

بهینه‌سازی مدیریت منابع آب با اعمال سناریوهای مختلف تخصیص (مطالعه موردی: حوضه آبریز دز)

سحر شاه‌ولی کوه‌شوری^{۱*}، محمداصادق غضنفری مقدم^۲ و محمدجواد خانجانی^۳

^۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد عمران آب، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان، saharshahvali69@gmail.com

^۲- استادیار دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان.

^۳- استاد دانشگاه شهید باهنر کرمان.

تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۲۶

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۲۰

چکیده

آب به‌عنوان یک نهاده با ارزش، می‌بایست مورد استفاده بهینه قرار گیرد. مدیریت صحیح و بهینه آب، نیاز به تخصیص بهینه و اولویت بندی آن بین بخش‌ها، مناطق و مصارف مختلف دارد. هدف این تحقیق، ارائه الگویی برای بهینه کردن تخصیص و مصارف آب در دشت دز با استفاده از مدل WEAP است. برای این منظور اطلاعات سامانه‌های آب حوضه آبریز دز طی سال‌های آبی ۸۸-۸۷ تا ۹۳-۹۲ جمع‌آوری و مدل مفهومی حوضه تعریف گردید. سپس سیاست‌های بهره‌برداری از منابع آب تحت سناریوهای مختلف مدل WEAP اجرا گردید. در این تحقیق دو سناریو مورد ارزیابی قرار گرفت که شامل سناریوهای تغییر الگوی کشت و تغییر درصد کشت آبی و دیم بود که دو سناریو با سناریو مرجع مقایسه گردید. در سناریوهای مطرح شده تابع هدف؛ بهینه‌سازی سود به هزینه مبنا قرار گرفت. نتایج نشان داد اجرای سناریو تغییر الگوی کشت، مقدار درصد عدم تأمین نیاز محصولات، ۱۵ درصد کاهش یافت. در سناریو تغییر درصد کشت آبی و دیم آب مصرفی، ۴۸ درصد کاهش یافت.

کلید واژه‌ها: تخصیص، حوضه آبریز دز، سناریو، ویپ، بهینه‌سازی.

مقدمه

محدودیت منابع آب شیرین از یکسو و افزایش تقاضای روزافزون آن از سوی دیگر مسأله تخصیص را بیش از پیش مهم جلوه می‌دهد. تخصیص اغلب موارد شامل مذاکره چندین گروه با نیازها و وضعیت‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی و سیاسی می‌باشد. لذا بایستی راه‌حل مدیریتی برای گستره وسیعی از تقاضاها با یک ضرورت بشمار می‌آید (Read Madani and Inanloo, 2014). با افزایش جمعیت و آلودگی ناشی از فاضلاب شهری و روستایی، مسأله کمبود آب و استفاده معقول از منابع آب اهمیت بیشتری یافته است (Lianqing et al. 2011).

کشورهایی نظیر ایران که جزء کشورهای خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود و به دلیل توزیع نامناسب زمانی و مکانی آب و همچنین رشد جمعیت و گسترش شهرنشینی و توسعه بخش‌های کشاورزی و صنعت با مشکل کمبود آب مواجه است. افزایش تقاضای آب و تداوم آن باعث افزایش شکاف میان عرضه و تقاضای آب در آینده خواهد شد بنابراین مدیریت منابع آب موجود، برای جلوگیری از مواجهه با بحران آب الزامی است. مدیریت منابع آب از اهمیت بالایی برخوردار است. (Yazdanpanah, Khodashenas and Ghahreman, 2008).

از دیدگاه مدیریت پایدار منابع آب، هدف اصلی طرح‌های مدیریتی، استفاده کم‌هزینه‌تر و پایدارتر، از منابع است به این ترتیب که فعالیت‌ها می‌بایست به سوی استفاده کارآمدتر از منابع

آب موجود و افزایش تعادل بین منابع و مصارف آب باشد (Keramatzade et al. 2008).

مدل‌های شبیه‌سازی حوضه بر اصول هیدرولوژیکی مبتنی هستند. تاکنون به منظور شبیه‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی، مدل‌های زیادی توسعه داده شده است. از جمله نرم‌افزارهای شبیه‌ساز منابع آب می‌توان به مدل‌های WEAP، MODFLOW، Vensim، Modsim، PMWIN و MikeBasin اشاره کرد. از این میان مدل‌های MODFLOW و PMWIN به شکل تخصصی‌تری به مسئله آب‌برزمینی می‌پردازند. در حالی که مدل‌های WEAP، MODSIM، Vensim و MikeBasin کاربرد جامع‌تری در مسائل مدیریتی و استفاده تلفیقی از آب‌های سطحی و زیرزمینی دارند (Assata et al., 2008). در سال‌های اخیر در بسیاری از مناطق دنیا، از مدل نرم‌افزاری WEAP استفاده شده است. افزایش طرح‌های آبی با نگرش‌های جدید در مدیریت منابع آب محققان و کارشناسان بخش آب را به فراگیری، توسعه و استفاده از مدل‌های تحلیل سیستم‌های منابع و مصارف آب، ترغیب نموده است.

(Raskin et al. 1992) برای مطالعه دریاچه آرال از مدل WEAP استفاده کردند. این اولین کاربرد مدل بود که البته در آن زمان محدودیت‌های زیادی داشت و برای برنامه‌ریزی پیشگیری از کاهش سطح دریاچه از آن استفاده کردند. مسئله اصلی، کاهش آب دریاچه آرال بر اثر برداشت بی‌رویه در بالادست بود. به همین منظور با استفاده از نرم‌افزار WEAP مطالعه‌ای صورت گرفت که

شاه ولی کوه‌شوری و همکاران: بهینه‌سازی مدیریت منابع آب با اعمال سناریوهای...

بررسی منابع مختلف نشان می‌دهد که از مدل‌ها برای بهینه‌سازی در زمینه مدیریت منابع استفاده بسیاری شده است. با توجه به اهمیت برنامه‌ریزی در بهره‌برداری بهینه از حوضه و ارزیابی اقتصادی، در تحقیق حاضر اقدام به شبیه‌سازی با مدل WEAP و مقایسه تطبیقی لازم با اعمال سناریوهای مختلف گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی، دشت دز بخشی از حوضه آبریز رودخانه دز است. این محدوده به مختصات $48^{\circ} 9'$ تا $48^{\circ} 47'$ درجه طول شرقی و $32^{\circ} 2'$ تا $32^{\circ} 36'$ درجه عرض شمالی است که این محدوده از شمال به حوضه سراب جلدون، از غرب به اوان، از جنوب شرق به میان‌آب شوشتر، از شرق به گتوند- عقیلی، از شمال شرق به لالی منتهی می‌گردد.

