۳	۴/۴۳
۱۳۸۹	۲۵۵۲	۱۰۶۹	۳۶۲۱	۸/۴۱
۱۳۹۰	۶۰۵۷	۱۱۴۰	۷۱۹۷	۸/۱۸
۱۳۹۱	۶۲۹۱	۱۳۸۵	۷۶۷۶	۱/۲۲
۱۳۹۲	۶۹۲۰	۱۴۹۷	۸۴۱۷	۱۷/۳
۱۳۹۳	۷۹۵۵	۲۲۹۵	۱۰۲۵۰	۲۲/۳

بحث و نتیجه‌گیری

فرصت از دست رفته از مفاهیم با اهمیت تصمیم‌گیری است که از یک سو شاخصی برای شناسایی کارآمدی فعالیت‌ها و از سویی مؤلفه‌یی برای محاسبه‌ی بهای تمام شده واقعی است. اطلاعات مربوط به هزینه‌های فرصت از دست رفته برای بهبود کارآمدی اقتصادی نقش اساسی دارند و امروزه نظر به محدودیت‌های فضای تصمیم‌گیری، شناسایی فرصت‌های از دست رفته برای کاهش اثرات منفی تصمیمات ناشی از ضعف گزارش دهی واقعی بسیار کارساز است.

مأموریت اصلی صنعت آب و فاضلاب، تامین آب شرب، جمع‌آوری و تصفیه‌ی بهداشتی فاضلاب و ارایه‌ی خدمات مطلوب به مشترکین در راستای احترام به حقوق شهروندی می‌باشد. نیاز به سرمایه‌گذاری کلان و منفی بودن حاشیه‌ی سود به دلیل تقدم اهداف اجتماعی بر اقتصادی از مشخصه‌های منحصر به فرد این صنعت است، بنابر این امکان تأمین منابع مالی برای سرمایه‌گذاری از محل خالص فعالیت‌های عملیاتی و ورود به بازار سرمایه وجود ندارد. همچنین اتکاء به منابع مالی دولت در بستر طرح‌های تملک دارایی‌های سرمایه‌ای به دلیل شرایط اقتصادی کشور از ثبات نسبی برخوردار نبوده و وجوه حاصل از برقراری امکان استفادی مشترکین از تأسیسات و تجهیزات (حق‌انشعاب) نیز نظر به محدودیت‌های قانونی، ظرفیت‌های موجود و رشد بازار تکافوی لازم را ندارد. بنابر این صنعت آب و فاضلاب بایستی برنامه‌های مدونی را در استفاده‌ی بهینه از سرمایه‌گذاری‌ها داشته باشند و این در حالی است که متأسفانه بخشی از منابع سرمایه‌گذاری به شکل غیرکارآمد پروژه‌های در جریان تکمیل مصرف شده است. این موضوع بایستی پس از آسیب شناسی و ارزیابی فرصت‌های از دست رفته به عنوان یک برنامه‌ی راهبردی پیگیری شود. در این پژوهش ضمن شناسایی فرصت‌های از دسته رفته‌ی پروژه‌های در جریان تکمیل به صورت کمی نتایج و آموزه‌های زیر را می‌توان مد نظر قرار داد:

۱. هزینه‌یابی اطلاعات بر اساس دو رویکرد مالی و اقتصادی قابل تفکیک است، هر چند با یک دیگر ناسازگار نیستند و اصول اولیه‌ی هزینه‌یابی در آن‌ها یکسان است، اما با توجه به نوع مسئله‌ی تصمیم‌گیری می‌توانند بر یک دیگر تقدم داشته باشد. با این وجود اگر چه اطلاعات مالی معیار مفیدی برای تصمیم‌گیری است، اما معیار کاملی نیست (میرمطهری، ۱۳۸۵). بنابر این به نظر می‌رسد استفاده از مفهوم اقتصادی هزینه‌ها (فرصت از دست رفته) در مقایسه با رویکرد مالی در صنعت آب و فاضلاب ابهامات کم‌تری دارد.

۲. گزارش‌گری مالی مبتنی بر هزینه‌های آشکار بر خصوصیات قابلیت اتکای اطلاعات مالی تأکید دارد، این در حالی است که عدم شناسایی هزینه‌های ضمنی در سامانه‌های مالی تا حدود زیادی موجب کم رنگ شدن خصوصیت "مربوط بودن اطلاعات"[۱۰] می‌شود (استانداردهای بین‌المللی حسابداری،۱۳۸۵). هر چند امکان لحاظ کردن هزینه‌های ضمنی در گزارش‌گری مالی، انحراف از اصول حسابداری تلقی می‌شود، ولی در این وضعیت دسترسی به اطلاعات ضروری به نظر می‌رسد.

۳. هزینه‌ای که در تصمیم‌گیری در نظر گرفته می‌شود به عنوان هزینه‌ی مرتبط شناسایی می‌شود و به نظر می‌رسد با توجه به مزایای هزینه‌ی فرصت از دست رفته در دفاع از هزینه‌های صنعت (جدول ۳) برای قیمت‌گذاری واقعی آب و فاضلاب در برابر نهادهای دولتی مقررات گذاری یا جذب بیش‌تر اعتبارات دولتی، بایستی هزینه‌های فرصت از دست رفته به عنوان هزینه‌ی مرتبط تلقی شوند.

۴. کشور ما با توجه به موقعیت اقلیمی خشک و نیمه خشک و عقب ماندگی خدمات فاضلاب، تقاضا برای آب و خدمات فاضلاب همواره موجب فشار و تنش‌های سیاسی و اجتماعی برای افزایش ظرفیت‌های قابل دسترسی (نظریه‌ی شتاب سرمایه)[۱۱] بر شرکت‌های آب و فاضلاب شده است. نیل به برنامه‌های فوق و گذر از تنگناهای کمبود منابع سرمایه‌گذاری در سایه‌ی مدیریت کارآمد و استفاده‌ی بهینه از سرمایه‌گذاری‌ها انجام می‌شود. شناسایی فرصت‌های از دست رفته و امکان سنجی اقتصادی در بهبود فرآیند ساخت پروژه‌های در جریان تکمیل، بسیار کارآمد است.

۵. بخش اعظمی از دارایی‌های در جریان تکمیل، مربوط به پروژه‌های فاضلاب است و در حال حاضر بر اساس شاخص جمعیت تحت پوشش فاضلاب (۳۶ درصد) ظرفیت‌های زیادی برای پوشش مشترکین فاضلاب و رشد بازار وجود دارد. تکمیل پروژه‌های در جریان تکمیل فاضلاب علاوه بر تحقق هدف‌های اجتماعی و حفظ محیط زیست، می‌تواند نقش مؤثری در افزایش درآمد و بهبود نقدینگی داشته باشد.

مطابق نظرات جمع‌آوری شده از خبرگان صنعت از طریق پرسشنامه به منظور کاهش هزینه‌های فرصت از دست رفته‌ی پروژه‌های در جریان تکمیل، پیشنهادهای زیر به ترتیب درجه‌ی اهمیت ارایه می‌شود:

- واگذاری پروژه‌ها به پیمانکاران دارای صلاحیت و رتبه‌ی بالا از سازمان برنامه و بودجه.
- استفاده از توان علمی شرکت‌های مهندسی مشاوره‌ای مرتبط و خبره.
- مهندسی مجدد در سامانه‌های کنترل و مدیریت پروژه به عنوان فرهنگ سازمانی.
- استفاده از روش‌های نوین تأمین مالی پروژه‌ها مانند مشارکت‌های بخش خصوصی و دولتی[۱۲].

• برنامه‌ریزی جامع مدیریت زمان‌بندی اجرای پروژه‌ها با توجه به محدودیت‌های منابع مالی و سایر منابع از طریق مدل‌های بهینه‌یابی.
• بهبود و افزایش منابع داخلی (حق‌انشعاب) به عنوان یک منبع پایدار سرمایه‌ای.
• انجام مطالعات امکان‌سنجی اقتصادی، مالی، اجتماعی، زیست‌محیطی، سیاسی و فرهنگی، قبل از اجرای پروژه‌ها.
• نظر به این که بخش اعظمی از منابع سرمایه‌گذاری از محل اعتبارات دولتی تأمین می‌شود، لذا ایجاد تعامل با دستگاه‌های اجرایی و نظارتی الزامی است.

نظر به سطح بالای مبالغ پروژه‌های در جریان تکمیل و فرصت‌های از دست رفته در صنعت آب و فاضلاب، نیاز به مطالعات بیش‌تری است و پژوهش‌های زیر پیشنهاد می‌شود:
- اولویت‌بندی ساخت پروژه‌های در جریان تکمیل با توجه به محدودیت‌های موجود با رویکرد مدل‌های علمی، مانند شبیه سازی، مثلث پروژه، مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (برنامه‌ریزی آرمانی)[13]، الگوریتم ژنتیک، شبکه‌ی عصبی و ....
- ارزیابی عملکرد پروژه‌ها برای حصول اطمینان از کارآمدی و موفقیت با رویکرد تکنیک‌هایی مانند چک لیست فعالیت‌ها، مدل امتیاز دهی، تحلیل سلسله مراتبی[14] و اقتصاد سنجی.

پی‌نوشت

1- Opportunity Cost
2- Implicit Costs
3- Explicit Costs
۴- مطابق توصیه‌ی نهادهای بین‌المللی، قیمت‌گذاری آب و فاضلاب بایستی به صورت منطقه‌ای به گونه‌ای باشد که علاوه بر پوشش هزینه‌های بهره‌برداری، بخشی از سرمایه‌گذاری‌ها را نیز تأمین نماید.
۵- منحنی امکانات تولید (Production Possibility Curve): تمام ترکیب‌های مختلف از تولید دو کالا که می‌توانند با هم تولید شوند را نشان می‌دهد، مشروط بر این که از تمام عوامل و منابع به شکل کارآمد استفاده شود.

6- Present Value
7- Compound Interset
8- Computer Model for Feasibility Analysis & Reporting
۹- نرخ‌های سود سپرده‌ی سرمایه‌گذاری از مصوبات شورای پول و اعتبار بانک مرکزی که از سامانه‌ی www.cbi.ir استخراج شده است.

10- Reliability
11- Acceleration Theory
۱۲- مشارکت‌های بخش خصوصی و دولتی (Private Partnership Public) در کشورهای حوزه‌ی پولی یورو و انگلیس بسیار کاربرد دارد و در سال۲۰۱۰ پروژه‌هایی که با این روش تأمین مالی شده‌اند در حدود ۱۲۶ میلیارد دلار بوده است.
13- Goal Programming (GP)
14- Analytical Hierarchy Process (AHP)

منابع

پورمقیم، ج. ۱۳۸۸. ترجمه. تئوری و مسایل اقتصاد مدیریت. انتشارات نی.
توکلی، ا. و نفر، م. ۱۳۷۱. کاربرد ریاضیات در اقتصاد. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد دانشگاه اصفهان.
دفتر نظارت مالی، بودجه و مجامع. ۱۳۹۴. گزارش نتایج عمل-روایت دوم الی پانزدهم. شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
عبده تبریزی، ح. ۱۳۹۱. تأمین مالی پروژه. هشتمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.
گروه تدوین استانداردهای حسابداری. ۱۳۸۵. استانداردهای بین‌المللی حسابداری. مرکز تحقیقات تخصصی حسابداری و حسابرسی.
میر مطهری، ا. ۱۳۸۵. ارزیابی طرح‌های اقتصادی. انتشارات نیک نگار.
نخعی آغمیونی، م. و نجارزاده، ر. ۱۳۸۲. واژه‌های کلیدی اقتصاد خرد و کلان. مؤسسه‌ی مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی. انتشارات چاپ و نشر بازرگانی.
Carter D.W. and Walter Milon J. 2003. Marginal opportunity cost vs. average cost pricing of water service: Timing issues for pricing reform. Food and Resource Economics. Department Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. Gainesville, FL 32611-0240.
Rogers P., Bhatia R. and Huber A. 2004. Water as a Social and Economic Good: How to Put the Principle into Practice. Global Water Partnership Technical Advisory Committee (TAC), TAC background papers, No. 2.

سال سوم، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵، صفحات ۹ تا ۲۲
نشریه آب و توسعه پایدار

2016, Vol.3, No.1, Pages 9 to 22
Journal of Water and Sustainable Development

بررسی روش‌های اجرای حسابداری آب، معرفی و اجرای کارآمدترین روش

لیلی ابوالحسنی[۱*]، احسان خلیلی[۲]

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: l.abolhasani@um.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۵/٤/۲٦
تاریخ پذیرش: ۹۵/٦/۱۵

چکیده

در دهه‌ی اخیر تقریباً غیرممکن است که در گزارش‌های مربوط به بهره‌برداری و استفاده از منابع طبیعی مطالبی در رابطه با بحران‌های منابع آبی و کم‌آبی دیده نشود. چنین اطلاعاتی محققین و تصمیم‌گیرندگانِ در زمینه‌ی مدیریت منابع آبی را بر آن داشته که در رابطه با حل این معضل و مدیریت پایدار منابع آبی به دنبال چاره‌اندیشی باشند. در این رابطه اولین قدم جهت مدیریت پایدار منابع آبی، به تصویر کشیدن وضعیت مدیریت موجود به‌نحوی است که سؤالات مربوط به عرضه و مصرف منابع مختلف آب را نه‌تنها از دیدگاه مهندسی، بلکه از نظر اقتصادی پاسخگو باشد. در این راستا رویکرد حسابداری آب با روش‌های مختلف جهت اجرای آن توسط محققین پیشنهاد و مورد اجرا قرار گرفته است. در این مطالعه انواع روش‌های حسابداری آب از نقطه‌نظر شاخص‌های کمی برآورد شده در گزارش نهایی مورد بررسی، تحلیل و مقایسه قرار خواهند گرفت. بر اساس اهداف حسابداری آب در ایران، کارآمدترین روش، سیستم حسابداری اقتصادی و زیست‌محیطی شناخته شده که نحوه‌ی پیاده‌سازی و اجرایی شدن آن در انتهای مطالعه‌ی حاضر توضیح داده خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: سیستم حسابداری عمومی آب، سیستم حسابداری بین‌المللی مدیریت آب، حسابداری اقتصادی و زیست‌محیطی، حسابداری ردپای آب.

Investigating the water accounting methods, Introduction and implementation most efficient method

L. Abolhassany[1]*, E. Khalili[2]

1, 2- Assistant Professor & MSC Student in Dept. of agricultural economy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

*(Corresponding Author Email: l.abolhasani@um.ac.ir)
Received: 16-7-2016
Accepted: 5-9-2016

Abstract

In last decade it is almost impossible to not seen anything about water resource crisis and water shortage in natural resources exploitation and use reports. Such information encourages decision makers and researchers to looking for solutions in relation to this problem and sustainable management of water resources. In this regard, first step towards sustainable management of water resources is picturing status of existing management, in a way that, answers the questions about supply and consumption of difference water resources not only from engineering perspective, but also from economic perspective. In this regard, water accounting approaches with different methods was suggested and implemented by researchers. In this paper several types of water accounting methods will analyzed and compared from estimated quantitative indexes in final reports point of view. Based on water accounting purposes in Iran, System of Environmental-Economic Accounting for Water (SEEAW) knew as most efficient system that will explain in last section of present paper.

Keywords: general purpose of water accounting system (GWPA), international water management system (IWMA), environmental and economical accounting (EEA), water footprint accounting.

مقدمه

با توجه به مشکل کمبود آب در دهه‌های اخیر، نیاز به مدیریت پایدار منابع آبی دوچندان احساس می‌شود که در این راستا حسابداری آب یکی از مهم‌ترین ابزارها در جهت حصول مدیریت پایدار منابع آبی می‌باشد. تاکنون بسیاری از کشورها از قبیل چین (Gan و همکاران، ۲۰۱۲)، آفریقای جنوبی (Lange و همکاران، ۲۰۰۷) و استرالیا (Vardon، ۲۰۰۷) روش‌های مختلف حسابداری آب را جهت حصول مدیریت پایدار منابع آبی خود بکار گرفته‌اند. رویکرد حسابداری آب با الگوبرداری از حسابداری مالی به گردآوری و شفاف‌سازی اطلاعات اساسی از قبیل میزان ذخایر موجود منابع آبی در نقطه‌ای از زمان و تغییرات در ذخایر منابع آبی موجود در طی زمان می‌پردازد که از این طریق کلیدی‌ترین و مؤثرترین ابزار در جهت مدیریت پایدار منابع آبی را فراهم می‌آورد. اطلاعات ارائه‌شده توسط رویکرد حسابداری آب، مدیران و تصمیم‌گیران سیاسی را در جهت اتخاذ تصمیمات کاراتر در زمینه‌ی بهره‌برداری از منابع آبی از قبیل توزیع آب بین بخش‌های مختلف اقتصادی و میزان تقاضای برنامه‌ریزی‌شده یاری می‌کند.

۱-حسابداری عمومی آب[۱]

این روش برای اولین بار توسط هیئت حسابداری آب استرالیا ارائه شد و در سال‌های بعد با توسعه‌ی مراحل آن تغییر نام داد. این سیستم که می‌توان آن را سیستم ساده حسابداری آب نام‌گذاری کرد، بیشتر برای حوزه‌ها و آبخوان‌های محدود بکار می‌رود (Godfrey و Chalmers، ۲۰۱۲). این سیستم بر اساس سه مؤلفه‌ی اصلی زیر طراحی‌شده است:

۱- صورت دارایی و بدهی آب

۲- صورت تغییرات در دارایی و بدهی آب

۳- صورت جریان‌های فیزیکی آب

درنهایت با محاسبه‌ی شاخص‌های کلیدی زیر، گردش فیزیکی جریان آبی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

شاخص تخلیه: نسبت حجم آب استخراج‌شده از مخزن آبی به کل حجم آب تجدیدپذیر به‌عنوان شاخص تخلیه در سیستم‌های حسابداری آب قابل‌اندازه‌گیری و گزارش است.

شاخص موجودیت آب: در کلیه‌ی سیستم‌های حسابداری آب حجم آب موجود در مخزن آبی در پایان دوره‌ی اندازه‌گیری را می‌توان به‌عنوان شاخصی برای موجودیت آب در نظر گرفت.

این سیستم در طی سال‌های متوالی مورد بازبینی و توسعه‌ی بیشتر قرار گرفت. به‌عنوان‌مثال، شاخص قابلیت اعتماد داده‌های گزارش‌شده به سیستم اضافه گردید و آن را به نام استاندارد حسابداری آب استرالیا[۲] تغییر نام داد.

۲- چارچوب حسابداری آب ارائه‌شده توسط موسسه‌ی بین‌المللی مدیریت آب (IWMI)[۳]

این سیستم علی‌رغم شباهت‌های زیادی که با سیستم حسابداری عمومی آب دارد، اساس آن بر اندازه‌گیری میزان آب مصرف‌شده از حوضه‌ی آبخوان به‌جای میزان آب استخراج‌شده طراحی‌شده است (Molden، ۱۹۹۷؛ Molden و Sakthivadivel، ۱۹۹۹). در این سیستم "آب مصرف شده" و "آب قابل مدیریت" به‌طور جداگانه اندازه‌گیری می‌شوند. شاخص‌هایی که در این روش مورد محاسبه قرار می‌گیرند عبارت‌اند از:

شاخص آب در دسترس[۴]: میزان آبی که برای مصارف مختلف و یا برای بخش خدمات قابل‌دسترس می‌باشد.

شاخص آب مصرف‌شده[۵]: این شاخص کل آب مصرف‌شده در طی فرآیند تولید (منظور آبی که در حین فرآیند تولید بصورت مفید یا غیرمفید از جریان گردش آبی خارج شده است) را نسبت به جریان ورودی (خالص یا ناخالص) یا آب در دسترس اندازه‌گیری می‌کند.

شاخص آب مصرفی مفید[۶]: این شاخص میزان آبی که به‌صورت مفید (درجهت تامین اهداف مطلوب) مصرف‌شده است را نسبت به کل جریان ورودی آب (بصورت خالص یا ناخالص) یا آب در دسترس اندازه‌گیری می‌کند. به‌عنوان مثال در کشاورزی مجموع آب

با این وجود یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، وجود روش‌های مختلف برای حسابداری آب می‌باشد (Vardon، ۲۰۱۲؛ UNSD، ۲۰۰۷) که این روش‌ها بر اساس اهداف مختلف طراحی و در نهایت شاخص‌های مختلفی را ارائه می‌دهند. در این تحقیق با استفاده از شاخص‌های ارائه شده توسط روش‌های مختلف حسابداری آب که در ذیل آمده، کاراترین روش بر اساس اهداف موردنظر در کشور معرفی شده است.

- تعیین موجودی آب تجدیدپذیر و میزان آب برداشت‌شده از منابع آبی کلیدی کشور در بازه‌ی زمانی معین
- تعیین میزان آب مصرف‌شده در بخش‌های مختلف اقتصادی
- تعیین بهره‌وری آب مصرف‌شده در بخش‌های مختلف اقتصاد
- کمک به تعیین توزیع مناسب آب در دسترس به بخش‌های مختلف‌اقتصاد
- تعیین میزان آلودگی‌های ایجاد شده توسط بخش‌های مختلف اقتصاد

بر این اساس در بخش‌های بعدی به شاخص‌های ارائه‌شده توسط روش‌های مختلف حسابداری آب پرداخته و در ادامه کاراترین روش را معرفی و نحوه‌ی اجرا و پیاده‌سازی آن شرح داده می‌شود.

منتقل شده به محصول و آب تبخیر شده از محصول به‌عنوان آب مصرفی مفید در نظر گرفته می‌شود.

شاخص آب مصرفی غیرمفید[۷]: این شاخص نسبت آبی که به‌صورت غیرمفید در سیستم آبی هدر رفته را نسبت به جریان ورودی (خالص یا ناخالص) یا آب در دسترس اندازه‌گیری می‌کند. به‌عنوان مثال در کشاورزی، آبی که از سطح خاک تبخیر می‌شود، به‌عنوان آب مصرفی مفید در نظر گرفته می‌شود.

شاخص آب قابل مصرف[۸]: این شاخص نسبت آب در دسترس را که قابلیت بهره‌برداری داشته امّا مورد بهره‌برداری قرار نگرفته نسبت به کل جریان ورودی یا آب در دسترس اندازه‌گیری می‌کند.

با پیشرفت تکنولوژی در زمینه‌ی به دست آوردن اطلاعات از طریق سنجش‌ازدور[۹] روش اندازه‌گیری داده‌ها از ابزارهای فیزیکی به ابزارهای ماهواره‌ای تغییر کرد. با تغییر آن، سیستم حسابداری به "حسابداری آب به‌اضافه"[۱۰] تغییر نام داد. در این سیستم بیشتر داده‌های لازم مانند بارش، تغییر موجودی آبخوان به‌صورت ماهواره‌ای اندازه‌گیری می‌شوند. بنابراین این روش از دقت بالایی به لحاظ جمع‌آوری داده‌ها برخوردار است. در این روش با جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مربوط به زیست‌توده[۱۱] از طریق ماهواره، محاسبه‌ی بهره‌وری اکولوژیکی[۱۲] آب امکان‌پذیر است. این روش به‌طور عملی برای مناطق مختلفی در دنیا از جمله سری‌لانکا و آفریقا اجرا شده است(Chandrapala و Wimalasuriya، ۲۰۰۳؛ Karimi و همکاران، ۲۰۱۲؛ Simons و همکاران، ۲۰۱۵؛ Shilpakar و همکاران، ۲۰۱۱؛ Karimi و همکاران، ۲۰۱۳؛ Dost و Wim، ۲۰۱۳). اندازه‌گیری تبخیر و تعرق[۱۳] یکی از کلیدی‌ترین داده‌های این سیستم است (Bastiaanssen و همکاران، ۲۰۱۴؛ Hoogeveen و همکاران، ۲۰۱۵؛ Karimi و همکاران، ۲۰۱۳). این سیستم بیشتر بر اندازه‌گیری‌های فیزیکی حوضه‌های آبخوان مورد بررسی مانند میزان بارش، تبخیر و تعرق و حجم ورودی تأکید دارند. با وجود آنکه در برخی از منابع (Godfrey و Chalmers، ۲۰۱۲؛ Bastiaanssen و همکاران، ۲۰۱۴؛ Karimi و همکاران، ۲۰۱۲) بر قابلیت این سیستم در اندازه‌گیری میزان بهره‌وری آب تأکید شده است، امّا ازآنجایی‌که در ترازنامه‌های مربوط به حسابداری این سیستم داده‌های مربوط به میزان تولید و عملکرد ایجادشده (به‌خصوص برای بخش صنعت)، بازچرخانی آب درون بخش‌های مختلف اقتصاد و میزان برگشت آب از هرکدام از بخش‌های اقتصادی به منابع آبی، در دوره آبی موردبررسی جمع‌آوری نمی‌شود، به نظر می‌رسد این سیستم در ارزیابی اقتصادی آن ضعیف باشد.

۳- حسابداری ردپای آب[۱۴]

مفهوم ردپای آب در سال ۲۰۰۲ توسط آرجین هوکسترا[۱۵] با هدف اندازه‌گیری میزان مصرف مستقیم و غیرمستقیم آب برای تولید محصولات مختلف و مقایسه‌ی محصولات مختلف به لحاظ میزان آب مورداستفاده، طراحی‌شده است. این ابزار از تلفیق آب مجازی که میزان آب موردنیاز برای تولید یک محصول را اندازه‌گیری می‌کند و ردپای اکولوژیکی که اثرات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی را می‌سنجد، به دست آمده است(Hastings و Pegram، ۲۰۱۱). شاخص‌های کلی که در این نوع حسابداری محاسبه می‌شوند عبارت‌اند از (Hastings و Pegram، ۲۰۱۱):

مصرف آب سبز[۱۶]: منظور از آب سبز میزان آبی است که در لایه‌ی بالایی خاک به‌صورت دائم یا موقت ذخیره می‌شود. این شاخص با اندازه‌گیری دو فاکتور میزان بارندگی و میزان تبخیر و تعرق گیاه اندازه‌گیری می‌شود.

مصرف آب آبی[۱۷]: این شاخص حجم آب آبی را اندازه‌گیری می‌کند. منظور از آب آبی حجم آب سطحی و زیرزمینی است که برای تولید محصول مشخص لازم است. اندازه‌ی این شاخص بستگی به فاکتورهایی از قبیل میزان تبخیر و تعرق گیاه، میزان آب سبز و میزان عرضه‌ی آب آبیاری دارد.

مصرف آب خاکستری[۱۸]: منظور از آب خاکستری آبی است که به دلیل آلودگی زیاد نیاز به تصفیه یا رقیق شدن دارد. بنابراین اندازه‌ی شاخص وابسته به آن بستگی به میزان آلاینده‌های موجود در منبع آبی موردنظر دارد.

یکی از مهم‌ترین مشکلات حسابداری ردپای آب، دقت داده‌های لازم برای محاسبه‌ی آن می‌باشد. ناپیوستگی بین بخش‌های اقتصادی و عدم وجود داده‌های موردنیاز، استفاده از این نوع حسابداری را با مشکل مواجه می‌کند. ازآنجایی‌که آلاینده‌های زیادی در بخش صنعت وجود دارد که اندازه‌گیری برخی از آن‌ها به‌راحتی امکان‌پذیر نیست، این سیستم در بخش صنعت کاربرد چندانی ندارد. علاوه بر آن، حتی در بخش کشاورزی، ازآنجایی‌که این سیستم اطلاعات کلیدی از قبیل میزان آب برگشتی و هزینه‌ی فرصت استفاده از آب را در نظر نمی‌گیرد، نتایج به‌دست‌آمده از این سیستم به تصمیمات مدیریتی ضعیفی منجر می‌شود.

۴-سیستم حسابداری اقتصادی - زیست‌محیطی برای آب[۱۹]

در این روش حسابداری آب در قالب حسابداری ملی و به همراه متغیرهای مهم اقتصادی نظیر درآمد ملی اندازه‌گیری و مورد تحلیل قرار می‌گیرد و به همین دلیل این سیستم به سیستم حسابداری یکپارچه منابع آبی معروف شده است. در این روش ازیک‌طرف مبادلات فیزیکی آب و از طرف دیگر ارزش‌های اقتصادی ایجادشده ناشی از این مبادلات مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. بنابراین در این

روش علاوه بر جمع‌آوری داده‌های هیدرولوژیکی و اقتصادی، ارتباط میان برداشت‌های فیزیکی از منابع آبی (داده‌های هیدرولوژیکی) و سیستم حساب‌های ملی (داده‌های اقتصادی) مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. ازاین‌رو علاوه بر شاخص‌های رایج حسابداری آب، شاخص‌های دیگری نیز توسط این سیستم قابل برآورد می‌باشد (Nations U، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۴)، که در ذیل به آن‌ها اشاره شده است.

۴-۱- شاخص بهره‌وری آب:

تلفیق حسابداری ملی و حسابداری آب، امکان اندازه‌گیری و تحلیل شاخص‌های مربوط به بهره‌وری آب را فراهم می‌آورد. در زیر به برخی از این شاخص‌ها اشاره شده است.

۱- شاخص شدت مصرف آب: این شاخص شدت وابستگی درآمد ملی کشور به منابع آبی آن کشور را نشان می‌دهد. برای محاسبه‌ی این شاخص، نسبت آب مصرفی به درآمد ملی اندازه‌گیری می‌شود.

۲- شاخص بهره‌وری آب: این شاخص ارزش‌افزوده‌ای که از منابع آبی موجود حاصل می‌شود را نشان می‌دهد. برای محاسبه‌ی این شاخص نسبت درآمد ملی به میزان آب مصرفی اندازه‌گیری می‌شود.

۳- شاخص ارزش‌افزوده هر بخش: در این سیستم علاوه بر بهره‌وری آب در کل اقتصاد، بهره‌وری آب برای بخش‌های مختلف اقتصاد مورد محاسبه قرار می‌گیرد. برای اندازه‌گیری این شاخص، نسبت ارزش‌افزوده هر بخش به میزان آب مصرفی توسط آن بخش محاسبه می‌شود.

۴-۲- شاخص آلودگی آب:

محاسبه‌ی شاخصی برای تعیین میزان آلودگی ایجاد شده از مزایای دیگر این سیستم حسابداری است که در زیر به این شاخص‌ها اشاره شده است.

۱- شاخص شدت آلودگی آب: این شاخص میزان آلودگی ایجادشده برای درآمد ملی حاصل از تولیدات بخش‌های اقتصادی را نشان می‌دهد. برای محاسبه‌ی این شاخص، نسبت میزان آلودگی آب به درآمد ملی اندازه‌گیری می‌شود.

۲- شاخص کارایی زیست‌محیطی: این شاخص میزان آلودگی ایجادشده توسط بخش‌های مختلف اقتصاد را به تفکیک مورد بررسی قرار می‌دهد. برای محاسبه‌ی این شاخص نسبت سهم آلودگی ایجادشده توسط بخش موردنظر به سهم درآمد تولیدشده توسط آن بخش اندازه‌گیری می‌شود.

۴-۳-شاخص بحران آب:

در سیستم حسابداری فوق برای بررسی شدت بحران آب از شاخص‌های زیر استفاده می‌شود.

۱- سرانه آب تجدیدپذیر: در این سیستم سرانه آب تجدیدپذیر که از نسبت آب تجدیدپذیر به کل جمعیت قابل‌محاسبه است به‌عنوان شاخص بحران آب در نظر گرفته می‌شود.

۲- سهم آب مصرفی: این شاخص نشان‌دهنده‌ی سهم هریک از بخش‌های اقتصادی در ایجاد بحران مربوط به کمبود منابع آبی می‌باشد. برای محاسبه‌ی این شاخص نسبت آب عرضه‌شده به بخش‌های مختلف اقتصاد به کل آب تجدیدپذیر، اندازه‌گیری می‌شود.

۴-۴- شاخص‌های مربوط به قیمت و هزینه آب:

قیمت ضمنی آب: در این سیستم قیمت ضمنی آب در هریک از بخش‌های اقتصادی به‌طور جداگانه محاسبه می‌شود که برای محاسبه‌ی آن نسبت میزان آب عرضه‌شده به بخش موردنظر به هزینه‌ی عرضه‌ی آب، اندازه‌گیری می‌شود.

از آنجایی‌که بررسی و تحلیل اقتصادی جریان‌های آبی، یکی از مهمترین اهداف حسابداری آب در کشورما می‌باشد، سیستم حسابداری اقتصادی- زیست محیطی، پتانسیل لازم کاراترین سیستم برای کشور ما را دارد. در این نوع سیستم حسابداری، علاوه بر گردآوری اطلاعات مربوط به موجودی آب و تغییرات در حجم ذخایر آبی، جریان‌های ورودی و خروجی آب در بخش‌های مختلف اقتصاد و ارزش افزوده‌ی حاصل از مبادلات آبی برای حوضه‌ی مورد مطالعه، مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

اجرای عملی حسابداری آب به روش سیستم حسابداری اقتصادی – زیست محیطی

از آنجایی‌که چارچوب سیستم حسابداری اقتصادی-زیست محیطی براساس سیستم حساب‌های ملی سال ۲۰۰۸ تعریف شده است، کلیه‌ی مفاهیم، تعاریف و طبقه‌بندی‌های موجود در سیستم حساب‌های ملی در حسابداری آب بدون تغییر باقی می‌ماند. بنابراین همان‌طوری‌که جداول ستانده-نهاده و عرضه-مصرف، پایه‌های حساب‌های ملی را بنا نهاده‌اند، این جداول اساس حسابداری آب نیز می‌باشند. با وجود مشخص بودن چارچوب سیستم حسابداری فوق، به دلیل تغییر کیفیت آب در حین فرآیند تولید، جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل اطلاعات مربوطه با مشکلاتی مواجه است که این امر باعث شده سازمان ملل متحد (۲۰۱۴)، حسابداری اقتصادی-زیست محیطی را به دو بخش زیر تقسیم‌بندی کند.

الف- دستورالعمل مصوب:

کلیه‌ی تعاریف، مفاهیم، طبقه‌بندی‌ها و جداولی که در این بخش ارایه شده است، پس از چندین بار آزمایش مورد تأیید مجامع بین‌المللی قرار گرفته است. بر این اساس سازمان ملل متحد تأکید زیادی به کاربردی کردن این بخش از حسابداری آب دارد. حساب‌های ارایه شده در این بخش به دو گروه زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

حساب‌های جریان[۲۰]: بطور کلی این حساب‌ها مصارف و عرضه‌ی کالاها و خدمات مربوط به بخش‌های مختلف اقتصادی را ثبت می‌کنند. در حسابداری آب، حساب‌های جریان نشان‌دهنده‌ی میزان مشارکت آب در اقتصاد کشور و یا میزان مصرف اقتصاد از منابع آبی می‌باشد.

حساب‌های دارایی[۲۱]: بطور کلی حساب دارایی‌ها تغییر در دارایی و ذخایر منابع در مدت زمان مشخص را نشان می‌دهد. بنابراین در این قسمت اطلاعات مربوط به میزان ذخایر و موجودی منابع آبی در ابتدا و انتهای دوره، ثبت می‌شود.

ب- دستورالعمل در حال آزمایش:

بر خلاف بخش قبلی، بیشتر اطلاعات و مفاهیم موجود در این بخش به دلایل مختلف از قبیل عدم اجرای آزمایشات کافی، دانش کافی و یا سازگاری با حسابداری ملی، مورد تأیید جوامع بین‌المللی قرار نگرفته است و تأیید آن نیاز به انجام آزمایشات بیشتری دارد. **حساب‌های کیفیت**[۲۲] که در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرد، نشان‌دهنده‌ی میزان ذخایر آبی برحسب کیفیت آب آن‌ها می‌باشد. از آنجایی‌که اندازه‌گیری کیفیت آب، کار دشواری است، چگونگی اجرای این حساب‌ها در معرض آزمایش می‌باشد.

به دلیل آنکه برای اجرا و پیاده‌سازی حساب‌های مربوط به دستورالعمل در حال آزمایش اجماع همگانی وجود ندارد در این مطالعه تنها به تشریح حساب‌های آورده شده در دستورالعمل مصوب خواهیم پرداخت.

۱- حساب‌های جریان

اطلاعات و داده‌های جمع‌آوری‌شده در این بخش جهت تحلیل نحوه و چگونگی مصرف آب در بخش‌های مختلف اقتصادی مورداستفاده قرار می‌گیرد. به‌طورکلی حساب‌های جریان را می‌توان به زیر بخش‌های زیر طبقه‌بندی کرد که در این بخش از مقاله به تشریح آن‌ها و جداول مربوطه خواهیم پرداخت.

۱. جدول مصرف فیزیکی[۲۳]

۲. جدول عرضه‌ی فیزیکی[۲۴]

۳. حساب آلودگی آب[۲۵]

۴. حساب ترکیبی و اقتصاد[۲۶]

در کلیه‌ی جداول مربوطه، بخش‌های اقتصادی بر اساس تقسیم‌بندی ISCI[۲۷] که منطبق با سیستم حسابداری ملی می‌باشد به ۹۹ گروه تقسیم می‌شوند:

۱. گروه ۱-۳ که شامل فعالیت‌های کشاورزی، جنگل‌داری و ماهی‌گیری است.

۲. گروه ۵- ۳۳ که شامل فعالیت‌های معدن، اکتشاف و استخراج سنگ‌های معدنی است.

۳. گروه ۴۱-۴۳ که شامل فعالیت‌های صنعتی و تولیدی است.

۴. گروه ۳۵ که شامل فعالیت‌های الکتریسیته، گاز و تهویه هوا است.

۵. گروه ۳۶ که شامل فعالیت‌های مربوط به استخراج و عرضه‌ی آب است.

۶. گروه ۳۷ که شامل فعالیت‌های مربوط به فاضلاب و تصفیه‌ی آب است.

۷. گروه‌های ۳۸-۳۹ و ۴۵-۹۹ که شامل فعالیت‌های مربوط به بخش خدمات است.

ازآنجایی‌که بخش مربوط به تأمین انرژی از مصرف‌کنندگان عمده‌ی منابع آبی می‌باشد، در سیستم حسابداری فوق این بخش به‌صورت جزئی‌تر آورده می‌شود. قبل از تشریح بخش‌های اصلی حساب‌های جریان، تعاریف مربوط به مؤلفه‌های اصلی بکار گرفته‌شده در این جداول در زیر آورده شده است.

برداشت[۲۸]: منظور مقداری از آب است که از منبعی خاص به‌صورت دائمی یا موقتی در یک‌زمان مشخص به‌منظور مصرف یا تولید، برداشت می‌شود. در جداول مربوط به مصرف و عرضه، آب برداشت‌شده بر اساس هدف برداشت (مصرف درون بخشی و توزیع به بخش‌های دیگر) و منبع برداشت (متعلق به زمین شامل آب سطحی، آب زیرزمینی و رطوبت خاک و منابع دیگر شامل دریا و بارندگی) به زیرگروه‌های جزئی‌تر تقسیم‌بندی می‌شود.

آب دو بار مصرف[۲۹]: منظور آب آلوده‌ای است که یک‌بار مورداستفاده قرارگرفته و جهت مصرف مجدد به برخی از بخش‌های اقتصادی عرضه می‌شود. لازم به ذکر است که آبی که در تصفیه‌خانه‌ها مورد تصفیه قرار می‌گیرد در این گروه قرار نمی‌گیرد.

آب برگشتی[۳۰]: شامل مقدار آبی است که بعد از مصرف دوباره به طبیعت بازمی‌گردد. این آب می‌تواند بر اساس منبعی (مانند چاه آب زیرزمینی یا دریا) که آب را دریافت می‌کند یا نوع آب (آب سرد شده، آب تصفیه‌شده) گروه‌بندی گردد.

۱-۱-جدول مصرف فیزیکی آب:

این جدول به دو بخش تقسیم می‌شود. بخش اول، جریان آبی که از سمت طبیعت و محیط‌زیست به بخش‌های مختلف اقتصاد وارد می‌شود، مانند آبی که از چاه‌های آبی برای انجام فعالیت‌های اقتصادی استخراج می‌شود و بخش دوم، جریان‌های آبی درونِ بخش‌های مختلف اقتصادی می‌باشد. جهت فهم بهتر جداول، داده‌ها و اطلاعات بکار گرفته‌شده در غالب مثال عددی آورده شده است (سازمان ملل، ۲۰۱۲)

۱-۲- جدول عرضه فیزیکی:

این جدول میزان عرضه‌ی فیزیکی آب به بخش‌های مختلف اقتصادی و منابع تأمین‌کننده‌ی آب برای بخش‌های مختلف اقتصادی را نشان می‌دهد. این جدول نیز شامل دو بخش زیر می‌باشد.

الف: بخشی که نشان‌دهنده‌ی عرضه‌ی جریان‌های آبی درونِ بخش‌های مختلف اقتصادی یا از بخش‌های اقتصادی به خانوارها و بالعکس می‌باشد.

ب: بخشی که نشان‌دهنده‌ی عرضه‌ی جریان‌های آبی از بخش‌های اقتصادی به طبیعت و محیط‌زیست می‌باشد.

جدول ۱- مصرف فیزیکی آب (میلیون متر مکعب)

		صنایع (بر اساس تقسیم‌بندی ISIC)							خانوارها	خارج از محدوده موردمطالعه	کل
		۱-۳	۵-۳۳ ،۴۱-۴۳	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸،۳۹ ،۴۵-۹۹	کل			
از محیط	۱. برداشت کل (۱.i + ۱.ii) = ۱.الف + ۱.ب	۱۰۸/۴	۱۱۴/۶	۴۰۴/۲	۴۲۸/۷	۵۰۵/۸	۲/۳	۱۱۵۸/۲	۱۰/۸		۱۱۶۹
	۱.الف. برداشت برای خودمصرفی	۱۰۸/۴	۱۱۴/۶	۴۰۴/۲	۲۳	۱۰۰/۱	۲/۳		۱۰/۸		۷۶۳/۴
	۱.ب. برداشت برای توزیع				۴۰۵/۷			۴۰۵/۷			۴۰۵/۷
	۱.i.از منابع آبی درون‌مرزی	۱۰۸/۴	۱۱۴/۵	۳۰۴/۲	۴۲۷/۶	۰/۱	۲/۳	۹۵۷/۱	۹/۸		۹۶۶/۹
	۱.۱.i.آب سطحی	۵۵/۳	۷۹/۷	۳۰۱/۰	۴/۵	۰/۱	۰/۰	۴۴۰/۶	۰/۰		۴۴۰/۶
	۱.۲.i.آب زیرزمینی	۳/۱	۳۴/۸	۳/۲	۴۲۳/۱	۰/۰	۲/۳	۴۶۶/۵	۹/۸		۴۷۶/۳
	۱.۳.i.آب خاک	۵۰/۰						۵۰/۰			۵۰/۰
	۱.ii.جمع‌آوری بارش					۱۰۰/۰	۰/۰	۱۰۰/۰	۱/۰		۱۰۱/۰
	۱.iii.برداشت از دریا			۱۰۰/۰	۱/۱			۱۰۱/۱			۱۰۱/۱
درون اقتصاد	۲. استفاده از آب دریافت شده از دیگر واحدهای اقتصادی	۵۰/۷	۸۵/۷	۳/۹	۰/۰	۴۲۷/۱	۵۱/۱	۶۱۸/۵	۲۳۹/۹		۸۵۸/۰
۳. استفاده کل از آب=(۱+۲)		۱۵۹/۱	۲۰۰/۲	۴۰۸/۱	۴۲۸/۷	۵۲۷/۲	۵۳/۴	۱۷۷۶/۷	۲۵۰/۳		۲۰۲۷/۷

جدول ۲- عرضه فیزیکی آب (میلیون متر مکعب)

		صنایع (بر اساس تقسیم‌بندی ISIC)							خانوارها	خارج از محدوده موردمطالعه	کل
		۱-۳	۵-۳۳ ،۴۱-۴۳	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸،۳۹ ،۴۵-۹۹	کل			
درون اقتصاد	۴.عرضه آب به دیگر واحدهای اقتصادی	۱۷/۹	۱۲۷/۶	۵/۶	۳۷۹/۶	۴۲/۷	۴۹/۱	۶۲۲/۵	۲۳۵/۵		۸۵۸/۰
	۴.الف. آب دوباره استفاده‌شده		۱۰/۰			۴۲/۷		۵۲/۷			۵۲/۷
	۴.ب. آب زائد به فاضلاب	۱۷/۹	۱۱۷/۶	۵/۶	۱/۴		۴۹/۱	۱۹۱/۹	۲۳۵/۵		۴۲۷/۱
به محیط	۵. کل آب برگشتی (۵.الف+۵.ب)	۶۵	۵۲/۹	۴۰۰	۴۷/۳	۴۸۳/۸	۰/۷	۱۰۲۶/۲	۴/۸		۱۰۸۱
	۵.الف. به منابع آبی درون‌مرزی	۶۵/۰	۲۳/۵	۳۰۰/۰	۴۷/۳	۲۲۷/۵	۰/۷	۶۶۴	۴/۶		۶۶۸/۵
	۵.الف.۱. آب‌های سطحی			۳۰۰/۰		۵۲/۵	۰/۲	۳۵۲/۷	۰/۵		۳۵۳/۲
	۵.الف.۲. آب‌های زیرزمینی	۶۵/۰	۲۳/۵		۴۷/۳	۱۷۵/۰	۰/۵	۳۱۱/۳	۴/۱		۳۱۵/۴
	۵.الف.۳. آب خاک							۰/۰			۰/۰
	۵.ب. به منابع دیگر(مانند دریا)		۵/۹	۱۰۰/۰		۲۵۶/۳		۳۶۲/۲	۰/۲		۳۶۲/۴
	۶.عرضه کل آب (۵+۴)	۸۲/۹	۱۵۷	۴۰۵/۶	۴۲۶/۹	۵۲۶/۵	۴۹/۸	۱۶۴۸/۷	۲۴۰/۳	۰/۰	۱۸۸۹
	۷. مصرف آب (۶-۳)	۷۶/۲	۴۳/۲	۲/۵	۱/۸	۰/۷	۳/۶	۱۲۸	۱۰		۱۳۸

از مجموع دو جدول فوق، آب مصرف‌شده یا میزان آبی که در بخش‌های مختلف اقتصادی به شکل محصول، تبخیر یا تعرق ازدست‌رفته و به منابع آبی یا دریا باز نگشته است، محاسبه می‌شود. بنابراین برای هریک از بخش‌های اقتصادی میزان آب مصرف‌شده از طریق فرمول زیر قابل محاسبه است (ردیف آخر جدول ۲)

میزان عرضه‌ی آب - میزان مصرف آب = آب مصرف‌شده در بخش موردنظر

هم‌چنین از تلفیق دو جدول فوق، ماتریس چگونگی جریان‌های آبی بین بخش‌های مختلف اقتصادی قابل طراحی می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۳- جریان‌های آبی بین بخش‌های مختلف اقتصادی (میلیون متر مکعب)

		صنایع (بر اساس تقسیم‌بندی ISIC)							خانوارها	خارج از محدوده موردمطالعه	عرضه آب به دیگر واحدهای اقتصادی
		۱-۳	۵-۳۳، ۴۱-۴۳	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸،۳۹ ۴۵-۹۹	کل			
صنایع (براساس تقسیم‌بندی ISIC)	۱-۳					۱۷/۹		۱۷/۹			۱۷/۹
	۵-۳۳، ۴۱-۴۳	۱۰				۱۱۷/۶		۱۲۷/۶			۱۲۷/۶
	۳۵					۵/۶		۵/۶			۵/۶
	۳۶	۳۸/۷	۴۵	۳/۹		۱/۴	۵۱/۱	۱۴۰/۱	۲۳۹/۵		۳۷۹/۶
	۳۷	۲/۰	۴۰/۷			۰/۰		۴۲/۷			۴۲/۷
	۳۸،۳۹ ۴۵-۹۹					۴۹/۱		۴۹/۱			۴۹/۱
	کل	۵۰/۷	۸۵/۷	۳/۹	۰/۰	۱۹۱/۶	۵۱/۱	۳۸۳/۰	۲۳۹/۵		۶۲۲/۵
خانوارها خارج از محدوده موردمطالعه							۲۳۵/۵		۲۳۵/۵		
استفاده از آب دریافت شده از دیگر واحدهای اقتصادی		۵۰/۷	۵۰/۷	۸۵/۷		۰/۰	۴۲۷/۱	۴۷/۲	۶۱۸/۵	۲۳۹/۵	۸۵۸/۰

۲- حساب آلودگی آب[۳۱]

این بخش جریان ورود آلودگی در پساب که طی فرآیند تولید، مصرف و یا به دلیل ورود فاضلاب به منابع آبی ایجاد می‌شود را تشریح می‌کند. در واقع این حساب‌ها میزان فشار بر طبیعت به دلیل ایجاد آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی را اندازه‌گیری می‌کنند. در این حساب‌ها فعالیت‌های تولیدکننده‌ی آلودگی، نوع آلودگی ایجادشده و منبع مورد تهدید مشخص می‌گردد. جهت تشکیل حساب آلودگی آب، ابتدا بایستی آلوده‌کننده‌های مهم در یک منطقه را شناسایی کرد و سپس میزان آلودگی ایجادشده را به‌صورت مجزا برای هریک از آلوده‌کننده‌ها و یا به‌صورت جمعی اندازه‌گیری کرد. هم‌چنین به دلیل آنکه در بسیاری موارد آب آلوده‌ی عرضه‌شده به بخش فاضلاب در بخش‌های دیگر اقتصاد بازچرخانی می‌شود، جهت جلوگیری از شمارش مضاعف، حساب آلودگی در سه جدول زیر عرضه می‌شود:

-ناخالص آلودگی

- آلودگی فاضلاب

- خالص آلودگی

۲-۱- ناخالص آلودگی:

جدول (۴) میزان آلودگی که توسط هریک از بخش‌های اقتصادی منتشر می‌شود را نشان می‌دهد. از آنجایی‌که ممکن است بخشی از آلودگی منتشر شده توسط فاضلاب وارد بخش اقتصادی مورد نظر شده باشد، آلودگی اندازه‌گیری شده «ناخالص آلودگی» نامیده می‌شود.

۲-۲- آلودگی فاضلاب:

این بخش آلودگی‌های منتشر شده توسط بخش فاضلاب (کد۳۷) را به تفکیک منابع آبی مورد تهدید ثبت می‌کند. با استفاده از اطلاعات جدول (۵)، میزان آلودگی منتشر شده به منابع آبی که به‌وسیله‌ی بخش فاضلاب صورت گرفته است، قابل بررسی می‌باشد.

۲-۳- خالص آلودگی:

از آنجایی‌که بخش عظیمی از آلودگی‌های تولید شده در بخش‌های اقتصادی توسط بخش فاضلاب (کد۳۷) مورد بازچرخانی قرار می‌گیرد، به منظور محاسبه‌ی خالص آلودگی انتشار یافته، لازم است آلودگی که توسط این بخش و به‌طور غیر مستقیم (تخلیه فاضلاب به منابع آبی) به بخش‌های اقتصادی منتشر می‌شود، محاسبه و از میزان آلودگی ناخالص کسر شود. جدول خالص آلودگی از تلفیق جداول ناخالص آلودگی و آلودگی فاضلاب بدست می‌آید (جدول ۶).

جدول ۴- ناخالص آلودگی ایجادشده به وسیله‌ی بخش‌های مختلف اقتصادی (بر حسب تن)

آلودگی	صنایع (بر اساس تقسیم‌بندی ISIC)							خانوارها	خارج از محدوده موردمطالعه	کل
	۱-۳	۵-۳۳، ۴۱-۴۳	۳۵	۳۶	۳۷*	۳۸،۳۹، ۴۵-۹۹	کل			
۱.ناخالص آلودگی انتشار یافته (۱.الف.+ا.ب.)	۳۱۵۰/۲	۵۰۴۷/۴	۷۴۰۵/۱	۱۸۵۱	۴۹۸/۵	۱۹۷۳/۸	۱۹۹۲۵/۹	۱۱۶۶۳/۶		۳۱۵۸۹/۵
۱.الف. انتشار مستقیم آلودگی به منابع آب (= ۱.الف.۱ + ۱.الف.۲ = ۱.الف.i + ۱.الف.ii)	۲۴۷۰	۳۹۰/۱	۷۳۱۳/۲	۱۷۹۷/۸		۲۷/۷	۱۱۹۹۸/۷	۲۷۱۲/۷		۱۴۷۱۱/۵
۱.الف.۱. بدون تصفیه	۲۴۷۰	۲۵۷/۴	۷۳۱۳/۲	۱۷۹۷/۸		۷/۹	۱۱۸۴۶/۲	۱۸۶۵		۱۳۷۱۱/۳
۱.الف.۲. بعد از تصفیه در بخش		۱۳۲/۷	۰			۱۹/۸	۱۵۲/۵	۸۴۷/۷		۱۰۰۰/۲
۱.الف.i. به منابع آبی درون‌مرزی	۲۴۷۰	۳۱۱/۸	۵۴۸۴/۹	۱۷۹۷/۸		۲۷/۷	۱۰۰۹۲/۲	۲۵۹۹/۷		۱۲۶۹۱/۹
۱.الف.ii. به دریا	۰	۷۸/۳	۱۸۲۸/۳			۰	۱۹۰۶/۶	۱۱۳		۲۰۱۹/۶
۱.ب. انتشار آلودگی به فاضلاب(ISIC۳۷)	۶۸۰/۲	۴۶۵۷/۳	۹۲	۵۳/۲	۴۹۸/۵	۱۹۴۶	۷۹۲۷/۲	۸۹۵۰/۹		۱۶۸۷۸
۲.تخصیص دوباره آلودگی توسط (ISIC۳۷)	۲۱۳/۶	۱۴۰۳/۳	۶۶/۸	۱۶/۷	۴۹۸/۵	۵۸۵/۹	۲۷۸۴/۷	۲۸۱۰/۱		۵۵۹۴/۸
۳.آلودگی خالص(۱.الف.+۲)	۲۶۸۳/۶	۱۷۹۳/۳	۷۳۸۰	۱۸۱۴/۵	۴۹۸/۵	۶۱۳/۶	۱۴۷۸۳/۵	۵۵۲۲/۸		۲۰۳۰۶/۳

* میزان آلودگی انتشار یافته توسط رواناب شهری که عموماً در فاضلاب تخلیه می‌شود.

جدول ۵- آلودگی‌های منتشر شده توسط بخش فاضلاب (کد۳۷) (بر حسب تن)

آلودگی	بخش فاضلاب (کد ۳۷ ISIC)
۴. انتشار آلودگی به منابع آب (= ۴.الف + ۴.ب)	۵۵۹۴/۸
۴.الف. آلودگی انتشار یافته بعد از تصفیه	۵۰۹۶/۳
به منابع آبی	۲۳۹۶/۴
به دریا	۲۶۹۹/۹
۴.ب. آلودگی انتشار یافته قبل از تصفیه	۴۹۸/۵
به منابع آبی	۲۳۴/۴
به دریا	۲۶۴/۱

جدول ۶- خالص آلودگی ایجادشده به وسیله‌ی بخش‌های مختلف اقتصادی (بر حسب تن)

آلودگی	صنایع (بر اساس تقسیم‌بندی ISIC)							خانوارها	خارج از محدوده موردمطالعه	کل
	۱-۳	۵-۳۳، ۴۱-۴۳	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸،۳۹، ۴۵-۹۹	کل			
۱. ناخالص آلودگی انتشار یافته	۳۱۵۰/۲	۵۰۴۷/۴	۷۴۰۵/۱	۱۸۵۱	۴۹۸/۵	۱۹۷۳/۸	۱۹۹۲۵/۹	۱۱۶۶۳/۶		۳۱۵۸۹/۵
۲. توزیع مجدد آلودگی توسط بخش فاضلاب (کد ۳۷) به بخش‌های مختلف اقتصادی	۲۱۳/۶	۱۴۰۳/۳	۶۶/۸	۱۶/۷	۴۹۸/۵	۵۸۵/۹	۲۷۸۴/۷	۲۸۱۰/۱		۵۵۹۴/۸
۳. خالص آلودگی انتشار یافته (= ۲ + ۱.الف)	۲۶۸۳/۶	۱۷۹۳/۳	۷۳۸۰	۱۸۱۴/۵	۴۹۸/۵	۶۱۳/۶	۱۴۷۸۳/۵	۵۵۲۲/۸		۲۰۳۰۶/۳

۳- حساب‌های ترکیبی و اقتصادی[۳۲]

بکارگیری واژه‌ی "ترکیبی" بدان مفهوم است که حساب‌های مشابه با مقیاس‌های گوناگون مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. به‌عبارت دیگر، حساب‌های ترکیبی از ترکیب اطلاعات و داده‌های حساب‌های ملی و حساب‌های فیزیکی ساخته می‌شوند. از این رو تحلیل سیاست‌ها و استراتژی‌های مربوط به بخش آب را امکان‌پذیر می‌سازد. مهمترین هدف این بخش از حسابداری آب تشریح عملکرد فعالیت‌های مربوط به بخش‌های مختلف از نقطه نظر اقتصاد آب است که جهت حصول آن محاسبه‌ی اقلام زیر مورد توجه قرار می‌گیرند.

۱. هزینه‌های صرف شده جهت تولید محصولات

۲. درآمدهای حاصل شده از تولید محصولات

۳. میزان سرمایه‌گذاری و هزینه‌های صرف‌شده جهت بهبود زیرساخت‌های آبی
۴. میزان هزینه‌های پرداخت شده و یارانه‌های دریافت شده توسط مصرف‌کنندگان محصولات و خدمات آبی.
اطلاعات و داده‌های مربوط به این بخش در جداول اصلی زیر جمع‌آوری می‌شوند:
۱- جدول ترکیبی مصرف، ۲- جدول ترکیبی عرضه.

۳-۱- جدول ترکیبی مصرف:

این جدول به‌طورکلی از دو بخش که سطرهای جدول را می‌سازند تشکیل شده است (جدول ۷). این بخش‌ها عبارتند از:
- **بخش پولی مصرف:** اطلاعات و داده‌های این بخش میزان نهاده‌ها (مخصوصاً نهاده‌ی آب) که برای تولید کالاهای مربوط به هریک از بخش‌های اقتصادی صرف شده است را نشان می‌دهد.
- **بخش فیزیکی مصرف:** اطلاعات این بخش، از جدول، عرضه‌ی فیزیکی آب استخراج می‌شود که نشاندهنده‌ی میزان آب عرضه‌شده به بخش‌های مختلف اقتصاد (که در ستون‌های جدول ارایه شده است) و میزان آب برگشت داده شده از این بخش‌ها می‌باشد.

۳-۲- جدول ترکیبی عرضه:

این جدول به‌طورکلی از سه بخش که سطرهای جدول را می‌سازند، تشکیل شده است (جدول ۸). این بخش ها عبارتند از:
- **بخش پولی عرضه:** اطلاعات مربوط به این بخش از جدول عرضه حساب‌های ملی استخراج می‌شود که نشان‌دهنده ی میزان درآمدی است که هرکدام از بخش‌های اقتصادی تولید می‌کنند.
- **بخش فیزیکی عرضه:** اطلاعات این بخش، از جدول عرضه‌ی فیزیکی آب استخراج می‌شود که نشان‌دهنده‌ی میزان آب عرضه‌شده به بخش‌های مختلف اقتصاد (که در ستون‌های جدول ارایه شده است) و میزان آب برگشت داده شده از این بخش‌ها می‌باشد.
- بخش آلودگی حاصل از آلاینده‌ها در واحد فیزیکی: اطلاعات مربوط به این بخش از اطلاعات جدول آلودگی (داده‌های مربوط به خالص آلودگی) به این بخش منتقل شده است.

۴- حساب دارایی آب[۳۴]

حساب دارایی آب نشان‌دهنده‌ی میزان ذخایر آبی در ابتدا و انتهای دوره و از این رو نشان‌دهنده‌ی میزان تغییرات در ذخایر آبی طی دوره‌ی حسابداری می‌باشد. قبل از اینکه جداول اصلی در حساب دارایی آب توضیح داده شود، مفهوم دارایی از نقطه نظر حسابداری ملی و دارایی آب از نقطه نظر سیستم حسابداری اقتصادی- زیست محیطی به اختصار توضیح داده خواهد شد.

۴-۱- مفهوم دارایی و دارایی آب:

در حساب‌های ملی، دارایی شامل موجودی فیزیکی می‌باشد که دو ویژگی زیر را در برداشته باشد:
الف : مالکیت آن مشخص و قابل اجرا باشد.
ب: استفاده یا نگهداری از آن موجودی برای دوره‌ی زمانی مشخص برای صاحب یا صاحبان موجودی، سودآور باشد.
با وجود آنکه سیستم حسابداری ملی منابع آبی (شامل منابع آب زیرزمینی و منابع آب سطحی) را جزء دارایی‌های یک کشور معرفی می‌کنند، سیستم حسابداری اقتصادی- زیست محیطی تقسیم‌بندی دارایی منابع آب را به اقلام دیگری که در زیر به آن پرداخته شده است بسط می‌دهد. دارایی آب در این سیستم با واحد متر مکعب سنجیده می‌شود.
- **منابع آب‌های سطحی:** در سیستم حسابداری اقتصادی-زیست محیطی، مخازن مصنوعی آب، رودخانه‌ها، نهرها و ریزش‌های جوی که به طور آهسته و تدریجی وارد خاک می‌شوند (مانند برف، یخ و یخچال‌های طبیعی) در گروه مربوط به منابع آب‌های سطحی قرار می‌گیرند.
- **منابع آب‌های زیرزمینی:** منظور از آن میزان آبی است که در لایه‌هایی زیرین خاک جمع‌آوری می‌شود و باعنوان "سفره آب زیرزمینی" شناخته شده است.
- **آب خاک:** منظور میزان آبی است که در لایه های بالایی خاک جمع‌آوری می‌شود و در بعضی مواقع به‌صورت تبخیر وارد اتمسفر می‌شود.

۴-۲- جدول دارایی آب:

اصلی‌ترین مولفه‌های مربوط به حساب دارایی آب شامل موارد زیر می‌باشد:
- **موجودی ابتدا- انتهای دوره:** میزان آبی که در ابتدا و انتهای دوره موجود است را اندازه‌گیری می‌کند.
- **افزایش در موجودی:** میزان آبی که به دلیل فعالیت‌های انسانی مانند بازگشت آب به منابع آبی یا رخدادهای طبیعی مانند جریان‌های ورودی یا ریزش‌های جوی به موجودی منابع آبی افزوده شده است.
- **کاهش در موجودی:** میزان آبی است که به دلیل فعالیت‌های انسانی مانند برداشت از ذخایر آبی و یا رخدادهای طبیعی مانند تبخیر و تعرق از موجودی منابع آبی کاسته شده است.

بر این اساس حساب دارایی آب، میزان موجودی منابع آبی و تغییرات آن را برای منطقه‌ای خاص و در طی زمان مشخص درچارچوب کلی زیر مورد تحلیل قرار می‌دهد.

= موجودی ابتدای دوره
افزایش در موجودی آب–کاهش در موجودی آب+موجودی انتهای دوره

جدو ل ۷- حساب ترکیبی مصرف

	مصرف واسطه صنایع (بر اساس تقسیم‌بندی ISIC)							مصرف نهایی (واقعی)					تشکیل سرمایه	صادرات	استفاده کل در قیمت‌های خریدار
			۳۵					خانوار							
	۱-۳	۵-۳۳، ۴۱-۴۳	کل	برای محصولات آبی	۳۶	۳۷	۳۸، ۳۹، ۴۵-۹۹	کل صنعت	مخارج نهایی مصرف	نقل وانتقالات اجتماعی از نوع نهادهای دولتی و غیردولتی در خدمت خانوار	کل	دولت	کل			
۱. مصرف و استفاده کالای واسطه (واحدهای پولی) میزان مصرف و استفاده از:	۷۲/۹	۴۱۹/۴	۹/۹	۱/۱	۱/۱	۱/۷	۱۵۷/۸	۶۶۴	۳۲۱/۴	۱۳۱/۴	۴۵۲/۸	۵۳/۶	۵۰۶/۴	۱۴۶	۴۰۳	۱۷۱۹/۴
۱.الف.آب طبیعی (۱۸۰۰ CPC)	۰/۲	۰/۳	۰/۰۲	۰	۰		۰/۲	۰/۸	۰/۶	۰/۴	۱		۱	۰	۰	۱/۸
۱.ب.خدمات فاضلاب (۹۴۱ CPC)	۰/۴	۲/۴	۰/۱	۰	۰/۰۳		۱	۳/۹	۲/۴	۲/۴	۴/۹		۴/۹		۰	۸/۸
۳. کل آب مصرف‌شده(میلیون مترمکعب)	۱۵۹/۱	۲۰۰/۲	۴۰۸/۱	۳۰۰	۴۲۸/۷	۵۲۷/۲	۵۳/۴	۱۷۷۶/۷			۲۵۰/۳		۲۵۰/۳		۰	۲۰۲۷
۳.الف.کل آب برداشتی	۱۰۸/۴	۱۱۴/۵	۴۰۴/۲	۳۰۰	۴۲۸/۷	۱۰۰/۱	۲/۳	۱۱۵۸/۲			۱۰/۸		۱۰/۸			۱۱۶۹
آب برداشت شده برای : ۳.الف.۱.کالاها و خدمات مصرفی	۱۰۸/۴	۱۱۴/۶	۴۰۴/۲	۳۰۰	۲۳	۱۰۰/۱	۲/۳	۷۵۲/۶			۱۰/۸		۱۰/۸			۷۶۳/۴
۳.ب.میزان آب دریافت شده از سایر بخش‌های اقتصاد	۵۰/۷	۸۵/۷	۹۳		۰	۷۲۴/۱	۵۱/۱	۶۱۸/۵			۲۳۹/۵		۲۳۹/۵		۰	۸۵۸

جدول ۸- جدول ترکیبی عرضه

	ستانده صنایع (بر اساس تقسیم‌بندی ISIC)							واردات	مالیات منهای یارانه به محصولات	مابه التفاوت بین تجارت و حمل و نقل[۳۳]	عرضه کل در قیمت‌های خریدار
	۳-۱	۵-۳۳، ۴۱-۴۳	۳۵ کل	۳۵ برای محصولات آبی	۳۶	۳۷	۳۸، ۳۹، ۴۵-۹۹	کل قیمت ستانده به قیمت پایه				
۱-درآمد کل (واحدهای پولی) درآمد ایجادشده از :	۱۳۷/۶	۷۴۹	۲۲/۱	۳/۳	۱/۷	۹	۳۶۷	۱۲۸۶/۴	۳۶۳	۷۰	۰	۱۷۱۹/۴
۱.الف. عرضه آب از منابع طبیعی (۱۸۰۰ CPC)	۰	۰/۰۴	۰	۰	۱/۷	۰/۲	۰	۱/۹	۰	-۰/۱	۰	۱/۸
۱.ب. تأمین فاضلاب (۹۴۱ CPC)	۰	۰	۰	۰	۰	۸/۸	۰	۸/۸	۰		۰	۸/۸
۲-کل عرضه‌ی آب (میلیون مترمکعب)	۸۲/۹	۱۵۷	۴۰۵/۶	۳۰۰	۴۲۶/۹	۵۲۶/۵	۴۹/۸	۱۶۴۸/۷	۰			۱۶۴۸/۷
۲.الف.کل آب عرضه‌شده به سایر بخش‌های اقتصاد	۱۷/۹	۱۲۷/۶	۵/۶	۰	۳۷۹/۶	۴۲/۷	۴۹/۱	۶۲۲/۵	۰			۶۲۲/۵
۲.الف.۱. آب عرضه‌شده به فاضلاب	۱۷/۹	۱۱۷/۶	۵/۶	۰	۱/۴	۰	۴۹/۱	۱۹۱/۶	۰			۱۹۱/۶
۲.ب.کل آب برگشتی	۶۵	۲۹/۴	۴۰۰	۳۰۰	۴۷/۳	۴۸۳/۸	۰/۷	۱۰۲۶/۲				۱۰۲۶/۲
۲-ناخالص آلودگی منتشرشده (Chemical Oxygen demand) برحسب هزارتن	۳۱۵۰	۵۰۴۷/۴	۷۴۰۵/۱	۰	۱۸۵۱	۴۹۸/۵	۱۹۷۳/۸	۱۹۹۲۵/۹				۱۹۹۲۵/۹

جدول ۹- حساب دارایی آب (میلیون متر مکعب)

	آب‌های سطحی .EA.۱۳۱					
	EA.۱۳۱۱ انباره‌های مصنوعی	EA.۱۳۱۲ دریاچه	EA.۱۳۱۳ رودخانه	EA.۱۳۱۴ برف، یخ و یخچال‌های طبیعی	EA.۱۳۲ آب‌های زیرزمینی EA.۱۳۱۱ انباره‌های مصنوعی	EA.۱۳۳ آب خاک EA.۱۳۱۲ دریاچه	کل EA.۱۳۱۳ رودخانه
موجودی ابتدای دوره[۳۵]	۱۵۰۰	۲۷۰۰	۵۰۰۰	۰	۱۰۰۰۰۰	۵۰۰	۱۰۹۷۰۰
افزایش در موجودی							
بازگشت آب	۳۰۰	۰	۵۳		۳۱۵	۰	۶۶۹
۳. بارش	۱۲۴	۲۴۶	۵۰			۲۳۰۱۵	۲۳۴۳۵
۴.جریان‌های ورودی	۱۰۵۴	۳۳۹	۲۰۱۳۷		۴۳۷	۰	۲۱۹۶۷
۴.الف. از اراضی بالادست			۱۷۶۵				۱۷۶۵۰
۴.ب. از دیگر منابع در اراضی	۱۰۵۴	۳۳۹	۲۴۸۷	۰	۴۳۷	۰	۴۳۱۷
کاهش در موجودی							
۵.برداشت	۲۸۰	۲۰	۱۴۱		۴۷۶	۵۰	۹۶۷
۶..تبخیر/تبخیرتعرق واقعی	۸۰	۲۱۵	۵۴			۲۱۱۲۵	۲۱۴۷۴
۷.جریان‌های خروجی	۱۰۰۰	۱۰۰	۲۰۷۷۳	۰	۸۷	۱۷۸۷	۲۳۷۴۷
۷.الف.۷. به اراضی پایین دست			۹۴۳۰				۹۴۳۰
۷.ب. به دریا			۱۰۰۰۰				۱۰۰۰۰
۷.ث. به منابع دیگر در اراضی	۱۰۰۰	۱۰۰	۱۳۴۳	۰	۸۷	۱۷۸۷	۴۳۱۷
۸.دیگر تغییرات در حجم							۰
۹.موجودی انتهای دوره[۳۶]	۱۶۱۸	۲۹۵۰	۴۲۷۲		۱۰۰۱۸۹	۵۵۳	۱۰۹۵۸۳

با استفاده از جداول ارایه شده محاسبه‌ی شاخص‌های مربوطه امکان‌پذیر می‌باشد که برخی از آن‌ها در ذیل محاسبه شده است.

$$\text{شاخص شدت مصرف آب} = \frac{\text{آب مصرفی}}{\text{درآمد ملی}} = \frac{۱۳۸}{۱۷۱۹/۴} = ۰/۰۸$$

$$\text{شاخص بهره‌وری آب} = \frac{\text{درآمد ملی}}{\text{آب مصرفی}} = \frac{۱۷۱۹/۴}{۱۳۸} = ۱۲/۴۶$$

$$\text{شاخص ارزش افزوده (بخش اقتصادی ۳۵)} = \frac{\text{ارزش افزوده}}{\text{آب مصرف نشده}} = \frac{۲۲/۱}{۲/۵} = ۸/۸۴$$

$$\text{شاخص شدت آلودگی آب} = \frac{\text{میزان آلودگی آب}}{\text{درآمد ملی}} = \frac{۲۰۳۰۶/۲}{۱۷۱۹/۴} = ۱۱/۸۱$$

$$\text{کارایی زیست محیطی (بخش ۳۵)} = \frac{\text{سهم آلودگی زیست محیطی}}{\text{سهم درآمد تولید شده}} = \frac{\frac{۷۳۸۰}{۲۰۳۰۶/۲}}{\frac{۲۲/۱}{۱۷۱۹/۴}} = ۲۸/۲۷$$

$$\text{سرانه آب تجدیدپذیر(برای جمعیت ۷۰میلیونی)} = \frac{\text{آب تجدیدپذیر}}{\text{جمعیت}} = \frac{۱۰۹۵۸}{۷۰} = ۱۵۶۵/۵$$

با افزودن جدول مخارج دولت جهت تأمین آب و جمع‌آوری فاضلاب، محاسبه‌ی قیمت ضمنی آب امکان‌پذیر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

حسابداری آب با گردآوری اطلاعات لازم و تحلیل دقیق از وضعیت موجود و تغییرات صورت گرفته در زمینه‌ی بهره‌برداری از منابع آبی، مدیریت پایدار این منابع را امکان پذیر می‌سازد. مقایسه‌ی روش‌های مختلف حسابداری آب نشان داد که روش حسابداری عمومی آب با گردآوری اطلاعات مربوط به میزان آب عرضه شده و میزان آب وارد شده به مخزن، تنها برای تحلیل تغییرات صورت گرفته در ذخایر منابع آبی مناسب می‌باشد. روش حسابداری ارایه شده توسط موسسه‌ی بین المللی حسابداری آب با محاسبه‌ی مقادیر "آب مصرف شده" و "آب در دسترس" چگونگی مدیریت آب را از طریق محاسبه‌ی دقیق آب تجدیدپذیر مورد ارزیابی قرار می‌دهد. از آنجایی‌که در این نوع حسابداری، برای جمع‌آوری داده‌ها از ابزار و تکنیک‌های ماهواره‌ای و سنجش از دور استفاده می‌شود، این روش نسبت به روش‌های دیگر، هزینه‌برتر می‌باشد. در روش حسابداری رد پای آب، اختلاف مقادیر مربوط به "آب سبز" و "آب آبی"، هم‌چنین "آب خاکستری" که میزان آلودگی تولید شده را نشان می‌دهد، معیاری برای نحوه‌ی مدیریت منابع آب در نظر گرفته می‌شود. روش حسابداری اقتصادی زیست محیطی، با تلفیق حساب‌های ملی و حساب‌های مربوط به گردش فیزیکی آب امکان ارزیابی زیست‌محیطی و اقتصادی را تواماً فراهم می‌آورد. این روش به دلیل فراهم آوردن ابزارهای لازم جهت ارزیابی فیزیکی و اقتصادی به طور توام، کارایی بیشتری برای مدیریت آب در مناطقی که با بحران آب مواجه هستند، دارد.

پی‌نوشت

1- General purpose water accounting
2-Australian water accounting standard
3- International Water Management Institute Water Accounting Framework
4- Available water
5- Depleted fraction
6- Beneficial fraction
7- Non-beneficial fraction
8- Utilizable fraction
9- Remote sensing
10- Water accounting plus
11- Biomass
12- Water productivity in terms of biomass per volume of water
13- Evapotranspiration
14- Water footprint accounting
15- Arjen Y. Hoekstra
16- Green water use
17- Blue water use
18- Grey water use
19- System of environmental-economic accounting for water
20- Flow accounts
21- Asset accounts
22- Quality accounts
23- Use table
24- Supply table
25- Emission accounts
26- Hybrid and economic accounts
27- International Standard Industrial Classification of All Economic Activities
28- Abstraction
29- Reused water or reclaimed wastewater
30- Return water
31- Water emission accounts
32- Hybrid and economic accounts
33- Trade and transport margins
34- Water asset accounts
35- Opening stocks
36- Closing stocks

منابع

Bastiaanssen W.G., Karimi P., Rebelo L.M., Duan Z., Senay G., Muthuwatte L. and Smakhtin V. 2014. Earth observation based assessment of the water production and water consumption of Nile Basin agro-ecosystems. Remote Sensing, 6(11): 10306-10334.

Chandrapala L. and Wimalasuriya M. 2003. Satellite measurements supplemented with meteorological data to operationally estimate evaporation in Sri Lanka. Agricultural water management, 58(2): 89-107.

Dost E.B.O. and Wim B. 2013. Water accounting through remote sensing. Retrieved from Dost R., Obando E. B. and Bastiaanssen W. 2013. Water accounting through remote sensing.Report: A wash revier basin water audit (ARBWA) project.

Gan H., Wang Y., Lu Q., Vardon M. and Chanchai A. 2012. Development and Application of the System of Environmental–Economic Accounting for Water in China. International Water Accounting: Effective Management of a Scarce Resource. Edward Elgar Publishing Inc., New York, 139-161.

Godfrey J.M. and Chalmers K. 2012. Water accounting: International approaches to policy and decision-making: Edward Elgar Publishing.

Hastings E. and Pegram G. 2011. Literature review for the applicability of water footprints in South Africa: Water Research Commission.

Hoogeveen J., Faures J., Peiser L., Burke J. and Van de Giesen N. 2015. GlobWat–a global water balance model to assess water use in irrigated agriculture (discussion paper). Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 19: 3829–3844.

Karimi P., Bastiaanssen W. and Molden D. 2013. Water Accounting Plus (WA+)–a water accounting procedure for complex river basins based on satellite measurements. Hydrology and Earth System Sciences, 17(7): 2459–2472.

Karimi P., Molden D., Bastiaanssen W. and Cai X. 2012. Water accounting to assess use and productivity of water: evolution of a concept and new frontiers. Water accounting: International approaches to policy and decision-making, edited by: Godfrey, J. M. and Chalmers, K, 76-88.

Lange G.M., Hassan R.M., Arntzen J., Crawford J. and Mungatana E. 2007. The Economics of Water Management in southern Africa: an environmental accounting approach: Edward Elgar Publishing.

Molden D. 1997. Accounting for water use and productivity: Iwmi.

Molden D. and Sakthivadivel R. 1999. Water accounting to assess use and productivity of water. International Journal of Water Resources Development, 15(1-2): 55-71.

Nations U. 2014. System of Environmental-Economic Accounting 2012.

Shilpakar R.L., Bastiaanssen W.G. and Molden D.J. 2011. A remote sensing-based approach for water accounting in the East Rapti River Basin, Nepal. Himalayan Journal of Sciences, 7(9): 15-30.

Simons G.G., Bastiaanssen W.W. and Immerzeel W.W. 2015. Water reuse in river basins with multiple users: A literature review. Journal of Hydrology, 522: 558-571.

United nations, European commission, International monetary fund, Organisation for economic Co-operation and development and World bank. 2003. Integrated environmental and economic accounting. Series F, No.61, Rev.1

UNSD (United Nations Statistic Division). 2007. System of Environmental– Economic Accounting for Water. United Nations Statistic Division, New York.

Vardon M., Lenzen M., Peevor S. and Creaser M. 2007. Water accounting in Australia. Ecological Economics, 61(4): 650-659.

Vardon M., Martinez-Lagunes R., Gan H. and Nagy M. 2012. The System of Environmental–Economic Accounting for water: development, implementation and use. Water Accounting. International approaches to policy and decision-makingCheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited, 32-57.

2016, Vol.3, No.1, Pages 23 to 30
Journal of Water and Sustainable Development

سال سوم، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵، صفحات ۲۳ تا ۳۰
نشریه آب و توسعه پایدار

Measuring the effect of economic activities of Iran on water, land and human demand in 2012: an input–output approach

K. Javadi Pashaki[1*], S.H. Sajadifar[2], M. Ahmadpour Borazjani[3], A. Najibi Fini[4]

1- PhD in Agricultural Economics and Teacher of Islamic Azad University, Iran. 2- PhD in Economic Systems, Department of economic, Shahriyar branch, Islamic Azad University, Shahriyar, Iran. 3- PhD in Agricultural Economics, Faculty Member of the Department of Agricultural Economics, Zabul University, Iran. 4- MSc. in Economics,Water and wastewater in Hormozgan Province, Iran.

*(Corresponding Author Email: javadi_k2006@yahoo.com)

Received: 16-7-2016
Accepted: 5-9-2016

سنجش اثر فعالیت‌های اقتصادی ایران بر تقاضای آب، زمین و انسان در سال ۱۳۹۱، رهیافت جدول داده – ستانده

کوروش جوادی پاشاکی[1*]، سیدحسین سجادی‌فر[2]، محمود احمدپور برازجانی[3]، عبدالعظیم نجیبی‌فینی[4]

۱- دکتری اقتصاد کشاورزی و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی. ۲- دکتری سیستم‌های اقتصادی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهریار. ۳- دکتری اقتصاد کشاورزی، عضو هیات علمی گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل. ٤- کارشناسی ارشد اقتصاد، آب و فاضلاب استان هرمزگان.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: javadi_k2006@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۵/٤/۲٦
تاریخ پذیرش: ۹۵Fugit pra cus soluptam, si in nus dessitiosae quis cus/٦/۱۵,

Abstract

Water is a vital resource for each biological and economic phenomenon. Water is considered as a production input. Production is not possible without water in all economic sectors. Also, the environment including air, soil, fauna and plants utilize water in their bioprocess, therefore the quantity of water demand is not limited only to final and intermediate demand in economic sectors. In this paper effect of economic activities and ecological water footprint, land and human has been investigated using an input- output table with method RAS in 2012. Data of this study derived from national accounts and water statistical yearbook data. First, production multiplier coefficient of sectors links and then water, land, and human multiplier coefficient, are calculated. In fact, the calculated multiplier coefficient expresses the relationship between final demand and water, land, and human in physical quantity terms in Iran's economy. Results show that one unit of demand or investment in agricultural sector requires 65722 m3 of water. Also, this quantity in industry, mining, building and service sectors are 13922, 1227, 3260 and 1005 m3 respectively. Also, the results of land multiplier coefficient show that one unit demand or investment(in terms of billion Rials) in agricultural, industry, mining, building and service sectors requires 137552, 27888, 6419, 1832 m2 land respectively. Also, the results of human multiplier coefficient show that for one unit demand in the agricultural sector, 4 people employed directly and indirectly. Mining sector per one unit demand or investment requires one people. The mining, building and service sectors require 3, 5 and 2 people (directly and indirectly) respectively.

Keywords: multiplier coefficient, water ecology, land, human, input-output table, RAS method.

چکیده

آب منبع حیاتی برای هر پدیده زیستی و اقتصادی است. آب به عنوان یک نهاده برای تولید به شمار می‌آید. تولید برای هیچ بخشی از اقتصاد، بدون آب میسر نیست. محیط زیست شامل هوا، خاک، جانداران و گیاهان نیز از آب در فرآیندهای زیستی خود استفاده می‌کنند، بنابراین مقدار تقاضا برای آب به تقاضای نهایی و واسطه‌ای در بخش‌های اقتصادی خلاصه نمی‌شود. در این مقاله اثر فعالیت‌های اقتصادی و ردپای بوم‌شناسی آب، زمین و انسان با استفاده از رویکرد جدول داده–ستانده به روش RAS در سطح کلان کشور برای سال ۱۳۹۱ مورد سنجش قرارگرفته است. داده‌های آماری این پژوهش از حساب‌های ملی و سالنامه آماری آب می‌باشد. ابتدا ضرایب فزاینده تولید پیوند بخش‌ها محاسبه شده و سپس ضرایب فزاینده آب، زمین و انسان محاسبه گردیده است. ضرایب فزاینده محاسبه شده در واقع ارتباط بین تقاضای نهایی و مقدار فیزیکی آب، زمین و انسان در اقتصاد ایران را بیان می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که یک واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری (برحسب یک میلیارد ریال) در بخش کشاورزی ۶۵۷۲۲ مترمکعب آب نیاز دارد. همچنین این میزان در بخش‌های صنعت، معدن، ساختمان و خدمات به ترتیب ۱۳۹۲۲، ۱۲۲۷، ۳۲۶۰ و ۱۰۰۵ مترمکعب می‌باشد. همچنین نتایج محاسبه ضریب فزاینده زمین نشان می‌دهد که یک واحد تقاضا (یک میلیارد ریال) و یا سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی ۱۳۷۵۵۲ مترمربع زمین و در بخش‌های صنعت ۲۷۸۸۸ مترمربع، معدن ۲۵۷۶ مترمربع، ساختمان ۶۴۱۹ متر مربع و در بخش خدمات ۱۸۳۲ مترمربع برحسب زمین زیر بنا مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین نتایج محاسبات ضریب فزاینده انسان در بخش‌های اقتصادی نشان می‌دهد برای یک واحد تقاضا (یک میلیارد ریال)، در بخش کشاورزی به طور تقریبی ۴ نفر بطور مستقیم و غیرمستقیم بکار گرفته می‌شود. بخش معدن نیز به ازای یک واحد تقاضا حدوداً به ۱ نفر نیاز دارد. بخش‌های صنعت، ساختمان و خدمات نیز به ترتیب حدوداً ۳ نفر، ۵ نفر و ۲ نفر بطور مستقیم و غیرمستقیم در فرایند تولید خود بکار می‌گیرند.

واژه‌های کلیدی: ضریب فزاینده، بوم‌شناسی آب، زمین، انسان، جدول داده–ستانده، روش RAS.

مقدمه

آب منبع حیاتی برای هر پدیده زیستی و انسانی است. آب به عنوان یک نهاده برای تولید به‌شمار می‌آید. هیچ بخشی از اقتصاد بدون آب، تولید برای آن امکان پذیر نمی‌باشد. امروزه جوامع بین المللی از اهمیت آب درجهت داشتن رشد اقتصادی پایدار در زمان حال و آینده آگاه گشته‌اند .پایداری آب و زمین عبارت است از اطمینان از نسل‌های آتی که امکان تولید کالا و خدمات برای تامین اهداف خود را داشته باشند. استفاده از آب وقتی پایدار خواهد بود که امکان تولید غذا برای نسل‌های فعلی و نسل‌های آتی فراهم باشد. می‌دانیم که کالاها برای فرآیند تولید خود در جریان اقتصادی به‌صورت زنجیره‌ای با یکدیگر ارتباط دارند. برای تولید کالا نیاز به مواد اولیه از کالاهای، دیگر بخش‌های اقتصادی است و محصول تولید شده‌ی هر بخش، خود نیز در سایر بخش‌های اقتصادی به‌عنوان کالای واسطه‌ای عرضه می‌شود و مابقی آن جذب تقاضای نهایی (خانوارها، دولت، سرمایه‌گذاری، صادرات) می‌شود. تقاضای آب به کاربردهای آن بستگی دارد و برحسب کاربرد و مصارف آن قابل تشخیص است. تقاضای نهایی خانوارها و یا مصرف واسطه‌ای در بخش‌های صنعتی، کشاورزی، خدمات و زیست محیطی طبقه‌بندی می‌گردد. بطورکلی تقاضای آب برحسب مصارف، شامل: تقاضای آب به عنوان کالای نهایی و کالاهای واسطه‌ای می‌باشد. تقاضای واسطه‌ای بدین معنا است که آب در تولید کالاها و خدمات از جمله آبیاری محصول، خنک‌سازی، عملیات تولید و به حرکت در آوردن توربین‌ها برای تولید برق، مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر تقاضای نهایی و واسطه ای در بخش‌های اقتصادی برای آب، محیط زیست، هوا، خاک، جانداران و گیاهان نیز از آب در فرآیند زیستی خود استفاده می‌کنند.

همانطور که ذکر شد آب ازمهم‌ترین عوامل تولید در بخش اقتصادی است که تامین آن، از منابع آب سطحی و زیرزمینی صورت می‌گیرد. منابع آب سطحی به شرایط جوی و میزان بارندگی درکشور بستگی دارد. مطالعاتی که در گذشته در زمینه مسائل آب درسطح کلان کشور انجام شده است نشان می‌دهد، هزینه‌های خشکسالی به میزان ۴/۴ درصد ارزش افزوده زیربخش‌های زراعی و باغی را کاهش می‌دهد. در ایران و در بیشتر نواحی بدون توسل به آبیاری، فعالیت کشاورزی امکان‌پذیر نمی‌باشد. در بعضی از استان‌ها با مصرف آب شرب باتوجه به اینکه جمعیت شهری ایران به شدت در حال رشد است در آینده نزدیک حتماً با مشکل آبی مواجه خواهیم شد و چنانچه نقش آب در جمعیت شهری کشور مدیریت نشود، قطعاً آب کفاف جمعیت را نخواهد داد. یکی از راه‌های برون رفت از مشکلات مدیریت منابع آب، مصرف بهینه آب است.

از آنجا که مدیریت عرضه و تقاضای آب از مهمترین مسائل پیشروی سیاستگذاران کشوراست، سیاستگذاران بدون ترسیم دورنمای آینده بخش‌آب، قادر به مدیریت صحیح این بخش نخواهند بود .بنابراین لازم است که چشم اندازهای آتی، شرایط و پیش نیازهای بخش آب ترسیم گردد .تدوین استراتژی، فرآیند تهیه برنامه بلندمدت برای مدیریت باید کارا باشد که فرصت‌ها، موقعیت‌ها و تهدیدهای آینده را مد نظر قرار دهد.

اولین مرحله برنامه‌ریزی، بررسی وضعیت موجود بخش آب در سطح کلان کشور و در مناطقی (استان‌ها) است که رشد جمعیتی بالایی دارند. زیرا عدم توجه به آب، مشکلات معیشتی خانوارها و کشاورزان و فقر غذایی را به‌دنبال خواهد داشت. در این راستا دستگاه‌های که در رابطه با مدیریت منابع آب، توزیع و یا تولید کننده آب می‌باشند، اعم از جمع‌آوری، تصفیه و توزیع آب، مثل شرکت‌های آب منطقه‌ای و آب و فاضلاب شهری و روستایی، که عرضه کننده آب می‌باشند و از طرفی دیگر تقاضاکنندگان آب که عمدتاً بخش‌های اقتصاد که به‌عنوان یک کالا واسطه‌ای در فرایند تولید استفاده می‌کنند و تقاضا کنندگان نهایی که معمولاً خانوارها، دولت و صادرکنندگان می‌باشند؛ بایستی استفاده بهینه منابع در الگوی مصرف آب را رعایت کنند، تا درآینده دچار کمبود منابع آبی نشویم.

