

مجازی بررسی نمود.

واژه‌های کلیدی: تنش آبی، حوضه دریاچه ارومیه، بیلان آب مجازی، مدیریت منابع آب.

مقدمه

ایده آب مجازی برای اولین بار در دهه ۹۰ میلادی معادل مقدار آب مصرف شده از لحظه شروع فرآیند تولید کالا تا پایان تعریف شد [۲۲]. آب مجازی ابزار مناسبی برای مدیریت تولید و تجارت غذا، ارتقا تولید کالاها و محصولاتی مطابق با شرایط محیط زیستی محلی و نیز توسعه و تطبیق تکنولوژی‌های وابسته به بازدهی آب می‌باشد. تجارت آب مجازی به عنوان ابزاری در راستای کاهش فشار بر منابع آب کشورهای خشک و نیمه‌خشک می‌تواند مطرح شود [۲]. منابع آب در ایران دارای توزیع بسیار ناهمگون در سطح کشور است. در این حالت تجارت درون کشوری آب مجازی می‌تواند با صرف هزینه‌های کمتر بخش عمده‌ای از مشکلات را در بخش توزیع آب حل کرد و جایگزینی برای انتقال بین حوضه‌ای باشد. تجارت درون کشوری آب مجازی با استفاده بهینه از منابع و ظرفیت‌های داخلی می‌تواند از مصرف آب ملی بکاهد و میزان تولید محصولات کشاورزی را افزایش دهد [۷]. حجم زیادی از آب به واسطه صادرات و واردات محصولات گوناگون جابجا می‌گردد که از آن به عنوان تجارت آب مجازی نام برده می‌شود. آب مجازی بیانگر جابجایی غیرمستقیم آب، در درون حوضه‌ها، براساس صادرات و واردات کالاها است که توجه زیادی را در جوامع علمی و حوضه‌های سیاسی به خود جلب کرده است [۵]. هوکسترا و همکاران [۹] نیز آب مجازی آن را به عنوان آب جاسازی شده^۴ که برای تولید نوعی کالا استفاده می‌شود توصیف کردند. یانگ و ژندر [۲۲] برداشت واقعی یک کشور از منابع جهانی آب را معادل مجموع واردات خالص آب مجازی و آب مصرفی از منابع داخلی دانسته‌اند. از دیدگاه آنها آب مجازی معیار و ابزاری اساسی در نشان دادن مصرف واقعی بخش کشاورزی با تلفیق مفاهیم کشاورزی و اقتصادی در بحث تولید است. به همین دلیل در نظر گرفتن نرخ گذاری مناسب آب می‌تواند محور برنامه‌ها و سیاست‌های مدیریتی صنعت آب شود [۶]. به طوری که می‌توان از این ابزار برای ارتقاء کارایی جهانی مصرف آب کشورها، بین کشورها و حتی قاره‌ها بهره گرفت [۲۱].

4. Embodied water

مدیریت آب مجازی محصولات کشاورزی حوضه دریاچه ارومیه

محمدابراهیم بنی حبیب^{۱*}، محمدحسین هادی‌نژاد^۲ و علی محمدی^۳

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۲۰

چکیده

با توجه به مشکلات ایجاد شده برای حوضه دریاچه ارومیه که عمدتاً از عدم اجرای مدیریت بهم پیوسته منابع آب در این حوضه نشأت گرفته است، انجام مطالعاتی با رویکرد مدیریت مصرف آب در بحث کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق با استفاده از آمارهای موجود در زمینه میزان تولید و مصرف محصولات زراعی و باغی و همچنین صادرات و واردات این کالاها در حوزه آبخیز دریاچه ارومیه، میزان تبادلات با توجه به آب مجازی هر محصول، مشخص گردید. با توجه به نیاز آبی هر گیاه و عملکرد آن، میزان آبی که برای تولید محصول نهایی مصرف می‌گردد مشخص شد و سپس با در نظر گرفتن میزان صادرات و واردات هر یک از محصولات، ارقامی که باعث خروج و ورود آب به حوضه گردیده‌اند، مشخص شدند. به‌طور میانگین چغندر قند با اختصاص ۳۹۴ میلیون مترمکعب آب مجازی و توت با داشتن ۰/۰۰۱ میلیون مترمکعب، به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین صادرات آب مجازی طی سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۳ داشته‌اند. در مقابل طی این سال‌ها به‌طور میانگین برنج با ۹۶۳/۱ میلیون مترمکعب و سماق با ۰/۰۰۳ میلیون مترمکعب آب مجازی، بیش‌ترین و کم‌ترین میزان واردات آب مجازی به حوضه را داشته‌اند. مجموعاً در طی سال‌های مطالعه شده، ۹/۷ میلیارد مترمکعب آب به صورت مجازی وارد حوضه گردیده است. براساس نتایج نیز پیشنهاد می‌گردد تا با کاهش صادرات محصولاتی مانند چغندر قند و پیاز و به طبع آن واردات این محصولات، بتوان از مصرف و خروج بی‌رویه آب از حوضه جلوگیری نمود. بنابراین با روش ارائه شده در این مقاله، می‌توان امکان احیای منابع آب یک حوضه را از طریق مدیریت آب

۱- استاد، گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، نویسنده مسئول، Email: banihabib@ut.ac.ir

۲- کارشناس ارشد، مهندسی منابع آب، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۳- دانشجوی دکتری، علوم و مهندسی منابع آب، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

تعیین الگوی کشت بهینه مبتنی بر آب مجازی و یا به کارگیری منابع محدود آبی برای تولید محصولات کم مصرف از جمله راه حل های مناسب برای مقابله با بحران آب در کشورهای کم آب است [۵]. محمودی و سرلک [۱۱] افزایش واردات محصولات با نیاز آبی زیاد در قالب واردات آب مجازی را یکی از راه کارهای حداقل کردن مصرف آب در کشورهای کم آب دانسته اند. اردکانیان و سهرابی با معرفی برخی زمینه های مطالعاتی آب مجازی در ایران، ضرورت توجه به تجارت آب مجازی و در نظر گرفتن آن در سیاست های آبی را موجب دسترسی کشور به منابع آب جهانی و کاهش فشار بر منابع محدود آب داخلی می دانند [۱۸]. هر چند میزان بهینه واردات برای کشورهای مختلف با توجه به برخورداری آن ها از منابع آب، زمین های کشاورزی و سایر منابع تولید و سیاست های امنیت غذایی متفاوت است [۱۳]. با توجه به مسائل ذکر شده می توان به این موضوع پی برد که مصرف آب هر منطقه، تنها در استفاده آن ها از منابع در دسترس برای تولید محصولات موجود در آن منطقه خلاصه نمی گردد، لذا آبی که توسط واردات محصولات مختلف به منطقه وارد می شود نیز جز منابع مصرفی در نظر گرفته می شود. مناطقی که دارای منابع آب کمی هستند می توانند با واردات محصولات مختلف که برای تولید نیاز به آب زیادی دارند، از وارد آوردن فشار بیش تر به منابع آب خود جلوگیری نمایند. تجارت آب مجازی بین مناطق مختلف را می توان به عنوان مؤثرترین عامل در ذخیره مناسب منابع آب در نظر گرفت.

