بررسی مبادله آب مجازی و تأثیر آن بر بهره وری آب در اراضی تحت پوشش شبکه آبیاری و زهکشی میاناب شوشتر

افشان فارغ زاده[۱] و اصلان اگدرنژاد*[۲]

۱) دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران.
۲) استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول: a_eigder@ymail.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۱۴

چکیده

آب اولین و اساسی ترین عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی است و بدون شک، بحران آب به عنوان یکی از چالش های بین المللی مورد توجه دولت ها و جوامع بشری می باشد. با توجه به اینکه آب مجازی برای اولین بار به عنوان راهی برای مقابله با کمبود آب در کشورهای دارای منابع آب محدود مورد استفاده قرار گرفت، لذا کشورهای با آب کم باید به واردات مواد غذایی از کشورهای دارای آب فراوان به منظور صرفه جویی در منابع محدود آب بپردازند. بنابراین آب مجازی می تواند در کشورهای کم آب مانند ایران به عنوان راه‌کاری برای کاهش فشار بر منابع آب در نظر گرفت. لذا توجه به مقوله آب مجازی به عنوان راهکاری جهت مدیریت مصرف آب در شرایط بحرانی کم آبی می تواند ضروری به نظر برسد. هدف از این پژوهش، محاسبه آب مجازی محصولات کشاورزی بوده و پس از شناسایی جریان آب مجازی و برآورد میزان آن، شاخص های میزان صادرات، واردات و خالص مبادله آب مجازی، بهره وری، شدت مصرف آب در منطقه و وابستگی یا خودکفایی منطقه به آب مورد نیاز بررسی شده است. محصولات مورد مطالعه در این پژوهش، صیفی جات شامل خیار و گوجه فرنگی بوده که اطلاعات مورد نیاز از سال ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۶ جمع آوری شد. نتایج نشان داد، صیفی جات جزء محصولات کم مصرف با بهره وری آب بالا قرار دارند و صادرات آب مجازی در مقایسه با واردات آب مجازی بیشتر بوده و خالص آب مبادله آب مجازی ۷۸۳۸/۳۲- مترمکعب در هکتار است. همچنین شدت وابستگی به آب در منطقه پژوهش در طول دوره افزایشی بوده و در کل از نظر تأمین آب مورد نیاز برای تولید محصولات کشاورزی (خیار و گوجه فرنگی) خودکفا می باشد.

واژه های کلیدی: آب مجازی، بهره وری آب کشاورزی، خالص مبادله آب مجازی، شدت مصرف آب، شبکه آبیاری و زهکشی میاناب.

