مجله پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد 26 / شماره 4 / 1391

ارزیابی وضعیت کشاورزی استان هرمزگان از دیدگاه آب مجازی

حسین بابازاده[1] *، مهدی سرائی تبریزی

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی آب، تهران، ایران؛
h_babazadeh@srbiau.ac.ir

دانشجو دکتری آبیاری و زهکشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی آب، تهران، ایران؛
m.sarai@srbiau.ac.ir

چکیده

پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی و عدم مدیریت عرضه و تقاضای منابع آب در کشور به ویژه در مناطق بسیار کم آب و خشک مانند استان هرمزگان، مدیریت منابع آب را به خصوص در بخش کشاورزی با مشکلات جدی رو به رو ساخته است، در این وضعیت تجارت درون کشوری آب مجازی می‌تواند با صرف هزینه‌های کمتر بخش عمده‌ای از مشکلات را در بخش توزیع آب حل کند، نتایج این تحقیق نشان داد که کل واردات و صادرات آب مجازی استان هرمزگان به ترتیب 1284/3 و 1131/1 میلیون مترمکعب در سال می‌باشد، سهم بخش زراعی، باغی و دامی از واردات آب مجازی به‌ترتیب 61/44%، 9/97% و 28/59% و هم‌چنین از صادرات آب مجازی به‌ترتیب 35/32%، 59/18% و 5/5% به‌دست آمد، تراز تجارت آب مجازی این استان برابر 142/5 میلیون مترمکعب است، هم‌چنین شاخص کم‌آبی، شاخص شدت مصرف آب، شاخص وابستگی آب به واردات آب مجازی و شاخص خودکفایی آب به واردات آب مجازی استان هرمزگان به ترتیب برابر63%، 58%، 9/6% و 90/4% به دست آمد، یکی از مهم‌ترین دلایل صادرات آب مجازی در استان هرمزگان تولید محصولات آب‌بر مانند خرما، سبزیجات، صیفی‌جات می‌باشد، مهم‌ترین منبع واردات آب مجازی به استان ناشی از وارد کردن برنج و گندم است، هم‌چنین نتایج این تحقیق نشان داد که استان هرمزگان دارای پتانسیل نسبتاً کمی در استفاده از آب سبز بوده به طوری‌که حدود 7/8 درصد تولیدات زراعی و باغی استان به وسیله آب سبز تولید می‌شوند، در نتیجه پیشنهاد می‌شود الگوی کشت استان هرمزگان به سمت استفاده بیشتر از آب سبز (مانند غلات و میوه‌ها) و پرهیز از کاشت محصولات آب‌بر تابستانه مانند ذرت و سیب‌زمینی تغییر جهت داده شود.

واژه‌های کلیدی: آب سبز، آب مجازی، تراز تجارت، شاخص شدت مصرف

---

1. آدرس نویسنده مسؤول: تهران، انتهای اشرفی اصفهانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی آب
* دریافت: خرداد، 1391 و پذیرش: بهمن، 1391

مقدمه

بخش کشاورزی نقش اساسی و حیاتی در اقتصاد ملی و تولید مواد غذائی در ایران دارد، به طوری که حدود 27 درصد تولید ناخالص ملی و 22 درصد نیروی کار کشور مرتبط با این بخش است (4). در این میان به واسطه موقعیت خاص اقلیمی کشور و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی، کشت آبی محور اصلی در تولید مواد غذایی می باشد. با وجود وسعت تقریباً یکسان کشت دیم و آبی کشور، بیشترین تولید از بخش فاریاب حاصل می‌شود. به طوری که در طول 5 سال گذشته تقریباً همواره نزدیک به 90 درصد کل تولید محصولات کشاورزی ایران از کشت‌های آبی حاصل شده است (1).

در مناطق خشک کشور مانند استان هرمزگان تقریباً 100 درصد تولیدات کشاورزی از کشت آبی حاصل می‌شود. کشاورزی در طی دهه‌های گذشته با نوسانات زیادی در میزان سطح زیرکشت و عملکرد محصولات رو به رو بوده است. علاوه بر کمبود آب، عوامل تهدید کننده دیگری از جمله شوری، مدیریت ضعیف، نداشتن دانش کافی، رقابت شدید استفاده از منابع آب بین بخش‌های صنعت، شرب، محیط‌زیست با بخش کشاورزی، فرسودگی تأسیسات و غیره موجب تأثیرگذاری در کاهش تولید محصولات کشاورزی شده است.

طی سال‌های گذشته سرمایه‌گذاری‌های گسترده‌ای در بخش آب و کشاورزی ایران صورت گرفته و تأسیسات و امکانات وسیعی در تأمین، انتقال و توزیع آب ایجاد شده است. اما به نظر می‌رسد، این تأسیسات قادر به تأمین اهداف اصلی و وجودی خود به نحو مطلوب نبوده است و بر مبنای تحلیل‌های فنی و اقتصادی توجیه‌پذیر، طراحی و اجرا نشده‌اند. شاید اولین سوالی که به ذهن خطور کند این باشد که هدف از ایجاد شبکه‌های آبیاری و تأسیسات آبی چه بوده است؟ قطعاً دو هدف افزایش راندمان و افزایش تولید در سرلوحه این اهداف بوده است که تقریباً در اغلب این شبکه‌ها اهداف مذکور تأمین نشده است. این مسئله در حالی است که پتانسیل‌های زیادی چه از لحاظ سطح زیرکشت و چه از لحاظ کارشناسان مجرب در کشور وجود دارند (8 و 13).

نتایج تحقیقات اوکسترا و هونگ[1] (200) نشان می‌دهد که ایران در دوره زمانی 1995 تا 1999 میلادی با 29/1 میلیارد مترمکعب واردات خالص آب مجازی در رتبه نوزدهم وارد کنندگان آب مجازی در سطح جهانی قرار گرفته است. کشور پهناور ایران با صادرات 5 میلیارد مترمکعب آب مجازی در رتبه 55 جهان طی سال‌های 1997 تا 2002 میلادی قرار داشته است (6).

