ارزیابی مبادله آب مجازی در بخش کشاورزی و نقش آن در مدیریت منابع آب ایران

فرهاد محمدی کانی گلزار[1*]، ژیلا دانشور عامری[2]، ناصر مطیعی[2]

[*]۱- کارشناسی ارشد مدیریت کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران

۲- استادیار گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران

farhadmohammadi@alumni.ut.ac.ir

چکیده

عدم توازن بین عرضه و تقاضای آب در کشور مدیریت منابع آب را در بخش کشاورزی با مشکل روبرو ساخته است.درراستای تأمین امنیت غذایی، مبادلات بین‌المللی محصولات کشاورزی و جابجائی آبمجازی می‌تواند یکی از راهکارهای مدیریت آب در این شرایط باشد.انتظار می‌رود که تجارت آب مجازی، مصرف آب را در سطح ملی و بین المللی به دلیل استفاده کاراتر و تخصصی‌تر از آب، کاهش دهد. از این رو، در این پژوهش از مفهوم مبادله آب مجازی برای بررسی وضعیت مدیریت مصرف آب در ایران طی سال‌های ۸۸-۱۳۸۵ استفاده شد. این پژوهش بر مبنای داده‌های واردات و صادرات ۳۲ محصول عمده بخش کشاورزی (گروههای مختلف: غلات، حبوبات، خشکبار، صنعتی، میوه‌ها و محصولات جالیزی) انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که واردات آب مجازی از ۱۷/۸ میلیارد متر مکعب در سال ۱۳۸۵ به ۲۳/۴ میلیارد متر مکعب در سال ۱۳۸۸ افزایش یافته است. در حالی که میزان صادرات آب مجازی از ۲/۴۶ میلیارد متر مکعب به ۱/۹۴ میلیارد متر مکعب در سال ۱۳۸۸ کاهش یافته است. از این رو، کشور در طی دوره مورد بررسی، خالص وارد کننده آب مجازی بوده و مقدار ۱۷/۲ میلیارد متر مکعب در سال از منابع آب داخلی خود را ذخیره کرده است. در پایان می توان گفت که مبادله آگاهانه آب مجازی، به عنوان یک تدبیرسیاسی واساسی در مدیریت منابع آب، همراه با اصلاحاتی در ساختار کشاورزی، امنیت غذایی و مصرف پایدار آب در ایران را تأمین خواهد کرد.

کلمات کلیدی:آب مجازی، کشاورزی، مدیریت آب، واردات، صادرات.

مقدمه

افزایش رقابت بر سر آب، نیاز به غذا برای جمعیت در حال رشد و افزایش کم آبی در بسیاری از نقاط جهان، برخی از دلایل مهمی هستند تا نگاهی شود به اینکه به چه شیوه‌ای آب در این سیاره مدیریت گردد.

عده ای از کارشناسان معتقد هستند که در آینده نزدیک، آب به عنوان طلای آبی در جهان شناخته خواهد شد، و لذا جمله "نفت را فراموش کنید و به آب بیاندیشید" در ادبیات رسانه‌ای و در میان دولت مردان رایج خواهد شد. در حال حاضر انتقال آب با توجه به حجم زیاد مصرف آن، مشکل‌تر از نفت است. هر چند انتقال مستقیم آب از طریق خطوط لوله همانند نفت و گاز بین کشورها مطرح نیست، ولی با مطرح شدن ایده آب مجازی در سال‌های اخیر، روشن شده است که حجم زیادی از آب به صورت مجازی بین کشورهای مختلف جهان جابجا می‌شود. از این رو، آب مجازی و تجارت آن برای کشورهای واقع شده در مناطق خشک و نیمه خشک می‌تواند یک سیاست حساب شده واقع بینانه باشد.این مقوله می‌تواند به عنوان یک بخش مورد نیاز استراتژی مدیریتی برای تکمیل منابع آبی درمکانهایی که آب کمیاب است، دیده شود. آب مجازی مفاهیم کشاورزی و اقتصادی را با تأکید بر آب به عنوان یک عامل کلیدی در تولید، با یکدیگر تلفیق می‌کند (ویچلنز، ۲۰۰۱). بنابراین، یک منطقه، استان و یا کشوری که به ویژه دارای نوسانات شدید در بارندگی و تغییرات جوی است می‌تواند با وارد کردن بخشی از مواد غذایی به جای تولید کردن همه مواد غذایی مورد نیاز در داخل، به طور قابل توجهی مصرف آب خود را کاهش دهد. این واقعیت، زیربنای اصلی راهکار آب مجازی را شکل می‌دهد که ترویج دهنده مبادله مواد غذایی به عنوان راهی برای مدیریت کارای مصرف آب و متوازن کردن ذخایر آب در مناطق و کشورهای کم آب، برای صرفه جویی آب در سطح ملی و بین المللی است(چاپاگین و همکاران، ۲۰۰۳). در تئوری تجارت آب مجازی، به منظور 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.

برخی محققین نیز معتقدند که واردات آب مجازی (از طریق غذا و یا محصولات صنعتی) راه حل مناسبی برای بحران آب به خصوص در کشورهای خشک که کشاورزی آن‌ها نیز پایین است می‌باشد. بنابراین در عوض مصرف منابع آب کمیاب برای محصولاتی که مصرف آب آن‌ها نیز بالا است، این قبیل کشورها می‌توانند غذای ارزان وارد نموده و از فشار بیش از حد به منابع خود خوداری نمایند (برقی و همکاران، ۱۳۹۰).

