نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۷، شماره ۳، ۱۳۹۴، صفحات ۲۷۴-۲۸۵

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 7, Issue 3, 2015, Pages 274-285

ارائه الگوی بهینه مدیریتی به‌منظور بهره‌برداری از منابع آب، مطالعه موردی: دشت الشتر

غلامرضا چمن‌پیرا[*1]، غلامرضا زهتابیان[2]، حسن احمدی[3] و آرش ملکیان[4]

[1] دانشجوی دکترای، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، [2] استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، [3] استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران و [4] استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۰

چکیده

شیوه بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی دشت الشتر، موجب افت سطح آب و کاهش آبدهی چاه‌های منطقه شده است. طی دوره آماری ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۹ تراز سطح ایستایی دشت، سالانه به‌طور متوسط ۲۴ سانتی‌متر افت نموده است. استفاده ترکیبی از تکنیک‌های شبیه‌سازی و بهینه‌سازی، روشی مفید و قدرتمند در تعیین استراتژی‌های تصمیم‌گیری و مدیریتی، برای بهره‌برداری اصولی از منابع آب می‌باشند. در این راستا از مدل ریاضی MODFLOW و نرم‌افزار Lingo به‌عنوان ابزارهایی کارآمد و با صرفه، برای بررسی گزینه‌های مختلف مدیریتی استفاده شد. در فرایند شبیه‌سازی با هدف مدیریت منابع آب، از نتایج حاصل از مدل‌سازی و کالیبراسیون مدل، برای بهینه‌سازی سفره آب زیرزمینی استفاده شد. از آن‌جا که توابع هدف در این مطالعه از نوع خطی بوده، برنامه‌ریزی خطی چند هدفی به‌منظور حل مساله بهینه‌سازی انتخاب شد. مساله عمومی بهینه‌سازی چند هدفه با n متغیر تصمیم، m محدودیت و p هدف در روابط بهینه‌سازی ارائه شد. هدف از حل مسئله بهینه‌سازی، بیشینه کردن سود حاصل از محصولات کشاورزی و کمینه کردن مصرف آب برای استفاده بیشتر از آبخوان است. میزان سوددهی کل محصولات زراعی قبل از بهینه‌سازی برابر ۴۷۷۹۸ میلیون ریال بود که پس از بهینه‌سازی با ۳۳/۲۵ درصد افزایش به ۶۳۶۸۹ میلیون ریال رسید. میزان مصرف آب قبل از بهینه‌سازی، ۹۲۲۲۰ هزار متر مکعب در سال بود، که پس از حل مسئله بهینه‌سازی ۱۸/۱ درصد کاهش یافت و به ۷۵۵۱۰ هزار متر مکعب در سال رسید. سوددهی کل محصولات بر اساس سناریو سند ملی (نیاز خالص آبی) ۱۵ درصد افزایش یافت. در این سناریو میزان مصرف آب کشاورزی ۶۵/۵ درصد کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی خطی، بهینه‌سازی، شبیه‌سازی، مدل ریاضی MODELOW، مدیریت منابع آب

مقدمه

در قرن اخیر، پدیده خشکسالی، به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک هزینه‌های هنگفتی را بر محیط زیست تحمیل نموده است. به‌طوری که، ۵۰ درصد از تالاب‌های جهان ناپدید و آب بعضی از رودخانه‌ها، دیگر به دریا نمی‌رسد و بسیاری از مهمترین منابع آب زیرزمینی از نظر کمی و کیفی تخریب شده یا در حال تخریب هستند. این در حالی است که در طول قرن گذشته، جمعیت جهان سه برابر شده و استفاده از آب، شش برابر افزایش یافته است

[*] مسئول مکاتبات: chamanpira2000@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

(Gourbesville، ۲۰۰۸). کمیسیون جهانی آب پیش‌بینی کرده است که در ۳۰ سال آینده استفاده از آب، حدود ۵۰ درصد افزایش خواهد یافت. بنابراین، استفاده از تکنیک‌های شبیه‌سازی و بهینه‌سازی، در تعیین استراتژی‌های تصمیم‌گیری و مدیریتی، برای بهره‌برداری اصولی از منابع آب، امری اجتناب‌ناپذیر خواهند بود.

خشکسالی هواشناسی می‌تواند در اثر کمبود بارندگی، که اغلب با تبخیر و تعرقی بیش از حالت بالقوه طبیعی همراه است، شناخته می‌شود (Tallaksen و همکاران، ۲۰۰۴). خشکسالی آب‌های زیرزمینی در دوره‌هایی رخ می‌دهد که مقدار بارندگی در آن دوره کمتر از متوسط بلندمدت باشد (Peters و همکاران، ۲۰۰۳). زمانی که سامانه‌های آب زیرزمینی تحت تأثیر خشکسالی واقع می‌شود، ابتدا آبگیری، سپس سطح و در نهایت آبدهی سفره آب زیرزمینی کاهش پیدا می‌کند، چنین خشکسالی را خشکسالی آب زیرزمینی می‌نامند (Van Lanen و Peters، ۲۰۰۰). در خشکسالی‌های اخیر، آب‌های زیرزمینی، برای مصارف مختلف کشاورزی، شهری و صنعتی به شدت مورد بهره‌برداری قرار گرفته و سبب تشدید تنش خشکی بر منابع آب زیرزمینی منطقه شد. گرچه آب‌های زیرزمینی یکی از منابع مهم آبی در دنیا محسوب می‌شود، اما در بسیاری از بررسی‌های مربوط به خشکسالی، مورد توجه قرار نمی‌گیرد (Shakiba و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین، به‌منظور مدیریت بهینه بهره‌برداری از منابع آب و کاهش اثرات منفی خشکسالی، می‌بایست داده‌های بلندمدت مناطقی که در معرض خطر خشکسالی هستند، پایش و ارزیابی شوند. تحلیل خشکسالی اغلب توصیفی است، برای تحلیل کمی خشکسالی، وجود یک ابزار دقیق بسیار ضروری است (Silva، ۲۰۰۳).

یکی از راه‌های سازگاری با خشکی استفاده بهینه از منابع آب در تمامی بخش‌ها، خصوصاً بخش کشاورزی است. در حال حاضر حدود ۵۵ درصد نیاز آبی کشور از طریق منابع آب زیر زمینی تامین می‌شود و به‌طور میانگین سالانه بیش از پنج میلیارد مترمکعب از منابع آب زیرزمینی کشور اضافه برداشت انجام می‌شود (اندیشکده تدبیر آب ایران، ۱۳۹۱). به همین دلیل در سال‌های اخیر تعادل طبیعی منابع آب زیرزمینی به‌هم خورده، بیشتر آبخوان‌های کشور از جمله آبخوان الشتر با بیلان منفی، مواجه شده‌اند. عبور از چالش‌های آب مستلزم مدیریت بهینه منابع آب است (Gourbesville، ۲۰۰۸). مدل‌های ریاضی و رایانه‌ای پیشرفته به‌عنوان ابزارهایی کار آمد، با ظرفیت‌های قابل ملاحظه قادرند خدمات زیادی به مدیران برای تصمیم‌گیری‌های چند منظوره ارائه دهند (Tood، ۱۹۸۰). مدل MODFLOW قادر است، تاثیر چاه‌ها، رودخانه‌ها، زهکش‌ها، هدهای هیدرولیکی، تغذیه‌های جانبی و تبخیر و تعرق را بر آب زیرزمینی شبیه‌سازی نماید (Chiang و Kizelbach، ۱۹۹۸).