واضح است که رشد جمعیت، نیاز به تولید بیشتر محصولات کشاورزی را ایجاب می‌کند و در این راستا زراعت، باغداری و دامپروری به عنوان اصلی‌ترین منابع تأمین کننده مواد غذایی داخلی به شمار می‌روند. در واقع بخش کشاورزی تکیه‌گاه اساسی در تأمین نیازهای غذایی کشور بوده و در این مورد نقش آب به عنوان مهم‌ترین عامل محدود کننده در توسعه بخش کشاورزی، اهمیت اقتصادی آن را بسیار تعیین کننده نموده است. پیش‌بینی شده است که جمعیت ایران تا سال 1410، به مرز 100 میلیون نفر خواهد رسید، که در این صورت برای تأمین نیازهای غذایی این جمعیت، بر مبنای حدود 2600 کیلوکالری انرژی روزانه به بیش از 150 میلیارد مترمکعب آب سالانه نیاز خواهد بود که این مقدار در سبد آبی کشور موجود نمی‌باشد (1).

واژه آب مجازی، آب، غذا و تجارت را به یک‌دیگر پیوند می‌زند و عکس بهره‌وری مصرف آب می‌باشد. واژه آب مجازی برای اولین بار به‌وسیله‌ی الن [2]

[1]. Hoekstra and Hung
[2]. Allen

(1993) مطرح شد. قبل از سال 1993 واژه آب جاسازی‌شده[1] برای رساندن این مفهوم به کار می‌رفت، اما نتوانست توجه مدیران منابع آب را به خود جلب کند. در دهه گذشته نیز این مفهوم به‌وسیله‌ی بیشتر پژوهشگران صنعت آب در داخل و خارج کشور مورد توجه قرار گرفت (3 و 9).

برآورد واردات و صادرات آب مجازی در مقیاس بین‌المللی و درون کشوری (استانی) برای استفاده بهینه از منابع آب و خاک کشور بر اساس پتانسیل هر منطقه می‌تواند به عنوان یک راه‌کار اثربخش مد نظر قرار گیرد. تجارت درون کشوری آب مجازی با استفاده بهینه از منابع و ظرفیت‌های داخلی می‌تواند از مصرف آب ملی بکاهد و میزان تولید محصولات کشاورزی را افزایش دهد. با توجه به این که رشد جمعیت، صنعتی‌شدن و نیاز به آب و غذای بیشتر، کشور را برای تأمین نیازها در طولانی مدت با مشکل مواجه می‌سازد، اولین و بهترین راه‌کار برای تأمین نیازها استفاده بهینه از ظرفیت‌های داخلی می‌باشد که عدم توجه به آن در طولانی مدت عواقب جبران ناپذیری را در پی خواهد داشت (3 و 18).

توسعه شبکه‌های مجازی آب می‌تواند بسیاری از نیازهای آبی و غذایی مناطق مختلف کشور را مرتفع سازد. با این روش می‌توان بخشی از هزینه‌های کلان ساخت و توسعه زیرساخت‌ها را در راستای بهره‌برداری بهینه از فرصت‌های ایجاد شده و عوامل رها شده سرمایه‌گذاری نمود. افزایش تولید ناخالص داخلی، استفاده کارآمد از منابع طبیعی، توسعه رفاه اجتماعی و جهت‌دهی سیاست‌ها در راستای تأمین آیندگان از مزایای این تجارت است (3 و 6).

اردکانیان و سهرابی (1385) ضرورت و کاربرد تجارت آب مجازی را در ایران مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که با دخالت دادن تجارت آب مجازی در سیاست‌های آبی، علاوه بر این که میزان دسترسی کشور به منابع آب جهانی افزایش می‌یابد، از افزایش فشار بر منابع محدود داخلی نیز کاسته می‌شود.

روحانی و همکاران (1387) مبادله محصولات غذایی و آب مجازی را با توجه به منابع آب موجود در کشور مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که از میان 21 محصول غذایی بررسی شده، غلات، حبوبات، خشکبار و دانه‌های روغنی بر اساس میزان آب مجازی برآورد شده آن‌ها، محصولاتی پر مصرف هستند. در حالی که میوه‌ها، سبزی‌ها و محصولات صنعتی، کم مصرف می‌باشند و بایستی مبادله آب مجازی با توجه کامل به میزان مصرف آب، بهره‌وری آب به صورت آگاهانه انجام گیرد.

عربی یزدی و همکاران (1388) رد پای اکولوژیک آب، واردات و صادرات آب مجازی و شاخص وابستگی و خودکفایی به واردات آب مجازی را در کشور مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که کشور با واردات خالص آب مجازی و کسر صادرات آب مجازی بدون در نظر گرفتن راندمان آبیاری و با در نظر گرفتن راندمان آبیاری 60 درصد به ترتیب 12 و 20 میلیارد مترمکعب از منابع آب داخلی خود را ذخیره کرده که اگر قرار بود این مقدار محصول در داخل کشور تولید شود لازم بود 112 میلیارد مترمکعب آب در کشاورزی مصرف شود که چنین مقداری در دسترس نمی‌باشد.

هاناساکی و همکاران[2] (2010) وضعیت صادرات و واردات آب مجازی محصولات عمده کشاورزی و دامی را در مقیاس جهانی با استفاده از مدل هیدرولوژیکی H08 مورد بررسی و برآورد قرار دادند. این

[1]. Water Embedded

[2]. Hanasaki et al

مدل قادر است آب سبز[1] و آب آبی را به صورت همزمان در مناطق مختلف برآورد نماید.

نتایج این تحقیق نشان داد که صادرات آب مجازی پنج محصول (جو، ذرت، برنج، سویا و گندم) و سه محصول دامی (گوشت گاو، گوشت خوک و مرغ) 545 کیلومترمکعب در سال می‌باشد. 61 کیلومترمکعب در سال (11%) آب آبی و 26 کیلومترمکعب در سال (5%) آب تجدید ناپذیر می‌باشد.

بخش کشاورزی استان هرمزگان با مصرف بیش از 92 درصد منابع آبی استان، بزرگترین مصرف کننده منابع آبی بوده و واقعیات منطقه نیز حاکی از آسیب‌پذیری بالای این بخش است (16). به دلیل پایین بودن مزیت بخش کشاورزی در منطقه، به‌نظر می‌رسد مدیریت آب کشاورزی در حوضه پتانسیل بسیار بالای حفاظت منابع آبی را دارا باشد. مدیریت آب کشاورزی و استفاده از گزینه‌های مناسب و پرظرفیت مدیریتی نیازمند ارزیابی های دقیق، شناسایی نقاط آسیب‌پذیر و اولویت‌بندی آن‌ها می‌باشد(16و 17).

