فصلنامه علمی تخصصی توسعه و پایداری منابع طبیعی، سال۱ ، شماره ۱، شماره پیاپی ۱، تابستان ۱۴۰۱

نقش تجارت آب مجازی در مدیریت منابع آب

بابک شعبان نژاد گیلاکجانیع
کارشناس ارشد مهندسی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

رویکرد تجارت آب مجازی که به نهاده آب در تولید و مصرف کالاهای مختلف اهمیت می دهد در دو دهه اخیر مطرح و مورد بحث قرار گرفته و به این موضوع می پردازد که به ازای کالایی که تولید یا مصرف می شود چقدر آب استفاده شده است . بر اساس این مفهوم بحث تجارت آب مجازی اهمیت پیدا کرده و کشورها به این موضوع علاقه مند شده اند که بدانند در تجارت کالاهای کشاورزی و صنعتی چه میزان آب صادر و یا وارد می کنند ؟ در تامین امنیت غذایی و کالاهای مورد نیاز خود چقدر به منابع آب داخلی متکی هستند ؟ هم اکنون تجارت آب مجازی به عنوان یکی از رویکردهای مدیریت منابع آب مورد توجه بسیاری از کشورها قرار گرفته و مطالعات زیادی در این خصوص انجام شده است . در این مقاله از طریق بررسی مطالعات انجام شده داخلی و تجربیات جهانی، جایگاه تجارت آب مجازی در مدیریت منابع آب مورد ارزیابی قرار گرفته و پیشنهادهایی برای بهره برداری از این ابزار در مدیریت منابع آب کشور ارائه می گردد . نتیجه بررسی های انجام شده بیانگر آن است که تجارت مجازی آب از طریق تبادل کالاهای کشاورزی، چه داخلی و چه خارجی، راهکاری است که میتوان با استفاده از آن از بحران و کمبود آب در سطح ملی، منطقه ای و جهانی جلوگیری کرد و مانع تبعات منفی اقتصادی، اجتماعی و سیاسی آن شد .همچنین مبادله آگاهانه آب مجازی به عنوان یک تدبیر اساسی در مدیریت منابع آب همراه با اصلاحات منطقی در ساختار کشاورزی ، امنیت بلند مدت غذایی و مصرف پایدار آب در ایران را تضمین خواهد نمود .

واژه‌های کلیدی: *تجارت آب مجازی*

نوع مقاله : پژوهشی **دریافت : مرداد ۱۴۰۱** **پذیرش: شهریور ۱۴۰۱** **ویرایش نهایی : شهریور ۱۴۰۱**

مقدمه

امروزه کمبود آب مشکلات زیادی را برای تأمین آب شرب سالم، تولید کافی محصولات کشاورزی و روند عمومی زندگی انسانها به وجود آورده است. طبق آمارهای بین المللی، پیش بینی میشود تا سال ۲۰۲۵میلادی، حداقل نیمی از مردم جهان با تنش آب و مشکلات ناشی از کم آبی مواجه شوند. این شرایط برای کشورهای واقع شده در نواحی خشک و نیمه خشک مانند ایران وخیم تر است. کشور ایران در مقایسه با متوسط جهانی، حدود یک سوم بارش سالیانه و حدود سه برابر تبخیر دارد. همچنین توزیع بارش بسیار ناهمگون بوده و عمدتاً ریزشها در مناطق کوهستانی رخ می دهد و انطباق لازم بین دوره های بارندگی با دوره های تولید محصولات کشاورزی در دشت ها نیز وجود ندارد.رشد جمعیت و نیاز به مواد غذایی بیشتر باعث گردیده که بخش کشاورزی کماکان بزرگترین مصرف کننده آب در کشور باشد اما تولید آن هنوز کل تقاضای مواد غذایی را برآورده نمی کند . عدم اعتماد به میزان منابع آب ، رقابت شدید برای آب از سوی بخش های دیگر و افزایش تقاضا برای مواد غذایی ، ایران را شدیدا" در مواجهه با تنش آبی قرار داده است ولی با احتساب حجم آب مجازی که از طریق واردات مواد غذایی به کشور وارد می شود آب بیشتری برای مصارف اساسی دیگر موجود خواهد بود . ازاین رو ، لازم است از طریق ابزارهای مختلف برای جلوگیری و تشدید بحران در منابع آب کشور اقدام شود.

یکی از ابزارهایی که در دهه اخیر مورد توجه کشورهای جهان قرار گرفته است، تجارت آب مجازی است .آب یک نهاده مهم و حیاتی در تولید محصولات کشاورزی و همچنین بسیاری از محصولات صنعتی و خدماتی است . هر واحد تولید این محصولات دربرگیرنده مصرف مقادیر متنابهی آب بوده که از آن با عنوان آب مجازی (Virtual Water) یاد می شود .به عبارت دیگر، آب مجازی مقدار آبی است که یک فرآورده کشاورزی یا تولید صنعتی در مراحل مختلف زنجیره تولید از لحظه شروع تا پایان مصرف می کند.

شرایط اقلیمی و فرهنگی، مکان تولید، مدیریت و برنامه‌ریزی در میزان و حجم آب واقعی کالا مؤثر است و مقدار آن در مورد یک کالا در مناطق مختلف جهان متفاوت می‌باشد. در این راستا می توان با به کارگیری مفهوم آب مجازی و با توجه به نقش نهاده آب در تولید، اصلاحاتی در ترکیب فعالیتهای مصرف کننده آب و نحوه تخصیص آب بین فعالیتها و محصولات به وجود آورد که به کاهش اتلاف منابع آب و افزایش راندمان آب منجر شود .بدین ترتیب مفهوم آب مجازی و به کارگیری اصول اقتصادی در تجارت آن میتواند سرآغاز روندی نو در شکل دهی سیاستهای اقتصادی دولت برای تخصیص این منبع کمیاب و مدیریت شوکهای کم آبی و خشکسالی در جهت استفاده پایدار از آب با توجه به ظرفیت کشور باشد .طبق نظریه های تجارت بین الملل دو طرف تجارت با به کارگیری اصل مزیت نسبی میتوانند از تجارت منتفع شوند .در مورد نهاده آب نیز میتوان از این اصل بهره جست .چنانچه ناحیه ای دارای مزیت نسبی منابع آبی است، میتواند به تولید محصولات آب بر بپردازد و با ناحیه دیگر که از این مزیت نسبی برخوردار نیست، مبادله انجام دهد.

درخصوص تجارت آب مجازی دو دیدگاه کلی وجود دارد .

الف - تجارت آب مجازی می تواند جایگزین مناسبی به جای انتقال بین حوضه های آب در کشورها باشد .بر این اساس، میتوان به جای سرمایه گذاری برای انتقال فیزیکی آب، آن را به صورت مجازی وارد یا صادر کرد که این روش ارزانتر از سرمایه گذاری در پروژه های بزرگ مقیاس انتقال بین حوضه های آب است .در تئوری تجارت آب مجازی، برای کاهش فشار بر منابع آب، به کشورهای کم آب توصیه شده که به جای تولید مواد غذایی از منابع آب داخلی، به واردات مواد غذایی مبادرت ورزیده و منابع آب داخلی را برای فعالیتهای تجاری پر سود اختصاص دهند .در واقع گزینه تجارت مجازی آب از طریق تبادل کالاهای کشاورزی، چه داخلی و چه خارجی، راهکاری است که میتوان با استفاده از آن از بحران و کمبود آب در سطح ملی، منطقه ای و جهانی جلوگیری کرد و مانع تبعات منفی اقتصادی، اجتماعی و سیاسی آن شد .

ب - خودکفایی نسبی و سرمایه گذاری برای امنیت غذایی بر تجارت آب مجازی اولویت دارد . دلایل ارائه دیدگاه دوم این است که تجارت آب مجازی وضعیت اقتصادی آتی کشاورزان را نادیده گرفته و وابستگی درآمدی زارعین به کشاورزی را لحاظ نمیکند .ازسوی دیگر،_ مشکلات به وجود آمده ناشی از بیکار شدن بخشی از جامعه بیشتر از منافع حاصل از تجارت آب مجازی است. بنابراین، از الزامات استفاده از ابزار تجارت آب مجازی برای مدیریت منابع آب آن است که به هر دوی دیدگاههای مشاوره شده در بالا توجه شود. برای مثال، اگر براساس رویکرد اول قرار است برای یک محصول مشخص، واردات جایگزین تولید شود، حتماً برای ایجاد اشتغال جایگزین و یا پیشنهاد یک محصول جایگزین با مصرف آب پایین، برنامه ریزی شده باشد.

