کاربرد حسابداری ردپای آب رنگی در الگوی کشت محصولات ویژه مناطق خشک (مطالعه موردی: دشت بیرجند)

فهیمه شریفان[۱]، عباس خاشعی سیوکی[۲]

تاریخ ارسال:۱۳۹۷/۰۹/۱۴

تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۹/۰۴

مقاله پژوهشی

چکیده

شاخص ردپای آب به عنوان یک شاخص جهانی نشان دهنده مقدار واقعی آب مصرفی بر اساس شرایط و اقلیم هر منطقه می‌باشد. شناسایی و ارزیابی مقدار آب واقعی مورد استفاده محصولات مختلف کشاورزی دارای اهمیت بالایی بوده و چنین ارزیابی می‌تواند در شناخت و ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش مصرف آب کشاورزی بسیار موثر باشد. هدف از این پژوهش محاسبه ردپای اقتصادی آب محصولات اصلی دشت بیرجند در سال ۱۳۹۵ می‌باشد. در این پژوهش برای بررسی ردپای آب و حسابداری ردپای آب محصولات کشاورزی، نه محصول عمده در دشت بیرجند شامل جو، گندم، زعفران، سبزیجات، محصولات جالیزی، پنبه، یونجه، عناب و زرشک مورد بررسی قرار گرفته و این شاخص‌ها محاسبه گردید. نتایج در این پژوهش نشان داد که مجموع حجم ردپای آب در تولید محصولات اصلی حدود ۲۲ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۹۵ برآورد شد. بیشتر سهم ردپای آب اقتصادی مربوط به ردپای آب آبی است. در بین محصولات کشاورزی، حجم تجارت آب مجازی محصولات صادراتی زعفران، زرشک و عناب به ترتیب ۰/۲۷، ۰/۲۶ و ۰/۰۱۷ میلیون مترمکعب می باشد.

واژه‌های کلیدی: تجارت اقتصادی آب، دشت بیرجند، ردپای اقتصادی آب

[۱] دانشجوی دکتری منابع آب، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، ۰۹۱۵۸۵۹۰۴۲۹، fahime.sharifan@yahoo.com

[۲] دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، ۰۹۱۵۳۳۲۷۴۷۸، abbaskhashei@birjand.ac.ir (نویسنده مسئول)

مقدمه

ایران یکی از کشورهای واقع در کمربند خشک کره زمین است که با مشکل کم‌آبی، خشکسالی‌های متناوب و سیل‌های مخرب و ویرانگر مواجه است. رشد فزاینده جمعیت و تخریب های ناشی از آن و نیاز روزافزون به محصولات کشاورزی، دامی و محدودیت آب و نیز خاک حاصلخیز به عنوان بستر اصلی تولیدات کشاورزی، مسأله کم‌آبی را به گونه‌ای بسیار جدی فرا روی کشور قرار داده است. در بخش کشاورزی ایران، آب زیرزمینی به طور رایگان در اختیار کشاورزان قرار میگیرد و از آب سطحی نیز که از طریق کانال و خطوط انتقال آب به دست کشاورزان می-رسد، معادل یک تا سه درصد قیمت محصول آب بهاء دریافت می‌شود که بسیار ناچیز است (اژدری، ۱۳۹۰).

بسیاری از کشورها برنامه ریزی و سیاست گذاری‌های کلان اقتصادی و کشاورزی در حوزه آب مجازی دارند. برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی سبب شده است کمبود آب در خراسان جنوبی به عنوان یک بحران به دغدغه همه مسئولان و کارشناسان تبدیل شود. نفوذ و تداخل سفره های آب شور استان به سمت منابع محدود آب شیرین یکی از چالش های پیش رو در کیفیت آب موجود می‌باشد. در حال حاضر برای ایجاد امنیت، جلوگیری از مهاجرت روستاییان، ایجاد اشتغال و غیره تنها راه حل را بخشش آب می‌دانند و آب فدای تمامی خواسته ها شده است. فرونشست سفره های آب زیرزمینی در استان به یک معضل بزرگ تبدیل شده است، در حالی که با کمبود میزان بارندگی، جاری شدن سیلاب در برخی نقاط استان وجود دارد (شهیدی، ۱۳۹۴).

۲۵ تا ۳۰ درصد آب، در شبکه شهری به دلیل فرسوده بودن شبکه‌های آبرسانی به هدر می‌رود، به‌علاوه ایجاد و راه اندازی تصفیه خانه آب شرب بیرجند با هزینه ۵۵۰ میلیارد ریال توجیه ندارد. در حال حاضر حدود ۱۷۰ میلیون مترمکعب آب در خراسان جنوبی اضافه برداشت می شود که منابع آبی استان با بیلان منفی از نظر تغذیه و برداشت رو به روست (شهیدی، ۱۳۹۴). به همین دلیل توجه به مفهوم آب مجازی در بخش کشاورزی خراسان جنوبی ضروری است.

حسابداری ردپای آب

مفهوم ردپای آب شاخصی از کمیت، زمان و مکان مصرف آب شیرین می‌باشد (Hoekstra,2002).ردپای آب شاخصی است برای نشان دادن حجمی از آبی که به طور مستقیم یا غیر مستقیم برای تولید کالا و یا ارائه هرگونه خدمات به مصرف می‌رسد. این عدد شامل مجموع آب مصرف شده در طی فرآیندهای زنجیره تولید یک محصول خواهد بود. همچنین مقدار این شاخص در مقیاس فردی یا اجتماعی برابر با کل مقدار آبی است که آن فرد به طور مستقیم یا غیر مستقیم و از طریق مصارف گوناگون صرف می کند.

