

اندازه‌گیری و تحلیل تراز تجاری آب مجازی در بخش کشاورزی استان زنجان

سمانه عابدی^{۱*} و مرتضی تهامی پور^۲

۱، استادیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی

۲، استادیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه شهید بهشتی

(تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۱۹ - تاریخ تصویب: ۹۵/۳/۲۳)

چکیده

پژوهش حاضر با استفاده از رهیافت پایه به تعیین میزان آب مجازی مصرفی و شاخص‌های مرتبط با آن برای محصولات عمده کشاورزی استان زنجان در سال ۱۳۹۲ پرداخته است. نتایج نشان داد که صادرات محصولات مورد مطالعه، حجمی معادل ۲۶/۵۳ میلیون مترمکعب صادرات آب مجازی را در پی داشته است. همچنین، ۹۵ درصد آب مجازی صادراتی مربوط به محصولات باغی و ۵ درصد آن متعلق به محصولات زراعی است. علاوه بر آن، شدت مصرف آب در بخش کشاورزی استان زنجان ۲۴ درصد از منابع آب تجدید شونده استان برآورد گردیده است. از این رو، لازم است مسئولان بخش کشاورزی استان زنجان، در زمینه یافتن مزیت‌های نسبی در تولید محصولات مختلف کشاورزی به نحوی که کم‌ترین فشار بر منابع آب زیرزمینی وارد گردد، اقدام نمایند.

واژه‌های کلیدی: آب مجازی، شدت مصرف آب، شاخص وابستگی به آب، شاخص خودکفایی آب، استان زنجان

مقدمه

می‌باشد. آب مجازی^۱ مجموع کل جریان آب‌های استفاده شده برای تولید یک کالا است (Salah, 2014). به عبارت دیگر آب مجازی مقدار آبی است که یک کالای صنعتی و یا یک فرآورده کشاورزی طی فرآیند تولید مصرف نموده تا به مرحله تولید نهایی برسد و مقدار آن معادل جمع کل آب مصرفی در مراحل مختلف زنجیره تولید از لحظه شروع تا پایان می‌باشد. یک کشور یا منطقه می‌تواند با انتخاب خود به عنوان واردکننده‌ی آب مجازی، خود را از فشار بر منابع آبی‌اش آزاد سازد. شرایط اقلیمی و فرهنگی، مکان تولید، مدیریت و برنامه‌ریزی در حجم آب مجازی هر کالا مؤثر است و قطعاً

بحران منابع آب به دلیل روند رو به رشد مصارف آب به ویژه در کشورهای در حال توسعه، از اهمیت مضاعفی برخوردار است و چشم انداز تولید و دستیابی به امنیت غذایی را در این کشورها به شدت تهدید می‌نماید. پیشرفت و توسعه به همراه رشد جمعیت و افزایش تقاضا از یک طرف و محدودیت عرضه منابع طبیعی از طرف دیگر باعث شده است که استفاده بهینه و مناسب از این منابع از اهمیت زیادی برخوردار باشد. امروزه محققین، دانشمندان و پژوهشگران بسیاری بر بازنگری در سیاست‌گذاری‌ها و رویکردهای مدیریتی منابع آب تأکید دارند. به طوری که رویکرد جایگزینی پیشنهادی از سوی آن‌ها رویکرد مدیریتی آب مجازی

1. Virtual Water

تقسیم کرده و به بررسی الگوی تجارت آب مجازی به تفکیک آب سبز و آبی و همچنین، خانوار شهری و روستایی پرداختند. نتیجه این مطالعه حاکی از این بوده که هر سه منطقه صادر کننده آب مجازی هستند و تولیدات خارج از این منطقه به منابع آب رودخانه زرد فشار می‌آورد. پیشنهاد این محققین برای کاهش فشار به منابع آب رودخانه کاهش صادرات آب مجازی از طریق تولید کالاهای ذخیره کننده آب با ارزش افزوده بالاتر در منطقه پایین دست که کم آب‌ترین منطقه است و واردات تولیدات غذایی و فراورده‌های آب بر از جنوب چین که دارای منابع آب غنی‌تری است، بوده است.

علاوه بر مطالعات مذکور، می‌توان به مطالعات Zhang et al (2011); Faramarzi et al (2010); Mohammadi (2012); Mohammadi & Taali Moghadam (2011); Dehghan Manshadi et al (2013) و Liu et al (2015) که در آن‌ها به بررسی تجزیه و تحلیل تجارت آب مجازی و آثار رفاهی حاصل از آن پرداخته‌اند، اشاره نمود. نتایج مطالعات نشان داد جهت استفاده بهینه از آب مصرفی باید سیاستی ترکیبی از صادرات و واردات محصولات کشاورزی با در نظر گرفتن منافع اقتصادی را دنبال نمود.

استان زنجان به دلیل داشتن موقعیت جغرافیایی ممتاز، شرایط آب و هوایی متنوع و پتانسیل‌های بالا در بخش‌های مختلف به ویژه بخش کشاورزی از چشم انداز خوبی برای توسعه برخوردار می‌باشد. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی به روش دو مارتن ۱۱ نوع اقلیم در استان تشخیص داده شده است که نشان از تنوع آب و هوایی این خطه از کشور دارد. استان زنجان با ۸۸۳۰۰۰ هکتار اراضی قابل کشاورزی ۴/۷۷ درصد اراضی کشاورزی کل کشور را دارا بوده و مساحت اراضی آبی کشاورزی استان نیز ۱۶۸۳۹۵ هکتار (۲ درصد اراضی کشور) می‌باشد. بنابراین، استان زنجان همواره به عنوان قطب کشاورزی در کشور مطرح است. از این رو، با محاسبه محتوای آب مجازی برای بخش کشاورزی استان زنجان می‌توان، چارچوب مناسبی برای تعدیل و تدوین راهبردهای بلندمدت بخش آب کشاورزی استان زنجان با توجه به کمیابی آب و تجارت آب مجازی فراهم آورد لذا پژوهش