با توجه به مطالب بیان شده، سؤالات زیادی درخصوص نقش و جایگاه تجارت آب مجازی در مدیریت منابع آب می تواند مطرح باشد. ازجمله اینکه کشورها چه پتانسیلی برای حفظ منابع آبهای خود از طریق بهینه سازی تولید و تجارت دارند؟ و یا اینکه تا چه حد می توان از رویکرد تجارت آب مجازی برای کاهش اتلاف منابع آب و جلوگیری از بحرانهای آبی انتظار داشت؟

تعاریف و مفاهیم

آب مجازی : آب مجازی، جمع کل آب مورد نیاز برای تولید مقدار معینی از محصول (کالا)، با توجه به شرایط اقلیمی، مکانی، زمان تولید و راندمان است و مقدار آن معادل جمع کل آب مصرفی در مراحل مختلف زنجیره تولید از لحظه شروع تا پایان می‌باشد. صفت مجازی در این تعریف بدان معناست که بخش عمده آب مصرف شده طی فرایند تولید، در محصول نهایی وجود فیزیکی ندارد و در حقیقت بخش بسیار ناچیزی از آب مصرفی در پایان به عنوان آب واقعی در بافت محصول باقی خواهد ماند. نکته مهم اینکه، صفت مجازی به معنای غیر واقعی نیست، بلکه آب واقعی، حجم راستین آبی است که پیشتر مصرف شده‌است.

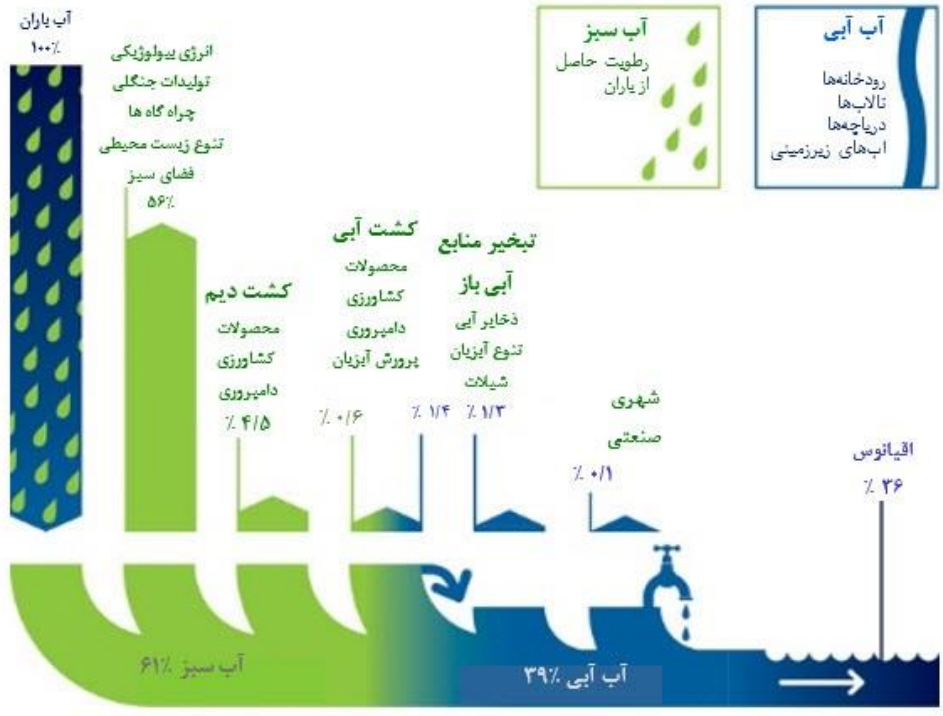
برای نخستین بار مفهوم آب مجاز توسط تونی آلن در سال ۱۹۹۳ معرفی شد. قبل از سال ۱۹۹۳ از واژه آب جاسازشده استفاده می شد، اما مورد توجه مدیران، سیاستگذاران و برنامه ریزان قرار نگرفته بود. در سال ۱۹۹۷ آلن در مقاله خود از این مفهوم به عنوان یک راه حل راهبردی برای کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا استفاده کرد. این مفهوم ارتباطی بین پایداری منابعِ در دستِ آب و محل جغرافیایی تولید محصولات آب بر و محل جغرافیایی مصرف آن کالا برقرار می کند(آلن، ۲۰۰۳)

ردپای آب: ردپای آب، شاخصی برای نشان دادن حجمی از آب است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم برای تولید کالا و یا ارائه هر گونه خدمات به مصرف می رسد. آب مجازی تنها به حجم آب استفاده شده در تولید محصول اشاره دارد درحالی که ردپای آب به اینکه چه نوع آبی در آن محصول استفاده شده و کی و کجا استفاده شده است هم اشاره می کند.

آب سبز (Green Water) : مقداری از آب های حاصل از نزولات آسمانی (باران ، برف یا تگرگ) است که مستقیما" و به صورت طبیعی محصولات را آبیاری می کند .

آب آبی (Blue Water) : مقدار مصرفی آب های زیرزمینی و جاری در آبیاری محصولات کشاورزی است .

آب خاکستری (Grey Water) : مقدار مصرف آب های آلوده و برگشتی در آبیاری محصولات کشاورزی است .



شکل ۱ – آب سبز و آب آبی

تجارت آب مجازی: تجارت جهانی کالاها یک جریان بین المللی از آب مجازی را به وجود می آورد که اصطلاحاً تجارت آب مجازی نامیده می شود.

تعادل آب مجازی: عبارتست از واردات ناخالص آب مجازی منهای صادرات ناخالص آن. تعادل مثبت در آب مجازی به مفهوم خالص جریانات آب مجازی وارد شده به داخل کشور از سایر کشورها است و تعادل منفی به معنی خالص جریانات خروجی آب مجازی است.

صادرات آب مجازی: صادرات آب مجازی از یک منطقه جغرافیایی مشخص ، حجمی از آب مجازی مرتبط با صادرات کالاها یا خدمات از آن منطقه است.

واردات آب مجازی: واردات آب مجازی به یک منطقه جغرافیایی مشخص ، حجمی از آب مجازی است که با واردات کالاها یا خدمات به یک منطقه مرتبط است.

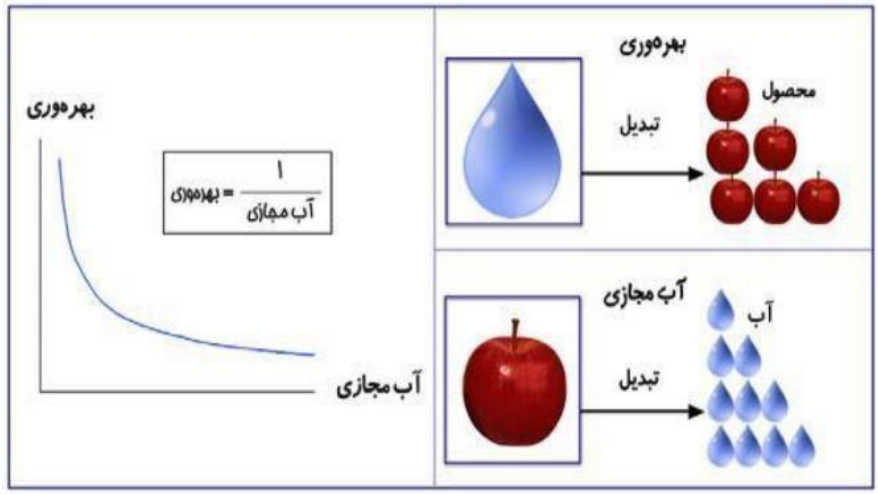
جریان آب مجازی: جریان آب مجازی بین دو منطقه مشخص جغرافیایی ، حجم آب مجازی است که از یک منطقه به منطقه دیگر در نتیجه تجارت محصولات منتقل می شود.

ارتباط مفهوم آب مجازی و بهره وری آب

آب مجازی میزان کل آبی است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم در تولید یک واحد محصول به کار گرفته شده است که بسته به نوع تکنولوژی تولید، متفاوت خواهد بود. برخی تکنولوژیها آب بر و برخی دیگر آب اندوز هستند. چنانچه تکنولوژی تولید دارای ساختاری آب بر باشد استفاده از آب در تولید افزایش یافته و بهره وری آب را پایین خواهد آورد(احسانی و همکاران، ۱۳۸۲.)

بهره وری آب، میزان تولید محصول به ازای مصرف هر واحد آب را نشان می دهد که نمایانگر مفهوم تولید متوسط است، ولی با مفهوم آب مجازی رابطه عکس دارد. زیرا آب مجازی در واقع میزان استفاده از آب در هر واحد محصول است و تأکید مفهوم آب مجازی بر میزان استفاده از آب در فرآیند تولید است.

در تولیدات صنعتی ، میزان بهره وری آب و در نتیجه میزان تقاضای آن قابل مدیریت است اما در تولید محصولات کشاورزی به دلیل وجود ساختار بیولوژیکی در تکنولوژی تولید میزان استفاده از آب چندان قابل کنترل و مدیریت نیست. به عبارت دیگر، استفاده از سیستمهای آبیاری پیشرفته هر چند میزان بهره وری آب را بهبود می بخشند، ولی لزوماً میزان مصرف کل را کاهش نمی دهند.



شکل ۲- ارتباط بین مفهوم آب مجازی و بهره وری آب

یکی از شاخصهای مهم ارزیابی مصرف منابع آب، شاخص بهره وری آب است که نشان می دهد به ازای هر واحد تولید آب مصرفی چه مقدار محصول تولید شده است. برای محاسبه این شاخص تولید ناخالص هر بخش اقتصادی بر مقدار آب مصرف شده در بخش مزبور تقسیم می شود و عدد حاصل به عنوان شاخص مورد استفاده قرار میگیرد. مقدار این شاخص به تبعیت شرایط و ساختار اقتصادی کشورها متفاوت است. بهره وری آب در بخش کشاورزی ایران حتی پایین تر از برخی کشورهای همسایه در منطقه است.