محدوده مورد مطالعه، واقع در حوضه آبریز دز، از وسیع‌ترین دشت‌های استان خوزستان که با وسعتی بالغ بر ۲۰۷۳ کیلومترمربع از مناطق کوهستانی شمال استان تا مناطق کم‌ارتفاع مرکز استان را در برمی‌گیرد. این دشت شامل زیر دشت‌های سیبلی، لور، دز شرقی، دز غربی و دیمچه می‌باشد. تصویر منطقه مطالعاتی در شکل (۱) نشان داده شده است.

آب ورودی به شبکه آبیاری دز سالانه حدود سه میلیارد مترمکعب می‌باشد، بیش از ۹۵٪ آن صرف کشاورزی می‌شود. عدم وجود الگوی کشت مناسب، عدم مصرف بهینه آب و از همه مهم‌تر عدم نرخ‌گذاری مناسب، سبب شده تا از آب استفاده بهینه صورت نپذیرد. به طوری که حجم آب مصرفی به ازای هر هکتار، در مقایسه با مقدار بهینه، ۵۰٪ بیشتر است (Khozestan Water and Power Authority, 2011).

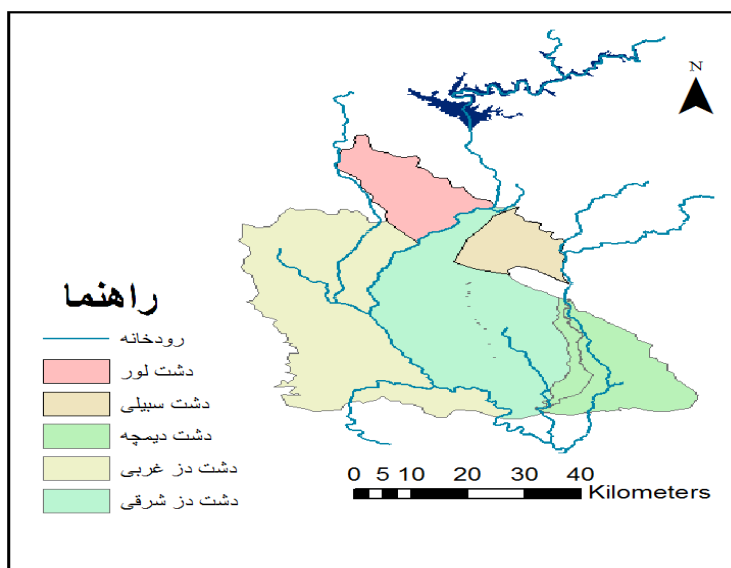
هدف آن ارزیابی وضعیت موجود بیلان آب و استراتژی‌های مدیریتی بود. سناریوهای مدیریتی مورد استفاده در مطالعه آن‌ها عبارت از تغییر الگوی مصرف، مدیریت بهتر سیستم، توسعه منابع جدید آب، بودند.

Yilmaz و Harmancioglu (2010)، برای حوضه رودخانه گدیز ترکیه، مدل WEAP را برای سنجش کارایی گزینه‌های مختلف مدیریتی بر مبنای نه شاخص به کار گرفتند. نتایج آن‌ها نشان داد که حوضه رودخانه گدیز به شرایط خشکسالی بسیار حساس است و همچنین بخش کشاورزی به طور قابل توجهی تحت تأثیر کسری آبیاری بود بطوریکه در دوره‌های خشکسالی به شدت افزایش می‌یابد.

Sayfi et al. (2007)، به منظور تأثیر توسعه منابع آب و

تأمین تقاضا در ایذه با استفاده از مدل WEAP انجام دادند، نتایج نشان داد با افزایش سطح زیر کشت، لازم است از سناریوی آبیاری قطره‌ای بارانی استفاده شود. Hafezparast et al. (2009)، برای دشت تاکستان، وضعیت منطقه را در شرایط سناریوهای مختلف با استفاده از مدل شبیه‌سازی WEAP مورد بررسی قرار دادند. سناریوهای آن‌ها دربرگیرنده اولویت‌بندی منابع و مصارف آب و بازده آبیاری و نیز شرایط قبل و بعد از احداث سد نهب بود. آن‌ها نتیجه گرفتند که احداث سد و شبکه آبیاری و زهکشی، درصد بالاتری از تأمین تقاضا در روش‌های مختلف آبیاری را برآورده می‌سازد. بطوریکه علیرغم افزایش سطح زیر کشت، درصد تأمین تقاضا ۵ الی ۱۰ درصد افزایش یافت.

در خصوص برنامه‌ریزی آب در سال‌های اخیر کارهای زیادی انجام شده است اما هر یک از تحقیقات به موضوع خاصی در استفاده از مدل WEAP اشاره دارد. با توجه به اینکه مصرف و ارزش اقتصادی آب ارتباط مستقیمی با الگوی کشت محصولات، میزان کشت آبی و دیم و تراکم آن‌ها دارد، می‌بایست وضعیت موجود مصرف آب با شرایط بهینه پیشنهادی، مقایسه گردد.



شکل ۱- تصویر منطقه مطالعاتی

معرفی مدل

نرم افزار WEAP در بخش مدل سازی هیدرولوژیکی، کلیه فرآیندهای لازم برای موازنه کمی آبهای سطحی و زیرزمینی را مدل می کند. برای مدل سازی از یکی از چهار روش موجود در نرم افزار شامل روش رطوبت خاک، روش MABIA، روش بارش-رواناب FAO و روش ساده، استفاده می شود (WEAP User Guide, 2008).

در این تحقیق از روش رطوبت خاک استفاده شد. این روش پیچیده ترین روش بوده و در عین اینکه می تواند افزایش آب ناشی از ذوب برف را نشان دهد، پیلان حوضه را از طریق دو لایه خاک ارائه می کند. لایه بالایی خاک و مدل تبخیر-تعرق را با در نظر گرفتن بارندگی و آبیاری در زمین های کشاورزی و غیر کشاورزی، رواناب و نفوذ در عمق کم و تغییرات در رطوبت خاک، مدل می کند (WEAP User Guide, 2008).