بسیاری از مطالعاتی که تاکنون با هدف بررسی تجارت آب مجازی انجام گرفته‌اند، محاسبه میزان صادرات، واردات و تراز تجارت آب مجازی محصولات منتخب، با استفاده از روش‌های موجود و یا روش‌هایی توسعه یافته و متناسب با هر منطقه، تمام یا بخش عمده‌ای از مطالعات را به خود اختصاص داده است. کمتر مطالعاتی دیده می‌شود که با استفاده از مفهوم آب مجازی به تحلیل سیاست‌های بخش آب و خاک بپردازد. به طور کلی بیشتر مطالعات به بررسی ظرفیت‌های این تجارت در بخش آب پرداخته تا این‌که به موارد پنهان در مفهوم آب مجازی و استفاده از این موارد در تحلیل سیاست‌ها و ایجاد ساختارها توجهی بکند.

هدف از انجام این تحقیق ارزیابی وضعیت کشاورزی و منابع آب استان هرمزگان با تعیین تراز صادرات و واردات آب مجازی و شاخص وابستگی و خودکفایی به واردات آب مجازی می‌باشد. تا بتوان بر اساس این شاخص‌ها سودمندترین استفاده از آب مجازی را در سطح استان مورد بررسی قرار داده و معرفی نماییم. نوآوری این پژوهش تعیین آب مجازی حاصل از محصولات دامی می‌باشد و در تحقیقات آب مجازی در کشور کمتر این بخش لحاظ شده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه به منظور ارزیابی‌های به‌هم‌پیوسته مصارف آب بخش کشاورزی، از مفهوم آب مجازی و تجارت آب مجازی استفاده شد. استفاده از ابزار آب مجازی در انجام تحلیل‌ها، این امکان را فراهم می‌آورد که منبع آب در ارتباط با سایر منابع تولید بخش کشاورزی به ارزیابی گذارده شود، هم‌چنین می‌توان میان داده‌های کلان مصارف آبی و داده‌های خرد، ارتباطات منطقی‌ایجاد کرده و به ارزیابی آنها پرداخت. این مزیت سبب می‌گردد که با شناخت کامل‌تری نسبت به سیستم منابع و مصارف حوضه آبریز، نقاط آسیب‌پذیر طی‌یک فرآیند سیستماتیک شناسایی شده و به دنبال راه‌کارهای کاهش آنها بود.

در این تحقیق با استفاده از مفهوم آب مجازی و اتکا بر داده‌های تولید محصولات و مصارف آبی بخش کشاورزی، منابع آبی استان هرمزگان مورد ارزیابی قرار گرفت. آمار، اطلاعات و داده‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: 1- ویژگی‌های 13 دشت کشاورزی استان هرمزگان از نظر موقعیت، نوع منابع آب و خاک غالب (12). 2- آمار سطح زیرکشت و میزان تولیدات کشاورزی محصولات فاریاب در هر یک از دشت‌های کشاورزی استان هرمزگان در سال زراعی 89- 1388 (12). 3- روش‌های آبیاری مرسوم و متوسط راندمان آبیاری در دشت‌های استان هرمزگان (12). 4- حجم

[1]. Green Water

منابع آب تجدید شونده استان و میزان تخصیص منابع آب به بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت (12، 14 و 15). 5- سرانه مصرف محصولات و مواد غذایی (4 و 15)

در این پژوهش محاسبه و برآورد میزان آب مجازی، شاخص شدت مصرف آب، شاخص وابستگی و خودکفایی به واردات آب مجازی محاسبه و برآورد شده‌است. برای انجام این محاسبات، داده‌های مربوط به نوع محصولات، سطح زیرکشت و میزان تولید آن‌ها در یک بانک اطلاعاتی ذخیره شد. متوسط نیاز آبی محصولات کشاورزی[1] در سطح استان با استفاده از میانگین وزنی در کلیه دشت‌های استان محاسبه شد.

به طور کلی آب حاصل از بارش که در خاک ذخیره‌شده (بارش مؤثر) و در فرآیند تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد و یا در فرآیند تولید تبخیر می‌گردد را آب سبز می‌نامند (6). مقدار آب سبز بر اساس میزان بارش مؤثر طی فصل رشد گیاهان مختلف و در دشت‌های مختلف محاسبه شده است. آب آبی مقدار آبی است که از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی در فرآیند تولید استفاده می‌شود و به مکان اصلی خود باز نمی‌گردد (6).

آب مصرفی هر محصول بر اساس سطح زیرکشت، راندمان آبیاری و مقدار کل آب مصرفی در بخش کشاورزی استان محاسبه شده‌است.مقدار آب مجازی در هر محصول به صورت نسبتی از متوسط نیاز آبی به متوسط عملکرد محصول با استفاده از رابطه 1 (مترمکعب آب به ازای هر تن محصول) به دست می‌آید (2 و 6).

$$VWC_c = \frac{CWR_c}{T_{pc}} \qquad (1)$$

که در آن VWC_c[2] میزان آب مجازی گیاه c و CWR_c میزان نیاز آبی گیاه c می‌باشد و T_{pc} متوسط عملکرد محصول (تن بر کیلوگرم در سال) می‌باشد. بهره‌وری آب کشاورزی نیز طبق تعریف رابطه معکوس با میزان آب مجازی دارد و بر اساس رابطه 2 قابل محاسبه می‌باشد (2 و 6).

$$WP_c = \frac{T_{pc}}{CWR_c} \qquad (2)$$

مبادلات آب مجازی استان هرمزگان به ازای صادرات و واردات هر محصول، از حاصل‌ضرب مقدار کمی واردات یا صادرات آن محصول در میزان آب مجازی آن محاسبه می‌شود. شاخص کم‌آبی استان[3]، از نسبت کل آب مصرفی استان به کل منابع آبی[4] موجود استان محاسبه می‌شود (رابطه3) (2 و 6).

$$WS = \frac{WU}{TWU} \qquad (3)$$

که در آن WS شاخص کم‌آبی استان (برحسب درصد)، WU کل آب مصرفی استان در بخش کشاورزی (بر حسب مترمکعب در سال) و TWU کل منابع آبی موجود در استان (بر حسب مترمکعب در سال) می‌باشد. WS می‌تواند بین 0 تا 100 متغیر باشد. هر چه WS به سمت 100 میل کند بدین معنی است که شدت مصرف آب منطقه مورد مطالعه در بخش کشاورزی بیشتر است (2).