همچنین اوکی و کنائه (۲۰۰۴)، اظهار نظرهای آماری مفصلی را در مورد مبادله آب مجازی ارائه کرده و نشان دادند که کشورهای دارای تنش آبی زمانی می‌توانند وضعیت خود را ارتقا دهند که مبادله آب مجازی به حساب آورده شود. آنها نتیجه‌گیری کردند که می‌توان با در نظر گرفتن مبادله آب مجازی، شاخص کم آبی مناسبتری معرفی کردند. آنها ابراز می‌کنند که با افزودن واردات آب مجازی به منابع آب یک کشور، ممکن است آن کشور کمبود منابع آب خود را کاهش داده و یا حتی آن را برطرف سازد.

دابروسکی[1] و همکاران (۲۰۰۹) معتقدند مفهوم آب مجازی، یک کشور را به توجه دوباره به محصولات کشاورزی، از لحاظ مقدار آب مورد نیاز برای تولید آن محصولات تشویق می‌کند. در این مسیر یک کشور امیدوار به دستیابی به امنیت غذایی و به طور همزمان حداقل کردن اثرات آن بر روی منابع آبی‌اش است، لذا باید واردات محصولات را از کشورهای دیگر به جای تولید داخلی محصولات بهینه کند، و بنابراین از اثرات ناشی از مصرف آب دوری کند.

محاسبه‌ی حجم آب مجازی محصولات بر کل مقدار آب مورد نیاز برای تولید آن محصول (متر مکعب بر تن) تمرکز یافته است (چاپاگین و هوکسترا، ۲۰۰۴). مطالعات انجام شده بیشتر سهم نسبی منابع آب گوناگون، به عنوان مثال، آب سبز (از باران و آب موجود در خاک سرچشمه گرفته است) و آب آبی (موجود در رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، سدها و سفره‌های زیرزمینی) را برای تولیدات کشاورزی محاسبه کرده‌اند (دی فریچر و همکاران، ۲۰۰۴). آب آبی به طور معنی‌دار در رابطه با مصرفش هزینه فرصت از دست رفته بیشتری دارد (چاپاگین و همکاران، ۲۰۰۶) و بنابراین مبادلات شامل تخصیص آب آبی و مصرف، زمانی که اثرات تجارت آب مجازی روی کمبود آب در یک کشور یا منطقه ارزیابی می‌گردد، مناسب‌تر هستند.

عربی یزدی و همکاران (۱۳۸۵) در تحقیقی به بررسی ردپای اکولوژیک آب در بخش کشاورزی ایران بر مبنای داده‌های واردات و صادرات در سال مذکور پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که میزان رد پای آب ۱۰۴ میلیارد متر مکعب در سال بوده است. البته کشور با داشتن خالص واردات مثبت اقدام به ذخیره منابع آبی در داخل نموده است. اگر قرار بود این مقدار محصول در داخل کشور تهیه شود لازم بود ۱۱۲ میلیارد آب در کشاورزی مصرف شود که چنین مقداری دردسترس نمی‌باشد.

شناسایی و تحلیل روند تغییرات تجارت آب مجازی می‌تواند به ارائه تصویری شفاف‌تر از انتقال نهاده‌ها در درون کشور یا در میان کشورها کمک کند. براساس بررسی های انجام شده تا کنون در ایران مطالعه کمّی، در خصوص وضعیت تجارت آب مجازی و نقش آن در مدیریت آب صورت گرفته است. لذا هدف از انجام این تحقیق مدیریت منابع آب بر اساس مبادله آب مجازی در محصولات منتخب در کشور می‌باشد.

که در قالب این هدف کلی اهداف اختصاصی ذیل مد نظر است:

۱- محاسبه‌ی میزان آب مجازی در مبادلات محصولات کشاورزی

۲- برآورد میزان آب مجازی، محصولات صادر شده‌ای که بالاترین مصرف آب را دارند جهت کمک به صرفه-جوی آب.

۳- ارائه راه‌های جدید برای صرفه‌جویی در مصرف آب با استفاده از تجارت آب مجازی

[1] Dabrowski

مواد و روش‌ها

همانطور که مشاهده می‌شود در اولین گام به محاسبه نیازی آبی محصولات، سپس با محاسبه عملکرد میزان آب نهفته در محصولات محاسبه می‌شود و پس از آن به شناسایی جریان آب مجازی و برآورد میزان مبادلات آب مجازی محصولات در سطح کشور پرداخته می‌شود. برای انجام این کار اطلاعات مربوط به ۳۵ محصول عمده گروه‌های مختلف که عبارتند از: غلات (گندم، جو، برنج و ذرت)، حبوبات (نخود، لوبیا و عدس)، محصولات صنعتی (پنبه، توتون و تنباکو، چغندرقند و نیشکر)، دانه‌ها روغنی (آفتابگردان و سویا)، صیفی جات (سیب زمینی، گوجه‌فرنگی، پیاز، هندوانه و خیار)، میوه‌ها (پرتقال، کیوی، موز، سیب، انگور، انجیر و خرما)، خشکبار (پسته، بادام، گردو و کشمش (انگور خشک شده))، نباتات علوفه‌ای (یونجه)، چای و زعفران انتخاب شده‌اند.