کار با مدل WEAP معمولاً در چندین گام، شامل تعریف مسئله، چهارچوب زمانی، مرزهای مکانی و اجزای سیستم و تنظیمات مسأله انجام می شود. سال پایه که از آن می توان به عنوان گام واسنجی مدل در شرایط توسعه استفاده کرد، یک تصویر کلی از نیازهای آبی واقعی، بارهای آلودگی، منابع سیستم را نشان می دهد. در شرایط موجود، فرضیات کلیدی برای بیان سیاست ها، هزینه ها و عواملی که بر نیاز، آلودگی، تأمین و هیدرولوژی مؤثرند، تعریف می شوند. سناریوها در شرایط موجود، ساخته شده و با استفاده از آن ها می توان اثر سیاست های مختلف را در آینده بررسی کرد. نهایتاً سناریوها با توجه به میزان آب، هزینه ها و سودها، سازگاری با اهداف زیست محیطی و حساسیت به عدم قطعیت در متغیرهای کلیدی ارزیابی می شوند. (Allen and Pruitt, 1991)

تنظیم و معرفی داده ها و اطلاعات ورودی به مدل

اطلاعات ورودی به مدل مشتمل بر تعیین سال پایه (Current Account)، ماه شروع شبیه سازی، طول دوره برنامه ریزی، گام زمانی می باشد (Azari, 2014). طول دوره شبیه سازی ۶ سال با شروع از مهر ۱۳۸۷ و پایان شهریور ۱۳۹۳ انتخاب گردید. گام زمانی ماهانه و واحد محاسباتی، متریک در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه در مدل، ماهها به صورت میلادی می باشند، بنابراین ماه شروع شبیه سازی، ژانویه به صورت قراردادی معادل مهرماه در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است در تنظیمات مدل، تعداد روزهای ماه های میلادی، به ترتیب برابر با تعداد متناظر در ماه های شمسی وارد شد. پس از انجام شبیه سازی، پیش بینی برای یک دوره ۱۰ ساله آتی (از مهر ۱۳۹۳ تا شهریور ۱۴۰۳) انجام شد و پارامترهای مرتبط با آن در مدل به طور جداگانه وارد شد.

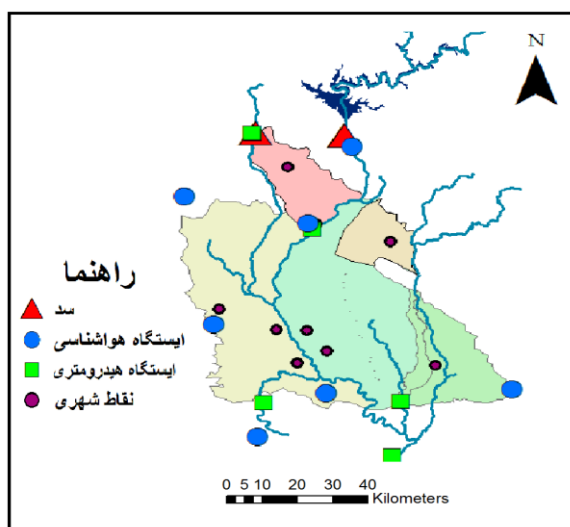
دسته دیگر پارامترها، شامل سری های زمانی هیدرولوژیکی، هواشناسی و مصارف اهم از کشاورزی، شرب، صنعت، اطلاعات مخازن و محل های برداشت، داده های کیفی و آلودگی می باشد.

عوامل اقلیمی

اطلاعات اقلیمی ایستگاه های موجود در محدوده مطالعاتی شامل بارندگی، دما، سرعت باد، میانگین رطوبت نسبی، مجموع ساعات آفتابی می باشد.

آبدهی رودخانه ها

برای شبیه سازی صحیح جریان در رودخانه ها، محل دقیق ایستگاه های هیدرومتری واقع در محدوده طرح و آمار آبدهی آن ها در طول دوره شبیه سازی در مدل تعریف شد. در شکل (۲) موقعیت شهرها، ایستگاه های هیدرومتری و ایستگاه های هواشناسی منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است. از آمار این ایستگاه ها برای انجام واسنجی مدل و تخمین صحیح جریان در رودخانه ها استفاده شد.



شکل ۲- اجزای مختلف منطقه مطالعاتی

شاه ولی کوه‌شوری و همکاران: بهینه‌سازی مدیریت منابع آب با اعمال سناریوهای...

اطلاعات مصارف

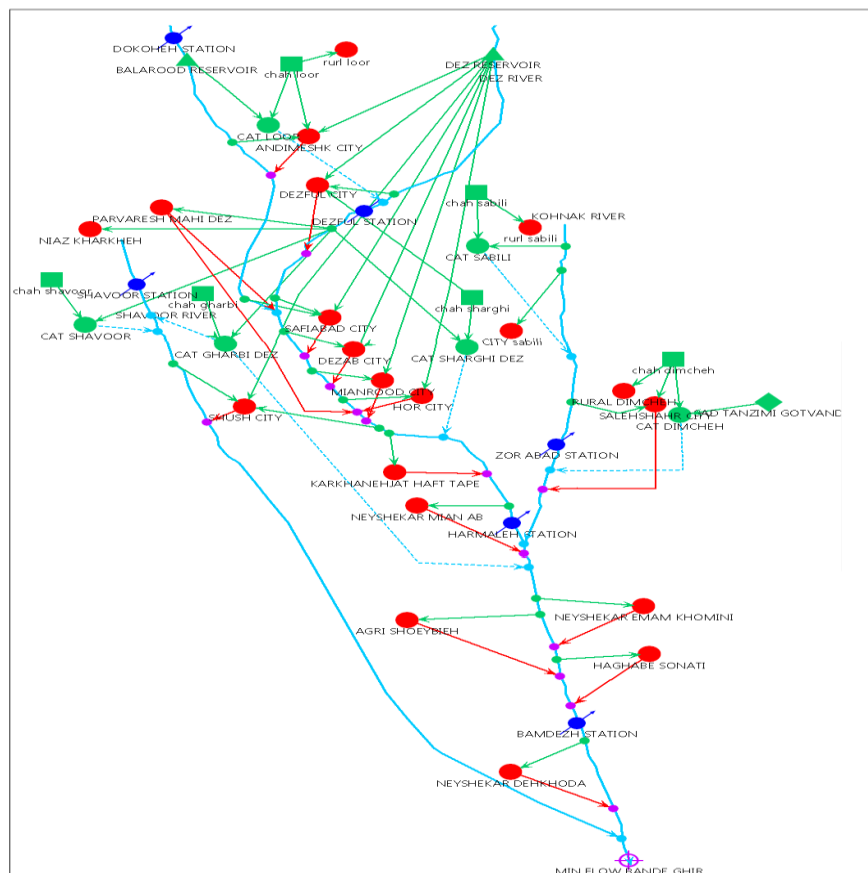
اطلاعات مربوط به نیاز کشاورزی، شرب و صنعت، میزان آب برگشتی از هر کدام از محل‌های تقاضا و تعیین اطلاعات مربوط به رشد جمعیت، هر کدام بطور جداگانه تعیین و به مدل معرفی شدند. شکل (۳) شماتیک رسم شده نرم افزار را نشان می‌دهد.