شاخص وابستگی[5] به واردات آب مجازی نشان‌دهنده نسب واردات خالص آب مجازی به کل آب تخصیص یافته در بخش‌های مختلف استان می‌باشد (رابطه 4) (2).

[1]. Crop Water Requirement

[2]. Virtual Water Content
[3]. Water Stress
[4]. Total Water Use
[5]. Water Dependency

$$WD=\begin{cases}\dfrac{NVWI}{TWU+NVWI}\times 100 & if \quad NVWI \geq 0\\ 0 & if \quad NVWI < 0\end{cases} \qquad (4)$$

که در آن NVWI خالص واردات آب مجازی و WD شاخص وابستگی به واردات آب مجازی می‌باشد. محدوده این شاخص بین 0 تا 100 متغیر است. اگر WD برابر صفر باشد بدین معنی است که واردات و صادرات ناخالص آب مجازی در تعادل بوده و یا این‌که استان صادر کننده آب مجازی است. درصورتی که وابستگی به آب یک استان به 100 درصد نزدیک شود، آن‌گاه آن استان کاملاً به واردات آب مجازی وابسته است (2 و 9). شاخص خودکفایی آب[1] بر اساس رابطه 5 محاسبه می‌شود (2 و 6).

$$WSS=100-WD \qquad (5)$$

به طورکلی شاخص WSS در استان هرمزگان، مبین آن است که این استان تا چه حدی می‌تواند نیازهای آبی جمعیت خود را در رابطه با تولید کالا و خدمات از منابع داخلی خود تأمین نماید. در حالتی که WSS برابر 100 باشد استان هرمزگان کل منابع آبی مورد نیاز برای تولید کالا و خدمات را در داخل مرزهای خود در اختیار دارد. اگر WSS برابر صفر باشد یعنی این استان به شدت به واردات منابع آبی به شکل مجازی وابسته است (2).

شاخص شدت مصرف آب[2] در بخش کشاورزی به صورت رابطه (6) تعریف می‌شود. که در آن WI شاخص شدت مصرف آب (درصد)، AWU مصارف آبی استان هرمزگان در بخش کشاورزی[3] و TWU کل منابع آب موجود استان هرمزگان بر حسب میلیون مترمکعب در سال (MCM) می‌باشند (2 و 6).

$$WI=\frac{AWU}{TWU} \qquad (6)$$

نتایج و بحث

الف) زیر بخش‌های کشاورزی و تحلیل آنها از نظر مصرف آب

1- زیربخش‌های زراعت و باغداری

مساحت کل دشت‌های استان بالغ بر 15483 کیلومترمربع می‌باشد که علی‌رغم داشتن استعداد کشاورزی تا سطح حدود 300000 هکتار به لحاظ محدودیت شدید منابع آبی مناسب، ظرفیت توسعه فعالیت‌های کشاورزی بسیار محدود شده است. البته چنانچه سیاست‌های مدیریتی مناسب در بهره‌برداری همین منابع آبی محدود به‌کار گرفته شود امکان توسعه به میزان فوق قابل افزایش است. بقیه مساحت دشت‌های استان به لحاظ شرایط خاص منطقه به صورت شوره‌زار یا شن‌زار می‌باشد (12 و 14).

وسعت اراضی قابل کشت، اراضی قابل آبیاری و سطح زیرکشت محصولات زراعی و باغی استان هرمزگان به تفکیک شهرستان‌های استان در جدول 1 ارائه شده است. بر این اساس در حال حاضر از کل مساحت استان هرمزگان، 155647 هکتار زیرکشت محصولات زراعی و باغی به صورت آبی و دیم می‌باشد که در پهنه77 دشت توزیع شده است. حدود 88 درصد سطح زیرکشت محصولات زارعی استان در چهار شهرستان حاجی‌آباد (28 درصد)، میناب (25/4 درصد)، بندرعباس (22/3 درصد) و رودان (12/3 درصد) قرار دارد. علت تمرکز کشت در این شهرستان‌ها را باید در کیفیت و کمیت منابع آب در آنها جستجو کرد. حدود 38 درصد باغات استان در شهرستان رودان قرار دارد. شهرستان‌های میناب، حاجی‌آباد و بندرعباس در رتبه‌های بعدی سطح زیرکشت باغات استان می‌باشند، که در مجموع این چهار شهرستان 89/1 درصد باغات استان را تشکیل می‌دهند. در مجموع، باغ‌ها و زراعت‌های همین چهار شهرستان میناب (27/6 درصد)، رودان (24/6 درصد)، حاجی‌آباد (20/5 درصد) و بندرعباس (15/7 درصد) 88/4 درصد سطح زیرکشت محصولات کشاورزی را تشکیل می‌دهد.

---

[1]. Water self-sufficiency
[2]. Water use intensity
[3]. Agricultural Water Use

جدول 1- وسعت اراضی قابل کشت در دشت‌های استان هرمزگان (سازمان جهاد کشاورزی استان هرمزگان، 1389)

شهرستان	وسعت اراضی قابل کشت (هکتار)	وسعت اراضی قابل آبیاری (هکتار)	سطح زیرکشت (هکتار)		میزان مصرف آب در بخش کشاورزی(MCM)
			زراعی	باغی	
بستک	7600	3600	800	1617/5	13/64
بندرخمیر	9600	8500	2998	1277	26/6
بندر عباس	31510	30310	17813	6595	213/75
بندر لنگه	8800	6600	1281	703	4/56
پارسیان	7600	6300	2726	518/5	37/1
جاسک و بشاگر	21000	20500	1448	2328	13/54
حاجی آباد	59000	58730	22682	9245	357/3
رودان	72000	72000	10007	28222	313/6
قشم	890	300	-	718	2/65
میناب	80070	79270	20562	22391	341/5
سیریک	1963	1330	749	966	13/1
کل استان	300000	287440	81066	74581	1337/16

مصارف آب در بخش زراعت و باغداری

برداشت و مصرف واقعی آب کشاورزی از محدوده‌های مطالعاتی استان در سال 89-1388، 1/4 میلیارد مترمکعب بوده است که به طور متوسط 96 درصد آن از منابع آب زیرزمینی و 4 درصد باقی‌مانده از منابع آب سطحی برداشت شده است. در جدول2 بهره‌برداری از منابع آب سطحی و زیرزمینی استان به تفکیک شهرستان ارائه شده است.

