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

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

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.

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[1] 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.

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.

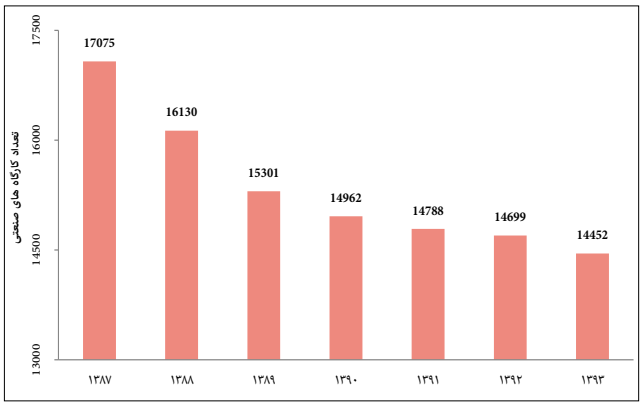
داده‌های مورد نیاز در مطالعه حاضر بر اساس آمارهای ثبتی موجود کشور و با روش تحلیل کتابخانه‌ای و جستجوی اینترنتی بدست آمده است. داده‌های بخش صنعت مرکز آمار ایران از طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر برای دوره زمانی ۹۲-۱۳۸۷، داده‌های بخش معدن از طرح آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری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

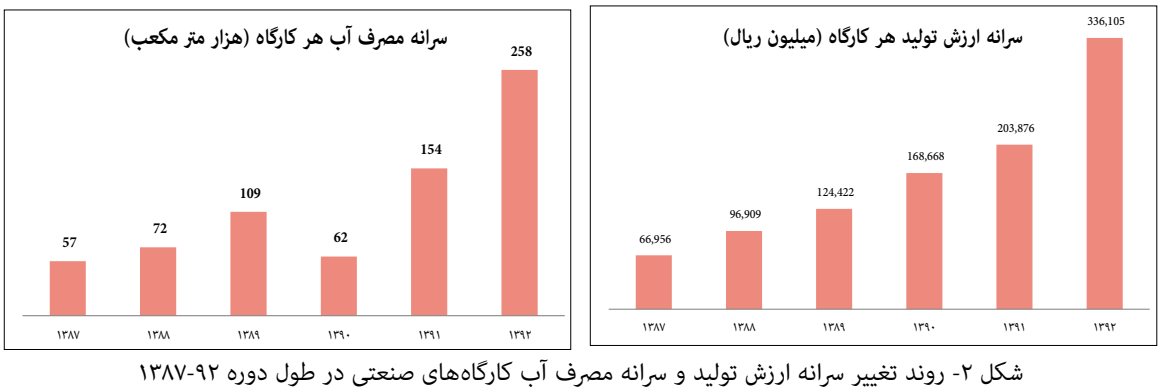
الف- نتایج بخش صنعت

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.

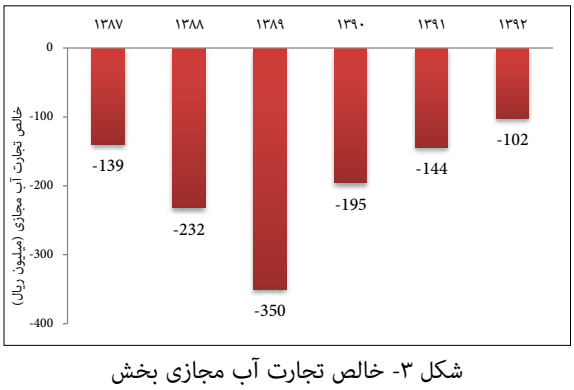
با توجه به نتایج این جداول خالص تجارت آب مجازی بخش صنعت کشور محاسبه و در شکل (۳) ارائه شده است. این شکل نشان می‌دهد که بخش صنعت در تمام سال‌های دوره ۹۲-۱۳۸۷ واردکننده خالص آب مجازی بوده است. اما از سال ۱۳۹۰ به بعد روند منفی خالص واردات کاهشی شده است. لازم به ذکر است که طبق جداول فوق، برای برخی از کدهای 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.