بیش تر پژوهش های انجام شده در زمینه آب مجازی کشاورزی مبتنی بر تولیدات کشاورزی است. در این راستا به نتایج برخی از مطالعات انجام شده در سطح جهان اشاره می شود. بررسی تأثیرات تجارت آب مجازی بر ذخیره های آب جهانی و ملی کشورها در دوره چهارساله نشان داد آب مورد نیاز کشورهای وارد کننده به شرط تولید همه محصولات کشاورزی وارداتی در داخل، ۱۶۰۵ میلیارد مترمکعب در سال است [۳] در حالی که در کشورهای صادر کننده، با مصرف ۱۲۵۳ میلیارد مترمکعب آب جهانی و صرفه جویی سالانه ۳۵۲ میلیارد مترمکعب آب همان محصولات تولید می شوند. در پژوهشی دیگر میزان آب مجازی مبادلاتی در سطح کشورهای صادرکننده، ۶۸۳ میلیارد مترمکعب در سال و مجموع واردات آب مجازی کشورهای واردکننده ۱۱۳۸ میلیارد مترمکعب در سال برآورد شده است. در همین راستا حجم سالانه آب مورد نیاز برای تولید محصولات کشاورزی در جهان را ۵۴۰۰ میلیارد مترمکعب برآورد کردند که بخشی از آن می تواند به صورت مجازی جابجا شود [۱۵]. ایران نیز با توجه به شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک حاکم بر آن در گروه کشورهای با محدودیت منابع آبی قرار دارد. در گزارش یانگ و ژندر [۲۲] ایران در فهرست کشورهای دارای کسری آب است که تا سال ۲۰۳۰ منابع آب تجدیدپذیر آن به کمتر از ۱۵۰۰ مترمکعب برای هر نفر در سال کاهش می یابد. در گزارشی دیگر با توجه به میزان استفاده از منابع آب تجدیدپذیر با کسر نیازهای

محیط زیستی از کل منابع آب، ایران در زمره کشورهای دارای تنش آبی زیاد معرفی شده است [۲۰]. ژانگ و همکاران [۲۵] در پژوهشی به برآورد تجارت آب مجازی محصولات کشاورزی کشور چین با کشورهای عضو پیمان تجاری اقیانوس آرام پرداختند. در این راستا اطلاعات مرتبط با کالاهای صادراتی و وارداتی و آب مجازی آن ها از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴ میلادی جمع آوری شده و براساس داده های موجود در زمینه کمیت آن، تجارت آب مجازی محصولات کشاورزی بین این کشورها تعیین شد. نتایج نشان داد که کشور چین عمده تاً وارد کننده آب مجازی بوده به نحوی که کل آب مجازی صادراتی برابر با ۷/۴۷ میلیارد وارداتی برابر با ۶۳/۴۵ میلیارد متر مکعب بوده است. ژائو و همکاران [۲۶] در پژوهش دیگری تحت سناریوهای مختلف، تجارت آب مجازی و رد پای آب سبز و آبی کشور چین را برای سال های ۲۰۳۰ و ۲۰۵۰ میلادی مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه پنج عامل محرک تغییر از جمله اقلیم، سطح زیرکشت محصول، فناوری، رژیم غذایی و جمعیت تحت چهار سناریو مد نظر قرار گرفتند. نتایج نشان داد که برای اغلب محصولات با افزایش بهره وری محصولات، مقدار رد پای آب کاهش خواهد یافت. هم چنین برای سال های افق پژوهش، کشور چین از واردکننده آب مجازی به صادرکننده آن تبدیل خواهد شد. اوروئسکی و همکاران [۱۶] در تحقیقی با ترکیب مدل های تغییر اقلیمی و اثرات جهانی ISI-MIP به بررسی کمبود آب در آینده پرداختند. در این پژوهش اثرات کاهش دسترسی به آب در چندین سناریو بر مصرف آب و تجارت آب مجازی بررسی شد. این پژوهش منجر به شناسایی مناطقی شد که در آینده آب قابل دسترس آن ها با تهدید مواجه خواهد شد و براین اساس کشورهایمانند روسیه که از لحاظ آب در دسترس با مشکل مواجه نیستند، در آینده به دلیل کاهش واردات محصولات کشاورزی از سایر کشورها (به دلیل کاهش آب قابل دسترسی)، خود به نوعی دچار تنش شده و هم چنین تجارتی که هم اکنون در بین کشورها جاری است، به دلیل الگوی پیش بینی شده در مورد کاهش آب قابل دسترسی، پایدار نخواهد بود. دالین و همکاران [۴] در پژوهشی تجارت آب مجازی کشور چین را در ارتباط با چهار محصول عمده این کشور و سه محصول دامی مختلف مورد ارزیابی قرار دادند. در این مطالعه از چهار سناریو توسعه اقتصادی تا سال ۲۰۱۳ استفاده شد. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که با توجه به رشد اقتصادی که تا سال ۲۰۱۳ برای کشور چین پیش بینی می شود، روند افزایش واردات محصولات کشاورزی در این کشور روبه افزایش خواهد بود. یوسفی و همکاران [۲۳] در ارزیابی آب مجازی غلات در ایران یافتند که در دوره مورد مطالعه (۱۳۸۰ الی ۱۳۹۲)، مقدار ۱۶۰/۱۵ میلیون مترمکعب آب به صورت آب مجازی توسط صادرات نخود و لوبیا از کشور خارج شده است که سبب منفی شدن بیلان تجارت آب مجازی این محصولات شد. در پژوهش دیگری توسط یوسفی و همکاران

[۲۴]، آب مجازی محصولات جالیزی هندوانه و خربزه و تجارت آن‌ها برای ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مطالعه علاوه بر بررسی آب مجازی، شاخص‌هایی چون بهره‌وری مصرف آب برای این محصولات نیز مطالعه شد. نتایج پژوهش حاکی از صادرات ۲۱۸/۰۷ میلیون مترمکعب آب مجازی به خارج از کشور بوده و پیشنهاد شد به دلیل داشتن آب مجازی فراوان محصول هندوانه در مقایسه با خربزه (۱۲ برابر)، کاشت و پرورش محصول خربزه در اولویت قرار گیرد.

لذا این پژوهش با هدف بررسی آب مجازی محصولات کشاورزی و باغی حوزه آبخیز دریاچه ارومیه جهت مدیریت صحیح در خصوص تولیدات، صادرات و واردات محصولات نگاشته شده است که با نتایج حاصل از آن که می‌توان اقدامات مدیریتی را به شیوه‌ای تنظیم کرد که از منظر آب مجازی محصولات تولیدی و صادرات و واردات آن‌ها فشار به منابع آب این حوزه تحت تنش کاهش یابد.

مواد و روش‌ها

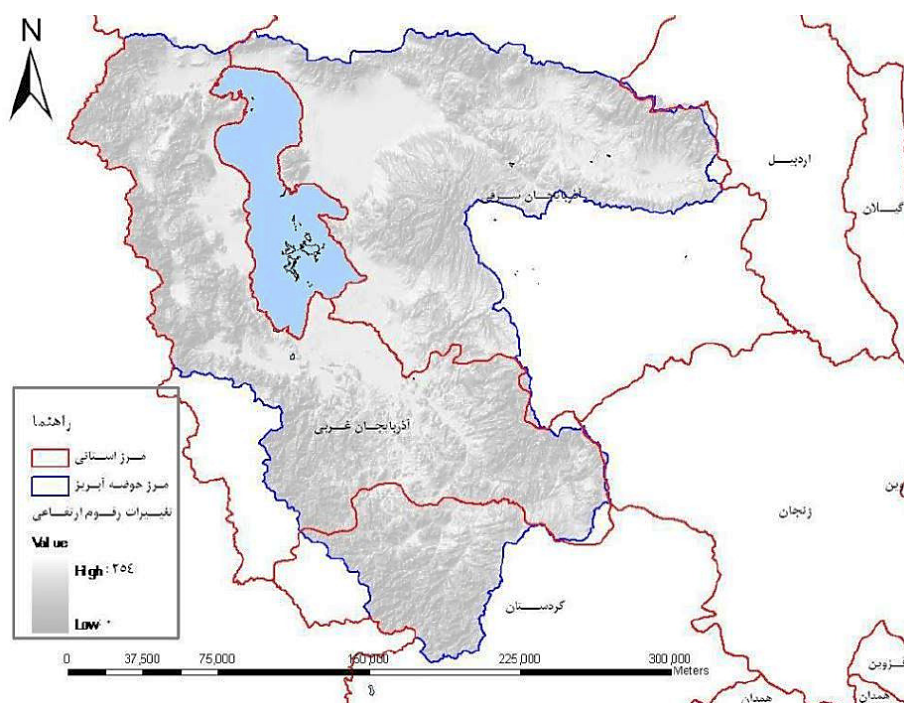
محدوده مورد مطالعه

در این پژوهش، حجم آب مجازی برای محصولات زراعی و باغی حوزه دریاچه ارومیه محاسبه شد. حوزه دریاچه ارومیه متشکل از پنج استان آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، کردستان، اردبیل و زنجان می‌باشد. در مجموع کمتر از یک درصد از استان‌های زنجان و اردبیل در حوزه دریاچه ارومیه قرار می‌گیرند که بر این اساس از این دو استان چشم‌پوشی گردید. تمامی محاسبات با توجه به این که