مصارف غیرمستقیم آب، شامل حجم آبی است که برای تولید یک محصول یا ارائه خدمات برای مصارف یک فرد یا اجتماع، به مصرف می‌رسد. ردپای آب برای یک فعالیت تجاری و یا اقتصادی نیز شامل آبی است که به طور مستقیم در فرآیند تولید آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، بعلاوه آبی که به طور غیر مستقیم و در طول زنجیره تأمین مواد اولیه مورد نیاز آن به مصرف میرسد. اما در تمامی موارد فوق مصارف آب به طور کلی در قالب حجم آبی است که طی فرآیند مورد نظر، تحلیل رفته و یا آلوده می‌گردد و یا به عبارت دیگر از دسترس خارج می‌گردد. در صورتی که این شاخص به صورت مقدار آب به ازای واحد محصول در بخش صنایع و یا خدمات مورد نیاز باشد، برخلاف بخش کشاورزی که میزان آب مورد نیاز در ازای واحد وزن محصول به عنوان معیار قرار گرفته در این بخش مقدار آب مورد نیاز برای تولید واحد ارزش افزوده در صنعت مورد نظر ملاک خواهد بود. توسعه این شاخص را می‌توان، در سیر تحولات مدیریت منابع آب، به پارادایم جدید مدیریت منابع آب و محدوده زمانی تحولاتی که پس از اهمیت یافتن روابط میان آب و غذا، صورت گرفت، نسبت داد. پیش از مفهوم ردپای آب نیز، مفاهیمی از قبیل آب مجازی به دنبال پررنگ ساختن ارتباط میان الگوی غذایی افراد یک جامعه و میزان آب مصرفی آن ها و در اوایل دهه ۱۹۹۰ شکل گرفتند. آب مجازی، تنها مفهومی بود که بیان کننده محتوای آب (عمدتاً محصولات کشاورزی) بوده و ابعادی از قبیل زمان و مکان و نحوه مصرف این آب را شامل نمی‌شد،

اما ردپای آب مفهومی مشابه و گسترده تر از آب مجازی است، چرا که این مفهوم ابعاد مکانی و زمانی را به مفهوم آب مجازی می‌افزاید، بنابراین ارتباطی میان فرموله کردن سیاست گذاری‌ها و ارزیابی اثرات آن به حساب می‌آید. در واقع مفهوم ردپای آب در مقیاس یک محصول همان مفهوم آب مجازی را تداعی می‌کند اما در مقیاس‌های بزرگتر، از آب مجازی به عنوان ابزاری برای محاسبه استفاده می‌کند. ردپای تجاری آب شامل دو مؤلفه مهم ردپای آب در مراحل کاربری و ردپای آب در مراحل تأمین می‌باشد، که هر یک به نوبه خود نیز شامل سه قسمت ردپای آب آبی، سبز و خاکستری می‌باشند. بسیاری از فعالیت‌های تجاری به خصوص صنایع و خدماتی که خود شامل فعالیت‌های کشاورزی نبوده و از محصولات کشاورزی استفاده می‌کنند، ردپای آب غیر مستقیم بسیار بیشتری نسبت به ردپای مستقیم خود می‌باشند.

زنجیره تولید و تأمین که گاه به آن زنجیره آب مجازی نیز گفته می شود، زنجیره ای از مراحل مختلف یا فرآیندهاست که در یک نمونه معمول آن تولید محصولات اولیه (محصولات کشاورزی) در یک سر زنجیره و مصرف کننده‌ها در انتهای دیگر زنجیره جای می‌گیرند و بسته به نوع محصول میان این دو انتها واسطه‌هایی از قبیل صنایع تبدیلی و تکمیلی و خرده‌فروشان، توزیع کنندگان و ... قرار می‌گیرند که هر یک به نوبه خود ردپای آب خود را داشته و به محتوای آب محصول نهایی می‌افزایند. در شکل زیر نمونه‌ای از یک زنجیره تولید و اجزای آن نشان داده شده است.

با توجه به جنبه‌های مختلف مورد بحث حسابداری آب به سیستم‌های مختلفی، تقسیم شده است که عبارتند از: حسابداری با اهداف عموم، حسابداری محیط زیستی-اقتصادی، حسابداری موسسه بین المللی مدیریت آب و حسابداری ردپای آب.

روش حسابداری رد پای آب است که تمرکز آن روی محصولات و میزان آب مصرف شده در تولید صرف نظر از منبع تامین می باشد و در سطوح منطقه ای و کلان کشوری و بین المللی کاربرد دارد (Zhang et al., 2013).

در مطالعه ای Wang et al (2015)، در مقیاس سه ایالت نیوجرسی[1]، مریلند[2] و دلاور[3] که با توجه به تجارت آب مجازی کالاهای تولیدی و مصرفی انجام دادند بیان کردند که از طریق مدیریت تجارت آب مجازی، مصرف آب ۳۵ درصد کاهش خواهد یافت. همچنین Pahlow et al (2015)، در بخش کشاورزی افریقای جنوبی طی دوره ۱۹۹۶-۲۰۰۵، نشان دادند سالانه حدود ۱۰۸۶۷، ۵۳۲ و ۱۰۸۹ میلیون مترمکعب بر سال از این کشور به صورت آب سبز، آب آبی و آب خاکستری خارج می‌شود. این مقدار آب مجازی صادر شده، در حدود ۲۲ درصد رد پای آب بخش کشاورزی این کشور را تشکیل می‌دهد. در مطالعه دیگری اردکانیان و سهرابی (۱۳۸۵) در رابطه با تجارت آب مجـازی، بـا بیان، ضرورت و کاربرد این تجارت در ایران، به معرفی برخی زمینـه هـای مطالعاتی در کشور پرداخته‌اند. پیشنهاد آنها برای کشور این است که با دخالت دادن تجارت آب مجازی در سیاست‌های آبی، علاوه بر اینکه میزان دسترسی کشور به منابع آب جهانی افزایش می‌یابد، از افـزایش فشار بر منابع محدود داخلی نیز کاسته می شود. در پژوهشی دیگر توسط عرب یزدی و همکارانش (۱۳۸۸)، ردپای اکولوژیک آب ایران بر مبنای داده‌های صادرات و واردات ۳۱ محصولات کشاورزی شامل غلات (گندم، جو، ذرت و برنج)، محصولات صنعتی (چغندر قند، نیشکر، پنبه، توتون، تنباکو)، میوه‌ها (پرتقال، انگور، انار، سیب، انواع آلو، پسته، گردو، بادام، موز و کیوی)، دانه روغنی (سویا و آفتابگردان)، حبوبات (انواع لوبیا، عدس، نخود و ماش)، صیفی‌جات (سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی) و نباتات علوفه‌ای (ذرت علوفه‌ای، سورگوم و یونجه، چای و خرما) در سال ۱۳۸۵ محاسبه شده که مقدار آن ۱۰۴ میلیارد مترمکعب می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، در سال ۱۳۸۵ کشور با واردات خالص آب مجازی و کسر صادرات آب مجازی، بدون در نظر گرفتن راندمان آبیاری۱۲ و بر مبنای راندمان آبیاری ۶۰ درصد، ۲۰ میلیارد مترمکعب از منابع

