

تعیین و ارزیابی رد پای آب های سبز، آبی و خاکستری در تجارت بین المللی محصولات کشاورزی ایران

مهران حکمت نیا^۱، مهدی صفدری^۲، سید مهدی حسینی^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۸

چکیده

اقلیم ایران خشک و نیمه خشک است و در معرض خشکسالی و بحران آب قرار دارد. برای کاهش بحران آب، تجارت بین المللی محصولات کشاورزی می تواند نقش بسزایی در توزیع مجدد منابع آب داشته باشد زیرا کالاهای مورد معامله حاوی مقدار زیادی آب مجازی هستند. از این رو، این تحقیق به مطالعه جامع از رد پای آب و تجارت آب مجازی ایران با استفاده از سه آب خاص به نام های آب سبز، آب آبی و آب خاکستری متمرکز است. با استفاده از مفهوم آب مجازی که توسط آلن (۱۹۹۴) معرفی و توسط هوکسترا و هانگ (۲۰۰۳) بسط داده شد، تجارت آب مجازی برای تمام محصولات زراعی ایران طی سال های ۲۰۱۶-۲۰۱۸ تخمین زده شد. نتایج نشان می دهد میانگین صادرات آب مجازی ایران ۶/۲۳۲ میلیارد متر مکعب در سال و واردات آب مجازی ۱۸/۸۳۸ میلیارد متر مکعب در سال است و به طور کلی ایران در این مدت واردکننده خالص آب مجازی است. واردات آب مجازی به ایران عمدتاً از طریق آب سبز صورت می گیرد و سهم آب سبز از کل واردات آب مجازی ایران ۷۵/۲۱ درصد است. سهم آب خاکستری از کل واردات آب مجازی ۱۲ درصد و از کل صادرات آب مجازی نیز ۸ درصد می باشد. بزرگترین صادرات آب مجازی ایران آب آبی است و ۶۵/۳۶ درصد از کل صادرات آب مجازی ایران را شکل می دهد. ایران اغلب آب مجازی سبز را از کشورهای هند، روسیه، برزیل، انگلستان، سوئیس، سنگاپور و پاکستان وارد می کند و به کشورهای عراق، امارات، ویتنام، پاکستان، هند، هنگ کنگ، روسیه، آب مجازی آبی صادر می کند. ۹۴ درصد از صادرات آب مجازی ایران مربوط به میوه، آجیل و سبزیجات است که عمدتاً از طریق پسته، خرما، سیب، فلفل و گوجه فرنگی انجام می شود. همچنین ۸۱ درصد از کل واردات آب مجازی ایران از نوع غلات است. در آخر مشخص شد فاصله مکانی و داشتن مرز مشترک زمینی و دریایی تاثیر مثبت بر تجارت آب مجازی ایران داشت و بیشترین واردات و صادرات آب مجازی با کشورهایی بود که دارای مرز مشترک با ایران بودند. همچنین واردات آب مجازی از طریق واردات محصولات کشاورزی می تواند باعث ذخیره آب در سطح ملی شود.

واژه های کلیدی: آب مجازی، آب پنهان، آب سبز، آب آبی، آب خاکستری

مقدمه

می باشد (Dalin and Konar., 2018). همچنین همه این منابع آب نمی تواند مورد استفاده قرار گیرد زیرا ممکن است در یخچال های طبیعی در پوشش برف های دائمی یا در آب های زیرزمینی عمیق که عملاً غیرقابل دسترسی است، ذخیره شده باشد. دومین عامل کمبود آب، تقاضا است که دلیل آن مصرف زیاد آب همراه با توسعه سریع اقتصادی و رشد جمعیت است (Dong et al., 2018). داده های آماری نشان می دهد که میزان مصرف جهانی آب در قرن گذشته تقریباً شش برابر شده است. همچنین گزارش ها نشان می دهد امروزه مصرف جهانی آب ۴۵۰۰ میلیارد متر مکعب در سال می باشد و تا سال ۲۰۳۰ به میزان ۶۹۰۰ میلیارد متر مکعب در سال خواهد رسید (Ercin and Hoekstra., 2014).

ایران نیز با برخورداری از سرانه آب ۱۶۰۰ متر مکعب جزء کشورهای خشک و نیمه خشک دسته بندی می شود (Ghoddusi and

آب یک منبع طبیعی اساسی برای توسعه انسانی و توسعه زیست محیطی است (Tian et al., 2018). طبق آماری که توسط سازمان بهداشت جهانی منتشر شده است، ۱/۱ میلیارد نفر در دنیا به آب شیرین دسترسی ندارند. کمبود آب از دو جهت قابل بررسی است. یکی عرضه و دیگری تقاضا. عرضه آب شیرین برای مصرف انسان بسیار محدود است و فقط ۲/۵ درصد از منابع آب جهان شیرین

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

۲- دانشیار اقتصاد منابع طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

۳- استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

(*)- نویسنده مسئول: (Email: shseyedmahdi46@gmail.com)

(Davari, 2016). دو رشته کوه البرز و زاگرس مانع رسیدن ابرهای باران‌زا از شمال و غرب کشور می‌شوند، به همین دلیل نیز بخش اعظم کشور را بخش خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهد. از طرفی با نگاه به برنامه‌های پنج‌ساله توسعه در ایران نیز می‌توان به اهمیت مدیریت منابع آب پی برد. به نحوی که موضوع مبادله آب با کشورهای همجوار با رعایت اصل هفتاد و هفتم قانون اساسی جمهوری اسلامی به صورت مکرر در برنامه‌های سوم و چهارم و پنجم توسعه آمده است. در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، کمبود آب یک عامل محدود کننده (یا حتی یک محدودیت) برای توسعه اقتصادی است (Sartori et al., 2016). افزایش جمعیت و توسعه اقتصادی از یک‌طرف، تغییرات آب و هوایی و خشکسالی گسترده از سوی دیگر مهم‌ترین عوامل ایجاد بحران‌های آبی در این مناطق محسوب می‌شود که تولید محصولات کشاورزی را به مخاطره می‌اندازد. با توجه به عدم وجود زمین‌های حاصلخیز جهت افزایش سطح زیرکشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک، افزایش تقاضا برای مواد غذایی باید از طریق تولید پایدار محصولات کشاورزی تامین شود که این امر منجر به فشار به منابع آب می‌شود و نیاز به مدیریت منابع موجود و گسترش استراتژی‌های تولید پایدار محصولات کشاورزی دارد (Faramarzi et al., 2010). یکی از راه‌کارهای مفید جهت تامین مواد غذایی مورد نیاز در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی و واردات مواد غذایی از سایر کشورها می‌باشد. در دهه ۱۹۹۰ کشورهای که با کمبود آب شیرین برای تولید مواد غذایی مواجه بودند، نیازهای غذایی خود را از طریق واردات تامین می‌کردند و این کار باعث کاهش استفاده از منابع آب شیرین و کاهش کمبود آب در این مناطق می‌شد (Allan, 1997). در گذشته استدلال شده است که واردات محصولات کشاورزی از کشورهای دارای منابع آب فراوان به کشورهای کم آب می‌تواند منجر به کاهش کم آبی در آن کشورها شود (Yang, et al., 2006).

تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی نقش مهمی در کاهش بحران‌های آب و باز توزیع جهانی منابع آب دارد. این توزیع مجدد جهانی می‌تواند از طریق کالاهای معامله شده انجام شود که دارای حجم زیادی از آب تعبیه شده (Water Embedded) در سراسر زنجیره تامین می‌باشد. تونی آلن (۱۹۹۷) آب تعبیه شده‌ای که در کالاهای مبادله شده وجود داشت را آب مجازی (Virtual Water) نامید (Allan, 1997). زیرا مقدار آب موجود در کالای نهایی در مقایسه با مقداری که در تولید آن وارد شده ناچیز است (Hoekstra et al., 2011). آب مجازی مقدار حجم آبی است که توسط کالا در کل فرایند رشد و تولید مصرف می‌شود (Allan, 1997). و به آب مورد استفاده برای تولید محصولات غذایی که در سطح بین‌المللی مورد معامله قرار می‌گیرند اشاره دارد (Allan, 1994). به این معنا که می‌توان صادرات یا واردات محصولات کشاورزی را نیز به عنوان صادرات و یا واردات

آب مجازی نیز تعریف کرد (Allan, 1997). بنابراین، تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی می‌تواند به عنوان تجارت منابع آب یک کشور به شکل مجازی تلقی شود که به آن تجارت آب مجازی (Virtual Water Trade) گفته می‌شود (Brindha, 2017). همچنین تجارت آب مجازی به مبادله آب بین مناطق مختلف از طریق مبادله کالاهای فیزیکی (به عنوان مثال محصولات کشاورزی) که برای تولید آنها نیاز به آب دارند، اشاره دارد (Dalín and Konar., 2018). در واقع، اگر یک کشور محصولی را از کشور دیگری وارد کند، آب مجازی نیز وارد می‌کند (Hoekstra, 2010). کل مقدار آب تعبیه شده‌ای که در جریان صادرات و یا واردات محصولات مختلف وجود دارد، جریان آب مجازی (Virtual Water Flow) تعریف می‌شود (Hoekstra et al., 2011). این مفاهیم به عنوان ابزاری مفید جهت مشخص کردن کمیت تجارت غیرمستقیم آب در بین کشورها و مناطق مختلف و همچنین به عنوان یک ابزار اقتصادی توانمند برای کاهش مشکلات مربوط به کمبود آب در سطح جهان مطرح شد. محققان نیز استدلال کردند که مناطق دارای کمبود آب می‌توانند با وارد کردن محصولاتی که دارای آب مجازی بالایی هستند و صادر کردن محصولاتی که میزان آب مجازی بسیار کمی دارند، به سطوح بالایی از کارایی مصرف آب در سطح جهانی دست یابند. بررسی کل آب مجازی صادراتی و وارداتی برای درک و شناخت موازنه جریان آب مجازی یک کشور در یک دوره زمانی، اهمیت فراوانی دارد. موازنه مثبت نشان‌دهنده ورود آب مجازی به آن کشور و موازنه منفی بیانگر صدور آب مجازی از آن کشور خواهد بود (Hoekstra et al., 2011). در طول سال‌های گذشته، تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی به طور چشم‌گیری افزایش یافته است. تجارت بین‌الملل، به ویژه در محصولات کشاورزی، از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا بیش از ۷۰ درصد از مصارف جهانی آب شیرین مربوط به بخش کشاورزی است (Hoekstra et al., 2011). هوکسترا و چاپاگین در سال (۲۰۰۴) نشان دادند بیشترین میزان تجارت آب مجازی مربوط به محصولات کشاورزی (۹۸۷ میلیارد مترمکعب) است. همچنین طبق تحقیقی که توسط هوکسترا و هانگ از سال‌های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۹ انجام شد، ۶۷ درصد از کل تجارت جهانی آب مجازی، مربوط به تجارت محصولات کشاورزی بود. بنابراین تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی و مصرف آب، دو فعالیت مرتبط به هم هستند و صادرات و واردات آب مجازی می‌تواند ارتباط مستقیمی با فشار بر منابع آب یک منطقه یا یک کشور داشته باشد. در چارچوب نظریه‌های تجارت بین‌الملل انتظار می‌رود که خالص صادرات آب مجازی برای کشورهای کم آب، منفی و برای کشورهای پر آب مثبت باشد (Allan, 1994).

در ایران، بیشترین برداشت از منابع آب شیرین توسط بخش کشاورزی انجام می‌شود (بیش از ۹۰ درصد) در صورتی که ایران

(2015) تجزیه و تحلیل شاخص‌های آب مجازی می‌تواند یک چارچوب ارزشمند برای تحلیل برداشت از منابع آب شیرین ارائه دهد و راه‌حل‌های بالقوه جهت کمک به مدیریت بهتر منابع آب را فراهم کند. آب مجازی با تغییر ساختار اقتصادی استفاده از آب می‌تواند به حفظ ذخائر آب شیرین در سطح ملی و جهانی کمک کند (Mubako and Lant., 2013).

تونی آلان، بنیانگذار مفهوم آب مجازی است و اصطلاح آب مجازی برای اولین بار توسط وی در اوایل دهه ۱۹۹۰ معرفی شد (Allan, 1994). در ادبیات آب مجازی، یک شاخصی که بسیار مورد اهمیت است، شاخص ردپای آب (water footprint) است. مفهوم ردپای آب در سال ۲۰۰۲ توسط هوکسترا، یک محقق هلندی برای توصیف تأثیر مصرف انسان بر سیستم‌های منابع آب معرفی شد (Hoekstra, 2003). ردپای آب نشانه استفاده مستقیم و غیرمستقیم از آب شیرین است (Hoekstra, 2003). مفهوم آب مجازی و مفهوم ردپای آب ارتباط نزدیکی باهم دارند. ردپای آب نشان‌دهنده میزان حجم مصرف آب به تفکیک منابع آب (آب‌های سطحی و زیرزمینی، آب باران) می‌باشد و میزان برداشت از منابع آب به‌منظور تولید محصولات کشاورزی در کل فرایند رشد را مشخص می‌کند. آب مجازی یک محصول میزان حجم آبی است که در کل فرایند رشد و تولید محصول مصرف می‌شود. درواقع کل ردپای آب یک محصول (مجموع آب سبز، آبی و خاکستری)، با عنوان محتوای آب مجازی آن محصول شناخته می‌شود. ردپای آب بر اساس شرایط اقلیمی هر منطقه محاسبه می‌شود و در مناطق مختلف بسیار متفاوت است زیرا طبق شرایط جغرافیایی و داده‌های آب و هوایی هر منطقه محاسبه می‌شود (Hoekstra et al., 2011).

