سال دوم، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۴، صفحات ۲۵ تا ۳۲
نشریه آب و توسعه پایدار

2015, Vol.2, No.1, Pages 25 to 32
Journal of Water and Sustainable Development

ارزیابی سیستم منابع آب محدوده‌ی مطالعاتی آبخوان مشهد با رویکرد به هم پیوسته براساس چارچوب حسابداری آب

معصومه یوسف‌زاده چابک[۱]، علی باقری[۲]، کامران داوری[۳*]

۱ و ۲- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه مهندسی منابع آب، دانشگاه تربیت مدرس تهران. ۳- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: k.davary@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۳
تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۸

چکیده

ارزیابی یکپارچه‌ی سیستم‌های منابع آب به عنوان یکی از گام‌های اساسی مدیریت یکپارچه منابع آب[۱] از مهمترین مراحل برنامه‌ریزی و اجرای مدیریت پایدار منابع آب می‌باشد. این موضوع، به منظور تدوین استراتژی‌های اثربخش برای حصول بهره‌وری بیشتر در عین حفظ یا بهبود محیط زیست و آثار اجتماعی مدیریت منابع آب، در مقوله حسابداری آب[۲] مطرح می‌شود. مقیاس تعریف شده در این بررسی حوضه‌ی آبریز و منطقه‌ی مورد مطالعه محدوده‌ی مطالعاتی آبخوان مشهد می‌باشد. با توجه به چارچوب پیشنهادی سازمان ملل، پس از تدوین حساب‌های آب با استخراج نشانگرهایی به تحلیل وضعیت منابع آب منطقه مورد مطالعه پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد با توجه به اینکه بخش کشاورزی مصرف بسیار بالایی در بخش آب دارد، در سال ۸۵ نسبت به سال ۸۰، مقدار آب کمتری به این بخش اختصاص داده شده است. در مقابل حجم آب بیشتری به بخش صنعت که در مقابل مصرف کمتر آب درآمد بیشتری را تولید می‌کند، واگذار شده است. از طرفی میزان درآمد ایجاد شده در سال ۸۵ نسبت به سال ۸۰ به ازای هر مترمکعب آب ۱۲۴۶ ریال افزایش یافته است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که بدون حذف بخش کشاورزی، تنها با نگاه جامع‌تری نسبت به مدیریت عرضه و تقاضا در این بخش، می‌توان میزان افت آبخوان در این منطقه و همچنین میزان تولید ناخالص داخلی را بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: حسابداری آب، مدیریت یکپارچه منابع آب، نشانگرهای کارایی، محدوده‌ی مطالعاتی آبخوان مشهد.

An assessment of the water resources of Mashhad plain with an integrated approach based on water accounting framework

M. Yousefzadeh Chabok[1], A. Bagheri[2], K. Davary[3*]

1,2- Former MSc & Assistant Professor, Department of Water Management Engineering, Tarbiat modares of Tehran, Iran. 3- Associate Professor, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

*(Corresponding Author Email: k.davary@gmail.com)

Received: 23-4-2015
Accepted: 30-8-2015

Abstract

Integrated assessment of water resources systems, as one of the IWRM basic steps, is the most important stage in the process of planning and implementing water resources management. Water accounting frameworks have been introduced for organizing water data and combining them with economic data to come up with effective strategies towards greater productivity with maintaining or improving environmental and social impacts in water resources management. The scale defined in this study was a catchment area in the case of Mashhad plain. According to the framework proposed by the United Nations for water accounting, after compiling water accounts, the state of water resources in the subject area were analyzed using indicators. Results indicate that less water was allocated to the agricultural sector, as the largest water consumer, in 1385 compared to that of 1380. Instead, comparing those two years, more water was allocated to the industrial sector, which produced more revenue and consumed less water. However, the income generated has increased to 1246 IRR per cubic meter of water in 1385 compared to that of 1380. Also, results indicated that without the removal of agriculture, only with more comprehensive alternatives into the management of supply and demand in this sector, the state of the aquifer as well as the local GDP can be improved.

Keywords: Water Accounting, Integrated water resources management, Productivity Indicators, Mashhad plain.