واسنجی مدل

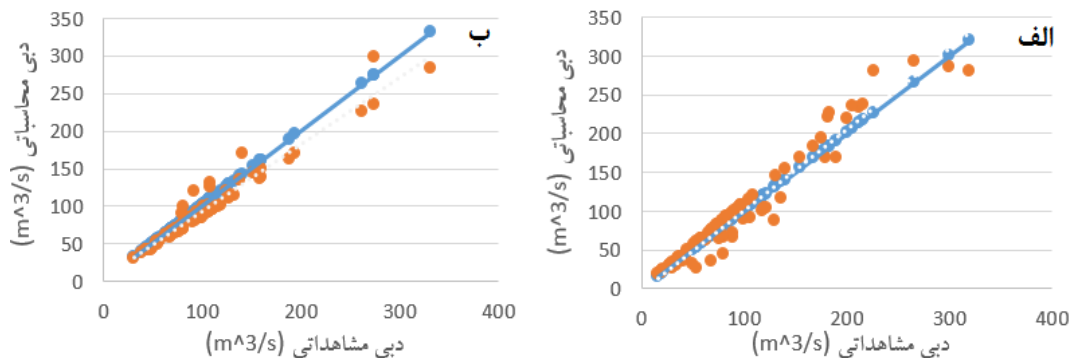
پس از اجرای مدل، به دلیل تغییرات رطوبتی خاک در طول دوره شبیه‌سازی و تأثیر عوامل گوناگون مانند بارش، آبیاری، دما، تبخیر، بافت خاک، پوشش گیاهی و غیره بر آن، ضرایب مدل رطوبت خاک برای هر ماه در طول دوره شبیه‌سازی واسنجی شد. عملیات واسنجی در رودخانه‌های داخل دشت و در محل ایستگاه‌های دزفول، حرمله، بامدژ بر روی رودخانه دز، ایستگاه زورآباد بر روی رودخانه کهنک و ایستگاه پل شاور بر روی رودخانه شاور در محیط WEAP انجام شد. این امر از این جهت اهمیت دارد که سبب می‌شود، مقادیر رواناب، مقادیر برگشت آب کشاورزی و فاضلاب شهری و صنعتی به خوبی مدل شود. در این تحقیق برای واسنجی مدل، یک دوره ۴ ساله از سال ۸۸-۸۷ تا سال ۹۱-۹۰ انتخاب گردید. تابع هدف واسنجی مطلوب‌سازی درصد خطای محاسباتی اطلاعات جریان نسبت به

مقادیر مشاهداتی در دوره مورد مطالعه در حد قابل قبول می باشد. با انجام سعی و خطا و تغییر پارامترهای واسنجی، در نهایت دقت مدل به حد مورد نظر رسید و مدل کالیبره گردید و همخوانی لازم بین دبی خروجی از رودخانه و داده‌های ثبت شده در ایستگاه‌های هیدرومتری و مقادیر محاسباتی ایجاد گردید. پارامترهای واسنجی شامل فاکتور رواناب، ظرفیت نگهداشت و ... می‌باشند.

پس از انجام واسنجی برای دو سال انتهایی دوره شبیه‌سازی دبی مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه‌ها اعتبار سنجی شد. مقادیر دبی محاسباتی و مشاهداتی در دوره‌های واسنجی و اعتبارسنجی برای ایستگاه‌های بحرانی‌تر در شکل (۴) نشان داده شده است. برای مقایسه مقادیر محاسباتی دبی خروجی دشت با مقادیر واقعی ثبت شده در محل ایستگاه‌ها از شاخص‌های آماری مجذور ضریب همبستگی خطی (Square Correlation Coefficient) بین مقادیر محاسباتی و مشاهداتی در محل ایستگاه‌ها، ریشه میانگین مربعات خطا (Root Mean Square Error) و ضریب نش (Nash) استفاده گردید. بررسی‌ها در جدول (۱) آورده شده است. با توجه به جدول می‌توان فهمید که مدل با دقت بالایی واسنجی شده است و نتایج حاصل از اعتبارسنجی در حد قابل قبولی می‌باشند.



شکل ۳- شماتیک رسم شده در محیط نرم افزار



شکل ۴- دبی مشاهده‌ای و محاسباتی در مرحله واسنجی مدل الف)- ایستگاه حرمله ب)- ایستگاه بامدژ

جدول ۱- مقادیر شاخص‌های آماری مورد بررسی در دو مرحله واسنجی و اعتبارسنجی

اعتبارسنجی			واسنجی			ایستگاه
NASH	R ²	RMSE	NASH	R ²	RMSE	
۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۳۵	۰/۹۹	۰/۹۳	۰/۲۸	دزفول
۰/۹۵	۰/۹	۰/۴۷	۰/۹۹	۰/۹۴	۰/۰۷	حرمله
۰/۹۳	۰/۸۴	۰/۱۹	۰/۹۹	۰/۹۴	۰/۵۹	بامدژ
۰/۸۴	۰/۹	۰/۲۵	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۳۳	زورآباد
۰/۸۷	۰/۹۳	۰/۷۹	۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۴۲	شاوور

تأمین بالاتر، درصد تأمین نیاز در طول دوره صد در صد انتخاب شد. از طرفی به دلیل برداشت آب بدون توجه به نیازهای پایین دست و دبی انتقال به کرخه، درصد تأمین نیاز مصارف پایین دست و همچنین درصد تأمین نیاز زیست محیطی رضایت بخش نیست. به منظور بهبود وضعیت سناریو مرجع و بهبود وضعیت حوضه دو سناریو تعریف شد. با توجه به اینکه بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف کننده آب در منطقه می‌باشد، لذا با کاهش مصرف در این بخش، می‌توان تا میزان قابل توجهی به تعادل بخشی بین عرضه و تقاضای آب امیدوار بود. سناریوها در راستای کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی و افزایش بازده اقتصادی در حوضه می‌باشند.