مقدار آن در مورد یک کالا در مناطق مختلف، متفاوت است. تجارت آب مجازی می‌تواند منجر به واردات محصول از دیگر مناطق شود و به این ترتیب، از آثار منفی استفاده از منابع آب پرهیز می‌شود. به این ترتیب، دخالت دادن تجارت آب مجازی در سیاست‌های تجاری باعث مبادله‌ی میان حفاظت از منابع آب و امنیت غذایی می‌گردد. بنابراین، با توجه به تشدید بحران کمبود آب در مناطق مختلف، موضوع تجارت آب مجازی در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های تجارت محصولات کشاورزی، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، حائز اهمیت است. در این راستا، آب مجازی در مطالعات متعددی از جنبه‌های مختلف، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. Salah (2014) در مطالعه‌ای به بررسی تراز تجاری آب مجازی رشته فعالیت‌های اقتصادی استان گیلان پرداخت. بر اساس یافته‌های تحقیق، استان گیلان مطابق با انتظار در بخش کشاورزی صادرکننده خالص آب مجازی بوده است. بر اساس نتایج، کل استان نیز در مجموع صادرکننده آب مجازی می‌باشد و تراز تجاری خالص صادرات آب مجازی استان گیلان مثبت می‌باشد. Zhao et al (2010) به بررسی ردپای آب و تجارت آب مجازی در چین پرداخته‌اند. مهم‌ترین نوآوری این مطالعه به دست دادن یک شاخص جدید و مستقل از مقدار ردپای آب ملی برای بخش‌های مختلف اقتصاد بوده که شدت استفاده از آب را در بخش‌های مختلف نشان می‌دهد. همچنین، آن‌ها در این مطالعه با بررسی تجارت آب مجازی نشان دادند که کشور چین در تمام بخش‌ها صادر کننده خالص آب مجازی است.

Mohammadi Kani Golzar (2012) نیز برای ۳۲ محصول عمده کشاورزی میزان مبادله آب مجازی را برای سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ بررسی کرده است. نتایج حاکی از این است که ایران در این بازه بررسی برای محصولات منتخب وارد کننده خالص آب مجازی بوده و ۱۳/۷ میلیارد متر مکعب سالانه آب از این مبادلات ذخیره کرده است. Feng et al. (2011) رودخانه زرد را براساس ویژگی‌های متفاوت منابع آبی، ساختار اقتصادی، درآمد خانوار به سه منطقه فوقانی، میانی و پایینی

$$SWD_{ij} = \frac{CWR_{ij}}{CY_{ij}} \quad (1)$$

در رابطه فوق، SWD_{ij} آب مصرفی ویژه محصول i ام در منطقه j ام بر حسب متر مکعب بر تن، CWR_{ij} نیاز آبی گیاه برای محصول i ام در منطقه j ام بر حسب متر مکعب در هکتار و CY_{ij} عملکرد محصول i ام در منطقه j ام بر حسب تن در هکتار است.

پس از آنکه مقدار SWD برای هر محصول و در هر شهرستان بر اساس رابطه فوق و بر مبنای مطالعات سند ملی آب کشور محاسبه شد، با استفاده از رابطه زیر میانگین وزنی استانی آن SWD_i محاسبه شد:

$$SWD_i = \left(\sum_{j=1}^m SWD_{ij} \cdot TP_{ij} \right) / TP_i \quad (2)$$

که در آن، SWD_i آب مصرفی ویژه هر واحد وزنی محصول i ام در منطقه مورد مطالعه، TP_{ij} کل تولید محصول i ام در منطقه j ام و TP_i کل تولید محصول i ام در استان زنجان است.

با محاسبه SWD_i برای کلیه محصولات مورد مطالعه، شاخص آب مصرفی هر تن محصول i ام بر حسب متر مکعب تعیین شده و این مقدار بیانگر کل آبی است که باید مصرف شود تا یک تن محصول i ام در استان زنجان تولید شود و بدان آب مصرفی پایه هر واحد محصول i ام اطلاق می‌شود. به منظور تعیین SWD_i کل یک محصول کشاورزی در سطح استان زنجان ($TSWD_i$) رابطه زیر محاسبه گردید (Salah, 2014):

$$TSWD_i = SWD_i \times TP_i \quad (3)$$

بر این اساس، می‌توان آب مصرفی پایه (WFP) را برای رشته فعالیت i ام بدست آورد. همچنین، جهت محاسبه مقدار WFP کل محصولات استان زنجان، رابطه (۴) استفاده شده است.

حاضر با استفاده از رهیافت مناسب به تعیین میزان آب مجازی مصرفی و شاخص‌های مرتبط با آن از جمله شدت مصرف آب، شاخص وابستگی به آب و شاخص خودکفایی آب را برای محصولات عمده کشاورزی استان زنجان تعیین و تراز تجارت آب مجازی را برای این استان محاسبه نموده است.

مواد و روش‌ها

مفهوم آب مجازی برای توجه سیاست‌گذاران به منابع آب به خصوص در بخش کشاورزی مناطق کم آب برای امنیت غذایی و توسعه پایدار با واردات محصولات آب بر ایجاد شد و راه حل جایگزینی محصولات آب بر را با محصولات ذخیره کننده آب پیشنهاد می‌کرد. از این‌رو، نقش سیاست‌گذاری در منابع آب با توجه به مزیت نسبی از اهمیت زیادی برخوردار گشته است. در ادبیات موضوع جهت محاسبه آب مجازی دو رهیافت کلی رهیافت داده - ستانده و همچنین رهیافت دوم رهیافت پایه وجود دارد.