مقدمه

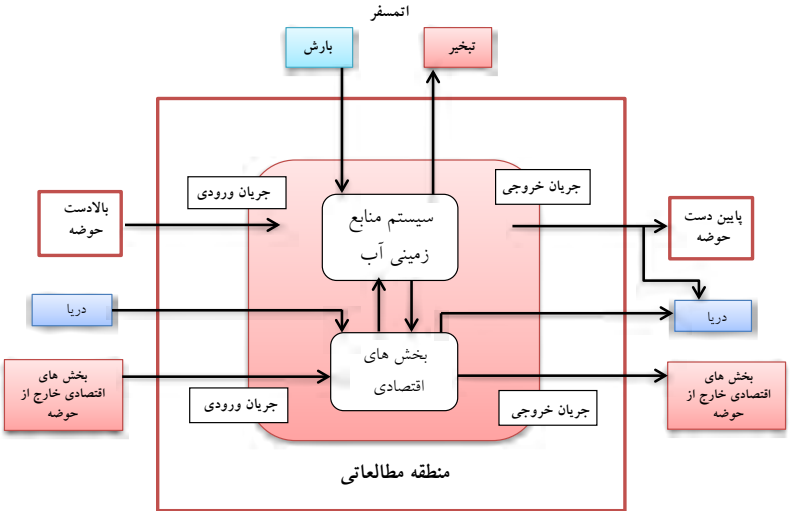
افزایش رقابت برای استفاده از آب شیرین در کشاورزی، بخش‌های شهری و صنعتی، به دلیل رشد جمعیت، منجر به فشار بی‌سابقه‌ای بر منابع آب در بسیاری از کشورها شده است. علاوه بر این، کیفیت بد آب در کشورها دسترسی به منابع آب شیرین را بیشتر محدود می‌نماید. به دلیل اینکه آب برای زندگی و ارتباط معنی‌دار با توسعه‌ی اجتماعی-اقتصادی مهم تلقی می‌شود، ضرورت دارد تا کشورها از توسعه و مدیریت منابع آب به شکل بخشی اجتناب کرده و رویکردی جامع را جهت این امر بپذیرند. در دید سنتی به مدیریت منابع آبی تنها به بعد هیدرولوژیکی آن توجه شده و اقدامات مربوط به جمع‌آوری و مدیریت اطلاعات فقط به بیلان آبی بر اساس منابع و مصارف محدود می‌شود. حسابداری آب یعنی تشکیل مکانیزمی برای سازماندهی و ترکیب داده‌های گردآوری شده از منابع مختلف به منظور تدوین یک مجموعه اطلاعات یکپارچه و فراهم آوردن امکان پیوند داده‌های فیزیکی با داده‌های اقتصادی (United Nations Statistics Division، ۲۰۱۲). هدف اصلی رویکرد حسابداری آب، استخراج داده‌های مهم از منابع آب و اقتصاد، دسته‌بندی آن‌ها در قالب تعدادی حساب، در کنار هم قرار دادن حساب‌ها و ایجاد بستری مناسب برای استخراج نشانگر[۳]های تحلیلی است (صاحبدل، ۱۳۹۰). نشانگرها به منظور مقایسه‌ی بین کشورها و مناطق، بین زیرساخت‌های متفاوت و انواع مدیریت‌ها، بین محیط‌زیست‌های مختلف و برای ارزیابی عملکرد یک پروژه‌ی خاص در طول زمان استفاده می‌شوند (Molden و همکاران، ۱۹۹۸). بر این اساس مراحل پیاده‌سازی این چارچوب عبارتند از: جمع‌آوری داده‌ها، طبقه‌بندی، تلخیص و گزارش‌دهی. این مراحل باید به گونه‌ای اجرا شوند تا امکان بررسی و تعامل بخش‌های اقتصاد، محیط زیست و اجتماع نسبت به هم و نیز بین خود این بخش‌ها فراهم گردد.

مطابق چارچوب پیشنهادی بخش آمار سازمان ملل متحد برای حسابداری آب تحت عنوان سیستم حسابداری اقتصادی زیست محیطی برای آب[۴] حساب‌های چارچوب حسابداری آب در پنج دسته طبقه‌بندی می‌شوند (United Nations Statistics Division، ۲۰۱۲): حساب‌های عرضه و مصرف فیزیکی و حساب آلاینده‌ها، حساب‌های اقتصادی و هیبریدی، حساب‌های دارایی‌ها، حساب‌های کیفیت و حساب‌های ارزش‌گذاری آب. منطقه‌ی مورد مطالعه در این تحقیق محدوده‌ی مطالعاتی آبخوان مشهد در حوضه‌ی آبریز قره‌قوم و سال مبنا جهت انجام مطالعات سال ۸۵ می‌باشد. در این بررسی به دلیل عدم وجود اطلاعات داده‌ای کافی و نبود تجربه کافی در پیاده‌سازی حساب‌های کیفیت و ارزش‌گذاری آب، تنها به تدوین حساب‌های عرضه و مصرف فیزیکی و هیبریدی و همچنین حساب دارایی‌ها پرداخته شده است.

سوابق تحقیق

هیچ محدوده‌ی تکنیکی طبیعی برای توسعه‌ی سیستم حسابداری آب که دربرگیرنده‌ی گروهی از فعالیت ها از جمله مدیریت آب، ارزیابی اقتصادی، مفاهیم اجتماعی و زیست محیطی مرتبط با آب و گزارش‌دهی در مورد آب شود، وجود ندارد. بنابراین جای تعجب نیست که چندین رویکرد در سطح بین‌المللی برای ثبت و گزارش‌دهی اطلاعات آبی توسعه یافته باشند. با وجود اینکه این رویکردها همگی با عنوان حسابداری آب نامگذاری شده‌اند، دارای اهداف و منشاءهای مختلفی می‌باشند (Chalmers، ۲۰۱۲). رویکرد مورد نظر در این مقاله بر اساس رویکرد ارائه شده در سیستم حسابداری اقتصادی زیست محیطی برای آب می‌باشد (United Nations Statistics Division، ۲۰۱۲).

بخش آمار سازمان ملل متحد با همکاری گروه لندن در مورد حسابداری زیست محیطی، سیستم حسابداری اقتصادی-زیست محیطی را برای آب توسعه دادند. این سیستم به عنوان یک چارچوب مفهومی برای سازماندهی اطلاعات فیزیکی و اقتصادی مرتبط با مصرف آب با استفاده از تعاریف، مفاهیم و طبقه‌بندی‌های سازگار با سیستم حساب‌های ملی توصیف می‌شود. سیستم پیشنهادی در سیستم حسابداری اقتصادی زیست محیطی برای آب برای لحاظ کردن اطلاعات اقتصادی در کنار اطلاعات فیزیکی آب، سیستم حساب‌های ملی[۵] است. این سیستم بیش از پنجاه سال قدمت دارد (Vardon، ۲۰۱۲). اولین نسخه از سیستم حساب‌های ملی -که یک استاندارد مورد توافق در سطح بین المللی می‌باشد- در سال ۱۹۵۳ تحت نظارت شورای امنیت سازمان ملل[۶] و نسخه‌ی تا حدی بازبینی شده‌ی آن در سال ۱۹۹۳ منتشر شد. آخرین نسخه‌ی به روز شده‌ی آن در سال ۲۰۰۸ تهیه گردید (WWAP و UNSD، ۲۰۱۱). سیستم حسابداری اقتصادی زیست محیطی برای آب، سیستم حسابداری ملی را با کنار هم قرار دادن اطلاعات فیزیکی و حساب‌های پولی توسعه می‌بخشد. شکل (۱) شمای هندسی ساده شده‌ای از چارچوب سیستم حسابداری اقتصادی زیست محیطی برای آب را که نشان‌دهنده‌ی اقتصاد، سیستم منابع آب و روابط متقابل بین آن‌ها است، به نمایش می‌گذارد.