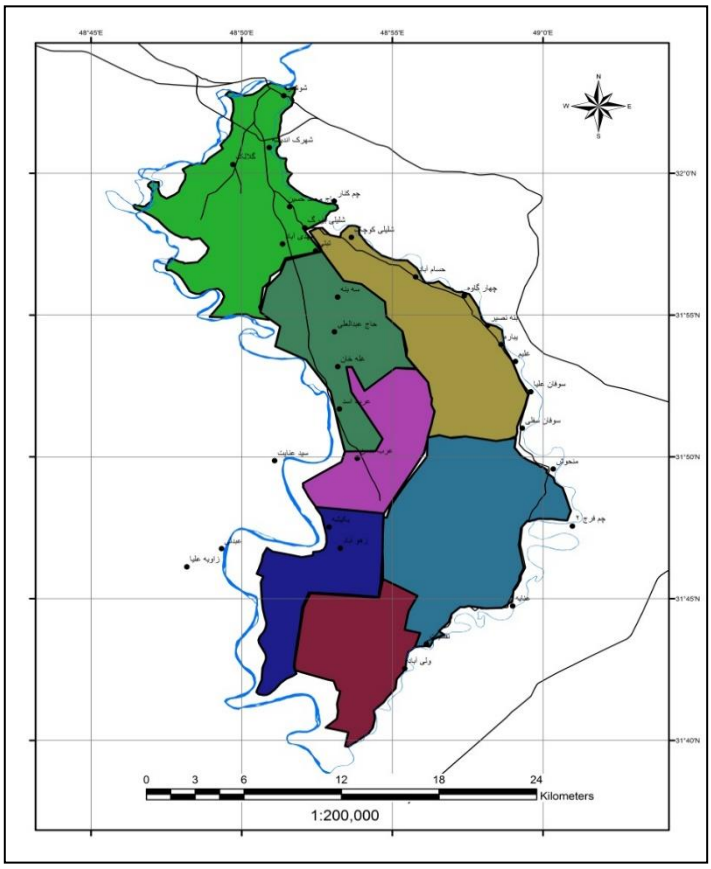
مقدمه

با توجه به اینکه منابع آب قابل استفاده در بخش کشاورزی محدود هستند، آب به عنوان کالایی اقتصادی مطرح بوده که برنامه ریزی برای مصرف آن نیز باید با همین نگرش صورت گیرد. از سوی دیگر با توجه به نقش حیاتی بخش کشاورزی در اقتصاد ملی، اشتغال زایی و تأمین غذای جامعه، لازم است از منابع تولید در این بخش (زمین، آب، سرمایه، نیروی کار و ...) به بهترین نحو استفاده شود تا ضمن کاهش در مصرف این منابع، سودآوری و رفاه کشاورزان نیز افزایش یابد. لذا استفاده از مفهوم آب مجازی در فرآیند منابع آب، نقش مهم و بسزایی به لحاظ برقراری موازنه در عرضه و تقاضا آب و در نتیجه صرفه جویی و مصرف بهینه منابع آب خواهد داشت (رنجبر و فتوکیان، ۱۳۹۴). از سوی دیگر، بخش کشاورزی در ایران و جهان بزرگترین مصرف کننده آب می باشد لیکن برخلاف میانگین جهانی که نشانگر تخصیص ۷۰ درصد از کل منابع آب مصرفی به بخش کشاورزی است در ایران و با وجود قرار گرفتن کشور در منطقه ای خشک این نسبت به ۹۳ درصد می رسد. رویکرد آب مجازی به عنوان رویکردی که به نهاده آب در تولید و مصرف کالاهای مختلف اهمیت می دهد تقریباً دو دهه است که معرفی شده و مورد بحث قرار گرفته است. این رویکرد به این موضوع می پردازد که به ازای کالاهایی که تولید یا مصرف می شود چه میزان آب استفاده شده است. 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 (تهامی پور زرندی و قربانی، ۱۳۹۵). در کنار سیاست های 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 ویژه ای دارند و تلاش می کنند تا سهم محصولات آب بر 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 می کنند. اندیشمندان آب مجازی معتقدند با صادرات و واردات کالا و محصولات، حجم زیادی آب جابجا می شود که از آن به عنوان تجارت آب مجازی نام برده می شود (تهامی پور زرندی و قربانی، ۱۳۹۵). در ارتباط با مسئله آب مجازی مطالعاتی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. حسینی و همکاران (۱۳۹۰)، به بررسی تجارت آب مجازی استان گلستان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که، می توان کشت بخشی از محصولات این استان را به سمت محصولات مورد نیاز سایر استان ها سوق داد. آنها معتقدند اقلیم متفاوت استان گلستان که دارای شرایط ایده آلی جهت تولید انواع صیفی جات و محصولات باغی و گل های زینتی می باشد در این راستا قابل توجه است. سالاری (۱۳۹۳)، در پژوهشی به تعیین میزان آب مجازی محصولات زراعی و باغی مهم استان سیستان و بلوچستان پرداخته است. نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش توان تولید محصولات نقش مهم تری در مقایسه با سطح زیرکشت در نیل به امنیت