[1] New Jersey
[2] Mireland
[3] Delaware

داخلی خود را ذخیره کرده است که اگر قرار بود این مقدار محصول در داخل کشور تهیه شود، لازم بود ۱۱۲ میلیارد آب در کشاورزی مصرف شود که چنین مقداری دسترس نمی‌باشد. در تحقیق دیگری Zhang et al (2011)، ردپای آب شهر پکن در چارچوب یک جدول داده - ستانده بین منطقه‌ای با تمرکز بر روی منابع آبی و مصرف آب ارزیابی کرده‌اند. ارتباط درونی منابع آبی بین پکن و سایر استان‌های چین با ویژگی‌های بخشی تحلیل شده که نتایج آن نشان می‌دهد، رد پای کل آب پکن یک میلیون مترمکعب در سال معادل ۵۱ درصد ردپای آب خارجی به دست آمده از طریق واردات آب مجازی می‌باشد. بخش کشاورزی معادل ۵۶ درصد منابع خارجی، بیشترین ردپای آب را دارد. Garrido et al (2010) ، در کتابی به بررسی رد پای آب و تجارت آب در اسپانیا پرداختند. در این کتاب با استفاده از روش رد پای اکولوژیک بیان شد که در بسیاری از کشورهای خشک و نیمه خشک، مدیریت منابع آب از مسائل مهم می‌باشد و علت اصلی مسائل آب عمدتاً به علت مدیریت نادرست آن می‌باشد.

هدف از این پژوهش، استفاده از روش حسابداری ردپای آب برای پیدا کردن منشا اصلی بحران آب در دشت بیرجند و همچنین یافتن راه حلی بهینه برای به حداقل رساندن بحران می باشد. نوآوری این پژوهش تعیین اجزای مختلف ردپای آب و بررسی اقتصادی آن برای محصولات استراتژیک در دشت بیرجند می‌باشد و در تحقیقات آب مجازی کمتر این بخش لحاظ شده است و همچنین در دشت بیرجند چنین پژوهشی انجام نشده است.

مواد و روش‌ها

شهرستان بیرجند در استان خراسان جنوبی ایران واقع شده‌است. این شهرستان از شمال به شهرستان قاینات، از شمال شرق به شهرستان زیرکوه، از شرق به شهرستان‌های درمیان و سربیشه، از جنوب به شهرستان خوسف و از غرب به شهرستان سرایان محدود است. آب و هوای این شهرستان بیابانی و نیمه بیابانی است. در شهرستان بیرجند رودخانه عمده‌ای وجود ندارد و رودها که به «کال» معروفند، عموماً فصلی می‌باشند.

ردپای آب شامل رد پای آب آبی، سبز و خاکستری می باشد. ردپای آب سبز، به سهم آب حاصل از بارندگی می-گویند. ردپای آب خاکستری، به حجمی از آب شیرین گفته می‌شود که برای رقیق سازی کودها و سمومی که در فرآیند تولید محصول استفاده شده اند مورد نیاز است که قسمتی از نوآوری در پژوهش حاضر می‌باشد. ردپای آب آبی، سبز، خاکستری برای محصولات مختلف با استفاده از روابط زیر قابل محاسبه می‌باشند (Mekonnen and Hoekstra, 2010; Liu et al., 2007; WWAP, 2009; Gerbens-Leenes et al., 2009).

$$WF_{Green} = \frac{Pe \times 10}{Y} \quad (۱)$$

$$WF_{Blue} = \frac{(ETc - Pe) \times 10}{Y} \quad (۲)$$

$$WF_{Grey} = \frac{a \times NAR}{Cmax - Cnat} \quad (۳)$$

در روابط فوق، WFGreen ردپای آب سبز، WFBlue ردپای آب آبی و WFGray ردپای آب خاکستری و بر m3/ton میباشند. همچنین Pe مجموع بارندگی مؤثر در طول دوره رشد هر گیاه (mm)، ETc تبخیر و تعرق هر گیاه (mm)، Yعملکرد هر محصول (ton/ha)، a (%) درصد تلفات کودهای نیتروژن، NAR (kg/ha)، نرخ مصرف کود برای هر گیاه، CMax غلظت بحرانی نیتروژن(kg/m3)، CNat غلظت واقعی نیتروژن در منابع آب دریافت کننده (kg/m3) و ۱۰ فاکتور تبدیل واحد از mm به m3/ha می باشد. مقادیر Pe با استفاده از روش USDA و ETc با استفاده از روش فائو- پنمن-مونتیث محاسبه شد (جدول ۲). همچنین مقادیر a درشرایط دیم و فاریاب به ترتیب ۵ و ۱۰ درصد در نظر گرفته شد (۱۲). در این مطالعه، WFGray تنها برای کودهای نیتروژن بکار گرفته شده است. حداکثر غلظت نیتروژن در منابع آب دریافت کننده براساس استاندارد US-EPA5 برابر با mg/lit ۱۰ است. از آنجا که اطلاعات دقیقی از غلظت واقعی نیتروژن در منابع آب دریافت کننده در دست نیست، این مقدار برابر صفر در نظر گرفته شد (Chapagain et al., 2006).برای تمامی داده های اقلیمی و زراعی از اطلاعات سال ۱۳۹۵ استفاده

شد. حسابداری آب با ردپای اقتصادی آب محاسبه می شود که ردپای اقتصادی آب بر حسب متر مکعب بر میلیون ریال از تقسیم اجزای ردپای آب به سود خالص (میلیون ریال بر تن) بدست می آید و آنرا با WFe نشان می‌دهند.