باتوجه به اینکه استفاده از آب دریک بخش، سایر بخش‌ها را تحت تأثیر قرارمی‌دهد، باید بخش آب در برنامه‌های توسعه به عنوان یك كل در نظر گرفته شده و اثرات زیست محیطی و اقتصادی و سیاست‌های آن نیز بررسی شود. این مقاله از یافته‌های تحقیق سنجش اثر فعالیت‌های اقتصادی بر اکولوژیک آب، زمین و انسان در اقتصاد ایران می‌باشد. در این مطالعه ابتدا ضرایب فزاینده تولید پیوند بخش‌ها با استفاده از رویکرد جدول داده – ستانده محاسبه شده و سپس ضرایب فزاینده آب، زمین و انسان محاسبه گردیده است. ضریب فزاینده تولید در بخش‌های اقتصادی و ضریب فزاینده آب، زمین و انسان در واقع رابطه فعالیت اقتصادی و استفاده از میزان یا مقدار فیزیکی هر یک از متغیرها را نشان می‌دهد. در واقع این ضرایب، پاسخگویی به تقاضا در بخش‌های اقتصادی ایران را نشان می‌دهد.

مفهوم اکولوژیک یا بوم‌شناسی زمین، آب و انسان

- مفهوم بوم‌شناسی زمین

زمین یک عامل مهم تولید در بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی دربخش کشاورزی، جنگل، یا ساختمان مسکونی، تجاری و صنعتی می‌باشد. مالکیت زمین برای افراد و کشورها یک قدرت اجتماعی، و ثروت شخصی و دارایی مهمی به‌شمار می‌رود. زمین در واقع کالایی است که هم از لحاظ مکانی و هم از لحاظ کیفیت، ناهمگن است(دبیری، ۱۳۹۴). از لحاظ مکانی، ناهمگنی به این صورت است، که نوع استفاده از زمین در مکان‌های مختلف، تفاوت دارد. از لحاظ مکانی، ناهمگنی به این صورت است که نوع استفاده از زمین در مکان‌های مختلف تفاوت دارد، همچنین سبب می‌شود که موقعیت

آن‌ها نسبت به بازار متفاوت باشد، زمینی که در نزدیک شهر است با زمینی که در کوهپایه و یا نقاط دور افتاده واقع شده است، ارزش متفاوتی خواهد داشت. از طرف دیگر زمین‌ها از لحاظ کیفیت نیز متفاوت هستند، یعنی نوع خاک و حاصل‌خیزی آن‌ها متفاوت است که موجب ناهمگنی آن‌ها می‌گردد. برای تعیین استفاده کارا از زمین، نیاز به تعریف معیاری است که براساس آن شرایط کارایی بدست می‌آید. معمولاً استفاده کارآ از زمین به گونه‌ای است که بیشترین رانت را به دنبال دارد. بنابراین شرط کارایی دقیقاً معادل با حداکثر رانت می‌باشد. این معیار برای حالت‌های مختلف قابل کاربرد بوده و از انعطاف لازم برخوردار است. استفاده از زمین معمولاً با سه حالت مواجه هست. یکی حالتی که زمین‌ها همگن هستند. در این حالت نوع استفاده از زمین را تغییر می‌دهند تا بیشترین رانت بدست آید. حالت دوم مربوط به زمین‌های ناهمگن است که در اغلب موارد با این وضعیت مواجه هستند. این ناهمگنی به دلیل تفاوت در مرغوبیت و موقعیت مکانی است. حالت سوم راجع به نوع مالکیت زمین است . در این حالت نیز کارایی معیار مطلوب از زمین، حداکثر رانت تعریف می‌شود.

- مفهوم بوم‌شناسی تقاضای آب

ردپای بوم‌شناسی تقاضای آب به کاربردهای آن بستگی دارد و برحسب کاربرد و مصارف آن قابل تشخیص است(Pfister و همکاران، ۲۰۱۷). تقاضای نهایی خانوارها و یا مصرف واسطه‌ای در بخش‌های صنعتی، کشاورزی، خدمات و زیست محیطی طبقه‌بندی می‌گردد. بطورکلی تقاضای آب برحسب مصارف، شامل: تقاضای آب به عنوان کالای نهایی و کالاهای واسطه‌ای می‌باشد. تقاضای واسطه‌ای بدین معنا است که آب در تولید کالاها و خدمات از جمله آبیاری محصول، خنک‌سازی، عملیات تولید و به حرکت در آوردن توربین‌ها برای تولید برق، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- مفهوم بوم‌شناسی انسان

بطور کلی عناصری که برای تولید می‌توان ذکر کرد، سرمایه انسانی و مادی است. از سرمایه انسانی گاه به عنوان منابع انسانی یا همان نیروی کار یاد می‌شود. از سرمایه مادی به عنوان منابع مادی شامل: ماشین‌آلات، ساختمان و مانند آن سخن به میان می‌آید. اگر دو عنصر سرمایه انسانی و مادی وجود نداشته باشد، هرگز چیزی به عنوان تولید یا فرآوری تحقق نخواهد یافت. از این رو تولید را برآیند طبیعی کار و سرمایه، یعنی سرمایه انسانی و مادی دانسته‌اند، زیرا این انسان است که با عناصری چون خلاقیت، فعل و کار، اندیشه و فکر خود، درمنابع مادی تصرف و تغییرات مثبتی را ایجاد کرده و منجر به تولید کالا یا خدمات می‌شود.

مبانی نظری و روش تحقیق

داده‌های آماری این تحقیق براساس آمارهای ثبتی از آب منطقه‌ای، آب و فاضلاب شهری و روستایی و سازمان مدیریت منابع آب با استفاده از رویکرد جدول داده – ستانده می‌باشد. برای محاسبه ضریب فزاینده آب در بخش‌های اقتصادی از رویکرد جدول داده – ستانده استفاده شده است. در این رویکرد هدف ارتباط بین تغییرات تقاضای نهایی برای تولید و تغییرات میزان مصرف آب، زمین و بکارگیری نیروی کار (انسان) در هریک از بخش‌های اقتصادی است. در واقع ما به دنبال پاسخ‌گویی به این سوال می‌باشیم، که با میزان مشخصی تقاضا و یا سرمایه‌گذاری در هر یک از بخش‌ها، چه میزان آب مصرف می‌شود و یا چه میزان زمین یا انسان برای تولید نیاز می‌باشد. روش مورد استفاده بر اساس الگوی جدول داده-ستانده Miller و Blair (۲۰۰۹) می‌باشد. در این الگو، رابطه هریک از نهاده‌ها با تولید به‌صورت رابطه $A=\{aij\}=Xij/Xj$ بیان می‌شود، که ماتریس ضرائب مستقیم که در آن Xij داده‌های مستقیم تولید رشته فعالیت i و Xj به کل ستانده رشته فعالیت j است، ماتریس کل نیازها عبارت خواهد بود از:

$$X_i=[I - A]^{-1}. fd_i \quad (۱)$$

$$PW_j=w_j/x_j \quad (۲)$$

در رابطه فوق، (PW_j) مقدار مصرف آب بخش زام و یا ضریب مستقیم آب را نشان می‌دهد به این معنا که به ازای یک واحد تولید بخش زام این بخش به طور مستقیم چه مقدار آب مصرف می‌شود و (x_j) ستانده بخش را نشان می‌دهد. بدین ترتیب مقدار نیازهای آب بطور مستقیم و غیرمستقیم برای کل بخش‌های اقتصادی از رابطه (۳) محاسبه‌می‌شود.

$$W_{ij} = [I - A]^{-1}. \hat{fd}_i \quad (۳)$$

در گام بعدی با استفاده از روابط (۱) و (۲) ماتریس ضرایب فزاینده آب (Pv_j) طبق رابطه (۴) بدست می‌آید. همچنین رابطه (۵) بیان می‌دارد که با افزایش یک واحد در تقاضای نهایی یا به طور مشخص با یک واحد سرمایه‌گذاری، چه میزان آب به‌طور مستقیم و غیرمستقیم توسط هر یک بخش اقتصادی مصرف می‌کنند.

$$Pv_j= PW_j [I - A]^{-1}. fd_i \quad (۴)$$

$$\Delta Pv_j= PW_j [I - A]^{-1}. \Delta fd_i \quad (۵)$$

این روابط برای تعیین ضریب فزاینده زمین و انسان نیز صادق است. بطوریکه در مورد زمین نیز بیان می‌کند که با یک واحد تقاضا یا به طور مشخص با یک واحد سرمایه‌گذاری، چه میزان زمین به طور مستقیم و غیرمستقیم توسط هر بخش اقتصادی بکار گرفته می‌شود. و یا در مورد انسان نیز بیان می‌کند یک واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری در بخش‌های اقتصادی چه میزان نیروی کار (انسان) بکار گرفته می‌شود. به عبارتی مدل ریاضی ضرایب فزاینده از روابط (۶) تا (۱۱) محاسبه‌می‌گردد.

$$A = z\hat{x}^{-1} \quad (۶)$$

$$R = M\hat{x}^{-1} \quad (۷)$$

$$Q = N\hat{x}^{-1} \quad (۸)$$

$$A^* = A(I-A)^{-1} \quad (۹)$$

$$R^* = r(I-A)^{-1} \quad (۱۰)$$

$$Q^* = q(I-A)^{-1} \quad (۱۱)$$

A: ضرایب مستقیم قطری آب، R: ضرایب مستقیم قطری زمین، Q: ضرایب مستقیم قطری انسان، Z: نهاده آب، M: نهاده زمین، N: نهاده انسان، $[I-A]^{-1}$: ضریب معکوس لئون تیف، $\hat{x}^{-1}$: ضریب نهاده‌ها در قطر اصلی ماتریس، A^*، R^* و Q^*: به ترتیب ضریب فزاینده آب، زمین و انسان برحسب فیزیکی یا مقداری می‌باشد.

- معرفی الگوی جدول داده- ستانده و روش بهنگام‌سازی

معمولاً جداول داده–ستانده ملی به دو روش آماری وغیرآماری تهیه می‌شوند. در تهیه جداول آماری مجموعه‌ای از اطلاعات موردنیاز گردآوری می‌شود که اساس آن نیز حساب‌های ملی است. از جمله **حساب تولید** شامل: ارزش ستانده، ارزش افزوده و هزینه‌های واسطه‌ی بخش‌ها و **حساب هزینه** شامل: مصرف نهایی خصوصی خانوارها، مصرف دولت و موسسات درخدمت خانوارها، تشکیل سرمایه، صادرات و واردات می‌باشد. درتهیه جدول آماری به دلیل وجود هزینه بالا و صرف وقت و زمان زیاد جهت تهیه این جداول، معمولاً پژوهشگران سعی کرده‌اند که روش‌هایی غیرآماری پایه‌ریزی نمایند تا بتوان با حداقل نیازهای آماری و هزینه‌های مالی و انسانی، یك جدول داده- ستانده بهنگام شده را محاسبه نمود. در این مورد پژوهشگران روش‌های گوناگونی را ارائه نموده‌اند. از جمله روش‌های غیرآماری می‌توان به موارد زیر اشاره کرد که به دلیل پیچیدگی این روش‌ها در این مقاله، از پرداختن به توضیح درباره آن‌ها اجتناب می‌شود:

- روش فرضیه ضرایب ثابت
- روش قدر مطلق تفاضلات
- روش قدر مطلق وزنی تفاضلات
- روش قدر مطلق تفاضلات نرمال شده
- روش مربع تفاضلات
- روش مربع تفاضلات وزنی
- روش مربع تفاضلات نرمال شده
- روش بهینه سازی لاگرانژی
- روش اعمال پارامتر ثابت تغییر همه جانبه
- روش تعدیل دو نسبتی[1]

در چارچوب روش‌های تعدیل دونسبتی یکی از روش‌هایی که از استقبال عمومی بیشتری برخوردار است و برای بهنگام‌کردن جداول داده-ستانده از آن استفاده می‌شود روش RAS است. در این مطالعه برای بهنگام نمودن جدول داده–ستانده از نرم‌افزار EXRAS که در محیط MATLAB برنامه نویسی شده، استفاده گردید (کردبچه و همکاران،۱۳۹۳).

- پوشش داده‌های آماری

پوشش داده‌های آماری در سطح کل کشور می‌باشد و از داده‌های آماری ثبتی حساب‌های ملی سال ۱۳۹۱ مرکز آمار ایران، تراز نامه انرژی، سالنامه آماری آب وزارت نیرو و وزارت مسکن و شهرسازی استفاده شده است.

- پوشش بخش‌های اقتصادی

جدول به پنج بخش اقتصادی، کشاورزی، معدن، صنعت، ساختمان و خدمات تقسیم شده است. در ناحیه دوم جدول خالص صادرات و واردات و تغییر موجودی انبار به صورت یکجا در تقاضای نهایی دیده شده است و با (ستانده) بخش‌ها به عنوان پسماند تراز شده است.

نتایج و یافته‌های تحقیق

اطلاعات جدول (۱) نتایج و یافته‌های تحقیق در بخش‌های اقتصاد ایران در سال ۱۳۹۱ را نشان می‌دهد. براساس جدول فنی مستقیم و غیرمستقیم تولید (معکوس لئون تیف)[2] این جدول پس از کسر ماتریس ضرائب فنی از ماتریس واحد و معکوس کردن آن حاصل شد. ماتریس معکوس برای تحلیل‌های داده – ستانده دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد، زیرا اثرات کامل تقاضا برای محصولات هر بخش را بر سایر بخش‌ها نشان می‌دهد. جدول ضرایب فنی (ضرائب مستقیم) صرفاً نشان می‌دهد هر بخش برای تولید ستانده خود نیازمند چه داده‌هایی است، ولی بررسی اثرات بعدی با استفاده از ارقام آن امکان پذیر نیست. درحالیکه تاثیر تولید یک محصول فقط به داده‌هایی ختم نمی‌شود که مستقیماً برای تولید آن محصول مورد نیاز است؛ بلکه تولید هر محصول، زنجیره ممتدی از تولیدات دیگر را به دنبال دارد. زیرا هر یک از محصولات خریداری شده نیز به نوبه خود نیازمند داده‌های دیگریست. به این ترتیب دو نوع داده‌های مستقیم و داده‌های غیرمستقیم داریم. داده‌های غیرمستقیم داده‌هایی هستند که توسط کلیه رشته فعالیت‌هایی خریداری می‌شوند که محصولات آن‌ها توسط رشته فعالیت اول خریداری می‌شود. از طریق ماتریس معکوس لئون تیف می‌توان وابستگی تکنولوژی نظام تولیدی را مشخص کرده و اثرات افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان نهائی را در شبکه تولید یک کشور مورد بررسی قرار داد. از حاصل ضرب ماتریس $(I-A)^{-1}$ در بردار تقاضای نهائی یا C (مثلاً تقاضای مصرف نهائی یعنی بخش خصوصی)، میزان کل ستانده ناخالص مورد نیاز هر محصول برای تامین تقاضای نهائی آن محصول مشخص می‌شود.

جدول (۱) نشان می‌دهد که اگر یک واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی (برحسب یک میلیارد ریال) انجام گیرد، افزایش تولیدی به میزان ۱/۶۱۴ در بخش کشاورزی صورت می‌گیرد. این ضرایب در بخش معدن برحسب یک واحد تقاضا برابر است با ۱/۱۱۷ واحد، دربخش صنعت برحسب یک واحد تقاضا به میزان ۲/۰۱۷ واحد، بخش ساختمان ۱/۹۱۱ واحد و در بخش خدمات نیز ۱/۳۱۹ واحد منجر به افزایش تولید خواهد شد.

جدول ۱- ضریب فزاینده مستقیم و غیرمستقیم تولید $(I - A)^{-1}$ در بخش اقتصاد ایران در سال ۱۳۹۱
(منبع: داده‌های حساب‌های ملی مرکز آمار ایران و تعدیل جدول توسط محقق)

بخش‌های اقتصادی	کشاورزی	معدن	صنعت	ساختمان	خدمات
کشاورزی، شکار و جنگل‌داری	۱/۲۲۲۵۷	۰/۰۰۷۹۸	۰/۲۴۰۱۶	۰/۰۵۳۰۶	۰/۰۱۵۴۲
معدن	۰/۰۴۸۰۸	۱/۰۰۹۲۰	۰/۲۲۴۷۷	۰/۱۲۲۵۴	۰/۰۱۸۴۱
صنعت	۰/۰۹۲۴۲	۰/۰۱۶۶۴	۱/۲۱۴۹۲	۰/۲۴۳۴۸	۰/۰۵۳۵۸
ساختمان	۰/۰۰۷۸۵	۰/۰۰۵۸۲	۰/۰۱۰۰۳	۱/۰۸۶۳۳	۰/۰۲۴۱۱
خدمات	۰/۲۴۳۲۹	۰/۰۷۷۳۴	۰/۳۲۶۷۱	۰/۴۰۵۷۳	۱/۲۰۷۳۲
جمع	۱/۶۱۴	۱/۱۱۷	۲/۰۱۷	۱/۹۱۱	۱/۳۱۹

• نتایج ضریب فزاینده آب

اطلاعات جدول (۲) نتایج محاسبات ضریب فزاینده آب در بخش‌های اقتصادی ایران در سال ۱۳۹۱ می‌باشد. این ضریب در بخش کشاورزی نشان می‌دهد که به ازای یک واحد تقاضا (برحسب میلیارد ریال) در این بخش، به میزان ۶۵۷۲۲ مترمکعب آب بطور مستقیم و غیرمستقیم استفاده می‌شود. در بخش معدن نیز به ازای یک واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری در این بخش به میزان ۱۲۲۷ مترمکعب آب مصرف خواهد شد. در بخش‌های صنعت، ساختمان و خدمات نیز به ترتیب به میزان ۱۳۹۲۲ مترمکعب، ۳۲۶۰مترمکعب و ۱۰۰۵ مترمکعب آب بطور مستقیم و غیرمستقیم مصرف خواهد شد.

جدول ۲- ضریب فزاینده مستقیم و غیرمستقیم آب در بخش‌های اقتصادی ایران در سال ۱۳۹۱ (برحسب متر مکعب)
(منبع: ترازنامه انرژی وزارت نیرو- محاسبات توسط محقق)

بخش‌های اقتصادی	کشاورزی	معدن	صنعت	ساختمان	خدمات
کشاورزی، شکار و جنگل‌داری	۶۵۵۹۶	۴۲۸	۱۲۸۸۶	۲۸۴۷	۸۲۷
معدن	۳۷	۷۷۹	۱۷۳	۹۵	۱۴
صنعت	۶۳	۱۱	۸۲۸	۱۶۶	۳۷
ساختمان	۱	۱	۱	۱۱۰	۲
خدمات	۲۵	۸	۳۴	۴۲	۱۲۵
جمع	۶۵۷۲۲	۱۲۲۷	۱۳۹۲۲	۳۲۶۰	۱۰۰۵

• نیازهای آب در اقتصاد کشور

اطلاعات جدول (۳) نتایج محاسبات نیازهای مستقیم وغیرمستقیم بخش‌های اقتصادی است. جمع سطری بخش‌های اقتصادی نشان می‌دهد که بخش کشاورزی ۷۰۱۰۴ میلیون مترمکعب آب نیاز دارد تا بتواند تقاضای نهایی برای تولید محصولات همه بخش‌های اقتصادی را تامین کند. سایر بخش‌ها نیز عبارتند از: بخش معدن، ۶۲۰ میلیون مترمکعب، بخش صنعت ۲۳۹۴میلیون مترمکعب، بخش ساختمان ۹۴میلیون مترمکعب و بخش خدمات ۵۷۰ میلیون متر مکعب آب نیاز دارد. برای تأمین تقاضا نهایی بخش اقتصادی و کل اقتصاد نیز ۷۳۷۸۳ میلیون متر مکعب آب نیاز است.

جمع ستون‌های جدول (۳) نیز نشان می‌دهد که هر بخش اقتصاد چقدر آب برای هزینه واسطه‌ای تولید بخش خودش نیاز دارد. به ترتیب نیاز بخش‌ها، عبارتند از: بخش کشاورزی، ۳۲۲۸۱ میلیون متر مکعب، بخش معدن، ۶۲ میلیون متر مکعب، بخش صنعت، ۳۵۴۵۷ میلیون مکعب، بخش ساختمان، ۲۴۵۲ میلیون متر مکعب و بخش خدمات، ۳۵۳۱ میلیون متر مکعب آب برای تولیدات خودش نیاز دارد.

جدول ۳- نیازهای مستقیم و غیرمستقیم آب در بخش‌های اقتصادی- برحسب میلیون متر مکعب در اقتصاد ایران سال ۱۳۹۱

بخش‌های اقتصادی	کشاورزی	معدن	صنعت	ساختمان	خدمات	جمع
کشاورزی	۳۲۲۱۸/۸۸	۲۱/۶۳	۳۲۸۱۶/۹۴	۲۱۴۱/۶۱	۲۹۰۵/۲۱	۷۰۱۰۴/۲۹
معدن	۱۸/۲۱	۳۹/۳۱	۴۴۱/۵۲	۷۱/۱۰	۴۹/۸۵	۶۲۰/۰۰
صنعت	۳۰/۹۵	۰/۵۷	۲۱۰۹/۶۶	۱۲۴/۸۸	۱۲۸/۲۹	۲۳۹۴/۳۶
ساختمان	۰/۳۹	۰/۰۳	۲/۵۸	۸۲/۷۲	۸/۵۷	۹۴/۳۰
خدمات	۱۲/۳۸	۰/۴۰	۸۶/۲۰	۳۱/۶۲	۴۳۹/۳۰	۵۶۹/۹۱
جمع	۳۲۲۸۰/۸۲	۶۱/۹۵	۳۵۴۵۶/۹۲	۲۴۵۱/۹۳	۳۵۳۱/۲۳	۷۳۷۸۲/۸۶

• نتایج ضریب فزاینده زمین

اطلاعات جدول (۴) نتایج محاسبات ضریب فزاینده زمین در بخش‌های اقتصادی می‌باشد. این ضریب در بخش کشاورزی نشان می‌دهد یک واحد تقاضا (برحسب میلیارد ریال) در این بخش به میزان ۱۳۷۵۵۲ مترمربع زمین بطور مستقیم و غیرمستقیم استفاده می‌شود. این رقم نشان دهنده بازده پائین در بخش کشاورزی است. در بخش معدن نیز به ازای یک واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری در این بخش به میزان ۲۵۷۶ مترمربع، زمین استفاده خواهد شد. در بخش‌های صنعت، ساختمان و خدمات نیز به ترتیب به میزان ۲۷۸۸، ۶۴۱۹ و ۱۸۳۲ مترمربع زمین بطور مستقیم و غیرمستقیم استفاده خواهد شد.

جدول ۴- ضریب فزاینده زمین مستقیم و غیرمستقیم تولید برحسب متر مربع در بخش‌های اقتصاد ایران در سال ۱۳۹۱

بخش‌های اقتصادی	کشاورزی	معدن	صنعت	ساختمان	خدمات
کشاورزی، شکار و جنگل‌داری	۱۳۷۴۲۵	۸۹۷	۲۶۹۹۶	۵۹۶۵	۱۷۳۳
معدن	۷۹/۵	۱۶۶۸/۵	۳۷۱/۶	۲۰۲/۶	۳۰/۴
صنعت	۳۸/۶	۷	۵۰۷/۵	۱۰۱/۷	۲۲/۴
ساختمان	۱	۰/۷	۱/۲	۱۳۵/۱	۳
خدمات	۸/۷	۲/۸	۱۱/۷	۱۴/۶	۴۳/۳
جمع	۱۳۷۵۵۲	۲۵۷۶	۲۷۸۸	۶۴۱۹	۱۸۳۲

• نتایج ضریب فزاینده انسان

اطلاعات جدول (۵) نتایج محاسبات ضریب فزاینده انسان در بخش‌های اقتصادی می‌باشد. این ضریب در بخش کشاورزی نشان می‌دهد که یک واحد تقاضا (برحسب میلیارد ریال) در این بخش به میزان ۴/۲ نفر بطور مستقیم و غیرمستقیم بکار گرفته شود. در بخش معدن نیز به ازای یک واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری در این بخش به میزان ۰/۵ نفر بکارگرفته خواهد شد. این رقم نشان می‌دهد بخش معدن سرمایه‌بر بوده و کمتر از نیروی کار (انسان) استفاده می‌کند. در بخش‌های صنعت، ساختمان و خدمات نیز به ترتیب به میزان ۲/۵ نفر، ۴/۸ نفر و ۲/۴ نفر بطور مستقیم و غیرمستقیم بکار گرفته می‌شوند.

جدول ۵- ضریب فزاینده نیروی کار (انسان) مستقیم و غیرمستقیم تولید برحسب نفر دربخش‌های اقتصاد ایران در سال ۱۳۹۱

بخش‌های اقتصادی	کشاورزی	معدن	صنعت	ساختمان	خدمات
کشاورزی، شکار و جنگل‌داری	۳/۶۵	۰/۰۲	۰/۷۲	۰/۱۶	۰/۰۵
معدن	۰/۰۱	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۱
صنعت	۰/۰۸	۰/۰۱	۱/۰۶	۰/۲۱	۰/۰۵
ساختمان	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۳/۶۳	۰/۰۸
خدمات	۰/۴۵	۰/۱۴	۰/۶۱	۰/۷۵	۲/۲۴
جمع	۴/۲۲	۰/۵۱	۲/۴۸	۴/۷۹	۲/۴۲

• نتایج پیوند پسین و پیشین مستقیم تولید در اقتصاد ایران

پیوند پسین مستقیم[۳]: یعنی اینکه یک بخش اقتصادی در فرآیند تولید خود چه میزان از کالاها و خدمات خود و سایر بخش‌های اقتصادی را بطور مستقیم مورد استفاده قرار می‌دهد و از منظر بخش تقاضاکننده مورد سنجش قرار می‌گیرد. جمع ستونی ماتریس ضرایب مستقیم هر بخش را پیوند پسین مستقیم آن بخش می‌نامند.

پیوند پیشین مستقیم[۴]: پیوند پیشین مستقیم از منظر بخش عرضه‌کننده مورد سنجش قرار می‌گیرد. یعنی یک بخش به چه میزان از تولید خود را به عنوان واسطه به خود و سایر بخش‌ها عرضه می‌کند. جمع سطری ماتریس ضرایب مذکور را پیوند پیشین مستقیم می‌نامند. اطلاعات جدول (۶) پیوند پسین مستقیم تولید از منظر بخش تقاضاکننده و پیوند پیشین مستقیم تولید از منظر بخش عرضه‌کننده را نشان می‌دهد.

جدول ۶ - پیوندهای پسین و پیشین مستقیم تولید در بخش‌های اقتصادی ایران در سال ۱۳۹۱

بخش‌های اقتصادی	پیوندپسین مستقیم	پیوندپیشین مستقیم
کشاورزی، شکار و جنگل‌داری	۰/۴۰	۰/۳۴
معدن	۰/۰۸	۰/۲۸
صنعت	۰/۶۸	۰/۴۳
ساختمان	۰/۵۸	۰/۱۰
خدمات	۰/۲۲	۰/۸۱

• نتایج پیوند پسین و پیشین مستقیم و غیرمستقیم[5]

اطلاعات جدول (۷) پیوند پسین و پیشین مستقیم و غیرمستقیم تولید هر بخش را از منظر بخش تقاضا محور و عرضه کننده و در چارچوب الگوی عرضه محورش مورد سنجش قرار می‌گیرد. پیوند مذکور نشان می‌دهد که با افزایش یک واحد ارزش افزوده در یک بخش، به چه میزان سبب افزایش تولید آن بخش در کل اقتصاد خواهد شد. از جمع سطری ماتریس ضرایب فزاینده ستانده (تخصیص)، پیوند پیشین مستقیم و غیرمستقیم بدست می‌آید.

جدول ۷- پیوندهای پسین و پیشین مستقیم و غیرمستقیم (معکوس لئونتیف) تولید در بخش‌های اقتصادی در سال ۱۳۹۱

بخش‌های اقتصادی	ضریب پیوند پسین‌مستقیم وغیرمستقیم	ضریب پیوند پیشین‌مستقیم وغیرمستقیم
کشاورزی، شکار و جنگل‌داری	۱/۶۱	۱/۵۴
معدن	۱/۱۲	۱/۴۲
صنعت	۲/۰۲	۱/۶۲
ساختمان	۱/۹۱	۱/۱۳
خدمات	۱/۳۲	۲/۲۶

• پیوندهای مستقیم و غیرمستقیم پسین و پیشین نرمال شده[6]

شاخص پیوندهای مستقیم و غیرمستقیم پسین و پیشین لئونتیف، بخش‌های کلیدی و رتبه‌بندی آن‌ها را به درستی نشان نمی‌دهد. برای رفع این نارسایی، پژوهشگران روش‌های مختلفی را پیشنهاد نموده‌اند. یکی از این روش‌ها، نرمالیزه کردن پیوندها می‌باشد. هدف، نرمالیزه کردن عملکرد متوسط هر بخش به متوسط کل اقتصاد می‌باشد. شاخص‌های بدست آمده می‌توانند بزرگتر از واحد و یا کوچکتر از واحد باشند. شاخصی که بزرگتر از یک باشد، بخش پیشرو یا کلید اقتصاد را نشان می‌دهد. یعنی اگر در این بخش سرمایه‌گذاری شود، زودتر به رشد اقتصادی منجر خواهد شد.

جدول ۸- پیوندهای پسین و پیشین مستقیم و غیرمستقیم (معکوس لئون تیف) تولید نرمالیزه در بخش‌های اقتصادی در سال ۱۳۹۱

بخش‌های اقتصادی	ضریب پیوند پسین نرمال شده	ضریب پیوند پیشین نرمال شده
کشاورزی، شکار و جنگل‌داری	۱/۰۱	۰/۹۶
معدن	۰/۷۰	۰/۸۹
صنعت	۱/۲۷	۱/۰۲
ساختمان	۱/۲۰	۰/۷۱
خدمات	۰/۸۳	۱/۴۲

جداول (۹) و (۱۰) آمار و اطلاعات مربوط به مقدار آب و زمین استفاده شده و نیروی کار بکار گرفته شده و ستانده هر بخش به تفکیک مصرف واسطه و ارزش افزوده‌ی بخش‌های اقتصادی ایران در سال ۱۳۹۱ را نشان می‌دهند.

جدول ۹- مقدار آب، زمین، نیروی انسانی و ستانده‌ی بخش‌های اقتصادی ایران در سال ۱۳۹۱

شرح*	کشاورزی	معدن	صنعت	ساختمان	خدمات
آب (میلیون مترمکعب)	۷۰۱۰۴	۶۲۰	۲۳۹۴	۹۴	۵۶۹
زمین (کیلومتر مربع)	۱۴۶۸۷۰	۱۳۲۹	۱۴۶۷	۱۱۶	۱۹۷
اشتغال (هزار نفر)	۳۹۰۲	۲۴۷	۳۰۶۲	۳۱۱۲	۱۰۲۲۷
ستانده بخش‌ها (هزار میلیارد ریال)	۱۳۰۶	۸۰۴	۳۵۱۲	۹۳۱	۵۵۰۱

جدول ۱۰- ستانده، مصرف واسطه و ارزش افزوده بخش‌های اقتصادی ایران در سال ۱۳۹۱ (بر حسب هزار میلیارد ریال)

(منبع: حساب‌های ملی مرکز آمار ایران و محاسبه مصرف واسطه در بخش‌های اقتصادی توسط محقق)

بخش‌های اقتصادی	کشاورزی	معدن	صنعت	ساختمان	خدمات
کشاورزی، شکار و جنگل‌داری	۲۲۱	۳	۵۷۱	۲	۱۸
معدن	۳۲	۴	۶۲۲	۶۴	۳۱
صنعت	۷۳	۸	۵۳۹	۱۶۱	۱۸۳
ساختمان	۳	۳	۶	۶۷	۱۰۱
خدمات	۱۹۶	۴۷	۶۴۷	۲۴۲	۸۵۵
مصرف واسطه	۵۲۴	۶۶	۲۳۸۶	۵۳۷	۱۱۸۸
ارزش افزوده	۷۸۲	۷۳۸	۱۱۲۵	۳۹۴	۴۳۱۲
ستانده	۱۳۰۶	۸۰۴	۳۵۱۲	۹۳۱	۵۵۰۱

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

یکی از سیاست‌های مهم دربحث اقتصاد مقاومتی استفاده بهینه از منابع داخلی و توسعه پایدار است، ضرایب فزاینده آب، زمین وانسان، ابزار مناسبی برای هرگونه اعمال سیاست‌های مالی است، در واقع این شاخص‌ها تغییرات تقاضای اقتصاد بر اکولوژیک یا بوم شناسی آب، زمین و انسان را نشان می‌دهد. به عبارتی اگر به‌دنبال رشد اقتصاد ۸ درصدی در سطح ملی باشیم و یا رشد جمعیت بیش از ۱/۳ درصد به‌عنوان سیاست جمعیتی در دستور کار باشد، باید بدانیم این سیاست بر اکولوژیک چه میزان تاثیرگذار است و منجر به مصرف چه میزان آب، زمین و انسان در فرآیند تولید می‌شود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که برای هر واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری (برحسب میلیارد ریال) در بخش کشاورزی، ۶۵۷۲۲ مترمکعب آب مصرف می‌شود. همچنین در سایر بخش‌های اقتصادی که عبارتند: صنعت ،معدن، ساختمان و خدمات به ترتیب ۱۳۹۲۲،۱۲۲۷، ۳۲۶۰ و ۱۰۰۵ مترمکعب آب مصرف خواهد شد. نتایج محاسبه ضریب فزاینده زمین نشان می‌دهد که برای هر واحد تقاضا (میلیارد ریال) و یا سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی ۱۳۷۵۵۲ مترمربع زمین، بخش صنعت ۲۷۸۸ مترمربع، معدن ۲۵۷۶ مترمربع، ساختمان ۶۴۱۹ متر مربع و در بخش خدمات ۱۸۳۲ مترمربع زمین زیر بنا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

براساس نتایج مشاهده می‌شود در اقتصاد ایران، زمین به‌درستی در فرآیند تولید بکارگرفته نشده و سطح بازدهی تولید آن پائین می‌باشد.

به همین دلیل بخش کشاورزی نیز بیشترین میزان استفاده از زمین و مصرف آب به خود اختصاص داده است. زمینی که عاملی برای زیست محیط و تولید غذا برای انسان و آرامش و رفاه خانوارها و عامل تولید در بخش‌های صنعت، معدن و خدمات می‌باشد.

سیاست‌گذاری در بخش آب، با توجه به نوع تکنولوژی مصرف‌کننده و زیرساخت‌های منابع آبی، بحث میزان سرمایه‌گذاری در اموری همچون زیرساخت‌های تولید، ابزار و تجهیزات آبرسانی، ماشین‌آلات، مهار آب‌های سطحی و به‌سازی کانال آبرسانی است. تغییرات ناشی از میزان سرمایه‌گذاری برای کلیه بخش‌های اقتصادی تنها در قالب جدول داده–ستانده قابل سنجش و اندازه‌گیری است. ضریب فزاینده یکی از شاخص‌های تغییرات ناشی از سرمایه‌گذاری و آثار آن بر روی بخش‌های اقتصادی و میزان مصرف منابع را نشان می‌دهد.

دومین سیاست می‌تواند مدیریتی باشد. این سیاست در واقع همان سیاست مالی است، یعنی تغییرات هر یک از اجزای تقاضای نهایی (مصرف خانوار، هزینه نهایی دولت، سرمایه‌گذاری و صادرات) است. لازم است قبل از اعمال هرگونه سیاست قیمت و یا تعرفه قیمتی، اثر آن بر مقدار مصرف آب، زمین و انسان مورد توجه قرار گیرد.

آثار سرمایه‌گذاری در بخش منابع انسانی نیز با تعیین ضریب فزاینده انسان قابل سنجش است که می‌تواند سطح بهره‌وری نیروی کار، ارتقاء دانش و سطح تحصیلات و میزان سرمایه‌گذاری انسانی را پیش‌بینی کرد. انسان با کسب مهارت با استفاده از تکنولوژی جدید موجب کاهش هزینه‌های تولید می‌شود.

پی‌نوشت

1- Biproportional adjustment techniques
2- Leontief Inverse Matrix
3- Direct Backward Linkage
4- Direct Forward linkage
5- Direct and Indirect Backward Linkage
6- Normalized Direct and Backward and Forward Linkage

منابع

دبیری، م. ۱۳۹۴. کتاب آلودگی محیط زیست (هوا-آب-خاک-و صوت). نشر اتحاد.

کردبچه، م.، منصف، س. و بانوئی، ع.ا. ۱۳۹۳. بررسی روش‌های بهنگام‌سازی RAS و RAS تعدیل شده و سنجش خطاهای آماری آن‌ها. دفترحساب‌های اقتصادی، مرکزآمارایران.

وزارت نیرو. ۱۳۹۱. سالنامه آماری آب در سال ۱۳۹۱.

معاونت امور انرژی وزارت نیرو. ۱۳۹۱. ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱.

مرکز آمار ایران. ۱۳۹۱. حساب‌های ملی مرکز آمار ایران، دفتر حساب‌های اقتصادی. درگاه ملی آمار.

Miller R.E. and Blair P.D. 2009. Input-Output Analysis, Foundations and Extensions, Second Edition, GBR: Cambridge University Press.

Pfister S., Boulay A., Berger M., Hadjikakou M. and Motoshita M. 2017. Understanding the LCA and ISO water footprint: A response to Hoekstra (2016) "A critique on the water-scarcity weighted water footprint in LCA", Ecological Indicators, 72: 352–359.

سال سوم، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵، صفحات ۳۱ تا ٤٦
نشریه آب و توسعه پایدار

2016, Vol.3, No.1, Pages 31 to 46
Journal of Water and Sustainable Development

بازخوردهای کلان‌اقتصادی-زیست‌محیطی اتخاذ سیاست "افزایش جمعیت" در ایران

ناصر شاهنوشی[۱*]، سمیه نقوی[۲]، الهه اعظم رحمتی[۳]

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشجوی دکتری و کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: shahnoushi@um.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۵/٤/۲٦
تاریخ پذیرش: ۹۵/٦/۱۵

The Economic - Environmental Macro Feedbacks of "Population Increase" Policy Adoption in Iran

N. Shanoushi[1*], S. Naghavi[2], E. Azam Rahmati[3]

1, 2 & 3- Professor of Department of agricultural economics, PhD student and Master of agricultural economics, Ferdowsi university of Mashhad, Iran.

*(Corresponding Author Email: shahnoushi@um.ac.ir)
Received: 16-7-2016
Accepted: 5-9-2016

چکیده

این مطالعه به بررسی تبعات افزایش جمعیت بر روی کیفیت زندگی، با نگاه ویژه به منابع طبیعی و محیط‌زیست درحال کاهش کشور، پرداخته که تجزیه و تحلیل آن برای دوره ۱۶ ساله (۱۳۹۴-۱۳۷۸) صورت گرفته است. از آنجا که آب یکی از مهم‌ترین عوامل رشد و توسعه کشورها می‌باشد و افزایش روزافزون جمعیت، رشد صنعت، گسترش شهرنشینی و تغییر سبک زندگی و ضرورت تأمین امنیت غذایی پایدار در کنار کاهش مداوم منابع آب و سوء مدیریت، کم‌آبی را به بحرانی جدی تبدیل کرده است؛ لذا در مطالعه حاضر با استفاده از شبکه علّی بیزین، رابطه بین افزایش جمعیت و بحران منابع آبی کشور تبیین شده و اثرات این بحران بر شاخص‌ها و متغیرهای کلان اقتصادی و تبعات ناشی از آن مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش نرخ رشد جمعیت، بحران آب بیشتر شده و اثرات اقتصادی بحران آب شامل افزایش نرخ تورم، افزایش نرخ بیکاری و کاهش نرخ رشد اقتصادی بوده و اثرات اجتماعی آن نیز شامل کاهش میزان دسترسی به آب سالم و بهداشتی می‌باشد. بنابراین با توجه به اثرات زیست‌محیطی مانند جدی شدن مسئله بحران آب، آلودگی هوا و گرم شدن کره زمین، سیاست‌های جمعیتی در سطح کلان باید به‌گونه‌ای اتخاذ شود که تبعات منفی بر منابع طبیعی و محیط‌زیست کشور به همراه نداشته باشد.

واژه‌های کلیدی: بحران آب، رشد جمعیت، شبکه علّی بیزین، متغیرهای کلان اقتصادی.

Abstract

In this study we investigated the impacts of population increase on life quality, with a special focus on its impact on the natural resources and environmental issues. This analysis was conducted using data over a 16 year period. Since water is one of the most important factors contributing to the growth and development of countries, the increase in population size, industry sector growth, urbanization expansion, changes in lifestyle and the need for sustainable food security, alongside reducing water resources and mismanagement have all attributed to turning water scarcity into a serious crisis. Therefore, in this study the relationship between population increase and water crisis is explained using the Bayesian network causal. The effects of such a crisis on the economic macro variables and indicators were also investigated. The results indicate that the water crisis will be more intense as the population growth rate increases. The economic consequences of water crisis include increase in inflation rate, unemployment and the decrease in economic growth. Also, the only social consequence is reduction in access to clean and healthy water. Therefore, considering the environmental aspects such as water scarcity, air pollution and global warming, the population policies in macro level must be taken into account that have no negative consequences on national natural resources and environment.

Keywords: Water Crisis, Population Growth, Bayesian Network Causal, Macroeconomics Variables.

مقدمه

آب مهم‌ترین عامل ایجاد جوامع بشری و بقای آن، در طول تاریخ بوده است (درخور و همکاران، ۱۳۹۲). این عنصر حیاتی، مهم‌ترین عامل حفظ حیات موجودات است. آب برای آبیاری در بخش کشاورزی، مصارف خانگی، صنعتی و تجاری و سرانجام در تولید مواد غذایی بسیار ضروری است (رحیمی، ۱۳۸۶). در حال حاضر یک چهارم جمعیت جهان در کشورهایی که کمبود آب دارند، زندگی می‌کنند و این تعداد ممکن است در دو دهه آینده دو برابر شود. رشد جمعیت، شهرنشینی و توسعه اقتصادی کمیابی آب را افزایش خواهند داد (Roson و Damania، ۲۰۱۶). بحران آب[1] از جمله چالش‌های مهم زیست‌محیطی منطقه خاورمیانه است. بسیاری از کارشناسان نگران آن هستند که استفاده از منابع آب در ایران بدون درنظرگرفتن محدودیت آن در آینده مشکلات جدی را ایجاد کند. در ایجاد و تشدید این بحران، عوامل متعدد انسانی و طبیعی، مانند الگوی مصرف آب، نحوه بهره‌برداری از منابع آب، محل مصرف، تکنولوژی مصرف، میزان بارش‌های جوی، نوسانات پدیده‌های اقلیمی، موثرند. در حال حاضر به دلایل عمده ذیل بحران آب لااقل در کشور جدی‌تر از همیشه مطرح می‌باشد:

۱- رشد جمعیت

۲- مصرف بی‌رویه و الگوی مصرف غلط در کشاورزی، صنعت و آب شهری.

۳- مسائل زیست‌محیطی که خود باعث تغییرات جوی و اقلیمی و شرایط آب و هوایی شده است (ابراهیمیان، ۱۳۹۲).

از آن‌جا که کشور ایران با یک سوم متوسط بارش جهانی جزو مناطق خشک جهان محسوب می‌شود، لازم است تعادل عرضه و تقاضای منابع آبی و نیز توجه به کیفیت آن به عنوان یک رویکرد استراتژیک مد نظر قرار گیرد. بررسی‌ها حاکی از آن است که علی‌رغم ۴ برابر شدن جمعیت در طول قرن بیستم سایر فاکتورهای وابسته به مصرف منابع، با نرخ بیشتری رشد داشته‌اند. به عنوان مثال میزان مصرف آب در این دوره ۹ برابر و سطح زمین‌های زیر کشت آبی ۵ برابر افزایش داشته است. همچنین مصرف نامناسب و عملکردهای نابجای بشر در اکوسیستم منجر شد تا نیمی از تالاب‌های جهان در طول قرن بیستم خشک شود (word water، ۲۰۰۲).

نکته قابل تأمل دیگر در توزیع منابع آب در جهان، نامتوازن بودن میزان آب در دسترس با جمعیت ساکن در این مناطق است. جدول شماره (۱) چگونگی توزیع جمعیت و میزان منابع آب در مناطق مختلف جهان در سال ۲۰۱۲ را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در این جدول مشخص است، تناسب چندانی بین میزان آب در دسترس و جمعیت ساکن در مناطق وجود ندارد .به عنوان مثال آمریکای لاتین و کارائیب با برخورداری از حدود ۹ درصد جمعیت جهان از بیش از ۳۷ درصد از منابع آب برخوردارند؛ اما خاورمیانه و شمال آفریقا با برخورداری از ۵/۹ درصد از جمعیت جهان تنها از ۰/۶ درصد از منابع آب برخوردار می‌باشند.

جدول ۱- توزیع جمعیت و میزان منابع آب در مناطق مختلف جهان در سال ۲۰۱۲ (World Development Indicators، ۲۰۱۴)

منطقه	جمعیت - میلیون نفر	سهم- درصد	میزان منابع آب تجدیدپذیر - میلیارد متر مکعب	سهم- درصد
شرق آسیا و اقیانوس آرام	۲۲۳۳	۳۳/۳	۱۰۰۹۶	۲۷/۱
اروپا و آسیای مرکزی	۸۹۵	۱۳/۴	۷۰۷۲	۱۹
آمریکای لاتین و حوزه کارائیب	۶۰۸	۹/۰۸	۱۳۹۸۷	۳۷/۵
خاور میانه و شمال آفریقا	۳۹۵	۵/۹	۲۳۱	۰/۶
آسیای جنوبی	۱۶۴۹	۲۴/۶	۱۹۸۲	۵/۳
کشورهای زیر صحرای آفریقا	۹۱۲	۱۳/۶	۳۸۸۴	۱۰/۴
کل	۶۶۹۲	۱۰۰	۳۷۲۵۲	۱۰۰

با توجه به موارد مذکور جمعیت و مسائل مربوط به آن از جمله مسائل چندبعدی و پیچیده جوامع انسانی است که هم تحت‌تأثیر عوامل اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و به‌ویژه زیست‌محیطی می‌باشد و هم تأثیرگذار بر آن؛ می‌توان گفت که مسائل جمعیتی و تغییر و تحولات مربوط به آن به قدری گسترده و دارای پراکندگی است که تحت‌الشعاع و زیرسیطره یک نظریه یا فرمول خاصی قرار نمی‌گیرد؛ بلکه حرکات جمعیتی خاص در یک جهت ویژه احتمالاً در شرایط زمانی و مکانی متفاوت علل مختلف و متنوع و بعضاً متضادی داشته است. دولت‌ها نیز در مقابل این مسئله، سیاست‌های جمعیتی متعدد و متنوعی دارند. برای مثال پدیده باروری یکی از ابعاد مهم جمعیتی است که در بعضی کشورها برای بالا بردن میزان آن، سیاست‌های تشویقی اعمال می‌شود و در جامعه یا کشور دیگری به سبب بالارفتن آن سیاست‌های تنبیهی اعمال می‌شود (بیگدلی و همکاران، ۱۳۸۵). از آنجا که در شرایط کنونی جهت‌گیری سیاست‌های ایران به سمت اعمال سیاست‌های تشویقی و افزایش جمعیت است، لذا مقاله حاضر به دنبال بررسی پیامدهای

بلندمدت اقتصادی- زیست‌محیطی حاصل از این جهت‌گیری سیاستی، با تأکید ویژه بر محیط‌زیست و منابع آب، می‌باشد. به دلیل این که طی سالیان اخیر رشد جمعیت بطور فزاینده فشار بر منابع زیست‌محیطی مانند آب را بیشتر نموده است، در این پژوهش رابطه بین رشد جمعیت و بحران آب و اثرات اقتصادی حاصل از آن مورد بررسی و کنکاش قرار می‌گیرد. از جمله مطالعات انجام شده در داخل و خارج در زمینه بحران آب می‌توان به مطالعاتی که در ادامه آورده شده، اشاره نمود. یوسفی (۱۳۹۴)، در مطالعه‌ای به بررسی علل بحران آب در ایران پرداخته و مطرح می‌کند که کمبود آب شامل تنش آب، کم‌آبی و بحران آب است. جلالی‌نسب و همکاران (۱۳۹۳)، در مقاله خود مطرح کردند که بحران آب فراتر از اثرات زیست‌محیطی، دارای اثرات اجتماعی و اقتصادی گسترده‌ای بر همه بخش‌ها به‌خصوص در بخش کشاورزی است. نقی‌پور و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که اقلیم از اصلی‌ترین و مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر ویژگی‌های اکوسیستم محسوب می‌شود، بدین علّت تغییرات هرچند ناچیز آن اجزای مختلف اکوسیستم را متأثر می‌سازد. تغییر اقلیم ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای در اثر فعالیت‌های انسان و صنعتی شدن کشورهاست که منجر به افزایش دمای کره زمین و افزایش بلایای طبیعی مانند خشکسالی می‌شود. خوارزمی و همکاران (۱۳۹۰)، در پژوهش خود ضمن اشاره به مفهوم توسعه پایدار، بیلان آب و سرانه موجودی آب در جهان و ایران، به بررسی شاخص‌های توسعه پایدار از منظر بحران آب پرداخته‌اند. سجادی (۱۳۸۸)، در مقاله خود با عنوان بحران آب و تأثیر آن بر روابط ایران با کشورهای همجوار پس از انقلاب اسلامی مطرح کردند که در دنیای کنونی یکی از مهمترین عوامل چالش و درگیری بین کشورها، محیط‌زیست و مسائل مربوط به آن است. Roson و Damania (۲۰۱۶)، در مقاله‌ای با استفاده از مدل تعادل عمومی و سناریوهای تغییر اقلیم، مناطقی را که بخاطر کمبود آب از نظر رشد اقتصاد محدود شده‌اند را شناسایی کرده و اثرات اقتصاد کلان کمبود آب را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد کمبود آب برای رشد و توسعه در برخی مناطق محدودکننده بوده و عنوان کردند که مدیریت منابع آب برای برخی از اثرات نامطلوب آب اثرگذار می‌باشد. Roson و Sartori (۲۰۱۵، ۲۰۱۶) در مطالعات خود، از مدل تعادل عمومی جهت تحلیل پیامدهای کمبود آب تحمیل شده توسط تغییرات اقلیم در مدیترانه با تمرکز بر اثرات در صنعت جهانگردی و کشاورزی استفاده کردند. نتایج نشان داد که با افزایش درآمد گردشگری درآمد ملی افزایش یافته و در ساختار تولید نیز تغییر ایجاد می‌شود.

مبانی نظری

رابطه بلندمدت بین رشد جمعیت و کیفیت زندگی یک منبع بحث برانگیز در بین اقتصاددانان بوده است و به لحاظ تاریخی حمایت از نرخ‌های بالای رشد جمعیت نگرانی در مورد کیفیت و استانداردهای زندگی را تحت‌الشعاع قرار داده است. بحث بر سر رشد جمعیت و اهمیت آن برای رفاه انسان، در ابتدا به صورت جدی توسط مالتوس مطرح شد (Thompson، ۱۹۴۴). او ادعا کرد که جمعیت انسانی به‌صورت تصاعد هندسی رشد می‌کند، درحالی‌که تولید موادغذایی به‌صورت تصاعد حسابی رشد می‌نماید؛ بنابراین پس از مدت کوتاهی رشد تولید از رشد جمعیت عقب می‌ماند و تعداد زیادی از جمعیت فقیر خواهند شد. مالتوس جمعیت را به عنوان عامل تأثیرپذیر از تولید غذا می‌داند. لذا با رشد جمعیت به‌عنوان یک عامل درون‌زا برخورد می‌کند. مالتوس سه اثر منفی را برای افزایش جمعیت مطرح می‌کند (Malthus، ۱۹۹۲).

۱- گسترش فقر از نظر کمی و کیفی

۲- محدودیت منابع طبیعی و تخریب محیط‌زیست

۳- عدم بهبود در کیفیت محیط زندگی

از جمله شواهد تجربی موجود در جهان در رابطه با نظریه مالتوس می‌توان به بررسی اقتصادی بانک توسعه آسیایی بر روی دو کشور پرجمعیت جهان، چین و هند اشاره نمود؛ این بررسی حاکی از آن است که اگرچه این دو کشور (به ویژه چین) نرخ‌های رشد اقتصادی بالایی را در سال‌های اخیر تجربه کرده‌اند و این رشد فوق‌العاده سود زیادی برای ساکنان این دو کشور به ارمغان آورده، اما آنها را در دام جمعیت مالتوس گرفتار نموده است (Lozeau، ۲۰۰۷). براساس این گستره تاریخی مشاهده می‌شود که رشد جمعیت و رفاه انسان ارتباط نزدیکی دارند (Thompson، ۱۹۴۴). با ردیابی تاریخچه اخیر تئوری و پژوهش بر روی رابطه بین جمعیت‌شناسی و اقتصاد به این نتیجه می‌توان دست یافت که کاهش باروری و کاهش نسبت‌های وابستگی جمعیت، فرصتی برای توسعه اقتصادی و کاهش فقر فراهم می‌کند (Cincotta و Engelman، ۱۹۹۷؛ Birdsall و همکاران، ۲۰۰۱؛ Morgan، ۲۰۰۳؛ Prasad، ۲۰۰۳؛ بیگدلی و همکاران، ۲۰۰۶؛ Sinding، ۲۰۰۹؛ Afzal، ۲۰۰۹؛ Roy و Das، ۲۰۱۱).

البته در کنار نظریه مطرح شده مالتوس، عده‌ای معتقدند که رشد جمعیت منجر به افزایش رشد اقتصادی می‌شود که در این رابطه می‌توان به مطالعات Johanson (۱۹۹۴)، Lozeau (۲۰۰۷) و Ali و همکاران (۲۰۱۳) اشاره نمود. اما از آنجا که تأثیر رشد جمعیت بر توسعه انسان ابعاد مختلفی دارد، نمی‌توان با اطمینان اظهار داشت که تعداد جمعیت بیشتر منجر به توسعه اقتصادی بیشتر می‌شود و این نیاز به ایده‌های نوآورانه، اجرای فناوری و سیاست‌ها و یک بیان اقتصادی دارد که دستیابی به آن آسان نیست.

از نیمه دوم قرن بیستم تغییرات عمیقی در رشد جمعیت جهان، ساختار و توزیع آن و به تبع آن فشار بر منابع طبیعی و محیط‌زیست ایجاد شده است. این تغییرات دربردارنده بحران بزرگی است که

نشان‌دهنده پیچیدگی واقعیت‌های فرهنگی- اجتماعی و اهمیت تعامل بین جمعیت، محیط‌زیست طبیعی، توسعه فعالیت‌های اقتصادی و توزیع کالاها و خدمات می‌باشد. باتوجه به اهمیت رابطه رشد جمعیت و منابع طبیعی به‌طور خلاصه، به سیر تکاملی موضوع جمعیت، محیط‌زیست و منابع در قرن بیستم اشاره می‌شود. در طول قرن بیستم تلاش شد تا به صورت کمی و آماری به فهم تأثیرات جمعیت بر محیط‌زیست پرداخته شود. بحث‌ها و اقدامات سازمان ملل در این حوزه از زمان تأسیس سازمان ملل شروع شد. در این راستا چهار موج عمده را می‌توان از یکدیگر تفکیک کرد:

موج اوّل

در اواخر دهه ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ علایق جمعیت‌شناختی صرفاً روی آثار منفی رشد جمعیت بر منابع طبیعی غیرقابل بازیافت و تولید مواد غذایی متمرکز بود و عملاً به عوارض جانبی زیست‌محیطی توجهی صورت نمی‌گرفت. در طول این دوره به منظور بررسی و آزمون تأثیر رشد جمعیت در ارتباط با زمین‌های قابل کشت، تولید مواد غذایی، ظرفیت حمل، منابع معدنی، انرژی و سرمایه مطالعات بسیاری صورت گرفت.

موج دوّم

در دوّمین موج علایق زیست‌محیطی در طول دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی، بیشتر مطالعات روی موضوعاتی چون آلودگی آب و هوا، دفع زباله‌ها و ضایعات، حشره‌کش‌ها و ضایعات رادیو اکتیو متمرکز بود. این دوره، به‌ویژه در مغرب زمین، اوج علاقه به آثار و پیامدهای رشد سریع جمعیت بود.

موج سوّم

طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ میلادی ابعاد جدیدی به موضوع جمعیت و محیط‌زیست افزوده شد. در موج سوم مسایلی چون سوراخ شدن لایه اوزون، گرم شدن دمای کره زمین و اهمیت منابع غیرقابل بازیافت در سطح جهانی مورد توجه قرار گرفت.

موج چهارم

در موج چهارم که سال‌های آخر قرن بیستم را شامل می‌شود، موضوعات دیگری چون مسایل مرتبط با تنوع زیستی، جنگل‌زدایی، مهاجرت، بیماری‌های جدید و ظهور مجدد آنها در سطح جهانی بیشتر مورد توجه قرار گرفت (چشم انداز آب جهانی، ۲۰۰۲).

تصویری از وضعیت موجود

ارائه تصویری از وضعیت موجود ایران به لحاظ شاخص‌های جمعیتی، زیست‌محیطی و منابع آبی بر طبق آخرین آمار بانک جهانی می‌تواند درک مناسب‌تری از اثرات رشد جمعیت بر شاخص‌های اقتصادی را به وجود آورد. جدول (۲) خلاصه‌ای از آخرین آمار وضعیت شاخص‌های جمعیت ایران را نشان می‌دهد.

جدول ۲- شاخص‌های مهم جمعیتی ایران در سال ۲۰۱۴ (World Bank، ۲۰۱۴)

میانگین شاخص‌های جمعیتی	ایران
نرخ رشد جمعیت	۱/۲۸
میزان خام تولد[۲]	۱۷/۵۴
میزان خام فوت[۳]	۴/۶۴
نرخ باروری	۱/۷۱

براساس آخرین آمار ارائه شده توسط بانک جهانی و نیز گزارش ملل متحد (United Nations، ۲۰۱۵)، ایران هفدهمین کشور پرجمعیت جهان به شمار می‌رود. طبق جدول (۳)، جمعیت ایران در سال ۱۹۵۰ از حدود ۱۷ میلیون نفر به ۷۹ میلیون نفر در سال ۲۰۱۵ افزایش یافته است. به بیان دیگر در فاصله ۶۵ سال جمعیت کشور ۴/۶ برابر شده است. در حالی‌که جمعیت جهان در همین فاصله زمانی ۲/۹ برابر شده است. بنابراین سرعت رشد جمعیت ایران در دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۵۰، بیش از سرعت رشد جمعیت جهان بوده است.

جدول ۳- مقایسه میزان افزایش جمعیت ایران و جهان در ۶۵ سال گذشته (United Nations، ۲۰۱۵)

جمعیت	۱۹۵۰	۲۰۱۵	میزان افزایش در ۶۵ سال اخیر
ایران (هزارنفر)	۱۷۱۱۹	۷۹۱۰۹	۴/۶
جهان (هزارنفر)	۲۵۲۵۱۴۹	۷۳۴۹۴۷۲	۲/۹

۱- مقایسه شاخص‌های جمعیت ایران و سایر نقاط جهان

براساس گزارش بانک جهانی جدول (۴)، نرخ رشد جمعیت در ایران در طی پنج سال اخیر (از حدود ۲۰۱۰ به بعد) از نرخ رشد جمعیت جهان پیشی گرفته است و براساس آخرین آمار ارائه شده برای سال ۲۰۱۴، حدود ۰/۱۱ بیشتر از نرخ رشد جمعیت جهان بوده است.

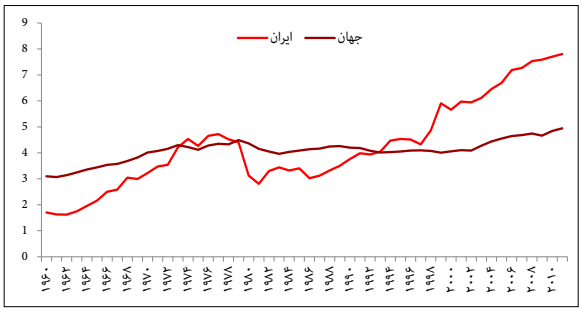
جدول ۴- نرخ رشد جمعیت ایران و جهان (World Bank، ۲۰۱۴)

سال	نرخ رشد جمعیت ایران	نرخ رشد جمعیت جهان
۱۹۹۶	۱/۶۲	۱/۴۵
۱۹۹۷	۱/۸۱	۱/۴۳
۱۹۹۸	۱/۸۹	۱/۴۰
۱۹۹۹	۱/۸۱	۱/۳۷
۲۰۰۰	۱/۶۴	۱/۳۳
۲۰۰۱	۱/۴۵	۱/۳۰
۲۰۰۲	۱/۳۱	۱/۲۸
۲۰۰۳	۱/۲۱	۱/۲۶
۲۰۰۴	۱/۱۶	۱/۲۵
۲۰۰۵	۱/۱۵	۱/۲۶
۲۰۰۶	۱/۱۴	۱/۲۴
۲۰۰۷	۱/۱۲	۱/۲۳
۲۰۰۸	۱/۱۲	۱/۲۳
۲۰۰۹	۱/۱۵	۱/۲۲
۲۰۱۰	۱/۲۰	۱/۲۱
۲۰۱۱	۱/۲۴	۱/۲۰
۲۰۱۲	۱/۲۹	۱/۱۷
۲۰۱۳	۱/۳۰	۱/۲۲
۲۰۱۴	۱/۲۸	۱/۱۷

در مورد نرخ باروری این اجماع کلی وجود دارد که در سال‌های اخیر باروری تقریباً در تمام نقاط جهان کاهش یافته است. در آفریقا که دارای بالاترین سطح باروری است، نرخ باروری از ۴/۹ بچه (برای هر زن) در ۲۰۰۵-۲۰۱۰ به ۴/۷ بچه (برای هر زن) در ۲۰۱۰-۲۰۱۵ کاهش یافته است. نرخ باروری همچنین در آسیا و اقیانوسیه در همان مدت مشابه از ۲/۳ به ۲/۲ در آسیا و از ۲/۵ به ۲/۴ در اقیانوسیه کاهش یافته است. کاهش‌های اخیر باروری در آمریکای لاتین و کارائیب (از ۲/۳ به ۲/۱۵) و آمریکای شمالی (از ۲ به ۱/۸۶) کمی بیشتر بوده است. اروپا تنها منطقه در جهان است که استثنا بوده و نرخ باروری کل اروپا از ۱/۵۵ در ۲۰۰۵-۲۰۱۰ به ۱/۶ در ۲۰۱۰-۲۰۱۵ افزایش داشته است. براساس روند کاهشی مشاهده شده در جهان، نرخ باروری ایران برای همین مدت مشابه از ۱/۸۰ به ۱/۷۴ رسیده است.

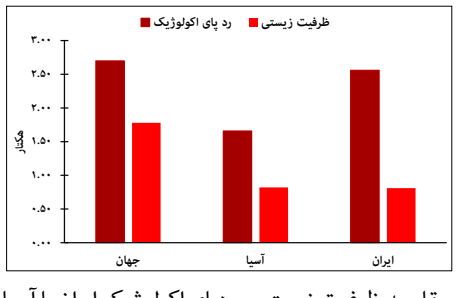
۲- مقایسه ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیک[۴] ایران و جهان

با توجه به تصویر ارائه شده از جمعیت ایران و مقایسه آن با جهان، باید اذعان داشت که تا به امروز رسیدن به جمعیت فعلی کشور، به قیمت تخریب منابع پایه کشور و بسیاری مسائل زیست‌محیطی تمام شده که از جمله اثرات زیست‌محیطی، مسائلی همچون افزایش سطح گازهای گلخانه‌ای، به همراه کاهش ظرفیت زیستی برای پاسخگویی به نیازهای جمعیت ایران است. گاز دی‌اکسید کربن به عنوان عاملی مهم و موثر در گرمایش جهانی و تغییر اقلیم مسئول ۶۰ درصد گرم شدن جهان یا اثر گلخانه‌ای شناخته شده است. شکل (۱) وضعیت میزان انتشار این گاز را در ایران و جهان نشان می‌دهد که براساس آن از سال ۱۹۹۳ به بعد میزان انتشار دی‌اکسید کربن در ایران با نرخ تصاعدی نسبت به جهان پیشی گرفته است.



شکل ۱- مقایسه میزان انتشار دی‌اکسید کربن سرانه
(برحسب متریک تن) در ایران و جهان (World Bank)

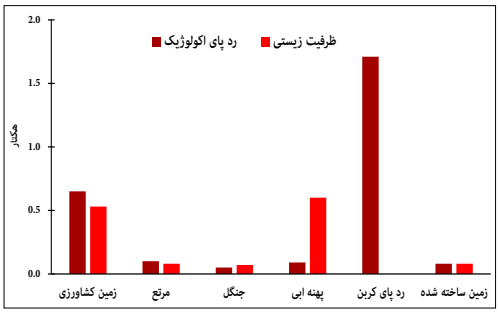
علاوه بر موارد مذکور، براساس اطلاعات منتشر شده توسط جامعه جهانی ردپای اکولوژیک[۵]، میانگین ردپای اکولوژیک هر ایرانی ۲/۶۸ هکتار، درحالی که ظرفیت زیستی ایران برای هر نفر ۰/۸۱ هکتار بوده است. به عبارتی ردپای اکولوژیک هر ایرانی ۱/۸۷ هکتار بزرگتر از ظرفیت زیستی است (Ewing و همکاران،۲۰۱۰). مقایسه سرانه ردپای اکولوژیک ایران و جهان حاکی از آن است که با توجه به آمارهای موجود، سرانه رد پای اکولوژیک ایران تقریباً برابر با متوسط رد پای اکولوژیک جهان است. اما در مقایسه با قاره آسیا با سرانه رد پای ۱/۸، ایران رد پای بسیار بزرگ‌تری نسبت به کشورهای قاره آسیا دارد. همچنین سرانه ظرفیت زیستی ایران تقریباً برابر با آسیا و کمتر از نصف سرانه زیستی جهان است (شکل۲).



شکل ۲- مقایسه ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیک ایران با آسیا و جهان

همچنین همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، ایران بالاترین سرانه ظرفیت زیستی در زمین کشاورزی با ۰/۵ هکتار و پایین‌ترین سرانه ظرفیت زیستی در پهنه آبی با ۰/۰۶ هکتار را دارا است. همچنین بزرگ‌ترین سرانه رد پای اکولوژیک مربوط به رد پای کربن ۷/۱ هکتار و پایین‌ترین رد پا مربوط به جنگل با ۰/۰۵ هکتار

می‌باشد. با مقایسه ردپا و ظرفیت زیستی به تفکیک پهنه‌های زمین، می‌توان به این نتیجه رسید که تنها در پهنه جنگل ظرفیت زیستی ایران بالاتر از رد پای اکولوژیک است. به این معنی که در پهنه جنگل مردم ایران از تمام ظرفیت زیستی استفاده نکرده‌اند و در این بخش پایداری اکولوژیک وجود دارد. در زمین ساخته شده نیز ظرفیت زیستی و رد پای اکولوژیک با هم برابرند که نشان می‌دهد، مصرف در این بخش تا به امروز از ظرفیت زیستی فراتر نرفته است. در پهنه‌های دیگر زمین رد پای اکولوژیک بالاتر از ظرفیت زیستی است، که نشان‌دهنده ناپایداری در این پهنه‌ها می‌باشد.



شکل ۳- مقایسه ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیک در بخش‌های مختلف ایران

با مقایسه سرانه ظرفیت زیستی و سرانه رد پای ایران می‌توان نتیجه گرفت رد پای اکولوژیک ایران بسیار بزرگ‌تر از سرانه زیستی‌اش می‌باشد. این امر نشان‌دهنده مصرف بیش از حد از منابع و وابستگی به منابع دیگر مناطق جهان برای تأمین نیازهای اکولوژیک ساکنان است. همچنین بر اساس منطق روش رد پای اکولوژیک و نتایج به دست آمده می‌توان گفت که وضعیت اکولوژیک ایران دارای ناپایداری است. البته در سطح ملی و منطقه‌ای می‌توان ناپایداری اکولوژیک و کمبود ظرفیت زیستی را با مصادره منابع از مناطق پشتیبان جبران کرد. اما در سطح جهانی از آنجا که منابع سیاره محدود و مشخص است، نمی‌توان بیش از ظرفیت زیستی زمین مصرف کرد و در صورت فشار بیش از حد بر منابع، امکان تجدید منابع از بین می‌رود و از آنجا که حیات انسان به منابع زیستی کره زمین وابسته است، زندگی و محیط‌زیست انسان در معرض خطر جدی قرار می‌گیرد.

۳- وضعیت موجود منابع آب ایران

برای سنجش میزان بحران آب از شاخص‌ها و مدل‌های متعددی استفاده می‌شود که سه شاخص فالکن مارک[۶]، شاخص سازمان ملل، شاخص مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲) از معتبرترین آن‌ها به‌شمار می‌آیند.

فالکن مارک، دانشمند سوئدی، از میزان سرانه آب تجدیدپذیر سالانه برای نشان دادن وضعیت بحران آب در کشورها استفاده می‌کند. فالکن مارک معتقد است کشورهایی که سرانه منابع آب تجدیدپذیر بین ۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰۰ مترمکعب دارند، جزو کشورهای با تنش آبی محسوب می‌شوند. با توجه به جمعیت ۷۵ میلیونی ایران، در حال حاضر سرانه آب تجدیدپذیر ایران از مرز ۱۷۰۰ مترمکعب عبور کرده و کشور ما وارد دوره تنش آبی شده است (Falkenmark و Widstrand، ۱۹۹۲). بر اساس مطالعات سازمان بین‌المللی مدیریت آب، ایران در بین ۱۱۶ کشور از نظر بحران آبی، در رده ۱۴ قرار دارد که این خود نشان‌دهنده وضعیت نامناسب آب ایران است.

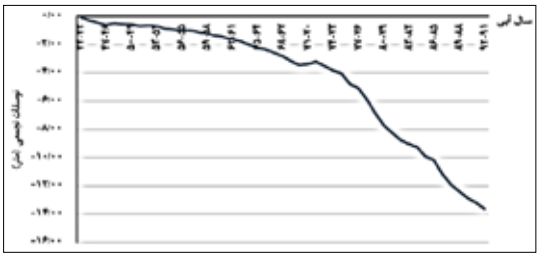
سرانه منابع آب کشور درحال حاضر حدود ۱۷۰۰ مترمکعب برای هرنفر می‌باشند. مقادیر آن از ۵۵۵۵ در سال ۱۳۴۲ تا ۱۷۰۰ در سال ۱۳۹۰ تغییر کرده است. این موضوع نشان می‌دهد که اگرچه کشور درحال وارد شدن به محدوده تنش آبی است اما درحال حاضر در بعضی از استان‌ها میزان سرانه حتی کمتر از ۵۰۰ مترمکعب برای هرنفر است که این نشان‌دهنده کمبود شدید منابع آبی در این استان‌ها است.

جدول ۵- میزان سرانه منابع آب تجدیدشونده کشور (دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا، ۱۳۸۷)

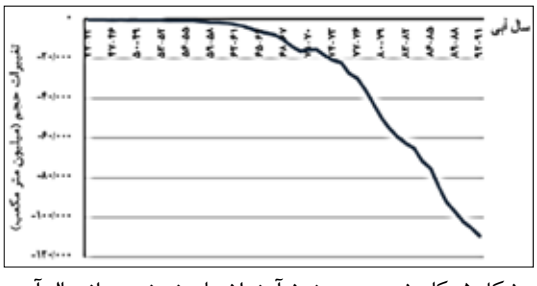
متغیر	واحد	سال				
		۱۳۴۲	۱۳۶۷	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۰
جمعیت	میلیون نفر	۲۳/۴	۵۳/۰۴	۶۰/۰۵	۷۰/۴	۷۶/۲
برداشت از منابع آب برای مصارف	میلیارد مکعب	۴۳/۷	۷۴/۵	۷۶/۸	۹۴	۱۰۴
سرانه برداشت از منابع آب	مترمکعب در سال	۱۸۶۷	۱۳۹۵	۱۲۸۰	۱۳۳۵	۱۳۶۵
سرانه منابع آب تجدیدشونده	مترمکعب در سال	۵۵۵۵	۲۴۳۴	۲۱۶۷	۱۸۴۶	۱۷۰۶
نسبت برداشت سرانه به تجدیدپذیر	درصد	۳۳/۶	۵۷/۳	۵۹	۷۲/۳	۸۰

ایران با متوسط نزولات جوی ۲۶۰ میلی‌متر در سال، از کشورهای خشک جهان و دارای منابع آب محدود است. توزیع مکانی بسیار ناهمگن همین مقدار کم نیز همواره معضلات بسیاری به همراه داشته است. به طوری که فقط یک درصد از مساحت ایران بارشی بیش از ۱۰۰۰ میلیمتر دارد؛ در حالی که ۲۸ درصد از سطح کشور، بارش سالیانه کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر دارد (بیگلری و کریمی، ۱۳۹۲).

طبق آمار ارائه شده از شرکت مدیریت منابع آب کشور، تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی در طول پنج دهه گذشته به‌طور متوسط سالانه ۰/۲۸ متر کاهش یافته و حجم آب در مخازن زیرزمینی به طور متوسط سالانه حدود ۲۲۳۱ میلیون مترمکعب کاهش یافته است.

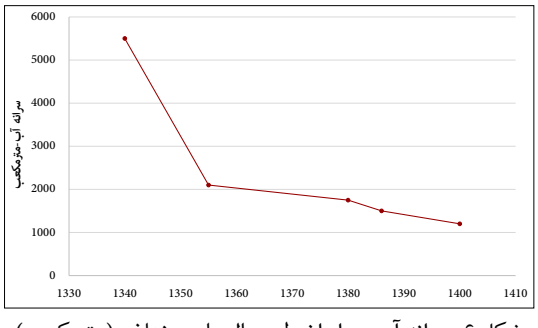


شکل ۴- نوسانات سطح آب زیرزمینی از سال آبی ۴۴-۴۳ الی ۹۲-۹۱ در ایران (شرکت مدیریت منابع آب کشور، ۱۳۹۳)



شکل ۵- کاهش حجم مخزن آبخوان‌های زیرزمینی از سال آبی ۴۴-۴۳ الی ۹۲-۹۱ (شرکت مدیریت منابع آب کشور، ۱۳۹۳).

به مقدار حجم آب قابل تجدید به ازای هرنفر در سال، سرانه آب می‌گویند. با توجه به جمعیت حدود ۶ میلیارد نفری کره زمین سرانه سالیانه آب هر نفر حدود ۶۵۰۰ مترمکعب است؛ ولی این سرانه به طور یکنواخت در سطح دنیا توزیع نشده است، به‌طوری‌که در برخی مناطق همانند کانادا بالغ بر چندین هزار مترمکعب در سال و در بعضی نقاط همچون کویت این سرانه به رقم صفر می‌رسد. با توجه به رشد جمعیت در ایران در سال‌های اخیر، این رقم از ۵۵۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۴۰به رقم ۲۱۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۵۵ و سپس ۱۷۵۰ مترمکعب درسال۱۳۸۰ و رقم ۱۵۰۰مترمکعب در سال ۱۳۸۶ رسیده است و پیش‌بینی می‌شود این رقم در سال ۱۴۰۰به کمتر از ۱۲۰۰ مترمکعب به ازای هر نفر برسد.



شکل ۶- سرانه آب در ایران طی سال‌های مختلف (مترمکعب)

مواد و روش‌ها

بنابر آنچه ذکر شد با توجه به اهمیت بحران آب در ایران و از طرفی اهمیت اثرات اقتصادی بحران آب در ایران در مطالعه حاضر سعی شده است با استفاده از شبکه علّی بیزین تأثیر افزایش جمعیت بر بحران آب و سپس تأثیر بحران آب بر متغیرهای مهم کلان اقتصادی شامل رشد اقتصادی و رشد بخش‌های مختلف اقتصاد (کشاورزی، صنعت و خدمات)، نرخ تورم، نرخ بیکاری، و همچنین اثرات اجتماعی بحران آب با توجه به شاخص عدم دسترسی به آب سالم پرداخته شود. نقشه علّی بیزین ترکیبی از نقشه علّی و شبکه بیزین است که نقشه علّی، نمایش نموداری دانش و شناخت متخصص از موضوع مورد بحث است و شبکه بیزین نمایش شبکه‌ای دانش متخصص بر پایه نظریه احتمال می‌باشد. شبکه بیزینی که در آن روابط وابسته علّی باشد، شبکه عقاید علّی یا شبکه احتمالات علّی یا نقشه علّی بیزین نامیده می‌شود. به دلیل اینکه چارچوب شبکه بیزین بر اساس احتمال طراحی شده است، لذا نقشه علّی بیزین می‌تواند برای ناطمینانی‌های همراه با متغیرها در نقشه استفاده شود. به دلیل ترکیب روش نقشه علّی و شبکه بیزین مدل نقشه علّی بیزین قابلیت نقشه‌های علّی را به صورت‌های گوناگون افزایش می‌دهد و می‌تواند با استفاده از خاصیت تعمیم (انتشار) شبکه بیزین وقتی اطلاعات بیشتری از متغیرهای دیگر به دست می‌آید درباره متغیرهای مورد نظر تحلیل‌های دقیق‌تری داشت (Nadkarni و Shenoy، ۲۰۰۱).

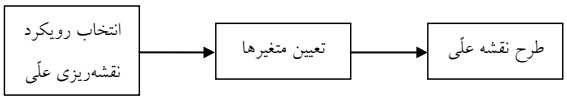
• نقشه علّی

نقشه‌های علّی را می‌توان بر اساس تئوری طراحی کرد. این روش مباحث را توصیفی‌تر از مدل‌های دیگر مثل رگرسیون یا معادلات ساختاری نشان می‌دهد. دیگر اینکه این روش، دارای توانایی استنباط است که بر مبنای تئوری‌های اثبات شده پیشین بدست آمده و در تحلیل تصمیم‌گیری‌ها اهمیت ویژه دارد، زیرا باعث می‌شود که فرد بتواند از طریق استنباط‌ها پیش‌بینی کند (Nadkarni و Shenoy، ۲۰۰۱).

استنباط متغیرها در نقشه‌های علّی پیچیده به سادگی امکان‌پذیر نیست، چون اولاً نقشه‌های علّی متغیرها نقشه در سطح یکسانی از اطمینان هستند، در حالی‌که شناسایی سطح نااطمینانی در مرحله استنباط مهم است. ثانیاً نقشه‌های علّی نمایش ایستایی از متغیرها هستند. بنابراین در دنیای واقعی نیاز به رویکرد پویا است تا بتوان چگونگی تغییر متغیرها را در طی زمان و با توجه به نوسانات دیگر متغیرها نمایش داد. با استفاده از نمودار جهت‌دار در این مدل که اهرم محاسبات می‌باشد، جهت کارآمد ساختن و هدایت شبکه، جهت تعیین الگوی پیچیده میان مجموعه عناصر استفاده می‌شود. به عبارت دیگر به شناسایی ساختار درون یک سیستم از عناصر تشکیل‌دهنده آن توسط یک ماتریس بیان می‌شود. بنابراین نتایج حاصل از مدل‌سازی نقشه برای بیان یک رابطه خاص میان هر جفت از عناصر در بین مجموعه عناصر شبکه می‌باشد (Porter،۱۹۸۰).

مراحل ساخت نقشه علّی شامل ۳ مرحله است (Nadkarni و Shenoy، ۲۰۰۱):

مرحله اول شامل انتخاب رویکرد نقشه‌ریزی علّی، مرحله دوم شامل تعیین متغیرها و مرحله سوم شامل، طرح نقشه علّی می‌باشد (شکل ۷).



شکل ۷- مراحل ساخت نقشه علّی (Nadkarni و Shenoy، ۲۰۰۰)

در این بخش از متغیرهای معرفی شده در مطالعات داخلی و خارجی که با ساختار اقتصادی ایران نیز مطابقت دارند، به منظور ساخت نقشه علّی بیزین استفاده شده است.

متغیرهای مورد استفاده جهت تهیه نقشه علّی بیزین و بررسی اثرات اقتصادی بحران آب در ایران شامل موارد ذیل می‌باشند:

۱. متغیر نرخ تورم که تابعی است از نقدینگی، نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد بخش‌های مختلف اقتصادی و بحران آب. متغیرهای مورد استفاده از مطالعات مختلف شامل مطالعات قبادی و کمیجانی (۱۳۸۹)، حاجی رحیمی و ترکمانی (۱۳۸۲)، و همچنین بر اساس نظر کارشناسان و مطابق با شرایط اقتصاد ایران درنظر گرفته شده‌اند.

$$if=f(gm,ggdp,ggdp_i,ggdp_s,ggdp_a,W_C) \quad (۱)$$

۲. انتشار گازهای گلخانه‌ای که تابعی است از نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات و نرخ رشد جمعیت. متغیرهای مورد استفاده از مطالعه ترابی و همکاران (۱۳۹۱)،حیدری و رنجبر فلاح (۱۳۹۲)، لطفعلی‌پور و همکاران (۱۳۹۰)، همچنین بر اساس نظر کارشناسان و مطابق با شرایط اقتصاد ایران درنظر گرفته شده‌اند.

$$co_2=f(ggdp,ggdp_a,ggdp_i,ggdp_s,gp) \quad (۲)$$

۳. شاخص توسعه انسانی که تابعی است از انتشار گازهای گلخانه‌ای و رشد اقتصادی و رشد بخش‌های مختلف اقتصادی و بحران آب می‌باشد. متغیرهای مورد استفاده از مطالعات مختلف شامل مطالعه خوشنویس و پژویان (۱۳۹۱) و همچنین بر اساس نظر کارشناسان و مطابق با شرایط اقتصاد ایران درنظر گرفته شده‌اند.

$$HDI=f(co_2,ggdp,ggdp_a,ggdp_i,ggdp_s,W_C,W_h) \quad (۳)$$

۴. نرخ بیکاری که تابعی از جمعیت و نرخ رشد اقتصادی و بخش‌های مختلف اقتصادی و بحران آب است. متغیرهای مورد استفاده از مطالعات مختلف شامل مطالعه رحیمی و برین (۱۳۹۴) و همچنین بر اساس نظر کارشناسان و مطابق با شرایط اقتصاد ایران درنظر گرفته شده‌اند.

$$ur=f(gp,ggdp,ggdp_a,ggdp_i,ggdp_s,W_C) \quad (۴)$$

۵. شاخص بحران آب که تابعی از افزایش جمعیت کشور و انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف آب در بخش‌های مختلف می‌باشد. متغیرهای مورد استفاده از مطالعات مختلف شامل مطالعات جلالی‌نسب و همکاران (۱۳۹۳)، خوارزمی و همکاران (۱۳۹۰)، همچنین بر اساس نظر کارشناسان و مطابق با شرایط اقتصاد ایران درنظر گرفته شده‌اند.

$$W_C=f(gp,co_2,cw_a,cw_i,cw_s) \quad (۵)$$

۶. شاخص دسترسی به آب سالم برای آشامیدن که تابعی از انتشار گازهای گلخانه‌ای و بحران آب می‌باشد. متغیرهای مورد استفاده از مطالعات مختلف شامل مطالعه خوارزمی و همکاران (۱۳۹۰)، همچنین بر اساس نظر کارشناسان و مطابق با شرایط اقتصاد ایران درنظر گرفته شده‌اند.

$$W_h=f(W_C,co_2) \quad (۶)$$

(لازم به ذکر است که شاخص انتشار گازهای گلخانه‌ای، دسترسی به آب سالم و نرخ رشد اقتصادی به عنوان ابعاد توسعه پایدار درنظر گرفته شده‌اند).

۷. متغیرهای نرخ رشد اقتصادی بخش‌های مختلف که تابعی از نرخ تورم و بحران آب و نرخ رشد نقدینگی و میزان مصرف آب در بخش‌های مختلف اقتصادی و نرخ رشد جمعیت در نظر گرفته شده‌اند. متغیرهای مورد استفاده از مطالعات مختلف شامل مطالعات بخشی دستجردی و خاکی نجف‌آبادی (۱۳۸۹)، اسدزاده و همکاران (۱۳۹۳)، محرابیان و صدقی سیگارچی (۱۳۸۹)، محمدپور و همکاران (۱۳۹۲)، همچنین بر اساس نظر کارشناسان و مطابق با شرایط اقتصاد ایران درنظر گرفته شده‌اند.

$$ggdp_a=f(if,W_c,gm_2,cw_a \text{ و } gp) \quad (۷)$$

$$ggdp_i=f(if,W_c,gm_2,cw_i \text{ و } gp) \quad (۸)$$

$$ggdp_s=f(if,W_c,gm_2,cw_s \text{ و } gp) \quad (۹)$$

۸. میزان مصرف آب در بخش‌های مختلف اقتصادی که تابعی از رشد جمعیت است. متغیرهای مورد استفاده از مطالعات مختلف شامل مطالعات آبابایی و همکاران (۱۳۹۳)، همچنین بر اساس نظر کارشناسان و مطابق با شرایط اقتصاد ایران درنظر گرفته شده‌اند.

$$cw=f(gp) \quad (۱۰)$$

۹. متغیرهای نقدینگی و افزایش جمعیت

۱۰. نرخ رشد اقتصادی که تابعی است از نرخ تورم، مصرف آب، نرخ رشد بخش‌های مختلف اقتصادی، بحران آب، انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش جمعیت. متغیرهای مورد استفاده از مطالعات مختلف شامل مطالعات Roson و Damania (۲۰۱۶)، بخشی دستجردی و خاکی نجف‌آبادی (۱۳۸۹)، اسدزاده و همکاران (۱۳۹۳)، محرابیان و صدقی سیگارچی (۱۳۹۳)، حاجی رحیمی و ترکمانی (۱۳۸۲)، و همچنین بر اساس نظر کارشناسان و مطابق با شرایط اقتصاد ایران درنظر گرفته شده‌اند.

$$ggdp=f(if,W_c,gm_2,cw_a,cw_i,cw_s,gp,ggdp_a,ggdp_i,ggdp_s) \quad (۱۱)$$

• شبکه بیزین

شبکه بیزین چارچوبی برای نمایش نااطمینانی متغیرها در شبکه فراهم می‌کند، مشابه اثر متغیرهایی که در نقشه آورده نشده‌اند. یک روش معمول برای غلبه بر نااطمینانی متغیرها در شبکه، اندازه‌گیری درجه اطمینان آن متغیر به شرط مقدار علّتش (والد) می‌باشد. فرآیند اندازه‌گیری درجه اطمینان همان تعیین احتمال پیشین[۷] متغیر به شرط مقدار والد

در شبکه است. شبکه بیزین از دو مرحله تشکیل شده است، مرحله کیفی و مرحله کمی. در مرحله کیفی ساختار نموداری شبکه طراحی می‌شود که شامل اتصالاتی جهت‌دار و غیرچرشی است که بیان‌کننده روابط وابسته بین متغیرها می‌باشد. اتصالات جهت‌دار منظور فلش‌هایی است که اشاره به جهت مشخصی دارند و منظور از غیرچرخشی بودن اتصالات این است که راهی برای شروع از یک نقطه و عبور از مجموعه‌ای اتصالات جهت‌دار و برگشت به نقطه شروع وجود نداشته باشد. سپس در مرحله کمی، روابط وابسته بین متغیرها به صورت توزیع احتمال شرطی بیان می‌شود. مهم‌ترین مسئله تعیین کشش اتصالات در نقشه، یعنی تعیین توزیع احتمالات است (Mitchell، ۱۹۹۷).

مبحث شبکه بیزین با تعریف استقلال شرطی شروع می‌شود. به صورت کلی، توزیع احتمال توام با n متغیر را می‌توان با استفاده از قاعده ضرب به دست آورد (Jaing و Wallstrom، ۲۰۰۶).

$$P(x_1,x_2,\ldots,x_n) = P(x_1|x_2,\ldots,x_n)\,P(x_2,\ldots,x_n) =$$
$$P(x_1|x_2,\ldots,x_n)\,P(x_2|x_3,\ldots,x_n)\,P(x_3,\ldots,x_n) =$$
$$P(x_1|x_2,\ldots,x_n)\,P(x_2|x_3,\ldots,x_n)\ldots P(x_{n-1}|x_n)\,P(x_n) \qquad (۱۲)$$

یعنی احتمال توأم همه متغیرها حال‌ضرب احتمال هر متغیر به شرط مقدار والدش (علّت) می‌باشد که این اصلی‌ترین و اساسی‌ترین فرض شبکه بیزین است (Steohenson، ۲۰۰۰).

• ساخت نقشه علّی بیزین (BCM)

نقشه‌های علّی برای سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری در زمینه‌های مختلف بکار گرفته می‌شود. مراحل ساخت نقشه علّی بیزین به دو بخش تقسیم می‌شود، مرحله کیفی و مرحله کمی.

مرحله کیفی، مرحله طرح نقشه علّی بیزین می‌باشد. در این مرحله ساختار نقشه علّی اولیه به دو علت تغییر پیدا می‌کند:

۱ـ برای حذف بعضی محدودیت‌های مراحل مدل‌سازی که در طرح نقشه‌های علّی وجود دارد.

۲ـ برای ساخت نقشه‌های علّی سازگار با فروض رویکرد بیزین.

پس نقشه علّی که در این مرحله طراحی می‌شود، نقشه‌ای است که شامل نمودارهای جهت‌دار غیر چرخشی است که گره‌ها متغیرها و فلش‌ها روابط مستقل شرطی را نشان می‌دهند.

مرحله کیفی از چند مرحله تشکیل شده است:

مرحله اول: استقلال شرطی در نقشه علّی بیزین

یک مدل شبکه‌ای، هم می‌تواند نقشه وابسته (D-map)[۸] و هم نقشه مستقل (I-map)[۹] باشد (Pearl، ۱۹۸۸). نقشه وابسته، نقشه‌ای است که بیان می‌کند متغیرهایی که به هم متصل هستند واقعاً وابسته هستند. از طرف دیگر نقشه مستقل بیان می‌کند، متغیرهایی که جدا هستند و فلشی به سمت آنها وجود ندارد، با توجه به متغیرهای دیگر، مستقل شرطی هستند. نقشه‌ای که هم نقشه وابسته و هم نقشه مستقل باشد، یک نقشه کامل[۱۰] نامیده می‌شود.