غذایی در این استان داشت. زارعی و جعفری (۱۳۹۴)، به بررسی نقش واردات و صادرات محصولات مهم زراعی و باغی در تجارت مجازی آب و ردپای آب در کشاورزی ایران پرداختند. نتایج نشان داد که در دوره مورد مطالعه، تراز خالص سالانه تجارت مجازی آب کشور همواره مثبت بوده و در نتیجه ایران وارد کننده آب مجازی در سطح جهانی در این دوره بوده است. بطوری که از طریق صادرات ۱۶ قلم محصول کشاورزی مهم، حدود ۳۷/۹ میلیارد مترمکعب آب بصورت مجازی صادر و از طریق واردات ۱۶ قلم محصول کشاورزی مهم، تقریبا ۱۲۵/۸ میلیارد مترمکعب آب بصورت مجازی وارد کشور شده است. تهامی پور زرندی و قربانی (۱۳۹۵)، در پژوهشی به اندازه گیری و تحلیل جایگاه تجارت آب مجازی در بخش صنعت و معدن ایران پرداختند. یافته های بدست آمده در این مطالعه، اطلاعاتی را فراهم می کند که می تواند در بهبود تراز تجاری آب در فعالیت های 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 بخش ها کمک نماید .Zhauv و همکاران (۲۰۱۰) ، به بررسی ردپای آب و تجارت آب مجازی در چین پرداخته اند. مهمترین نوآوری این مطالعه به دست دادن یک شاخص جدید و مستقل از مقدار ردپای آب ملی برای بخش های مختلف اقتصاد بوده که شدت استفاده از آب را در بخش های مختلف نشان می دهد. همچنین، آنها در این مطالعه با بررسی تجارت آب مجازی نشان دادند که کشور چین در تمام بخش ها صادر کننده خالص آب مجازی است. Sadaf و Zaman (۲۰۱۳) ، به بررسی مدیریت آب از طریق تجارت داخلی بین ایالت های پاکستان پرداختند. طی این تحقیق به این نتیجه رسیدند که آب مجازی تجارت شده بین این ایالت ها ۷/۷ میلیون مترمکعب در سال های ۲۰۰۸-۲۰۰۴ بوده است که به عقیده پژوهشگران این مطالعه موجب ذخیره منابع آب داخلی در این کشور شده است.Yoo و همکاران (۲۰۱۴) ، میزان آب مجازی وارد شده و صادر شده برنج در کره جنوبی بین سال های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۹ بر اساس آمار تجارت بین المللی را محاسبه کردند. ردپای آب برنج برابر با ۸۴۴/۵ مترمکعب در تن در سال برآورد شد. همچنین واردات و صادرات آب مجازی به ترتیب ۴۰۴/۱۷ و ۲/۰۳ میلیون مترمکعب در سال تخمین زده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که میزان واردات حدود ۱۹۹/۵ برابر صادرات در دوره مورد بررسی بوده که بیش از ۹۵ درصد آن از سه کشور چین، امریکا و تایلند صورت پذیرفت. با توجه به مطالعات صورت گرفته، لزوم بررسی میزان آب مجازی محصولات مختلف تولیدی در مناطق مختلف جهان، به ویژه در نواحی گرم و خشک که معضل کم آبی در آن ها بیشتر است، امری ضروری است. استان خوزستان نیز از جمله نواحی گرم و خشک کشور می باشد و کشاورزی به عنوان ابزاری برای امرار معاش بخش عمده ای از روستاییان این استان می باشد. در حالی که عدم مدیریت صحیح در بخش کشاورزی، کشت محصولات با نیاز آبی بالا و عدم مدیریت مناسب بر روش آبیاری در منطقه، فشار بسیاری بر منابع آب موجود وارد نموده است و منجر به برداشت اضافی و گاها غیرمجاز از منابع آب شیرین شده است.

مواد و روش ها

دشت آبرفتی میان آب یکی از دشت های هموار استان خوزستان است که انتهای آن واقع در بندقیر در فاصله ۴۰ کیلومتری شمال اهواز و در شهرستان شوشتر و بین ۴۹ درجه و ۱۴ دقیقه و ۴۵ ثانیه تا ۴۹درجه و ۲۹ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۴۷ دقیقه و ۲ ثانیه تا ۳۰ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. دو رودخانه گرگر و شطیط، منطقه مورد مطالعه را محاط نموده است. (شکل ۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه نشان داده است.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

اطلاعات مورد نیاز در این مطالعه عبارتند از: نیاز آبی، سطح زیر کشت، تولید و عملکرد محصولات کشاورزی مورد نظر در بازه زمانی ۱۳۹۶-۱۳۹۰ که از طریق مصاحبه و گفتگو با کارشناسان مربوطه و از سازمان آب و برق خوزستان گردآوری شده و همچنین بر اساس آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی در نظر گرفته شده است. اطلاعات مربوط به صادرات و واردات محصولات کشاورزی، از سایت فائو استخراج شده است. جامعه آماری در این تحقیق، کلیه کشاورزان حاضر در شبکه آبیاری و زهکشی میان آب هستند که با استفاده از جدول کوکران نمونه ای به حجم ۱۵۰ و به روش نمونه گیری تصادفی انتخاب شد.

در این پژوهش ابتدا، به محاسبه آب مجازی محصولات کشاورزی (خیار، گوجه فرنگی) پرداخته شد و پس از شناسایی جریان آب مجازی و برآورد میزان مبادلات آب مجازی کشور، دیگر شاخص های مربوطه مورد مطالعه قرار گرفته است.

در سال ۲۰۰۳ آرجن هوکسترا تعریف آب مجازی را به این شرح ارائه نمود که آب مجازی، جمع کل آب مورد نیاز برای تولید مقدار معینی از محصول (کالا)، با توجه به شرایط اقلیمی، مکانی، زمان تولید و راندمان می باشد.