۵۸/۲۲٪ از استان آذربایجان غربی، ۴۴/۲۴٪ از استان آذربایجان شرقی و ۱۸/۲٪ از استان کردستان در حوزه دریاچه ارومیه قرار دارد، انجام گرفته است. تغییرات بارندگی در حوزه آبخیز دریاچه ارومیه ۲۲۰ تا ۹۰۰ میلی‌متر و متوسط بارش ۲۶۳ میلی‌متر می‌باشد و از مناطق مرکزی حوزه به سوی مناطق مرتفع پیرامونی بر مقدار بارندگی‌ها افزوده می‌شود [۱۴]. حداقل و حداکثر درجه حرارت مشاهده شده در سطح حوزه در سی سال گذشته ۳۳- و ۴۴+ درجه سلسیوس و متوسط درجه حرارت سالیانه آن ۱۱ درجه سلسیوس گزارش شده است [۱۷]. از نظر اقلیمی نیز این حوزه جزو مناطق نیمه‌خشک و خشک سرد محسوب می‌شود [۱۹]. موقعیت جغرافیایی حوزه مورد مطالعه در شکل (۱) آورده شده است.

روش تحقیق

محاسبات مربوط به آب مجازی بر مبنای اطلاعات، مقادیر محصولات مبادلاتی به داخل و خارج استان‌ها، مقادیر نیاز آبی محصولات، سطح زیرکشت و عملکرد محصولات تولیدی انجام گردید. اطلاعات سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۳ مربوط به وضعیت تولید و سطح زیرکشت محصولات از سازمان جهادکشاورزی استان‌ها و حجم واردات و صادرات محصولات از اداره کل بازرگانی استان‌ها گرفته شد. تمامی اطلاعات گرفته شده از سال ۱۳۸۷ تا سال ۱۳۹۳ به تفکیک محصولات مورد مطالعه دسته‌بندی شدند. نیاز آبی هریک از گیاهان با استفاده از نرم افزارهای مرسوم در این زمینه مانند OPTIWAT مشخص گردید و در مرحله بعد با استفاده از آمارنامه کشاورزی مربوط به هر استان وزن محصول تولیدی هر استان مشخص گردید. برای محاسبه عملکرد میزان تولید در واحد سطح



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه [۸]

جدول ۱: صادرات آب مجازی از حوضه دریاچه ارومیه بر حسب میلیون مترمکعب

سال	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	جمع	میانگین	درصد
محصول										
چغندر قند	۱۰۳/۹	۹۷/۲	۳۸۴/۶	۷۴۰	۵۹۰/۴	۷۲۸/۷	۱۱۷/۲	۲۷۶۲	۳۹۴/۶	۷۱
پیاز	۱۳۹/۱	۱۳۰	۶۳/۲	۸۲/۷	۸۴/۷	۹۳/۶	۸۰/۶	۶۷۴	۹۶/۳	۱۷/۳
سیب	۷۲/۸	۶۹	۳۸/۹	۳۳/۹	۶۰/۶	۳۹/۱	۶۶/۲	۳۸۱	۵۴/۴	۹/۸
آلو	۱۰/۵	۰	۳/۸	۳/۳	۷/۷	۰	۰	۲۵	۳/۶	۰/۷
زردآلو	۱/۶	۰/۷	۰/۳	۱/۲	۴/۳	۲/۲	۰	۱۰	۱/۵	۰/۳
فندق	۴/۳	۲/۴	۱/۲	۰/۶	۰/۸	۰/۷	۰/۱	۱۰	۱/۴	۰/۳
آلبالو	۰/۵	۱/۳	۰/۸	۰	۲/۵	۰	۱/۵	۶	۰/۹	۰/۲
گیلاس	۰/۶	۱/۶	۱/۵	۱/۲	۱/۳	۰/۷	۰/۴	۷	۱	۰/۲
علوفه	۰	۰	۰/۳	۰/۶	۰	۰/۵	۴/۱	۵	۰/۸	۰/۱
گردو	۰	۰	۰	۰/۲	۰/۱	۱/۲	۱/۲	۳	۰/۴	۰/۱
هلو	۰	۰	۰	۰	۲/۲	۰	۰/۳	۳	۰/۴	۰/۱
به	۰	۰/۱	۰/۱	۰/۷	۰/۸	۰/۵	۰/۲	۲	۰/۳	۰/۱
بادام	۰	۰	۰	۰	۱/۸	۰	۰	۲	۰/۳	۰
گلابی	۰	۰/۴	۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۱	۰/۱	۰
سماق	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱	۰	۰	۰

میزان آب مجازی که وارد حوضه دریاچه ارومیه می‌گردد یا از آن خارج می‌شود با ضرب وزن محصول به تن در آب مجازی به متر مکعب محاسبه گردید [۱].

$$AW_{I_i} = VW_i \times Im \quad (3)$$

$$AW_{E_i} = VW_i \times Ex \quad (4)$$

AW_{I_i} آب وارداتی (مترمکعب)، AW_{E_i} آب صادراتی (مترمکعب) محصول i ، AW_p آبی که برای تولید محصول در هر استان استفاده می‌شود (مترمکعب)، Im وزن محصولات وارد شده (تن) و Ex وزن محصولات صادر شده (تن) می‌باشد. برای مشخص شدن میزان مصرف آب حوضه (مجموع مجازی و واقعی) از رابطه (۵) استفاده می‌گردد [۱].

$$AW_u = AW_p + AW_{I_i} - AW_{E_i} \quad (5)$$

نتایج و بحث

جدول (۱) مربوط به صادرات میزان آب بر حسب میلیون مترمکعب در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۳ برای حوضه دریاچه ارومیه می‌باشد. چغندر قند، پیاز و سیب سه محصولی هستند که بیش‌ترین میزان صادرات آب مجازی در طی سال‌های مورد مطالعه توسط آن‌ها از حوضه دریاچه ارومیه خارج شده است.

هر یک از محصولات می‌توان از رابطه (۱) استفاده کرد [۱۲]:

$$\Delta_i = \frac{w_i}{h_i} \quad (1)$$

Δ_i عملکرد هر محصول (تن در هکتار)، w_i وزن هر محصول (تن) و h_i مساحت مربوط به هر محصول در سطح هر استان (هکتار) می‌باشد. از رابطه (۱) برای به‌دست آوردن عملکرد هر یک از محصولات استفاده گردید و برای بدست آوردن آب مجازی هر یک از محصولات، از (۲) استفاده شد [۱۲]:

$$VW_i = \left(\frac{CWR_i}{\Delta_i u_i} \right) \quad (2)$$

که در آن VW_i یا آب مجازی برای هر محصول (متر مکعب در تن) و CWR_i نیاز آبی هر گیاه (مترمکعب در هکتار) می‌باشد. u_i راندمان محصولات زراعی و باغی می‌باشد. با توجه به متوسط راندمان ۴۰ درصدی محصولات زراعی و ۴۵ درصدی محصولات باغی در حوضه دریاچه ارومیه، مقدار واقعی آب که برای تولید هر محصول مصرف شده است باید براساس این راندمان‌ها لحاظ شود [۱۰].

با توجه به میزان صادرات و واردات از سه استان مورد بررسی،

1. Virtual Water

قابل مشاهده است که در اکثر سال‌های مورد مطالعه چغندر قند، پیاز و سیب دارای بیش‌ترین سهم در صادرات آب از حوضه دریاچه ارومیه می‌باشند، یعنی به طور میانگین توسط چغندر ۳۹۴ میلیون مترمکعب در سال (۷۱٪)، پیاز ۹۶ میلیون مترمکعب در سال (۱۷٪) و سیب ۵۴ میلیون مترمکعب در سال (۱۰٪)، آب از حوضه ارومیه خارج شده است. این در حالی است که چغندر قند، پیاز و سیب در استان‌های دیگر قابلیت کشت دارند و جز محصولاتی نیستند که تنها در حوضه دریاچه ارومیه کشت شوند. با توجه به بالا بودن نیاز آبی هر یک از محصولات، صادرات این محصولات آن هم در این میزان به معنی از بین بردن منابع آب منطقه و به خطر انداختن کشاورزی و منابع آب آن می‌باشد و از آنجا که با توجه به نیاز آبی بالای این سه محصول و همین‌طور سهم بالایی که در صادرات دارند، ۹۸ درصد از صادرات آب مجازی توسط این محصولات صورت می‌پذیرد لذا می‌توان با اتخاذ تصمیمات مناسب و مدیریتی صحیح در بهینه‌سازی در میزان صادرات این سه محصول تأثیر بسزایی بر منابع آب حوضه دریاچه ارومیه گذارد.

