تحلیلی بر وضعیت اجزاء ردپای اکولوژیک آب در محصولات کشاورزی ایران

کاروان شانازی*[1]موسی اعظمی[2]، یاسر محمدی[3]

۱-دانشجوی دکتری توسعه کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، karo_4pk@yahoo.com

۲- دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان،aazamialireza@yahoo.co.uk

۳- استادیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، mohammadi.62y@gmail.com

چکیده

آب منبعی محدود و در عین حال ضروری برای جوامع بشری و سیستم اکولوژیکی وابسته به آن می‌باشد. بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف‌کننده آب جهت تولید غذای بیشتر با آب کمتر با چالش مواجه می‌باشد در واقع بخش کشاورزی تکیه گاه اساسی در تأمین نیازهای غذائی کشور بوده و نقش آب به عنوان مهمترین عامل محدود کننده در توسعه بخش کشاورزی، اهمیت اقتصادی آن را بسیار تعیین‌کننده نموده است. در این راستا تحقیق حاضر به تحلیل وضعیت مصارف آب براساس شاخص ردپای اکولوژیک پرداخته و مفاهیم اساسی در این زمینه از جمله ردپای اکولوژیک، ردپای آب، ردپای سبز، ردپای آبی و خاکستری مورد بحث قرار گرفته و در پایان مقدار هریک از این شاخص‌ها در محصولات منتخب کشور با مقدار جهانی آن مقایسه شده است. مطالعه حاضر به روش کتابخانه‌ای و اسنادی بوده که جهت گرداوری داده ها و انجام محاسبات از روش میکونن و هوکسترا (۲۰۱۰) و هوکسترا و همکاران(۲۰۱۱)، سازمان فائو و موسسه تحقیقاتی آب استفاده شده است، نتایج نشان دهنده مصرف بیشتر آب شیرین مصرفی در محصولات کشور نسبت به متوسط جهانی آن است. ردپای اکولوژیکی آب بطور کلی و اجزاء آن یعنی ردپاهای آب خاکستری، سبز و آبی در ایران نسبت به جهان در اکثر محصولات بالاتر است که نیازمند توجه مسئولین و کشاورزان برای کاهش اثرات اکولوژیکی آب و دست‌یابی به مدیریت پایدار آب در بخش‌های مختلف به ویژه بخش کشاورزی است. با این وجود برای کاهش فشار بر منابع آب شیرین، لازم است که عزمی ملی همه توان مادی و معنوی کشور را به عرصه بیاورد و تمام راه‌های ممکن از جمله بهره‌برداری گسترده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار، استفاده از منابع آب شور، توجه به آب مجازی و ... در دستور کار قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ردپای آبی، ردپای خاکستری، ردپای سبز، ردپای اکولوژیک

[1] * نوسنده مسئول: karo_4pk@yahoo.com

Analysis on the Component Status of Water Ecological Footprints in Agricultural Products of Iran

K. Shanazi[1*], M. Aazami[2], Y. Mohammadi[3]
[1-] PhD Student of Agricultural Development, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.
2- Associate Professor of Agricultural Education and Extension Department
Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.
3- Assistant Professor of Agricultural Education and Extension Department
Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.

Abstract
Water is limited source, yet necessary for human society and its affiliates is the ecological system. Agricultural sector is the largest consumer of water to grow more food with less water is the challenge. In fact, the agricultural base of the country's basic needs of food and the role of water as a key limiting factor in agricultural development, economic importance and it is very crucial. In this research is to analyze situation water consumption based on their ecological footprint and the basic concepts in the field of ecological footprint, water footprint, water, green, blue and gray water discussed And at the end of each of these indices in selected products have been compared with the universal value. The present study is a library and documentary method used to collect data and perform calculations using the method of Mykonen and Hokkstra (2010) and Hokstra et al (2011)., FAO and the Water Research Institute. Which represents the country's consumption of fresh water consumed in production compared to the global average. The ecological footprints of water in general and its components are gray, green and water traces in Iran relative to the world in most products, it is high that it requires the attention of authorities and farmers to reduce the ecological effects of water and to achieve sustainable water management in different sectors, especially the agricultural sector. Finally, to reduce the pressure on freshwater resources, it is necessary that national determination can bring into the country's material and spiritual all power and all possible ways, including widely used pressurized irrigation systems, use of saline water sources, pay attention to the virtual water be placed on the agenda.

Keyword: Blue footprint, Gray footprint, Green footprint, Ecological footprint

مقدمه

منابع آب شیرین، تنوع فضایی و صرف شدن زمان بسیار زیاد را از نظر در دسترس بودن و کیفیت نشان می‌دهد. جمعیت رو به تزاید همراه با تحولات اجتماعی و اقتصادی، منابع کمیاب آب را تحت فشار قرار داده است. مصرف بحرانی آب و آلودگی در بسیاری از نقاط جهان بیشتر از حداکثر مجاز شده است (Mekonnen and Hoekstra, 2010). اگر بشریت با این چالش مقابله نکند در طول ۵۰ سال آینده، استفاده از آب در بخش کشاورزی به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد (Molden, 2007). از انجا که بیش از ۷۰ درصد آب شیرین دنیا در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، استفاده از این منابع برای تولیدات کشاورزی در کاهش سریع کمیت و کیفیت آب سهمی چشمگیر دارد (Gonzalez et al, 2010). ردپای آب اندازه‌گیری جامع از مصرف آب شیرین است که استفاده از آب مصرفی به مشخصات مکان، زمان، و نوع منابع آب بستگی دارد. ردپای آب[1] را می‌توان برای نیم کیلو گندم، یک شیشه سس ماکارونی، یک بشکه نفت، یک جفت شلوار جین، یک فرد یا یک کشور با پیروی از شیوه های حسابداری که توسط شبکه ردپای آب استاندارد شده، محاسبه کرد (Hoekstra et al, 2011). شاخص بحران آب در ایران به علت قرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه خشک به مراتب نامطلوب‌تر از شاخص متوسط دنیا است، درحالی که تقریبا یک درصد از جمعیت جهان در این کشور زندگی می‌کنند و سهم آن از کل منابع آب شیرین تجدید شونده دنیا فقط ۰/۳۶ درصد است، این نشان می‌دهد که کشورهای جهان فقط از ۴۵ درصد منابع مطلوب خود استفاده کرده‌اند و کشور ما ۶۶ درصد از ذخایر آب شیرین خود را مصرف کرده است. مسئله کمبود آب برای کشورهایی مثل ایران که آب و هوای خشک و نیمه خشک دارند، از دیرباز مطرح بوده است، بنابراین دسترسی به منابع آب جهت شرب، کشاورزی و صنعت از نظر کمی و کیفی اهمیت دارد (خواجه و همکاران، ۱۳۹۳). برخی از متخصصان به مسئله آب و تولیدات کشاورزی از بعد جهانی نگاه کرده و از این نظر وابستگی کشورها را به یکدیگر اجتناب ناپذیر می‌دانند، مثلاً حتی با فرض اینکه مقدار آب شیرین موجود در دنیا برای تولید مواد غذائی جمعیت جهان کافی باشد، به نظر می‌رسد که ایران برای رفع بخشی از نیازهای غذایی خود چاره‌ای جز چشم دوختن به منابع آب شیرین در سایر کشورهای جهان نخواهد داشت. اما باید دید که حتی در حال حاضر آیا با همین جمعیت موجود اگر قرار باشد برخی محصولات و فرآورده‌های غذایی را که سالانه برای غذای مردم به کشور وارد می‌شود، در داخل کشور تولید گردد، به چه مقدار آب در بخش کشاورزی نیاز خواهد بود. این امر می‌تواند ما را راهنمائی کند که مشخص کنیم سطح خودکفایی در تولید هر یک از محصولات مختلف کشاورزی باید در چه حد باشد و اصولاً از دیدگاه مصرف آب، تولید کدام محصول در داخل از درجه اهمیت بیشتر یا کمتری برخوردار است (میرئی و فرشی، ۱۳۸۲). با محاسبه نمایه‌ی ردپای آب می‌توان تقاضای واقعی آب کشور را در اثر الگوی مصرف مردم از منابع آب جهانی تعیین نموده و درنهایت نشان داد که آیا منابع آب داخلی کشور تامین‌کننده نیازهای آبی جمعیت کنونی یا آینده خواهد بود یا خیر؟ و اینکه اصولا کشور به چه میزان به منابع آب کشورهای صادرکننده محصولات کشاورزی وابسته می‌باشد، در این راستا تحقیق حاضر با هدف تحلیل وضعیت منابع و مصارف آب، شاخص ردپای آب و انواع آن را در محصولات کشاورزی کشور در جهت برنامه ریزی بهینه منابع آب و سیاست‌گذاری های مناسب در این زمینه مورد بررسی قرار داده است.