در رهیافت پایه با تحلیل مفهوم آب مجازی و به کارگیری روابط فنی، فیزیکی و همچنین، به‌طور خاص روابط فیزیولوژی، رابطه‌هایی برای محاسبه آب مجازی به تفکیک نوع محصول ارائه می‌شود. از جمله مطالعاتی که از رهیافت پایه به تعیین آب مجازی محصولات کشاورزی پرداختند، می‌توان به (Aldaya et al (2008); Chapagain et al (2006); Baghestani et al (2010); Maknon et al (2011); Mohammadi Kani Golzar (2012); Novo et al (2009); Sabouhi & Soltani (2008); 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.

برای محاسبه آب مجازی مصرفی هر محصول کشاورزی، از رابطه (۱) استفاده می‌شود (Arabi-Yazdi et al, 2009; salah, 2014; Hoekstra, Hung, 2002

شدت مصرف آب (WI)، شاخص وابستگی به آب (WD) و نیز شاخص خودکفایی آب (WSS) به تفکیک بخش کشاورزی استان پرداخته شد.

رابطه ۸ شاخص شدت مصرف آب (WI) نسبت کل برداشت داخلی آب برای مصارف (WU) به کل منابع آب موجود استان زنجان (WA) بر حسب درصد حاصل می‌شود (Hoekstra & Hung, 2002):

$$WI = \frac{WU}{WA} \times 100 \quad (۸)$$

از آن جا که این پژوهش بر پایه مطالعات محصولات بخش کشاورزی استوار است؛ لذا، WI مربوط به بخش کشاورزی محاسبه می‌شود. هر چه میزان WI به سمت ۱۰۰ میل کند بدین معنی است که شدت مصرف آب کشور در بخش‌های مورد مطالعه، بیشتر است.

همچنین، شاخص وابستگی به آب (WD) نشان-دهنده اتکای استان زنجان به منابع آب خارجی از طریق واردات آب مجازی است. این شاخص نسبت کل واردات خالص آب مجازی ($NVWI$) استان زنجان به کل آب تخصیص یافته برای تولید کشاورزی بر حسب درصد تعریف می‌شود (Hoekstra & Hung, 2002):

$$WD = \begin{cases} \frac{NVWI}{WU + NVWI} \times 100 & NVWI \geq 0 \\ 0 & NVWI < 0 \end{cases} \quad (۹)$$

اگر WD مساوی صفر باشد، یعنی واردات و صادرات ناخالص آب مجازی در تعادل بوده و یا اینکه منطقه مورد مطالعه صادر کننده آب مجازی می‌باشد. در صورتی که وابستگی به آب یک منطقه به ۱۰۰ درصد نزدیک شود، آنگاه آن منطقه کاملاً به واردات آب مجازی وابسته است.

$$WFP_t = \sum_{i=1}^n TSWD_i \quad (۴)$$

که در آن، WFP_t شاخص آب مصرفی پایه تولیدات کشاورزی استان زنجان است. به منظور تعیین مقدار آب مجازی که از استان زنجان صادر شده (WFP_{ex}) رابطه (۵) به کار گرفته شد (Baghestani et al, 2010; salah, 2014):

$$WFP_{ex} = \sum_{i=1}^n SWD_i EX_i \quad (۵)$$

در این رابطه، WFP_{ex} شاخص پایه آب مصرفی کل محصولات کشاورزی مورد نظر صادراتی بر حسب مترمکعب و EX_i کل صادرات محصول نام است. برای تعیین مقدار آب مجازی وارداتی نیز باید WFP_{im} را به شرح زیر محاسبه نمود (Baghestani et al, 2010; Salah, 2014):

$$WFP_{im} = \sum_{i=1}^n SWD_i \cdot IM_i \quad (۶)$$

در رابطه فوق، WFP_{im} آب مصرفی پایه وارداتی است. آب مصرفی پایه وارداتی عبارت است از کل آب مجازی وارداتی ناشی از واردات محصولات کشاورزی مورد نظر می‌باشد. همچنین، IM_i کل واردات محصول نام است. از آنجا که محصول وارداتی از استان یا کشورهای مختلف، بسته به شرایط اقلیمی و کشاورزی استان‌های صادر کننده دارای مقادیر SWD_i متفاوت بوده و با توجه به این فرض که در اثر جایگزینی واردات چه مقدار باید از منابع آب داخلی برای تولید آنها مصرف شود، از معادل داخلی آنها استفاده خواهد شد. برای تعیین وضعیت استان زنجان از لحاظ تراز خارجی تجارت آب مجازی ($TVWT$)، از رابطه زیر استفاده گردید (Baghestani et al, 2010):

$$TVWT = WFP_{ex} - WFP_{im} \quad (۷)$$

بدیهی است که حاصل معادله فوق بسته به شرایط سال مورد بررسی ممکن است مثبت، منفی و یا صفر باشد. علاوه بر محاسبات مربوط به آب مجازی برای محصولات کشاورزی، در این پژوهش به تعیین شاخص