حداکثر صادرات اغلب محصولات در سال ۱۳۹۱ اتفاق افتاده است اما بعد از سال ۱۳۸۷، چغندر قند، پیاز و سیب به میزان کمتری صادر گردیدند اما با این وجود هنوز سهم زیادی در میزان صادرات آب برای این حوضه را دارند. صادرات چغندر قند از سال ۱۳۸۷ رو به افزایش گذاشته است و همان‌طور که از جدول (۱) مشخص است در سال ۱۳۹۰ به بیش‌ترین مقدار خود طی سال‌های مورد بررسی رسیده است و در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ نیز صادرات آب حوضه دریاچه ارومیه بالاترین رقم رادر محدوده‌ی سال‌های مورد بررسی (۱۳۸۷-۱۳۹۳) داشته است. این موضوع برای محصولی که نیاز آبی بالایی دارد و بیش‌ترین سهم صادرات حوضه را به خود اختصاص می‌دهد امری بسیار نگران کننده است زیرا به تنهایی در صادر نمودن حدوداً ۷۱ درصد کل آب مجازی صادر شده نقش دارد، برای حوضه‌ای که دارای مشکلات منابع آبی است و سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی و همین‌طور منابع آب سطحی هر ساله کاهش چشم‌گیری دارند، اتخاذ چنین تصمیماتی که باعث خروج آب از منطقه می‌گردد بسیار خطرناک است، اما در سال ۱۳۹۳ میزان صادرات به صورت معنی‌داری کاهش پیدا نموده است که نشان از تغییر نگرش در حوزه کشاورزی و منابع آبی در سطح کشور است. با توجه به باغی بودن محصول سیب و دشوار بودن و توجیح اقتصادی کمتر در جایگزینی محصول این محصول با محصولی دیگر، این محصول در طی سال‌های مورد بررسی در محدوده ۳۰ تا ۶۰ میلیون مترمکعب در سال بوده است اما با این حال در دستور کار قرار گرفتن جایگزینی محصولات دیگر مانند انگور با ۴۰۰ لیتر به ازای هر کیلوگرم به جای سیب با ۷۰۰ لیتر به ازای هر کیلوگرم می‌تواند کمک شایانی به منابع آب حوضه نماید [۱]. با توجه به سهم عظیم چغندر قند در صادرات آب مجازی در حوضه، اصلاح در صادرات این محصول بیشترین تأثیر را بر روی منابع آب منطقه

می‌گذارد. بنابراین با توجه به اینکه چغندر قند محصولی است که سازگاری بالای با شرایط آب و هوایی و خاکی دارد [۱۳]، لذا می‌توان این محصول را در نقاط مختلفی کشت نمود. پس می‌توان در سطح کلان و کشوری برنامه‌ریزی برای کشت نه تنها چغندر قند بلکه دیگر محصولات نیز انجام داد تا بدینوسیله مدیریتی بهتر و مناسب‌تر بر منابع آبی کشور داشت و تنها به صورت منطقه‌ای به این موضوع مهم نگاه ننمود.

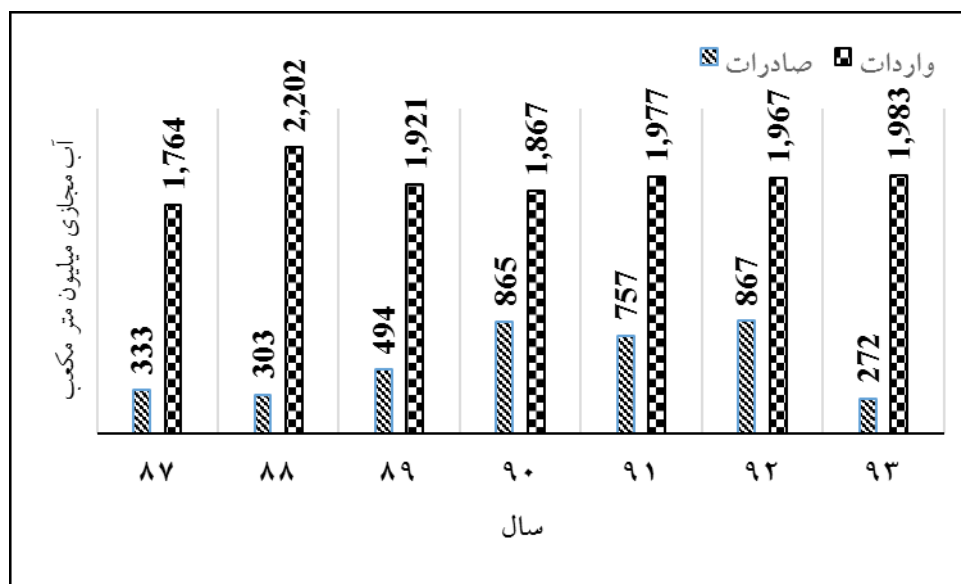
با بررسی جدول (۲) مشخص می‌گردد برنج با ۶۷۴۱ میلیون مترمکعب بیش‌ترین سهم در واردات آب در طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۳ برای حوضه دریاچه ارومیه دارد. در سال ۱۳۸۸ بیش‌ترین واردات آب به حوضه توسط برنج، دانه‌های روغنی و گوجه فرنگی اتفاق افتاده است که حدود ۶۵ درصد واردات حوضه را تشکیل می‌دهند. به صورت کلی برنج، محصولات جالیزی، گندم و دانه‌های روغنی چهار محصولی هستند که بیش‌ترین سهم در واردات به حوضه دریاچه ارومیه را دارند و در مجموع حدود ۸۰ درصد واردات آب مجازی به حوضه توسط این محصولات انجام می‌گیرد. برنج در رتبه اول واردات آب مجازی به حوضه دریاچه ارومیه قرار دارد و به طور متوسط حدود ۵۰ درصد میزان آب وارداتی به حوضه توسط این محصول انجام شده است، بعد از سال ۱۳۸۸ که بیش‌ترین واردات برنج رخ داده است، روند نزولی در واردات این محصول حاکم گردیده اما قابل ذکر است که در مجموع واردات برنج در رنج مشخص می‌باشد و افزایش یا کاهش معنی‌داری برای آن رخ نداده است زیرا با توجه به این‌که این محصول جزء نیازهای اساسی مصرف است و مصرف آن به صورت مشخص و تقریباً ثابتی است. لذا واردات آن همیشه در محدوده مشخص مبتنی بر نیاز بوده است. با توجه به سیاست خودکفایی در گندم که متأثر از تحریم‌ها در سال‌های گذشته اتفاق افتاد، سیر نزولی در واردات گندم از سال ۱۳۸۸ شروع گردید و تا سال ۱۳۹۰ ادامه داشت اما به علت بحران آبی که در حوضه پدیدار گردید میزان تولید در منطقه کاهش پیدا نمود و بار دیگر واردات گندم به منطقه از سر گرفته شد. با توجه به سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در جدول (۲) مشخص است که اغلب محصولات در این دو سال بیشترین واردات به حوضه دریاچه ارومیه را داشته‌اند. محصولات جالیزی در طی سال‌های مورد مطالعه روند صعودی در واردات آب مجازی به حوضه را داشته است به صورتی که در سال ۱۳۸۷ کمترین میزان واردات آب مجازی توسط آن صورت گرفته است و در سال ۱۳۹۳ به بیش‌تری میزان خود رسیده است. از سال ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۳ در اغلب محصولات روند افزایشی واردات وجود دارد و محصولاتی که قابلیت کشت در حوضه را داشتند. به طور کلی با توجه به جدول (۱) در کل سال‌های مورد مطالعه ۳۸۹۱ میلیون مترمکعب آب از حوضه خارج شده و با توجه به جدول (۲) ۱۳۶۸۰ میلیون مترمکعب آب وارد حوضه شده است بنابراین ۹۷۸۹ میلیون مترمکعب طی این سال‌ها آب مجازی وارد حوضه دریاچه ارومیه گردیده است (بیلان مثبت).