مبانی نظری

مسئله عدم توازن بین عرضه و تقاضای آب در کشور، مدیریت منابع آب را پیچیده‌تر کرده است، مدیریت منابع آب در جریان تحول و در شرایط دامنه عمل خود با محدودیت‌های جدیدی روبه روست که قبل از آن به هیچ وجه در این ابعاد مطرح نبوده است. از مهمترین چالش های مدیریت آب کشور در آینده می‌توان به فقدان قوانین جامع و همه سو نگر که متناسب با تحولات مدیریت آب کشور و نظام بهره برداری از منابع آب به صورت رسمی و قانونی باشد، فقدان مدیریت محلی آب که با تکیه بر موازین صحیح و قانونی فراهم شده باشد و همچنین نارسایی‌های موجود در ساختار منطقه‌ای مدیریت آب از مواردی است که جای تامل بسیار دارد (تجریشی و ابریشمچی، ۱۳۸۳).

[1] Water Footprint

نشانی دبیرخانه: همدان - بلوار شهید احمدی روشن- دانشگاه بوعلی سینا- دانشکده کشاورزی - گروه ترویج و آموزش کشاورزی
نشانی الکترونیکی: iaeea2018@gmail.com ، پایگاه اینترنتی: http://iaeea2018.ir تلفن: ۰۸۱-۳۴۴۲۵۴۰۱

ایران به علت شرایط خاص جغرافیایی و آب و هوایی سهم ناچیزی از آب شیرین را دارا می‌باشد. بنابراین از مهمترین چالش‌های بخش آب در ایران را می توان عدم توازن بارندگی، خشکسالی، کاهش کیفیت آب، جمعیت و مصرف نام برد. با این مشکلات، یکی از اهداف بلندمدت مدیریت راهبردی آب کشور تعادل برقرار کردن بین تقاضای آب و منابع آب موجود با کمترین هزینه ممکن می‌باشد (راهبرد سند ملی آب، ۱۳۸۲). روشن است که سیاست‌های توسعه و استفاده منطقی از آب در منطقه، مستلزم بازنگری فوری است، پیش‌بینی مجامع جهانی حاکی از آن است که تا سال ۲۰۲۵ میلادی مسئله منابع آب، اصلی‌ترین موضوع مورد بحث جهان خواهد بود، چراکه تا آن زمان جمعیت جهان به مرز ۹/۴ میلیارد نفر خواهد رسید در نتیجه تأمین آب و مواد غذایی و حفظ محیط‌زیست از مهمترین دغدغه مدیران و رهبران کشورها خواهد بود (محمودی و سرلک، ۱۳۸۷). این وضعیت به خصوص برای کشورهای خاورمیانه بسیار نگران‌کننده است. خاورمیانه با پنج درصد جمعیت جهان تنها به یک درصد آب‌های شیرین دسترسی دارد. میانگین کاهش آب‌های دردسترس، در جهان در بیست سال آینده به یک سوم کاهش می‌یابد، براساس برآوردهای انجام شده هر کشوری که متوسط سرانهٔ آب قابل دسترس آن کمتر ۱۷۰۰ متر مکعب باشد در وضعیت خطرناک قرار دارد، چنانچه این مقدار کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب در سال برای هر نفر باشد ان کشور در وضعیت کمبود آب به سر می‌برد (گزارش سازمان ملل متحد،۱۹۹۰)

ردپای اکولوژیک[1]

شاخص جای پای بوم شناختی در اوایل دهه ۱۹۹۰ توسط ویلیام ریز و ماتیس واکرنگال ارائه شد و به سرعت گسترش یافت. ردپای اکولوژیک محاسبه قابلیت هر طبیعت در مکان با توجه به نیازهای انسان است، به عبارت دیگر ردپای اکولوژیک مجموع قلمرو اراضی حاصلخیز و آب مورد نیاز جهت تولید مستمر منابع مصرفی مورد نیاز انسانی و جذب تمام زائدات حاصل از آن در یک اجتماع مشخص در هر مقیاس جهانی است (Rees and Wackernagle, 1996). ردپای اکولوژیک نشان می‌دهد که ما چه مقدار آب و زمین‌های حاصلخیز کشاورزی را استفاده می‌کنیم تا منابع مصرفی مورد نیاز خود را تولید و همچنین ضایعات حاصل از آن را دفع نماییم. با محاسبه ردپای اکولوژی و با توجه به سیاست دولت‌ها می‌توان به راه‌هایی برای تامین نیازهای بشر دست یافت و انها را اجرا و ارزیابی کرد.بنابراین این رویکرد تنها محدود به موقعیت کنونی با توجه به نیاز زمین جهت پایداری و ماندگاری بشر امروزی نیست، بلکه آزمایشگاهی برای آزمون راهبردهای متفاوت برای آینده است، بدین ترتیب ردپای اکولوژیک در جستجوی برقراری ارتباط بین منابع طبیعت وتقاضاهای ما از آن برای تامین کالا، خدمات و اراضی است و ابزار مناسبی برای اندازه گیری پیشرفت جوامع به سوی پایداری است (شکور و همکاران، ۱۳۹۰).

ردپای آب

واقعیت آن است که کل آبی که در یک کشور مصرف می‌شود، میزان دقیقی از تخصیص منابع جهانی آب به آن کشور نیست، با واردات محصولات به کشور، حجم آب مجازی مورد نیاز برای تولید محصولات به منابع آب داخل کشور اضافه می‌شود. به طور مشابه صادرات یک کشور نیز معادل آب مجازی خروجی از کشور است که باید از منابع آبی داخل کشور کسر شود. بنابراین جمع آب مصرفی کشور و خالص واردات آب مجازی، شاخص واقعی‌تری از مصرف آب در کشور است که به آن ردپای آب کشور اطلاق می‌شود Hung and Hoekstra (2002). با معرفی شاخص ردپای آب توانستند اطلاعات مفیدی را در ارتباط بین الگوی مصرف افراد و به دنبال آن میزان آب مصرفی در تولید محصولات مختلف، مبادلات جهانی آب و مدیریت منابع آب، ارائه دهند. ردپای آب شاخصی است برای نشان دادن حجمی از آب که به طور مستقیم برای تولید کالا و یا ارائه هرگونه خدمات به مصرف می‌رسد، این عدد شامل مجموعه آب مصرف شده در طی فرایندهای زنجیره تولید یک محصول خواهد بود. همچنین مقدار این شاخص در مقیاس فردی یا اجتماعی برابر با کل مقدار آبی

[1] Ecological Footprint

نشانی دبیرخانه: همدان - بلوار شهید احمدی روشن- دانشگاه بوعلی سینا- دانشکده کشاورزی - گروه ترویج و آموزش کشاورزی
نشانی الکترونیکی: iaeea2018@gmail.com ، پایگاه اینترنتی: http://iaeea2018.ir تلفن: ۳۴۴۲۵۴۰۱-۰۸۱

است که آن فرد به طور مستقیم یا غیرمستقیم و از طریق مصارف گوناگون صرف می‌کند. لازم به ذکر است که این شاخص در حالت اول به صورت متر مکعب برای هر واحد از محصول و در صورت دوم به صورت متر مکعب در سال به ازای فرد یا اجتماع مورد نظر بیان و ارائه می‌شود. ردپای آب برای یک فعالیت تجاری و یا اقتصادی نیز شامل آبی است که به طور مستقیم در فرایند تولید آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، بعلاوه آبی که به طور مستقیم و در طول زنجیره تامین مواد اولیه مورد نیاز آن به مصرف می‌رسد (مکنون و سهرابی، ۱۳۹۲). شاخص ردپای آب کشاورزی شاخصی برای تقاضای آب است که آب مصرفی برای تامین نیازهای آبی بخش کشاورزی کشور را نشان می دهد (کشاورز و حیدری، ۱۳۸۵).