1. Water use intensity

2. water dependency

3. Water Self-Sufficiency

4. water use

5. water available

6. Net virtual water import

نتایج و بحث

با توجه به هدف تحقیق مبنی بر تعیین تراز تجارت آب مجازی در بخش کشاورزی استان زنجان، تجزیه و تحلیل‌ها در رابطه با محصولات مورد مبادله استان زنجان در سال ۱۳۹۲، صورت گرفت. لذا، بر مبنای اطلاعات گمرک جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۲)، از میان محصولات زراعی تولیدی در استان زنجان، محصولات گندم، سیب‌زمینی، پیاز، گوجه فرنگی، هندوانه، خربزه و طالبی و سیرتر، که ۶۰ درصد از تولید کل محصولات زراعی استان زنجان را به خود اختصاص می‌دهند، مورد مبادله قرار می‌گیرد و از استان زنجان صادر می‌شود. همچنین، از میان محصولات باغی در استان زنجان، تنها محصولات سیب، انگور و بادام از استان زنجان صادر می‌شود که این محصولات ۶۵ درصد از تولید کل محصولات باغی استان زنجان را به خود اختصاص می‌دهند. بدین ترتیب در مطالعه حاضر، تجارت آب مجازی محصولات زراعی و باغی محصولات مذکور مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. لازم به ذکر است، در رابطه با هیچ یک از محصولات زراعی و باغی در سال مورد مطالعه وارداتی به استان زنجان صورت نگرفته است.

با توجه به اینکه محتوای آب مجازی محصولات زراعی و باغی در شهرستان‌های مختلف استان زنجان، متفاوت است، لذا جهت محاسبه محتوای آب مجازی هر محصول از اطلاعات موجود در هر یک از شهرستان‌های آن، استفاده شده و نتایج آن در جدول (۱) ارائه شده است.

خودکفایی آب (WSS) نیز بیانگر توانایی استان زنجان برای تأمین آب مورد نیاز برای تولید داخلی است که با استفاده از رابطه ۱۰ محاسبه می‌شود (Hoekstra & Hung, 2002):

$$WSS = \begin{cases} \frac{WU}{WU + NVWI} \times 100 & NVWI \geq 0 \\ 0 & NVWI < 0 \end{cases} \quad (10)$$

در واقع شاخص WSS، مبین آن است که منطقه مورد مطالعه تا چه حد می‌تواند نیازهای آبی خود را در رابطه با تولید کالا و خدمات از منابع داخلی تأمین نماید. در حالتی که این شاخص برابر با ۱۰۰ باشد، کشور کل منابع آبی مورد نیاز برای تولید کالاها و خدمات را در داخل مرزهای خود در اختیار دارد و اگر این شاخص مساوی صفر باشد، یعنی منطقه به شدت به واردات منابع آبی به فرم مجازی وابسته است.

لازم به ذکر است اطلاعات مورد استفاده شامل سطح زیرکشت، تولید و عملکرد محصولات زراعی و باغی استان زنجان می‌باشد که از دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی و سازمان جهاد کشاورزی استان برای آخرین سال موجود (۹۲-۱۳۹۱) جمع‌آوری گردید. همچنین، اطلاعات مربوط به صادرات و واردات محصولات کشاورزی استان از سازمان صنعت، معدن و تجارت و همچنین، گمرک جمهوری اسلامی ایران دریافت شد. مضاف بر این، اطلاعات مربوط به نیاز ناخالص و خالص آب آبیاری محصولات کشاورزی موردنظر از نرم افزار OPTIWAT به تفکیک دشت‌های استان زنجان استخراج شد.

جدول ۱- میزان آب مجازی محصولات زراعی و باغی در شهرستان‌های استان زنجان (مترمکعب/تن)

شهرستان	گندم آبی	سیب‌زمینی	پیاز	گوجه‌فرنگی	خربزه و طالبی	هندوانه	سیر تر	سیب	انگور	بادام
خدابنده	۲۰۸۲	۵۸۳	۲۰۶	۳۸۳	۲۵۹	۲۲۴	۴۴۹	۲۸۴۰	۲۶۵۹	۳۷۵۱۱
خرمدره	۱۵۹۶	۶۲۶	۵۸۸	۳۲۸	۲۵۴	-	-	۹۱۷۶	۱۵۷۵	۵۷۷۹۰
طارم	۱۷۸۷	۶۹۹	۲۵۹	۴۲۲	۳۳۹	۳۶۴	۲۸۶	۱۴۵۳	۲۵۸۱	۲۹۶۷۳
ماه‌نشان	۲۲۶۳	۷۲۸	۳۳۱	۷۳۹	۴۱۲	۳۶۴	-	۱۴۴۱	۱۵۴۸۸	۲۲۸۵۹
ایجرود	۲۴۵۸	۶۲۱	۳۸۵	-	-	-	-	۹۶۸۴	۱۰۷۳۸	-
زنجان	۲۲۹۵	۶۲۳	۲۳۸	۳۵۱	۲۶۷	۲۷۲	۴۱۷	۶۳۱۰	۵۴۳۲	۲۱۰۱۲۵
ابه‌ر	۱۷۸۱	۵۸۷	۳۵۳	۲۶۹	۲۶۷	۲۰۶	-	۹۶۳۸	۱۷۹۰	۶۲۹۵۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق و سازمان جهاد کشاورزی استان زنجان

نتایج محاسبه میزان آب مجازی بیانگر آن است که به‌طور متوسط در سطح شهرستان‌های استان زنجان از میان محصولات زراعی، محصولات گندم، سیب زمینی و گوجه‌فرنگی به ترتیب دارای بیشترین میزان آب مجازی و در مقابل آن هندوانه کمترین میزان آب مجازی را به خود اختصاص می‌دهد. نتایج نشان داد، به‌طور متوسط میزان آب مصرفی برای تولید هر کیلوگرم گندم ۵/۷ برابر میزان آب مورد نیاز برای تولید هر کیلوگرم هندوانه می‌باشد. در رابطه با محصولات باغی مورد مطالعه نیز، محتوای آب مجازی بادام، ۱۲ برابر محصولات سیب و انگور می‌باشد. پس از آنکه مقدار آب مصرفی ویژه هر واحد وزنی برای هر محصول در هر شهرستان محاسبه شد، با استفاده از رابطه (۲)، میانگین وزنی استانی آن محاسبه گردید. نتایج مربوط به میزان آب ویژه مصرفی محصولات مورد بررسی در استان زنجان، شاخص آب مصرفی زراعی و تراز تجارت آب مجازی در جدول (۲) ارائه شده است.

