Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 14, Jan.-Jul. 2020, p. 446-463

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۴، خرداد - تیر ۱۳۹۹، ص. ۴۶۳-۴۴۶

تعیین و ارزیابی ردّپای آب‌های سبز، آبی و خاکستری در تجارت بین‌المللی 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 نیمه‌خشک است و در معرض خشکسالی و بحران آب قرار دارد. برای کاهش بحران آب، تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی می‌تواند 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 ردپای آب و تجارت آب مجازی ایران با استفاده از سه آب خاص به نام‌های آب سبز، آب آبی و آب خاکستری متمرکز است. با استفاده از مفهوم آب مجازی که‌توسط آلن (۱۹۹۴) معرفی و توسط هوکسترا و هانگ (۲۰۰۳) بسط داده شد، تجارت آب مجازی برای تمام محصولات زراعی ایران طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۱۸ تخمین زده‌شد. نتایج نشان می‌دهد 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 به‌طور کلی ایران در این مدت واردکننده خالص آب مجازی است. واردات آب مجازی به ایران عمدتا از طریق آب سبز صورت می‌گیرد 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 می‌باشد. بزرگترین صادرات آب مجازی ایران آب آبی است و ۶۵/۳۶ درصد از کل صادرات آب مجازی ایران را شکل می‌دهد. ایران اغلب آب مجازی سبز را از کشورهای هند، روسیه، برزیل، انگلستان، سوییس، سنگاپور و پاکستان وارد می‌کند و به کشورهای عراق، امارات، ویتنام، پاکستان، هند، هنگ‌کنگ، روسیه، آب مجازی آبی صادر می‌کند. ۹۴ درصد از صادرات آب مجازی ایران مربوط به میوه، آجیل و سبزیجات است که عمدتا از طریق پسته، خرما، سیب، فلفل و گوجه‌فرنگی انجام می‌شود. همچنین ۸۱ درصد از کل واردات آب مجازی ایران از نوع غلات است. در آخر مشخص شد فاصله‌ی 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 می‌تواند باعث ذیره آب در سطح ملی شود.

واژه‌های کلیدی: آب مجازی، آب پنهان، آب سبز، آب آبی، آب خاکستری

مقدمه

آب یک منبع طبیعی اساسی برای توسعه انسانی و توسعه زیست‌محیطی 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 می‌باشد (Dalin and Konar., 2018). همچنین همه این منابع آب نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد زیرا ممکن است در یخچال‌های طبیعی در پوشش برف‌های دائمی یا در آب‌های 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). داده‌های آماری نشان می‌دهد که میزان مصرف جهانی آب در قرن گذشته تقریباً شش برابر شده است. همچنین گزارش‌ها نشان می‌دهد امروزه مصرف جهانی آب ۴۵۰۰ میلیارد متر مکعب در سال می‌باشد و تا سال ۲۰۳۰ به‌میزان 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 نیمه‌خشک دسته‌بندی می‌شود (Ghoddusi and

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)

www.SID.ir

Archive of SID

Davari., 2016). دو رشته کوه البرز و زاگرس مانع رسیدن ابرهای باران‌زا از شمال و غرب کشور می‌شوند، به‌همین 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. به‌نحوی که موضوع مبادله آب با کشورهای همجوار با رعایت اصل هفتاد و هفتم قانون اساسی جمهوری اسلامی به‌صورت 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 به‌مخاطره می‌اندازد. باتوجه به عدم وجود زمین‌های حاصلخیز جهت افزایش سطح زیرکشت درمناطق 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 به‌مدیریت 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 کشورهایی 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 تعبیه‌شده (Water Embedded) در سراسر زنجیره تأمین 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). به‌این معنا که می‌توان صادرات یا واردات محصولات کشاورزی را نیز به‌عنوان صادرات و یا واردات آب مجازی نیز تعریف کرد (Allan, 1997). بنابراین، تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی می‌تواند به‌عنوان تجارت منابع آب یک کشور به‌شکل مجازی تلقی شود که به آن تجارت آب مجازی (Virtual Water Trade) گفته می‌شود (Brindha, 2017). همچنین تجارت آب مجازی به‌مبادله آب بین مناطق مختلف از طریق مبادله کالاهای فیزیکی (به‌عنوان مثال محصولات کشاورزی) که برای تولید آنها نیاز به آب دارند، اشاره دارد (Dalin 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 به‌عنوان 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 می توانند با وارد کردن محصولاتی که دارای آب مجازی بالایی هستند و صادر کردن محصولاتی که میزان آب مجازی بسیار کمی دارند، به سطوح بالایی ازکارایی 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 به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته‌است. تجارت بین‌الملل، به‌ویژه 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 به‌هم 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 پرآب مثبت باشد (Allan, 1994).

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

www.SID.ir

Archive of SID

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 درصورتی که میانگین جهانی حدود ۴۰ درصد است. علاوه‌بر 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 میلیون‌تن به‌ارزش ۳/۰۳۷ میلیارد دلار می‌باشد. در همان سال نیز حجم واردات محصولات کشاورزی ۱۳/۶۰۸ میلیون‌تن به ارزش ۴/۹۷۵ میلیارد دلار بوده است (Ministry of Jahad 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 توجه‌به 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 میلیون‌تن (۶۵ درصد)، جو با ۲/۴۴۵ میلیون‌تن (۱۷/۹۷ درصد) و برنج ۱/۵۹۶ میلیون تن (۱۱/۷۳ درصد) می‌باشد (Ministry of Jahad 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 به‌دلیل مدیریت نامناسب منابع آب است (Rodriguez et al., 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 به‌مدیریت بهتر منابع آب را فراهم کند. آب مجازی با تغییر ساختار اقتصادی استفاده از آب می‌تواند به‌حفظ 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 به‌تفکیک 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 به‌تولید 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 نشان دهنده‌ی مقدار برداشت از منابع آب‌های سطحی و

www.SID.ir

Archive of SID

زیرزمینی است و به‌طور سنتی، استفاده از سیستم‌های آبیاری به‌مفهوم 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 صعودی را بین سال‌های ۲۰۱۶ – ۲۰۰۰ محاسبه کردند. نتایج نشان داد متوسط تجارت آب مجازی عربستان صعودی ۱۲/۶ میلیارد متر مکعب در سال بود و در این دوره زمانی وارد کننده خالص آب مجازی بود. واردات آب مجازی عربستان صعودی 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. برندا (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، کنف 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 رسیده‌است. چین واردات آب مجازی را از کشورهای امریکا، هند و برزیل انجام می‌دهد و به کشورهای ژاپن، آلمان و امریکا 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 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) به‌بررسی جریان آب مجازی محصولات کشاورزی عربستان صعودی برای سال ۲۰۱۲ پرداختند. در سال ۲۰۱۲، این کشور تقریباً ۹۲۲ میلیون متر مکعب آب مجازی را به‌صورت محصولات زراعی وارد کرده است، که در این میان سهم عمده آن ها 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 به‌طور 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. امیدی 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 به‌تحلیل ردپای آب صادرات و واردات این محصول در ایران برای دروه ۱۳۹۳–۱۳۸۴ پرداختند. نتایج نشان داد درصورت واردات شکر از سایر کشورها، به‌جای تولید در داخل براساس کشت چغندرقند و نیشکر در استان‌های مختلف ایران، در مجموع حدود ۱۳ میلیارد متر مکعب آب در طی دوره ۱۳۹۳ – ۱۳۸۴ صرفه‌جویی می‌شد. همچنین بیشترین میزان واردات آب مجازی این محصول مربوط به کشورهای امارات متحده عربی، برزیل، سوئیس، انگلستان و هند می‌باشد. کیانی (۱۳۹۷) به‌بررسی 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

www.SID.ir

Archive of SID

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 به‌صورت ملی و بر روی محصولاتی خاص متمرکز بود. در این تحقیق میزان ردپای صادرات و واردات آب مجازی ایران در تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی به‌تفکیک آب سبز، آبی آبی و آب خاکستری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. همچنین کشورهایی که آب مجازی از آن‌ها وارد شده و آب مجازی به‌آن‌ها صادر شده به‌تفکیک 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 موردتوجه 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 عملکر 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 به‌دست آوردن تبخیر و تعرق مرجع از معادله فائو–پنمن–مونتیث[1] استفاده شد (Allen et al., 1994).

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n-G)+\gamma\frac{900}{T+273}U_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0.34U_2)} \quad (۱)$$

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)، $e_s - e_\alpha$، کسری فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال)، Δ، شیب منحنی فشار بخار (کیلوپاسکال بر درجه سانتی‌گراد) و γ، ظریب رطوبتی (کیلوپاسکال بر درجه سانتی‌گراد) می‌باشد.