تنها میزان واردات و صادرات در میزان آب مجازی که از حوضه خارج می‌گردد یا به آن وارد می‌گردد موثر نیست بلکه موضوع با اهمیت دیگر راندمان آبیاری و نوع محصولی است که استفاده می‌گردد. می‌توان با استفاده از رقم‌های مقاوم به شرایط سخت اقلیمی، خاکی و آبی استفاده نمود و یا با اصلاح ژنتیکی محصولات می‌توان در میزان استفاده از آب نیز صرفه‌جویی نمود. در ایران با توجه به مشکلات اقتصادی موجود، مساحت اعظمی از زمین‌های زراعی و باغی به روش سنتی آبیاری می‌گردد که این روش‌ها دارای راندمان بسیار کمی می‌باشند، از این روی برای تولید یک تن از هر محصول میزان بیش‌تری آب نسبت به کشورهای پیشرفته استفاده می‌گردد. با توجه به کم‌آبی‌های موجود در ایران نیاز به گسترش هرچه بیش‌تر سیستم آبیاری تحت فشار در سطح ایران احساس می‌شود و از سوی دیگر مدیریت میزان مساحت از زمین‌های زراعی و باغی است که بعد مجهز شدن به سامانه‌های نوین آبیاری به زیر کشت می‌روند زیرا قبل اجرا این سامانه‌ها به علت کمبود منابع آب قابلیت کشت نداشته‌اند اما بعد از تجهیز شدن به سیستم آبیاری تحت فشار کشاورز اقدام به زیر کشت بردن زمین‌های بایر خود می‌نماید که این امر با توجه به عدم وجود برنامه‌ریزی مستقیم و مناسب مسئولین باعث از بین رفتن هرچه بیش‌تر منابع آب زیرزمینی و سطحی و از سوی دیگر باعث ایجاد تنش به بازار می‌گردد، زیرا گاه‌ها با تولید بیش از حد یک محصول در یک منطقه حتی برداشت آن محصول از زمین کشاورزی برای کشاورز توجیح اقتصادی ندارد و این امر مساوی است با هدر رفتن مقدار آب و انرژی که برای تولید آن محصول صرف شده است.

با توجه به شکل (۲) در تمام مدت سال‌های مورد بررسی میزان واردات آب مجازی از میزان صادرات آن بیش‌تر بوده است و در کل حوضه دریاچه ارومیه را می‌توان به عنوان وارد کننده آب مجازی

دانست اما همان‌طور که این شکل نیز نمایش می‌دهد، به صورت کلی برای مجموع واردات آب مجازی طی سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۳ روند افزایشی داشته است و از ۱۷۶۴ میلیون مترمکعب در سال ۱۹۸۳ میلیون مترمکعب در سال رسیده است. میزان صادرات آب مجازی از سال ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۲ روند افزایشی داشته است و این امر به معنی تولید بیش‌تر این محصولات در حوضه دریاچه ارومیه است و همان‌طور که پیش‌تر اشاره گردید، این امر باعث افزایش فشار بر روی منابع آب حوضه دریاچه ارومیه شد. در سال ۱۳۹۰ کم‌ترین میزان فاصله بین واردات و صادرات آب مجازی رخ داده است، این بدین معنی است که سیاست کشاورزی در این سال به سمتی رفته است که تا جای ممکن محصولات مورد نیاز در حوضه تولید گردد و مازاد آن به خارج از حوضه صادر گردد. بدین ترتیب بیش‌ترین فشار به منابع آب حوضه در سال ۱۳۹۰ رخ داده است.

در مجموع پنج محصول برنج، محصولات جالیزی، گندم، دانه‌های روغنی و گوجه‌فرنگی حدود ۷۹٪ از واردات آب مجازی به حوضه را به خود اختصاص می‌دهند که برنج به تنهایی حدود ۵۰ درصد واردات آب مجازی به حوضه را تشکیل می‌دهد. در نقطه مقابل چغندرقد، پیاز و سیب حدود ۹۸٪ صادرات آب مجازی حوضه را طی سال‌های مورد مطالعه به خود اختصاص می‌دهند که اگر بر صادرات این محصولات با توجه به مسائل اقتصادی و اجتماعی، کاهش یابد و حتی به واردات نیز تبدیل شوند می‌توان با کاهش صادرات آب مجازی توسط این محصولات از این حوضه به بهبود منابع آب حوضه کمک کرد. در جدول (۳) محصولاتی که ۹۵٪ از آب حوضه دریاچه ارومیه را برای به ثمر رسیدن مصرف می‌کنند مشخص شده است و در جدول (۴) تعدادی از محصولات مصرفی در حوضه دریاچه ارومیه نشان داده شده است که ۹۰٪ از کل آب مجازی مصرف شده برای کشت شدن و به ثمر رسیدن را به خود