سناریو دوم

در این سناریو در هر دشت به بررسی میزان آب مصرفی هر محصول پرداخته شد. با توجه به تنوع محصولات، در هر دشت محصولات با درصد کشت بالا را در نظر گرفته و با توجه میزان آب مصرفی هر گیاه، عملکرد و قیمت تضمینی خرید آن محصولات پرمصرف شناسایی و با محصولات کم‌مصرف جایگزین شدند. نتایج اجرای سناریو دوم به صورت زیر بدست آمد. قیمت هر کدام از محصولات و قیمت آب مصرفی در شکل‌های (۶) و (۷) برای دشت‌های دز شرقی و شاوور نشان داده شده است.

نتایج و بحث

نتایج شبیه‌سازی جریان

در ادامه، سناریوهایی برای مدیریت حوضه در طول افق طرح تعریف شد. سناریوها به گونه‌ای تعریف شدند که علاوه بر مدیریت تأمین نیاز، بازده اقتصادی حوضه از منظر تولید محصول و مصرف آب را نیز بهبود بخشند. در تمامی این سناریوها، طول دوره پیش بینی به مدت ۱۰ سال از ۱۳۹۴-۱۳۹۳ تا ۱۴۰۳-۱۴۰۲ در نظر گرفته شد.

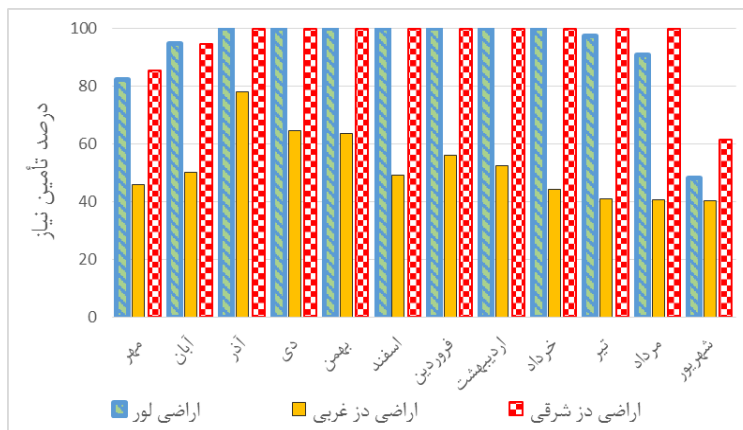
سناریوی اول

با فرض ادامه وضع موجود و رهاسازی جریان مطابق با سال‌های قبل برای دوره فوق با شرط اولویت بالاتر تأمین نیازهای شرب و صنعت اجرا شد.

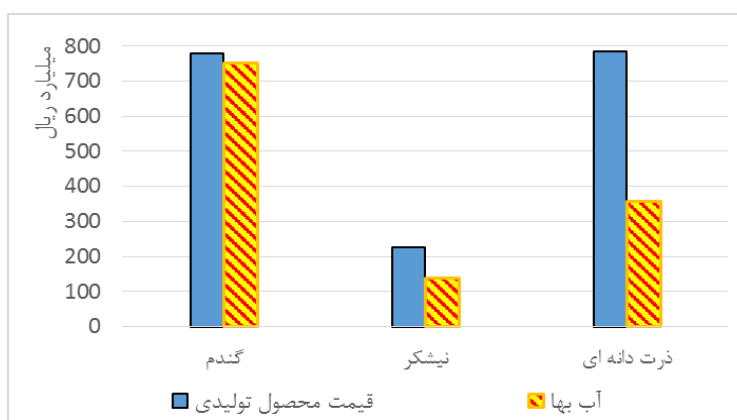
نتایج حاصل به شرح زیر استخراج شدند:

متوسط درصد تأمین نیاز ماهیانه در هر یک از مصارف کشاورزی دشت که به طور مستقیم تحت تأثیر برداشت هم زمان آب سطحی و زیرزمینی هستند در شکل (۵) نشان داده شده است. در این سناریو کمترین درصد نیاز متعلق به اراضی دز غربی می‌باشد. در این سناریو در خصوص مصارف شرب و صنعت شهرها (دزفول، اندیمشک، شوش، صفی‌آباد، دزآب، میانرود، حر، حمزه و صالح شهر) و کل روستاهای منطقه و صنایع کوچک به دلیل اولویت

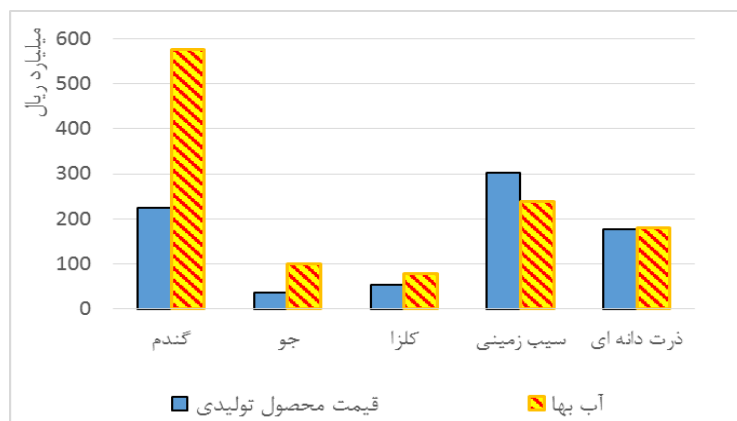
شاه ولی کوه‌شوری و همکاران: بهینه‌سازی مدیریت منابع آب با اعمال سناریوهای...