مرحله دوم: تشخیص نوع روابط علّت و معلولی

نقشه‌های علّی درک فردی از روابط علّت و معلولی بین متغیرها را بر اساس روش علت‌یابی مشخص می‌کند نه به صورت درک از نوع بیان گفتاری این‌گونه روابط (Charle، ۱۹۹۲). ادبیات مربوط به منطق بیان می‌کند که افراد روابط علّت و معلولی را بر اساس دو نوع روش علّت‌یابی طبقه‌بندی می‌کنند، روش استدلالی (استقرایی)[۱۱] و قیاسی[۱۲]. یک فرآیند استدلال، زمانی قیاسی نامیده می‌شود که فرآیند علّت‌یابی از علّت به سمت معلول باشد یعنی در جهت علّیت. یک فرآیند علّت‌یابی زمانی استدلالی است که رابطه از معلول به سمت علّت باشد یعنی در خلاف جهت علّیت.

در ساخت نقشه علّی بیزین، اتصالات باید فقط به صورت روابط قیاسی باشد و گزاره‌هایی که از نوع علّت‌یابی استدلالی هستند باید از نقشه حذف شوند.

مرحله سوم: تشخیص روابط مستقیم و غیر مستقیم

در مراحل تدوین نقشه علّی بیزین تفاوت روابط مستقیم و غیرمستقیم بین مفاهیم نشان داده نمی‌شود. این تفاوت برای شناسایی استقلال‌های شرطی در نقشه‌های علّی اهمیت دارد. تشخیص روابط علّت و معلولی مستقیم و غیرمستقیم به سه دلیل مهم است:

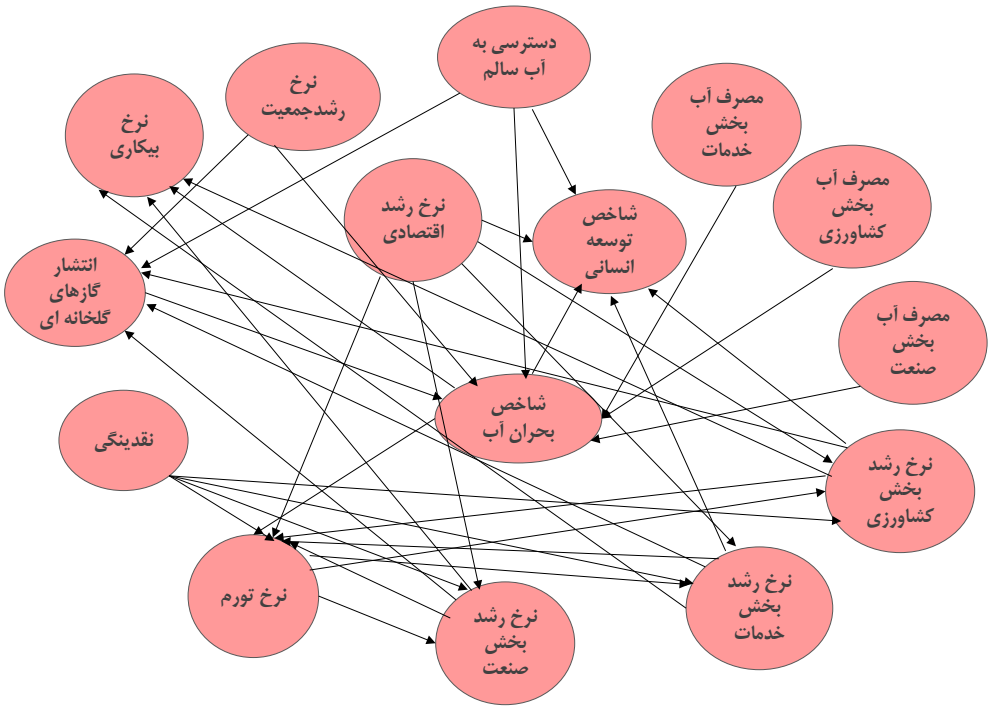
۱- به تشخیص روابط بین متغیرها کمک می‌کند یعنی با توجه به روابط مستقیم و غیرمستقیم می‌توان پی برد که یک متغیر به صورت مستقیم روی دیگری اثر دارد یا فقط با واسطه و تأثیر غیرمستقیم بر آن متغیر دارد.

۲- اگر یک متغیر فقط از طریق یک متغیر واسطه روی دیگری اثر می‌گذارد پس فلش از متغیر اول به سوم اضافی است و پیچیدگی نمایش را بیشتر می‌کند.

۳- تفاوت بین روابط علّت و معلولی مستقیم و غیرمستقیم بر فروض استقلال شرطی و احتمالات شرطی در نقشه اثرگذار هستند (Nadkarni و Shenoy، ۲۰۰۱).

مرحله چهارم: ارزیابی نهایی نقشه علّی در مرحله کیفی

در اینجا برای اطمینان از درستی عملکرد، به تعیین اعتبار درستی، نقشه علّی پرداخته می‌شود. مرحله ارزیابی نهایی شامل حذف و اضافه کردن اتصالاتی می‌شود که برای رسیدن به هدف اصلی پایه‌ریزی شده بودند و این اتصالات مواردی را اندازه‌گیری می‌کنند که هدف تحقیق، اندازه‌گیری آن‌ها بوده است. تغییر و تبدیل نقشه علّی اولیه به نقشه علّی تکمیل شده می‌تواند بر اساس مطالعات انجام شده و مبانی نظری صورت گیرد. به عنوان مثال روابطی که بوسیله دو یا چند متخصص تأیید می‌شوند را حفظ کرده و مواردی که به توافق نمی‌رسند از مدل حذف می‌شوند. پس از تعیین همه وابستگی‌های ممکن بین متغیرها، نقشه علّی بازبینی شده یک نقشه کامل است؛ یک نقشه وابسته که دقیقاً دارای خصوصیات نقشه مستقل نیز می‌باشد. وجود فلش بین دو متغیر در نقشه، رابطه علّی بین آنها را نشان می‌دهد و نبود فلش استقلال شرطی را نشان می‌دهد (Nadkarni و Shenoy، ۲۰۰۱).



شکل ۸- نقشه علّی کامل (براساس تئوری‌های اقتصادی و نظر کارشناسان مطابق با شرایط اقتصاد ایران)

با توجه به نقشه علّی کامل، شکل (۸)، برای دستیابی به نقشه علّی بیزین روابط علّت و معلولی که از نوع استدلالی هستند حذف و روابط قیاسی حفظ می‌گردد. روابط مستقیم و غیرمستقیم و روابط چرخشی نیز با توجه به اصول ذکر شده برای رسم نقشه علّی بیزین اصلاح‌می‌شوند.

همان‌طور که در نقشه علّی کامل قابل مشاهده است، شکل (۸)، بین نرخ تورم و نرخ رشد نقدینگی رابطه وجود دارد؛ اما از آنجا که نرخ رشد نقدینگی بر نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد بخش‌های مختلف تأثیرگذار است و نرخ رشد اقتصادی نیز بر نرخ تورم، بنابراین فلش از سمت نقدینگی به نرخ تورم حذف شده است. بین نرخ تورم و نرخ رشد اقتصادی نیز طبق بسیاری از مطالعات صورت گرفته رابطه دو طرفه وجود دارد که همان‌طور که ذکر شد، فلش از سمت رشد اقتصادی به سمت نرخ تورم حفظ شده و از سمت نرخ تورم به نرخ رشد اقتصادی حذف می‌شود. همچنین بین بحران آب و نرخ تورم نیز رابطه وجود دارد، اما از آنجا که بحران آب بر نرخ رشد اقتصادی نیز اثرگذار بوده و نرخ رشد اقتصادی بر نرخ تورم تأثیر دارد، بنابراین، فلش از سمت بحران آب به نرخ تورم حذف شده است.

متغیر بحران آب بر نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد بخش‌های صنعت، کشاورزی و خدمات نیز تأثیرگذار است، اما فلش از سمت بحران آب به نرخ رشد اقتصادی حذف شده است؛ چون بحران آب بر نرخ رشد بخش‌های مختلف تأثیر گذاشته و سپس نرخ رشد این بخش‌ها بر نرخ رشد اقتصاد تأثیر می‌گذارند. متغیر گرمایش جهانی (انتشار گازهای گلخانه‌ای)، بر بحران آب و شاخص توسعه انسانی تأثیرگذار است و از طرفی بحران آب نیز بر شاخص توسعه انسانی تأثیرگذار بوده، بنابراین فلش از سمت انتشار گازهای گلخانه‌ای بر شاخص توسعه انسانی حذف شده است.

متغیر نرخ رشد جمعیت بر متغیر بحران آب اثرگذار است و از طرفی بر مصرف آب در بخش‌های مختلف اقتصادی نیز تأثیر دارد، بنابراین، فلش از سمت نرخ رشد جمعیت به مصرف آب در بخش‌های مختلف اقتصادی حفظ شده و سپس مصرف آب در بخش‌های مختلف بر بحران آب تأثیر می‌گذارند و بنابراین فلش از سمت نرخ رشد جمعیت بر بحران آب حذف شده است.

داده‌های مطالعه حاضر از طریق اداره بررسی‌ها و سیاسترهای اقتصادی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، آنکتاد، صندوق بین‌المللی پول، بانک جهانی، شرکت مدیریت منابع آب ایران، ترازنامه انرژی سال‌های مختلف، مرکز آمار ایران، سازمان خواربار و کشاورزی، گزارش شاخص توسعه انسانی و عدم دسترسی به آب سالم (۲۰۱۴) تهیه شده است. طول دوره تخمین برای تمامی داده‌ها از ۱۳۷۸ تا سال ۱۳۹۴ می‌باشد.

نتایج و بحث

در ادامه مباحث نقشه علّی بیزین در مرحله کمی، روابط وابسته به صورت توزیع احتمال شرطی برای هر متغیر در شبکه بیان می‌شوند. همچنین، برای هر متغیر جدولی از توزیع احتمال‌های شرطی وجود دارد که با توجه به مقدارهای والد (علّت) محاسبه

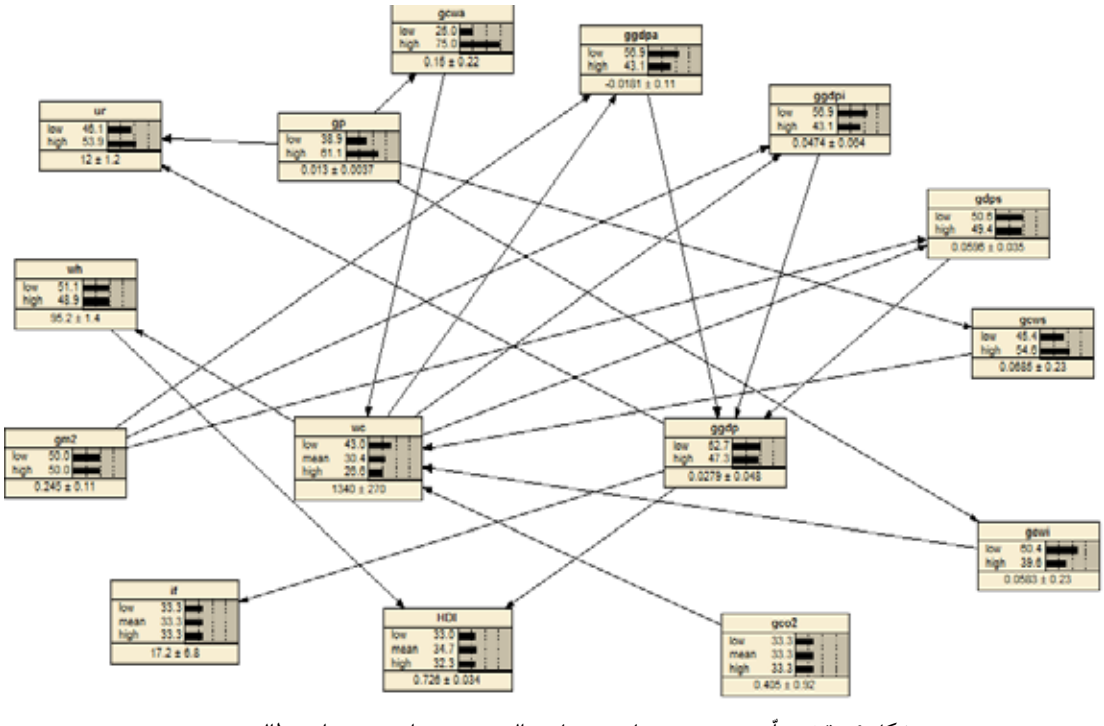
می‌شود (Nadkarni و Shenoy، ۲۰۰۱). بنابراین، در این مرحله پارامترهای عددی شبکه علّی بیزین (احتمالات) تعیین می‌شود که برای حصول به این مقدارها مراحل ذیل بایستی انجام شود.

۱- تعیین وضعیت متغیرها

مقدارهای هر متغیر در نقشه علّی را می‌توان بر اساس تغییرات به دو یا چند وضعیت (مانند کم، متوسط و زیاد و غیره) طبقه‌بندی کرد. برای تعیین وضعیت متغیرهای مورد نظر در شبکه، متغیرهای نرخ رشد بخش‌های کشاورزی، صنعت، خدمات و نرخ رشد اقتصادی، مصرف آب در بخش‌های مختلف اقتصادی، نرخ رشد جمعیت، انتشار گازهای گلخانه‌ای، بجز متغیرهایی که به صورت نرخ هستند، تبدیل به درصد رشد شده و همچنین برای متغیر شاخص بحران آب بر اساس شاخص فالکن مارک سه وضعیت و برای شاخص توسعه انسانی بر اساسی طبقه‌بندی کشورها در سه وضعیت [(بین ۰/۵-۰ کشورهای با سطح پایین شاخص توسعه انسانی)، (بین ۰/۸-۰/۵ کشورهای با سطح متوسط شاخص توسعه انسانی) و (بیشتر از ۰/۸ کشورهای با سطح بالای شاخص توسعه انسانی)] و برای شاخص دسترسی به آب سالم دو وضعیت (بین ۹۵-۹۰ درصد و بالاتر از ۹۵ درصد) درنظر گرفته شده است. سپس در نرم‌افزار مقدارها از کم به زیاد مرتب می‌شوند و سپس متغیرهایی که به صورت نرخ رشد درنظر گرفته شده‌اند با استفاده از رسم نمودار هر متغیر و انجام آزمون نقاط شکست آن‌ها تعیین شده و سپس بر اساس نقاط شکست هر متغیر وضعیت‌های آن‌ها مشخص می‌گردد. به عنوان مثال اگر متغیری دارای یک نقطه شکست باشد، این متغیر دارای دو وضعیت و اگر دارای دو نقطه شکست باشد، این متغیر دارای سه وضعیت می‌باشد. بنابراین متغیرهایی که در شبکه بیزین دوحالت دارند، دارای یک نقطه شکست و آن‌هایی که سه وضعیت دارند، دارای دو نقطه شکست می‌باشند. پس از تعیین وضعیت‌ها، توزیع احتمال مربوط به هر کدام از وضعیت‌های متغیرها با توجه به احتمالات شرطی (برای متغیرها با حداقل یک علّت) به کمک نرم‌افزار Netica محاسبه می‌شود. این احتمال‌ها توزیع احتمال پیشین متغیرها بدون هرگونه دخالت خارجی در نقشه می‌باشند.

۲- تعیین احتمال وضعیت‌ها

در این مرحله با توجه به احتمالات شرطی (برای متغیرها با حداقل یک علّت)، توزیع احتمال مربوط به هر کدام از وضعیت‌های متغیرها به کمک نرم‌افزار (Netica) محاسبه می‌شود. بنابراین برای وضعیت هر متغیر در شبکه، جدولی از احتمالات وجود دارد که این احتمالات توزیع احتمال پیشین متغیرها بدون هر گونه دخالت خارجی در شبکه می‌باشد که به صورت درصد احتمال در شبکه بیان می‌شود. بطور مثال شکل (۹)، نقشه علّی بیزین مطالعه حاضر را نشان می‌دهد که اتصالات بین متغیر بحران آب با متغیرهای دیگر که به یکدیگر ارتباط دارند را نشان می‌دهد. مطابق این شکل، احتمال اینکه بحران آب در وضعیت متوسط خود (بین ۱۷۰۰-۱۰۰۰مترمکعب) باشد، ۳۰/۴٪ و احتمال اینکه در وضعیت بسیار شدید خود قرار گیرد (وضعیت پایین یعنی میزان سرانه منابع آب تجدیدپذیر کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب)، ۴۳٪ و احتمال اینکه در وضعیت بالای خود یعنی میزان سرانه منابع آب تجدیدپذیر بیش از ۱۷۰۰ مترمکعب باشد، ۲۵/۶٪ می‌باشد. اعداد مشخص شده در بخش زیرین جدول هر متغیر به ترتیب از راست به چپ بیانگر انحراف معیار و میانگین متغیر مورد نظر می‌باشند. لازم به ذکر است که نقشه از ۱۵ گره تشکیل شده است.



شکل ۹- نقشه علّی بیزین به همراه توزیع احتمال وضعیت‌های متغیرهای مطالعه

۳- استنباط با استفاده از تحلیل حساسیت در مرحله کمی

پس از تعیین احتمال وضعیت‌های هر متغیر با استفاده از تحلیل حساسیت و وارد کردن مشاهدات جدید از متغیرهای دیگر، درباره متغیر هدف استنباط می‌شود. رویکرد تحلیل حساسیت شامل آزمون تغییر احتمال وضعیت‌های متغیرهای اثرگذار تحت سناریوهای مختلف و سپس ربط دادن وضعیت این متغیرها با موضوع مورد نظر است؛ به این صورت که هر بار یکی از وضعیت‌های متغیرها، در حالی که بقیه متغیرها ثابت نگاه داشته شده‌اند، تغییر داده می‌شود و سپس اثر این تغییرات بر احتمال‌های مربوط به وضعیت‌های متغیر هدف بررسی می‌شود و نحوه اثرگذاری مشاهده و استنباط می‌شود (Nadkarni و Shenoy، ۲۰۰۱). چگونگی نحوه اثرگذاری تغییر احتمال وضعیت یک متغیر بر متغیر هدف به این صورت است که پس از تغییر احتمال وضعیت یکی از متغیرها، مشاهده می‌شود که احتمال‌های وضعیت‌های متغیر هدف تغییر کرده است. حال هر کدام از وضعیت‌ها که بیشترین احتمال را دارد، نشان‌دهنده تغییر مورد نظر است که این تغییر می‌تواند در جهت عکس و یا مستقیم باشد.

۳-۱- سناریوی افزایش جمعیت: مهمترین سناریوی مطالعه حاضر سناریوی افزایش نرخ رشد جمعیت در کشور و تأثیر آن بر متغیرهای اقتصادی است. در سناریوی افزایش جمعیت، پس از تغییر احتمال وضعیت زیاد متغیر نرخ رشد جمعیت (۱۰۰درصد)، مشاهده می‌شود که ابتدا وضعیت متغیرهای نرخ رشد مصرف آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات بیشترین احتمال آن‌ها در وضعیت بالا به ترتیب برابر با ۷۵، ۷۴ و ۵۸/۳ درصد قرار گرفته و سپس متغیر بحران آب که بیشترین احتمال آن در وضعیت بحران آب شدید (میزان منابع تجدیدپذیر سرانه کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب، طبق شاخص فالکن مارک) ۴۰/۲ درصد قرار می‌گیرد. پس از آن به دلیل تأثیر متغیر بحران آب بر رشد بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات و رشد کل اقتصاد، بیشترین احتمال این متغیرها در وضعیت پایین به ترتیب ۵۶/۲، ۵۸/۳، ۵۱/۳، ۵۲/۳ قرار می‌گیرد. متغیرهای اقتصادی نرخ تورم و نرخ بیکاری نیز به ترتیب بیشترین احتمال آن‌ها در وضعیت بالا ۳۴/۳ درصد و ۶۹/۱ درصد قرار می‌گیرند. در واقع این سناریو، نشان‌دهنده تأثیر منفی افزایش جمعیت بر بحران آب و رشد اقتصادی کشور است. همچنین، شاخص توسعه انسانی بیشترین احتمال آن در وضعیت متوسط ۳۴/۸ درصد، یعنی کشورهای با شاخص توسعه انسانی متوسط قرار می‌گیرد. بنابراین با توجه به این سناریو تأثیر منفی رشد جمعیت بر متغیرهای اقتصادی مورد تأیید قرار می‌گیرد. نتایج در جدول (۶) آورده شده است.

جدول ۶- نتایج سناریوی نرخ رشد جمعیت

سناریوی نرخ رشد جمعیت (gp)		
وضعیت متغیر	احتمال	
high	٪۱۰۰	
بحران آب		
Low	Mean	High
٪۴۰/۲	٪۳۱/۵	٪۲۸/۳
دسترسی به آب سالم و بهداشتی		
Low	Mean	High
٪۵۸	-	٪۴۲
نرخ رشد مصرف آب در بخش کشاورزی		
Low	Mean	High
٪۲۵	-	٪۷۵
نرخ رشد مصرف آب در بخش خدمات		
Low	Mean	High
٪۴۱/۷	-	٪۵۸/۳
نرخ رشد مصرف آب در بخش صنعت		
Low	Mean	High
٪۲۶	-	٪۷۴
نرخ رشد اقتصادی		
Low	Mean	High
٪۵۲/۳	-	٪۴۷/۷
نرخ رشد بخش کشاورزی		
Low	Mean	High
٪۵۶/۲	-	٪۴۳/۸
نرخ رشد بخش صنعت		
Low	Mean	High
٪۵۸/۳	-	٪۴۱/۷
نرخ رشد بخش خدمات		
Low	Mean	High
٪۵۱	-	٪۴۹
نرخ بیکاری		
Low	Mean	High
٪۳۰/۹	-	٪۶۹/۱
نرخ تورم		
Low	Mean	High
٪۳۲/۴	٪۳۳/۳	٪۳۴/۳
شاخص توسعه انسانی		
Low	Mean	High
٪۳۲/۴	٪۳۴/۸	٪۳۲/۸

همان‌طور که از نتایج این سناریو مشخص است، یکی از اثرات اقتصادی رشد جمعیت، مسئله کاهش رشد اقتصادی است. در مطالعه حاضر، با توجه به اینکه شاخص بحران آب، میزان سرانه منابع آب تجدیدپذیر در نظر گرفته شده است. بنابراین با افزایش

جمعیت، میزان دسترسی به منابع آب تجدیدپذیر به ازای هر فرد کاهش یافته و در نتیجه بحران آب ایجاد می‌شود. از طرفی با ایجاد بحران آب و افزایش جمعیت، استفاده از آب شرب رو به فزونی می‌گذارد و همچنین مصرف آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت افزایش یافته، حال آنکه منابع آب شیرین و در دسترس جهان محدود است. از آنجا که بخش صنعت، بیشترین نقش را در تولید ناخالص ملی کشور دارد و از طرفی آب به‌عنوان یک نهاده تولید نقش مهمی در بسیاری از صنایع مانند صنایع فولاد، پتروشیمی، صنایع غذایی که مبنای آن بر تولیدات کشاورزی و دامی استوار است، دارد، بنابراین بحران آب می‌تواند رشد این بخش‌ها را کاهش دهد.

دومین اثر اقتصادی رشد جمعیت، که در این سناریو نیز مشاهده شد، افزایش نرخ بیکاری در کشور است. همان‌طور که ذکر شد رشد جمعیت باعث کاهش رشد بخش‌های مختلف اقتصادی می‌شود و بنابراین به دنبال بحران کم‌آبی با کاهش تولید در این بخش‌ها، در نتیجه افزایش هزینه در این بخش‌ها منجر به تعطیلی بنگاه‌ها شده و با بیکار شدن کارگران، بخش اشتغال نیز با بحران روبه‌رو خواهد شد و نرخ بیکاری در کشور نیز افزایش می‌یابد.

سومین اثر اقتصادی رشد جمعیت، افزایش نرخ تورم در کشور است. قطعاً برای تأمین شمار بیشتری از افراد جمعیت باید مواد غذایی بیشتری تولید شود. تولید بیشتر مواد غذایی مستلزم برخورداری از منابع بیشتر است؛ بنابراین با افزایش جمعیت و افزایش تقاضا برای مواد غذایی از یک طرف و از طرف دیگر مشکل بحران آب و کاهش رشد اقتصادی و کاهش تولید، قیمت محصولات غذایی که وابسته به محصولات کشاورزی است، افزایش یافته و همچنین کاهش تولید بر هزینه همه بخش‌های اقتصادی تأثیر گذاشته و منجر به افزایش نرخ تورم در کشور می‌شود.

همچنین از دیگر اثرات افزایش رشد جمعیت به دنبال کاهش سرانه میزان آب تجدیدپذیر و ایجاد آلودگی و انتشار گازهای گلخانه‌ای عدم دسترسی به آب سالم و کاهش شاخص توسعه انسانی می‌باشد که نتایج مطالعه حاضر نیز این موضوع را تأیید می‌کند. همان‌طور که ذکر شد رشد جمعیت، دسترسی به اقدامات بهداشتی و منابع آب سالم را برای افراد جامعه محدود کرده و همچنین با کاهش درآمد سرانه و دسترسی محدود به امکانات آموزشی، شاخص توسعه انسانی نیز که به عنوان معیاری نسبی برای سنجش امید به زندگی، سواد، چگونگی و سطح آموزش و به شکل کلی، میزان استانداردهای زندگی در جوامع بشری است، کاهش یافته و طبق سناریوی تحقیق حاضر ایران در رتبه متوسط (بین ۰/۵ تا ۰/۸) در بین کشورهای مختلف قرار می‌گیرد.

۳-۲- سناریوی گرمایش جهانی (افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای):

پس از تغییر احتمال وضعیت زیاد متغیر انتشار گازهای گلخانه‌ای (۱۰۰ درصد)، مشاهده می‌شود که ابتدا وضعیت متغیر بحران آب، بیشترین احتمال آن در وضعیت بحران آب شدید (میزان منابع تجدیدپذیر سرانه کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب، طبق شاخص فالکن مارک) ۴۳ درصد قرار می‌گیرد. پس از آن به دلیل تأثیر متغیر بحران آب بر رشد بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات و رشد کل اقتصاد، بیشترین احتمال این متغیرها در وضعیت پایین به ترتیب ۵۶/۲، ۵۶/۹، ۵۰/۶، ۵۲/۷ درصد قرار می‌گیرد. متغیرهای اقتصادی نرخ تورم و نرخ بیکاری نیز به ترتیب بیشترین احتمال آن‌ها در وضعیت بالا ۳۳/۷ درصد و ۵۳/۹ درصد قرار می‌گیرند. همچنین، شاخص توسعه انسانی بیشترین احتمال آن در وضعیت متوسط ۳۴/۷ درصد یعنی کشورهای با شاخص توسعه انسانی متوسط قرار می‌گیرد. متغیر دسترسی به آب سالم بیشترین احتمال آن در وضعیت پایین ۵۱/۱ درصد قرار می‌گیرد. نتایج در جدول (۷) آورده شده است.

جدول ۷- نتایج سناریوی گرمایش جهانی (یافته‌های پژوهش)

سناریوی گرمایش جهانی (gco_2)		
وضعیت متغیر	احتمال	
high	٪۱۰۰	
بحران آب		
Low	Mean	High
٪۴۳	٪۳۰/۴	٪۲۶/۶
دسترسی به آب سالم و بهداشتی		
Low	Mean	High
٪۵۱/۱	-	٪۴۸/۹
نرخ رشد اقتصادی		
Low	Mean	High
٪۵۲/۷	-	٪۴۷/۳
نرخ رشد بخش کشاورزی		
Low	Mean	High
٪۵۶/۲	-	٪۴۳/۸
نرخ رشد بخش صنعت		
Low	Mean	High
٪۵۶/۹	-	٪۴۳/۱
نرخ رشد بخش خدمات		
Low	Mean	High
٪۵۰/۶	-	٪۴۹/۴
نرخ بیکاری		
Low	Mean	High
٪۴۶/۱	-	٪۵۳/۹
نرخ تورم		
Low	Mean	High
٪۳۳/۳	٪۳۳	٪۳۳/۷
شاخص توسعه انسانی		
Low	Mean	High
٪۳۳	٪۳۴/۷	٪۳۲/۳

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مقایسه نرخ رشد جمعیت ایران با جهان در طی ۶۵ سال گذشته، حاکی از شتاب بیشتر افزایش جمعیت در ایران نسبت به جهان است که این فشار جمعیتی بار زیادی را بر روی منابع طبیعی پایه کشور وارد نموده و اثرات زیست‌محیطی نظیر آلودگی هوا، گرم شدن کره زمین و بحران منابع آبی را با توجه به افزایش سطوح مصرف به دنبال خواهد داشت. به عنوان یک نتیجه‌گیری باید گفت که اهمیت رابطه بین رشد جمعیت و رفاه انسان ریشه در نظریه مالتوس دارد و درک این فرآیند مفید بوده و منجر به طراحی سیاست‌های اقتصادی و جمعیتی می‌شود. در این راستا این مطالعه با تأکید ویژه بر منابع آبی به عنوان نماینده‌ای از محیط‌زیست به بررسی ارتباط بین رشد جمعیت و بحران آب و تأثیر آن بر متغیرهای کلان اقتصادی با استفاده از شبکه علّی بیزین پرداخته است. بدین‌منظور، دو سناریوی افزایش رشد جمعیت و افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفتند. در سناریوی افزایش نرخ رشد جمعیت این نتیجه حاصل شد که با افزایش نرخ رشد جمعیت بحران آب در شاخص بحران آب فالکن مارک در وضعیت بسیار بد خود (میزان منابع آب تجدیدپذیر سرانه کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب) قرار گرفته و اثرات اقتصادی تشدید بحران آب در کشور باعث کاهش رشد بخش‌های مختلف اقتصادی و رشد اقتصادی می‌شود و بنابراین باعث افزایش تورم در اقتصاد می‌شود. همچنین نرخ بیکاری در وضعیت بالای خود قرار گرفته و شاخص توسعه انسانی نیز در وضعیت متوسط خود قرار می‌گیرد. همچنین اثر اجتماعی بحران آب، کاهش دسترسی به آب سالم و بهداشتی است.

در سناریوی افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، نیز شاخص بحران آب در وضعیت شدید خود قرار گرفته و اثرات اقتصادی آن نیز شامل افزایش نرخ تورم، افزایش نرخ بیکاری و کاهش نرخ رشد اقتصادی است و اثر اجتماعی آن نیز شامل کاهش میزان دسترسی به آب سالم و بهداشتی است.

بنابراین با توجه به هر دو سناریو می‌توان نتیجه گرفت که بحران آب به یکی از جدی‌ترین مشکلات اقتصاد ایران بدل شده است. فعالان اقتصادی براین باورند که در صورت تداوم این بحران، مشکلات کلیدی پیش‌روی اقتصاد ایران قرار می‌گیرد. اثرات اقتصادی بحران آب، کاهش نرخ رشد بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات و در نهایت نرخ رشد اقتصادی و همچنین افزایش نرخ بیکاری و نرخ تورم در اقتصاد می‌باشد. تشدید بحران آب، به منزله کاهش هرچه بیشتر سرانه منابع آب تجدیدپذیر در کشور است؛ بنابراین با افزایش رشد جمعیت و در نتیجه تقاضای آب در بخش‌های مختلف اقتصادی، بحران آب تشدید شده و در نتیجه رشد اقتصادی کاهش یافته و در نهایت با کاهش رشد تولید در کشور، نرخ تورم افزایش یافته و با همچنین با کاهش رشد بخش‌های مختلف اقتصادی اشتغال نیز در بخش‌های مختلف کاهش یافته و نرخ بیکاری افزایش می‌یابد.

از طرفی با افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، مهم‌ترین اثر زیست‌محیطی که در ارتباط با رشد جمعیت و بحران آب می‌باشد، مسئله خشکسالی شکل می‌گیرد. وقتی خشکسالی آغاز می‌شود، معمولاً بخش کشاورزی به علت وابستگی شدید آن به منابع آبی اولین بخشی است که آسیب می‌بینند. در صورت ادامه خشکسالی سایر بخش‌هایی که به نوعی در ارتباط با آب هستند در معرض آسیب قرار می‌گیرند. بنابراین با تشدید بحران آب نرخ رشد بخش کشاورزی و سایر بخش‌های اقتصادی نیز کاهش یافته که خود تبعات اقتصادی ذکر شده را دارد.

با توجه به تأکید بر سیاست‌های افزایش جمعیت و جدی شدن مسئله بحران آب، می‌توان گفت که اگر این سیاست‌ها مبتنی بر عرضه کافی و پایدار منابع آبی نباشند، به‌گونه‌ای که امکان پاسخ‌گویی به تقاضای آب مورد نیاز برای بخش‌های مختلف اقتصادی میسر نشود، شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی و فرایند توسعه پایدار کشور و حتی تداوم زندگی مدنی جوامع مختلف کشور را با مخاطره جدی مواجه خواهد ساخت و در میان‌مدت و حتی در کوتاه‌مدت اثرات مثبت احتمالی افزایش جمعیت را هم منتفی خواهد نمود.

بنابراین پیشنهاد می‌شود اگر سیاست افزایش جمعیت به عنوان یک سیاست راهبردی مدنظر تصمیم‌گیرندگان کلان کشور باشد، لازم است بستر مناسب از جمله سرمایه‌گذاری کافی در زمینه عرضه منابع آبی که قطعاً نیازمند هزینه زیادی بوده و از ریسک بالایی برخوردار است، فراهم شود. همچنین، استفاده بهینه از منابع آب باید از برنامه‌های اصلی کشور باشد. برنامه‌ریزی برای حفظ و بهره‌برداری بهینه از منابع آبی نیازمند به‌کارگیری ضوابط خاص خود می‌باشد. از آنجا که افزایش جمعیت و توسعه شهرنشینی یکی از عوامل اصلی افزایش تقاضا برای منابع آبی است، این مسئله باید در سیاست‌های مربوط به افزایش جمعیت مدنظر قرار گیرد و برنامه‌ریزی مناسب جهت مدیریت عرضه و تقاضای آب در آینده باید درنظر گرفته شود. به بیان دیگر تا زمانی که نتوان برای جمعیت کشور عرضه منابع آبی پایدار تعریف نمود، تأکید بر سیاست‌های افزایش جمعیت می‌تواند تبعات منفی در حوزه‌های مختلف اقتصادی اجتماعی و زیست‌محیطی به همراه داشته باشد.

پی‌نوشت

1- Water Crisis

۲- تعداد کودکان زنده به دنیا آمده در یک سال به ازای هر هزار زن

۳- تعداد مرگ‌های ناشی از کلیه علل به ازای هر هزار نفر جمعیت

۴- روش "رد پای اکولوژیک"، یکی از شاخص‌هایی است که پایداری را به صورت کمی و جامع اندازه‌گیری می‌کند. رد پای اکولوژیک، شاخصی برای ارزیابی میزان مصرف بشر و اثرات آن بر محیط‌زیست است. این شاخص نشانگر مقدار مصرف (تقاضای مردم برای کالاهای طبیعی و خدمات است) و معادل مقدار زمین، یا آبی است که نیازهای مصرفی جامعه را تأمین کرده، یا آنکه پسماندهای تولیدی آنها را جذب می‌کند. به این معنا، رد پای اکولوژیک، بازگوکننده آثاری است که هر کدام از جوامع در اثر سبک و شیوه زندگی خود، بر طبیعت به جای می‌گذارند. به طور دقیق، این شاخص، میزان پهنه‌های زمین و آب مورد نیاز برای تولید تمام منابعی که

یک فرد، جمعیت، یا فعالیت، مصرف می‌کنند و پسماند تولید شده را جذب می‌کنند، محاسبه می‌نماید. در نهایت این نواحی می‌توانند با ظرفیت زیستی منطقه مقایسه شوند تا میزان پایداری مناطق سنجیده شود. این مقیاس، این امکان را به وجود می‌آورد که اکوسیستم‌هایی با حاصلخیزی زیستی متفاوت و نواحی متفاوت دنیا در یک واحد یکسان (هکتار جهانی) با یکدیگر مقایسه شوند. منظور از "ظرفیت زیستی"، ظرفیت اکوسیستم برای تولید مواد حیاتی مفید و جذب پسماندی است که انسان تولید می‌کند. مواد حیاتی مفید، آن موادی هستند که در اقتصاد انسانی مصرف می‌شوند. ظرفیت زیستی یک ناحیه، با ضرب کردن نواحی فیزیکی واقعی در ضریب بازده و ضریب تعادل مقتضی محاسبه می‌شود.

5-Global Footprint Network

6-Falken Mark

7-Prior Probability

8- Dependence Map

9- Independence Map

10- Perfect Map

11- Abductive

12- Deductive

منابع

آبابایی، ب.، میرزایی، ف. و سهرابی، ت. ۱۳۹۳. تأثیر افزایش جمعیت بر تقاضای آب شرب از سد مخزنی طالقان تحت سناریوهای تغییر اقلیم. آب و توسعه پایدار، ۲: ۹۱-۱۰۰.

ابراهیمیان، ص. و نهتانی، م. ۱۳۹۲. بررسی بحران کم‌آبی در حال حاضر ناشی از چالش عدم مدیریت بهینه منابع آب در بخش کشاورزی در راستای تحقق توسعه پایدار کشاورزی. اولین همایش ملی چالش‌های منابع آب کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان.

احسانی، م. و خالدی، ه. ۱۳۸۲. بهره‌وری آب کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

اسدزاده، ا.، تسلیمی بابلی، ا. و جلیلی، ب. ۱۳۹۳. بررسی اثرات تورمی و توزیعی مالیات بر ارزش‌افزوده بر بخش‌های مختلف اقتصاد ایران. پژوهشنامه مالیات، ۷۲: ۱۳۵-۱۵۶.

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. اداره بررسی‌های اقتصادی، گزارش اقتصاد و ترازنامه بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، سال‌های مختلف.

بخشی دستجردی، ر. و خاکی نجف‌آبادی، ن. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر جمعیت بر رشد اقتصادی در چارچوب الگوی رشد بهینه در اقتصاد ایران. کاربردی از الگوریتم ژنتیک. مجله تحقیقات اقتصادی، ۱: ۱-۲۰.

بیگدلی، م.، کلانتری، ص. و علیزاده اقدم. م. ۱۳۸۵. رابطه بین میزان باروری کل با توسعه اقتصادی و اجتماعی. فصلنامه علمی پژوهشی رفاه اجتماعی، ۵(۲۱): ۱۲۳-۱۴۰.

بیگلری، ح. و کریمی، ح. ۱۳۹۲. بحران آب و بررسی نقش آن در توسعه پایدار کشور. اولین همایش ملی بحران آب، اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی.

ترابی، ت.، خواجوی‌پور، ا.، طریقی، س. و پاکروان، م.ر. ۱۳۹۴. تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تجارت خارجی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران. مدلسازی اقتصادی، ۲۹(۱): ۶۳-۸۴.

جلالی‌نسب، م.، مطیعی، ن. و صدفی آبکنار، س. ۱۳۹۳. بحران آب و اثرات اجتماعی و اقتصادی ناشی از آن در بخش کشاورزی. دومین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی محیط‌زیست و منابع طبیعی پایدار. تهران: مرکز همایش‌های بین‌المللی دانشگاه شهید بهشتی.

حاجی رحیمی، م. و ترکمانی، ج. ۱۳۸۲. بررسی نقش رشد بخش کشاورزی در رشد اقتصادی ایران کاربرد الگوی تحلیل مسیر. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۴۲-۴۱: ۷۱-۸۹.

حیدری، پ. و رنجبر فلاح، م. ۱۳۹۲. رابطه رشد اقتصادی و آلودگی ناشی از گازهای گلخانه‌ای در کشورهای عمده اوپک (با استفاده از روش پانل دیتا). مجله محیط زیست، ۵۲: ۲۱-۳۴.

خوارزمی، ع.، دهقانی تفتی، ا.، مشعل، م. و اله دادی، ا. ۱۳۹۰. بررسی بحران آب در ایران ازمنظر شاخص‌های توسعه پایدار. دانشگاه خوزستان: اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار.

خوشنویس، م. و پژویان، ج. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر آلودگی محیط‌زیست بر شاخص توسعه انسانی در کشورهای توسعه‌یافته. فصلنامه علوم اقتصادی، ۲۰: ۳۹-۶۸.

درخور، م.، فرجی‌زاده، ع. و میرهاشمی، ع. ۱۳۹۲. بحران آب و نتایج زیست‌محیطی آن در آسیای مرکزی. مطالعات آسیای مرکزی، ۱۲: ۴۱-۵۴.

دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا. ۱۳۸۷. بسته پیشنهادی مدیریت منابع آب، برنامه پنجم توسعه، وزارت نیرو.

رحیمی، ش. و برین، ا. ۱۳۹۴. رابطه رشد اقتصادی و بیکاری. فصلنامه تازه‌های اقتصاد، ۱۴۴: ۶۴-۶۶.

سجادی، ک. ۱۳۸۸. بحران آب و تأثیر آن بر روابط ایران با کشورهای همجوار پس از انقلاب اسلامی. چهارمین همایش منطقه‌ای ایده‌های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، دانشکده کشاورزی.

قبادی، س. و کمیجانی، ا. ۱۳۸۹. تبیین رابطه میان سیاست پولی- ارزی و بدهی دولت و تأثیر آن‌ها بر تورم و رشد اقتصادی در ایران. مطالعات اقتصاد بین‌الملل، ۳۷: ۱-۲۲.

لطفعلی‌پور، م.ر. و فلاحی، م.ع. ۱۳۹۰. بررسی رابطه انتشار دی‌اکسید کربن با رشد اقتصادی، انرژی و تجارت در ایران. مجله تحقیقات اقتصادی، ۱: ۱۵۱-۱۷۳.

مدیریت اقتصادی آب. ۱۳۹۵. دفتر اقتصاد آب، سازمان مدیریت منابع آب. آمار و اطلاعات. آمار میزان بارندگی، جریان‌های سطحی و حجم آب موجود در مخازن‌ها.

محرابیان، آ. و صدقی سیگارچی، ن. ۱۳۸۹. تأثیر رشد جمعیت بر رشد اقتصادی در کشورهای چهار گروه درآمدی. فصلنامه علوم اقتصادی، ۵(۱۳): ۹۷-۱۱۴.

محمدپور، غ.ر.، بخشی دستجردی، ر.، جعفری، س.، اثنی عشری، ه. ۱۳۹۲. بررسی اثر ساختار سنی جمعیت بر رشد اقتصادی ایران. مجله تحقیقات اقتصادی، ۲: ۲۰۱-۲۲۴.

نقی‌پور دهکردی، پ.، خرم‌دل، س. و بیجندی، ع. ۱۳۹۳. بررسی عوامل مؤثر بر تغییر اقلیم با تأکید بر بحران آب و راهکارهای تخفیف آن. دانشگاه شهرکرد: دومین همایش ملی بحران آب.

یوسفی، پ. ۱۳۹۴. بحران آب. دومین همایش ملی راهکارهای پیشروی بحران آب در ایران و خاورمیانه. شیراز.

Ali S., Ali A. and Amin A. 2013. The Impact of Population Growth on Economic Development in Pakistan. Middle-East Journal of Scientific Research, 18(4): 483-491.

Afzal M. 2009. Population Growth and Economic Development in Pakistan, The Open Demography Journal, 2: 1-7.

Birdsall N., Kelley A. C. and Sinding S.W. 2001. Why population matters: demographic change, economic growth, and poverty in the developing world. Oxford, UK: Oxford University Press.

Charle E. 1983. Mocroeconomics of Developing Country. Mc Graw-Hill Inc., US.

Cincotta R. and Engelman R. 1997. Economics and Rapid Change (The Influence of Population Growth). Population Action International, Washington,D.C. Occasional paper.http://www.searchford.edu.

Ewing B., Moore D., Goldfinger S., Oursler A., Reed A., and Wackernagel M. 2010. The Ecological Foot Print Atlas2010. Puplished by; Global Footprint Network, Oakland, California, USA. http//www.footprintnetwork.org.

Falkenmark M. and Widstrand C. 1992. Population and Water Resources: a Delicate Balance. Population Bulletin, 47(3): 1-36.

Jiang and Wallstrom G. 2006. A Bayesian Network for Outbreak Detection and Prediction.Center for Biomedical Informatics, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA.

Johonson D. 1994. Effects of Institutions and Policies on Rural Population Growth with Application to China. Population and Development Review, 20(3): 503-531.

Lin X., Sha J. and Yan J. 2015. Exploring the Impacts of Water Resources on Economic Development in Beijing-Tianjin-Hebei Region. http://www-sre.wu.ac.at/ersa/.

Lozeau B. 2007. The Effects of Population Growth on Economic Performances in China and India. Brussels Journal of International Studies, 4: 1-8.

Malthus T. R. 1992 .An Essay on the Principle of Population, Cambridge, Cambridge University Press.

Mitchell T.M. 1997. Machine Learning. McGraw-Hill. http://www.cs.cmu.edu.

Morgan S. 2003. Is Low Fertility a Twenty-First Century Demographic Crisis? Demography, 40: 589-603.

Nadkarni S. and Shenoy P. 2000. A causal Mapping Approach to Constructing Bayesian Netwoks School of Business, Working Paper. 289: 1-30.

Nadkarni S., and Shenoy P. 2001. A Bayesian Network Approach to Making Inferences in Causal Maps. European Journal of Operational Research, 128(3): 21–40.

Pearl J. 1988. Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference.morgan Kaufman Publishers., Inc., San Francisco, Californai,revised second printing edition.

Porter M. 1980. An Algoritm for Suffix Stripping. Program,14(3): 130-137.

Prasad B.K. 2003. Rural Development: Concept, Approach and Strategy. Sarup & Sons, New Delhi, pp: 94.

Roson R. and Damania R. 2016. Simulating the Macroeconomics Impact of Future Water Scarcity and Assesment of Alternative Scenarios. Working Paper. Center for Research on Energy and Environment Economics and Policy.

Roson R. and Sartori M. 2015. System-wide Implications of Changing Water Availability and Agricultural Productivity in the Mediterranean Economies. Water Economics and Policy, 1(1): 1-30.

Roson R. and Sartori M. 2016. Estimation of climate change damage functions for 140 regions in the GTAP9 database, World Bank Policy Research Working Papers, Washington D.C., forthcoming.

Roy P. and Das S. 2011. Population Growth, Socio-economy and Quality of life in Birbhum District, West Bengal, India.Current Research Journal of Social Sciences, 3(5): 412-418.

Sinding S. 2009. Population, Poverty and Economic Development. Philosophical Transactions of the Royal Society, 364: 3023-3030.

Steohenson T. 2000. An Introduction To Baysian Network Theory And Usage. IDIAP Research Report 00-03.

Thompson W. S. 1944. Plenty of people. The Jaques Cattell Press, 246p.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 1996. Population and quality of Life. Available at: http://unesdoc.unesco.org.

United Nation World Water Development Report. 2014. Water and Energy. Vol 1.

United Nations. 2015. World Population prospects (key finding and advance tables). Available at: https://esa.un.org.

World Bank. 1960-2015. World Development Indicators .http://www.worldbank.org.

World Development Indicators. 2014. The World Bank. Washington DC.

سال سوم، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵، صفحات ۴۷ تا ۵۸
نشریه آب و توسعه پایدار

2016, Vol.3, No.1, Pages 47 to 58
Journal of Water and Sustainable Development

تحلیل انتقادی آب مجازی از منظر سیاست‌گذاری

حامد قدوسی[۱*]، حامد داوری[۲]

۱- استادیار اقتصاد مالی، انستیتو فناوری استینوس آمریکا.
۲- پژوهشگر گروه توسعه پایدار، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران).

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: hghoddus@stevens.edu)
تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۲۶
تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۱۵

چکیده

مفهوم تجارت آب‌مجازی[۱] به داد و ستد آب مصرف شده برای تولید کالاها و محصولات کشاورزی از طریق مبادله آن‌ها بین کشورها اشاره دارد. تونی آلن با طرح این مفهوم بر کارایی آن جهت بهبود مسأله توزیع نابرابر آب در جهان تأکید کرد. در این مقاله با بررسی ابعاد تجارت آب مجازی از منظر مدل تجارت بین‌الملل هکشر اولین[۲]، نظریه‌ی اولیه آلن بررسی و بر خلاف پیش‌بینی خوش‌بینانه اولیه مشخص شد که تجارت آب مجازی حتی در برخی کشورهای کم‌آب ممکن است موجب تشدید فشار بر منابع آب شود. این الگو ممکن است به دلایل مختلفی از جمله (۱) نامتوزان بودن نسبت عوامل تولید (مخصوصاً آب به زمین) در بخش کشاورزی، (۲) قیمت‌گذاری نادرست آب کشاوزی، (۳) سیاست‌های تشویقی دولت و (۴) موانع تجارت آزاد مشاهده شود. در ادامه‌ی مقاله تجارب استفاده از مفهوم آب مجازی از منظر سیاست‌گذاری در مدیریت پایدار منابع آب در قالب تجارب کشورهای مشابه ایران مورد بررسی قرار گرفت و گزینه‌های سیاستی موازی نیز طرح و بررسی شد.

واژه‌های کلیدی: آب مجازی، تجارت بین‌الملل، ارزش سایه آب، سیاست‌گذاری منابع آب.

Critically analysis of virtual water from the perspective of policy-making

H. Ghoddusi, H. Davari

1- Assistant professor of financial economics, Stevens Institute of Technology, USA. 2- Researcher, Office of Sustainability, Amirkabir University of Technology(Tehran Polytechnic), Iran.

*(Corresponding Author Email: hghoddus@stevens.edu)
Received: 16-7-2016
Accepted: 5-9-2016

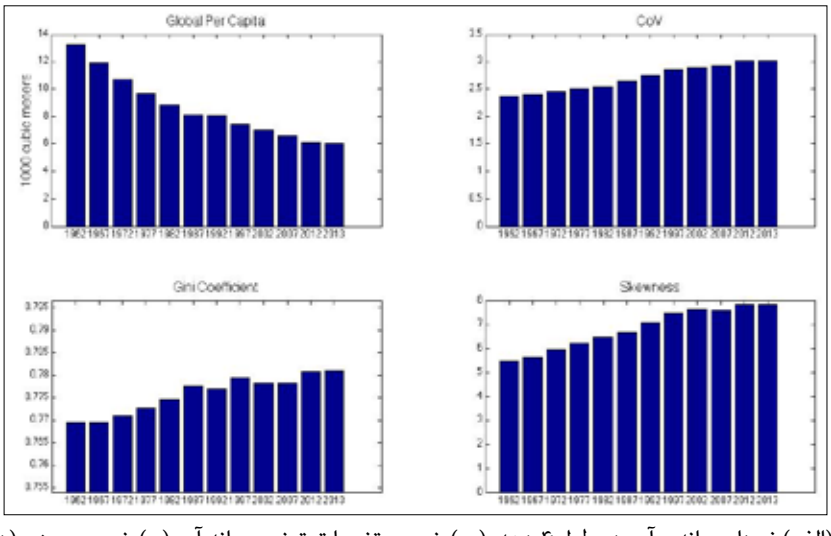
Abstract

The concept of virtual water trade refers to transact of the water consumed for production of goods and agricultural products through international trade. The Anthony Allan introduced this concept to improve global water used efficiency. In this paper, the original theory of Allen has been investigated through incorporating virtual water as a factor of production in Heckscher-Ohlin international trade model. The results indicate that contrary to Allen's initial optimistic forecasts, virtual water trade increased the pressure on water resources in some countries. This pattern may be the consequence of the following causes: (1) the imbalance of production factors relative to one another (especially water to land) in the agricultural sector (2) the inefficient agricultural water pricing, (3) government's agricultural incentive policies, and (4) barriers to free trade. Then, we have investigated the experiences of using the virtual water concept from the perspective of policy making on sustainable water resources management in the framework of similar countries to Iran and also, the parallel policy options.

Keywords: virtual water, international trade, water shadow price, policy making of the water resources.

مقدمه

توزیع نابرابر منابع آب تجدیدپذیر در جهان مسئله‌ای است که توجه محققین رشته‌های مختلف را به خود جلب نموده است. این توزیع نابرابر علی‌الخصوص زمانی بحرانی‌تر می‌شود که در کنار تصویر توزیع جمعیت مورد توجه قرار بگیرد. سرانه جهانی آب ۶۰۰۰ متر معکب و در ایران حدود ۱۶۰۰ مترمکعب به ازای هر نفر است. نگاهی دقیق‌تر به آمارهای توزیع سرانه آب بین کشورهای مختلف و در طول ۴ دهه از حیث درجه نابرابری در توزیع مؤید افزایش این نابرابری در محور زمان است (شکل ۱). شکل (۱-الف) نشان‌دهنده‌ی متوسط سرانه آب در دنیا است که از حدود ۱۳۰۰۰ به عددی حدود ۶هزار مترمکعب رسیده است. نمودار نشان‌دهنده‌ی کاهش سرانه منابع آب در دنیا است که علّت اصلی آن را می‌توان رشد جمعیت دانست. از میان دلایل دیگر می‌توان به از دست دادن منابع آب شیرین به خاطر مسائل تغییر اقلیم نیز اشاره کرد. سه نمودار دیگر در این شکل نیز نابرابری توزیع آب را نشان می‌دهد. شکل (۱- ب) نشان‌دهنده‌ی افزایش نابرابری با معیار ضریب تغییرات است. شکل (۱- ج) نشان‌دهنده‌ی افزایش ضریب جینی توزیع سرانه آب بین کشورها و درنتیجه افزایش نابرابری است. معیار دیگر چولگی توزیع است (شکل ۱-د)، نمودار نشان می‌دهد که چولگی توزیع آب بین کشورهای مختلف نیز بیشتر شده است. بنابراین در عین این‌که منابع آب دنیا در حال کاهش است، درجه نابرابری توزیع این منابع نیز در حال افزایش است.



شکل ۱- (الف) نمودار سرانه‌ی آب در طول ۴ دهه (ب) ضریب تغییرات توزیع سرانه آب (ج) ضریب جینی (د) چولگی.
هر چهار نمودار نشان‌دهنده‌ی افزایش نابرابری توزیع در طول زمان است.

پدیده دوم موضوعی بدیهی نیست، چرا که این کاهش می‌توانست برای همه کشورها یکنواخت باشد، در حالی که در طول زمان نابرابری بدتر شده است. نتیجتاً راه‌حل‌هایی راهگشا هستند که نه‌تنها کارایی را در استفاده از منابع آب زیاد کند بلکه به نوعی این نابرابری توزیع را هم مرتفع سازد. مفهوم «آب مجازی» از مفاهیم نظری است که در پاسخ به این نگرانی معرفی شد.

مفهوم آب‌مجازی اولین بار توسط تونی آلن[۳] در مجموعه ای از مقالات منتشر شده در سال‌های ۹۳ الی ۹۷ میلادی پیشنهاد شد. تحلیل اصلی آلن بیش‌تر معطوف به تحلیل تنش‌های سیاسی ناشی از کمبود آب در منطقه‌ی خاورمیانه و شمال آفریقا بود. این نظریه مدعی است در صورتی که موانع تجارت بین کشورهای کم‌آب و کشورهای پرآب رفع شود، آب مورد نیاز کشورهای کم آب می‌تواند به صورت پنهان در محصولات تجاری علی‌الخصوص محصولات کشاورزی بین کشورها مبادله شود. به زبان اقتصادی با اینکه توزیع منابع آب به صورت پیشینی[۴] ممکن است نابرابر باشد ولی با اجازه دادن به تجارت محصولات (و نه لزوماً تجارت خود آب) توزیع پسینی[۵] «مصرف» آب در کشورهای مختف ممکن است به برابری نزدیک شود.

در این مقاله قصد داریم تا با رویکرد اقتصادی از سه منظر مفهوم آب مجازی را مورد بررسی انتقادی قرار دهیم:

(۱) منظر اثبات‌گرایانه[۶]: آیا این مفهوم می‌تواند الگوی تجارت بین‌الملل (علی‌الخصوص محصولات کشاورزی) را توضیح دهد؟ به عبارت دیگر آیا آب را می‌توان مانند سایر نهاده‌هایی نظیر کار، سرمایه و ... به عنوان عامل مزیت نسبی بین کشورها به حساب آورد؟

(۲) منظر هنجاری[۷]: پیامد رفاهی آب مجازی چیست؟ آیا توجه به مفهوم آب مجازی در رفاه موثر است؟ و وجه تفارق آب با سایر نهاده‌ها چیست؟

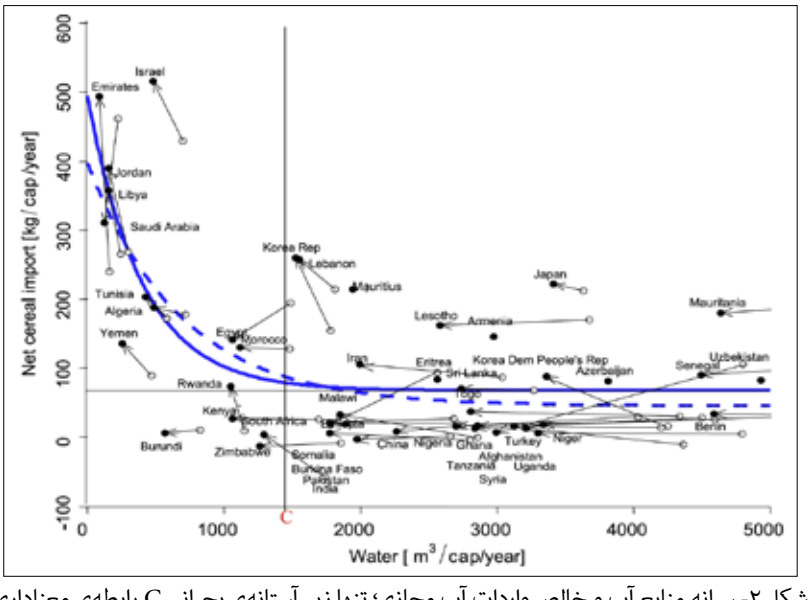
(۳) منظر سیاست‌گذاری: سیاست کشاورزی دولت‌ها چگونه می‌تواند با در نظر گرفتن تجارت آب‌مجازی به توزیع بهتر آب کمک کند؟ قیمت‌گذاری محلی آب باید از چه سیاست‌هایی پیروی کند تا کارایی سود به حداکثر خود برسد؟

بنابراین این مقاله در نهایت با تأکید بر رویکرد سوم (رویکرد سیاست‌گذاری) به دنبال یافتن پاسخ پرسش‌های فوق است. برای این منظور با ۳ عنوان مرور پیشینه و ادبیات موضوع، تجارت آب مجازی از منظر مدل اقتصاد بین‌الملل و سیاست‌گذاری منابع آب و تجارت آب مجازی به بحث در این موضوع می‌پردازد.

مرور پیشینه و ادبیات موضوع

آلن طی سال‌های ۹۳ تا ۹۷ میلادی، نقدی بر دیدگاهی که پیش‌بینی می‌کرد جنگ‌های آینده جنگ آب است، وارد نمود. او معتقد بود این نگاهی کوته‌بینانه و بیش از حد بدبینانه است. او تجارت محصولات نهایی کشاورزی را راه‌حلی برای رفع توزیع نابرابر منابع آب می‌دانست. عمده دلیل این موضوع ارزان‌تر بودن تجارت محصول نهایی بین هزار تا ده هزار برابر در مقابل تجارت فیزیکی آب است. بنابراین کشورهای کم‌آب با تجارت محصولات نهایی می‌توانند منابع آب محدود خود را صرف فعالیت‌های باارزش‌تر نمایند. طرح این مفهوم در ابتدا ناظر به منطقه خاورمیانه و شمال افریقا بود؛ منطقه‌ای که به علّت مناقشات آبی در حوزه رودخانه اردن و فرات، احتمال وقوع جنگ در ادبیات سیاسی آن پُررنگ بود. در واقع هدف از طرح مفهوم آب مجازی بررسی تأثیر تجارت آزاد بر شدت تنش در اقتصاد سیاسی آب است.

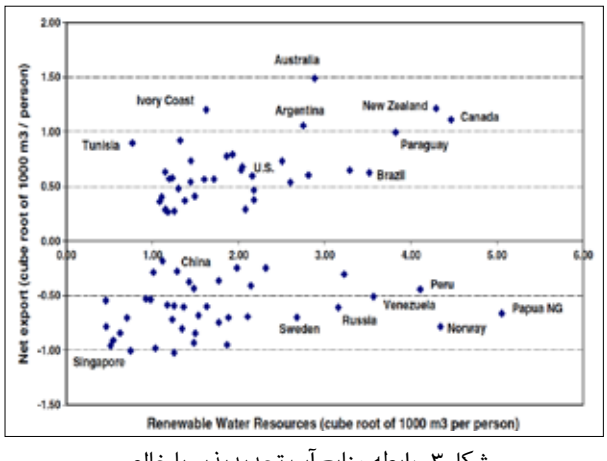
تجارت آب مجازی عمدتاً مربوط به محصولات کشاورزی و دامی است. این رقم در حدود ۷۰۰ تا ۱۱۰۰ کیلومترمکعب است؛ در حالی که مصرف کشاورزی آب جهان حدود ۵۴۰۰ کیلومترمکعب می‌باشد (۱۵ الی ۲۰ ٪) و بنابراین سهم بزرگی ندارد. از منظر اقتصاد دو اثر قابل رویت است، (۱) هموارسازی نابرابری (۲) کارایی ناشی از تجارت. تخمین‌ها گویای صرفه‌جویی حدود ۵۰۰ کیلومترمکعب در اثر تجارت آب مجازی در دنیا است (۸ الی ۱۰٪). بنابراین آمار نشان‌دهنده‌ی آن است که این مفهوم در عمل هم کارایی سود دارد و هم به توزیع بهتر کمک می‌کند.



شکل ۲- سرانه منابع آب و خالص واردات آب مجازی؛ تنها زیر آستانه‌ی بحرانی C رابطه‌ی معناداری بین منابع آب و واردات غلات دیده می‌شود (Zehnder و Yang، ۲۰۰۷)

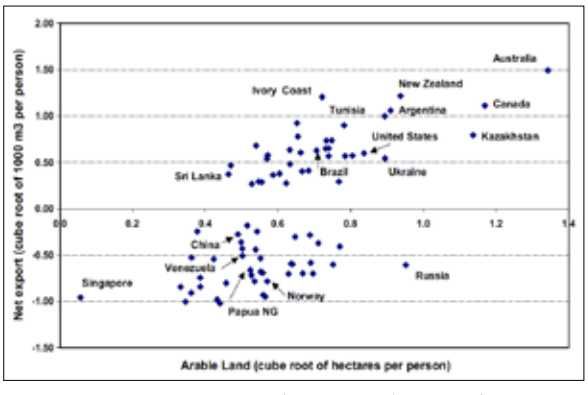
بر اساس نظریه آب مجازی اگر منابع آب یک کشور کمتر باشد باید واردات آب مجازی آن کشور بیشتر باشد تا هموارسازی در کمیابی آب اتفاق بیفتد. شکل (۲) در محور افقی سرانه منابع آب و در محور عمودی خالص واردات غلّات (آب مجازی) را نشان می‌دهد. تنها زیر یک آستانه بحرانی در محور افقی (سرانه منابع آب) این رابطه قابل مشاهده است. به عنوان مثال این رابطه برای کشورهایی مثل عربستان و امارات با برخورداری از منابع آب کم مشاهده می‌شود.

سمت دیگر پیش‌بینی نظریه تجارت آب‌مجازی این است که چنانچه کشوری از منابع آب زیاد برخوردار باشد صادرکننده خالص آب خواهد بود. شکل (۳) که منابع آب و صادرات آب‌مجازی را نشان می‌دهد بیانگر وجود رابطه آماری کوچکی (ضریب رگرسیون کوچک) است.



شکل ۳- رابطه منابع آب تجدیدپذیر با خالص صادرات آب مجازی (Wichelns، ۲۰۱۰)

در شکل (۴) متغیر زمین قابل کشت جایگزین آب شده است. این نمودار رابطه‌ی بهتری را میان صادرات آب مجازی و زمین نشان می‌دهد. لذا پیش‌فرض اولیه که کشورهای پرآب به کشورهای کم‌آب، آب صادر خواهند کرد برقرار نیست. این مسأله را این چنین می‌توان توضیح داد که کشورها برای صادرات آب مجازی در قالب محصولات کشاورزی و دام‌پروری باید نسبت متوازنی از آب، نیروی کار و زمین را در اختیار داشته باشند. در نتیجه برخورداری از منابع آب به تنهایی نمی‌تواند به تولید و صادرات محصولات دارای آب‌مجازی بیانجامد.



شکل ۴- رابطه زمین قابل کشت و خالص صادرات آب مجازی، (Wichelns، ۲۰۱۰)

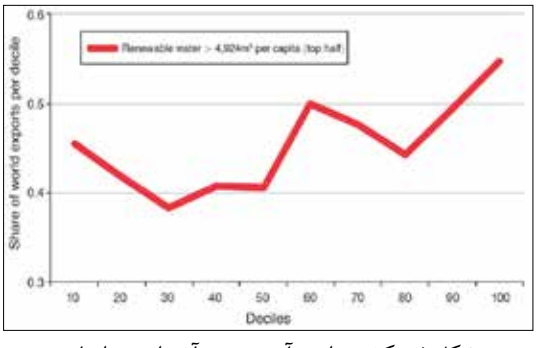
نقدهای اقتصادی به مفهوم آب مجازی

طرح مفهوم آب‌مجازی به عنوان عاملی جهت آگاه‌سازی مردم و سیاست‌گذاران به منظور اطلاع‌رسانیِ تأثیر الگوی مصرف بر منابع آب اثربخش بوده است. با این وجود سه نکته‌ی مهم در رابطه با تأثیر تصمیم مصرف‌کننده بر آب صرفه‌جویی شده از مصرف‌نکردن محصولات با ردپای بالا وجود دارد. اولین نکته شائبه‌ای است که اعلام اعداد ردپای آب در جداولی مانند جداول (۱) و (۲) در مصرف‌کننده ایجاد می‌کند. محتوای آب مجازی یک کیلوگرم گوشت گاو حدود ۱۳/۵ مترمکعب آب اعلام می‌شود. این عدد به هیچ عنوان بیانگر

جدول ۱- آب مجازی موجود در محصولات دامی و کشاورزی اساسی (Zimmer و Renault، ۲۰۰۳)

محصولات دامی و کشاورزی	آب مجازی موجود در هر محصول (متر مکعب بر تن)
گوشت گاو	۱۳۵۰۰
مرغ	۴۱۰۰
دانه سویا	۲۷۵۰
تخم مرغ	۲۷۰۰
برنج	۱۴۰۰
گندم	۱۱۶۰
شیر	۷۹۰

در تحقیق Debaere رابطه‌ی برخورداری از منابع آب و تولیدات و محصولات آب‌بر مورد بررسی قرار گرفته است. مطابق شکل (۵)، رابطه‌ی ۵ دهک بالای کشورهای پرآب (با سرانه بیش از ۴۹۲۴ مترمکعب) با صادرات محصولات آب بر به ازای هر دهک به تصویر کشیده شده است (Debaere، ۲۰۱۴). مشاهده می‌شود با حرکت به سمت محصولات با نیاز آبی بالاتر، سهم کشورهای پرآب در تولید جهانی آن محصول زیادتر می‌شود. بنابراین کشورهای پرآب در سطح یک محصول بیش‌تر به سمت تولید محصولات آب‌بر متمایل هستند، ولی وقتی آب موجود در همه محصولات را تجمیع کنیم لزوماً چنین نتیجه‌ای را در سطح کلان مشاهده نمی‌کنیم.



شکل ۵ – کشورهای پرآب و سهم آن‌ها در صادرات محصولات آب‌بر (Debaere، ۲۰۱۴)

میزان آب صرفه‌جویی شده حاصل از نخوردن یک کیلوگرم گوشت در کشور محل مصرف (ایران) نیست، چرا که ارزش کمیابی یا ارزش سایه آب[۸] در محل مصرف با محل تولید آن برابر نمی‌باشد. به عنوان مثال نخوردن گوشت در ایران به طور غیرمستقیم موجب کاهش مصرف آب در فرایند کشاورزی و فرآوری گوشت در برزیل می‌شود و بر منابع آب ایران تأثیری ندارد. علاوه بر آن اهمیت و ارزش صرفه‌جویی یک لیتر آب در منطقه میانی ایران با مثلاً جنگل‌های آمازون یکسان نیست. در نتیجه با توجه به الگوی مصرف و مکان تولید و مصرف هر محصول و نمایه آبی مربوط به آن بایستی ردپای محصولات غذایی محاسبه و اطلاع‌رسانی شود.

جدول ۲- سناریوهای تأثیر الگوی غذایی بر ردپای آب (Renault و Wallender، ۲۰۰۰)

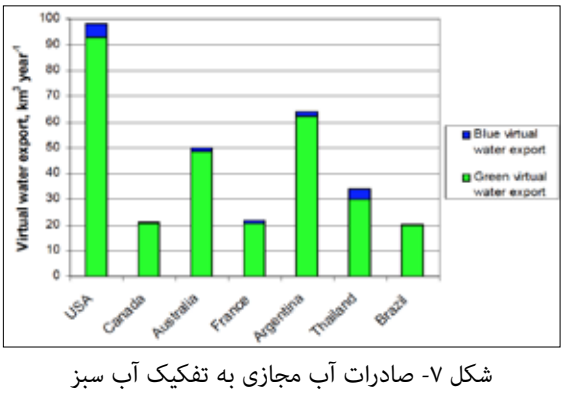
سناریوهای تأثیر الگوی غذایی بر ردپای آب	آب مجازی مورد استفاده (مترمکعب بر نفر بر روز)
بدون رژیم	۵/۴
۲۵ درصد کاهش فرآورده های دامی	۴/۶
جایگزینی ۵۰ درصد گوشت گاو با مرغ	۴/۸
جایگزینی ۵۰ درصد گوشت قرمز با سبزیجات	۴/۴
۵۰ درصد کاهش فرآورده های دامی	۳/۴
رژیم سبزیجات	۲/۶
حداقل رژیم غذایی برای بقای زیستی	۱

نکته‌ی دوم ثابت نبودن ردپای آب است. باید توجه داشت که ردپای آب اعلام شده در جداولی نظیر جدول (۱) میانگین ردپای تولید محصولات در جهان است و این عدد با توجه به نمایه‌ی آبی، بهره‌وری زمین و فناوری تولید در هر مکان متفاوت است. در نتیجه باید بین مفهوم آب مجازی نهایی[۹] و متوسط تفاوت گذاشت.

این اعداد بیانگر متوسط ردپای آب است و به معنی ردپای آخرین واحد تولید شده نیست. به طور مثال رقم ۱۳ هزار برای یک تن گوشت گاو متوسط کل تکنولوژی‌های تولید دنیا است، ولی آخرین واحد گوشتی که تولید شده ممکن است با ۴۰ هزار لیتر آب تولید شده باشد؛ به این دلیل که تولید همیشه از واحدهای کارا حرکت کرده و به سمت ناکارا می‌رود. در نتیجه برای اطلاع‌رسانی عموم مردم از تأثیر نحوه‌ی مصرف بر ردپای آب بایستی ردپای آخرین واحد تولید شده را اعلام نمود. با استناد به مطالعات انجام شده این عدد به طور تقریبی دو برابر میانگین است.

آب مجازی در ایران

ایران با برخورداری از سرانه آب ۱۶۰۰ مترمکعب جزء کشورهای خشک و نیمه‌خشک دسته‌بندی می‌شود؛ بنابراین با اتکا بر پیش‌بینی آقای آلن ایران می‌بایست واردکننده‌ی خالص آب‌مجازی باشد. بررسی آمار صادرات و واردات بر خلاف انتظار نشان‌دهنده‌ی صادرات آب مجازی در ایران است. با توجه به شکل (۶) (تراز تجاری آب مجازی) ایران نه‌تنها صادرکننده آب‌مجازی است بلکه تقریباً تمامی این آب را از منابع کمیابش تأمین می‌کند. Vanham (۲۰۱۳) در تحقیقی به ضرورت تفکیک آب آبی و آب سبز در ردپای آب مجازی و تجارت آن اشاره کرده است. در شکل (۷) کشورهای صادرکننده‌ی آب‌مجازی دیده می‌شوند که تقریباً تمامی آب مورد استفاده در محصولات صادراتی‌شان از منابع آب سبز[۱۰] تأمین شده است. شکل (۸) نیز نشان‌دهنده‌ی منابع ردپای محصولات تجاری ایران به تفکیک آب‌های سبز، آبی و خاکستری است. بر خلاف انتظار مشاهده می‌شود که ایران خالص صادرات آب آبی و واردات آب سبز دارد. این بدان معنی است که ایران منابع آب ارزش‌مند خود را صادر می‌کند و منابع کم‌ارزش‌تر آب سبز را از سایر کشورها وارد می‌کند.



شکل ۷- صادرات آب مجازی به تفکیک آب سبز و آبی، (Yang و Zehnder، ۲۰۰۸)

نکته سوم این است که در کشاورزی بهره‌وری و هزینه تولید مدام در هر حال تغییر است و میزان آب مجازی مشاهده شده ماحصل یک تعادل عمومی در تولید کلان کشاورزی دنیا است که ممکن است در نتیجه تغییر تولید و مصرف سایر محصولات دست‌خوش تغییر شود.

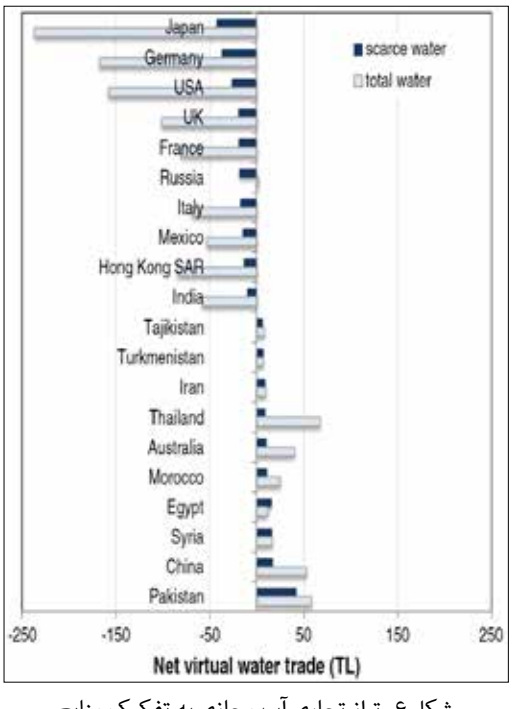
در نهایت به منظور آگاهی‌رسانی بهتر به مصرف‌کنندگان باید تأثیر تغییر رژیم غذایی بر میزان استفاده از منابع آب را با در نظر گرفتن موارد زیر انجام داد.

۱- تفکیک مفاهیم ردپای آب محصولات و میزان آب صرفه‌جویی شده در صورت تغییر مصرف

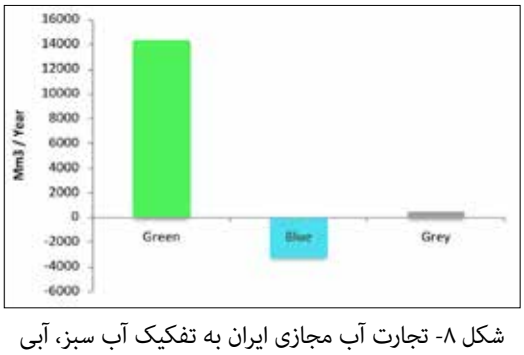
۲- تفکیک محصولات بر اساس مکان تولید و مصرف و میزان آب صرفه‌جویی شده در محل مصرف

۳- تفکیک محصولات بر اساس منبع آب تولیدی (آب سبز یا آب آبی)

۴- اطلاع‌رسانی میزان آب صرفه‌جویی بر اساس آخرین واحد تولید شده.



شکل ۶- تراز تجاری آب مجازی به تفکیک منابع کمیاب و کل (Lenzen و همکاران، ۲۰۱۳)



شکل ۸- تجارت آب مجازی ایران به تفکیک آب سبز، آبی و خاکستری (Mekonnen و Hoekstra، ۲۰۱۱)

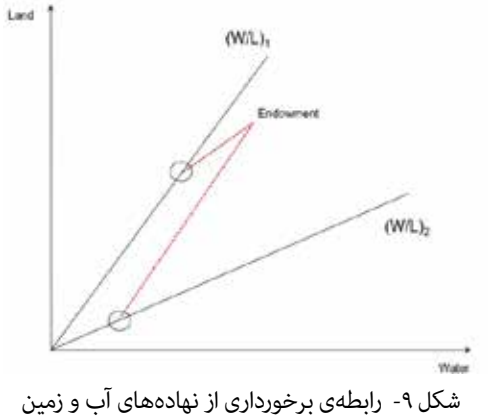
مدل ریکاردین[11] با مطرح نمودن مفهوم مزیت‌نسبی در نهاده‌های تولید نظیر کار و سرمایه و همچنین فناوری تولید محصولات، پیش‌بینی می‌کند با آغاز تجارت بین دو کشور، آن‌ها تنها به تولید محصولاتی می‌پردازند که در آن دارای مزیت نسبی هستند. در مدلی ساده‌سازی شده می‌توان دو کشور، دو کالا و دو عامل تولید را در نظر آورد. کشوری که در تولید کالای ۱ دارای مزیت نسبی است صادرکننده‌ی آن کالا و دیگری واردکننده‌ی آن خواهد بود. مفهوم مزیت نسبی نیز با مقایسه هزینه-فرصت بهره‌برداری از عامل ۱ در کالای ۱ بین دو کشور بیان می‌شود.

مدل Heckscher-Ohlin (HO) در مقابل پیش‌بینی می‌کند که تنها مزیّت نسبی میان کشورها نیست که وضعیت تولیدات را مشخص می‌کند بلکه نسبت برخورداری از عوامل تولید کشور نیز بر وضعیت تولیدات در آن کشور موثر است. برای مقایسه این دو مدل (با فرض‌های؛ دو کشور، دو کالا و دو عامل)، مدل ریکاردین نتیجه می‌گیرد کشور ۱ (دارای مزیت نسبی در عامل کار) تنها محصولات کاربر و کشور ۲ (دارای مزیت نسبی در عامل سرمایه) تنها محصولات سرمایه‌بر تولید کند. با این وجود مدل HO امکان تولید هر دو محصول (کاربر و سرمایه‌بر) را در هر دو کشور پیش‌بینی می‌کند؛ ولی کشور ۱ (دارای مزیت‌نسبی در عامل کار) را صادرکننده‌ی خالص محصولات کاربر و کشور ۲ (دارای مزیت نسبی در عامل سرمایه) را صادرکننده‌ی خالص محصولات سرمایه‌بر توصیه می‌کند. در مورد مسأله آب‌مجازی، مدل HO پیش‌بینی می‌کند که کشور برخوردار از منابع فراوان آب بایست صادرکننده محصولات آب‌بر و در نتیجه آب‌مجازی باشد و کشور کم‌آب نیز وارد کننده‌ی آب مجازی باشد.

بدیهی است که جابه‌جایی عوامل تولید نظیر کار و سرمایه بین کشورها - در صورت رفع موانع جابه‌جایی عوامل- موجب توزیع بهینه آن‌ها میان کشورها، متناسب با بازده کار یا سرمایه شود و در نتیجه کمیابی نسبی این عوامل در نقاط مختلف یکسان گردد. یکی دیگر از نتایج مدل HO این است که جابه‌جایی محصول نهایی و تجارت آن، بدون جابه‌جایی خود عوامل موجود در آن، به برابرشدن قیمت نهاده‌ها در دو کشور می‌انجامد. در نتیجه مدل HO پیش‌بینی می‌کند تجارت آب‌مجازی بین دو کشور منجر به برابرشدن کمیابی نسبی عوامل تولید آن (آب و زمین) خواهد شد. ضمناً باید تصریح کرد که آب و زمین دو عامل تقریباً غیرقابل جابه‌جایی به شمار می‌روند.

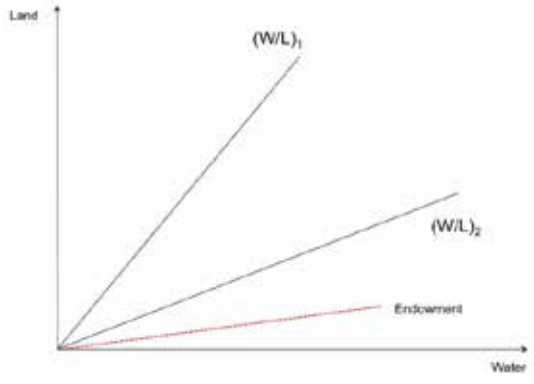
این مدل با طرح مفهوم مخروط تولید اشاره دارد به این‌که اگر محصول کشاورزی اول و دوم در هر دو کشور بر روی یک خط تکنولوژی تولید شوند، آن‌گاه ترکیب آب و زمین در هر دو کشور برای هر دو محصول برابر خواهد بود و در نتیجه هر کشوری متناسب با ترکیب آب و زمین، ترکیب خطی متفاوتی از تولید کالای اول و دوم را دارا خواهد بود. به این معنی که در دو کشور هر دو کالا تولید می‌شود، ولی تعدادی که تولید می‌شود با یکدیگر متفاوت است. در این حالت کمیابی‌ها با هم برابر می‌شوند. ولی حالت غیرنرمال در این رویکرد زمانی رخ می‌دهد که کشوری از یکی از منابع بسیار و از دیگری کم داشته باشد؛ مثلاً آب فراوان و زمین اندک یا بالعکس. در این حالت قاعده برابری‌های نسبیِ کمیابی نقض می‌شود.

با در نظر گرفتن عوامل آب و زمین به عنوان عوامل تولید در تولیدات کشاورزی، صحت و سقم پیش‌بینی مدل HO را در مورد تجارت آب‌مجازی بررسی می‌کنیم. نسبت برخورداری از آب و زمین را می‌توان در شکل (۹) به تصویر کشید.

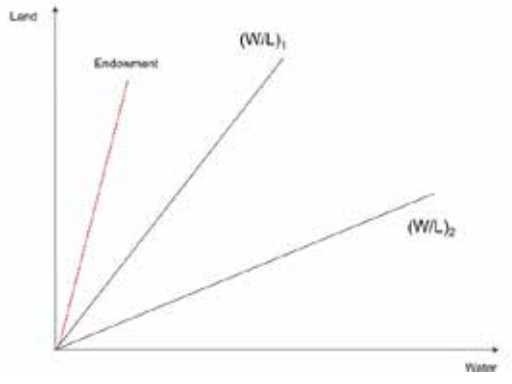


شکل ۹- رابطه‌ی برخورداری از نهاده‌های آب و زمین

با بررسی داده‌های زمین قابل کشت و منابع آب می‌توان کشورها را در سه دسته طبقه‌بندی نمود. دسته‌ی اول (شکل ۹) که بخش اعظم کشورها را در خود جای داده کشورهایی با برخورداری از نسبتی متوازن از آب و زمین‌اند. دو دسته‌ی دیگر کشورهایی هستند که به نسبت یا زمین زیاد و آب بسیار کم (شکل ۱۰) و یا آب بسیار زیاد و زمین کم (شکل ۱۱) دارند. بنابراین دو دسته‌ی اخیر را می‌توان ناقض پیش‌بینی مدل HO در مورد تأثیر تجارت آب مجازی بر برابرشدن کمیابی نسبی عوامل یعنی آب و زمین دانست.



شکل ۱۰- کشور خارج از مخروط با آب فراوان و زمین کم مانند ژاپن



شکل ۱۱- کشور خارج از مخروط با آب کم و زمین فراوان مانند استرالیا

مشاهده‌ی دیگر خلاف پیش‌بینی مدل HO این است که برخی کشورهای کم‌آب صادرکننده و برخی کشورهای پرآب واردکننده‌ی آب مجازی‌اند. کشورهای کم‌آب نظیر چاد، سوریه و ایران، کشورهای صادرکننده‌ی آب مجازی و کشورهای پرآب نظیر نروژ، ژاپن، کانادا و سوئیس واردکننده‌ی آب مجازی‌اند. سهم بخش کشاورزی از تولید ناخالص داخلی کشورها و تعامل آن با سایر بخش‌های اقتصاد دلیل عمده‌ی این مشاهده است.

کشورهای پرآب اشاره شده در بالا، با سهم بزرگ بخش صنعت و خدمات در مقابل بخش کشاورزی در این بخش‌ها به مزیّت دست‌یافته‌اند و سایر عوامل تولید (سرمایه، کار وغیره) خود به خود به این بخش‌ها جذب شده‌اند. در حالی‌که در سوریه آب با وجود کمبود یکی از معدود عوامل قابل عرضه و به کارگیری در تجارت است. بنابراین این کشور صادرکننده‌ی آب مجازی است.

سیاست‌گذاری منابع آب و تجارت آب مجازی

در این بخش به این سوالات پاسخ می‌دهیم که:
(۱) آیا آب مجازی به تنهایی می‌تواند به عنوان ابزاری سیاستی جهت مدیریت منابع آب قلمداد شود؟
(۲) آیا مفهوم آب مجازی حاوی اطلاعات مفیدی برای سیاست‌گذاری است؟
(۳) تأثیر سیاست‌های گذشته بر جریان تجارت آب مجازی چگونه است؟
(۴) سهم تجارت آب مجازی در مدیریت پایدار منابع آب چیست؟

۱- آب مجازی به عنوان ابزار سیاست‌گذاری

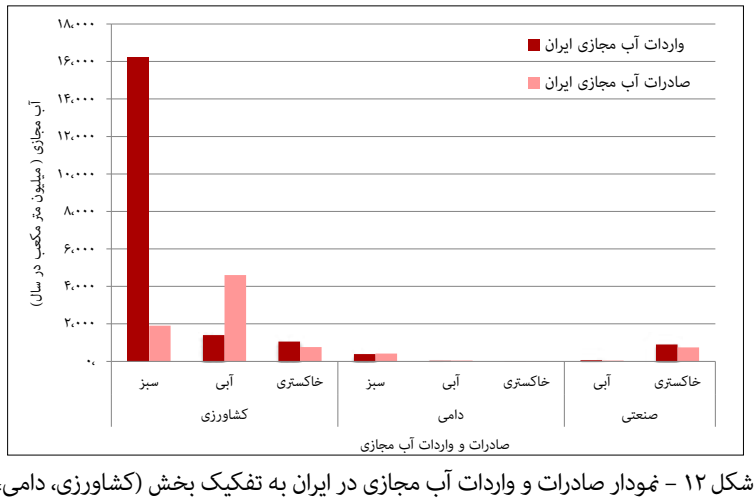
مفهوم آب مجازی هر چند به آگاهی مردم از تأثیر الگوی مصرف بر منابع آب کمک کرده است امّا نمی‌تواند به تنهایی راه‌حل سیاستی باشد؛ با این وجود باید به عنوان یک جزء اصلی در مجموعه‌ی ابزار مدیریت منابع آب در نظر گرفته شود (Antonelli و Sartori، ۲۰۱۵). استفاده از تجارت آب مجازی به عنوان تنها راه حل کمبود منابع آب موجب وابستگی بیش از حد به واردات محصولات کشاورزی و غذایی شده که این وابستگی به نوبه‌ی خود افزایش ریسک تجاری (نوسانات جهانی قیمت محصولات کشاورزی عمده نظیر غلات) و ریسک امنیتی را به دنبال دارد. Wichelns (۲۰۱۰) تأکید کرده است که ابزار سیاستی تجارت آب مجازی بایستی ابعادی از قبیل امنیت ملّی، حمایت از رشد اقتصادی، اشتغال‌زایی و کاهش فقر را نیز لحاظ کند (Wichelns، ۲۰۱۰). به عنوان مثال، لبنان با وجود این‌که می‌تواند بالقوه صادرکننده آب مجازی باشد، واردکننده آب مجازی است. سیاست‌گذاران این کشور با در نظر گرفتن عوامل دیگری نظیر امنیت ملی، امنیت غذایی، رشد اقتصادی و کیفیت زندگی شهروندان به عنوان عوامل تأثیرگذار، سیاست واردات آب مجازی را انتخاب کرده‌اند (El Fadel و Maroun، ۲۰۰۳).
تجارت آب مجازی به منظور سیاست‌گذاری هم در بعد بین‌المللی و هم در بعد داخلی قابل بررسی است. کشورهایی نظیر ایران، چاد و سوریه با وجود کم‌آبی مطلق و کشورهایی با منابع تحت تنش نظیر افغانستان، مالاوی، هند و تایلند (میزان دسترسی به منابع آب تجدید شونده زیر ۳۰۰۰ مترمکعب در سال به ازای هر نفر) صادرکننده آب مجازی‌اند؛ از طرفی کشورهای پرآبی مثل ژاپن، پرتغال و اندونزی با برخورداری از ۳۳۹۰، ۷۷۱۸ و ۱۳۷۰۸ مترمکعب در سال به ازای هر نفر واردکننده‌ی آب مجازی‌اند. بنابراین همان‌طور که پیش از این اشاره شد، پیش‌بینی مدل HO بر اساس فاکتور برخورداری از منابع آب صحیح نیست و عمده دلایل آن لحاظ نشدن فاکتورهای دسترسی به زمین زراعی، دانش، مزیت نسبی کشورها در بهره‌وری تولید محصولات، سیاست‌های حمایتی دولت‌ها، یارانه صادرات، تعرفه‌ی واردات و به طور کلی موانع تجارت است (Kumar و Singh، ۲۰۰۵).
در بعد داخلی کشورها نیز تجربه‌ی کشورهایی نظیر هند، چین و ایران نشان‌دهنده‌ی صادرات خالص آب مجازی از استان‌ها و مناطق کم‌آب و برخوردار از زمین به استان‌ها و مناطق پرآب است. در هند، Verma و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی امکان جایگزینی پروژه‌ی انتقال آب با تجارت آب مجازی، به این نتیجه رسیده‌اند که جریان آب مجازی وضعیت پایداری منابع آب را بدتر می‌کند و عوامل توضیح‌دهنده‌ی

آن را برخورداری از زمین (سرانه سطح زیرکشت منطقه) و دسترسی به بازار امن دانسته‌اند. دسترسی به بازارهای امن حاصل سیاست‌های غذایی و کشاورزی دولت در خرید تضمینی محصولات کشاورزی و اعطای یارانه به نهاده‌ها تعریف شده است.