پس از محاسبه تبخیر و تعرق مرجع، مقدار تبخیر و تعرق محصول (ET_C) از طریق معادله (۲) برای محصولات مختلف محاسبه شد (Abaei and Etedali, 2014):

$$ET_c = ET_0 \times K_c \quad (۲)$$

در معادله (۲)، K_c متوسط ضریب گیاهی است که با درنظر 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.

$$P_{eff} = \frac{p\times(125-0.2\times3\times p)}{125} \; for\; P \le \frac{250}{3}\; mm \quad (۳)$$

که در رابطه فوق P_{eff} میزان بارندگی موثر[2] 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):

$$CWR = ET_c \times A \quad (۴)$$

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

$$VWC = \frac{CWR}{Y} \quad (۵)$$

به‌منظور محاسبه شاخص‌های مصرف آب آبی[3] (CWU_{Blue}) و مصرف آب سبز[4] (CWU_{Green}) برحسب متر مکعب بر هکتار، تبخیر و تعرق واقعی گیاه، بارندگی موثر و نیاز خالص آبیاری در محیط نرم‌افزار CROPWAT ورژن ۸ برای کل طول مراحل رشد گیاه بدست‌آمد سپس شاخص‌های مصرف آب آبی و مصرف آب سبز با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (Abaei and Etedali, 2014):

(۶)

$$CWU_{Blue} = IR_{Irr} = 10 \times IE_{Irr} \times GI_{Irr}$$
$$CWU_{Green} = 10 \times P_{eff} = 10 \times (ET_c - \mathrm{IR}_{irr})$$

که در معادله (۶) و (۷)، IR_{Irr} نیاز خالص آبیاری[5] (میلی‌متر)، IE_{Irr} راندمان آبیاری[6] (میلی‌متر)، GI_{irr} نیاز ناخالص آبیاری[7] (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 به‌جهت تبدیل واحد میلی‌متر به متر مکعب در هکتار می‌باشد (Abaei and Etedali, 2014).

ردپای آب سبز[8] (WF_{Green}) و ردپای آب آبی[1] (WF_{Blue}) بر

1- FAO Penman-Monteith

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

www.SID.ir

Archive of SID

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):

$$WF_{Green} = \frac{CWU_{Green}}{Y} \quad (۸)$$

$$WF_{Blue} = \frac{CWU_{Blue}}{Y} \quad (۹)$$

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

$$WF_{Grey} = \frac{\alpha_{Irr} \times NAR_{Irr}}{C_{Max} - C_{Nat}} \times \frac{1}{Yield_{Irr}} \quad (۱۰)$$

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 دریافت‌کننده، Yield عملکرد هر محصول (تن بر هکتار) است. غلظت بحران آب نیتروژن در منابع آب دریافت‌کننده بر اساس استاندارد US-EPA نیز ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر منظورشد و به‌دلیل آن‌که مقدار واقعی غلظت نیتروژن در منابع آب دریافت‌کننده مشخص نیست، مقدار آن صفر درنظر گرفته‌شد. 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 شده‌است، 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 بدست‌آمد. 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 خواهدشد (Hoekstra and Mekonnen., 2012). کل واردات آب مجازی برای همه محصولات زراعی از جمع واردات آب مجازی برای محصولات مختلف بدست می‌آید:

$$VWI = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} VWC_{ij} \times W_{ij} \quad (۱۱)$$

که در رابطه ۱۱، VWI کل میزان واردات آب مجازی برای همه‌ی محصولات زراعی (متر مکعب)، VWC_{ij} محتوای آب مجازی برای محصول وارداتی i از کشور j (متر مکعب بر تن)، W_{ij} وزن محصول وارداتی i از کشور j (تن). I,j=۱،۲،۳ ، 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 به‌سایر کشور ها از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$VWE = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{l} VWC_{si} \times W_{ik} \quad (۱۲)$$

که‌در رابطه ۱۲، VWE کل صادرات آب مجازی (مترمکعب)، VWC_{si} محتوای آب مجازی برای محصول i صادرشده از ایران (متر مکعب بر تن)، W_{ik} وزن محصول i صادر شده از ایران به‌کشور k، I k=۱،۲،۳ ،l کشورهایی 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):

$$NVWF = VWI - VWE \quad (۱۳)$$

در معاله‌ی (۱۱)، NVWF جریان خالص آب مجازی[۲]، VWI واردات آب مجازی و VWE صادرات آب‌مجازی می‌باشد.

برای محاسبه مقدار واردات آب‌مجازی سبز[۳]، واردات آب‌مجازی آبی[۴] و واردات آب‌مجازی خاکستری[۵] برحسب مترمکعب در سال برای هر محصول وارد شده به کشور، به‌ترتیب مقدار ردپای آب‌سبز، 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.

به‌منظور محاسبه میزان واردات آب‌مجازی سبز از معادله‌ی (۱۴) استفاده شد. در این معادله، Green VWI واردات آب‌مجازی سبز (مترمکعب در سال)، Green WF_{ij} ردپای آب‌سبز تولید محصول i در کشور j (متر مکعب بر تن)، W_{ij} وزن محصول وارداتی i از کشور j (تن)، n , I,j=۱،۲،۳ نشان‌دهنده محصولات مختلف (مانند گندم، جو، برنج و غیره) و m نیز نشان‌دهنده کشورهایی که از آن‌ها محصولات کشاورزی وارد شده می‌باشد. برای محاسبه مقدار واردات آب‌مجازی آبی و آب‌مجازی خاکستری از معادلات (۱۵) و (۱۶) استفاده شد. در این معادلات، Blue VWI واردات آب‌مجازی آبی و Grey VWI واردات آب‌مجازی خاکستری (متر مکعب در سال)، Blue WF_{ij} و Grey WF_{ij} به‌ترتیب ردپای آب‌آبی و ردپای آب خاکستری تولید محصول i در کشور j (مترمکعب بر تن)، W_{ij} وزن محصول وارداتی i

1- Water Footprint Blue

2- Net Virtual Water Flow
3- Green Virtual Water Import
4- Blue Virtual Water Import
5- Grey Virtual Water Import

www.SID.ir

Archive of SID

از کشور j (تن)، I,j=۱،۲،۳ می‌باشد.

$$Green\ VWI = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} Green\ WF_{ij} \times W_{ij} \quad (۱۴)$$

$$Blue\ VWI = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} Blue\ WF_{ij} \times W_{ij} \quad (۱۵)$$

$$Grey\ VWI = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} Grey\ WF_{ij} \times W_{ij} \quad (۱۶)$$

میزان صادرات آب مجازی سبز، آبی و خاکستری نیز از طریق روابط (۱۷)، (۱۸) و (۱۹) بدست آمد. در این روابط، Green VWE میزان صادرات آب‌مجازی سبز[1]، Blue VWE صادرات آب‌مجازی آبی[2] و Grey VWE صادرات آب‌مجازی خاکستری[3] (مترمکعب در سال) می‌باشد. $Green\ WF_i$، $Blue\ WF_i$ و $Grey\ WF_i$ به‌ترتیب ردپای آب‌سبز، آبی و خاکستری محصول i تولید شده در ایران (متر مکعب بر تن) ، W_{ik} وزن محصول i صادر شده از ایران به‌کشور k، k=۱،۲،۳ ,I ,l کشورهایی که محصولات کشاورزی به آن‌ها صادر می‌شود و n نشان‌دهنده محصولات صادراتی می‌باشد.

$$Green\ VWE = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{l} Green\ WF_{si} \times W_{ik} \quad (۱۷)$$

$$Blue\ VWE = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{l} Blue\ WF_{si} \times W_{ik} \quad (۱۸)$$

$$Grey\ VWE = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{l} Grey\ WF_{si} \times W_{ik} \quad (۱۹)$$

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 به‌ترتیب برای سال‌های ۲۰۱۶، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸، میزان ۶۲۱۷/۳۸۵، ۶۴۹۵/۷۵۰ و ۵۹۸۳/۶۰۵ میلیون متر مکعب و واردات آب‌مجازی به‌ترتیب برای سال‌های ۲۰۱۶، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸، میزان ۱۸۴۱۸/۹۸۹، ۱۷۷۰۹/۴۰۱و ۲۰۳۸۶/۳۱۷ میلیون متر مکعب برآوردشد. 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 آب‌مجازی است به‌طوری که خالص جریان آب مجازی برای سال‌های۲۰۱۶، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸، به‌ترتیب میزان ۱۲۲۰۱/۱۵۳+ ، ۱۱۲۱۳/۶۵۱+ و ۱۴۴۰۲/۷۱۱+ میلیون متر مکعب محاسبه‌شد. 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، به‌ترتیب 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 به‌تفکیک آب سبز، آبی و خاکستری ارائه شده‌است. همان‌طور که در این شکل به‌وضوح نمایان شده، سهم عمده از صادرات آب مجازی ایران، آب آبی است. از دلایل اصلی این موضوع می‌توان به‌برداشت 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 به‌خوبی استفاده می‌کنند. ایران در تجارت آب مجازی در سال‌های ۲۰۱۷،۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ به‌ترتیب میزان ۴۱۷۳/۶۴۰، ۴۳۴۷/۶۰۰ 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 به‌جهان صادر می‌کند در صورتی که آب سبز (آب باران) و آب خاکستری را وارد می‌کند. این موضوع نشان می‌دهد که اکثر کشور های جهان محصولاتی را تولید می‌کنند که بیشترین استفاده را از منابع آب باران دارند و الگوی کشت منطقه‌ای به‌استفاده حداکثری از آب باران توجه دارد و نیز سیاست‌های صادرات محصولات کشاورزی آن‌ها باتوجه به‌همین موضوع انجام می‌شود که هم باعث ایجاد درآمد ارزی و هم باعث ذخیره منابع آب آن کشورها می‌شود.