برای هر محصول، متوسط مقدار آب مجازی بطور جداگانه بر اساس نیاز آبی گیاه و عملکرد محصول محاسبه می‌شود:

$$VWC_c = \frac{\overline{CWR_c}}{\overline{CY_c}} \qquad (۱)$$

که در آن VWC_c نمایانگر آب مجازی (نیاز ویژه آبی گیاه) با واحد متر مکعب بر تن برای گیاه C، CWR نیاز آبی گیاه ($m^3\,ton^{-1}$) و CY عملکرد گیاه (تن بر هکتار) می‌باشد.

دررابطه(۱)، متوسط نیاز آبی هر محصول در سطح کشور، با استفاده از روش میانگین وزنی در کلیه دشت‌های کشور محاسبه می‌شود:

$$\overline{CWR_c} = \frac{\sum_{i=1}^{n} CWR_{c,i} * A_{c,i}}{TA_c} \qquad (۲)$$

، CWR_C نیاز آبی محصول C در دشت I می‌باشد. TA_C، کل سطح زیر کشت محصول C در تمام دشت‌های کشور می‌باشد. و A سطح زیر کشت می‌باشد. محاسبات نیازآبی منطبق برسندآبیاری کشورمی‌باشد (چاپاگین و هوکسترا، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۶).که در آن جریان آب مجازی در ارتباط با محصولات کشاورزی بر اساس حجم تجارت در مقدار آب مجازی موجود در آن محاسبه می‌شود. مقدار آب مجازی یک محصول کشاورزی یا دامی مبادله شده در بازار بین‌المللی به مکان تولید و نحوه تولید آن بستگی دارد. در اینجا تصور می‌کنیم که کالا در کشور صادر کننده تولید شده باشد.

جریان تجارت آب مجازی (متر مکعب در سال) از کشور صادرکننده e به کشور واردکننده i ناشی از صادرات محصولات کشاورزی به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$VWF[e, i, p] = PT[e,i,p] \times vwc[e,p] \qquad (۳)$$

که در آن PT محصول مبادله شده (تن در سال) از کشور p به i است و VWC مقدار آب مجازی (متر مکعب در سال) محصول p در کشور صادرکننده است.

بدین ترتیب مبادله مقدارآب مجازی کشور به ازای واردات یا صادرات هر محصول، که از حاصلضرب مقدار کمی واردات یا صادرات آن محصول، در میزان آب مجازی آن محصول بدست می‌آید. بنابراین مبادله خالص آب مجازی [۲](NVWT) را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$NVWT_{c,j}=VWI_{c,j}-VWE_{c,j} \quad (۴)$$

که در آن $NVWT_{c,j}$ عبارت است از مبادله خالص آب مجازی محصول c در سال j (m^3/yr).

کل واردات آب مجازی(TVWI) و کل صادرات آب مجازی(TVWE)برای کشور به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$TVWI_j=\sum_{C=1}^{M}(VWI_{c,j}) \quad (۵)$$

$$TVWE_j=\sum_{C=1}^{N}(VWE_{c,j}) \quad (۶)$$

که $TVWI_j$ کل واردات آب مجازی در سال j و $TVWE_j$ کل صادرات آب مجازی در سال j ، M تعداد محصولات وارد شده تحت بررسی و N تعدادمحصولات غذایی صادر شده مورد بررسی می‌باشند.

کل مبادله خالص آب مجازی(TNVWT) به اختلاف بین کل واردات و کل صادرات آب مجازی اشاره دارد:

$$TNVWT[j]=TVWI[j]-TVWE[j] \quad (۷)$$

که در آن، TNVWT[j] عبارت است از کل انتقال خالص آب مجازی کشوردر سال j (m^3/yr).

تفاوت میان کل حجم آب مجازی وارداتی و کل حجم آب مجازی صادراتی در یک دوره تراز آب مجازی در یک کشور نامیده می‌شود. اگر تراز مثبت باشد نشان دهنده خالص واردات آب مجازی و اگر منفی باشد خالص صادرات آب مجازی وجود دارد.

"ردپای آب" شاخص صریح و روشن جغرافیایی است که نه تنها حجم آب مصرفی و آلوده شده را نشان می‌دهد بلکه حتی مکان را هم نشان می‌دهد. ردپای آب می‌تواند برای یک شخص و یا گروهی از مصرف کنندکان تعریف شود. همچنین می‌توان ردپای هر کالا را محاسبه کرد. ردپای یک کالا و یا خدمات مقدار آب استفاده شده برای تولید یک کالاست و به مجموع حجم آب استفاده شده در مراحل مختلف زنجیره‌ای تولید بر می‌گردد. از این جهت ردپای آب یک کالا همان آب مجازی در آن کالا است. رد پای آب به طور کلی به صورت حجم آب مصرفی در طی سال تعریف می‌شود:

$$\text{ردپای آب} = WU + NVWI \quad (۸)$$

WU = کل مصرف آب داخلی ($m^3\ yr^{-1}$)

NVWI =خالص واردات آب مجازی به کشور ($m^3\ yr^{-1}$)