میزان تولید و سطح زیر کشت محصولات اصلی دشت بیرجند در جدول ۱ آورده شده است که ۷، ۸، ۱۹، ۹، ۳، ۱، ۲، ۱ و ۵۰ درصد از سطح زیر کشت را به ترتیب محصولات گندم، جو، زعفران، سبزیجات، محصولات جالیزی، پنبه، یونجه، عناب و زرشک به خود اختصاص داده‌اند. زرشک، زعفران، جو، گندم و عناب ۹۳ درصد از سطح زیر کشت و ۶۲/۰۴ درصد از تولید محصولات مورد نظر را به خود اختصاص داده اند. زرشک با ۲۵۵۹ هکتار و ۲۷۸۳/۷ تن مهمترین محصول در منطقه بیرجند در سال ۱۳۹۵ می‌باشد (سازمان جهاد کشاورزی، ۱۳۹۵).

جدول (۱): سطح (ha) و درصد سطح زیر کشت و میزان (ton) و درصد تولید محصولات اصلی(سازمان جهاد کشاورزی، ۱۳۹۵).

محصولات	سطح زیر کشت (ha)	درصد سطح زیر کشت	تولید (ton)	درصد تولید
زرشک	۲۵۵۹	۵۰	۲۷۸۳/۷	۳۰
عناب	۴۵۸	۹	۸۴۷/۵	۹
پنبه	۶۱	۱	۱۱۱/۱۸	۱
گندم	۳۵۰	۷	۸۶۴/۵	۱۰
جو	۴۲۰	۸	۱۱۴۲/۴	۱۳
زعفران	۹۸۶	۱۹	۴/۱	۰/۰۴
محصولات جالیزی	۸۱	۲	۲۶۵۹	۲۹
سبزیجات	۵۵/۴	۱	۷۳۷/۱۷	۸
یونجه	۱۵۰	۳	۱۵/۷۵	۰/۱۷

نتایج و بحث

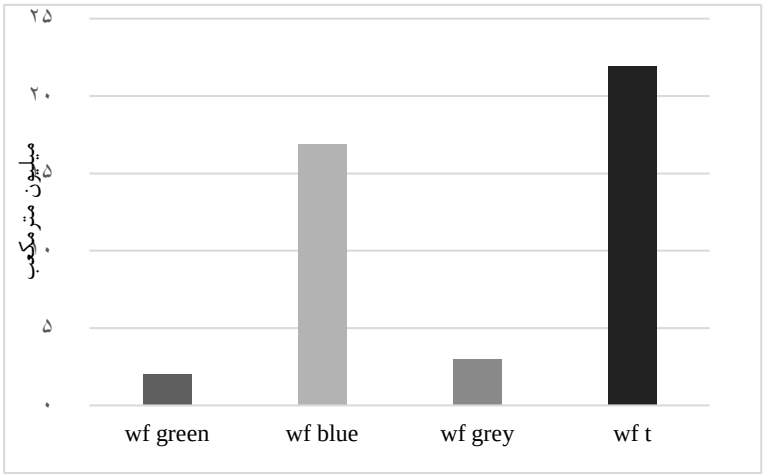
اجزاء ردپای آب محصولات استراتژیک دشت بیرجند در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به جدول ۲ ردپای آب آبی بیشترین مقدار ها را برای محصولات موردنظر به خود اختصاص داده است. از بین محصولات مورد نظر زعفران دارای بیشترین مقدار ردپای آب می باشد که از این مقدار حدود ۴۳ درصد شامل رد پای آب آبی برای این محصول است و سبزیجات کمترین مقدار ردپای آب را به خود اختصاص داده اند.

جدول (۲): اجزای ردپای آب محصولات کشاورزی در سال ۱۳۹۵

محصول	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	کود نیتروژن (Kg/ha)	بارندگی موثر (mm)	تبخیر تعرق گیاه (میلیمتر)	ردپای آب آبی (مترمکعب بر میلیون ریال)	ردپای آب سبز (مترمکعب بر میلیون ریال)	ردپای آب خاکستری (مترمکعب بر میلیون ریال)	مجموع
گندم	۲۴۷۰	۱۵۰	۹۸/۶	۴۶۸	۱۴۹۵/۵	۳۹۹/۲	۳۰۳/۶	۲۱۹۸/۵
جو	۲۷۲۰	۱۵۰	۹۸/۶	۲۹۰	۷۰۳/۶	۳۶۲/۵	۲۷۵/۷	۱۳۴۲
زعفران	۴/۱۵	۱۰۰	۹۸/۶	۲۱۰/۴	۲۶۹۳۷۳/۵	۲۳۷۶۱۴/۵	۱۲۰۴۸۱/۹	۶۲۷۴۷۰
سبزیجات	۲۲۸۶۳۷	۱۵۰	۲۶/۶	۴۵۰	۱۸/۵	۱/۲	۳/۳	۲۳
محصولات جالیزی	۲۲۸۵۰۰	۱۰۰	۰	۵۸۵	۲۵/۶	۰	۲/۲	۲۸
یونجه	۱۰۵۰	۵۰	۹۸/۶	۱۲۹۷	۱۱۴۱۳/۲	۹۳۹/۱	۲۳۸/۱	۱۲۵۹۰/۵
زرشک	۱۳۵۰	۱۵۰	۲۶/۶	۵۴۲/۵	۳۸۲۱/۸	۱۹۶/۸	۵۵۵/۶	۴۵۷۴
پنبه	۱۸۳۳	۱۸۰	۰	۱۱۶۷	۶۳۶۶/۶	۰	۴۹۱	۶۸۵۸
عناب	۲۲۶۰	۱۸۰	۲۶/۶	۴۸۲/۵۶	۲۰۱۷/۷	۱۱۷/۵	۳۹۸/۲	۲۵۳۳/۵

کل حجم اجزاء مختلف ردپای آب در تولید محصولات استراتژیک دشت بیرجند در شکل ۱ آورده شده است. کل حجم ردپای آب در تولید محصولات اصلی حدود ۲۲ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۹۵ بدست آمد. حجم ردپای آب سبز، آبی و خاکستری به ترتیب حدود ۲/۴، ۱۶/۵و ۳ میلیون مترمکعب و ۱۱، ۷۵ و ۱۳/۷ درصد از کل حجم ردپای آب در تولید محصولات منطقه در سال ۱۳۹۵ برآورد شد.