بر اساس اطلاعات این جدول، بیشترین برداشت از منابع آب زیرزمینی در شهرستان حاجی‌آباد و به میزان 26/7 درصد از کل برداشت از منابع آب زیرزمینی استان است. دشت‌های مهم حاجی‌آباد، علی‌آباد، چاه‌تر، شمیل آشکارا، فاراغان، نساء، باینوج دهستان، تنگ قوچان، فخرآبادطاشکوئیه، رانیز و احمدی از دشت‌های این شهرستان می‌باشند که در مجموع 357 میلیون مترمکعب برداشت آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی در آنها صورت می‌گیرد. از میان دشت‌های این شهرستان دشت‌های حاجی‌آباد، شمیل آشکارا، فاراغان، نساء، رانیز و احمدی جز محدوده‌های مطالعاتی ممنوعه می‌باشند. بعد از حاجی‌آباد، میناب دیگر قطب تولید کشاورزی استان، با برداشت 341 میلیون مترمکعب از منابع آب زیرزمینی در رده دوم برداشت از منابع آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی قرار دارد.

جدول2- میزان برداشت از منابع آب سطحی و زیرزمینی استان برای کشاورزی (واحد: میلیون مترمکعب)

شهرستان	منابع سطحی	منابع زیرزمینی
بندرعباس	0	213/76
بندرلنگه	0	4/56
بستک	0	13/64
حاجی آباد	0	357/31
جاسک و بشاگر	24	12/3
قشم	0	2/65
رودان	0	313/56
بندر خمیر	0	26/6
پارسیان	0	27/13
میناب	40	341/5
سیریک	0	13/1
مجموع	64	1337/1

ب) تحلیل مصارف آبی (به تفکیک آب آبی و آب سبز) و تجارت آب مجازی در محصولات زراعی و باغی

در جدول 3 میزان مصرف آب سبز و آبی مصرفی برای محصولات کشاورزی نشان داده شده است. میزان آب سبز مصرفی در بخش زراعی 51/61 میلیون‌مترمکعب و در بخش باغی 61/1 میلیون‌مترمکعب می‌باشد. به عبارت دیگر از مجموع حدود 1520 میلیون‌مترمکعب آب آبی و سبز مصرفی برای تولید محصولات کشاورزی حدود 7/8 درصد از آب سبز (118/7 میلیون‌مترمکعب) و 92/2 درصد از طریق آبیاری (آب آبی) تأمین می‌شود. بدیهی است که هرچه الگوی کشت به سمت محصولاتی مانند گندم، جو و محصولات باغی پیش برود استفاده از آب سبز افزایش یافته و به همان اندازه می‌توان در آب آبی صرفه‌جویی کرد. باغات و گندم به ترتیب 56/5 و 12/0 درصد و مجموعاً حدود 68 درصد آب سبز مصرفی استان در بخش کشاورزی را به خود اختصاص داده‌اند.

کارایی مصرف آب و تجارت آب مجازی محصولات زراعی عمده استان هرمزگان در جدول4 ارائه شده است. کارایی مصرف آب در بخش تولید محصولات زراعی 2/12 کیلوگرم بر مترمکعب (برای تولید هر کیلوگرم محصولات زراعی 0/47 مترمکعب آب لازم است) و در مجموع زراعی و باغی 1/35 کیلوگرم بر مترمکعب بوده که از میانگین کشور (0/85) بالاتر است (12).

از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بالا بودن کارایی مصرف آب استان می‌توان غالب بودن کشت محصولات با عملکرد بالا مانند سبزیجات، صیفی‌جات و محصولات جالیزی را برشمرد. از میان محصولات زراعی، فقط گندم دارای کارایی مصرف آب بیشتر و عملکرد واحد سطح بهتری نسبت به میانگین کشور بوده و بنابراین دارای مزیت نسبی کاشت می‌باشد. با توجه به میزان مصرف آب برای تولید ذرت دانه‌ای و هم‌چنین به دلیل این‌که مقدار ذرت تولید شده بسیار بیشتر از نیاز استان می‌باشد، به نظر می‌رسد کاهش سطح این محصول و افزایش سطح کشت محصولاتی با هزینه فرصت بالاتر و آسیب‌پذیری پایین‌تر دارای مزیت باشد.

جدول 3- میزان مصرف آب سبز و آب آبی برای محصولات کشاورزی (واحد: میلیون مترمکعب)

محصول	مصرف آب سبز	مصرف آب آبی
گندم	14/2	71/84
جو	1/06	5/44
ذرت دانه‌ای	3/15	80/00
پنبه	0/14	5/67
توتون	0/85	13/70
کلزا	0/35	6/12
سایر دانه‌های روغنی	0/35	6/54
سیب‌زمینی	0/26	3/88
پیاز	8/40	85/15
گوجه‌فرنگی	6/10	111/48
بادمجان	7/10	89/61
سایر سبزیجات	7/10	26/65
هندوانه	3/60	61/52
خیار	2/50	37/68
سایر جالیزی	0/6	21/31
یونجه	0/48	12/57
سایر نباتات علوفه‌ای	0/4	8/87
جمع محصولات زراعی	51/61	648/03
محصولات باغی	67/10	800
جمع کل	175/35	2096/06

بر اساس جدول4 تولید 21 محصول بارور عمده، تأمین‌کننده نیازهای غذایی انسان و دام، در محدوده استان حدود 1375 میلیون مترمکعب آب مصرف می‌کنند. صادرات آب مجازی استان 1068/9 میلیون مترمکعب، واردات آب مجازی استان 917/1 میلیون مترمکعب و در نتیجه تراز تجارت آب مجازی محصولات زراعی و باغی در استان رقمی برابر با 162/5 میلیون‌مترمکعب می‌باشد.

مهم‌ترین محصولات صادر کننده آب استان به ترتیب اهمیت، خرما 439 (41/0)، مرکبات 201 (18/8)، سبزیجات حدود 105 (9/8)، گوجه‌فرنگی 90/2 (8/4) و پیاز 73 میلیون مترمکعب (6/8 درصد صادرات آب استان) می‌باشد. مهم‌ترین محصولات وارد کننده آب استان به ترتیب اهمیت، برنج با 389 (42/4)، گندم با 238 (26/0)، دانه‌های روغنی با حدود 62 (6/75)، چغندرقند با 50/2 (5/5) و سیب با 32/5 میلیون مترمکعب (3/5 درصد واردات آب مجازی استان) می‌باشد. در تراز تجارت آب مجازی برای مناطق خشک و نیمه‌خشک مهم این است که در این مناطق با میزان آب در دسترس، محصولات با ارزش اقتصادی بالا تولید شده و در عوض محصولات آب‌بر و دارای ارزش اقتصادی کمتر وارد شود (جدول4).