شکل ۵- مقادیر تأمین نیاز اراضی در محدوده مطالعاتی



شکل ۶- مقایسه قیمت آب مصرفی و تولید محصول دشت دز شرقی



شکل ۷- مقایسه قیمت آب مصرفی و تولید محصول دشت شاور

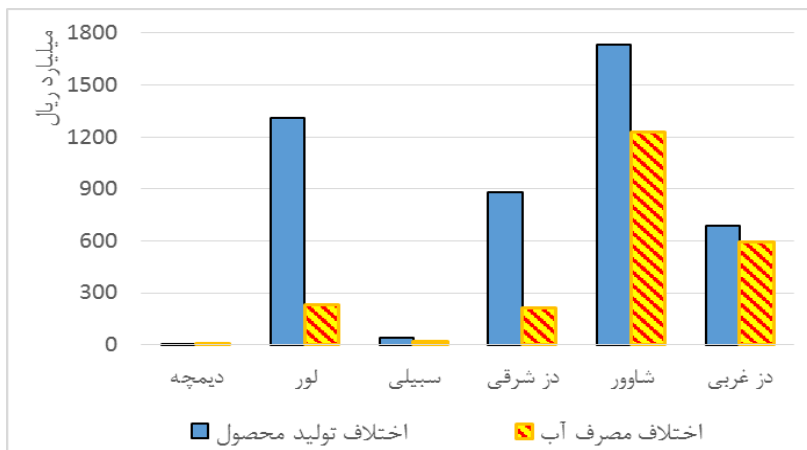
در شکل (۸) میزان اختلاف قیمت ناشی از مصرف آب و تولید محصول در هر دشت در هر سناریو تغییر الگوی کشت و سناریو مرجع با هم مقایسه شدند. نتایج حاکی از این بود که با تغییر الگوی کشت محصولات علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب، میزان تولید محصولات نیز افزایش می‌یابد.

با توجه به شکل‌های (۶) و (۷) ذرت دانه‌ای و نیشکر در دشت دز شرقی و سیب‌زمینی و ذرت دانه‌ای در دشت شاور، با توجه به قیمت محصول و قیمت آب مصرفی عملکرد بهتری دارند. لذا محصولات در دشت‌های مذکور جایگزین محصولات دیگر شدند. پس از جایگزینی محصولات پرمصرف با محصولات کم‌مصرف میزان کاهش مصرف آب در هر دشت، نسبت به سناریو مرجع مشخص گردید.

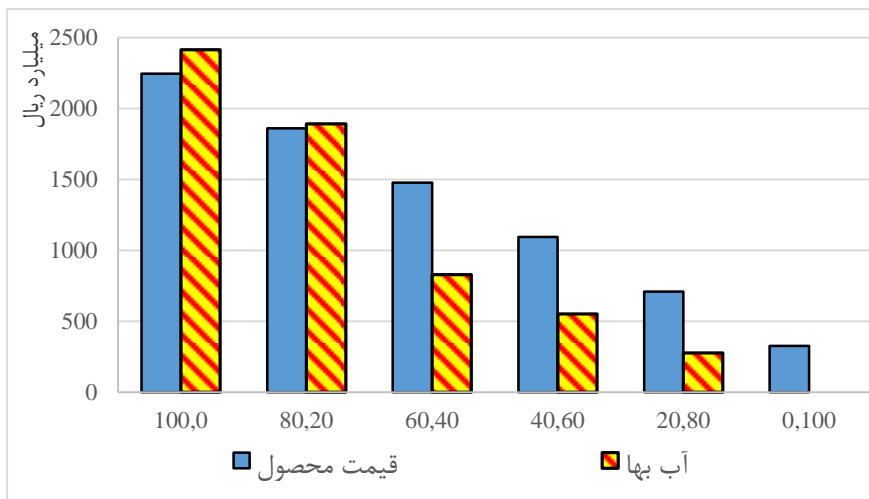
سناریو سوم

در این سناریو با تغییر درصد کشت آبی و دیم محصولات، به بررسی میزان آب صرفه جویی شده در مقابل میزان کاهش تولید محصولات پرداخته شد. سپس با ارزیابی اقتصادی قیمت آب در مقابل محصولات تولید شده، میزان کارآمدی این سناریو بررسی گردید. همچنین برای هر دشت درصد بهینه کشت آبی و دیم

مشخص گردید. همچنین درصد کشت بهینه آبی و دیم با توجه به عملکرد این محصولات و میزان آب مصرفی برآورد شد. پس از اجرای سناریو درصد کشت بهینه برای دشتهای حوضه مورد مطالعه مشخص گردید. درصد کشت بهینه نشان دهنده درصدی از مساحت حوضه که باید به صورت آبی کشت شود، می باشد. در شکل های (۹) و (۱۰) درصد کشت بهینه برای دشتهای دز شرقی و دز غربی منطقه مطالعاتی آورده شده است.

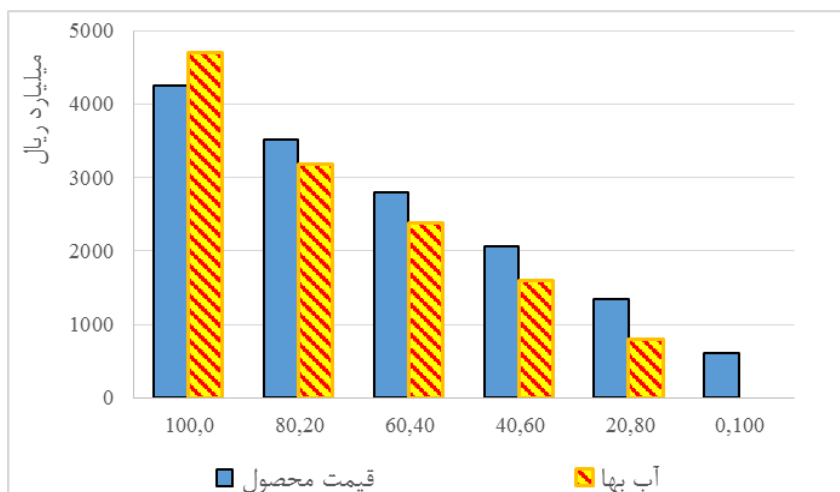


شکل ۸- اختلاف قیمت تولید و مصرف در دو سناریو



شکل ۹- درصد کشت بهینه آبی در دشت دز شرقی

شاه ولی کوه‌شوری و همکاران: بهینه‌سازی مدیریت منابع آب با اعمال سناریوهای...