بر اساس نتایج مندرج در جدول (۲)، در استان زنجان جهت تولید هر تن گندم میزان ۱۹۹۷ مترمکعب آب استفاده شده است که نشان دهنده‌ی بیشتر بودن آب مصرفی ویژه آن نسبت به سایر محصولات زراعی منتخب در استان زنجان می‌باشد. بر اساس تقسیم‌بندی ارائه شده توسط (Rohani et al (2008)، محصولات با حجم آب مجازی کمتر از ۵۰۰ به عنوان محصولات کم مصرف و محصولات با حجم آب مجازی بیشتر از ۱۰۰۰ مترمکعب بر تن، به عنوان محصولات پرمصرف تقسیم نموده‌اند. لذا، محصول گندم در گروه محصولات پرمصرف، سیب‌زمینی با ۶۱۵ مترمکعب بر تن در گروه محصولات با مصرف متوسط و سایر محصولات با میانگین ۳۰۲ مترمکعب بر تن حجم آب مجازی، در گروه محصولات کم مصرف، قرار می‌گیرد. در رابطه با محصولات باغی نیز، در استان زنجان جهت تولید هر تن بادام میزان ۵۱۶۹۸ مترمکعب آب استفاده شده است که نشان‌دهنده بیشتر بودن آب مصرفی ویژه آن نسبت به سایر محصولات باغی منتخب در استان زنجان می‌باشد.

جدول ۲- میزان آب مجازی محصولات زراعی و باغی استان زنجان

محصول	گندم	سیب-زمینی	پیاز	گوجه-فرنگی	خریزه و طالبی	هندوانه	سیرتر	سیب	انگور	بادام
کل تولید در استان(تن)	۹۰۹۸۸	۲۱۸۱۰۰	۱۷۰۸۰۰	۱۸۸۵۰۰	۷۷۴۰۰	۱۱۵۷۵۰	۹۸۷۷۵	۲۵۸۷۷	۸۷۸۲۸	۳۶۰
آب مصرفی ویژه هر واحد وزنی محصول(مترمکعب بر تن)	۱۹۹۷	۶۱۵	۲۴۵	۳۶۵	۳۳۹	۲۵۸	۳۰۳	۴۴۵۷	۲۴۰۹	۵۱۶۹۸
آب مصرفی کل یک محصول در استان(میلیون مترمکعب)	۱۸۱/۷۱	۱۳۴/۱۴	۴۱/۸۴	۶۸/۵۴	۲۶/۲۲	۲۹/۸۳	۲۹/۹۰	۱۱۵/۳۴	۲۱۱/۵۶	۱۸/۶۱
کل صادرات محصول(تن)	۱۶۸	۱۱۹	۷۵۶	۱۴۸۳	۱۶	۷۸	۵۷	۲۲	۹۵۸۰	۴۲
مقدار صادرات آب مجازی (مترمکعب)	۳۳۴۶۹۳	۷۳۴۵۲	۱۸۵۲۸۷	۵۳۹۱۴۲	۶۵۰۶	۲۰۱۰۴	۱۷۳۵۲	۹۸۹۵۲	۲۳۰۷۷۳۵۶	۲۱۸۶۸۰۹
مقدار واردات(تن)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	محصولات زراعی					محصولات باغی				
تراز تجارت آب مجازی (میلیون مترمکعب)	۱/۱۷					۲۵/۳۶				
شاخص آب مصرفی زراعی (میلیون مترمکعب)	۵۱۲/۲۱					۳۴۵/۵۲				

مأخذ: یافته‌های تحقیق و سازمان جهاد کشاورزی استان زنجان و یافته تحقیق

است. همچنین، ۹۰ درصد از میزان کل صادرات آب مجازی که معادل ۱/۰۶ میلیون مترمکعب می‌باشد، در دوره مورد مطالعه، به سه محصول گوجه فرنگی، گندم و پیاز اختصاص دارد. در مقابل، خربزه و طالبی با صادرات ۰/۵۵ درصد از آب مجازی، کمترین سهم را در مقایسه با سایر محصولات داشته است. بر اساس نتایج، حجم کل آب مجازی صادراتی ناشی از صادرات محصولات زراعی مورد مطالعه استان زنجان معادل ۱/۱۷ میلیون مترمکعب می‌باشد.

جدول (۲) بیانگر آن است که شاخص آب مصرفی باغی استان زنجان معادل ۳۴۵/۵۲ میلیون مترمکعب محاسبه شده است. به عبارت دیگر، جهت تولید ۱۱۴/۰۶۵ هزار تن محصولات باغی مورد مطالعه در استان زنجان، لازم است تا معادل ۳۴۵/۵۲ میلیون مترمکعب آب مصرف شود. بنابراین، بر اساس نتایج، استان زنجان صادرکننده مطلق آب مجازی در گروه محصولات باغی مورد مطالعه بوده است. ۹۰/۹۸ درصد از میزان کل صادرات آب مجازی که معادل ۲۳/۰۸ میلیون مترمکعب می‌باشد، در دوره مورد مطالعه، به محصول انگور اختصاص دارد. در مقابل، سیب با صادرات ۰/۴ درصد از آب مجازی، کمترین سهم را در مقایسه با سایر محصولات باغی داشته است. بر اساس نتایج، حجم کل آب مجازی صادراتی ناشی از صادرات محصولات باغی مورد مطالعه استان زنجان معادل ۲۵/۳۶ میلیون مترمکعب می‌باشد.