جدول ۱- میانگین شاخص بهره وری آب در بخش کشاورزی، صنعت و کل طی دوره ۱۹۸۷ - ۲۰۰۴

(یک مترمکعب به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی به دلار در سال پایه ۲۰۰۰)

شرح	کشاورزی	صنعت	کل اقتصاد
جهان	۱	۱۸/۷	۸/۶
کشورهای با درآمد بالا	۲/۷	۳۳/۶	۲۸/۲
کشورهای با درآمد متوسط	۰/۶	۱۹	۳/۳
کشورهای با درآمد پایین	۰/۳	۰/۷	۰/۸
ایران	۰/۲	۲۶/۲	۱/۶
ترکیه	۱	۱۰/۴	۵/۳
ازبکستان	۲/۵	۰/۱	۰/۳
هند	۰/۲	۳/۵	۰/۸
مصر	۰/۳	۰/۸	۱/۶
ارمنستان	۰/۶	۲۱/۶	۸/۳
پاکستان	۰/۱	۴/۷	۰/۵

رویکردهای کلی اندازه گیری و تحلیل آب مجازی

برای محاسبه آب مجازی دو رویکرد کلی در مطالعات ارائه شده است :

در رویکرد اول با تحلیل مفهوم آب مجازی و به کارگیری روابط فنی، فیزیکی و همچنین به طور خاص روابط فیزیولوژی، رابطه هایی برای محاسبه آب مجازی به تفکیک نوع محصول(کشاورزی و یا صنعتی) ارائه می شود.

در رویکرد دوم با توجه به اینکه بخشهای مختلف و رشته فعالیتهای اقتصادی با یکدیگر رابطه بسیار گستردهای دارند و هر فعالیت اقتصادی نیازمند به کارگیری نهاده ها از سایر بخشها و فعالیتهای اقتصادی است، جریان آب مجازی در یک تعادل فراگیر در کل اقتصاد دیده میشود و روابط بین بخشهای اقتصادی مد نظر قرار می گیرد.

مطالعات خارجی در خصوص تجارت آب مجازی

تجارت مجازی آب به عنوان راهکار مقابله با بحران آب برای اولین بار توسط آلن (۱۹۹۳) مطرح شد. وی آب مجازی را به معنای آب محاط شده در کالاها تعریف کرد. به عبارت دیگر، آب مجازی کل آبی است که مصرف شده تا یک واحد کالا و خدمات)اعم از کشاورزی و غیر کشاورزی(تولید شود. در واقع، آن واحد کالا در برگیرنده مقدار آب مصرف شده جهت تولیدش است. آلن (۱۹۹۷) تجارت آب مجازی را به عنوان راهکاری برای مقابله با بحران کم آبی در کشورهای خشک و نیمه خشک خاورمیانه پیشنهاد کرد.

به طور کلی از زمانی که آلن بحث آب مجازی را مطرح کرد تا زمانی که این مهم مورد توجه مجامع علمی قرار گیرد، قریب ۱۰ سال فاصله وجود دارد. اولین گردهمایی جهانی درخصوص این موضوع در سال ۲۰۰۲ در شهر دلف هلند برگزار شد. نشست ویژه ای هم در سومین اجلاس جهانی آب در کشور ژاپن در سال ۲۰۰۳ به موضوع آب مجازی اختصاص یافت.

قسمت زیادی از ایجاد و ابداع این روش و کاربردی کردن آن توسط مطالعات گسترده و مستمر گروهی از مدلسازان در شورای جهانی آب وابسته به فائو ایجاد شده است که کار خود را در دهه اول قرن ۲۱ در کشور هلند آغاز کرده اند.

هرچند در آزمونهای این افراد به نهاده آب و نقش آن در تولید کالا، به ویژه محصولات کشاورزی اشاره نشده است، اما بروز بحرانها و کمبودهای منطقه ای آب در نقاط مختلف جهان موجب شده که بحث آب در مجامع جهانی اهمیت خاصی پیدا کرده و توجه زیادی به آن شود. به همین دلیل تحقیق درباره ابعاد مختلف کمیابی آب، مورد توجه محققان قرار گرفته و راهکارهای مقابله با آن بررسی و ارائه شده است.

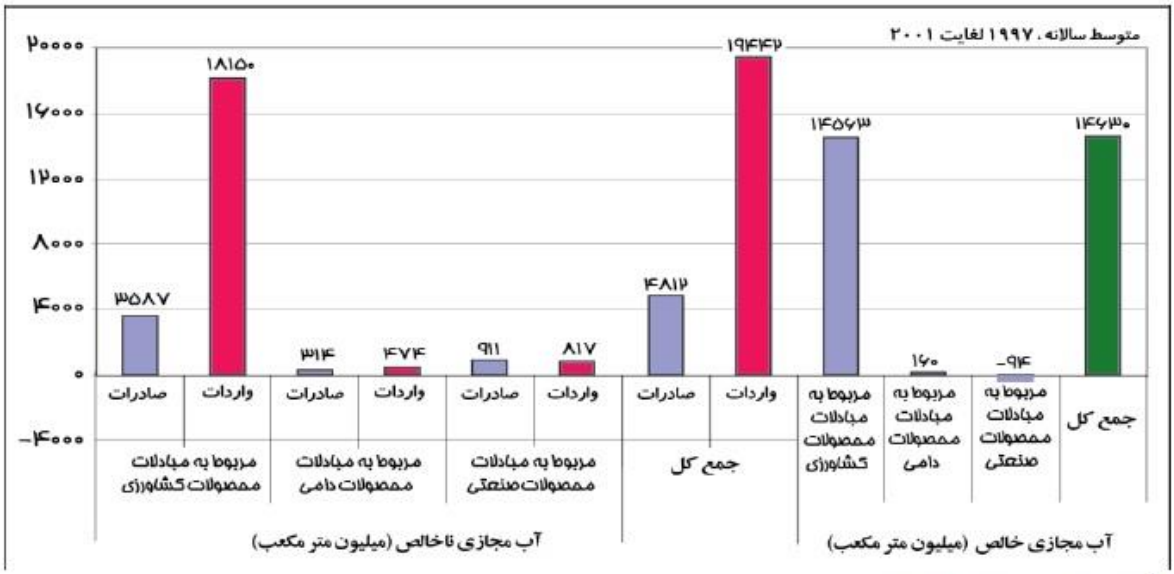
هاکسترا و همکارانش میزان مصرف، استفاده و تجارت آب را در ۱۴۰ کشور بررسی می کنند. این ۱۴۰ کشور شامل همه کشورهای صنعتی، کشورهای بریکس و تقریباً دوسوم از کشورهای در حال توسعه است(آلن، ۲۰۱۱)

به نظر هاکسترا و هانگ (۲۰۰۳) 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 گفته می شود.

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 می شود، برای دوره زمانی ۱۹۹۵ - ۱۹۹۹ محاسبه کردند. بدین منظور، آنان از حاصلضرب کل تجارت بین المللی محصولات کشاورزی(تن در سال) در محتوای آب مجازی آنها (مترمکعب بر تن) کل آب مجازی را که بین کشورها مبادله می شود، تخمین زدند. بر اساس یافته های آنان طی دوره مورد مطالعه، سالیانه حدود ۶۹۵ میلیارد متر مکعب آب مجازی بین کشورها مبادله شده است.

براساس یافته های راک استرم و گردن (۲۰۰۱) ، برای تولید کل محصولات کشاورزی در جهان سالیانه ۵۴۰۰ میلیارد مترمکعب آب مصرف می شود. 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 به صورت مجازی است. طی دوره مورد مطالعه، هوکسترا و هانگ، کشورهای آمریکا، کانادا، تایلند، آرژانتین و هند جزء صادرکنندگان خالص آب مجازی و در مقابل کشورهای سریلانکا، ژاپن، هلند، کره جنوبی و چین جزء واردکنندگان خالص آب مجازی بوده اند.

چاپگین و هاکسترا (۲۰۰۳) روشی را برای اولین بار بر مبنای رهیافت پایه ای محاسبه آب مجازی برای اندازه گیری آب مجازی دام و محصولات دامی ابداع و استفاده کرده اند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که در بین سالهای ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۹ تجارت آب مجازی بین کشورهای مختلف بیش از ۱۰۴۰ میلیارد متر مکعب بوده است. این مطالعات بر اساس مبنا قرار دادن کشور مبدأ یعنی صادرکننده بوده است که به مفهوم این است که با همان شرایط تولید و تکنولوژی کشور صادرکننده در حد فاصل این سالها میزان ۱۰۴۰ میلیارد مکعب آب در پایداری منابع آب جهان و امنیت غذایی از کشور صادرکننده به کشور واردکننده انتقال داده شده است.



مأخذ: چاپگین و هاکسترا، ۲۰۰۳.