کمبود آب توسط بسیاری از محققان با استفاده از انواع مختلفی از جمله شاخص‌های کمبود فیزیکی و اقتصادی (Seckler, 1998)، شاخص فقر آب (Sullivan et al., 2003) و شاخص آسیب‌پذیری آب (Raskin et al., 1997) مورد مطالعه قرار گرفته است. تجزیه و تحلیل رد پای آب یک روش جدید برای بررسی وضعیت آب از دید مصرف است. ردپای آب نه تنها وضعیت مصرف آب و کمبود را تعیین می‌کند بلکه می‌تواند آب تعبیه شده در واردات و صادرات را منعکس کند (Hoekstra et al., 2011). و از این طریق می‌تواند راهنمای سیاست‌گذاری‌های مربوط به تولید و تجارت محصولات باشد. و مناسب‌ترین شرایط محیطی محلی کارآمد با منابع آب را ارائه می‌دهد. در تولید محصولات کشاورزی، ردپای آب، شامل ردپای آب سبز (Green Water Footprint)، ردپای آب آبی (Blue Water Footprint) و ردپای آب خاکستری (Grey Water Footprint) می‌باشد (Hoekstra et al., 2011). ردپای آب سبز میزان آب باران مصرف شده در دوره رشد محصول را اندازه‌گیری می‌کند. ردپای آب آبی نشان‌دهنده مقدار برداشت از منابع آب‌های سطحی و

کمتر از ۱ درصد از منابع آب تجدیدشونده جهان را در اختیار دارد (Hekmatnia et al., 2018). ایران به‌عنوان یک کشور خشک و نیمه‌خشک توصیف می‌شود و دچار کمبود آب است که این امر محدودیت بزرگی در توسعه زمین‌های کشاورزی و تولید مواد غذایی ایجاد کرده است. راندمان مصرف آب کشاورزی در ایران کم و حدود ۳۶ درصد است (Faramarzi et al., 2010). بیش از ۹۰ درصد از تولید محصولات کشاورزی در ایران از طریق کشت آبی انجام می‌شود در صورتی که میانگین جهانی حدود ۴۰ درصد است. علاوه بر این سهم کشت دیم و استفاده از آب باران در تولید محصولات کشاورزی ایران تنها ۸ درصد است ولی میانگین جهانی حدود ۶۰ درصد می‌باشد (Soltani, 2013). بنابراین بررسی ردپای آب در تولید و تجارت محصولات کشاورزی ایران ضروری است. طبق آمار منتشر شده توسط سازمان جهاد کشاورزی، در سال ۱۳۹۷، کل میزان صادرات محصولات کشاورزی ایران ۴/۷۱۵ میلیون تن به ارزش ۳/۰۳۷ میلیارد دلار می‌باشد. در همان سال نیز حجم واردات محصولات کشاورزی ۱۳/۶۰۸ میلیون تن به ارزش ۴/۹۷۵ میلیارد دلار بوده است (Ministry of Jihad agriculture statistical yearbook, 2018). حجم بالای واردات محصولات کشاورزی نشان از میزان بالای واردات آب مجازی به کشور دارد. صالح نیا و باستانی (۱۳۹۶) در سال ۱۳۹۳ نشان دادند ایران با استفاده از واردات محصولات کشاورزی میزان ۹/۷۱۹ میلیارد متر مکعب آبی که برای تولید همان مقدار محصولات در داخل کشور نیاز داشته را ذخیره کرده است. با توجه به موارد ذکر شده بررسی میزان واردات و صادرات آب مجازی محصولات کشاورزی در راستای حفظ ذخائر ملی منابع آب ضرورت دارد.

در حال حاضر وسعت اراضی کشاورزی در ایران حدود ۱۹ میلیون هکتار است. از کل زمین‌های کشاورزی بیش از ۶۰ درصد به گندم، ۲۰ درصد به جو، ۵ درصد به برنج، ۲ درصد به ذرت و بقیه زمین تحت پوشش سایر محصولات زراعی است (Faramarzi et al., 2010). بیشترین میزان واردات مربوط به محصولات ذرت با ۸/۹۵۵ میلیون تن (۶۵ درصد)، جو با ۲/۴۴۵ میلیون تن (۱۷/۹۷ درصد) و برنج ۱/۵۹۶ میلیون تن (۱۱/۷۳ درصد) می‌باشد (Ministry of Jihad agriculture statistical yearbook, 2018) که نشان می‌دهد ایران برای تولید محصولات ذرت، برنج و جو با محدودیت‌های منابع آب مواجه است و این محصولات را از سایر کشورها وارد می‌کند و محصولات گروه غلات بزرگترین مصرف کننده آب آبیاری در ایران هستند.

در اکثر کشورهای خشک و نیمه‌خشک مدیریت منابع آب موضوعی بسیار پر اهمیت است زیرا اکثر کارشناسان منابع آب اعتقاد دارند که تنش‌های آبی، ناشی از کمبود فیزیکی آب نیست بلکه بیشتر آنها به دلیل مدیریت نامناسب منابع آب است (Rodriguez et al.,

مجازی موجود در تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی بین ایتالیا و چین را بررسی کردند و نتایج نشان داد که ۹۱ درصد از واردات آب مجازی کشور ایتالیا از کشور چین مربوط به محصولات کشاورزی است در صورتی که صادرات آب مجازی ایتالیا به چین مربوط به محصولات دامی است. کبیر و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی جریان آب مجازی محصولات کشاورزی عربستان سعودی برای سال ۲۰۱۲ پرداختند. در سال ۲۰۱۲، این کشور تقریباً ۹۲۲ میلیون متر مکعب آب مجازی را به صورت محصولات زراعی وارد کرده است، که در این میان سهم عمده آن‌ها جو (۴۴/۵ درصد)، برنج (۱۵/۱ درصد) و گندم (۱۳/۷ درصد) بود. این کشور ۹۷۰ میلیون متر مکعب آب مجازی صادر کرده است، که به طور عمده محصول خرما (۳۰/۳ درصد)، سیب زمینی (۱۳/۶ درصد)، دانه آفتاب‌گردان (۸/۶ درصد) و ذرت (۸/۲ درصد) محصولات صادراتی آب مجازی این کشور هستند. صالح نیا و باستانی (۱۳۹۶) راهبرد تجارت آب مجازی محصولات زراعی و باغی ایران را در سال ۱۳۹۳ بررسی کردند. نتایج نشان داد میزان ذخیره منابع ملی آب با استفاده از تجارت آب مجازی میزان ۹/۷۱۹ میلیارد متر مکعب می‌باشد و نشان دادند می‌توان از این آب ذخیره شده در بخش صنعت برای ارزآوری بیشتر استفاده کنند. امید و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از نرم‌افزار کراپ‌وات مقدار نیاز آبی خالص و آب مجازی تولید محصول چغندر و نیشکر را در سطح ملی محاسبه و سپس به تحلیل ردپای آب صادرات و واردات این محصول در ایران برای دوره ۱۳۹۳-۱۳۸۴ پرداختند. نتایج نشان داد در صورت واردات شکر از سایر کشورها، به جای تولید در داخل براساس کشت چغندر قند و نیشکر در استان‌های مختلف ایران، در مجموع حدود ۱۳ میلیارد متر مکعب آب در طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۸۴ صرفه جویی می‌شد. همچنین بیشترین میزان واردات آب مجازی این محصول مربوط به کشورهای امارات متحده عربی، برزیل، سوئیس، انگلستان و هند می‌باشد. کیانی (۱۳۹۷) به بررسی وضعیت تجارت آب مجازی در سطح ملی و بین استان‌های کشور برای سال ۱۳۸۵ پرداخت. نتایج نشان داد در این سال حدود ۱۸۶۶۶ میلیون متر مکعب آب مجازی از طریق مبادله محصولات کشاورزی بین استان‌های کشور جابه‌جا شده است. استان فارس بزرگ‌ترین صادرکننده و استان تهران بزرگ‌ترین وارد کننده آب مجازی بودند. همچنین استان‌های کرمان، هرمزگان و سمنان که جزو استان‌های خشک کشور هستند، صادر کننده آب مجازی به سایر استان‌ها و در مقابل استان‌های پرباران گیلان، چهارمحال و بختیاری، لرستان، کردستان، آذربایجان غربی، کهگیلویه و بویراحمد و کرمانشاه وارد کننده آب مجازی بوده‌اند. علیقلی نیا و همکاران (۱۳۹۶) شاخص ردپای آب محصولات عمده کشاورزی در حوزه آبریز دریاچه ارومیه را محاسبه کردند و نتایج نشان داد که سهم آب آبی و سبز در تولید محصولات عمده زراعی به ترتیب ۰/۷۵ و ۰/۲۵ درصد می‌باشد و

زیرزمینی است و به طور سنتی، استفاده از سیستم‌های آبیاری به مفهوم آب آبی است (Hoekstra et al., 2011). ردپای آب خاکستری حجم آب شیرین مورد نیاز برای رقیق‌سازی و جذب مواد مغذی کودهای شیمیایی و آلاینده‌ها با استفاده از نفوذ عمقی آب و یا آب‌های سطحی است (Hoekstra, 2003).

پیشینه تحقیق

تا کنون تحقیقات گسترده‌ای در سطح جهانی در خصوص تجارت آب مجازی و ردپای تجارت آب مجازی محصولات مختلف کشاورزی بین مناطق مختلف انجام شده است. ال‌امری و مایکل (۲۰۱۹) میزان تجارت آب مجازی محصولات زراعی عربستان سعودی را بین سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۰۰ محاسبه کردند. نتایج نشان داد متوسط تجارت آب مجازی عربستان سعودی ۱۲/۶ میلیارد متر مکعب در سال بود و در این دوره زمانی وارد کننده خالص آب مجازی بود. واردات آب مجازی عربستان سعودی از طریق یونجه صورت می‌گرفت و خرما مهم‌ترین محصول صادراتی این کشور بود. آنتونلی و همکاران (۲۰۱۷) جریان آب مجازی محصولات کشاورزی را در کشورهای عضو اتحادیه اروپا بررسی کرده و نتایج نشان می‌دهد که ۶۵ درصد از کل واردات آب مجازی مربوط به آب آبی است و کشورهای ایتالیا و اسپانیا صادرکنندگان اصلی آب آبی هستند. بریندا (۲۰۱۷) جریان آب مجازی محصولات کشاورزی و دامی کشور هند با سایر کشورها را برای دوره زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۳ مورد بررسی قرار داد. متوسط صادرات آب مجازی هند ۵۹ میلیارد مترمکعب در سال و واردات آب مجازی کشور هند ۳۲/۶ میلیارد مترمکعب محاسبه شد. واردات خالص آب مجازی ۲۶/۴- میلیارد مترمکعب در سال محاسبه شد که نشان می‌دهد هند صادر کننده خالص آب مجازی است. ۷۹ درصد از صادرات آب مجازی هند از طریق روغن، غلات، محصولات صنعتی (پنبه، کف هندی و غیره) و کالاهای نیمه‌لوکس بود. همچنین ۷۱ درصد از واردات آب مجازی هند مربوط به آجیل و دانه های روغنی است. بیشترین تجارت آب مجازی از هند به کشورهای آسیا (۷۴٪ صادرات آب مجازی و ۵۹ درصد واردات آب مجازی) است. تیان و همکاران (۲۰۱۸)، به بررسی تجارت آب مجازی کشور چین در سال‌های بین ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹ پرداختند. نتایج نشان داد که در سال ۱۹۹۵، ۱۱/۲ درصد از تجارت جهانی آب مجازی مربوط به کشور چین می‌باشد و در سال ۲۰۰۹، سهم این کشور از تجارت جهانی آب مجازی به ۱۳/۶ درصد رسیده است. چین واردات آب مجازی را از کشورهای آمریکا، هند و برزیل انجام می‌دهد و به کشورهای ژاپن، آلمان و آمریکا آب مجازی صادر می‌کند. طبق نتایج تحقیق مشخص شد در این دوره زمانی کشور چین صادرکننده خالص آب مجازی بوده است. لاماسترا و همکاران (۲۰۱۸) جریان آب

محصول (ET_c) از طریق معادله (۲) برای محصولات مختلف محاسبه شد (Abaei and Etedali, 2014):

$$ET_c = ET_0 \times K_c \quad (2)$$

در معادله (۲)، K_c متوسط ضریب گیاهی است که با در نظر گرفتن موقعیت آب و هوایی، تاریخ کاشت و دوره رشد گیاه تعیین می‌شود. سپس مقدار بارش موثر با استفاده از روابط حفاظت خاک امریکا از طریق زیر محاسبه شد.

$$P_{eff} = \frac{p \times (125 - 0.2 \times 3 \times p)}{125} \text{ for } P \leq \frac{250}{3} \text{ mm} \quad (3)$$

که در رابطه فوق P_{eff} میزان بارندگی موثر^۳ و P کل بارندگی در بازه زمانی تحقیق می‌باشد. پس از محاسبه تبخیر-تعرق و بارندگی موثر، مقدار نیاز آبی (CWR) از طریق معادله (۴) محاسبه شد (Hoekstra and Hung, 2002):

$$CWR = ET_c \times A \quad (4)$$

در معادله (۴)، A سطح زیر کشت هر محصول می‌باشد. جهت برآورد حجم آب مجازی مصرف شده (مترمکعب بر تن) از معادله (۵) بهره گرفته شد که در معادله (۵) CWR نیاز آبی محصول (مترمکعب آب به ازای هر هکتار) و Y متوسط عملکرد (کیلوگرم بر هکتار) است (Hoekstra and Hung, 2002):

$$VWC = \frac{CWR}{Y} \quad (5)$$

به منظور محاسبه شاخص‌های مصرف آب آبی^۴ (CWU_{Blue}) و مصرف آب سبز^۴ (CWU_{Green}) بر حسب متر مکعب بر هکتار، تبخیر و تعرق واقعی گیاه، بارندگی موثر و نیاز خالص آبیاری در محیط نرم افزار CROPWAT ورژن ۸ برای کل طول مراحل رشد گیاه بدست آمد سپس شاخص‌های مصرف آب آبی و مصرف آب سبز با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (Abaei and Etedali, 2014):

$$CWU_{Blue} = IR_{Irr} = 10 \times IE_{Irr} \times GI_{Irr}$$

$$CWU_{Green} = 10 \times P_{eff} = 10 \times (ET_c - IR_{Irr})$$

که در معادله (۶) و (۷)، IR_{Irr} نیاز خالص آبیاری^۵ (میلی‌متر)، IE_{Irr} راندمان آبیاری^۶ (میلی‌متر)، GI_{Irr} نیاز ناخالص آبیاری^۷ (میلی‌متر)، در طول دوره‌ی رشد گیاه (میلی‌متر)، که از اختلاف بین جمع تبخیر و تعرق واقعی محصول (ET_c) و نیاز خالص آبیاری محاسبه می‌شود. عدد ۱۰ به جهت تبدیل واحد میلی‌متر به متر مکعب در هکتار می‌باشد (Abaei and Etedali, 2014).