متوسط میزان آب مجازی (VWC)[1] یک محصول می تواند به صورت نسبتی از متوسط نیاز آبی به متوسط عملکرد آن محصول محاسبه شود:

رابطه ۱:
$$VWC_{cj} = \frac{CWR_{cj}}{Y_{cj}}$$

در رابطه(۱)، CWR_{cj} نیاز آبی محصول c در سال j می باشد. VWC_{cj} میزان آب مجازی محصول c در سال j $(m^3\ ton^{-1})$ و Y_{cj} متوسط عملکرد محصول c در سال j $(ton\ ha^{-1})$ می باشند. متوسط عملکرد محصول نیز از روش میانگین وزنی محاسبه شد.

رابطه ۲:
$$CWR_{ci} = \frac{\sum_{i=1}^{n} CWR_{ci} * A_{ci}}{TA_c}$$

در رابطه ۲، متوسط نیاز آبی هر محصول در سطح کشور با استفاده از روش میانگین وزنی محاسبه می‌شود در این رابطه، CWR_{ci} نیاز آبی محصول c در منطقه i (متر مکعب در هکتار)، $A_{c,i}$ سطح زیر کشت محصول c در منطقه i (هکتار) و TA_c کل سطح زیر کشت محصول c در تمام محدوده می باشد.

مبادله آب مجازی (VWT)[2] کشور برای هر محصول که شامل واردات و صادرات می شود از حاصل ضرب مقدار کمی واردات یا صادرات آن محصول در میزان آب مجازی مربوط به آن محاسبه شده است. آب مجازی هر محصول بر مبنای کشور وارد کننده در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر به ازاء واردات محصولات، مقدار آبی که برای تولید محصول مورد نیاز بوده است، ذخیره می گردد.

رابطه ۳:
$$VWI_{cj} = VWC_{cj} * I_{cj}$$

[1]Virtual Water Content
[2]Virtual Water Trade

$$VWE_{cj} = VWC_{cj} * E_{cj}$$ رابطه ۴:

که VWI_{cj} واردات آب مجازی محصول c در سال j $(m^3\ y^{-1})$، VWE_{cj} صادرات آب مجازی محصول c در سال j $(m^3\ y^{-1})$، I_{cj} مقدار واردات سالانه محصول c در سال j $(m^3\ y^{-1})$ و E_{cj} مقدار صادرات سالانه محصول c در سال j $(m^3\ y^{-1})$ می باشد. بنابراین مبادله خالص آب مجازی (NVWT)[3] را می توان به صورت زیر نوشت:

$$NVWT_{cj} = VWI_{cj} - VWE_{cj}$$ رابطه۵:

که در این رابطه ، $NVWT_{cj}$ عبارت است از مبادله خالص آب مجازی محصول c در سال j $(m^3\ y^{-1})$.

کل واردات آب مجازی (TVWI)[4] و کل صادرات آب مجازی (TVWE)[5] برای کشور بصورت زیر محاسبه شد:

$$TVWI_j = \sum_{c=1}^{M}(VWI_{cj})$$ رابطه ۶:

$$TVWE_j = \sum_{c=1}^{N}(VWE_{cj})$$ رابطـــه ۷:

که $TVWI_j$ کل واردات آب مجازی در سال j $(m^3\ y^{-1})$ ، $TVWE_j$ کل صادرات آب مجازی در سال j $(m^3\ y^{-1})$ M تعداد محصولات وارد شده تحت بررسی و N تعداد محصولات غذایی صادر شده مورد بررسی می باشند. کـل مبادلـه خالص آب مجازی (TNVWT)[6] به اختلاف بین کل واردات و کل صادرات آب مجازی اشاره دارد:

$$TNVWT\ j = TVWI\ j - TVWE\ j$$ رابطه ۸:

که در این رابطه، $TNVWT_j$ عبارت است از کل انتقال خالص آب مجازی کشور در سال j $(m^3\ y^{-1})$.

یک فرض منطقی وجود دارد که با وارد کردن خالص آب مجازی به یک کشورکم آب، بتوان نیازهای آبی کشور را تـأمین نمود. از طرف دیگر کشوری با منابع آبی فراوان می تواند با صادرات آب به فرم مجازی به سود مطلوبی دست یابد. در این زمینه نیاز به شاخص هایی داریم که بتوان ارتباط کم آبی کشور و وابستگی به واردات آب مجـازی و شـاخص خودکفـایی کشور را بررسی نمود.

شدت مصرف آب[7] (WI) به صورت نسبت کل برداشت داخلی آب برای مصارف کشاورزی (WU) به کل منابع آب موجود کشور (WA) تعریف می شود.