شکل ۱- جریان‌های اصلی درون سیستم منابع آب درون مرزی و اقتصاد

کشور استرالیا یکی از پیشگامان در بکارگیری سیستم حسابداری آب بوده و حسابداری آب را برای تمام ایالات خود اعمال کرده است. استرالیا با استفاده از داده‌های موجود بین سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰ به انجام حسابداری آب پرداخت که نتیجه آن تهیه اولین گزارش حسابداری آب برای سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۶ و متعاقب آن در سال ۲۰۰۱ (با ایجاد تغییرات مختلفی شامل استفاده از اطلاعات دقیق‌تر در مقایسه با حسابداری سال ۱۹۹۳) بود. در ادامه نیز حسابداری آب با اضافه شدن جداول استفاده از آب و عرضه پولی، برای سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۸ پیاده‌سازی شده و باعث دسترسی بهتر به اطلاعات و افزایش عملیات میدانی و در نهایت منجر به بهبود کیفیت اطلاعات شده است (Vardon و همکاران، ۲۰۰۷). پیاده‌سازی حساب‌های آب در سال ۲۰۰۷ در حوضه رودخانه اُرنج[۷] گویای این مطلب بود که کشورهای قرار گرفته در این حوضه در واقع وابستگی شدیدی به آب دارند، بطوریکه سبب شده تا این کشورها به منظور تعیین سهم تأمین و مصرف آب رودخانه، حساب‌های آب را تهیه نمایند. در واقع در این حوضه برداشت‌های بی‌رویه و تبخیر شدید منجر به کاهش جریان طبیعی به نصف شده است (Lange و همکاران، ۲۰۰۷).

به عنوان یکی از تجارب موفقِ استفاده از چارچوب سیستم حسابداری اقتصادی زیست محیطی برای آب، جامعه توسعه آفریقای جنوبی[۸] نیز برای ارتقای ارزش منابع آب، ظرفیت‌سازی لازم برای انجام حسابداری و کمک به ارتقای تخصیص و مصرف بهینه آب، در راستای مدیریت یکپارچه منابع آب خود، سعی در استفاده و توسعه متدولوژی‌های استاندارد شده از طریق پیاده‌سازی طرح‌های پایلوت کردند. اجرای این پروژه در کشورهای مالاوی، موریتانی، نامیبیا و زامبیا و حوضه‌های رودخانه‌ی ماپوتو[۹] و رودخانه‌ی اُرنج سنکیو[۱۰] از نوامبر سال ۲۰۰۹ تا ۳۰ سپتامبر سال ۲۰۱۰ به اجرا درآمد(Project Consultant Egis Bceom International، ۲۰۱۰). بر اساس مطالب ذکر شده و بررسی‌های صورت گرفته در زمینه‌ی حسابداری آب توسط کشورها و در مقیاس‌های مختلف، به این نکته می‌رسیم که با توجه به ساختار پودمانی حساب‌های آب، رویکرد به کارگرفته شده در بررسی‌ها به صورت مسأله محور بوده است و هر کشور با توجه به نگرانی‌های عمده‌اش و همچنین دسترسی به داده‌های مورد نیاز اقدام به تدوین حساب‌ها می‌نماید.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مطالعاتی در این بررسی محدوده‌ی مطالعاتی مشهد در حوضه‌ی آبریز قره‌قوم می‌باشد و سال مبنا جهت پیاده‌سازی حساب‌ها سال آبی ۸۵-۱۳۸۴ انتخاب شده است که اطلاعات هیدرولوژیکی آن از گزارش بیلان محدوده‌ی مطالعاتی این محدوده استخراج گردیده است (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۸۲). در ادامه، تحقیقات بر روی داده‌های سال آبی ۸۱-۱۳۸۰ نیز صورت خواهد گرفت تا مقایسه‌ای بین نتایج بدست آمده در این دوسال باشد. محدوده‌ی مطالعاتی مشهد، در بالادست حوضه‌آبریز کشف‌رود، تقریباً در مرکز استان خراسان رضوی واقع بوده و شامل شهرستان چناران و بخشی از شهرستان‌های مشهد و قوچان می‌باشد.

جداول تهیه شده در این مقاله جداول عرضه و مصرف فیزیکی و هیبریدی و همچنین جدول دارایی‌ها می‌باشند. ستون‌ها در جداول عرضه و مصرف فیزیکی و هیبریدی معرف کاربری‌های مختلف هستند. طبقه‌بندی فعالیت‌های اقتصادی در واقع همان طبقه‌بندی استفاده شده در سیستم حساب‌های ملی