جدول 4- شناسایی و تحلیل مصارف و تجارت آبی محصولات زراعی و باغی استان هرمزگان در سال 89-1388 (جمعیت: 1519700 نفر)

ردیف	نام محصول	سطح زیرکشت* (هکتار)	تولید* (تن)	عملکرد* (کیلوگرم در هکتار)	آب مورد نیاز برای تولید یک کیلوگرم** محصول (متر مکعب)	کل آب مصرفی آبیاری (MCM)	سرانه مصرف*** محصول (کیلوگرم در سال)	مقدار کل نیاز (تن)	مازاد یا کسری مصرف (تن)	آب مورد نیاز برای مازاد یا کسری مصرف (MCM)	آب مجازی صادر شده (MCM)	بهره وری آب کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار
1	گندم	14197	55569	3914	1/290	71/680	158/100	240265	-184696	238/300	-238/300	0/78
2	جو	1183	2208	1866	2/460	5/440	0/460	699	1509	3/700	3/700	0/41
3	ذرت دانه‌ای	6250	43250	8640	1/850	80	1/540	2340	40910	75/700	75/700	0/54
4	برنج	0	0	5340	6	0	42/700	64891	-64891	389/300	-389/300	0/17
5	نخود	0	0	1370	3/200	0	2/240	3404	-3404	10/900	-10/900	0/31
6	لوبیا	0	0	2870	7/100	0	0/370	562	-562	4	-4	0/14
7	عدس	0	0	1200	5	0	1/260	1915	-1915	9/600	-9/600	0/200
8	سایر حبوبات	0	0	1000	3/280	0	1	1520	-1520	5	-5	0/300
9	چغندرقند	0	0	41200	0/450	0	73/660	111941	-111941	50/400	-50/400	2/220
10	سیب‌زمینی	520	14220	27346	0/270	3/880	49/230	74815	-60595	16/400	-16/400	3/703
11	گوجه‌فرنگی	13866	387134	27920	0/290	111/480	50/150	76213	310921	90/200	90/200	3/450
12	پیاز	10512	237238	22568	0/360	85/150	22/640	34406	202832	73	73	2/780
13	سایرسبزیجات	15934	359455	22559	0/320	116/2	21/730	33023	326432	104/500	104/500	3/130
14	هندوانه	7154	93828	13115	0/660	61/520	32	48630	45198	29/800	29/800	1/520
15	خربزه	914	18538	20282	0/500	9/320	16/300	24771	-6233	3/100	-3/100	2
16	دانه-های روغنی	1294	1119	900	11/260	12/600	4/370	6641	-5522	62/200	-62/200	0/088
17	خیار	5024	85320	16982	0/440	37/680	21/500	32674	52646	23/200	23/200	2/270
18	سیب	15	45	12000	0/760	0	28/190	42840	-42795	32/500	-32/500	1/320
19	گردو	0	0	3180	5/550	0	2/130	3237	-3237	18	-18	0/180
20	انگور	499	2739	5490-8900	0/900	2/450	28/630	43509	-40770	36/700	-36/700	1/110
21	هلو	4	16	10000	0/750	0/012	8/200	12462	-12446	9/300	-9/300	1/330
22	خرما	35859	140786	3925	3/500	493	10/080	15319	125467	439/100	439/100	0/290
23	مرکبات	33728	397530	11786	0/630	250/400	51/600	78417	319113	201	201	1/590
24	آلو	0	-	7400	0/600	0	2/770	4210	-4210	2/500	-2/500	1/670
25	انجیر	107	1453	4680	1/100	1/400	0/990	1505	-52	0/100	-0/100	0/910
26	انبه	2648	14774	5579	2	29/500	0/280	426	14348	28/700	28/700	0/500
27	انار	179	1198	6700	1	1/200	9/800	14893	-13695	13/700	-13/700	1
28	زردآلو، گلابی و به	8	32	8000	0/600	0	5	7599	-7567	4/500	-4/500	1/670
29	موز	92	1218	13250	2	2/400	4	13297	-12079	10/700	-10/700	0/500
	مجموع	149987	1857670	314472	64/12	1375/472	650/92	996424	-	1986/1	151/700****	-

*، ** و *** به ترتیب از سازمان جهادکشاورزی استان هرمزگان، شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان هرمزگان، ترازنامه مواد غذایی تهیه شد و **** مربوط به میزان خالص واردات آب مجازی می‌باشد، ستون‌های دیگر جدول حاصل از محاسبات انجام شده و یافته‌های تحقیق می‌باشند.

پ) تحلیل مصارف آب مجازی نگهداری دام و تولید فرآورده‌های دامی

در جدول 5 میزان تولید فرآورده‌ها در بخش دامی و میزان تجارت آب مجازی در سال زراعی 89-1388 ارائه شده است. در جدول مذکور ارقام مربوط به ستون سوم بر اساس روش پیشنهادی ترازنامه علوم دامی 1388 و ارقام ستون پنجم جدول بر اساس روش پیشنهادی ترازنامه مواد غذایی محاسبه شد (5 و 12).

جدول 5- بررسی وضعیت مصارف آب و تجارت آب مجازی در بخش تولید فرآورده‌های دامی استان، سال 89-1388 (4)

محصول	تولید (تن)	آب مورد نیاز (مترمکعب در کیلوگرم)	کل آب مورد نیاز (MCM)	سرانه مصرف (کیلوگرم در سال)	کل نیاز (تن)	کسری یا مازاد مصرف (تن)	کسری یا مازاد آب مورد نیاز (MCM)
گوشت قرمز	13820	15/0	207/3	12/62	19178	-5358	-80/4
شیر خام	260253	0/8	57/6	120/11	182531	77722	62/2
تخم مرغ	1131	2/0	2/26	9/8	14893	-13762	-27/5
گوشت مرغ	22640	4/1	92/8	21/83	33175	-17356	-43/2
عسل	47	-	-	0/53	805	-758	-
مجموع مصارف آبی(MCM)			359/9	تراز تجارت آب مجازی(MCM)			-88/1

در بخش نگهداری دام هم با توجه به این‌که در جدول 6 گاوهای شیری، دام‌های گوشتی، مرغ‌های تخم‌گذار و گوشتی حساب شده‌اند، سایر اقلام دامی ذیلاً در جدول 6 ارائه می‌شوند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود تراز تجارت آب مجازی در بخش نگهداری دام 216/9- میلیون مترمکعب است. بنابراین تراز کل تجارت آب مجازی در بخش دامی 305- است.