نتایج شاخص‌های شدت مصرف، وابستگی، خودکفایی و بهره‌وری کشاورزی به تفکیک محصولات زراعی و باغی نیز در جدول ۳ ارائه شده است. جهت محاسبه میزان آب مورد استفاده برای محصولات مورد مطالعه از میانگین نیاز آبی و سطح زیرکشت آن‌ها در استان، استفاده شده است. همچنین، با بهره‌گیری از کل میزان آب کشاورزی معادل ۱۰۱۰/۲۶ میلیون مترمکعب و میزان آب مورد استفاده برای تولید هر یک از محصولات مورد مطالعه، شاخص شدت مصرف آب محاسبه شده است. نتایج نشان داد که از میان

نکته قابل توجه در جدول (۲)، کمتر بودن حجم آب مجازی محصولات زراعی منتخب با نیاز آبی بالا در مقابل محصول گندم با نیاز آبی کمتر نسبت به سایر محصولات زراعی است. میانگین نیاز آبی گندم در استان زنجان ۷۹۰۳ مترمکعب در هکتار و حجم آب مجازی آن ۱۹۹۷ مترمکعب بر تن می‌باشد. در حالی که میانگین نیاز آبی سایر محصولات زراعی مورد مطالعه ۱۳۰۵۹ مترمکعب در هکتار و میانگین حجم آب مجازی آن‌ها ۳۵۴ مترمکعب بر تن، می‌باشد. به عبارت دیگر، با وجود اینکه گندم دارای کمترین نیاز آبی در میان محصولات زراعی مورد بررسی می‌باشد، اما نسبت به سایر محصولات دارای بیشترین حجم آب مجازی است که علت آن ناشی از آن است که محصول گندم دارای کمترین عملکرد در میان محصولات زراعی مورد بررسی است. در رابطه با محصولات باغی نیز حجم آب مجازی سیب با نیاز آبی متوسط ۱۷۶۳۰ مترمکعب در هکتار، کمتر از حجم آب مجازی بادام با نیاز آبی ۱۶۱۳۲ مترمکعب در هکتار است. به عبارت دیگر، با وجود اینکه بادام دارای نیاز آبی کمتری از سیب است، اما نسبت به سیب دارای حجم آب مجازی بیشتری است. علت آن نیز ناشی از عملکرد پایین محصول بادام در میان محصولات باغی مورد بررسی است. لذا، افزایش عملکرد در واحد سطح، یکی از راهکارهای کاهش آب مجازی محصولات تولیدی است که می‌تواند منجر به صادرات کمتر آب مجازی شود. زیرا وقتی هدف صادرات محصولات کشاورزی باشد، افزایش عملکرد اتفاق افتاده به ازای آب کمتر قادر به حفظ جایگاه صادراتی استان در قبال خروج آب کمتر خواهد بود.

همچنین، بر اساس نتایج شاخص آب مصرفی زراعی استان زنجان معادل ۵۱۲/۲۱ میلیون مترمکعب است. به عبارت دیگر جهت تولید ۹۶۰/۳۱۳ هزار تن محصولات زراعی مورد مطالعه در استان زنجان، لازم است تا معادل ۵۱۲/۲۱ میلیون مترمکعب آب مصرف شود. علاوه بر آن، نتایج حاکی از آن است که استان زنجان صادرکننده مطلق آب مجازی در گروه محصولات زراعی مورد مطالعه

درصد تعلق می‌گیرد. سیب و بادام نیز به ترتیب با ۱۱/۴۶ و ۲/۱۱ درصد در رتبه‌های دوم و سوم در شدت مصرف آب قرار دارند.

محصولات زراعی، گندم، سیب‌زمینی و گوجه فرنگی به ترتیب با ۱۷/۶۹، ۱۳/۳۰ و ۶/۷۷ درصد رتبه اول تا سوم را در شدت مصرف آب به خود اختصاص می‌دهد. شدت مصرف آب در بین محصولات باغی نیز به انگور با ۲۰/۷۶

جدول ۳- شاخص شدت مصرف، وابستگی، خودکفایی و بهره‌وری محصولات منتخب استان زنجان

نام محصول	میزان آب مورد استفاده (میلیون متر مکعب)	کل منبع آب کشاورزی استان (میلیون متر مکعب)	شاخص شدت مصرف (درصد)	شاخص وابستگی (درصد)	شاخص خودکفایی (درصد)	بهره‌وری (کیلوگرم بر مترمکعب)
گندم آبی	۱۷۸/۶۸	۱۰۱۰/۲۶	۱۷/۶۹	۰	۱۰۰	۰/۵
سیب زمینی	۱۳۴/۳۲	۱۰۱۰/۲۶	۱۳/۳۰	۰	۱۰۰	۱/۶۳
پیاز	۵۰/۶۶	۱۰۱۰/۲۶	۵/۰۱	۰	۱۰۰	۴/۰۸
گوجه فرنگی	۶۸/۴۳	۱۰۱۰/۲۶	۶/۷۷	۰	۱۰۰	۲/۷۵
خریزه و طالبی	۲۷/۵۸	۱۰۱۰/۲۶	۲/۷۳	۰	۱۰۰	۲/۹۵
هندوانه	۲۹/۲۰	۱۰۱۰/۲۶	۲/۸۹	۰	۱۰۰	۳/۸۸
سیر تر	۳۱/۶۷	۱۰۱۰/۲۶	۳/۱۳	۰	۱۰۰	۳/۳۰
سیب	۱۱۵/۷۴	۱۰۱۰/۲۶	۱۱/۴۶	۰	۱۰۰	۰/۲۲
انگور	۲۰۹/۷۰	۱۰۱۰/۲۶	۲۰/۷۶	۰	۱۰۰	۰/۴۲
بادام	۲۱/۳۳	۱۰۱۰/۲۶	۲/۱۱	۰	۱۰۰	۰/۰۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

به ترتیب بیشترین و کمترین میزان بهره‌وری آب کشاورزی را به خود اختصاص می‌دهند.