ردپای آب سبز^۸ (WF_{Green}) و ردپای آب آبی^۱ (WF_{Blue}) بر

میانگین آب مصرف شده برای تولید محصولات مختلف زراعی ۳۵۴۷/۸۳ متر مکعب به‌ازای هر تن محصول می‌باشد. بررسی منابع نشان داد اکثر تحقیقات صورت گرفته در زمینه آب مجازی در ایران به صورت ملی و بر روی محصولاتی خاص متمرکز بود. در این تحقیق میزان ردپای صادرات و واردات آب مجازی ایران در تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی به تفکیک آب سبز، آبی آبی و آب خاکستری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. همچنین کشورهایی که آب مجازی از آن‌ها وارد شده و آب مجازی به آن‌ها صادر شده به تفکیک ردپای آب معرفی می‌گردد. سپس میزان حجم آب ذخیره شده توسط تجارت آب مجازی بررسی می‌شود. در نهایت محصولاتی که بیشترین نقش را در واردات و صادرات آب مجازی ایران دارند معرفی می‌شوند. موارد ذکر شده تاکنون مورد توجه قرار نگرفته و جنبه نوآوری تحقیق حاضر می‌باشد.

روش تحقیق

محاسبه ردپای آب

در این تحقیق ردپای سبز، آبی و خاکستری تولید محصولات صادراتی کشور توسط چهارچوب پیشنهاد شده توسط Hoekstra et al (2011)، Hoekstra and Chapagain (2008)، Hoekstra et al (2009)، Ababaei and Etedali (2014) محاسبه شد. در این چهارچوب، ردپای آب سبز و آبی محصولات کشاورزی بر حسب میلیون متر مکعب بر تن از تقسیم مصرف آب سبز و آبی بر عملکرد محصول بدست می‌آید. برای برآورد حجم مصرف آب آبی و آب سبز ابتدا باید تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_0) با استفاده از پارامترهای آب و هوایی محاسبه شود. در این مطالعه برای به دست آوردن تبخیر و تعرق مرجع از معادله فائو-پنمن-مونتیت^۱ استفاده شد (Allen et al., 1994):

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_2)} \quad (1)$$

که:

ET_0 تبخیر-تعرق مرجع (میلی‌متر بر روز)، R_n تابش خالص خورشید در سطح پوشش گیاهی (مگاژول بر متر مربع در روز)، G جریان حرارت خاک (مگاژول بر متر مربع در روز)، T میانگین دمای هوای روزانه (سانتی‌گراد)، U_2 سرعت باد در ارتفاع دو متری (متر بر ثانیه)، e_s فشار بخار اشباع (کیلوپاسکال)، e_a فشار بخار واقعی هوا (کیلوپاسکال)، $e_s - e_a$ کسری فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال)، Δ شیب منحنی فشار بخار (کیلوپاسکال بر درجه سانتی‌گراد) و γ ضریب رطوبتی (کیلوپاسکال بر درجه سانتی‌گراد) می‌باشد.

پس از محاسبه تبخیر و تعرق مرجع، مقدار تبخیر و تعرق

2- Effective Precipitation

3- Crop Water Use Blue

4- Crop Water Use Green

5- Net Irrigation Requirements

6- Irrigation Efficiency

7- Gross Irrigation Requirements

8- Water Footprint Green

1- FAO Penman-Monteith

برای محصول وارداتی i از کشور j (متر مکعب بر تن)، W_{ij} وزن محصول وارداتی i از کشور j (تن)، $I_j=1,2,3$ ، n نشان دهنده محصولات مختلف (مانند گندم، جو، برنج و غیره) و m نیز نشان دهنده کشورهای مختلفی که از آن‌ها محصولات وارد می‌شود، می‌باشد.

کل صادرات آب مجازی محصولات کشاورزی ایران به سایر کشورها از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$VWE = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l VWC_{si} \times W_{ik} \quad (12)$$

که در رابطه ۱۲، VWE کل صادرات آب مجازی (متر مکعب)، VWC_{si} محتوای آب مجازی برای محصول i صادر شده از ایران (متر مکعب بر تن)، W_{ik} وزن محصول i صادر شده از ایران به کشور k ، $I, k=1,2,3$ کشورهای k که محصولات کشاورزی به آن‌ها صادر می‌شود و n نشان دهنده محصولات صادراتی می‌باشد.

در نهایت جریان خالص آب مجازی بر حسب متر مکعب در سال از طریق معادله‌ی زیر بدست می‌آید (Hoekstra and Mekonnen, 2012):

$$NVWF = VWI - VWE \quad (13)$$

در معادله‌ی (۱۱)، $NVWF$ جریان خالص آب مجازی، VWI واردات آب مجازی و VWE صادرات آب مجازی می‌باشد.

برای محاسبه مقدار واردات آب مجازی سبز^۲، واردات آب مجازی آبی^۳ و واردات آب مجازی خاکستری^۴ بر حسب مترمکعب در سال برای هر محصول وارد شده به کشور، به ترتیب مقدار ردپای آب سبز، آبی و خاکستری هر محصول (متر مکعب بر تن)، در میزان واردات محصول (تن) ضرب می‌شود (Zhang et al., 2016). در این تحقیق از میانگین جهانی ردپای آب برای محصولات وارد شده به ایران استفاده شد.

به منظور محاسبه میزان واردات آب مجازی سبز از معادله‌ی (۱۴) استفاده شد. در این معادله، $Green\ VWI$ واردات آب مجازی سبز (متر مکعب در سال)، $Green\ WF_{ij}$ ردپای آب سبز تولید محصول i در کشور j (متر مکعب بر تن)، W_{ij} وزن محصول وارداتی i از کشور j (تن)، $I_j=1,2,3$ ، n نشان دهنده محصولات مختلف (مانند گندم، جو، برنج و غیره) و m نیز نشان دهنده کشورهای k که از آن‌ها محصولات کشاورزی وارد شده می‌باشد. برای محاسبه مقدار واردات آب مجازی آبی و آب مجازی خاکستری از معادلات (۱۵) و (۱۶) استفاده شد. در این معادلات، $Blue\ VWI$ واردات آب مجازی آبی و $Grey\ VWI$ واردات آب مجازی خاکستری (متر مکعب در سال)، $Blue\ WF_{ij}$ و $Grey\ WF_{ij}$ به ترتیب ردپای آب آبی و ردپای آب خاکستری تولید محصول i در کشور j (متر مکعب بر تن)، W_{ij} وزن محصول وارداتی i

حسب متر مکعب بر کیلوگرم از تقسیم مقدار آب مصرفی آبی و مقدار آب مصرفی سبز بر مقدار محصول تولیدی (Y) (کیلوگرم بر هکتار) محاسبه می‌شود (Hoekstra et al., 2011):

$$WF_{Green} = \frac{CWU_{Green}}{Y} \quad (8)$$

$$WF_{Blue} = \frac{CWU_{Blue}}{Y} \quad (9)$$

برای محاسبه ردپای آب خاکستری (WF_{Grey}) در شرایط فاریاب از رابطه زیر استفاده شد (Hoekstra et al., 2011; Abaei and Etedali, 2014):

$$WF_{Grey} = \frac{\alpha_{Irr} \times NAR_{Irr}}{C_{Max} - C_{Nat}} \times \frac{1}{Yield_{Irr}} \quad (10)$$

α درصد تلفات کودهای نیتروژن، NAR نرخ مصرف کود (کیلوگرم بر هکتار)، C_{Max} غلظت بحرانی نیتروژن (متر مکعب بر هکتار)، C_{Nat} غلظت واقعی آب نیتروژن در منابع آب دریافت کننده، $Yield$ عملکرد هر محصول (تن بر هکتار) است. غلظت بحران آب نیتروژن در منابع آب دریافت کننده بر اساس استاندارد US-EPA نیز ۱۰ میلی گرم بر لیتر منظور شد و به دلیل آن که مقدار واقعی غلظت نیتروژن در منابع آب دریافت کننده مشخص نیست، مقدار آن صفر در نظر گرفته شد. همچنین درصد تلفات کودهای نیتروژن ۵ درصد منظور شد (Chapagain et al., 2006).

محاسبه واردات و صادرات آب مجازی سبز، آبی و خاکستری

جریان تجارت آب مجازی بین ایران و کشورهایی که از آن‌ها محصولات کشاورزی وارد شده است، از طریق ضرب مقدار حجم تجارت محصولات کشاورزی (تن) در محتوای آب مجازی آن محصول (متر مکعب بر تن) بر مبنای معادل آن در ایران و میانگین جهانی محاسبه می‌شود. محتوای آب مجازی محصولات صادراتی از ایران از طریق روابط بالا بدست آمد. برای محاسبه میزان واردات آب مجازی، محتوای آب مجازی VWC محصولاتی که ایران وارد کرده، از سایت فائو استخراج شد، سپس با استفاده از روابط زیر، میزان واردات آب مجازی محاسبه شد.

واردات آب مجازی برای هر محصول با ضرب مقدار محصول وارداتی (تن) از یک کشور در محتوای آب مجازی محصول از آن کشور (متر مکعب بر تن) تخمین زده خواهد شد (Hoekstra and Mekonnen, 2012). کل واردات آب مجازی برای همه محصولات زراعی از جمع واردات آب مجازی برای محصولات مختلف بدست می‌آید:

$$VWI = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m VWC_{ij} \times W_{ij} \quad (11)$$

که در رابطه ۱۱، VWI کل میزان واردات آب مجازی برای همه‌ی محصولات زراعی (متر مکعب)، VWC_{ij} محتوای آب مجازی

2- Net Virtual Water Flow

3- Green Virtual Water Import

4- Blue Virtual Water Import

5- Grey Virtual Water Import

1- Water Footprint Blue

از کشور j (تن)، $j=1, 2, 3$ می‌باشد.

$$Green VWI = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Green WF_{ij} \times W_{ij} \quad (14)$$

$$Blue VWI = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Blue WF_{ij} \times W_{ij} \quad (15)$$

$$Grey VWI = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Grey WF_{ij} \times W_{ij} \quad (16)$$

میزان صادرات آب مجازی سبز، آبی و خاکستری نیز از طریق روابط (۱۷)، (۱۸) و (۱۹) بدست آمد. در این روابط، $Green VWE$ ، $Blue VWE$ و $Grey VWE$ صادرات آب مجازی آبی^۲ و $Grey VWE$ صادرات آب مجازی خاکستری^۳ (مترمکعب در سال) می‌باشد. $Green WF_i$ ، $Blue WF_i$ و $Grey WF_i$ به ترتیب ردپای آب سبز، آبی و خاکستری محصول i تولید شده در ایران (مترمکعب بر تن)، W_{ik} وزن محصول i صادر شده از ایران به کشور k ، $k=1, 2, 3$ می‌شود و n نشان دهنده محصولات صادراتی می‌باشد.

$$Green VWE = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l Green WF_{si} \times W_{ik} \quad (17)$$

$$Blue VWE = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l Blue WF_{si} \times W_{ik} \quad (18)$$

$$Grey VWE = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l Grey WF_{si} \times W_{ik} \quad (19)$$

نتایج و بحث

واردات و صادرات آب مجازی

کل میزان صادرات و واردات آب مجازی محصولات کشاورزی ایران در جدول ۱ ارائه شده است. کل میزان صادرات آب مجازی به ترتیب برای سال‌های ۲۰۱۶، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸، میزان ۶۲۱۷/۳۸۵، ۶۴۹۵/۷۵۰ و ۵۹۸۳/۶۰۵ میلیون متر مکعب و واردات آب مجازی به ترتیب برای سال‌های ۲۰۱۶، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸، میزان ۱۸۴۱۸/۹۸۹، ۱۷۷۰۹/۴۰۱ و ۲۰۳۸۶/۳۱۷ میلیون متر مکعب برآورد شد. همچنین مجموع واردات آب مجازی در دوره زمانی تحقیق ۵۶۵۱۴ میلیون متر مکعب و صادرات آب مجازی نیز ۱۸۶۹۷ میلیون متر مکعب محاسبه شد. بررسی جریان خالص آب مجازی نشان می‌دهد ایران وارد کننده‌ی خالص آب مجازی است به طوری که خالص جریان آب مجازی برای سال‌های ۲۰۱۶، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸، به ترتیب میزان ۱۲۲۰۱/۱۵۳، ۱۱۲۱۳/۶۵۱ و ۱۴۴۰۲/۷۱۱ + میلیون متر مکعب محاسبه شد. درواقع ارزش مثبت جریان خالص آب مجازی نشان از تراز مثبت تجارت آب مجازی دارد و همچنین به میزان ذخیره منابع آب یک کشور اشاره دارد و طبق نتایج در سال‌های ۲۰۱۶، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸، به ترتیب میزان ۱۲۲۰۱/۱۵۳، ۱۱۲۱۳/۶۵۱ و ۱۴۴۰۲/۷۱۱ + میلیون متر مکعب منابع ملی آب ایران ذخیره شده است که با نتایج تحقیق صالح نیا و باستانی (۱۳۹۶) هم‌خوانی دارد.

صالح نیا و باستانی (۱۳۹۶) میزان آب ذخیره شده در تجارت آب مجازی ایران در سال ۱۳۹۳ را ۹۷۱۹/۳۵ میلیون متر مکعب برآورد کردند (صالح نیا و باستانی، ۱۳۹۶).