شکل ۲: صادرات و واردات آب مجازی طی سال‌های مختلف در حوضه دریاچه ارومیه

جدول ۲: واردات آب مجازی از حوضه دریاچه ارومیه بر حسب میلیون مترمکعب

سال	محصول	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	جمع	میانگین	درصد
برنج	۷۱۹/۵	۱۱۲۹/۳	۱۰۹۸/۲	۱۰۴۶/۶	۸۴۳/۹	۹۸۳/۹	۹۲۰/۴	۶۷۴۱/۸	۹۶۳/۱	۴۹/۳	
جالیزی	۹۶/۴	۲۱۸/۲	۲۴۹/۵	۲۴۸/۱	۲۴۸/۶	۲۸۹/۸	۳۱۵/۹	۱۶۶۶/۵	۲۳۸/۱	۱۲/۲	
گندم	۴۵۴/۶	۲۲۷/۵	۳۸/۶	۰	۳۴۶/۳	۷۵/۲	۱۹۸/۵	۱۳۴۰/۷	۱۹۱/۵	۹/۸	
دانه های روغنی	۱۹۷	۲۰۲/۸	۱۷۲/۳	۱۵۳/۱	۱۲۷/۳	۱۷۴/۱	۱۶۲/۱	۱۸۸/۸	۱۶۹/۸	۸/۷	
گوجه فرنگی	۱۳۶/۳	۲۱۱/۹	۱۳۰/۵	۱۴۵/۱	۱۷۶/۲	۱۷۳/۴	۱۲۰/۴	۱۰۹۴	۱۵۶/۳	۸	
مرکبات	۴۴/۹	۳۸/۴	۴۸/۳	۴۷/۱	۵۴/۸	۶۲/۱	۴۸/۴	۳۴۳/۹	۴۹/۱	۲/۵	
سبزیجات	۳۳/۶	۳۹/۲	۴۲	۴۱/۸	۳۹/۴	۴۶/۲	۴۳	۲۸۵/۳	۴۰/۸	۲/۱	
حبوبات	۱۷/۲	۳۴/۸	۴۰/۷	۶۷	۳۲/۳	۴۲/۴	۴۹/۵	۲۸۳/۹	۴۰/۶	۲/۱	
کیوی	۱۰/۷	۱۰/۷	۱۵/۱	۲۵/۲	۲۵/۶	۲۴/۸	۲۷/۸	۱۳۹/۸	۲۰	۱	
طالبی	۱۴	۱۴/۴	۲۱/۷	۱۷	۱۶/۹	۲۲/۳	۲۴/۹	۱۳۱/۲	۱۸/۸	۱	
انار	۶/۳	۱۵/۶	۲۰/۷	۲۴/۳	۱۵/۸	۲۶/۹	۱۹	۱۲۸/۶	۱۸/۴	۰/۹	
زیتون	۴/۱	۱۵/۵	۱۳/۴	۱۳/۵	۴	۵/۲	۶/۱	۶۱/۷	۸/۸	۰/۵	
جو	۱۱/۲	۱۴/۷	۶/۷	۶/۳	۹/۵	۱/۸	۷/۴	۵۷/۶	۸/۲	۰/۴	
کنجد	۲/۷	۳/۵	۵/۲	۸/۸	۹/۳	۹/۱	۸/۷	۴۷/۳	۶/۸	۰/۳	
سیب زمینی	۰/۷	۶/۶	۸/۳	۹/۳	۵	۹/۸	۷/۱	۴۶/۸	۶/۷	۰/۳	
علوفه	۴/۱	۶/۵	۰	۰	۹/۱	۰	۰	۱۹/۸	۲/۸	۰/۱	
انگور	۰	۰	۰	۰/۶	۶/۸	۶/۹	۴/۸	۱۹/۱	۲/۷	۰/۱	
آلو	۰	۶/۵	۰	۰	۰	۰/۸	۷	۱۴/۳	۲	۰/۱	
هلو	۳/۶	۰	۲/۱	۳	۰	۱/۵	۰	۱۰/۳	۱/۵	۰/۱	
بادام	۱/۱	۰/۲	۲/۲	۱/۷	۰	۲/۳	۲/۵	۹/۹	۱/۴	۰/۱	
نارگیل	۱/۲	۱/۴	۰/۶	۱/۱	۰/۷	۱/۲	۱/۶	۷/۸	۱/۱	۰/۱	
باقلا	۰/۹	۱/۱	۰/۹	۰/۶	۰/۹	۱/۵	۱/۳	۷/۲	۱	۰/۱	
فلفل	۰/۳	۰/۹	۰/۵	۰/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۳	۷	۱	۰/۱	
پسته	۰/۳	۰/۵	۰/۵	۰/۸	۰/۶	۰/۸	۱/۵	۵/۱	۰/۷	۰	
قارچ	۰/۵	۰/۴	۰/۷	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۴/۶	۰/۷	۰	
گرمک	۰/۱	۰/۳	۰/۴	۰/۴	۰/۷	۰/۹	۱/۲	۴	۰/۶	۰	
توت	۱/۲	۰/۲	۰/۲	۱	۰	۰/۳	۰/۴	۳/۴	۰/۵	۰	
آلبالو	۰	۰	۰	۲/۴	۰	۰/۶	۰	۳	۰/۴	۰	
گیاهان دارویی	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۴	۰/۴	۰/۳	۰/۳	۲/۲	۰/۳	۰	
انجیر	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۴	۰/۴	۲/۲	۰/۳	۰	
گردو	۰/۳	۰/۳	۰/۴	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۱	۰	
سنجد	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰	۰	۰	۰/۱	۰/۶	۰/۱	۰	
گلایبی	۰	۰	۰/۱	۰	۰	۰	۰/۱	۰/۲	۰	۰	
زردآلو	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۰/۲	۰	۰	
ازگیل	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱	۰	۰	
زرشک	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱	۰	۰	

اختصاص می‌دهند. همانطور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود برنج رتبه دوم بیشترین مصرف را در این حوضه دارد اما از آنجایی که قابلیت کشت این محصول در این حوضه مقدور نمی‌باشد، برنج از خارج وارد وارد می‌گردد، البته قابل بیان است که برنج محصولی بسیار آب‌بر می‌باشد و اگر شرایط اقلیمی برای کشت آن در حوضه دریاچه ارومیه محیا می‌بود، به علت محدودیت‌های منابع آبی حاکم در منطقه امکان کشت آن وجود نداشت. همانطور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود روند صعودی برای مصرف محصولات جالیزی وجود دارد و همانطور که در جدول (۲) آورده شده بود، سیر صعودی در میزان واردات این محصولات نیز صادق بوده است و از آنجا که محصولات جالیزی میزان کمی در حوضه دریاچه ارومیه کشت می‌شود لذا مشخص است بنا به افزایش تقاضا برای مصرف، این تقاضا با افزایش واردات پاسخ داده شده است و برای تولید آن در منطقه اقدامی صورت نگرفته است تا باعث استفاده بیش از حد از منابع آبی حوضه نگردد. چغندر قند رتبه اول را در صادرات، تولید و مصرف حوضه دریاچه ارومیه دارد و تبادلات آب مجازی توسط چغندر قند نسبت به دیگر محصولات موجود در منطقه بیشتر می‌باشد، بنابراین تصمیم‌گیری برای این محصول بسیار با اهمیت است. با توجه به این که آب مجازی وارد شده به حوضه دریاچه ارومیه توسط چغندر قند سهم پایینی را به خود اختصاص می‌دهد، لذا با کاهش تولید و واردات این محصول می‌توان کمک شایانی به حفظ منابع آب حوضه نمود و از سوی دیگر برای مناطقی

که در حوضه دریاچه ارومیه مشغول به کشت چغندر قند هستند از سیستم‌های آبیاری نوین استفاده شود تا آب کمتری برای کشت آن استفاده گردد، می‌تواند سهم اعظمی از مشکلات منابع آبی حوضه را حل نماید. با توجه به جدول (۳) مشاهده می‌گردد پیاز در رتبه سوم بین محصولات تولیدی در حوضه دریاچه ارومیه است که ۱۰ درصد میزان آب منطقه را برای کشت شدن مصرف می‌نماید، از آنجا که سهم زیادی در صادرات آب مجازی از حوضه دریاچه ارومیه را به خود اختصاص می‌دهد می‌توان با در نظر گرفتن دیگر جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی، اقدام به کاهش سطح زیر کشت این محصول کرد.

به صورت کلی طی سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۳ جمعیت در حوضه دریاچه ارومیه روند صعودی داشته است و از ۳۶۱۳۸۵۱ به ۳۹۵۵۳۲۷ نفر رسید و این امر توجیح افزایش مصرف در این حوضه می‌باشد. همان‌طور که می‌توان از شکل (۳) مشاهده نمود، در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ فاصله بین محصولات تولیدی با محصولات مصرفی در حوضه کمتر شده است، این امر بدین معنی است که حوضه به سمتی حرکت کرده است که بیش تر نیازهای مصرفی خود را در خود حوضه تامین نماید و صادرات خود را نیز افزایش دهد اما در سال ۱۳۹۳ مشاهده می‌گردد اختلاف بین تولید محصولات و مصرف بار دیگر افزایش پیدا نموده است اما با این حال بیش‌ترین میزان مصرف در سال ۱۳۹۳ اتفاق افتاده است و بیش‌ترین تولید نیز در همین سال به وقوع پیوسته است. بنابراین سیاست خودکفایی در

جدول ۳: تولیدات آب مجازی در حوضه دریاچه ارومیه بر حسب میلیون مترمکعب

سال محصول	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	جمع	میانگین	درصد
چغندر قند	۷۹۷/۲	۱۰۲۷	۲۱۴۳	۲۱۵۴/۵	۲۶۲۳/۴	۲۲۰۷/۷	۲۸۸۰/۳	۱۳۸۳۳	۱۹۷۶/۲	۴۶/۶
گندم	۲۷۴/۴	۶۲۰/۴	۶۳۹/۱	۶۳۹/۱	۵۸۹/۸	۴۹۸/۳	۴۴۱/۸	۳۷۰۳	۵۲۹	۱۲/۵
پیاز	۴۹۲/۷	۳۸۳/۶	۳۸۰/۳	۳۸۰/۳	۴۱۸/۷	۴۰۱/۹	۳۳۵/۹	۲۷۹۳/۴	۳۹۹/۱	۹/۴
انگور	۳۵۲/۴	۳۵۷/۳	۳۶۴/۳	۳۶۴/۳	۲۹۱/۸	۳۸۵/۴	۳۳۰/۳	۲۴۴۵/۸	۳۴۹/۴	۸/۲
علوفه	۲۳۴/۷	۲۷۶/۷	۲۳۳/۴	۲۳۳/۳	۲۷۵/۲	۲۳۱/۴	۲۵۹/۹	۱۷۴۴/۶	۲۴۹/۲	۵/۹
جالیزی	۲۰۰/۱	۱۶۸/۷	۱۸۱/۴	۲۲۴/۹	۲۴۴/۸	۱۸۹/۶	۱۵۶	۱۳۶۵/۴	۱۹۵/۱	۴/۶
سیب	۱۲۴	۱۲۸/۵	۱۲۱/۹	۱۲۱/۹	۱۱۱/۶	۱۲۸/۴	۱۲۹/۳	۸۶۵/۶	۱۲۳/۷	۲/۹
سیب زمینی	۱۰۲/۴	۸۲/۶	۸۲/۹	۸۲/۹	۹۲/۸	۹۱	۸۹/۹	۵۲۴/۵	۸۹/۲	۲/۱
حبوبات	۲۹/۷	۵۵/۲	۸۸/۳	۸۸/۳	۷۴/۴	۵۸/۴	۷۳/۴	۴۶۷/۸	۶۶/۸	۱/۶
زردآلو	۱۰۰/۶	۷۰/۶	۴۰/۱	۴۰/۱	۷۸/۶	۸۴/۲	۲۱/۱	۴۳۵/۴	۶۲/۲	۱/۵