نمودار ۱- مبادله آب به تفکیک بخشهای کشاورزی، دامپروری و صنعتی

فریچر و همکارانش (۲۰۰۴) به بررسی اثر تجارت جهانی غلات در صرفه جویی آب پرداختند. بر اساس یافته های آنان، به دلیل آنکه بهره وری آب در محصولات کشاورزی بین کشورهای صادرکننده متفاوت است، لذا تجارت غلات موجب صرفه جویی در مصرف جهانی آب به میزان ۱۶۴ میلیارد متر مکعب می شود که این رقم شامل بارندگی مؤثر و آب آبیاری است . این ارقام به طور ضمنی به این مسئله اشاره میکنند که در حالت نبود تجارت بین المللی، مصرف جهانی آب برای تولید این محصولات حدود ۶ درصد و آب آبیاری خالص به میزان ۱۱ درصد باید افزایش یابد. به نظر آنان ملاحظات سیاسی و اقتصادی، استفاده از تجارت مجازی آب را به عنوان ابزاری مناسب برای مقابله با کمبود آب محدود کرده است.

رینالت (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 درسال ۲۰۰۰ به ۳۶۰۰ لیتر کاهش یافته که این امر مدیون افزایش بهره وری در تولیدات کشاورزی است.

پژوهش زیمر و رینالت (۲۰۰۳) میانگین حجم کل آب مجازی را برای ۱۵ مورد مبادله جهانی محصولات کشاورزی و دامی در سال ۲۰۰۰ میلادی معادل با ۱۳۴ میلیارد متر مکعب در سال برآورد کرد.

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

پژوهش هوکسترا (۲۰۰۳) در خصوص میزان صرفه جویی در مصرف آب از طریق واردات آب مجازی توسط ایران، برای دوره زمانی ۱۹۹۵ - ۱۹۹۹ رقم ۱/۲۹ میلیارد متر مکعب را نشان میدهد.

چاپگین (۲۰۰۴) نیز در مطالعه دیگری میزان خالص واردات آب مجازی ایران برای دوره زمانی ۱۹۹۷ - ۲۰۰۱ را ۱۹ میلیارد متر مکعب تخمین زده است.

آلدیا و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی اهمیت آب سبز در تجارت آب مجازی در طی سالهای ۲۰۰۰ - ۲۰۰۴ پرداختند. مطابق با تحقیق این پژوهشگران آب سبز در تأمین امنیت غذایی و کاهش تنش و بحران آبی در جهان بیشترین سهم را داراست.

نووو و همکاران (۲۰۰۹) جریان آب مجازی در تجارت غلات کشور اسپانیا در دوره ۱۹۹۷ - ۲۰۰۵ را محاسبه کرده 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 مشخص شد که صادرات آب آبی بین ۷ / ۰ تا ۲ / ۳۴ میلیون متر مکعب به ترتیب 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، نتیجه ای 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 رابطه ای بین صادرات غلات با کم آبی برقرار نیست که با تحلیل های 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 نمی شود.

چاپگین و هاکسترا (۲۰۰۴) در یک مطالعه به بررسی ردپای آب پرداختند. مطابق مطالعه آنها ردپای آب به مقدار مصرف (بسته به درآمد سرانه ناخالص داخلی) ، الگوی مصرف (میزان و ترکیب مصرف فرآورده های کشاورزی و دامی) ، اقلیم(شرایط بیولوژیکی رشد و تولید کشاورزی و دامپروری) و تکنولوژی کشت و بهره وری کشاورزی در استفاده از منابع آب بستگی دارد. طبق این پژوهش متوسط میزان ردپای آب در جهان ۱۶۴۰ متر مکعب در سال به ازای هر نفر است. در این میان میزان ردپای آب ایران ۱۲۴۰ متر مکعب در سال به ازای هر نفر بوده است. همچنین ایالات متحده با ۲۴۸۰ متر مکعب در سال به ازای هر نفر بیشترین و چین با ۷۰۰ متر مکعب در سال به ازای هر نفر کمترین متوسط ردپای آب در جهان را دارا هستند.

سابقه مطالعات انجام شده در ایالات متحده برای بررسی میزان آب استفاده شده و محاسبه آن با استفاده از ماتریس داده - ستانده به دهه ۱۹۷۰ در مطالعه موردی برای ایالت آریزونا توسط فینستر برمیگردد)چانان و همکاران، ۲۰۰۸ (.

همچنین دیزنورث و باند) ۲۰۱۰ (از روش جدول داده – ستانده برای محاسبه سهم صنعت ماهیگیری در غرب ایالات متحده از کل اقتصاد و تأثیر آن بر روی استفاده آب عمومی استفاده کرده اند. میزان استفاده آب مستقیم و غیرمستقیم توسط مطالعات دیگری در بخشهای مختلف ایالات متحده محاسبه شده که میتوان از مطالعه بلک هرست و همکاران(۲۰۱۰) یاد کرد که میزان آب مستقیم و غیرمستقیم بخش صنعت ایالات متحده را برآورد کرده است.

مطالعه لنزن و فوران (۲۰۰۱) از اولین پژوهشها در ارتباط با آب مجازی و محاسبه آن با روش جدول داده - ستانده است. طبق این مطالعه استرالیا صادرکننده خالص آب مجازی بوده است و میزان استفاده این کشور از آب به طور متوسط سالیانه ۲۲۰۰۰ میلیارد لیتر است که ۳۰ درصد آن نیاز آبی برای تولید نیاز غذایی داخلی است و ۳۰ درصد دیگر آن برای تولید محصولات غذایی صادراتی استفاده می شود. آنها همچنین پیش بینی کردند با توجه به اینکه رابطه ای قوی بین نیاز آبی و هزینه سرانه وجود دارد، اگر تا سال ۲۰۵۰ مطابق با برآوردهای افزایش جمعیت سالیانه استرالیا به ۲۵ میلیون نفر برسد و هزینه سرانه ۲ برابر شود ممکن است نیاز سالیانه آب به بیش از ۲ برابر و ۵۰۰۰۰ میلیارد لیتر، معادل با نیمی از جریان آب کشور افزایش پیدا کند.

ژائو و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی ردپای آب با روش داده - ستانده در چین در سال ۲۰۰۲ پرداخته اند. نتیجه این بررسی نشان داد که در سال ۲۰۰۲ میزان ردپای آب در چین، ۳۸۱ متر مکعب در سال برای هر نفر بوده است. مهمترین ابداع این مطالعه به دست دادن یک شاخص جدید و مستقل از مقدار ردپای آب ملی برای بخشهای مختلف اقتصاد بوده که شدت استفاده از آب را در بخشهای

مختلف نشان میدهد. همچنین آنها در این مطالعه با بررسی تجارت آب مجازی نشان دادند که کشور چین در تمام بخشها صادرکننده خالص آب مجازی است(موباکو و همکاران، ۲۰۱۳)

وانگ و همکاران (۲۰۰۹) منطقه ژانگیه که جزو مناطق خشک و کم آب چین است را برای مطالعه خود انتخاب کرده و با استفاده از جدول داده - ستانده به میزان استفاده آب در بخشهای اقتصادی آن پرداختند. نتیجه مطالعه نشان داد که بر خلاف شرایط منابع آب این منطقه، اقتصاد منطقه به فعالیتهای آببر وابسته است.

کو-ایشانگ فنگ و همکاران (۲۰۱۱) رودخانه زرد را براساس ویژگیهای متفاوت منابع آبی، ساختار اقتصادی، درآمد خانوار به سه منطقه فوقانی، میانی و پایینی تقسیم کرده و با به کارگیری جدول داده- ستانده چند منطقه ای به بررسی الگوی تجارت آب مجازی به تفکیک آب سبز و آبی و همچنین خانوار شهری و روستایی پرداختند. نتیجه این مطالعه حاکی از این بوده که هر سه منطقه صادرکننده آب مجازی هستند و تولیدات خارج از این منطقه به منابع آب رودخانه زرد فشار می آورد.

پیشنهاد این محققین برای کاهش فشار به منابع آب رودخانه کاهش صادرات آب مجازی از طریق تولید کالاهای ذخیره کننده آب با ارزش افزوده بالاتر در منطقه پایین دست که کم آبترین منطقه است و واردات تولیدات غذایی و فرآورده های آب بر از جنوب چین که دارای منابع آب غنی تری است، بوده است.

مطالعات داخلی در خصوص تجارت آب مجازی

در راستای آب مجازی پژوهشهای مختلفی در ایران صورت گرفته که مبتنی بر استفاده از روشهای پژوهش عملیات و برنامه ریزی بوده و با در نظر گرفتن جزئیات متفاوت برای الگوهای کشت سعی بر در نظر گرفتن آب مجازی یا در قید مسئله و یا بررسی تغییرات آن در سناریوهای متفاوت داشته اند.