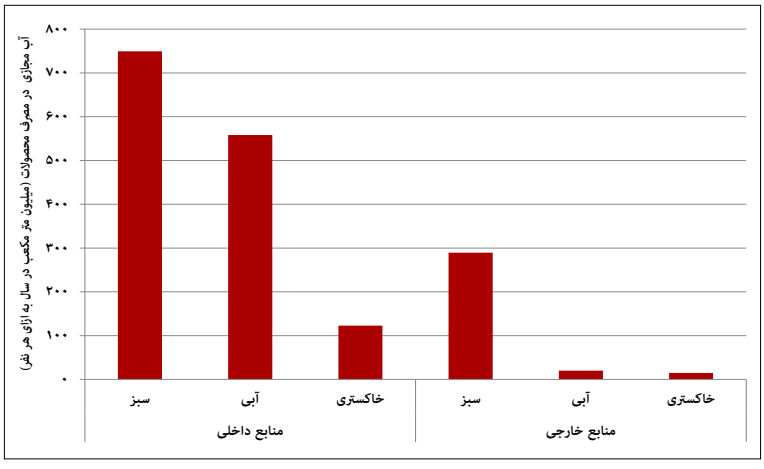
Zhuo و همکاران (۲۰۱۶) نیز در پژوهشی با بررسی تولید، مصرف و تجارت منطقه‌ای محصولات کشاورزی در چین به محاسبه‌ی ردپای آب مجازی پرداخته‌اند. چین رتبه‌ی اول ردپای آب مجازی مصرف محصولات کشاورزی و رتبه‌ی دوم ردپای آب مجازی در تولید محصولات کشاورزی در جهان را داراست. افزایش ۳۱ درصدی سطح زیرکشت این کشور در سال‌های مطالعه (۱۹۷۸-۲۰۰۸)، بیشتر (معادل ۷۷٪) در مناطق کم آب شمالی بوده است. این مناطق تنها از ۱۹٪ منابع آب آبی برخوردارند؛ لکن ۵۱٪ زمین قابل کشت را دارند. به دلیل متفاوت بودن ردپای تولید محصولات کشاورزی در مناطق با وجود تراز مثبت ردپای آب، چین در کل با تراز منفی ردپای آب آبی روبروست. میزان آب آبی از دست رفته حاصل از تجارت آب‌مجازی در سال ۱۹۷۸ معادل ۱۳ درصد ردپای آب آبی (۲۰ میلیارد متر مکعب) و در سال ۲۰۰۸ معادل ۶ درصد ردپای آب آبی (۹ میلیارد متر مکعب) بوده است. این کاهش عمدتاً به دلیل افزایش بهره‌وری استفاده از منابع آب آبی است. مشکلات کم آبی در مناطق شمالی منجر به برنامه‌ریزی دولت برای تخصیص ۶۰۰ میلیارد دلار به منظور بهبود زیرساخت‌های آب‌رسانی، ساخت منابع، لوله‌کشی، اجرای پروژه‌های انتقال آب بین حوزه‌های آب‌ریز و افزایش بهره‌وری آب بوده است. آنها پیش‌بینی کرده‌اند که برنامه‌ی دولت جهت انتقال آب از جنوب به شمال باعث افزایش کشاورزی با آب آبی (از طریق آبیاری) می‌شود و صادرات آب آبی را از مناطق کم‌آب شمال به جنوب بیش از پیش می‌کند؛ چرا که نتیجه‌ی این برنامه بیشتر از این که باعث کاهش فشار بر منابع آب در شمال شود، باعث رونق گرفتن کشاورزی و به تبع آن افزایش مصرف آب آبی می‌شود. پیشنهادات دیگری نظیر افزایش بهره‌وری محصولات (که در گذشته هم باعث کاهش ردپای آب محصولات کشاورزی شده است) با در نظر گرفتن موقعیت اکولوژیک و ویژگی‌های منطقه‌ای ارایه شده است. علاوه بر این تلاش جهت تغییر ترجیحات غذایی مردم از محصولات دامی و لبنی نیز پیشنهاد شده است. البته Kumar و Singh (۲۰۰۵) امکان افزایش بهره‌وری زمین در مناطق خشک و نیمه‌خشک را بیشتر دانسته‌اند که سیاست انتقال فیزیکی آب را تقویت می‌کند.

۲- آب مجازی و سیاست‌گذاری در ایران

در ایران نیز بخش کشاورزی بیش از ۹۰٪ مصرف منابع آب را به خود اختصاص داده و کمبود منابع آب چاره‌ای جز افزایش راندمان آن باقی نگذاشته است. میانگین راندمان آب در سطح ملی ۳۶٪ است و در برخی استان‌ها به ۱۵٪ نیز می‌رسد. برنامه‌های بهبود بهره‌وری آب در سطح گیاه و زمین به انجام رسیده است ولی این برنامه‌ها ناکافی بوده است؛ چرا که وضع در برخی مناطق بدتر شده است. نگاهی به وضعیت صادرات و واردات آب مجازی، اهمیت بخش کشاورزی را در مقایسه با سایر بخش‌ها روشن می‌کند. در شکل (۱۲) علاوه بر تفکیک بخش‌های کشاورزی، دامی و صنعتی، ردپای آب به تفکیک آب آبی، سبز و خاکستری گزارش شده است. در این شکل مشاهده می‌شود که نتیجه‌ی مبادلات ایران صادرات آب آبی با هزینه فرصت بالا و واردات آب سبز با هزینه‌ی فرصت اندک است؛ همان‌طور که در بخش‌های پیشین آمد الگوی مبادلات سایر کشورها نشان‌دهنده‌ی آن است که تمامی صادرات آب مجازی از منبع آب سبز است. شکل (۱۳) ضمن تأیید این نکته نشان‌دهنده‌ی مصرف حدود ۲۴ درصدی آب مجازی از طریق محصولات کشاورزی وارداتی است.



شکل ۱۲ – نمودار صادرات و واردات آب مجازی در ایران به تفکیک بخش (کشاورزی، دامی، صنعتی) و نوع آب (آبی، سبز، خاکستری) (Mekonnen و Hoekstra، ۲۰۱۱)



شکل ۱۳- ردپای مصرف محصولات کشاورزی در ایران به تفکیک محل تأمین (داخلی، خارجی) و تفکیک منبع آب (آبی، سبز، خاکستری) (Mekonnen و Hoekstra، ۲۰۱۱)

دولت ایران (وزارت نیرو) تاکنون عمدتاً سیاست‌های سرمایه‌گذاری در پروژه‌های آبی، بهره‌برداری از منابع آب جدید و بررسی تغییر الگوی کشت را دنبال کرده است؛ این سیاست‌ها در عمل به صورت ساخت سدها، پروژه‌های انتقال آب و ساخت شبکه‌های آبیاری اجرا شده است. Faramarzi و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی با حل مسأله برنامه‌ریزی خطی، سطح زیرکشت بهینه را با توجه به محدودیت‌های آب و تقاضای محصولات کشاورزی (گندم، جو، ذرت و برنج) در استان‌های مختلف ایران محاسبه نموده‌اند. در سناریوهای ۵ گانه‌ی این پژوهش، در صورت تغییر الگوی کشت، استان‌های پرآب می‌توانند به استان‌های کم‌آب گندم صادر کنند و از ۳۱٪ تا ۱۰۰٪ کمبود گندم این استان‌ها را تأمین کنند. این مقدار معادل ۳/۵ میلیارد متر مکعب تا ۵/۵ میلیارد متر مکعب آب مجازی است. سناریوهای مورد بررسی شامل؛ (۱) ادامه‌ی وضعیت موجود (۲) استفاده ۱۰ استان پرآب تا مرز ۷۰٪ منابع آب تجدیدپذیر (۳) عدم وجود محدودیت استفاده از منابع آب (۴) عدم تولید غلّات در ۷ استان کم‌آب کشور (۵) افزایش راندمان آب از ۳۶٪ به ۷۰٪ است. در سناریوهای ۱ و ۲ به ترتیب فاصله از مرز خودکفایی ۱۰٪ و ۸٪ خواهد بود. در سناریو ۳ در سال‌های پرآب کمی بیشتر و در سال‌های کم‌آب کمی کمتر از خودکفایی تولید خواهد شد. باید توجه داشت که سناریو ۳ پایداری منابع آب را در نظر نمی‌گیرد و نمی‌تواند در بلندمدت دوام بیاورد. تولید در سناریو ۴ نیز ۴۰٪ کمتر از حد خود کفایی خواهد بود. نتایج سناریو ۵ نیز نشان‌دهنده‌ی حل مسأله کمبود آب به شرط تغییر الگوی کشت است.

ایران تا دهه‌ی ۱۹۶۰ از لحاظ غذایی خودکفا بوده است؛ لکن با شروع واردات محصولات غذایی در خلال دهه‌ی ۷۰ میلادی روند وابستگی به واردات آغاز شده است. در سال ۱۹۷۹ با اتخاذ سیاست خودکفایی سیاست‌های اقتصادی مشوّق کشاورزی شامل: اعطای یارانه، معافیت‌های مالیاتی و اعطای وام‌های کم‌بهره را در پیش‌گرفت؛ با این وجود تنها در سال ۲۰۰۴ خودکفایی گندم به وقوع پیوست. این سیاست موجب رونق کشاورزی شده و افزایش فشار بر منابع سطحی و زیرزمینی آب را به دنبال داشته است. این روند با تغییر اقلیم و الگوی بارش و افزایش جمعیت بیش از پیش پایداری منابع آب را تهدید می‌کند. سیاست‌گذاری پایدار منابع آب عموماً با سیاست خودکفایی غذایی در تعارض است. کشورهای زیادی به دلیل نگرانی از مواجهه با کمبود آب در بخش‌های دیگر از سیاست‌های خودکفایی غذایی دست کشیده‌اند (Kajenthira Grindle و همکاران، ۲۰۱۵؛ Kumar و Singh، ۲۰۰۵). بنابراین هماهنگی سیاست‌های امنیت‌غذایی و پایداری منابع آب و سیاست‌گذاری براساس چارچوبی که بتواند جوانب فوق را در نظر بگیرد ضرورت دارد. Gupta و van der Zaag (۲۰۰۸) معیار انتخاب سیاست بهینه مدیریت منابع آب را برخورداری از ۵ ویژگی زیر پیشنهاد کرده‌اند: (۱) محاسبه تراز آب واقعی و اسمی در مناطق (۲) ایجاد حکمرانی خوب آب (۳) حفاظت از حقوق مالکیت آب (۴) در نظر گرفتن پشتوانه علمی (هیدرولوژی، اکولوژی و اجتماعی-اقتصادی) (۵) تضمین پایداری. با توجه به پیشینه تحقیق و تجربه‌ی کشورها در تأمین امنیت غذایی در کنار حفظ پایداری منابع آب ۶ دسته سیاست زیر را می‌توان برشمرد:

۱- تغییر الگوی کشت با توجه به موقعیت هیدرولوژیک و اکولوژیک مناطق

۲- سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (کشت فراسرزمینی)

۳- تجارت آب مجازی

۴-افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی (علی‌الخصوص آب آبی)

۵- انتقال فیزیکی آب درون و بیرون از کشور

۶- مدیریت مصرف (تغییر الگوی غذایی)

از این میان دو سیاست افزایش بهره‌وری آب و تغییرالگوی کشت به عنوان اهداف راهبردی و بلندمدت باید همواره مدّنظر

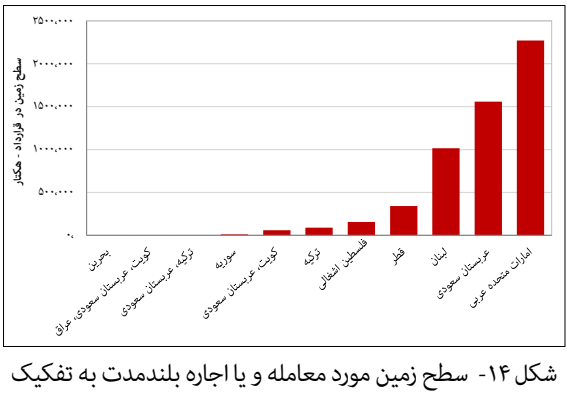
سیاست‌گذاران قرار گیرد. سه سیاست دیگر می‌توانند به عنوان راه‌کاری کوتاه مدت به صورت موازی همراه با سیاست‌های راهبردی دنبال شوند. علی‌الخصوص تجارت آب می‌تواند تنها به عنوان ابزاری کوتاه مدت مورد استفاده قرار گیرد، چرا که ممکن است تصمیمات مهم تغییر سیستم‌های سیاسی، اقتصادی و اکولوژیکی را به تأخیر بیاندازد (Antonelli و Sartori، ۲۰۱۵). هر یک از سیاست‌های ذکر شده نقاط مثبت و منفی دارند که در جدول (۳) اشاره می‌شود.

جدول ۳- مقایسه‌ی اجمالی سیاست‌های مدیریت منابع آب

ردیف	سیاست	مطالعات انجام شده	هزینه	فایده
۱	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (کشت فراسرزمینی)	Kajenthira Grindle و همکاران (۲۰۱۵)	ریسک سیاسی تعهد بلندمدت تهدید اشتغال در بخش کشاورزی	کاهش فشار اکولوژیک و پایداری منابع بازتوزیع منابع آب
۲	تجارت آب مجازی	Larson، ۲۰۱۳؛ Vanham، ۲۰۱۳؛ Wichelns، ۲۰۱۰؛ El Fadel و Maroun، ۲۰۰۳؛ Antonelli و Sartori، ۲۰۱۵؛ Kumar و Singh، ۲۰۰۵؛ Mubako و همکاران، ۲۰۱۳؛ Verma و همکاران، ۲۰۰۹	ریسک تجاری ریسک سیاسی تهدید اشتغال در بخش کشاورزی	کاهش فشار اکولوژیک و پایداری منابع بازتوزیع منابع آب
۳	انتقال فیزیکی آب	Zhuo و همکاران، ۲۰۱۶؛ Verma و همکاران، ۲۰۰۹	هزینه‌های اکولوژیک سرمایه‌گذاری در پروژه‌های آب منازعات منطقه‌ای (داخلی، خارجی)	اشتغال‌زایی در مناطق مقصد بازتوریع منابع آب
۴	مدیریت مصرف	Renault و Wallender، ۲۰۰۰؛ Gephart و همکاران، ۲۰۱۶؛ Donati و همکاران، ۲۰۱۶؛ Mekonnen و Hoekstra، ۲۰۱۱؛ Goodland، ۱۹۹۷؛ Hess، ۲۰۱۵	-	کاهش فشار اکولوژیک و پایداری منابع

- کشت فراسرزمینی

یکی از سیاست‌های تأمین توأم اهداف پایداری منابع آب و امنیت غذایی، کشت فراسرزمینی است. در این نوع از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، کشور سرمایه‌گذار با خرید و یا اجاره بلندمدت زمین (۲۵ تا ۴۰ سال) عمدتاً با قصد کشاورزی و بهره‌برداری از امتیازات منابع طبیعی کشور سرمایه‌پذیر (نظیر منابع آب، خاک حاصل‌خیز و آب‌وهوای مناسب و بهره‌وری تولید) سرمایه‌گذاری می‌کند. تفاوت قیمت تمام‌شده محصول (با احتساب هزینه‌ی حمل) بین دو کشور و همچنین وضعیت ثبات سیاسی در کشور سرمایه‌پذیر از معیارهای کلیدی تصمیم‌گیری در این نوع سرمایه‌گذاری است. ریسک سیاسی ناشی از وضعیت ثبات داخلی کشورهای سرمایه‌پذیر و همچنین چگونگی روابط بین دو کشور بر امنیت غذایی کشور سرمایه‌گذار تأثیرگذار است. ۵ کشور آمریکا، مالزی، سنگاپور، انگلستان و امارات متحده‌ی عربی رتبه‌های اول تا پنجم سرمایه‌گذاری و ۵ کشور پاپوآ نو، روسیه، اندونزی، جمهوری دموکراتیک کنگو و برزیل نیز رتبه‌های اول تا پنجم سرمایه‌پذیری را دارند. متأسفانه آمارهای متناقض از میزان سطح زیرکشت فراسرزمینی ایران گزارش شده است؛ با این وجود در منبع مورد استفاده در این مقاله تنها کشت فراسرزمینی ایران در کشور اتیوپی با سطح ۲۰۰۰ هکتار است(LAND MATRIX، ۲۰۱۶). آمارهای کشت فراسرزمینی که عموماً با قصد کشاورزی و سوخت زیستی توسط کشورهای سرمایه‌گذار در منطقه‌ی خاورمیانه انجام شده است در شکل (۱۴) آمده است.



شکل ۱۴- سطح زمین مورد معامله و یا اجاره بلندمدت به تفکیک کشورهای سرمایه‌گذار خاورمیانه (هکتار) (LAND MATRIX، ۲۰۱۶)

از نگاه اقتصادی این سرمایه‌گذاری به‌مثابه جابه‌جایی نهاده‌های زمین و آب است. بررسی عایدی کارایی این تجارت و همچنین آب صرفه‌جویی شده حاصل از آن می‌تواند موضوع پژوهشی دیگری باشد.

- مدیریت مصرف

تأثیر کاهش مصرف آب از طریق تغییر الگوی مصرف (علی الخصوص الگوی غذایی) در تحقیقات متعدّدی مطرح شده است (Renault و Wallender، ۲۰۰۰؛ Goodland، ۱۹۹۷؛ Hess و همکاران، ۲۰۱۵). در این تحقیقات عموماً مناطق مختلف حسب ترجیحات غذایی تفکیک شده و الگوهای مختلف غذایی با کاستن از گوشت و محصولات غذایی دامی پیشنهاد می‌شود. نهایتاً برای هر منطقه و الگوی غذایی، ردپای آب مجازی و آب ذخیره شده از تغییر الگوی غذایی محاسبه می‌شود. ون‌هام و همکاران کاهش ۴۱ درصدی ردپای آب در صورت تغییر الگوی غذایی مردم منطقه‌ی جنوب اروپا از وضعیت کنونی به سبزی‌خواری را محاسبه کرده‌اند (Hess و همکاران، ۲۰۱۵). در دسته تحقیقاتی دیگر مسأله برنامه‌ریزی خطی برای کمینه نمودن تبعات زیست‌محیطی (آب، زمین، نیتروژن و کربن) با محدودیت‌های نیازهای غذایی و بودجه‌ای حل شده است؛ نتایج آن‌ها کاستن از محصولات گوشتی و دامی را پیشنهاد می‌کند (Gephart و همکاران، ۲۰۱۶؛ Donati و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین Goodland (۱۹۹۷) با تأکید بر تأثیرات زیست‌محیطی مصرف محصولات گوشتی و دامی، نظامی برای مالیات‌بندی بر محصولات غذایی متناسب با ردپای آبِ آن‌ها پیشنهاد می‌کند. او همچنین برای محصولاتی نظیر تنباکو و اقلامی که به قصد تبدیل به الکل خوراکی کشت می‌شوند نیز مالیات بالا توصیه می‌کند.

با این وجود، همان‌طور که در بخش‌های پیشین اشاره شد، رعایت نکات زیر در مورد اطلاع‌رسانی آب ذخیره شده حاصل از نخوردن اقلام غذایی باید مورد توجه سیاست‌گذاران قرار گیرد:

۱- تفکیک مفاهیم ردپای آب محصولات و میزان آب صرفه‌جویی شده در صورت تغییر مصرف

۲- تفکیک محصولات بر اساس مکان تولید و مصرف و میزان آب صرفه‌جویی شده در محل مصرف (قیمت سایه)

۳- تفکیک محصولات بر اساس منبع آب تولیدی (آب سبز یا آب آبی)

۴- اطلاع‌رسانی میزان آب صرفه‌جویی بر اساس آخرین واحد تولید شده.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد مطالعات آتی

در این مطالعه به بررسی تأثیر تجارت آب مجازی بر چگونگی توزیع آب در جهان در قالب مدل تجارت بین‌الملل HO پرداختیم. مشاهدات جهانی نشان می‌دهد که این تجارت نه‌تنها لزوماً موجب بهبود منابع آب در برخی کشورهای کم‌آب نشده بلکه در مواردی فشار بیشتری بر منابع آن‌ها تحمیل کرده است. این عمدتاً به دلایل (۱) نامتوزان بودن عوامل تولید در بخش کشاورزی، (۲) قیمت‌گذاری نادرست آب، (۳) سیاست‌های دولت و (۴) موانع تجارت است. در قدم بعدی رابطه‌ی تجارت آب مجازی و سیاست‌گذاری مدیریت منابع آب در جهان با نگاهی ویژه به ایران بررسی شد و نقش سیاست‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت مدیریت منابع آب با یکدیگر مقایسه گردید.

پیشنهادات زیر می‌تواند موضوع پژوهش‌های آتی باشد:

(۱) بررسی کشت فراسرزمینی از نگاه اقتصاد بین‌الملل،

(۲) تحلیل حساسیّت کاهش یارانه‌های کشاورزی بر اشتغال، ارزش افزوده و ردپای آب این بخش،

(۳) محاسبه‌ی ردپای آب در انواع محصولات غذایی و قیمت سایه آن طبق نکات توصیه شده در مطالعه‌ی حاضر،

(۴) بررسی تأثیر سناریوهای الگوی غذایی بر ردپای آب مجازی در ایران

پی‌نوشت

1- Virtual Water

2- Heckscher-Ohlin

3- Tony Allan

4- Ex-Ante

5- Ex-Post

6- Positive

7- Normative

8- Shadow Value

9- Marginal

۱۰- آب سبز رطوبت خاک است که تنها می‌توان از آن جهت کشاورزی استفاده کرد و هزینه‌ی فرصت آن در مقابل آب‌آبی (آب روان شامل آب‌های سطحی و زیرزمینی) ناچیز است (Kajenthira Grindle و همکاران، ۲۰۱۵).

11- Ricardian Model

منابع

Antonelli M. and Sartori M. 2015. Unfolding the potential of the virtual water concept. What is still under debate?. Environmental Science & Policy, 50: 240–251.

Debaere P. 2014. The Global Economics of Water: Is Water a Source of Comparative Advantage?. American Economic Journal: Applied Economics, 6(2):32-48

Donati M., Menozzi D., Zighetti C., Rosi A., Zinetti A. and Scazzina F. 2016. Towards a sustainable diet com-

2013. Building EORA: a global multi-region input–output database at high country and sector resolution. Econ. Syst. Res. 25: 20–49.

Mekonnen M.M. and Hoekstra A.Y. 2011. National water footprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption.Value of Water Research Report Series No. 50, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

Mubako S., Lahiri S. and Lant C. 2013. Input–output analysis of virtual water transfers: Case study of California and Illinois. Ecological Economics, 93: 230–238.

Renault D. and Wallender W.W. 2000. Nutritional water productivity and diets. Agricultural Water Management, 45(3): 275–296.

Vanham D. 2013. An assessment of the virtual water balance for agricultural products in EU river basins. Water Resources and Industry, 1-2: 49–59.

Verma S., Kampman D.A., van der Zaag P. and Hoekstra A.Y. 2009. Going against the flow: A critical analysis of inter-state virtual water trade in the context of India's national river linking program. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 34(4-5): 261–269.

Wichelns D. 2010. Virtual water: A helpful perspective, but not a sufficient policy criterion. Water Resources Management, 24(10): 2203–2219.

Yang, H., and Zehnder A. 2007. "Virtual water": An unfolding concept in integrated water resources management, Water Resour. Res., 43, W12301,

Yang, H., Zehnder, A.J.B., 2008. Globalization of Water Resources through Virtual Water Trade. Proceedings of the Sixth Biennial Rosenberg International Forum on Water Policy, Zaragoza, Spain.

Zhuo L., Mekonnen M.M. and Hoekstra A.Y. 2016. The effect of inter-annual variability of consumption, production, trade and climate on crop-related green and blue water footprints and inter-regional virtual water trade: A study for china (1978–2008). Water Research, 94: 73–85.

Zimmer, D. and Renault, D. 2003 Virtual Water in Food production and Trade at global scale: review of methodological issues and preliminary results. Proceedings Expert meeting on Virtual Water, Delft.

bining economic, environmental and nutritional objectives. Appetite, Nov 1; 106: 48-57.

El Fadel M. and Maroun R. 2003. The concept of 'virtual water' and its applicability in Lebanon. In: Hoekstra AY(ed) Virtual water trade. Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. Research report series no. 12. IHE, Delft, The Netherlands.

Faramarzi M., Yang H., Mousavi J., Schulin R., Binder C.R. and Abbaspour K.C. 2010. Analysis of intra-country virtual water trade strategy to alleviate water scarcity in Iran. Hydrology and Earth System Sciences, 14(8): 1417–1433.

Gephart J.A., Davis K.F., Emery K.A., Leach A.M., Galloway J.N. and Pace M.L. 2016. The environmental cost of subsistence: Optimizing diets to minimize footprints. Science of The Total Environment, 553: 120–127.

Goodland R. 1997. Environmental sustainability in agriculture: Diet matters. Ecological Economics, 23(3): 189–200.

Gupta J. and van der Zaag P. 2008. Interbasin water transfers and integrated water resources management: Where engineering, science and politics interlock. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 33(1-2): 28–40.

Hess T., Andersson U., Mena C. and Williams A. 2015. The impact of healthier dietary scenarios on the global blue water scarcity footprint of food consumption in the UK. Food Policy, 50: 1–10.

Kajenthira Grindle A., Siddiqi A. and Anadon L.D. 2015. Food security amidst water scarcity: Insights on sustainable food production from Saudi Arabia. Sustainable Production and Consumption, 2: 67–78.

Kumar M.D. and Singh O.P. 2005. Virtual water in global food and water policy making: Is there a need for rethinking?. Water Resources Management, 19(6): 759–789.

LAND MATRIX. http://www.landmatrix.org/en/. Accessed: Jul. 14, 2016.

Larson D.F. 2013. Introducing water to an analysis of alternative food security policies in the middle east and north Africa. Aquatic Procedia, 1: 30–43.

Lenzen, M., Moran, D., Kanemoto, K. and Geschke, A.

سال سوم، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵، صفحات ۵۹ تا ۷۲
نشریه آب و توسعه پایدار

2016, Vol.3, No.1, Pages 59 to 72
Journal of Water and Sustainable Development

اندازه‌گیری و تحلیل جایگاه تجارت آب مجازی در بخش صنعت و معدن ایران

مرتضی تهامی‌پور زرندی[۱*]، محمد قربانی[۲]

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی سیستم‌های اقتصادی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه شهید بهشتی.
*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: m_tahami@sbu.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۵/٤/۲٦
تاریخ پذیرش: ۹۵/٦/۱۵

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی با عنوان«بررسی اقتصاد آب در بخش صنعت و معدن ایران» می باشد که با سفارش اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران انجام شده است و مالکیت معنوی آن متعلق به آن ارگان می باشد.

چکیده

حدود یک دهه است که تجارت آب مجازی به عنوان ابزاری برای ارتقای بهره‌وری آب و کمک به رفع محدودیت‌های منطقه‌ای منابع آب در راستای ایجاد امنیت آبی و غذایی مطرح شده است. این ابزار گرچه مختص مناطق خاصی از جهان از نظر وضعیت اقلیمی نیست، ولی برای کشورهایی که با محدودیت و بحران منابع آب مواجه هستند اهمیت مضاعفی دارد. بخش صنعت و معدن کشور ما در حال حاضر سهم قابل توجهی از مصارف آب را در اختیار ندارد ولی از یک طرف تجربه توسعه صنعتی کشورهای جهان نشان می‌دهد که سهم بخش نامبرده از مصارف آب در طول زمان به شدت افزایشی بوده است و از طرف دیگر، بخش قابل توجهی از محصولات تجاری کشور را کالای این بخش تشکیل می‌دهند. بنابراین، توجه به مدیریت منابع و مصارف آب در این بخش حائز اهمیت است. از این‌رو، هدف مطالعه حاضر استفاده از رویکرد تجارت آب مجازی برای تعیین ردپای آب کشور در بخش صنعت و معدن و تعیین سهم هر یک از فعالیت‌های مختلف صنعتی و معدنی در صادرات و واردات آب مجازی است. برای این منظور رهیافت شاخص‌های فنی- پایه برای اندازه‌گیری آب مجازی به تفکیک کدهای دو رقمی ISIC[۱] در بخش صنعت و معدن مورد استفاده قرار گرفته است. اطلاعات مورد نیاز از طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر، طرح آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور و سالنامه آمار بازرگانی خارجی برای دوره زمانی ۹۲-۱۳۸۷ استخراج شده است. نتایج نشان داد که کشور ایران در بخش صنعت واردکننده خالص و در بخش معدن صادرکننده خالص آب مجازی می‌باشد. در بخش معدن بیشترین حجم صادرات و واردات آب مجازی مربوط به گروه استخراج سنگ‌های فلزی و در بخش صنعت احجام متناظر مربوط به صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی است. یافته‌های بدست آمده در این مطالعه، اطلاعاتی را فراهم می‌کند که می‌تواند در بهبود تراز تجاری آب در فعالیت‌های صنعتی و معدنی مورد استفاده قرار گیرد و از طریق تغییر در ترکیب کالاهای صنعتی و معدنی قابل تجارت به مدیریت منابع آب در این بخش‌ها کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: تجارت آب مجازی، ردپای آب، بخش صنعت، بخش معدن، ایران.

Measurement and Analysis of the Virtual Water Place in Iran's Industry and Mining Sectors

M. Tahami Pour zarandi[1*], M. Ghorbani[2]

1,2- Assistant Professor & MSC Student of Economic Planning Systems, Faculty of Economics, Shahid Beheshti University, Iran.
*(Corresponding Author Email: m_tahami@sbu.ac.ir)
Received: 16-7-2016
Accepted: 5-9-2016

Abstract

For about a decade the virtual water trade has been highlighted as a means of promoting water efficiency and helping to solve regional restrictions of water resources in order to provide water and food security. Although these tools are not just for certain areas of the world with a specific climate, they are more important for countries which are faced with water resources restriction and crisis. The industrial and mining sectors of our country do not currently possess a significant portion of the water consumption. Although on the one hand, the industrial development experience of the world countries indicates that the portion of water consumption by the aforementioned sectors has been an ever increasing trend, on the other hand, the commodities of this sector contribute to a significant portion of our country's commercial products. Therefore, attention to the management of water resources and consumption in this sector is important. Hence the aim of this study is to use a virtual water trade approach to determine the country's water footprint in the industrial and mining sectors; in addition to determining the portion of the individual industrial and mining activities in the imports and exports of virtual water. To achieve this, the technical-based indicators approach for measurement of the virtual water has been used to distinguish the ISIC double-digits relevant to the industry and mining sector. The required information is extracted from the census of industrial workshops with ten or more employees, the country's Mines under exploitation, and the statistical yearbook of foreign trade for a period of 1387-92. Results indicated that Iran is a net importer of virtual water in the industry sector and is a net exporter in the mining sector. In the mining sector the largest volume of imports and exports of virtual water belongs to the metal ore mining group, whilst within the industrial sector this belongs to the chemical products sector. The results obtained in this study provide information that can be used to improve the trade balance of water in industrial and mining activities. Moreover, to help water resources management in these sectors through changes in the composition of tradable industrial and mineral goods.

Keywords: Virtual water trade, Water footprint, Industrial sector, Mining sector, Iran.

مقدمه

رویکرد تجارت آب مجازی به عنوان رویکردی که به نهاده آب در تولید و مصرف کالاهای مختلف اهمیت می‌دهد تقریباً دو دهه است که معرفی شده و مورد بحث قرار می‌گیرد. این رویکرد به این موضوع می‌پردازد که به ازای کالاهایی که تولید یا مصرف می‌شود چقدر منابع آب استفاده شده است. براساس این مفهوم، بحث تجارت آب مجازی اهمیت پیدا کرده و کشورها به این موضوع علاقمند شده‌اند که بدانند در تجارت کالاهای کشاورزی و صنعتی چه میزان آب صادر و یا چه میزان آب وارد می‌کنند؟ همچنین چقدر در تأمین امنیت غذایی و تولید کالاهای مورد نیاز داخلی خود به آب‌های داخل کشورشان متکی هستند؟ به‌عبارت دیگر، آب مجازی مقدار آبی است که یک فرآورده کشاورزی یا تولید صنعتی در مراحل مختلف زنجیره تولید از لحظه شروع تا پایان مصرف می‌کند.

در مدیریت منابع آب، دو بعد مدیریت عرضه و مدیریت تقاضا حائز اهمیت است. در مدیریت عرضه با اقداماتی مانند ساختن سدهای جدید و یا افزایش ظرفیت سدهای موجود، کف‌شکنی چاه‌ها، کاهش نشت از زیرساخت‌های ذخیره‌سازی و انتقال آب، انتقال بین حوضه‌ای آب، شیرین کردن و باروری ابرها میزان عرضه آب افزایش می‌یابد. اما با افزایش حجم برداشت از منابع آب، خشکسالی و کاهش نزولات جوی، این روش در بلندمدت پاسخگو نبوده و با محدودیت‌های زیادی مواجه است. در این راستا، در کنار سیاست‌های مدیریت تقاضا مانند نظام تعرفه و بازار آب، کشورهای کم آب و پرجمعیت جهان، به رویکرد آب مجازی در بحث صادرات و واردات کالاها توجه ویژه‌ای دارند و تلاش می‌کنند تا سهم محصولات آب‌بر را در سبد تولید کاهش و در سبد واردات افزایش دهند. در حال حاضر و با دیدگاه مدیریت جامع و به هم پیوسته منابع آب که در اغلب کشورهای جهان مدنظر قرار گرفته است، از تجارت جهانی محصولات کشاورزی به عنوان تجارت آب مجازی به مفهوم جریان آب از کشوری به کشور دیگر تعبیر می‌کنند.

اندیشمندان آب مجازی معتقدند با صادرات و واردات کالا و محصولات، حجم زیادی آب جابجا می‌شود که از آن به عنوان تجارت آب مجازی نام برده می‌شود. در ارتباط با آب مجازی[۲] تعاریف و مفاهیم متعددی ارائه شده است و هر یک به دنبال آن هستند که از منظری متفاوت میان تولید و مصرف آب رابطه‌ای برقرار کنند. آب مجازی به مقدار آبی گفته می‌شود که یك کالا یا یك فرآورده کشاورزی طی فرآیند تولید، مصرف می‌کند تا به مرحله تکامل برسد. به‌عبارت دیگر، به طور ساده می‌توان آب مجازی را مقدار آبی تعریف کرد که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم برای تولید کالا مورد نیاز است. برای نخستین بار مفهوم آب مجازی توسط Allan[۳] در سال ۱۹۹۳ معرفی شد. قبل از سال ۱۹۹۳ از واژه آب جاسازشده[۴] استفاده می‌شد، اما مورد توجه مدیران، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان قرار نگرفته بود. در سال ۱۹۹۷ Allan در مقاله خود از این مفهوم به عنوان یک راه‌حل راهبردی برای کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا استفاده کرد (Allan، ۲۰۰۳).

آب مجازی می‌تواند به عنوان یک منبع جایگزین آب دیده شود. با استفاده از این منبع اضافی می‌توان ابزاری برای دستیابی به امنیت منطقه‌ای به دست آورد. علاوه بر این تجارت آب مجازی می‌تواند یک ابزار در حل مشکلات ژئوپولتیک و حتی جلوگیری از جنگ بر سر آب باشد (Allan، ۱۹۹۷ و ۲۰۰۳). تجارت آب مجازی می‌تواند ابزاری برای افزایش جهانی بهره‌وری آب باشد (Hoekstra و hung، ۲۰۰۲). پژوهش‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که مجموع صادرات آب مجازی در جهان براساس میزان آب مجازی محصولات در کشورهای صادرکننده معادل با ۶۸۳ گیگامترمکعب در سال بوده و مجموع واردات آب مجازی به کشورهای واردکننده ۱۱۳۸ گیگامترمکعب در سال می‌باشد. بر این اساس، ۴۵۵ گیگامترمکعب آب در سال به خاطر مبادله مواد غذایی صرفه‌جویی می‌شود (Hoekstra، ۲۰۰۳).

بخش صنعت و معدن کشور در حال حاضر سهم قابل توجهی از مصارف آب را در اختیار ندارد ولی از یک طرف تجربه توسعه صنعتی کشورهای جهان نشان می‌دهد که سهم بخش نامبرده از مصارف آب در طول زمان به شدت افزایشی بوده است و از طرف دیگر، بخش قابل توجهی از محصولات تجاری کشور را کالای این بخش تشکیل می‌دهند. بنابراین، توجه به مدیریت منابع و مصارف آب و بهینه‌سازی مصرف این نهاده در این بخش حائز اهمیت است. از این رو، مطالعه حاضر با هدف بررسی و تحلیل جایگاه تجارت آب مجازی در فعالیت‌های بخش صنعت و معدن کشور انجام شده است. به عبارت دیگر هدف آن است که مشخص شود چه حجمی از منابع آب کشور از طریق تجارت محصولات صنعتی و معدنی و به‌صورت مجازی انتقال داده می‌شود.

مروری بر مطالعات انجام شده

آب مجازی برای اولین بار در سال ۱۹۹۳ توسط تونی آلن مطرح شد. مفهوم آب مجازی بعد از نزدیک به یک دهه از زمان معرفی به یک مفهوم شناخته شده در حوضه امنیت منطقه‌ای و جهانی آب تبدیل شد. اولین نشست بین‌المللی در مورد

موضوع آب مجازی در دسامبر ۲۰۰۲ در دلف هلند برگزار شد. حدود چهار ماه بعد در مارس ۲۰۰۳ نشست ویژه‌ای در سومین اجلاس جهانی آب به موضوع تجارت مجازی آب اختصاص داده شد (Hoekstra، ۲۰۰۳). به نظر Hoekstra و hung (۲۰۰۲) آب مجازی یک ابزار ضروری در محاسبه آب واقعی استفاده شده در یک کشور است. این مفهوم معادل کل آب داخلی مورد استفاده به علاوه آب مجازی وارداتی، منهای آب مجازی صادراتی یک کشور است که اصطلاحاً به آن، آب مصرفی پایه یا ردپای آب[5] گفته می‌شود. آب مصرفی پایه هر کشور یک شاخص مفید تقاضای آب است و معادل کل آب مجازی محاط شده در محصولات، کالاها و خدمات مصرفی است. این دو محقق حجم آب مجازی را که بین کشورها مبادله می‌شود، برای دوره زمانی ۱۹۹۵- ۱۹۹۹ بر اساس رهیافت پایه‌ای، محاسبه کردند. بدین منظور، آنان از حاصل‌ضرب کل تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی (تن در سال) در محتوای آب مجازی آنها (مترمکعب بر تن) کل آب مجازی را که بین کشورها مبادله می‌شود، تخمین زدند. بر اساس یافته‌های آنان طی دوره مورد مطالعه، سالیانه حدود ۶۹۵ میلیارد متر مکعب آب مجازی بین کشورها مبادله شده است.

Hoekstra و hung (۲۰۰۲) حجم مبادله آب مجازی ناشی از مبادله محصولات زراعی بین کشورهای مختلف جهان را در سال‌های ۱۹۹۹-۱۹۹۵ محاسبه نمودند. در این دوره متوسط سالانه مبادله آب مجازی ۶۹۵ میلیارد مترمکعب (معادل ۱۳٪ کل آب مصرف شده جهت تولید محصولات زراعی) بوده است. کشورهای آمریکا، کانادا، تایلند، آرژانتین و هند بزرگترین صادرکننده خالص آب مجازی و کشورهای سریلانکا، ژاپن، هلند، جمهوری کره و چین بزرگترین واردکننده‌های خالص آب مجازی بوده‌اند. در کل این دوره آمریکا با صادرات خالص ۷۵۸/۳ میلیارد مترمکعب بزرگترین صادر کننده آب مجازی و سریلانکا با واردات ۴۲۸/۵ میلیارد مترمکعب واردکننده آب مجازی در جهان بوده‌اند. در سال ۱۹۹۹ واردات خالص سالانه آب مجازی ایران ۵/۴۹ میلیارد مترمکعب بوده است.

Kumar و Singh (۲۰۰۵) ارتباط بین تجارت آب مجازی و مقدار آب قابل دسترس را در بین ۱۴۶ کشور جهان بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که جریان مبادله آب مجازی بین کشورها بر اساس میزان فراوانی آب در آن کشورها صورت نمی‌گیرد. برخی از کشورها که دارای آب فراوانی بوده‌اند، واردکننده مواد غذایی و در نتیجه آب مجازی بوده‌اند. جریان آب مجازی با مساحت اراضی قابل کشت در کشورها ارتباط مستقیم داشته و در اغلب موارد آب مجازی از کشورهایی که آب در آن‌ها کمیاب اما زمین‌های قابل کشت فراوان بوده است، به سمت کشورهایی که در آن‌ها آب فراوان اما زمین قابل کشت کمیاب بوده است، جریان داشته است. به اعتقاد محققین دسترسی به زمین فراوان علاوه بر این که امکان مصرف آب آبی در دسترس را افزایش می‌دهد، امکان دسترسی بیشتر به رطوبت موجود در خاک را نیز فراهم می‌کند.

براساس یافته‌های Rockstorm و Gordon (۲۰۰۱)، برای تولید کل محصولات کشاورزی در جهان سالیانه ۵۴۰۰ میلیارد مترمکعب آب مصرف می‌شود. با توجه به این رقم، حدود ۱۳ درصد از کل آب مورد استفاده برای تولید محصولات کشاورزی در جهان جهت مصارف داخلی نیست، بلکه برای صادرات به‌صورت مجازی است.

Fraiture و همکارانش (۲۰۰۴) به بررسی اثر تجارت جهانی غلات در صرفه‌جویی آب پرداختند. به‌عبارت دیگر، آنها به نقش تجارت بین‌المللی آب مجازی و اثر آن روی صرفه‌جویی در مصرف آب در جهان توجه کردند. بر اساس یافته‌های آنان، به‌دلیل آنکه بهره‌وری آب در محصولات کشاورزی بین کشورهای صادرکننده متفاوت است، لذا تجارت غلات موجب صرفه‌جویی در مصرف جهانی آب به میزان ۱۶۴ میلیارد مترمکعب می‌شود (این رقم شامل بارندگی مؤثر و آب آبیاری است) که از این مقدار ۱۱۲ میلیارد متر مکعب مربوط به آبیاری است. این ارقام به‌طور ضمنی به این مسئله اشاره می‌کنند که در حالت نبود تجارت بین‌المللی، مصرف جهانی آب برای تولید این محصولات حدود ۶ درصد و آب آبیاری خالص به میزان ۱۱ درصد باید افزایش یابد. به‌نظر آنان ملاحظات سیاسی و اقتصادی، استفاده از تجارت مجازی آب را به‌عنوان ابزاری مناسب براي مقابله با کمبود آب محدود کرده است.

Renault (۲۰۰۳) کاربرد آب مجازی را به مصرف سرانه غذا نیز تعمیم داده و بیان می‌کند که ترکیب جیره غذایی مورد استفاده انسان حاوی آب مجازی است. طبق برآورد وی، مصرف سرانه آب مجازی از طریق مواد غذایی روزانه در اتحادیه اروپا در سال ۱۹۶۱ برابر ۵۴۰۰ لیتر در روز بوده است و این رقم در سال ۲۰۰۰ به ۳۶۰۰ لیتر کاهش یافته که این امر مدیون افزایش بهره‌وری در تولیدات کشاورزی است.

Chapagain و همکاران (۲۰۰۶) بیان می‌کنند که کشورهای مختلف دنیا می‌توانند از طریق واردات محصولات آب‌بر و صادرات محصولات کم آب‌بر، در استفاده از منابع آب خود صرفه‌جویی کنند. براساس مطالعه آنها ایران از طریق واردات غلات، شکر و دانه‌های روغنی در طی دوره زمانی ۱۹۹۷-۲۰۰۱، حدود ۳۷ میلیارد متر مکعب آب صرفه‌جویی کرده است.

پژوهش Hoekstra (۲۰۰۳) در خصوص میزان صرفه‌جویی در مصرف آب از طریق واردات آب مجازی توسط ایران، برای دوره زمانی ۱۹۹۵-۱۹۹۹ رقم ۲۹/۱ میلیارد مترمکعب را نشان می‌دهد. Chapagain (۲۰۰۴) نیز در مطالعه دیگری میزان

خالص واردات آب مجازی ایران برای دوره زمانی ۱۹۹۷-۲۰۰۱ را ۱۹ میلیارد مترمکعب تخمین زده است.

Aldaya و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی اهمیت آب سبز در تجارت آب مجازی در طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۰۴ پرداختند. نتیجه کار این پژوهشگران این بوده است که بیشترین سهم از آب مجازی گندم، ذرت و سویا مربوط به آب سبز است که به‌طور دیم کشت و از ایالات متحده، کانادا، استرالیا و آرژانتین صادر می‌شوند. مطابق با تحقیق این پژوهشگران آب سبز در تأمین امنیت غذایی و کاهش تنش و بحران آبی در جهان بیشترین سهم را داراست.

Novo و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی این سؤال پرداختند که «کم آبی نسبی در کشور اسپانیا چه تأثیری بر جریان آب مجازی در تجارت غلات دارد؟». برای بررسی این تأثیر، میزان و ارزش اقتصادی جریان آب مجازی در تجارت غلات کشور اسپانیا در دوره ۱۹۹۷-۲۰۰۵ را محاسبه کردند و سپس با شرایط اقلیمی و جوی آن سال‌ها مقایسه کردند. نتایج پژوهش حاکی از این بود که کشور اسپانیا در تجارت غلات در آن دوره واردکننده آب مجازی بوده و دوم اینکه با ارزش‌گذاری آب آبی برای دوره مذکور براساس قیمت سایه‌ای مشخص شد که صادرات آب آبی بین ۰/۷ تا ۳۴/۲ میلیون مترمکعب به‌ترتیب برای یک سال مرطوب و یک سال خشک در نوسان بوده است. سوم اینکه از آنجا که با کاهش بارش‌های جوی میزان واردات آب مجازی افزایش یافته، نتیجه‌ای که این محققین گرفتند این است که می‌توان انتظار داشت که تجارت غلات با کم آبی نسبی متناسب است. در نهایت این محققان نتیجه گرفتند که رابطه‌ای بین صادرات غلات با کم آبی برقرار نیست که با تحلیل‌های بیشتر اعلام داشتند که عوامل دیگری چون کیفیت محصول و تقاضای صادراتی وجود دارد که بر تصمیمات تجاری اثرگذار است که در ارتباط با مفهوم تجارت آب مجازی در تجارت در نظر گرفته نمی‌شود.

Chapagain و Hoekstra (۲۰۰۳) در یک مطالعه به بررسی ردپای آب (آبرانه) پرداختند. مطابق مطالعه آنها ردپای آب به مقدار مصرف (بسته به درآمد سرانه ناخالص داخلی)، الگوی مصرف (میزان و ترکیب مصرف فرآورده‌های کشاورزی و دامی)، اقلیم (شرایط بیولوژیکی رشد و تولید کشاورزی و دامپروری) و تکنولوژی کشت و بهره‌وری کشاورزی در استفاده از منابع آب دارد. طبق این پژوهش متوسط میزان ردپای آب در جهان ۱۶۴۰ مترمکعب در سال به ازای هر نفر است. در این میان میزان ردپای آب ایران ۱۲۴۰ مترمکعب در سال به ازای هر نفر بوده است. همچنین ایالات متحده با ۲۴۸۰ مترمکعب در سال به ازای هر نفر بیشترین و چین با ۷۰۰ مترمکعب در سال به ازای هر نفر کمترین متوسط ردپای آب در جهان را دارا هستند.

جعفری و زارعی (۱۳۸۵) وضعیت صادرات و واردات آب مجازی ایران را در طول سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۳ بررسی کردند. طبق نتایج این مطالعه در طول دوره یاد شده، مقدار صادرات کل ۱۵ محصول عمده کشاورزی کشور حدود ۱۱/۸ میلیون تن و همچنین مقدار واردات ۹ محصول کشاورزی عمده وارداتی ۱۱۸/۵ میلیون تن بوده است. بر این اساس، کل آب مجازی صادر شده در این دوره ۳۳/۸ میلیارد متر مکعب و کل آب مجازی وارد شده ۴۶/۱ میلیارد مترمکعب بوده است. همچنین متوسط آب مجازی به ازای هر تن کالای صادر شده و وارد شده به‌ترتیب ۲۸۶۹ و ۸۳۹۳ مترمکعب بوده است.

باغستانی و همکاران (۱۳۸۹) در یک مطالعه با هدف بررسی میزان سازگاری ایران با برنامه‌ریزی پیرامون آب مجازی به محاسبه میزان آب مجازی در محصولات عمده وارداتی و صادراتی کشاورزی پرداختند. در این پژوهش که برای سال‌های حد فاصل ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ انجام شده، نشان داده شده که ایران در طی این سال‌ها همواره واردکننده خالص آب مجازی بوده است. روش محاسبه آب مجازی در مطالعه مذکور، به‌کارگیری فرمول‌های پایه برای محصولات کشاورزی است که تحت عنوان محاسبه تقاضای آب ویژه برای هر محصول با استفاده از فرمول فائو پنمن-مانتیث[۶] برآورد شده است. محصولات صادراتی مورد بررسی این مطالعه ۹۳/۷ درصد از کل ارزش صادراتی محصولات کشاورزی و محصولات وارداتی ۷۲/۳ درصد از کل ارزش محصولات وارداتی کشاورزی را شامل می‌شود. نتایج این مطالعه همچنین نشان می‌دهد که محصولات عمده صادراتی به‌طور متوسط تقاضای ویژه آب بیشتری در مقایسه با محصولات وارداتی کشاورزی داشته‌اند.

از جمله مطالعات دیگر می‌توان به مطالعه محمدی کانی گلزار (۱۳۹۱) اشاره کرد که برای ۳۲ محصول عمده کشاورزی میزان مبادله آب مجازی را برای سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ بررسی کرده است. نتایج وی حاکی از این است که ایران در بازه بررسی شده برای محصولات منتخب واردکننده خالص آب مجازی بوده و ۱۳/۷ میلیارد مترمکعب سالیانه آب از این مبادلات ذخیره کرده است.

علاوه بر مطالعات مذکور، در ایران از جنبه‌های مختلفی آب مجازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. از جمله می‌توان به مطالعات Faramarzi و همکاران (۲۰۱۰)، دهقان منشادی و همکاران (۱۳۹۲)، محمدی (۱۳۹۱)، محمدی و تعالی مقدم (۱۳۹۰) که در آنها به بررسی تجزیه و تحلیل تجارت آب مجازی و آثار رفاهی حاصل از آن پرداخته‌اند، اشاره کرد.

نتایج بررسی مطالعات انجام شده داخلی و خارجی در گزارش حاضر نشان داد که حجم تجارت شده آب مجازی سهم بسیار زیادی از کل منابع آب تجدیدپذیر ندارد، ولی برخی

کشورها بر اساس آینده‌نگری که دارند، درصد خودکفایی از آب‌های داخلی را کاهش و به واردات محصولات آب‌بر کشاورزی رو آورده‌اند. همچنین طبق پژوهشی که توسط Chapagain و Hoekstra (۲۰۰۴) انجام شده است، متوسط جریان بین‌المللی آب مجازی در طول دوره ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۱ حدود ۱۶۲۵ میلیارد مترمکعب در سال بوده است که از این میزان، سهم محصولات کشاورزی و دامی حدود ۷۸ درصد و سهم محصولات صنعتی ۲۲ درصد است. علاوه‌بر این، این میزان آب مجازی تجارت شده، تقریباً معادل ۱۶ درصد کل آب مصرف شده در جهان بوده است.

روش تحقیق

برای محاسبه آب مجازی دو رهیافت کلی در مطالعات ارائه شده است: رهیافت تعادل فراگیر و استفاده از جدول داده-ستانده و مدل‌های تعادل عمومی و همچنین رهیافت دوم رهیافت فنی-پایه که به آن رهیافت شاخص‌های فنی-مهندسی هم گفته می‌شود. در رهیافت فنی-پایه با تحلیل مفهوم آب مجازی و به کارگیری روابط فنی و فیزیکی، رابطه‌هایی برای محاسبه آب مجازی به تفکیک نوع محصول ارائه می‌شود. از جمله مطالعاتی که از رهیافت فنی-پایه استفاده نموده‌اند می‌توان به Aldaya و همکاران (۲۰۰۸)، Novo و همکاران (۲۰۰۹)، Chapagain و همکاران (۲۰۰۶)، صبوحی و سلطانی (۱۳۸۷)، باغستانی و همکاران (۱۳۸۹)، مکنون و همکاران (۱۳۹۰) و محمدی کانی گلزار (۱۳۹۱) اشاره نمود. با توجه به اینکه در مطالعه حاضر از رهیافت فنی-پایه جهت تجزیه و تحلیل آب مجازی استفاده شده است؛ لذا در ادامه به شرح روابط آن پرداخته می‌شود.

طبق این روش، برای محاسبه آب مجازی مصرفی محصولات صنعتی (یا معدنی)، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$SWD_i = PW_i/Y_i \quad (۱)$$

در رابطه فوق، متوسط آب مصرفی ویژه[۷] کالا یا کد صنعتی (یا معدنی) iام بر حسب مترمکعب بر تن، PW_i آب خریداری یا مصرف شده توسط واحد صنعتی (یا معدنی) iام بر حسب متر مکعب و Y_i مقدار تولید کد صنعتی (یا معدنی) iام بر حسب تن است.

با محاسبه SWD_i برای کلیه کدهای صنعتی (یا معدنی) مورد مطالعه، شاخص آب مصرفی هر تن کالای صنعتی (یا معدنی) iام بر حسب متر مکعب قابل محاسبه است:

$$TSWD_i = SWD_i \times TP_i \quad (۲)$$

که در آن، TP_i نمایانگر وزن تولید هر کد یا کالا می‌باشد. $TSWD_i$ بیانگر کل آبی است که باید مصرف شود تا یک تن محصول iام تولید شود و به آن آب مصرفی پایه هر واحد کالای iام اطلاق می‌شود. به منظور تعیین مقدار آب مجازی که از کشور صادر شده (WFP_{ex}) رابطه زیر به کار گرفته می‌شود:

$$WFP_{ex} = \sum_{i=1}^{n} SWD_i \, EX_i \quad (۳)$$

در این رابطه، WFP_{ex} شاخص پایه آب مصرفی کل محصولات صنعتی (یا معدنی) صادراتی برحسب مترمکعب و EX_i کل صادرات محصول iام است. برای تعیین مقدار آب مجازی وارداتی نیز WFP_{im} بطور مشابه به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$WFP_{im} = \sum_{i=1}^{n} SWD_i \, IM_i \quad (۴)$$

در رابطه فوق، IM_i نشان‌دهنده کل واردات محصول iام است. همچنین WFP_{im} آب مصرفی پایه وارداتی است و کل آب مجازی وارداتی ناشی از واردات محصولات صنعتی (یا معدنی) را نشان می دهد. برای تعیین وضعیت کشور از لحاظ تراز خارجی تجارت آب مجازی (TVWT)، از رابطه زیر استفاده می‌گردد:

$$TVWT = WFP_{ex} - WFP_{im} \quad (۵)$$

بدیهی است که حاصل معادله فوق بسته به شرایط سال مورد بررسی ممکن است مثبت، منفی و یا صفر باشد. چنانچه حاصل رابطه فوق منفی باشد به این معنی است که واردات آب مجازی بیشتر از صادرات آن بوده و بخش صنعت یا معدن کشور در سال مورد بررسی، واردکننده خالص آب مجازی است. ISIC به عنوان طبقه‌بندی استاندارد فعالیت‌هاي اقتصادي مولد در نظر گرفته می‌شود (وزارت‌صنایع-صنایع‌کوچك، ۱۳۹۱). تحلیل‌های مطالعه حاضر به تفکیک کدهای دو رقمی ISIC مذکور برای بخش صنعت و معدن که صادرات و واردات داشته‌اند، انجام شده است.

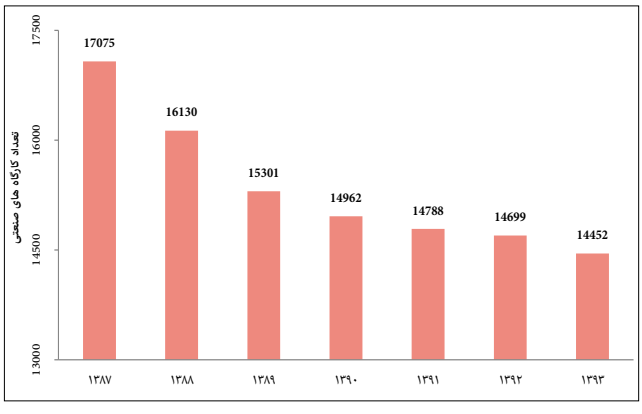
داده‌های مورد نیاز در مطالعه حاضر بر اساس آمارهای ثبتی موجود کشور و با روش تحلیل کتابخانه‌ای و جستجوی اینترنتی بدست آمده است. داده‌های بخش صنعت مرکز آمار ایران از طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر برای دوره زمانی ۹۲-۱۳۸۷، داده‌های بخش معدن از طرح آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور برای دوره زمانی ۹۳-۱۳۸۷ و داده‌های تجاری از سالنامه آمار بازرگانی خارجی جمهوری اسلامی ایران برای دوره زمانی ۹۳-۱۳۸۷ استخراج شده است.

نتایج و بحث

در این قسمت ابتدا به بررسی و تحلیل جایگاه تجارت آب مجازی در بخش صنعت پرداخته می‌شود و سپس بخش معدن مورد بررسی قرار می‌گیرد و در نهایت از جمع‌بندی نتایج بخش‌های نامبرده برای کل بخش صنعت و معدن نتیجه‌گیری می‌شود و پیشنهادهایی برای بهبود جایگاه تجارت آب مجازی ارائه می‌گردد.

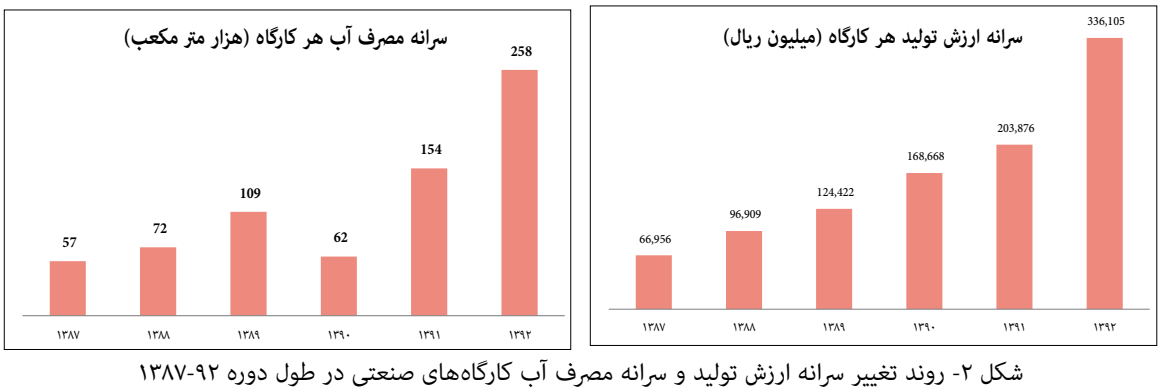
الف- نتایج بخش صنعت

شکل (۱) نشان می‌دهد که تعداد کارگاه‌های صنعتی کشور در طول دوره زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۳ دارای روند کاهشی بوده است.



شکل ۱- روند تغییر تعداد کارگاه‌های صنعتی در بخش صنعت طول دوره ۹۲-۱۳۸۷

این در حالی است که طبق شکل (۲)، علیرغم کاهش تعداد کارگاه‌های صنعتی در طول زمان، سرانه ارزش تولید کارگاه‌ها افزایشی است. به عبارت دیگر ارزش و حجم تولیدات کالاهای صنعتی افزایش یافته است. علاوه بر این، سرانه مصرف آب آنها روند افزایشی پیدا کرده است (بجز سال ۱۳۹۰). لذا تکنولوژی تولید نیز آب‌بر شده است.



شکل ۲- روند تغییر سرانه ارزش تولید و سرانه مصرف آب کارگاه‌های صنعتی در طول دوره ۹۲-۱۳۸۷

با توجه به روش‌شناسی ارائه شده، صادرات و واردات آب مجازی به تفکیک فعالیت‌های صنعتی کشور طبق طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های صنعتی (ISIC) محاسبه شد که نتایج آن در جداول (۱) و (۲) ارائه شده است.

جدول ۱- صادرات آب مجازی به تفکیک فعالیت‌های صنعتی در طول دوره ۹۲-۱۳۸۷ (میلیون مترمکعب)

شرح فعالیت	کد ISIC	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲
صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۱۵	۲۷	۵۶/۵	۵۲	۲۰/۱	۱۹/۲	۳۲/۶
تولید محصولات از توتون و تنباکو ـ سیگار	۱۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰
تولید منسوجات	۱۷	۳/۴	۳	۳/۵	۳/۹	۶/۱	۳
تولید پوشاك ـ عمل‌آوردن و رنگ کردن پوست خزدار	۱۸	۰/۲	۰/۵	۰/۱	۰	۰/۵	۰/۱
دباغي و عمل‌آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و یراق و تولید کفش	۱۹	۱	۱	۰/۸	۰/۹	۱/۵	۰/۶
تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه ـ غیر از مبلمان ـ ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۲۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰
تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۲۱	۰/۴	۱/۴	۱/۱	۱/۲	۱/۶	۰/۶
انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۲۲	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۴	۰/۱	۰
صنایع تولید زغال کك ـ پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۲۳	۱۰۸/۷	۱۷/۸	۱۹/۶	۵/۳	۶۲/۷	۵۵/۵
صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۲۴	۵۵/۹	۷۱/۲	۱۶۹	۱۰۰/۵	۱۴۸/۹	۶۸۳/۷
تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۲۵	۱/۶	۱/۱	۱/۴	۲/۴	۲	۲/۱
تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲۶	۴/۶	۱۲/۶	۹/۱	۹	۱۲/۱	۷/۷
تولید فلزات اساسی	۲۷	۳	۶/۴	۸/۶	۱۲/۱	۴۱/۵	۱۸/۳
تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	۲۸	۰/۴	۰/۹	۰/۹	۱	۲	۱/۶
تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲۹	۱/۳	۱/۷	۱/۵	۵/۴	۵/۷	۱/۲
تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی	۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۴
تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۱	۰/۳	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۳	۰/۲
تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۳۲	۰	۰	۰	۰/۱	۰	۰/۱
تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق و ساعت‌هاي مچی و انواع دیگر ساعت	۳۳	۰/۱	۰	۰	۰/۱	۰	۰/۱
تولید وسایل نقلیه‌ی موتوري و تریلر و نیم تریلر	۳۴	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۴	۰
تولید سایر وسایل حمل و نقل	۳۵	۰/۳	۰/۸	۰/۱	۰/۱	۰/۷	۱/۵
تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۶	۰/۴	۰/۴	۱	۶/۲	۶/۹	۰/۶
بازیافت	۳۷	۰	۰/۱	۰	۰	۰	۰
جمع		۲۰۹	۱۷۶	۲۷۰	۱۶۶	۳۱۵	۸۱۰

جمع میزان صادرات و واردات آب مجازی بخش صنعت در طول سال‌های مورد بررسی در جدول (۳) نمایش داده شده است. طبق این جدول در همه سال‌ها، میزان واردات آب مجازی بیشتر از صادرات بوده است به نحوی که در مجموع در بازه زمانی ۹۲-۱۳۸۷ میزان ۱۷۳۶ میلیون متر مکعب آب به صورت مجازی صادر و در مقابل میزان ۲۷۵۹ میلیون متر مکعب آب وارد کشور شده است.

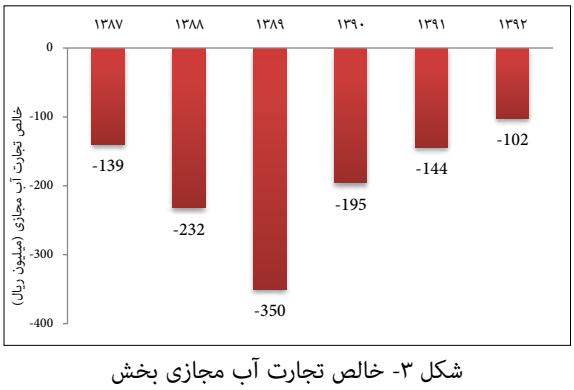
با توجه به نتایج این جداول خالص تجارت آب مجازی بخش صنعت کشور محاسبه و در شکل (۳) ارائه شده است. این شکل نشان می‌دهد که بخش صنعت در تمام سال‌های دوره ۹۲-۱۳۸۷ واردکننده خالص آب مجازی بوده است. اما از سال ۱۳۹۰ به بعد روند منفی خالص واردات کاهشی شده است. لازم به ذکر است که طبق جداول فوق، برای برخی از کدهای صنعتی، تفاوت زیادی بین خالص تجارت آب مجازی در طول زمان وجود دارد که از جمله آنها می‌توان به کدهای ۱۵، ۲۱، ۲۳، ۲۹ اشاره کرد.

جدول ۲- واردات آب مجازی به تفکیک فعالیت‌های صنعتی در طول دوره ۹۲-۱۳۸۷ (میلیون مترمکعب)

شرح فعالیت	کد ISIC	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲
صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۱۵	۷۱/۶	۱۶۴/۵	۲/۲۲۶	۵۷/۸	۶۱/۵	۹۲/۰
تولید محصولات از توتون و تنباکو ـ سیگار	۱۶	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰
تولید منسوجات	۱۷	۸/۹	۱/۸	۲/۲	۲/۵	۳/۷	۲/۶
تولید پوشاك ـ عمل‌آوردن و رنگ کردن پوست خزدار	۱۸	۰/۸	۰	۰	۰	۰/۳	۰
دباغی و عمل‌آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و یراق و تولید کفش	۱۹	۱/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰
تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه ـ غیر از مبلمان ـ ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۲۰	۱/۴	۲/۴	۱/۲	۰/۹	۰/۷	۰
تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۲۱	۱۰/۳	۵۷/۰	۸۲/۶	۶۷/۰	۷۷/۸	۵۳/۶
انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۲۲	۰/۲	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۲	۰/۱
صنایع تولید زغال كك ـ پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۲۳	۹۹/۷	۷/۰	۵/۹	۰/۷	۵/۷	۳/۳
صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۲۴	۷۵/۳	۹۲/۷	۱۹۷/۵	۸۸/۶	۱۳۰/۷	۶۹۴/۱
تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۲۵	۵/۸	۲/۲	۳/۴	۴/۰	۲/۳	۳/۵
تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	۲۶	۸/۰	۷/۱	۵/۴	۴/۷	۳/۶	۲/۹
تولید فلزات اساسی	۲۷	۱۸/۳	۳۳/۹	۵۰/۶	۴۰/۹	۹۷/۴	۲۶/۰
تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	۲۸	۲/۶	۱/۹	۲/۷	۲/۶	۳/۵	۳/۷
تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲۹	۱۶/۱	۲۳/۰	۲۷/۲	۷۳/۱	۵۵/۴	۱۷/۴
تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی	۳۰	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۰/۸	۰/۹	۲/۸
تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقي طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۱	۱/۹	۱/۴	۲/۱	۱/۹	۱/۸	۱/۷
تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۳۲	۱/۴	۱/۸	۲/۳	۳/۹	۱/۲	۰/۴
تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکي و ابزار دقیق و ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۳۳	۷/۸	۳/۴	۳/۲	۲/۶	۲/۶	۳/۷
تولید وسایل نقلیه‌ی موتوری و تریلر و نیم تریلر	۳۴	۲/۰	۱/۶	۲/۷	۲/۸	۲/۴	۱/۲
تولید سایر وسایل حمل و نقل	۳۵	۵/۴	۴/۵	۱/۹	۳/۷	۰/۷	۱/۸
تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۶	۸/۵	۰/۸	۱/۷	۱/۵	۶/۵	۰/۹
بازیافت	۳۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمع		۳۴۸	۴۰۸	۶۲۰	۳۶۱	۴۵۹	۹۱۲

جدول ۳- جمع ارقام صادرات و واردات آب مجازی بخش صنعت در طول سال‌های مختلف

سال	آب مجازی بخش صنعت (میلیون‌مترمکعب)	
	صادرات آب مجازی	واردات آب مجازی
۱۳۸۷	۲۰۹	۳۴۸
۱۳۸۸	۱۷۶	۴۰۸
۱۳۸۹	۲۷۰	۶۲۰
۱۳۹۰	۱۶۶	۳۶۱
۱۳۹۱	۳۱۵	۴۵۹
۱۳۹۲	۸۱۰	۹۱۲
جمع	۱۷۳۶	۲۷۵۹



شکل ۳- خالص تجارت آب مجازی بخش صنعت در طول دوره ۹۲-۱۳۸۷

مقایسه حجم آب مجازی صادر یا وارد شده با ارزش واقعی صادرات و واردات کالاهای صنعتی در فعالیت‌های مختلف می‌تواند پاسخ این سوال مهم را نشان دهد که آیا فعالیت‌هایی که سهم بالایی از ارزش تجارت دارند همان فعالیت‌هایی هستند که سهم عمده آب مجازی را نیز به خود اختصاص می‌دهند؟ برای یافتن پاسخ این سوال، ارقام یاد شده در قالب جدول (۴) مورد مقایسه قرار گرفت. برای این منظور از متوسط ارقام موجود و محاسباتی برای دوره زمانی ۹۲-۱۳۸۷ استفاده شد.

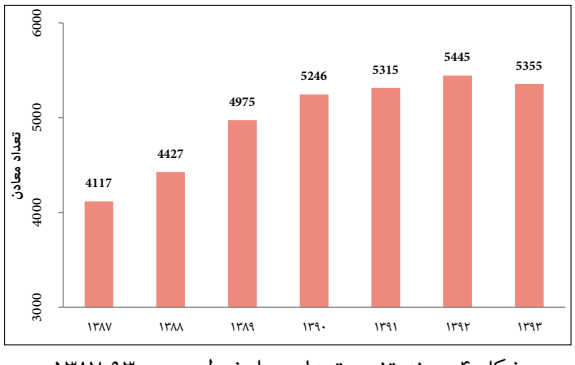
جدول ۴- مقایسه سهم فعالیت‌های صنعتی از ارزش صادرات و واردات و سهم مصرف آب فعالیت‌های صنعتی با سهم آنها از آب مجازی صادر و وارد شده (درصد)

نوع فعالیت صنعتی	کد ISIC	متوسط تجارت آب مجازی۹۲-۱۳۸۷		سهم از متوسط مصرف آب	متوسط تجارت واقعی ۹۲-۱۳۸۷	
		سهم از صادرات آب مجازی	سهم از واردات آب مجازی		سهم از ارزش صادرات	سهم از ارزش واردات
صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۱۵	٪۱۴/۴۳	٪۲۲/۸۲	٪۱۶/۵۴	٪۸	٪۱۲
تولید محصولات از توتون و تنباکو ـ سیگار	۱۶	٪۰	٪۰/۰۴	٪۰/۰۲	٪۰	٪۰
تولید منسوجات	۱۷	٪۱/۵۵	٪۰/۸۵	٪۰/۷۲	٪۵	٪۲
تولید پوشاك ـ عمل‌آوردن و رنگ کردن پوست خزدار	۱۸	٪۰/۱۵	٪۰/۰۵	٪۰/۰۳	٪۰	٪۰
دباغی و عمل‌آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و یراق و تولید کفش	۱۹	٪۰/۴۱	٪۰/۰۸	٪۰/۰۷	٪۱	٪۰
تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه ـ غیر از مبلمان ـ ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۲۰	٪۰/۰۲	٪۰/۲۷	٪۰/۰۵	٪۰	٪۱
تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۲۱	٪۰/۴۵	٪۱۱/۹۴	٪۲/۵۵	٪۰	٪۳
انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۲۲	٪۰/۰۷	٪۰/۰۵	٪۰/۱۱	٪۰	٪۰
صنایع تولید زغال كك ـ پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۲۳	٪۱۶/۵۵	٪۵/۵۲	٪۲۳/۱۹	٪۲۲	٪۳
صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۲۴	٪۵۳/۷۱	٪۳۴/۲۳	٪۴۰/۸۲	٪۳۴	٪۱۷
تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۲۵	٪۰/۷۰	٪۰/۷۹	٪۰/۵۶	٪۳	٪۳
تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	۲۶	٪۳/۸۳	٪۱/۲۲	٪۳/۶۰	٪۵	٪۱
تولید فلزات اساسی	۲۷	٪۵/۱۷	٪۹/۵۲	٪۸/۶۰	٪۱۰	٪۱۶
تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	۲۸	٪۴۱/۰	٪۰/۵۹	٪۰/۶۲	٪۲	٪۲
تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲۹	٪۱/۲۳	٪۸/۱۵	٪۱/۰۰	٪۳	٪۱۸
تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی	۳۰	٪۰/۰۱	٪۰/۱۸	٪۰/۰۱	٪۰	٪۳
تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۱	٪۰/۱۲	٪۰/۳۹	٪۰/۲۹	٪۱	٪۳
تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۳۲	٪۰/۰۲	٪۰/۴۳	٪۰/۰۳	٪۰	٪۳
تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکي و ابزار دقیق و ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۳۳	٪۰/۰۲	٪۰/۸۷	٪۰/۰۸	٪۰	٪۳
تولید وسایل نقلیه‌ی موتوری و تریلر و نیم تریلر	۳۴	٪۰/۰۸	٪۰/۴۷	٪۰/۷۰	٪۲	٪۸
تولید سایر وسایل حمل و نقل	۳۵	٪۰/۱۸	٪۰/۷۳	٪۰/۱۸	٪۱	٪۱
تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۶	٪۰/۹۲	٪۰/۸۱	٪۰/۲۲	٪۱	٪۱
بازیافت	۳۷	٪۰/۰۱	٪۰	٪۰	٪۰	٪۰

نتایج ارائه شده در این جدول نشان می‌دهد که کدهای ۱۵، ۲۱، ۲۳، ۲۴ و ۲۷ در مجموع حدود ۹۰ درصد صادرات آب مجازی و ۸۴ درصد واردات آب مجازی را به خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که سهم کدهای نامبرده از ارزش کالاهای صادراتی ۷۵ درصد و از ارزش کالاهای وارداتی فقط ۵۰ درصد است. همچنین در جدول (۴) برای تحلیل دقیق‌تر موضوع، سهم فعالیت‌های صنعتی مختلف از متوسط مصرف آب در بازه زمانی ۹۲-۱۳۸۷ با سهم آنها از حجم آب مجازی صادر یا وارد شده مقایسه گردید. نتایج این مقایسه نشان می‌دهد که به عنوان نمونه، صنایع پالایشگاهی (کد ۲۳) نسبت به سهم آب مصرفی، واردات آب مجازی کم و صادرات آب مجازی زیادی دارد. کد نامبرده در تمام سال‌های دوره مورد بررسی صادرکننده خالص آب مجازی بوده است.

ب- نتایج بخش معدن

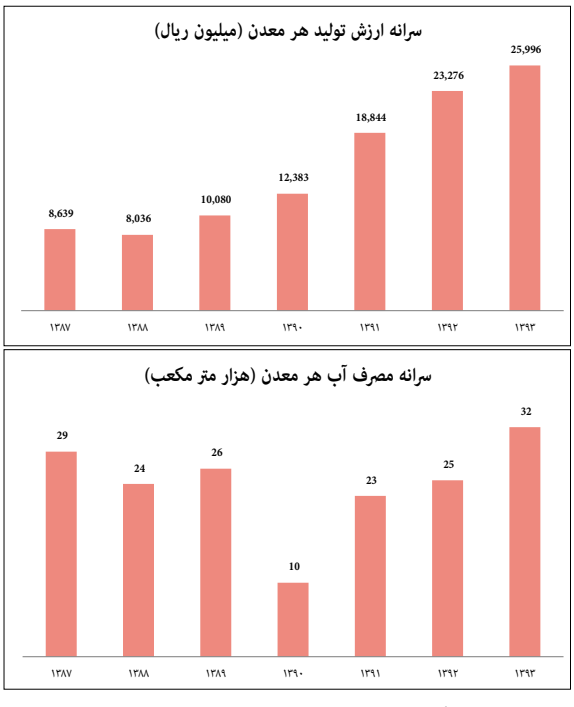
شکل (۴) نشان می‌دهد که تعداد معادن کشور در طول دوره زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۳ دارای روند افزایشی بوده است.



شکل ۴- روند تغییر تعداد معادن طی دوره ۹۳-۱۳۸۷

علاوه بر این طبق شکل (۵)، ضمن افزایش تعداد معادن در طول زمان، سرانه ارزش تولید معادن افزایشی است. به عبارت دیگر ارزش و حجم تولیدات کالاهای صنعتی افزایش یافته است. اما سرانه مصرف آب آنها روند منظمی نداشته و در مجموع تغییری نکرده است.

با توجه به روش‌شناسی ارائه شده، صادرات و واردات آب مجازی به تفکیک فعالیت‌های معدنی که تجارت داشته‌اند، طبق طبقه‌بندی بین المللی ISIC محاسبه شد که نتایج آن در جداول (۵) و (۶) ارائه شده است.



شکل ۵ - سرانه ارزش تولید و سرانه مصرف آب معادن در طول دوره ۹۲-۱۳۸۷

جدول ۵ - صادرات آب مجازی به تفکیک فعالیت‌های معدنی در طول دوره ۹۲-۱۳۸۷(میلیون‌مترمکعب)

شرح	کد ISIC	واردات ۸۷	واردات ۸۸	واردات ۸۹	واردات ۹۰	واردات ۹۱	واردات ۹۲	واردات ۹۳
استخراج ذغال سنگ	۱۰	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۶۵	۰/۳۵
استخراج سنگ‌های فلزی غیرآهنی	۱۳	۵/۹۲	۱۷/۴۸	۱۹/۴۸	۵/۹۸	۱۹/۷۶	۳۴/۱۸	۲۸/۰۳
استخراج سایر مواد معدنی	۱۴	۱۱/۱۵	۷/۰۹	۱۲/۴۱	۳/۹۰	۱۹/۷۸	۷۷/۱۹	۹۳/۰۳

جدول ۶- واردات آب مجازی به تفکیک فعالیت‌های معدنی در طول دوره ۹۲-۱۳۸۷(میلیون‌مترمکعب)

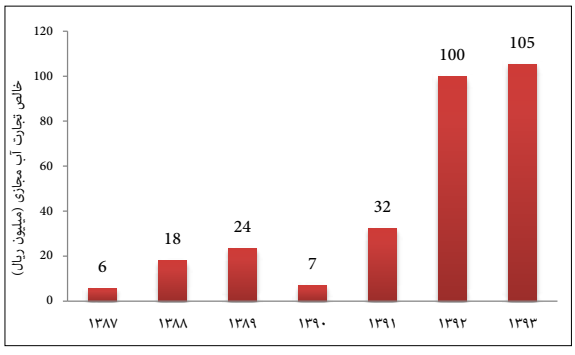
شرح	کد ISIC	واردات ۸۷	واردات ۸۸	واردات ۸۹	واردات ۹۰	واردات ۹۱	واردات ۹۲	واردات ۹۳
استخراج ذغال سنگ	۱۰	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۱/۴۶	۳/۵۵	۰/۴۷
استخراج سنگ‌های فلزی غیرآهنی	۱۳	۳/۳۹	۲/۳۴	۱/۳۱	۰/۶۱	۱/۴۳	۲/۶۹	۹/۶۲
استخراج سایر مواد معدنی	۱۴	۷/۷۲	۴/۳۱	۷/۱۰	۲/۴۳	۴/۴۰	۶/۰۳	۶/۱۴

مجموع حجم صادرات و واردات آب مجازی در جدول (۷) ارائه شده است. طبق این جدول در همه سال‌ها، میزان صادرات آب مجازی بیشتر از واردات بوده است به نحوی که در مجموع در بازه زمانی ۹۳-۱۳۸۷ میزان ۳۵۶ میلیون متر مکعب آب به صورت مجازی صادر و در مقابل میزان ۶۵ میلیون متر مکعب آب وارد کشور شده است.

جدول ۷- جمع ارقام صادرات و واردات آب مجازی بخش معدن در طول سال‌های مختلف

سال	آب مجازی بخش معدن (میلیون متر مکعب)	
	صادرات آب مجازی	واردات آب مجازی
۱۳۸۷	۱۷/۱	۱۱/۳
۱۳۸۸	۲۴/۶	۶/۷
۱۳۸۹	۳۲/۰	۸/۴
۱۳۹۰	۱۰/۰	۳/۱
۱۳۹۱	۳۹/۷	۷/۳
۱۳۹۲	۱۱۲/۰	۱۲/۳
۱۳۹۳	۱۲۱/۴	۱۶/۲
جمع	۳۵۶/۷	۶۵/۲

با توجه به نتایج این جداول خالص تجارت آب مجازی بخش معدن کشور محاسبه و در شکل (۶) ارائه شده است. این شکل نشان می‌دهد که بخش معدن در تمام سال‌های دوره ۹۳-۱۳۸۷ صادرکننده خالص آب مجازی بوده است. اما از سال ۱۳۹۱ به بعد روند مثبت خالص صادرات به شدت افزایشی بوده است. لازم به ذکر است که برای گروه معدنی استخراج سایر مواد معدنی، خالص تجارت آب مجازی در سال ۹۳-۱۳۹۲ افزایش ناگهانی دارد.



شکل ۶- خالص تجارت آب مجازی بخش معدن در طول دوره ۹۲-۱۳۸۷

برای یافتن پاسخ این سوال که آیا فعالیت‌های معدنی که سهم بالایی از ارزش تجارت دارند همان فعالیت‌هایی هستند که سهم عمده آب مجازی را نیز به خود اختصاص می‌دهند، جدول (۸) محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت. برای این منظور از متوسط ارقام موجود و محاسباتی برای دوره زمانی ۹۳-۱۳۸۷ استفاده شد. نتایج ارائه شده در این جدول نشان می‌دهد که بین سهم تجارت آب مجازی از صادرات و واردات آب مجازی و سهم تجارت واقعی از ارزش تجاری صادراتی و وارداتی کالاهای معدنی انطباق وجود ندارد و امکان استفاده از رویکرد آب مجازی برای مدیریت منابع آب در این بخش فراهم است. همچنین برای تحلیل دقیق‌تر موضوع، در این جدول سهم فعالیت‌های معدنی مختلف از متوسط مصرف آب در بازه زمانی ۹۳-۱۳۸۷ با سهم آنها از حجم آب مجازی صادر یا وارد شده مقایسه گردید. مقایسه این اعداد نشان می‌دهد که استخراج سنگ‌های فلزی حدود ۵۰ درصد مصرف آب بخش معدن را در اختیار دارد این درحالی است که عمدتاً کالاهای این گروه صادرکننده آب مجازی هستند و نه واردکننده.

جدول ۸- مقایسه سهم فعالیت‌های صنعتی از ارزش صادرات و واردات و سهم مصرف آب فعالیت‌های صنعتی با سهم آنها از آب مجازی صادر و وارد شده (درصد)

نوع فعالیت معدنی	کد ISIC	متوسط تجارت آب مجازی ۹۲-۱۳۸۷		سهم از متوسط مصرف آب	متوسط تجارت واقعی ۹۲-۱۳۸۷	
		سهم از صادرات آب مجازی	سهم از واردات آب مجازی		سهم از ارزش صادرات	سهم از ارزش واردات
استخراج ذغال سنگ	۱۰	٪۰/۴	٪۸/۵	٪۱/۵	٪۱/۳	٪۲۰
استخراج سنگ‌های فلزی غیرآهنی	۱۳	٪۵۱	٪۲۴	٪۴۹/۳	٪۷۰	٪۴۳
استخراج سایر مواد معدنی	۱۴	٪۴۸	٪۶۸	٪۴۹/۲	٪۲۹	٪۳۷

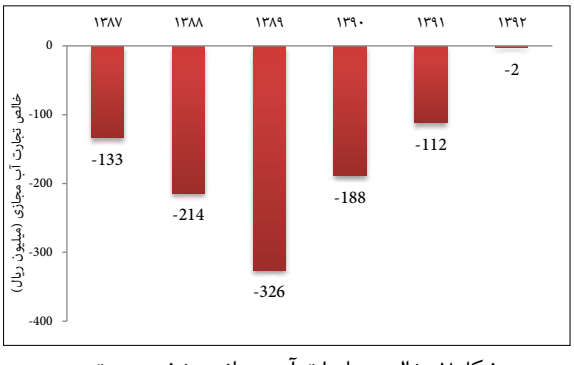
ج- جمع‌بندی نتایج بخش صنعت و معدن کشور

با توجه به نتایج بخش‌های قبل، در جدول (۹) و شکل (۷) کل حجم صادرات و واردات آب مجازی بخش صنعت و معدن و همچنین خالص صادرات آب مجازی ارائه شده است.

نتایج نشان می‌دهد که در مجموع بخش صنعت و معدن در تمام سال‌های دوره ۹۲-۱۳۸۷ وارد کننده خالص آب مجازی بوده است. اما از سال ۱۳۸۹ به بعد روند منفی خالص واردات کاهشی و به صفر نزدیک شده است.

در این مطالعه جایگاه تجارت آب مجازی در بخش صنعت و معدن در سطح کلان مورد بررسی قرار گرفت و نتایج زیر بدست آمد:

- تعداد کارگاه‌های صنعتی در طول زمان کاهش یافته ولی سرانه مصرف آب افزایشی است.
- تعداد معادن در طول زمان روند افزایشی ملایمی دارد ولی سرانه مصرف آب تغییر چندانی ندارد.
- بخش صنعت در تمام سال‌های دوره زمانی ۹۲-۱۳۸۷ واردکننده خالص آب مجازی است.
- بخش معدن در تمام سال‌های دوره زمانی ۹۳-۱۳۸۷ صادرکننده خالص آب مجازی است.
- مصرف آب بخش معدن کمتر از ۱۰ درصد مصرف آب بخش صنعت است و از این رو، در مجموع بخش صنعت و معدن در تمام سال‌های دوره زمانی ۹۲-۱۳۸۷ واردکننده خالص آب مجازی است.
- از سال ۱۳۸۹ به بعد وضعیت تراز تجاری آب مجازی کشور در بخش صنعت و معدن روند نامطلوبی در پیش گرفته و قدرمطلق واردات خالص آب مجازی کاهشی است.
- بین سهم کدهای صنعتی (و همچنین معدنی) از حجم آب مصرفی و سهم آنها از حجم آب مجازی صادر شده و وارد شده نه تنها انطباق کامل وجود نداشته بلکه در برخی موارد انحراف زیاد است و لذا امکان تغییر ترکیب کالاهای تجاری در جهت حفظ منابع آب وجود دارد.



شکل ۷- خالص صادرات آب مجازی بخش صنعت و معدن در طول دوره ۹۲-۱۳۸۷(میلیون مترمکعب)

جدول ۹- مقایسه صادرات و واردات آب مجازی کل بخش صنعت و معدن طی دوره زمانی ۹۲-۱۳۸۷ (میلیون مترمکعب)

سال	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲
صادرات آب مجازی بخش صنعت و معدن	۲۲۶	۲۰۱	۳۰۲	۱۷۶	۳۵۴	۹۲۲
واردات آب مجازی بخش صنعت و معدن	۳۵۹	۴۱۴	۶۲۸	۳۶۴	۴۶۶	۹۲۴
خالص تجارت آب مجازی بخش صنعت و معدن	-۱۳۳	-۲۱۴	-۳۲۶	-۱۸۸	-۱۱۲	-۲

پیشنهادها

یکی از رویکردهایی که در سال‌هاي اخیر در راستای کمک به مدیریت منابع آب مطرح شده است، تجارت آب مجازي است. بر این اساس کشورها یا مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند به تولید محصولات با محتواي آب مجازي کمتر و واردات محصولات با محتواي آب مجازي بیشتر مبادرت می‌کنند. از آنجا که بهبود تراز آب مجازی مقارن با بهبود بهره‌وری است، لذا هدفمند کردن تجارت آب مجازی دیگر خواسته‌های مطلوب سیاست‌گذار را نیز تأمین می‌کند. لازم به ذکر است در صورتی‌که از این ابزار به شکل مناسب استفاده شود، امنیت غذایی را به مخاطره نمی‌اندازد، بلکه آن را به شکل مطلوب‌تر و با مدیریت کارآمد بحران‌های آب و با هزینه فرصت کمتری تأمین می‌کند. در واقع Allan (۱۹۹۳) که این مفهوم را معرفی کرد، هدف آن را کمک به تأمین امنیت غذایی کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا نام برد. از این‌رو، جمع‌بندی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که مفهوم آب مجازی به‌عنوان یک ابزار سودمند می‌تواند در مدیریت چالش‌های منابع آب مطرح باشد و موارد زیر از جمله مهمترین توصیه‌هایی است که برای بهبود تراز تجاری آب مجازی در بخش صنعت و معدن کشور قابل ارائه است:

- بهینه‌سازی ترکیب کالاهای صنعتی و معدنی تجاری کشور در راستای حفظ منابع آب داخلی.

با توجه به اینکه سبد کالاهای تجاری در بخش صنعت و معدن دارای ارزش‌افزوده و محتوای آب مجازی متفاوتی هستند، این امکان وجود دارد که از طریق بهینه‌سازی ترکیب فعالیت‌ها، ضمن حفظ و یا حتی افزایش ارزش‌افزوده حاصل از تجارت،

اتکای به منابع آب داخلی را کاهش داد. مثال‌هایی در این زمینه در بخش صنعت در مورد صنایع پالایشگاهی و صنایع شیمیایی و در بخش معدن در مورد گروه سنگ‌های فلزی ارائه گردید.