3-Net Virtual Water Trade
4-Total Virtual Water Import
5- Total Virtual Water Export
6-Total Net Virtual Water Trade

رابطه ۹: $$WI = \frac{WU}{WA} * 100$$

که در این رابطه، WI شدت مصرف آب (٪)، WU کل برداشت داخلی آب برای تولید مـواد غـذایی $(m^3\ y^{-1})$ و WA کل منابع آب موجود در کشور $(m^3\ y^{-1})$ می باشد. در اینجا منابع آب تجدید پذیر سالانه به عنوان معیاری برای منابع آب موجود کشور در نظر گرفته شده است.

وابستگی به آب [۸](WD) شاخصی است که منعکس کننده اتکای یک کشور بـه منـابع آب خـارجی از طریـق واردات آب مجازی می باشد. این شاخص به صورت نسبت کل واردات خالص آب مجازی کشور به کل آب تخصیص یافته برای تولیـد محصولات غذایی (بصورت داخلی یا خارجی) محاسبه می شود:

رابطه ۱۰: $$WD = \frac{TNVWI}{WU + TNVWI} * 100$$

اگر وابستگی به آب یک کشور به ۱۰۰ درصد نزدیک شود، آنگاه آن کشور تقریبا به طور کامل به واردات آب مجازی متکی است. بر عکس، شاخص خودکفایی آب [۹](WSS) نشان دهنده توانایی ملی برای تأمین آب مورد نیاز برای تولیـد داخلـی است. اگر خودکفایی آب به صفر نزدیک شود آنگاه یک کشور به شدت به وارد کردن آب بصورت مجازی، متکی است. بدین ترتیب خودکفایی آب یک کشور را می توان به شیوه ساده زیر محاسبه نمود:

رابطه ۱۱: $$WSS = 100 - WD$$

مفهوم دیگری که در این مطالعه بررسی گردید، بهره وری آب [۱۰](CWP) هر محصول می باشد که این شـاخص بصـورت عکس میزان آب مجازی تعریف می شود. بهره وری آب کشاورزی یکی از مهمترین موضوعاتی است که در سال های اخیـر در مجامع علمی مرتبط با آب و آبیاری مورد توجه جدی قرار گرفته است. ساختار بنیادی مفهوم بهره وری آب کشـاورزی، استفاده صحیح از آب به همراه افزایش تولید محصولات کشاورزی است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

رابطه۱۲: $$CWP = \frac{1}{VWC}$$

7- Water use intensity

8- Water dependency

9- Water self-sufficiency

10- Crop water productivity

بهره وری آب کشاورزی در هر محصول و برای شرایط اقلیمی و کشاورزی در هر کشور متفاوت است. در شرایط کشت دیم و آبی که از منابع آب سبز یا آبی استفاده می شود میزان بهره وری آب کشاورزی تغییر می کند.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به میزان آب مجازی، میزان واردات، صادرات و همچنین خالص مبادله آب مجازی و بهره وری محصولات گوجه فرنگی و خیار طی دوره ۱۳۹۶-۱۳۹۰ در شبکه آبیاری میاناب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. مقدار آب مجازی محصول به علت تغییر در عملکرد و شرایط آب هوایی متفاوت است، لذا متوسط آب مجازی محصولات محاسبه شده است.

جدول ۱: میزان آب مجازی (VWC)، واردات آب مجازی (VWI)، صادرات آب مجازی (VWE)، خالص مبادله آب مجازی (NVWT) و بهره وری (CWP) گوجه فرنگی در دوره ۱۳۹۶-۱۳۹۰

سال	VWC (m^3kg^{-1})	VWI (m^3ha^{-1})	VWE (m^3ha^{-1})	NVWT (m^3ha^{-1})	CWP
۱۳۹۰	۰/۳۴	۰	۹۰۰/۴۹	-۹۰۰/۴۹	۲/۹۴
۱۳۹۱	۰/۴۹	۰	۶۹۰	-۶۹۰	۲/۰۴
۱۳۹۲	۰/۳۲	۰	۴۶۵/۸۱	-۴۶۵/۸۱	۳/۱۲
۱۳۹۳	۰/۲۸	۰	۳۳۹/۴۹	-۳۳۹/۴۹	۳/۵۷
۱۳۹۴	۰/۲۳	۰	۲۴۶/۳۸	-۲۴۶/۳۸	۴/۳۴
۱۳۹۵	۰/۲۳	۲/۵۳	۳۷/۴۴	-۳۴/۹۱	۴/۳۴
۱۳۹۶	۰/۲۲	۳/۳	۵۴/۲۳	-۵۰/۹۳	۴/۵۴