شکل ۱۰- درصد کشت بهینه آبی در دشت دز غربی

- Alfarrar et al. (2012) نیز در تحقیقی برای دره اردن به این نتیجه رسیدند که با اعمال اصلاح الگوی کشت و تغییر آن به محصولات کم مصرف، تقاضای کشاورزی نیز به میزان ۱۸۵ میلیون متر مکعب کاسته می‌شود.
- با اجرای سناریو تغییر درصد کشت آبی محصولات، درصد بهینه کشت آبی و دیم برای هر دشت محاسبه شد، که برای دشت‌های دز غربی، لور و سیلی ۸۰ درصد کشت آبی و ۲۰ درصد کشت دیم درصد کشت بهینه می‌باشد. برای دشت‌های دز شرقی، دیمچه و دشت شاور به ترتیب ۶۰، ۴۰ و ۲۰ درصد کشت آبی درصد کشت بهینه می‌باشد.
- در دشت‌های حوضه در صورتی که محصولات با درصد کشت‌های آبی و دیم بهینه بدست آمده در این تحقیق کشت شوند، میزان تولید محصولات به میزان $۱۰^۳ * ۵,۳$ میلیارد ریال افزایش می‌یابد. همچنین آب مصرفی نیز ۹۷۷ میلیون مترمکعب کاهش می‌یابد. علاوه بر این از آب ذخیره شده در این بخش‌ها می‌توان برای تأمین نیاز سایر نقاط نیاز حوضه استفاده کرد.
- در تمامی سناریوها نتایج نشان داد که افزایش قیمت آب تا ارزش واقعی آن بهترین راه جهت بهینه‌سازی اقتصادی می‌باشد. در صورتی که قیمت آب با قیمت نزدیک به ارزش واقعی آن در اختیار کشاورزان قرار بگیرد، علاوه بر افزایش بازده اقتصادی در مصرف و استفاده بهینه آن نیز صرفه جویی به عمل خواهد آمد.

با توجه به ارزیابی‌های اقتصادی انجام شده و درصد تأمین نیاز مصارف، سناریو دوم، تغییر الگوی کشت، به عنوان سناریو بهینه معرفی شد. این سناریو همزمان با کاهش مصرف آب، میزان تولید محصولات و بازده اقتصادی محصولات را نیز تا حد بالایی افزایش داد.

نتیجه‌گیری

- نتایج حاصل از پیش‌بینی منابع آب موجود، در دوره ۱۰ ساله آتی (مهر ۱۳۹۳ تا شهریور ۱۴۰۳) به شرح زیر می‌باشند:
- در سناریوهای اجرا شده، میزان اطمینان‌پذیری سایر مصارف طرح اعم از نیازهای داخل دشت، نیازهای پایین دست، نیاز زیست محیطی و نیاز تأمین انرژی بجز اراضی دز غربی ۱۰۰ درصد محاسبه شد.
 - در سناریو تغییر الگوی کشت، با تغییر محصولات کشت شده در هر دشت علاوه بر کاهش مصرف آب در هر حوضه، تولید محصولات نیز افزایش یافت. در این سناریو دشت شاور با میزان ۲۶۶ میلیون مترمکعب بیشترین کاهش در مصرف آب را نشان داد. برای دشت‌های دز غربی، لور، دز شرقی، سیلی و دیمچه به ترتیب ۱۳۱، ۵۱، ۴۶، ۳،۵ و ۰،۱۷ میلیون متر مکعب کاهش مصرف آب حاصل شد. همچنین تولید محصولات در دشت شاور $۱۰^۳ * ۱,۷$ میلیارد ریال افزایش قیمت داشت.
 - با اجرای سناریو تغییر الگوی کشت، از میزان نیاز تأمین نشده محصولات منطقه به اندازه ۱۵،۶ درصد کاسته خواهد شد. این نتایج در توافق با نتایج پژوهش‌های (Sanchez and Esqueda, 2011) می‌باشد.

منابع

- 1- Yazdanpanah, T., Khodashenas, S. and Ghahreman, B., 2008. Management of Basin Water resources using WEAP model (case study: Azghand basin). *Water and Soil*, 22(1), pp.213-222. (In Persian).

- 2- Keramatzade, A., Chizari, A., Yosefi, A. and Balali, H., 2008. Optimal allocation and prioritizing different consumption (case study: Shirvan Barzo Dam). *Agricultural Economics*, 1(2). (In Persian).
- 3- Sayfi, K., Nazarifar, M., Rashidi, M. and Moemeni, R., 2006. Assessment of water demand management in order to sustain water resources (Case study: Izeh city). In *2nd Conference on Water Resources Management, Isfahan University of Technology*. (In Persian).
- 4- Hafezparast, M., Mavdat, M., Kholghi, M. and Fatemi, A., 2009. Evaluate and planning water resources of the Takestan plain with WEAP and LINGO models. In *4th National Congress of Civil Engineering, University of Tehran*. (In Persian).
- 5- Khozestan Water and Power Authority., 2011. Performance of irrigation companies Report, *Technical Rep.*
- 6- Azari, A., 2014. Multi Objective Simulation- Optimization for Integrated Water Resource Management in term of Surface and Groundwater's Interaction by Genetic Algorithm Method (Case Study: Dez Plain). *A thesis for Doctor of Philosophy, Shahid Chamran University Faculty of Water Sciences Engineering Hydrology and Water Resources Department*. (In Persian).
- 7- Read, L., Madani, K. and Inanloo, B., 2014. Optimality versus stability in water resource allocation. *Environmental Management*, 133, pp.343-354.
- 8- Lianqing, X. Yongkun, L. Zhenghang, F. and Jieyou, L., 2011. Optimal Utilization Simulation and Decision Making on Water Resources System. *International Conference on Environmental Science and Engineering*.
- 9- Assata, H., Beek, E.V., Borden, C., Gijbbers, P., Jolma, A., Kaden, S., Kaltofen, M., Labadie, J.W., Loucks, D.P., Quinn, N.W., Sieber, J., Sulis, A., Werick, W. J. and Wood, D.M., 2008. Generic Simulation Models for Facilitating Stakeholder Involvement in Water Resources Planning and Management: A Comparison, Evaluation, and Identification of Future Needs in Environmental Modelling, Software and Decision Support. *IDEA Book Series, Elsevier*. 20, pp.229-246.
- 10-Raskin, P., Hansen, E., Zhu, Z. and D. Stavisky., 1992. Simulation of water supply and demand in the Aral Sea region. *Water International*, 17, pp.55-67.
- 11-Yilmaz, B. and Harmancioglu, N.B., 2010. An Indicator Based Assessment for Water Resources Management in Gediz River Basin, Turkey. *Water Resource Manage.*
- 12-WEAP User Guide., 2008. *Stockholm Environment Institute*.
- 13-Allen, R.G. and Pruitt, W.O., 1991. FAO-24 Reference Evapotranspiration factors. *J. Irrig. And Drain. Eng. ASCE*. 117(5), pp.758-773.
- 14-Sanchez, G. and Esqueda, T., 2011. Vulnerability of water resources to climate change scenario. *Impact on the irrigation districts in the GSuayalejo- Tamesi river basin. Mexico. Atmosfera*. 24(1), pp.141-155.
- 15-Alfarra, A., Kemp-Benedict, E., Hotzl, H., Sader, N. and B, Sonneveld., 2012. Modeling water supply and demand for effective water management allocation in Jordan Valley. *agriculctural Science and Applications (JASA)*. 1(1), pp.1-7.