Matsukawa و همکاران (۱۹۹۲)، یک الگوی شبیه‌سازی- بهینه‌سازی به‌منظور برنامه راهبردی برای توسعه بهره‌برداری از حوزه آبخیز رودخانه ماد کالیفرنیا ارایه نمودند. حوزه آبخیز این رودخانه شامل یک حوضچه چند منظوره و یک آبخوان آزاد بود که با یکدیگر ارتباط هیدرولیکی دارند. Mahdavi و همکاران (۲۰۱۲)، با هدف مطالعه و بررسی تأثیر عملیات مدیریتی بر وضعیت آبخوان دشت بهار همدان تغییرات سطح ایستابی با استفاده از مدل PMWIN را ارزیابی نموده و به این نتیجه رسیدند که اعمال سناریوهای حذف چاه‌های غیرمجاز، تعییر الگوی کشت و تغییر شیوه آبیاری باعث جلوگیری از افت سطح آب زیرزمینی می‌شود. در این پژوهش به‌منظور ارایه الگوی بهینه بهره‌برداری از منابع آب دشت الشتر، به‌طور عمده از مدل‌های شبیه‌سازی PMWIN برای کمی کردن داده‌ها و مدل‌های استاندارد Lingo برای بهینه‌سازی مصرف آب استفاده شد. مدل MODFLOW از سری مدل‌های معروف آب زیرزمینی بوده که با شبیه‌سازی کامل جریان آب زیرزمینی، مدیریت بهینه منابع آب زیرزمینی دشت الشتر را فراهم می‌آورد.

استفاده از این مدل مبنای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب سایر پژوهشگران از جمله Fatehi Marj و Taie Semiromi (۲۰۱۳)، در دشت گربایگان فسا، Chitsazan و همکاران (۲۰۰۵) و (۲۰۰۱) در دشت رامهرمز و Nagheli و همکاران (۲۰۱۱)، در آبخوان نجف آباد بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir

در یک برنامه‌ریزی ریاضی تصمیم‌گیرنده مایل است، به‌منظور بیشینه یا کمینه کردن تابع هدف، متغیرهای تصمیم را انتخاب کند. عمل فوق با توجه به این امر انجام می‌شود که متغیرهای تصمیم، محدودیت‌های معینی را تامین نمایند (Zanjirani و همکاران، ۲۰۱۱). بیشتر مسایل عملی آن قدر مشکل هستند که در آن‌ها هدف شبه‌بهینه‌سازی در نظر گرفته می‌شود تا از این طریق تعادلی بین کیفیت جواب و هزینه جستجوی جواب برقرار شود (Omidvar، ۲۰۰۵). از آن‌جایی که تعداد محاسبات مسایل بهینه‌سازی ترکیبی بسیار زیاد است، بنابراین حذف شرط بهینگی یک ضرورت اقتصادی می‌باشد. در شبه بهینه‌سازی باید الگوریتم‌هایی ارایه کرد که حدود مناسب میزان محاسبات و نزدیکی به بهینگی را تضمین نموده و تعادلی بین آن‌ها برقرار نماید. این الگوریتم‌ها باید مجهز به عوامل قابل تنظیم باشند تا کاربر بتواند با تغییر آن عوامل تعادل مطلوب بین جواب به‌دست آمده و میزان محاسبات را برقرار نماید. برنامه‌ریزی خطی (LP) ابزاری مناسب برای حل مسائل بهینه‌سازی است. اساس یک مساله بهینه‌سازی عبارت از گزینش بهترین تصمیم در دسترس بر اساس معیارهای معمول گزینش می‌باشد. این معیارها بیشینه کردن یا کمینه نمودن تابع هدف است. در فرایند بهینه‌سازی اگر بیش از یک محدودیت موجود باشد، روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی بهترین و کامل‌ترین روش‌ها است (Sokhkian، ۲۰۰۹).

با توجه به این‌که قسمت عمده‌ای از آب مصرفی منطقه در بخش کشاورزی با راندمان پایین و الگوی کشت نامناسب صرف شده و بیشتر آب مورد نیاز کشاورزی از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود، این تحقیق با هدف مدیریت منابع آب، با استفاده از نتایج حاصل از شبیه‌سازی آبخوان و مدل برنامه ریزی خطی، به‌منظور بهره‌برداری بهینه از منابع آب زیرزمینی دشت الشتر انجام شده است. استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی منجر به دستیابی به الگوی کشت بهینه، افزایش سود حاصل از محصولات کشاورزی و کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی می‌شود.

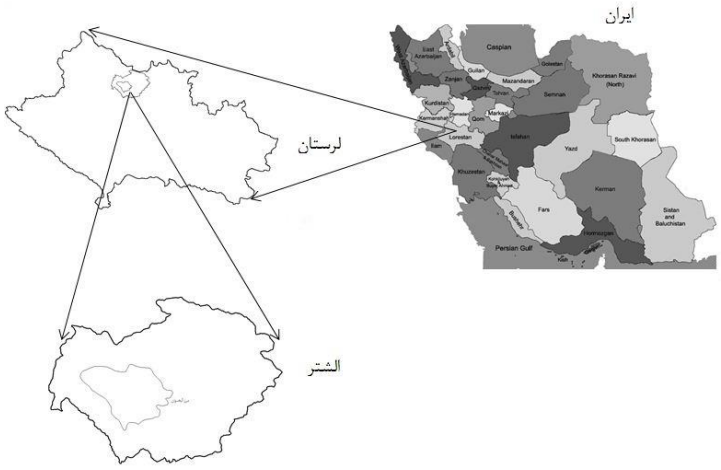
مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: حوزه آبخیز الشتر با مساحت ۷۹۵ کیلومتر مربع در ۶۰ کیلومتری شمال غربی شهر خرم‌آباد، واقع شده است. از نظر ژئومورفولوژیکی این حوضه به دو واحد کوه و دشت تقسیم می‌شود. آبخوان الشتر با مساحت ۱۱۰ کیلومتر مربع تقریبا ۱۴ درصد سطح این حوضه را به خود اختصاص داده است.