برای محاسبه آبی که در مراحل مختلف تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد آب به سه دسته تقسیم شده است، ردپای**آب آبی**[1]، **ردپای آب سبز**[2]**و ردپای آب خاکستری**[3].

ردپای آب آبی یک شاخص استفاده مصرفی است که به اصطلاح آب آبی نامیده می‌شود، ردپای آب آبی حجم آبی است که از منابع جهانی آب آبی (آب‌های جاری در رودخانه‌ها، آب زیرزمینی و غیره) برای تولید کالا و خدمات مصرفی ساکنان یک کشور مصرف می‌شود. اصطلاح " استفاده از آب مصرفی " اشاره به یکی از چهار مورد زیر است:

۱- تبخیر آب
۲- آب مورد استفاده در تولید کالا.
۳- آب غیر قابل بازگشت به همان حوضه آبریز برای مثال آبی که به دیگر حوزه‌های آبریز یا دریاها می‌ریزد.
۴- آب غیرقابل بازگشت در یک دوره برای مثال، آب برداشت شده در یک دوره کم آب و بازگشت آن در یک دوره مرطوب.

واحد روند ردپای آب آبی حجم آب در واحد زمان است، به عنوان مثال، در هر روز، ماه یا سال، فرایند ردپای آب همچنین می‌تواند به عنوان حجم آب در هر واحد از محصول بیان شود (Arjen et al, 2011).

آب سبز برای اولین بار توسط Falkenmark(1995) معرفی شد (yang et al, 2006)، تا اینکه بتوان با تفکیک آن از آب آبی یا تقسیم بندی مناسبی از منابع آب، راحت‌تر آن را مدیریت کرد. همچنین با استفاده از این مفهوم جدید بتوان به ارزیابی دقیقتری از نقش آب در تولید محصولات کشاورزی در مناطق نیمه خشک پرداخت. در مقایسه با آب آبی، آب سبز منبع بزرگتری از نظر حجم ذخایر آب شیرین و مشارکت در تولید مواد غذایی است. ۶۵درصد از نزولات آسمانی به آب سبز و باقی به آب آبی تبدیل می شود (IWMI, 2006). آب سبز به بارش در روی زمین که جاری نبوده و یا شارژ آب‌های زیرزمینی که در خاک ذخیره شده و یا به طور موقت در سطح بالایی خاک یا پوشش گیاهی باقی مانده است،گفته می‌شود که در نهایت، این بخش از طریق گیاه خارج می‌شود. آب سبز را می‌توان در تولید و رشد محصول مورد استفاده گیاه قرار بگیرد. این امر به ویژه برای محصولات کشاورزی و جنگلداری (محصولات اساسی زراعی و یا چوبی)، که در آن به کل آب باران تبخیر یا تعرق (از مزارع و کشتزارهای) به علاوه آب گنجانیده در محصول و یا چوب برداشت شده اشاره دارد. مصرف آب سبز در کشاورزی می‌تواند با مجموعه ای ازفرمول‌های تجربی و با یک مدل محصول مناسب برای برآورد تبخیر و تعرق بر اساس داده‌های ورودی در ویژگی‌های آب و هوا، خاک و محصول اندازه‌گیری یا تخمین زده شود (Rockström Falkenmark, 2004 and).

آب خاکستری، به حجم آبی اطلاق می‌شود که طی فرایند تولید محصولات یا فعالیت‌های مختلف بشر از قبیل شهرنشینی، فعالیت صنایع و یا حتی فعالیت‌های کشاورزی آلوده شده و کیفیت اولیه خود را از دست داده است. میزان آبی که لازم است تا بتوان کیفیت آب‌های آلوده را به سطح استاندارد و مطلوب رساند، معادل حجم آب مجازی خاکستری در نظر گرفته می‌شود. امروزه علاوه بر تشدید بحران کم آبی درجهان، مسئله آلودگی منابع آبی نیز روز به روز شدت بیشتری می‌یابد. بخش کشاورزی به عنوان مهمترین عامل آلاینده منابع آب به شمار

[1] Blue Water Footprint
[2] Green Water Footprint
[3] Grey Water Footprint

نشانی دبیرخانه: همدان - بلوار شهید احمدی روشن- دانشگاه بوعلی سینا- دانشکده کشاورزی - گروه ترویج و آموزش کشاورزی
نشانی الکترونیکی: iaeea2018@gmail.com ، پایگاه اینترنتی: http://iaeea2018.ir تلفن: ۰۸۱-۳۴۴۲۵۴۰۱

می‌رود، برآورد جهانی حکایت از آن دارد که هر سال حدود ۴۵۰ کیلومتر مکعب فاضلاب به منابع آبی تخلیه می‌شود. برای رقیق‌سازی این مقدار فاضلاب، به گونه‌ای که بتوان مجددا از آب استفاده نمود، به ۶۰۰۰ کیلومتر مکعب آب معادل ۶۶/۶ درصد از کل آب‌های شیرین سالانه کره زمین نیازمندیم (Jefferson et al, 2004). آب خاکستری حدود ۶۰-۷۰ درصد از حجم فاضلاب خانگی در کشورهای توسعه یافته را تشکیل می‌دهد. استفاده مجدد از آب خاکستری یک استراتژی که قبلا توسط میلیون‌ها کشاورز در سراسر جهان استفاده شده است، و تخمین زده شده که ۱۰ درصد غذای مصرفی جهان توسط آب خاکستری آبیاری شده است (WHO, 2006). در سال۱۴۰۰حجم آب های برگشتی از مصارف گوناگون حداقل ۱/۴ برابر وضع موجود خواهد بود، این رقم در خصوص پساب‌های شهری و صنعتی حدود ۲/۷ برابر خواهد شد. به عبارت دیگر، در سال ۱۴۰۰ مجموعه آب‌هایی که به دلایل مختلف آلوده شده و به پیکره‌های آبی برمی‌گردند به حدود ۳۰ درصد منابع آب تجدیدشونده بالغ خواهد شد (تجریشی، ۱۳۸۱).

مقایسه منابع آب آبی و سبز

بارندگی منشا آب سبز و آب آبی است، ۸۰ درصد زمین‌های کشاورزی در جهان زیر کشت دیم بوده و آب سبز ناشی از بارندگی در کشاورزی، منبع بیش از ۶۰ درصد غذای جهان است. آب آبی برای مصارفی نظیر آبیاری مزارع، بخش‌های شرب و صنعت مصرف می‌شود. حجمی از آب که از مخازن پشت سدها، سطح مزارع فاریاب و کانال‌های انتقال آب تبخیر می‌شود نیز به عنوان آب آبی در نظر گرفته می شود. آب آبی مجموعه رواناب سطحی و تغذیه آب‌های زیرزمینی عمیق است که متفاوت از تعریف آب سبز است. فالکن مارک و راکسترام آب سبز را شامل دو مولفه جریان آب سبز (Green water flow) ومنبع آب سبز (Green water resource) دانسته‌اند. شول و همکاران عنوان ذخیره را به جای منبع آب سبز به کار گرفته‌اند. برطبق تعریف شول و همکاران، ذخیره آب سبز مقدار آب موجود در پروفیل خاک و جریان آب سبز معادل تبخیر و تعرق واقعی است که در قالب تبخیر از سطح خاک و آب و تعرق از پوشش گیاهی وارد اتمسفر می‌شود. در واقع ذخیره آب سبز قسمتی از منابع آب تجدید پذیر با برگشت اقتصادی بوده که منبع اصلی کشاورزی دیم است (اخوان و همکاران،۱۳۸۹). کشاورزی دیم عمدتا از بخش آب سبز حاصل از بارندگی تغذیه می‌کند، درحالی که کشاورزی آبی از آب مهار شده‌ای که به زمین‌های کشاورزی هدایت می‌شود سیراب می‌گردد. با توجه به نقش این دو در تولید مواد غذایی می‌توان گفت منشا آب مجازی آب آبی و آب سبز است (Obuobi et al, 2005). در جدول(۱) به مقایسه منابع آب آبی و سبز پرداخته شده است.