[2]Net virtual water trade

شاخص کم آبی کشور[3] WS، از نسبت کل مصارف آبی کشور در بخش کشاورزی (کل برداشت داخلی آب برای مصارف کشاورزی) WU (m^3/yr)، به کل منابع آب موجود در کشور WA (متر مکعب در سال)، محاسبه می‌شود:

$$WS=\frac{WU}{WA}\times 100 \qquad (۹)$$

از آنجا که این پژوهش برپایه مطالعات مربوط به بخش کشاورزی استوار است، لذا WS مربوط به بخش کشاورزی محاسبه شده، و WU معادل حجم مصرفی منابع آب آبیدر بخش کشاورزی در نظرگرفته شده است و WS می‌تواند بین ۰ تا ۱۰۰ متغییر باشد. هر چه WS به سمت ۱۰۰ میل کند بدین معنی است که شدت مصرف آب کشور در بخش کشاورزی بیشتر است. البته در اینجا، منابع آب تجدید پذیر سالیانه به عنوان معیاری برای منابع آب موجود در کشور در نظر گرفته شده است.

شاخص وابستگی آب[4]، برای یک ملت به صورت نسبت خالص واردات آب مجازی یک کشور به کل آب تخصیص یافته در بخشهای مختلف کشور (برای تولید محصولات غذایی) تعریف می‌شود. شاخص وابستگی به واردات آب مجازی از بعد محصولات کشاورزی و منابع آبی مصرفی در بخش کشاورزی مورد بررسی قرار می‌گیرد و در رابطه (۱۰)، ارائه شده است:

$$WD=\begin{cases}\frac{TNVWT}{WU+TNVWT}\times 100 & \text{if} \quad TNVWT\geq 0\\ 0 & \text{if} \quad TNVWT<0\end{cases} \qquad (۱۰)$$

محدوده این شاخص بین ۰ تا ۱۰۰ متغییر است. اگر WD=0، یعنی واردات و صادرات ناخالص آب مجازی در تعادل بوده و یا اینکه ما صادرکننده آب مجازی هستیم. در صورتیکه وابستگی به آبی کشور به ۱۰۰ درصد نزدیک شود، آنگاه آن کشور کاملاً به واردات آب مجازی وابسته است.

"شاخص خود بسندگی آب"[5] نقطه مقابل شاخص وابستگی آب، شاخص خود بسندگی آب است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$WSS=\begin{cases}\frac{WU}{WU+TNVWT}\times 100 & \text{if} \quad TNVWT\geq 0\\ 100 & \text{if} \quad TNVWT<0\end{cases} \qquad (۱۱)$$

در واقع شاخص WSS، در کشور مبین آن است که کشور تا چه حدی می‌تواند نیازهای آبی ملت خود را در رابطه با تولید کالا و خدمات از منابع داخلی تأمین نماید. درحالتیکه WSS = 100 باشد، کشور کل منابع آبی مورد نیاز برای تولید کالاها و خدمات را در داخل مرزهای خود در اختیار دارد و اگر WSS=0، یعنی کشور به شدت به واردات منابع آبی به فرم مجازی وابسته است (چاپگین و هوگسترا، ۲۰۰۳).

[3] Water Scarcity, Water Import Dependency
[4] Water Dependency
[5] Water self-sufficiency

برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز در زمینه نیاز آبی از داده‌های موجود در موسسه تحقیقات آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی، شرکت مدیریت منابع آب ایران (جاماب)، فائو، همچنین مطالعه علیزاده و همکاران (۱۳۸۵) و برای محاسبه نیاز آبی برخی از محصولات با استفاده از مدل CROPWAT و Netwat محاسبه شده است.

داده‌های عملکرد گیاه از آمار نامه‌های کشاورزی (در سال‌های مورد بررسی) وزارت جهاد کشاورزی و پایگاه داده‌ای FAOSTAT گرفته شده است. داده‌های مورد نیاز در ارتباط با تجارت خارجی ایران از داده‌های موجود در بخش تجارت محصولات کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی، سالنامه تجارت خارجی، منتشر شده توسط اداره کل گمرک ج.ا. ایران، فائو، آمار و ارقام صادرات و واردات اقلام مختلف کشاورزی و صنایع غذایی، منتشر شده توسط اتاق بازرگانی صنایع و معادن برای سال‌های ۸۸-۱۳۸۵ استفاده شده است.

نتایج

در این بخش به بررسی یافته‌ها، تحلیل نتایج و در پایان به بحث در مورد آنها پرداخته می‌شود. در ابتدا به بررسی وضعیت میزان عملکرد محصولات منتخب بخش کشاورزی در دوره مورد مطالعه (۱۳۸۸-۱۳۸۵) پرداخته می‌شود. سپس با بررسی میزان نیاز آبی محصولات مورد نظر به محاسبه میزان آب مجازی در محصولات پرداخته می‌شود. با در دست داشتن اطلاعات مربوط به تجارت خارجی در دوره مربوطه (۱۳۸۸-۱۳۸۵) به محاسبه جریان تجارت آب مجازی پرداخته می‌شود. و در پایان به بررسی شاخص‌های آب مجازی برای قابلیت سازگاری با شرایط ایران پرداخته می‌شود.