صبوحی و سلطانی (۱۳۸۷) با استفاده از روش برنامه ریزی ریاضی و با توجه به آب مجازی به تعیین الگوی کشت در سطح حوضه با نگاه به آب مجازی، مزیت نسبی محصولات و پتانسیل آبی حوضه آبریز در تولید محصولات زراعی پرداخته اند. از ویژگیهای این مطالعه این است که مدل برنامه ریزی خود را با تأکید بر الگوی کشت بهینه، استفاده بهینه از آب آبیاری و تقویت خالص واردات آب مجازی بنا کرده اند و مدل به گونهای طرح ریزی شده که امکان تغییر الگوی سطح زیرکشت محصولات را برای افزایش واردات آب مجازی داشته باشد. حداکثر شدن منافع اجتماعی در این مطالعه الزاماً در راستای افزایش خالص واردات آب مجازی تعریف نشده است همچنین کاهش سطح زیرکشت یک محصول در چارچوب منافع اجتماعی به معنی کاهش در سطح محصولات وارداتی دیگر و یا افزایش سطح زیرکشت محصولات صادراتی تلقی نشده است. سود اجتماعی بسته به عملکرد واقعی محصول است و از آنجا که عملکرد قابل مشاهده دارای انحرافی است که از سیاستهای حاکم بر بخش کشاورزی ناشی می شود، مانند سیاست سهمیه بندی و یا برقراری یارانه بر کودهای شیمیایی که عملکرد را تحت تأثیر قرار می دهد، بنابراین محققین برای به دست آوردن عملکردی که تنها تحت تأثیر رابطه آب و خاک با گیاه تعیین شود از رابطه آلن استفاده کرده اند. به دلیل اینکه مدل برنامه ریزی ۴۵ فعالیت با سطوح مختلف کم آبیاری را بررسی می کنند، مسئله بهینه یابی آنها دارای ۴۵ قید است که به وسیله نرم افزار GAMS حل شده است. در مرحله بعد پژوهشگران مدل برنامه ریزی ارائه شده را با تکنیک HSJ ۲ که یک روش معمول به دست آوردن بهینه تقریب برنامه ریزی خطی است، حل نموده اند. در این روش نخست مسئله اصلی حل شده و مقدار تابع هدف در نقطه بهینه تعیین میشود و در قدم بعد درصدی از تابع هدف به محدودیتهای مسئله اضافه می شود.

دهقانپور و بخشوده (۱۳۸۷) در یک مطالعه دیگر به بررسی جنبه های محدودکننده آب مجازی و تأثیر افزایش خالص واردات آب مجازی بر کاهش اشتغال در بخش کشاورزی پرداختند. این بررسی به منطقه دشت مرودشت و حوزه آبریز منطقه محدود شد. در ابتدا ضروری بود که مقدار و میزان آب مجازی با توجه به تکنولوژی منطقه برای هر محصول محاسبه شود. این محاسبه از طریق روابط معمول پایه ای– فنی انجام شد. در ادامه الگوی کشت توسط یک برنامه ریزی خطی و در نظر گرفتن آب مجازی، بهینه یابی شد. مطابق با این مطالعه در حوزه آبریز منطقه مرودشت تنها گندم از لحاظ سود اجتماعی دارای مزیت نسبی است، ولی از منظر استفاده از آب، گوجه فرنگی کمترین میزان آب مجازی را داراست.

جدول ۲ - آب مجازی محصولات زراعی مرودشت استان فارس

مورد بررسی	محصول					
	گندم	جو	برنج	ذرت‌دانه‌ای	گوجه‌فرنگی	چغندرقند
آب مصرفی یک هکتار محصول (متر مکعب در هر هکتار)	۹۱۰۰	۷۶۰۵	۳۲۰۰۰	۲۴۰۰۰	۳۴۲۰۰	۲۶۰۰۰
عملکرد(کیلوگرم در هر هکتار)	۵۳۳۶	۲۵۷۱	۴۴۳۴	۶۵۴۰	۵۵۷۶۷	۳۳۰۵۶
آب مجازی به ازای هر کیلوگرم محصول(متر مکعب در کیلوگرم)	۱/۷	۲/۹	۷/۲	۳/۷	۰/۶	۰/۸
آب مجازی به ازای هر هزار ریال محصول(متر مکعب برای هزار ریال)	۰/۳۴	۰/۲	۲/۸	۱/۱	۱	۱/۶
سود خالص اجتماعی جاری هر فعالیت(میلیون ریال)	۱۰/۳	-۷/۴	-۲۵/۴	-۱۵/۲	-۳۵	-۲۱/۸

الگوی برنامه ریزی خطی این مطالعه، الگوی کشت بهینه را تنها شامل گندم و ذرت تعیین کرد که مقدار بسیار بیشتری نسبت به سطح زیرکشت زمان مطالعه داشت و سود اجتماعی در الگوی کشت بهینه دو برابر بیشتر از مقدار الگوی کشت واقعی بود؛ ۵۰ درصد افزایش داشت. دلیل افزایش استفاده از آب را می توان این موضوع عنوان کرد که در تابع هدف الگو حداقل کردن میزان آب مجازی نبوده، بلکه حداکثر کردن میزان سود اجتماعی است که میزان استفاده از آب در کل پروسه تولید با قیمتهای اجتماعی آب به عنوان هزینه در نظر گرفته شده است که تفاوت آن از میزان درآمد اجتماعی باید حداکثر می شده است.

پژوهشگران این مطالعه با توجه به اینکه میزان اشتغال در الگوی کشت بهینه از ۴۳۳۹۸۶۴ روز نفر به ۱۸۲۱۴۳۷ روز نفر کاهش داشت نسبت به این امر که کاهش استفاده از آب منجر به کاهش اشتغال خواهد شد هشدار داده و این امر را از یک موضع ارزشی، مطلوب ارزیابی نمی کنند .

روحانی و همکاران (۱۳۸۷) مبادله آب مجازی در ارتباط با منابع آب موجود را به عنوان راهی برای کاهش تنش در ایران ارزیابی کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که از ۲۱ محصول کشاورزی مورد مطالعه، غلات، حبوبات، خشکبار (پسته و گردو) و دانه های روغنی براساس میزان آب مجازی برآورد شده محصولات آب بر بوده در حالی که میوه ها، سبزیها و محصولات صنعتی کم مصرف هستند. به اعتقاد این پژوهشگران مبادله آب مجازی در ایران طی دو دهه گذشته با در نظر گرفتن میزان مصرف و بهره وری آب تقریباً ناآگاهانه صورت گرفته است. برای مثال، گندم با سهم ۵ / ۵۸ درصد در واردات آب مجازی بزرگترین محصول وارداتی در سالهای ۱۳۶۲ - ۱۳۸۲ بوده است. به نحوی که با واردات ۴ / ۱۰ میلیون تن گندم طی سالهای ۱۳۷۸ - ۱۳۸۲ معادل ۶ / ۱۱ میلیارد متر مکعب آب در کشور ذخیره شد. این در حالی است که خودکفایی ایران در سال ۱۳۸۴ در تولید گندم فشار زیادی را بر منابع آب داخلی وارد آورد.

جعفری و زارعی (۱۳۸۶) وضعیت صادرات و واردات آب مجازی ایران را در طول سالهای ۱۳۷۵- ۱۳۸۳بررسی کردند. طبق نتایج این مطالعه در طول دوره یاد شده، مقدار صادرات کل ۱۵ محصول عمده کشاورزی کشور حدود ۸ / ۱۱ میلیون تن و همچنین مقدار واردات ۹ محصول کشاورزی عمده وارداتی ۵ / ۱۱۸ میلیون تن بوده است. بر این اساس، کل آب مجازی صادر شده در این دوره ۸ / ۳۳ میلیارد متر مکعب و کل آب مجازی وارد شده ۱ / ۴۶ میلیارد مترمکعب بوده است. همچنین متوسط آب مجازی به ازای هر تن کالای صادر شده و وارد شده به ترتیب ۲۸۶۹ و ۸۳۹۳ مترمکعب بوده است.

باغستانی و همکاران (۱۳۸۹) در یک مطالعه با هدف بررسی میزان سازگاری ایران با برنامه ریزی 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، به کارگیری فرمولهای پایه برای محصولات کشاورزی است که تحت عنوان محاسبه تقاضای آب ویژه برای هر محصول با استفاده از فرمول فائو پنمن-مانتیث برآورد شده است. محصولات صادراتی مورد بررسی این مطالعه ۷ / ۹۳ درصد از کل ارزش صادراتی محصولات