نشانی دبیرخانه: همدان - بلوار شهید احمدی روشن- دانشگاه بوعلی سینا- دانشکده کشاورزی - گروه ترویج و آموزش کشاورزی
نشانی الکترونیکی: iaeea2018@gmail.com ، پایگاه اینترنتی: http://iaeea2018.ir تلفن: ۰۸۱-۳۴۴۲۵۴۰۱

جدول۱- ویژگی‌های آب آبی و سبز (yang et al, 2006)

طبقه بندی انواع آب	آبی	سبز
منابع آب	رودخانه ها، دریاچه ها، تالاب ها، مخازن آب پشت سدها و لایه های آبدار زیر زمینی	حجم آبی که در لایه های غیر قابل اشباع خاک ذخیره شده و به مصرف تبخیر و تعرق گیاه می رسد.
قابلیت اجرایی	دارد	ندارد
امکان جایگزینی منابع	دارد	ندارد
مصارف جایگزین	زیاد	کم
تجهیزات لازم برای انتقال	نیاز دارد	نیاز دارد
هزینه مصرف	زیاد	کم
اثر روی سیستم هیدرولوژیکی	قابل توجه	کم اهمیت
تاثیرات مضر بر خاک	قابل توجه مانند شوری	کم اهمیت

استفاده از منابع آب سبز تغیری در سیستم هیدرولوژی ایجاد نمی‌کند و اثر مخربی برمحیط زیست ندارد، در مقابل هزینه فرصت بهره‌برداری از آب آبی در کشاورزی به دلیل نیاز به امکانات نگهداری، شبکه های انتقال و توزیع آب بیشتر از آب سبز است (Obuobi et al, 2005). اما همین قابلیت انتقال و توزیع، مدیریت آن را ساده‌تر کرده و گزینه‌های بهربرداری از آن را (کشاورزی، صنعتی و خانگی) افزایش داده است، در حالی که تنها راه بهره‌برداری از آب سبز تولید محصولات دیم است. در سال‌های اخیر با ظهور مفهوم آب مجازی و درک نقش تجارت مواد غذایی در توزیع مجدد منابع آب و شناسایی استعداد مناطق در تولید محصولات با شاخص‌های کمی جدید، مدیریت آب سبز آسانتر شده و در بهره‌برداری بهینه از آن تاکید شده است (سهرابی،۱۳۸۶).

موسسه بین‌المللی مدیریت آب (۲۰۰۶) حجم ذخایر منابع آب سبز را منبع بزرگتری در مقایسه با آب آبی برشمرده است. متوسط بارندگی سالانه جهان ۱۱۰۰۰۰ کیلومتر مکعب برآورد شده است که حدود یک سوم آن به آب‌های زیرزمینی، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها (آب آبی) می پیوندد و از این حجم، تنها حدود ۱۲۰۰۰ کیلومتر مکعب آن به مصرف بشر می‌رسد، در حالیکه دو سوم باقی مانده به صورت رطوبت خاک ذخیره شده و یا در اثر عمل تبخیر به اتمسفر بر می‌گردد (آب سبز) (Obuobi et al, 2005).

مروری بر منابع

در سطح جهان به دلیل اهمیت منابع آبی مطالعات زیادی در این زمینه صورت گرفته است که در این جا به پاره‌ای از این پژوهش‌ها اشاره شده است.

نشانی دبیرخانه: همدان - بلوار شهید احمدی روشن- دانشگاه بوعلی سینا- دانشکده کشاورزی - گروه ترویج و آموزش کشاورزی
نشانی الکترونیکی: iaeea2018@gmail.com ، پایگاه اینترنتی: http://iaeea2018.ir تلفن: ۰۸۱-۳۴۴۲۵۴۰۱

Mekonnen and Hoekstra (2011) در مطالعات خود مقادیر ردپای آب سبز، آبی و خاکستری از تولید جهانی محصولات کشاورزی را در دوره زمانی 1996-2005 محاسبه نموده‌اند. با توجه به ردپای آب محصولات اولیه به طور متوسط ردپای جهانی آب در هر تن محصولات از محصولات شکر (حدود$200m^3\ ton^{-1}$)، سبزیجات (حدود$300m^3\ ton^{-1}$)، ریشه و غده‌ها (حدود$400m^3\ ton^{-1}$)، میوه‌ها (حدود$1000m^3\ ton^{-1}$)، غلات و حبوبات (حدود$1600m^3\ ton^{-1}$) و روغن (حدود$2400m^3\ ton^{-1}$) افزایش یافته است.

طبق آمارهای de Fraiture et al (2004) تولید انواع غلات وارد شده به ایران در سال ۱۹۹۵ نیازمند ۲۶/۵ کیلومترمکعب آب از منابع آب داخلی بوده و ایران با این مبادله ۱۵/۸۶ کیلومترمکعب مصرف آب جهانی را کاهش داده است، طبق پیش بینی انها ایران در سال ۲۰۲۵ حدود ۱۱/۳۶ میلیون تن انواع غلات را به کشور وارد نموده و بالغ بر ۴۷/۲۷ کیلومتر مکعب از منابع آب داخلی خود را حفظ می‌کند، اگر ایران این حجم غلات را در داخل تولید می کرد باید بیش از ۱۲/۷۲ کیلومتر مکعب از آب مورد نیاز خود را از طریق آب‌های تنظیم شده به منظور آبیاری اراضی کشاورزی تأمین می نمود.

مطالعه رمضانی اعتدالی و آبابایی (۱۳۹۵) نشان می‌دهد که رد پای آب سبز، آبی، خاکستری و سفید در تولید گندم ملی در ایران تخمین زده شده و در مقیاس ملی مقایسه شدند. مولفه جدید سفید به حساب تلفات آبیاری پیشنهاد شد. متوسط کلی ردپای آب مناطق تحت آبیاری در بین تمام استان انتخاب شده حدود ($3.188\ m^3\ ton^{-1}$) که سهم قابل مقایسه با آب‌های آبی و سبز است، در حالی که متوسط کلی ردپای آب برای مناطق دیم حدود $3.071\ m^3\ ton^{-1}$ با سهم ردپای سبز نه برابر از ردپای آب خاکستری می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که در کل ردپای ملی تولید گندم برای دوره ۲۰۱۲- ۲۰۰۶حدود ۴۲۱۴۳ میلیون متر مکعب در هر سال (۴۱ درصد سبز، ۱۸ درصد آبی، ۱۶ درصد خاکستری و ۲۵ درصد سفید) با سهم ردپای آب سبز حدود ۲/۳ برابر ردپای آب آبی می‌باشد.

محمدخانی (۱۳۹۴) در پژوهشی ردپای آب آبی، سبز و خاکستری برخی از محصولات منتخب را در مرحله تولید و مصرف مورد بررسی قرار داده است. در این مطالعه مشخص شد که در ایران تولید یک تن از محصولات(دامی و زراعی) بیش تر بر پایه مصرف آب آبی استوار است اما در حالی که به طور متوسط در کشور جهان، ردپای آب سبز سهم عمده را در تولید یک تن از محصولات فوق دارند

عربی یزدی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه خود به بررسی ردپای اکولوژیک آب در بخش کشاورزی ایران پرداخته‌اند، نتایج حاصل از پژوهش آنها نشان داد که که ر پای اکولوژیک آب کشور در سال مذکور ۱۰۴ میلیارد متر مکعب بوده است. در سال ۱۳۸۵ کشور با واردات خالص آب مجازی و کسر صادرات آب مجازی بدون در نظر گرفتن راندمان آبیاری ۱۲ و بر مبنای راندمان آبیاری ۶۰ درصد ۲۰ میلیارد متر مکعب از منابع آب داخلی خود را ذخیره کرده است که اگر قرار بود این مقدار محصول در داخل کشور تولید شود لازم بود ۱۱۲ میلیارد آب در بخش کشاورزی مصرف شود که چنین مقداری در دسترس نمی باشد.