با توجه به سیاست کاهش سهم آب کشاورزی از منابع آب سطحی، بیشتر آب مورد نیاز این بخش، از منابع آب زیرزمینی منطقه تأمین میشود که در نهایت منجر به برداشت بی رویه و کاهش شدید سطح آب زیرزمینی منطقه شده است.



شکل (۱): حجم هریک از اجزا ردپای آب مجازی

جدول ۳ اجزا ردپای اقتصادی آب را برای هر یک از محصولات بر حسب متر مکعب بر میلیون ریال و درآمد محصولات را بر حسب میلیون ریال بر تن برای سال ۱۳۹۵ نمایش می‌دهد

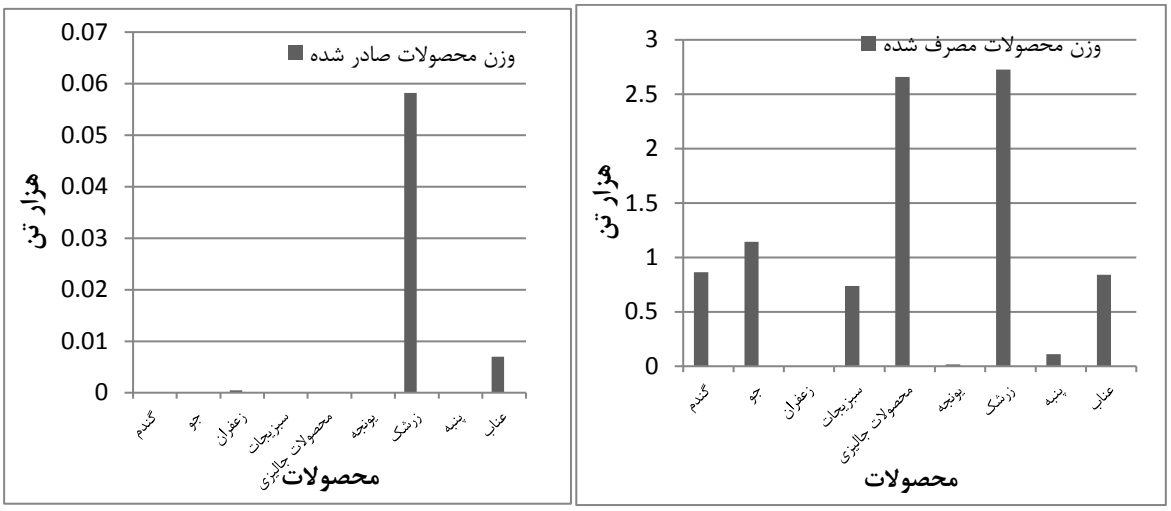
جدول (۳): اجزاء ردپای اقتصادی آب برای محصولات در سال ۱۳۹۵

محصول	سود خالص (میلیون ریال بر تن)	ردپای اقتصادی آب آبی (مترمکعب بر میلیون ریال)	ردپای اقتصادی آب سبز (مترمکعب بر میلیون ریال)	ردپای اقتصادی آب خاکستری (مترمکعب بر میلیون ریال)	مجموع
گندم	۱۲	۱۲۴/۶۲	۳۳/۲۷	۲۵/۳	۱۸۳/۲
جو	۸/۳	۸۴/۷۸	۴۳/۶۸	۳۳/۲۲	۱۶۱/۶۸
زعفران	۵۸۵۹	۴۵/۹۸	۴۰/۵۶	۲۰/۵۷	۱۰۷/۱
سبزیجات	۱۹	۰/۹۷	۰/۰۶	۰/۱۷	۱/۲۱
محصولات جالیزی	۵/۶	۳/۹۴	۰	۰/۳۳	۲۸/۴
یونجه	۹/۳	۱۲۲۷/۲۳	۱۰۰/۹۸	۲۵/۶۴	۱۳۵۳/۸۱
زرشک	۲۵۰	۱۵/۳	۰/۷۹	۲/۲	۱۸/۳
پنبه	۳۱/۳	۲۰۳/۴۱	۰	۱۵/۶	۲۱۹/۰۹
عناب	۱۸۰	۱۱/۲۱	۰/۶۵	۲/۲	۱۴/۰۷