شکل ۱، موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز الشتر را نشان می‌دهد. دامنه تغییرات ارتفاعی آن حدود ۲۱۸۰ متر یعنی از ۱۴۵۰ متر در خروجی تا ۳۶۳۳ متر در بلندترین نقطه آن می‌باشد. ارتفاع متوسط دشت از سطح دریا ۱۵۸۰ متر و رشته کوه‌های مرتفع آهکی حد شمال و شمال شرقی آن را تشکیل می‌دهد. رسوبات آبرفتی دشت متشکل از شن، ماسه و قلوه‌سنگ می‌باشد که با لایه‌های رس به‌طور متناوب ضخامت آبرفت را تشکیل می‌دهند. سازندهای شناخته شده این دشت شامل رسوبات کرتاسه، سازند کشکان، کنگلومرای بختیاری و نهشته‌های آبرفتی می‌باشد. بارندگی متوسط سالانه محدوده ۵۵۴ میلی‌متر می‌باشد. رژیم بارندگی مدیترانه‌ای است و بیشترین بارش‌ها در فصل سرد سال و کمترین بارش‌ها در فصل گرم سال رخ می‌دهد. ۸۶ درصد بارندگی سالانه در ماه‌های آذر لغایت اردیبهشت ماه مشاهده شده است. رودخانه الشتر یک رودخانه دائمی است که از دامنه‌های جنوبی رشته ارتفاعات گرین که یکی ازکانون‌های آبگیری دائمی در لرستان می‌باشد، سرچشمه گرفته و تحت نام کهمان ابتدا به غرب جریان یافته و از میان دره تنگی عبور می‌کند. متوسط آبدهی سالانه این رودخانه در محل خروجی از محدوده ۲۶۱/۹ میلیون مترمکعب برآورد شده است (Zharfab، ۲۰۰۳).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز الشتر

روش پژوهش: استفاده توأم از شبیه‌سازی و بهینه‌سازی مفیدترین روش برای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب است. یکی دیگر از عمده‌ترین مسائل در زمینه مدیریت منابع آب، تخصیص بهینه آب می‌باشد، به‌طوری که منابع محدود به تقاضاهای وسیع به شکلی اختصاص داده شوند که منافع حاصل از آن بیشینه شود. به‌منظور ارائه الگوی بهینه در یک منطقه، باید توابع هدف، محدودیت‌های مسأله و سناریوهای مختلف بررسی و تعیین شوند. در بررسی الگوی بهینه مدیریتی ابتدا شبیه‌سازی آبخوان دشت الشتر اجرا شد، سپس سناریوهای بهینه‌سازی و مدیریت منابع آب شامل وضعیت کنونی، وضعیت بهینه و سند ملی (نیاز خالص آبی) از طریق برنامه‌ریزی خطی چند هدفی بررسی شد.

بعد از تعیین نوع آبخوان (آزاد)، داده‌های هدایت هیدرولیکی، تخلخل موثر، ضریب ذخیره، مقدار تغذیه صورت گرفته (طبیعی و مصنوعی)، تخلیه (بهره‌برداری از چاه‌ها، زهکش‌های طبیعی و مصنوعی) توپوگرافی سطح زمین و توپوگرافی کف آبخوان، تراز سطح ایستابی وارد مدل شد. سپس واسنجی مدل در حالت پایدار و ناپایدار انجام و مدل آبخوان الشتر اجرا شد.

به‌منظور بررسی صحت عملکرد مدل، یک سوم داده‌ها برای صحت‌سنجی در نظر گرفته شد. به‌طوری که انطباق مناسبی بین داده‌های مشاهداتی، یعنی از سال آبی ۸۶-۸۵ تا ۹۱-۹۰ با داده‌های محاسباتی مشاهده شد. سپس بیلان آب زیرزمینی دشت الشتر در وضعیت کنونی، از آذر ماه سال ۱۳۸۸ تا آبان ماه ۱۳۸۹ از مدل MODFLOW استخراج شد.

از آن‌جا که توابع هدف در این مطالعه از نوع خطی بوده، برنامه‌ریزی خطی چند هدفی به‌منظور حل مسأله بهینه‌سازی انتخاب شده است. مساله عمومی بهینه‌سازی چند هدفه با n متغیر تصمیم، m محدودیت و p هدف در روابط ذیل ارائه شده است. با استفاده از این روابط شکل عمومی مساله به‌منظور تابع بیشینه‌سازی سود در دشت الشتر به‌صورت رابطه (۱) نوشته می‌شود.

$$Max(Z_1) = \sum (A_{i1} - A_{i2}) X_i \qquad (۱)$$

که در آن، Z_1 درآمد خالص سالانه کل دشت (میلیون ریال بر سال)، A_{i1} درآمد ناخالص سالانه واحد سطح مربوط به هر محصول زراعی (میلیون ریال بر هکتار) که شامل گندم، جو، ذرت دانه‌ای، ذرت علوفه‌ای، یونجه، شبدر، چغندرقند، سیب‌زمینی، پیاز، خیار، گوجه، سویا، کلزا، انواع لوبیا، عدس، باقلا نخود و ماش است. A_{i2} هزینه تولید واحد سطح هر محصول زراعی (میلیون ریال بر هکتار) که با استفاده از متوسط هزینه تولید یک هکتار محصولات کشاورزی منطقه به تفکیک مراحل مختلف کشت محاسبه شده است و X_i مساحت مربوط به هر نوع محصول زراعی (هکتار) است. این رابطه را می‌توان به‌صورت رابطه ساده شده (۲) نمایش داد.

$$Max(Z_1) = \sum C_{Bi} X_i \qquad (۲)$$

که در آن، Z_1 درآمد خالص سالانه کل دشت الشتر (میلیون ریال بر سال)، C_{Bi} سوددهی مربوط به

Archive of SID

www.SID.ir

هر نوع کشت (میلیون ریال در هکتار در سال) و X_i مساحت مربوط به هر نوع کشت (هکتار) است.

رابطه (۳) کمینه‌سازی مصرف آب دشت را نشان می‌دهد.

$$Min(Z_2) = \sum_1^n (C_{wi} X_i) \quad (۳)$$

که در آن، Z_2 مصرف سالانه کل دشت (متر مکعب در سال)، C_{Wi} مربوط به مصرف آب iام هر یک از اراضی زراعی (متر مکعب در هکتار در سال) و X_j مساحت مربوط به اراضی زراعی اختصاص یافته به محصولات jام (هکتار) است. با توجه به شرایط موجود، روابط مسئله بهینه‌سازی برای وضعیت کنونی اراضی کشاورزی دشت الشتر به‌صورت روابط (۴) و (۵) تنظیم شد.

$$Max(Z_1) = 3.5X_1 + 4.5X_2 + 1.6X_3 + 7.1X_4 + 17.3X_5 + 18X_6 + 4.7X_7 + 3.8X_8 + 19.9X_9 + 6.3X_{10} + 9.9X_{11} + 7.5X_{12} + 1.4X_{13} + 7.8X_{14} + 4.3X_{15} + 5.3X_{16} + 4.9X_{17} \quad (۴)$$

$$Max(-Z_2) = -2.6X_1 - 2.9X_2 - 2.75X_3 - 6.95X_4 - 4.02X_5 - 5.96X_6 - 7.12X_7 - 3.58X_8 - 3X_9 - 6.6X_{10} - 5X_{11} - 1.73X_{12} - 6X_{13} - 4.64X_{14} - 6.52X_{15} - 7.57X_{16} - 6.81X_{17} \quad (۵)$$

از آن‌جایی که در دشت الشتر عوامل محدودکننده تولید، اراضی کشاورزی و آب قابل دسترس می‌باشند، عوامل مساحت زمین کشاورزی و میزان آب قابل تخصیص از منابع آب به‌عنوان محدودیت‌های مدل در نظر گرفته شد. بنابراین، قیود یا محدودیت‌های مدل بهینه‌سازی به‌صورت روابط زیر تعریف شد.

$$\sum_p^c A_i \le A_{total} \quad (۶)$$

که در آن، A_i سطح زیرکشت محصول iام (هکتار) و A_{total} کل سطح زمین موجود برای الگوی کشت می‌باشد (Farokhzadeh و همکاران، ۲۰۱۳). این قید در مدل بهینه‌سازی دشت الشتر به‌صورت رابطه (۷) اعمال می‌شود.