- اصلاح اسناد توسعه بخشی در بخش صنعت و معدن

اسناد توسعه بخشی به نحوی مورد بازنگری قرار گیرند که صنایع و معادن مدنظر در افق توسعه هر استان با پتانسیل‌های استان و اصول مزیت نسبی انطباق داشته باشند. همچنین در اولویت‌بندی آنها به منابع آب در دسترس استان و همچنین محتوای آب مجازی تولیدات نیز توجه شود. تا از این طریق در بلندمدت، تراز تجاری آب مجازی کشور در بخش صنعت و معدن بهبود پیدا کند. رتبه بندی صورت گرفته برای کدهای صنعتی و معدنی بر اساس صادرات و واردات آب مجازی در این مطالعه می تواند اطلاعات مناسبی در این زمینه فراهم نماید.

- ورود ابزار تجارت آب مجازی در سیاست‌های بخشی

برای ورود رویکرد آب مجازی به معادلات تجاری، به‌عنوان یک ابزار اثرگذار در مدیریت منابع آب بخش صنعت و معدن، لازم است دو مورد زیر مد نظر قرار گیرد:

الف ـ توجه به محتوای آب مجازی علاوه بر هدف کسب ارزش‌افزوده بالاتر در صادرات محصولات صنعتی و معدنی

ب ـ توجه به محتوای آب مجازی علاوه بر هدف پوشش خلأهای تولید و مصرف در واردات محصولات صنعتی و معدنی

- انجام مطالعه در سطح کدهای چهار رقمی ISIC

تحلیل تجارت آب مجازی در سطح کالاهای صنعتی و معدنی می‌تواند نتایج دقیق‌تری برای سیاست‌گذاری داشته باشد؛ لذا انجام این مهم بر اساس پایه‌های مطالعاتی فراهم شده در مطالعه حاضر، توصیه می‌گردد.

پی‌نوشت

1- International Standard Industrial Classification

2- Virtual Water

۳- J.A. (Tony) Allan متولد ۲ جولای ۱۹۳۷، جغرافی‌دان بریتانیایی و برنده جایزه آب استکهلم (Stockholm Water Prize) در ۲۰۰۸ به‌دلیل ارئه مفهوم آب مجازی و عضو مدرسه مطالعات افریقا و خاورمیانه و کینگ کالج لندن در دانشگاه لندن (King's College London) است.

4- Water Embedded

5- Water Footprint

6- Penman - monteith

7- Specific Water Demand

8- Water Footprint

منابع

باغستانی، ع.ا.، مهرابی بشرآبادی، ح.، زارع مهرجردی، م.ر. و شرافتمند، ح. ۱۳۸۹. کاربرد مفهوم آب مجازی در مدیریت منابع آب ایران. مجله تحقیق منابع آب ایران، ۶(۱): ۲۸-۳۸.

جعفری، ع.م. و زارعی، ق. ۱۳۸۵. تجارت آب مجازی و نقش آن در مقابله با بحران کم آبی. دومین کنفرانس مدیریت منابع آب. انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

دهقان منشادی، ح.ر.، نیک‌سخن، م.ح. و اردستانی، م. ۱۳۹۲. برآورد آب مجازی حوضه آبخیز و نقش آن در سامانه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای. مجله مهندسی منابع آب، ۶: ۱۰۱-۱۱۴.

صبوحی، م. و سلطانی، غ. ۱۳۸۷. بهینه‌سازی الگوی کشت در سطح حوزه آبریز با تأکید بر منافع اجتماعی و واردات خالص آب مجازی. مجله علوم و فنون کشاورزی، ۱۲(۴۳): ۲۹۷-۳۱۳.

محمدی کانی گلزار، ف. ۱۳۹۱. مدیریت مصرف آب براساس مبادله آب مجازی در محصولات منتخب کشور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران.

محمدی، ح. ۱۳۹۱. آثار آزادسازی تجارت بر رفاه مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان محصولات کشاورزی، مبادله آب مجازی و پایداری منابع، مطالعه موردی در استان فارس. اقتصاد کشاورزی، ۶(۳): ۱۴۵-۱۷۶.

محمدی، ح. و تعالی‌مقدم، آ. ۱۳۹۰. تجارت آب مجازی برای محصولات عمده کشاورزی در ایران. دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران، شرکت آب منطقه‌ای زنجان. زنجان

مکنون، ر.، طاهرشمسی، ا.، روزه گیر، ر. و نفیسی، م. ۱۳۹۰. آب مجازی آبی و بررسی اقلام مهم کشاورزی و جابه‌جایی آن در ایران. چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران.

وزارت‌صنایع-صنایع‌کوچك. ۱۳۹۱. ترجمه طبقه‌بندی استاندارد بین‌المللي تمامی رشته فعالیت‌های اقتصادی (ISIC) بازنگری چهارم. مرکز آمار ایران، تهران.

tra-country virtual water trade strategy to alleviate water scarcityin Iran. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, doi:10.5194/hessd-7-2609-2010.

Fraiture C.D., C.Ximing U., Amerasinghe M. Rosegrant and Molden D. 2004. Does international cereal trade save water? The impact of virtual water trade on global water use, research report NO.4. IWMI, Colombo, Srilanka.

Hoekstra A.Y. 2003. Virtual water: An introduction Virtual Water Trade, proceedings of the international Export meeting on virtual water , IHE Delft, The Netherland,12-13 December 2002. Edited by A.Y. hockestra (editor), February 2003.

Hoekstra A.Y. and hung P.P. 2002. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade, Value of Water Research Report Series NO. 11. UNESCO. IEIE. Delft, the Netherlands.

Kumar M. Dinesh and Singh O.P. 2005. Virtual water in global food and water policy making: Is there a need for rethinking? Water Resources Management, 19: 759–789.

Novo P., Garrido A. and Varela-Ortega C. 2009. Are virtual water "flows" in Spanish grain trade consistent with relative water scarcity? Ecological Economics, 68: 1454–1464.

Renault D. 2003. Value of virtual water in food: Principles and virtues, Value of Water Research Report Series NO. 11. UNESCO. IEIE. Delft, the Netherlands.

Rockstorm J. and Gordon L. 2001. Assessment of green water flows to sustain major biomes of the world: implications for future ecohydrological landscape management, phys. chem. Earth (b), 26: 834-851.

Aldaya M.M., Hoekstra A.Y. and Allan J.A. 2008. Strategic Importance of Green Water in International Grope Trade. UNESCO-IHE value of Water Research Report. Series No. 25.

Allan J.A. 1993. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible In: ODA , priorities for water resources allocation and management, ODA, London pp: 13-26.

Allan J.A. 1997. Virtual Water: A long-Term Solution for Water-Short Middle Eastern Economies. Paper presented at British Association Festival of Science, 6 September, Leeds, UK.

Allan J.A. 2003. Virtual water-the water, food and trade nexus: useful concept or misleading metaphor? Water International, 28: 106–113.

Chapagain A.K. and Hoekstra A.Y. 2003. Virtual Water Flows between Nations in Relation to Trade in Livestock and Livestock Products. UNESCO-IHE value of Water Research Report. Series No. 13.

Chapagain A.K. and Hoekstra A.Y. 2004. Water Footprints of Nations. Value of Water Research Report. UNESCO-IHE value of Water Research Report. Series No. 16.

Chapagain A.K. 2004. Water footprints of nations: Volume 1&2. Research Report NO. 16. UNESCO. IEIE. Delft, the Netherlands.

Chapagain A.K. and Hoekstra A.Y. and Savenije H.H.G. 2006. water saving through international trade of agricultural products. Hydrology and Earth System Sciences, 10: 455-466.

Faramarzi M., Yang H., Mousavi J., Schulin R., Binder C.R. and Abbaspour K.C. 2010. Analysis of in-

سال سوم، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵، صفحات ۷۳ تا ۸۲
نشریه آب و توسعه پایدار

2016, Vol.3, No.1, Pages 73 to 82
Journal of Water and Sustainable Development

برآورد ارزش اقتصادی آب از دست‌رفته‌ی ناشی از ضایعات محصولات کشاورزی (زراعی و باغی آبی، از مرحله برداشت تا قبل از مصرف)

عباس کشاورز[۱]، محمدحسین شریعتمدار[۲]، عبدالرحیم خسروی[۳]، احمدعلی شیخی مهرآبادی[۴]، اعظم بیکی خشک[۵]، مهناز شعبانی[۶]، مطهره بخشایش[۷]، روجا کیان‌پور[۸]، بهزاد فکاری[۹]

۱ تا ۹- به ترتیب کارشناس‌ارشد آبیاری، کارشناس‌ارشد اصلاح‌نباتات، کارشناس‌ارشد مدیریت دولتی، کارشناس‌ارشد زراعت، کارشناس‌ارشد منابع آب، دکتری حشره‌شناسی کشاورزی، کارشناس‌ارشد اقتصاد کشاورزی، دکتری حشره‌شناسی کشاورزی و کارشناس‌ارشد اقتصاد کشاورزی، مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: Keshavarzabbas12@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۵/٤/۲٦

تاریخ پذیرش: ۹۵/٦/۱۵

(به سفارش مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق بازرگانی صنایع، معادن و کشاورزی ایران)

چکیده

ضایعات محصولات غذایی تحت تأثیر روش‌ها، تکنولوژی و الگوهای تولید، امکانات و ظرفیت زیرساخت‌های داخلی هر کشور، مکانیزم ظرفیت بازار، زنجیره‌های بازار، کانال‌های پخش و توزیع محصولات کشاورزی و فرآورده‌های غذایی و در نهایت الگوهای خرید و مصرف مواد غذایی در بین مصرف‌کنندگان قرار دارد. اما آنچه مشخص است، صرف‌نظر از سطح توسعه اقتصادی و اجتماعی هر کشور، ضایعات غذا در آن کشور بایستی در پایین‌ترین سطح ممکن نگاه داشته شود. ضایعات غذا از جنبه هدررفت منابع مورد استفاده در تولید محصولات کشاورزی از جمله آب که کمیاب‌ترین عامل تولیدی به شمار می‌رود، حایز اهمیت است. از همین رو، در این پژوهش، ضمن برآورد مقدار ضایعات محصولات کشاورزی (زراعی و باغی) در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، میزان آب تلف شده و ارزش اقتصادی آن نیز برآورد شده است. برآورد ضایعات براساس تعریف سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) در سال ۲۰۱۱ انجام شده است. در راستای تأمین اهداف پژوهش، ابتدا با استفاده از منابع موجود و نظرات کارشناسی، مقادیر ضایعات محصولات کشاورزی از مرحله برداشت تا عرضه در بازار و قبل از مصرف برای ۱۷ محصول مهم و عمده زراعی و ۶ محصول عمده‌ی باغی که بیشترین آب را به خود اختصاص داده‌اند تعیین و سپس به کل تولیدات آبی زراعی و باغی کشور تعمیم داده شد. براساس محاسبات انجام شده مقدار آب تلف شده ناشی از ضایعات محصولات کشاورزی به میزان ۹/۳ میلیارد متر مکعب معادل حدود ۴۵ درصد حجم ذخیره شده آب سدها در سال آبی ۹۳-۱۳۹۲ بوده و زیان اقتصادی آب هدر رفته ناشی از این ضایعات ۹۲۲۹۷/۱ میلیارد ریال می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ضایعات محصولات کشاورزی، تلفات آب ناشی از ضایعات، امنیت غذایی، بهره وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی، ارزش اقتصادی آب تلف شده.

Estimating the economic value of the lost water due to wastes of agricultural products (irrigated crop and garden, from the harvest to before taking)

A. Keshavarz[1], M.H. Shariatmadar[2], A. Khosravi[3],A.A. Sheikh Mehrabadi[4], A. Biki Khoshk[5], M. Shabani[6], M.Bakhshayesh[7], R. Kiyan Pour[8], B. Fakari[9]

1-9. Master of irrigation, Master of plant breeding, Master of governmental management, Master of agronomy, Master of water resource, PhD in agricultural entomology, Master of agricultural economics, PhD in agricultural entomology, Master of agricultural economics, the national center for agricultural and water strategic studies of Iran chamber of commerce, industries, mines and agriculture, Iran.

*(Corresponding Author Email: Keshavarzabbas12@gmail.com)

Received: 16-7-2016

Accepted: 5-9-2016

(Ordered by the national center for agricultural and water strategic studies of Iran chamber of commerce, industries, mines and agriculture)

Abstract

The methods, the technology, the production patterns, the equipment, the capacity of the domestic infrastructure of each country, the mechanism of market capacity, market chains, releasing and distribution channels of agricultural and food product, purchasing patterns, and food consuming of consumers affect on the wastes of food products. Regardless of the level of economic and social development of each country, the food wastes should be on the lowest level in the country. In term of resources losses in the agricultural sector, the food wastes are important, especially water input is considered as rarest input in this sector. Therefore in this research, regarding the estimating the amount of the waste products of agriculture (crop and garden) in the 2013-2014 crop year, we calculate the amount of wastes and economic value of water. We utilize the FAO definition in 2011 for estimating the wastes. In order to achieve the objectives of the research, at first, the amount of wastes products of agriculture for 17 major crop products and 6 major garden products have been determined. These products contain the most water. Followed by the results, the results have been expanded to all crop and garden irrigated products. Based on the results of the study, the amount of lost water due to waste products of agriculture is 9.3 billion m3, equivalent to about 45 percent of the volume of water stored behind the dams in the water year 2013-2014. The economic cost of lost water due to wastes is also 92297.1 billion Rials.

Keywords: waste products of agriculture, lost water due to wastes, food security, economic productivity of water, economic value of waste water.

مقدمه

در کلیه کشورهای جهان کاهش ضایعات بر افزایش درآمد، بهبود امنیت غذایی، توسعه اقتصادی و حفظ محیط زیست اثرگذار بوده است. هدر رفت غذا در دنیا به شرایط اقتصادی و اجتماعی هر کشور وابسته است. این امر تحت تأثیر عوامل گوناگونی از جمله روش‌ها و الگوهای تولید محصول، زیرساخت‌های داخلی هر کشور، گنجایش بازار و زنجیره‌های بازاریابی، کانال‌های پخش و توزیع محصولات کشاورزی و فرآورده‌های غذایی و الگوهای خرید و مصرف مواد غذایی در بین مصرف کنندگان قرار دارد. اما طبق آنچه مشخص است، صرف‌نظر از سطح توسعه اقتصادی و بلوغ سیستم‌ها در هر کشور، ضایعات غذا در آن کشور بایستی در پایین‌ترین سطح ممکن نگاه داشته شود؛ زیرا ضایعات غذا بیانگر از بین رفتن منابع مورد استفاده در تولید محصول کشاورزی از جمله خاک، آب، انرژی و سایر نهاده‌ها می‌باشد. تولید غذایی که به مصرف نمی‌رسد علاوه بر اتلاف ارزش اقتصادی غذای تولید شده منجر به نشر دی اکسید کربن اضافی و آلودگی محیط زیست نیز می‌گردد (FAO، ۲۰۱۱). ضایعات محصولات کشاورزی از نقطه نظر اقتصادی تأثیر مستقیم و منفی بر درآمد کشاورزان می‌گذارد. بهبود کارآیی زنجیره تأمین غذا می‌تواند در کاهش هزینه‌های تأمین آن برای کشاورز و همچنین مصرف‌کننده اثرگذار باشد. با توجه به حجم عظیم ضایعات محصولات کشاورزی و غذا در جهان، سرمایه‌گذاری سودآور در جهت کاهش این ضایعات می‌تواند راهی در جهت کاهش هزینه‌های تولید غذا باشد (FAO، ۲۰۱۱).

مروری بر منابع

سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)[1] به منظور ارائه گزارشی از میزان ضایعات و دورریز جهانی غذا در کنگره بین المللی نجات غذا در سال ۲۰۱۱ گزارشی به کمک انستیتوی بین‌المللی زیست فناوری و غذای سوئد (SIK)[2] تهیه کرد که در آن به میزان، اثرات و همچنین علل و پیشگیری از ایجاد ضایعات و دورریز غذا در کشورهای پر درآمد، با درآمد متوسط و در کشورهای کم درآمد پرداخته است. در این گزارش میزان ضایعات ایجاد شده در طول زنجیره تأمین غذا و همچنین روش‌های ارزیابی آن با تمرکز بر وزن کمّی غذای ضایع شده مشخص شده است. گزارش مذکور تعریف دقیقی از ضایعات و دورریز مواد غذایی ارائه کرده است. بر این اساس،منظور از ضایعات غذا یا Food Losses آن بخش از محصول کشاورزی است که در مراحل کاشت، داشت، برداشت، پس از برداشت، عرضه و تا قبل از مصرف بر اثر ریزش و یا خسارت عوامل خسارت‌زا مانند آفات و بیماری‌ها یا به علت نارسائی سیستم نگهداری، فرآوری و حمل و نقل از بین رفته و یا کیفیت خود را از دست داده و به مواد دور ریختنی تبدیل می‌شود. همچنین به ضایعاتی که در مراحل پایانی زنجیره تأمین غذا (در خرده‌فروشی یا در دست مصرف‌کننده نهائی) ایجاد می‌شود، دورریز غذا یا Food Waste گفته می‌شود که نتیجه رفتار خرده فروشان یا فرهنگ مصرف‌کنندگان است. طبق تعریف فائو، ضایعات یا دورریز غذا تنها برای محصولاتی که به منظور مصرف انسان تولید می‌گردند محاسبه می‌شود و به آن دسته از محصولات کشاورزی که مصرف غذای انسانی ندارند اتلاق نمی‌گردد. به عبارت دیگر ضایعات یا دورریز غذا به توده‌ای از غذای ضایع یا دور ریخته شده اتلاق می‌شود که با هدف تولید غذای انسان بوجود آمده ولی در بخشی از زنجیره تأمین غذا تلف شده است. از این‌رو، غذایی که از ابتدا برای مصرف انسانی تولید می‌شود ولی به دلیلی از این زنجیره خارج می‌گردد، حتی اگر به مصارف غیر غذای انسانی نظیر خوراک دام یا تولید سوخت‌های زیستی برسد، نیز جزو ضایعات یا دورریز غذا تلقی می‌شود. طبق این تعریف و به منظور رسیدن به مفهوم درستی از ضایعات غذا، آن دسته از محصولات کشاورزی که از ابتدا با هدف تولید غذا کاشته و تولید می‌شوند بایستی از محصولاتی که از ابتدا با اهداف غیر غذایی بوجود می‌آید تمیز داده شوند (FAO، ۲۰۱۱).

بطورکلی پنج مرحله مشخص در تولید فرآورده‌های گیاهی در زنجیره تأمین غذا تعریف شده است که عبارتند از مراحل عملیات کشت کشاورزی (شامل کاشت، داشت و برداشت)، پس از برداشت و نگهداری، فرآوری، توزیع و مصرف. ضایعات حاصل شده در مرحله عملیات کشاورزی در نتیجه عملکرد نامناسب ماشین‌ها و ادوات کشاورزی و یا عملیات نامناسب برداشت اعم از کمباین خرمن کوبی یا میوه چینی، دسته‌بندی نامناسب محصول پس از برداشت و غیره می‌باشد. ضایعات در مرحله پس از برداشت و نگهداری ناشی از جداسازی نامناسب و فساد محصول در طول پروسه نگهداری و حمل و نقل از مزرعه تا مراکز توزیع است. در مرحله فرآوری حاصل جداسازی نامناسب و فساد محصول در طول مرحله فرآوری صنعتی یا غیرصنعتی مانند آب میوه‌گیری، کنسروسازی و پخت نان می‌باشد. ضایعات در این مرحله زمانی رخ می‌دهد که محصول در هریک از عملیات فرآوری شامل شستشو، پوست‌کنی، برش و پخت مناسب تشخیص داده نشده و عمداً یا سهواً از روند فرآوری خارج و دور ریخته شود. در مرحله توزیع نیز ضایعات و دورریز غذا و محصولات کشاورزی در سیستم بازار بوجود می‌آید که شامل عمده یا خرده‌فروشی است و نهایتاً در مرحله مصرف شامل ضایعات و دورریز غذا و محصولات کشاورزی در سطح مصرف‌کننده خانگی است (FAO، ۲۰۱۱).

طبق تعریف فائو (سال ۲۰۰۷)، بهره‌وری آب یا Water Productivity عبارت است از نسبت منافع خالصی که به ازاء مصرف آب مورد نیاز در تولید محصولات کشاورزی، جنگل، شیلات و دام بدست می‌آید. در کشاورزی عموماً از بهره‌وری فیزیکی آب استفاده می‌شود که نسبت وزن خروجی کشاورزی (مقدار تولیدات کشاورزی قابل تجارت) به

مقدار آب مورد استفاده می‌باشد (FAO،۲۰۰۷). تعریف فائو در سال ۲۰۰۳ از امنیت غذایی یا Food Security عبارت است از اطمینان از دسترسی فیزیکی و اقتصادی همه مردم به غذای کافی، مغذی و سالم در تمام اوقات برای داشتن فعالیت و زندگی سالم (FAO، ۲۰۰۳).

در گزارش ضایعات ارائه شده توسط فائو در سال ۲۰۱۱ مشخص شد که سالیانه در سراسر جهان تقریباً یک سوم غذای تولید شده برای مصرف انسان‌ها که معادل ۱/۳ میلیارد تن می‌باشد، ضایع می‌شود. همچنین ضایعات غذا در کشورهای صنعتی به همان اندازه کشورهای در حال توسعه بالاست ولی در کشورهای در حال توسعه بیش از ۴۰ درصد این ضایعات در مراحل پس از برداشت محصول تا فرآوری آن بوقوع می‌پیوندد. در کشورهای صنعتی بیش از ۴۰ درصد غذا در خرده‌فروشی‌ها و در مراحل مصرف‌کننده نهائی دور ریخته می‌شود.

اهمیت و ضرورت انجام مطالعه

بالا بودن میزان ضایعات محصولات کشاورزی را می‌توان به عنوان یکی از عوامل مهم تضعیف امنیت غذایی، عدم دستیابی به ارزش افزوده بالاتر و کاهش درآمد کشاورزان دانست که متأسفانه تاکنون کمتر مورد توجه فعالان، ذی‌نفعان و اندیشمندان و کارشناسان و سیاست‌گذاران قرار گرفته است. توجه خاص و تمرکز بیشتر دولت‌ها به چهار مقوله: ۱) تأمین مواد غذایی با تکیه بر تولیدات داخلی ۲) ارتقاء ظرفیت و کیفیت تجهیزات و تأسیسات نگهداری، فرآوری، تبدیل و توزیع ۳) ارتقا سطح ایمنی و سلامت غذا ۴) اصلاح الگوی مصرف و بهینه‌کردن انواع مصارف مواد غذایی، می‌تواند به کاهش ضایعات محصولات کشاورزی که از جنبه‌های مختلف به اقتصاد ملی خسارت می‌زند، منجر گردد. با وجود ظرفیت‌های بالفعل و بالقوه بخش کشاورزی کشور، دلایل بالا بودن ضایعات به ساختار کشاورزی، فقدان سازماندهی مناسب در مدیریت جامع بخش کشاورزی، عدم

روش تحقیق

به منظور محاسبه میزان ضایعات محصولات زراعی و باغی، ۱۷ محصول مهم و عمده زراعی و ۶ محصول عمده باغی که بیشترین مصرف آب را به خود اختصاص داده‌اند، انتخاب شده و با استفاده از منابع موجود (تمام منابع فارسی مندرج در بخش منابع) و نظریات کارشناسی (براساس نظر کارشناسان بخش‌های اجرایی، تولیدکنندگان خبره و طبق روش دلفی) مقادیر ضایعات این محصولات از مرحله برداشت تا قبل از مصرف تعیین و سپس به کل تولیدات آبی زراعی و باغی تعمیم داده شد. محصولات منتخب زراعی در این تحقیق عبارت بودند از گندم، جو، ذرت دانه‌ای، برنج (شلتوک)، سیب‌زمینی، پیاز، گوجه‌فرنگی، هندوانه، چغندرقند، نیشکر، سویا، خربزه، خیار، لوبیا، پنبه، یونجه و ذرت علوفه‌ای و محصولات منتخب باغی شامل سیب، انگور، پسته، خرما، مرکبات و انار می‌باشند.

طبق آخرین آمارهای رسمی وزارت جهاد کشاورزی در سال ۹۳-۹۲ کل سطح زیر کشت محصولات آبی کشور ۸/۳۴ میلیون هکتار با تولید ۸۳/۷ میلیون تن بوده است. سهم گروه محصولات زراعی و باغی به ترتیب از نظر سطح زیر کشت حدود ۷۴ و ۲۶ درصد و از نظر تولید ۸۱ و ۱۹ درصد بوده است. سطح زیر کشت ۱۷ محصول منتخب زراعی که از محصولات عمده و اساسی زراعی هستند ۵/۶ میلیون هکتار معادل ۹۱ درصد کل محصولات زراعی آبی است. سطح زیرکشت ۶ محصولات باغی منتخب معادل ۶۳ درصد سطح باغات آبی (بارور) بوده است. میزان تولید محصولات زراعی منتخب ۶۰/۶ میلیون تن معادل ۸۹ درصد کل محصولات زراعی آبی است. میزان تولید محصولات باغی منتخب ۱۱/۹ میلیون تن معادل ۷۶ درصد کل محصولات باغی آبی بوده است.

دورریزی غذا به دست مصرف‌کننده در کشورهای صنعتی معادل ۲۲۲ میلیون تن می‌باشد و این حجم از غذای دور ریخته شده تقریباً به اندازه کل غذای تولید شده در کشورهای جنوب صحرای آفریقاست (۲۳۰ میلیون تن). همچنین در کشورهای کم درآمد که کشور ما نیز در این دسته‌بندی قرار گرفته است از دلایل عمده ضایعات و دورریز غذا محدودیت‌های مالی، مدیریتی و فنی در روش‌های برداشت، نگهداری و تجهیزات نگهداری (سردخانه‌ها) در شرایط مختلف آب و هوایی، زیرساخت‌ها، سیستم‌های بسته‌بندی و بازاریابی است. این بدان معناست که بسیاری از خرده کشاورزان در کشورهای در حال توسعه بر روی خط فقر و در حاشیه امنیت غذایی به سر می‌برند که گویای این امر است که کاهش ضایعات غذا تأثیر فوری و مشخصی بر زندگی آنها دارد.

انگیزه در بهره‌برداری مطلوب از منابع و عوامل تولید به‌ویژه آب و مسایل فرهنگی و اجتماعی بر می‌گردد؛ که در این رابطه برای حل مشکل هماهنگی، همکاری و اقدام مشترک کلیه دستگاه‌های متولی و ذی‌نفعان ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.

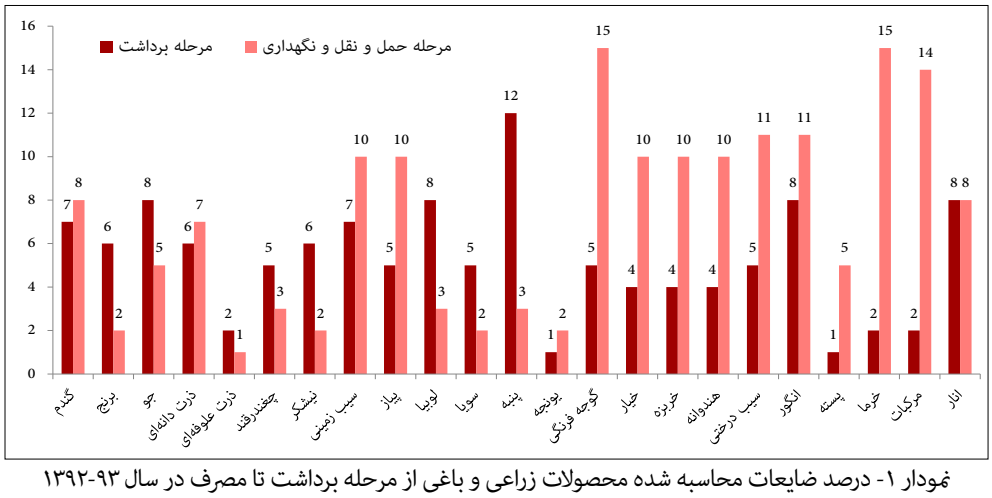
یکی از دلایل اصلی توجه به ضایعات محصولات کشاورزی و اثرات آن بر کاهش مصرف آن در ایران، مواجه کشور با بحران کم آبی و همچنین اهمیت تولیدات کشاورزی از بعد تأمین امنیت غذایی کشور است. از این‌رو اهمیت و ضرورت انجام این مطالعه بدان سبب بوده است که تاکنون پژوهش دقیق و جامع و فراگیر در تعیین مقدار ضایعات محصولات کشاورزی انجام نشده است. در مطالعات اندک موجود مانند اسدی و همکاران (۱۳۸۲)، اصفهانی و همکاران (۱۳۸۸)، قلی نژاد (۱۳۹۰) و یزدانی فر و همکاران (۱۳۹۴) نیز صرفاً به برآورد کمی مقدار ضایعات پرداخته شده و توجهی به میزان تلفات آب ناشی از میزان ضایعات محصولات کشاورزی و همچنین ارزش اقتصادی آن نشده است.

پس از برآورد مقادیر ضایعات هر یک از محصولات مذکور در مراحل مورد بررسی با اتکاء به نیاز آبی ناخالص این محصولات در مناطق تولید آنها، آب از دست رفته ناشی از ضایعات هر یک از محصولات محاسبه و به کل محصولات آبی زراعی و باغی بر اساس وزن تولیدات تعمیم داده شد. همچنین ارزش اقتصادی آب با تقریب، معادل ارزش بهره‌وری اقتصادی آب در نظر گرفته شده که بر مبنای آمار رسمی بانک مرکزی ارزش بهره‌وری اقتصادی هر مترمکعب آب در سال ۹۳ به میزان ۹۹۲۴/۴ ریال یا ۰/۳۰ دلار محاسبه گردید. ارزش بهره‌وری اقتصادی معادل فرمول بانک جهانی در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب زیان اقتصادی ضایعات در سال ۹۳ برابر با حاصل‌ضرب متوسط سهم ضایعات در ارزش تولیدات گیاهی آبی در سال ۹۳ می‌باشد. همچنین زیان اقتصادی آب تلف شده نیز برابر با حاصل‌ضرب مقدار آب تلف شده ناشی از ضایعات در سال ۹۳ در ارزش بهره‌وری اقتصادی آب می‌باشد.

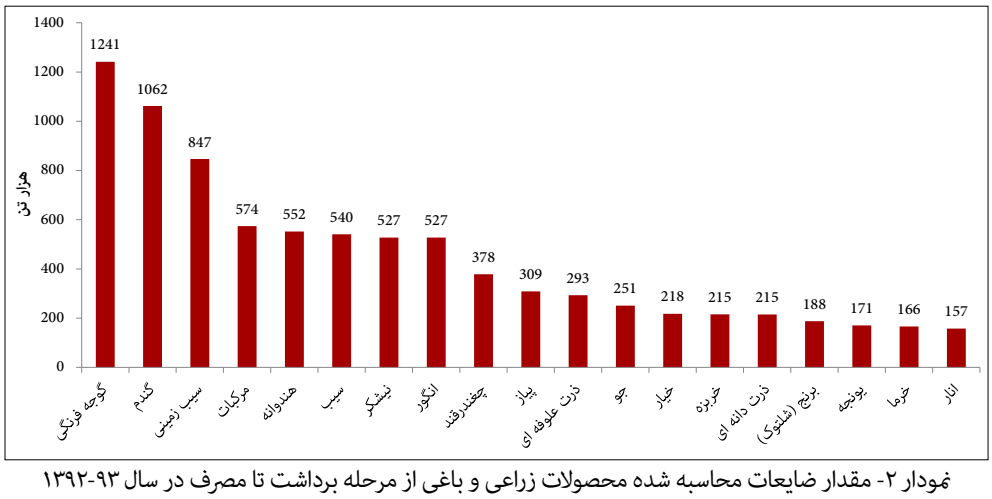
نتایج

از بین ۱۷ محصول منتخب زراعی گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی (به ترتیب ۲۰ و ۱۷ درصد) و انگور و خرما از بین ۶ محصول منتخب باغی (به ترتیب ۱۹ و ۱۷ درصد) بیشترین درصد ضایعات در مراحل برداشت، حمل و نقل و نگهداری را به خود اختصاص دادند (نمودار ۱). همچنین از بین ۲۳ محصول منتخب زراعی و باغی در این تحقیق، کمترین درصد ضایعات در دو مرحله مذکور به ذرت علوفه‌ای و یونجه (۳ درصد) اختصاص داشت. طبق نمودار (۲) بیشترین مقدار ضایعات به گوجه فرنگی برابر با ۱۲۴۱هزار تن و پس از آن به گندم ۱۰۶۲ هزار تن و کمترین مقدار ضایعات به انار ۱۵۷ هزار تن اختصاص داشته است.

بدین ترتیب با تعمیم مقادیر ضایعات محصولات محاسبه شده به کل محصولات، متوسط مقدار ضایعات محصولات زراعی ۷۳۵۵ هزار تن معادل ۱۰/۸ درصد از کل تولیدات زراعی، متوسط مقدار ضایعات محصولات باغی ۲۵۹۵ هزار تن معادل ۱۶/۶ درصد از کل تولیدات باغی بوده که در مجموع کل ضایعات محصولات باغی و زراعی ۹۹۵۰ هزار تن معادل ۱۱/۸ درصد از کل تولیدات باغی و زراعی با ارزش ۹۲۰۱۲ میلیارد ریال (۲/۸ میلیارد دلار) برآورد گردید که این مقدار معادل ضایعات ۵۲ درصد میانگین سالانه مقدار واردات محصولات کشاورزی و صنایع غذایی (۱۹/۲ میلیون تن) و ۲۲ درصد میانگین ارزش واردات این محصولات (۱۲/۶ میلیارد دلار) طی چهار سال ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۳ کشور می‌باشد (جدول ۱).



نمودار ۱- درصد ضایعات محاسبه شده محصولات زراعی و باغی از مرحله برداشت تا مصرف در سال ۹۳-۱۳۹۲



نمودار ۲- مقدار ضایعات محاسبه شده محصولات زراعی و باغی از مرحله برداشت تا مصرف در سال ۹۳-۱۳۹۲

جدول ۱- وضعیت ضایعات محصولات اساسی زراعی و باغی آبی از مرحله برداشت تا قبل از مصرف و میزان تلفات آب ناشی از این ضایعات (سال زراعی ۹۳-۹۲) با احتساب سطح زیرکشت نهالستان‌ها (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴ (آمارنامه زراعت ۹۳-۹۲) و محاسبات تحقیق)

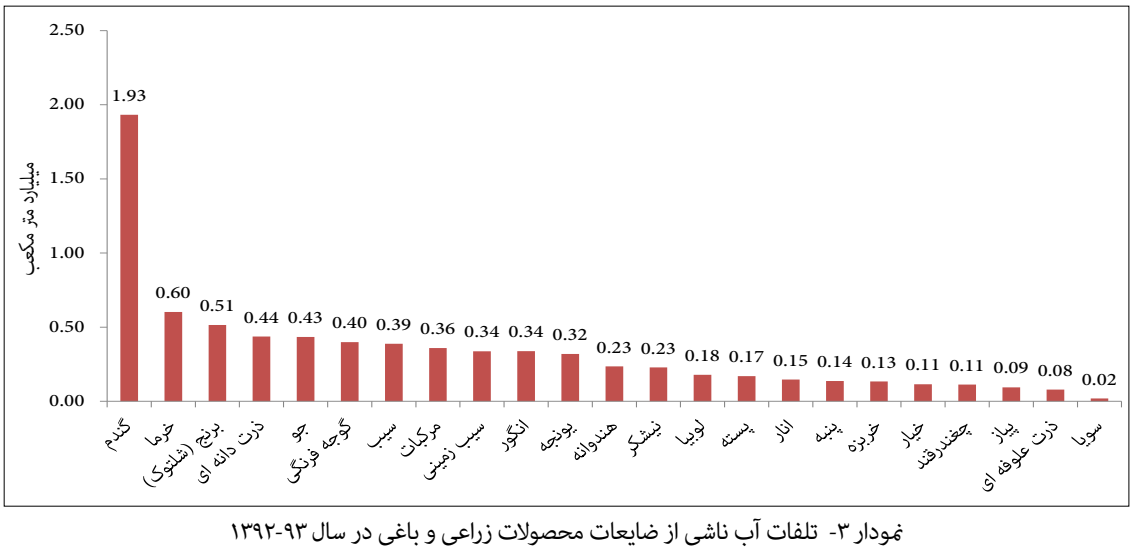
ردیف	محصول	سطح زیر کشت (هزارهکتار)	تولید (هزارتن)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	آب ناخالص مصرفی (متر مکعب در هکتار در سال)	مصرف آب به ازا هر کیلوگرم محصول تولیدی (متر مکعب)	کل آب مصرفی ناخالص (میلیارد متر مکعب)	ضایعات (درصد)	مقدار ضایعات محصول (هزار تن)	تلفات آب (میلیارد متر مکعب)
۱	گندم	۲۲۶۰	۷۰۷۸	۳۱۳۱	۵۷۰۰	۱/۸۲	۱۲/۸۹	۱۵	۱۰۶۲	۱/۹۳
۲	جو	۷۱۰	۱۹۲۹	۲۷۱۸	۴۷۰۰	۱/۷۳	۳/۳۴	۱۳	۲۵۱	۰/۴۳
۳	ذرت دانه ای	۲۳۲	۱۶۵۱	۷۱۲۸	۱۴۵۰۰	۲/۰۳	۳/۳۶	۱۳	۲۱۵	۰/۴۴
۴	برنج (شلتوک)	۵۳۹	۲۳۴۷	۴۳۵۴	۱۱۹۲۴	۲/۷۴	۶/۴۳	۸	۱۸۸	۰/۵۱
۵	سیب زمینی	۱۵۹	۴۹۸۱	۳۱۴۱۴	۱۲۵۰۰	۰/۴	۱/۹۸	۱۷	۸۴۷	۰/۳۴
۶	پیاز	۵۴/۵	۲۰۵۷	۳۷۷۴۶	۱۱۵۰۰	۰/۳۰	۰/۶۳	۱۵	۳۰۹	۰/۰۹
۷	گوجه فرنگی	۱۵۷	۶۲۰۷	۳۹۵۳۵	۱۲۷۰۰	۰/۳۲	۱/۹۹	۲۰	۱۲۴۱	۰/۴۰
۸	هندوانه	۱۳۴	۳۹۴۲	۲۹۳۶۶	۱۲۵۰۰	۰/۴۳	۱/۶۸	۱۴	۵۵۲	۰/۲۳
۹	چغندر قند	۹۷	۴۷۳۱	۴۸۷۲۳	۱۴۵۰۰	۰/۳	۱/۴۱	۸	۳۷۸	۰/۱۱
۱۰	نیشکر	۸۹	۶۵۸۹	۷۳۹۶۱	۳۲۰۰۰	۰/۴۳	۲/۸۵	۸	۵۲۷	۰/۲۳
۱۱	سویا	۶۰	۱۲۷	۲۱۱۲	۴۳۸۹	۲/۰۸	۰/۲۶	۷	۹	۰/۰۲
۱۲	خربزه	۷۶	۱۵۳۸	۲۰۱۹۱	۱۲۵۰۰	۰/۶۲	۰/۹۵	۱۴	۲۱۵	۰/۱۳
۱۳	خیار	۶۷	۱۵۵۴	۲۳۱۷۴	۱۲۲۲۶	۰/۵۳	۰/۸۲	۱۴	۲۱۸	۰/۱۱
۱۴	لوبیا	۱۱۴	۲۲۱	۱۹۳۹	۱۴۲۰۰	۷/۲۳	۱/۶۲	۱۱	۲۴	۰/۱۸
۱۵	پنبه	۸۳	۱۸۱	۲۱۸۱	۱۱۰۰۰	۵/۰۴	۰/۹۱	۱۵	۲۷	۰/۱۴
۱۶	یونجه	۵۸۰	۵۶۸۷	۹۸۲۰	۱۸۳۶۸	۱/۸۷	۱۰/۶۴	۳	۱۷۱	۰/۳۲
۱۷	ذرت علوفه ای	۲۰۱	۹۷۷۷	۴۸۶۴۲	۱۳۰۰۰	۰/۲۷	۲/۶۱	۳	۲۹۳	۰/۰۸
	جمع محصولات زراعی	۵۶۱۲/۵	۶۰۵۹۷	۱۰۷۹۸	۹۶۸۹	۰/۹۰	۵۴/۳۷	۱۰/۸	۶۵۲۷	۵/۷
۱۸	سیب	۲۰۲	۳۳۷۸	۱۶۷۲۳	۱۲۰۰۰	۰/۷۲	۲/۴۲	۱۶	۵۴۰	۰/۳۹
۱۹	انگور	۲۰۹	۲۷۷۴	۱۳۲۷۳	۸۵۰۰	۰/۶۴	۱/۷۸	۱۹	۵۲۷	۰/۳۴
۲۰	پسته	۳۱۴	۲۴۰	۷۶۴	۹۰۰۰	۱۱/۷۸	۲/۸۳	۶	۱۴	۰/۱۷
۲۱	خرما	۱۷۹	۹۷۸	۵۴۶۴	۱۹۷۹۴	۳/۶۲	۳/۵۴	۱۷	۱۶۶	۰/۶۰
۲۲	مرکبات	۲۰۸	۳۵۸۸	۱۷۲۵۰	۱۰۸۰۰	۰/۶۳	۲/۲۵	۱۶	۵۷۴	۰/۳۶
۲۳	انار	۶۸	۹۸۳	۱۴۴۵۶	۱۳۵۰۰	۰/۹۳	۰/۹۲	۱۶	۱۵۷	۰/۱۵
	جمع محصولات باغی	۱۱۸۰	۱۱۹۴۱	۱۰۱۱۹	۱۱۶۳۹	۱/۱۵	۱۳/۷۳	۱۶/۶	۱۹۷۸	۲/۰۱
	جمع محصولات زراعی و باغی	۶۷۹۲/۵	۷۲۵۳۸	۱۰۶۸۰	۱۰۰۲۸	۰/۹۶	۶۸/۱۰	۱۱/۸	۸۵۰۷	۷/۷۱
	جمع محصولات زراعی کل کشور	۶۱۳۲	۶۸۱۰۰	۱۱۱۰۶	۹۶۸۹	۰/۸۷	۵۹/۴۱	۱۰/۸	۷۳۵۵	۶/۴۲
	جمع محصولات باغی کل کشور	۲۲۱۰	۱۵۶۳۳	۷۰۷۴	۱۱۶۳۹	۱/۶۵	۲۵/۷۲	۱۶/۶	۲۵۹۵	۴/۲۷
	جمع محصولات زراعی و باغی کل کشور	۸۳۴۲	۸۳۷۳۳	۱۰۰۳۸	۱۰۲۰۵	۱/۰۲	۸۵/۱۳	۱۱/۸	۹۹۵۰	۱۰/۶۹
	سطح زیر پوشش آبیاری تحت فشار	۱۵۰۰	-	-	۵۸۳۲	-	۸/۷۵	۱۱/۸	-	۱/۰۳
	سطح زیر پوشش آبیاری سطحی	۶۸۴۲	-	-	۱۰۲۰۵*	-	۶۹/۸۲	۱۱/۸	-	۸/۲۴
	مقدار کل آب مصرفی کشور و میزان آب تلف‌شده ناشی از ضایعات	-	-	-	-	-	۷۸/۵۷	۱۱/۸	-	۹/۲۷

* با توجه به اینکه محاسبات هر یک از محصولات فقط براساس سطوح زیرپوشش آبیاری سطحی بوده است، این مقدار با جمع کل محصولات کشور یکسان قرار داده شده است.

همچنین مطابق با جدول (۱) و نمودار (۳) تلفات آب ناشی از ضایعات محصولات زراعی در سال ۹۳، ۵/۷ میلیارد مترمکعب و محصولات باغی ۲/۰۱ میلیارد مترمکعب بوده است. لذا مجموع تلفات آب ناشی از ضایعات در محصولات زراعی و باغی منتخب مورد محاسبه در این تحقیق ۷/۷۱ میلیارد مترمکعب می‌باشد. بدین ترتیب مجموع تلفات آب ناشی از ضایعات تمام محصولات زراعی و باغی در کل کشور با احتساب سطوح زیر پوشش آبیاری تحت فشار در مجموع ۹/۲۷ میلیارد مترمکعب محاسبه گردیده است. در اینصورت از ۸/۳۴۲ میلیون هکتار سطح زیر کشت محصولات آبی، ۶/۸ میلیون هکتار آن با متوسط مصرف ۱۰۲۰۵ مترمکعب در هکتار با روش‌های سطحی آبیاری و حدود ۱/۵ میلیون هکتار آن زیر پوشش سیستم‌های نوین آبیاری (تحت فشار) با متوسط مصرف ۵۸۳۲ مترمکعب آب در هکتار قرار دارد. از این‌رو در مجموع برآورد می‌گردد که در شرایط فعلی با مصرف ۷۸/۵۷ میلیاردمترمکعب آب مصرفی در کشاورزی، میزان تلفات آب ناشی از ضایعات کشاورزی محصولات معادل ۹/۳ میلیاردمترمکعب می‌باشد که این مقدار حدود ۴۵ درصد حجم ذخیره شده آب سدها در سال آبی ۹۳-۱۳۹۲ معادل ۲۰/۵۹ میلیاردمترمکعب (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۳) بوده است.

این میزان آب تلف شده با توجه به اینکه کشور با بحران کاهش منابع آبی مواجه می‌باشد، رقم قابل ملاحظه‌ای است که در صورت کاهش ضایعات کشاورزی و در نتیجه کاهش تلفات آب ناشی از آن می‌تواند در کاهش بحران آب نقش موثر و مهمی داشته باشد و از طرف دیگر باعث کاهش قابل توجه واردات محصولات کشاورزی و تقویت امنیت غذایی کشور گردد.

جدول (۲) برآورد ارزش اقتصادی تلفات آب ناشی از ضایعات محصولات زراعی و باغی کشور در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ را نشان می‌دهد. بدین ترتیب زیان اقتصادی آب هدر رفته ناشی از این ضایعات ۹۲۲۹۷/۱ میلیارد ریال معادل ۲/۸۱ میلیارد دلار می‌باشد.



نمودار ۳- تلفات آب ناشی از ضایعات محصولات زراعی و باغی در سال ۹۳-۱۳۹۲

جدول ۲- برآورد ارزش اقتصادی تلفات آب ناشی از ضایعات محصولات آبی زراعی و باغی کشور در سال زراعی ۹۳-۹۲

(منبع: بانک مرکزی و محاسبات تحقیق)

متغیر	ارزش
ارزش تولیدات آبی زراعت و باغبانی به قیمت جاری (میلیارد ریال)	۷۷۹۷۶۲
آب مصرفی زیربخش‌های زراعت و باغبانی (میلیارد مترمکعب)	۷۸/۵۷
بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی (ریال/مترمکعب)	۹۹۲۴/۴۲
تلفات آب ناشی از ضایعات (میلیارد مترمکعب)	۹/۳
ارزش اقتصادی آب تلف شده (میلیارد ریال)	۹۲۲۹۷/۱
نرخ ارز آزاد در سال ۹۳ (ریال/دلار)	۳۲۸۰۱
ارزش اقتصادی آب تلف شده (میلیارد دلار)	۲/۸۱
بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی (دلار/مترمکعب)	۰/۳۰

همچنین مقادیر انرژی غذایی و پروتئین تلف‌شده ناشی از ضایعات محصولات زراعی و باغی آبی از مرحله برداشت تا قبل از مصرف در سال ۱۳۹۳ در جدول (۳) نشان داده شده است. با توجه به عرضه سرانه انرژی و پروتئین در سال ۱۳۹۳ که به ترتیب ۳۵۹۸ کیلوکالری انرژی و ۱۰۰/۲ گرم پروتئین در روز برای هر نفر بوده است، مشاهده می‌گردد که میزان انرژی و پروتئین از دست‌رفته ناشی از ضایعات به ترتیب ۲۵۳/۲ کیلوکالری و ۷/۱ گرم در روز برای هر نفر بوده که کمی بیش از ۷ درصد کل انرژی و پروتئین عرضه شده می‌باشد. چنانچه مقدار ضایعات محصولات کشاورزی را ۵۰ درصد کاهش دهیم نه تنها می‌توان انرژی و پروتئین روزانه ۲/۷ میلیون نفر را تأمین نمود بلکه از واردات حدود ۵ میلیون تن محصولات کشاورزی نیز جلوگیری می‌گردد.

جدول ۳- مقادیر انرژی و پروتئین تلف‌شده ناشی از ضایعات محصولات زراعی و باغی آبی
از مرحله برداشت تا قبل از مصرف در سال ۹۳-۱۳۹۲*

ردیف	شرح	مقدار ضایعات (هزار تن)	سرانه ضایعات (کیلوگرم/ نفر/سال)	سرانه ضایعات (گرم/نفر/روز)	انرژی تلف شده ناشی از ضایعات (کیلوکالری/نفر/روز)	پروتئین تلف شده ناشی از ضایعات (گرم/نفر/روز)
۱	گندم	۱۰۶۲	۱۳/۶	۳۷/۳	۱۱۷	۳/۵
۲	برنج (شلتوک)	۱۸۸	۲/۴	۶/۶	۱۵/۵	۰/۲۸
۳	سیب زمینی	۸۴۷	۱۰/۹	۲۹/۹	۲۰/۹	۰/۵۱
۴	پیاز	۳۰۹	۴/۰	۱۱/۰	۴	۰/۱۳
۵	گوجه فرنگی	۱۲۴۱	۱۵/۹	۴۳/۶	۷/۴	۰/۳۱
۶	سایر سبزیجات	۵۲۳	۶/۷	۱۸/۴	۶/۳	۰/۴۶
۷	هندوانه	۵۵۲	۷/۱	۱۹/۵	۳/۵	۰/۰۶
۸	خربزه	۲۱۵	۲/۸	۷/۷	۱/۲	۰/۰۳
۹	خیار	۲۱۸	۲/۸	۷/۷	۰/۸	۰/۰۵
۱۰	سایر محصولات جالیزی	۲۹۷	۳/۸	۱۰/۴	۱/۶	۰/۰۴
۱۱	لوبیا	۲۴	۰/۳	۰/۸	۲/۵	۰/۱۸
۱۲	سایر حبوبات	۷	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۷۷	۰/۰۶
۱۳	سویا (با تبدیل به روغن)	۹	۰/۱۲	۰/۳۳	۰/۵	۰/۰۰
۱۴	سایر دانه‌های روغنی (با تبدیل به روغن)	۱۳	۰/۱۷	۰/۴۷	۱/۶	۰/۰۰
۱۵	چغندرقند (با تبدیل به شکر)	۳۷۸	۴/۹	۱۳/۴	۷/۱	۰/۰۰
۱۶	نیشکر (با تبدیل به شکر)	۵۲۷	۶/۸	۱۸/۶	۷/۷	۰/۰۰
۱۷	ذرت، جو، کنجاله و سایر نباتات علوفه‌ای (با تبدیل به فرآورده های دامی)	۹۴۵	۱۲/۱	۳۳/۱	۱۱/۷۰	۰/۹۰
۱۸	سایر محصولات زراعی	۱/۵	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۱۷	۰/۰۱
	جمع محصولات زراعی	۷۳۵۵	۹۴/۵	۲۵۹	۲۱۰/۳	۶/۵
۱۹	سیب درختی	۵۴۰	۶/۹۰	۱۸/۹۰	۸/۸۰	۰/۰۷
۲۰	انگور	۵۲۷	۶/۸۰	۱۸/۶۰	۱۱/۲۰	۰/۰۷
۲۱	پسته	۱۴	۰/۱۸	۰/۴۹	۱/۶۰	۰/۰۵
۲۲	خرما	۱۶۶	۲/۱۰	۵/۸۰	۶/۲۰	۰/۰۸
۲۳	مرکبات	۵۷۴	۷/۴۰	۲۰/۳۰	۴/۱۰	۰/۱۳
۲۴	انار	۱۵۷	۲	۵/۵۰	۱/۸۰	۰/۰۵
۲۵	سایر محصولات باغی	۶۱۷	۷/۹	۲۱/۶۰	۹/۲۰	۰/۱۵
	جمع محصولات باغی	۲۵۹۵/۰۰	۳۳/۳	۹۱/۲	۴۲/۹۰	۰/۶۰
	جمع کل (محصولات زراعی و باغی)	۹۹۵۰	۱۲۷/۸	۳۵۰/۲	۲۵۳/۲	۷/۱

*محاسبه سرانه براساس جمعیت سال ۹۳ برابر با ۷۷۸۵۶ میلیون نفر (مرکز آمار ایران) انجام شده است.

راهبردها و پیشنهادات کاهش ضایعات

۱- ساماندهی و تجهیز و نوسازی و اصلاح ساختار مکانیزاسیون کشاورزی به‌ویژه ماشین‌های مناسب برداشت و همچنین بهبود، تقویت و استقرار سیستم حمل و نقل اختصاصی محصولات کشاوری به منظور کمک به برداشت، حمل و جابجائی محصولات کشاورزی.

۲- تجهیز و تکمیل ساختارهای زیربنائی نگهداری مناسب محصولات از طریق:

۲-۱ انبارهای فنی و سردخانه‌های مدرن با بکارگیری شیوه‌های نوین مدیریت آنها.

۲-۲-برنامه‌ریزی، هدایت و حمایت از توسعه صنایع درجه‌بندی (sorting)، بسته‌بندی، نگهداری و فرآوری و تبدیل محصولات کشاورزی در مناطق مستعد تولید با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نوین.

۳- تدوین و اعمال استانداردهای کمی و کیفی برای تولید و عرضه متنوع محصولات و فرآورده‌های کشاورزی و غذایی در جهت تعیین مصادیق، انواع تقاضا و ارتقاء سطح ایمنی و سلامت غذا.

۴- اصلاح سیستم بازاریابی، بازاررسانی و راه‌اندازی و ایجاد شبکه بازاریابی، توسعه روش‌های اصولی و مدرن بازاریابی، بازاررسانی محصولات و فرآورده‌های کشاورزی.

۵- اصلاح الگوی‌های مصرف و بهینه‌کردن انواع مصارف مواد غذائی از جمله تنوع در بسته‌بندی، تنوع در نوع و میزان عرضه (متناسب با سنین افراد جامعه، شرایط اشتغال و زندگی افراد و نوع اغذیه مورد انتظار با در نظرگرفتن توصیه‌های بهداشتی و عادات و ترجیحات غذایی افراد).

۶- بهینه‌سازی مصرف غذا در مراکز آموزش عالی، مراکز نظامی و انتظامی و مراسم عمومی و اجتماعی از جمله در رستوران‌ها از نظر کمی و کیفی مطابق با استانداردهای شناخته شده.

۷- اعمال مدیریت مناسب در کلیه مراحل تولید محصولات غذایی، برداشت، نگهداری، فرآوری، بسته‌بندی، عرضه، حمل و نقل، زیرساخت‌ها (جاده‌ها و خطوط ریلی)، بازار (عمده و خرده‌فروشی)، قیمت‌گذاری، قوانین (صادرات، توزیع در بازار، گمرکات و غیره) و ....

۸- اعمال روش‌های بهینه تغذیه گیاهی در مراحل تولید و نیز کنترل عوامل خسارت‌زا بنحویکه محصول تولیدی سالم بوده و قابلیت ماندگاری بیشتری داشته باشد.

۹- اتخاذ روش‌های بهینه مصرف صحیح به خصوص در دهک‌های بالای جامعه

۱۰- ضرورت انجام مطالعات میدانی تکمیلی در جهت تحقق و تقویت راهبردهای مدیریت کاهش ضایعات محصولات کشاورزی در فرآیند تولید، حمل و نقل، نگهداری، فرآوری، بسته‌بندی، عرضه و مصرف.

پی‌نوشت

1- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

2- Swedish Institute for Food and Biotechnology (SIK)

منابع

احمدی، ک.، قلی زاده، ح.، عبادزاده، ح.، حسینپور، ر.، حاتمی، ف.، عبدشاه، ه.، رضایی، م.م.، کاظمی‌فرد، ر.، فضلی استبرق، م. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۳، جلد سوم: محصولات باغی، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

احمدی، ک.، قلی زاده، ح.، عبادزاده، ح.، حسین‌پور، ر.، حاتمی، ف.، فضلی، ب.، کاظمیان، آ.، رفیهی، م. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، جلد اول: محصولات زراعی، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

اسدی، ه.، پیرایش فر، ب. و مستوفی، م. ۱۳۸۲. بررسی ارزش اقتصادی ضایعات گندم براساس تحقیقات موجود. دومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

اصفهانی، م.، علیزاده، م.، صبوری، ص. و امیری، ز. ۱۳۸۸. تحلیلی بر ضایعات و راهکارهای کاهش ضایعات مزرعه‌ای. چهارمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

افتخاری، م.، فرجی، م. و خسرویپور، ب. ۱۳۹۰. بررسی تلفات برداشت گندم توسط کمباین در استان مازندران. پنجمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

آقابابائی چالشتری، ع.، آسودار، م.ا.، مرزیان، ا. و بابائی، ب. ۱۳۹۴. تأثیر روش‌های برداشت و رطوبت خاک بر کاهش ضایعات چغندرقند. ششمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

البوزهر، ا.، و احمدی‌زاده، س. ۱۳۸۴. مطالعه کمی و کیفی ضایعات خرمای استعمران. دومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس،

تهران، ایران.
الماسی، م.، بهرامی، ه. و رحمانی‌زاده فرد، غ. ۱۳۸۸. بررسی میزان ضایعات محصولات باغی در منطقه جنوب شهرستان قزوین و علل بروز آن و ارائه راهکارهای مناسب. چهارمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
پورآتش، م. ۱۳۹۰. بررسی عوامل موثر در بروز ضایعات گندم. پنجمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
خوش‌نظرپرشکوهی، ر. و کمالی، ح. ۱۳۸۸. ضایعات محصولات کشاورزی، علل و راهکارها. چهارمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
ریاحی، ر. ۱۳۹۲. نحوه مدیریت تولید و کاهش ضایعات کشاورزی و نقش ترویج در حوزه روستایی. ششمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
زارع، س. و رضائی، س. ۱۳۸۸. ضایعات محصولات کشاورزی و فرایند مدیریتی لازم جهت کنترل آن. چهارمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران. ایران
ساجدی‌پور، ع.ا.، مشایخی، س.، لشگری، ع.ا. و کمالی، ح. ۱۳۸۸. بررسی اقتصادی تأثیر ضایعات سیب‌زمینی بر کارایی و حاشیه بازارسانی آن در تهران. چهارمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
شادان، ع. ۱۳۸۶. بررسی ابعاد اقتصادی ضایعات محصولات کشاورزی. ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران. انجمن اقتصاد کشاورزی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
شرافتیان، د. ۱۳۶۲. ضایعات سیب، سیب‌زمینی و پیاز در ایران. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، وزارت کشاورزی.
شرکت مدیریت منابع آب ایران. ۱۳۹۳. گزارش وضعیت بارندگی کشور و حجم آب موجود در مخازن سدها، ۱ مهر تا ۳۱ شهریور سال آبی ۹۳-۹۲، دفتر مطالعات پایه منابع آب، دفتر بهره‌برداری از تأسیسات تأمین آب، شرکت مدیریت منابع آب ایران، تهران، ایران.
طوطیایی، ع.، و سلیمانی، ا. ۱۳۸۸. کاهش ضایعات محصولات کشاورزی. دفتر مطالعات زیربنایی (گروه کشاورزی)، مرکز پژوهش‌های مجلس، شماره مسلسل: ۹۹۸۱.
عبادی، ف.، و سعیدنیا، ا. ۱۳۸۷. ترازنامه غذایی جمهوری اسلامی ایران ۱۳۸۵-۱۳۸۱: بررسی روند تولید و عرضه درشت‌مغذی‌ها و ریزمغذی‌های موجود در مواد غذایی. وزارت جهاد کشاورزی، موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی اقتصاد کشاورزی و توسعه روستائی، مدیریت پردازش یافته‌های تحقیقاتی و اطلاع‌رسانی. تهران، ایران.
عبادی، ف.۱۳۹۴. بررسی شاخص‌های امنیت غذایی در جمهوری اسلامی ایران، طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۷۰، وزارت جهاد کشاورزی، موسسه پژوهشهای برنامه ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، تهران. ایران.
عزیزی، ج. ۱۳۸۲. بررسی اقتصادی ضایعات باغبانی ایران. دومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
فاضل نیاری، ض.، قاسمی، م.، امین‌زاده، غ. و خانزاده، ح. ۱۳۸۸. بررسی عوامل تأثیرگذار بر تلفات گندم از کاشت تا برداشت در استان اردبیل. چهارمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
قلی‌نژاد، ا. ۱۳۹۰. عوامل موثر بر تلفات محصولات کشاورزی. پنجمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
کشاورز، ع.، جلال کمالی، م.ر.، دهقانی، ع.، حمیدنژاد، م.، صدری، ب.، حیدری، ا. و محسنین، م. ۱۳۸۱. طرح افزایش عملکرد و تولید گندم آبی و دیم، وزارت جهاد کشاورزی.
کیان، ف. و فرهادیان، ه. ۱۳۹۴. کاهش ضایعات نان با توجه به شاخص امنیت غذایی. ششمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
گودرزی، ش. ۱۳۹۰. بررسی عوامل موثر بر ضایعات پس از برداشت خرما: مطالعه موردی شهرستان جم، پنجمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
میرمجیدی، ع.، بهمدی، ه.، مینایی، س.، شاهدی، م. و افدیده، ع.ا. ۱۳۸۸. برنامه راهبردی کاهش ضایعات محصولات کشاورزی (باغی، زراعی و سبزی و صیفی) در مراحل پس از برداشت. چهارمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
نعیمی، ا.، پزشکی راد، غ. و چیذری، م. ۱۳۸۸. نگاهی اقتصادی به روش‌های مهم کاهش ضایعات محصولات کشاورزی. چهارمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
یزدانی‌فر، ع.، نورالله نوری وندی، آ. و عمانی، ا. ۱۳۹۲. مدیریت تولید و کاهش ضایعات کشاورزی. ششمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

FAO. 2003. Trade reforms and food security-conceptualizing the linkages. Rome, available at: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4671e/y4671e00.pdf

FAO. 2007. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute, available at: http://www.fao.org/nr/water/docs/summary_synthesisbook.pdf

FAO. 2011. Global food losses and food waste-Extent causes and prevention. Rome, available at: http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e.pdf

سال سوم، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵، صفحات ۸۳ تا ۹۲
نشریه آب و توسعه پایدار

2016, Vol.3, No.1, Pages 83 to 92
Journal of Water and Sustainable Development

تحلیل اقتصادی و زیست‌محیطی جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب

وحید ماجد[۱*]، ساحره گلزاری قلعه‌جوقی[۲]

۱- استادیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران. ۲- دانشجوی دکتری مهندسی آب-آبیاری و زهکشی، دانشگاه بوعلی‌سینا.
*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: majed@ut.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۵/٤/۲٦
تاریخ پذیرش: ۹۵/٦/۱۵

چکیده

افزایش روزافزون تقاضا برای آب و خدمات آن که ناشی از رشد جمعیت و بالا رفتن استانداردهای زندگی و بهداشت سلامت است، از یك سو و محدود بودن منابع آبی و خشك‌سالی‌ها و تغییر اقلیم از طرف دیگر نظر برنامه‌ریزان و متخصصین علوم آب را به استفاده از آب‌های نامتعارف (فاضلاب‌ها، پساب‌ها و آب‌های شور) معطوف کرده است. همچنین دفع فاضلاب‌های صنعتی و شهری و نفوذ آلودگی‌های موجود در آنها به منابع سطحی و زیرزمینی آب، یک نگرانی اساسی در بسیاری از کشورها و از جمله ایران است. تصفیه فاضلاب و بکارگیری آن در مصارف مختلف آثار خارجی منفی رهاسازی فاضلاب بر محیط‌زیست و بهداشت جوامع انسانی را کاهش می‌دهد. بر همین مبنا در این مقاله به روش‌شناسی ارزیابی اقتصادی و زیست‌محیطی جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب و جامع‌نگری لازم در این‌خصوص با توجه به موضوعاتی که باید مدنظر قرار گیرد، پرداخته شده است و گام‌ها و چارچوب اصلاح تحلیل هزینه-فایده طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب تهران مورد اشاره قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: فاضلاب، محیط‌زیست، هزینه و فایده، ارزش‌گذاری غیربازاری.

Economic and Environmental Analysis of Wastewater Collecting and Treatment

V. Majed[1], S. Golzary-Ghalejoughi[2]

1- Assistant Professor, Faculty of Economics, Tehran University, Iran.
2- PhD student of water engineering-irrigation and drainage, Bu-Ali Sina University, Iran.
*(Corresponding Author Email: majed@ut.ac.ir)
Received: 16-7-2016
Accepted: 5-9-2016

Abstract

The increase in water demand and its services due to population growth and the raising of the standards of living, health, and hygiene along with the limitation of water resources, droughts, and climate change has attracted water specialists and planners to explore the use of unconventional water resources, such as sewage and saline waters. Moreover, industrial and rural wastewater disposal and the penetration of their pollutants to the surface- and ground-water resources is an important concern in many countries, including Iran. Wastewater treatment and its application for various uses reduces the negative externalities of wastewater release on the environment and human health. Accordingly, in this paper the methodology for economic and environmental evaluation of wastewater collection and treatment, and the necessary holistic view taking into account the issues that must be considered in this regard has been addressed. Furthermore, the steps and framework of a modified cost-benefit analysis of the Tehran wastewater collection and treatment plan have been discussed.

Keywords: Wastewater, Sewage, Environment, Cost-benefit, Non-market valuation.

مقدمه

آب، الفبای آبادانی و گنجینه مشترک تمام انسان‌هاست. خلاء بین توان تأمین آب و شدت تقاضای آن وقتی نتواند مهار گردد، می‌تواند زبان مفاهمه را به زبان مخاصمه، در همه ابعاد محلی، ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی تبدیل نماید. این که وقتی بین عرضه و تقاضای آب، تعادل بوجود نیاید و امکان به وجود آمدن بحران وجود داشته باشد، معلول دو واقعیت انکارناپذیر است: ۱) محدودیت‌های منابع آبی و ۲) تأثیرگذاری اقدامات و افزایش فعالیت‌های بشر بر روی این منبع غیرقابل جایگزین. لذا بار اقتصادی ناشی از رشد روزافزون جمعیت و افزایش تقاضا برای آب و غذا از یك سو و محدودبودن منابع آبی و خشك‌سالی‌ها و تغییر اقلیم از طرف دیگر نظر برنامه‌ریزان و متخصصین علوم آب را به استفاده از آب‌های نامتعارف (فاضلاب‌ها، پساب‌ها و آب‌های شور) معطوف کرده است. نباید فراموش کرد که با توجه به محدودیت منابع آب، جمعیت‌های انسانی ناگزیرند که بیاموزند چگونه با منابع آب تجدیدشونده کره زمین به تعادل برسند.

امروزه با توجه به رشد روزافزون شهرها و صنایع، آلودگی شدید پساب‌های صنعتی و شهری و هم‌جواری مراکز صنعتی، شهری و کشاورزی در بیشتر نقاط کشور و همچنین نفوذ این آلودگی‌ها به منابع سطحی و زیرزمینی آب کشور، آلودگی پساب کارخانه‌جات صنعتی و خاك‌های مجاور آن‌ها به یك نگرانی ملی تبدیل شده و یافتن راه‌حل‌هایی برای رفع این خطرات پیش از بروز فاجعه‌ای زیست‌محیطی در بسیاری از نقاط کشور ضروری است. در حقیقت

پیامدها و آثار رهاسازی و عدم تصفیه فاضلاب

افزایش روز افزون جمعیت همراه با افزایش فاضلاب شهری مشکلات عدیده‌ای را ایجاد کرده است. مصرف آب در بخش‌های شهری و صنعتی و تبدیل آنها به فاضلاب و رهاسازی آن در سطح زمین یا انتقال به اعماق زمین باعث افزایش آلودگی محیط‌زیست، تخریب منابع طبیعی و از بین رفتن منابع آب موجود می‌شود.

بررسی پیامدهای رهاسازی فاضلاب با شناخت انواع آن می‌تواند تا حدودی روشن گردد. فاضلاب‌ها را می‌توان به چهار دسته زیر تقسیم نمود:

- فاضلاب خانگی
- فاضلاب صنعتی
- فاضلاب کشاورزی
- پساب ناشی از سیلاب‌ها (این فاضلاب‌ها در اثر برف، باران و ذوب یخ‌ها و روان‌شدن آنها ایجاد می‌شوند)

فاضلاب خانگی ناشی از دستگاه‌های بهداشتی همچون توالت‌ها، حمام، ماشین‌های لباسشویی و ظرفشویی، پساب آشپزخانه و احداث مراکز صنعتی جدید در مجاورت رودخانه، قنات‌ها و دریاچه‌ها و تخلیه برنامه‌ریزی نشده پساب‌های چنین مراکزی به این منابع آبی، و به دنبال آن استفاده کشاورزان و دام‌پروران محلی از همین آب‌های آلوده جهت آبیاری مزارع و تأمین آب شرب احشام، هم‌چنین تجمع فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها علاوه بر آن‌که موجب گسترش آلودگی می‌گردد، امکان ادامه کشاورزی و دامپروری را در این مناطق به شدت تهدید می‌کند و موجب از دست رفتن زمین‌های ارزشمند زراعی می‌شود.

لذا با توجه به آثار خارجی زیست‌محیطی و بهداشتی فاضلاب‌های شهری و صنعتی لازم است که این تهدید اساسی محیطی با استفاده از ساز و کاری به فرصت تبدیل گردد. بر همین مبنا مقاله حاضر به تحلیل اقتصادی و زیست‌محیطی تصفیه فاضلاب و بکارگیری آن می‌پردازند. بدین منظور ابتدا آثار و پیامدهای عدم تصفیه فاضلاب مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس هزینه‌ها و منافع جمع‌آوری، تصفیه و بکارگیری فاضلاب به عنوان یک منبع نامتعارف تحلیل می‌گردد. نگاه جامع در خصوص لزوم در نظر گرفتن تمام منافع و هزینه‌های اجرای طرح‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب به صورت عام و طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب تهران به صورت خاص و روش‌شناسی برآورد هزینه‌ها و منافع مذکور در تحلیل‌های هزینه-فایده نکته قابل تمایز در این نوشتار با مطالعات صورت گرفته قبلی از جمله طرح توجیهی فاضلاب تهران تهیه شده توسط مهندسین مشاور ری‌آب می‌باشد. در مطالعات پیشین جامع‌نگری یاد شده در مورد منافع و هزینه‌ها نبوده است و روش‌شناسی بیان شده نیز برای برآورد منافع و هزینه‌ها بکار گرفته نشده است.

شستشوی بخش‌های مختلف خانه می‌باشد. البته در شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری، فاضلاب مغازه‌ها، فروشگاه‌ها، تعمیرگاه‌ها، رستوران‌ها و غیره نیز جمع‌آوری می‌شود.

انواع پیامدهای حاصل از رهاسازی فاضلاب به صورت زیر است:

- افزایش آلاینده‌ها در محیط
- افزایش ریسک بر سلامتی انسان‌ها
- تأثیر بر فیزیک خاک

پیامد اول مذکور در فوق، با افزایش آلاینده‌ها بیش از استاندارد محیط، بر جنبه‌های مختلف محیط‌زیست اثرگذار است. پیامد دوم مستقیماً به اثرات منفی بر انسان اشاره دارد. در پیامد سوم با تغییر فیزیک خاک، امکانات طبیعی بهره‌برداری از منابع خاک و منابع آب زیر زمینی تحت خطر قرار می گیرد.

رهاسازی فاضلاب به لحاظ بار آلودگی و افزایش آلاینده‌ها، تهدیدهای چندی بر محیط‌زیست دارد. از جمله آلاینده‌های متداول می‌توان موارد زیر را برشمرد:

- مواد مغذی
- فلزات سنگین
- نیترات‌ها
- نمک‌ها
- شوری

هر یک از آلاینده‌های فوق اثرات مخرب متفاوتی بر محیط می‌گذارند؛ به عنوان نمونه نیترات‌ها باعث ایجاد پدیده شکوفایی جلبکی می‌شوند. ورود این آلودگی به منابع آب آشامیدنی منجر به ایجاد بیماری کودک آبی (Blue baby) شده و ایجاد آلودگی در آب‌های زیرزمینی می‌نماید. فسفر نیز همانند نیتروژن منجر به تحریک رشد جلبک‌ها می‌گردد. میزان اثرگذاری هر یک از این آلاینده‌ها بر محیط را می‌توان بر اساس استانداردهای موجودی که در زمینه‌های مختلف وجود دارد، ارزیابی نمود.

همانطور که گفته شد یکی دیگر از پیامدهای رهاسازی فاضلاب در محیط، ریسک سلامتی انسان‌ها است. به منظور دسته‌بندی عوامل موثر بر ریسک سلامتی، می‌توان دسته‌بندی ارائه شده در زیر را برای بررسی‌ها مد نظر قرار داد. عمده آلودگی‌هایی که چنین ریسکی ایجاد می‌کنند عبارتند از:

- پاتوژن‌ها
- فلزات سنگین
- مواد ارگانیک مضر مانند آلودگی‌های بیمارستانی

از میان موارد فوق می‌توان سهم پاتوژن‌ها را در تهدید ایجاد شده بیش از بقیه دانست (Toze، ۲۰۰۶). انواع زیادی از پاتوژن‌ها در فاضلاب وجود دارد که عبارتند از:

- باکتری‌ها
- ویروس‌ها
- پروتوزاها
- کرم‌های انگلی

از جمله بیماری‌های حاصل از این پاتوژن‌ها عبارتند از:

- تیفوئید
- اسهال خونی
- بیماری‌های روده‌ای
- اسهال
- استفراق
- یبوست

بیماری‌های فوق با شدت‌های متفاوت در جوامعی که در معرض فاضلاب رها شده در محیط قرار دارند، بروز می‌کند.

یکی از مهترین شاخص‌های آلودگی میکروبی آب تعداد کلی‌فرم موجود در یک میلی‌لیتر آب می‌باشد. استاندارد آمریکا از نظر آلودگی کرانه‌ها و محل شنا ۱۰ عدد کلی‌فرم در یک میلی‌لیتر می‌باشد.

در تحقیقات اخیر، ریسک رهاسازی فاضلاب بر انسان‌ها را توسط رابطه‌ای تحت عنوان "ارزیابی کمی ریسک میکروبی" (QMRA) بیان می‌کنند (Hamilton و همکاران، ۲۰۰۶). محاسبه این شاخص برای یک منطقه شامل چهار گام به شرح زیر است:

۱- شناسایی خطر رهاسازی فاضلاب

۲- بررسی سطح گسترش فاضلاب رها شده

۳- مدل‌سازی میزان داروی لازم برای کاهش و از بین بردن اثرات آلودگی

۴- تحلیل و جمع بندی از ریسک

البته مدل‌سازی برای محاسبات فوق می‌تواند محدود به داده‌های موجود شود؛ به ویژه در مورد تعیین "میزان داروی مورد نیاز" احتمال خطای تخمین وجود دارد. به عنوان نمونه‌ای از کاربرد این شاخص می‌توان به مطالعاتی که بر روی آلودگی فاضلاب بر روی بروکلی، خیار، کاهو و چند نوع کلم که توسط Hamilton و همکاران (۲۰۰۶) انجام شده است، اشاره نمود.

فاضلاب رها شده در محیط به لحاظ مواد معلق زیادی که در بر دارد، می‌تواند ویژگی‌های فیزیکی خاک را تغییر دهد. این مهم در توسعه منابع آب منطقه می‌تواند حائز اهمیت باشد؛ چراکه در فعل و انفعالات مرتبط با تغذیه آب‌های زیرزمینی موثر بوده و از سوی دیگر امکانات بهره‌برداری از خاک را برای مصارفی مانند کشاورزی محدود می‌سازد.

جدول ۱- مثال‌هایی از آثار بالقوه منفی عدم تصفیه و رهاسازی فاضلاب (Hernández-Sancho و همکاران، ۲۰۱۵)

آثار بر روی	نمونه‌های آثار
سلامتی	• افزایش شیوع بیماری‌ها به دلیل کاهش کیفیت آب آشامیدنی • افزایش شیوع بیماری‌ها به دلیل کاهش کیفیت آب استحمامی • افزایش شیوع بیماری‌ها به دلیل تولید مواد غذایی ناسالم (ماهی آلوده، سبزیجات و دیگر محصولات کشاورزی آلوده) • افزایش خطر ابتلا به انواع بیماری‌های در هنگام کار و یا بازی در مناطقی که از فاضلاب برای آبیاری استفاده می‌کنند. • افزایش هزینه مالی درمان، مراقبت و پیشگیری بهداشتی
محیط‌زیست	• کاهش تنوع زیستی • تخریب اکوسیستم‌ها • بوهای بد محیطی • کاهش فرصت‌های تفریحی • افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای
فعالیت‌های تولیدی	• کاهش بهره‌وری بخش صنعتی • کاهش بهره‌وری بخش کشاورزی • کاهش ارزش محصولات آبیاری شده با فاضلاب • کاهش تعداد گردشگران و یا کاهش تمایل به پرداخت برای فرصت‌های تفریحی • کاهش صید ماهیان و سخت پوستان و کاهش ارزش بازاری ماهیان و سخت‌پوستان صید شده

۱- تحلیل اقتصادی رهاسازی فاضلاب

مدیریت و تصفیه فاضلاب منافع ملموسی را به صورت هزینه‌های اجتناب ایجاد می‌نماید. بنابراین هزینه‌های عدم انجام اقدام در این خصوص می‌تواند به صورت منافع از دست رفته در نتیجه رهاسازی فاضلاب بدون هیچ‌گونه اقدام تصفیه باشد. به عبارت دیگر اگر فاضلاب بدون تصفیه و یا با تصفیه کمتر از حد لازم در طبیعت رها شود، هزینه‌هایی ایجاد خواهد شد و یا منافعی از دست خواهد رفت. منافع بالقوه مذکور می‌تواند در دو طبقه کلی قرار گیرد که شامل منافع بازاری و منافع غیربازاری است. عمده‌ی منافع زیست‌محیطی و بهداشتی دارای ارزش‌های معناداری هستند و عموماً به دلیل اینکه برای منافع مذکور بازاری وجود ندارد یا در صورت وجود ناقص است، بر خلاف منافع حاصل از تولید نمی‌تواند از طریق قیمت‌های بازاری ارزش‌گذاری شوند. زمانی که این منافع نمی‌توانند در بازار به صورت واحدهای پولی ارزش‌گذاری شوند، با توجه به اینکه روش‌های ارزش‌گذری آنها متفاوت می‌باشد و تکنیک‌های مورد استفاده در مراحل اولیه رشد خود می‌باشند در حال حاضر به صورت جداگانه در تحلیل‌ها ارائه می‌شود و تلاش زیادی هم برای تلفیق آنها با منافع بازاری انجام نمی‌شود (Hanjra و همکاران، ۲۰۱۵).

۲- برآورد تأثیرات روی بهداشت و سلامت انسان‌ها

هزینه‌های آثار سوء بهداشتی عدم اقدام مناسب در خصوص تصفیه فاضلاب شامل موراد زیر است: الف) هزینه‌های درمانی مستقیم برای درمان بیماری‌ها، ب) هزینه‌های غیرمستقیم ناشی از بیماری شامل مواردی چون ارزش زمان کار از دست رفته، کاهش بهره‌وری افراد، پتانسیل ....، پول خرج شده برای مراقبت و جلوگیری از مرگ زودرس و ج) درد و ناراحتی ناشی از بیماری.

برخی از آثار بر سلامتی می‌تواند از طریق بازار برآورد شود (به عنوان مثال هزینه‌های ناشی از شرب آب آلوده). سایر هزینه‌ها غیربازاری هستند و می‌تواند از روش‌های غیربازاری برآورد گردد.

مطالعات زیادی در خصوص هزینه‌های درمان برای بیماری‌های مختلف ناشی از آشامیدن آب ناسالم انجام پذیرفته است که از جمله می‌توان به مطالعات Gordon و همکاران (۲۰۱۱) و Kim و همکاران (۲۰۱۲) اشاره نمود. با این حال روش‌شناسی مورد استفاده در این مطالعات با توجه به نوع بیماری متفاوت بوده است. بنابراین تشخیص بیماری‌های مهم مرتبط با فاضلاب، مرحله اول در کمی‌کردن هزینه‌هاست. نائل شدن به این امر نیازمند همکاری بین اقتصاددانان حوزه اقتصاد منطقه‌ای و متخصصین بهداشتی است.

در مجموع بسیاری از عوامل تأثیرگذار بر هزینه‌های بهداشتی شامل: منطقه جغرافیایی، جنسیت و سن است. ارزش بهره‌وری از دست رفته یا مرگ زودرس، هزینه‌های زیادی را متوجه جامعه می‌نماید. در نتیجه، ارزیابی اقتصادی اقدام بهبود کیفیت آب باید با هزینه‌های اجتناب تجمیع گردد. Wilking و Jönsson (۲۰۰۵) در آلمان هزینه درمان سرطانِ ناشی از فاضلاب (شامل هزینه‌های مرگ زودرس) را در حدود ۰/۷ درصد از تولید ناخالص داخلی (GDP)[۱] برآورد نموده‌اند.

در بین روش‌های مختلف برآورد هزینه مرتبط با بیماری، روش سرمایه انسانی پرکاربردترین روش بوده است. این روش از درآمد بدست آمده برای اندازه‌گیری بهره‌وری استفاده می‌کند و درآمد حاصل از طول زندگی را در صورتی که بیماری یا مرگ زودرس رخ نمی‌داد، اندازه می‌گیرد. در ارتباط با ارزش‌های غیربازاری، روش‌های که برای ارزش‌گذاری کاهش ریسک ناشی از تصفیه فاضلاب به کار گرفته می‌شود مبتنی بر تمایل به پرداخت (WTP)[۲] است. مطالعات بسیاری در این خصوص انجام گرفته است که می‌توان به مطالعات Roman و همکاران (۲۰۱۲)، Hakes و Viscusi (۲۰۰۷) و Tsai و همکاران (۲۰۱۱) اشاره نمود.

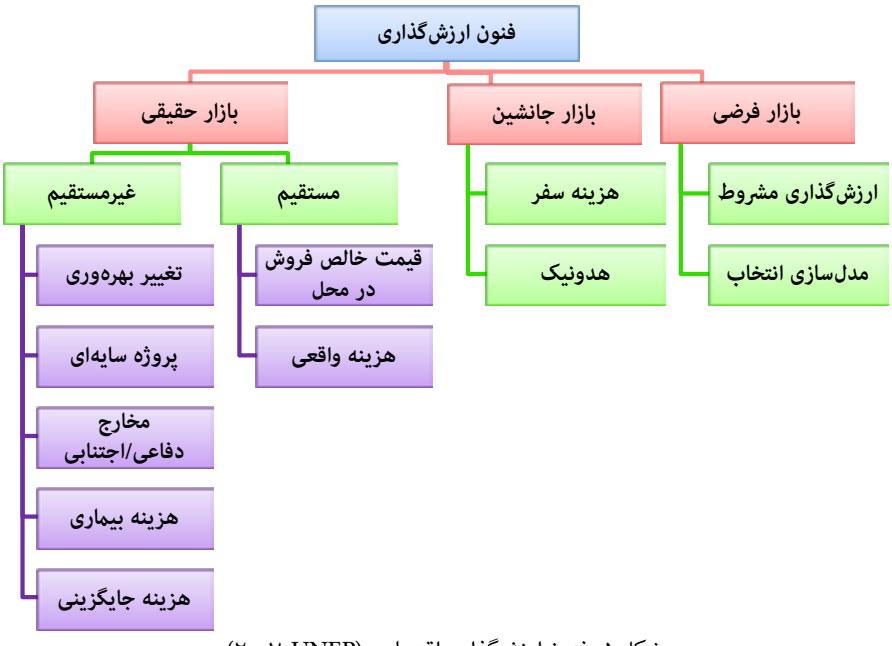
۳- برآورد هزینه‌های زیست‌محیطی

روش‌های ارزش‌گذاری سنتی مبنی بر تابع تقاضا است. روش‌های ترجیحات بیان شده معمول‌ترین روش برای ارزش‌گذاری تأثیرات زیست‌محیطی است (Bateman و همکاران، ۲۰۰۶). در این روش با استفاده تکنیک‌های پیمایشی تمایل به پرداخت افراد نمونه جهت ارائه کالاها و خدمات زیست‌محیطی (به عنوان مثال بهبود کیفیت آب در نتیجه تصفیه) آشکار می‌گردد. ارزش بدست آمده به عنوان منفعت اقتصادی یا هزینه اجتناب از تغییر کیفی زیست‌محیطی قلمداد می‌شود. ارزش‌های بدست آمده از این روش می‌تواند در یک چارچوب تحلیل هزینه-فایده برای بدست آوردن منافع اجتماعی و زیست‌محیطی سیاست‌های عمومی برای بهبود مدیریت تصفیه فاضلاب به کار گرفته شود.

برخلاف بسیاری از کالاهای بازاری، آلودگی دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، آبگیرها و آبخوان‌ها نمی‌تواند در بازار معامله گردد. روش‌های غیربازاری مختلفی برای ارزش‌گذاری کالاها و خدمات زیست‌محیطی به کار گرفته می‌شود. شکل (۱)، انواع روش‌های ارزش‌گذاری را به نمایش گذاشته است.

در بین روش‌های مختلف برای ارزش‌گذاری غیر بازاری، روش‌های هزینه سفر (TCM)[۳]، روش قیمت‌گذاری هدانیک (HPM)[۴] و روش ارزش‌گذاری مشروط (CVM)[۵] پرکاربردترین روش‌ها می‌باشند. روش هزینه سفر و روش قیمت‌گذاری هدانیک رویکرد ترجیحات آشکار شده (RP)[۶] را دارند که ارزش در بازارهای جانشین آشکار می‌شود. روش ارزش‌گذاری مشروط رویکرد ترجیحات بیان شده (SP)[۷] را دارد که در آن ارزش توسط افراد بیان می‌شود.

جدول (۱) روش‌های ارزش‌گذاری مذکور را همراه با توضیحات اجمالی در روش انجام به نمایش گذاشته است. طبق شکل (۱) در جدول مذکور هم روش‌های مبتنی بر بازار و روش‌های غیربازاری شامل بازارهای جانشین و تکنیک‌های ترجیحاتِ بیان شده، مورد اشاره قرار گرفته است.



شکل ۱- فنون ارزش‌گذاری اقتصادی (UNEP، ۲۰۰۷)

جدول ۲- طبقه‌بندی روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی (Ledoux و Turner، ۲۰۰۲)

طبقه	روش	توضیح روش
ارزش‌گذاری بازاری (MV)[۸]	ارزش بازاری	ارزش‌های اقتصادی محصولات یا خدمات اکوسیستم که در بازارها خرید و فروش می‌شوند را برآورد می‌کند (مثل ماهی، چوب، محصولات)
	تغییر در بهره‌وری (CP)[۹]، عامل درآمد خالص (NFI)[۱۰]	ارزش‌های اقتصادی کالاها و خدمات اکوسیستمی که در تولید کالاهای بازاری تجاری نقش دارند را برآورد می‌کند (مثل تابع پرورشگاهی ماهی)
	هزینه اجتناب (AC)[۱۱]، اجتناب از خسارت (AD)[۱۲]، قیمت جانشینی (SP)[۱۳]، هزینه جایگزینی (RC)[۱۴]	ارزش‌های اقتصادی را بر مبنای هزینه‌های اجتناب از خسارت ناشی از زوال خدمات اکوسیستمی، هزینه‌های جایگزین‌سازی خدمات اکوسیستمی، یا هزینه‌های تهیه خدمات جانشین (مثل حفاظت در برابر طوفان)
ارزش‌گذاری غیربازاری- ترجیح بیان شده (NMV-SP)[۱۵]	ارزش‌گذاری مشروط (CV)[۱۶]	ارزش‌های اقتصادی خدمات اکوسیستمی و محیط‌زیستی را با پرسش مستقیم از مردم در مورد تمایل به پرداخت‌شان برای آن خدمات در شرایط یک سناریوی فرضی برآورد می‌کند. روش‌های صحیح شامل محدودیت‌های بودجه‌ای واقعی هم هستند تا تصمیم‌های اقتصادی واقعی گرفته شوند. به طور گسترده برای ارزش‌گذاری ارزش‌های غیراستفاده‌ای یا استفاده‌ای منفعل استفاده می‌شود.
	مدل‌سازی انتخاب (CM)[۱۷]	ارزش‌های اقتصادی خدمات اکوسیستمی یا محیط‌زیستی را با درخواست از مردم برای انجام موازنه بین آنها برآورد می‌کند. تمایل به پرداخت از موازنه‌ها که شامل هزینه به عنوان یک ویژگی می‌شوند، استنباط می‌شود.
ارزش‌گذاری غیربازاری- ترجیح آشکار شده (NMV-RP)[۱۸]	هزینه سفر (TC)[۱۹]	ارزش‌های مربوط به اکوسیستم‌ها یا سایت‌های استفاده شده جهت تفرج را از طریق تمایل به پرداخت برای سفر و بازدید آنها برآورد می‌کند.
	هدونیک (HP)[۲۰]	ارزش خدمات اکوسیستمی از طریق قیمت کالاها یا خدمات موجود در بازار که تابعی از ویژگی‌های مختلف آنها هستند، برآورد می‌شود.

۴- برآورد هزینه‌های آثار عدم اقدام روی فعالیت‌های اقتصادی

کاهش کیفیت آب می‌تواند به صورت بالقوه تمام فعالیت‌های اقتصادی را تحت تأثیر قرار دهد. در واقع کاهش کیفیت آب، تولیدت صنعتی، تولیدات کشاورزی، فعالیت‌های صیادی و حتی خدمات فرهنگی ارائه شده توسط آب و منابع آبی مثل گردشگری و تفریحات آبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. زیرا گردشگران، آب سالم را برای شرب و سایر مصارف داخلی تقاضا می‌کنند و همچنین آلودگی آب کیفیت و منظره محیط را کاهیده و فرصت‌های تفریحی را از بین برده و بوهای ناهنجار در کنار سایر تأثیرات زیست‌محیطی ایجاد می‌نماید.