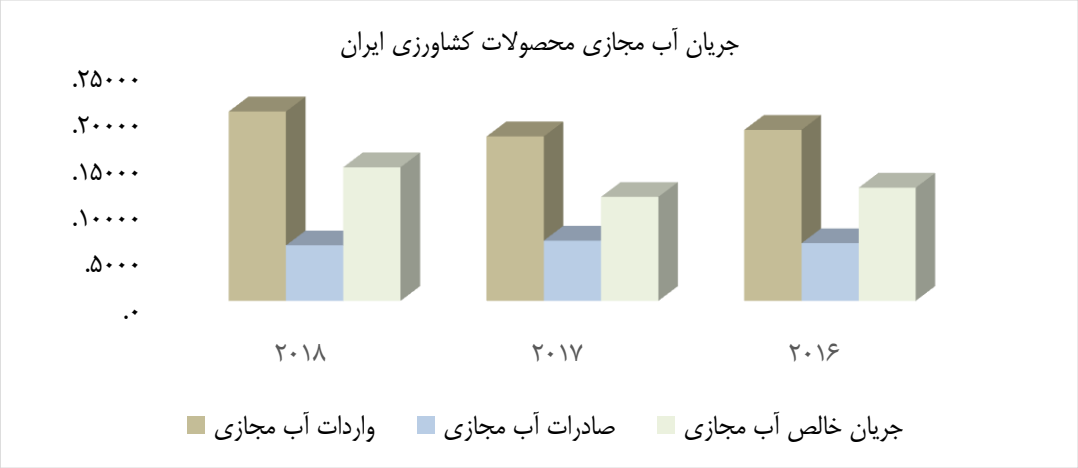
1- Green Virtual Water Export
2- Blue Virtual Water Export
3- Grey Virtual Water Export