مأخذ: یافته های تحقیق

بطور کلی محصولاتی که دارای میزان آب مجازی بیش از $1m^1kg^{-1}$ هستند به عنوان محصولات پر مصرف فرض می شوند. با توجه به (جدول۱)، متوسط آب مجازی (VWC) برای گوجه فرنگی در دوره مطالعاتی بجز سال ۱۳۹۱ روند کاهشی داشته است و این نشان دهنده مصرف کم آب در تولید این محصول بوده است. همچنین خالص مبادله آب مجازی تا سال ۱۳۹۵ افزایشی بوده و میزان صادرات این محصول بیشتر از واردات بوده است و در سال ۱۳۹۶ خالص مبادله به میزان اندکی کاهش یافته است. در نتیجه این امر نشان دهنده بالا بودن میزان صادرات این محصول می باشد و باعث می شود مصرف آب در شبکه مورد مطالعه افزایش یابد. همچنین بهره وری آب کشاورزی در تولید محصول گوجه فرنگی نیز روند افزایشی داشته است.

جدول ۲: میزان آب مجازی (VWC)، واردات آب مجازی (VWI)، صادرات آب مجازی (VWE)، خالص مبادله آب مجازی (NVWT) و بهره وری (CWP) خیار در دوره ۱۳۹۶-۱۳۹۰

سال	VWC (m^3kg^{-1})	VWI (m^3ha^{-1})	VWE (m^3ha^{-1})	NVWT (m^3ha^{-1})	CWP
۱۳۹۰	۰/۸۴	۰	۲۰۳۸/۷۹	-۲۰۳۸/۷۹	۱/۱۹
۱۳۹۱	۰/۵۹	۰	۱۰۵۱/۴۳	-۱۰۵۱/۴۳	۱/۶۹
۱۳۹۲	۰/۷۸	۰	۵۵۵/۵۶	-۵۵۵/۵۶	۱/۲۸
۱۳۹۳	۰/۷۲	۰	۱۹۸/۹۲	-۱۹۸/۹۲	۱/۳۸
۱۳۹۴	۰/۶۷	۰	۶۱۳/۴۲	-۶۱۳/۴۲	۱/۴۹
۱۳۹۵	۰/۶۷	۰	۳۸۹/۳۵	-۳۸۹/۳۵	۱/۴۹
۱۳۹۶	۰/۵۰	۰	۲۶۲/۸۴	-۲۶۲/۸۴	۲

مأخذ: یافته های تحقیق

با توجه به (جدول ۲)، متوسط آب مجازی (VWC) برای خیار در دوره مطالعاتی بجز سال ۱۳۹۲روند کاهشی داشته است و این نشان دهنده مصرف کم آب در تولید این محصول بوده است. همچنین در دوره مطالعاتی هیچ گونه واردات محصول به منطقه وجود نداشته و خالص مبادله آب مجازی تا سال ۱۳۹۳ روند افزایشی داشته و در سال ۱۳۹۴ خالص مبادله کاهش یافته است و مجددا تا پایان دوره روند افزایشی داشته است. در نتیجه این امر نشان دهنده بالا بودن میزان انتقال این محصول به سایر نقاط کشور می باشد و باعث می شود مصرف آب در شبکه مورد مطالعه افزایش یابد. همچنین بهره وری آب کشاورزی در تولید محصول خیار نیز روند افزایشی داشته است.

در مرحله بعد، کل میزان واردات و صادرات محصولات مورد نظر در دوره ۱۳۹۶-۱۳۹۰ محاسبه شده است که نتایج آن در (جدول ۳) آمده است.

جدول ۳: کل میزان واردات و صادرات محصولات مورد نظر در دوره ۱۳۹۶-۱۳۹۰ (متر مکعب بر هکتار)

سال	کل واردات آب مجازی (TVWI)	کل صادرات آب مجازی (TVWE)	کل مبادله خالص آب مجازی (TNVWT)
۱۳۹۰	۰	۲۹۳۹/۲۸	-۲۹۳۹/۲۸
۱۳۹۱	۰	۱۷۴۱/۴۳	-۱۷۴۱/۴۳
۱۳۹۲	۰	۱۰۲۱/۳۷	-۱۰۲۱/۳۷
۱۳۹۳	۰	۵۳۸/۴۱	-۵۳۸/۴۱
۱۳۹۴	۰	۸۵۹/۸	-۸۵۹/۸
۱۳۹۵	۲/۵۳	۴۲۶/۷۹	-۴۲۴/۲۶
۱۳۹۶	۳/۳	۳۱۷/۰۷	-۳۱۳/۷۷

مأخذ: یافته های تحقیق

با توجه به (جدول ۳)، خالص مبادله آب مجازی در طول دوره روند افزایشی داشته و در نهایت کل خالص مبادله آب مجازی برای محصولات مورد نظر ۷۸۳۸/۳۲- متر مکعب در هکتار می باشد که نشان دهنده صادراتی بودن این محصولات و افزایش مصرف آب در محدوده مطالعاتی می باشد.