$$X_1 + X_2 + \ldots + X_n \le 9195; \quad X_1 \ge 0; X_2 \ge 0; \ldots X_n \ge 0; \quad (۷)$$

از سوی دیگر، مجموع کل آب تخصیص یافته به الگوی کشت از منابع آب زیرزمینی و سطحی، نباید از کل موجودی آب قابل تخصیص بیشتر شود.

$$\sum_{p=1}^c q_i \le q_s + q_g \quad (۸)$$

که در آن، q_i آب آبیاری مورد نیاز هر محصول با توجه به راندمان الگوی کشت، q_s میزان منابع آب سطحی در دسترس و q_g میزان منابع آب زیرزمینی در دسترس در وضعیت کنونی است. محدودیت مذکور به شکل رابطه (۹) در مدل بهینه‌سازی نوشته می‌شود.

$$A_{1*}X_1 + A_{2*}X_2 + \ldots + A_{n*}X_n \le 92220020; \quad (۹)$$

که در آن، A_1 تا A_n میزان نیاز ناخالص آب آبیاری در وضعیت کنونی می‌باشد.

قبل از حل مسئله بهینه‌سازی، جدول سیمپلکس خطی چند هدفی منطقه در شرایط کنونی ارائه شد. سپس، بهینه‌سازی الگوی کشت در وضع موجود و بر اساس سند ملی آب کشور (نیاز خالص آبی) اجرا شد. بر اساس بررسی‌های به‌عمل آمده از طریق تحلیل نقشه‌های موجود، مراجعه به محل، اخذ نظر کارشناسان امور کشاورزی و آب و خاک منطقه، علاوه بر محدودیت‌های ذکر شده، ۱۰ محدودیت دیگر که مربوط به محدودیت سطح زیر کشت محصولات زراعی منطقه می‌باشند، برای حل مسئله بهینه‌سازی در نظر گرفته شد (رابطه ۱۰).

$$X_1 \ge 3000;\ X_2 \ge 500;\ X_3 + X_4 \ge 100;\ X_5 + X_6 \le 1000;\ X_7 + X_8 + X_9 \ge 40;\ X_{10} \ge 70;\ X_{11} \le 30;\ X_{12} + X_{13} \ge 1500;\ X_{14} \ge 100;\ X_{15} + X_{16} + X_{17} \ge 1200; \quad (۱۰)$$

که در آن‌ها، X_1 گندم، X_2 جو، X_3 ذرت دانه‌ای، X_4 ذرت علوفه‌ای، X_5 یونجه، X_6 شبدر، X_7 چغندرقند، X_8 سیب‌زمینی، X_9 پیاز، X_{10} خیار، X_{11} گوجه، X_{12} سویا، X_{13} کلزا، X_{14} انواع لوبیا، X_{15} عدس، X_{16} باقلا، X_{17} نخود و ماش می‌باشند.

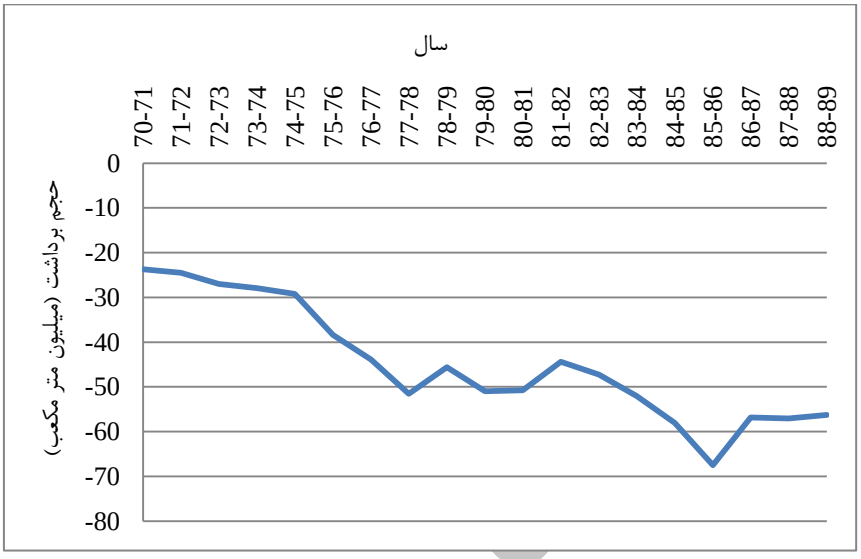
پس از انجام محاسبات مربوط به منابع آب، هزینه و درآمد در واحد سطح اراضی کشاورزی بر اساس نوع کشت، اقدام به محاسبات اقتصادی و نیز برآورد میزان هدر رفت آب در حالت قبل و بعد از بهینه‌سازی شد.

نتایج و بحث

در منطقه مورد مطالعه، از مجموع آب تخصیص یافته (۹۲/۲۲ میلیون مترمکعب) به بخش کشاورزی، حدود ۳۵ درصد از طریق آب زیرزمینی تأمین می‌شود (Zharfab، ۲۰۰۳). بر این اساس، ۵۹/۹۴ میلیون مترمکعب به آب‌های سطحی و ۳۲/۲۸ میلیون مترمکعب به آب زیرزمینی اختصاص می‌یابد. نتایج

Archive of SID
www.SID.ir

حاصل از خروجی‌های مدل Modflow نشان داد، طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۹روند بهره‌برداری از آبخوان دشت الشتر به شدت افزایش یافته است، به‌طوری که از مقدار ۲۳/۷۳ میلیون مترمکعب در سال ۷۱-۷۰ به ۵۶/۳۱ میلیون مترمکعب در سال ۸۹-۸۸ رسیده است. همچنین، میزان آب برداشت شده از سال ۷۶-۷۵ تا انتهای این دوره آماری بیش از آب زیرزمینی تخصیص یافته به بخش کشاورزی می‌باشد (شکل ۲). مسلماً در صورت وقوع و تداوم خشکسالی، جریان آب‌های سطحی کاهش یافته و به تبع آن روند بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی بیش از شرایط کنونی افزایش خواهد یافت.



شکل ۲- تغییرات حجم برداشت سالانه آبخوان دشت الشتر از ۱۳۷۰تا ۱۳۸۹

چنان‌چه از طریق حل مسائل بهینه‌سازی، الگویی مناسب برای بهره‌برداری از منابع آب ارائه شود، علاوه بر افزایش سود حاصل از محصولات کشاورزی، میزان برداشت آب‌های سطحی و زیرزمینی به کمینه رسیده و مانع بروز تنش خشکی و بحران آب در منطقه می‌شود.

به‌منظور تعیین ضرایب معادلات بهینه‌سازی، آمار و اطلاعات کشاورزی دشت الشتر جمع‌آوری و محاسبات مربوط به کشت‌های مختلف، بر اساس نوع محصول و میزان عملکرد هر یک از آن‌ها انجام شد. سپس سطح زیرکشت، میزان آب مصرفی، هدر رفت آب، میزان درآمد، هزینه و سود خالص هر یک از محصولات، در شرایط مختلف محاسبه و در جدول‌های ۱ و ۲ خلاصه شد.