با نام "طبقه‌بندی صنعتی استاندارد بین‌المللی"[11] می‌باشد. این طبقه‌بندی تمام فعالیت‌های اقتصادی را از کشاورزی گرفته تا فروش‌های جزئی آب و تصفیه و عرضه و خدمات تصفیه‌ی فاضلاب پوشش می‌دهد. در این طبقه‌بندی بخش صنعت و کشاورزی به صورت تفکیک شده موجود نیست؛ اما در این تحقیق بخش کشاورزی، بر اساس اهمیت مالی فعالیت‌های کشاورزی در قالب شش بخش محصولات گوجه‌فرنگی، چغندرقند و محصولات دامی به عنوان تامین‌کننده‌ی بخشی از مواد اولیه صنعت، محصولات علوفه‌ای، محصولات باغی و سایر محصولات زراعی تقسیم‌بندی شده است. بخش صنعت نیز به سه دسته صنعت مواد غذایی، صنعت چرم و نساجی و سایر صنایع تفکیک می‌شود. در این جداول ISIC 36 مربوط به فعالیت جمع‌آوری، تصفیه و عرضه آب و ISIC 37 مربوط به شبکه جمع‌آوری فاضلاب می‌باشد. دیگر ستون‌های جداول مربوط به بخش شهر و خدمات، معدن و بخش‌های خارج از مرز محدوده‌ی مطالعاتی که از محدوده مطالعاتی تأمین می‌شوند یا اینکه ورودی از خارج محدوده به آن‌ها وجود دارد، می‌باشند.

در اینجا تنها به آوردن جدول مصرف فیزیکی و عرضه‌ی هیبریدی و همچنین جدول دارایی‌ها اکتفا شده و از آوردن جداول مصرف هیبریدی و عرضه‌ی فیزیکی به دلیل حجم زیاد صرف نظر شده است (جداول ۱، ۲ و ۳). هدف اصلی از تدوین حساب‌ها و آمارهای آبی شناسایی سطوح تنش اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی و همچنین نظارت بر سیاست‌های مربوط می‌باشد. برای هر کدام از اهداف شناسایی، نشانگرهای به دست آمده از آمارها و حساب‌ها امکان پذیر می‌باشد. نشانگرهای استخراج شده از چارچوب حسابداری آب به عنوان ابزار مهمی در تحلیل و ارزیابی سیستم‌های منابع آبی مورد استفاده قرار می‌گیرند. کاربردهای مهم این نشانگرها تعیین محل‌های اعمال فشار به منابع آب، شناسایی محل‌هایی که امکان بهبود بهره‌وری در آن‌ها وجود دارد، تعیین خط مشی‌های قیمت‌گذاری آب و بررسی تعادل عرضه و تقاضای آب می‌باشد. پس از تهیه جداول حسابداری گزینه‌هایی برای ارزیابی سیاست‌های مدیریتی در منطقه در نظر گرفته شد که به قرار زیر می‌باشند:

۱- صفر در نظر گرفتن میزان آب اختصاص داده شده به محصولات گوجه فرنگی، چغندر قند و بخش دامپروری.

۲- صفر در نظر گرفتن میزان آب اختصاص داده شده به محصولات گوجه فرنگی، چغندر قند و بخش دامپروری و تخصیص ۴۰ درصد آن به خدمات.

۳- استفاده از کل ظرفیت تصفیه‌خانه‌ها به منظور افزایش میزان آب بازمصرفی جهت کاهش برداشت از منابع زمینی.

۴- افزایش ۱۰ تا ۲۰ درصدی در میزان راندمان آبیاری که موجب کاهش میزان نیاز ناخالص آبی محصولات می‌شود.

۵- کاهش ۱۰ تا ۱۵ درصدی در سطح زیر کشت محصولات باغی و زراعی.

جدول ۱- جدول دارایی‌های محدوده‌ی مطالعاتی مشهد سال ۸۵ (میلیون متر مکعب)

	منابع آب سطحی		منابع آب زیرزمینی	رطوبت خاک	کل
	مخزن مصنوعی	رودخانه			
۱. شروع دوره	۲۵۱/۷۲		۹۶۳۳/۶	۵۹۵/۷۴	۱۰۳۸۶/۸۸
ورودی					۳۱۷۹/۴۸
۲. جریان بازگشتی	۰		۳۷۶/۷۷	۰	۳۷۶/۷۷
۳. بارندگی	-		-	-	۲۷۸۷/۴۶
٤. جریانات	-		-	-	۱۵/۲۵
a.٤. جریان از خارج منطقه	-		-	-	۱۵
b.٤. جریان از دیگر منابع موجود در منطقه	-		-	-	۰/۲۵
خروجی					۳۲۷۵/۰۲
۵. برداشت	۱۳۷/۰۲		۱۰۴۲/۰۵	۵۵/۵۷	۱۲۳٤/٦٤
٦. تبخیر / تبخیر و تعرق واقعی	-		-	-	۱۹۹۵/۳
۷. جریان خروجی	-		-	-	٤۵/۰۸
a.۷. جریان به منطقه پایین دست	۲٦/٦۸		۱۸/٤	۰	٤۵/۰۸
b.۷. جریان به دریا	۰		۰	۰	۰
c.۷. جریان به دیگر منابع موجود در منطقه	۰		۰	۰	۰
۸. دیگر تغییرات در ذخیره	-		-	-	-۹۵/۵٤
۹. پایان دوره	-		-	۵٤۰/۱۷	۱۰۲۹۱/۳٤

جدول ۲- جدول مصرف فیزیکی محدوده‌ی مطالعاتی مشهد سال ۸۵ (میلیون متر مکعب)