در مطالعه ای روحانی و همکاران در سال ۱۳۸۷، گزارش کردند که سبزیجات در گروه محصولات کم مصرف با بهره وری بالا قرار دارند و همچنین بر خلاف نتایج این مقاله، صادرات در مقایسه با واردات قابل توجه نبوده است. همچنین در پژوهش سالاری در سال ۱۳۹۳، سبزیجات به دلیل توان بالای تولید، نیاز آبی کم، کارایی مصرف بالا و سطح زیر کشت مناسب، سهم بیشتری در صادرات آب مجازی در مقایسه با واردات خواهند داشت.

همچنین در این مطالعه شدت مصرف آب یا شاخص کم آبی (WI)، وابستگی به آب (WD) و شاخص خود کفایی آب (WSS) محاسبه شد. است که نتایج آن در (جدول ۴) آمده است.

جدول ۴: شدت مصرف آب، وابستگی به آب و شاخص خود کفایی آب برای دوره ۱۳۹۶-۱۳۹۰

سال	شدت مصرف آب یا شاخص کم آبی (WI)	وابستگی به آب (WD)	خود کفایی آب (WSS)
۱۳۹۰	۲۱/۳۲	۰	۱۰۰
۱۳۹۱	۲۳/۶۷	۰	۱۰۰
۱۳۹۲	۲۴/۸۵	۰	۱۰۰
۱۳۹۳	۳۱/۴۰	۰	۱۰۰
۱۳۹۴	۵۲/۳۹	۰	۱۰۰
۱۳۹۵	۵۵/۱۰	۰/۰۵	۹۹/۹۵
۱۳۹۶	۶۶/۲۳	۰/۰۷	۹۹/۹۳

مأخذ: یافته های تحقیق

با توجه به (جدول ۴)، شاخص شدت مصرف آب که به صورت نسبت کل برداشت داخلی آب برای مصارف کشاورزی به کل منابع آب موجود منطقه تعریف می شود در طول دوره افزایشی می باشد که نشان دهنده افزایش در سطح برداشت های آب شبکه برای محصولات می باشد که این امر می تواند به دلیل افزایش دما و کاهش میزان بارندگی ها در این دوره باشد. از آنجا که نتایج نشان دهنده صادرات آب مجازی می باشد لذا وابستگی به آب وجود نداشته و شاخص وابستگی به آب که منعکس کننده وابستگی به منابع آب خارجی از طریق واردات آب مجازی می باشد تا سال ۱۳۹۴ صفر و در سالهای پایانی دوره مورد بررسی بسیار ناچیز می باشد. از سوی دیگر شاخص خود کفایی آب نشان دهنده توانایی منطقه برای تأمین آب مورد نیاز برای تولید محصولات است و ۱۰۰ بودن این عدد نشان دهنده این نکته است که منطقه مورد مطالعه صادر کننده آب مجازی می باشد. بر خلاف نتایج این مطالعه، سالاری (۱۳۹۳) در پژوهشی گزارش داد که به دلیل تراز منفی آب مجازی در استان سیستان و بلوچستان این استان از نقطه نظر منابع آب خودکفا نیست.

با توجه به نتایج بدست آمده پیشنهاد می شود با بررسی وضعیت کشاورزی منطقه و مزیت نسبی، اقدام به کشت محصولاتی شود که نیاز آبی آنها از این محصولات کمتر باشد و از سوی دیگر بخشی از نیاز منطقه به محصولات مورد مطالعه را از سایر مناطق کشور وارد نمود تا در مصرف آب صرفه جویی شود و بهره وری آب افزایش یابد. همچنین با توجه

به اینکه در مباحث تجارت محصولات کشاورزی، توجه به واردات آب مجازی به منظور صرفه جویی در مصرف آب، دارای اهمیت است اما تکیه منحصر به فرد بر چنین امری سبب می شود که مجبور به کشت محصولات معدودی شویم که آب مصرفی کمتری نیاز دارند و این مسئله باعث کاهش اشتغال خواهد شد، لذا ضروری است ضمن پرداختن به الگوهای مبتنی بر حداکثر سازی سود اجتماعی و واردات آب مجازی، با توجه به پیامد های این مدل در وضعیت اشتغال، به سیاست های مبتنی بر ایجاد اشتغال مانند رشد صنایع تبدیلی و سایر فعالیت های اشتغال زا پرداخت. در نهایت به نظر می رسد بازنگری در سیاست های مدیریت منابع آب در جهت توسعه تجارت آب مجازی به منظور افزایش بهره وری منابع آب، بر مبنای مزیت نسبی و همکاری همه بخش ها ضروری باشد.