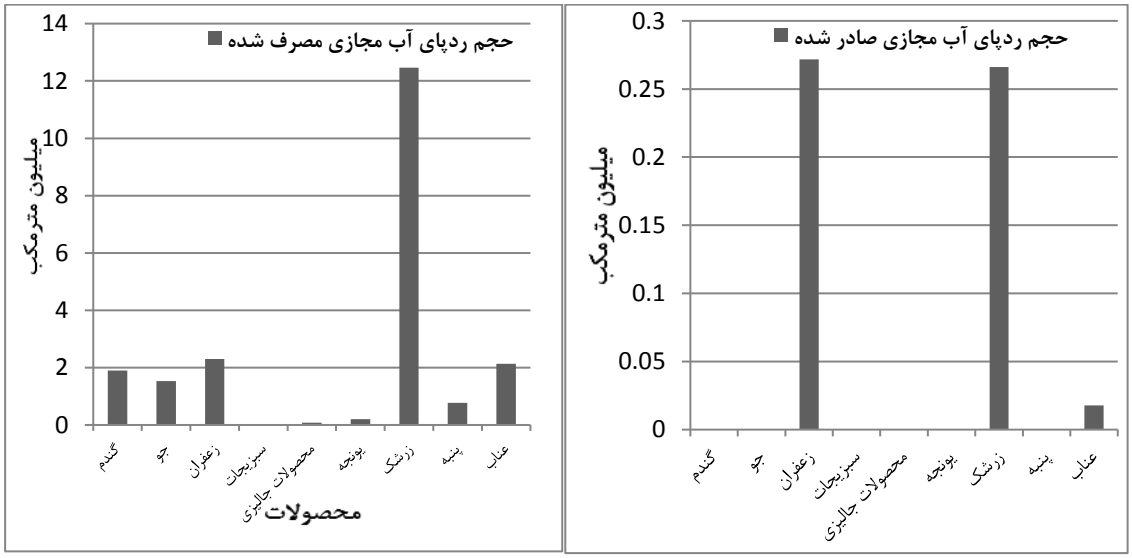
بیشتر سهم ردپای آب اقتصادی مربوط به ردپای آب آبی است یعنی برای یک میلیون ریال سود خالص از محصولات آبی، به آب بیشتری از منابع آب سطحی و زیرزمینی احتیاج است. به عنوان مثال در بین محصولات یونجه با ۱۳۵۳/۸ میلیون مترمکعب بر ریال دارای بیشترین ردپای اقتصادی آب که ۱۲۲۷/۲۲ میلیون مترمکعب بر ریال مربوط به ردپای آب آبی است که در واقع سهم منابع آبی منطقه می باشد. درحالی که سبزیجات با ۱/۲ میلیون مترمکعب دارای کمترین ردپای اقتصادی می باشد.

شکل های ۲ و ۳ میزان مصرف و صادرات محصولات موردنظر منطقه، حجم آب مجازی مصرف شده و صادرشده و درآمدهای اقتصادی هر بخش را نشان می‌دهند (سازمان جهاد کشاورزی، ۱۳۹۵).

مجموع حجم آب مجازی صادرشده و مصرف شده برای محصولات مورد نظر به ترتیب برابر ۰/۵۵ و ۲۱/۳۸ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۹۵ می‌باشد. که حجم مصرف شده خیلی بیشتر از حجم صادرشده می‌باشد. صادرات منطقه در سال ۱۳۹۵ فقط سه گیاه زرشک، عناب و زعفران می‌باشد. حجم ردپای آب صادرشده در منطقه موردنظر برای محصول زرشک از حجم ردپای آب صادرشده برای دو محصول دیگر بسیار بیشتر می‌باشد که دلیل آن سطح زیرکشت بسیار زیاد این محصول در این منطقه می‌باشد. همچنین حجم ردپای آب مجازی مصرف شده برای محصولات زرشک، زعفران، عناب، گندم و جو نسبت به محصولات دیگر بیشتر است و میزان حجم ردپای آب مصرفی برای این گیاهان به ترتیب ۱۲/۴۶، ۲/۲،۱۳/۳، ۱/۹ و ۱/۵ میلیون مترمکعب می‌باشد و با توجه به اینکه بیش از ۸۵ درصد از منابع آب شهرستان بیرجند در بخش کشاورزی مصرف می‌شود و همچنین بدلیل خشک بودن این منطقه کشت این محصولات فشار زیادی بر منابع آب سطحی و زیرزمینی وارد می‌کند.



شکل (۲): وزن محصولات مصرف شده و صادر شده در سال ۱۳۹۵



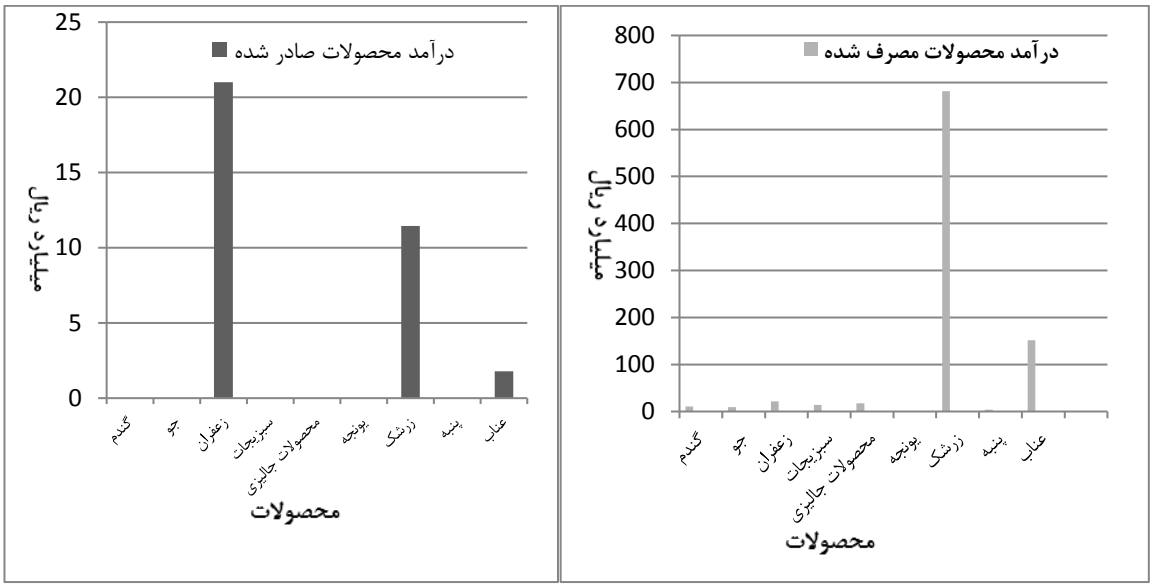
شکل (۳): حجم ردپای آب مجازی مصرف شده و صادر شده

در جدول۴ محصولات صادراتی از دشت بیرجند را در سال ۱۳۹۵ نشان می‌دهد. در سال ۱۳۹۵ فقط محصولات زرشک، عناب و زعفران از دشت بیرجند به کشورهای دیگر صادر شده‌اند. صادرات زرشک، عناب و زعفران در منطقه بیرجند به ترتیب حدود ۱۶، ۴ و ۰/۳ درصد از کل صادرات ایران را شامل می‌شود.