		طبقه بندی ISIC															
		کشاورزی						صنعت و معدن								خارج از حوضه
		گوجه فرنگی	چغندر قند	محصولات علوفه‌ای	سایر محصولات زراعی	محصولات باغی	دامپروری	جمع کل	صنایع غذایی	چرم و نساجی	سایر صنایع	معادن	کل صنایع	ISIC 36	ISIC 37	شهر و خدمات	
از حوضه	۱. کل برداشت آب	۶۶/۴۷	۹۲/۰۳	۹۳/۷۱	۳۲۹/۶۱	۳۷۲/۶۵	۱/۳۳	۹۵۵/۷۹	۱۰/۹۱	۵/۸۴	۱۳/۹۴	۰/۰۳	۳۰/۷۱	۱۲۳۱/۲۹		۲۴۸/۱۳	-
	a۱. برداشت برای مصرف خود	۶۶/۴۷	۹۲/۰۳	۹۳/۷۱	۳۲۹/۶۱	۳۷۲/۶۵	۱/۳۳	۹۵۵/۷۹	۱۰/۹۱	۵/۸۴	۱۳/۹۴	۰/۰۳	۳۰/۷۱			۲۴۸/۱۳	-
	b۱. برداشت برای توزیع							۰					۰	۱۲۳۱/۲۹			-
	i. از منابع زمینی	۶۶/۴۷	۹۲/۰۳	۹۳/۷۱	۳۲۹/۶۱	۳۷۲/۶۵	۱/۳۳	۹۵۵/۷۹	۱۰/۹۱	۵/۸۴	۱۳/۹۴	۰/۰۳	۳۰/۷۱	۱۲۳۱/۲۹		۲۴۸/۱۳	-
	i.۱. منابع آب سطحی	۸/۲۴	۱۱/۵۴	۱۱/۹۳	۳۶/۵۹	۴۶/۷۵	۱/۳۳	۱۱۶/۳۹					۰	۱۲۵/۷۰		۲۰/۶۳	-
	i.۲. منابع آب زیرزمینی	۵۶/۱۴	۷۸/۶۴	۸۱/۲۵	۲۴۹/۳۰	۳۱۸/۵۰	۰	۷۸۳/۸۳					۳۰/۷۱	۱۱۰۵/۵۹		۲۲۷/۵۰	-
	i.۳. رطوبت خاک	۲/۰۸	۱/۸۵	۰/۵۳	۴۳/۷۱	۷/۴۰	۰	۵۵/۵۷					۰				-
بین بخش‌های اقتصادی	۲. آب دریافتی از دیگر بخش‌های اقتصادی	۱/۰۸	۱/۳۳	۲/۰۳	۱۴/۴۹	۶/۵۲		۲۵/۴۵	۰	۰	۰	۰	۰	۲۵/۷۰			-
	a۲. آب دوباره مصرفی	۱/۰۸	۱/۳۳	۲/۰۳	۱۴/۴۹	۶/۵۲		۲۵/۴۵	۰	۰	۰		۰				-
	b۲. زه آب تحویل داده شده به سیستم فاضلاب							۰					۰	۰			
	۳. کل مصرف آب	۶۷/۵۵	۹۳/۳۶	۹۵/۷۴	۳۴۴/۱۰	۳۷۹/۱۶	۱/۳۳	۹۸۱/۲۴	۱۰/۹۱	۵/۸۴	۱۳/۹۴	۰/۰۳	۳۰/۷۱	۱۲۳۱/۲۹	۲۵/۷۰	۲۴۸/۱۳	-

جدول ۳- جدول عرضه‌ی هیبریدی محدوده‌ی مطالعاتی مشهد سال ۸۵

	طبقه بندی ISIC													
	کشاورزی						صنعت و معدن							کل خروجی
	گوجه فرنگی	چغندر قند	محصولات علوفه‌ای	سایر محصولات زراعی	محصولات باغی	دامپروری	جمع کل	صنایع غذایی	چرم و نساجی	سایر صنایع	معادن	کل صنایع	ISIC 36	ISIC 37	شهر و خدمات	
۱. کل خروجی و عرضه**(میلیون ریال)	۱۱۱۷۶۶	۶۳۰۴۷/۴	۴۵۸۵۷/۴	۵۰۰۰۷۷/۵	۶۷۲۲۶۶	۱۲۶۹۱۱۶	۲۶۶۲۱۲۹	۲۵۷۰۲۴۸	۱۳۴۳۵۳۹	۷۷۶۹۱۵۸	۴۸۶۷۸۹	۱۲۱۶۹۷۳۴		۷۱۲/۱	۲۳۱۹۸۵۵۶	۲۹۹۵ ۵۲۸۶
۱. a. منابع طبیعی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
۱.b. خدمات فاضلاب	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
۲. کل عرضه آب (میلیون متر مکعب)	۱۶/۲۱	۲۲/۴۱	۲۲/۹۸	۸۲/۵۸	۹۱	۰	۲۳۵/۱۸	۶/۵۵	۳/۵۰	۸/۳۶	۰	۱۸/۴۱	۱۲۳۱/۲۹	۲۵/۷۰	۱۴۸/۸۸	۱۶۵۹/۴۶
۲.a. عرضه آب به دیگر واحدهای اقتصادی*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۲۱	۰/۵۷	۱/۴۰	۰	۳/۱۷	۱۱۷۹	۲۵/۴۵	۲۲/۵۳	۱۲۳۰/۱۵
۲. b. کل آب برگشتی	۱۶/۲۱	۲۲/۴۱	۲۲/۹۸	۸۲/۵۸	۹۱	۰	۲۳۵/۱۸	۵/۳۴	۲/۹۳	۶/۹۷	۰	۱۵/۲۴	۵۲/۲۳	۰/۲۵	۱۲۶/۳۵	۴۲۹/۲۵

* بخشی از آب عرضه شده به دیگر واحدهای اقتصادی که به سیستم فاضلاب تخلیه گردیده است.

** آمار این بخش به تفکیک منابع طبیعی و خدمات فاضلاب در دسترس نبوده است. به دلیل رعایت استاندارد سازمان ملل این دو عنوان حذف نشده است.