ردپای تجارت آب مجازی

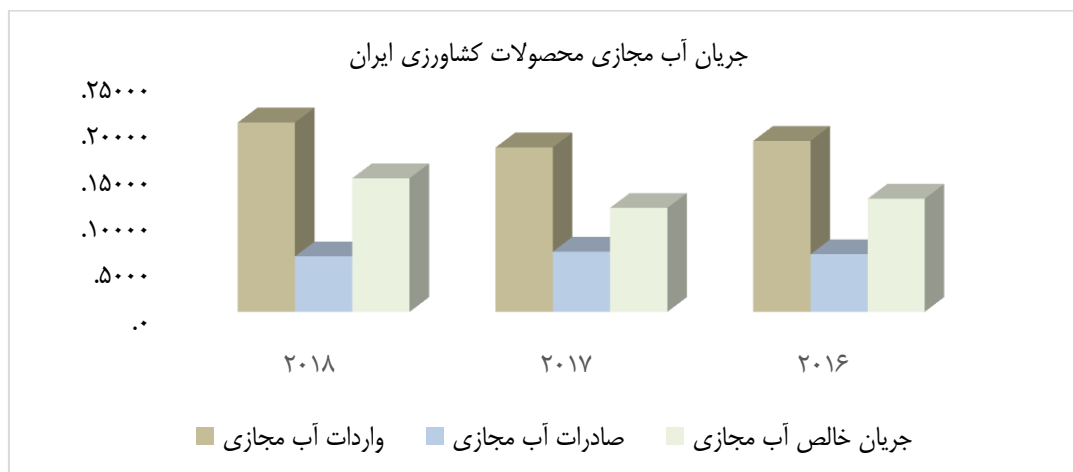
در شکل ۲ ردپای تجارت آب مجازی محصولات کشاورزی ایران به تفکیک آب سبز، آبی و خاکستری ارائه شده است. همان‌طور که در این شکل به وضوح نمایان شده، سهم عمده از صادرات آب مجازی ایران، آب آبی است. از دلایل اصلی این موضوع می‌توان به برداشت از منابع آب زیرزمینی و استفاده از سیستم‌های آبیاری برای تولید اکثر محصولات کشاورزی در داخل ایران اشاره کرد که در نهایت صادرات این محصولات باعث صادرات آب مجازی آبی می‌شود. ایران در واردات آب مجازی، آب سبز وارد می‌کند. آب سبز، آب حاصل از بارندگی است و فشاری بر منابع آب وارد نمی‌کند. بخش کشاورزی در مقایسه با سایر بخش‌ها پتانسیل بالایی در استفاده از آب باران برای تولید محصولات خود دارد و واردات آب مجازی سبز نشان می‌دهد اکثر کشورهای دنیا از این پتانسیل به خوبی استفاده می‌کنند. ایران در تجارت آب مجازی در سال‌های ۲۰۱۶، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ به ترتیب میزان ۴۳۴۷/۶۰۰، ۴۱۷۳/۶۴۰ و ۳۷۵۲/۵۴۲ میلیون متر مکعب آب آبی صادر و میزان ۲۰۱۶/۹۴۵، ۲۲۸۴/۶۸۰ و ۲۸۱۲/۰۰۹ میلیون متر مکعب آب آبی وارد کرده است. همچنین میزان صادرات آب سبز ۱۶۱۴/۷۰۵، ۱۷۱۹/۴۵۱ و ۱۷۵۸/۱۸۴ میلیون متر مکعب و میزان واردات نیز ۱۴۳۱۲/۹۹۶، ۱۳۱۴۱/۵۳۰ و ۱۵۰۳۱/۲۴۴ میلیون متر مکعب است. آب خاکستری سهم ناچیزی در صادرات آب مجازی ایران دارد ولی میزان واردات آب خاکستری نیز ۲۰۸۹/۰۴۶، ۲۲۸۳/۱۹۰ و ۲۵۴۳/۰۶۳ میلیون متر مکعب می‌باشد. از شکل ۳ می‌توان نتیجه گرفت که بیش از ۶۰ درصد از صادرات آب مجازی ایران از طریق آب آبی صورت می‌گیرد.

در شکل ۳ سهم آب سبز، آبی و خاکستری در واردات و صادرات آب مجازی ارائه شده است. نتایج شکل ۳ نشان دهنده‌ی این واقعیت است که در تجارت آب مجازی محصولات کشاورزی، ایران آب آبی (منابع آب زیرزمینی و سطحی) خود را به جهان صادر می‌کند در صورتی که آب سبز (آب باران) و آب خاکستری را وارد می‌کند. این موضوع نشان می‌دهد که اکثر کشورهای جهان محصولاتی را تولید می‌کنند که بیشترین استفاده را از منابع آب باران دارند و الگوی کشت منطقه‌ای به استفاده حداکثری از آب باران توجه دارد و نیز سیاست‌های صادرات محصولات کشاورزی آن‌ها با توجه به همین موضوع انجام می‌شود که هم باعث ایجاد درآمد ارزی و هم باعث ذخیره منابع آب آن کشورها می‌شود.

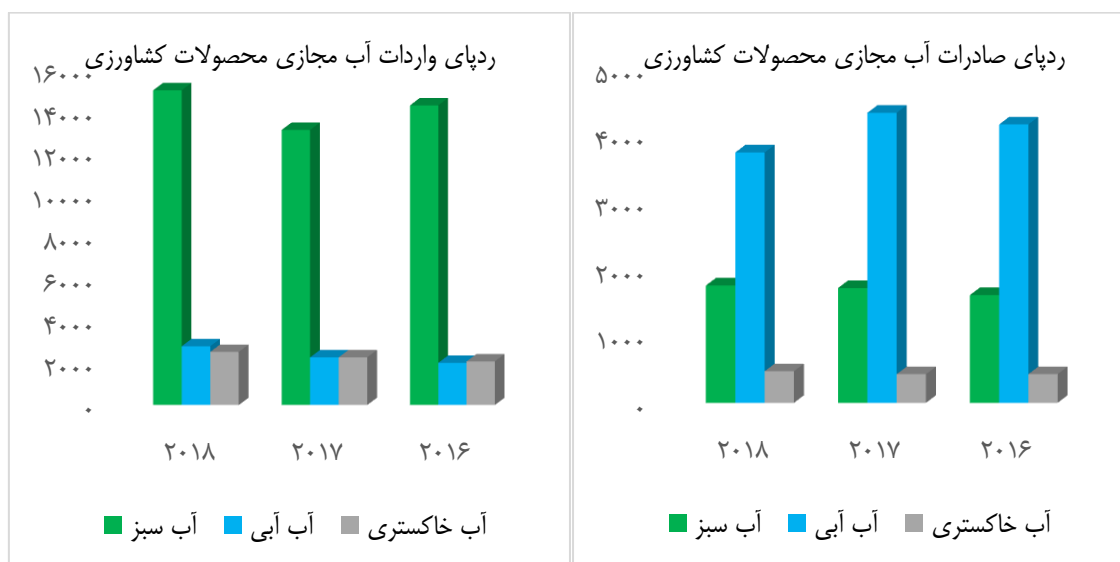
- 1- Green Virtual Water Export
- 2- Blue Virtual Water Export
- 3- Grey Virtual Water Export

جدول ۱- واردات و صادرات آب مجازی محصولات کشاورزی (میلیون متر مکعب)

سال	واردات آب مجازی	صادرات آب مجازی
۲۰۱۸	۲۰۳۸۶/۳۱۷	۵۹۸۳/۶۰۵
۲۰۱۷	۱۷۷۰۹/۴۰۱	۶۴۹۵/۷۵۰
۲۰۱۶	۱۸۴۱۸/۹۸۹	۶۲۱۷/۸۳۵
جمع	۵۶۵۱۴/۷۰۷	۱۸۶۹۷/۱۹۱
میانگین	۱۸۸۳۸/۲۳۵	۶۲۳۲/۳۹۷



شکل ۱- جریان آب مجازی محصولات کشاورزی ایران ۲۰۱۶-۲۰۱۸



شکل ۲- ردپای تجارت آب مجازی به تفکیک آب سبز، آب آبی و آب خاکستری ۲۰۱۶-۲۰۱۸

بوده است. این موضوع نشان دهنده‌ی استفاده بی‌رویه از منابع آب آبی برای تولید و صادرات محصولات کشاورزی در ایران است که می‌تواند به دلیل عدم وجود آمایش سرزمین در بخش کشاورزی و فقدان الگوی کشت بهینه براساس شرایط اقلیمی برای استفاده از آب

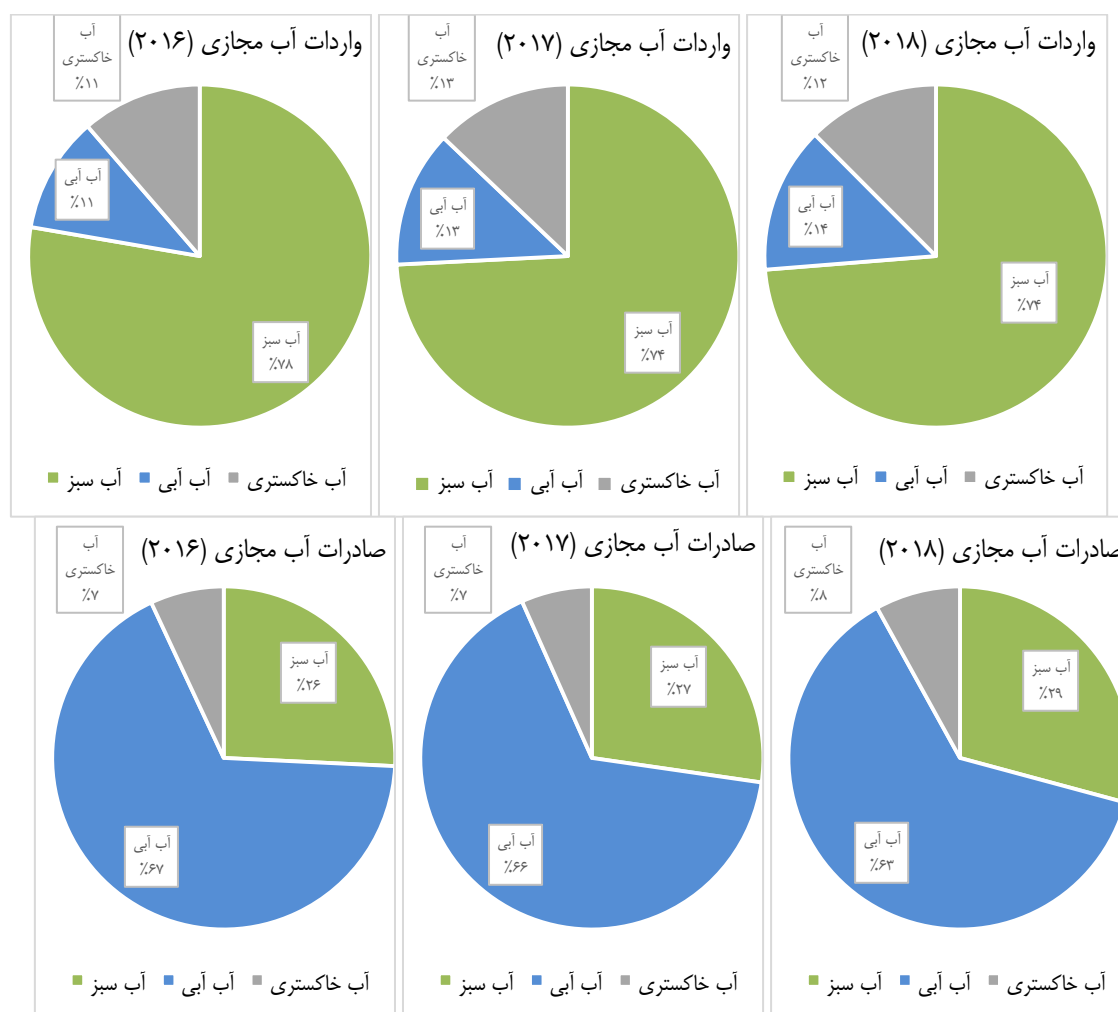
بررسی ردپای آب در تجارت محصولات کشاورزی در سال ۲۰۱۸ نشان می‌دهد در ایران ۶۲/۷۸ درصد از صادرات آب مجازی محصولات کشاورزی از طریق آب آبی صورت گرفته در صورتی که در همین سال ۷۳/۷۳ درصد از واردات آب مجازی از طریق آب سبز

کشاورزی ایران می‌باشد. ایران در تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی آب آبی صادر و آب سبز وارد می‌کند که ادامه‌ی این روند می‌تواند منجر به کاهش ذخائر ملی منابع آب شیرین در ایران شود.