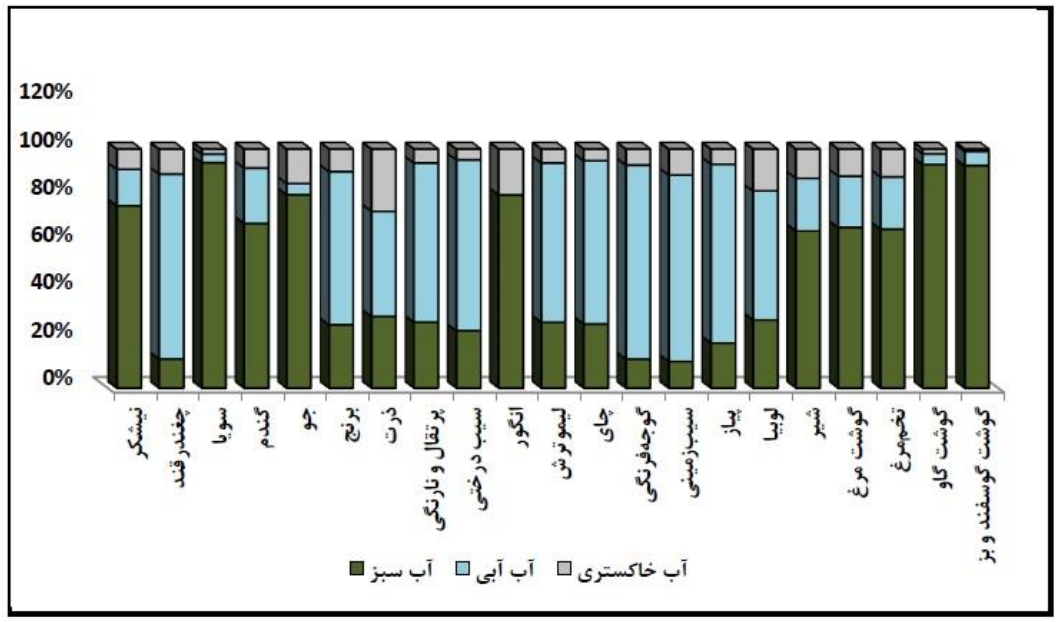
کشاورزی و محصولات وارداتی ۳ / ۷۲ درصد از کل ارزش محصولات وارداتی کشاورزی را شامل می شود. نتایج این مطالعه همچنین نشان میدهد که محصولات عمده صادراتی به طور متوسط تقاضای ویژه آب بیشتری در مقایسه با محصولات وارداتی کشاورزی داشته اند.

مکنون و همکاران (۱۳۹۰) طی یک برنامه مطالعاتی پس از معرفی آب آبی و سبز به بررسی آب مجازی پنج محصول گندم، جو و برنج در گروه غلات و گوجه فرنگی و سیب زمینی در گروه سبزیجات پرداخته اند. دلیل انتخاب این محصولات توسط این پژوهشگران داشتن وزن قابل توجه در تولید و تجارت و همچنین اهمیت استراتژیک این کالاها در تأمین امنیت غذایی کشور است. در مرحله اول این پژوهشگران آب مجازی محصولات را به تفکیک استانی به دست آورده اند. دلیل انتخاب منطقه به شکل استانی، تحمیل شرایط داده ای و آماری کشور است. مرحله دوم این پژوهش تعیین مازاد و کمبود محصولات منتخب در استانهای ایران است. با تشخیص اینکه کدام استان مازاد دارد مشخص می شود که استان مذکور به طور منطقی صادرکننده محصول خواهد بود و برعکس.

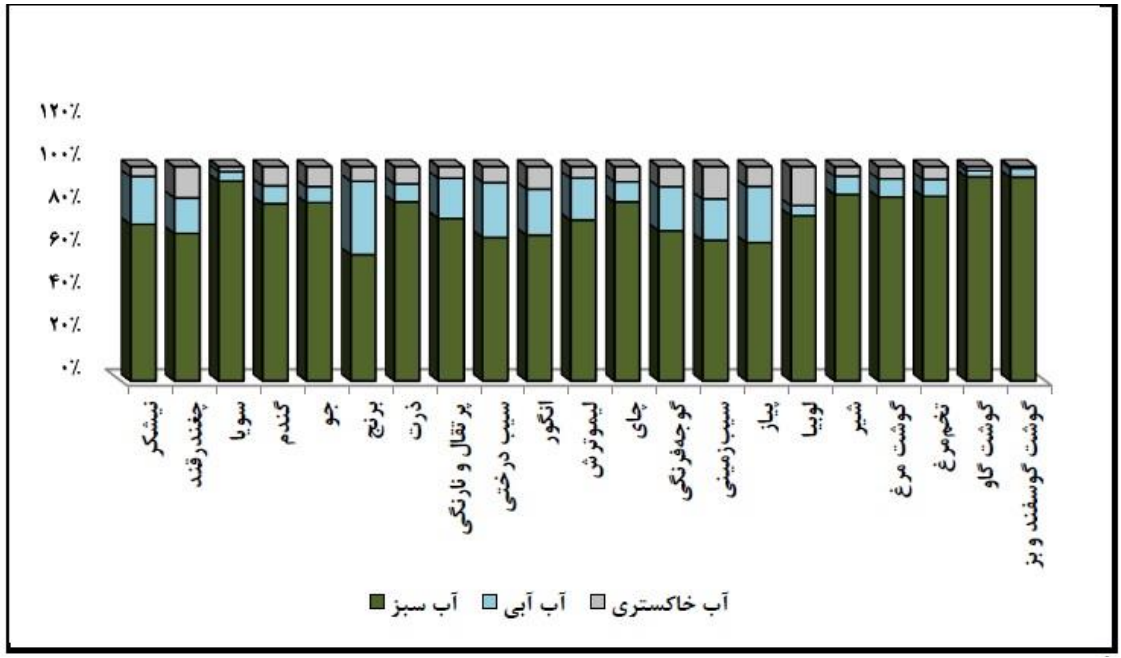
در مرحله سوم نوبت به تأمین نیازهای استانهای دارای کمبود است که پژوهشگران این مطالعه بعد از تعیین استانهای صادرکننده و واردکننده به شکل منطقی در مرحله دوم به بررسی یک سناریو منطقی ریاضی می پردازند. این سناریو به این ترتیب سامان داده می شود که استان واردکننده از نزدیکترین استان صادرکننده مقدار مورد نیاز خود را تأمین می کند که شبیه حل یک مسئله در برنامه ریزی اقتصادی حمل ونقل در پژوهش عملیاتی است؛ با این سناریو مسیرهای حمل ونقل محصولات به دست می آید. مکنون و همکارانش در آخر نیز ضریب خودکفایی آب را محاسبه می کنند.

محمدخانی (۱۳۹۴) ، در مطالعه ای به بررسی حساب ردپای آب شامل رد پای آب سبز، آبی و خاکستری در تولید و مصرف برخی محصولات منتخب پرداخته است. تدوین این گزارش با هدف تأیید یا رد آمار ارائه شده یونسکو نبوده و فقط به جهت اطلاع رسانی است تا بتواند به بازنگری تولید کشاورزی ایران براساس توسعه پایدار سبز کمک کند. گزارش یونسکو که برآورد مصرف آب در بخشهای تولید و خانگی است بیانگر آن است که برای تولید تعدادی از محصولات کشاورزی در ایران و ۱۷۵ کشور دیگر و متوسط جهان چه مقدار از انواع آب (نزولات آسمانی) Green water ، (زیرزمینی و جاری) Blue water و (آبهای آلوده و برگشتی) Grey water مصرف می کنند. اطلاعات جداول بیانگر آن است که محصولات کشت پاییزه مانند گندم و جو به واسطه برخورداری بیشتر از آب سبز برای الگوی کشت کشور مناسبتر از محصولات کشت تابستانه هستند و اکثر تولیدات کشاورزی در ایران به مصرف ذخایر بین نسلی آب (یعنی آبهای زیرزمینی، جاری، آلوده و برگشتی کشور) وابسته است که علاوه بر مشکلاتی که تا به امروز به کشور تحمیل کرده، ادامه این روند می تواند آینده کشور را بسیار بحرانی کند.