مواد و روش

- **محاسبه ردپای آب آبی، سبز و خاکستری**

همه‌ی فرآیندهای ردپای آب را در این بخش در هر واحد محصول بیان می‌کنیم، یعنی حجم آب در جرم (mass)، معمولا ما فرآیند ردپای آب در کشاورزی را به m^3 / تن که معادل لیتر بر کیلوگرم است بیان می‌کنیم. جزء ردپای آب سبز درفرآیند رشد محصول زراعی (WF_{proc}، سبز، m^3 / تن) برابر است با جزء سبز در مصرف آب محصول مورد محاسبه (CWU سبز، m^3 / هکتار) تقسیم بر عملکرد محصول (Y، / تن در هکتار) و در بخش آبی (WF_{proc}، آبی، m^3 / تن) در یک روش مشابه محاسبه می شود:رابطه (۱)و (۲).

نشانی دبیرخانه: همدان - بلوار شهید احمدی روشن- دانشگاه بوعلی سینا- دانشکده کشاورزی - گروه ترویج و آموزش کشاورزی
نشانی الکترونیکی: iaeea2018@gmail.com ، پایگاه اینترنتی: http://iaeea2018.ir تلفن: ۰۸۱-۳۴۴۲۵۴۰۱

$$WF_{\square\square\square\square.\square\square\square\square\square} = \frac{CWU_{green}}{Y} \quad [volume/mass] \qquad (۱)$$

$$WF_{proc.blue} = \frac{CWU_{blue}}{Y} \quad [volume/mass] \qquad (۲)$$

بازده محصولات سالانه را می‌توان به عنوان آمار عملکرد داده شده نشان داد. بخش خاکستری ردپای آب در رشد محصول زراعی(رابطه ۳) (WF_{proc}، خاکستری، m^3 / تن) به عنوان میزان کاربرد مواد شیمیایی در زمین در هر هکتار (AR، کیلوگرم / هکتار) محاسبه می‌شود. میزان زمان‌های شستشو تصفیه خاک – بخشی از آب زهکشی (α) تقسیم بر حداکثر غلظت قابل قبول (C حداکثر، kg / m^3) منهای غلظت طبیعی برای آلاینده (c_{nat}، kg / m^3) و سپس تقسیم بر عملکرد محصول (Y، / تن در هکتار) در نظر گرفته شده است.

$$WF_{proc,grey} = \frac{(a \times AR)/C_{max} - C_{nat}}{Y} \quad [volume/mass] \qquad (۳)$$

آلاینده‌ها به طور کلی از کودهای شیمیایی (نیتروژن، فسفر و غیره)، سموم دفع آفات و حشره کش‌ها تشکیل شده است. اجزای سبز و آبی(رابطه ۴ و ۵) در مصرف آب محصولات کشاورزی (CWU، m^3 / هکتار) بر اساس تجمع تبخیر و تعرق روزانه (ET، میلی متر / روز) در طول دوره رشد کامل محاسبه می‌شود

$$CWU_{green} = 10 \times \sum_{d=1}^{lgp} ET_{green} \quad [volume/area] \qquad (۴)$$

$$CWU_{blue} = 10 \times \sum_{d=1}^{lgp} ET_{blue} \quad [volume/area] \qquad (۵)$$

از آنجا که بخش کشاورزی آب عمده‌ای در بخش تولید خود استفاده می‌کند، اغلب اوقات دارای یک ردپای آب قابل توجه است. کل فرآیند رد پای آب (رابطه ۶) محصولات رو به رشد زراعی (WF) از مجموع اجزای سبز، آبی و خاکستری بدست می‌آید:

$$WF_{proc} = WF_{proc,green} + WF_{proc,blue} + WF_{proc,grey} \quad [volume/mass] \qquad (۶)$$

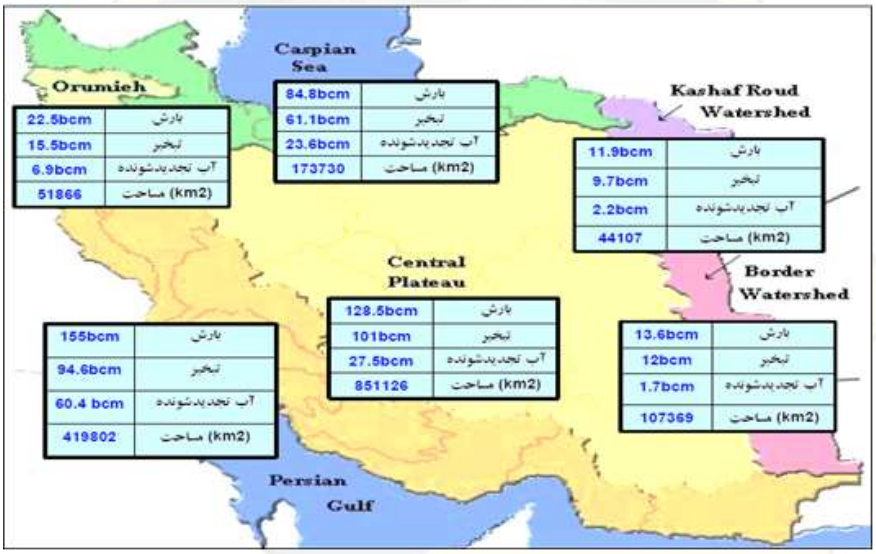
داده‌های مورد استفاده از گزارش ردپای آب سبز، آبی و خاکستری آب محصولات و محصول مشتق شده Mekonnen and Hoekstra (2010) و (2011) موسسه تحقیقاتی آب سری شماره۴۷، یونسکو-IHE هلند برای دوره‌ی زمانی 1996-2005 به دست آمده و کد محصولات از سازمان فائو گرفته شده است. و براساس کتابچه راهنمای تعیین ارزیابی استاندارد جهانی ردپای آب (Hoekstra et al, 2011) ردپای کلی محصولات محاسبه شده است. واحدها در این تحقیق براساس $m^3\ ton^{-1}$ تخمین زده شده است.

نشانی دبیرخانه: همدان - بلوار شهید احمدی روشن- دانشگاه بوعلی سینا- دانشکده کشاورزی - گروه ترویج و آموزش کشاورزی
نشانی الکترونیکی: iaeea2018@gmail.com ، پایگاه اینترنتی: http://iaeea2018.ir تلفن: ۰۸۱-۳۴۴۲۵۴۰۱

نتایج و بحث

وضعیت منابع و مصارف آب

از مجموع ۳۹۷/۹ میلیارد متر مکعب بارندگی سالانه در کشور ۶۶ درصد آن پیش از رسیدن به رودخانه‌ها تبخیر می‌شود. کل منابع آب تجدیدپذیر داخلی سالانه برابر ۱۲۸/۵میلیارد مترمکعب است و با احتساب نه میلیارد مترمکعب منابع آب تجدیدپذیر خارجی، حجم سالانه منابع آب تجدیدپذیر برآورد می‌شود. منابع آب تجدیدشونده کشور با توجه به وضعیت بارندگی، پوشش گیاهی و سایر عوامل تاثیرگذار و حجم نزولات جوی، حدود ۱۳۰ تا ۱۳۹ میلیارد مترمکعب در سال است که حجم قابل استحصال و با احتساب آب‌های برگشتی حدود ۱۲۶ میلیارد متر مکعب برآورد می‌شود. از کل آب‌های تجدیدشونده حدود ۱۰۵ میلیارد متر مکعب را جریان‌های سطحی و ۲۵ میلیارد متر مکعب را جریان‌های نفوذی به منابع زیرزمینی تشکیل می‌دهد (سالنامه آبی وزارت نیرو،۱۳۹۳). در شکل شماره(۱) منابع آب در حوضه های اصلی آبریز در کشور آمده است.