سبز و اصل بهره‌وری مصرف آب باشد. در سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۶ نیز به‌همین ترتیب میزان استفاده از آب آبی در صادرات محصولات کشاورزی ۶۶/۰۳ درصد و ۶۷/۲۹ درصد بوده‌است، حال آن‌که ۷۴/۲۱٪ و ۷۷/۷۱٪ نیز سهم آب سبز در واردات آب مجازی محصولات

جدول ۲- ردپای تجارت آب مجازی محصولات کشاورزی ایران (میلیون متر مکعب)

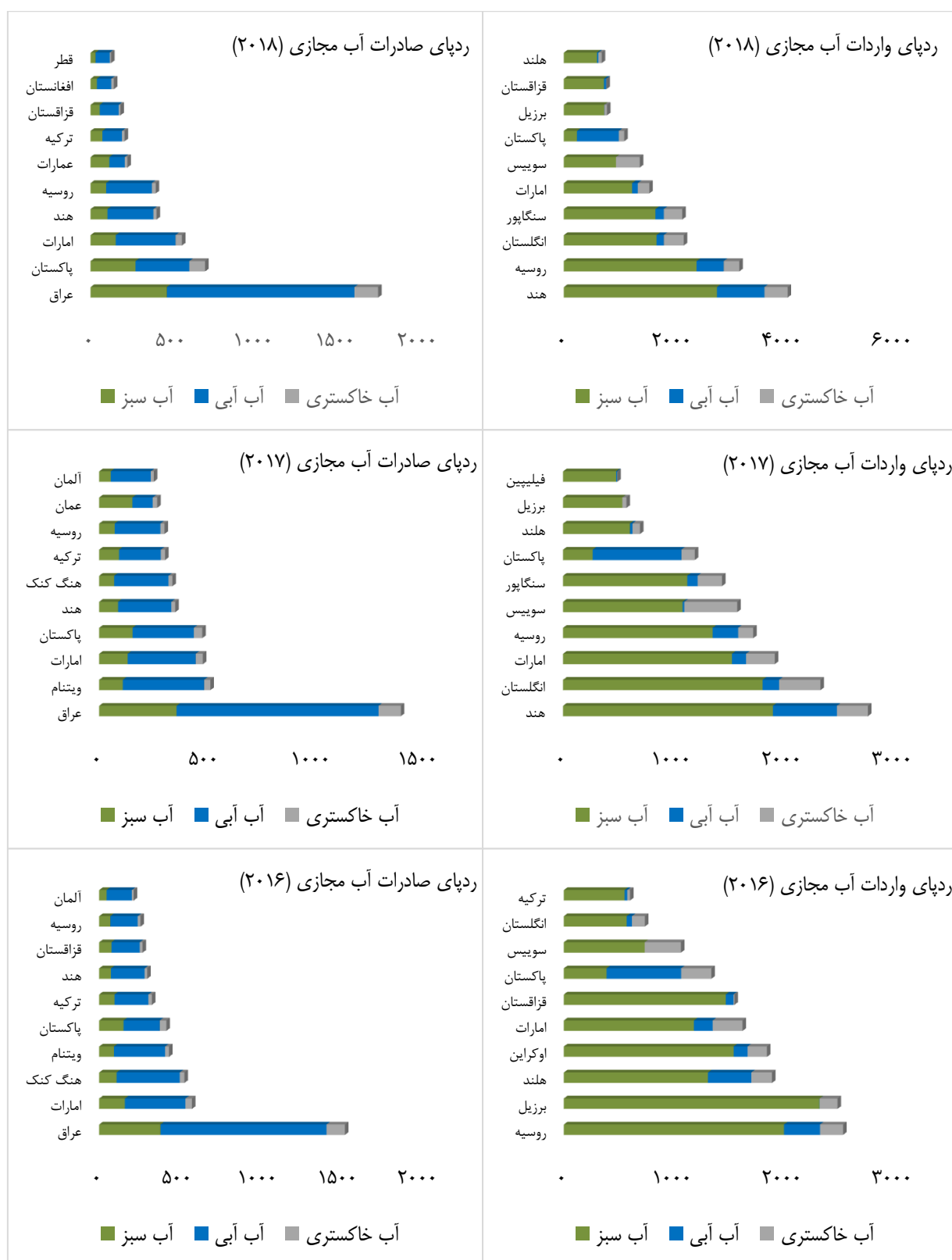
سال	ردپای صادرات آب مجازی			ردپای واردات آب مجازی		
	GVWE	BVWE	Grey VWE	GVWI	BVWI	Grey VWI
۲۰۱۸	۱۷۵۸/۱۸۴	۳۷۵۲/۵۴۲	۴۷۲/۸۷۹	۱۵۰۳۱/۲۴۴	۲۸۱۲/۰۰۹	۲۵۴۳/۰۶۳
۲۰۱۷	۱۷۱۹/۴۵۱	۴۳۴۷/۶۰۰	۴۲۸/۶۹۸	۱۳۱۴۱/۵۳۰	۲۲۸۴/۶۸۰	۲۲۸۳/۱۹۰
۲۰۱۶	۱۶۱۴/۷۰۵	۴۱۷۳/۶۴۰	۴۲۹/۴۸۹	۱۴۳۱۲/۹۹۶	۲۰۱۶/۹۴۵	۲۰۸۹/۰۴۶



شکل ۳- ردپای واردات و صادرات آب مجازی ایران، ۲۰۱۶-۲۰۱۸

است. کشورهایی که ایران آب مجازی از آن‌ها وارد می‌کند و کشورهایی که ایران آب مجازی به آن‌ها صادر می‌کند. اولاً شکل ۴ نشان می‌دهد ایران در تجارت آب مجازی محصولات کشاورزی، آب سبز وارد و آب آبی صادر می‌کند.

ردپای تجارت آب مجازی محصولات کشاورزی ایران با ۱۰ کشور که بیشترین سهم را در تجارت آب مجازی ایران دارند، به‌تفکیک آب سبز، آبی و خاکستری در شکل ۴ ارائه شده است. در شکل ۴ نیز ارزیابی تجارت آب مجازی به دو قسمت تشکیل شده



شکل ۴- ده کشور که بیشترین تجارت آب مجازی توسط ایران با آن‌ها انجام شده به تفکیک آب سبز، آبی و خاکستری ۲۰۱۶-۲۰۱۸

جدول ۳- واردات آب مجازی محصولات کشاورزی به ایران به تفکیک کشور ۲۰۱۸-۲۰۱۶ (متر مکعب)

کشور	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۱۶	کشور	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۱۶
افغانستان	۷۶۶۹۳۸	۲۱۵۴۴۸۹	۴۳۸۶۲۵	مجارستان	۶۱۷۰۶	۱۶۳۹۷۴۸	۹۰۴۷۵۳
آرژانتین	۱۶۱۵۵۴۹	۲۰۰۱۱۱۶	۱۹۲۳۳۲۰	هند	۴۰۵۵۸۰۰۴۴۲	۲۷۴۸۳۱۸۸۸۴	۱۸۸۵۹۴۵۶۵۹
ارمنستان	۶۷۲۵۸۸	۳۲۴۶۶۰	۰	اندونزی	۵۵۷۳۴۹۴۷	۵۸۷۱۳۴۶۶	۳۸۴۹۰۸۶۶
استرالیا	۸۱۴۹۱۳۰	۵۲۵۷۶۳۱۱	۲۵۹۴۶۹۸۶	عراق	۰	۱۸۹۶۲۳۸	۰
اتریش	۱۶۵۱۱۵۳۰۵	۲۶۶۵۵۸۸۵	۱۶۰۳۸۴۸۶	ایرلند	۳۱۷۲۰	۴۷۶۱۷	۸۳۳۶۲۵۰
آذربایجان	۱۵۳۶۵۷۵۴	۱۴۶۴۹۲۹۳	۱۴۵۸۹۸۹۳	ایتالیا	۲۱۳۸۴۵۹	۴۴۳۰۷۸۶	۲۳۹۵۱۴۸
بلژیک	۱۰۴۴۶۶	۰	۰	ژاپن	۰	۷۹۴۸۵	۰
برزیل	۷۸۲۸۶۰۷۰۲	۵۶۹۷۱۰۸۴۳	۲۴۷۶۹۰۸۱۳۸	قزاقستان	۷۷۰۸۷۷۵۹۵	۴۵۹۰۶۸۹۸۱	۱۵۴۵۰۹۲۰۰۶
کامبوج	۰	۱۳۴۸	۲۶۸۹۴۷	کنیا	۱۲۰۵۳۹۲۳	۵۲۷۷۱۳۳	۱۰۳۳۰۹۹۸
کانادا	۲۶۴۴۱۵۴۷	۳۱۷۱۱۴۰۴	۴۹۲۸۲۴۹۷	کره جنوبی	۳۶۹۳۳	۴۹۵۴۷۰۴	۲۸۱۲۴۴۷۲
چین	۵۰۵۲۳۸۵۶	۱۰۹۰۴۳۳۳۱	۳۸۷۶۲۱۵۴	کویت	۰	۰	۱۳۰۱۴
کلمبیا	۰	۵۹۶۶۱۸	۴۸۳۳۷۲	قرقیزستان	۵۴۵۸۹۳۱	۵۰۹۱۸۱۵	۱۲۶۶۳۷۰
کنگو	۶۵۹۸۰۰۴	۶۵۹۸۰۰۴	۶۵۹۸۰۰۴	لبنان	۴۵۹۵۱۰	۱۶۵۴۷۰	۶۵۶۹۴
کاستاریا	۰	۱۳۸۵۶۷۹	۲۶۳۵۴۳۲	لیتوانی	۰	۰	۴۴۶۷۸۷۲۴
کرواسی	۰	۲۸۳۹۰	۰	لوکزامبورگ	۰	۸۸۵۶۰۰	۰
قبرس	۷۴۲۹۸۹۷۱	۹۸۱۳۱۱۳۹	۹۵۳۳۳۹۳	مالزی	۳۰۶۸۵۸	۲۸۵۸۸۶	۴۱۴۷۹۴
چک	۰	۶۰۶	۱۸۹۴۵	موزامبیک	۰	۰	۷۰۳۸۰۳
اکوادور	۷۲۹۲۹۰۸۷	۱۹۳۲۸۱۶۳۶	۱۶۳۴۲۸۸۹۶	میانمار	۱۱۶۰۰۴	۵۴۸۴۶۷	۰
مصر	۰	۱۲۵۱۶۹۶	۱۵۹۷۴۷۲	هلند	۶۸۶۰۴۰۹۹۱	۶۹۱۴۸۷۰۸۴	۲۸۲۰۲۳۹۸۱
استونی	۰	۰	۱۷۶۲	نیکاراگوئه	۲۹۹۳۰۷	۰	۲۹۹۳۰۷
اتیوپی	۴۵۳۷۳۷۱۴	۸۴۰۸۹۰۹۴	۳۸۴۵۶۴۰	نیجریه	۲۶۴۴۶۳	۱۵۴۱۰۱	۰
فرانسه	۴۴۱۶۷۲	۱۸۰۴۶۳	۱۱۶۳۶۷	نروژ	۰	۱۵۸۹۷	۰
گرجستان	۶۷۳۴	۰	۱۷۳۸۰	عمان	۳۱۱۴۹۹۸۹۴	۱۴۰۴۰۶۷۶	۸۳۲۵۲۰۰
آلمان	۲۹۶۷۷۶۱۵۲	۳۷۱۹۱۰۹۶۷	۴۳۵۶۸۱۱۷۵	پاکستان	۱۰۹۲۷۹۶۵۰۱	۱۱۸۳۵۹۳۴۰۱	۱۳۳۴۴۲۰۹۰
یونان	۲۷۷۸۶	۲۹۰۴۹	۱۳۷۸	پرو	۱۷۲۲۰۹	۳۶۰۳۲۶	۳۰۶۱۰۹
گوآتمالا	۶۶۵۶۷۶	۲۶۶۲۷۰۴	۳۹۵۰۹۷۶	فیلیپین	۲۱۴۹۶۷۴۱۰	۴۸۷۰۸۷۱۳۴	۳۲۵۰۷۸۷۹۸
هندوراس	۰	۰	۱۵۵۲۹۶	لهستان	۳۳۲۱۵۹	۱۸۹۲۵	۷۵۷۰۰

کشور امارات و روسیه نیز از طریق دریا مبادلات تجاری انجام می‌شود و به نوعی هم‌مرز هستند.

در تجارت آب مجازی محصولات کشاورزی ایران منابع آب آبی خود را صادر و آب سبز وارد می‌کند. بیشترین میزان واردات آب سبز از کشورهای روسیه، هند، برزیل و سوئیس می‌باشد. به‌طور میانگین ۷۵ درصد از کل واردات آب مجازی ایران، آب سبز می‌باشد در صورتی که ۶۵/۳۷ درصد از کل صادرات آب مجازی ایران، آب آبی است. ایران آب آبی را به کشورهای عراق، پاکستان و امارات صادر می‌کند. اطلاعات مربوط به سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ نیز در شکل ۴ قابل مشاهده است. در دوره زمانی مورد بررسی، به‌طور میانگین ۲۷ درصد از کل آب مجازی تعبیه‌شده در محصولات کشاورزی ایران به کشور عراق صادر می‌شود و بیشترین میزان صادرات آب مجازی به این کشور می‌باشد. در واقع به‌طور متوسط سالانه ۱/۵ میلیارد متر مکعب آب مجازی تعبیه‌شده در محصولات کشاورزی به کشور عراق صادر می‌شود. بعد از عراق کشورهای پاکستان و امارات قرار دارند که به‌طور متوسط ۵۰۰ میلیون متر مکعب سالانه آب مجازی تعبیه‌شده در

ایران آب مجازی سبز را از کشورهای هند، روسیه، برزیل، انگلستان، سوئیس، سنگاپور و پاکستان وارد می‌کند و آب مجازی آبی را به کشورهای عراق، امارات، ویتنام، پاکستان، هند، هنگ‌کنگ، روسیه، صادر می‌کند. در سال ۲۰۱۸، بیشترین صادرات آب مجازی به کشورهای عراق (۱۷۴۳/۰۳۹)، پاکستان (۶۹۴/۳۲۰)، امارات (۵۵۳/۷۹۰)، هند (۴۰۰/۲۷۲) و روسیه (۳۹۴/۹۵۵) (میلیون متر مکعب) صورت گرفته و واردات آب مجازی نیز از کشورهای هند (۴۰۵۵/۸۰۰)، روسیه (۳۱۷۷/۷۹۸)، انگلستان (۲۱۷۳/۹۴۸)، سنگاپور (۲۱۴۵/۲۲۷) و امارات (۱۵۴۸/۳۸۶) (میلیون متر مکعب) انجام شده‌است. همانطور که در شکل ۴ ارائه شده، ایران صادر کننده آب مجازی آبی است. همچنین ایران در تجارت آب مجازی با کشورهای پاکستان، هند، روسیه، امارات در توازن است و هم آب مجازی از آن‌ها وارد می‌کند و هم آب مجازی به آن‌ها صادر می‌کند که از دلایل آن می‌توان به بعد مسافت اشاره کرده که فاصله نزدیکی با ایران دارند. همچنین کشورهای عراق و پاکستان که هم‌مرز با ایران هستند بیشترین میزان صادرات آب مجازی به آن کشورها انجام شده است. با