www.SID.ir

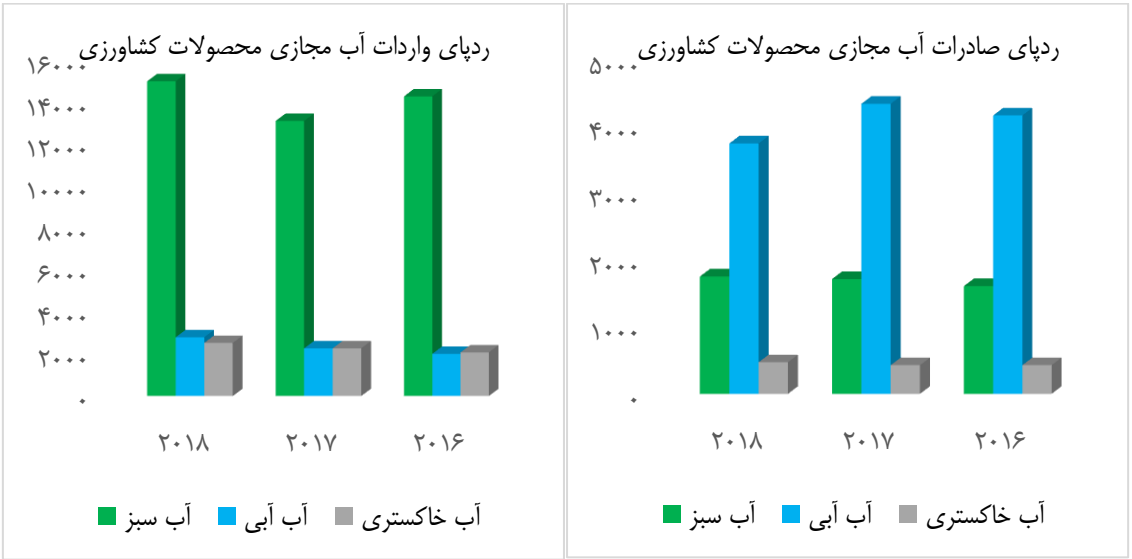
Archive of SID

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 ۲۰۱۸-۲۰۱۶



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

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

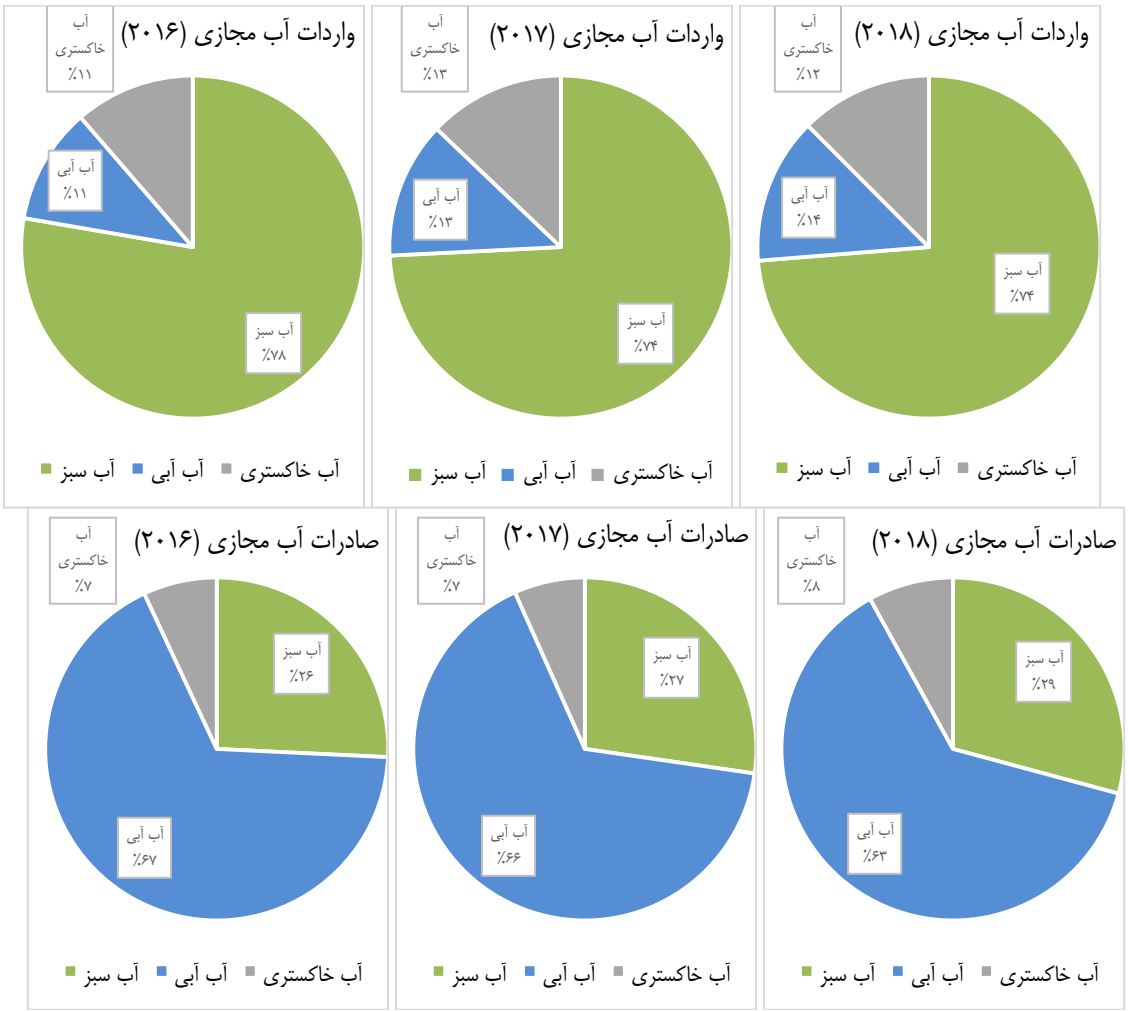
www.SID.ir

Archive of SID

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

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

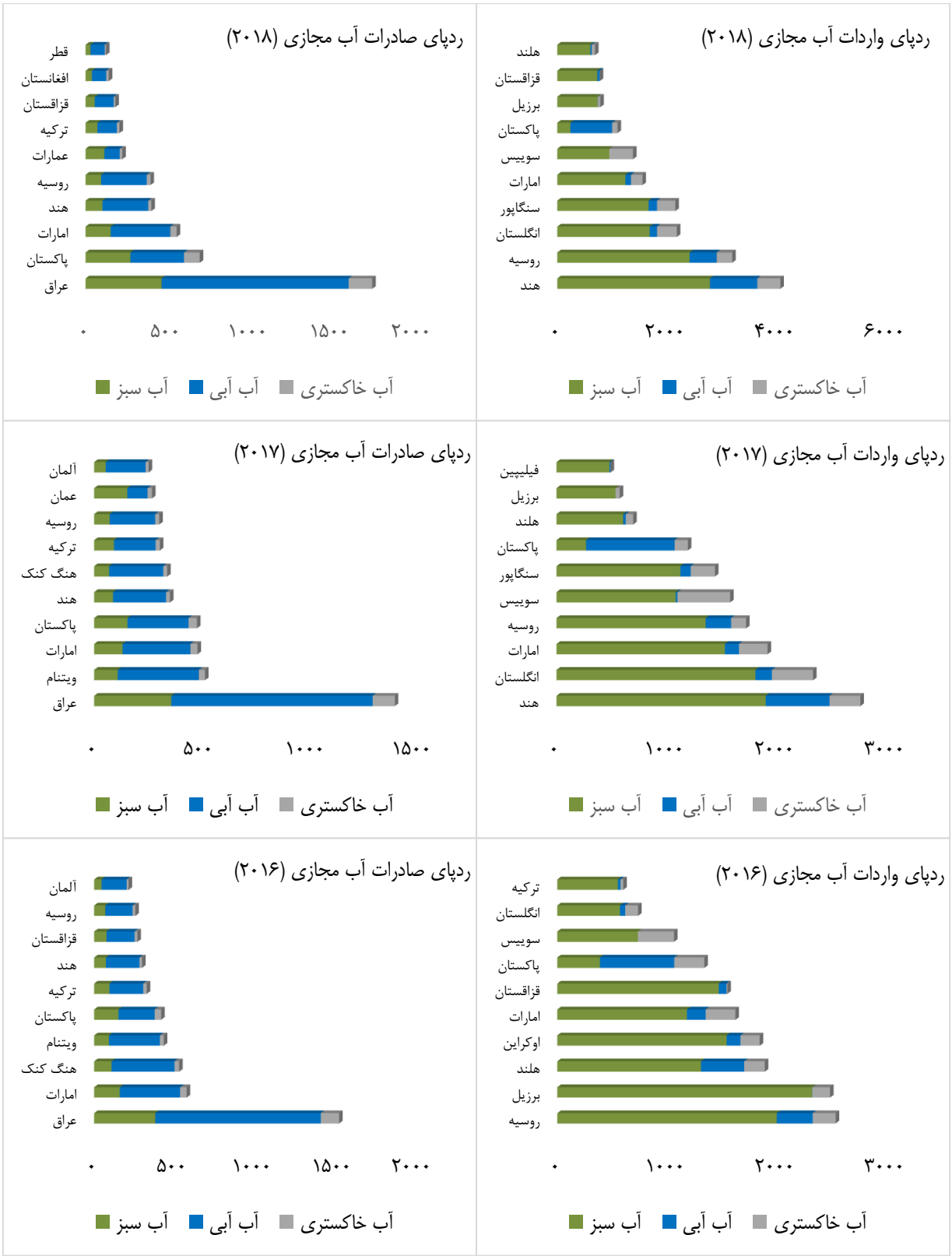


شکل ۳- ردپای واردات و صادرات آب مجازی ایران، ۲۰۱۸-۲۰۱۶

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

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- ده کشور که بیشترین تجارت آب مجازی توسط ایران با آن‌ها انجام شده به‌تفکیک آب سبز، آبی و خاکستری ۲۰۱۸-۲۰۱٦

www.SID.ir

Archive of SID

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

کشور	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۱۶	کشور	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۱۶	کشور	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۱۶
افغانستان	۷۶۶۹۳۸	۲۱۵۴۴۸۹	۴۳۸۶۲۵	مجارستان	۶۱۷۰۶	۱۶۳۹۷۴۸	۹۰۴۷۵۳	رومانی	۰	۲۴۶۰۲۵	۳۲۶۲۲۳۱۱
آرژانتین	۱۶۱۵۵۴۹	۲۰۰۱۱۱۶	۱۹۲۳۲۲۰	هند	۴۰۵۵۸۰۰۴۴۲	۲۷۴۸۳۱۸۸۸۴	۱۸۸۵۹۴۵۶۵۹	روسیه	۳۱۷۷۷۹۸۷۲۱	۱۷۰۹۴۶۳۴۱۵	۲۵۲۷۰۱۵۳۶۳
ارمنستان	۶۷۲۵۸۸	۳۲۴۶۶۰	۰	اندونزی	۵۵۷۲۴۹۴۷	۵۸۷۱۳۴۶۶	۳۸۴۹۰۸۶۶	سنگال	۰	۱۵۲۲۲۰	۰
استرالیا	۸۱۴۹۱۳۰	۵۲۵۷۶۳۱۱	۲۵۹۴۶۹۸۶	عراق	۰	۱۸۹۶۲۳۸	۰	صربستان	۳۹۸۳۴۴	۹۶۰۱۴۰	۲۰۰۹۹۶۴۰۸
اتریش	۱۶۵۱۱۵۳۰۵	۲۶۶۵۵۸۸۵	۱۶۰۳۸۴۸۶	ایرلند	۳۱۷۲۰	۴۷۶۱۷	۸۳۳۶۲۵۰	سنگاپور	۲۱۴۵۲۲۷۶۱۸	۱۴۲۸۵۳۵۷۰۱	۲۶۶۰۸۶۴۸۹
آذربایجان	۱۵۳۶۵۷۵۴	۱۴۶۴۹۲۹۳	۱۴۵۸۹۸۹۳	ایتالیا	۲۱۳۸۴۵۹	۴۴۳۰۷۸۶	۲۳۹۵۱۴۸	سومالی	۰	۰	۴۴۱۰۶۷۳
بلژیک	۱۰۴۴۶۶	۰	۰	ژاپن	۰	۷۹۴۸۵	۰	آفریقا	۱۸۹۹۰۴	۱۹۲۱۱	۰
برزیل	۷۸۲۸۶۰۷۰۲	۵۶۹۷۱۰۸۴۳	۲۴۷۶۹۰۸۱۳۸	قزاقستان	۷۷۰۸۷۷۵۹۵	۴۵۹۰۶۸۹۸۱	۱۵۴۵۰۹۲۰۰۶	اسپانیا	۲۴۳۰۵۰۵۵۵	۲۹۹۳۷۳۵۵۴	۱۷۴۸۰۹۵۲۶
کامبوج	۰	۱۳۴۸	۲۶۸۹۴۷	کنیا	۱۲۰۵۳۹۲۳	۵۲۷۷۱۳۳	۱۰۳۳۰۹۹۸	سری لانکا	۱۲۱۹۵۵۴۴۵	۱۷۳۸۶۷۰۹۷	۲۴۷۳۹۷۲۶۲
کانادا	۲۶۴۴۱۵۴۷	۳۱۷۱۱۴۰۴	۴۹۲۸۲۴۹۷	کره جنوبی	۳۶۹۳۳	۴۹۵۴۷۰۴	۲۸۱۲۴۴۷۲	سودان	۷۸۰۹۸۱	۴۸۰۷۰۵	۰
چین	۵۰۵۲۳۸۵۶	۱۰۹۰۴۳۳۳۱	۳۸۷۶۲۱۵۴	کویت	۰	۰	۱۳۰۱۴	سورینام	۰	۰	۶۲۳۴۰
کلمبیا	۰	۵۹۶۶۱۸	۴۸۲۳۷۲	قرقیزستان	۵۴۵۸۹۲۱	۵۰۹۱۸۱۵	۱۲۶۶۳۷۰	سوئد	۳۵۱۸۷۱۵۴	۵۱۴۴۱۱۶	۰
کنگو	۶۵۹۸۰۰۴	۶۵۹۸۰۰۴	۶۵۹۸۰۰۴	لبنان	۴۵۹۵۱۰	۱۶۵۴۷۰	۶۵۶۹۴	سوئیس	۱۳۷۷۰۶۸۴۰۹	۱۵۶۵۴۴۸۲۴۸	۱۰۶۰۲۶۷۵۶۲
کاستاریا	۰	۱۳۸۵۶۷۹	۲۶۳۵۴۳۲	لیتوانی	۰	۰	۴۴۶۷۸۷۲۴	تاجیکستان	۶۶۸۳۶	۰	۰
کرواسی	۰	۲۸۳۹۰	۰	لوکزامبورگ	۰	۸۸۵۶۰۰	۰	تانزانیا	۱۶۶۵۰۳۰	۳۱۲۳۲۶۰۶	۷۲۳۲۸
قبرس	۷۴۲۹۸۹۷۱	۹۸۸۳۱۱۳۹	۹۵۳۳۲۹۳	مالزی	۳۰۶۸۵۸	۲۸۵۸۸۶	۴۱۴۷۹۴	تایلند	۱۷۴۴۴۷۴۸۵	۳۵۰۱۳۱۶۰۲	۸۷۹۷۳۲۰
چک	۰	۶۰۶	۱۸۹۴۵	موزامبیک	۰	۰	۷۰۳۸۰۳	ترکیه	۵۰۱۰۳۲۹۵۸	۴۳۰۷۳۷۳۶۸	۵۹۹۵۱۰۵۹۱
اکوادور	۷۲۹۲۹۰۸۷	۱۹۳۸۲۱۶۳۶	۱۶۳۴۲۸۸۹۶	میانمار	۱۱۶۰۰۴	۵۴۸۴۶۷	۰	ترکمنستان	۱۱۲۱۷۶۶	۰	۱۰۳۳۲۷۸۶۲
مصر	۰	۱۲۵۱۶۹۶	۱۵۹۷۴۹۷۲	هلند	۶۸۶۰۴۰۹۹۱	۶۹۱۴۸۷۰۸۴	۲۸۲۰۲۳۹۸۱	اوگاندا	۱۲۷۶۸۴۴	۱۳۳۴۴۴۶	۳۳۸۸۲۰
استونی	۰	۰	۱۷۶۲	نیکاراگوئه	۲۹۹۳۰۷	۰	۲۹۹۳۰۷	اوکراین	۱۵۶۸۹۷۵۲۵	۱۳۲۴۶۵۹۱۲	۱۸۴۰۲۳۴۰۸۰
اتیوپی	۴۵۴۷۳۷۱۴	۸۴۰۸۹۰۹۴	۳۸۴۵۶۴۰	نیجریه	۲۶۳۴۶۳	۱۵۴۱۰۱	۰	امارات	۱۵۴۸۳۸۶۲۰۴	۱۹۰۲۹۸۷۶۱۶	۱۶۱۸۵۳۹۳۳۲
فرانسه	۴۴۱۶۷۲	۱۸۰۴۶۳	۱۱۶۳۶۷	نروژ	۰	۱۵۸۹۷	۰	انگلستان	۲۱۷۳۹۴۸۹۹۸	۲۳۱۷۰۵۸۱۷۲	۷۳۳۵۱۰۵۴۷
گرجستان	۶۷۳۴	۰	۱۷۳۸۰	عمان	۲۱۱۴۹۹۸۹۴	۱۴۰۴۰۶۷۶	۸۳۲۵۲۰۰	آمریکا	۵۰۵۰۷۴۳	۶۸۴۱۴۶۳	۲۴۰۵۵۱۷۶
آلمان	۲۹۶۷۷۶۱۵۲	۳۷۱۹۱۰۹۶۷	۴۳۵۶۸۱۱۷۵	پاکستان	۱۰۹۲۷۹۶۵۰۱	۱۱۸۳۵۹۳۴۰۱	۱۳۳۶۴۴۲۰۹۰	اروگوئه	۰	۲۵۵۴۶۴۸۲	۴۷۶۱۹۰۰۰
یونان	۲۷۷۸۶	۲۹۰۴۹	۱۳۷۸	پرو	۱۷۲۲۰۹	۳۶۰۳۲۶	۳۰۶۱۰۹	ازبکستان	۱۱۰۷۶۱۷۶	۲۱۷۱۵۹۳۳	۵۶۷۸۵۳۱۹
گواتمالا	۶۶۵۶۷۶	۲۶۶۲۷۰۴	۳۹۵۰۹۷۶	فیلیپین	۲۱۴۹۶۷۴۱۰	۴۸۷۰۸۷۱۳۴	۳۲۵۰۷۸۷۹۸	ویتنام	۴۸۷۶۳۵۴۴	۴۳۹۱۳۷۹۷	۱۹۴۰۸۲۹۸
هندوراس	۰	۰	۱۵۵۲۹۶	لهستان	۳۳۲۱۵۹	۱۸۹۲۵	۷۵۷۰۰	هنگ‌کنگ	۲۶۵۳۴۳۲	۲۳۳۶۹۱۸۳	۶۲۴۴۲۹۳۰