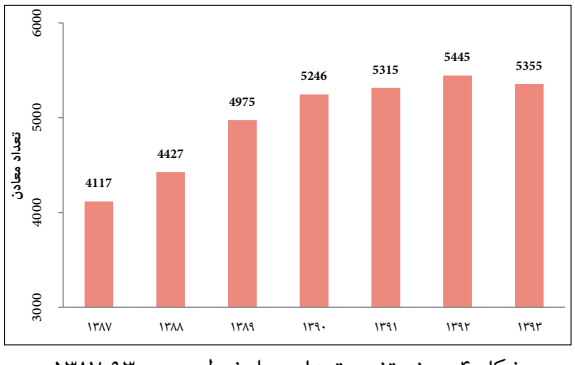
جدول ۴- مقایسه سهم فعالیت‌های صنعتی از ارزش صادرات و واردات و سهم مصرف آب فعالیت‌های صنعتی با سهم آنها از آب مجازی صادر و وارد شده (درصد)

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

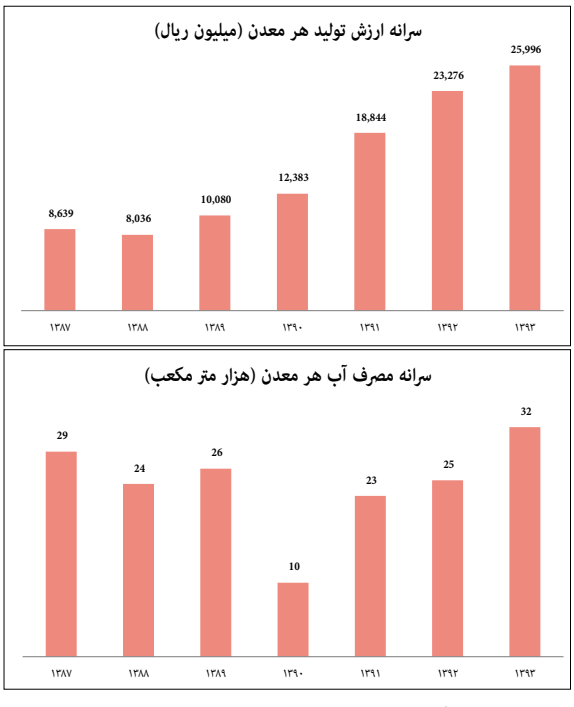
شکل (۴) نشان می‌دهد که تعداد معادن کشور در طول دوره زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۳ دارای روند افزایشی بوده است.



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)

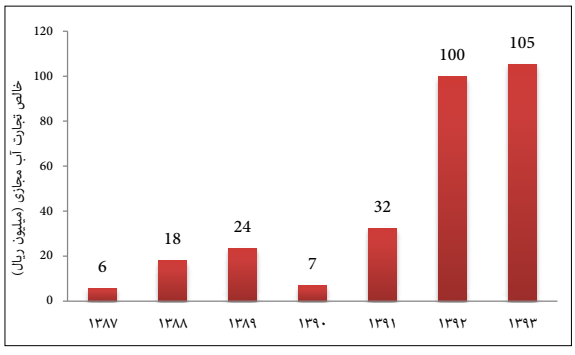
شرح	کد ISIC	واردات ۸۷	واردات ۸۸	واردات ۸۹	واردات ۹۰	واردات ۹۱	واردات ۹۲	واردات ۹۳
استخراج ذغال سنگ	۱۰	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۱/۴۶	۳/۵۵	۰/۴۷
استخراج سنگ‌های فلزی غیرآهنی	۱۳	۳/۳۹	۲/۳۴	۱/۳۱	۰/۶۱	۱/۴۳	۲/۶۹	۹/۶۲
استخراج سایر مواد معدنی	۱۴	۷/۷۲	۴/۳۱	۷/۱۰	۲/۴۳	۴/۴۰	۶/۰۳	۶/۱۴

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

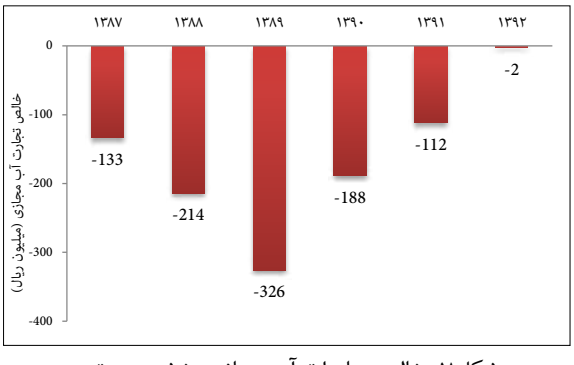
ج- جمع‌بندی نتایج بخش صنعت و معدن کشور

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-