نتایج حاصل از بهینه‌سازی نشان داد، سطح برخی از کشت‌ها به کلی حذف شده و یا با درصدهای مختلف کم و یا زیاد می‌شوند. تغییرات سطح زیر کشت محصولات غده‌ای و محصولات مصرف‌کننده آب مثل خیار، گوجه و کلزا نسبت به سایر محصولات بیشتر است. محصولات استراتژیک، مثل گندم و نباتات علوفه‌ای دارای تغییرات کمتری هستند. سطوح به‌دست آمده در الگوی کشت، با توجه به محدودیت‌ها و نیاز مردم به سایر محصولات که برگرفته از شرایط واقعی منطقه می‌باشد، تعیین شده است (شکل ۶).

Mahdavi و همکاران (۲۰۱۲)، Nikkami و همکاران (۲۰۱۲)، Barikani و همکاران (۲۰۱۲)، Bagherian و همکاران (۲۰۱۰)، نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. در تحقیقات انجام شده به‌وسیله Nikkami و همکاران (۲۰۱۲)، بهینه‌سازی کاربری اراضی باعث کاهش ۳/۵ درصدی سطح اراضی باغی و کاهش ۱۰۰ درصدی سطح اراضی دیم شده است. تحقیقات Farokhzadeh و همکاران (۲۰۱۳)، در دشت کبودر آهنگ نشان داد، با افزایش ۵۰ درصدی سطح زیرکشت سیب‌زمینی با کلزا، علاوه بر کاهش میزان آب مصرفی، میزان سود حاصله نیز افزایش یافته است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میزان مصرف آب در هر نوع محصول زراعی در وضعیت کنونی و نیاز خالص آب (الگوی کشت)

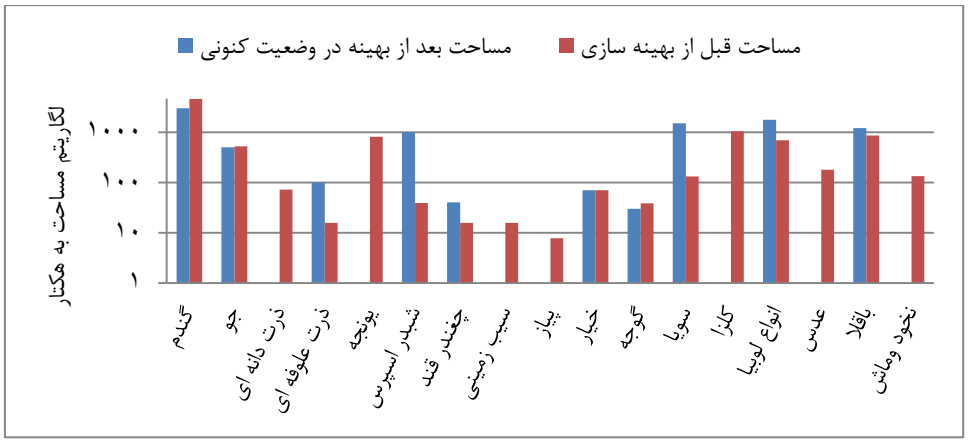
نوع محصول	مساحت (هکتار)	آب مصرفی در وضعت کنونی (هزار مترمکعب در هکتار)	آب مصرفی بر اساس الگوی کشت (هزار مترمکعب در هکتار)	هدر رفت آب در وضع کنونی (هزار مترمکعب در هکتار)	هدر رفت آب در وضع کنونی (درصد در هکتار)	هدر رفت آب در سطح هر نوع محصول زراعی (هزار مترمکعب در سال)
گندم	۴۵۶۳/۶	۵/۵	۲/۸۲	۲/۶۸	۴۹	۱۲۲۳۰
جو	۵۱۹/۹	۵	۲/۱	۲/۹	۵۸	۱۵۰۸
ذرت دانه‌ای	۷۲/۶	۸	۵/۲۵	۲/۷۵	۳۴	۲۰۰
ذرت علوفه‌ای	۱۵/۷	۱۲	۵/۰۵	۶/۹۵	۵۸	۱۰۹
یونجه	۸۱۴/۲	۱۲	۷/۹۸	۴/۰۲	۳۴	۳۲۷۳
شبدر	۳۹/۲	۱۲	۶/۰۴	۵/۹۶	۵۰	۲۳۴
چغندرقند	۱۵/۷	۱۴	۶/۸۸	۷/۱۲	۵۱	۱۱۲
سیب‌زمینی	۱۵/۷	۱۰	۶/۴۲	۳/۵۸	۳۶	۵۶
پیاز	۷/۸	۱۲	۹	۳	۲۵	۲۴
خیار	۷۰/۶	۱۲	۵/۴	۶/۶	۵۵	۴۶۶
گوجه	۳۸/۲	۱۲	۷	۵	۴۲	۱۹۱
سویا	۱۳۲/۴	۸	۶/۲۷	۱/۷۳	۲۲	۲۲۹
کلزا	۱۰۳۵	۸	۲	۶	۷۵	۶۲۱۰
انواع لوبیا	۶۸۶/۷	۱۰	۵/۳۶	۴/۶۴	۴۶	۳۱۸۶
عدس	۱۸۰/۵	۱۰	۳/۴۸	۶/۵۲	۶۵	۱۱۷۷
باقلا	۸۵۳/۵	۱۰	۲/۴۳	۷/۵۷	۷۶	۶۴۶۱
نخود و ماش	۱۳۳/۴	۱۰	۳/۱۹	۶/۸۱	۶۸	۹۰۹
جمع کل	۹۱۹۵					۳۶۵۷۵

جدول ۲- ضرایب مسئله بهینه‌سازی دشت الشتردر وضعیت کنونی

نوع محصول	مساحت (هکتار)	درآمد سالانه در هکتار ($۱۰^۶$ ریال)	هزینه سالانه تولید در هکتار ($۱۰^۶$ ریال)	سود خالص سالانه در هکتار ($۱۰^۶$ ریال)
گندم	۴۵۶۳/۶	۷/۸	۴/۳	۳/۵
جو	۵۱۹/۹	۷/۲۸	۲/۷	۴/۵
ذرت دانه‌ای	۷۲/۶	۱۳/۸	۱۲/۲	۱/۶
ذرت علوفه‌ای	۱۵/۷	۱۹/۲۵	۱۲/۲	۷/۱
یونجه	۸۱۴/۲	۲۷/۴۸	۱۰/۲	۱۷/۳
شبدر	۳۹/۲	۳۳	۱۵	۱۸
چغندرقند	۱۵/۷	۲۲/۵	۱۷/۸	۴/۷
سیب‌زمینی	۱۵/۷	۲۰/۲۵	۱۶/۵	۳/۸
پیاز	۷/۸	۱۳/۵	۳۳/۴	-۱۹/۹
خیار	۷۰/۶	۴۱/۲۵	۳۵	۶/۳
گوجه	۳۸/۲	۳۳	۲۳/۱	۹/۹
سویا	۱۳۲/۴	۸/۰۲۵	۰/۵	۷/۵
کلزا	۱۰۳۵	۷/۴۴	۶	۱/۴
انواع لوبیا	۶۸۶/۷	۸/۸۳۵	۱	۷/۸
عدس	۱۸۰/۵	۹/۷۲	۵/۴	۴/۳
باقلا	۸۵۳/۵	۲۰/۲۹۵	۱۵	۵/۳
نخود وماش	۱۳۳/۴	۱۰/۶۹۲	۵/۸	۴/۹