همه تأثیرات مذکور می‌تواند ارزش‌گذاری شده و به زبان پول بیان شود. تحت شرایط کنترلی می‌توان آثار عدم تصفیه و رهاسازی فاضلاب را روی کاهش کمیت و کیفیت تولیدات اقتصادی مثل محصولات کشاورزی و غیره اندازه گرفت. این روش می‌تواند به ساختن توابع تولید یا توابع دز-واکنش[۲۱] بیانجامد. به عنوان مثال در این زمینه مقدار محصول می‌تواند به صورت تابعی از کیفیت آب (مثل درجه شوری) تعریف گردد. در شرایط دنیای واقعی می‌توان دو سیستم تولیدی مشابه را که از کیفیت‌های متفاوت آب استفاده می‌کنند با هم مقایسه کرد.

منافع و هزینه‌های حاصل از جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب

تصفیه فاضلاب و بکارگیری آن در مصارف مختلف آثار خارجی منفی آن را بر محیط زیست و بهداشت جوامع انسانی کاهش می‌دهد؛ علاوه بر این استفاده از آب تصفیه شده در کشاورزی می‌تواند نیاز به کوددهی را کاهش دهد و از این جنبه دارای منفعت مضاعف[۲۲] است. بر این مبنا استفاده از فاضلاب تصفیه شده به عنوان یك منبع آب جایگزین، در اقصی نقاط دنیا افزایش یافته و رویکرد جهانی، نشان‌دهنده افزایش روز افزون استفاده از این منبع غیرمتعارف در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است. سه دلیل عمده افزایش تمایل به استفاده از این منبع عبارتند از:

۱- کاهش آلودگی ناشی از فاضلاب‌ها و حفاظت از محیط زیست

۲- استفاده از این منبع آب نامتعارف در صورت جایگزینی با تخصیص‌های صورت گرفته قبلی از دیگر منابع

۳- قابلیت رقابت فاضلاب تصفیه شده با برخی از منابع آب و در برخی از مصارف

نکته قابل توجه در این زمینه این است که فاضلاب تصفیه شده منبع آب جدیدی نیست؛ بلکه همان آبی است که قبلاً از طریق چاه‌های جذبی وارد آبخوان شده و منجر به آلودگی آبخوان می‌شده است؛ که اکنون با حذف آلودگی، بخشی از آن می‌تواند برای مصارفی مثل کشاورزی استفاده شده و بخشی وارد آبخوان شود. به عبارتی اجرای طرح فاضلاب نه تنها بر تغذیه آبخوان تأثیر مثبت ندارد، بلکه ممکن است تغذیه را نیز کاهش دهد. لذا با توجه به اینکه برداشت از اکثر حوضه‌های آبریز کشور بیش از مقدار تجدیدشونده است، به عبارتی تخصیص به طور کامل صورت گرفته است، در صورت اجرای طرح‌های تصفیه فاضلاب به علت کاهش تغذیه آب زیرزمینی از چاه‌های جذبی به ازای هر مقدار تخصیص از آب تصفیه شده باید از تخصیص‌های صورت گرفته در قبل جایگزین شود.

تجربیات بهره‌گیری از فاضلاب تصفیه شده، معایب و مزایای بهره‌گیری از این منبع را تا حدی روشن ساخته است. از مهم‌ترین مزایای استفاده از فاضلاب تصفیه شده می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- منبعی مطمئن برای تمام فصول که در مقایسه با منابع آب سطحی، چشمه‌ها و قنوات تغییرات عمده و طبیعی ندارد.
- کاهش بار آلودگی در رودخانه‌ها و سایر منابع آب دریافت کننده فاضلاب
- افزایش درآمد مصرف‌کنندگان (با کاهش میزان کوددهی و افزایش محصول)
- کاهش نیاز به کوددهی شیمیایی

علیرغم مزایای فوق، استفاده از فاضلاب تصفیه شده معایب و محدودیت‌های واضحی نیز دارد که عمدتاً عبارتند از:

- افزایش ریسك آلودگی در مصرف‌کنندگان
- هزینه‌بر بودن تصفیه فاضلاب به‌ویژه برای رعایت استانداردهای سخت‌گیرانه

علی‌رغم اینکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب منافع یاد شده در فوق را دارد، نیازمند انجام هزینه‌هایی برای جمع‌آوری و تصفیه است. زمانی که هزینه‌های رهاسازی، هزینه‌های جمع‌آوری و تصفیه و منافع حاصل از اقدامات مذکور در یک چارچوب جامع با در نظر گرفتن پیامدهای جانبی مد نظر قرار گیرد، می‌تواند راهنمایی خوبی برای تصمیم‌گیری صحیح فراهم گردد. هزینه‌های اجرای طرح‌های فاضلاب به صورت هزینه‌های آشکار می‌باشد که شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه‌های عملیات است. منافع طرح‌های مذکور ترکیبی از منافع آشکار بازاری و منافع ضمنیِ غیربازاری است که می‌توان به صورت زیر آنها را تحلیل نمود.

۱- هزینه‌های سرمایه‌گذاری اجرای طرح‌های فاضلاب

به‌طور کلی هزینه‌های مجموعه فعالیت‌های لازم برای مطالعه، مکان‌یابی و ساخت تصفیه‌خانه و رسیدن به مرحله بهره‌برداری را هزینه‌های سرمایه‌گذاری می‌نامند که این بخش از هزینه‌ها در واقع مصارف مالی پروژه را تشکیل می‌دهند. این فعالیت‌ها قابل تقسیم به چند بخش عمده به شرح زیر می‌باشند (شرزه‌ای و همکاران، ۱۳۹۵):

۱- هزینه‌های مربوط به مطالعات امکان‌سنجی و تحلیل هزینه فایده طرح

۲- هزینه‌های مربوط به مکان‌یابی صحیح تصفیه‌خانه

۳- هزینه‌های مربوط به ساخت شبکه و لوله‌گذاری

۴- هزینه‌های مربوط به ساخت تصفیه‌خانه

۵- هزینه‌های مربوط به بازپرداخت اصل و فرع بدهی‌ها

هزینه‌های سرمایه‌گذاری پروژه‌های فاضلاب و ایجاد تصفیه‌خانه با توجه به اندازه و مقیاس محدوده تحت پوشش، حجم آب و پساب‌های محدوده مشمول و اندازه تصفیه‌خانه و نوع آن می‌تواند متفاوت باشد که این موضوع در هر پروژه خاص مد نظر قرار می‌گیرد (شرزه‌ای و همکاران، ۱۳۹۵).

۲- هزینه‌های بهره‌برداری و عملیات طرح‌های فاضلاب

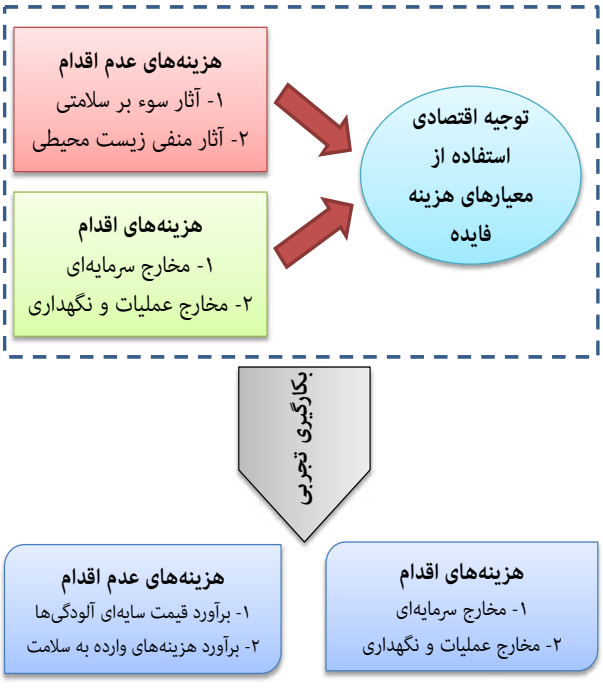
هزینه‌های بهره‌برداری تصفیه‌خانه فاضلاب شامل هزینه‌های راه‌اندازی و نگهداری فاضلاب است. هزینه‌های مزبور شامل شامل هزینه‌های لازم برای خرید لوازم و تجهیزات لازم جهت بهره‌برداری و نگهداری از تأسیسات تصفیه‌خانه می‌باشد. روش‌هایی که برای تصفیه آب در تصفیه‌خانه استفاده می‌شود و به عبارتی نوع تصفیه‌خانه و اندازه آن و حجم فعالیت تصفیه‌خانه در میزان هزینه‌های بهره‌برداری بسیار موثر می‌باشد.

بعد از طراحی و اتمام یک تصفیه‌خانه علاوه بر هزینه راه‌اندازی و بهره‌برداری، به‌طور حتم نیازمند صرف هزینه‌های زیاد در طول عمر پروژه جهت به کارگیری، راه‌اندازی و احتمالاً تعمیر بخش‌های مختلف آن خواهد بود. این هزینه‌ها شامل موارد زیر است:

۱- هزینه‌های پرسنلی
۲- هزینه‌های انرژی
۳- هزینه‌های مواد شیمیایی
۴- هزینه‌های تخلیه صافی‌ها و تورها
۵- هزینه‌های دفع لجن
۶- هزینه‌های تعمیر و نگهداری
۷- هزینه‌های مربوط به استهلاک
۸- هزینه‌های متفرقه

۳- منافع حاصل از احیای منابع و استفاده مجدد از پساب و لجن حاصل از تصفیه

جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه و بکارگیری آن باید به صورت جامع تمام هزینه‌ها و منافع را مد نظر قرار دهد. یکی از انگیزش‌های اصلی از جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب و بکارگیری آن، صرفه‌جویی در انرژی و تولید آن (بیوگاز)، استفاده از مواد مغذی موجود در لجن‌ها برای تغلیظ زمین‌های کشاورزی و کاهش فشار به منابع آب تازه و طبیعی است. در واقع منافع مذکور منافع غیرمستقیمی هستند که علاوه بر منافع مستقیم کاهش هزینه‌های سلامتی و آلودگی‌های زیست‌محیطی در نتیجه رهاسازی فاضلاب تصفیه شده، بدست می‌آیند. بر همین مبنا است که در مقاله حاضر بر این نکته تأکید شده است که جمع‌آوری، تصفیه و بکارگیری فاضلاب منفعت مضاعف و یا حتی چندگانه می‌تواند داشته باشد که در تحلیل‌های هزینه-فایده عمومی در ایجاد سیستم‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب با مقیاس‌های مختلف باید مد نظر قرار داد. بر این مبنا می‌توان چارچوب کلی تحلیل اقتصادی و زیست محیطی طرح‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب را به شکل (۲) نشان داد.



شکل ۲- چارچوب ارزیابی اقتصادی جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب

تحلیل طرح شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب کلان‌شهر تهران

در صورتی که طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب کلان‌شهر تهران اجرا نمی‌شد به دلیل رشد روزافزون جمعیت این شهر و لزوم تأمین آب مورد نیاز شهر، سبب می‌گردید که بخش عمده این آب‌ها به‌صورت فاضلاب، از طریق چاه‌های جاذب وارد آب‌های زمینی شده و باعث بالارفتن سطح آب زیرزمینی در مناطق پائین‌دست شهر شود. در نتیجه اکوسیستم حوضه آبریز منطقه دستخوش تغییرات شدید شده و خاک قدرت خودپالائی خود را از دست می‌داد. علاوه بر این موجب بروز بیماری‌های مختلف و مسائل حاد بهداشتی و تخریب محیط زیست به عنوان آثار جانبی رهاسازی فاضلاب همانگونه که در بخش‌های پیشین اشاره شد، می‌گردید. لذا اجرای طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب شهر تهران به عنوان یکی از اولویت‌های اساسی شرکت آب و فاضلاب، وزارت نیرو و مدیریت شهر مطرح شده است.

طرح فاضلاب تهران از سال ۱۳۷۴ در گستره‌ای به مساحت ۷۰ هزار هکتار در مناطق ۲۲ گانه تهران و برای پوشش ۱۱ میلیون نفر از جمعیت این شهر آغاز به کار کرده است. براساس مطالعات طرح جامع فاضلاب تهران، این شهر تا پایان سال ۱۴۱۰ (پایان دوره طرح) جمعیتی بالغ بر ۱۰/۵ میلیون نفر را در خود جای خواهد داد. مساحت شهر تهران حدود ۷۰ هزار هکتار است که برای آن بالغ بر ۹۰۰۰ کیلومتر لوله‌گذاری فاضلاب، شامل شبکه‌های فرعی، نیمه‌اصلی، اصلی و خطوط انتقال مورد نیاز است.

در وضعیت فعلی چندین تصفیه‌خانه کوچک از نوع سیستم لجن فعال در نقاط مختلف شهر تهران وجود دارد که مجموع ظرفیت آن‌ها کمتر از ۴۰۰ هزار نفر است و قدمت بعضی از آن‌ها به بیش از ۳۰ سال می‌رسد. براساس مطالعات طرح جامع فاضلاب تهران بنا شده است که دو مکان برای احداث تصفیه فاضلاب شهر تهران در نظر گرفته شود؛ یکی از این مکان‌ها در جنوب تهران در حد فاصل شهر ری و پالایشگاه تهران قرار دارد که به این منظور زمینی به مساحت ۱۱۰ هکتار تملک شده و مدول‌های تصفیه‌خانه با همکاری بانک جهانی و پیمانکاران داخلی و خارجی در آن در حال احداث است. این تصفیه‌خانه در مجموع چهار میلیون نفر را پوشش می‌دهد و ظرفیت هر مدول آن ۵۲۵،۰۰۰ نفر است. پساب تولیدی در این تصفیه‌خانه در نهایت در دشت جنوب تهران به مصرف آبیاری زمین‌های کشاورزی خواهد رسید. مکان دیگر احداث تصفیه‌خانه در جنوب غرب تهران خواهد بود که فاضلاب مناطق غرب و جنوب غرب و بخش‌های مرکزی شهر تهران به این تصفیه‌خانه منتقل خواهد شد.

۱- منافع زیست‌محیطی اجرای طرح فاضلاب تهران

اجرای طرح فاضلاب تهران علی‌رغم هزینه‌های آشکار اقتصادی بالایی که در بردارد، متضمن منافع اقتصادی و زیست‌محیطی زیادی است که در بخش‌های قبلی با عنوان منافع مضاعف از آن‌ها یاد گردید. این منافع را می‌توان حداقل در سه بخش بر شمرد: ۱) ارتقاء سطح بهداشت عمومی، ۲) توسعه کشاورزی و ۳) بهبود آبیاری اراضی زراعی جمع‌آوری و تصفیه بهداشتی فاضلاب، کیفیت منابع آب زیرزمینی را افزایش خواهد داد، چراکه تخلیه فاضلاب به روش‌های سنتی و غیربهداشتی مشکلات فراوانی را به لحاظ زیست‌محیطی ایجاد می‌کند. با اجرای طرح فاضلاب تهران از ورود فاضلاب خام برای آبیاری مزارع سبزی و صیفی‌جات در جنوب تهران جلوگیری شده و آب از چرخه یك بار مصرف و مخرب به چندبار مصرف و سازنده تبدیل می‌شود. پساب تولیدی هم به آبخوان‌های اطراف تهران تزریق شده تا سفره آب‌های زیرزمینی تغذیه و از فرونشست زمین، جلوگیری شود. با احداث و بهره‌برداری شبکه جمع‌آوری و با احداث و بهره‌برداری از بزرگترین تصفیه‌خانه فاضلاب خاورمیانه در جنوب تهران جمعیتی معادل ۴ میلیون و ۲۰۰ هزار نفر از مردم شهر تهران را تحت پوشش قرار داده و پساب خروجی آن با هدف استفاده در زمین‌های کشاورزی، در آبیاری فضای سبز شهری و تغذیه آبخوان‌ها تأثیر بسزایی خواهد گذاشت. پساب تولیدی تصفیه‌خانهٔ جنوب تهران که نزدیک به ۵۰ درصد آب استحصالی از سدهای منتهی به تهران را تشکیل می‌دهد، برای آبیاری حدود ۹۰ هزار هکتار زمین کشاورزی در سال مورد استفاده قرار می‌گیرد. از دیگر اثرات مفید اجرای این پروژه بر محصولات کشاورزی، تولید کود طبیعی به‌صورت کود آلی (لجن) تصفیه شده و استفاده از آن به جای کود شیمیایی است که می تواند در ۹۰ هزار هکتار زمین کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد.

آبخوان‌ها پشتوانهٔ ملی تأمین آب در سال‌های خشک خصوصاً در مناطق کم آب به حساب می‌آیند. اجرای طرح فاضلاب تهران معادل ۸۰ درصد آب مصرفی، منبع آب غیرآلوده ایجاد می‌کند که استفاده از آن می‌تواند در کنار مدیریت برداشت از آبخوان‌ها، از آلودگی بیشتر آبخوان‌ها جلوگیری کند.

همچنین احداث و بهره برداری از بزرگترین تصفیه‌خانه فاضلاب خاورمیانه، احداث بزرگترین نیروگاه تولید همزمان برق و حرارت از انرژی زیست توده (از استحصال و جمع‌آوری بیوگاز حاصل از تصفیه فاضلاب)، اجرای بزرگترین پروژه مکانیسم توسعه پاک (CDM) در بخش فاضلاب جهان از دیگر منافع اقتصادی و زیست‌محیطی جانبی اجرای طرح مذکور می‌باشد.

با اجرای پروژه‌های مذکور از انتشار ۱۵۰،۰۰۰ تن دی اکسید کربن (برای هر پروژه ۷۵۰۰۰ تن) در فضا جلوگیری می‌شود که با توجه به پروژه‌های اجرا شده در صنعت فاضلاب دنیا، پروژه‌ای در حجم پروژه CDM فاضلاب تهران در دبیرخانه کنوانسیون تغییرات اقلیمی سازمان ملل ثبت نشده و این پروژه بزرگترین پروژه CDM بخش فاضلاب شهری جهان است. با اجرای کل تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهر تهران از انتشار در حدود ۷۵۰ هزار تن دی اکسید کربن (معادل ۱۱ هزار هکتار فضای سبز برای جذب دی اکسید کربن) در فضا جلوگیری می‌شود(پایگاه اطلاع رسانی شرکت آب و فاضلاب تهران، ۱۳۹۴).

با توجه به اینکه بیوگاز حاصل از فرآیند تصفیه بی‌هوازی فاضلاب حاوی گاز متان است، به عنوان منبعی برای تولید انرژی مفید مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از بزرگترین نیروگاه‌های بیوگاز حاصل از تصفیه فاضلاب در جهان در محل تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران واقع است که در صورت تکمیل تصفیه‌خانه سالیانه در حدود ۸۰ گیگاوات انرژی الکتریکی و ۲۷۰ تراژول انرژی حرارتی تولید می‌گردد که این مقدار معادل تأمین برق مصرفی یک شهرک مسکونی ۱۰۰۰۰۰ نفری است. در حال حاضر با نصب واحدهای تولید همزمان برق و حرارت (CHP)[۲۴] در ۶ واحد تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران، سالیانه در حدود ۶۰ گیگاوات انرژی الکتریکی و ۲۰۰ تراژول انرژی حرارتی تولید می‌شود که این مقدار معادل تأمین برق مصرفی یک شهرک مسکونی ۸۰۰۰۰ نفری است. این نیروگاه ۸۰ درصد برق مصرفی و ۱۰۰ درصد حرارت مورد نیاز بهره‌برداری از تأسیسات تصفیه‌خانه را تأمین و صرفه‌جویی انرژی فسیلی در حدود ۱۵۰ هزار بشکه نفت خام (۴۰۰ هزار متر مکعب گاز) را به دنبال دارد (پایگاه اطلاع رسانی شرکت آب و فاضلاب تهران، ۱۳۹۴).

۲- چارچوب تحلیل اقتصادی و زیست‌محیطی اجرای پروژه فاضلاب شهر تهران

برای ارزیابی اقتصادی و زیست‌محیطی طرح‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب به صورت عام و برای طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب شهر تهران به صورت خاص، با توجه به مطالب بیان شده باید مراحل زیر طی شود:

۱- برآورد کمیت و کیفیت فاضلاب تولیدی (S)

۲- شناسایی امراض و مسائل بهداشتی ناشی از عدم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب (D)

۳- برآورد تعداد جمعیت در معرض آسیب‌های بهداشتی و بیماری‌های ناشی از عدم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب (P)

۴- برآورد هزینه‌های درمان، مرگ زودرس و درآمدهای از دست رفته در نتیجه عدم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب (DC)

۵- برآورد میزان آسیب وارده به محیط‌زیست طبیعی و برآورد ارزش دست رفته زیست‌محیطی در نتیجه آسیب مذکور (به صورت قیمت‌های سایه‌ای) (EC)

۶- برآورد هزینه‌های سرمایه‌گذاری اجرای طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب (CE)

۷- برآورد هزینه‌های عملیات و نگهداری طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب (OC)

۸- برآورد ارزش اقتصادی پساب تولیدی (WV)
۹- برآورد ارزش اقتصادی لجن تولید شده (SV)
۱۰- برآورد ارزش اقتصادی انرژی تولید شده (EV)
۱۱- تعیین طول عمر پروژه (T)
۱۲- انتخاب نرخ تنزیل (r)

بعد از احصاء موارد مذکور لازم است که چارچوب هزینه – فایده (CBA)[۲۵] مرسوم با توجه به جامع‌نگری انجام شده صورت پذیرد. در تجزیه تحلیل هزینه – فایده مرسوم ارزش حال خالص (NPV) یک طرح که به صورت زیر محاسبه می‌شود، باید بزرگتر از صفر باشد.

$$NPV = \sum_{t=0}^{t=T} \frac{NB_t}{(1+r)^t} \qquad (۱)$$

در رابطه مذکور NB_t منافع خالص پروژه در دوره t است. در محاسبه NPV پروژه، r نرخ تنزیل است. "اگر NPV مثبت باشد، پروژه اقتصادی و در غیر این صورت غیر اقتصادی است". از رابطه (۱)، برای محاسبه NPV طرح، وقتی منافع و درآمدهای طرح در دوره نامحدود زمانی گسسته بدست می‌آید، استفاده می‌کنیم. اگر دوره زمانی پیوسته باشد رابطه فوق به صورت زیر تغییر می‌کند:

$$NPV = \int_{t=0}^{t=T} e^{-rt}\, NB_t d_t \qquad (۲)$$

اجزا منافع خالص به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$NB_t = B_t - C_t \qquad (۳)$$

در رابطه مذکور B و C به ترتیب منافع ناخالص و هزینه‌های کل طرح هستند. در طرح‌های جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه آن با توجه به گام‌های معرفی شده، می‌توان منافع و هزینه‌های اجرای طرح و روش برآورد آنها را به صورت جدول (۳) بیان نمود.

جدول ۳- طبقه‌بندی روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی

منافع	روش برآورد	هزینه‌ها	روش برآورد
هزینه‌های درمان، مرگ زودرس و درآمدهای از دست رفته در نتیجه عدم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب	روش‌های بازاری و غیربازاری	هزینه‌های سرمایه‌گذاری اجرای طرح	روش‌های بازاری
ارزش دست رفته زیست‌محیطی در نتیجه عدم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب	روش‌های بازاری و غیربازاری	هزینه‌های عملیات و نگهداری طرح	روش‌های بازاری
ارزش اقتصادی پساب تولیدی	روش‌های بازاری و غیربازاری	هزینه‌های جانبی اجرای طرح	روش‌های بازاری و غیربازاری
ارزش اقتصادی لجن تولید شده	روش‌های بازاری		
ارزش اقتصادی انرژی تولید شده	روش‌های بازاری		

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش جمعیت و رشد سریع و روزافزون تقاضا برای کالاها و خدمات، چه در بخش صنعت و خدمات و چه در بخش کشاورزی، و افزایش تولید آب آلوده، ساماندهی به وضعیت فاضلاب‌های شهری و صنعتی اهمیت قابل ملاحظه‌ای دارد. تصفیه فاضلاب‌های تولیدی در کشور و استفاده مناسب از آنها می‌تواند بخشی از مشکلات کیفی منابع آبی را رفع نموده، آثار سوء عدم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب را بر محیط‌زیست و بهداشت انسانی کاهش دهد؛ علاوه بر کاهش آلودگی منابع آبی، با ایجاد منافع آشکار اقتصادی منافع جانبی چشمگیری نیز داشته باشد. بدین منظور در نظر گرفتن منافع و هزینه‌ها به صورت جامع و در قالب منافع و هزینه‌های اجتماعی در تحلیل‌های هزینه و فایده لازمه تصمیم‌گیری صحیح در این زمینه است.

روشن شدن ابعاد چند جانبه اقتصادی و زیست‌محیطی تصفیه و بکارگیری فاضلاب کمک می‌نماید تا تحلیل‌های هزینه-فایده پروژه‌های مذکور با در نظر گرفتن تمام هزینه‌ها و منافع اجتماعی انجام پذیرد و برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در این زمینه مبتنی بر اصول علمی، به روش‌های درستی انجام پذیرد.

با توجه به اینکه در مطالعات پیشین و طرح توجیحی انجام شده در خصوص طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب شهر تهران، جامع‌نگری یاد شده در مورد منافع و هزینه‌ها و روش‌شناسی بیان شده نیز برای برآورد منافع و هزینه‌ها بکار گرفته نشده است، با بازبینی طرح مذکور می‌توان ابعاد گسترده‌تری از منافع اجتماعی و زیست‌محیطی آن را مشخص نمود و همچنین چرایی لزوم تخصیص اعتبارات بیشتر در این زمینه برای اجرایی شدن با شتاب بیشتر طرح‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در کشور را توجیه نمود.

پی‌نوشت

1- Gross Domestic Product
2- Willingness To Pay (WTP)
3- Travel Cost Method

4- Hedonic Pricing Method
5- Contingent Valuation Method
6- Revealed Preferences
7- Stated Preferences
8- Market-based valuation
9- Change in Productivity
10- Net Factor Income
11- Avoided Cost
12- Avoided Damage
13- Surrogate Price
14- Replacement Cost
15- Non-Market Valuation- Stated Preference
16- Contingent Valuation
17- Choice Modeling
18- Non-Market Valuation- Revealed Preference
19- Travel Cost Method
20- Hedonic Pricing
21- Dose-response Functions
22- Double Dividend
23- Clean Development Mechanism (CDM)
24- Combined Heat and Power
25- Cost Benefit Analysis

منابع

پایگاه اطلاع رسانی شرکت آب و فاضلاب تهران. ۱۳۹۴. طرح فاضلاب تهران در میان ۳ طرح برتر آب نامزد دریافت جایزه جهانی، در دسترس در آدرس http://west.tpww.ir/fa/news/۲۳۸۳۵/print، تاریخ دسترسی: ۱۳۹۵/۰۳/۰۶.

شرزه‌ای، ع. ماجد، و. و عراقی‌نژاد، ش. ۱۳۹۴. راهنمای برنامه‌ریزی، مدیریت و تعیین تعرفه‌های پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به‌منظور استفاده مجدد. دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا وزارت نیرو.

Bateman I.J., Cole M.A., Georgiou S. and Hadley D.J. 2006. Comparing contingent valuation and contingent ranking: A case study considering the benefits of urban river water quality improvements. Journal of Environmental Management, 79(3): 221-231.

Gordon L.G., Eckermann S., Hirst N.G., Watson D.I., Mayne G.C., Fahey P. and Whiteman D.C. 2011. Healthcare resource use and medical costs for the management of oesophageal cancer. British Journal of Surgery, 98(11): 1589-1598.

Hakes J.K. and Viscusi W.K. 2007. Automobile seatbelt usage and the value of statistical life. Southern Economic Journal, 73: 659-676.

Hamilton A.J., Stagnitti F., Premier R., Boland A.M. and Hale G. 2006. Quantitative microbial risk assessment models for consumption of raw vegetables irrigated with reclaimed water. Applied and Environmental Microbiology, 72(5): 3284-3290.

Hanjra M.A., Drechsel P., Mateo-Sagasta J., Otoo M. and Hernández-Sancho F. 2015. Assessing the finance and economics of resource recovery and reuse solutions across scales. In Wastewater (pp. 113-136). Springer Netherlands.

Hernández-Sancho F., Lamizana-Diallo B., Mateo-Sagasta J. and Qadir M. 2015. Economic valuation of wastewater: the cost of action and the cost of no action. Economic valuation of wastewater: the cost of action and the cost of no action. UNEP: Nairobi, Kenya.

Kim J.H., Kim S.M., Joo J.S. and Lee K.S. 2012. Factors associated with medical cost among patients with terminal cancer in hospice units. Journal of palliative care, 28(1): 5.

Ledoux L. and Turner R.K. 2002. Valuing ocean and coastal resources: a review of practical examples and issues for further action. Ocean & Coastal Management, 45(9): 583-616.

Roman H.A., Hammitt J.K., Walsh T.L. and Stieb D.M. 2012. Expert elicitation of the value per statistical life in an air pollution context. Risk analysis, 32(12): 2133-2151.

Toze S. 2006. Reuse of effluent water-benefits and risks. Agric Water Manage, 80: 147-159

Tsai W.J., Liu J.T. and Hammitt J.K. 2011. Aggregation biases in estimates of the value per statistical life: evidence from longitudinal matched worker-firm data in Taiwan. Environmental and Resource Economics, 49(3): 425-443.

Wilking N. and Jönsson B. 2005. A pan-European comparison regarding patient access to cancer drugs. Karolinska Institutet in collaboration with Stockholm School of Economics Stockholm, Sweden.

سال سوم، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵، صفحات ۹۳ تا ۱۰۲
نشریه آب و توسعه پایدار

2016, Vol.3, No.1, Pages 93 to 102
Journal of Water and Sustainable Development

نقش بازار در تخصیص بهینه منابع آب و عوامل موثر بر کارایی بازار آب

غلامحسین کیانی

استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه اصفهان.
E-Mail: gh.kiani@ase.ui.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/٤/۲٦
تاریخ پذیرش: ۹۵/٦/۱۵

چکیده

اخیراً در برخی از کشورهای توسعه یافته ودر حال توسعه، مکانیزم بازار به عنوان یک روش کارا جهت تخصیص منابع آب مورد توجه واقع شده است. بهره‌گیری از این روش در ایران مستلزم شناخت شرایط لازم برای تشکیل یک بازار آب و همچنین پیامدهای اقتصادی آن می‌باشد. هدف این پژوهش بررسی پیامدهای اقتصادی بازارهای آب و نیز ارائه راهکارهای عملی مبتنی بر مبانی علمی و تجارب جهانی جهت تشکیل بازارهای آب کارآمد در ایران بوده است. بدین منظور ضمن تبیین شرایط لازم برای تشکیل یک بازار آب و عوامل موثر بر کارایی یا شکست آن، چگونگی تحقق این شرایط در برخی از بازارهای آب فعال در ایران وجهان بررسی گردید. همچنین پیامدهای اقتصادی دو بازار محلی آب در مجن و اردبیل بررسی شد. بر اساس نتایج این پژوهش بازارهای آب عموماً در مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل شده‌اند. بازار آب منافاتی با ملی بودن منابع آب نداشته و امکان مبادله حق بهره‌برداری از منابع آب و تشکیل بازارآب وجود دارد. در این راستا تعریف شفاف حقابه‌ها و تضمین مالکیت توسط نهادهای قانونی یا اجتماعی ضروری می‌باشد. تفکیک مالکیت آب از زمین، تضمین مبادلات، کاهش هزینه‌های اداری مبادلات و ایجاد تأسیسات مناسب، سبب کاهش هزینه‌های مبادله و افزایش کارایی بازارهای آبِ مورد مطالعه شده است. همچنین تبادل شفاف اطلاعات و بهره‌گیری از مکانیزم مناسب تخصیص اولیه حقابه‌ها مانع بروز انحصار و افزایش کارایی بازارهای آب شده است. در برخی موارد نیز دخالت دولت یا نهاد اجرایی بازار، عوارض خارجی منفی را کاهش و کارایی اجتماعی بازارهای آب را افزایش داده است.همچنین نتایج نشان می‌دهندکه قیمت آب در دو بازار محلی مجن و اردبیل به ارزش اقتصادی آب نزدیک بوده و مبادلات آب منجر به افزایش درآمد بهره‌برداران شده است.

واژه‌های کلیدی: بازارآب، کارایی، حقابه، هزینه مبادله.

The Role of Market in Optimal Water Resources Allocation and Efficacious Factors Influencing the Efficiency of Water Markets

Gh.H. Kiani

Assistant professor, Department of Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
Email: gh.kiani@ase.ui.ac.ir

Received: 16-7-2016
Accepted: 5-9-2016

Abstract

Recently, the market mechanism has been considered as an efficient method for allocating water resources in some developed and developing countries. The necessary conditions to establish an efficient water market and its economic consequents must be recognized before using this method in Iran. The purpose of this study is to investigate the economic consequences and present practical solutions based on scientific foundations and international experience to develop an efficient water market in Iran. Also, economic consequents of water markets were studied in Mojen and Ardabil. Results show that water markets usually have been constituted in arid and semi- arid regions. Although water resources have a national characteristic, however, water concession can be traded. For this purpose, water rights must be clearly defined and property rights enforced by social or legal institutions. Also separating water rights from that of land, enforcing transactions, decreasing administrative costs and maintaining water delivery infrastructure have decreased transaction costs and consequently promoted water markets efficiency. Sometimes, governments or market institutions have mitigated negative externalities. Furthermore, results show that the price of water is close to the economic value of water in Mojen and Ardabil water markets and the water market has increased the users' revenue.

Keywords: Water market, Efficiency, Water right, Transaction cost.

مقدمه

در دهه‌های اخیر به دلیل افزایش جمعیت کشور، تقاضا برای منابع آب در بخش‌های صنعت، کشاورزی و شرب، افزایش چشمگیری داشته است. امّا به دلیل شرایط اقلیمی و محدود بودن بارندگی و همچنین محدودیت‌های مالی افزایش عرضه آب با محدودیت مواجه بوده است. علاوه بر کمبود بارش، پراکندگی بارندگی‌ها در سطح کشور متناسب نبوده و اغلب بارش‌ها در سواحل دریای خزر و غرب و جنوب غربی کشور رخ داده و بخش‌های مرکزی کشور از بارندگی‌های کمتر برخوردار هستند. رشد روز افزون مازاد تقاضا موجب برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی و افت سطح ایستایی شده و بهره‌برداری پایدار از منابع آب را به مخاطره انداخته است. به گونه‌ای که میانگین بلند مدت افت سطح ایستایی کشور ۵۱ سانتی‌متر در سال بوده که این مقدار در سال آبی ۸۷-۱۳۸۶ به ۱۱۴ سانتی‌متر رسیده است.

در شرایطی که مازاد تقاضا برای منابع آب وجود داشته و افزایش عرضه نیز با محدودیت مواجه است، استفاده بهینه و کارا از منابع آب موجود لازم و ضروری به نظر می‌رسد. اما شواهد و قرائن نشان می‌دهند که در حال حاضر منابع آب به صورت بهینه مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. به عنوان مثال در بخش کشاورزی کشور که بیش از ۹۰ درصد از آب استحصال شده کشور را مصرف می‌کند، راندمان مصرف حدود ۳۶ درصد گزارش شده است. یکی از دلایل مصرف ناکارای منابع آب پایین بودن آب بهای پرداختی توسط بهره‌برداران کشاورزی، صنعتی و مصرف‌کنندگان آب شرب و در نتیجه کاهش انگیزه ایشان در استفاده بهینه از منابع آب محدود بوده است. در سال‌های اخیر توجه به ارزش اقتصادی آب در تخصیص منابع آب مورد توجه سیاست‌گذاران قرار گرفته است. در همین راستا ارتقا بهره‌وری و توجه به ارزش اقتصادی، امنیتی و سیاسی در استحصال، عرضه و نگهداری و مصرف جزء سیاست‌های کلان نظام جمهوری اسلامی در بخش آب کشور تعریف شده است. همچنین یکی از ماموریت‌های وزارت نیرو در بخش آب کشور این است که با در نظر گرفتن ارزش ذاتی، اقتصادی، امنیتی، سیاسی، اجتماعی و زیست‌محیطی این ماده حیاتی به عنوان یکی از محورهای اصلی توسعه پایدار و رکن اصلی آمایش سرزمین با مدیریت کمی و کیفی منابع و مصارف آب، نسبت به عرضه آب مطمئن، کافی و قابل مصرف اقدام کرده و از این راه نقش خود را در ارتقاء بهداشت و رفاه اجتماعی و توسعه پایدار ایفا نماید. در قانون سوم و چهارم وپنجم توسعه اقتصادی-اجتماعی کشور نیز توجه به ارزش اقتصادی آب مورد تأکید قرار گرفته است.

طبق تئوری‌های اقتصادی تشکیل بازار آب رقابتی شرط کافی برای تخصیص بهینه منابع آب می‌باشد. یک بازار آب نهادی است که منابع آب با توجه به ارزش اقتصادی آن بین خریداران و فروشندگان مبادله می‌شود.

نتایج تحقیقات نشان می‌دهند که بازارهای آب فعال یا شبیه سازی شده، موجب افزایش کارایی مصرف آب، افزایش رفاه زارعین و نیز توجیه‌پذیری سرمایه‌گذاری در طرح‌های انتقال آب شده‌اند (Dinar و Letey، ۱۹۹۱؛ Hearn و William، ۱۹۹۷؛ Easter و همکاران، ۱۹۹۹؛ Garrido، ۲۰۰۰؛ Zekri و William، ۲۰۰۵؛ kiani و همکاران، ۲۰۰۸؛ kiani، ۲۰۰۹؛ کیانی، ۱۳۸۷؛ کیانی و باقری، ۱۳۹۱).

سوالات متعددی در خصوص امکان تشکیل بازار آب و پیامدهای آن وجود دارد، برای نمونه: به لحاظ ماهیت فیزیکی آب از یکسو و نوع مالکیت منابع آب در ایران از سوی دیگر، چه شرایطی جهت تشکیل بازارهای آب مورد نیاز است؟ و آیا عملاً این شرایط تحقق‌پذیر هستند؟ چه عواملی بر کارایی بازارهای آب موثر هستند؟ پیامدهای اقتصادی تشکیل بازارهای آب رقابتی چیست؟ نقش دولت در بازار آب چیست؟ تا چه اندازه امکان انحصاری شدن بازارهای آب وجود دارد؟

در ادامه، ابتدا مبانی نظری بازار آب و شرایط لازم جهت تشکیل آن طبق تئوری‌های اقتصادی تبیین می‌شود. سپس بر اساس مطالعات انجام شده توسط پژوهشگر، پیامدها و تبعات اقتصادی بازارهای آب مجن و اردبیل تحلیل می‌شود. سپسبا بررسی بازارهای آب منتخب فعال در ایران و جهان، چگونگی تحقق شرایط مورد نیاز جهت تشکیل بازار آب در عمل و امکان انحصاری شدن بازار آب بررسی می‌شود. در بخش پایانی ضمن نتیجه‌گیری، نقش دولت در بازار آب بیان شده و پیشنهادات عملی ارائه می‌شود.

روش پژوهش

در این بخش ابتدا مکانیزم مبادله در یک بازار آب بررسی شده و سپس شرایط لازم جهت تشکیل یک بازار آب رقابتی طبق تئوری‌های اقتصادی بیان می‌شود.

الف) مکانیزم مبادله در بازار آب

در شرایطی که ارزش نهایی آب بین بهره‌برداران متفاوت باشد انگیزه اقتصادی جهت مبادله آب و تشکیل بازار وجود دارد. در این شرایط آب از مصارف با ارزش نهایی کمتر به سمت مصارف با ارزش نهایی بیشتر منتقل شده و کارایی مصرف آن افزایش می‌یابد. با تشکیل بازار آب در یک منطقه و واقعی شدن ارزش منابع آب هزینه فرصت منابع آب مورد استفاده افزایش یافته و از این‌رو انگیزه بهره‌بردارانی نیز که به طور مستقیم در بازار شرکت نمی‌کنند جهت استفاده کارا از منابع آب افزایش می‌یابد.

طبق قضیه اول رفاه تعادل در یک مجموعه بازار رقابتی کارای پارتو می‌باشد. بدین معنی که وقتی بازار به تعادل رسید امکان

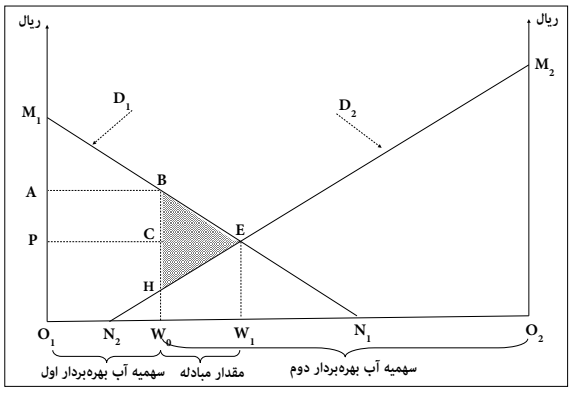
افزایش مطلوبیت هیچ یک از مشارکت‌کنندگان در بازار بدون کاهش مطلوبیت حداقل یک فرد دیگر وجود ندارد. به عبارت دیگر در نقطه تعادل امکان تخصیص یا توزیع مجدد منابع به طریق کارآمدتری وجود ندارد.

به منظور بررسی مکانیزم مبادله در بازار آب فرض کنیم که در منطقه مورد مطالعه دو (گروه) بهره‌بردار آب وجود دارند[1]. بهره‌بردار آب ممکن است یک تولیدکننده بخش کشاورزی و یا صنعت باشد که آب را به عنوان یک نهاده مورد استفاده قرار می‌دهد و یا یک مصرف‌کننده باشد که آب را به عنوان یک کالای نهایی برای شرب و بهداشت و یا به دلیل خدمات زیست محیطی (مانند استفاده تفریحی از آب برای شنا و ...) تقاضا می‌کند.

منحنی تقاضای آب دو بهره‌بردار در شکل (۱) نشان داده شده است. این منحنی برای تولیدکننده همان منحنی ارزش تولید نهایی[2] می‌باشد و برای مصرف‌کننده‌ای که آب را برای خدمات زیست محیطی آن تقاضا می‌کنند، نشان‌دهنده تمایل به پرداخت[3] وی می‌باشد. از آنجائی که در بازار آب امکان مبادله آب بین بهره‌برداران مختلف وجود دارد، از منحنی منفعت نهایی به عنوان یک واژه مشترک برای بیان تقاضا بین بهره‌برداران مختلف استفاده می‌شود.

چون الزاماً تکنولوژی تولیدِ تولیدکنندگان (زارعین و یا تولیدکنندگان صنعتی) با یکدیگر یکسان نیست (به علت تفاوت در سطح مهارت، تجربه، دانش فنی و ...) ارزش تولید نهایی آب برای دو گروه متفاوت است. از این‌رو توابع تقاضای نامشروط[4] آب (که از تابع سود مشتق می‌گردند) برای این دو تولیدکننده دارای شیب متفاوتی هستند. تفاوت در شیب منحنی تقاضا و یا تمایل به پرداخت مصرف‌کنندگان نیز به دلایلی از جمله تفاوت در سلیقه، درآمد و .. نیز اتفاق می‌افتد.

فرض کنیم دو بهره‌بردار به ترتیب دارای O_1W_0 و O_2W_0 واحد حقابه اولیه هستند. در صورتی که امکان مبادله آب بین این دو وجود نداشته باشد[5]، هر یک حقابه خود را جهت تولید محصول مورد استفاده قرار می‌دهند. در این حالت منفعت کل بهره‌بردار اول و دوم به ترتیب برابر با مساحت $O_1M_1BW_0$ و $O_2M_2HW_0$ می‌باشد. حال فرض کنیم که در منطقه مورد نظر بازار تشکیل و امکان مبادله آب بین دو بهره‌بردار فراهم شود. همچنین فرض کنیم هزینه مبادله در بازار آب صفر باشد. همان‌طور که در شکل (۱) ملاحظه می‌گردد مبادله آب برای هر دو بهره‌بردار سودآور بوده و انگیزه اقتصادی لازم برای مبادله وجود دارد زیرا در صورتی که بهره‌بردار اول به اندازه W_0W_1 واحد آب از بهره‌بردار دوم خریداری نماید، منفعت کل خود را به اندازه W_0BEW_1 ریال افزایش می‌دهد. وی برای خرید این مقدار آب به اندازه W_0CEW_1 ریال پرداخت نموده و از این مبادله به اندازه BCE ریال سود می‌برد. این مبادله برای بهره‌بردار دوم نیز سودآور است زیرا وی در صورت فروش آب به میزان W_0W_1 واحد، به اندازه W_0CEW_1 ریال درآمد کسب نموده و در اثر خارج کردن این مقدار آب از جریان تولید و یا مصرف (جهت فروش) فقط به اندازه W_0HEW_1 ریال از منفعت کل وی کاسته می‌شود. پس بهره‌بردار دوم نیز از این مبادله به اندازه HCE ریال سود می‌برد. بنابر این در نتیجه تشکیل بازار آب و فراهم شدن امکان مبادله میان دو بهره‌بردار، در مجموع ایشان به اندازه HBE ریال سود می‌برند. این مبادله تا جایی ادامه پیدا می‌کند که منفعت نهایی آب برای هر دو بهره‌بردار برابر شود. همانطور که در شکل (۱) ملاحظه می‌گردد تفاوت در شیب تابع منفعت نهایی و یا تفاوت در مقدار سهمیه اولیه دو بهره‌بردار مبنای مبادله در بازار آب می‌باشند.



شکل ۱- چگونگی مبادله آب در یک بازار آب

ب) شرایط لازم جهت تشکیل یک بازار آب رقابتی

برای تشکیل یک بازار رقابتی که منجر به تخصیص کارای پارتو گردد چهار شرط لازم است (Kolstad، ۲۰۰۰):

۱- برای مبادله آزادانه کالاها یا منابع می‌بایست حقوق مالکیت آن‌ها مشخص و تعریف شده[6] باشد. این حقوق می‌بایست به صورت انحصاری[7] در اختیار مالک بوده و قابلیت واگذاری[8] به غیر را داشته باشند. علاوه بر این حقوق مالکیت می‌بایست تضمین شده و قابل اجرا[9] باشند. همچنین کالاهای قابل مبادله در بازار از لحاظ مصرف رقیب[10] هستند، یعنی به مجرد استفاده یک فرد از کالا، امکان استفاده‌ی آن توسط فرد دیگر سلب می‌شود[11]. براین اساس برای مبادله منابع آب در بازار می‌بایستحقابه‌ها به صورت شفاف تعریف شده و واحد اندازه‌گیری و مقدار آب متعلقه به حقابه‌ها مشخص گردد. همچنین این حقابه‌ها باید به صورت انحصاری در اختیار بهره‌برداران بوده و بهره‌برداران قادر به اعمال مالکیت خود از طریق قوانین رسمی و یا مجوزهای اجتماعی و عرفی باشند. به علاوه باید امکان واگذاری و فروش حقابه‌ها وجود داشته باشد.

۲- شرط دوم برای تشکیل یک بازار رقابتی این است که هزینه‌های مبادله در بازار وجود نداشته باشند. همانطور که در قسمت قبل اشاره شد در صورتی که ارزش کرانه ای آب برای دو بهره‌بردار متفاوت باشد، انگیزه اقتصادی برای مبادله آب بین این دو نفر وجود دارد. مبادله آب در صورتی انجام می‌شود که هزینه‌های

مبادله از تفاوت بین دو ارزش نهایی آب کمتر باشد. با افزایش هزینه‌های مبادله از حجم مبادلات و در نتیجه کارایی بازار کاسته می‌شود. اگر هزینه مبادله بیش از مقدار اختلاف بین دو ارزش نهایی آب باشد، مبادله ای صورت نمی‌گیرد.

عوامل متعددی باعث افزایش هزینه‌های مبادله در بازار آب می‌شوند. از آن جمله می‌توان به مالکیت توأم آب و زمین، فقدان تاسیسات زیربنائی مناسب جهت انتقال یا ذخیره‌سازی آب، هزینه‌های اداری و فقدان ضمانت اجرائی مبادلات اشاره نمود. مالکیت توأم آب و زمین سببافزایش هزینه‌های مبادله آب می‌گردد، زیرا در این‌صورت متقاضی آب ملزم به خرید زمین نیز بوده و به طور ناخواسته قیمت تمام شده آب خریداری شده افزایش می‌یابد. از این‌رو تفکیک مالکیت و مبادله آب از زمین باعث کاهش هزینه‌های مبادله و تسریع مبادلات می‌گردد. به لحاظ ماهیت فیزیکی آب، انتقال یا ذخیره‌سازی آب مبادله شده نیاز به تاسیسات زیربنایی مناسب داشته و ایجاد این تاسیسات هزینه اضافی به مشارکت‌کنندگان در بازار آب تحمیل می‌کند. فقدان شبکه مناسب انتقال آب، ممکن است منجر به پراکندگی بازارهای آب شده(مانند بازار مبادلات آب چاه‌های خصوصی) و کارایی اقتصادی مورد انتظار از یک بازار آب یکپارچه حاصل نگردد. هزینه‌های اداری، مانند هزینه ثبت مبادلات و اخذ مجوز نیز موجب افزایش هزینه‌های مبادله در بازار آب می‌شوند. علاوه بر این در صورت عدم تضمین مبادلات آب توسط نهادهای قانونی یا اجتماعی مخاطره و در نتیجه هزینه مبادلات در بازار آب افزایش می‌یابد.

۳- خریداران و فروشندگان از شرایط بازار یعنی قیمت حاکم بر بازار و مقدار عرضه یا تقاضای کالا یا نهاده اطلاع کامل داشته باشند. در این‌صورت هزینه ای بابت اطلاعات نامتقارن بر مشارکت‌کنندگان در بازار تحمیل نشده و فقط یک قیمت در بازار شکل می‌گیرد.

۴- اندازه هر یک از بنگاه‌های اقتصادی موجود در بازار نسبت به کل بازار کوچک باشد، به گونه‌ای که هیچ یک از بنگاه‌ها نتوانند بر روی قیمت تأثیر چشمگیری اعمال نمایند. در صورت نقض این شرط و بروز قدرت بازار، تعادل در بازار منجر به تخصیص بهینه پارتو و کارایی اقتصادی نخواهدشد. به لحاظ اهمیت آب به عنوان کالا برای مصرف‌کنندگان و نهاده برای تولیدکنندگان انحصار در بازار آب علاوه بر پیامدهای نامطلوب اقتصادی ممکن است پیامدهای نامطلوب اجتماعی و سیاسی نیز به همراه داشته باشد.

عوارض خارجی[۱۲] یکی دیگر از عواملی است که بر کارایی بازارهای آب مؤثر بوده و ممکن است منجر به شکست بازار گردند. در واقع عوارض خارجی زمانی بروز می‌کند که کالا از لحاظ مصرف غیر انحصاری و غیر رقابتی(کالای عمومی) باشد (Kolstad، ۲۰۰۰). در این حالت بهره‌برداری از منابع آب توسط یک فرد یا بنگاه، استفاده فرد یا بنگاه دیگر را تحت تاثیر منفی قرار می‌دهد، بدون اینکه زیان وارد شده جبران گردد. در این وضعیت بازار به خودی خود منجر به کارایی اجتماعی نشده و دخالت دولت در بازار آب جهت کاراتر شدن آن ضروری می‌باشد. عوارض خارجی منفی در بازارهای آب ممکن است به اشکال مختلف از جمله برداشت بیش از حد از منابع مشترک آب‌های زیرزمینی و کاهش جریانات برگشتی[۱۳] بروز نماید. در مواردی که بهره‌برداران از آب به طور غیرمستقیم استفاده می‌نمایند (مانند پرورش ماهی)، آب مجدداً به بستر رودخانه بازگشته و بهره‌برداران پائین‌دست می‌توانند از جریانات برگشتی استفاده نمایند. اگر بهره‌برداران بالادست حقابه‌های خود را بفروشند و یا نوع استفاده آن را از غیرمصرفی به مصرفی تغییر دهند، حقابه‌داران پائین دست تحت تاثیر قرار می‌گیرند. هر چند برداشت بیش از حد از منابع آب‌های زیرزمینی و کاهش جریانات برگشتی زائیده بازار آب نیست، اما ممکن است تشکیل بازار آب و ارزشمند شدن آب باعث تشدید آن گردد. عوارض خارجی منفی ممکن است به صورت معضلات زیست محیطی مانند آلودگی آب‌ها، شوری خاک وکاهش حداقل جریان اکولوژیکی نیز بروز نماید. در این‌صورت هزینه بهبود محیط زیست در قیمت بازاری آب لحاظ نشده و از دیدگاه اجتماعی بازار آب منجر به تخصیص کارای منابع آب نمی‌گردد.

نتایج تجربی پژوهش

در این بخش ابتدا بر اساس مطالعات قبلی پژوهشگر، پیامدهای اقتصادی بازار آب مجن و اردبیل تشریح می‌شود. سپس چگونگی تحقق شرایط لازم جهت تشکیل بازار آب رقابتی در عمل برای برخی از بازارهای آب فعال در جهان و ایران بررسی می‌شود.

الف) پیامدهای اقتصادی بازارهای آب منتخب

-بازار آب مجن

بازار آب مجن در شهرستان شاهرود و در پی تغییر ساختاری در شیوه توزیع آب و تسهیل مبادلات در سال ۱۳۴۱ تشکیل شده است (بهلولوند، ۱۳۸۵؛ کیانی، ۱۳۸۷). در این سال اطلاعات مربوط به مالکیت زارعین منطقه از قنوات و رودخانه پیش ده ثبت و ضبط گردیده و مطابق با آن برای هر فرد یک سند مالکیت مجزا از زمین صادر شد. همزمان با تغییر در نظام توزیع آب، شرکت سهامی آبیاری و کشاورزی مجن در سال ۱۳۴۱ جهت مدیریت منابع آب و اجرای شیوه جدید تخصیص آب تاسیس شد. این شرکت به عنوان نهاد اجرایی بازار، وظیفه ثبت و ضبط مالکیت حقابه‌ها، ثبت مبادلات دائمی حقابه‌ها، استخدام کادر میرآبی و نظارت بر فعالیت آن‌ها، تعمیر و نگهداری مسیرهای اصلی انتقال آب و تعمیر و نگهداری چهار حلقه چاه متعلق به شرکت و رفع منازعات احتمالی بین اعضاء را بر عهده دارد.

در بازار آب مجن بر اساس مدت زمان استفاده از حقابه سه نوع مبادله دائمی، سالانه و مداری (در طول سال زراعی) صورت می‌گیرد. در خلال سال‌های ۸۵-۱۳۸۱ سالانه به طور متوسط یک درصد از حقابه‌ها به صورت دائمی مبادله شده‌اند. در این دوره متوسط سالانه مصرف آب کشاورزی در سطح یک نمونه (۱۶۴ نفر) از زارعین منطقه ۲/۴ میلیون متر مکعب بوده که از این مقدار ۵۵۰ هزار متر مکعب از مبادلات سالانه و ۴۸ هزار متر مکعب از مبادلات مداری (جمعا ۲۵ درصد از کل آب مصرفی) تهیه شده است. متوسط قیمت هر ساعت حقابه آب در مبادلات دائمی نه میلیون ریال و متوسط قیمت هر متر مکعب آب در مبادلات سالانه و مداری به ترتیب ۶۸۴ و ۸۸۵ ریال و متوسط وزنی آن ۶۹۸ ریال بوده است (کیانی، ۱۳۸۷).

نتایج نشان می‌دهند، این بازار باعث شده است که درآمد خریداران ۹/۵ درصد (سطح BCE در شکل ۱) و درآمد فروشندگان ۷۲ درصد (سطح CHEدر شکل ۱) افزایش یابد.

جهت تعیین تأثیر بازار آب بر مخاطره درآمد مشارکت‌کنندگان در بازار آب انحراف معیار، ضریب تغییرات و ارزش در خطر (VaR)[۱۴] درآمد خریداران و فروشندگان آب در دو وضعیت (مشارکت در بازار و بدون مشارکت در بازار) با یکدیگر مقایسه شد. نتایج نشان می‌دهند که بازار آب باعث کاهش مخاطره درآمد خریداران و فروشندگان شده است.

نتایج بررسی ارتباط بین قیمت آب در مبادلات دائم و سالانه نشان می‌دهند که چنانچه یك فرد در ابتدای هر سال یك ساعت حقابه را به طور دائم خریداری نموده و آن‌را برای یکسال اجاره دهد، نرخ بازده داخلی این فعالیت به طور متوسط ۴۳ درصد می‌باشد. به عبارت دیگر این نوع سرمایه‌گذاری دارای توجیه اقتصادی است. علاوه بر این، اجاره سالانه یك ساعت حقابه و فروش مداری آن دارای توجیه اقتصادی می‌باشد. از نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که مبادلات دائم، سالانه و مداری، مبادلاتی یکپارچه بوده و قیمت‌های آب بر اساس اصول اقتصادی شکل گرفته‌اند. بر این اساس این بازار مصداق یک بازار رقابتی و کارا است.

نتایج این مطالعه نشان داد در دوره مورد مطالعه سهم نهاده آب (منبع آب رودخانه) از قیمت تمام شده یك کیلوگرم سیب زمینی در مجن ۳۵ درصد و سهم نهاده زمین ۸ درصد بوده است. این در حالی است که متوسط این سهم در کشور در تولید محصول سیب زمینی برای نهاده آب و زمین به ترتیب ۶ و ۱۶ درصد بوده است. همچنین سهم نهاده آب از قیمت تمام شده یك کیلوگرم گندم در مجن ۴۴ درصد و سهم نهاده زمین ۲۳ درصد بوده است. امّا سهم نهاده آب (منبع آب رودخانه) و زمین از قیمت تمام شده یك کیلوگرم گندم در کشور به ترتیب ۱۲ و ۳۲ درصد بوده است. همانطور که ملاحظه می‌شود در مجن سهم نهاده آب از قیمت تمام شده هر کیلوگرم سیب زمینی و گندم بیشتر از سهم نهاده زمین است. درصورتی که در بقیه نقاط کشور عکس آن رخ داده است. به عبارت دیگر بازار آب مجن ارزش واقعی آب را تعیین نموده و زارعین این منطقه بر خلاف سایر نقاط کشور به جای زمین، ارزش نهاده کمیاب آب را حداکثر نموده‌اند.

در سال‌های منتهی به دوره مطالعه، زارعین در مجن، ۶۰ کیلومتر از شبکه انتقال آب از چاه‌های خصوصی تا مزارع را لوله‌گذاری نموده‌اند. این در حالی است که در سایر نقاط کشور به دلیل پایین بودن قیمت آب کشاورزی و همچنین پر مخاطره بودن سرمایه‌گذاری در طرح‌های انتقال آب کشاورزی،سرمایه‌گذار بخش خصوصی انگیزه کافی برای این نوع سرمایه‌گذاری از خود نشان نداده است. نتایج ارزیابی این طرح در شرایط مخاطره نشان می‌دهد که به علت تشکیل بازار و واقعی شدن قیمت آب در این منطقه سرمایه‌گذاری انجام شده توسط بخش خصوصی در شبکه انتقال آب دارای توجیه اقتصادی بوده است.

در منطقه مجن توزیع آب، بهسازی و تعمیر و نگهداری شبکه‌های انتقال آب توسط شرکت آبیاری (به نمایندگی از حقابه‌داران) صورت می‌گیرد. بدین منظور شرکت مذکور به ازاء هر متر مکعب آب ۷۶ ریال از طریق دریافت سرانه و فروش آب دریافت نموده است. چنانچه دولت به جای شرکت آبیاری مدیریت منابع آب را در این منطقه بر عهده می‌گرفت با توجه به قانون تثبیت آب‌بهای زراعی و الگوی کشت منطقه حداکثر ۴۲ ریال (سه درصد ارزش محصولات) به عنوان آب‌بها از زارعین دریافت می‌کرد. به عبارت دیگر به دلیل مشارکت مردم در مدیریت منابع آب در این منطقه به ازاء هر متر مکعب آب توزیع شده ۳۴ ریال از هزینه‌های دولت کاسته شده است.

در یک جمع‌بندی از پیامدهای اقتصادی بازار آب در مجن می‌توان گفت که این بازار باعث افزایش درآمد و کاهش ریسک درآمد بهره‌برداران، کاهش هزینه‌های دولت در مدیریت منابع آب و افزایش انگیزه بخش خصوصی جهت سرمایه‌گذاری در شبکه انتقال آب شده است (کیانی، ۱۳۸۷).

-بازارآب محلی اردبیل

کیانی و باقری (۱۳۹۱ و ۱۳۹۲) وضعیت مبادله آب توسط زارعین دشت اردبیل مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه پس از بررسی مقدماتی، ۱۲ روستای واقع در دشت اردبیل که پیش بینی می‌شد بیشترین مقدار مبادلات آب در آن‌ها صورت می‌گیرد، به عنوان ۱۲ طبقه در نظر گرفته شده و از هر یک به طور تصادفی نمونه‌گیری شده است. از مجموع ۲۵۶ زارع مورد بررسی، ۱۲۸ زارع در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ مبادرت به خرید آب نموده و بقیه مشارکتی در بازار آب نداشته‌اند.

در دشت اردبیل آب به سه صورت دائم، سالانه و خرید در طول سال مبادله می‌شود. در این منطقه نیز مانند سایر بازارهای آب جهان،

حجم مبادلات دائم کمتر از سایر مبادلات می‌باشد. اجاره سالانه آب به دو صورت اجاره سالانه با زمین و بدون زمین صورت می‌گیرد. به طور متوسط هشت درصد از زارعین مورد مطالعه مبادرت به اجاره سالانه آب با زمین نموده‌اند و متوسط اجاره هر هکتار زمین با آب ۱۳/۵ میلیون ریال بوده است. به طور متوسط نه درصد زارعین نیز مبادرت به اجاره سالانه آب بدون زمین کرده‌اند. حجم آب اجاره شده در سطح نمونه حدود ۲۱۴ هزار مترمکعب و قیمت هر مترمکعب آب در این نوع مبادله ۶۸۲ ریال بوده است. بیش از ۳۲ درصد از زارعین مبادرت به خرید آب در طول سال زراعی نموده‌اند. حجم آب خریداری شده در طول سال ۶۷۹ هزار مترمکعب و قیمت هر متر مکعب آب ۸۹۱ ریال بوده است. از مجموع ۵/۳ میلیون مترمکعب آب مصرف شده توسط زارعین، حدود ۱/۲ میلیون مترمکعب (۲۳ درصد) از بازار خریداری شده که نشان دهنده اهمیت بازار آب در تامین آب مورد نیاز زارعین می‌باشد. از این مقدار، ۲۸ درصد اجاره سالانه با زمین، حدود ۱۷ درصد به صورت اجاره سالانه بدون زمین و ۵۵ درصد در طول سال زراعی خریداری شده است. میانگین وزنی قیمت هر مترمکعب آب در مبادلات سالانه بدون زمین و مبادلات در طول سال در سطح نمونه، ۸۴۱ ریال بوده است.

پس از برآورد توابع تولید دو محصول عمده زراعی منطقه(سیب زمینی و گندم)، ارزش اقتصادی (ارزش تولید نهایی) هر متر مکعب آب برای این دو محصول به ترتیب ۱۰۱۱ و ۷۶۴ ریال محاسبه شد. بر این اساس میانگین وزنی(بر اساس مقدار آب مصرف شده برای هر محصول) ارزش اقتصادی هر متر مکعب آب در دشت اردبیل ۹۳۰ ریال بوده است. همانطور که ملاحظه می‌شود میانگین قیمت مبادله هر متر مکعب آب ۸۴۱ ریال و نزدیک به میانگین ارزش اقتصادی هر متر مکعب آب (۹۳۰ ریال) می‌باشد. بر این اساس می‌توان گفت که آب در بازارهای محلی بر اساس ارزش اقتصادی آن تخصیص می‌یابد.

نتایج نشان می‌دهند میانگین درآمد خالص زارعین سیب زمینی کار پس از خرید آب حداقل ۲/۹ و حداکثر ۳۰/۷ درصد و درآمد خالص زارعین گندم کار حداقل ۰/۵ و حداکثر ۱۵/۶ درصد افزایش داشته است. میانگین افزایش درآمد برای هر دو گروه نیز بین ۱/۸درصد (در کوتاه مدت) تا ۲۳/۹ درصد (در بلندمدت) پیش بینی می‌شود.

- موانع و مشکلات مبادله آب در دشت اردبیل

به منظور بررسی موانع و مشکلات مبادله آب در دشت اردبیل با ۱۲۸ نفر از زارعینی که در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ هیچگونه مبادله آبی نداشتند، مصاحبه و اطلاعات لازم از طریق پرسشنامه جمع آوری شد. از این تعداد، ۷۱ نفر یا آب مازاد بر نیاز جهت فروش نداشته و یا نیاز به خرید آب نداشته‌اند. از ۵۷ زارعی که نیاز به خرید آب داشته امّا آب خریداری نکرده بودند، دلایل عدم خرید آب سوال شد. حدود ۷۴ درصد از زارعین متقاضی دلیل عدم خرید آب را پیدا نکردن فروشنده آب ذکر کردند. علاوه بر این، ۳۲ درصد بالا بودن آب بها، ۵ درصد عدم توان مالی، ۵ درصد الزام خرید آب و زمین، ۵ درصد عدم وجود آب‌راه مناسب جهت انتقال آب و ۱/۸ درصد ممانعت بازرسان شرکت آب منطقه‌ای را دلیل عدم خرید آب ذکر کرده‌اند.

همانطور که ملاحظه می‌گردد، علی رغم منع قانونی مبادله آب خصوصاً مبادله منابع آب سطحی، اغلب متقاضیان آب این عامل را بازدارنده نمی‌دانند، بلکه عدم دسترسی به فروشنده را عامل اصلی قلمداد کرده‌اند. عدم دسترسی به فروشنده ممکن است از کمبود آب و فقدان مازاد آب برای عرضه و یا عدم تمایل زارعین به فروش آب به دلیل ممانعت‌های قانونی باشد؛ کما این که همانطور که قبلا اشاره شد، افرادی هم که مبادرت به فروش آب کرده بودند با اکراه، اطلاعات مربوط به فروش آب را ارائه می‌دادند و در خیلی از موارد جمع‌آوری اطلاعات مربوط به فروش آب ممکن نبود. ممانعت بازرسان شرکت آب منطقه‌ای از مبادله آب اولاً به سبب ترس از افشا و پیامدهای آن، باعث بالا رفتن ریسک مبادله شده و انگیزه زارعین (خصوصاً فروشندگان بالقوه) را برای انجام مبادله کاهش می‌دهد، ثانیاً باعث تبادل نامتقارن اطلاعات بازار می‌شود، چرا که امکان پیدا نمودن فروشندگان کاهش می‌یابد.

ب) چگونگی تحقق شرایط لازم جهت تشکیل بازار در برخی از بازارهای آب فعال در ایران و جهان

در این پژوهش پس از بررسی مطالعات انجام شده در خصوص پنج بازار آب فعال در ایران و جهان شامل بازار آب کلرادو در آمریکا(Kemper و Larry، ۱۹۹۹)، بازار آب ویکتوریا در استرالیا (State Government Victoria، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۷)، بازار آب در شیلی (Harris، ۲۰۰۳)، بازار آب سیورانا-ریودکانیز[15] در اسپانیا (Tarrech و همکاران، ۱۹۹۹) و بازار آب مجن در ایران (بهلولوند، ۱۳۸۵؛ کیانی، ۱۳۸۷)، اقداماتی که منجر به تحقق شرایط پیش گفته و در نتیجه تشکیل و کارایی این بازارها شده است، استخراج گردید.

همانطور که در جدول (۱) ملاحظه می‌گردد بازارهای آب عموماً در مناطق خشک و نیمه خشک که با مشکل کم آبی مواجه هستند، شکل گرفته‌اند. ایالت ویکتوریا نیز که از بارندگی مناسب برخوردار است، به علت عدم تکافوی منابع عرضه، معضل مازاد تقاضا وجود دارد. بنابراین می‌توان گفت که پیش شرط تشکیل بازار آب در یک منطقه، مازاد تقاضای آب می‌باشد.

ویژگی مشترک دیگر، تشکیل نهادهای اجرایی در بازارهای آب مورد بررسی می‌باشد.این نهادها عمدتاً غیر دولتی بوده و به صورت تشکل‌های مردمی و با انتخاب بهره‌برداران شکل گرفته‌اند. نهادهای اجرایی بازار آب مدیریت منابع آب، تعمیر و نگهداری و حتی

احداث تأسیسات انتقال آب را نیز بر عهده داشته‌اند. همچنین این نهادها نقش به سزایی در تسهیل مبادلات و افزایش کارایی بازارهای آب ایفا نموده‌اند که در ادامه به آن‌ها اشاره خواهد شد.

در بخش قبل شرایط لازم برای تشکیل یک بازار آب رقابتی که منجر به تخصیص بهینه منابع آب می‌گردد، به صورت نظری تشریح شد. در این بخش اقداماتی که منجر به تحقق این شرایط و در نتیجه تشکیل و کارایی بازارهای آب مورد مطالعه شده است، تبیین می‌گردند.

۱-تعریف حقوق مالکیت حقابه‌ها: در تمام کشورهای مورد مطالعه، آب جزء منابع ملی می‌باشد، امّا به اشکال مختلف، حق بهره‌برداری از آن به بهره‌برداران واگذار شده است. در ایالت کلرادو (آمریکا) به شرط پرداخت هزینه تعمیر و نگهداری تاسیسات و همچنین بازپرداخت اعتبارات دریافت شده جهت اجرای پروژه، حق تصرف در منابع آب به شکل حقابه‌های قابل مبادله به افراد واگذار شده است. در ایالت ویکتوریا (استرالیا) حق بهره‌برداری از منابع آب به طور نامحدود و یا برای دوره زمانی ۱۵ ساله به متقاضیان واگذار می‌شود. در کشور شیلی طبق قانون جدید، آب بعد از ورود به داخل یک کانال دیگر کالای عمومی محسوب نشده و تازمانی که مالک کانال بتواند آن‌را در داخل کانال نگهداری نماید، به مالکیت وی در می‌آید. در منطقه مجن نیز بهره‌برداران به طور سنتی از حقابه‌ها استفاده می‌نمایند.

در بازارهای آب مطالعه شده، حقابه‌ها قابل واگذاری می‌باشند. در بازارهای ویکتوریا و شیلی بهره‌برداران طبق قانون مجاز به واگذاری و فروش حقابه‌هامی‌باشند. در بازارهای کلرادو، سیورانا-ریودکانیز و مجن[۱۶] نهادهای اجتماعی که به نمایندگی از بهره‌برداران وظیفه مدیریت منابع آب را بر عهده دارند، اجازه فروش آب را به حقابه‌داران اعطا نموده‌اند. وجه مشترک دیگر بازارهای آب مورد مطالعه، تعریف شفاف حقابه‌هامی‌باشد. در این بازارها واحدهای اندازه‌گیری حقابه‌ها و مقدار آب متعلق به آن‌ها تعیین شده است (جدول ۱). در کشور شیلی و استرالیا حقابه‌ها از لحاظ نوع مصرف و مدت زمان بهره‌برداری تعریف شده‌اند.

همانطور که ملاحظه می‌گردد در این بازارها حقوق مالکیت آب تدوین شده و حقابه‌های قابل مبادله به صورت انحصاری در اختیار بهره‌برداران قرار دارد. علاوه بر این قانون نیز مالکیت حقابه‌ها را به رسمیت می‌شناسد. بنابراین اولین شرط تشکیل بازار رقابتی تحقق یافته است.

۲-کاهش هزینه‌های مبادله: اقدامات و عواملی که منجر به کاهش هزینه‌های مبادله در بازارهای مورد بحث شده است را می‌توان به شرح زیر بیان نمود:

۲-۱- تفکیک مالکیت آب از زمین: همانطور که در جدول (۱) ملاحظه می‌گردد در تمام بازارهای آب مورد مطالعه مالکیت آب از زمین تفکیک شده و برای حقابه‌ها سند مالکیت جداگانه صادر شده است.

۲-۲- وجودتاسیسات زیربنائی انتقال و یا ذخیره‌سازی در بازار آب: تأسیسات مناسب انتقال آب در بازارهای آب مورد بحث موجب گسترش دامنه بازار و افزایش کارایی آن شده است (جدول ۱). همچنین وجود سدهای مخزنی در برخی از بازارها (مانند بازار آب کلرادو) نیز امکان انتقال مصرف آب مبادله شده از یک فصل به فصل دیگر و یا از یک سال به سال دیگر را فراهم نموده و باعث انعطاف پذیرتر شدن بازار آب شده است.

۲-۳- هزینه‌های اداری اندک: همانطور که در جدول (۱) ملاحظه می‌گرددهزینه‌های اداری اخذ مجوز و ثبت مبادلات در بازارهای آب مورد مطالعه ناچیز و قابل اغماض می‌باشد.

۲-۴- ضمانت اجرایی مبادلات: در برخی از بازارهای مطالعه شده قانون، حقابه‌ها و همچنین مبادلات آن‌ها را به رسمیت می‌شناسد. در برخی از بازارهای آب نیز ضمانت اجرایی بر اساس اخلاقیات و اعتماد افراد و پایبندی بهره‌برداران به قوانین وضع شده می‌باشد. همچنین نهادهای اجرایی بازار در تضمین مبادلات نقش بسزایی داشته‌اند.

۳-تبادل شفاف اطلاعات: در بازارهای آب مطالعه شده اطلاعات بازار به صورت شفاف به خریداران و فروشندگان منتقل شده و هزینه ای بابت اطلاعات نامتقارن بر مشارکت‌کنندگان در بازار تحمیل نمی‌شود. تبادل اطلاعات عمدتاً توسط نهادهای اجرایی بازار، خبرگان و دلالان محلی و یا رسانه های محلی صورت می‌گیرد (جدول ۱).

۴-عدم انحصار در بازار آب: در اغلب بازارهای آب مطالعه شده به جز کشور شیلی، معضل انحصار حقابه‌ها گزارش نشده است. عدم انحصار در بازارهای آب عمدتاً متاثر از مکانیزم اختصاص اولیه حقابه‌ها بوده است. در شیلی به علت عدم محدودیت در درخواست اولیه حقابه‌ها، معضل احتکارحقابه‌ها و غیررقابتی شدن بازار آب وجود دارد؛ اما اختصاص اولیه حقابه‌ها متناسب با زمین در سیورانا و ویکتوریا و همچنین شرط استفاده سودمند از آب در واگذاری اولیه حقابه‌ها درکلرادو مانع انحصاری شدن این بازارها شده است.

همانطور که قبلاً اشاره شد بروز عوارض خارجی منفی، ممکن است باعث کاهش کارایی و حتی شکست بازارهای آب گردد. در بازارهای آب مطالعه شده حقوق مالکیت آب توسط نهادهای قانونی و یا اجتماعی تعریف و تضمین شده و زمینه بروز عوارض خارجی منفی کاسته شده است. در برخی موارد نیز دخالت مستقیم نهاد اجرایی بازار و یا دولت مانع بروز و یا باعث کاهش عوارض خارجی منفی شده است. به عنوان مثال در بازار آب کلرادو نهاد اجرایی بازار با وضع قوانین و همچنین تعریف صحیح مالکیت جریانات برگشتی معضل تغییر در حجم جریانات برگشتی (ناشی از مبادلات) را برطرف نموده است. در بازار آب مجن نیز با وضع قوانین عرفی توسط شرکت آبیاری مجن و پایبندی اعضا شرکت به آن اثرات وارده به شخص ثالث کاهش یافته است. در بازار آب ویکتوریا دخالت دولت و وضع مقررات سخت‌گیرانه باعث کاهش پیامدهای نامطلوب زیست محیطی شده است. با این وجود در کشور شیلی به علت ضعف در قوانین و سیستم اجرائی مشکلات زیست محیطی، برداشت بیش از حد ذخایر زیرزمینی گزارش شده است.

جدول ۱- مشخصات و ترتیبات نهادی در بازارهای آب مورد مطالعه

نام بازار آب	ویکتوریا (استرالیا)	کلرادو (آمریکا)	شیلی	سیورانا-ریودکانیز (اسپانیا)	مجن (ایران)
سال تشکیل	۱۹۸۹	۱۹۶۰	۱۹۸۱	۱۹۰۴	۱۳۴۱
بارندگی سالانه (میلی‌متر)	۸۰۰-۱۰۰۰	۳۷۵	*	*	کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر
واحد اندازه‌گیری حقابه‌ها	میلیون لیتر	ایکر - فوت	*	سند	شاهی - سهم
مالکیت منابع آب	منابع آب ملی هستند اما حق بهره‌برداری از آن به متقاضیلن اعطا می‌شود	مالکیت آب متعلق به دولت است امّا حق استفاده از آب، واگذار شده است	منابع آب ملی هستند امّاحقابه‌ها به طور دائم به متقاضیان واگذار می‌شود	منابع آب ملی هستند امّا امتیاز استفاده از آب به متقاضیان واگذار می‌شود	منابع آب در ایران ملی هستند امّا امکان مبادله آب‌های سطحی حیازت نشده وجود دارد
رابطه مالکیت آب و زمین	مجزا	مجزا	مجزا	*	مجزا
اختصاص اولیه حقابه‌ها	بر اساس درخواست متقاضیان – مزایده	بر اساس نیاز متقاضیان مشروط به استفاده کارا از آب و انجام تعهدات مالی حقابه‌ها	بر اساس درخواست متقاضیان - مزایده	براساس میزان مالکیت زمین‌های آبیاری و مشارکت مالی متقاضیان در ساختن سد بوده است.	*
تأسیسات زیربنایی	*	۱۲ سد مخزنی، ۱۵۴ کیلومتر کانال و لوله، ۵۵ کیلومتر تونل	*	دو سد و ۵۱ کیلومتر کانال	۱۷۲ کیلومتر نهرخاکی،۶۰کیلومتر لوله‌گذاری
نهادهای اجرایی بازار	متولیان امور آب، نهاد آب‌بران، دلالان محلی	یک هیئت مدیره ۱۲ نفره که توسط قضات دادگاه ایالتی انتخاب می‌شوند، شرکت‌های آبیاری، دلالان محلی	سه نهاد دولتی و تشکل‌های مردمی با عنوان سازمان‌های مصرف‌کنندگان	انجمن بهره‌برداران آب که توسط بهره‌برداران انتخاب می‌شوند، یک اداره جهت انجام مبادلات، دلالان محلی	شرکت آبیاری مجن
هزینه اداری مبادلات	۲۷۵ دلار برای مبادلات دائم	ناچیز	در بازارهای فعال ناچیز است	*	ناچیز
وضعیت انحصار	گزارش نشده	طبق قانون امکان احتکار حقابه‌های مصرفی وجود ندارد	تا حدودی وجود دارد	وجود ندارد	وجود ندارد
عوارض خارجی منفی	با وضع قوانین سخت گیرانه به حداقل رسانده شده است	وجود ندارد	برداشت بی‌رویه از مخازن زیرزمینی و برخی مشکلات زیست محیطی وجود دارد	گزارش نشده است	وجود ندارد
ضمانت اجرایی مبادلات	متولیان امور آب مبادلات را تضمین می‌نمایند	قانون حقابه‌ها را به رسمیت می‌شناسد	قانون حقابه‌ها را به رسمیت می‌شناسد	*	شرکت آبیاری و بهره‌برداران
تبادل اطلاعات	تشکل‌های آب‌بران، دلالان محلی	رادیو و روزنامه محلی، برپایی نشست‌های بهاره و پاییزه، مرکز پیام، دلالان محلی	*	دلالان محلی، اداره آب	شرکت آبیاری، خبرگان محلی

* اطلاعات در دسترس نمی‌باشد.

نتیجه گیری و پیشنهادات

در این مطالعه پیامدهای اقتصادی بازارهای آب و همچنین شرایط لازم برای تشکیل یک بازار آب رقابتی و چگونگی تحقق این شرایط در بازارهای آب فعال در ایران و سایر کشورهای جهان بررسی شد. همانطور که ملاحظه شد بازار آب پیامدهای اقتصادی مطلوب متعددی به همراه داشته است. علاوه بر این،بر اساس نتایج این پژوهش در ایران، زمینه تشکیل بازارهای آب در مناطق خشک و نیمه خشک و مناطقی که با مازاد تقاضای آب مواجه هستند، وجود دارد. همچنین بازار آب منافاتی با ملی بودن منابع آب نداشته و امکان مبادله حق بهره‌برداری از منابع آب و تشکیل بازارآب وجود دارد. در این راستا تعریف شفاف حقابه‌ها و تضمین مالکیت توسط نهادهای قانونی یا اجتماعی، ضروری می‌باشد. همچنین تفکیک مالکیت آب از زمین، تضمین قانونی مبادلات، کاهش هزینه‌های اداری مبادلات و ایجاد تاسیسات مناسب جهت کاهش هزینه‌های مبادله و افزایش کارایی بازارهای آب، لازم به نظر می‌رسد. به علاوه استفاده از ابزار مناسب جهت تبادل شفاف اطلاعات و بهره‌گیری از مکانیزم مناسب برای تخصیص اولیه حقابه‌ها جهت جلوگیری از بروز انحصار، موجب افزایش کارایی بازارهای آب خواهد شد. در برخی موارد نیز دخالت دولت یا نهاد اجرایی بازار جهت جلوگیری از بروز عوارض خارجی منفی و دستیابی به کارایی اجتماعی ضروری می‌باشد.

همچنین تشکیل و تقویت تشکل‌ها و انجمن‌های مردمی(مانند تشکل آب‌بران) نقش مهمی در تسهیل و تضمین مبادلات، کاهش هزینه مبادلات و کاهش عوارض خارجی منفی ایفا می‌نماید.

بر اساس یافته‌های این پژوهش، دولت نمی‌بایست به طور مستقیم در فعالیت بازارهای آب از جمله قیمت‌گذاری آب دخالت نماید؛ بلکه دولت باید با مساعدت جهت تحقق شرایط فوق‌الذکر، وظیفه بسترسازی تشکیل بازار، تسهیل مبادلات و کاهش عوارض خارجی احتمالی را بر عهده بگیرد. به عبارت دیگر اهم وظایف دولت در جهت تشکیل بازارهای آب جدید و تقویت بازارهای آب محلی موجود، شامل موارد زیر است:

رفع تعارضات قانونی موجود و به رسمیت شناختن بازارآب جهت کاهش هزینه مبادلات، نظارت بر تخصیص اولیه حقابه‌ها جهت جلوگیری از بروز انحصار،فراهم نمودن زمینه تشکیل نهاد اجرایی بازار توسط بهره‌برداران، بسترسازی جهت تبادل شفاف اطلاعات در بازار آب و نظارت جهت جلوگیری از پیامدهای نامطلوب زیست محیطی.

پی‌نوشت

۱- در دنیای واقع تعداد مشارکت‌کنندگان (عرضه‌کنندگان و تقاضاکنندگان) در بازار زیاد است به گونه ای که هیچ یک نمی‌توانند بر روی قیمت تأثیر بگذارند. در اینجا به دلیل سهولت در ارائه مطلب دو بهره‌بردار در نظر گرفته شده است لکن مطالب ارائه شده قابل تسری به شرایط واقعی می‌باشد.

2- Value of marginal product

3- Willingness to pay

4- Unconditional demand function

5- Autarky

6- Well-defined

7- Exclusive

8- Transferable

9- Secure and enforceable

10- Rival

۱۱- بر این اساس چنانچه بر منابع آب کنترل و نظارتی صورت نگیرد، رژیم حقوقی مالکیت منابع آب را می‌توان نمونه‌ای از کالاهای عمومی با مالکیت مشترک یا دسترسی آزاد دانست.

12- Externalities

13- Return flows

14-Value at Risk

15- Siurana-Riudecanyes

۱۶- در ایران طبق قانون، امکان مبادله آب‌های سطحی مهار نشده وجود دارد (وزارت نیرو، ۱۳۸۱).

منابع

بهلولوند، ع. ۱۳۸۵. برآورد تابع تقاضای آب کشاورزی و بررسی مکانیسم بازار در قیمت‌گذاری آب کشاورزی. پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.

کیانی، غ. ۱۳۸۷.نقش بازار در تخصیص منابع آب، مطالعه موردی بازار آب مجن. پایان‌نامه مقطع دکتری، دانشگاه تهران.

کیانی، غ و باقری، ا. ۱۳۹۱. بررسی بازارهای محلی آب در استان اردبیل.شرکت آب منطقه‌ای اردبیل.گزارش منتشر نشده.

کیانی، غ و باقری، ا. ۱۳۹۲. بررسی پیامدهای اقتصادی بازارهای محلی آب (مطالعه موردی شهرستان اردبیل). مجله پژوهش آب ایران. دانشگاه شهرکرد، در نوبت چاپ.

وزارت نیرو. ۱۳۸۱. بازار آب: کمبودها و محدودیت‌های قانونی. شرکت مدیریت منابع آب ایران، دفتر اقتصاد آب.

Dinar A. and Letey J. 1991. Agricultural water marketing, allocative efficiency and drainage reduction.

ply and Demand Functions in the Water Market under Uncertainty Conditions. Environmental Science, 5(2): 21-30.

Kiani G.H. 2009. Potential gains from water market in Iran: Saveh region case study. Environmental Science, 6(4): 65-72.

Kolstad D.C. 2000. Environmental economics, Oxford University Press.

State Government Victoria .2001. The value of water, A guide to water trading in Victoria, Department of Natural Resources and Environment.

State Government Victoria. 2007. Water trading in Northern Victoria 1991/92-2005/06. Technical report Department of Sustainability and Environment.

Tarrech R., Manuel m. and Glen z. 1999. The siurana –Riudecanyes irrigation subscribers association and water market system. World Bank Technical Paper, No. 427: 11-19.

Zekri S. and William E. 2005. Estimating the potential gains from water markets: A case study from Tunisia.Agricultural Water Management, 72: 161-175.

Journal of Environmental Economics and Management, 20: 210-223.

Easter W.K., Mark W.R. and Ariel D. 1999. Formal and informal markets for water: Institutions, performance and constraints. The World Bank Research Observer, 14(1): 99–116.

Garrido A. 2000. A mathematical programming model applied to the study of water markets within the Spanish agricultural sector. Annuals of Operation Research, 94: 105-123 .

Harris G.D. 2003. Water markets: Case study of Chile's 1981 water code. Pontifica UniversidadCatolica de Chile.

Hearne R.R. and William E. 1997. The economic and financial gain from water market in Chile. Agricultural Economics, 15: 187-199.

Kemper K.E. and Larry D.S. 1999. The Water market in the northern Colorado water conservancy district-institutional implication. World Bank Paper, No. 427.

Kiani G.H., Sadr S.K. and Saleh I. 2008. Modeling Sup-

2016, Vol.3, No.1, Pages 103 to 114
Journal of Water and Sustainable Development

سال سوم، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵، صفحات ۱۰۳ تا ۱۱۴
نشریه آب و توسعه پایدار

Water Market in Theory and Practice: Market Failure and Public Policy

M.R. Nazari

Assistant Professor, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Iran.

Email: mo_nazari@sbu.ac.ir

Received: 16-7-2016
Accepted: 5-9-2016

Abstract

The development of market-based task allocation mechanisms is currently being discussed as sustainable, flexible and efficient approaches to water resources management and its redistribution among different users. Nevertheless, the market potential for efficient water allocation depends on the specific circumstances of the market and the item being traded i.e., water. Experience has demonstrated that the potential for creating such a market allocation is not unlimited, and it comes with its associated risks whereby the improper structure of the market may lead to the failure of said mechanisms. The aim of this research, as well as providing a theoretical explanation of the water market, is to describe the requirements necessary for its practical implementation and the identification of issues that lead to its deficiency and the failure of the water market. Therefore, public policy suggestions and solutions to resolve the aforementioned deficiencies, based on domestic and global experiences with the emphasis on social, economic and legal conditions governing the state water resources management, are provided.

Keywords: Water market, Efficient allocation, Market failure, Public policy.

بازار آب در تئوری و عمل: شکست بازار و سیاست‌عمومی

محمدرضا نظری

استادیار پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی.

Email: mo_nazari@sbu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۲۶
تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۱۵

چکیده

امروزه توسعه‌ی ساز و کارهای تخصیص مبتنی بر بازار به عنوان یک روش پایدار، انعطاف‌پذیر و کارا در مدیریت منابع آب و باز توزیع آن بین مصارف مختلف مطرح است. با این حال توانایی بازار در تخصیص کارا و بهینه آب در گرو برقراری شرایطی خاص از بازار و کالای مورد مبادله (آب) است. تجارب مختلف نشان می‌دهد که در عمل توانایی بازار در ایجاد چنین تخصیصی بدون محدودیت نبوده و ریسک‌هایی وجود دارد که ممکن است طراحی نامناسب ساختار بازار به شکست آن منجر شود. هدف این پژوهش ضمن تبیین مبانی نظری بازار آب، تشریح الزامات پیاده‌سازی آن در عمل و شناسایی مواردی است که منجر به ناکارایی و شکست بازار آب می‌گردد. بر این اساس پیشنهادها و راه‌حل‌های سیاست عمومی برای اصلاح این ناکارایی‌ها بر اساس تجارب جهانی و داخلی و با تأکید بر شرایط اقتصادی، اجتماعی و حقوقی حاکم بر مدیریت منابع آب کشور ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: بازار آب، تخصیص کارا، شکست بازار، سیاست عمومی.