توسعه مدل

در این مقاله به منظور دسترسی بهتر به نتایج حاصل از اعمال گزینه‌ها و ارزیابی نهایی سیستم مورد مطالعه، از مدل‌سازی تحلیلی سیستم هیدرولوژیکی-اقتصادی منابع آب دشت مشهد مبتنی بر پویایی سیستم‌ها در محیط سیمیولینک[۱۲]- ابزاری برای شبیه‌سازی که به همراه جعبه نرم‌افزار محاسبات فنی متلب[۱۳] عرضه می‌شود- استفاده شده است (یوسف زاده چابک و همکاران، ۱۳۹۰).

پس از تدوین حساب‌ها و اعمال گزینه‌ها، به منظور تحلیل و ارزیابی سیستم منابع آب محدوده‌ی مطالعاتی اقدام به استخراج یک سری نشانگرها با توجه به نشانگرهای پیشنهادی سازمان ملل می‌شود. مقادیر کمی شده نشانگرهای استخراج شده از جداول حسابداری و پیشنهادی از سوی سازمان ملل در جدول (۴) آمده است.

جدول (۵) نشان‌دهنده‌ی تغییرات حاصل از اعمال گزینه‌ها در منطقه بر میزان مصرف آب، درآمد ناخالص، میزان بهره‌وری آب و تغییرات حجم آبخوان می‌باشد. همچنین نتایج حاصل از اعمال گزینه‌های مختلف روی تغییرات نشانگرهای فوق که براساس شبیه‌سازی در مدل دینامیکی تهیه شده، مطابق جدول (۶) بدست آمده است.

جدول ۴- مقادیر کمی شده‌ی نشانگرهای استخراجی از جداول حسابداری

نشانگرهای استخراج شده	سال ۸۰	سال ۸۵
کارایی اقتصادی آب در منطقه (هزار ریال در هر مترمکعب)	۱۷/۷۷	۳۰/۱۸
کارایی اقتصادی آب در بخش کشاورزی(هزار ریال در هر مترمکعب)	۱/۴۲	۲/۷۱
کارایی اقتصادی آب در صنعت و معدن (هزار ریال در هر مترمکعب)	۳۰۹/۵۳	۳۶۹/۲۴
کارایی اقتصادی آب در بخش شهری و خدمات(هزار ریال در هر مترمکعب)	۱۰۲/۰۹	۹۳/۴۹
حجم پساب تصفیه شده به کل پساب تولیدی	۰	۰/۱۵
مصرف در بخش کشاورزی به کل مصارف (درصد)	۸۷/۵۴	۷۷/۸۷
مصرف در بخش صنعت و معدن به کل مصارف (درصد)	۱/۸۴	۲/۴۴
مصرف در بخش شهر و خدمات به کل مصارف (درصد)	۱۰/۶۲	۱۹/۶۹
حجم منابع آب تجدیدپذیر داخلی (میلیون متر مکعب)	۵۹۷	۷۹۲/۱۶
حجم منابع آب تجدیدپذیر خارجی (میلیون متر مکعب)	۰	۱۵
جریان انتقالی به خارج حوضه (میلیون متر مکعب)	۱۶	۴۵/۰۸
مجموع منابع آب تجدید پذیر طبیعی (میلیون متر مکعب)	۵۸۱	۷۶۲/۰۸
وابستگی به منابع آب برون مرزی (درصد)	۰	۱/۹۷
سرانه آب تجدیدپذیر (متر مکعب به ازای هر نفر)	۲۳۹/۵۲	۲۵۸/۲۴
وابستگی به آب زیرزمینی (درصد)	۸۸	۸۴/۳۹
تنش آبی نسبی (RWSI)	۲/۱۱	۱/۶۲

جدول ۵- تغییرات در منطقه با اعمال گزینه‌ها

سال	گزینه‌ها	تغییرات مصرف آب (میلیون متر مکعب)	تغییرات درآمد ناخالص (میلیارد ریال)	تغییرات بهره‌وری آب (هزار ریال در هر مترمکعب)	اضافه درآمد در منطقه (میلیارد ریال)	تغییرات حجم آبخوان (میلیون مترمکعب)
سال ۸۵	گزینه ۱	-۱۶۲/۲۵	-۲۳۲۶/۷۲	۲/۳۴	۲۵۶۸/۹۵	۱۲۳/۶۳
	گزینه ۲	-۹۸/۳۱	۳۶۵۰/۵۳	۵/۷۰	۶۶۱۷/۶۳	۹۸/۸۶
	گزینه ۳	۰	۰	۰	۰	۰/۰۲
	گزینه ۴	-۱۰۷/۶۱	۰	۲/۸۲	۳۲۴۷/۶۱	۸۱/۷۹
	گزینه ۵	-۱۱۷/۵۹	-۱۸۰/۳۸	۲/۹۵	۳۳۶۸/۵۷	۸۹/۳۷
سال ۸۰	گزینه ۱	-۲۰۹/۶۸	-۱۵۴۳/۶۵	۲/۱۶	۲۱۸۹/۳۳	۱۳۶/۹۹
	گزینه ۲	-۱۲۵/۸۱	۷۰۱۸/۶۳	۸/۴۳	۲۳۱۹/۵۴	۱۲۱/۷۲
	گزینه ۳	۰	۰	۰	۰	۰/۱۷
	گزینه ۴	-۱۳۹/۳۱	۰	۲/۲۸	۲۷۹۴/۰۵	۹۰/۷۴
	گزینه ۵	-۱۲۸/۱۷	-۸۷/۵۱	۲	۲۱۹۰/۲۷	۸۳/۶۱