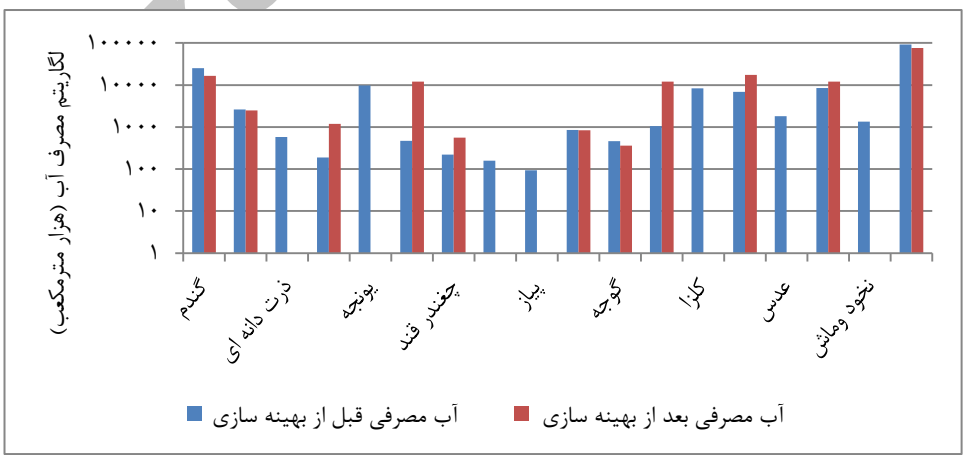
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶- تغییرات سطح اراضی زیرکشت محصولات مختلف قبل و بعد از بهینه‌سازی

Nikkami و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقات خود در حوزه آبخیز ابوالعباس دریافتند که کاربری‌های فعلی منطقه در صورت بهینه‌سازی مسئله تغییر می‌یابند، به‌طوری که سطح اراضی کشت آبی و دیم نسبت به سایر کاربری‌ها به‌ترتیب ۷۰ درصد و ۶۴/۹۹ درصد کاهش یافته است. Bagherian و همکاران (۲۰۱۰)، در حل مسئله بهینه‌سازی سطح زیرکشت ۱۲ محصول زراعی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی، مشاهده کردند که در حالت بهینه فقط محصولات گندم و خیار در الگوی کشت وارد می‌شوند، ولی با توجه به محدودیت فروش و نیاز منطقه به محصولات دیگر، امکان اجرای این گزینه وجود نداشته و توصیه کردند که تصمیم‌گیری‌ها با توجه به شرایط واقعی منطقه صورت گیرد. بررسی نتایج نشان داد که میزان برداشت و مصرف آب در قبل و بعد از بهینه‌سازی متفاوت است (شکل ۷). میزان مصرف آب قبل از بهینه‌سازی، ۹۲۲۲۰ هزار متر مکعب در سال بود که پس از حل مسئله بهینه‌سازی به ۷۵۵۱۰ هزار متر مکعب در سال تقلیل یافت. به‌عبارت دیگر میزان برداشت از منابع آب ۱۸/۱ درصد کاهش یافت. در مطالعه Farokhzadeh و همکاران (۲۰۱۳)، چنین نتیجه شد که میزان مصرف آب در وضعیت موجود قبل و بعد از بهینه‌سازی از ۲۲۷ به ۲۲۹ میلیون متر مکعب رسیده است. به بیان دیگر میزان مصرف آب حدود ۰/۹ درصد بعد از بهینه‌سازی در وضعیت موجود افزایش یافته است. آن‌ها دلیل این امر را افزایش سطح زیرکشت به‌منظور بالا بردن میزان سود خالص دانستند.



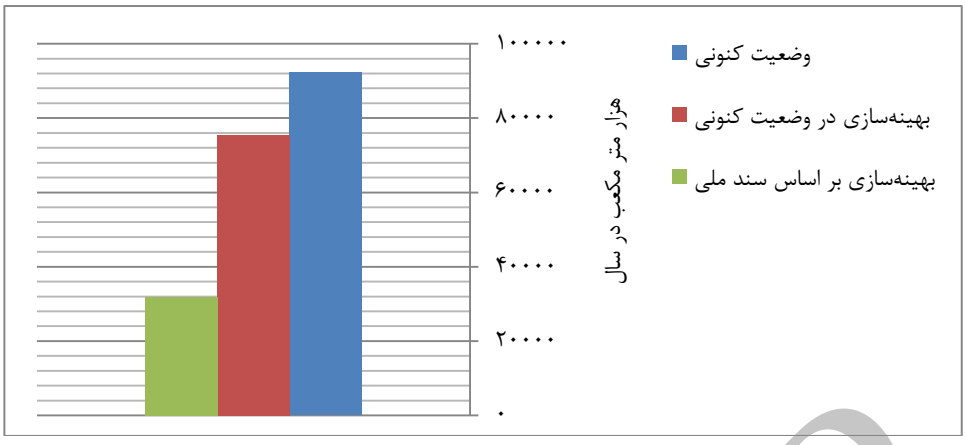
شکل ۷- تغییرات میزان مصرف آب درکشت محصولات مختلف قبل و بعد از بهینه‌سازی در وضعیت فعلی

در گزینه سند ملی آب کشور، میزان مصرف سالانه آب، طبق الگوی حاصل از خروجی مدل بهینه‌سازی، برابر ۳۱۷۹۴ هزار مترمکعب می‌باشد که نسبت به مقدار ۹۲۲۲۰ هزار مترمکعب، مصرف سالانه

Archive of SID

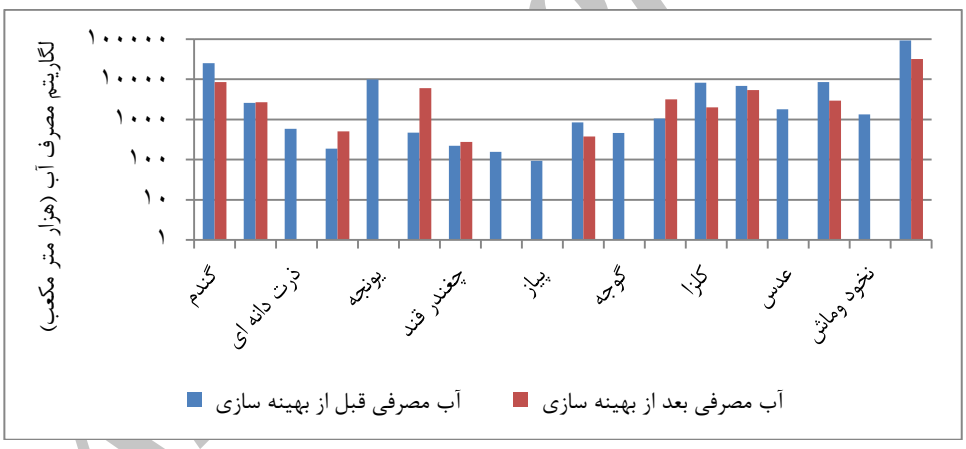
www.SID.ir

الگوی کشت در وضعیت موجود، ۶۵/۵ درصد کاهش نشان می‌دهد (شکل ۸).