ایران آب مجازی سبز را از کشورهای هند، روسیه، برزیل، انگلستان، سوییس، 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 به‌کشورهای عراق (۱۷۴۳/۰۳۹)، پاکستان (۶۹۴/۳۲۰)، امارات (۵۵۳/۷۹۰)، هند (۴۰۰/۲۷۲) و روسیه (۳۹۴/۹۵۵) (میلیون متر مکعب) صورت‌گرفته 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 ان 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 آب‌مجازی به آن کشورها انجام شده است. با 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 سوییس می‌باشد. به‌طور میانگین ۷۵ درصد از کل واردات آب مجازی ایران، آب سبز می‌باشد درصورتی که ۶۵/۳۷ درصد از کل صادرات آب مجازی ایران، آب آبی است. ایران آب آبی را به‌کشورهای عراق، پاکستان و امارات صادر می‌کند. اطلاعات مربوط به سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۶ نیز در شکل ۴ قابل مشاهده است. در دوره زمانی موردبررسی، 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. درواقع 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

www.SID.ir

Archive of SID

محصولات کشاورزی به آن کشورها صادر می‌شود که دلیل ان 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 می‌دهد. اطلاعات کامل از میزان واردات و صادرات آب مجازی به تفکیک هر کشور برای دوره زمانی مورد بررسی در جداول ۳ و ۴ گزارش شده است.

جدول ٤- صادرات آب مجازی محصولات کشاورزی ایران به‌تفکیک کشور ۲۰۱۸-۲۰۱۶ (متر مکعب)