جدول ۶- نشانگرهای استخراج شده با اعمال گزینه‌ها

	سال ۸۰					سال ۸۵					
	سال ۸۰	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۳	گزینه ۴	گزینه ۵	سال ۸۵	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۳	گزینه ۴	گزینه ۵
کارایی اقتصادی آب در منطقه (هزار ریال در هر مترمکعب)	۱۷/۷۷	۱۹/۹۳	۱۹/۸۹	۱۷/۷۷	۲۰/۰۶	۱۹/۷۷	۳۰/۱۸	۳۲/۵۲	۳۵/۸۸	۳۰/۱۸	۳۳	۳۳/۱۳
کارایی اقتصادی آب در بخش کشاورزی (1000 R/m3)	۱/۴۲	۰/۶۶	۰/۶۶	۱/۴۲	۱/۶۳	۱/۵۳	۲/۷۱	۱/۴۹	۱/۴۹	۲/۷۱	۳/۰۵	۲/۸۹
کارایی اقتصادی آب در صنعت و معدن (R/m3 1000)	۳۰۹/۵۳	۲۸۳/۲۳	۲۸۳/۲۳	۳۰۹/۵۳	۳۰۹/۵۳	۳۰۹/۱۶	۳۹۶/۲۴	۳۶۷/۵۰	۳۶۷/۵۰	۳۹۶/۲۴	۳۹۶/۲۴	۳۹۵/۸۱
کارایی اقتصادی آب در بخش شهری و خدمات (R/m3 1000)	۱۰۲/۰۹	۱۰۲/۰۹	۱۰۲/۰۹	۱۰۲/۰۹	۱۰۲/۰۹	۱۰۲/۰۹	۹۳/۴۹	۹۳/۴۹	۹۳/۴۹	۹۳/۴۹	۹۳/۴۹	۹۳/۴۹
حجم پساب تصفیه شده به کل پساب تولیدی	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰	۰	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۱۵
مصرف در بخش کشاورزی به کل مصارف (درصد)	۸۷/۵۴	۸۴/۹۷	۸۷/۴۷	۸۷/۵۴	۸۵/۹۴	۸۶/۰۹	۷۷/۸۷	۷۴/۶۰	۷۰/۵۰	۷۷/۸۷	۷۵/۸۰	۷۵/۵۹
مصرف در بخش صنعت و معدن به کل مصارف (درصد)	۱/۸۴	۲/۲۲	۲/۰۵	۱/۸۴	۲/۰۷	۲/۰۵	۲/۴۴	۲/۸۰	۲/۶۴	۲/۴۴	۲/۶۶	۲/۶۹
مصرف در بخش شهری و خدمات به کل مصارف (درصد)	۱۰/۶۲	۱۲/۸۲	۱۹/۴۸	۱۰/۶۲	۱۱/۹۸	۱۱/۸۶	۱۹/۶۹	۲۲/۶۰	۲۶/۸۶	۱۹/۶۹	۲۱/۵۳	۲۱/۷۲
حجم منابع آب تجدیدپذیر داخلی (میلیون متر مکعب)	۵۹۷	...	...	...	...	...	۷۹۲/۱۶	...	...	...	...	...
حجم منابع آب تجدیدپذیر خارجی (میلیون متر مکعب)	۰	...	...	...	...	...	۱۵	...	...	...	...	...
جریان انتقالی به خارج حوضه (میلیون متر مکعب)	۱۶	...	...	...	...	...	۴۵/۰۸	...	...	...	...	...
مجموع منابع آب تجدیدپذیر طبیعی (میلیون متر مکعب)	۵۸۱	...	...	...	...	...	۷۶۲/۰۸	...	...	...	...	...
وابستگی به منابع آب برون مرزی (درصد)	۰	...	...	...	...	...	۱/۹۷	...	...	...	...	...
سرانه آب تجدید پذیر (متر مکعب به ازای هر نفر)	۲۳۹/۵۲	...	...	...	...	...	۲۵۸/۲۴	...	...	...	...	...
وابستگی به آب زیرزمینی (درصد)	۸۸	۸۸/۰۶	۸۸/۹۸	۸۷/۷۱	۸۷/۷۷	۸۷/۹۹	۸۴/۳۹	۸۴/۴۰	۸۴/۸۸	۸۴/۳۷	۸۴/۱۲	۸۴/۶۱
تنش آبی نسبی (RWSI)	۲/۱۱	۱/۷۴	۱/۸۹	۲/۱۰	۱/۸۷	۱/۸۸	۱/۶۲	۱/۴۱	۱/۴۹	۱/۶۱	۱/۴۸	۱/۴۷
اهمیت نسبی کشاورزی در اقتصاد	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷

نتیجه‌گیری و بحث

سیستم حسابداری اقتصادی و زیست محیطی برای آب، چارچوبی مفهومی را برای سازماندهی اطلاعات اقتصادی و هیدرولوژیکی تحت حمایت مدیریت یکپارچه‌ی منابع آب ارائه می‌دهد. از مهم‌ترین نشانگرهای استخراجی از حساب‌ها، نشانگر کارایی اقتصادی آب می‌باشد که میزان درآمد تولیدی را به ازای مصرف هر متر مکعب آب نشان می‌دهد. نتایج حاصل از پیاده‌سازی حسابداری آب در سال‌های ۸۰ و ۸۵ بر روی محدوده‌ی مطالعاتی مشهد و استخراج نشانگرها حاکی از این امر می‌باشد که در سال ۸۵ نسبت به سال ۸۰، با توجه به این امر که بخش کشاورزی مصرف بسیار بالایی در آب دارد، مقدار آب کمتری به این بخش اختصاص داده شده است و در مقابل حجم آب بیشتری به بخش صنعت که در مقابل مصرف کمتر آب درآمد بیشتری را تولید می‌کند، واگذار شده است. از طرفی میزان درآمد ایجاد شده در سال ۸۵ نسبت به سال ۸۰ به ازای هر مترمکعب آب ۱۲۴۶ ریال افزایش یافته است. سایر نشانگرهای بدست آمده از جداول حسابداری بیانگر تنش آبی شدید، ناپایداری کامل و افت شدید آبخوان در محدوده‌ی مطالعاتی می‌باشد.