جدول (۴): محصولات صادراتی از دشت بیرجند (اداره گمرک خراسان جنوبی، ۱۳۹۵)

محصولات صادراتی از دشت بیرجند	صادرات از کشور (تن)	تولید در استان خراسان جنوبی (تن)	صادرات از استان (تن)	تولید در دشت بیرجند (تن)	صادرات از دشت بیرجند (تن)
عناب	۱۶۸/۷۵۰	۴۸۶۸/۲۵۵	۴۰	۸۴۷/۵	۷
زعفران	۱۲۸/۰۴۸	۵۱/۱۴	۵/۴	۴/۱	۰/۴۳۳
زرشک	۳۵۹/۷	۱۷۲۰۷/۰۶	۳۵۹/۷	۲۷۸۳/۷	۵۸/۲

کل سود خالص برای محصولات صادر شده از دشت بیرجند ۳۴/۲۳ میلیارد ریال می باشد و سود خالص برای محصولات مصرف شده ۹۰۹ میلیارد ریال می باشد (شکل ۴). کشاورزان منطقه مایل به کاشت محصولات با سود بیشتر نظیر زعفران، زرشک و عناب هستند. زعفران، زرشک و عناب به ترتیب ۲۱، ۱۱/۴۵ و ۱/۷۸ درصد از کل سود خالص محصولات صادرشده منطقه را شامل شده‌اند. حجم آب مجازی محصولات صادراتی زعفران، زرشک و عناب در سال ۱۳۹۵ به ترتیب ۰/۲۷، ۰/۲۶ و ۰/۰۱۷ میلیون مترمکعب می‌باشد که از منابع آب‌های سطحی و زیرسطحی دشت بیرجند تامین می گردد (شکل۳) و همچنین در بین محصولات مصرف شده در این منطقه محصولات جو، گندم، زرشک، زعفران و عناب بیشترین حجم از حجم ردپای آب در بین محصولات مصرف شده را شامل می شوند. به طور کلی به دلیل کمبود منابع آب سطحی و افت کردن سطح آب زیر زمینی در این منطقه این حجم آب برای این منطقه حجم بسیار زیادی می باشد که باید سطح زیر کشت این محصولات را افزایش ندهند و از آبیاری‌هایی با راندمان های بالا استفاده گردد.



شکل (۴): درآمد محصولات صادرشده و مصرف شده

نتیجه گیری

مجموع حجم ردپای آب در تولید محصولات اصلی حدود ۲۲ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۹۵ برآورد شد. حجم ردپای آب سبز، آبی و خاکستری به ترتیب حدود ۲/۴، ۱۶/۵و ۳ میلیون مترمکعب و ۱۱، ۷۵ و ۱۳/۷ درصد از کل حجم ردپای آب در تولید محصولات منطقه در سال ۱۳۹۵ برآورد شد. بیشتر سهم ردپای آب اقتصادی مربوط به ردپای آب آبی است یعنی برای یک میلیون ریال سود خالص از محصولات آبی، به آب بیشتری از منابع آب سطحی و زیرزمینی احتیاج است. حجم تجارت آب مجازی محصولات صادراتی زعفران، زرشک و عناب در سال ۱۳۹۵ به ترتیب ۰/۲۷، ۰/۲۶ و ۰/۰۱۷ میلیون مترمکعب می باشد که از منابع آب های سطحی و زیرزمینی دشت بیرجند تامین می گردد (شکل۴) و همچنین در بین محصولات مصرف شده در این منطقه محصولات جو، گندم، زرشک، زعفران و عناب بیشترین حجم از حجم ردپای آب در بین محصولات مصرف شده را شامل می شوند. به طور کلی به دلیل کمبود منابع آب سطحی و افت کردن سطح آب زیر زمینی در این منطقه این حجم آب برای این منطقه حجم بسیار زیادی می باشد که باید سطح زیر کشت این محصولات را افزایش ندهند و از آبیاری هایی با راندمان های بالا استفاده گردد. حتی

کشت این محصولات برای این منطقه ممکن است خطر بحران آب را افزایش دهد.

منابع

اداره گمرک خراسان جنوبی، بیرجند. ۱۳۹۵

اردکانیان، ر.، و ر، سهرابی. ۱۳۸۵. تجارت آب مجازی: کاربردها و ادبیات جهان. کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، اصفهان

اژدری.ا (مترجم). ۱۳۹۰. ردپای‌آب (آب‌سبز،آبی‌وخاکستری) ازمرحله‌تولیدتامصرف‌وشاخصی‌ازتأثیرالگوی‌مصرف‌ملل. مجموعه گزارشات پژوهشی شماره ۵۰ یونسکو

سازمان جهاد کشاورزی، خراسان جنوبی، بیرجند. ۱۳۹۵

شهیدی، ع. ۱۳۹۴. خبرگزاری جمهوری اسلامی، ایرنا، استان خراسان جنوبی. ۲۸ دی ۱۳۹۴

عربی یزدی، ا.، ا. علیزاده، و ف. محمدیان. ۱۳۸۸. بررسی ردپای اکولوژیک آب در بخش کشاورزی ایران. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی).۲۳(۴):۱-۱۵

Ababaei, B., and H. Ramezani Etedali. 2014. Estimation of water footprint components of Iran's wheat production comparison of global and national scale estimates. Journal of Environmental Process1:193205.

Ababaei, B., and H Ramezani Etedali. 2016. Water Footprint components of cereal production in Iran. Agricultural Water Management

Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., and H. H. G. Savenije. 2006. Water saving through international trade of agricultural products. Hydrology Earth System Science 10:455–468.

Hoekstra, A.Y., and A. K. Chapagain. 2008. Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources. Blackwell Publishing, Oxford, UK.