کشور	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۱۶	کشور	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۱۶	کشور	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۱۶
افغانستان	۱۴۰۸۸۵۱۰۷	۱۴۰۵۸۷۵۶۴	۱۶۳۸۲۰۶۳۵	هنگ	۲۱۴۲۹۴۲۶	۳۴۰۴۱۰۴۷۱	۵۲۷۸۰۱۵۳۵	پاکستان	۶۹۴۳۲۰۷۹۵	۴۷۸۵۲۴۰۸۸	۴۱۵۶۵۴۲۲۸
آلبانی	۱۲۵۱۰۱		۷۵۴۷۰	مجارستان	۱۳۷۸۷۷۲	۲۳۷۷۱۲۴	۲۷۳۳۶۳۹	پاراگوئه	۰	۹۲۰۴	۴۳۳۶۸۰
آرژانتین	۵۲۷۶۹	۷۲۳۸۳۰	۴۶۶۲۲۰	ایسلند	۰	۶۹۵۱۵	۰	فیلیپین	۱۳۳۶۰۰	۲۶۹۰۴۲	۲۶۷۲۰۰
ارمنستان	۳۰۶۴۷۵۱۰	۳۱۹۱۷۴۲۹	۸۱۳۱۲۸۶	هند	۴۰۰۲۷۲۱۰۰	۳۵۳۲۶۳۶۹۴	۲۹۷۴۱۲۶۹۸	لهستان	۱۵۵۴۵۳۸۰	۲۲۳۲۷۵۴۴	۱۹۰۸۹۰۴۴
استرالیا	۱۰۷۵۵۶۳۶	۲۲۲۶۰۹۱۷	۲۷۲۸۰۶۰۹	اندونزی	۱۳۴۷۵۵۱۵	۱۳۵۸۲۴۴۵	۸۴۲۴۱۷۷	قطر	۱۲۴۳۴۰۰۲۱	۸۸۹۲۷۰۹۰	۱۵۴۶۶۸۸۰
اتریش	۲۵۹۰۶۷۴	۱۵۹۸۱۴۵	۱۶۹۱۰۷۲	عراق	۱۷۴۳۰۳۹۹۹۳	۱۴۰۵۹۸۶۴۵۹	۱۵۲۳۶۲۵۱۴۵	رومانی	۶۶۵۳۳۳۶	۶۵۹۶۸۸۵	۷۵۸۰۲۰۸
آذربایجان	۸۳۲۶۳۰۳۶	۷۹۶۱۸۱۵۰	۷۳۱۵۵۶۲۶	ایرلند	۱۸۳۳۳۰	۱۱۰۶۲	۶۱۱۱۰	روسیه	۳۹۴۹۵۵۲۳۳	۳۰۳۲۳۴۷۳۶	۲۵۵۹۴۵۴۹۲
بحرین	۳۶۸۱۸۱۸	۴۸۹۵۵۳۲	۶۰۹۵۶۱۶	ایتالیا	۱۱۰۷۳۸۴۵	۱۴۹۷۴۶۴۳۲	۳۴۵۲۹۰۶۲	صربستان	۶۶۸۳۱۹۸	۴۱۱۴۴۱۵	۳۳۴۱۱۷۴
بنگلادش	۶۱۴۹۷۷۰	۸۶۷۵۲۴۵	۵۴۲۳۳۵۰	ژاپن	۵۶۷۴۴۴۰	۸۰۵۰۸۵۶	۶۱۹۱۸۰۹	سنگاپور	۸۰۳۲۴۳۵	۸۸۸۳۷۶۵	۱۰۲۱۰۷۳۵
بلاروس	۲۶۳۳۲۴۰	۲۲۶۸۳۳۵	۱۴۰۶۸۴۷	اردن	۹۲۷۱۰۱۴	۳۷۳۰۴۹۳۰	۲۸۴۹۵۷۶۰	اسلواکی	۱۳۴۲۰۴۸۵	۱۸۳۴۵۱۶۵	۱۴۱۱۳۵۹۵
بلژیک	۲۶۱۰۱۴۵	۴۸۴۰۷۳۰	۱۰۹۲۴۷۳۵	قزاقستان	۱۸۱۲۷۰۸۲۸	۲۴۲۱۱۲۴۲۶	۲۶۸۴۵۹۸۹۴	اسلوونی	۷۵۴۷۵	۲۵۱۹۹۵	۴۰۲۴۵
بوسنی	۳۵۰۰۳۰۸	۳۱۲۶۳۵۵	۱۶۴۹۹۸۵	کنیا	۱۳۸۱۷۶	۵۱۸۸۲۶	۱۵۵۵۵۴	سومالی	۰	۰	۳۸۵۸۶
برزیل	۱۰۳۴۲۴۰	۶۲۸۶۰۱۰	۲۴۴۴۹۶۰	کره	۱۲۳۷۳۲۵	۲۹۶۹۲۷۴	۶۵۷۲۷۰۲	آفریقا	۱۳۰۸۲۸۹	۳۲۵۴۰۰۴	۳۷۷۹۵۰۴
بلغارستان	۶۵۱۷۸۲۳	۵۴۴۹۱۹۳	۵۵۰۵۳۱۰	کویت	۴۰۳۵۷۲۷۹	۵۲۲۲۴۳۶۳	۴۹۴۶۳۱۳۳	سری لانکا	۸۱۴۰۶۸	۹۶۳۶۳۱	۵۸۹۰۸۰
کانادا	۱۱۳۱۱۲۶۵	۲۲۲۵۱۰۱۵	۲۰۸۲۴۰۷۶	قرقیزستان	۲۵۴۹۷۷۴۳	۲۸۲۶۲۳۹۳	۲۰۳۸۰۱۲۵	سوئد	۴۹۸۳۶۵۹	۵۵۸۶۴۲۷	۵۴۱۱۷۶۵
شیلی	۵۳۲۸۵۰	۶۰۰۳۶۵	۳۱۳۵۳۵	لتونی	۱۱۲۴۷۰	۵۳۹۷۶۰	۱۴۶۵۱۹۵	سوئیس	۹۶۱۴۲۴	۶۱۷۳۲۵	۵۸۰۱۱۸
چین	۵۱۵۹۴۲۵۲	۱۶۰۷۵۷۴۷	۲۲۶۷۳۱۴۸	لبنان	۳۰۱۸۴۰۵۳	۶۵۱۳۴۷۲۸	۵۹۳۷۲۷۸۸	سوریه	۱۲۹۰۹۹۱۳	۱۷۶۸۷۶۹۳	۸۶۹۳۷۷۵
کلمبیا	۳۰۵۵۵	۳۳۹۵۰	۳۷۳۴۵	لیبی	۲۴۹۲۷۷۰	۲۴۶۷۵۵۰	۱۶۹۵۰۸۰	تایپه چین	۱۰۱۸۲۸۹۴	۳۲۳۳۷۰۷۶	۲۹۹۱۱۸۶۷
کرواسی	۱۷۶۶۳۰	۵۷۹۳۷۵	۴۰۲۱۹۰	لیتوانی	۴۰۲۶۶۰۵	۱۰۳۷۸۲۶۵	۹۱۱۰۱۴۵	تاجیکستان	۱۱۵۷۲۱۱۵	۱۵۲۴۲۸۰۷	۳۳۲۵۶۸۵۶
قبرس	۶۴۸۴۷۴	۱۳۱۵۸۳	۴۲۹۷۲۳	مقدونیه	۴۳۷۳۴۵۱	۳۶۷۴۸۰۶	۴۴۴۶۲۹۱	تانزانیا	۰	۰	۶۱۱۱۰
چک	۲۱۳۲۳۵۰	۲۲۹۰۶۵۵	۳۵۶۹۱۹۰	مالاوی	۳۶۱۴۰	۰	۰	تیمورشرقی	۳۱۴۱	۰	۰
دانمارک	۸۰۹۳۵۱۱	۶۲۴۶۱۷۰	۸۱۷۵۰۵۰	مالزی	۱۹۰۸۳۷۶۸	۱۸۶۷۳۶۳۷	۲۴۵۱۳۱۶۸	تونس	۱۵۶۶۴۶۰	۳۵۸۷۰۴۰	۳۳۰۷۷۱۲
اکوادور	۰	۹۶۶۳۰	۰	مالدیو	۱۰۸۲۴	۰	۰	بوقلمون	۲۰۵۶۸۸۱۶۳	۳۰۵۹۵۹۸۲۶	۳۲۶۳۴۷۷۲۳
مصر	۳۱۱۰۲۲۰	۳۳۸۹۱۴۵	۵۸۰۴۴۷۰	مالت	۱۸۳۲۷۵	۴۹۳۲۸۵	۱۳۲۴۰۵	ترکمنستان	۱۰۵۶۰۷۲۶۸	۱۲۲۲۲۹۸۳۳	۱۳۳۵۵۰۳۴۰
استونی	۱۸۹۵۶۱	۱۳۲۰۰	۱۶۹۴۰	مکزیک	۱۳۵۵۲۵۰	۱۸۲۰۵۸۰	۳۰۸۹۹۷۰	اوکراین	۴۱۶۷۲۲۱۱	۳۵۴۹۳۲۰۳	۳۰۸۶۱۴۳۱
اتیوپی	۰	۳۳۹۵	۳۳۹۵	مولداوی	۶۱۰۰۰۱	۱۴۲۷۴۰۰	۱۴۰۸۴۷۹	امارات	۵۵۳۷۹۰۱۴۶	۴۸۱۳۱۵۷۷۷	۵۷۴۷۲۶۶۸۶
فنلاند	۲۸۸۵۷۵	۶۰۵۴۰۵	۵۵۶۶۸۵	مغولستان	۱۲۲۳۳۵	۹۵۰۵۹	۱۰۱۳۰۰	انگلستان	۷۶۷۶۸۳۵	۹۴۷۵۱۴۵	۷۹۴۲۶۹۰
فرانسه	۶۹۱۲۰۶۷	۶۵۱۵۵۱۷	۷۰۶۲۱۸۷	مراکش	۶۸۰۰۷۰	۵۸۹۸۹۰	۱۶۷۰۰	آمریکا	۴۳۹۸۵۸	۱۱۴۹۸۹۹	۱۲۰۰۵۹۷
گرجستان	۳۲۰۵۴۴۳۲	۱۱۱۴۱۰۱۵	۵۰۱۸۶۲۸	هلند	۱۰۰۴۳۰۶۲	۲۵۵۶۲۸۶۵	۱۷۵۸۰۸۸۳	ازبکستان	۲۸۷۹۱۳۹۶	۴۱۷۲۹۲۰۹	۴۱۸۱۲۸۲۵
آلمان	۱۰۷۵۰۲۴۴۲	۲۵۳۶۲۲۷۲۹	۲۱۴۰۹۲۰۶۸	نیوزلند	۴۳۷۵۰۹۱	۵۸۶۰۹۸۵	۶۲۳۷۲۷۰	ویتنام	۸۰۵۶۸۵۱۷	۵۱۶۱۴۴۲۸۲	۴۳۲۰۰۳۲۵۴
یونان	۷۹۱۷۴۶۶	۲۱۷۹۰۷۹۵	۲۵۳۴۶۱۰۹	نروژ	۶۵۵۶۷۰	۸۳۱۸۵۰	۴۵۶۳۸۵	هندوراس	۰	۰	۲۱۶۸۴۰

باتوجه به‌نتایجی 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. به‌طور 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 ادویه‌جات ۴ درصد و ۲ درصد نیز مربوط به غلات است. همچنین به‌طور متوسط ۸۱ درصد از کل واردات آب مجازی ایران مربوط به محصولات گروه غلات، ۹ درصد سبزیجات و حبوبات، ۶ درصد میوه و آجیل و ۴ درصد نیز چای و ادویه‌جات است. ایران در تولید محصولات باغی و میوه‌جات دارای مزیت است ولی در تولید غلات محدودیت دارد. به‌همین دلیل ایران میوه، آجیل، سبزیجات و حبوبات را به جهان صادر می‌کند و غلات به کشور وارد می‌کند. طبق نتایج ارائه شده در جدول ۵ در سال ۲۰۱۸ میزان صادرات آب مجازی محصولات گروه میوه و آجیل ۳۴۳۰ و سبزیجات و حبوبات ۲۱۱۷ میلیون متر مکعب محاسبه شد و در

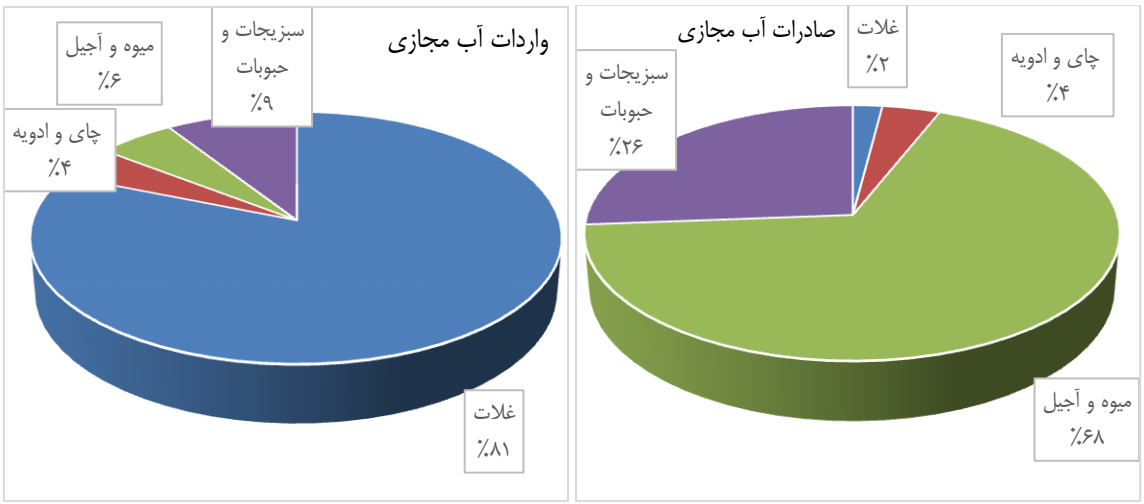
www.SID.ir

Archive of SID

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 به‌ذخیره 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.