شکل۱- منابع آب در حوضه های اصلی آبریز در کشور

رشد روزافزون جمعیت در جهان، سبب افزایش مصارف گوناگون آب شده است که این امر نه تنها کمیت منابع آب را کاهش داده، بلکه تغییر کیفی آن را با توسعه شهرنشینی، صنعت و کشاورزی به دنبال داشته است. این مسئله به گونه‌ای پیش رفته است که امروزه بسیاری کشورها را با مشکل کمبود آب یا آلوده شدن منابع آبی مواجه ساخته است (Norisepehr, 1994). در جدول شماره(۲) سهم آب در بخش های مختلف مصرف (درصد از کل) آورده شده است.

جدول۲- سهم آب در بخش‌های مختلف مصرف در جهان و ایران (وزارت نیرو، ۱۳۹۳)

	کشاورزی	شرب	صنعت
جهان	۷۰	۲۲	۸
کشورهای با درآمد کم و متوسط	۸۲	۸	۱۰
کشورهای با درآمد بالا	۳۰	۱۱	۵۹
ایران	۹۱	۷	۲

نشانی دبیرخانه: همدان - بلوار شهید احمدی روشن- دانشگاه بوعلی سینا- دانشکده کشاورزی - گروه ترویج و آموزش کشاورزی
نشانی الکترونیکی: iaeea2018@gmail.com ، پایگاه اینترنتی: http://iaeea2018.ir تلفن: ۰۸۱-۳۴۴۲۵۴۰۱

بر اساس پیش‌بینی سازمان ملل متحد کشورهایی مانند: مصر، مکزیک و ایران که با افزایش جمعیت مواجه بوده‌اند و بر این اساس، جمعیت آنها تا سال ۲۰۲۵ حدود ۵۰ درصد افزایش خواهد یافت. در این کشورها که در حال حاضر با کمبود آب مواجه هستند، تداوم رشد جمعیت بسیاری از شهروندان را با کمبود آب مواجه کرده است و در صورتی که اقدام‌های اساسی را برای استفاده بهینه از منابع محدود آب در دستور کار خود قرار ندهند به طور قطع با مشکل‌هایی برای دستیابی به توسعه پایدار روبه رو خواهند شد (UN, 2010).

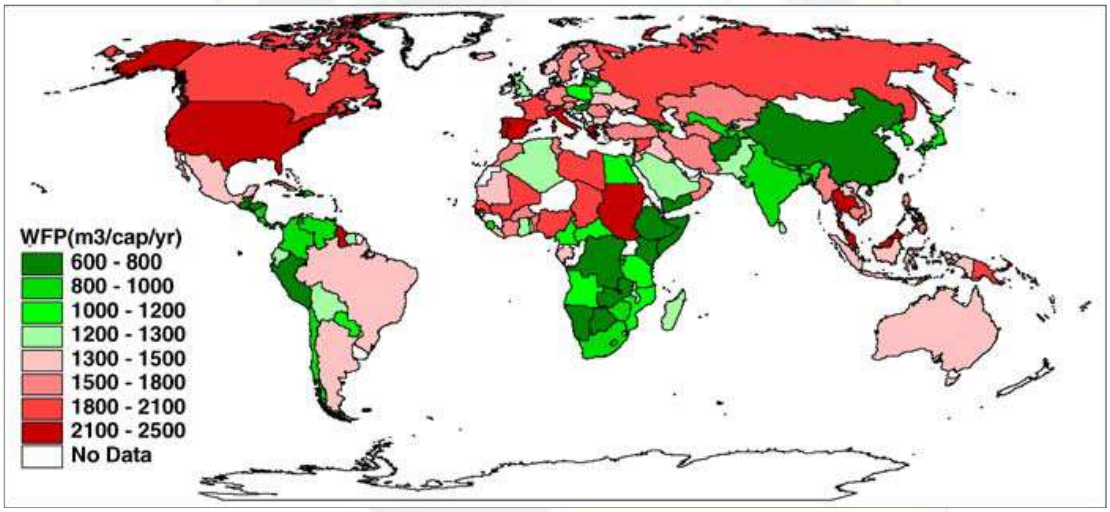
محاسبه‌ی ردپای آب شامل میزان کل آب شیرین که در طول زنجیره تامین یک محصول مصرف شده است.ردپای آب به طور جداگانه برای سه نوع مصرف آب شیرین حساب می‌شود:

(۱) استفاده آب سبز که میزان مصرف از بارش باران است.

(۲) استفاده‌ی آب آبی که میزان مصرف از آب های زیرزمینی و یا آب‌های سطحی است.

(۳) استفاده‌ی آب خاکستری که آب رقیق مورد نیاز برای کاهش غلظت آلاینده به مقادیر قابل قبول خواهد بود.

در شکل (۲) ردپای ملی آب کشور های جهان برآورد شده است، رنگ سبز کشورهایی هستند که ردپای ملی آب انها برابر یا کوچکتر از متوسط جهانی است اما کشور های با رنگ قرمز که ایران هم جزء انهاست دارای ردپای ملی آب بیشتر از متوسط جهانی هستند.



شکل ۲- متوسط ردپای ملی اب کشور های جهان (Hoekstra and Chapagain, 2007).

تمایز میان ردپای آب سبز، آبی، خاکستری در استفاده مصرفی از بارش باران، آب‌های زیرزمینی و یا آب‌های سطحی، و اثرات کیفیت آب که دارای هزینه‌های متفاوت اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی است را نشان می‌دهد.در جدول(۳) شاخص ردپای انواع آب در محصولات منتخب کشور با متوسط جهانی آن مقایسه شده است.

نشانی دبیرخانه: همدان - بلوار شهید احمدی روشن- دانشگاه بوعلی سینا- دانشکده کشاورزی - گروه ترویج و آموزش کشاورزی
نشانی الکترونیکی: iaeea2018@gmail.com ، پایگاه اینترنتی: http://iaeea2018.ir تلفن: ۰۸۱-۳۴۴۲۵۴۰۱

جدول ۳- مقایسه متوسط آب سبز، آبی و خاکستری و ردپای کلی آب محصولات کشور با متوسط جهانی، (Mekonnen and Hoekstra, 2010) (m^3/ton^{-1})