شکل ۸- مقایسه میزان مصرف کل آب درشرایط مختلف بر اساس خروجی‌های مدل بهینه‌سازی

نتیجه تحقیقات Farokhzadeh و همکاران (۲۰۱۳)، با این بخش همخوانی دارد، به‌طوری که میزان آب مصرفی الگوی کشت در سناریوی راندمان آبیاری نسبت به وضع موجود بیش از ۴۰ میلیون مترمکعب در سال کاهش یافت. شکل ۹، میزان مصرف آب کشاورزی بر اساس گزینه سند ملی آب کشور و نیاز آبی خالص محصولات الگوی کشت، بر اساس خروجی‌های مدل بهینه‌سازی را نشان می‌دهد.



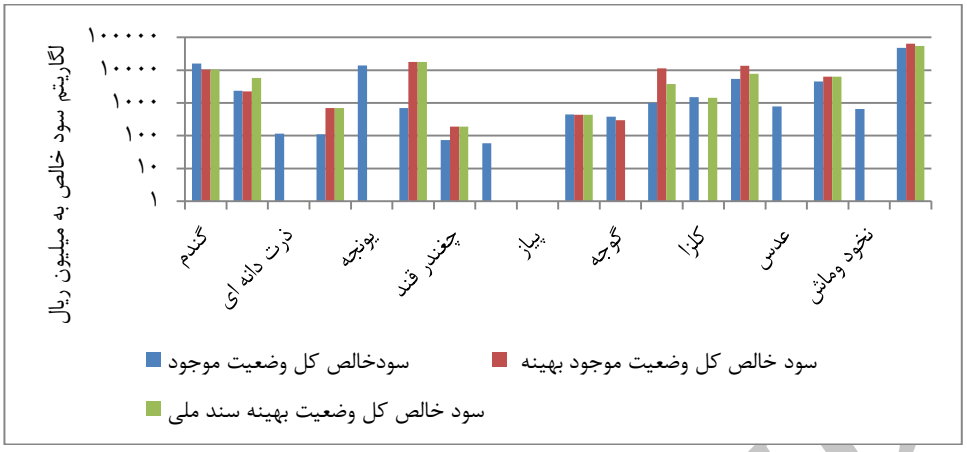
شکل ۹- تغییرات میزان مصرف آب بر اساس گزینه سند ملی آب کشور و نیاز آبی خالص محصولات الگوی کشت

نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که در صورت بهینه‌سازی استفاده از اراضی، میزان سوددهی کل محدوده مطالعاتی افزایش خواهد یافت. میزان سوددهی کل محصولات زراعی در قبل از بهینه‌سازی برابر ۴۷۷۹۸ میلیون ریال و پس از بهینه‌سازی برابر با ۶۳۶۸۹ میلیون ریال می‌باشد. به‌عبارت دیگر میزان سوددهی کل در صورت بهینه‌سازی استفاده از اراضی ۳۳/۲۵ افزایش می‌یابد. سود ناشی از بهینه‌سازی مصرف آب بر اساس سند ملی آب کشور با ۱۵ درصد افزایش برابر با ۵۴۹۹۸ میلیون ریال است که در مقایسه با الگوی بهینه کشت در وضعیت موجود مقدار کمتری را نشان می‌دهد (شکل‌های ۱۰ و ۱۱).

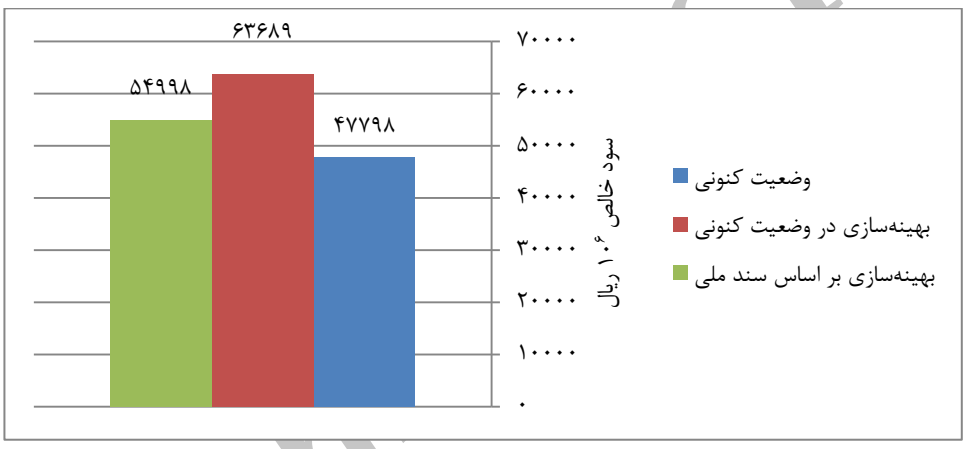
گرچه در شرایط الگوی بهینه کشت در وضعیت موجود، سود خالص کل بیشتر است، اما متوسط وزنی هدر رفت آب در این شرایط حدود ۴۱ مترمکعب در هکتار بوده، در صورتی که در گزینه بهینه‌سازی بر اساس سند ملی آب کشور، میزان هدر رفت آب در هکتار نزدیک صفر برآورد شد. در چنین شرایطی تصمیم‌گیری به عهده مدیران اجرایی است، تا با در

Archive of SID
www.SID.ir

نظر گرفتن سایر عوامل مدیریتی یکی از دو گزینه سود بالا-مصرف آب بالا یا سود کمتر با کمینه مصرف و هدر رفت آب را انتخاب نمایند (شکل ۱۲).



شکل ۱۰- تغییرات میزان سوددهی سالانه استفاده از اراضی زراعی مختلف در شرایط قبل و بعد از بهینه‌سازی