Hoekstra, A. Y., and. P. Q. Hung. 2002. Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of the Water Research Report Series No. 11, UNESCO-IHE, Delft.

Pahlow, M., Snowball, J., and G. Fraser. 2015. Water footprint assessment to inform water management and policy making in South Africa, Water SA. 41(3):301-305.

Hoekstra, AY., Chapagain, AK., Aldaya, MM., and M. M. Mekonnen. 2011. The water footprint assessment manual: setting the global standard, Water Footprint Network, Enschede, the Netherlands.

Wang, Y. D., Leeb, J.S., Agbemabiesea, L., Zamea, K., and S. Kang. 2015. Virtual water management and the water– energy nexus: A case study of Three Mid-Atlantic. Resources, Conservation and Recycling, 98(3):76–84.

Zhang, G.P., Hoekstra, A.Y., and R. E. Mathew. 2013. Water footprint assessment (WFA) for better water governance and sustainable development. Journal of Water Resources and Industry, 1-2:1-6.

Application of Colored Water Footprint Accounting in the Special Products Cropping Pattern of Arid Regions (Case Study: Plain of Birjand)

Fahime Sharifan[۶], Abbas Khashei Siuki[۷]

Abstract

Water footprint index is a global index which can be as an indicator of real consumptive water base on region climate condition. Knowing and evaluating actual water consumption of different agricultural products are important and this evaluation gives a suitable solution to decrease agricultural water consumption. The purpose of this study is to calculate the economic footprint of Birjand's main products in 2016. In this study, to study the water footprint and accounting water footprint of agricultural products, nine major products in Birjand including barley, wheat, saffron, vegetables, jelly products, cotton, alfalfa, jujube and barberry were studied and these indexes were calculated. The results of this study showed that the total water footprint in the production of main products was estimated to be 22 Mm3 in 2016. Most of the economic footprint is related to the water footprint. Among the agricultural products, the volume of virtual water trade for the exported products of saffron, barberry and jujube were 0.27, 0.26 and 0.017 million cubic meters respectively in the year 2016.

Keywords: Plain of Birjand, Water Economic Footprint, Water Economy Trade

[6] Ph.D. Student of Water Resources, Department of Science and Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand. Iran. fahime.sharifan@yahoo.com

[7] Associate Professor, Department of Water Engineering, School of Agriculture, University of Birjand, Iran. abbaskhashei@birjand.ac.ir

Application of Colored Water Footprint Accounting in the Special Products Cropping Pattern of Arid Regions (Case Study: Plain of Birjand)

Fahime Sharifan[8], Abbas Khashei Siuki[9]

Abstract

Introduction: Iran is one of the countries located in the arid belt of the planet that is faced with water shortages, intermittent droughts and destructive and devastating floods. The increasing population growth and its degradation and the increasing need for agricultural, animal and water constraints as well as fertile soil as the main substrate of agricultural production have put the water low water problem very seriously beyond the country. In Iran's agricultural sector, groundwater is provided free of charge to farmers, and surface water, which is obtained through canals and water transmission lines, is equivalent to one to three percent of the price of the price of the water crop, which is very small. Water footprint index is a global index which can be as an indicator of real consumptive water base on region climate condition. Knowing and evaluating actual water consumption of different agricultural products are important and this evaluation gives a suitable solution to decrease agricultural water consumption. The purpose of this study is to calculate the economic footprint of Birjand's main products in 2016.

Methodology: In this study, to study the water footprint and accounting water footprint of agricultural products, nine major products in Birjand including barley, wheat, saffron, vegetables, jelly products, cotton, alfalfa, jujube and barberry were studied and these indexes were calculated. Water footprints include blue, green and gray water footprints. Green water footprints are the share of water from rainfall. Gray water footprint is a volume of fresh water that is needed to dilute fertilizers and pesticides used in the production process. The cultivated area of wheat, barley, saffron, vegetables, Jalizzi, Cotton, Alfalfa, Jujube and Barberry crops in Birjand plain is 7, 8, 19, 9, 3, 1, 2, 1 and 50 percent, respectively. Barberry, saffron, barley, wheat and jujube were 93% of the cultivated area and 62.04% of the production of the desired crops. Barberry with 2559 hectares and 2783.7 tons is the most important crop in Birjand region in 2016.

Discussion and Conclusion: The results of this study showed that the total water footprint in the production of main products was estimated to be 22 Mm3 in 2016. Most of the share of economic water footprint is related to the water footprint, i.e. for one million rials of net profit from water products, more water is needed than surface and underground water resources. Most of the economic footprint is related to the water footprint. Among the agricultural products, the volume of virtual water trade for the exported products of saffron, barberry and jujube were 0.27, 0.26 and 0.017 million cubic meters respectively in the year 2016. In general, due to the lack of surface water resources and the drop in groundwater level in this region, this volume of water is very large for this region, which should not increase the cultivation level of these crops and use high-efficiency irrigations. Even cultivating these crops for this region may increase the risk of a water crisis.

The most important references:

Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., and H. H. G. Savenije. 2006. Water saving through international trade of agricultural products. Hydrology Earth System Science 10:455–468.

[8] Ph.D. Student of Water Resources, Department of Science and Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand. Iran. fahime.sharifan@yahoo.com

[9] Associate Professor, Department of Water Engineering, School of Agriculture, University of Birjand, Iran. abbaskhashei@birjand.ac.ir

Pahlow, M., Snowball, J., and G. Fraser. 2015. Water footprint assessment to inform water management and policy making in South Africa, Water SA. 41(3):301-305.

Wang, Y. D., Leeb, J.S., Agbemabiesea, L., Zamea, K., and S. Kang. 2015. Virtual water management and the water– energy nexus: A case study of Three Mid-Atlantic. Resources, Conservation and Recycling, 98(3):76–84.

Zhang, G.P., Hoekstra, A.Y., and R. E. Mathew. 2013. Water footprint assessment (WFA) for better water governance and sustainable development. Journal of Water Resources and Industry, 1-2:1-6.

۰۱