نتایج میانگین نیاز آبی، عملکرد، آب مجازی و بهره‌وری آب برای محصولات مورد بررسی در طی مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است. به طور متوسط نیشکر و خرما بیشترین نیاز آبی را داشته‌اند. نیاز آبی گیاه، نشان دهنده حداقل مقدار آب مورد نیاز گیاه برای انجام فعالیت فیزیولوژیک و تبخیر و تعرق گیاه است. پارامترهای هواشناسی، متوسط بارش، ضرائب گیاهی، طول دوره رشد گیاه از جمله عواملی هستند، که بر نیاز آبی گیاه اثر دارند. مقدار آب مجازی برای هر محصول به علت تغییر در عملکرد و وضعیت آب و هوا در سال‌های مورد بررسی متفاوت است. لذا میانگین آب مجازی برای هر محصول در سال‌های مختلف محاسبه شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، در میان محصولات وارداتی به ترتیب عدس، پنبه، آفتابگردان و سویا بیشترین مقدار و در بین محصولات صادراتی به ترتیب پسته، بادام گردو، نخود و خرما بیشترین مقدار آب مجازی را داشته‌اند. مقایسه متوسط سالانه مقدار آب مجازی برای محصولات صادراتی با محصولات وارداتی نشان می‌دهد که در تمامی سال‌های مورد بررسی مقدار آب مجازی (تقاضای ویژه آب) محصولات صادراتی بیشتر از محصولات وارداتی بوده است. لازم به ذکر است در صورتی که میزان صادرات از نظر حجمی (وزنی) برابر با میزان واردات (از نظر وزنی) گردد. صادرات آب مجازی چندین برابر واردات آن خواهد شد. در واقع در شرایط کنونی میزان واردات (از نظر حجمی) بسیار بیشتر از میزان صادرات (از نظر حجمی) می‌باشد.

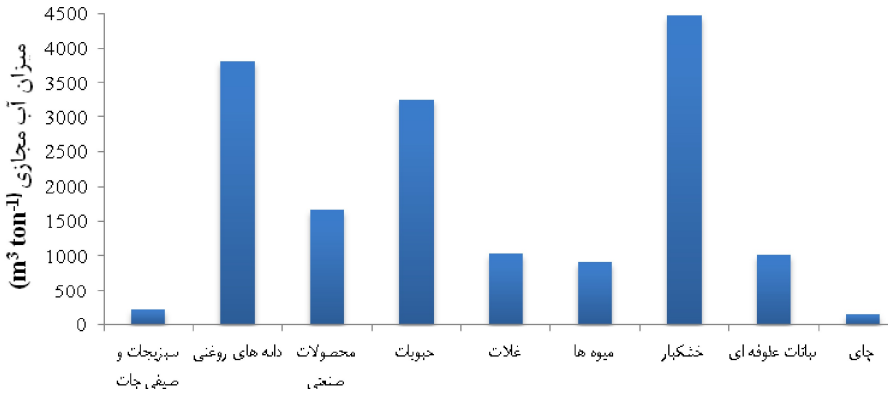
جدول ۱. متوسط نیاز آبی، عملکرد، آب مجازی و بهره وری آب محصولات مورد بررسی در سالهای ۱۳۸۸-۱۳۸۵

محصول	نیاز آبی $M^3\ ha^{-1}$	عملکرد $kg\ ha^{-1}$	آب مجازی $M^3\ ton^{-1}$	بهره‌وری آب $Kg\ m^{-3}$
گندم	3615	3615	1041.65	0.97
جو	2964	2964	1009.52	1.01
برنج	4275	4275	1007.48	0.99
ذرت	8208	8208	1104.72	0.91
عدس	3870	3870	3556.92	0.29
پنبه	7644	7644	3050.08	0.33
توتون و تنباکو	2353	2353	1626.95	0.63
نیشکر	18924	18924	312.62	3.42
سویا	3145	3145	1277.88	0.78
موز	9404	9404	514.50	2.54
آفتابگردان	5061	5061	7596.79	0.13
کنجاله سویا	-	-	1277.88	-
روغن خام سویا	-	-	1277.88	-
روغن خام آفتابگردان	-		7596.79	-
نخود	3872	3872	3804.07	0.28
لوبیا	4880	4880	2404.54	0.42
سیب زمینی	6145	6145	229.63	4.36
پیاز	7579	7579	216.62	4.63
گوجه فرنگی	4863	4863	135.87	7.36

هندوانه	5917	5917	215.46	4.64
خیار	5248	5248	246.68	4.07
یونجه	8897	8897	1018.16	0.98
پرتقال	6532	6532	369.34	2.71
خرما	13794	13794	2758.78	0.36
کیوی	2779	2779	112.15	8.96
چای	2776	2776	149.65	12.37
سیب	6732	6256	389.97	2.58
انگور	6256	5174	605.18	1.70
پسته	5174	9730	7391.48	0.14
انجیر	9730	7333	1346.44	0.74
بادام	7333	8971	6063.92	0.17
گردو	8971	2393.775	3790.28	0.27
انگور (کشمش)		-	605.18	-