جدول 6- میزان جو مصرفی و تراز تجارت آب مجازی به کار گرفته شده در بخش نگهداری دام

نوع دام	مصرف جو (تن)	کل آب مورد نیاز (MCM)	تجارت آب مجازی
گوسفند و بره	13375	13/37	-
بز و بزغاله	64000	64	-
گاو و گوساله (غیر گوشتی و شیری)	114000	114	-
تک‌سمیان	1800	1/8	-
جدول 5	44000	44	-
کل جو مصرفی در استان	237175	237/17	-237/17
تولیدات جو استان	20208	20/2	**+20/2**
واردات جو به استان	216967	216/9	-216/9

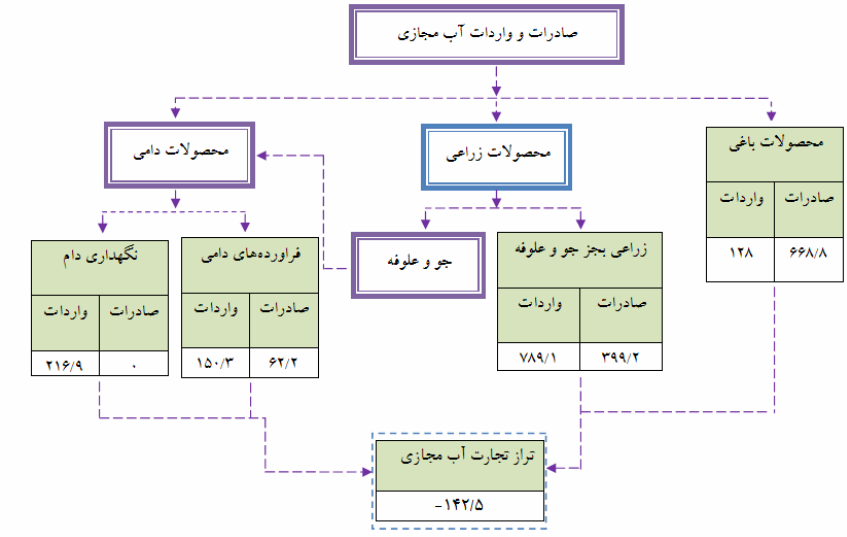
ت) محاسبه و تفسیر تراز تجارت آب مجازی با احتساب زیربخش‌های زراعت، باغداری و دامی

در جدول 7 تراز تجارت آب مجازی استان در سال 1388-89 با احتساب محصولات زراعی و باغی و فرآورده‌های دامی ارائه شده است. در این پژوهش، در محاسبه تجارت آب مجازی، اعداد مربوط به فرآورده‌های دامی و محصولات زراعی و باغی با یک‌دیگر جمع شده‌اند؛ به دلیل این‌که در محاسبه آب مجازی جا به جاشده، محصولات کشاورزی، گیاهان علوفه‌ای و سایر خوراک حیوانات که به مصرف دام استان می‌رسد در محاسبات تجارت آب مجازی شرکت داده نشده‌اند، بنابراین دوبار در محاسبات وارد نمی‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که سالانه حدود 142 میلیون مترمکعب آب به صورت مجازی به استان وارد می‌شود. با توجه به مزیت نسبی پایین تولید بعضی از محصولات زراعی مانند سیب‌زمینی و خیار به عنوان یک گزینه مدیریت تقاضا باید نسبت به کاهش سطح زیرکشت این محصولات و افزایش سطح زیرکشت محصولات با مزیت نسبی بالاتر مانند گوجه‌فرنگی و گندم اقدام نمود.

جدول 7- وضعیت تجارت مجازی آب مربوط به بخش کشاورزی در استان هرمزگان (میلیون مترمکعب)

شرح	صادرات آب مجازی	واردات آب مجازی	تراز تجارت آب مجازی
محصولات زراعی و باغی	1068/9	-917/1	162/5
محصولات دامی	62/2	-367/2	-305
مجموع	1131/1	-1284/3	-142/5

با توجه به پتانسیل بالای مدیریت تقاضا در بخش کشاورزی حوضه و مزیت پایین تولید بعضی از محصولات، به‌نظر می‌رسد که افزایش مزیت بخش کشاورزی در تولید محصولات به‌عنوان قوی‌ترین گزینه مدیریت تقاضا آب، بتواند گزینه‌های مدیریت عرضه را تا حد زیادی کاهش دهد. تابلوی شماتیک بیلان تفصیلی تراز تجارت آب مجازی استان هرمزگان در شکل 1 ارائه شده است.



شکل 1- تابلوی شماتیک بیلان تفصیلی تجارت آب در بخش کشاورزی استان هرمزگان

در نهایت جهت ارزیابی بهتر وضعیت منابع آبی استان از شاخص‌های معمول مدیریت منابع آب استفاده شد. مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی منابع آب استان در جدول 8 ارائه شده‌است. بر اساس جدول 8، حدود 92 درصد منابع آب شیرین استان صرف تولید محصولات کشاورزی شده است. هم‌چنین استان هرمزگان حدود 90 درصد برای تأمین مواد غذایی مورد نیاز داخل استانی خودکفایی دارد و فقط حدود 10 درصد به منابع آب استان‌های دیگر کشور وابسته می‌باشد. پس می‌توان با مدیریت صحیح تولید در سطح استان هرمزگان واردات و صادرات آب مجازی را به سمت سود بیشینه سوق داد. با توجه به این‌که اگر شاخص کم‌آبی بیش‌تر از 40 درصد باشد نشان‌دهنده کمبود شدید منابع آبی و شدت مصرف آب بالا می‌باشد (2 و 9). در این تحقیق میزان شاخص کم‌آبی 63 درصد برآورد شد که حاکی از کمبود شدید در منابع آب استان هرمزگان می‌باشد.