محصولات کشاورزی به آن کشورها صادر می‌شود که دلیل آن وجود مرز مشترک و مسافت نزدیک بین دو کشور می‌باشد. همچنین کشور هند سالانه ۲/۹ میلیارد متر مکعب آب مجازی به ایران صادر می‌کند که این میزان حدود ۱۵ درصد از واردات آب مجازی ایران را شکل

جدول ۴- صادرات آب مجازی محصولات کشاورزی ایران به تفکیک کشور ۲۰۱۸-۲۰۱۶ (متر مکعب)

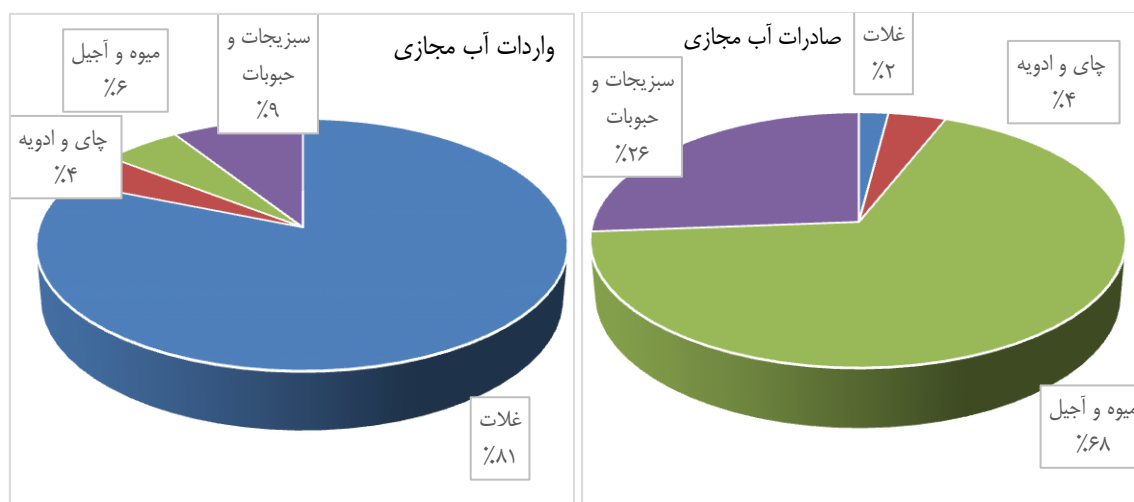
کشور	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۱۶	کشور	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۱۶
افغانستان	۱۴۰۸۸۵۱۰۷	۱۴۰۵۸۷۵۶۴	۱۶۳۸۲۰۶۳۵	هنگ	۲۱۴۲۹۴۲۶	۳۴۰۴۱۰۴۷۱	۵۲۷۸۰۱۵۳۵
آلبانی	۱۲۵۱۰۰۱	۷۵۴۷۰	۱۳۷۸۷۷۲	مجارستان	۳۳۷۷۱۲۴	۲۷۳۳۶۳۹	۲۷۳۳۶۳۹
آرژانتین	۵۳۷۶۹	۷۳۳۸۳۰	۴۶۶۲۲۰	ایسلند	۰	۶۹۵۱۵	۰
ارمنستان	۳۰۶۴۷۵۱۰	۳۱۹۱۷۴۲۹	۸۱۳۱۲۸۶	هند	۴۰۰۲۷۲۱۰۰	۳۵۳۲۶۳۶۹۴	۲۹۷۴۱۳۶۹۸
استرالیا	۱۰۷۵۵۶۳۶	۲۲۲۶۰۹۱۷	۲۷۲۸۰۶۰۹	اندونزی	۱۳۴۷۵۵۱۵	۱۳۵۸۲۴۴۵	۸۴۲۴۱۷۷
اتریش	۲۵۹۰۶۷۴	۱۵۹۸۱۴۵	۱۶۹۱۰۷۲	عراق	۱۷۴۳۰۳۹۹۹۳	۱۴۰۵۹۸۶۴۵۹	۱۵۲۳۶۲۵۱۴۵
آذربایجان	۸۳۲۶۳۰۳۶	۷۹۶۸۱۵۰	۷۳۱۵۵۶۲۶	ایرلند	۱۸۳۳۳۰	۱۱۰۶۲	۶۱۱۱۰
بحرین	۳۶۸۱۸۱۸	۴۸۹۵۵۳۲	۶۰۹۵۶۱۶	ایتالیا	۱۱۰۷۳۸۴۵	۱۴۹۷۴۶۴۳۲	۳۴۵۲۹۰۶۲
بنگلادش	۶۱۴۹۷۷۰	۸۶۷۵۲۴۵	۵۴۲۳۳۵۰	ژاپن	۵۶۷۴۴۴۰	۸۰۵۰۸۵۶	۶۱۹۱۸۰۹
بلاروس	۲۶۳۳۳۴۰	۲۲۶۸۳۳۵	۱۴۰۶۸۴۷	اردن	۹۲۷۱۰۱۴	۳۷۳۰۴۹۳۰	۲۸۴۹۵۷۶۰
بلژیک	۲۶۱۰۱۴۵	۴۸۴۰۷۳۰	۱۰۹۲۴۷۳۵	قزاقستان	۱۸۱۲۷۰۸۲۸	۲۴۲۱۱۲۴۲۶	۲۶۸۴۵۹۸۹۴
بوسنی	۳۵۰۰۳۰۸	۳۱۲۶۳۵۵	۱۶۴۹۹۸۵	کنیا	۱۳۸۱۷۶	۵۱۸۸۲۶	۱۵۵۵۵۴
برزیل	۱۰۳۴۲۴۰	۶۲۸۶۰۱۰	۲۴۴۴۹۶۰	کره	۱۲۳۷۳۲۵	۲۹۶۹۲۷۴	۶۵۷۲۷۰۲
بلغارستان	۶۵۱۷۸۲۳	۵۴۴۹۱۹۳	۵۵۰۵۳۱۰	کویت	۴۰۳۵۷۲۷۹	۵۲۲۲۴۴۶۳	۴۹۶۶۳۱۳۳
کانادا	۱۱۳۱۱۲۶۵	۲۲۲۵۱۰۱۵	۲۰۸۲۴۰۷۶	قرقیزستان	۲۵۴۹۷۷۴۳	۲۸۲۶۲۳۹۳	۲۰۳۸۰۱۲۵
شیلی	۵۳۲۸۵۰	۶۰۰۳۶۵	۳۱۳۵۳۵	لتونی	۱۱۲۴۷۰	۵۳۹۷۶۰	۱۴۶۵۱۹۵
چین	۵۱۵۹۴۲۵۲	۱۶۰۷۵۷۴۷	۲۲۶۷۳۱۴۸	لبنان	۳۰۱۸۴۰۵۳	۶۵۱۳۴۷۲۸	۵۹۳۷۲۷۸۸
کلمبیا	۳۰۵۵۵	۳۳۹۵۰	۳۷۳۴۵	لیبی	۲۴۹۲۷۷۰	۲۴۶۷۵۵۰	۱۶۹۵۰۸۰
کرواسی	۱۷۶۶۳۰	۵۷۹۳۷۵	۴۰۲۱۹۰	لیتوانی	۴۰۲۶۶۰۵	۱۰۳۷۸۲۶۵	۹۱۱۰۱۴۵
قبرس	۶۴۸۴۷۴	۱۳۱۵۸۳	۴۲۹۷۲۳	مقدونیه	۴۳۷۳۴۵۱	۳۶۷۴۸۰۶	۴۴۴۶۲۹۱
چک	۲۱۳۲۳۵۰	۲۲۹۰۶۵۵	۳۵۶۹۱۹۰	مالاوی	۳۶۱۴۰	۰	۰
دانمارک	۸۰۹۳۵۱۱	۶۲۴۶۱۷۰	۸۱۷۵۰۵۰	مالزی	۱۹۰۸۳۷۶۸	۱۸۶۷۳۶۳۷	۲۴۵۱۳۱۶۸
اکوادور	۰	۹۶۶۳۰	۰	مالدیو	۱۰۸۲۴	۰	۰
مصر	۳۱۱۰۲۲۰	۳۳۸۹۱۴۵	۵۸۰۴۴۷۰	مالت	۱۸۳۲۷۵	۴۹۳۲۸۵	۱۳۳۴۰۵
استونی	۱۸۹۵۶۱	۱۳۲۰۰	۱۶۹۴۰	مکزیک	۱۳۵۵۲۵۰	۱۸۲۰۵۸۰	۳۰۸۹۹۷۰
اتیوپی	۰	۳۳۹۵	۳۳۹۵	مولداوی	۶۱۰۰۰۱	۱۴۲۷۴۰۰	۱۴۰۸۴۷۹
فلاند	۲۸۸۵۷۵	۶۰۵۴۰۵	۵۵۶۶۸۵	مغولستان	۱۲۲۳۳۵	۹۵۰۵۹	۱۰۱۳۰۰
فرانسه	۶۹۱۲۰۶۷	۶۵۱۵۵۱۷	۷۰۶۲۱۸۷	مراکش	۶۸۰۰۷۰	۵۸۹۸۹۰	۱۶۷۰۰
گرجستان	۳۲۰۵۴۴۳۲	۱۱۱۴۱۰۱۵	۵۰۱۸۶۲۸	هلند	۱۰۰۴۳۰۶۲	۲۵۵۶۲۸۶۵	۱۷۵۸۰۸۸۳
آلمان	۱۰۷۵۰۲۴۴۲	۲۵۳۶۲۲۷۲۹	۲۱۴۰۹۲۰۶۸	نیوزلند	۴۳۷۵۰۹۱	۵۸۶۰۹۸۵	۶۲۳۷۲۷۰
یونان	۷۹۱۷۴۶۶	۲۱۷۹۰۷۹۵	۲۵۳۴۶۱۰۹	نروژ	۶۵۵۶۷۰	۸۳۱۸۵۰	۴۵۶۳۸۵

باتوجه به نتایجی که در شکل ۵ ارائه شده، محصولاتی که در صادرات آب مجازی ایران بیشترین نقش را دارند گروه میوه، آجیل و سبزیجات و حبوبات هستند. به طور میانگین در دوره زمانی تحقیق هر سال ۶۸ درصد از کل صادرات آب مجازی ایران را میوه و آجیل، ۲۶ درصد سبزیجات و حبوبات، چای و ادویه جات ۴ درصد و ۲ درصد نیز مربوط به غلات است. همچنین به طور متوسط ۸۱ درصد از کل واردات آب مجازی ایران مربوط به محصولات گروه غلات، ۹ درصد

مهم‌ترین محصولاتی که در صادرات آب مجازی ایران نقش دارند، به تفکیک ردپای آب در جدول ۷ ارائه شده‌اند. بیشتر صادرات آب مجازی محصولات کشاورزی از طریق میوه‌ها، آجیل‌ها و محصولات گروه سبزیجات هستند. عمده صادرات آب مجازی ایران توسط پسته، خرما، سیب، فلفل، کشمش، نخود و گندم دوروم انجام می‌شود. در شکل ۶ سهم این محصولات از کل صادرات آب مجازی ایران ارائه شده‌است. بیشترین صادرات آب مجازی محصولات کشاورزی ایران توسط دو محصول پسته و خرما انجام می‌شود. در سال ۲۰۱۶، سهم پسته و خرما از کل صادرات آب مجازی ۴۰ درصد و ۱۱ درصد، در سال ۲۰۱۷، ۳۶ درصد و ۱۳ درصد و در سال ۲۰۱۸ نیز ۱۵ درصد و ۱۷ درصد می‌باشد. صالح نیا و باستانی (۱۳۹۶) نیز نشان دادند بیشترین صادرات آب مجازی ایران نیز توسط محصولات پسته، خرما، کشمش، فلفل، هندوانه، سیب و گوجه‌فرنگی انجام می‌شود که نتایج تحقیق حاضر با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (صالح نیا و باستانی، ۱۳۹۶).

اطلاعات کامل ردپای صادرات آب مجازی عمده محصولات کشاورزی ایران در جدول ۷ ارائه شده‌است.

مجموع بیش از ۹۰ درصد از صادرات آب مجازی محصولات کشاورزی ایران مربوط به این محصولات است. غلات سهم عمده‌ای در واردات آب مجازی ایران دارد به‌طوری که باتوجه به جدول ۶ در سال ۲۰۱۸، میزان ۱۷۴۷۳ میلیون متر مکعب، در سال ۲۰۱۷ نیز ۱۵۱۳۳ میلیون متر مکعب و در سال ۲۰۱۶ میزان ۱۴۰۲۵ میلیون متر مکعب آب مجازی از طریق غلات وارد ایران شده‌است. محصولات گروه غلات دارای نیاز آبی بالا می‌باشند و تولید این محصولات در داخل کشور ایران با محدودیت‌های منابع آب روبه‌رو است و استفاده از سیاست واردات آب مجازی از طریق واردات این محصولات می‌تواند منجر به ذخیره منابع ملی آب شیرین شود. به‌طوری که در مجموع در این سه سال با واردات غلات نیز ۴۶/۶۳۱ میلیارد متر مکعب از منابع آب ملی ذخیره شده است و این حجم از آب می‌تواند در بخش‌های دیگر که دارای ارزش اقتصادی بالاتری است نیز استفاده شود. سیاست‌های تولید و تجارت محصولات کشاورزی باید به‌نحوی باشد که محصولات دارای نیاز آبی بالا در کشورهای دارای منابع آب فراوان تولید و به کشورهای دارای منابع آب محدود صادر شوند.