علاوه بر آن محاسبه آب مجازی در بین گروه‌های مختلف محصولات نمودار ۱، نشان می‌دهد که، گروه خشکبار بیشترین مقدار آب مجازی را دارند. این در حالی است که نیشکر بیشترین نیاز آبی را نسبت به دیگر محصولات داشته‌است (جدول، ۱) اما مقدار آب مجازی کمتری را داراست. علت این امر عملکرد بالای نیشکر است. بنابراین می‌توان گفت که یکی از راه‌های کاهش تقاضای ویژه آب برای محصولات مورد تجارت، افزایش عملکرد تولید آن‌ها در کشور تولید کننده است. به طور کلی اگر براساس استانداردهای موجود میزان آب مجازی ۱۰۰۰ متر مکعب برای هر تن محصول را حد آستانه قرار دهیم(عربی یزدی و همکاران، ۱۳۸۸) خشکبار، حبوبات، محصولات صنعتی ودانه‌های روغنی جزء محصولات پرمصرف محسوب می‌شوند. ازطرفی غلات، میوهها، چای، سبزیجات و محصولات جالیزی و نباتات علوفه‌ای محصولات کم مصرفی هستند. خشکبار و دانه‌های روغنی و حبوبات بالاترین میزان آب مجازی را در بردارند. در گروه دانه‌های روغنی دو محصول آفتابگردان وسویا منظورشده است و عملکردپائین و در نتیجه میزان آب مجازی بالای آفتابگردان موجب شده است تا متوسط آب مجازی گروه دانه‌های روغنی بیش از گروه غلات (گندم، جو، برنج و ذرت دانه‌ای) شود.

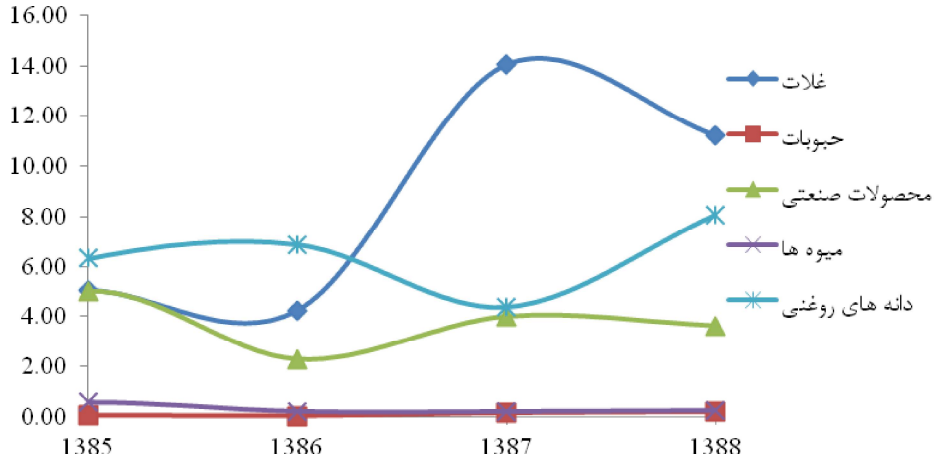
عملکرد بالای محصولات گروه صیفی‌جات باعث شده تا این گروه کمترین میزان آب مجازی را داشته باشد. البته زعفران (محصول صادراتی) نیز به دلیل مقدار عملکرد بسیار پایین در هکتار در دسته محصولات با آب مجازی بسیار بالا قرار می گیرد.



نمودار ۱.متوسط میزان آب مجازی (متر مکعب بر تن) در هر گروه از محصولات منتخب (۱۳۸۸-۱۳۸۵)

همچنین روند واردات آب مجازی در گروه‌های مختلف محصولات (در سال‌های مورد مطالعه) در نمودار ۲ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود غلات (گندم، جو، برنج و ذرت) مهم‌ترین گروه از نظر واردات آب مجازی در طی دوره مورد بررسی محسوب می‌شوند. دلیل این امر را می‌توان به واردات بالایی غلات (به ویژه گندم) در طی دوره مورد برسی بوده است. البته روند واردات آب مجازی هماهنگ با گندم است به طوری که مشاهده می‌شود نمودار ۲ بیشترین واردات غلات در سالی صورت گرفته (۱۳۸۷) که در این سال کشور بیشترین میزان واردات گندم داشته است. و البته ذرت که میزان بالایی از واردات آب مجازی را به خود اختصاص داده است.