مهم‌ترین محصولاتی که در صادرات آب مجازی ایران نقش دارند، به‌تفکیک 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 شده است.



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

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

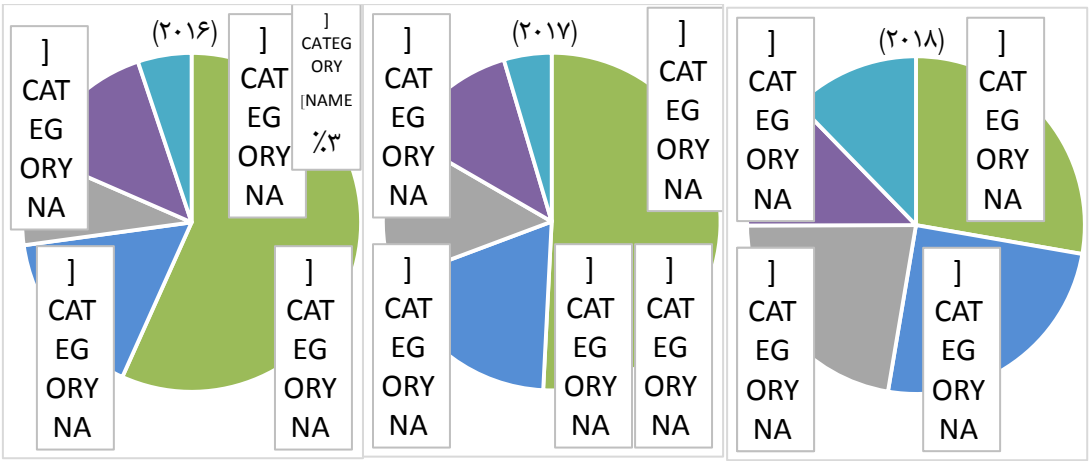
گروه‌محصولات	۲۰۱۸			۲۰۱۷				۲۰۱۶			
	GVWE	BVWE	Grey VWE	TVWE	GVWE	BVWE	Grey VWE	TVWE	GVWE	BVWE	Grey VWE	TVWE
سبزیجات‌حبوبات	۵۲۳/۶۱	۱۳۷۹/۷۲	۲۱۴/۶۵	۲۱۱۷/۹۲	۲۴۶/۹۵	۹۲۹/۱۳	۹۹/۹۵	۱۲۷۶/۰۳	۲۸۰/۸۷	۱۰۶۹/۳۲	۱۱۵/۴۹	۱۴۶۵/۶۸
میوه و آجیل	۱۰۶۰/۵۶	۲۱۵۲/۵۲	۲۱۶/۹۵	۳۴۳۰/۰۳	۱۲۷۵/۷۱	۳۲۰۸/۷۸	۲۸۹/۱۸	۴۷۷۳/۶۸	۱۲۷۱/۴۹	۲۹۴۹/۰۱	۲۸۸/۸۳	۴۵۰۹/۳۳
ادویه و نوشیدنی	۶۹/۲۷	۱۷۳/۸۳	۲۷/۶۵	۲۷۰/۷۵	۵۷/۲۱	۱۵۰/۲۴	۲۲/۴۸	۲۲۹/۹۴	۶۲/۲۵	۱۴۴/۵۵	۲۵/۰۶	۲۴۱/۸۶
غلات	۱۰۴/۷۵	۴۶/۴۷	۱۳/۶۲	۱۶۴/۸۴	۱۳۹/۵۸	۵۹/۴۴	۱۷/۰۸	۲۱۶/۱۰	۰/۱۰	۰/۷۶	۰/۱۰	۰/۹۶
مجموع	۱۷۵۸/۱۸	۳۷۵۲/۵۴	۴۷۲/۸۸	۵۹۸۳/۶۱	۱۷۱۹/۴۵	۴۳۴۷/۶۰	۴۲۸/۷۰	۶۴۹۵/۷۵	۱۶۱۴/۷۱	۴۱۷۳/۶۴	۴۲۹/۴۹	۶۲۱۷/۸۴

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- ردپای واردات آب مجازی محصولات کشاورزی ایران به‌تفکیک گروه محصولات ۲۰۱۸-۲۰۱٦ (میلیون متر مکعب)

گروه‌محصولات	۲۰۱۸				۲۰۱۷				۲۰۱٦			
	GVWI	BVWI	Grey VWI	TVWI	GVWI	BVWI	Grey VWI	TVWI	GVWI	BVWI	Grey VWI	TVWI
سبزیجات‌حبوبات	۱۱۵۲/۵۱	۳۶/۸۷	۲۸۸/۲۰	۱۴۷۷/۵۷	۱۷۴۸/۱۰	۵۵/۸۲	۴۳۶/۹۶	۲۲۴۰/۸۷	۱۱۶۳/۹۵	۳۷/۳۱	۲۹۱/۲۲	۱۴۹۲/۴۷
میوه و آجیل	۷۳۳/۱۶	۱۷/۹۹	۵/۲۰	۷۵۶/۳۴	۱۱۸۱/۷۵	۲۸/۹۴	۸/۷۸	۱۲۱۹/۴۷	۱۰۴۷/۱۸	۳۰/۰۷	۹/۵۷	۱۰۸۶/۸۲
ادویه و نوشیدنی	۷۵۰/۰۳	۶۱/۹۹	۵۸/۳۷	۸۷۰/۳۹	۷۳۹/۷۳	۶۰/۹۲	۵۷/۵۴	۸۵۸/۱۸	۶۴۷/۲۰	۵۶/۹۷	۵۱/۷۳	۷۵۵/۹۰
غلات	۱۳۵۹۰/۹۹	۱۴۸۹/۰۳	۲۳۹۳/۴۶	۱۷۴۷۳/۴۸	۱۱۸۲۵/۴۸	۱۲۷۴/۵۰	۲۰۳۳/۳۰	۱۵۱۳۳/۲۹	۱۰۶۹۰/۷۹	۱۴۲۸/۲۶	۱۹۰۶/۶۸	۱۴۰۲۵/۷۳
مجموع	۱۶۲۲۶/۶۸	۱۶۰۵/۸۸	۲۷۴۵/۲۳	۲۰۵۷۷/۷۹	۱۵۴۹۵/۰۶	۱۴۲۰/۱۸	۲۵۳۶/۵۹	۱۹۴۵۱/۸۲	۱۳۵۴۹/۱۳	۱۵۵۲/۶۰	۲۲۵۹/۱۹	۱۷۳۶۰/۹۲



شکل ٦- محصولات دارای بیشترین سهم در صادرات آب مجازی ایران ۲۰۸-۲۰۱٦

نتیجه‌گیری

در این مطالعه تجارت آب مجازی محصولات کشاورزی بین ایران و سایر کشورهای جهان محاسبه و میزان صادرات و واردات آب مجازی به‌تفکیک آب سبز، آب آبی و آب خاکستری در چهار دسته محصولات زراعی غلات، سبزیجات و حبوبات، میوه و آجیل و چای و ادویه جات ارائه‌شد. 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 میلیارد متر مکعب محاسبه شد.