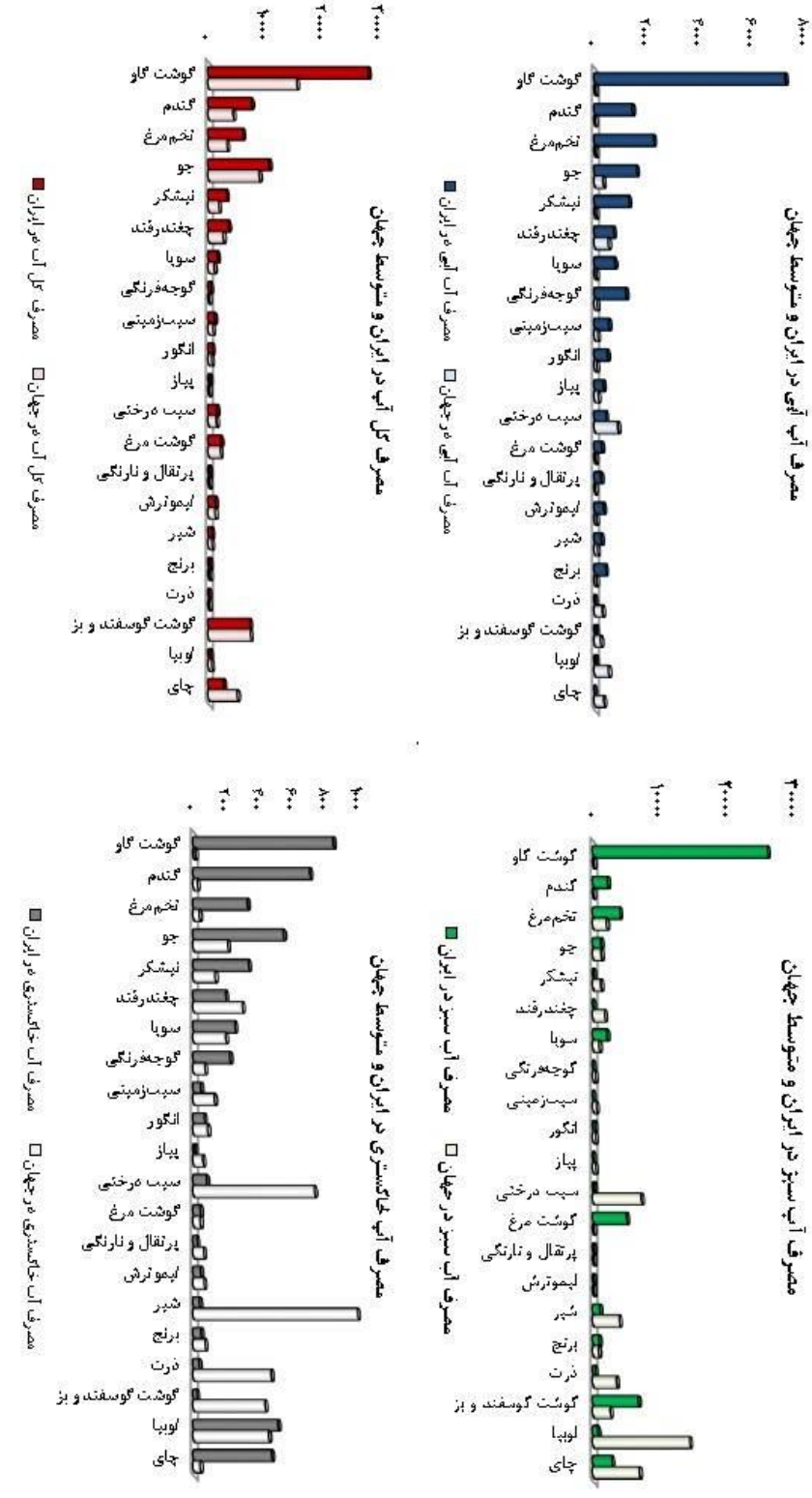
نکته قابل توجهی که در مطالعه نامبرده مورد واکاوی قرار گرفته است، سهم هر یک از انواع آب در تولید یک تن محصولات کشاورزی منتخب است. به عبارت دیگر طبق نتایج این مطالعه، بررسی تکنولوژی تولید از منظر استفاده از آبهای سبز، آبی و خاکستری در برخی محصولات با متوسط جهانی اختلاف فاحشی دارد.



نمودار ۲- سهم انواع آب در تولید یک تن محصول در ایران



نمودار ۳ - سهم انواع آب در تولید یک تن محصول در متوسط ۱۷۶ کشور جهان



نمودار ۴- مقایسه مصرف انواع آب در تولیدات محصولات منتخب کشاورزی ایران با منتخب جهانی

همانطور که ملاحظه می شود، تولید یک تن محصولات کشاورزی مورد بررسی در این مطالعه بیشتر بر منابع آب آبی تکیه دارد، این در حالی است که تولید یک تن محصولات مذکور در متوسط ۱۷۶ کشور جهان بیشتر با استفاده از آبهای سبز صورت می گیرد.

براساس بررسی های صورت گرفته در مطالعه نامبرده مشاهده می شود، ایران در بهره برداری از منابع آب در تولید اکثر محصولات کشاورزی، بسیار گشاده دست از آبهای زیرزمینی، جاری و برگشتی با بهره وری بسیار کم استفاده کرده است. این در حالی است که آمارهای سایر کشورها نشان می دهد، اغلب کشورهای جهان محصولات کشاورزی تولیدی خود را متناسب با اقلیم انتخاب می کنند و تولید محصولات آب بر در مناطق با دریافت نزولات بالا و حاره ای انجام می شود. لذا تدوین و تصویب سند بلندمدت آب والگوی مصرف آن در بخشهای مصرف کننده و همچنین تعیین الگوی کشت براساس قابلیت های منطقه ای و مبتنی بر توسعه پایدار سبز از گسترش و تعمیق بحران آب جلوگیری می کند.

مقایسه آمار مذکور نشان می دهد کشور به شدت نیازمند ترویج کشاورزی پایدار براساس قابلیتهای اقلیم های مختلف کشور و منابع آب است. در این راستا ضروری است دولت با توجه به اینکه اکثر کشاورزان کشور از ناتوانی مالی و فقر امکانات و اطلاعات رنج می برند، کمکهای مناسبی را برای یک دوره ۵ تا ۱۰ ساله در اختیار کشاورزان قرار دهد.

با توجه به شرایط و پراکنش بارش در کشور، به نظر میرسد کشتهای پاییزه مانند جو و گندم به واسطه برخورداری بیشتر از نزولات آسمانی کشت های مناسبتری برای کشور باشند و کشتهای تابستانه در اغلب مناطق ایران از نیاز مصرف آب آبیاری بالایی برخوردار هستند و در صورت ضرورت تولید باید با بهره گیری از سرمایه و تکنولوژی در راستای افزایش راندمان آبیاری و کاستن از میزان مصرف آب آنها تلاش شود. ازسوی دیگر اصلاح روشهای تولید و آبیاری محصولات ازجمله افزایش کشت گلخانهای محصولات آب بر مانندگوجه فرنگی، سبزی، صیفی و مانند آن میتواند به بهبود شرایط و کاستن از مصرف آب آبیاری کمک کند.

لازم به ذکر است، این موضوع که آمارها تا چه اندازه با واقعیت تطابق دارد قابل اندازه گیری نیست، ولی باید توجه داشت که قاعدتاً باید سازمانهای جهانی آمار خود را از منابع رسمی داخلی کشورها گرفته و تحلیل لازم را ارائه دهند و اگر هم مورد قبول دستگاههای مختلف حکومتی هر کشور ازجمله ایران نباشد، باید به طور رسمی به سازمانهای جهانی مذکور، صحت و سقم آنها اعلام گردد. همچنین به نظر می رسد، در نظر گرفتن شرایط اقلیمی کشورها در اینگونه گزارشها میتواند به ارائه تصویر واقع نمایانه تری از وضعیت موجود کشورهای مختلف کمک کند و در این رابطه لازم است مطالعات تطبیقی کاملتری انجام شود تا امکان مقایسه نقاطی در ایران را که کشت خاصی انجام میشود با کشورهای هم اقلیم فراهم نموده و در ادامه تشخیص راهکارهای اصلاحی امکان پذیر گردد.

ذاکری و مؤمنی(۱۳۹۴) در مطالعه ای با عنوان سنجش آب بری مستقیم و غیرمستقیم در بخشهای مختلف اقتصاد ایران مبتنی بر جدول داده - ستانده سال ۱۳۸۵ به بررسی حجم آب مصرفی در بخشهای اقتصادی کشور پرداختند. در واقع با توجه به اینکه کشور در سالهای اخیر با خشکسالی و بحران منابع آبی مواجه شده است، به نظر می رسد بررسی میزان آب بری بخشهای مختلف اقتصادی، به منظور برنامه ریزی های توسعه ای و تعیین اولویتهای مصرف آب، قبل از تشدید بحران کم آبی بسیار حائز اهمیت است، لذا در این مطالعه تلاش شده است با به کارگیری تکنیک داده ستانده میزان آب بری مستقیم و غیرمستقیم بخشهای اقتصادی برآورد و تحلیل شود.

نتایج مطالعه نامبرده نشان میدهد در ایران، حدود ۷۷ درصد از حجم کل آب قابل استحصال در سال ۱۳۸۵ مصرف شده است و بخش کشاورزی ایران ۹۱ درصد از کل منابع آب مصرفی را به طور مستقیم استفاده می کند که بیشتر از متوسط جهانی و متوسط ۱۹ کشور خاورمیانه و شمال آفریقاست.

ازسوی دیگر تنها ۵ / ۳ درصد از کل آب مصرفی به صورت مستقیم در سایر بخشهای اقتصادی ایران استفاده می شود. البته یافته ها درخصوص آب بری غیرمستقیم بخشها تصویر متفاوت تری را آشکار می کنند و از این منظر، سهم صنایع وابسته به کشاورزی بسیار قابل توجه است. بنابراین به نظر می رسد توجه به آب بری مستقیم بخشهای تولیدی بدون در نظر گرفتن روابط بین بخشی و آب بری نهاده های واسطه نمی تواند مبنای تصمیم گیری در حوزه منابع آبی قرار گیرد. لذا توصیه می شود ضمن اندیشیدن تمهیدات مناسب جهت افزایش بهره وری بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف کننده منابع آب کشور، در جهت گیری ها و برنامه ریزی های توسعه ای میزان آب بری بخشها به صورت مستقیم و غیرمستقیم نیز به عنوان یکی از عوامل اثرگذار مورد توجه قرار گیرد.

ازجمله 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 حاکی از این است که ایران در این بازه بررسی برای محصولات منتخب واردکننده خالص آب مجازی بوده و سالیانه ۷ / ۱۳ میلیارد متر مکعب آب از این مبادلات ذخیره کرده است.