نتیجه گیری

با توجه به مطالب عنوان شده، می توان نتیجه گیری نمود که، گوجه فرنگی و خیار در گروه محصولات کم مصرف و با بهره وری بالا قرار دارند و در کل صادرات آب مجازی در مقایسه با واردات آب مجازی بیشتر بوده است. همچنین منطقه مورد مطالعه از نظر تأمین آب مورد نیاز برای محصولات خودکفا بوده و روند صادرات آب مجازی محصولات مورد مطالعه افزایشی بوده است. هر چند این امر نشان دهنده افزایش صادرات و کاهش واردات می باشد و توسعه بخش کشاورزی نیز مبتنی بر خودکفایی و کاهش واردات محصولات کشاورزی اساسی، امنیت غذایی، تولید اقتصادی و گسترش صادرات محصولات کشاورزی می باشد لیکن عواملی مانند آسیب پذیری نسبت به تغییرات ناگهانی آب و هوا، جمعیت رو به افزایش کشور، تغییر کاربرد آب از بخش کشاورزی به بخش های دیگر از جمله شرب و صنعت، آلودگی منابع آب، افزایش تقاضا برای مواد غذایی، کشور را به سمت استفاده از راهکار آب مجازی سوق داده است. در پژوهش حاضر میزان خالص انتقال آب مجازی منطقه مطالعاتی در دوره مورد بررسی مبتنی بر صادرات بوده است. اگر چه خودکفایی منطقه در تولید این محصولات و عدم واردات آن از سایر مناطق کشور بسیار مهم می باشد، ولی در حال حاضر و با توجه به اینکه هر سال از میزان نزولات جوی کاسته شده و خشکسالی روز به روز در حال گسترش می باشد و میزان آورد سالانه رودخانه ها در حال کاهش می باشد لذا احتمال آن نمی رود که با توجه به محدودیت های عنوان شده، بتوان روند تولید و صادرات این محصولات را در آینده حفظ نمود.

منابع

احسانی، م.، خالدی، ه.، برقی، ی. (۱۳۸۷). مقدمه ای بر آب مجازی. چاپ اول، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۱-۲۵.

تهامی پور زرندی، م.، قربانی، محمد. (۱۳۹۵). اندازه گیری و تحلیل جایگاه تجارت آب مجازی در بخش صنعت و معدن ایران. نشریه آب و توسعه پایدار، سال سوم، شماره ۱، ص ۷۲-۵۹.

حسینی، م.، لطفی، ی و مارامایی، ا. (۱۳۹۰). بررسی اجمالی تجارت آب مجازی در استان گلستان. دومین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی منابع آب ایران. زنجان، ایران، ۱۰-۱.

رنجبر، ا.، فتوکیان، محمدرضا. (۱۳۹۴). بررسی روند صادرات و واردات آب مجازی در ایران. کنفرانس بین المللی علوم محیط زیست، مهندسی و تکنولوژی. دانشگاه تهران. تهران، ایران، ۹-۱.

روحانی، ن.، یانگ، ه. امین سیچانی، س. افیونی، م. موسوی، س.ف و کامگار حقیقی، ع.ا. (۱۳۸۷). ارزیابی مبادله محصولات غذایی و آب مجازی با توجه به منابع آب موجود در ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۲، شماره ۴۶، ص۴۳۲-۴۱۷.

زارعی، ق.، جعفری، ع.م. (۱۳۹۴). نقش واردات و صادرات محصولات مهم زراعی و باغی در تجارت مجازی آب و رد پای آب در کشاورزی ایران. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۵، ص ۷۹۷-۷۸۴.

سالاری، س. (۱۳۹۳). تعیین میزان آب مجازی محصولات زراعی و باغی مهم استان سیستان و بلوچستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه زابل، گروه مهندسی علوم آب.

Hoekstra, A.Y. (2003). Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Report Series, ۱۱, UNESCO. IEIE. Delft, the Netherlands, pp:23-30.

Sadaf, M., Zaman, A. (2013). Potential of water management through Pakistani provincial trade of agriculture. International water technology journal, 3(3), pp:1-7.

Yoo, S.H., Choi, J.Y., Lee, S.H., and Kim, T. (2014). Estimating water footprint of paddy rice in corea. Paddy and water environment, 12(1), pp:43-54.

Zhao, X., Yang, H., Yang, Z., Chen, B., and Qin, Y. (2010). Applying the input-output method to account for water footprint and virtual water trade in the Haihe river basin in China. Environmental science and technology, 44, pp:9150-91-56.