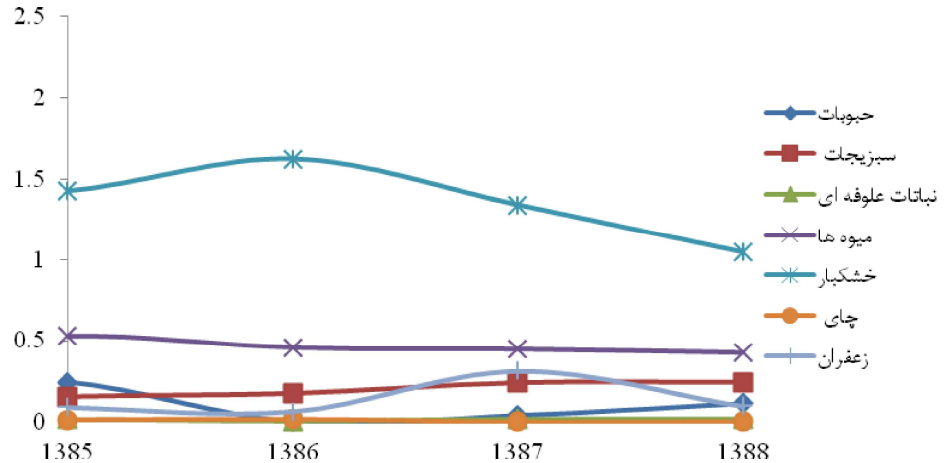
دانه‌های روغنی (سویا، آفتابگردان، کنجاله سویا، روغن خام سویا و روغن خام آفتابگردان)، نیز حجم بالایی از واردات آب مجازی را به خود اختصاص داده‌اند به طوریکه پس از غلات در رده دوم قرار گرفته‌اند. دلیل این امر را نیز می‌توان به حجم بالایی واردات محصولات این گروه و بویژه، روغن خام سویا و آفتابگردان در این گروه دانست. همچنین محصولات صنعتی (پنبه، توتون و تنباکو، نیشکر)، حبوبات و میوها در رده‌های بعدی قرار دارند. به طور کلی سهم گروههای مختلف از مقدار واردات آب مجازی در طی دوره مورد بررسی عبارت است از: غلات ۴۶/۸ درصد، دانه‌های روغنی ۳۷/۳، محصولات صنعتی ۱۴/۳، میوه‌ها ۱/۱۴ درصد و حبوبات ۰/۳۴ درصد می‌باشد. به طور کلی،نتایج نشان می‌دهد که واردات آب مجازی از ۱۷/۸ میلیارد متر مکعب در سال ۱۳۸۵ به ۲۳/۴ میلیارد متر مکعب در سال ۱۳۸۸ افزایش یافته است.



نمودار ۲.روند واردات آب مجازی (میلیارد متر مکعب در سال) در گروه‌های مختلف محصولات ایران طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۵

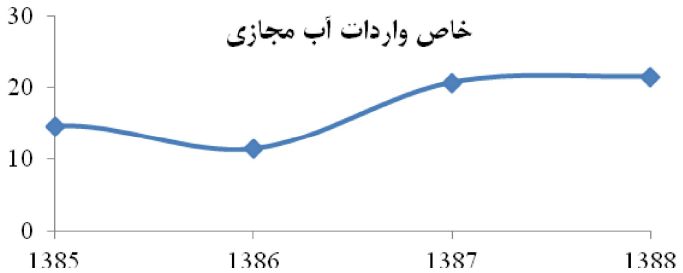
همچنین روند صادرات آب مجازی در گروه‌های مختلف محصولات در نمودار ۳ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شودمیزان صادرات آب مجازی از ۲/۴۶ میلیارد متر مکعب به ۱/۹۴ میلیارد متر مکعب در سال ۱۳۸۸ کاهش یافته است. گروه خشکبار (پسته، گردو، بادام و کشمش) با ۵۷/۸ درصد بیشترین سهم از مقدار صادرات آب مجازی را داشته و از همین رو مهمترین گروه از نظر صادرات آب مجازی در طی دوره مورد بررسی محسوب می‌شوند. پس از آن میوه‌ها (پرتقال، خرما، کیوی، سیب و انگور) ۱۶/۲ درصد، حبوبات (نخود و لوبیا) ۱۰/۹ درصد، سبزیجات و محصولات جالیزی (سیب‌زمینی، پیاز، گوجه‌فرنگی، هندوانه و خیار) ۹/۳ درصد، زعفران ۵/۲، نباتات علوفه‌ای ۰/۲۵ درصد و چای ۰/۲۱ درصد در رده‌های بعدی صادرات آب مجازی از کشور قرار گرفته‌اند.

به طور کلی می‌توان گفت که روند صادرات آب مجازی در مورد حبوبات روند کاهشی (در طی دوره مورد مطالعه) داشته، که علت این امر را می‌توان به کاهش عملکرد تجاری این محصول نسبت داد.



نمودار ۳.روند صادرات آب مجازی (بر حسب میلیارد متر مکعب در سال) گروه‌های مختلف محصولات در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۸

بررسی روند خالص واردات آب مجازی در نمودار ۴ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود میزان خالص واردات آب مجازی در سال‌های مورد بررسی روند نامتقارنی داشته است. که علت آن جبران کمبودهای داخل از راه واردات آب مجازی است. همچنین کشور در طی دوره مورد بررسی، خالص وارد کننده آب مجازی بوده و مقدار ۱۷/۲ میلیارد متر مکعب در سال از منابع آب داخلی خود را ذخیره کرده است.از این رو، می‌توان گفت که خالص واردات آب مجازی بیشتر متأثر از واردات آب مجازی است. به طور کلی خالص واردات آب مجازی مثبت و روند صعودی طی می‌کند (این مطالعه هم راستا با مطالعات هوکسترا و هانگ (۲۰۰۳) و چاپگین و هوکسترا (۲۰۰۴) و رامیرز والجو و راجرز (۲۰۰۴) و باغستانی و همکاران (۱۳۸۹)، خالص واردات آب مجازی را مثبت به دست آورده است).