در مجموع بر اساس نتایج مندرج در جدول (۴)، با توجه به منفی بودن خالص واردات آب مجازی بخش کشاورزی استان زنجان، شاخص وابستگی به واردات آب مجازی در استان معادل صفر در نظر گرفته شده است. صفر بودن شاخص مذکور به مفهوم صادر کننده بودن استان زنجان از دیدگاه آب مجازی است. همچنین، با توجه به شاخص خودکفایی آب، منابع آب داخلی استان زنجان جهت تولید کالا و خدمات مرتبط با بخش کشاورزی، کافی می‌باشد. با توجه به اینکه میزان کل آب مورد استفاده در بخش کشاورزی و کل منابع آب استان زنجان به ترتیب معادل ۱۰۱۰/۲۶ و ۴۱۵۸ میلیون مترمکعب می‌باشد، لذا شاخص شدت مصرف آب ۲۴ درصد محاسبه شده است. به عبارت دیگر، ۲۴ درصد از منابع آب استان در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بر اساس نتایج، با توجه به منفی بودن خالص واردات آب مجازی طبق رابطه (۹)، شاخص وابستگی به واردات آب مجازی به تفکیک محصولات معادل صفر در نظر گرفته شده است. صفر بودن شاخص مذکور به مفهوم صادر کننده بودن استان زنجان از دیدگاه آب مجازی است (جدول ۳). به همین ترتیب، می‌توان منابع آب داخلی استان را با توجه به شاخص خودکفایی آب برای تولید کالا و خدمات مرتبط با محصولات زراعی و باغی مورد بررسی، کافی دانست.

بهره‌وری آب کشاورزی در رابطه با محصولات منتخب نیز، مورد محاسبه قرار گرفت. بهره‌وری آب کشاورزی به معنای تولید محصول بیشتر به ازای واحد حجم آب مصرفی است. محاسبات انجام شده در جدول (۳) نشان داد که کمترین مقدار بهره‌وری آب کشاورزی در میان محصولات زراعی، برابر ۰/۵ کیلوگرم بر مترمکعب به محصول گندم و بیشترین آن برابر ۴/۰۸، به محصول پیاز تعلق دارد. در رابطه با محصولات باغی نیز، بادام و انگور با ۰/۰۲ و ۰/۴۲ کیلوگرم بر مترمکعب،

جدول ۴- شاخص شدت مصرف، شاخص وابستگی و خودکفایی بخش کشاورزی استان زنجان

میزان آب مورد استفاده (میلیون متر مکعب)	کل منبع آب استان (میلیون متر مکعب)	شاخص شدت مصرف (درصد)	شاخص وابستگی (درصد)	شاخص خودکفایی (درصد)
۱۰۱۰/۲۶	۴۱۵۸	۲۴	۰	۱۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج بیانگر آن است که محصولات گندم و بادام بیشترین میزان آب مجازی را به ترتیب در میان محصولات زراعی و باغی منتخب، به خود اختصاص می‌دهند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیشتر بودن آب مجازی این محصولات، در راستای عملکرد پایین آنها می‌باشد. بنابراین، بر اساس نتایج، از مجموعه عواملی که در میزان آب مجازی هر محصول دخالت دارد، می‌توان به نیاز آبی محصول، شرایط اقلیمی و عملکرد محصول در واحد سطح کشت اشاره نمود. همچنین، نتایج نشان داد محصولات بادام، سیب، انگور و گندم کمترین میزان بهره‌وری آب را به خود اختصاص می‌دهند. در مقابل، پیاز، هندوانه و سیرتر، به ترتیب دارای بیشترین میزان بهره‌وری آب می‌باشند. در مجموع، نتایج بیانگر آن است که صادرات محصولات کشاورزی (زراعی و باغی) استان زنجان در سال ۱۳۹۲، حجمی معادل ۲۶/۵۳ میلیون مترمکعب صادرات آب مجازی را در پی داشته است که ۹۵ درصد آب مجازی صادراتی مربوط به محصولات باغی و ۵ درصد آن متعلق به محصولات زراعی است. علاوه بر آن شدت مصرف آب در بخش کشاورزی استان زنجان ۲۴ درصد از منابع آب تجدید شونده استان برآورد گردیده است.