محاسبات ردپای آب نشان داد ایران در تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی آب مجازی سبز وارد می‌کند درصورتی 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 آب حاصل از بارندگی است و فشاری بر منابع آب وارد نمی‌کند. آب آبی سهم عمده‌ای در صادرات آب مجازی ایران دارد به‌طوری‌که 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.

www.SID.ir

Archive of SID

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

محصولات	۲۰۱۸				۲۰۱۷				۲۰۱۶			
	GVWI	BVWI	Grey VWI	TVWI	GVWI	BVWI	Grey VWI	TVWI	GVWI	BVWI	Grey VWI	TVWI
گوجه‌فرنگی	۲۴/۰۵	۱۶۲/۶۹	۳/۱۷	۱۹۹/۹۲	۲۲/۳۴	۱۵۱/۰۸	۱۲/۲۳	۱۸۵/۶۶	۲۲/۵۵	۱۵۲/۵۴	۱۲/۳۵	۱۸۷/۴۵
سیب‌زمینی	۱۹/۰۷	۱۳۵/۶۲	۱۸/۵۴	۱۷۳/۲۴	۱۸/۴۶	۱۳۱/۳۱	۱۷/۹۵	۱۶۷/۷۳	۲۴/۱۴	۱۷۱/۷۲	۲۳/۴۸	۲۱۹/۳۵
پیاز	۲۲/۹۵	۹۰/۸۰	۷/۵۳	۱۲۱/۳۰	۹/۲۳	۳۶/۵۳	۳/۰۳	۴۸/۷۹	۲۳/۰۲	۹۱/۰۷	۷/۵۶	۱۲۱/۶۶
خیار	۲۲/۹۸	۹۴/۰۸	۱۰	۱۲۷/۰۶	۱۹/۹۸	۸۱/۸۲	۸/۶۹	۱۱۰/۵۱	۲۶/۶۵	۱۰۹/۱۱	۱۱/۶۰	۱۴۷/۳۶
هویج	۷/۷۱	۶/۴۶	۱/۹۸	۱۶/۱۷	۵/۳۴	۴/۴۸	۱/۳۷	۱۱/۲۰	۴/۳۷	۳/۶۶	۱/۱۲	۹/۱۵
سبزی	۱/۱۷	۸/۷۵	۰/۸۱	۱۰/۷۴	۱/۳۹	۱۰/۴۰	۰/۹۶	۱۲/۷۶	۱/۳۸	۱۰/۳۳	۰/۹۵	۱۲/۶۷
قارچ	۱/۱۸	۰/۰۵	۰/۰۷	۱/۳۱	۰/۷۷	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۸۵	۰/۹۵	۰/۰۴	۰/۰۶	۱/۰۶
کرفس	۰/۲۴	۰/۲	۰/۰۶	۰/۵	۰/۱۲	۰/۱	۰/۰۳	۰/۲۷	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۳۰
سیر	۰/۴	۱/۸۱	۰/۱۵	۲/۳۷	۰/۳۱	۱/۴۴	۰/۱۲	۱/۸۸	۰/۷۱	۳/۱۶	۰/۲۷	۴/۱۳
نخود	۲۲۴/۲۳	۱۵۲/۲۳	۱۰۱/۷۶	۴۷۸/۲۴	۲۲۴/۲۳	۱۵۲/۲۳	۱۰۱/۷۶	۴۷۸/۲۴	۴۰/۱۱	۲۷/۲۳	۱۸/۲۰	۸۵/۵۵
لوبیا	۱/۲۴	۰/۵۳	۰/۸۶	۲/۶۴	۱/۲۴	۰/۵۳	۰/۸۶	۲/۶۴	۰/۴۲	۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۸۹
عدس	۰/۱۳	۰/۲۸	۰/۰۶	۰/۴۸	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۱۹	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۷
خرما	۲۹۶/۱۸	۶۹۸/۶۵	۴۵/۰۲	۱۰۳۹/۸۶	۲۴۵/۱۵	۵۷۸/۲۷	۳۷/۲۷	۸۶۰/۶۹	۲۰۲/۵۵	۴۷۷/۷۸	۳۰/۷۹	۷۱۱/۱۲
پسته	۱۵۴/۰۷	۵۹۹/۵۰	۴۲/۳۳	۷۵۵/۹۰	۴۱۲/۸۳	۱۴۹۹/۲۳	۱۱۳/۴۴	۲۰۲۵/۵۰	۴۲۰/۱۹	۱۵۲۹/۹۳	۱۱۵/۴۶	۲۰۶۱/۵۷
سیب	۱۱۰/۴۸	۳۲۹/۳۳	۲۰/۴۰	۴۶۰/۲۱	۱۵۷/۱۰	۴۶۸/۲۹	۲۹	۶۵۴/۳۹	۹۲/۱۰	۲۷۴/۵۴	۱۷	۳۸۳/۶۵
کشمش	۱۵۳/۵۷	۰	۳۶/۲۶	۱۸۹/۸۳	۱۳۰/۲۶	۰	۳۰/۷۶	۱۶۱/۰۲	۱۸۲/۹۲	۰	۴۳/۱۹	۲۲۶/۱۱
مغزپسته	۳۶/۲۷	۱۳۱/۷۲	۹/۹۷	۱۷۷/۹۵	۶۹/۲۰	۲۵۱/۳۲	۱۹/۰۲	۳۳۹/۵۴	۸۹/۱۶	۳۲۳/۸۰	۲۴/۵۰	۴۳۷/۴۶
کیوی	۲۶/۶۶	۱۳۵/۶۸	۷/۱۲	۱۶۹/۴۶	۲۱/۷۷	۱۱۰/۷۷	۵/۸۱	۱۳۸/۳۵	۱۸/۱۶	۹۲/۴۰	۴/۸۵	۱۱۵/۴۰
هندوانه	۹۷/۵۵	۴۵/۳۲	۲۶/۱۲	۱۶۸/۹۹	۹۹/۱۵	۴۶/۰۶	۲۶/۵۴	۱۷۱/۷۶	۹۲/۸۶	۴۳/۱۴	۲۴/۸۶	۱۶۰/۸۶
انجیر	۲۲/۹۱	۵۵/۸۲	۴/۸۳	۸۳/۵۷	۱۹/۱۰	۴۶/۵۴	۴/۰۳	۶۹/۶۶	۱۵/۳۰	۳۷/۲۸	۳/۲۳	۵۵/۸۰
پرتقال	۱۲/۰۸	۲۹/۳۵	۲/۵۴	۴۳/۹۷	۳/۴۹	۸/۴۸	۰/۷۳	۱۲/۷۰	۰/۶۲	۱/۵۱	۰/۱۳	۲/۲۶
آلو	۹/۸۱	۲۹/۲۸	۱/۸۲	۴۰/۹۲	۱۶/۸۵	۵۰/۲۸	۳/۱۳	۷۰/۲۵	۸/۷۱	۲۶	۱/۶۲	۳۶/۳۴
بادام	۱۵/۹۷	۱۹/۷۶	۳/۴۳	۳۹/۱۵	۴۲/۶۸	۵۲/۸۱	۹/۱۵	۱۰۴/۶۵	۴۳/۷۹	۵۴/۱۷	۹/۳۹	۱۰۷/۳۵
خربزه	۲۰/۷۷	۹/۶۵	۵/۵۶	۳۵/۹۹	۱۰/۹۴	۵/۰۸	۲/۹۳	۱۸/۹۵	۱۶/۲۲	۷/۵۳	۴/۳۴	۲۸/۰۹
گردو	۵/۰۹	۱۴/۷۵	۰/۹۵	۲۰/۷۹	۰/۴۵	۱/۳۱	۰/۰۸	۱/۸۵	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۰۱	۰/۲۱
هلوتازه	۳/۹۲	۱۱/۰۸	۰/۷۵	۱۵/۷۵	۲/۹۹	۸/۴۵	۰/۵۷	۱۲/۰۱	۱/۷۹	۵/۰۷	۰/۳۴	۷/۲۰
چای	۲۶/۵۳	۱۲۷/۶۴	۶/۴۵	۱۶۰/۶۱	۲۶/۱۶	۱۲۵/۸۷	۶/۳۶	۱۵۸/۳۹	۲۶/۵۱	۱۲۷/۵۵	۶/۴۴	۱۶۰/۵۰
زیره	۱/۸۴	۱/۲۸	۰/۹۸	۴/۱۰	۲/۵۶	۱/۷۹	۱/۳۶	۵/۷۵	۳/۵۵	۲/۴۸	۱/۸۹	۷/۹۲
گندم دوروم	۹۹/۲۳	۴۰/۶۵	۱۱/۹۳	۱۵۱/۸۰	۱۳۹/۲۸	۵۷/۰۶	۱۶/۷۴	۲۱۳/۰۸	۰	۰	۰	۰
جو	۴/۲۳	۰/۲۸	۰/۸۰	۵/۴۰	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱۰
برنج‌نیمه	۰/۵۹	۵/۱۰	۰/۶۷	۶/۳۶	۰/۲۶	۲/۳۱	۰/۳۰	۲/۸۷	۰/۰۹	۰/۷۶	۰/۱۰	۰/۹۵

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. به‌طوری که بیشترین صادرات آب مجازی ایران به‌کشور 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 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 به‌سمتی 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 باید نیاز آبی هر محصول مشخص شود، زمانبندی کشت محصولات به‌منظور استفاده حداکثری از آب باران برای آبیاری ارائه شود و آمایش سرزمین محصولات کشاورزی بر اساس شرایط

www.SID.ir

Archive of SID

اقلیمی هر منطقه تهیه شود. همچنین در سیاست‌های تجارت محصولات کشاورزی، کالاهای با نیاز آبی بالا مانند غلات که امکان تولید این محصولات به‌دلیل 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 ردّپای 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.ر. 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 بین المللی 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.

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

www.SID.ir

Archive of SID

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 Jahad 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

www.SID.ir

A
Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 14, Jan.-Jul. 2020, p. 446-463

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۴، خرداد - تیر ۱۳۹۹، ص. ۴۶۳-۴۴۶

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

M. Hekmatnia[1], M. Safdari[2], 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)

www.SID.ir