با توجه به گزینه‌های اعمال شده در این مقاله و مشاهده‌ی نتایج حاصل از آنها براساس نشانگرهای استخراجی، علی‌الخصوص گزینه‌ی اول که به صورت واضح‌تری گویای وابستگی بین بخش‌های مختلف می‌باشد، به این نکته خواهیم رسید که به منظور حفظ منابع آبی می‌باید با بالا بردن میزان بهره‌وری آب در کل منطقه بر مبنای راهکارهای مدیریت بهینه‌ی منابع آبی و اصلاح مصارف آب در کاربری‌های مختلف تولید ناخالص داخلی منطقه را بهبود بخشید که این امر مستلزم رویکردی جامع‌نگر در مدیریت عرضه و تقاضای آب می‌باشد. از این رو جهت‌گیری‌های کلی می‌باید در راستای بازنگری در میزان آب تخصیص داده شده به کاربری‌های مختلف بخصوص کشاورزی بر مبنای الگوی

کشت، جایگزین نمودن بخشی از مصارف کاربری‌ها با پساب تصفیه‌شده، افزایش راندمان آبیاری در بخش کشاورزی از طریق توسعه‌ی سیستم‌های نوین و تجهیز و نوسازی اراضی و همچنین اعمال سیاست‌های قیمت‌گذاری موثر بر مبنای ارزش واقعی آب صورت پذیرد. با اعمال گزینه‌هایی از جمله استفاده از حداکثر ظرفیت تصفیه‌خانه و همچنین بالابردن راندمان آبیاری در کشاورزی می‌توان میزان استفاده از منابع آبی را کاهش داد. به گونه ای که با اعمال فرضیه‌ی افزایش راندمان کشاورزی تغییرات حجم آبخوان برای مثال در سال ۸۵ از ۹۵/۵۴- به ۱۳/۷۵- متر خواهد رسید و از طرفی میزان درآمد حاصل از هر مترمکعب آب در کل منطقه‌ی مطالعاتی در سال ۸۵ تقریباً معادل ۲۸۱۸ ریال نسبت به حالت مبنا افزایش خواهد یافت، یعنی با اعمال این گزینه ۳۲۶۷/۴۱ میلیارد ریال اضافه درآمد در منطقه خواهیم داشت. همچنین با اختصاص دادن بخشی از سهمیه‌ی آب مصرفی کشاورزی به بخش خدمات که بیشترین سهم را در ایجاد درآمد در منطقه دارد، باعث افزایش درآمد در منطقه به میزان ۵۶۹۰ ریال به ازای هر متر مکعب در سال ۸۵ و ۲۱۱۵ ریال در سال ۸۰ نسبت به حالت پایه شد و به ترتیب در سال ۸۵ و ۸۰ به میزان ۶۶۱۷/۶۳ و ۲۳۱۹/۵۴ میلیارد ریال اضافه درآمد خواهد داشت. این اضافه درآمد به ازای بهبود به ترتیب ۹۸/۸۶ و ۱۲۱/۷۲ میلیون مترمکعب در تغییرات حجم آبخوان به دست آمده است. از این رو اختصاص دادن سهمی از آب مصرفی در نظر گرفته نشده برای کشاورزی به بخش خدمات منجر به بهبود افت آبخوان در محدوده‌ی مطالعاتی نیز خواهد شد.

پی‌نوشت

1- Integrated Water Resources Management
2- Water Accounting
3- Indicator
4- SEEA-Water
5- System of National Accounts
6- United Nations Security Council
7- Orange
8- Southern African Development Community
9- Maputo
10- Orange-Senqu
11- International Standard Industrial Classification
12- SIMULINK
13- MATLAB

منابع

شرکت مدیریت منابع آب ایران. ۱۳۸۲. گزارش بیلان منابع آب محدوده های مطالعاتی کشور. شرکت مدیریت منابع آب ایران، معاونت پژوهش و مطالعات پایه، دفتر مطالعات پایه منابع آب.

صاحبدل، ش. ۱۳۹۰. گزارش مطالعات حسابداری آب. شرکت مدیریت منابع آب ایران.

یوسف زاده چابک، م.، باقری، ع. و داوری ، ک .۱۳۹۴. ارزیابی سیستم منابع آب با رویکرد به‌هم‌پیوسته بر اساس چارچوب حسابداری آب در محدوده‌ی مطالعاتی مشهد. فصلنامه علمی و پژوهشی آب و فاضلاب. مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب.

A Joint publication of UN World Water Assessment Programme (WWAP) and United Nations Statistics Division (UNSD). 2011. Monitoring framework for water.

Chalmers K., Godfrey J. and Potter B. 2012. Discipline-Informed Approaches to Water Accounting. Australian Accounting Review, 22, 275-285.

Lange G., Mungatana E. and Hassan R. 2007. Water accounting for the Orange River Basin: An economic prespective on managing a transboundary resource, Ecological Economics, 61, 660-670.

Molden D., Sakthivadivel R., Perry Ch.J., Fraiture Ch. and Kloezen W.H. 1998. Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.

Project Consultant Egis Bceom International (Dr Gift Manase). 2010. SADC Economic Accounting of Water Use Project, European Development Fund, Southern Africa.

United Nations Statistics Division. 2012. System of Environmental-Economic Accounting for Water, Department of Economic and social Affairs, Statistics Division, United Nations, New York.

Vardon M. 2010. Praparation of the "Glossy" Publication on the System of Environmental-Economic Accounting for water, 16th Meeting of the London Group on Environmental Accounting, Santiago.

Vardon M., Lenzen M., Peevor S. and Creaser M. 2007. Water accounting in Australia. Ecological Economics, 61, 650-659.