محصول	متوسط	ردپا آب سبز	ردپا آب آبی	ردپا آب خاکستری	ردپای کلی آب	اختلاف ردپای کلی آب ایران از جهان
گندم	ایران	۲۳۶۳	۹۶۸	۲۸۴	۳۶۱۵	۱۷۸۸
	جهان	۱۲۷۷	۳۴۲	۲۰۷	۱۸۲۷	
جو	ایران	۱۲۹۴	۸۵	۲۳۹	۱۶۱۸	۱۹۵
	جهان	۱۲۱۳	۷۹	۱۳۱	۱۴۲۳	
ذرت	ایران	۲۵۰	۶۲۷	۳۵۱	۱۲۲۸	۶
	جهان	۹۷۴	۸۱	۱۹۴	۱۲۲۲	
سیب زمینی	ایران	۳۶	۲۵۶	۳۵	۳۲۷	۴۰
	جهان	۱۹۱	۳۳	۶۳	۲۸۷	
زیتون	ایران	۱۲۷۰	۲۹۷۲	۹۴۸	۵۱۹۰	۲۱۷۵
	جهان	۲۴۷۰	۴۹۹	۴۵	۳۰۱۵	
کاهو	ایران	۵۸	۴۷	۲۷	۱۳۲	-۱۰۵
	جهان	۱۳۳	۲۸	۷۷	۲۳۷	
اسفناج	ایران	۴۶	۴۱	۴۷	۱۳۴	-۱۵۸
	جهان	۱۱۸	۱۴	۱۶۰	۲۹۲	
گوجه فرنگی	ایران	۴۲	۲۸۴	۲۳	۳۴۹	۱۳۵
	جهان	۱۰۸	۶۳	۴۳	۲۱۴	
خیار	ایران	۸۵	۳۴۸	۳۷	۴۷۰	۱۱۷
	جهان	۲۰۶	۴۲	۱۰۵	۳۵۳	
زردآلو	ایران	۴۷۶	۱۳۳۹	۹۰	۱۹۰۵	۶۱۸
	جهان	۶۹۴	۵۰۲	۹۲	۱۲۸۷	
سیب	ایران	۲۶۰	۷۷۵	۴۸	۱۰۸۳	۲۶۱
	جهان	۵۶۱	۱۳۳	۱۲۷	۸۲۲	
گیلاس	ایران	۴۴۲	۱۳۱۸	۸۲	۱۸۴۲	۲۳۸
	جهان	۹۶۱	۵۳۱	۱۱۲	۱۶۰۴	
آلبالو	ایران	۵۶۴	۲۲۶۰	۱۳۱	۲۹۵۵	۱۵۴۴
	جهان	۱۰۹۸	۲۱۳	۹۹	۱۴۱۱	
توت فرنگی	ایران	۱۶۳	۷۸۴	۷۸	۱۰۲۵	۶۷۸
	جهان	۲۰۱	۱۰۹	۳۷	۳۴۷	
انجیر	ایران	۱۷۲۲	۴۱۹۵	۳۶۳	۶۲۸۰	۲۹۳۰
	جهان	۱۵۲۷	۱۵۹۵	۲۲۸	۳۳۵۰	
کیوی	ایران	۱۹۱	۹۷۲	۵۱	۱۲۱۴	۷۰۰
	جهان	۳۰۷	۱۶۸	۳۸	۵۱۴	

نشانی دبیرخانه: همدان - بلوار شهید احمدی روشن- دانشگاه بوعلی سینا- دانشکده کشاورزی - گروه ترویج و آموزش کشاورزی
نشانی الکترونیکی: iaeea2018@gmail.com ، پایگاه اینترنتی: http://iaeea2018.ir تلفن: ۰۸۱-۳۴۴۲۵۴۰۱

با توجه به نتایج حاصل از جدول (۳) بیشترین متوسط ردپای آب سبز در ایران نسبت به متوسط آب سبز در جهان به ترتیب گندم با اختلاف (m^3/ton^{-1} ۱۰۸۶) و انجیر (m^3/ton^{-1} ۱۹۵) می‌باشد. کمترین متوسط آب سبز در ایران نسبت به متوسط آب سبز در جهان به ترتیب زیتون با اختلاف (m^3/ton^{-1} ۱۲۰۰-) و ذرت (m^3/ton^{-1} ۷۲۴-) می‌باشد. بیشترین متوسط آب آبی در ایران نسبت به متوسط آب آبی در جهان به ترتیب انجیر با اختلاف (m^3/ton^{-1} ۲۶۰۰) وزیتون (m^3/ton^{-1} ۲۴۷۳) می‌باشد. کمترین متوسط آب آبی در ایران نسبت به متوسط آب آبی در جهان به ترتیب جو با اختلاف (m^3/ton^{-1} ۶) و کاهو (m^3/ton^{-1} ۱۹) می‌باشد.

بیشترین متوسط ردپای آب خاکستری در ایران نسبت به متوسط آب خاکستری در جهان به ترتیب زیتون با اختلاف (m^3/ton^{-1} ۹۰۳) و ذرت (m^3/ton^{-1} ۱۵۷) می‌باشد که در این محصولات نسبت به متوسط جهانی میزان استفاده از مواد آلاینده (کود وسم) بیشتر استفاده شده است. کمترین متوسط آب خاکستری در ایران نسبت به متوسط آب خاکستری در جهان به ترتیب اسفناج با اختلاف (m^3/ton^{-1} ۱۱۳-) و سیب درختی (m^3/ton^{-1} ۷۹-) می‌باشد که در این محصولات نسبت به متوسط جهانی موادآلاینده کمتر استفاده شده است.

بیشترین متوسط ردپای کلی آب ایران نسبت به متوسط ردپای کلی آب جهان به ترتیب انجیر با اختلاف (m^3/ton^{-1} ۲۹۳۰) و گندم (m^3/ton^{-1} ۱۷۸۸) می‌باشد به معنی اینکه در ایران در محصولات بیشتر از متوسط جهانی آب شیرین مصرفی استفاده شده است. کمترین متوسط ردپای کلی آب در ایران نسبت به متوسط جهان به ترتیب اسفناج با اختلاف (m^3/ton^{-1} ۱۵۸-) و کاهو (m^3/ton^{-1} ۱۰۵-) می باشد، به معنی اینکه در این محصولات کمتر از متوسط جهانی آب شیرین مصرف شده است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

با درک این واقعیت که بیشتر کشورهای از جمله ایران از بحران مدیریت آب رنج می‌برند تا کمبود منابع آب و قبول این اصل که دوران دستیابی به منابع آبی جدید قابل ملاحظه برای توسعه کشاورزی سپری شده (خارج شدن از ذهنیت پر آبی) باید چرخشی اساسی در سیاست ها و برنامه‌های مصرف آب ایجاد کرد و سیاست‌های جدیدی در راستای انتخاب و تحقق هدف بهره‌وری آب در تولیدات کشاورزی در پیش گرفت. به کارگیری نتایج حاصل در سیاست‌ها و اتخاذ تصمیمات مدیریتی، با توجه به میزان آب شیرین مصرفی در محصولات، و میزان کشت محصولات در استان‌ها، و محصولاتی که به صورت آب مجازی باید وارد شوند جهت کمک به منابع آب شیرین کشور ضروری است. در تمام این مطالعات همواره به نقش آب به عنوان یکی از عوامل کلیدی در تولید محصولات پر مصرف آب تاکید شده و توصیه شده است که در تجارت آن، باید با حفاظت آب و مصرف آن برای تولید محصولات کلیدی (جهت گیری جدید در انتخاب محصولات کشاورزی مورد کشت) و سرمایه گذاری در بخش‌های اقتصادی در تخصیص و استفاده بهینه از آن تلاش کرد. این نگاه جدید به آب می تواند بسیاری از الگوهای مصرف آب و تخصیص یارانه‌ها را در این زمینه تغییر دهد. تاکید بر خودکفایی در محصولاتی که تولید انها مبتنی بر بهره‌وری آب، مزیت نسبی دارد، همچنین تاکید بر محصولات صادراتی با نیاز آبی کمتر امری ضروری است.

در پاسخگویی به تقاضاهای روز افزون آب در کشور، می‌توان به توسعه منابع آب جدید مانند بهره برداری بهینه از منابع آب باقیمانده، استفاده مجدد از فاضلاب، شیرین کردن آب‌های شور، افزایش ظرفیت تولید منابع موجود، در نظر گرفتن راهبردهای صرفه جویی آب در بخش‌های مختلف اقتصادی، و یا توسعه روش‌های مدیریت کارآمد جدید اشاره نمود. از آنجائی که در مدیریت آب، بیشتر راه‌های فیزیکی توسعه منابع آب و بهره برداری بیشتر از آن ها درجهت خودکفایی کشور در تولید محصولات کشاورزی مطرح بوده و این راه‌حل‌ها اغلب به صورت احداث تأسیسات جدید، کارهای زیربنایی و ایجاد عرضه بیشتر در بخش آب نمود پیدا می‌کند بنظر می‌رسد لازم باشد به مدیریت آب مجازی و تقاضای آب از طریق وضع قوانین، تدوین آئین نامه‌ها، استفاده از ابزارهای اقتصادی و برنامه‌ریزی و نظارت و مشارکت بهره برداران نیز توجه گردد.

.