تولید محصولاتی چون چغندر و پیاز باعث بروز مشکلات منابع آبی برای حوضه شده است.

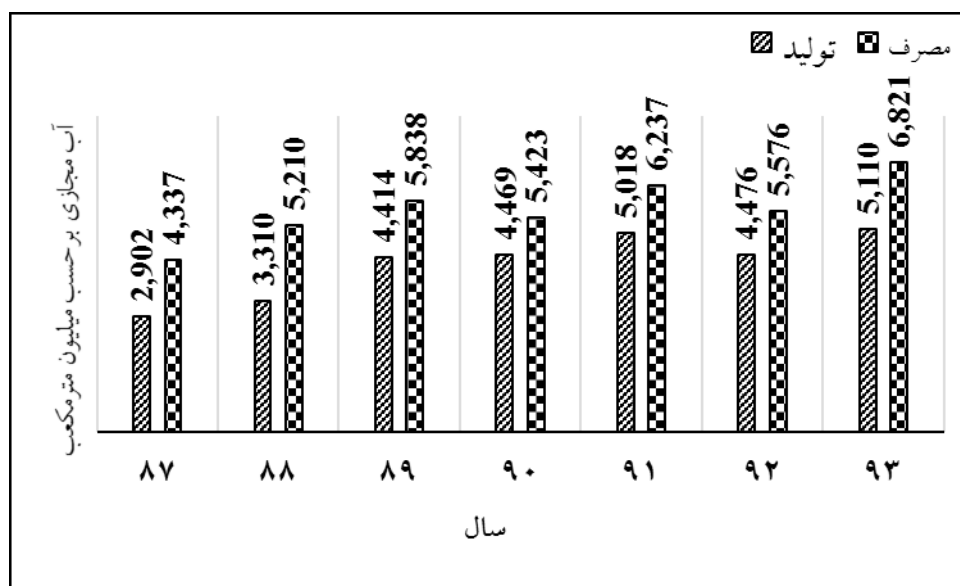
نتیجه گیری

در سیاست گذاری برای هر حوضه ای این موضوع حائز اهمیت است که به محدودیت منابع آب آن منطقه نیز توجه گردد، لذا تولید محصولاتی مانند چغندر قند، پیاز و سیب که بیشترین سهم در صادرات آب مجازی در این حوضه به عهده دارند را می توان

با محصولات دیگری (مانند حبوبات) جایگزین نمود که علاوه بر مصرف آب کمتر (در مقایسه با سایر محصولات حوضه) و صرفه اقتصادی بیشتر، در مناطق دیگر قابلیت کشت یا راندمان مناسب را نداشته باشد. از این طریق علاوه بر کمک به ذخیره بیش تر منابع آب و استفاده بهینه از آن، به اقتصاد حوضه هم کمک می شود. در حوضه دریاچه ارومیه دید اقتصادی از نظر صادرات محصولات تولید شده وجود دارد و محصولاتی از قبیل چغندر قند، پیاز و سیب در رتبه های نخست صادرات از این حوضه قرار دارند و این امر باعث خروج

جدول ۴: مصرف آب مجازی در حوضه دریاچه ارومیه بر حسب میلیون مترمکعب

سال	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	جمع	میانگین	درصد
چغندر قند	۶۹۳/۳	۹۲۹/۸	۱۷۵۸/۴	۱۴۱۴/۶	۲۰۳۳/۱	۱۴۷۹	۲۷۶۳	۱۱۰۷۱	۱۵۸۱/۶	۲۸/۱
برنج	۷۱۹/۵	۱۱۲۹/۳	۱۰۹۸/۲	۱۰۴۶/۶	۸۴۳/۹	۹۸۳/۹	۹۲۰/۴	۶۷۴۱/۸	۹۶۳/۱	۱۷/۱
گندم	۷۲۹	۸۴۷/۹	۶۷۷/۸	۵۹۰/۶	۹۳۶/۱	۵۷۳/۵	۶۴۰/۳	۴۹۹۵/۱	۷۱۳/۶	۱۲/۷
جالیزی	۲۹۶/۵	۳۸۶/۹	۴۳۰/۹	۴۷۳	۴۹۳/۴	۴۷۹/۳	۴۷۱/۹	۳۰۳۱/۹	۴۳۳/۱	۷/۷
انگور	۳۵۱/۷	۳۵۶/۲	۳۶۰/۷	۳۶۴/۹	۲۹۸/۵	۳۹۲/۳	۳۳۵/۱	۲۴۵۹/۴	۳۵۱/۳	۶/۲
پیاز	۳۵۳/۶	۲۵۳/۶	۳۱۷/۱	۲۹۷/۶	۳۳۴	۳۰۸/۳	۲۵۵/۲	۲۱۱۹/۵	۳۰۲/۸	۵/۴
علوفه	۲۳۸/۸	۲۸۳/۲	۲۳۳/۱	۲۳۲/۷	۲۸۴/۴	۲۳۱	۲۵۵/۸	۱۷۵۹/۱	۲۵۱/۳	۴/۵
دانه های روغنی	۲۲۰/۴	۲۰۳/۹	۱۸۷/۶	۱۶۸/۳	۱۳۸/۱	۱۸۷/۴	۱۶۶/۶	۱۲۷۲/۳	۱۸۱/۸	۳/۲
گوجه فرنگی	۱۵۴/۸	۲۱۶/۱	۱۴۲/۲	۱۵۶/۸	۱۹۷/۶	۱۹۳/۴	۱۳۷/۷	۱۱۹۸/۷	۱۷۱/۲	۳
حبوبات	۴۷	۹۰	۱۲۹	۱۵۵/۳	۱۰۶/۷	۱۰۰/۸	۱۲۳	۷۵۱/۷	۱۰۷/۴	۱/۹



شکل ۳: تولید و مصرف آب مجازی طی سال های مختلف در حوضه دریاچه ارومیه

5. Ehsani, M., Khaledi, H., Barghi, Y. 2007. Introduction to virtual water. Iran National Irrigation and Drainage Committee Press. 112p.

6. Falahati, A., Soheili, K., Vahedi, M. (2011). The economic pricing of water in agricultural sector by coding method. Journal of Agricultural Economics and Development, 26(2), 134-140.

7. Ghalenoie, R. 2010. Virtual water exchange between the basins and providing systematic way to reform water resources development policies Amirkabir University of Technology. MSc thesis.

8. Ghobadi, F., Saghafian, B., Araghi, Sh. 2015. The Drought Threshold, a Realistic Water Resources Management Measure for Urmia Lake Basin. Iran-Water Resources Research, 20(3), 66-76.

9. Hoekstra, A.Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., Mekonnen, M. M. 2012. The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Routledge.

10. Mahab Consulting Engineer Co. 2012. Balance of resources and water consumption (40 years Average). Ministry of Energy, Water and Waste Water Planning Office.

11. Mahmodi, B., Sarlak, M. 2008. Estimating influencing factors on water demand and supply and Iran's position in the region in terms of sustainable development. Center for Strategic Research - Expediency Discernment Council of Iran.