جدول 8- شاخص‌های محاسبه شده در مورد منابع آب استان هرمزگان

نام شاخص	واحد سنجش	مقدار محاسبه‌شده
کل منابع آب قابل دسترس استان	MCM	2500
کل منابع آب مصرف شده در استان	MCM	1576
کل منابع آب مصرف شده در بخش کشاورزی استان	MCM	1450
کل صادرات آب مجازی استان هرمزگان	MCM	1131/1
کل واردات آب مجازی استان هرمزگان	MCM	1284/3
خالص واردات آب مجازی استان هرمزگان	MCM	153/2
شاخص شدت مصرف آب (*WI*)	درصد	58
شاخص وابستگی آب به واردات آب مجازی (*WD*)	درصد	9/6
شاخص خودکفایی به واردات آب مجازی (*WSS*)	درصد	90/4
شاخص کم‌آبی (*WS*)	درصد	63
میزان آب برگشتی	MCM	70

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که استان هرمزگان دارای پتانسیل نسبتاً کمی در استفاده از آب سبز بوده به طوری‌که فقط حدود 7/8 درصد تولیدات زراعی و باغی استان به وسیله آب سبز تولید می‌شوند. از طرف دیگر صادرات آب مجازی استان در بخش کشاورزی (زراعی، باغی و دامی) در سال زراعی 89-88 حدود 1068/9 میلیون مترمکعب بوده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود الگوی کشت استان به سمت استفاده بیشتر از آب سبز (مانند غلات و باغات) و پرهیز از کاشت محصولات آب‌بر تابستانه مانند ذرت و سیب‌زمینی تغییر جهت داده شود. با توجه به میزان مصرف آب برای تولید ذرت دانه‌ای، یونجه و سیب‌زمینی و نظر به افت شدید سطح آبخوان‌های استان به نظر می‌رسد کاهش سطح کاشت این محصولات و افزایش سطح کشت محصولاتی با هزینه فرصت بالاتر و آسیب‌پذیری پایین‌تر مانند باغات میوه به جای کشت‌های زراعی می‌تواند سود حاصل از واردات و صادرات آب مجازی را بیشینه نماید. پیشنهاد می‌شود این تحقیق در سطح تمام استان‌های کشور انجام گیرد تا به صورت یک طرح ملی ارزیابی وضعیت تمام استان‌های

کشور پهناور ایران در مبادلات درون کشوری آب مجازی به طور کامل مشخص شود و بر اساس آن مدیریت این منبع آبی ارزشمند در سطح کشور به صورت یکپارچه و هدفمند انجام شود. عملکرد و کارایی مصرف آب در دو محصول گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی استان در حد مطلوبی قرار دارد، بنابراین توصیه می‌شود کشت این دو محصول در سطح فعلی نگه‌داشته شود. از میان نباتات علوفه‌ای پر مصرف، عملکرد و کارایی مصرف یونجه کمتر از میانگین کشوری است ولی کارایی مصرف و عملکرد ذرت علوفه‌ای در حد مطلوب‌تری قرار داشته و از آن‌جایی که نیاز آبی کمتری هم نسبت به یونجه دارد، توصیه می‌شود برای تامین نیازهای علوفه‌ای، الگوی کشت به سمت تولید ذرت علوفه بیشتر تغییر یافته و در صورت نیاز اقدام به واردات یونجه خشک از استان‌های فارس، خوزستان و بوشهر نمایند. البته ارزش غذایی هر یک از محصولات فوق نیز باید مد نظر قرار گیرد.

منابع مورد استفاده:

1) Alizadeh, A., and Keshavarz, A. 2005. Status of agricultural water use in Iran, water conservation, reuse and recycling, proceeding of an Iranian-American workshop, the national academic press (in Persian).
2) Arabi-Yazdi, A. Alizadeh, A. Mohammadian, F. 2009. Study on Ecological Water Footprint in Agricultural Section of Iran. *Journal of Water and Soil*, 23(4): 1-15 (in Persian).
3) Ardakanian, R. Sohrabi, R. 2005. Virtual water trade: world literature and applications in Iran, *Iran's water resources management conference*, Isfahan (in Persian).
4) Central bank of the Islamic Republic of Iran. 2011. Summary of economical changes of the country in 1389. *Economical investigations office*, pp. 98 (in Persian).
5) Ebadi, F. Saednia, A. 2009. Food balance-sheet 2009. Planning researches and agricultural economy institute, pp. 87 (in Persian).
6) Ehsani, M. Khaledi, H. and Barghi, Y. 2009. Introduction to virtual water. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage(IRNCID), Publication issue: 134, pp. 102 (in Persian).
7) Farshi, A. 1996. Estimation of Iran's main horticultural and agronomical crop water requirement, agricultural education publication, Karaj, pp.918 (in Persian).
8) Fetrous, M. H. and Beheshtifar, M. 2008. Comparison of development degree of agriculture sector of Iran's province in two sections 1992 and 2002. *Agriculture Economy and development Journal*, 17(65): 17-38 (in Persian).
9) Hanasaki, N., Inuzuka, T., Kanae, S., Oki, T. 2010. An estimation of global virtual water flow and sources of water withdrawal for major crops and livestock products using a global hydrological model. *Hydrology Journal*, 384: 232–244.
10) Hoekstra, A. Y. and Chapagian, A. K. 2007. Water footprint of nations, water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management Journal*, 21: 35-48.
11) 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, Delft, The Netherlands.
12) Hormozgan Agriculture of Jahad Organization, face to face talks, 2011 (in Persian).
13) Ministry of Energy. 1996. Instruction of water resources economical investigations, Standard No. 30, A. Water sector (in Persian).
14) Ministry of Energy, Hormozgan Regional Water Company. 2011. Face to face talks (in Persian).
15) Ministry of Energy, Power and Energy Planning Department. 2010. Energy balance-sheet of 2009., pp. 312 (in Persian).

16) Pour Asgharian, A. Sisipour, M. 2008. Calculation and monitoring of effective precipitation in irrigation systems in Hormozgan province for optimal usage of groundwater resources. Regional conference of water crises and droughts, Islamic Azad University, Rasht Branch, Rasht (in Persian).
17) Radmanesh, F. Madehkhaksar, A. 2006. The evaluation of Hargreaves-Samani and modified Jensen-Haise in estimation of the amount of potential evapotranspiration in comparison with FAO-Penman-Montieth in two Provines of Khozestan and Hormozgan. Ninth National Seminar on Irrigation and Evapotranspiration, Kerman, Iran (in Persian).
18) Rouhani, N. Yang, H. Sichani, S. A. Afyuni, M. Mousavi, S. F. and Kamgar Haghighi. 2009. Assessment of Food Products and Virtual Water Trade as Related to Available Water Resources in Iran. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, Water and Soil Sciences, 14(46): 417-432 (in Persian).