بنابراین، با توجه به نتایج، افزایش تولید و صادرات محصولاتی آب بر و نیز وارد کردن محصولات و کالاهای با نیاز آبی کم، سیاستی زیان‌آور برای آینده منابع آب و امنیت بلندمدت مواد غذایی در مناطقی مانند استان زنجان که با بحران کم آبی روبه‌رو شده‌اند، خواهد بود. از این رو، پیشنهاد می‌گردد تا مسئولان بخش استان

زنجان، در زمینه یافتن مزیت‌های نسبی در تولید محصولات مختلف کشاورزی با در نظر داشتن محدودیت منابع آب زیرزمینی تلاش نموده و در جهت صادرات و واردات بهینه و مطلوب کالاها و خدمات به نحوی که کمترین فشار بر منابع آب زیرزمینی وارد گردد اقدام نمایند. زیرا تعیین مزیت نسبی محصولات مختلف، یکی از جنبه‌های مهم برنامه‌ریزی اقتصادی است که توسط آن می‌توان به یک الگوی مناسب تولید با توجه به محدودیت منابع در دسترس، برای هر منطقه از کشور دست یافت. در این حالت، نه تنها استفاده بهینه از منابع و امکانات هر منطقه صورت می‌گیرد بلکه نیازهای مناطق مختلف از طریق بازرگانی داخلی نیز تأمین می‌گردد و در نهایت بیشترین سود اجتماعی برای اقتصاد کشور به دست می‌آید. لذا، تدوین برنامه جامعه الگوی بهینه کشت بر اساس اصل مزیت نسبی به تفکیک شهرستان‌های استان زنجان یکی از راهکارهای اساسی برای جلوگیری از هدررفت و مدیریت صحیح منابع آب است.

همچنین، با توجه به اثر گذاری عملکرد محصولات کشاورزی در کاهش میزان آب مصرفی ویژه و در نتیجه کاهش صادرات حجم آب مجازی، لذا بکارگیری تکنولوژی‌های نوین کشاورزی مانند کشاورزی حفاظتی، استفاده از بذور اصلاح شده و همچنین، برگزاری برنامه‌های آموزشی و ترویجی برای کشاورزان جهت بهبود بهره‌وری در استفاده از منابع از طریق افزایش عملکرد و کاهش مصرف نهاده‌های تولید، در حفظ توان صادراتی استان و کاهش فشار موجود بر منابع آب، می‌تواند راهگشا باشد.

REFERENCES

1. Aldaya, M.M., Hoekstra, A. Y., & Allan, J. A. (2008). *Strategic Importance of Green Water in International Grope Trade. UNESCO-IHE value of Water Research Report. Series No. 25.*
2. Arabi-Yazdi, A., Alizadeh, A. & Mohammadian, F. (2009), *Study on Ecological Water Footprint in Agricultural Section of Iran, Journal of Water and Soil, 23(4): 1-15.*

3. Baghestani, A., Mehrabi Boshrabadi, H., Zare Mehrjardi, M. & sherafatmand, C. (2010). Application of the virtual water concept in the management of water resources. *Journal of Water Resources*, 6, 1: 28-38. (In Farsi).
4. Chapagain, A.K. & Hoekstra, A.Y. & Savenije, H.H.G. (2006). water saving through international trade of agricultural products, *Hydrology and Earth System Sciences*, 10:455-466.
5. Dehghan Manshadi, H.R., Niksokhan, M.H. & Ardestani, M. (2013). Estimating virtual water of catchment and it's role in water delivery systems between catchment. *Journal of Water Resources*, 6, 101-114. (In Farsi).
6. Faramarzi, M., Yang, H., Mousavi, J., Schulin, R., Binder, C.R. & Abbaspour, K.C. (2010). Analysis of intra-country virtual water trade strategy to alleviate water scarcity in Iran. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, doi:10.5194/hessd-7-2609-2010
7. Hoekstra, A. Y., & 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.*
8. Feng, K., Siu, Y., L., Guan, D & Habacek, K. (2011). Assessing Regional Virtual Water Flows and Water Footprint in the Yellow River Basin, China: A consumption based approach, *Geography*, 32: 691-701.
9. Liu, J., Wu, P., Wang, Y. Zhao, X., Sunand, Sh., & Cao, X. (2015), Virtual Water Flows Related to Grain Crop Trade and Their Influencing Factors in Hetao Irrigation District, China. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17: 201-211.
10. Maknoon, R., Tahrshmsy, A., Rozegir, R., & Nafisi, M. (2011). Blue virtual water and investigating important crops and their movement in Iran. *Fourth Conference on Water Resources Management of Iran, Amirkabir University of Technology. Tehran.* (In Farsi).
11. Mohammadi Kani Golzar, F. (2012). Water management based on virtual water trade in the products of the country. *MS Thesis, School of Economics and Agricultural Development, Tehran University.* (In Farsi).
12. Mohammadi, H. & Taali Moghadam, A. (2011), virtual water trade for major crops in Iran, the second National Conference of applied research of water resources. (In Farsi).
13. Mohammadi, H. (2012), the effects of trade liberalization on the welfare of consumers and producers of agricultural products, trading virtual water resource sustainability: case study in Fars province. *Agricultural Economics*, 6, 3: 176-145. (In Farsi).
14. Novo, P., Garrido, A. & Varela-Ortega, C., (2009). Are virtual water "flows" in Spanish grain trade consistent with relative water scarcity? *Ecological Economics*, 68: 1454-1464.
15. Rohani, N., Amin Sichani, S. Afyoni, M. Mousavi, S.F. & Kamgar haghghi, A. (2008). Food and virtual water trade assessment with regard to water resources in Iran. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, (46) 12: 432-417. (In Farsi).
16. Sabouhi, M. & Soltani, Gh. (2008). Optimization of crop patterns in the catchment area, with an emphasis on social benefits and net imports of virtual water. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12, 43: 297-313. (In Farsi).
17. Salah, A. (2014). Investigating virtual water trade patterns in economic activity of Guilan province by Application of expanded input - Output table, *Master Thesis, School of Economics, Shahid Beheshti University.* (In Farsi).
18. Zhao, X., Yang, H., Yang, Z., Chen, B., & 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: 9150-9156.
19. Zhang, Z. Y., Yang, H., Shi, M. J., Zehnder, A. J. B. & Abbaspour, K. C. (2011). Analysis of Impacts of China's International Trade on Its Water Resources and Uses. *Hydrological Earth System Science*, 15(9): 2871-2880.