مقدمه

بررسی سیر تاریخی و تکوینی مدیریت منابع آب در دنیا نشان می‌دهد که با عبور از مرحله فراوانی نسبی و دسترسی آسان و بدون محدودیت به منابع آب، تمرکز دولت‌ها در پاسخ به تقاضای روز افزون، برای مدت طولانی عموماً بر مدیریت عرضه منابع آب از طریق انجام سرمایه‌گذاری‌های عظیم تأمین و انتقال آب و ظرفیت‌سازی‌های گسترده فنی بوده است. پیامد این سیاست امروزه به شکل تخریب و تقلیل کیفی منابع آب سطحی و زیرزمینی، افزایش تعرضات اجتماعی و به خطر افتادن پایداری اکوسیستم‌های آبی بروز کرده است. در بسیاری از مناطق، توسعه منابع آب از طریق سیاست‌های طرف عرضه به حداکثر مقدار پتانسیل خود رسیده (در پاره‌ای موارد از محدوده‌های مجاز و پایدار برداشت فراتر رفته)، هزینه‌های نهایی تأمین آن روز به روز در حال افزایش است و بر کشش‌ناپذیری عرضه آن افزوده می‌شود. در این شرایط، برنامه‌ریزان منابع آب در بسیاری از نقاط جهان به این درک مشترک رسیده‌اند که دیگر تکیهٔ صرف بر سیاست‌های طرف عرضهٔ منابع آب قادر به پرکردن شکاف بین عرضه و تقاضا نیست و باید بر برنامه‌ریزی یکپارچه منابع آب که در آن گزینه‌های مختلفی از مدیریت منابع آب دیده شده باشد، تکیه کرد (Lazarova و همکاران، ۲۰۰۷). از سوی دیگر، امروزه محدودیت بودجه‌های دولتی تصمیم‌گیران را مجبور به درک کارایی مخارج دولتی به عنوان یک معیار مهم کرده است. در بسیاری از موارد اثبات شده است که تخصیص آب از طریق نهادهای عمومی از دیدگاه بازیافت هزینه از کارایی بالایی برخوردار نیست (بانک جهانی، ۱۹۹۷و ۲۰۰۶) و نیاز به کاربرد استانداردهای کارایی اقتصادی قوی‌تر در ساز و کارهای تخصیص منابع و احراز ارزش اقتصادی آب است (کنفرانس بین‌المللی آب و محیط‌زیست دوبلین(ICWE)، ۱۹۹۲). در این میان با توجه به افزایش کمیابی اقتصادی منابع آب[1] و افزایش تعارضات بر سر دسترسی به آن، توسعه ساز و کارهای مطلوب تخصیص و بازتخصیص آب به طوری که بتوان تصمیماتی را تحت ساز و کارهای آن در رابطه با اینکه چه کسی و تحت چه شرایطی به آب دسترسی داشته باشد اتخاذ نمود، اهمیت بالایی دارد.

تخصیص آب به طور کلی شامل مجموعه‌ای از ساز و کارهای ممکن برای توزیع منابع آب و با در نظر گرفتن حقوق مالکیت آب بین مصرف‌کنندگان مختلفِ بالقوه در سطوح مختلف مکانی (محلی، زیرحوضه‌ای، حوضه‌ای، ملی و بین‌المللی) است (کمیسیون اروپا، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲) که در چارچوب آن تصمیمات مربوط به مجوزهای برداشت و مصرف آب (چگونه، توسط چه کسی و بر چه پایه و اساسی) اتخاذ شوند (FAO، ۲۰۰۴؛ WWF، ۲۰۰۷).

شکل‌های مختلفی از ساز و کار تخصیص منابع آب شامل:
۱) کنترل کامل توسط نهادهای عمومی یا دولت،
۲) ترکیبی از نظام تخصیص بازار و بخش عمومی
و ۳) نظام تخصیص غالب بازاری وجود دارد.

Howe و همکاران (۱۹۸۶) شش ویژگی یک ساز و کار مطلوب تخصیص منابع آب را شامل انعطاف‌پذیری[2]، تأمین امنیت انتظارات[3] حق‌آبه‌داران، انعکاس هزینه‌های فرصت[4] در تخصیص، لحاظ ارزش‌های جمعی[5](اجتماعی) مرتبط با آب، قابلیت پیش‌بینی مکانیزم تخصیص[6] و برابری[7] ذکر می‌کنند و معتقدند که ساز و کار بازار در مقایسه با سایر روش‌های تخصیص، این شرایط را به طور بهتری تأمین می‌کند. بازار انعطاف‌پذیری و امنیت حق‌آبه‌ها را تضمین می‌کند، چرا که همه حق‌آبه‌داران اجازه دارند به طور داوطلبانه در بازار مشارکت کنند و در آن امکان انتقال بین منطقه‌ای، بین فصلی و بین بخشی (مصارف مختلف) آب وجود دارد. برخورداری از فرصت خرید و فروش آب، حق‌آبه‌داران را مجبور می‌کند که هزینه‌های فرصت آب را در تصمیم‌های مربوط به انتقال و مصرف آب مورد توجه قرار دهند. مبادلات در بازار نیز منصفانه است چرا که هر دوی فروشندگان و خریداران تنها زمانی وارد بازار خواهند شد که معتقد باشند، ورود آنها به بازار برایشان دارای منفعت است. در واقع اتکا به عملکرد بازار مبتنی بر این ایده اساسی است که اشخاص بهترین قضاوت کننده در خصوص رفاه خود هستند و از این حق برخوردارند که برای تعقیب علایق شخصی‌شان تصمیمات اقتصادی اتخاذ کنند. بنابراین پیامد تخصیص از طریق بازار حداکثرسازی کارایی اقتصادی خصوصی و همچنین کارایی اجتماعی می‌باشد (Isaac، ۲۰۰۱؛ Kerr و Nawell، ۲۰۰۵؛ Leveque، ۲۰۰۶؛ Burtraw و Evans، ۲۰۰۸؛ Bellas و Lange، ۲۰۰۸؛ Liang، ۲۰۱۳).

علی‌رغم مزیت‌های فوق که در تئوری برای بازار آب وجود دارد، طیف گسترده‌ای از دیدگاه‌ها و تجارب نسبت به اینکه آیا بازار در عمل (همانطور که در تئوری گفته می‌شود) می‌تواند به عنوان یک مکانیسم مطلوب تخصیص منابع آب عمل کند، وجود دارد. Louw و Schalkwyk (۱۹۹۷) معتقدند که ساز و کار بازار زمانی یک روش کارا در تعیین تخصیص منابع آب محسوب می‌شود که آب یک کالای خصوصی باشد. Liang (۲۰۱۳) نیز رسیدن به کارایی در تخصیص را منوط به ماهیت حقوق مالکیت آب می‌داند و بیان می‌کند که اگر منابع آب یک کالای خصوصی باشد و حقوق آن به طور کامل و روشن تصریح شده باشد، در این صورت بازار آب رقابتی بوده و تخصیص تعیین شده بر اساس آن کاراست. Tregarthen (۱۹۸۳) بیان می‌کند که در بین اقتصاددانان در خصوص توانایی بازار برای تخصیص بهینه منابع آب، همچنین در رابطه با لزوم اعمال قوانین، مقررات و مداخلات عمومی در بازار برای جلوگیری از شکست بازار[8] توافق کلی وجود دارد؛ لکن این مداخلات خود می‌تواند کاهش کارایی

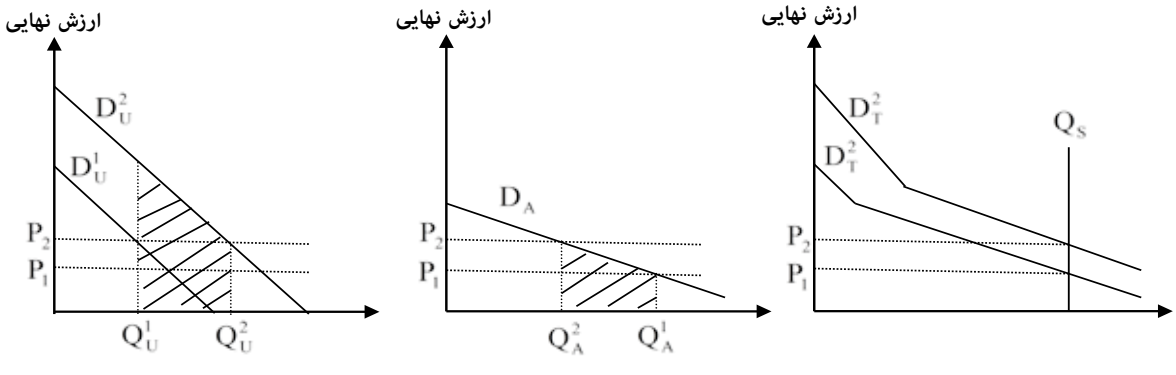
نظام بازار را به دنبال داشته باشد. شکست بازار برهمکنشی است که در آن اقتصاد بازار در دستیابی به کارایی اقتصادی شکست می‌خورد و زمانی اتفاق می‌افتد که انگیزه‌های افراد یا بنگاه‌ها آنها را به اتخاذ رفتارهایی تشویق می‌کند که معیارهای کارایی را تأمین نمی‌کند. اثرات جانبی، ماهیت کالای عمومی، رقابت ناقص، عدم تقارن اطلاعات و انحصار طبیعی مواردی از شکست‌های بازاری هستند که اغلب بر تخصیص منابع آب اثر می‌گذارند (Liang، ۲۰۱۳). صرف‌نظر از این موارد که بر کارایی بازار اثر می‌گذارند، خود بازارهای کارا ممکن است معیارهای زیست‌محیطی، برابری اجتماعی و حتی امنیت عمومی را که در حوزه مسائل سیاست عمومی قرار می‌گیرند، تأمین نکنند. در این حالت مداخله بخش عمومی برای تنظیم بازار و فرآیند عرضه و تخصیص آب لازم و ضروری است، هر چند که تئوری انتخاب عمومی معتقد است که نقص ذاتی در عملکرد بخش عمومی خود می‌تواند به پیامدهای ناکارا و لذا به شکست دولت منجر شود (McConnell و Brue، ۲۰۰۸).

آنچه از مقدمه فوق استنباط می‌شود آن است که توانایی بازار در تخصیص کارا و بهینه آب در گرو برقراری شرایطی خاص از بازار و کالای مورد مبادله (آب) است. با توجه به ماهیت آب و ویژگی‌های آن، توانایی بازار در ایجاد چنین تخصیصی در عمل بدون محدودیت نبوده و ریسک‌هایی وجود دارد که ممکن است طراحی نامناسب ساختار بازار به شکست آن منجر شود. هدف پژوهش حاضر تبیین مبانی نظری بازار آب، تشریح الزامات پیاده‌سازی آن در عمل و شناسایی مواردی است که منجر به ناکارایی و شکست بازار آب می‌گردد تا بر اساس آن بتوان پیشنهادها و راه‌حل‌های سیاست عمومی لازم برای دخالت و اصلاح ناکارایی‌ها را شناسایی و تشریح نمود. با توجه به جهت‌گیری‌های مدیریت منابع آب کشور در توسعه ساز و کارهای بازاری تخصیص منابع آب و ساماندهی و تقویت بازارهای محلی آب کشور، نتایج این پژوهش می‌تواند در فرایند تصمیم‌گیری و طراحی یک ساز و کار کارآمد برای این بازارها در کشور با شناسایی الزامات اقتصادی و اصلاحات ساختاری و نهادی مورد نیاز و با توجه به شرایط اقتصادی، اجتماعی و حقوقی حاکم بر مدیریت منابع آب کشور کمک نماید.

مبانی و اصول تئوری بازار آب

بر اساس تئوری اقتصادی، کاراترین ساز و کار تخصیص منابع در یک بازار رقابت کامل اتفاق می‌افتد که در آن علائم قیمتی به مثابه دست نامرئی، بنگاه‌ها و اشخاص حداکثرکنندهٔ سود و مطلوبیت را به خرید، فروش و تعقیب فعالیت‌هایی که در آن مزیت نسبی دارند، تشویق می‌کند. در این شرایط ارزش کل تولید حداکثر شده و همه مشارکت‌کنندگان در بازار در وضعیت رفاهی بالاتری قرار گرفته و منابع به طور کارا تخصیص و مصرف می‌شوند (Liang، ۲۰۱۳). بر اساس تئوری، تخصیصی از منابع کارای پارتو[۹] است که هیچ تخصیص مجددی از منابع آب وجود نداشته باشد که در آن رفاه یک شخص بتواند بدون کاهش رفاه شخص دیگر افزایش یابد. به عبارت دیگر همهٔ مصرف‌کنندگان آب در بهترین وضعیت قرار داشته و همهٔ آنها منفعت اقتصادی یکسانی به ازای هر مترمکعب آب ایجاد کنند.

برای توضیح تئوری بازار (رقابت کامل) آب، در اینجا فرض می‌شود که آب یک کالای خصوصی و بدون اثرات خارجی بوده و حقوق مالکیت آن در واحدهای استاندارد (همگن) قابل مبادله است. با فرض وجود تنها دو بخش متقاضی برای آب (کشاورزی و صنعت)، الگوی نموداری ارائه شده در شکل (۱) نشان می‌دهد که چگونه فرآیند بازار، تخصیص مقدار ثابت منابع آب را بین این دو بخش انجام می‌دهد. ارزشی که هر واحد نهایی آب برای هر یک از دو بخش صنعت و کشاورزی دارد به ترتیب با توابع معکوس تقاضا (ارزش نهایی) DU و DA نشان داده است. در این حالت، تابع تقاضای جمعی برای آب (DT) برابر با جمع افقی تقاضای این دو بخش می‌باشد.



الف- تقاضای آب صنعت　　ب- تقاضای آب کشاورزی　　ج- تقاضای کل

شکل ۱- بازتخصیص آب از بخش کشاورزی به شهری در یک بازار رقابت کامل

با فرض اینکه مقدار کل موجودی منابع آب معادل Q_S باشد، برای اینکه یک بازار وجود داشته باشد، Q_S باید در مالکیت اشخاص و بنگاه‌ها قرار گیرد، حقوق مالکیت مربوط به آن قابل انتقال باشد و ادعای مالکین نسبت به آن امنیت داشته باشد. با فرض اینکه این شرایط برقرار است، شخصی که دارای حق استفاده از یک سهم از آبِ موجود است تمایل دارد که بخشی یا همه حقوق خودش را چنانچه قیمت در بازار برای هر واحد آب از ارزش هر واحد آن برای مالک بیشتر باشد، به فروش برساند. در مقابل هر کسی که دارای حقوق آب نبوده اما مصرف‌کننده آب است تمایل به خرید آن خواهد داشت؛ اگر که قیمت آب در بازار کمتر از ارزشی باشد که هر واحد آن برای خریدار بالقوه ایجاد می‌کند. در شکل (۱) قیمت بازارِ شفاف آب در سطح P_1 اتفاق می‌افتد یعنی جایی که منحنی تقاضای جمعی (D_T) تابع عرضه آب را قطع نماید. اگر قیمت آب در بازار برای حقوق آب زیر نقطه تعادل عرضه و تقاضا باشد، افراد بیشتری خریدار آب و در عوض افراد کمتری فروشنده آن خواهند بود. در این صورت خریداران برای دسترسی به آب بیشتر باید با هم رقابت کرده و قیمت آب به سطح P_1 افزایش خواهد یافت. در سطح این قیمت، بخش کشاورزی Q^1_A واحد و بخش صنعت Q^1_U واحد آب مصرف می‌کنند و ارزش هر واحد اضافی آب برای هر یک از این بخش‌ها مساوی و برابر با قیمت بازار است. در این صورت، هیچ نفعی از بازتخصیص آب از یک بخش به بخش دیگر وجود ندارد؛ چرا که ارزش نهایی آب برای هر دو بخش یکسان است. حال اگر فرض شود که تقاضا برای آب در بخش شهری به دلیل رشد جمعیت و درآمد مصرف‌کنندگان افزایش یافته (انتقال منحنی تقاضای بخش صنعت از Q^1_U به Q^2_U و تقاضای کل از Q^1_T به Q^2_T) و مقدار موجودی منابع آب در همان سطح Q_S ثابت باقی بماند، در سطح اولیه تخصیص (Q^1_U و Q^1_A)، دیگر ارزش نهایی آب برای دو بخش یکسان نبوده و برای بخش صنعت بیش از کشاورزی است. در این صورت بخش صنعت حاضر خواهد بود مقدار معینی آب از بخش کشاورزی خریداری کند تا جایی که ارزش نهایی آب به طور مجدد بین دو بخش برابر شود. این تعدیل در نمودار شکل (۱) با حرکت قیمت بازار شفاف آب از P_1 به P_2 و انتقال $\overline{Q}$ واحد آب ($\overline{Q} = Q^1_A - Q^2_A = Q^2_U - Q^1_U$) از بخش کشاورزی به بخش صنعت نشان داده شده است. مقدار رفاه از دست رفته بخش کشاورزی در نتیجه این مقدار انتقال آب، معادل ذوزنقه هاشور خورده در قسمت ب (شکل۱) بوده و در مقابل رفاه بخش صنعت معادل ذوزنقه هاشور خورده در قسمت الف افزایش خواهد یافت. بنابراین منفعت خالص مبادله و انتقال آب، معادل با اختلاف سطح این دو ذوزنقه می‌باشد. چنانچه این اختلاف یک مقدار منفی باشد، انگیزه برای ورود خریدارن و فروشندگان به بازار برای مبادله و انتقال آب وجود نخواهد داشت. یک بازار خوش رفتار باید این اطمینان را حاصل نماید که مادامی که منفعت خالص ناشی از مبادله آب مثبت باشد مبادله به طور خودکار صورت پذیرد. در یک بازار رقابت کامل، تا زمانی که ارزش نهایی آب بین بخش‌های مختلف مصرف یکسان نباشد کسب منفعت ناشی از مبادله امکان‌پذیر بوده و انتقال آب بین فروشندگان و خریداران، منجر به تعادل مجدد بین ارزش‌های نهایی آب خواهد شد. بر این اساس، دو شرط اساسی باید برای فروشنده و خریدار برقرار باشد تا فرایند مبادله آب انجام شود:

۱)(منفعت خریدار - مجموع هزینه‌های مبادله و انتقال آب توسط خریدار) > (منفعت از دست رفته فروشنده + مجموع هزینه‌های فروشنده مرتبط با مبادله و انتقال آب)

۲)مجموع هزینه‌های خریدار مرتبط با انتقال و مبادله آب < هزینه‌های گزینه‌های جایگزین عرضه آب

تخصیص کارای منابع آب در یک بازار رقابت کامل مطابق تئوری فوق، تحت شرایط و ویژگی‌های خاصی از بازار و کالای مورد مبادله اتفاق می‌افتد. شرایط مربوط به بازار، در واقع همان شرایط عمومی رقابت کامل (وجود تعداد زیادی فروشنده و خریدار در بازار، آزادی ورود و خروج و بدون مجوز به بازار، عدم توانایی تأثیرگذاری هر فرد به تنهایی بر قیمت و مقدار داد و ستد کالا (تعیین قیمت توسط رفتار جمعی خریداران و فروشندگان)، اطلاعات کامل و متقارن خریداران و فروشندگان (از قیمت کالا، ویژگی‌های قانونی و هیدرولوژی حقابه‌ها و هزینه سایر گزینه‌های تأمین آب)، همگن بودن کالای مورد مبادله، تحرک‌پذیری کامل و انتقال بدون هزینه کالا به بازار) است (Garrido، ۲۰۱۱). از دیگر شروط بازار این است که حقوق مالکیت به خوبی تعریف شده باشد، هزینه‌های مبادله پایین باشد، اثرات اقتصادی خارجی ناشی از مصرف آن کالا وجود نداشته باشد و بتوان از استفاده بیش از حد بهینهٔ یک منبع به دلیل مشترک بودن آن جلوگیری کرد. در این نظام حقوق مالکیت آب باید به گونه‌ای تعریف شوند که (کمیته ملی آب استرالیا، ۲۰۱۱؛ صدر، ۱۳۸۲):

۱) انعطاف‌پذیر بوده و برای دسترسی به آب امنیت داشته باشد.

۲) همه افراد از مزیت‌ها، مصونیت‌ها، قیود و تعهدات خود در قبال داشتن حقوق آب و همچنین جریمه نقض آنها به طور کامل آگاهی داشته باشند.

۳) انحصاری[10] باشد؛ به طوری که کلیه منافع و هزینه‌های ناشی از تصمیمات مرتبط با مصرف و مبادله آب تنها به خود تصمیم‌گیرندگان (خریداران، فروشندگان و حق‌آبه‌داران) اصابت نماید و نه به اشخاص ثالث.

۴) جامع و کامل[11] باشد به طوری که همه ویژگی‌ها و مصارف

آب که ایجاد ارزش می‌کنند، برای حق‌آبه مشخص باشد (برای مثال کیفیت آب، سطوح آب جریان رودخانه و ...).

۵) تقسیم‌پذیر و قابل انتقال[۱۲] باشد به طوری که دارندگان آن قادر به انتقال همه یا بخشی از آن در پاسخ به پیشنهادهای جذاب بوده و امکان حرکت آب از مصارف با ارزش پایین به مصارف با ارزش بالاتر وجود داشته باشد.

بنابراین در چارچوب تئوری بازار رقابت کامل، اهداف کارایی اقتصادی بازارهای آب زمانی قابل حصول خواهد بود که شروط و الزامات فوق برقرار باشد. لکن ماهیت دنیای واقعی بازارها (نواقص بازار) و ماهیت آب به عنوان کالای مورد مبادله در بازار آب (سیال‌بودن آب، تغییرپذیری بالای فصلی، منطقه‌ای و زمانی آن، تفاوت زیاد در کیفیت آن، وابستگی بالای مصرف کنندگان آن به یکدیگر(جریانات برگشتی) و ویژگی کالای عمومی آب) حاکی از این است که بازار آب، یک بازار رقابت کامل نیست. لذا قیمت تعیین شده در چنین بازاری به خودی خود کارآمد نبوده و لزوماً نمی‌تواند مبادله و مصرف کارای منابع آب را تضمین نماید (Livingston، ۱۹۹۵ و ۱۹۹۸؛ Hellegers وPerry، ۲۰۰۶). بنابراین اتکا کامل و تمام به بازار برای تعیین ارزش آب خالی از اشکال نیست و ریسک‌هایی وجود دارد که ممکن است طراحی نامناسبِ ساختار بازار به شکست بازار منجر شود بر این اساس نوعی مداخله برای اصلاح قیمت و به منظور افزایش کارایی آن ضروری است.

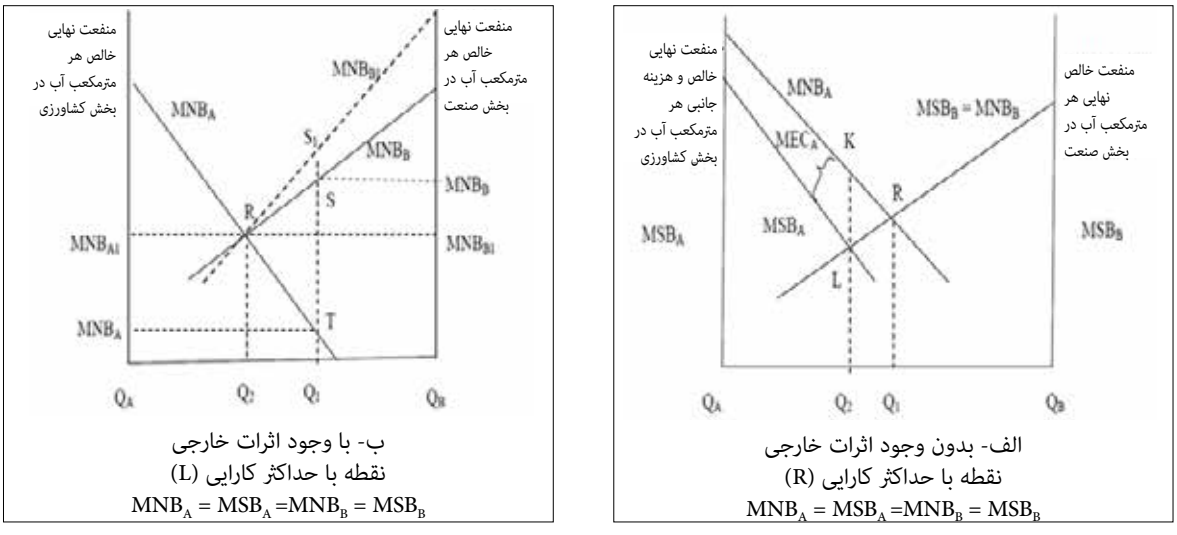
انحراف از بازار رقابتی (شکست بازار) و نقش سیاست عمومی

بازارهای آب به طور کامل رقابت‌پذیر نبوده و در عمل کارکرد آنها به طور معنی‌دار از شرایط حاکم بر مدل تئوریک بازار رقابتی انحراف دارد. در ادبیات موضوع از این انحرافات به شکست بازار تعبیر می‌شود که اصلاح آنها نیازمند مداخلات سیاستی و اتخاذ سیاست‌های عمومی است. اینکه در چنین شرایطی چگونه ارزش آب می‌بایست تعیین شود و چه نوع مداخله‌ای می‌تواند مناسب باشد و پی‌آمدهای آن چه خواهد بود، از نکات مهمی است که باید در طراحی یک مکانسیم کارآمد بازار آب مورد توجه ویژه قرار گیرد. موارد شکست بازار آب در ادبیات موضوع به طور کلی به ۴ دسته تقسیم می‌شوند: آثار خارجی فعالیت‌های بازار[۱۳]؛ ویژگی کالای عمومی منابع آب[۱۴]؛ رقابت ناقص[۱۵]؛ و ریسک، نااطمینانی و اطلاعات ناقص[۱۶]. در زیر به دو نمونه از موارد یاد شده با شرح بیشتری پرداخته شده است.

۱- آثار خارجی بازار آب

اثرات سرریز خارجی بازار آب زمانی بروز می‌کند که تصمیمات مربوط به مصرف و انتقال آب بر روی افراد و ارزش‌های دیگری که در فرایند تصمیم‌گیری فروشنده و خریدار دخیل نیستند (برای مثال بر سایر حق‌آبه‌داران، محیط‌زیست)، اثر گذاشته و جبران غرامت نمی‌شود (Saliba و Bush، ۱۹۸۷). مادامی که چنین اثراتی وجود داشته باشد و مبادلات بازار در محاسبهٔ هزینه‌های تحمیل شده بر این اشخاص شکست بخورد، قیمت‌های تعیین شده در بازار دیگر حامل اطلاعات درستی در خصوص هزینه‌های فرصت آب نخواهد بود. بروز این اثرات ناشی از این واقعیت است که تصریح کامل حقوق مالکیت آب و انحصاری کردن آن به دلیل ماهیت سیال آب و پیوندهای هیدرولوژیکی آن در سطح حوضه به طور کامل وجود ندارد. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که کارکرد بازارهای آب بر جریانات زیست محیطی از طریق اثرات شخص ثالث ناشی از مبادله آب بین مصرف‌کنندگان آب اثر می‌گذارد (Landry، ۱۹۹۸؛ Loomis و همکاران، ۲۰۰۳؛ Brookshire و همکاران، ۲۰۰۴؛ Howitt و Hansen، ۲۰۰۵؛ Brown، ۲۰۰۶؛ Brewer و همکاران، ۲۰۰۸). با این حال مقدار این آثار بسته به اینکه آیا انتقال آب در پایین‌دست یا بالادست حوضه اتفاق می‌افتد و همچنین بسته به روش و زمان انتقالات می‌تواند مثبت یا منفی باشد (Cohen، ۲۰۰۷؛ Booker و Young، ۱۹۹۴).

در شکل (۲) شرایط تعادل بازار با دو مصرف‌کننده آب و در شرایط با و بدون وجود اثرات خارجی به تصویر کشیده شده است. در قسمت الف این شکل مشاهده می‌شود که سطح تخصیص اولیه آب به بخش کشاورزی به اندازه Q_AQ_1 و به بخش صنعت به اندازه Q_BQ_1است. در این سطح از تخصیص اولیه منفعت نهایی هر مترمکعب آب در بخش صنعت به اندازه TS از مقدار متناظر آن در بخش کشاورزی بیشتر است. با رشد و توسعه بخش صنعت و انتقال به سمت بالای منحنی تقاضای آب این بخش، انگیزه لازم برای ورود به بازار برای هر یك از دو بخش با توجه به اختلاف در ارزش تولید نهایی آب وجود دارد. نقطه R در شکل (۲- الف) نقطه تعادل بازار آب را در این حالت نشان می‌دهد. در این نقطه اولاً ارزش تولید نهایی آب ($MNB_A=MNB_B$) در هر دو بخش یکسان بوده و ثانیاً با توجه به عدم وجود اثرات خارجی در مصرف، ارزش تولید نهایی خصوصی آب با ارزش نهایی اجتماعی آن برابر است. بنابراین R نقطه تخصیص با حداکثر کارایی اقتصادی و اجتماعی است. با فرض وجود اثرات خارجی در مصرف برای بخش کشاورزی (شکل ۲-ب) ارزش نهایی اجتماعی آب (MSB_A) در این بخش به اندازه اختلاف هزینه نهایی خارجی (MEC_A) از منفعت خالص نهایی (MNB) بوده ($MSB_A= MNB_A- MEC_A$) و لذا نقطه تخصیص با حداکثر کارایی دیگر نقطه R نبوده بلکه در نقطه L اتفاق می‌افتد.



الف- بدون وجود اثرات خارجی
نقطه با حداکثر کارایی (R)
$MNB_A = MSB_A = MNB_B = MSB_B$

ب- با وجود اثرات خارجی
نقطه با حداکثر کارایی (L)
$MNB_A = MSB_A = MNB_B = MSB_B$

شکل ۲- بازار با دو مصرف کننده آب با و بدون وجود اثرات خارجی

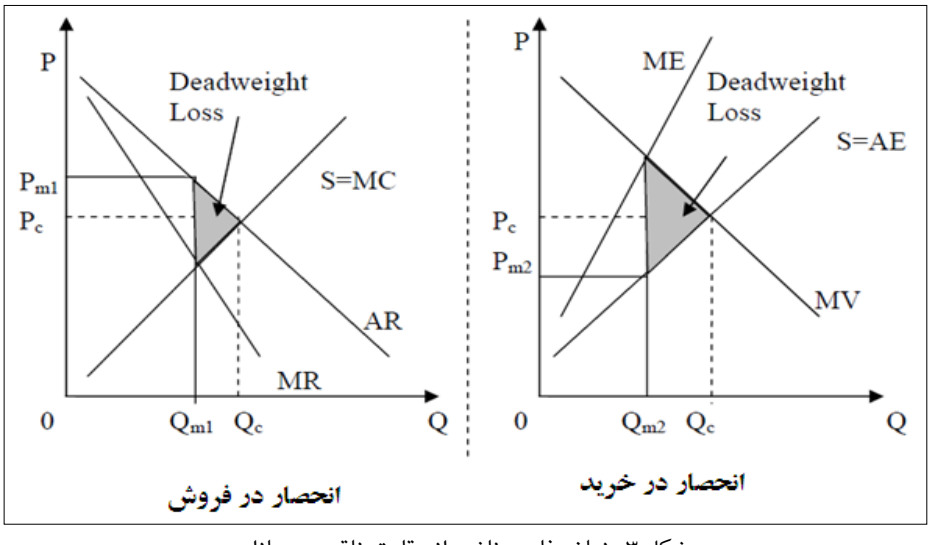
اگر چه حذف کامل آثار جانبی در بازار آب بسیار دشوار و حتی امکان‌ناپذیر است لکن سیاست‌های مداخله‌ای و ساز و کارهای تنظیمی مختلفی برای محدودساختن این آثار در بازارهای آب رسمی و فعال در کشورهای مختلف پیشنهاد و بکار گرفته شده است (جدول ۱). با این حال باید در نظر داشت که تحت تأثیر این سیاست‌ها اگر چه بخشی از اثرات جانبی مبادله آب محدود می‌شود لکن این امر به قیمت از دست‌رفتن بخشی از کارایی بازار اتفاق می‌افتد. برای مثال طبق قانون ملی آب آفریقای جنوبی باید نیازهای انسانی و زیست‌محیطی آب مورد حمایت قرار گیرد و نمی‌تواند توسط مبادلات آب آسیب ببیند (Nieuwoudt و Armitage، ۲۰۰۴)، پیامد این تأکید قانونی توسعه کند بازارهای آب در این کشور بوده است. در برخی مناطق آمریکا نیز محدودکردن مبادله آب تنها به کاربردهای مصرفی[۱۷] یا صرفاً به مبادله درون حوضه‌ای، به طور معنی‌داری بالارفتن هزینه‌های مبادله نقل و انتقالات بازار را در پی داشته است (Brewer و همکاران، ۲۰۰۸). در برخی از ایالت‌های آمریکا نیز برای جبران خسارت زیست‌محیطی سیاست اخذ مالیات بر مبادلات بازار (به صورت پول نقد یا رهاسازی سهم مشخصی از کل مقدار آب مورد مبادله به جریان زیست‌محیطی رودخانه) بکار گرفته شده است (McKinney و Taylor، ۱۹۸۸؛ Howitt و Hansen، ۲۰۰۵).

جدول ۱- برخی مصادیق اثرات خارجی بازار آب و راهکارهایی برای کاهش آن

مسئله بالقوه	مصادیق عملی	سیاست عمومی مداخله‌ای	پیامد
اثرات خارجی	۱-کاهش جریانات زیست‌محیطی (به‌ویژه برای مبادلات بالادست و خروج آب از حوضه) ۲- کاهش یا تغییر در چرخه آب بازگشتی به همراه هر تغییری در کیفیت آب ۳- فشار بر منابع آب زیرزمینی و برداشت بیش از حد از این منابع	۱-محدودکردن گستره جغرافیایی مبادلات بازار آب (آمریکا)؛ ۲- محدودکردن تجارت آب فقط برای کاربردهای مصرفی (آمریکا) ۳- اختصاص یک بخش از آب همه مبادلات برای اهداف زیست محیطی (اورگان و بخش‌هایی از کالیفرنیا) ٤- اعمال مالیات بر مبادلات آب ٥- محدودیت مبادلات به درصدی از حقابه در یك ناحیه یا جامعه خاص. ٦- تعیین حداقل نیاز آب در جریان درون حوضه‌ای برای حفظ اکوسیستم آبی ۷- محدود ساختن مبادلات در نواحی که دچار کمبود شدید ذخیره آب زیرزمینی هستند. ۸- روش "تعیین سقف و مبادله[۱۸]"	اعمال چنین محدودیت‌هایی آثار جانبی را کاهش می‌دهد اما توانایی بازار را در دستیابی به تخصیص کارا محدود می‌سازد (Liang، ۲۰۱۳)

۲- رقابت ناقص

شرایط رقابت کامل بر بسیاری از بازارهای آب حاکم نبوده و معمولاً با درجاتی از رقابت ناقص به‌ویژه در سمت عرضه همراه هستند. این موضوع در ایران نیز با توجه به اینکه آب عموماً توسط شرکت‌های آب منطقه‌ای، شرکت‌های آب و فاضلاب یا شرکت‌های بهره‌برداری تأمین و عرضه می‌شود صادق است. رقابت ناقص زمانی بوجود می‌آید که هر خریدار یا فروشنده می‌تواند بر شرایط بازار و قیمت تعیین شده در آن اثر بگذارد (Tisdell، ۱۹۷۲). اگر رقابت بین تعداد زیادی عرضه کننده به رقابت بین تعداد کمی از عرضه‌کنندگان تبدیل شود، در این صورت سطح تمرکز فروشنده به شدت افزایش یافته و آنها قادر خواهند بود قیمت کالای خود را بدون در نظر گرفتن اثر آن بر شرایط کلی بازار افزایش دهند. به همین نحو در طرف تقاضا نیز تمرکز قدرت بازار در دست تعداد اندکی از خریداران بر رقابت بازار موثر است. خریداران قدرتمند از چانه‌زنی بالاتری برخوردارند و قادرند کالا را با قیمت پایین‌تر از قیمت بازار رقابتی آن بخرند (Pindyck و Rubinfeld، ۲۰۰۵). در هر دو مورد وجود قدرت بازاری شرایط را برای ورود دیگر بازیگران به بازار دشوارتر ساخته و بخشی از کارایی بازار به صورت "زیان مرده" از دست می‌رود (شکل ۳).



شکل ۳- زیان رفاهی ناشی از رقابت ناقص در بازار

بنابراین در صورت وجود انحصار چه در سمت عرضه یا تقاضا، دیگر قیمت تعیین شده در بازار منعکس کننده ارزش نهایی آب در گزینه‌های مصرف نیست و به تخصیص ناکارا می‌انجامد و لذا نوعی مداخله و سیاست عمومی برای اصلاح قیمت و به منظور افزایش کارایی آن ضروری می‌باشد. در جدول (۲) به برخی از این سیاست‌های عمومی اشاره شده است.

جدول ۲- انحصار در بازار آب و مداخلات سیاستی عمومی بر کنترل آن

مسئله بالقوه	سیاست عمومی مداخله‌ای
قدرت بازاری خریداران و فروشندگان بزرگ	- محدودیت مبادلات به درصدی از حقابه در یك ناحیه خاص - کمك به حقابه‌داران کوچك با استفاده از کمك‌های قانونی و مقررات - وضع قوانین در مورد انحصار با گسترش گزینه‌های تأمین و عرضه آب

افزون بر موارد شکست بازار، اعمال سیاست عمومی برای کنترل یا کاهش برخی پیامدهای دیگر بازار آب نیز اجتناب‌ناپذیر است. هزینه‌های اجتماعی ناشی از تعدیل و تطبیق جوامع و برهم زدن ساختار فضایی و مکانی جمعیت به دلیل افزایش انتقال آب از یک منطقه به سایر مناطق (Saliba و Bush، ۱۹۸۷) و ملاحظات برابری از جمله این موارد هستند. برخی معتقدند که بازار موجودی بی‌رحم است و بیم آن وجود دارد که در آن برخی (به‌ویژه کشاورزان کوچک مقیاس) قربانی منافع رقبای ثروتمند خود شوند. یک کشاورز دهقانی با دامنه انتخاب‌های محدود ممکن است تاب مقاومت و رقابت با اشخاص و فعالیت‌های با سودآوری بالا را نداشته و ناچار به آیش‌گذاری، فروش زمین یا خروج از فعالیت کشاورزی اقدام نماید (Bauer، ۱۹۹۷؛ Hadjigeorgalis، ۱۹۹۹؛ Molle و همکاران، ۲۰۰۱). این یک حرکت برگشت‌ناپذیر است و نتیجه آن افزایش نرخ بیکاری و حاشیه‌نشینی در شهرها خواهد بود. در این شرایط پسنجش چگونه حداکثرشدن منافع کلی جامعه تحت چنین سناریویی بسیار سخت است. پیامدهای سیاسی بازتخصیص منابع آب از بخش کشاورزی به

طور بالقوه بسیار بالاست (Molle و همکاران، ۲۰۰۱)؛ در این زمینه Price (۱۹۹۴) بیان می‌کند، در آسیای جنوبی هزینه از دست رفتن تولیدات کشاورزی، اثرات تکاثری منطقه‌ای آن و معضلات اجتماعی ناشی از آن برای جمعیت زیادی از روستائیان فقیر از دیدگاه سیاسی برای دولت‌ها قابل پذیرش نبوده و انگیزه‌ای برای تقویت بازارهای آب وجود ندارد. Rosegrant و Ringler (۱۹۹۸) معتقدند که آثار انحراف آب از بخش کشاورزی یک موضوع بسیار پیچیده است و در کشورهای در حال توسعه با بخش کشاورزی بزرگ و در عین حال برخوردار از جمعیت زیاد فقیر روستایی عموماً جای زیادی برای مانور وجود ندارد. Meinzen-Dick و Rosegrant (۱۹۹۷) در حالی که از توسعه ساز و کارهای مبتنی بر بازار حمایت می‌کنند بیان می‌کنند که "تعقیب کارایی از طریق تخصیص بازار چنانچه ملاحظات برابری تأمین نشود ممکن است به لحاظ اجتماعی و سیاسی قابل پذیرش نباشد". چنین بیان‌هایی به معنی پذیرش این موضوع است که تخصیص مبتنی بر بازار ماهیتاً نابرابر است و به اقدامات اصلاحی نیاز دارد. از دیدگاه Meinzen-Dick و Rosegrant (۱۹۹۷) توسعه بازارهای آب در جاهایی مناسب‌تر است که فرصت‌هایی برای سرمایه‌گذاری در سایر فعالیت‌ها با کارایی بالاتر مصرف آب و یا کسب درآمد از سایر منابع وجود داشته باشد. نتایج Garrido (۲۰۱۱) نشان داد که کارایی و برابری در نظام تخصیص آب مبتنی بر بازار در مناطق شرقی اسپانیا پایین‌تر از مناطقی است که در آن بازار آب وجود ندارد.

چالش‌های ایجاد بازار آب

چالش‌های فراوانی در خصوص شکل‌گیری بازارهای آب کارا وجود دارد. برخی از این موارد ریشه در محدودیت‌های حقوقی و قوانین و مقررات تنظیمی دارد، برخی دیگر ناشی از فقدان دانش علمی و برخی دیگر ناشی از خود تئوری اقتصادی است. در بسیاری از کشورها رژیم‌های حقوقی مترتب بر بهره‌برداری از منابع آب اجازه خرید و فروش آب را نمی‌دهند. برای مثال در بسیاری از کشورها و مناطق مالکیت آب با مالکیت زمین گره خورده است یا آب به طور کامل در مالکیت دولت است و نمی‌تواند خرید و فروش شود. در این شرایط انعطاف‌پذیری بازار آب به شدت کاهش می‌یابد. حتی در مواردی که اجازه خرید و فروش آب طبق قوانین جاری به رسمیت شناخته شده و به طور بالقوه کاراست، مشاهده شده است که بازار آب فعال شکل نگرفته است (Young، ۱۹۸۶؛ Wilkinson، ۲۰۰۸). یکی از دلایل عدم وجود فعالیت بازار در چنین شرایطی می‌تواند ناشی از ترس مالکان از به خطر افتادن حقوق مالکیت‌شان در بلند مدت باشد (Howitt و Hansen، ۲۰۰۵). همچنین محدودیت‌های تنظیم قوانین، بازارهای کوچک[۱۹]، هزینه‌های مبادله بالا و اثرات شخص ثالث از جمله محدودیت‌های تشکیل بازار آب هستند (Katz، ۲۰۰۶)

پیشنهادهایی برای ایران

در بالا به مبنای تئوریك بازار آب و آنچه در عمل اتفاق می‌افتد بر اساس تجارب جهانی پرداخته شد. در اینجا سعی شده است با تکیه بر این تجارب، توصیه‌هایی برای شکل‌گیری بازارهای آب در ایران در قالب طرح ۴ سوال کلیدی و پاسخ به آنها استخراج شود.

سوال ۱) چقدر باید به نقش بازار آب در مقابله با کمیابی منابع آب امیدوار بود؟

نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که حتی در کاراترین بازارهای رسمی آب در دنیا (مانند آمریکا و استرالیا) تنها سهم اندکی از منابع (۱۰-۲۰ درصد) از طریق فرایند بازار تخصیص داده شده‌اند. دلیل این موضوع بیشتر به محدودیت‌های اقتصادی و فنی بر می‌گردد تا به محدودیت‌های نهادی. بر این اساس نقشی که برای بازار در مقابله با کمیابی منابع آب در کشور می‌توان تصور کرد در این حدود است. البته باید توجه داشت که نقش بازار در تعیین قیمت شفاف که به تولیدکننده و مصرف‌کننده برای استفاده کارا از منابع آب علامت می‌دهد، بسیار تعیین‌کننده است. بنابراین لازم است این سیاست به موازات بکارگیری سایر سیاست‌های مدیریت مصرف دنبال شود.

سوال ۲) الزامات شکل‌گیری بازار آب کارا، عادلانه و پایدار در کشور چیست؟

شکل‌گیری بازار آب کارا نیازمند تأمین شرایط مبادله و بازار، اصلاحات ساختاری و نهادی در سطوح مختلف ملی، شرکت‌های آب منطقه‌ای و محلی و اعمال سیاست‌های عمومی مناسب برای اصلاح ناکارایی ناشی از شکست بازار است. مطابق آنچه در این مقاله تحت عنوان تئوری بازار آب، موارد شکست بازار و سیاست عمومی ذکر شد و با توجه به قوانین مقررات حاکم بر مدیریت و بهره‌برداری از منابع آب کشور (قانون توزیع عادلانه آب؛ قانون تثبیت آب‌بهای محصولات کشاورزی، سیاست‌های کلی نظام در بخش آب، اصل ۴۵ قانون اساسی و ۱۵۵ قانون مدنی جمهوری اسلامی ایران و ...) و همچنین به استناد مطالعات پیشین انجام شده در کشور در خصوص

بازار آب (صدر، ۱۳۷۸؛ جعفری، ۱۳۸۳؛ جفره و علیزاده، ۱۳۸۸؛ شاهنوشی، ۱۳۹۳)، می‌توان الزامات اساسی مورد نیاز آن را به شرح موارد ۱۱ گانه زیر بیان کرد:

- o بازنگری مجدد و تعریف روشن حقوق آب با تأکید بر نظارت بر رفتارها
- o صدور سند آب برای حقابه‌داران
- o صلاح در ساختار و قوانین آب (با توجه به شرایط هر منطقه)
- o تشکیل نهاد تنظیم مقررات بازار آب
- o حوضه‌ای شدن مدیریت منابع آب (اصل هر حوضه، یک مجوزدهنده)
- o توسعه نظام آئین‌نامه‌ای قوانین در سطوح ملی، حوضه‌ای و محلی
- o اصلاحات نهادی (تأسیس بانک آب، واسطه‌گری و...)
- o انجام مطالعات پایه و حسابداری منابع آب
- o طراحی ساز و کار تضمین مبادلات (نهاد مدیریت محلی و مکانسیم حل اختلافات
- o تحویل حجمی آب
- o حرکت به سمت آزادسازی قیمت‌ها در بخش آب

سوال ۳) در کجاها باید برای توسعه و تشکیل بازار آب برنامه‌ریزی کرد؟ (معیارهای انتخاب مناطق پایلوت)

صرف‌نظر از الزامات حقوقی و قانونی مورد نیاز برای تشکیل و ساماندهی بازارهای آب که در فوق بیان شد، شرایط و الزاماتی برای مکان تشکیل بازار آب فعال و کارآمد نیز وجود دارد که متضمن حداکثرسازی سودمندی و پایداری بازار است. توسعه بازار آب در کشور در حوضه‌ها و مناطقی که دارای ویژگی‌های زیر باشد، از سودمندی بیشتری برخوردار خواهد بود:

- در مناطقی که منابع آن به طور کامل برای استفاده‌های مصرفی توسعه داده شده باشد.
- تغییرپذیری فصلی در موجودی منابع آب وجود داشته باشد.
- تعداد زیادی مصرف‌کننده آب در منطقه وجود داشته باشند.
- تقاضا برای آب در مصارف شرب و صنعت در آن منطقه در حال افزایش باشد.
- فشار بر صنایع مصرف‌کننده آب برای تغییر در ساختار فعلی‌شان وجود داشته باشد.
- آن منطقه ساختار اقتصادی توسعه یافته‌تری داشته باشد.
- تنوع در مصرف‌کنندگان آب (تنوع در ارزش اقتصادی آب در مصارف مختلف) وجود داشته باشد.
- ارزش اقتصادی آب در منطقه بالا باشد.
- زیرساخت‌های لازم برای انتقال آب در منطقه تا حدودی فراهم باشند.

سوال ۴) مخاطرات احتمالی بازار آب چیست؟

در کنار مزایای بالقوه زیادی که برای بازار آب در تئوری اقتصادی و ادبیات موضوع (از جمله تخصیص کارای اقتصادی و اجتماعی آب از طریق درونی‌سازی هزینه فرصت منابع آب، تعیین قیمت شفاف، تشویق و ترغیب سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت در بخش آب، صرفه‌جویی در هزینه‌های تأمین آب شهری و صنعتی، تأمین بهتر مصارف الزامی در مواقع خشکسالی و...) ذکر می‌شود، برخی مخاطرات احتمالی نیز باید مورد توجه سیاست‌گذاران قرار داشته باشد. در سمت تقاضا، بازار آب ممکن است به افزایش برداشت آب منجر شود؛ چرا که با شکل‌گیری بازار این امکان بوجود می‌آید که کشاورز بتواند تا آخرین قطره حق‌آبه خود را با قیمت‌های بالا در بازار بفروشد. در حالی که در صورت نبود بازار ممکن است بخشی از آب مازاد در فصولی که مورد نیاز نبوده، مصرف نگردیده و در چرخه طبیعی رودخانه رها شود. نکته دیگری که باید به آن توجه ویژه شود، جلب همراهی تمامی حقابه‌داران با نهاد حاکمیتی و در نتیجه برقراری منفعت عمومی و کاهش تعارضات و پیامدهای اجتماعی است. چنانچه مکانیسم‌های نظارتی و نقش دولت در امور حاکمیتی تخصیص آب کارایی لازم را در جلب این همکاری نداشته باشد، بیم آن وجود خواهد داشت که بازار با توجه به ماهیت رقابت و سودجویی حاکم بر آن، اصل همکاری و تعامل بین حق‌آبه‌داران را تضعیف ساخته و قادر به حل تعارضات اجتماعی نباشد. هر چه گسترده جغرافیایی بازار بزرگتر باشد نقاط مشترکی که موجب شکل‌گیری تعامل میان ذی‌نفعان می‌شود کمتر می‌شود. هزینه‌های اجتماعی ناشی از تعدیل و تطبیق جوامع و برهم زدن ساختار فضایی و مکانی جمعیت در اثر انتقال آب از یك منطقه به منطقه دیگر و معضلات اجتماعی برخواسته از آن از دیگر دغدغه‌هایی است که باید در طراحی سیاست‌های عمومی بازار آب مورد توجه قرار گیرد. جلوگیری از انحصار نیز نیازمند دقت فراوان در تنظیم مقررات مربوط به بازار آب است به طوری که بتواند از تسلط یک یا چند شخص یا شرکت بر حقوق آب که یک کالای عمومی است، جلوگیری کند. چنانچه بازار بسیار بزرگ و آزاد باشد این بیم وجود دارد که ممکن است مردم یک منطقه بر آب خودشان که متعلق به جامعه است، کنترلی نداشته باشند. همچنین بازارهای آب بزرگ و آزاد ممکن است سیاست‌های امنیت غذایی کشورها را به چالش بکشاند؛ چرا که منطق اقتصادی حاکم بر آن حکم می‌کند که آب در مصارف با ارزش بالاتر مصرف شود. در این صورت چنانچه جهت‌گیری‌های دولت به سمت امنیت غذایی یا خودکفایی در تولید یک محصول خاص و استراتژیک باشد، ممکن است با مشکلاتی روبرو شود.

جمع‌بندی

با توجه به چالش‌های کنونی مدیریت منابع آب کشور و افزایش شکاف عرضه و تقاضا برای آن، بکارگیری معیارهای اقتصادی برای تخصیص آب یك ضرورت است. بازار آب یکی از ابزارهای کارا در این جهت است. با این حال با توجه به ماهیت و ویژگی‌های خاص آب و اهمیت آن در ملاحظات اجتماعی، برابری، سیاسی و زیست‌محیطی (که آن را به طور کامل از سایر کالاهای تجاری اقتصادی متمایز می‌سازد) پیاده‌سازی اصول تئوری اقتصادی بازار در عمل با چالش‌ها و در عین حال با حساسیت‌هایی همراه است. بنابراین بازارهای آب باید با قوانین و قواعد کافی، روشن، اجرایی، قابل فهم و در عین حال حمایت‌کننده از روح بازار که همان اصل اختیار است، احاطه شوند. به عبارت دیگر باید یک تعادل در سیاست‌های عمومی بین میزان مداخلات سیاستی در بازار و هزینه مبادلات برقرار باشد؛ بدین معنی که سیاست‌های عمومی نه آنقدر زیاد و پیچیده باشد که با بالا بردن هزینه‌های مبادله عملاً امکان خرید و فروش در بازار را از بین ببرد و نه آن قدر ناکافی باشد که نتواند اثرات خارجی و پیامدهای جانبی عمومی بازار آب را کاهش دهد.

مخاطرات گفته شده در فوق تنها هشداری است به سیاست‌گذاران برای لحاظ جنبه‌های احتیاطی در تصمیم‌گیری. با این حال در شرایط فعلی که بازارهای آب ایران عمدتاً غیررسمی و محلی است، احتمال بروز چنین پیامدهایی وجود ندارد. حتی چنانچه ساماندهی بازارهای کوچک و محدود در دستور کار قرار بگیرد باز هم به نظر نمی‌رسد این مسائل موضوعیت کافی داشته باشند. بنابراین لازم است افزون بر ارزیابی عملکرد بازارهای آب از دیدگاه فروشندگان و خریداران، کارکرد این بازارها در کشور از دیدگاه سیاست عمومی مورد مطالعه عمیق‌تر قرار بگیرد و به این پرسش پاسخ دهد که آیا افزایش بازدهی و منافع اجتماعی بازار آب قادر است هزینه‌های اجتماعی آن را پوشش دهد؟ همچنین باید منافع و هزینه‌های هر گونه سیاست عمومی در سطوح مختلف با توجه به شرایط بومی کشور و هر منطقه خاص از کشور نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

پی‌نوشت

۱- زمانی آب یک منبع کمیاب اقتصادی تلقی می‌شود، که آب کافی برای دسترسی همه مصرف‌کنندگان به اندازه نیازشان بدون اینکه چیز دیگری را بابت بدست‌آوردن آن قربانی کنند، وجود نداشته باشد.

2- Flexibility

3- Secure expectations

4- Opportunity costs

5- Collective values

6- Predictability of the allocation process

7- Fairness

8- Market failure

9- Pareto efficient

10- Exclusive

11- Comprehensive and complete

12- Dividable and transferable

13- External effects of market activities

14- Public goods characteristic of water resources

15- Imperfect competition

16- Risk, Uncertainty and Imperfect Information

17- Consumptive uses

18- Cap and trade

19- Thin markets

منابع

جعفری، س.ع. ۱۳۸۳. رویکرد بازار آب و الزامات آن. مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۲(۴۸): ۷۵-۱۰۵.

جفره، م. و علیزاده، س. ۱۳۸۸. بررسی نقش بازار در تخصیص بهینه منابع آب. فصلنامه علوم اقتصادی، ۲(۸): ۷۵-۹۵.

شاهنوشی، ن. ۱۳۹۳. ساماندهی و تشکیل بازار آب در استان خراسان رضوی. طرح پژوهشی شرکت مدیریت منابع آب ایران، تهران.

صدر، ک. ۱۳۷۸. بازار و نرخ‌گذاری آب در اسلام (تجربه ایران). آب و توسعه، ۲۱-۲۰.

صدر، ک. ۱۳۸۲. نقش نهاد بازار و بخش عمومی در مدیریت و توسعه پایدار بخش آب، گزارش علمی شماره ۱۶، دفتر اقتصاد آب، معاونت برنامه‌ریزی وزارت نیرو، تهران.

Bauer C.J. 1997. Bringing water markets down to earth: the political economy of water rights in Chile, 1976-1995. World Development, 25(5): 639-656.

Bellas A. and Lange I. 2008. Impacts of market-based environmental and generation policy on scrubber electricity usage. The Energy Journal 29(2): 151–164.

Booker J.F., and Young R.A. 1994. Modeling Intra-

and Practice. International Journal of Water Resources Development, 22(1): 79-86.

Howe C.W., Schurmeier D.R. and Shaw W.D. 1986. Innovative approaches to water allocation: the potential for water markets. Water resources research, 22(4): 439-445.

Howitt R. and Hansen K. 2005. The Evolving Western Water Markets. Choices, 20(1): 59-68.

ICWE. 1992. Development issues for the 21st century, "The Dublin statement and report of the conference, held 26–31 January 1992 (Dublin, Geneva: WMO).

Isaac M. 2001. Embedding Social Capital in the Construction of Water Markets. Paper presented at the Globalization and Water Resources Management: The Changing Value of Water. AWRA/IWLRI – University of Dundee International Specialty Conference.

Katz D. 2006. Going with the Flow: Preserving and restoring in stream water allocations. The World's Water: 2006-2007: The Biennial Report on Freshwater Resources. Washington D.C., Island Press: 29-49.

Kerr S. and Newell R. 2005. Policy-Induced Technology Adoption: Evidence from the U.S. Lead Phasedown. Resources for the Future, Discussion Paper 0814245.

Landry C.J. 1998. Market transfers of water for environmental protection in the western United States. Water Policy, 1(5): 457-469.

Lazarova V., Levine B., Shack J., Cirelli G., Jeffrey P., Muntau H., Salgot M. and Brissaud F. 2007. Role of water reuse for enhancing integrated water management in Europe and Mediterranean countries. Water Sci Technol, 43(10): 25–33.

Leveque F. 2006. Competitive Electricity Markets and Sustainability. Edward Elgar Publishing Limited, Northampton, MA.

Liang T.G. 2013. Trading and Economic Efficiency in Selected Victorian Water Markets in Australia. Thesis presented for the degree of Doctor of Philosophy, Murdoch University.

state and Interstate Markets for Colorado River Water Resources. Journal of Environmental Economics and Management, 26(1): 66-87.

Brewer J., Glennon R., Ker A. and Libecap G.D. 2008. Water markets in the West: prices, trading, and contractual forms. Economic Inquiry, 46(2): 91–112.

Brookshire D.S., Colby B., Ewers, M., and Ganderton, P.T. 2004. Market prices for water in the semiarid West of the United States." Water Resources Research, 40: 1-8.

Brown T.C. 2006. Trends in water market activity and price in the western United States. Water Resources Research, 42: 1-14.

Burtraw D. and Evans D.A. 2008. "Tradable Rights to Emit Air Pollution. Resources for the Future, Discussion Paper 0978548.

Cohen M. 2007. Salton Sea at a Crossroads. GeoTimes August, Available in www.Geotimes.org./aug07/article.

European Commission (EC). 2011. Role of water pricing and water allocation in agriculture in delivering sustainable water use in Europe – final report. Project number 11589.

European Commission (EC). 2012. The role of water pricing and water allocation in agriculture in delivering sustainable water use in Europe. Project number 11589.

FAO (ed.). 2004. Economic Valuation of Water Resources in Agriculture–From a sectorial to a functional perspective in Natural Resource Management. FAO Water Report 27. Rome.

Garrido S. 2011. Governing scarcity. Water markets, equity and efficiency in pre-1950s eastern Spain. International Journal of the Commons, 5: 513–534.

Hadjigeorgalis E. 1999. Trading under risk and uncertainty in an agricultural water market in Chile. American agricultural economics association. Selected paper for presentation in annual meeting Nashville, TN.

Hellegers P.J.G.J. and Perry C.J. 2006. Can Irrigation Water Use Be Guided by Market Forces? Theory

Nieuwoudt W.L. and Armitage R.M. 2004. Water market transfers in South Africa: Two case studies. Water Resources Research, 40(9): 1-9.

Pindyck R.S. and Rubinfeld D.L. 2005. Microeconomics. Sixth Edition. Pearson Prentice Hall, New York.

Price W. 1994. Water markets in South India, in Le Moigne et al.: Water policy and water markets, World Bank, technical paper No 249: 107-111.

Rosegrant M.W. and Ringler C. 1998. Impact on food security and rural development of transferring water out of agriculture. Water Policy, 1(6): 567-586.

Saliba B.c. and Bush D.B. 1987. Water markets in theory and practice: market transfers, water values and public policy. West view Press/ Boulder and London.

Tisdell C.A. 1972. The Theory of Economic Allocation. John Wiley & Sons, Brisbane.

Tregarthen T.D. 1983. Water in Colorado: Fear and Loathing in the Marketplace, in Water Rights. Scarce Resource Allocation. Bureaucracy, and the Environment, T.L. Anderson (ed.), Pacific Institute for Public Policy Research, San Francisco, 119–136.

Wilkinson M. 2008. Farmers won't go with flow. Sydney Morning Herald. Sydney.

World Bank (ed.). 1997. Water Allocation Mechanisms - Principles and Examples. Washington, DC.

World Bank (WB). 2006. Reengaging in Agricultural Water Management - Challenges and Options. Washington, DC.

WWF. 2007. Allocating Scarce Water - A WWF primer on water allocation, water rights and water markets. Surrey.

Young R.A. 1986. Why Are There so Few Transactions among Water Users? American Journal of Agricultural Economics, 68(5): 1143-1151.

Livingston M.L. 1995. Designing water markets: Market failure and institutional response. Water Resources Management, 9: 203–220.

Livingston M.L. 1998. Institutional requisites for efficient water markets. In Markets for water. Potential and performance. Boston: Kluwer Academic Publishers.

Loomis J.B., Quattlebaum K., Brown T.C. and Alexander S.J. 2003. Expanding Institutional Arrangements for Acquiring Water for Environmental Purposes: Transactions Evidence for the Western United States. International Journal of Water Resources Development, 19: 21-28.

Louw D.B. and Van Schalkwyk H.D. 1997. The true value of irrigation water in the Olifants river basin: Western Cape. Agrekon, 36(4): 551-561.

McConnell C.R. and Brue S.L. 2008. Economics: Principles, Problems, and Policies. Seventh Edition, McGraw-Hill/Irwin, New York

McKinney M. and Taylor J. 1988. Western state instream flow programs: A comparative assessment. Fort Collins, CO, National Ecology Research Center, Fish and Wildlife Service, U.S. Dept. of Interior.

Meinzen-Dick R. and Rosegrant M.W. 1997. Water as an economic good: incentives, institutions and infrastructure, in Water: Economic, Management and Demand, Melvyn Kay, Tom Franks and Laurence Smith (eds.).

Molle F., Chompadist C., Srijantr, Thippawal and Jesda Keawkulaya 2001. Dry-season water allocation and management in the Chao Phraya Delta, DORAS Project, Kasetsart University, Bangkok, Research Report n°8, 200 p., draft.

National Water Commission. 2011. Water Markets in Australia: A Short History. National Water Commission, Canberra, ACT, Australia.

سال سوم، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵، صفحات ۱۱۵ تا ۱۲۱
نشریه آب و توسعه پایدار

2016, Vol.3, No.1, Pages 115 to 121
Journal of Water and Sustainable Development

پیش‌بینی لزوم همکاری میان کشورهای حوضه هریرود بر اساس نظریه بازی، روش ارزش شاپلی

احمد قندهاری[۱*]، سید محمدرضا علوی مقدم[۲]، حمید عمرانیان خراسانی[۳]

۱- دانشجوی دکترای آبیاری زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. ۲- عضو هیئت علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: a_ghandhary@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۹۵/٤/۲٦
تاریخ پذیرش: ۹۵/٦/۱۵

چکیده

امروزه محدودیت موجودی قابل برداشت منابع آبی، در کنار حق مشترك بهره‌برداری از آب‌های مرزی، زمینه رقابت بین ذینفعان مختلف را فراهم کرده و سبب شده که بهره‌برداری برخی از کشورها، قابلیت بهره‌مندی دیگران را کاهش دهد؛ چرا که معمولاً ذینفعان بـه عللی همچون بی‌اعتمادی، ریسك‌گریزی و بینش کوتاه‌نگر، ترجیح می‌دهند بـا تخلف از حد بهینه بهره‌برداری، منافع کوتاه‌مدت خویش را افزایش دهند. ایران و دو کشور افغانستان و ترکمنستان به‌عنوان ذینفعان منابع آبی مشترک هریرود همواره به دنبال استفاده حداکثری و بیشینه کردن منافع خود از رودخانه‌های مشترک بوده‌اند. این تحقیق دیپلماسی آبی رودخانه مرزی ایران و استراتژی آن در مناسبات آینده با کشورهای همسایه خود را بررسی و بهترین مسیر حرکت را برای هر یک از کشورهای مشترک در هریرود معین می‌نماید؛ لذا هیدروپولیتیک سه کشور ایران، افغانستان و ترکمنستان در حوضه آبریز هریرود بررسی و بر اساس تئوری بازی همکارانه با کمک روش ارزش شاپلی، چگونگی تعامل بین سه کشور مدل‌سازی شده است. نتایج این تحقیق حاکی از این است که همکاری بین سه کشور می‌تواند بیشترین سود را برای آن‌ها فراهم آورد. نظریه بازی همکارانه به همراه یک مدل جامع مدیریت منابع آب، ابزاری کارآمد برای ارزیابی سناریوهای مختلف مدیریتی در حوضه آبریز هریرود می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آب‌های مرزی، هریرود، ارزش شاپلی، تئوری بازی همکارانه.

Predicting the Necessity of Cooperation Between The Harirud Basin Countries Based on Game Theory: The Shapely Value Approach

A. Ghandhary[1*], S.M.R. Alavi Moghadam[2], H. Omranian Khorasani

1- PHD Student of Irrigation and Drainage Engineering, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture,University of Ferdowsi, Mashhad, Iran. 2- Associate Professor, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University, Mashhad, Iran. 3- Former MSc, Water Engineering Department, Tarbiat modares, Iran.

*(Corresponding Author Email: a_ghandhary@yahoo.com)
Received: 16-7-2016
Accepted: 5-9-2016

Abstract

Today, limitations of water availability alongside the common rights between countries on transboundary rivers cause a competition among them for more water using. This has led to the reduced benefits for some countries compared to others. Usually, stakeholders prefer to overuse from their water rights because of unreliability, risk aversion and short-term approaches with the aim of enhancing their short-term interests. Iran, Afghanistan, and Turkmenistan as common congruities on Harirud, always try to maximize their benefits from the rivers. This research maps the roads of hydro-diplomacy amongst the common countries on the Harirud and shows the best future moving direction for all of them according to Game Theory. Therefore, the hydro-diplomacy of these three countries in the Harirud basin has been investigated and modeled based on the Cooperative Game Theory with the help of the Shapely value. Results show that the best approach is full cooperation between the countries. Moreover, the Cooperative Game Theory along with a comprehensive water resources management model is an efficient means for evaluating the different management scenarios related to the Harirud basin.

Keywords: Transboundary Rivers, Harirud, Shapley Value, Cooperative Game Theory.

مقدمه

رودخانه هریرود یکی از منابع اصلی آب ورودی به بخش‌هایی از مناطق شمال شرق ایران و جنوب ترکمنستان و تامین کننده نیاز شرب و کشاورزی جمعیت زیادی از مردم بوده و همواره به عنوان یکی از نگرانی‌های این دو کشور به لحاظ پایداری جریان ورودی تلقی گشته است (Palau، ۲۰۱۱). رابطه ایران با ترکمنستان از زمان استقلال این کشور همواره دوستانه و البته با احتیاط زیاد از جانب طرف ترکمنی در حفظ رابطه‌ای کنترل‌شده و محدود بوده، با ساخت سد دوستی نوعی از همکاری مشترک بین دو کشور آغاز شده است. حفظ رابطه دوستانه با ترکمنستان، ایران را در آینده از بابت مقابله با بحران کم‌آبی در خراسان شمالی و خراسان رضوی از طریق خرید و انتقال آب از ترکمنستان از کانال قره قروم یاری خواهد کرد، هرچند که سابقه ترکمن‌ها در قطع جریان گاز و زیر پا گذاشتن مفاد قرارداد به بهانه مشکل فنی در زمستان سال ۱۳۸۶ از این کشور نیز چهره‌ای غیرقابل اتکا در ذهن ایرانیان ایجاد کرد. به نظر می‌رسد با توجه به نیاز ایران و نیز مکنت مالی، ایران تنها کشوری که توان پرداخت پول برای خرید آب از افغانستان را دارد. پیش‌بینی وضعیت آینده رابطه ایران و افغانستان در حوزه آب از میان سطور مقالات روزنامه و سخنرانی مقامات افغانی و مذاکرات دوجانبه قابل تشخیص است. توقع اینکه منابع آبی مشترک ایران با افغانستان افزایش یابد دور از انتظار و بر اساس شواهد و اطلاعات موجود غیرممکن است ولی کاهش و یا حتی قطع کامل جریان آبی به سمت مرزهای مشترک قابل پیش‌بینی است.

از مسایلی که چالش بین کشورهای ذینفع حوضه هریرود را پررنگ‌تر می‌کند، پروژه احداث سدهای مختلف بدون هماهنگی بین تمام کشورها بر روی این رودخانه است. پروژه سد دوستی مشترک بین دو کشور ایران و ترکمنستان در زمان حاکمیت دولت طالبان بر افغانستان مطالعه و اجرا شد و عملاً نقش کشور بالادست (افغانستان) در این مطالعات نادیده گرفته شد. بعد از سقوط طالبان اقدامات دولت افغانستان در تکمیل و بهره‌برداری از سد سلما بدون هیچگونه توجهی به مسائل پایین‌دست، نگرانی‌ها را برای بهره‌برداری مشترک از سد دوستی افزایش داده است (میان آبادی، ۱۳۹۲).

در حال حاضر جریان آب به سمت مرز مشترک دو کشور ایران و افغانستان، با درصدی از نوسانات مربوط به کاهش نزولات جوی، همراه است. دو کشور ایران و ترکمنستان بخش عمده‌ای از نیازهای انرژی برق افغانستان را با نرخ‌های بسیار نازل تأمین می‌کنند و در تعیین نرخ برق توسط این دو کشور ملاحظات مربوط به روابط همسایگی و همچنین میزان آبی که از رودخانه‌های مشترک دریافت می‌شود، مدنظر قرار دارد. در صورت بحرانی شدن روابط آبی و جلوگیری افغانستان از ورود آب رودخانه‌های مرزی قطعاً موضوع وابستگی افغانستان به برق و خطوط ترانزیتی ایران و ترکمنستان برای تأمین سوخت مورد نیاز، روابط افغانستان با کشورهای ایران و ترکمنستان را تحت تأثیر قرار خواهد داد. رویکرد و نگرش کنونی دولت‌های ایران و ترکمنستان نسبت به افغانستان کاملاً دوستانه و حمایت گرایانه است و انواع کمک‌هایی که به افغانستان می‌شود از این زاویه و نگاه است که با بحرانی شدن روابط آبی این حمایت‌ها و کمک‌ها به‌طور طبیعی تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. هدایت و مدیریت بحران‌های آینده در این رابطه منوط به نوع نگاه دولت‌مردان حاکم در افغانستان بر حفظ و ادامه رابطه دوستانه با ایران و ترکمنستان است.

از نظریه بازی‌ها به دو شیوه در مدیریت آب‌های مرزی می‌توان استفاد نمود: اولاً اینکه می‌تواند در توضیح و ارزیابی درگیری‌ها، مذاکرات و نتایج قبلی استفاده گردد؛ ثانیاً، دیدگاه نظریه بازی‌ها می‌تواند در طراحی سیاست‌های فعلی مورد استفاده قرار گیرد (Bahaduri و Liebe، ۲۰۱۳). تحقیقات قابل توجهی از کاربرد نظریه بازی‌ها در مدیریت منابع آب مرزی وجود دارد. به عنوان مثال در مطالعه منابع مشترک گنگ و براهامپوترا (Rogers، ۱۹۶۹)، حوضه نیل (Wu و Whittington، ۲۰۰۶)، حوضه‌های رودخانه دجله و فرات (Kucukmehmetoglu و Guldmann، ۲۰۰۴ و ۲۰۱۰) و حوضه ریوگراند / ریو (Teasley و McKinney، ۲۰۰۸) نظریه بازی همکارانه به کار برده شده است. در این پژوهش تعیین ارزش همکاری بین سه کشور ایران، افغانستان و ترکمنستان با استفاده از نظریه بازی‌ها با فرض وجود همکاری بین بازیکنان مورد بررسی قرار گرفته است. گزینه‌های مختلف در بازی هر کشور و برای هر یک از بازیکنان بر مبنای پتانسیل‌ها و نیازمندی‌های واقعی هر کشور در نظر گرفته شده و فرض بر این است که فضای حاکم بر یک بازی، منطق می‌باشد.

معرفی حوضه هریرود

کشور افغانستان در رودخانه هریرود، بالادست ایران و ترکمنستان است. این کشور بر روی این رودخانه، سد سلما را احداث کرده و سدهای دیگری مانند پشدان را در دستور کار خود دارد که اهداف اصلی آن‌ها تولید برقابی و تولیدات کشاورزی و تأمین آب شرب تعریف شده است. افغانستان و بویژه شهر هرات در بالادست هریرود به سرعت در حال افزایش جمعیت و تقاضای انرژی است. این کشور توانایی مذاکره با ایران و ترکمنستان برای فرستادن آب به پایین دست سد سلما و در عوض دریافت کسری انرژی از کشورهای پایین دست خود را دارد.

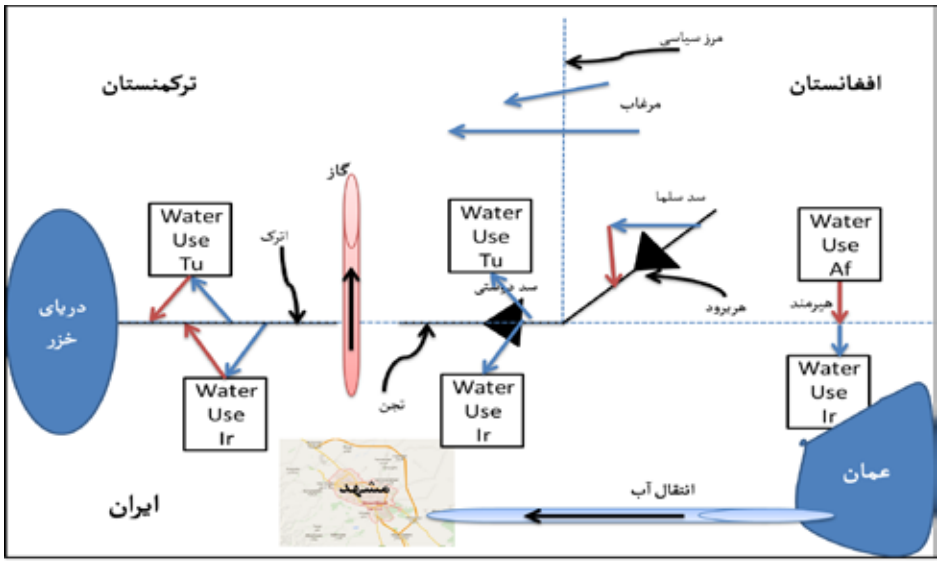
ترکمنستان (در پایین دست رودخانه هریرود)، در فهرست چهار

کشور بزرگ تولید کننده گاز طبیعی و چهار کشور تولید کننده نفت در شوروی سابق قرار دارد. رشد اقتصادی این کشور در سال ۲۰۰۷ براساس آمار صندوق بین‌المللی پول حدود ۱۱/۵ درصد بوده است. شغل بیش‌تر مردم ترکمنستان، کشاورزی و دامپروری است. این کشور با تولید پنبه و فرآوری این محصول، صنایع نساجی فعال پیشرفته‌ای دارد و از بازار فروش بالایی در سطح جهان برخوردار می‌باشد. ترکمنستان با فروش سالانه مقدار زیادی گاز به کشورهای دیگر از جمله ایران، درآمدهای زیادی نصیب خود می‌کند. این کشور از آب مخزن سد دوستی تنها برای مصارف کشاورزی استفاده می‌کند. ترکمنستان علاقمند مذاکره با افغانستان برای رهاسازی حجم مناسبی از آب رودخانه هریرود و مرغاب جهت رفع نیازهای آب آبیاری خود می‌باشد و در مقابل قادر به پرداخت انرژی کافی به افغانستان در فصل زمستان به ازای آب رهاسازی شده می‌باشد. از طرفی تحت شرایط کم‌آبی و نرمال، افغانستان به لحاظ فیزیکی توانایی منحرف کردن آب رودخانه هریرود و استفاده از تمام آب‌ها را برای آبیاری کشاورزی خود خواهد داشت. با این حال حق برداشت از رودخانه هریرود برای ترکمنستان و ایران سهم ۵۰ درصد می‌باشد (شکل ۱). ایران همچون ترکمنستان کشور پایین دست رودخانه هریرود است. اهمیت رودخانه هریرود به لحاظ و تامین آب شرب شهر مشهد و بخشی از نیازهای شرب و کشاورزی دشت سرخس از سد دوستی مورد توجه است. ایران خواهان مذاکره با افغانستان و ترکمنستان و بهبود وضعیت پایداری آب سد دوستی می‌باشد.

شکل ۱- نحوه برداشت آب از رودخانه هریرود (مخزن سد دوستی) توسط ایران و ترکمنستان

مدل‌سازی بازی

مدل تخصیص آب به انرژی و تولیدات کشاورزی برای یک سال و به صورت گام‌های ماهانه از اول ماه ژانویه تا آخر ماه دسامبر در نظر گرفته شده است (شکل ۲). شبکه رودخانه‌ای هریرود، شامل محل احداث سد سلما و سد دوستی و نیز موقعیت کشورها می‌باشد. سد سلما با ارتفاع ۱۰۷ و طول تاج ۵۰۰ متر، ظرفیت تولید ۴۲ مگاوات نیروی برق و آبیاری ۷۵ هزار هکتار را دارد.



شکل ۲- سهم حوضه هریرود بین سه کشور ایران، افغانستان و ترکمنستان

مدل شامل محدودیت‌های بقای جرم و حجم آب ذخیره شده در مخزن سد سلما و سد دوستی در هر ماه خواهد بود. در هر نقطه‌ی اتصال در حوضه رودخانه هریرود، آب به صورت جریان ورودی و خروجی در رودخانه تقسیم می‌شود (محدودیت‌های بیلان برای هر ماه وجود دارد). جریان بازگشتی برای نشان دادن بخشی از آب برداشت شده در هر کشور و میزان آب برگشتی نمایش داده شده است. مجموع نیاز آبی برای هر کشور به عنوان داده‌های ورودی مدل و مناطق زراعی، متغیرهای تصمیم در مدل هستند.

۱- مجموعه بازیکنان

برای این بازی، سه بازیکن در نظر گرفته شده است:

N={Af, Ir, Tu}

که در آن Ir، ایران؛ Tu، ترکمنستان؛ Af، افغانستان، مجموعه بازیکنان است. افغانستان سرشاخه رودهای مهمی همچون هریرود، هیرمند، جیحون، پنجاب، سند و مرغاب می‌باشد. با این حال افغانستان به‌ظاهر با هیچ کشوری هیچ‌گونه قرارداد آبی ندارد و فقط با ایران درباره هیرمند دارای قرارداد هستند. آن‌ها به‌صورت جدی به دنبال کنترل آب‌های مرزی خود هستند؛ سد سلما بر روی هریرود برای افغان‌ها بسیار با اهمیت است؛ زیرا تقاضای انرژی شهر هرات، بوسیله سد برقابی سلما تامین خواهد شد. کل تقاضای انرژی سالانه شهر هرات ۲۲۵ میلیون کیلووات ساعت است و در حال حاضر سد برقابی سلما با سه توربین ۴۲ میلیون کیلووات ساعت برق تولید خواهد کرد. با این حال کسر انرژی در شهر هرات با جمعیت ۴۵۰۰۰۰ نفر و با سرانه‌ی حداقل ۵۰۰ کیلو وات بر ساعت برابر با ۱۸۳ میلیون کیلووات ساعت خواهد بود.

۲- شرح بازی

بازی شامل سه بازیکن ایران، ترکمنستان و افغانستان است. پس هفت ائتلاف ممکن (از عدم همکاری تا همکاری) به صورت شکل زیر ممکن است شکل بگیرد، از مدل حوضه رودخانه جهت محاسبه پیامدهای هر ائتلاف استفاده خواهد شد.

تمام حالات ممکن در بازی:

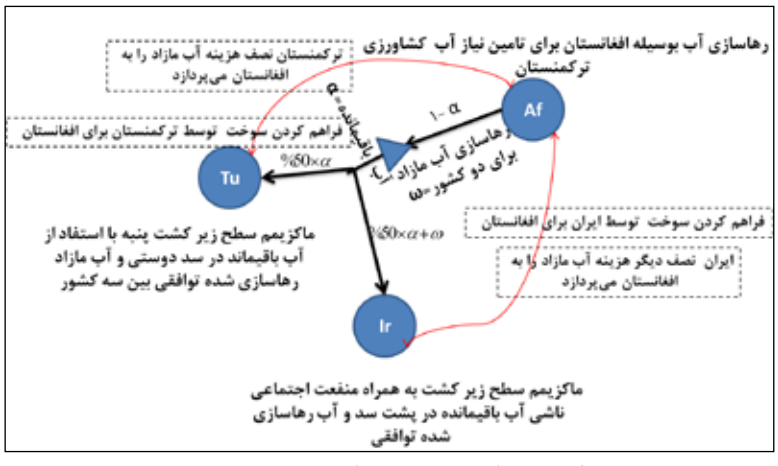
{Ir}; {Tu}; {Af}; {Ir, Tu}; {Af, Tu}; {Ir, Af}, {Ir, Af, Tu}

در ائتلاف‌های عدم همکاری افغانستان به صورت تنها و بدون اینکه با ایران و ترکمنستان همکاری نماید بر اولویت اول خود یعنی توسعه کشاورزی تأکید خواهد کرد. در این صورت این کشور مقدار مشخصی آب برای پوشش تقاضای داخلی انرژی باید رها کند و به ازای انرژی، منفعتی برای افغانستان در بر نخواهد داشت؛ علاوه بر این افغانستان باید کسر انرژی خود را از بازار آزاد به قیمت ۲/۵$ خریداری نماید. هزینه بهره‌برداری و نگهداری سد برقابی سلما به صورت متوسط جهانی ۰/۰۱$ می‌باشد. احتمالاً ایران و ترکمنستان، تنها، آبی را که افغانستان برای تولید انرژی برقابی از سد سلما رها می‌کند، دریافت خواهند کرد. در ائتلاف ترکمنستان با خودش حالتی را نشان می‌دهد که این کشور با افغانستان و ایران همکاری نخواهد کرد و ائتلاف ایران با خودش نیز به همان صورت خواهد بود؛ یعنی دو کشور ایران و ترکمنستان به ازای آب باقیمانده در رودخانه هریرود به میزان ۵۰-۵۰ حق بهره‌برداری از آب پشت سد دوستی را دارند و به غیر از این حالت با هم همکاری نخواهند داشت (مخصوصاً در انتقال گاز و سایر مراودات حوضه‌ای). مجموعه حالات ممکن برای ائتلاف بین بازیکنان و نتیجه آن در جدول (۱) آورده شده است. برای رسیدن به این جدول کلیه منافع و هزینه‌های ممکن برای ائتلاف تعیین و بر حسب ریال محاسبه شده است (جداول ۱ و ۲).

جدول ۱- نتایج ائتلاف بین کشورها بدون مشارکت کامل

ردیف	نوع ائتلاف	فرصت ها/منافع	تهدیدها/هزینه ها	نتیجه برای ایران - میلیارد ریال
۱	افغانستان	• بالادست بودن ابن کشور • توسعه کشاورزی و انرژی	• عدم همکاری سایر بازیکنان • کمبود انرژی هرات	عدم حصول منفعت کامل ممکن (برای افغانستان)، ۱۶۰۱۲
۲	ایران	• امکان فروش انرژی به افغانستان	• عدم تأمین آب مشهد • عدم همکاری سایر بازیکنان • معطل ماندن سرمایه‌گذاری‌های موجود	عدم حصول منفعت کامل ممکن، ۷۰۰۳-
۳	ترکمنستان	• امکان فروش انرژی به افغانستان	• عدم همکاری همه بازیکنان	عدم حصول منفعت کامل ممکن (برای ترکمنستان)، ۴۷۴۰
۴	ایران- افغانستان	• رفع نیاز انرژی افغانستان • تامین آب مشهد	• عدم همکاری همه بازیکنان	عدم حصول منفعت کامل ممکن، ۱۱۳۲۴-
۵	افغانستان- ترکمنستان	• رفع نیاز انرژی افغانستان • توسعه کشاورزی ترکمنستان	• عدم همکاری همه بازیکنان • عدم رقبت کافی ترکمنستان	عدم حصول منفعت کامل ممکن (برای ترکمنستان)، ۶۰۰
۶	ایران-ترکمنستان	• رفع نیاز آبی ایران • توسعه بازار آب بین دو کشور • امکان تبادل انرژی	• عدم همکاری همه بازیکنان • پیچیدگی روابط بویژه در تشکیل بازار آب	عدم حصول منفعت کامل ممکن، ۸۰۹۳-

ائتلاف کامل بین سه کشور ایران، ترکمنستان و ایران {Ir, Af, Tu}: این موقعیت شامل زمانی است که سه کشور باهم در ائتلاف شرکت خواهند نمود که به آن ائتلاف کلی (Grand Coalition) نیز گفته می‌شود. این ائتلاف شامل دریافت آب بهاء (تعرفه) افغانستان از ایران و ترکمنستان برای رهاسازی آب مازاد به سمتِ سد دوستی خواهد بود. البته ایران و ترکمنستان می‌توانند کسر انرژی افغانستان را جبران نمایند (شکل ۳). نتایج این نوع از ائتلاف در جدول (۲) ارائه شده است.



شکل ۳- منطق ائتلاف ایران، ترکمنستان و افغانستان

جدول ۲- نتایج ائتلاف بین سه کشور ایران و افغانستان و ترکمنستان

بازیکن	دسته	ارزش پولی (ریال)	مقدار	محاسبه
ایران	هزینه تقاضای آب شرب شهر مشهد از سد دوستی (هر متر مکعب)	۲۶۵۰۰	۴۴۴ MCM	۵۱۹۴ میلیارد ریال
	هزینه آب کشاورزی (میلیون متر مکعب بر سال)	۲۴۵۰۰ (۰/۷دلار)	۱۱۴ MCM	۲۷۹۳ میلیارد ریال
	درآمد فروش آب کشاورزی (میلیون متر مکعب بر سال)	۲۰۰	۱۱۴ MCM	۲۲/۸ میلیارد ریال
	درآمد فروش آب شرب (میلیون متر مکعب بر سال)	۴۹۰۰	۴۴۴ MCM	۹۶۰/٤ میلیارد ریال
	هزینه خرید آب مازاد از افغانستان	۳۰۰۰	۲۰۰	٦۰۰ میلیارد ریال
	درآمد فروش سوخت به افغانستان	۸۷۵۰۰ (۲/۵ دلار)	۱۰۰ مگاوات در سال	۸۷۵۰ میلیارد ریال
	ارزش ائتلاف			۱۱٤٦ میلیارد ریال
افغانستان	درآمد کشاورزی (میلیون متر مکعب)	۶۹۲۷ قیمت جهانی هر کیلوگندم	۳۰ هزار هکتار	٦۷۷ میلیارد ریال
	هزینه تولید انرژی برقابی	۲۸۰۰۰ (۰/۰۸دلار)	۴۲ مگاوات در سال	۱۱۷٦ میلیارد ریال
	درآمد برقابی	۸۷۵۰۰ (۲/۵دلار)	۴۲ مگاوات در سال	۳٦۷۰ میلیارد ریال
	فروش آب (میلیون متر مکعب)	۳۰۰	۴۰۰ MCM	۱۲۰ میلیارد ریال
	ارزش ائتلاف			۳۲۹۱ میلیارد ریال
ترکمنستان	هزینه تقاضای کشاورزی (میلیون متر مکعب)	۲۴۵۰ (۰/۷دلار)	۳۱۰ MCM	۷۵۹ میلیارد ریال
	در آمد حاصل از کشاورزی	۷۰۰۰۰ (۲ دلار)	۳۱۰ MCM	۲۱۷۰۰ میلیارد ریال
	درآمد حاصل از خرید آب مازاد و تولید پنبه	۷۰۰۰۰ (۲ دلار)	۲۰۰ MCM	۱٤۰۰۰۰ میلیارد ریال
	هزینه خرید آب مازاد	۳۰۰	۲۰۰ MCM	٦۰۰ میلیارد ریال
	فروش انرژی	۸۷۵۰۰ (۲/۵دلار)	۸۰ مگاوات	۷۰۰۰ میلیارد ریال
	ارزش ائتلاف			۱٦۷۳٤۱ میلیارد ریال

۳- تابع مشخصه

اولین قدم در تحلیل بازی همکارانه، محاسبه مقدار توابع مشخصه برای هر یک از هفت ائتلاف قابل تشکیل توسط بازیکنان است. روش ارزش شاپلی مقدار مشخصی از سود را به نسبت میزان تأثیرگذاری یک کشور در ائتلاف‌های مختلف، به آن تخصیص می‌دهد. بیان ریاضی ارزش شاپلی به شکل رابطه (۱) می‌باشد:

$$x_i = \sum_{i \in S} \frac{(|S|-1)!(|N|-|S|)!}{|N|!}\left[v(S)-v(S \setminus \{i\})\right] \qquad (۱)$$

x_i: میزان سود تخصیص داده شده به کشور i، $|S|$: تعداد اعضای ائتلاف S، $|N|$: تعداد کل اعضا، $v(S)$: ارزش ائتلاف S، و $v(S\setminus\{i\})$: ارزش ائتلاف S بدون حضور بازیکن i می‌باشد. مقصود از ارزش یک ائتلاف، میزان افزایش سود نسبت به حالت غیر همکارانه است که با تشکیل آن ائتلاف به دست می‌آید. تابع مشخصه بازی v برای هر ائتلاف، ماکزیمم مقدار ائتلاف را با در نظرگرفتن سایر کشورها که در ائتلاف شرکت ندارند، محاسبه می‌نماید. برای ائتلاف‌های که حالت غیرهمکارانه دارند ($v(Ir)$، $v(Af)$ و $v(Tu)$) و مقادیر ائتلاف جزئی به صورت $v(Af, Tu)$، $v(Ir, Af)$ و $v(Ir, Tu)$ خواهد بود. ارزش ائتلاف کلی هم بر اساس مذاکره به صورت $v(Ir, Tu, Af)$ خواهد بود. تابع مشخصه برای تمام ائتلاف‌های ممکن به صورت جدول (۳) ارائه خواهد شد. براساس نتایج موجود در جدول باید کشورها تصمیم بگیرند، آیا همکاری شکل گرفته بین آن‌ها مثمر ثمر و سودآور خواهد بود یا خیر.