نشانی دبیرخانه: همدان - بلوار شهید احمدی روشن- دانشگاه بوعلی سینا- دانشکده کشاورزی - گروه ترویج و آموزش کشاورزی
نشانی الکترونیکی: iaeea2018@gmail.com ، پایگاه اینترنتی: http://iaeea2018.ir تلفن: ۰۸۱-۳۴۴۲۵۴۰۱

منابع

۱-اخوان، سمیرا.، عابدی کوپایی، جهانگیر.، موسوی، سید فرهاد. عباس پور، کریم.، افیونی، مجید. و سید سعید. اسلامیان. ۱۳۸۹. تخمین «آب آبی» و «آب سبز» با استفاده از مدل SWAT در حوضه آبریز همدان- بهار،مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۴(۵۳): ۲۳-۹.

۲- تجریشی، مسعود. ۱۳۸۱. نگرشی جامع به رفع بحران آب در تهران. مجله آب و فاضلاب، (۲۲): ۱۲-۲.

۳- تجریشی، مسعود و ابریشمچی،احمد. ۱۳۸۳. مدیریت تقاضای منابع آب در کشور، مجموعه مقالات اولین همایش روشهای پیشگیری از اتلاف منابع ملی، توسط فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، تهران

۴-خواجه، محمد؛ بذرافشان، ام‌البنین ، وقارفرد، حسن؛ و اسماعیل پور، یحیی. بررسی کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی در دشت پریشان، برنامه‌ریزی و آمایش فضا؛ ۱۸ (۴):۹۶-۷۲

۵-رمضانی اعتدالی، هادی و آبابایی، بهنام. ۱۳۹۵. برآورد اجزا ردپای آب مجازی در تولید جو در مقیاس ملی و استانی، نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۰(۳): ۴۳۱-۴۴۳.

۶-سهرابی؛ روح اله. ۱۳۸۶.تهیه مدل ریاضی محاسبه میزان بهینه استفاده از اب مجازی در تامین اب مورد نیاز منطقه با لحاظ شرایط اقتصادی ، اجتماعی و امنیت غذایی، پایانامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف.

۷-شکور، علی؛ قریشی، محمد باسط؛ لشکری، مریم و جعفری مهتاب. ۱۳۹۰. ارزیابی و سنجش چگونگی پایداری گردشگری در بهشت گمشده بوان ممسنی با استفاده از مدل رد پای اکولوژی، فصلنامه علمی پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی؛ ۳(۳): ۵۹- ۶۷.

۸- عربی یزدی، اعظم.، علیزاده، امین.، محمدیان، فرشاد. بررسی ردپای اکولوژیک آب در بخش کشاورزی ایران. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳ (۴): ۱-۱۵.

۹- کشاورز،عباس و حیدری، نادر. ۱۳۸۳. نگرشی بر اسراف و ضایع نمودن منابع آب کشور در مراحل تولید و مصرف محصولات کشاورزی . مجموعه مقالات همایش پیشگیری از اتلاف منابع ملی. فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران.

۱۰- محمودی ، بهروز و سرلک، مهدی. ۱۳۸۷. برآورد موثر بر عرضه و تقاضای آب و جایگاه ایران در منطقه از نظر توسعه پایدار،معاونت پژوهش های اقتصادی ،بهمن ۱۳۸۷،ص ۴.

۱۱- مکنون؛ رضا .و سهرابی، حمید. ۱۳۹۲. معرفی شاخص ردپای آب از مفاهیم تا کاربردها ؛ چهارمین کنفرانس مدیریت منابع اب ایران؛ ۱۳ و ۱۴ اردیبهشت ۱۳۹۲.دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران، ایران

۱۲- میرئی، محمد حسین سادات.، و فرشی، علی اصغر. ۱۳۸۲. چگونگی مصرف و بهره‌وری آب در بخش کشاورزی؛ مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران

۱۳- وزارت نیرو. ۱۳۸۷. پدیده خشکسالی از دیدگاه منابع آب. معاونت آب و آبفا. دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و ابفا، ۳۳ ص.

۱۴- وزارت نیرو. ۱۳۸۵.گزارش کارنامه عملکرد سال ۱۳۸۴. معاونت تحقیقات و منابع انسانی دفتر فناوری اطلاعات.

۱۵- وزرارت نیرو، سالنامه آبی کشور. ۱۳۹۳. دفتر برنامه ریزی کلان آب و ابفا، ۳۰۲ ص

-16-Arjen, Y. Hoekstra, Chapagain, A. K. Aldaya, M M. and Mekonnen M M..2011. The Water Footprint Assessment ManualSetting the Global Standard. Publishing for a sustainable futur. London Washington, DC

17- Falkenmark, M. and Rockström, J. 2004. Balancing Water for Humans and Nature: The New Approach in Ecohydrology, Earthscan, London

18- Fraiture C. de; Cai X., Amarasinghe U., Rosegrant M. and D. Molden. 2004. Does international cereal trade save water? The impact of virtual water trade on global water use. Comprehensive Assessment Research Report 4. Colombo, Sri Lanka, Comprehensive Assessment Secretariat

19- Gonzalez Dugo, V., J.L. Durand & Gastal. F. 2010. Water Deficit and NitrogenNutrition of Crops, A Review Agronomy for Sustainable Development, No. 30:529- 540

20- Hoekstra, A.Y and Hung, P.Q. 2002. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Report Series No. 11, UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, The Netherlands. 25-47

21- Hoekstra, A. Y. and Chapagain, A. K. 2007. Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern, Water Resour. Manag, 21(1): 35–48.

نشانی دبیرخانه: همدان - بلوار شهید احمدی روشن- دانشگاه بوعلی سینا- دانشکده کشاورزی - گروه ترویج و آموزش کشاورزی
نشانی الکترونیکی: iaeea2018@gmail.com ، پایگاه اینترنتی: http://iaeea2018.ir تلفن: ۰۸۱-۳۴۴۲۵۴۰۱

22- Hoekstra A.Y, Chapagain A.K, Aldaya M.M, Mekonnen M.M .2011. The water footprint assessment manual: setting the global standard. Earthscan
23- IWMI (International Water Management Institute). 2006. Water for food, water for life.from the Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Stockholm World Water Week.
24- Jefferson B., Palmer A., Jeffrey P., Stuetz R., Judd S. .2004. Grey water characterization and its impact ontheselection and operation of technologies for urban reuse. Water Science & Technology 50:157-164.
25- Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. 2010. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Value of Water Research Report Series No. 47, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
26- Mekonnen, M. M. and Hoekstra, A. Y.2011. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Hydrol Earth Syst Sci., 15:1577–1600.
27- Molden D (ed) .2007. Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture. Earthscan, London
28- Norisepehr M,.1994,Guidelines for Drinking water .Hayyan Publication.vol 2
29- Obuobie, E., Gachanja, P. M. and Dörr, A. C. 2005. The Role of Green Water in Food Trade. Term Paper for the Interdisciplinary Course, International Doctoral Studies. Center of Development Research University of Bonn
30- Rees, W.E. and M. Wackernagel. 1996 .Urban Ecological Footprints: Why Cities Cannot be Sustainable and Why They are a Key to Sustainability, Environmental Impact Assess Review,16: 223 - 248
31- UN-Water Annual Report 2010, http//www.unwater.org
32- Wackernagel M. and Rees W. 1996. Our ecological footprint: reducing human impact on the earth New Society Publishers, Gabriola Island, B. C., Canada. http:// www.New society.com/oef.html, London
33- WHO, Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and grey water .2006. Available at:http://www.who.int/water_sanitationhealth/-wastewater/gsuww/en/index
34- Yang, H., Wang, L., Abbaspour, K. C. and Zehnder,A. J. B. 2006. "Virtual waterhighway: water use efficiency in global food trade" J. Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss, 3:1–26.

نشانی دبیرخانه: همدان - بلوار شهید احمدی روشن- دانشگاه بوعلی سینا- دانشکده کشاورزی - گروه ترویج و آموزش کشاورزی
نشانی الکترونیکی: iaeea2018@gmail.com ، پایگاه اینترنتی: http://iaeea2018.ir تلفن: ۰۸۱-۳۴۴۲۵۴۰۱