EXTENDED ABSTRACT

Optimal Management of Water Resources Using Application of Various Scenarios of Water Allocation (Case Study: Dez basin)

S. Shahvali kohshori^{1*}, S. Ghazanfari² and M.J. Khanjani³

1* -Corresponding author, M.Sc, Department of Water Engineering, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran. (*saharshahvali69@gmail.com*).

2- Assistant Professor of Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran.

3- Professor of Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.

Received: 10 January 2016

Accepted: 17 October 2016

Keywords: Allocation, Dez basin, WEAP, Optimization.

Introduction

Water allocation in arid and semi-arid regions is considered a human challenge all around the world. The need for optimum utilization of water resources, especially in agricultural use, is very important. Agriculture, which uses the greatest percentage of most water resources, has also penetrated in human life and culture. The aim of this study is to provide an approach to allocate and optimize water use in Dez basin using WEAP model.

Methodology

The data regarding the users of water resources in Dez basin including the agricultural, domestic and industrial water demands, the precipitation, and the flow of rivers were collected from 2009 to 2014. All data were averaged monthly. The conceptual model was defined in WEAP. In term of model calibration, 60 percent of runoff data were used. The other 30 percent of remaining data were employed for the validation part. The optimum utilization policy of water resources in various scenarios were defined in WEAP. The scenarios were tested based on cropping pattern changes, reducing agricultural area, and the changes in irrigated and rain-fed ratio. All scenarios were compared by the reference scenario. In this scenario, the lowest percentage of need was related to the Western Dose. In this scenario, the course was 100 percent selected for drinking and industrial purposes in cities (Dezful, Andimeshk, Shoosh, Safi Abad, Dezab, Mardrood, Hor, Hamza and Saleh Shahr) and the entire villages of the region and some small industries due to the priority of providing higher, water use efficiency. On the other hand, due to the water withdrawal, regardless of the needs of the downstream and the transition to Karkheh, the percentage of providing low consumption needs as well as the percentage of the environmental need was not satisfactory. In order to improve the status of the reference scenario and the basin, two scenarios were defined. Considering that the agricultural sector is the largest water consumer in the region, it would be possible to significantly balance the supply-demand balance between water supply and demand by reducing the consumption in this sector. The scenarios were designed to reduce water consumption in agriculture and increase its economic efficiency in the basin. In all scenarios, the objective function was to optimize the benefit by cost ratio. In the scenarios implemented, the confidence level of other water uses, including the needs of the plain, downstream, environmental requirements, and energy requirements, was calculated to be 100%. In the second scenario, the water consumption of each product was studied in each

plain. Regarding the diversity of products, in each plain, the products with high crop yields were considered and given the amount of water consumed by each plant. Moreover, the performance and the guaranteed price of purchasing those high-value products were identified and replaced with low-cost products. Finally, in the third scenario, by varying the percentage of irrigated and rain-fed products, the study of the amount of water saved versus the decline in the production of products was studied. Then, by evaluating the price of water versus crop products, the efficiency of this scenario was examined. Also, for each plain, the optimal percentage of irrigated and rain-fed area was determined. The optimal water and dry crop percentage was estimated based on the performance of these products and the amount of water consumed.

Findings

In the scenario of changing the cropping pattern, production increased by changing the crops grown in each plain and reducing water consumption in each basin. In this scenario, the Shawur plain with the largest amount of 266 million cubic meters showed the highest water consumption. This amount was 131, 51, 46, 3.5 and 0.17 million cubic meters for West Das, Lor, East Dez, Sabili and Damesh, respectively. Also, production of Shawur Plain was worth 103 * 1.7 billion Rials. By implementing the scenario of changing the cropping pattern, the amount of unprotected product area would decrease by 15.6%. With the implementation of the change in the ratio of irrigated and rain-fed lands scenario, the optimal percentage of irrigated and rain-fed crops was calculated for each plain, which was obtained to be 80% for the irrigated and 20% for the rain-fed crops in western Dez, Lor and Sibili. The optimal ratios for eastern Dez, Dimche and ShawurShawur plains were 60%, 40% and 20%, respectively.

In the plains of the basin, if the products were obtained with the percentage of optimum irrigated and rain-fed crops ratio, the production rate would increase by 103 * 5.3 billion Rials. Water consumption would also be reduced to 977 million cubic meters. In addition, the water stored in these parts can be used to meet the needs of other areas in the basin.

Conclusion

Considering the economic assessments and the percentage of cost requirements, the second scenario, i.e., the crop pattern change, was introduced as an optimal scenario. While this scenario reduced water consumption, it increased the production rates and improved the economic efficiency of products. In all scenarios, the results showed that raising the water price to its true value is the best way to optimize the economy. If the price of water comes close to its true value, the farmers will save the water and increase the economic efficiency of its consumption, leading to its optimal use.