12. Maknoon, R., Shamsi, T.A., Rouzeghir, R., Nasibi, M. 2010. Virtual water and investigating important agricultural products and their transfer in Iran. Forth Conference on Iranian Water Resources Management. Tehran.

13. Mosavi, S., Akbari, S., Soltani, G., Zare Mehrjerdi, M. (2009). Virtual water; a new strategy to deal with water crisis. The National Conference on Water Crisis Management. Islamic Azad University of Marvdasht.

14. Nazeri Tahroudi, M., Ahmadi, F., Khalili, K. Evaluation the Trend and Trend Chang Point of Urmia Lake Basin Precipitation. Journal of Water and Soil, 31(2), 644-659.

15. Oki, T., Kanae, S. 2004. Virtual water trade and world water resources. Water Science and Technology, 49(7), 203-209.

16. Orlowsky, B., Hoekstra, A. Y., Gudmundsson, L., Seneviratne, S. I. 2014. Today's virtual water consumption

آب مجازی می‌گردد در حالیکه قابلیت کشت این محصولات در مناطق دیگر وجود چنین صادراتی را زیر سوال می‌برد که در این راستا برنامه‌ریزی برای تولید این محصولات در استان‌های پرآب و یا واردات آن‌ها از کشورهای مشترک المنافع (ویا کشت فرا سرزمینی) می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به نیازهای مصرفی کشاورزان و تمایل آن‌ها، از دیدگاه آب مجازی کاشت محصولاتی چون سیب‌زمینی و حبوبات برای این منطقه پیشنهاد می‌شود زیرا از منظر ارزش اقتصادی، حبوبات می‌تواند منبع درآمد خوبی برای کشاورزان محسوب شده و سیب‌زمینی در عین حال که آب مجازی نسبتاً اندکی دارد (در هر واحد) از مایحتاج غذایی مردم نیز به‌شمار می‌رود. تغییراتی در میزان تولید و صادرات و از سوی دیگر کشت مکانیزه و آبیاری مدرن محصولات اثر بسیار زیادی بر روی منابع آب حوضه دریاچه ارومیه خواهد داشت. علاوه بر موارد ذکر شده، مسئله عملکرد پایین تولید محصولات عامل مهمی در ایجاد فشار اضافی بر منابع آب می‌باشد و از سوی دیگر راندمان پایین مصرف آب باعث ایجاد تنش در منابع آب حوضه گردیده است. لذا استفاده از روش‌های نوین آبیاری به صورت گسترده‌تر، با راندمان بالاتر و استفاده از بذرها و محصولات اصلاح شده و مقاوم‌تر به کم آبی می‌تواند عامل‌های مناسبی برای حفاظت از منابع آبی موجود برای نسل آینده باشد. این تحقیق نشان می‌دهد که کاهش کاشت گیاهانی نظیر چغندر قند، پیاز و سیب که نقش بسزایی در مصرف و خارج نمودن آب مجازی از حوضه دریاچه ارومیه را دارند می‌تواند اقدامی مفید در راستای حفظ منابع آب حوضه دریاچه ارومیه باشد. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود که به‌دلیل اهمیت بالای رویکرد مدیریت جامع منابع آب در حوزه‌های آبخیز کشور، در ادامه این پژوهش مطالعاتی در زمینه ارتباط تجارت آب مجازی یا مباحثی چون مسائل محیط‌زیستی و مسائل اقتصادی - اجتماعی انجام شود.

منابع

1. 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.

2. Baghestany, A.A., Mehrabi Boshroabadi, H., Zare Mehrjerdi, M.R., Sherafatmand, H. 2010. Application of the Concept of Virtual Water in Water Resources Management of Iran. Iran-Water Resources Research, 6(1), 28-38.

3. Chapagain, A.K., Hoekstra A.Y. 2003. Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. Value of water research report No13, 202p.

4. Dalin, C., Qiu, H., Hanasaki, N., Mauzerall, D. L., Rodriguez-Iturbe, I. (2015). Balancing water resource conservation and food security in China. Proceedings of the

22. Yang, H., Zehnder, A. J. 2002. Water scarcity and food import: A case study for southern Mediterranean countries. *World development*, 30(8), 1413-1430.
23. Yousefi, H., Mohammadi A., Mirzaaghabek, M., Noorollahi, Y. 2017. Virtual water evaluation for grains products in Iran. Case study: pea and bean. *Journal of Water and Land Development*, 35, 275-280.
24. Yousefi, H., Mohammadi, A., Noorollahi, Y. 2019. Prioritization in Exporting Agricultural Products Using Virtual Water Concept (Case study: Melon and Watermelon). *IQBQ*, 7(2), 125-132.
25. Zhang, Y., Zhang, J., Wang, C., Cao, J., Liu, Z., Wang, L. (2017). China and Trans-Pacific Partnership Agreement countries: Estimation of the virtual water trade of agricultural products. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1493-1503.
26. Zhuo, L., Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y. 2016. Consumptive water footprint and virtual water trade scenarios for China—With a focus on crop production, consumption and trade. *Environment international*, 94, 211-223.
- and trade under future water scarcity. *Environmental research letters*, 9(7), 074007.
17. Rasouli, A. A. Rezaei banafsheh, M. Msah Bovany, A.R. Khorshiddoust, A. M., Qermzcheshmeh, B. 2014. Investigation Impact of Morpho-Climatic Parameters on Accuracy of LARS-WG Model, *Journal of Science and Watershed Engineering*. 8(24): 18-9.
18. Sabouhi, M., Soltani, G. H. 2008. Optimization of Cropping Patterns at Basin Level by Considering Social Profit and Net Virtual Water Import: A Case Study of Khorasan District. *JWSS-Isfahan University of Technology*, 12(43), 297-313.
19. Salahi, B., Goudarzi, M., Hosseini, S.A. 2017. Prediction of the Climate Parameters in the Urmia Lake Basin during 2011-2030. *Iran-Watershed Management Science & Engineering*, 11(37), 47-57.
20. Smakhtin, V., Revenga, C., Doll, P. 2004. Taking into account environmental water requirements in global-scale water resources assessments. *Comprehensive Assessment Research Report 2*. Colombo, Sri Lanka: Comprehensive Assessment Secretariat.
21. Turton. 2000. Precipitation, people, pipelines and power: Towards a virtual water based political ecology discourse. *MEWREW Occasional paper, water issues study group, School of Oriental and African Studies*. 132-153.



Abstract

Managing Virtual Water of Agricultural Products in Urmia Lake BasinM.Ebrahim Banihabib*¹, M. H. Hadinezhad² and A. Mohammadi³

Received: 2018/12/14 Accepted: 2019/08/11

Regarding the problems created for the Urmia Lake basin, which is mainly due to the lack of integrated water resources management in this basin, it is necessary to conduct studies with respect to agricultural water consumption management approach. In this research, using the available statistics on the production and consumption of crops and gardens, as well as the export and import of these commodities in the Urmia lake basin, the amount of exchange with regard to the virtual water of each product was determined. Given the crop water requirement of each plant and its yield, the amount of water used to produce the final product was determined, and then, with regard to the export and import data of each product, the figures for the water trade of the basin were identified. During the study period (2008-2012), in average, sugar beet (by devoting 394 MCM) and berries (by devoting 0.001 MCM) have highest and lowest virtual water export, respectively. In contrast, rice (by devoting 936.1 MCM) and sumac (by devoting 0.003 MCM) have highest and lowest virtual water import, respectively. Over the studied years, 9.7 MCM of virtual water were imported to the basin. Based on the results, it is also proposed to reduce the export of products such as sugar beet and onion and instead, by importing these products it could be possible to save the water. Therefore, with the presented method in this paper, the possibility of restoring water resources in a basin can be assessed through virtual water management.

Keywords: Water stress, Urmia lake basin, Virtual water budget, Water resources management

1. Professor, Department of Irrigation and Drainage, College of Aburaihan, University of Tehran, Corresponding Author: banihabib@ut.ac.ir

2. MSc graduated in Water Resources Engineering, College of Aburaihan, University of Tehran

3. PhD student in Water Resources Sciences and Engineering, College of Aburaihan, University of Tehran