نمودار ۴، خالص واردات آب مجازی در طی دوره مورد مطالعه

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی میزان عملکرد محصولات منتخب در سطح کشور (طی سال‌های ۸۸- ۱۳۸۵) نشان می‌دهد که نوسانات زیادی در میزان عملکرد محصولات وجود دارد. علاوه بر این در سال‌های که میزان بارش در سطح کشور پایین بوده عملکرد محصولات نیز به همان نسبت افت داشته است و این خود نشان وابستگی شدید بخش کشاورزی به شرایط اقلیمی را نشان می‌دهد. از این رو پیشنهاد می شود تا با افزایش عملکرد تولید محصولات، ضمن بهبود کارایی تولید، کارایی استفاده نهاده آب نیز بهبود یافته و مقدار آب مجازی محصولات کاهش یابد تا خروج آب از کشور در قالب صادرات آب مجازی کاهش یابد. علاوه بر این، بعضی از محصولات وارداتی کشور نیاز آبی پایینی دارند پس می‌توان با افزایش عملکرد این محصولات در سطح کشور واردات آن را کاهش داد.

نتایج محاسبه مقدار آب مجازی محصولات منتخب نشان می‌دهد که محصولات صادر شده، تقاضای ویژه آب بیشتری نسبت به محصولات وارد شده داشته‌اند. به عبارت دیگر الگوی صادرات کشاورزی طی سال-های مورد بررسی به سمت صادرات محصولات آب‌بر بوده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد در شرایط حجم

برابر تجارت، صادرات آب مجازی چندین برابر واردات آن خواهد بود. این امر از موارد قابل تامل در تعیین الگوی تجارت آب مجازی است.

بررسی‌ها نشان می دهد که در طول دوره مورد بررسی، همواره واردات آب مجازی محصولات کشاورزی از صادرات آب مجازی بیشتر بوده است. بنابراین خالص واردات آب مجازی مثبت بوده است. علاوه بر این، در سال‌های ۱۳۸۶ نرخ رشد خالص واردات آب مجازی افت شدیدی را نشان می‌دهد. که می توان علت آن را کاهش واردات در این سال‌ها دانست. از این رو، می توان گفت که خالص واردات آب مجازی بیشتر متأثر از واردات آب مجازی است. به طور کلی خالص واردات آب مجازی روند صعودی طی می کند.

بررسی‌ها نشان داده است که تجارت آب مجازی ایران به واسطه شرایط آبی این کشور تعیین نشده است. به طوریکه برخی از کالاها که نیاز آبی کمتری داشته و مزیت کارایی اقتصادی بالای آب را داشته‌اند در گروه محصولات وارداتی قرار گرفته و برخی کالاهای صادراتی، نیز تقاضای ویژه آب بالایی داشته‌اند. این نتیجه نشان‌دهنده این حقیقت است که تجارت آب مجازی به تنهایی برای تصمیم گیری‌ها به کار نمی‌رود، زیرا که تجارت آب مجازی محدودیت سایر عوامل به جز آب را در نظر نمی گیرد. بایستی توجه داشت که، در صورتی که در بحث‌ها پیرامون آب مجازی تنها به پایداری اکولوژیکی و آینده منابع آب توجه شود، این به معنای نادیده گرفتن مردمی است که مرتبط با آب هستند. از این رو پیشنهاد می‌شود تا به مفهوم آب مجازی از منظر نگرشی یکپارچه نگریسته شود.

منابع

۱. باغستانی،ع. ا.، مهراییبشرآبادی، ح.،زارع مهرجردی، م.ح و شرافتمند، ح.۱۳۸۹. کاربرد مفهوم آب مجازی در مدیریت منابع آب ایران، تحقیقات منابع آب ایران، سال ششم، شماره ۱.

۲. برقعی، م. ۱۳۹۰. بررسی برداشت آب، تجارت آب مجازی و درامد ملی، کارشناسی ارشد، اقتصاد محیط زیست، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران.

۳. عربی یزدی، الف.، علیزاده، الف و محمدیان، ف. ۱۳۸۵. بررسی ردپای اکولوژی آب در بخش کشاورزی ایران، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۴، ص. ۱۵-۱.

4. Chapagain A.K,A.Y Hoekstra,H.H.G Savenije (2006). Water saving through international Trade of Agricultural products. Journal Hydrology and earth System Sciences. Hydral.Earth syst.sci.Discuss,2.www.Copernicus.org/EGU/hess/hessd/2.

5. Chapagain, A.K., and A.Y. Hoekstra.(2003). Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. Value of Water Research Report Series No. 13., Delft.

6. Dabrowski, J. M., Masekoameng, E., and Ashton, P. J. 2009. Analysis of virtual water flows associated with the trade of maize in the SADC region: importance of scale, Hydrol. Earth Syst. Sci., 13, 1967-1977.

7. De Fraiture, C., X. Cai, U. Amarasinghe, M. Rosegrant, and D. Molden.(2004). Does International Cereal Trade Save Water? The Impact of Virtual Water Trade on Global Water Use. Colombo, Sri Lanka: IWMI.

8. Oki T, S.Kanae (2004). Virtual water trade and world water resources. Water Science and Technology .Volume 49, Issue 7.
9. Ramirez Vallejo J, P.Rogers (2004). Virtual water flows and trade liberalization. Water Science and Technology .Volume 49, Issue 7.
10. Wichelns, D. (2001) The role of 'virtual water' in efforts to achieve food security and other national goals, with an example from Egypt. Agricultural Water Management 49 131-151.