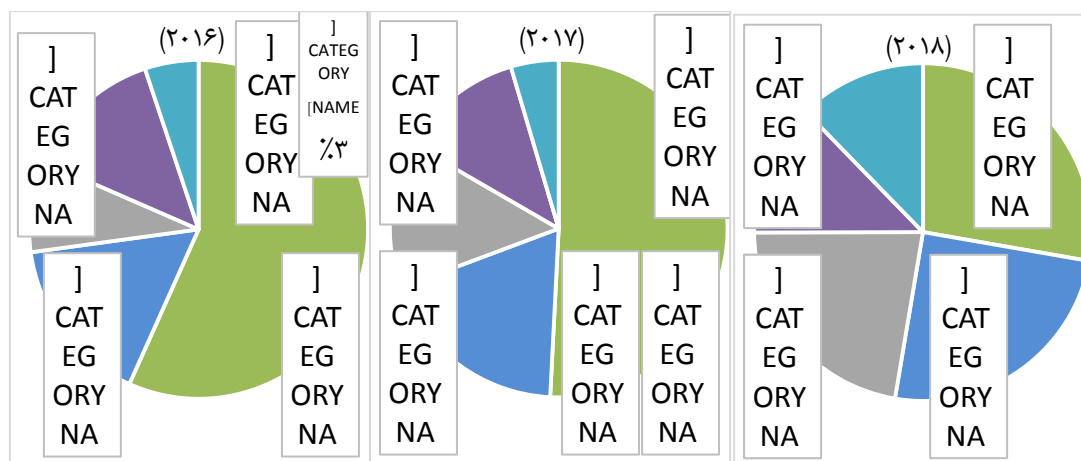
شکل ۵- میانگین سهم گروه محصولات کشاورزی در تجارت آب مجازی

جدول ۵- ردپای صادرات آب مجازی محصولات کشاورزی ایران به تفکیک گروه محصولات ۲۰۱۶-۲۰۱۸ (میلیون متر مکعب)

۲۰۱۶				۲۰۱۷				۲۰۱۸				گروه محصولات
TVWE	Grey VWE	BVWE	GVWE	TVWE	Grey VWE	BVWE	GVWE	TVWE	Grey VWE	BVWE	GVWE	
۱۴۶۵/۶۸	۱۱۵/۴۹	۱۰۶۹/۳۲	۲۸۰/۸۷	۱۲۷۶/۰۳	۹۹/۹۵	۹۳۹/۱۳	۲۴۶/۹۵	۲۱۱۷/۹۲	۲۱۴/۶۵	۱۳۷۹/۷۲	۵۲۳/۶۱	سبزیجات حبوبات
۴۵۰۹/۳۳	۲۸۸/۸۳	۲۹۴۹/۰۱	۱۲۷۱/۴۹	۴۷۷۳/۶۸	۲۸۹/۱۸	۳۲۰۸/۷۸	۱۲۷۵/۷۱	۳۴۳۰/۰۳	۲۱۶/۹۵	۲۱۵۲/۵۲	۱۰۶۰/۵۶	میوه و آجیل
۲۴۱/۸۶	۲۵/۰۶	۱۴۴/۵۵	۶۲/۲۵	۲۲۹/۹۴	۲۲/۴۸	۱۵۰/۲۴	۵۷/۲۱	۲۷۰/۷۵	۲۷/۶۵	۱۷۳/۸۳	۶۹/۲۷	ادویه و نوشیدنی
۰/۹۶	۰/۱۰	۰/۷۶	۰/۱۰	۲۱۶/۱۰	۱۷/۰۸	۵۹/۴۴	۱۳۹/۵۸	۱۶۴/۸۴	۱۳/۶۲	۴۶/۴۷	۱۰۴/۷۵	غلات
۶۲۱۷/۸۴	۴۲۹/۴۹	۴۱۷۲/۶۴	۱۶۱۴/۷۱	۶۴۹۵/۷۵	۴۲۸/۷۰	۴۳۴۷/۶۰	۱۷۱۹/۴۵	۵۹۸۲/۶۱	۴۷۲/۸۸	۳۷۵۲/۵۴	۱۷۵۸/۱۸	مجموع

جدول ۶- ردپای واردات آب مجازی محصولات کشاورزی ایران به تفکیک گروه محصولات ۲۰۱۶-۲۰۱۸ (میلیون متر مکعب)

گروه محصولات											
۲۰۱۶				۲۰۱۷				۲۰۱۸			
TVWI	Grey VWI	BVWI	GVWI	TVWI	Grey VWI	BVWI	GVWI	TVWI	Grey VWI	BVWI	GVWI
۱۴۹۲/۴۷	۲۹۱/۲۲	۳۷/۳۱	۱۱۶۳/۹۵	۲۲۴۰/۸۷	۴۳۶/۹۶	۵۵/۸۲	۱۷۴۸/۱۰	۱۴۷۷/۵۷	۲۸۸/۲۰	۳۶/۸۷	۱۱۵۲/۵۱
۱۰۸۶/۸۲	۹/۵۷	۳۰/۰۷	۱۰۴۷/۱۸	۱۲۱۹/۴۷	۸/۷۸	۲۸/۹۴	۱۱۸۱/۷۵	۷۵۶/۳۴	۵/۲۰	۱۷/۹۹	۷۳۳/۱۶
۷۵۵/۹۰	۵۱/۷۳	۵۶/۹۷	۶۴۷/۲۰	۸۵۸/۱۸	۵۷/۵۴	۶۰/۹۲	۷۳۹/۷۳	۸۷۰/۳۹	۵۸/۳۷	۶۱/۹۹	۷۵۰/۰۳
۱۴۰۲۵/۷۳	۱۹۰۶/۶۸	۱۴۲۸/۲۶	۱۰۶۹۰/۷۹	۱۵۱۳۳/۲۹	۲۰۳۳/۳۰	۱۲۷۴/۵۰	۱۱۸۲۵/۴۸	۱۷۴۷۳/۴۸	۲۳۹۳/۴۶	۱۴۸۹/۰۳	۱۳۵۹۰/۹۹
۱۷۳۶۰/۹۲	۲۲۵۹/۱۹	۱۵۵۲/۶۰	۱۳۵۴۹/۱۳	۱۹۴۵۱/۸۲	۲۵۳۶/۵۹	۱۴۲۰/۱۸	۱۵۴۹۵/۰۶	۲۰۵۷۷/۷۹	۲۷۴۵/۲۳	۱۶۰۵/۸۸	۱۶۲۲۶/۶۸



شکل ۶- محصولات دارای بیشترین سهم در صادرات آب مجازی ایران ۲۰۱۶-۲۰۱۸

میلیارد متر مکعب محاسبه شد.

نتیجه‌گیری

محاسبات ردپای آب نشان داد ایران در تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی آب مجازی سبز وارد می‌کند در صورتی که صادرات آب مجازی ایران از طریق آب آبی صورت می‌گیرد. به‌طور متوسط سهم آب سبز در واردات آب مجازی ایران ۷۵/۲۱ درصد است در صورتی که ایران در صادرات آب مجازی خود تنها ۲۷/۴۱ درصد از آب سبز استفاده کرده است. آب سبز حاصل از بارندگی است و فشاری بر منابع آب وارد نمی‌کند. آب آبی سهم عمده‌ای در صادرات آب مجازی ایران دارد به‌طوری که ۶۵/۳۶ درصد از کل صادرات آب مجازی ایران از طریق آب آبی انجام شده است. آب آبی به‌استفاده از منابع آب سطحی و زیرزمینی و به‌طور سنتی به‌استفاده از سیستم‌های آبیاری برای تولید محصولات کشاورزی اشاره دارد و نتایج تحقیق نشان داد ایران در تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی منابع آب زیر زمینی و سطحی خود را صادر می‌کند و آب باران وارد می‌کند. سهم آب آبی در واردات آب مجازی نیز ۱۲/۵۴ درصد محاسبه شد. همچنین مشخص شد سهم آب خاکستری از کل واردات آب مجازی ۱۲ درصد و از کل صادرات آب مجازی نیز ۸ درصد می‌باشد.

در این مطالعه تجارت آب مجازی محصولات کشاورزی بین ایران و سایر کشورهای جهان محاسبه و میزان صادرات و واردات آب مجازی به تفکیک آب سبز، آب آبی و آب خاکستری در چهار دسته محصولات زراعی غلات، سبزیجات و حبوبات، میوه و آجیل و چای و ادویه جات ارائه شد. هدف از این مطالعه ارائه مزایای استفاده از تجارت آب مجازی به‌عنوان ابزاری برای کاهش فشار بر منابع آب ملی و تامین تقاضای مواد غذایی در ایران است. ما با استفاده از مفهوم آب مجازی دریافتیم که میانگین سالانه آب وارد شده به ایران از تجارت محصولات کشاورزی، ۱۸/۸۳۸ میلیارد متر مکعب در سال است و ۸۱ درصد از کل واردات آب مجازی مربوط به غلات است. همچنین میانگین سالانه صادرات آب ایران در تجارت محصولات کشاورزی ۶/۲۳۲ میلیارد متر مکعب در سال است که میوه و آجیل (۶۸ درصد) و سبزیجات (۲۶ درصد) بیشترین سهم را در صادرات آب مجازی داشتند. پسته و خرما مهم‌ترین محصولات گروه میوه و آجیل، و فلفل و گوجه‌فرنگی مهم‌ترین محصولات گروه سبزیجات هستند. نتایج نشان داد در دوره زمانی ایران وارد کننده‌ی خالص آب مجازی است به‌طوری که میانگین سالانه خالص واردات آب مجازی ایران ۱۲/۶۰۶

جدول ۷- ردپای صادرات آب مجازی عمده محصولات کشاورزی ایران به تفکیک محصولات ۲۰۱۸-۲۰۱۶ (میلیون متر مکعب)

محصولات	۲۰۱۸				۲۰۱۷				۲۰۱۶			
	TVWI	Grey VWI	BVWI	GVWI	TVWI	Grey VWI	BVWI	GVWI	TVWI	Grey VWI	BVWI	GVWI
گوجه‌فرنگی	۲۴/۰۵	۱۶۲/۶۹	۳/۱۷	۱۹۹/۹۲	۲۲/۳۴	۱۵۱/۰۸	۲۲/۳۴	۱۹۹/۹۲	۱۸۷/۴۵	۱۲/۳۵	۱۵۲/۵۴	۲۲/۵۵
سیب‌زمینی	۱۹/۰۷	۱۳۵/۶۲	۱۸/۵۴	۱۷۳/۲۴	۱۳۱/۳۱	۱۸/۴۶	۱۷۳/۲۴	۱۳۱/۳۱	۲۱۹/۳۵	۲۳/۴۸	۱۷۱/۷۲	۲۴/۱۴
پیاز	۲۲/۹۵	۹۰/۸۰	۷/۵۳	۱۲۱/۳۰	۳/۰۳	۳۶/۵۳	۹/۲۳	۱۲۱/۳۰	۱۲۱/۶۶	۷/۵۶	۹۱/۰۷	۲۳/۰۲
خیار	۲۲/۹۸	۹۴/۰۸	۱۰	۱۲۷/۰۶	۸/۶۹	۸۱/۸۲	۱۹/۹۸	۱۲۷/۰۶	۱۴۷/۳۶	۱۱/۶۰	۱۰۹/۱۱	۲۶/۶۵
هویج	۷/۷۱	۶/۴۶	۱/۹۸	۱۶/۱۷	۱/۳۷	۴/۴۸	۵/۳۴	۱۶/۱۷	۹/۱۵	۱/۱۲	۳/۶۶	۴/۳۷
سبزی	۱/۱۷	۸/۷۵	۰/۸۱	۱۰/۷۴	۰/۹۶	۱۰/۴۰	۱/۳۹	۱۰/۷۴	۱۲/۶۷	۰/۹۵	۱۰/۳۳	۱/۳۸
قارچ	۱/۱۸	۰/۰۵	۰/۰۷	۱/۳۱	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۷۷	۱/۳۱	۱/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۹۵
کرفس	۰/۲۴	۰/۲	۰/۰۶	۰/۵	۰/۰۳	۰/۱	۰/۱۲	۰/۵	۰/۳۰	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۱۵
سیر	۰/۴	۱/۸۱	۰/۱۵	۲/۳۷	۰/۳۱	۱/۴۴	۰/۳۱	۲/۳۷	۴/۱۳	۰/۲۷	۳/۱۶	۰/۷۱
نخود	۲۲۴/۲۳	۱۵۲/۲۳	۱۰۱/۷۶	۴۷۸/۲۴	۱۵۲/۲۳	۲۲۴/۲۳	۴۷۸/۲۴	۱۰۱/۷۶	۸۵/۵۵	۱۸/۲۰	۲۷/۲۳	۴۰/۱۱
لوبیا	۱/۲۴	۰/۵۳	۰/۸۶	۲/۶۴	۰/۵۳	۱/۲۴	۲/۶۴	۰/۸۶	۰/۸۹	۰/۲۹	۰/۱۸	۰/۴۲
عدس	۰/۱۳	۰/۲۸	۰/۰۶	۰/۴۸	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۴۸	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۲
خرما	۲۹۶/۱۸	۶۹۸/۶۵	۴۵/۰۲	۱۰۳۹/۸۶	۳۷/۲۷	۵۷۸/۲۷	۲۴۵/۱۵	۱۰۳۹/۸۶	۷۱۱/۱۲	۳۰/۷۹	۴۷۷/۷۸	۲۰۲/۵۵
پسته	۱۵۴/۰۷	۵۹۹/۵۰	۴۲/۳۳	۷۵۵/۹۰	۱۴۹۹/۲۳	۴۱۲/۸۳	۷۵۵/۹۰	۴۱۲/۸۳	۲۰۶۱/۵۷	۱۱۵/۴۶	۱۵۲۹/۹۳	۴۲۰/۱۹
سیب	۱۱۰/۴۸	۳۲۹/۳۳	۲۰/۴۰	۴۶۰/۲۱	۲۹	۴۶۸/۲۹	۱۵۷/۱۰	۴۶۰/۲۱	۳۸۳/۶۵	۱۷	۲۷۴/۵۴	۹۲/۱۰
کشمش	۱۵۳/۵۷	۰	۳۶/۲۶	۱۸۹/۸۳	۰	۱۳۰/۲۶	۱۸۹/۸۳	۳۶/۲۶	۲۲۶/۱۱	۴۳/۱۹	۰	۱۸۲/۹۲
مغزپسته	۳۶/۲۷	۱۳۱/۷۲	۹/۹۷	۱۷۷/۹۵	۱۹/۰۲	۲۵۱/۳۲	۶۹/۲۰	۱۷۷/۹۵	۴۳۷/۴۶	۲۴/۵۰	۳۲۳/۸۰	۸۹/۱۶
کیوی	۲۶/۶۶	۱۳۵/۶۸	۷/۱۲	۱۶۹/۴۶	۵/۸۱	۱۱۰/۷۷	۲۱/۷۷	۱۶۹/۴۶	۱۱۵/۴۰	۴/۸۵	۹۲/۴۰	۱۸/۱۶
هندوانه	۹۷/۵۵	۴۵/۳۲	۲۶/۱۲	۱۶۸/۹۹	۲۶/۵۴	۴۶/۰۶	۹۹/۱۵	۱۶۸/۹۹	۱۶۰/۸۶	۲۴/۸۶	۴۳/۱۴	۹۲/۸۶
انجیر	۲۲/۹۱	۵۵/۸۲	۴/۸۳	۸۳/۵۷	۴/۰۳	۴۶/۵۴	۱۹/۱۰	۸۳/۵۷	۵۵/۸۰	۳/۲۳	۳۷/۲۸	۱۵/۳۰
پرتقال	۱۲/۰۸	۲۹/۳۵	۲/۵۴	۴۳/۹۷	۰/۷۳	۸/۴۸	۳/۴۹	۴۳/۹۷	۲/۲۶	۰/۱۳	۱/۵۱	۰/۶۲
آلو	۹/۸۱	۲۹/۲۸	۱/۸۲	۴۰/۹۲	۳/۱۳	۵۰/۲۸	۱۶/۸۵	۴۰/۹۲	۳۶/۳۴	۱/۶۲	۲۶	۸/۷۱
بادام	۱۵/۹۷	۱۹/۷۶	۳/۴۳	۳۹/۱۵	۹/۱۵	۵۲/۸۱	۴۲/۶۸	۳۹/۱۵	۱۰۷/۳۵	۹/۳۹	۵۴/۱۷	۴۳/۷۹
خریزه	۲۰/۷۷	۹/۶۵	۵/۵۶	۳۵/۹۹	۲/۹۳	۵/۰۸	۱۰/۹۴	۳۵/۹۹	۲۸/۰۹	۴/۳۴	۷/۵۳	۱۶/۲۲
گردو	۵/۰۹	۱۴/۷۵	۰/۹۵	۲۰/۷۹	۱/۳۱	۰/۴۵	۲۰/۷۹	۰/۹۵	۰/۲۱	۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۰۵
هلو تازہ	۳/۹۲	۱۱/۰۸	۰/۷۵	۱۵/۷۵	۰/۵۷	۸/۴۵	۲/۹۹	۱۵/۷۵	۷/۲۰	۰/۳۴	۵/۰۷	۱/۷۹
چای	۲۶/۵۳	۱۲۷/۶۴	۶/۴۵	۱۶۰/۶۱	۲۶/۱۶	۱۲۵/۸۷	۲۶/۱۶	۱۶۰/۶۱	۱۶۰/۵۰	۶/۴۴	۱۲۷/۵۵	۲۶/۵۱
زیره	۱/۸۴	۱/۲۸	۰/۹۸	۴/۱۰	۱/۷۹	۲/۵۶	۲/۵۶	۴/۱۰	۷/۹۲	۱/۸۹	۲/۴۸	۳/۵۵
گندم دوروم	۹۹/۲۳	۴۰/۶۵	۱۱/۹۳	۱۵۱/۸۰	۵۷/۰۶	۱۳۹/۲۸	۱۳۹/۲۸	۱۵۱/۸۰	۰	۰	۰	۲۱۳/۰۸
جو	۴/۲۳	۰/۲۸	۰/۸۰	۵/۴۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۵/۴۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸
برنج نیمه	۰/۵۹	۵/۱۰	۰/۶۷	۶/۳۶	۲/۳۱	۰/۳۶	۶/۳۶	۰/۶۷	۰/۹۵	۰/۱۰	۰/۷۶	۰/۰۹