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

در مطالعه خسروی (۱۳۹۰) با استفاده از جدول داده – ستانده مصرف غیرمستقیم آب محدود به ۸ رشته فعالیت اقتصادی محاسبه شده است. مطابق با نتایج این مطالعه میزان خالص واردات آب مجازی برای ایران به تفکیک بخشهای زراعت، باغداری، دامپروری، جنگلداری، آبزیان، معدن، صنعت و خدمات در سال ۱۳۸۰ معادل ۱۹۹۳۱ میلیون متر مکعب بوده است که در این میان زراعت، جنگلداری و صنعت واردکننده و بقیه بخشها صادرکننده آب مجازی بوده اند.

در این مطالعه برای کل اقتصاد ۸ بخش در نظر گرفته شده است که شامل ۵ زیربخش در کشاورزی و ۳ بخش معدن، صنعت و خدمات می باشد. همچنین در این مطالعه از سیستم پهنه بندی زراعی اکولوژیکی فائو استفاده شده که کشور ایران را به ۱۰ ناحیه بر مبنای شباهت اقلیمی (بارش و دما) تقسیم می کند. دلیل استفاده از این سیستم توسط این پژوهشگر وجود آمار مورد نیاز براساس این تقسیم بندی عنوان شده است و آمارهای مربوط به سطح زیرکشت از کمیته برنامه ریزی آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی تهیه شده است.

تهامی پور و همکاران (۱۳۹۴) ، در مطالعه ای به بررسی تراز تجاری آب مجازی رشته فعالیتهای اقتصادی استان گیلان پرداخته اند. برای بررسی الگوی تجارت آب مجازی از رهیافت تعادل فراگیر و ابزار جدول داده ستانده استان که توسط استانداری استان گیلان تهیه شده، استفاده شده است. در این مطالعه میزان آب مصرفی مستقیم و کل، به تفکیک ۴۰ رشته فعالیت مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا برای استفاده از این روش نیاز به محاسبه شدت استفاده آب در هر رشته فعالیت می باشد. شدت استفاده از آب از تقسیم میزان استفاده از آب به ستانده کل رشته فعالیت به دست آمده است.

براساس یافته های تحقیق استان گیلان مطابق با انتظار، در بخش کشاورزی صادرکننده خالص آب مجازی بوده است و کل استان نیز در مجموع صادرکننده آب مجازی می باشد و تراز تجاری خالص صادرات آب مجازی استان گیلان مثبت است. همچنین مطابق یافته های پژوهش صادرات آب مجازی استان گیلان ۹۶۰ میلیون متر مکعب است که با واردات ۳۲۴ میلیون متر مکعب آب مجازی، خالص صادرات استان ۶۳۶ میلیون متر مکعب است. استان گیلان در بخش کشاورزی ۸۷۴ میلیون متر مکعب صادرات آب مجازی و ۶۳ میلیون مترمکعب واردات آب مجازی داشته است که در مجموع با ۸۱۱ میلیون متر مکعب صادرکننده خالص آب مجازی در بخش کشاورزی بوده است. در بخش صنایع و معادن نیز این استان با صادرات ۸۶ میلیون متر مکعب و واردات ۲۶۰ میلیون متر مکعب آب مجازی از سه گمرک خود در بخش صنایع و معادن واردکننده خالص آب مجازی بوده است.

بحث و نتیجه گیری

یکی از رویکردهایی که در سالهای اخیر در راستای کمک به مدیریت منابع آب مطرح شده است، تجارت آب مجازی است . ظهور بحث آب مجازی توانسته است توجه مجامع مختلف جهانی را به این موضوع که توسط تجارت مواد غذایی در جریان است جلب کند . بر این اساس کشورها یا مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند به تولید محصولات با محتوای آب مجازی کمتر و واردات محصولات با محتوای آب مجازی بیشتر مبادرت می کنند. از آنجا که بهبود تراز آب مجازی مقارن با بهبود بهره وری است، لذا هدفمند کردن تجارت آب مجازی دیگر خواسته های مطلوب سیاستگذار را نیز تأمین می کند. انتظار می رود با روند افزایش کم آبی در کشور اهمیت آب مجازی به طور پیوسته افزایش یابد . بدین ترتیب مبادله آگاهانه آب مجازی به عنوان یک تدبیر اساسی در مدیریت منابع آب همراه با اصلاحات منطقی در ساختار کشاورزی ، امنیت بلند مدت غذایی و مصرف پایدار آب در ایران را تضمین خواهد نمود .جمع بندی مطالعات انجام شده نشان می دهد ایران در بهره برداری از منابع آب بسیار گشاده دست از آب های زیرزمینی جاری و برگشتنی با بهره وری بسیار پایین استفاده نموده است در حالی که آمارهای سایر کشورها نشان می دهد اغلب کشورهای جهان محصولات کشاورزی تولیدی خود را متناسب با اقلیم انتخاب می کنند و تولید محصولات آب بر در مناطق با نزولات بالا و حاره ای انجام می شود . مفهوم تجارت آب مجازی به عنوان یک

ابزار سودمند می تواند در مدیریت چالشهای منابع آب مطرح باشد و پیشنهادات زیر برای بهبود تراز تجاری آب مجازی و کمک به مدیریت منابع آب با حفظ جوانب امنیت غذایی و مسائل مرتبط با آن، ارائه می گردد :

۱- کاشت محصولات با بهره وری آب بیشتر به جای محصولات با بهره وری آب کمتر در مناطق مشخص جهت افزایش کارآیی مصرف آب و ذخیره آب برای تولیدات دارای ارزش اقتصادی بالاتر و سایر مصارف ضروری داخلی.

۲- کاهش تولید و صادرات محصولاتی که در تولید آنها نیاز به آب زیادی بوده و از طرف دیگر ارزش اقتصادی ناچیزی در بازارهای جهانی دارند و جایگزین کردن آنها از طریق واردات کالاهای مشابه.

۳- پرداختن به الگوهای مبتنی بر کاهش محتوای آب مجازی، با در نظر گرفتن سیاستهای مبتنی بر ایجاد اشتغال جایگزین مانند توسعه صنایع تبدیلی و سایر فعالیتهای اشتغالزا در مناطق روستایی.

۴- بهبود تراز تجاری آب مجازی کشور از طریق اصلاح اسناد توسعه بخشی به ویژه در بخش صنعت .

۵- استفاده از تکنولوژیهای نوین کشاورزی و همچنین بذور اصلاح شده و زیستی در راستای افزایش عملکرد در واحد سطح ، کاهش میزان آب مصرفی ویژه محصولات کشاورزی و باغی و در نتیجه کاهش صادرات آب مجازی .

۶-ترویج کشاورزی پایدار بر اساس قابلیت های اقلیم های مختلف کشور و منابع آب .

۷- اصلاح روش های تولید و آبیاری از جمله افزایش کشت گلخانه ای محصولات آب بر .

۸- تدوین و تصویب سند بلند مدت آب و الگوی مصرف آن در کشور .

۹- مساعدت مالی و علمی ترویجی به کشاورزان با توجه به فقر مالی ، امکانات و اطلاعات آنان .

۱۰- تصویب قوانین مربوط به تجارت آب مجازی و الزامات قانونی اجرای آن در سطح ملی .

منابع

۱- احسانی، مهرزاد و هومن، خالدی، (۱۳۸۲)، شناخت و ارتقای بهره وری آب کشاورزی به منظور تأمین امنیت آبی و غذایی کشور، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. چاپ اول، تهران.

۲- باغستانی، علی اکبر و همکاران، (۱۳۸۹)، کاربرد مفهوم آب مجازی در مدیریت منابع آب ایران، مجله تحقیق منابع آب ایران، سال ششم. ش ۱ .

۳- جعفری، علی محمد و قاسم، زارعی،(۱۳۸۶)، تجارت آب مجازی و نقش آن در مقابله با بحران کم آبی، پیام آب، سال پنجم، ش ۲۸ .

٤- خسروی، زهره، (۱۳۹۰) ، مطالعه میزان تجارت آب مجازی با استفاده از جدول داده - ستانده. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران.

٥- دهقانپور، حامد و محمد، بخشوده، (۱۳۸۷)، بررسی جنبه های محدودکننده آب مجازی در منطقه مرودشت. مجله علوم و صنایع کشاورزی. جلد ۲۲ . ش ۱.

٦- دهقان منشادی، حمیدرضا و محمدحسین، نیک سخن و مجتبی، اردستانی، (۱۳۹۲)، برآورد آب مجازی حوضه آبخیز و نقش آن در سامانه های انتقال آب بین حوضه ای، مجله مهندسی منابع آب، سال ۶ .

۷- ذاکری، زهرا و مرضیه، مؤمنی،(۱۳۹۴)، سنجش آب بری مستقیم و غیرمستقیم در بخشهای مختلف اقتصاد ایران مبتنی بر جدول داده- ستانده سال ۱۳۸۵ ، دفتر مطالعات اقتصادی (گروه کلان و مدلسازی) ، مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی،

۸- روحانی، نازنین و همکاران، (۱۳۸۷)، ارزیابی مبادله محصولات غذایی و آب مجازی با توجه به منابع آب موجود در ایران، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،

۹- تهامی پور، مرتضی و عباس، صلاح و عباس، عرب مازار. الگوی تجارت آب مجازی در فعالیتهای اقتصادی استان گیلان .

۱۰- گاهنامه الکترونیکی دفتر توسعه پایدار دانشگاه صنعتی امیر کبیر