جدول ۳- محاسبه ارزش ائتلاف‌ها بین سه کشور

ائتلاف	سهم حاشیه‌ای هر کشور از ائتلاف			ارزش ائتلاف	مجموع منافع ائتلاف	دستاوردهای هر ائتلاف
	Ir	Tu	Af			
{Ir}	-۷۰۰۳/۸	-	-	+۷۰۰۳/۸*	-۷۰۰۳/۸	۰
{Tu}	-	۴۷۴۰	-	۴۷۴۰	۴۷۴۰	۰
{Af}	-	-	-۱۳۵۱۸	-۱۳۵۱۸	-۱۳۵۱۸	۰
{Ir, Tu}	-۷۰۰۳/۸	۴۷۴۰	-	-۱۸۸۹۳	-۲۲۶۳	-۲۱۱۵۶
{Af, Tu}	-	۴۷۴۰	-۱۳۵۱۸	۱۱۹۹۱	-۸۷۷۸	۳۲۱۳
{Ir, Af}	-۷۰۰۳/۸	-	-۱۳۵۱۸	۱۱۹۹۱	-۲۰۵۲۱	-۱۹۳۲۲
{Ir, Af, Tu}	-۷۰۰۳/۸	۴۷۴۰	-۱۳۵۱۸	۱۷۱۷۷۸	-۱۵۷۸۱	۱۵۵۹۹۷

*مجموع ارزش ائتلاف ایران با خودش اگرچه منفی است، اما مجموع منافع این ائتلاف به صورت منافع اجتماعی در شهر مشهد نمایان خواهد شد. به عبارت دیگر مجموع منافع ائتلاف برای مشهد به صورت مثبت نمود خواهد یافت.

نتیجه و بحث

اهمیت رودخانه هریرود برای ایران بیشتر تابع نیاز شهر مشهد به آب شرب می‌باشد. شهر مشهد در سال‌های اخیر به علت کمبود بارش سالانه و فشار بر منابع زیرزمینی دچار خسارت‌های سنگینی شده است، به طوریکه هم اکنون دشت مشهد با بیلان منفی در سفره‌های آب زیرزمینی مواجه است. دشت مشهد با ۲۲۵ میلی‌متر بارش دارای اقلیمی خشک بوده و لذا بیش از ۸۰ درصد بارش سالانه در سطح دشت به صورت تبخیر و تعرق از دسترس خارج می‌شوند. در حال حاضر مصرف آب شرب در دشت مشهد حدود ۳۰۰ میلیون مترمکعب در سال است که در افق ۱۴۱۰ این میزان فقط برای شهر مشهد به ۴۰۰ میلیون مترمکعب در سال افزایش خواهد یافت. تامین آب این شهر عمدتاً از طریق سدهای طرق و کارده در نزدیکی مشهد و سد دوستی و بهره‌برداری از حدود ۳۰۰ چاه عمیق انجام می‌شود. به رغم تنوع منابع تأمین آب شرب مشه،د وظیفه اصلی تامین آب شرب، بیشتر به عهده منابع آب زیرزمینی دشت مشهد و سد دوستی در مرز ترکمنستان و ایران است؛ ولی این سد به علت احداث سد سلما در کشور افغانستان از نظر تامین آب مکفی دچار مشکل شده است. در این مطالعه، حوضه آبریز هریرود به دلیل افزایش مناقشات موجود در زمینه تخصیص منابع آبی آن، بین آب‌بران مختلف در سال‌های اخیر، به عنوان مطالعه موردی انتخاب شد و ابزارهای نظریه بازی همکارانه به منظور محاسبه سود اضافی ناشی از همکاری بازیکنان با یکدیگر به کار گرفته شد. در این زمینه، از روش ارزش شاپلی برای تخصیص عادلانه سود ائتلاف منتخب توسط بازیکنان بین یکدیگر استفاده گردید. در حقیقت تحلیل سود- هزینه به منظور شناسایی تخصیص‌هایی که تمامی بازیکنان، تمایل به پذیرش آن‌ها دارند، انجام پذیرفته است. بر اساس محاسبه ارزش ائتلاف‌های مختلف بین سه کشور حوضه هریرود، تنها دو ائتلاف قابلیت شکل‌گیری دارد. ائتلاف افغانستان با ترکمنستان و همچنین ائتلاف سه کشور با یکدیگر منطقی و سودمند خواهد بود. از طرفی براساس نتایج ارزش ائتلاف‌ها بین سه کشور ایران جهت تأمین آب شرب ملزم به همکاری با دو کشور دیگر خواهد بود، در صورتی که ترکمنستان بدون ائتلاف گسترده نیز منافع خود را حفظ خواهد کرد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج نظریه بازی همکاری ایران با افغانستان و ترکمنستان در زمینه تبادل آب با گاز و مشتقات نفتی، ضروری به نظر می‌رسد. در این میان افغانستان نقش تأمین‌کننده آب و مصرف‌کننده گاز و مشتقات نفتی را دارا بوده و ترکمنستان تامین‌کننده گاز و نقش ترانزیت آب و مشتقات نفتی از این کشور را دارد و ایران تأمین‌کننده مشتقات نفتی و مصرف‌کننده آب می‌باشد. با ایجاد یك رابطه نزدیک بین سه کشور و ایجاد تفاهم پایدار و درازمدت منافع همه کشورها بهینه خواهد شد. در این بین جهت اجرایی شدن موضوع تأمین آب مشهد توجه به استراتژی سایر کشورهای حوضه آبریز هریرود ضروری به نظر می‌رسد. لذا تفاهمات یك‌طرفه به سود ایران نبوده و بایستی تفاهم چندجانبه‌ای در زمینه‌های گاز، مشتقات نفتی و آب بین سه کشور فراهم گردد تا منافع ایران پایدار باقی بماند. اجرای چنین طرح‌هایی فراملی بوده و دارای ابعاد سیاسی، اقتصادی و اجتماعی مختلف بوده و لازم است اراده همکاری در تمامی فضای اجرایی و سیاسی کشور وجود داشته باشد.

منابع

میان‌آبادی، ح. ۱۳۹۲. مروری بر قوانین بین المللی آب. هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

Bahaduri A. and Liebe J. 2013. Cooperation in Transboundary Water Sharing with Issue Linkage: Game-Theoretical Case Study in the Volta Basin. J. Water Resour. Plann. Manage., 10.1061/(ASCE) WR.1943-5452.0000252, 235-245.

Kucukmehmetoglu M. and Guldmann J. M. 2004. International water resources allocation and conflicts: the case of the Euphrates and Tigris. Environment and Planning A, 36(5): 783-802.

Kucukmehmetoglu M. and Guldmann J. 2010. Multiobjective Allocation of Transboundary Water Resources: Case of the Euphrates and Tigris. J. Water Resour. Plann. Manage., 136(1): 95–105.

Palau R.G. 2011. Afghanistan's Transboundary Water Resources: Regional Dimensions, CIVIL-MILITARY FUSION CENTRE, available at www.cimicweb.org.

Rogers P. 1969. A game theory approach to the problems of international River Basin. Water Resour. Res. 5 (4): 749–760.

Wu X., and Whittington D. 2006. Incentive compatibility and conflict resolution in international river basins: A case study of the Nile Basin. Water Resources Research, 42(2), W02417. DOI: 10.1029/2005WR004238

Teasley R. L. and D. C. McKinney. 2008. Water Resource Management in a Transboundary River Basin using Cooperative Game Theory: The Rio Grande/Bravo Basin, EWRI World Environmental and Water Resources Conference, Honolulu, HI, May 2008.

آشنایی با نشریه

نشر مجلات علمی- حرفه‌ای (علمی- ترویجی) راه‌کاری موثر در افزایش روزآمدی دانش مهندسان می‌باشد. علیرغم اینکه در کشور ما در زمینه علوم آب منابع اطلاع رسانی و مجلات متعددی وجود دارد اما جایگاه نشریاتی که بتوانند تجربیات کاربردی دست اندرکاران را به روشی علمی به نظر سایر کارشناسان برسانند خالی است.

هدف این نشریه کمک به بهبود روش‌های اجرایی در عرصه مهندسی آب از طریق انتشار تجربیات موفق اجرایی و نتایج تحقیقات کاربردی است. در این راستا این نشریه به صورت هدفمند، در مراکز علمی و اجرایی تأثیرگذار و مرتبط با بخش آب در سراسر کشور توزیع می‌گردد.

این مراکز عبارتند از:

- o استانداری‌ها
- o شرکت مدیریت منابع آب کشور
- o کلیه شرکت‌های آب منطقه‌ای کشور
- o شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
- o کلیه شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی
- o پژوهشکده‌ها و مراکز تحقیقاتی مرتبط با بخش آب
- o اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان‌ها
- o اداره کل حفاظت محیط زیست استان‌ها
- o دفاتر مدیریت آب و خاك و فنی مهندسی جهاد کشاورزی استان‌ها
- o شرکت‌های مشاور در رسته آب دارای رتبه‌های یک و دو
- o پیمانکاران مرتبط با رسته آب دارای رتبه‌های یک تا سه
- o شرکت شهرك‌های صنعتی استان‌ها
- o کارخانجات تولید کننده تجهیزات مرتبط با صنعت آب و فاضلاب
- o گروه‌های مهندسی عمران، منابع‌طبیعی، کشاورزی و بهداشت در دانشگاه‌ها و کتابخانه‌های آن‌ها

دامنه موضوعی نشریه محدود به کاربردهای آب در صنعت، شهر و کشاورزی و نیز رابطه متقابل آنها با منابع آب، از دیدگاه علمی- کاربردی خواهد بود. بر این اساس، محتوای موضوعی مقالات در این نشریه شامل: ۱- آب، اقتصاد و مدیریت ۲- کیفیت آب و فاضلاب ۳- انتقال آب و سازه‌های آبی ۴- آبیاری و کشاورزی ۵- منابع آب سطحی ۶- منابع آب زیرزمینی ۷- مدیریت منابع آب خواهد بود.

همچنین مقاله می‌تواند در یکی از انواع جدول زیر ارائه شود.

چارچوب مقالات مطالعه موردی: این گروه از مقالات با ساختار مقاله علمی پژوهشی (عنوان، چکیده فارسی و واژه‌های کلیدی به زبان فارسی و انگلیسی، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، نتیجه‌گیری، پیشنهادات کاربردی و منابع) ارائه شوند.

چارچوب سایر انواع: این گروه از مقالات شامل عنوان، چکیده فارسی و واژه‌های کلیدی به زبان فارسی و انگلیسی، مقدمه در شروع و جمع‌بندی و پیشنهادات کاربردی در انتها می‌باشند. عناوین دیگر در بدنه‌ی مقاله به انتخاب نویسنده گذاشته می‌شود.

نوع مقاله	قالب مقاله	توضیحات
انتقال مفاهیم	(مقاله کامل یا کوتاه / داخلی/ ترجمه)	معرفی یک مفهوم که تاکنون در کشور به درستی یا اصلاً معرفی نشده است.
معرفی تکنولوژی، روش و ابزار	(مقاله کامل/ داخلی/ ترجمه)	۱- معرفی تکنولوژی و روش برای اولین بار در کشور (مطالعه موردی می‌تواند یکی از انواع این نوع مقاله باشد) ۲- معرفی یک وسیله/ مدل کاربردی برای حل مسائل مدیریتی/ مهندسی آب (مدل‌ها، نرم افزارها، سامانه‌ها و ...). موضوعات این نوع مقالات در حوزه کاربرد چالش برانگیز/ موردنیاز است.
انتقال تجربه	(مقاله کامل یا کوتاه / داخلی/ ترجمه)	۱- معرفی یک روش عملی/ اجرایی/ اداری که نتایج مطلوبی در پی داشته است. تجربه‌های کسب شده توسط سازمان‌ها، دستگاه‌های اجرایی یا مشاورین می‌تواند از این نوع باشد. ۲- بررسی کارایی روش در شرایط خاص ضمن مقایسه با نتایج پیشین. (نتیجه یک تحقیق کاربردی/ مطالعه موردی می‌تواند از این نوع باشد)
مروری	مقاله کامل (داخلی/ ترجمه)	یک موضوع خاص مورد توجه وسیع قرار می‌گیرد و کلیه مسائل (روش‌ها/ مزایا و معایب آنها) مرور می‌شود. موضوعات این نوع مقالات بایستی در حوزه کاربرد چالش‌برانگیز / مورد نیاز باشد.
یادداشت فنی	داخلی/ ترجمه	۱- طرح موضوع/ چالش/ سئوال و سپس ارائه فرضیه یا راه حل فرضی ۲- نقد مقالات چاپ شده قبلی

راهنمای نگارش مقاله

• متن مقاله لازم است در محیط Word در ابعاد A۴ با ۲/۵ سانتی‌متر حاشیه از هر چهار طرف به صورت یک ستونه و با قلم Adobe Arabic اندازه ۱۴ و فاصله خطوط ۱/۱۵ حداکثر در ۱۰ صفحه نگاشته شود. همه عناوین موجود در متن مقاله از جمله چکیده، مقدمه و ... نیز با همین قلم ولی Bold باشند.

• عنوان مقاله در وسط صفحه اول نوشته شود. عنوان مقاله باید کوتاه و روان بوده و از ۱۵ واژه تجاوز نکند. ابتدای واژه‌های اصلی عنوان انگلیسی مقاله با حروف بزرگ (Capital) نوشته شود.

• چکیده باید در عین مختصر بودن، به‌روشنی گویای محتوای مقاله باشد و با تأکید بر روش‌ها، نتایج و اهمیت کاربرد آن بوده و در آن از کلمات اختصاری مبهم استفاده نشود. متن چکیده از ۲۵۰ کلمه تجاوز نکرده و تمام آن در یک پاراگراف نوشته شود. چکیده انگلیسی باید

ترجمه کامل چکیده فارسی باشد.

• واژه‌های کلیدی حداکثر ۵ کلمه و بعد از متن چکیده‌های فارسی و انگلیسی نوشته شود.

• مقدمه باید شامل اطلاعات مربوط به سابقه کار، توجیه اهمیت تحقیق و هدف بررسی باشد.

• مواد و روش‌ها باید به طور مشخص و روشن بیان شود. اگر روش تحقیق از یک منبع گرفته شده فقط به ذکر مأخذ اکتفا شود. همچنین از شرح کامل روش‌های اقتباس شده خودداری کرده و به ذکر منابع آن بسنده شود.

• نتایج و بحث باید شامل تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده در ارتباط با کار تحقیق مورد نظر باشد. عنوان جدول در بالا و با فرمت وسط‌چین نوشته و گویای نتایج مندرج در آن باشد. هر جدول با یک خط افقی از عنوان آن و سر جدول با یک خط افقی از متن جدول جدا و در زیرمتن جدول نیز یک خط افقی کشیده شود. در صورت لزوم می‌توان برای تقسیم سر جدول از خطوط افقی در داخل کادر سر جدول استفاده کرد. از کشیدن هر گونه خط عمودی در جدول خودداری شود.

• عنوان شکل در پایین و با فرمت وسط‌چین نوشته و معرف محتوای ارایه شده در آن باشد. از اعداد انگلیسی در محورهای افقی و عمودی در شکل‌ها استفاده شود. تمامی نمودارها نیز با عنوان شکل ارائه شوند.

• عناوین اشکال و جداول با فونت متن به اندازهٔ ۲ واحد کوچکتر به صورت شکل ۱- نوشته شود.

• در صورت استفاده از نمودار، اشکال و تصاویر در مقاله، باید فایل اصلی آنها نیز به همراه مقاله ارسال شود.

• منابع مورد استفاده باید شامل جدیدترین اطلاعات در زمینه کار مورد نظر باشد. فهرست منابع به ترتیب حروف الفبای نام خانوادگی نویسندگان مقاله مرتب شود. وقتی از چند اثر مختلف یک نویسنده استفاده می‌شود ترتیب شماره‌گذاری این مقاله‌ها بر حسب سال انتشار آنها (از قدیم به جدید) انجام گیرد. در فهرست منابع ابتدا منابع فارسی و در ادامه آن، منابع خارجی نیز ارائه شود.

• منابع موجود در متن مقاله با استفاده از روش نام و سال در داخل پرانتز (افتخاری، ۱۳۸۵) و اسامی بیشتر از دو نفر همراه با واژه همکاران (افتخاری و همکاران، ۱۳۸۵) ذکر شود. کلیه اسامی لاتین اشخاص در متن به صورت انگلیسی نوشته شود (Argue، ۲۰۰۴b).

• در متن مقاله تا حد امکان از نوشتن کلمات غیرفارسی خودداری شود (در صورت نیاز استفاده از پاورقی مجاز است).

• دستورهای نقطه‌گذاری (Punctuation) در نوشتار متن رعایت شود. مثلاً گذاشتن فاصله قبل از نقطه (.) و کاما (،) و علامت سوال (؟) لازم نیست، ولی بعد از آن‌ها، درج یك فاصله لازم است.

• در صورت نیاز، بخش‌های سپاسگزاری و پیشنهادات می‌توانند به صورت خلاصه به متن مقاله اضافه شوند.

• پی‌نوشت: شامل برابر نهادهای لاتین و توضیحات ضروری درباره اصطلاحات و مطالب مقاله، باید به ترتیب با شماره در متن و با عنوان پی نوشت در انتهای مقاله، قبل از منابع درج گردد.

• از قالب‌های زیر برای ارایه فهرست منابع استفاده شود:

۱. مقالات: نگارنده‌گان. سال. عنوان مقاله. عنوان مجله، جلد (شماره) مجله: شماره صفحات.

قهرمان، ب.، حسینی، س.م. و عسگری، ح.ر. ۱۳۸۲. کاربرد زمین آمار در ارزیابی شبکه‌های پایش کیفی آب زیرزمینی. نشریه علمی-پژوهشی امیرکبیر (مهندسی عمران و گرایش‌های وابسته)، ۱۴(۵-۵۵):۹۷۱-۹۸۱.

Sparks D.L., Thompson H.A. and Gupta H.V. 2009. Visible changes in macro mica particles that occur with nickel depletion. Water. Air and Soil Pollution, 31:217-230.

۲. کتب: نگارنده(گان). سال. عنوان کتاب. جلد. انتشارات. نوبت چاپ. شهر، کشور.

علیزاده، ا. ۱۳۸۵. طراحی سیستم‌های آبیاری. جلد ۱: طراحی سیستم‌های آبیاری سطحی. دانشگاه امام رضا (ع). مشهد.

Lindsay W.L. 1979. Chemical Equilibria in Soils. John Wiley & Sons, NewYork.

۳. همایش‌ها: نگارنده‌گان. سال. عنوان مقاله. عنوان همایش. محل همایش، شهر، کشور.

Berrada B. 2004. Options for water management during drought. In E.D. Martin (ed.) Proceedings of the 4th Annual Four Corners Irrigation Workshop, 8–10 Jul. 2004. Soil and Water Conserv. Soc., New Mexico, USA. (p. 29–37)

ایزدی، ع.، علیزاده، ا.، داوری، ک. و قهرمان، ب. ۱۳۸۶. مدیریت منابع آب‌های زیرزمینی در مناطق خشك و نیمه خشك (مطالعه موردی: دشت نیشابور). نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

۴. درگاه الکترونیکی (Web site): نام. آدرس وبگاه. تاریخ بازدید.

http://www.informaworld.com/content Ua/V.24-2-2004/article9.htm (visited 5 September 2010).

۵. منابع بی‌نام: در صورت عدم وجود نام شخص یا اشخاص حقیقی به عنوان نویسنده باید از نام شخص حقوقی (نام سازمان) استفاده شود.

• همراه هر مقاله يك صفحه جداگانه که در آن عنوان کامل مقاله، تاریخ و محل انجام تحقیق، نام، نام خانوادگی، محل خدمت، مدرك تحصیلی، رتبه علمی نویسنده یا نویسندگان و همچنین آدرس پستی، ایمیل، تلفن ثابت و همراه نویسنده مسئول ارسال گردد.

• فایل اسکن شده تعهدنامه در سامانه نشریه بارگذاری شود.

• مقاله‌ای که فرمت نشریه را دارا نباشد و یا فایل تعهدنامه امضا شده ارسال نشده باشد، در جلسه هیأت تحریریه نشریه مطرح نمی‌شود.

• مقاله نباید در هیچ يك از نشریات کشور به چاپ رسیده یا همزمان برای مجلات دیگر ارسال شده باشد.

• پس از طی مراحل داوری مقاله، اصلاحات احتمالی به اطلاع نگارنده مسئول می‌رسد و پس از انجام اصلاحات مورد نظر داوران، بایستی فایل مقاله در سامانه نشریه بارگذاری شود.

• پس از انجام اصلاحات توسط نویسنده و تأیید توسط داوران، ایرادات فنی مقاله توسط سردبیر بررسی می‌شود و پذیرش مقاله منوط به رفع این اشکالات است.

• در صورتیکه مقاله برای چاپ پذیرفته نشود، به نویسنده اطلاع داده خواهد شد.

• نشریه در رد یا قبول و حک و اصلاح مقاله تا قبل از تأیید توسط سردبیر آزاد است.

یادداشت تحلیلی

آیا انتقال آب دریا به مناطق مرکزی ایران راه حل پایدار مشکل کم آبی است؟

محدودیت منابع آب در مناطق خشک و نیمه خشک مرکزی کشور در سال‌های اخیر مسئولین را بر آن داشته تا مطالعات طرح انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان به فلات مرکزی ایران را در دستور کار قرار دهند. امّا این راه حل تا چه میزان می‌تواند در درازمدت پاسخگوی تقاضای روزافزون به منابع آب باشد؟ آیا هزینه‌های این طرح توجیه اقتصادی دارد؟ آیا عواقب احتمالی امنیتی، زیست محیطی، سیاسی و یا حقوقی برای کشور و منطقه در پی خواهد داشت؟ یادداشت تحلیلی این شماره نشریه، برای بررسی برخی ابعاد این طرح، به این موضوع اختصاص یافته و در این راستا نظرات دو پژوهشگر با سابقه در این عرصه ارائه شده است. البته با توجه به تضارب آرا موجود در این خصوص، این نشریه پذیرای نظرات سایر پژوهشگران و فرهیختگان گرامی برای انتشار در شماره‌های آتی نشریه خواهد بود.

نقدی بر طرح انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان به فلات مرکزی ایران

فاطمه ظفرنژاد
پژوهشگر آب و توسعه پایدار

پیش گفتار

این روزها طرح‌های ذخیره و انتقال آب به دوردست‌ها زیاد مطرح می‌شوند. خط انتقال بهشت‌آباد از سرشاخه‌های کارون به فلات مرکزی، انتقال از خزر به فلات مرکزی، انتقال از خلیج فارس به ۱۶ استان فلات مرکزی از مهمترین آن‌ها هستند که ویژگی مشترک این طرح‌ها تفوق نگرش چیرگی بر طبیعت بجای سازگاری با آن، و بیگانگی با بوم‌شناسی است. تجربه نشان می‌دهد طرح‌هایی از این دست به نابودی رودها، تالاب‌ها، دریاچه‌ها و به تغییر کاربری خطرناک روی زمین انجامیده‌اند و در کنار برخی رفتارهای نادرست دیگر انسان امروز، ناقوس پایان حیات روی زمین را به صدا درآورده‌اند. این مقاله به نقد طرح انتقال از خلیج فارس به ۱۶ استان می‌پردازد که بخش‌های مهمی از آن در دیگر طرح‌های بزرگ انتقال نیز صدق می‌کند. در این مقاله با پیش درآمدی از وضعیت کنونی زمین، به بررسی سند قرارداد طرح انتقال آب از خلیج فارس به ۱۶ استان مرکزی و مغایرت‌های آن با بوم‌شناسی و پایداری زمین می‌پردازیم.

ساعت آخرالزمان[1]**:** ابداع دانشمندان پس از انفجار دو بمب اتمی روی کره زمین در ۱۹۴۵ است. دانشمندان هسته‌ای دانشگاه شیکاگو و گروهی از دانشمندان برنده جایزه نوبل، نشریه‌ی «دانشمندان هسته‌ای» را پایه‌گذاری کردند که ۷۰ سال است منتشر می‌شود. ساعت آخرالزمان، زمان باقیمانده تا پایان حیات روی زمین را نشان می‌دهد. نشریه در آغاز، تنها مسائل هسته‌ای را دنبال می‌کرد. به تدریج تغییر کاربری‌های زمین، نابودی جنگل‌ها، افزایش گازهای کربن و گلخانه‌ای در جو، سوراخ شدن لایه اوزون و... مسأله تغییرات آب و هوایی را پیش آورد که این نشریه آن را به مثابه خطر بزرگ دیگری ارزیابی کرد. خطری که برخی آن را در اندازه چند درجه گرما کوچک می‌کنند، اما اگر از انباشت سلاح‌های هسته‌ای و زمستان هسته‌ای ناشی از انفجار آن‌ها خطرناک‌تر نباشد از آن کم‌خطرتر نیست. این نشریه در آستانه سال ۲۰۱۶ ساعت آخرالزمانِ مشهور خود را به سه دقیقهٔ قبل از پایان جلو کشید. چراکه سران کشورهای جهان به راهکارهای کاهش تغییرات آب و هوایی توجه نکردند. کنفرانس پاریس ناکام ماند. تغییرات لجام‌گسیختهٔ آب‌وهوایی حیات روی کره زمین را با تهدید بزرگی روبرو ساخته است.

دوران آنتروپوسن: نامی است که زمین‌شناسان با ثبت تغییرات کلیدی در کره زمین، و با اعلام پایان دوران هولوسن، به عصر جدید داده‌اند. یعنی عصری که انسان با مهندسی تهاجمی و دستکاری‌های ناسازگار، حیات روی کره زمین را به خطر انداخته و می‌رود خود نیز نابود شود. ساخت و ساز و دستکاری در عرصه‌های طبیعی، جنگل‌زدایی، تغییر کاربری اراضی، تغییر سبک زندگی، مصرف‌زدگی، سوخت‌های فسیلی برای کارخانه‌ها و از همه بدتر برای اسلحه‌سازی و... در تغییر آب و هوایی مهمترین نقش را دارند.

نظریه توقف رشد اقتصادی و بازبینی مفاهیم تمدن و توسعه: انجمن رم در دهه ۱۹۶۰ از گردهمایی اندیشمندان جهان برپا شد و این نظریه را پی‌ریزی کرد. همایش‌های جهانی در بازبینی نظریه توسعه، مهندسی تهاجمی به طبیعت را نقد کردند. تجربه تلخ کاربرد «فناوری‌های نسنجیده[2]» و پیامدهای آن بر زمین، در ادبیات بوم‌شناسی و محیط‌زیست وارد شد. غول‌پیکرسازی و طرح‌های بزرگ سد و انتقال از بابت اثرات مهیب بر پیکره‌های آبی، بر گونه‌ها و بر جوامع انسانی، ناکارآمد و ویرانگر ارزیابی شدند. انتشار کتاب‌های «رودهای خاموش» و «سدها و توسعه»، این مهم را بازتاب دادند.

علیرغم این نمونه‌های ناسازگار، متولیان آب کشور وانمود می‌کنند، خطوط انتقال راهکاری جدا از سدسازی هستند و اگر رودها خاموش و خشک شده‌اند، با طرح‌های انتقال، می‌توان آب دریای خزر یا خلیج فارس را شیرین کرد و منابع تازه آب انگاشت.

دستور ۲۱ تعاریف و سنجه‌های آشتی با طبیعت به‌جای تهاجم به آن را بیان کرد: جایگزینی برنامه‌های بومی ecological، محلی local، کوچک small و مشارکتی، بجای طرح‌های بزرگ با تصمیم‌گیری شرکت‌های بزرگ دولتی- خصوصی و دیوان‌سالاران. از نیم قرن پیش ادبیات جهانی بوم‌شناسی/ محیط‌زیست نگرشی متفاوت به مفهوم پیشرفت و تمدن را ارائه کرد. پیشرفت و تمدن، سازگار، پایدار، و پیوسته است؛ امّا توسعه، ناسازگار، ناپایدار و دچار گسست. تمدن با طبیعت آشتی‌جویانه و سازگار برخورد می‌کند. ولی توسعه تهاجمی با طبیعت می‌جنگد تا برآن چیره شود.

توسعه تهاجمی بخش‌های دولتی، خصوصی و دانشگاهی، ما را زیر سلطه دارد. هنوز برای تأمین آب، راهکارهای ساخت و ساز بزرگ مطرح می‌شود. خطوط انتقال، بدون ارائه اسناد ضروری برای تصمیم‌گیری، و بدون مشارکت جوامع مولّد بومی، به قراردادهای کلان می‌رسند. انتقال آب رودخانه کرج با سدسازی به تهران و در پی آن انتقال از جاجرود و طالقان و... با پنج سد دیگر، نمونه ناکارآمدی است که هم به خشکیدن کشتزارها و باغ‌های پایین‌دست کرج و شهریار و.. انجامید، هم به خشکیدن تالاب‌ها

و دریاچه‌های جنوب تهران، و هم مردم تهران که ۵۵۰ قنات بارور برای تأمین نیاز آب معقول داشتند را ناگزیر از زندگی در کلان‌شهری پرمعضل به‌جای باغ‌شهر سازگار و آرام‌شان کرد. اینک سدها خالی مانده‌اند و بر سر تقسیم آب آن‌ها میان استان‌ها، شهرها، کشت‌زارها، باغ‌ها، بگومگوی زیادی برپاست. شکست طرح‌های انتقال در حوضه ارومیه خشکیدن این پیکره آبی مهم را رقم زد. از دهه ۵۰، بزرگترین آبراهه خاورمیانه، آب را از سد زرینه‌رود به تبریز منتقل کرد و گسترش صنایع ناسازگار و سبک زندگی مصرف زده کلان‌شهر نه به خوشبختی مردم تبریز انجامید و نه رحم به دریاچه کرد. ادامه سدسازی و انتقال در حوضه کوچک ارومیه کار را تمام و دریاچه را نابود کرد. گاوخونی و زاینده‌رود با سدسازی و انتقال آب برای کارخانه فولادِ جانمایی شده در جایی ناسازگار، و برای دیگر مصارف نابومی خشکیدند. کارون با طرح‌های انتقال، به‌شدت کاهش یافت و زمانی نیز خشک شد و با خط انتقال بهشت‌آباد از سرشاخه‌های کارون به استان‌های فلات مرکزی نابود خواهد شد. **علیرغم این نمونه‌های ناسازگار، متولیان آب کشور وانمود می‌کنند، خطوط انتقال راهکاری جدا از سدسازی هستند و اگر رودها خاموش و خشک شده‌اند، با طرح‌های انتقال، می‌توان آب دریای خزر یا خلیج فارس را شیرین کرد و منابع تازه آب انگاشت.**

طرح انتقال از خلیج فارس به فلات مرکزی

قرارداد این طرح از سوی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور در جایگاه کارفرما و گروه مشارکت متشکل از سه شرکت امضا شده و یک شرکت خارجی هم نامش در پیوست آمده است. موضوع قرارداد عبارتست از انجام خدمات مهندسی مطالعات طرح انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان به مرکز فلات ایران به منظور انجام مطالعات اولویت‌بندی احداث تأسیسات نمک‌زدایی و انتقال آب به مراکز مصرف در این منطقه.

طرح‌ها مراحلی از مطالعات پیش‌شناسایی، شناسایی، مطالعات اجمالی (مرحله ۱)، مطالعات تدقیقی (مرحله ۲)، را باید بگذرانند تا به اجرا برسند و پس از اجرا نیز مطالعات ارزیابی تطبیقی، ضروری است.

مرحله قرارداد مشخص نشده است. **طرح‌ها مراحلی از مطالعات پیش‌شناسایی، شناسایی، مطالعات اجمالی (مرحله ۱)، مطالعات تدقیقی (مرحله ۲)، را باید بگذرانند تا به اجرا برسند و پس از اجرا نیز مطالعات ارزیابی تطبیقی، ضروری است.** آغاز هر مرحله وابسته است به پایان مرحله پیشین و تصویب آن. اگر این فرآیند طی نشود و مانند بسیاری طرح‌های سد و انتقال، شماری از مراحل یادشده حذف شود و اجرازدگی پیشه گردد، آن طرح پیامدها و اشتباهات جبران ناپذیری دربرخواهد داشت. قرارداد موظف است، مرحله طرح را ذکر کند که فاقد این مهم است.

گروه مشارکت طرف قرارداد، گروهی است گردآمده از شرکت‌هایی که تا پیش از این همکار و مشاور ساخت سد و انتقال در آبخیزها بوده‌اند. حضور یک شرکت ساخت و اجرا در میان مشارکت‌کنندگان می‌تواند بیانگر آن باشد که طرح قرار است در ۳۶ ماه از مرحله پیش شناسایی و بدون فرآیند تصویب از روی چهار مرحله ببرد و اجرایی شود.

قرارداد طرح و اجرا نام این گونه قراردادهاست. مطالعه اولیه بدون فرآیند پایش و تصویب به طراحی و ساخت همزمان می‌انجامد. یعنی طرح EPC[۳] با تجهیز کارگاه، و تدارک آن وارد مرحله ساخت و اجرا می‌شود. حضور شرکت چهارم خارجی که نامش در پیوست آمده درستی این گفته را تایید می‌کند. کاری شتابزده که به هیچ نظرپرسی گذاشته نشده است.

به کجا چنین شتابان؟ آیا پیامدهای طرح‌های جامع‌نگری نشده در شش دهه گذشته بر پیکره‌های آبی، سفره‌ها، و شهرها به‌اندازه کافی مشهود نیست؟ آیا بحران آب از همین تصمیم‌گیری‌های شتابزده و اجرازده گریبان‌گیر ما نشده است؟

شرح خدمات این قرارداد در پیوست شماره دو آن آمده است. بخش مقدمه آن کمبودهای کلیدی در نگرش‌های دولتی و خصوصی و دانشگاهی به منابع طبیعی را آشکار می‌کند:

«همزمان با رشد جمعیت در جهان و درخواست روزافزون برای آب جهت مصارف مختلف، مسأله تأمین آب شرب سالم، در آینده‌ای نه چندان دور یکی از اصلی‌ترین چالش‌های جهان و کشور ما خواهد شد. در حال حاضر تأمین و توزیع آب در کشورهای در حال توسعه مسائل مهمی را بوجود آورده است و دولت‌ها را واداشته تا هزینه‌های سنگینی در راه تأمین آن، سرمایه‌گذاری نمایند. این موضوع بخصوص در کشورهایی که دارای نقاط لم یزرع و نیمه خشک هستند، حالت جدی‌تری به‌خود گرفته است. در کشورهایی مثل ایران که تقسیم آب به علت شکل خاص سرزمین‌های آن بصورت غیریکنواخت توزیع گردیده است، باید سعی شود که با اتخاذ بهترین و مدرن‌ترین روش‌های علمی و فنی، استفاده از آب‌های متعارف موجود در داخل سرزمین اصلی و استفاده حداکثری از بازچرخانی آب در اولویت اول و استفاده از آب‌های نامتعارف داخلی و سپس پتانسیل دریاهای جنوب در خلیج فارس و دریای عمان و حتی دریای خزر در اولویت دوم را طبق قوانین عادلانه‌ای که مبتنی بر توجیه فنی اقتصادی اجتماعی زیست محیطی و رعایت مباحث ایمنی و پدافند غیرعامل بوده و در نظام اجرایی کشور به آن تاکید شده است و حتی مباحث سیاسی و حقوقی محلی منطقه‌ای ملی و بین المللی را در دسترس عمومی قرار داد. برآنیم که این مطالعات نقشه‌راهی برای قانون‌گزاران، سیاست‌گزاران، تصمیم‌گیران، برنامه‌ریزان، و مجریان فعلی و آتی کشور باشد و حتی بتوان در آمایش سرزمین این مرز و بوم که در حال حاضر وجود یک سند مصوب آن به عنوان یک خلأ عظیم احساس می‌شود، نتایج حاصل از این مطالعات در تدوین این سند نیز تأثیرگذار باشد.»

چندین پیش فرض موجود در ذهن مشاوران و متولیان آب در این مقدمه دیده می‌شود و چندین پرسش را نیز در ذهن خوانندگان برمی‌انگیزد:

۱- حضور پررنگ مفاهیم غلبه بر طبیعت به هر قیمت، در اذهان متولیان و مشاوران آب مشاهده می‌شود. یعنی بر خلاف یافته‌های انجمن رم و همایش‌های جهانی استکهلم و ریو و دستور ۲۱، دچار اراده‌گرایی برای چیره شدن بر طبیعت است نه سازگاری با آن و چاره‌اندیشی پایدار. یعنی آنچه که کره زمین را تا مرز تغییر خطرناک آب و هوایی پیش برده است، این تغییر آب و هوا اگر از زمستان هسته‌ای خطرناک‌تر نباشد کم‌خطرتر نیست.

۲- سرمایه‌گذاری سنگین دولتی در این مقدمه به فریضه و اجبار تعبیر شده است. تجربه جهان و کشور نشان داده است که دولت‌ها نه تنها تصمیم‌گیران خوبی نیستند که در هدردادن منابع مالی نیز ید طولایی دارند. دست کم یک سوم تا نیمی از بودجه عمرانی کشور در ۵۰ سال گذشته صرف سرمایه‌گذاری سنگین روی سدسازی و انتقال آب شده است که نتایج آن در همه حوضه‌های اصلی آب کشور از بزرگترین آن‌ها، حوضه مرکزی، حوضه خلیج فارس دریای عمان، و حوضه دریای مازندران تا کوچکترین

آن‌ها سرخس و ارومیه دیده می‌شود. این تجربه تلخ در سرزمینی بدست آمده که از شش هزار سال پیش مردمش و جوامع بومی مولّدش علیرغم همه دشواری‌های سرزمین، تمدن آبی بزرگی را رقم زدند. تمدنی که گذشته از روش‌های برداشت درست از چشمه‌ها و رودها و روش‌های گردآوری آب باران، با ابداع قنات پایدارترین شیوه کاربرد آب زیرزمینی را آموخت که نه تنها در فلات ایران که از هند و چین تا اسپانیا و آمریکا در مناطق خشک روشی پایدار ارزیابی و بکار گرفته شد. سامانه‌های آبرسانی بومی، برای نیازهای محلی و با تصمیم‌گیری بومی ساخته می‌شدند. طول و عرض سامانه‌های تأمین آب یک زیست بوم معین بود. از چند کیلومتر تا چند ده کیلومتر فراتر نمی‌رفت. طولانی‌ترین آن‌ها قنات زارچ بود که ۷۰ کیلومتر در زیست بومی کمابیش همگن گسترش می‌یافت. اندیشه اجرای طرح در عرصه ۱۶ استان از جنوبی‌ترین کرانه تا دامنه البرز در تهران و قم یا تا مشهد، که زیست‌بومهای گوناگونی را دربرمی‌گیرد دست کم از ناآشنایی با دانش بوم‌شناسی و اهمیت آن در حفاظت سرزمین سرچشمه می‌گیرد.

حکمرانی تا پیش از عصر جدید، پایش حمایتی داشت، نه آنکه خود بدون نظر جوامع بومی به اجرا بپردازد. کوروش هخامنشی، هرکس که قناتی می‌ساخت را تا سه نسل از دادن مالیات معاف می‌کرد.

رسم ناخوشایند حکمرانی زیاد که دستاورد عصر جدید است، در همه کارهای دولت و تصمیم‌های مجلس به‌چشم می‌خورد. رسم ناخوشایندی که از مهمترین ریشه‌های وضعیت خطرناک کنونی کره زمین است. **حکمرانی تا پیش از عصر جدید، پایش حمایتی داشت، نه آنکه خود بدون نظر جوامع بومی به اجرا بپردازد. کوروش هخامنشی، هرکس که قناتی می‌ساخت را تا سه نسل از دادن مالیات معاف می‌کرد.** در سده‌های پس از اسلام نیز پایش و حمایت حکمرانی از تصمیم‌گیری‌های بومی محلی برای گسترش شیوه‌های پایدار تأمین آب ادامه یافت. ابوغانم محمد، وزیر ابومنصور منوچهر قابوس وشمگیر زیاری تحقیق درباره شیوه تأمین آب را به محمدحسن حاسب کرجی می‌سپارد و این دانشمند بزرگ هم‌دوره زکریا رازی، بوعلی سینا و بیرونی، کتاب استخراج آب‌های پنهان را می‌نویسد. او قنات را شیوه بهینه تأمین آب در این سرزمین ارزیابی می‌کند. قنات، آب را از سرچشمه در دامنه کوه تا مظهر قنات از زیرزمین گذر می‌دهد، از این رو آبی تبخیر نمی‌شود و برداشت آب بیش از نرخ پایداری سفره ممکن نیست. اگر دچار گسست فرهنگی نشده بودیم و کارایی بی‌چون قنات را انکار نمی‌کردیم، از هجوم چاه‌کنی و تخلیه سفره با تلمبه ماشینی از یکسو و گسترش سدسازی‌های ناکارآمد و ناسازگار در شش دهه گذشته از سوی دیگر جلوگیری می‌کردیم. نمونه دیگر در دوره شاه عباس صفوی، بازتوزیع آب زاینده‌رود از سوی شیخ بهایی، دانشمند ارزشمند عصر صفوی است. او همچنین حمّامی طراحی کرد که با گاز متان ناشی از فاضلاب اصفهان گرم می‌شد.

۳- یکنواخت‌سازی توزیع آب و اراده مهندسی نهفته در مقدمه قرارداد می‌گوید: «تقسیم آب به علت شکل خاص سرزمین به‌صورت غیر یکنواخت توزیع گردیده و باید سعی شود...» **اما چرا ما می‌خواهیم توزیع آب در کشور را یکنواخت کنیم؟** ایران سرزمینی است با زیست بوم‌های بسیار متفاوت از نقاط پرباران با میانگین بارندگی بیش ۱۵۰۰ میلی‌متر در شمال غرب تا کمتر از ۵۰ میلیمتر بارندگی در کویر لوت، از یخچال‌های سرد البرز و زاگرس تا گرم‌ترین نقطه زمین در شهداد لوت با ثبت ۷۰ درجه سانتی‌گراد. یکنواخت‌سازی این بوم‌سامانه‌ها ذهنیتی نادرست است. اراده‌گرایی فن سالاران برای از میان بردن این تفاوت‌ها، سرزمین ما را به ۲ درجه افزایش دمای خطرناک کشانده است. کالیفرنیا که با هزینه بسیار زیاد ساخت ۱۴۰۰ سد، برنامه‌های انتقال آب را از ۱۹۳۰ اجرایی کرد، امروز ناگزیر از ریشه‌کنی باغاتش شده، چون برنامه‌ریزی‌ها با بوم‌شناخت منطقه، هماهنگی نداشت. لوس‌آنجلس ۱۸ میلیون نفری، لاس وگاس ۲ میلیون نفری با ۴۰ میلیون نفر بازدیدکننده در سال، و دیگر شهرهای مهم این منطقه امروز با مشکلی بزرگ روبرو هستند. یکنواخت‌سازی توزیع آب و تغییر کاربری‌های گوناگون زمین در عصر جدید به تغییر آب و هوایی انجامیده است.

۴-بازچرخانی آب در بخشی از مقدمه مورد توجه قرار گرفته است: «استفاده از آب‌های متعارف موجود در داخل سرزمین اصلی و استفاده حداکثری از بازچرخانی آب در اولویت اول» و سپس کاربرد آب‌های نامتعارف خزر و خلیج فارس در اولویت دوم. امّا اگر استفاده از آب‌های متعارف درون هر منطقه و بازچرخانی حداکثری شعار نیست و بدرستی باید در اولویت نخست باشد، چرا در چارچوب تنگ طرح مهندسی تهاجمی خط انتقال از خلیج فارس به ۱۶ استان (بشرح جدول پیوست در قرارداد طرح مذکور) گنجانده شده است؟ آن‌هم با قراردادی به‌شیوه طرح و اجرای همزمان، و چرا با مشارکت شرکت‌های مهندسی که ید طولایی در زمینه ساخت و ساز در آبخیزها و تخریب آن‌ها داشته‌اند؟ نگاهی به نوع قرارداد و شرکت‌های طرف قرارداد، ما را از شعار بودن بازچرخانی آب مطمئن می‌کند.

چرا حتی یک ساختمان صفر تاکنون در ایران ساخته نشده است؟ ساختمان صفر ساختمانی است که بیش از ۱۵ ویژگی دارد که یکی از آنها انرژی و نیروی صفر است. اما مهمترین ویژگی آن برای ایران کاهش مصرف آب و بازچرخانی چندباره آن است.

ابلاغیه اصلاح الگوی مصرف، کاهش مصرف و بازچرخانی آب را توصیه کرده است که می‌بایست در مرکز توجه متولیان آب کشور قرار می‌گرفت. شش سال از این ابلاغیه می‌گذرد و دستگاه متولی آب برای نمونه در یک شهرک یا یک روستا بازچرخانی آب را اجرا نکرده است. اینک در زیر چتر یک طرح مهندسی تهاجمی پرهزینه به آن می‌پردازیم؟ چرا این اولویت را به‌صورت طرح‌های کوچک، محلی و بنا بر ویژگی‌های بومی هر شهر به اجرا در نیاوریم که به چنین طرح غول‌آسایی نیازمند باشیم؟

مصرف زیاد آب در سرزمین خشکی که سرانه مصرف آب کلان‌شهرهایش چند برابر سرانه مصرف آب اروپای پرباران است از مدیریت نابسامان این منبع حیاتی می‌گوید. چگونه پیش از اصلاح الگو و کاهش مصرف به فکر خط انتقالی چنین ناسازگار می‌افتیم؟

تجربه انتقال آب به تهران، قم، مشهد، اصفهان، تبریز و دیگر کلان‌شهرها چه نشان می‌دهد؟ گذشته از ساختمان‌سازی با تأسیسات بسیار پر مصرف آب و برق، گذشته از ساخت شهر آبی، استخر، و ورزشگاه‌هایی که با کم‌آبی ما کوچکترین هماهنگی ندارند، در نقاط خشک پرتبخیر اقدام به ساخت دریاچه مصنوعی می‌کنیم. پس از دریاچه چیتگر تهران، در قم دریاچه مصنوعی برای قایق سواری و

تفریحات، آن‌هم با آب انتقالی، افتتاح می‌شود.

ساختمان صفر که در برخی نقاط دنیا مانند آمریکا، آلمان و هند ساخته شده در اینجا مهجور مانده و با بی‌مهری روبروست. آیا تلاش کردیم ساختمان‌ها را جوری بسازیم که آب کمتری مصرف کنند؟ چرا کوتاهی کرده‌ایم؟ **چرا حتی یک ساختمان صفر تاکنون در ایران ساخته نشده است؟ ساختمان صفر ساختمانی است که بیش از ۱۵ ویژگی دارد که یکی از آنها انرژی و نیروی صفر است. اما مهمترین ویژگی آن برای ایران کاهش مصرف آب و بازچرخانی چندباره آن است.** در این ساختمان‌ها آب ورودی (که از منبعی نزدیک و محلی تحصیل می‌شود نه از صدها کیلومتر دورتر) بارها بازچرخانی می‌شود و کاربرد آب سالم تنها برای خوردن و آشپزی مجاز است. برای استحمام و رخت‌شویی از آب بازیافتی مرحله نخست، برای مخازن دستشویی‌ها و دیگر مصارف از آب بازیافتی مرحله دوم، برای فضای سبز از آب بازیافتی مرحله سوم بهره‌گیری می‌شود. پساب این ساختمان‌ها صفر می‌شود و به سامانه‌های پرهزینه و جابه‌جاکننده آلودگی به‌نام فاضلاب شهری نیازی ندارند. آیا ساختمان با بازچرخانی آب ساخته‌ایم؟ نکته اصلی در نگرش بوم شناسانه این است که در جایی که آب نیست شهر و روستا نسازیم یا گسترش ندهیم.

آب شیرین کردن در نقاط نزدیک به پیکره‌های آب شور مانند خلیج فارس و دریای عمان در قالب طرح‌های کوچک، محلی و بوم سازگار می‌تواند تأمین پایدار آب تلقی شود.

تغییر شرح وظایف ساختمان‌سازی، شهرسازی و تغییر سامانه اعطای پایان کار به ساختمان‌ها در برنامه دستگاه‌ها، شهرداری‌ها گنجانده نشده است. آیا صنعت پرسود ساختمان‌سازی به ویژگی‌های بوم‌شناختی توجه می‌کند؟ تا کی باید ساختمان‌سازی تقلیدی از الگوی نابومی به‌شیوه یکسان در دانشگاه‌ها تدریس و از سوی بخش‌های دولتی و خصوصی در سراسر کشور اجرا شود؟ در زابل کمتر از ۵۰ میلی‌متر بارندگی و بادهای صدروزه همانگونه می‌سازیم که در هشتپر و ماسال با بیش از ۱۵۰۰ میلی‌متر بارندگی سالانه و با تأسیسات یکسان. چگونه ساختمان‌سازی یکسان و نابومی را تدریس و اجرا می‌کنیم و پایان‌کار هم می‌دهیم؟ آن‌هم در سرزمینی که معماری پرآوازه‌اش تا سده گذشته کاملاً با محیط پیرامونش هماهنگی داشت و ساختمان‌های صفر با فناوری‌های زمان و سازگار با بوم هر منطقه می‌ساخت.

هماهنگ کردن ساختمان‌های میراث باستانی ما با نیازهای کنونی، با اندکی تغییر در کاربرد انرژی خورشیدی یا بادی و تأسیسات آبرسانی کم مصرف و بازچرخانی، کار سختی نیست. اگر سنجه‌های کلیدی معماری بومی را حفظ کرده بودیم، افزودن فناوری‌های نو سازگار با بوم، کار چندان دشواری نبود حتی برای چند اشکوبه‌ها.

۵- آب شیرین کردن در نقاط نزدیک به پیکره‌های آب شور مانند خلیج فارس و دریای عمان در قالب طرح‌های کوچک، محلی و بوم سازگار می‌تواند تأمین پایدار آب تلقی شود. به‌شرطی که آب برداشتی در محل و در همان منطقه به‌کار گرفته شود، نه اینکه به فلات مرکزی و تا پای رشته کوه‌های البرز منتقل شود. **آب برداشت شده باید برای صنایع مستقر در محل یا برای مصرف توأم با صرفه‌جویی شهرهای مجاور باشد نه برای مصرف‌زدگی یا برای تفریحات ناسازگار با بوم و فرهنگ بومی.**

همچنین برداشت آب شیرین‌کن‌ها باید حساب شده باشد تا زیست بوم‌های دریایی را دچار آسیب نکند. این طرح‌های کوچک نیز لازم است ارزیابی مستقل زیست محیطی داشته باشند، تا از آسیب بیشتر به خلیج فارس که صدمات زیادی از دوران جنگ، از آثار صنایع وابسته به نفت و گاز، یا از گسترش خطرناک و قارچ مانند مناطق موسوم به مناطق آزاد، در چارچوب‌های وابستگی به سازمان تجارت جهانی، به‌خود دیده، جلوگیری شود. حیات وحش در خلیج فارس به‌شدت آسیب‌پذیر شده و برداشت این همه آب با اجرای طرح انتقال به ۱۶ استان فلات مرکزی می‌تواند جبران‌ناپذیر باشد. آیا حیات وحش به حیات انسان گره نخورده است؟ آیا با آگاهی از قانون وحدت می‌توان به ماندگاری یک تک گونه علیرغم نابودی دیگر گونه‌ها اطمینان داشت؟ آیا قانون اثر پروانه‌ای نمی‌گوید که دیر یا زود تاوان دستکاری در طبیعت را خواهیم پرداخت؟ آیا سیل‌های بی‌سابقه در دامنه‌های شمالی البرز و در شمال زاگرس از بابت دستکاری‌های تهاجم به طبیعت رخ نمی‌دهد؟

۶- پدافند غیرعامل موضوعی است که در مقدمه به آن اشاره شده است و گویا طرح باید «بر طبق قوانین عادلانه که مبتنی بر توجیه فنی اقتصادی اجتماعی زیست محیطی و رعایت مباحث ایمنی و پدافند غیرعامل» باشد آب را در دسترس عموم بگذارد. تجربه کشور نشان می‌دهد که طرح‌هایی چون طرح انتقال از خلیج فارس به استان‌های فلات مرکزی نه می‌توانند عادلانه باشند، نه توجیه اقتصادی دارند، نه توجیه اجتماعی دارند و نه توجیه بوم‌شناختی و زیست‌محیطی. امّا اگر نه بیش از آن‌ها، دست کم به اندازه همان‌ها فاقد توجیه از دیدگاه مباحث ایمنی و پدافند غیرعامل هستند.

طرح‌های بزرگ سد و انتقال آب، سازه‌های ناامنی هستند که به سبب بزرگی و تمرکز خسارت‌پذیرند. چنانچه آب این سامانه‌ها به عمد آلوده شود، خطر بزرگی در کمین بخش‌های بزرگی از جمعیت خواهد بود.

بنابر اصول پدافند غیرعامل، این گونه پدافند "به معنای کاهش آسیب‌پذیری در هنگام بحران، بدون استفاده از اقدامات نظامی و صرفاً با بهره‌گیری از فعالیت‌های غیرنظامی، فنی و مدیریتی است. اقدامات پدافند غیرعامل شامل پوشش، پراکندگی، تفرقه و جابجایی، فریب، مکان‌یابی، اعلام خبر، قابلیت بقا، استحکامات، استتار، اختفاء، ماکت فریبنده و سازه‌های امن می‌شود." **طرح‌های بزرگ سد و انتقال آب، سازه‌های ناامنی هستند که به سبب بزرگی و تمرکز خسارت‌پذیرند. چنانچه آب این سامانه‌ها به عمد آلوده شود، خطر بزرگی در کمین بخش‌های بزرگی از جمعیت خواهد بود.** متأسفانه در جنگ دوم جهانی آلودن سدها با سموم خطرناک و مرگبار تجربه شده است. پراکندگی تأسیسات و محلی بودن سامانه‌های آبرسانی خود گونه‌ای پدافند غیرعامل است. طرح‌های بزرگ سد و انتقال با این هدف ناسازگارند.

۷- طرح آمایش نیز مسأله‌ای است که "هر کسی از ظن خود" به آن می‌پردازد. در مقدمه آرزو شده که «این مطالعات نقشه راهی... باشد و حتی در آمایش سرزمین... نتایج حاصل از این مطالعات... تاثیرگذار باشد.» از دهه ۵۰ طرح آمایش در ایران مستقر است. کار سودمند این طرح الگوی کشتی بود که یک شرکت فرانسوی در دهه ۵۰ برای نقاط گوناگون

ایران و بنابر ویژگی‌های بوم‌شناختی تهیه کرد. این کار با فعالیت‌های ناپایداری مانند سدسازی و انتقال آب همخوانی نداشت. برای نمونه در آذربایجان به سبب بارندگی مناسب در بخش بزرگی از اراضی، غلات و حبوبات دیم و انگور دیم پیشنهاد کرده بود. یعنی همان الگویی که کشاورزان مولّد منطقه تا پیش از دخالت‌های دولتی در جایگزینی سیب پر نیاز به آب به جای انگور دیم و دخالت‌های جابجا کردن نادرست حقابه‌های کشاورزی رعایت می‌کردند.

جالب است که دستگاه‌های دولتی پس از این‌همه دستکاری‌های مخرب که به خشکیدن بزرگترین دریاچه شور غرب آسیا انجامیده، کشاورزان را مقصر وانمود می‌کنند.

دستور ۲۱ تأکید دارد مردم بومیِ مولّد برای منابع طبیعی تصمیم‌گیری کنند، نه مهندسان شهری بیگانه با بوم‌شناسی. اگر بنابر دستور ۲۱، آمایش را مردم بومی مولّد قرار باشد بنویسند، آیا همان الگوی کشت پایدار و بوم سازگار پیش از سدسازی را که شش هزار سال ژرف‌اندیشی و بوم‌شناسی پشت آن است ارائه نخواهد شد؟

طرح آمایش را چه کسانی قرار است بنویسند؟ دیوان‌سالاری و مهندسان دولتی؟ اگر دستگاه‌های دولتی یا رسمی بنویسند همین می‌شود که در دهه‌های گذشته بوده است. آیا در همه این سال‌ها، آمایش اعتراض آشکاری به هیچ یک از سدها و خط‌های انتقال منتشر کرد؟ **اگر آمایش را مردم بومی مولّد قرار باشد بنویسند، که بنابر دستور ۲۱ آن‌ها باید بنویسند، آیا همان الگوی کشت پایدار و بوم سازگار پیش از سدسازی را که شش هزار سال ژرف‌اندیشی و بوم‌شناسی پشت آن است ارائه نخواهد شد؟** آیا سدها به نام کشاورزی اما راهزن حقابه‌های کشاورزی نبودند؟ آیا سدسازی با جابجایی حقابه کشاورزان، از مهمترین عوامل کاهش جمعیت مولّد خوراک روستایی تا یک چهارم کل جمعیت کشور تلقی نمی‌شود؟ چرا امروز امنیّت خوراک به خطر افتاده است؟

کارایی آب کشاورزی، مسأله ای است که طرح آمایش می‌توانست روشن کند. همه‌ی ما تا زمان محرمانه بودن اطلاعات سدها، ارقام دستگاه متولی آب مبنی بر مصرف تنها ۱۰-۸ درصد آب کشور برای شرب و صنعت و مصرف باقی آن در کشاورزی را باور می‌کردیم. آیا کارایی آب در کشاورزی پایین است؟ چرا همه ما این فرض نادرست را همه جا بکار گرفتیم؟ اما پس از دسترسی به آمار سدها که همگی برای انتقال آب ساخته شده‌اند روشن شد که رقم ۱۰-۸ درصد درست نیست. با انتقال حقابه‌های کشاورزی، جمعیت ارزشمند مولّد خوراک روستا به حاشیه شهرها رانده شد و کلان‌شهر ناسازگار پدید آمد. کارشناسان حوضه آبخیز هدر رفت آب درکشاورزی را باور ندارند و می‌گویند هنگام محاسبه بهره‌وری آب در کشاورزی، نه تنها باید سدها و انتقال‌ها لحاظ شود که آب برگشتی کشاورزی هم منظور شود. آنان براین باورند که بهره‌وری آب را باید در کل حوضه آبخیز بررسی کرد و اینکه بزرگترین هدردهنده آب کشاورزان هستند را نادرست می‌دانند.

در نقاطی از دنیا که کشاورزی آبیاری می‌شود معمولاً ۸۰-۶۰ درصد آب به کشاورزی اختصاص می‌یابد تا تأمین‌کننده امنیت خوراک به مثابه مهمترین رکن امنیت ملی باشد. در نقاط خشک این رقم بیشتر هم می‌شود.

اینها مسائلی است که طرح آمایش یا سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی یا دستگاه‌های مربوط با کشاورزی و منابع طبیعی که به آمار و داده‌ها دسترسی داشتند باید زودتر از اینها به آن می‌پرداختند، تا کلان‌شهرهای پر معضل درست نشود. تا روستاها از جمعیت خالی نشود.

دستور ۲۱ تأکید دارد مردم بومیِ مولّد برای منابع طبیعی تصمیم‌گیری کنند، نه مهندسان شهری بیگانه با بوم‌شناسی. آیا جوامع بومی مولّد هزاره‌های طولانی در عین بهره‌برداری از طبیعت و منابع آن برای تأمین خوراک و نیازهای اصلی جامعه، از آن حفاظت هم نمی‌کردند؟ چرا رودها و دریاچه‌ها خشکیدند؟ همه چیز برمی‌گردد به اراده‌گرایی جانب‌دارانه دیوان‌سالاری برای غلبه بر طبیعت در دوران انتروپوسن که فیلسوفان غرب به آن نام دوران پول‌سالاری[۴] هم می‌گویند.

نیازسنجی پیش از تولد طرح‌های تهاجم به طبیعت

در ۵ الی ۶ دهه گذشته و به‌ویژه پس از اصلاحات ارضی و ملی کردن آب، منابع طبیعی و جنگل‌ها (در حقیقت لغو تملک جوامع بومی بر منابع طبیعی میراثی و دولتی کردن آن‌ها) در دهه ۴۰، طرح‌ها بر پایه ذهنیات بیگانه با بوم‌شناسی و پایداری (اگر نگوییم برپایه منافع شرکت‌های دولتی/خصوصی) متولّد شدند. **وجه مشترک طرح‌های ما نداشتن گزارش نیازسنجی مستند از نیازهای معقولانه است که به آگاهی عموم رسیده و نقد و ارزیابی شده باشد. گزارشی که روشن کند این خطوط انتقال و راهکارهای گران‌قیمت، پاسخگوی کدام نیاز خواهند بود:**

۱- کدام جامعه انسانی با کدام پیشینه تمدنی از این طرح بهره‌گیری خواهد کرد؟ جامعه مصرف‌زده و بیمار کلان‌شهر یا جامعه متمدن و سازگار با طبیعت؟

۲- کدام نیاز بوم‌شناختی برآورده خواهد شد؟ نیاز برای شرب و زندگی یا نیاز برای تفریحات ناسازگار با طبیعت مانند شهرآبی در تهران و مشهد و بسیاری شهرهای دیگر یا قایقرانی تفریحی در دریاچه‌های مصنوعی با آب انتقالی؟

وجه مشترک طرح‌های ما نداشتن گزارش نیازسنجی مستند از نیازهای معقولانه است که به آگاهی عموم رسیده و نقد و ارزیابی شده باشد. گزارشی که روشن کند این خطوط انتقال و راهکارهای گران‌قیمت، پاسخگوی کدام نیاز خواهند بود؟

۳-چه میزان نیاز بوم شناختی پیش‌بینی شده؟ اگر نیازها سازگار با بوم‌شناخت باشد میزان آن در حد مصرف جامعه پیش از سبک زندگی تقلیدی و مصرف‌زدگی است. نیاز افزایش جمعیت با روش‌های پایدار و بازچرخانی و... یا کاهش مصرف تأمین شدنی است. بجای سرمایه‌گذاری روی چنین طرح‌های ناسازگار بهتر نیست روی بازچرخانی و بازیافت کوچک، بومی و محلی متمرکز شویم؟

۴-کدام ویژگی‌های اقلیمی را می‌خواهیم پاسخگو باشیم؟ آیا شبیه‌سازی یک شهر کویری به شهرهای اروپا نیاز موجهی برای طرح‌های انتقال است. آبراهه مصنوعی بزرگ ساخته شده در یک شهر کویری در یک سیل چه تخریبی را رقم زد؟

۵-کدام ویژگی‌های جغرافیایی، و با توجه به کدام عوارض کوهستانی و دشتی طرح‌های انتقال ساخته می‌شوند؟ اینکه مهندسی بتواند آب را چند متر یا چند ده متر تلمبه کند یک حرف است و اینکه بتواند آب را از

جنوبی‌ترین نقطه کشور به دامنه‌های البرز برساند یک حرف دیگر. اقدام به چنین کاری بی گمان تغییرات زیادی در زیست بوم پدید می‌آورد و بنا بر قانون اثر پروانه‌ای تاوان‌های سنگین در بر خواهد داشت.

۶-مردم دریافت‌کننده آیا به خوشبختی خواهند رسید یا به زندگی در کلان‌شهری پر مصائب، ناگزیر خواهند شد؟ تجربه تهران، اصفهان، تبریز، ارومیه و... نشان می‌دهد که به سود آن‌ها نخواهد بود.

۷-تصمیم‌گیری اگر با مردم و خبرگان بومی مولّد باشد و مصرف در

آیا سرمایه‌گذاری کم در پایش و تغییر سبک زندگی مصرف‌زده، در مقایسه با اینگونه طرح‌های پرهزینه، نیاز به منابع آب تازه را بهتر رفع نخواهد کرد؟

حد معقول و اکولوژیک نگه داشته شود، باز هم نیاز به چنین طرح غول‌آسایی هست؟ آیا نیاز به این طرح را ذهن مهندسیِ غلبه بر طبیعت، القا کرده یا نیاز و شرایط بوم شناختی؟

گزینه‌یابی پیش از تولد طرح‌های مهندسی تهاجمی

پس از بررسی گزارش نیازسنجی مستند و سازگار با بوم، آیا نگاه کرده‌ایم ببینیم کدام گزینه‌ها برای تأمین آن وجود دارد؟ گزینه‌های سخت‌افزاری مانند سد و انتقال، کم هزینه‌تر و کم پیامدترند یا گزینه‌های نرم‌افزاری مانند اصلاح الگوی مصرف و سبک زندگی؟

۱- کاهش مصرف. آیا اگر مصرف را به حد معقول بوم‌شناختی برسد باز هم نیاز به چنین طرح غول آسایی هست؟ اگر سرانه مصرف آب شهری در کشوری خشک و کم‌آب با پیشینه معنی‌دار صرفه‌جویی آب، امروز چند برابر یک اروپایی است راهکار کاهش آن وجود ندارد؟ نگاهی به شیوه مصرف آب مردم تا صد سال پیش می‌گوید سبک زندگی تقلیدی، مصرف آب و منابع را در این سرزمین بسیار بالا برده است. آیا **سرمایه‌گذاری کم در پایش و تغییر سبک زندگی مصرف‌زده، در مقایسه با اینگونه طرح‌های پرهزینه، نیاز به منابع آب تازه را بهتر رفع نخواهد کرد؟**

۲- بازچرخانی آب نیازمند گردآوری، تصفیه و تلمبه دوباره آب است. در گذشته مردم بومی با قناعت زیاد آب را و دیگر منابع را مصرف می‌کردند. منابع و مواد را تا به آخر و بارها بکار می‌گرفتند. خانه‌ها دور ریز به شیوه مسأله آفرین کنونی نداشتند. سرمایه‌گذاری کمتر در بازچرخانی آب نیز بسیار اقتصادی‌تر از طرح‌های انتقال پرهزینه و پرپیامد است.

لازم است یک اتاق فکر ملی و مستقل از وابستگی‌های جناحی، تغییر شیوه حکمرانی بر منابع طبیعی را بررسی و برای فرآیند واگذاری آن به جوامع بومی مولّد برنامه‌ریزی کند.

۳-منابع محلی تأمین آب تنها راه تأمین آب است. اگر هزینه این طرح غول آسا و ناکارآمد را به احیای قنات‌ها و دیگر شیوه بومی تأمین آب اختصاص بدهیم، زودتر به نتیجه خواهیم رسید؟ فلات مرکزی ایران همواره با قنات تمدن چند هزار ساله اش را پایدار ساخته است.

چه کنیـــــــــــــــم؟

برای کاهش خطرات تغییر آب و هوایی که در شش دهه گذشته از بی‌توجهی جناح‌های سیاسی گوناگون آسیب زیادی را متحمل شده چه باید کرد؟

۱-تشکیل اتاق فکر ملی برای چاره‌جویی با کمک شیوه‌های بومی حل مسائل و سنت‌های بومی. **لازم است یک اتاق فکر ملی و مستقل از وابستگی‌های جناحی، تغییر شیوه حکمرانی بر منابع طبیعی را بررسی و برای فرآیند واگذاری آن به جوامع بومی مولّد برنامه‌ریزی کند.** این کار دشوار است امّا از طرح‌های ناسازگار و پرهزینه انتقال، آسان‌تر و کم‌خطرتر است.

۲- تغییر در سامانه آموزشی با آموزش بوم‌شناسی و احیای دانش بومی، از دبستان تا دانشگاه، کلید می‌خورد. احیای هویت دانشی از کارهایی است که در آن غفلت کردیم. اگر دانشمند بزرگ سرزمین‌مان حاسب کرجی را می‌شناختیم آیا امروز با بحران آب روبرو بودیم؟ آیا امروز در ۴۰۰ دشت افت سفره بحرانی داشتیم؟

۳- تغییرات کلان در شیوه حکمرانی دولتی بر منابع طبیعی با واگذاری مدیریت آب از دولت به جوامع بومی حوضه‌های آبخیز و آبریز کشور. **هر چه حکمرانی پایشی‌تر بهتر. هرچه دولت‌ها کوچکتر و از کارهایی اجرایی دورتر، بهتر.** دولت تنها باید پایش‌گر ایمنی مرزها و ایمنی خوراک و سلامت مردم و پایش سواد آموزی و... باشد نه مجری.

اصلاح سبک زندگی تقلیدی و اقتصاد مقاومتی، ما را از غرق شدن در سازمان تجارت جهانی می‌رهاند. یکنواخت‌سازی زیست بوم‌ها با الگوهای توسعه نابومی، و حل شدن در دهکده جهانی و جهانی سازی، خطری بزرگ برای هر کشور و برای کره زمین به‌شمار می‌رود.

دخالت در کار جوامع بومی تنها باید برای رفع اختلاف‌ها و قضاوت باشد. دهه‌هاست که مسأله جداسازی مدیریت آب از وزارتخانه‌ای که زیر نفوذ شرکت‌های ساخت و ساز در آبخیزهاست، مطرح شده است. بنا بر این نظریه، مدیریت آب باید با مدیریت منابع طبیعی و با کشاورزان و جوامع مولّد بومی پیوند دوباره برقرار کند. با توانمندسازی دوباره جوامع بومی مولّد برای بازگشت به دانش بومی و اعتماد به نفس گذشته شان، و با مشارکت دادن آن‌ها در تصمیم‌گیری شاید بتوان این همه تخریب را گام به گام اصلاح کرد. بخش برق درآغاز در وزارتخانه دیگری می‌تواند ادغام شود و در بلندمدت با گسترش مولّدهای خورشیدی برق و آبگرمکن خورشیدی، از وظایف دیوانی حذف شود.

۴- حذف الگوهای جهانی و پرهیز از جهانی‌سازی ضرورتی است که با تقویت دانش بومی مدیریت آب، معماری، شهرسازی آغاز می‌شود و با خودکفایی ملی و امنیّت خوراک و اقتصاد مقاومتی گره می‌خورد، سازمان‌های مستقل و غیردولتیِ طرفدار محیط زیست همه جا با جهانی شدن و عضویت در سازمان تجارت جهانی مخالفت آشکار می‌کنند. **اصلاح سبک زندگی تقلیدی و اقتصاد مقاومتی، ما را از غرق شدن در سازمان تجارت جهانی می‌رهاند. یکنواخت‌سازی زیست بوم‌ها با الگوهای توسعه نابومی، و حل شدن در دهکده جهانی و جهانی سازی، خطری بزرگ برای هر کشور و برای کره زمین به‌شمار می‌رود.**

پی نوشت ها:

1- doomsday clock
2- Careless technology
3- Equipment, Procurement, Construction
4- monetarism

بررسی برخی ابعاد فنی و اقتصادی شیرین‌سازی و انتقال آب دریا به مناطق مرکزی ایران

دکتر عباسعلی قزل‌سوفلو
رئیس پژوهشکده محیط‌های خشک
و عضو هیأت تحریریه

با توجه به روند رو به رشد تولید آب از طریق شیرین‌سازی آب دریا در نقاط مختلف کره‌زمین، توجه بیش از پیش به این فناوری در در نواحی ساحلی کشور و مناطق مجاور آن به عنوان تامین‌کننده اصلی رشد تقاضای آب، امری معقول و منطقی به شمار می‌رود. اما در سال‌های اخیر پیشنهادات جدی برای تامین آب برخی استان‌های مرکزی و شرقی از طریق شیرین‌سازی و انتقال آب دریا از شمال یا جنوب کشور مطرح شده است. حال نکته اساسی این است که تلفیق طرح‌های تولید آب شیرین در سواحل دریا از طریق نمک‌زدائی و انتقال آن به مناطق مرکزی در مقیاس بزرگ، تا چه میزان می‌تواند برطرف‌کننده مشکل کم‌آبی بوده و در عین حال به عنوان راه حل ممکن، اقتصادی و پایدار مطرح گردد. پرواضح است که این گزینه دربرگیرنده معایب دو بخش تولید آب به روش نمک‌زدائی (شیرین‌سازی آب) و انتقال آن به دوردست خواهد بود.

اظهار نظر دقیق در خصوص قیمت تمام شده آب در دو بخش نمک‌زدائی (شیرین‌سازی آب) و انتقال آن، مستلزم انجام طراحی اولیه و برآورد هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری است. اما می‌توان با انجام فرضیاتی، برای یک طرح انتقال فرضی از دریا به طول ۱۰۰۰ کیلومتر و اختلاف ارتفاع ۲۰۰۰ متر قیمت تقریبی یک متر مکعب آب را بررسی نمود. بر اساس گرادیان هیدرولیکی رایج در طرح‌های انتقال و با یک برآورد اولیه می‌توان دریافت که به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر انتقال آب و به ازای هر ۲۰۰ متر اختلاف ارتفاع برای انتقال هر متر مکعب آب، انرژی مصرفی تقریبی برابر یک کیلووات - ساعت نیاز است. بنابراین در طرح انتقال فرضی مذکور، ۱۵ کیلووات- ساعت انرژی برای هر متر مکعب انتقال آب مصرف می‌گردد. با توجه به قیمت تمام شده انرژی در ایران حدود ۷۰۰۰ ریال بر هر کیلووات - ساعت، می‌توان به هزینه‌ای برابر ۱۰۰ هزار ریال بر متر مکعب آب رسید. با توجه به ساختار شکست هزینه‌ها در طرح‌های انتقال آب که در آن انرژی یک چهارم تا یک سوم هزینه‌های تمام شده را به خود اختصاص می‌دهد، لذا **پیش‌بینی هزینه تمام شده یک متر مکعب انتقال آب، با احتساب هزینه‌های شیرین‌سازی آن، تا مرز ۵۰۰ هزار ریال دور از ذهن نخواهد بود.**

پیش‌بینی هزینه تمام شده یک متر مکعب انتقال آب، با احتساب هزینه‌های شیرین‌سازی آن، تا مرز ۵۰۰ هزار ریال دور از ذهن نخواهد بود.

از طرفی، گذشته از هزینه‌های بالای تمام شده تولید و انتقال آب، اجرای این گونه طرح‌ها مستلزم سرمایه‌گذاری اولیه فراوان است. شرایط اقتصادی کشور و تنگناهای اقتصادی دولت و مهم‌تر از همه عدم رغبت بخش خصوصی در سرمایه‌گذاری، بر پیچیدگی‌های امر می‌افزاید. بنابراین همانگونه که ملاحظه می‌گردد، اقتصاد طرح با چالش بسیار جدی مواجهه می‌باشد.

در مجموع تعریف طرح‌های بزرگ مقیاس انتقال با هزینه چند ده هزار میلیارد ریال و زمان تحقق چند ده ساله و مهم‌تر از همه قیمت تمام شده بالا و نامتعارف آب، بدون توجه به تمامی ارکان مدیریت

تعریف طرح‌های بزرگ مقیاس انتقال با قیمت تمام شده بالا و نامتعارف آب، بدون توجه به تمامی ارکان مدیریت عرضه و تقاضای آب به خصوص مدیریت مصرف آب و در شرایطی که در بخش‌های مختلف مصرف آب، به‌عنوان یک کالای اقتصادی محسوب نمی‌شود، نمی‌تواند یک راه حل پایدار مشکل آب تلقی شود.

عرضه و تقاضای آب به خصوص مدیریت مصرف آب و در شرایطی که در بخش‌های مختلف مصرف آب، به‌عنوان یک کالای اقتصادی محسوب نمی‌شود، نمی‌تواند یک راه حل پایدار مشکل آب تلقی شود. بطور کلی برخی مزایای و معایب شیرین‌سازی آب دریا و انتقال آن به دوردست در جدول زیر آمده است.

مزایا	معایب
۱- منبع نامحدود و پایدار آب و مستقل از تغییرات و نوسانات جوی ۲- دسترسی به آب با کیفیت مطلوب در مقصد ۳- کاهش هزینه های تولید آب با گذشت زمان و پیشرفت فناوری	۱- هزینه بسیار بالای سرمایه‌گذاری ۲- هزینه بالای انرژی مصرفی، بهره‌برداری و نگهداری ۳- اثرات منفی و قابل توجه زیست محیطی ٤- ایجاد تقاضای جدید آب در مسیر انتقال و مقصد ٥- طولانی شدن زمان اجرا با توجه به پیچیدگی‌های فنی و اقتصادی

پیشنهادات زیر را برای مواجهه با مسئله کم آبی در کشور ارائه می‌شود:

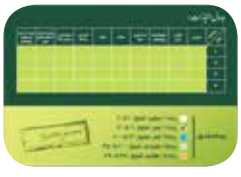
۱- تدوین و اجرای سند آمایش سرزمینی کشور و بازتوزیع استقرار برخی فعالیت‌های پرآب طلب، نظیر صنایع فلزی و فولاد در نوار ساحلی شمال و جنوب کشور و هدایت سرریز جمعیتی به مناطق ساحلی با تقویت مناطق آزاد در مجاورت آن و ایجاد ابرشهرهای صنعتی و تولیدی.

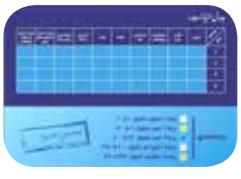
۲- توجه علمی و عملی به مدیریت مصرف آب با افزایش بهره‌وری در بخش‌های مختلف مصرف آن به خصوص آب کشاورزی، با پیگیری مفهوم "تولید بیشتر با آب کمتر"، و توسعه کشت در محیط‌های کنترل شده نظیر گلخانه‌ها.

۳- اعتنای جدی به "اقتصاد آب" و حرکت در جهت حذف یارانه آب و بازیابی کامل تعرفه و عرضه آب به قیمت تمام شده، در بخش‌های مختلف مصرف آن، در طول قانون برنامه ششم توسعه کشور.

۴- تلاش جدی در جهت استقرار "مدیریت بهم پیوسته منابع آب" به عنوان یگانه راه حل مدیریت آب کشور با ساختارسازی، وضع قوانین و آموزش چند سطحی با مشارکت همه ذی‌نفعان و ذی‌مدخلان.

طراحی و تدوین پژوهش‌کارت در شرکت آب و فاضلاب مشهد، از ایده تا اقدام ...





سرآغاز ایده پژوهش کارت:

- عدم التفات کافی به اجرایی نمودن نتایج حاصل از طرح‌ها و فعالیت‌های پژوهشی
- عدم وجود انگیزه کافی در بین متولیان و صاحبنظران برای مشارکت در فعالیت‌های پژوهشی سازمان
- فقدان ساز و کار اجرایی خاص با هدف ترغیب همکاران به فعالیت‌های پژوهشیِ قابل پیاده‌سازی در شرکت

اهداف:

- جلب مشارکت همکاران شرکت در پیاده‌سازی نتایج طرح‌های پژوهشی
- ایجاد انگیزه برای همکاران و ترغیب ایشان به انجام فعالیت‌های پژوهشی تا مرحله پیاده‌سازی در شرکت
- مستندسازی اندوخته‌ها و دستاوردهای علمی و پژوهشی همکاران

اقدامات انجام شده:

- شناسایی چالش‌های موجود بخش پژوهش در جلسات درون‌حوزه‌ای و میان‌حوزه‌ای
- جلسات درون‌حوزه‌ای و بررسی سوابق پژوهشی همکاران بر اساس مستندات
- بررسی دستورالعمل‌های مصوب پژوهشی برای استفاده در تدوین چارپوب پژوهش کارت
- بررسی و تصویب چارچوب پژوهش کارت در پانصدوسی و نهمین جلسه هیئت مدیره شرکت آبفا مشهد
- تدوین چارچوب برای تعیین رده‌بندی و امتیازات پژوهش کارت
- تعریف ۱۰ حوزه پژوهشی به‌منظور تعیین امتیازات هر فرد شامل:
داوری طرح/مقاله-نظارت طرح‌های پژوهشی-عضویت کمیته پژوهشی/تحقیقات-ارائه مقاله-تألیف و ترجمه-ارائه اختراع/ساخت تجهیزات-شناسایی نیاز پژوهشی-انجام طرح/اینترنشیپ/پایان‌نامه-کاربردی‌نمودن دستاوردهای علمی-کاربردی‌نمودن طرح‌های پژوهشیِ انجام‌شده
- تعیین طبقه‌بندی در پنج رده:
۱. سفید (سطح یک)، ۲. سبز (سطح دو)، ۳. آبی (سطح سه)، ٤. نقره‌ای (سطح چهار)، ۵. طلایی (سطح پنج)
- تعیین سقف پاداش برای هر رده پژوهش کارت که جوایز مربوطه به‌انتخاب همکاران خواهد بود. برخی از جوایز پیشنهادی عبارتند از:
پرداخت هزینه‌های ساخت اختراع/تجهیزات انجام طرح، هزینه ادامه تحصیل/پایان‌نامه/پاداش تحصیلی، اعزام به بازدیدهای علمی مورد درخواست همکار، پرداخت هزینه‌های حضور در کنفرانس‌ها و همایش‌های علمی مورد درخواست همکار + هزینه‌های اقامت چندروزه، پرداخت هزینه‌های عضویت در انجمن‌های علمی ملی/بین‌المللی ، حضور در برنامه‌های انجمن، تسهیلات اعطای وام بدون بهره، خرید تبلت و...
- شناسایی زمینه‌های فعالیت‌های پژوهشی همکاران از سال ۸۵ تا کنون
- تعیین امتیاز افراد دارای فعالیت‌های پژوهشی در قالب موضوعات مشخص‌شده
- تهیه بانک اطلاعاتی فعالیت‌های پژوهشی افراد به‌همراه امتیازات ایشان و اهدای پژوهش کارت به ایشان در ششمین سمینار سالیانه دستاوردهای پژوهشی شرکت آبفا مشهد، آذرماه ۱۳۹٤

سطح‌بندی امتیازات هر حوزه پژوهشی:

۱) داوری طرح‌های پژوهشی/ مقالات علمی

حداکثر امتیاز: ۲۵	همکاری در داوری (بین ۲۱ تا ۳۰)	همکاری در داوری (بین ۱۱ تا ۲۰)	همکاری در داوری (بین ۲ تا ۱۰)	ثبت حداقل یک داوری در سامانه
	۵ امتیاز	۵ امتیاز	۵ امتیاز	۱۰ امتیاز

۲) نظارت طرح‌های پژوهشی

حداکثر امتیاز: ۳۵	اعلام مشارکت در پیاده سازی دستاوردهای طرح	برداشت نتایج و ارائه پیشنهادات مصوب جهت کاربردی نمودن طرح	اتمام طرح با تطابق کامل با شرح خدمات پروپوزال و برنامه زمان بندی	صلاحیت نظارت و دارای ابلاغ
	۵ امتیاز	۱۰ امتیاز	۱۰ امتیاز	۱۰ امتیاز

۳) عضویت در کمیته‌های پژوهشی

حداکثر امتیاز: ۳۵	اعلام مشارکت در پیاده سازی دستاوردهای طرح	ارائه پیشنهادات مصوب جهت کاربردی شدن طرح‌های کمیته مربوطه	ارائه پیشنهادات مصوب در راستای تحقق اهداف و ارتقای فرآیندهای پژوهشی	صلاحیت نظارت و دارای ابلاغ
	۵ امتیاز	۱۰ امتیاز	۱۰ امتیاز	۱۰ امتیاز

٤) شناسایی و احصاء نیاز پژوهشی در سازمان

حداکثر امتیاز: ۳۰

پذیرش نیاز به عنوان اولویت ملی — ۱۰ امتیاز
پذیرش نیاز در سطح شرکت مادر تخصصی — ۵ امتیاز
پذیرش نیاز در سطح شرکت — ۵ امتیاز
ثبت حداقل یک نیاز در سامانه — ۱۰ امتیاز

۵) ارائه مقاله علمی

حداکثر امتیاز: ۳۰

کسب امتیاز ۴۰ تا ۵۳ از جدول ارزیابی مقابلات — ۱۰ امتیاز
کسب امتیاز ۲۶ تا ۴۰ از جدول ارزیابی مقابلات — ۵ امتیاز
کسب امتیاز ۱ تا ۲۵ از جدول ارزیابی مقابلات — ۵ امتیاز
ارائه گواهی پذیرش مقاله — ۱۰ امتیاز

٦) تألیف/ترجمه کتاب

حداکثر امتیاز: ٤٥

انتخاب کتاب به عنوان برگزیده — ۱۰ امتیاز
چاپ کتاب — ۱۰ امتیاز
اخذ تایید کمیته حمایت علمی آبفا کشور — ۱۵ امتیاز
پذیرش درخواست تالیف/ ترجمه — ۱۰ امتیاز

۷) اختراع/ ساخت تجهیزات

حداکثر امتیاز: ۸۰

پایش و اثربخشی طرح — ۲۰ امتیاز
پیاده سازی و اجرا — ۲۰ امتیاز
ساخت / بومی سازی تجهیزات نوآورانه مرتبط با شرکت — ۲۰ امتیاز
تصویب طرح ساخت / گارایه واهی تبت اختراع / اخذ امتیاز از جشنواره — ۲۰ امتیاز

۸) ارائه طرح/ اینترنشیپ/ پایان‌نامه در راستای اولویت‌های پژوهشی سازمان

حداکثر امتیاز: ۷۰

پایش و اثربخشی طرح — ۲۰ امتیاز
پیاده سازی و اجرا — ۲۰ امتیاز
اتمام طرح / تطابق کامل طرح با شرح خدمات پروپوزال — ۱۰ امتیاز
پذیرش پروپوزال — ۲۰ امتیاز

۹) پیاده‌سازی دستاوردهای علمی

حداکثر امتیاز: ۷۰

پایش و اثربخشی طرح — ۲۰ امتیاز
پیاده سازی و اجرا — ۲۰ امتیاز
تدوین و تصویب شرح خدمات برای پیاده‌سازی دستاورد پژوهشی — ۲۰ امتیاز
تهیه و ارائه گزارش بازدید و مطالعات مروری — ۱۰ امتیاز

۱۰) پیاده‌سازی نتایج طرح‌های پژوهشی

حداکثر امتیاز: ۷۰

پایش و اثربخشی طرح — ۲۰ امتیاز
پیاده سازی و اجرا — ۲۰ امتیاز
تدوین و تصویب شرح خدمات اجرای دستاوردهای پژوهشی — ۲۰ امتیاز
ارائه پیشنهادات مصوب برای کاربردی نمودن دستاوردهای پژوهشی — ۱۰ امتیاز

In the Name of Allah

Journal of
Water and Sustainable Development

Volume 3 - Issue 1 (Serial No. 6) - September 2016

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 and 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.

Grantee	College of Agriculture , Ferdowsi University of Mashhad, Iran
Manager in Charge	Shahnooshi Foroushani, N. Prof., Ferdowsi University of Mashhad
Editor in Chief	Ghahraman, B. Prof., Ferdowsi University of Mashhad

Editorial Board

Bagheri, A. Assis. Prof., Tarbiat Modares University
Davary, K. Prof., Ferdowsi University of Mashhad
Esmaili, K. Asso. Prof., Ferdowsi University of Mashhad
Ghezelsofloo, A.A. Assis. Prof., Islamic Azad University of Mashhad
Jolaini, M. Asso. Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi
Meftah Halaghi, M. Asso. Prof., Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources

Guiding Council

Ataeifar, H, Assistance of research and industrial relations center of National Water and Wastewater Engineering Company (Chairman of the council)
Tabatabai, S. A., Managing director of Mashhad Water & Wastewater Company
Jafari, S.H., Managing director of Khorasan Razavi Province's Regional Water Company
Mousavi, S. Y., Secretary of water Think tank at Iran Water Resources Management Company
Shahnooshi Foroushani, N., Manager in charge
Ghahraman, B., Editor in chief

Advisory Editors

Noori Esfandiari, A., Representative of water Think tank at Iran Water Resources Management Company
Sajadifar, S.H., Representative of National Water & Wastewater Company
Tavakoli Aminian, S., Representative of Mashhad Water & Wastewater Company
Alipour, M. R., Representative of Mashhad Water & Wastewater Company
Ghandehari, A. Representative of Khorasan Razavi Province's Regional Water Company

Executive Expert	Shahedi, M., Talebi Hossein Abad, F.
Publisher	College of Agriculture , Ferdowsi University of Mashhad
Graphic / Print	Shaikhi, M. / Khorasan Print City, Mashhad
Circulation	1000 Copies
ISSN	2423-5474
Tel	+98-051-38804643
E-Mail	jwsd@um.ac.ir
Website	http://jm.um.ac.ir/index.php/WSD
Address	Department of Water Engineering, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. P.O.Box: 91775- 1163
Sponsor	Mashhad Water & Wastewater Company

The full text of the articles can be downloaded on the website

Journal of
Water and Sustainable Development
Volume 3 - Issue1 (serial No.6) - September 2016

Articles in issue:

- **Identification of the lost economic opportunities in uncompleted projects of water and wastewater industry**
  G.R. Ebrahimabadi, M. davodabadi, Sh. Shalpoush
- **Investigating the water accounting methods, Introduction and implementation most efficient method**
  L. Abolhassany, E. Khalili
- **Measuring the effect of economic activities of Iran on water, land and human demand in 2012: an input – output approach**
  K. Javadi Pashaki, S.H. Sajadifar, M. Ahmadpour Borazjani, A. Najibi Fini
- **The Economic-Environmental Macro Feedbacks of "Population Increase" Policy Adoption in Iran**
  N. Shanoushi, S. Naghavi, E. Azam Rahmati
- **Critically analysis of Virtual Water from the perspective of policy- making**
  H.Ghoddusi, H. Davari
- **Measurement and Analysis of the Virtual Water Place in Iran's Industry and Mining Sectors**
  M. Tahami Pour zarandi, M. Ghorbani
- **Estimating the economic value of the lost water due to wastes of agricultural products (irrigated crop and garden) from the harvest to before taking**
  A. Keshavarz, M.H. Shariatmadar, A. Khosravi,A.A. Sheikh Mehrabadi, A. Biki Khoshk,M. Shabani, M.Bakhshayesh, R. Kiyan Pour, B. Fakari
- **Economic and Environmental Analysis of Wastewater Collecting and Treatment**
  V. Majed, S. Golzary-Ghalejoughi
- **The Role of Market in Optimal Water Resources Allocation and Efficacious Factors Influencing the Efficiency of Water Markets**
  Gh.H. Kiani
- **Water Market in Theory and Practice: Market Failure and Public Policy**
  M.R. Nazari
- **Predicting the Necessity of Cooperation Between The Harirud Basin Countries Based on Game Theory: The Shapely Value Approach**
  A. Ghandhari, S.M.R Alavi Moghaddam, H. Omranian Khorasani

ISSN (Print): 2423-5474