واردات آب مجازی نیز از هند و روسیه از طریق مرز دریایی و بندر چابهار انجام شده است.

بر اساس نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود ساختار تولید کالاهای کشاورزی در داخل ایران مورد بازنگری قرار گیرد و به سمتی سوق داده شود که بتوان از آب سبز در تولید محصولات کشاورزی بیشتر استفاده شود و استفاده از منابع آب آبی کاهش یابد. برای رسیدن به این هدف باید ابتدا نیاز آبی هر محصول مشخص شود، زمانبندی کشت محصولات به منظور استفاده حداکثری از آب باران برای آبیاری ارائه شود و آمایش سرزمین محصولات کشاورزی بر اساس شرایط

ایران در تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی، آب مجازی را از کشورهای هند، روسیه، برزیل، انگلستان، سوییس، سنگاپور و پاکستان وارد می‌کند و آب مجازی موجود در محصولات کشاورزی خود را به کشورهای عراق، امارات، ویتنام، پاکستان، هند، هنگ‌کنگ، روسیه، صادر می‌کند. نتایج نشان داد بعد فاصله مکانی و داشتن مرز مشترک تاثیر مثبتی بر تجارت آب مجازی ایران داشت. به طوری که بیشترین صادرات آب مجازی ایران به کشور عراق و پاکستان که دارای مرز مشترک زمینی و کشورهای امارات، روسیه و هند که دارای مرز مشترک دریایی با ایران هستند صورت گرفته است. بیشترین

- Allen, R.G., Smith, M., Perrier, A., & Pereira, L.S. 1994. An update for the definition of reference evapotranspiration. *ICID bulletin*, 43(2), 1-34.
- Antonelli, M., Tamea, S., & Yang, H. 2017. Intra-EU agricultural trade, virtual water flows and policy implications. *Science of the Total Environment*, 587, 439-448.
- Brindha, K. 2017. International virtual water flows from agricultural and livestock products of India. *Journal of Cleaner Production*, 161, 922-930.
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., & Savenije, H.H.G. 2006. Water saving through international trade of agricultural products. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 10(3), 455-468.
- Dalin, C., & Konar, M. 2018. Virtual Water Trade Among World Countries Associated With Food Trade.
- Dong, H., Geng, Y., Sarkis, J., Fujita, T., Okadera, T., & Xue, B. 2013. Regional water footprint evaluation in China: a case of Liaoning. *Science of the Total Environment*, 442, 215-224.
- Ercin, A.E., & Hoekstra, A.Y. 2014. Water footprint scenarios for 2050: A global analysis. *Environment international*, 64, 71-82.
- Faramarzi, M., H.X. Yang, J. Mousavi, R. Schulin, C.R. Binder, K.C.J.H. Abbaspour and E.S. Sciences 2010. "Analysis of intra-country virtual water trade strategy to alleviate water scarcity in Iran." 14(8): 1417-1433.
- Fracasso, A., Sartori, M. and Schiavo S. 2016. "Determinants of virtual water flows in the Mediterranean." *Sci Total Environ* 543(Pt B): 1054-1062.
- Ghalhari, G.F. and Bayranvand F.J.A.R.G.S. 2015. "Estimating of sesame crop water requirement in Sabzevar climate." 6(21): 1-3.
- Hekmatnia, M., Hosseini, S.M., Safdari M.J.J.O.H. and Environment. 2018. "Application of Fuzzy Logic in Calculation of Urban Water Tariff in Iran." 2(4): 33-43.
- Hekmatnia, M., Hosseini, S., and Safdari, M. 2020. Water Use Assessment of Date in Sistan and Balouchestan Province Based on the Concept of Virtual Water. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 51(2), 513-524. doi: 10.22059/ijswr.2019.289422.668322
- Hoekstra, A. 2010. The relation between international trade and freshwater scarcity (No. ERSD-2010-05). *WTO Staff Working Paper*.
- Hoekstra, A.Y. 2003. Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade, Delft, The Netherlands, 12-13 December
- اقلیمی هر منطقه تهیه شود. همچنین در سیاست‌های تجارت محصولات کشاورزی، کالاهای با نیاز آبی بالا مانند غلات که امکان تولید این محصولات به دلیل منابع آب محدود در ایران وجود ندارد از کشورهای دارای منابع آب فراوان وارد شود و محصولاتی که مقاومت بالایی به خشکی و کم‌آبی دارند در مناطق دارای منابع آب محدود مانند ایران تولید شوند.
- ## منابع
- امیدی، ط. باقری، ع. حیدری، ن. ۱۳۹۸. 'تحلیل ردپای آب تولید، صادرات و واردات شکر در ایران برای دوره ۱۳۹۳-۱۳۸۴، تحقیقات منابع آب ایران، (۳) ۱۵.
- رسولی، س. ۱۳۹۵. آب مجازی چیست؟ علوم زمین و معدن، شماره ۱۲۸.
- سلطانی، غ. ۱۳۹۳. نقش تجارت آب مجازی در اصلاح سیاست‌های مدیریت و برنامه‌های تخصیص آب و تدوین طرح‌های توسعه آب در سطح ملی و محلی. فصل نامه مدیریت منابع آب، سال سوم، شماره ۲.
- صالح نیا، ن. و باستانی، م. ۱۳۹۶. بررسی راهبرد تجارت آب مجازی محصولات زراعی و باغی در ایران. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۷۶۲-۷۵۰، (۵) ۱۱.
- علیقلی نیا، ت. رضایی، ح. بهمنش، ج. و منتظری، م. ۱۳۹۶. مطالعه شاخص ردپای آب برای محصولات غالب مورد کشت در حوضه آبریز دریاچه ارومیه و ارتباط آن با مدیریت آبیاری، دانش آب و خاک، ۴۸-۳۷، (۴) ۲۷.
- قدوسی، ح. و داوری، ح. ۱۳۹۵. تحلیل انتقادی آب مجازی از منظر سیاست‌گذاری. آب و توسعه پایدار، ۳ (۱)، ۵۸-۴۷.
- کیانی، غ. ۱۳۹۷. بررسی وضعیت تجارت داخلی و بین‌المللی آب مجازی در ایران. مجله علوم آب و خاک. ۲۲ (۱): ۱۱۵-۱۲۵.
- Ababaei, B., and Etedali, H.R. 2014. Estimation of water footprint components of Iran's wheat production: Comparison of global and national scale estimates. *Environmental processes*, 1(3), 193-205.
- Allan, J.A. 1997. 'Virtual water': a long term solution for water short Middle Eastern economies? (pp. 24-29). London: School of Oriental and African Studies, University of London.
- Allan, J.A. 1998. Virtual water: a strategic resource. *Ground water*, 36(4), 545-547.
- Allan, J.A., & Allan, T. 2002. The Middle East water question: Hydropolitics and the global economy (Vol. 2). Ib Tauris.

- of the Association of American Geographers, 103(2), 385-396.
- Raskin, P., Gleick, P., Kirshen, P., Pontius, G. and Strzepek, K. 1997. Water futures: assessment of long-range patterns and problems. Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world, SEI.
- Rodriguez, C.I., V.R. de Galarreta and E.E.J.J.O.C.P. Kruse. 2015. "Analysis of water footprint of potato production in the pampean region of Argentina. 90: 96-91.
- Rogers, P.P., and Lydon, P. 1994. Water in the Arab world: perspectives and prognoses. In Conference on Water in the Arab World, Harvard University (USA), 1993. Division of Applied Sciences, Harvard Univ.
- 2002, Value of Water Research Report Series No. 12.
- Hoekstra, A.Y., and Chapagain, A.K. 2011. Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources. John Wiley & Sons.
- Hoekstra, A.Y., & Mekonnen, M.M. 2012. The water footprint of humanity, P. Natl. Acad. Sci., 109, 3232–3237.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Mekonnen, M.M., and Aldaya, M.M. 2011. The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Routledge.
- Ministry of Jihad agriculture statistical yearbook. 2018. Statistic and information technology office, from <https://www.maj.ir/>
- Mubako, S.T., & Lant, C.L. 2013. Agricultural virtual water trade and water footprint of US states. Annals

Determination and Assessment of Green, Blue and Gray Water Footprints in the International Trade of Agricultural Products of Iran

M. Hekmatnia¹, M. Safdari², S.M. Hosseini^{*3}
Recived: Dec.28, 2019 Accepted: Jan.28, 2020

Abstract

Iran's climate is arid and semi-arid and subject to droughts and water crises. In order to alleviate water crises, international trade of Agricultural Products can play a significant role in redistributing water resources because the traded goods contain a large amount of virtual water. Therefore, this research focuses on a comprehensive study of Iran's water footprint and virtual water trade using three specific water named Green water, Blue water and Grey water. Using the concept of virtual water introduced by Allan 1994 and developed by Hoekstra and Hung (2002), we estimated virtual water trade for all crops of Iran during 2016-2018. The results show that Average virtual water export of Iran is 6.232 billion m³/year and virtual water import is 18.838 billion m³/year and in general, Iran is a net importer of virtual water during this time period. Virtual water import to Iran are mainly through green water and green water contribute to 75.21% of total virtual water import. The blue water is the largest of Iran's virtual water exporter and contribute to 65.36 % of total virtual water export. Iran mainly imports green virtual water from the India, Russia, Brazil, England, Switzerland, Singapore and Pakistan and mainly exports blue virtual water to the Iraq, UAE, Vietnam, Pakistan, India, and Hong Kong, Russia. The 94 % of virtual water exported by Iran is linked to Fruits and Nuts. Which are mainly through Pistachio, dates, apples, peppers and tomatoes. Also, 81% of Iran's virtual water imports are from cereals. Finally, it was found that spatial distance and having a common land-sea border had a positive impact on Iran's virtual water trade and most of the virtual water imports and exports were with countries that had a common border with Iran. Also, importing virtual water through importing agricultural products can save water at national level.

Keywords: Virtual water, Water Embedded, Green water, Blue water, Gray water

1- Ph.D. Candidate of Agricultural Economic, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

2- Associate Professor of Natural Resources Economy, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

3- Assistant Professor of Agricultural Economic, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

(* - Corresponding Author Email: shseyedmahdi46@gmail.com)