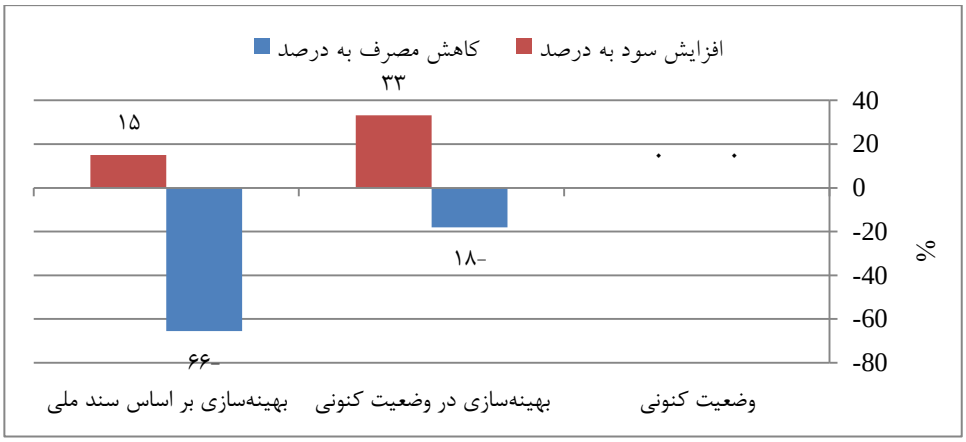


شکل ۱۱- مقایسه سود خالص کل در شرایط مختلف بر اساس خروجی‌های مدل بهینه‌سازی

نتایج حاصل از این پژوهش با تحقیقات Farokhzadeh و همکاران، ۲۰۱۴)، (Nikkami و همکاران، ۲۰۱۲)، (Bagherian و همکاران، ۲۰۱۰)، همخوانی دارد. در تحقیق Farokhzadeh و همکاران (۲۰۱۳) چنین گزارش شده است که در گزینه تغییر شیوه آبیاری و افزایش راندمان، علاوه بر کاهش آب تخصیص یافته به الگوی کشت، میزان سود بیشتری نسبت به گزینه بهینه‌سازی الگوی کشت در وضع موجود به‌دست می‌دهد. Nikkami و همکاران (۲۰۱۲)، نیز با کاربرد مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفی، دریافتند که میزان سوددهی کل حوضه ابوالعباس در قبل از بهینه‌سازی ۱۲۷۶۰۱/۰۲ میلیون ریال بوده و بعد از بهینه‌سازی کاربری اراضی با ۳۶/۷۹ درصد افزایش به ۲۰۱۸۹۱/۲۹ میلیون ریال رسیده است. Bagherian و همکاران (۲۰۱۰)، در تحقیقات خود در منطق کازرون به این نتیجه رسیدند که اختلاف سود در اجرای دو حالت کنونی و بهینه ۴۱۰۱۵۶۱ ریال بوده است که بر اساس آن ۱۱/۵ درصد افزایش سود ملاحظه می‌شود. نتایج تحقیقات Fatehi و Zibaei (۲۰۱۰)، در مطالعه موردی دشت فیروزآباد نشان داد که با استفاده از برنامه‌ریزی خطی چندهدفه می‌توان سود زارعین و برداشت آب سفره‌های زیرزمینی را به‌طور همزمان بهینه نمود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۲- مقایسه مقادیر سود خالص کل و میزان مصرف کل آب در شرایط مختلف بر اساس خروجی‌های مدل بهینه‌سازی

یکی دیگر از جنبه‌های مهم این پژوهش مقایسه همزمان شرایط فعلی منطقه با وضعیت بهینه و دیگر سناریوهای مدیریتی، به‌خصوص مدیریت منابع آب می‌باشد. این تحقیق نشان می‌دهد تنها با تغییر سطح اراضی و بدون نیاز به تغییر در نوع کشت، می‌توان شرایط بهینه را در منطقه ایجاد نمود. به هر حال نتایج حاصل از این مقاله، بر اساس انتخاب گزینه‌های محتمل است. سایر گزینه‌ها با توجه به شرایط پیش‌رو، ابزار و امکانات موجود قابل تعریف و بررسی بوده و الگوی بهینه مدیریتی و بهره‌برداری از دشت می‌تواند بر مبنای آن‌ها ارائه شود.

در این پژوهش استفاده توأم از تکنیک‌های شبیه‌سازی و بهینه‌سازی، نه تنها منجر به تغییر الگوی کشت منطقه با صرف کمترین هزینه می‌شود، بلکه ضمن پیش‌بینی شرایط آتی آبخوان، می‌توان الگوی بهینه مدیریت منابع آب را نیز ارائه نمود. ملاحظه شد که با توجه به نتایج مدل بهینه‌سازی، مقدار برداشت از منابع آب زیرزمینی به نحو چشم‌گیری کاهش می‌یابد. این در حالی است که سود حاصل از محصولات نیز افزایش خواهد یافت. اشاره به این نکته ضروری است که مدل‌های بهینه‌سازی تحت تأثیر قیدهای محدودکننده بوده که با توجه به شرایط حاکم بر منطقه تعریف می‌شوند. به‌عبارتی این امکان وجود دارد که با تغییر ضرایب مدل بهینه‌سازی ممکن است، به نتایج خیلی بهتری دست یافت.

منابع مورد استفاده

1. Bagherian, S., I. Saleh and Gh. Peykani. 2010. Farming optimization and derivation of normative demand function of water, case study: Kazeroun region. 6th Congress on Agricultural Economic, 1-13 (in Persian).
2. Barikani, E., M. Ahmadian, S. Khalilian and A. Chizari. 2012. Conjunctive use of surface and ground water resources for determining optimal cropping pattern in Qazvin plain. Journal of Agricultural Economic and Development, 77: 1-29 (in Persian).
3. Chitsazan, M., S. Mousavi, S. Mirzaei and S. Rastegarzadeh. 2001. Qualitative and quantitative management in ramhormoz aquifer by means of MODFLOW and MD3DMS models. Journal of Advanced Applied Geology, 5: 1-8.
4. Chitsazan, M., M. Saatsaz. 2005. The use of mathematical MODFLOW model for evaluation of water resources management options in Ramhormoz Plain. Shahid Chamran University Journal of Science, 14: 1-15 (in Persian).
5. Commission, W.W. (2000). A water secure world: vision for Marseille. World Water Council.
6. Farokhzadeh, B., B. Ataeian, O. Bazrafshan and M. Souri. 2013. Planning and management of water resources in agriculture through the optimization of crop pattern: a case study of the Kabodarahang plain. 12th National Conference on Irrigation and Reduce Evaporation. Kerman: Shahid Bahonar University, 8 Pages (in Persian).
7. Fatehi, F. and M. Zibaei. 2010. Effective factors in exploitation management of groundwater using multi-objective programming model: a case study of the Firozabad plain. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, Soil Sciences, 53: 155-164 (in Persian).

Archive of SID
www.SID.ir

8. Fatehi Marj, A. and M. Taie Semiromi. 2013. Forecasting groundwater table and water budget under different drought scenarios using MODFLOW model, case study: Garbaygan Plain, Fars Province, Iran. Journal of Water Sciences Research, 5(1): 41-54.
9. Gourbesville, P. 2008. Challenges for integrated water resources management. Physics and Chemistry of the Earth, 33(5): 284-289.
10. Mahdavi, M., B. Farokhzadeh, A. Salajeghe, A. Malekian and M. Souri. 2012. Simulation of Hamedan- Bahar aquifer and investigation of management scenarios by using PMWIN. Journal of Pajouhesh and Sazandegi, 98: 108-116 (in Persian).
11. Matsukawa, J., A.B. Finney and R. Willis. 1992. Conjunctive use planning in Mad River basin, California. Journal of Water Resources Planning and Management, 118(2) :115-131.
12. Nagheli, S., N. Samani and M. Pasandi. 2011. Evaluation the balance and sustainable development of the aquifer Najaf Abad. Proceedings of the 30th Congress on Earth Sciences. Thehran, 8 pages (in Persian).
13. Nikkami, D., A. Ghafouri, M. Mahdian, R. Bayat, H. Chamheidar and A. Arsham. 2012. Optimizing the management of soil erosion and sediment yield in one of the Roodzard representative sub-basins. Final report of research project, Tehran. 136 Pages (in Persian).
14. Omidvar, M. 2005. Study of optimization theory and optimization common issues and approaches to solving them. Tehran, (http://www.mgtsolution.com/olib/460420738.aspx).
15. Peters, E., P.J.J.F. Torfs, H.A.J. Van Lanen and G. Bier. 2003. Propagation of drought through groundwater, a new approach using linear reservoir theory. Journal of Hydrologycal Processes, 17(15): 3023-3040.
16. Shakiba, A., B. Mirbagheri and A. Kheiri. 2010. Drought and its impact on groundwater resources in the east Kermanshah province. Journal of Geographical Society of Iran, 8(25): 105-124 (in Persian).
17. Silva, V.P.R. 2003. On climate variability in north-east Brazi. Journal of Arid Environment, 54(2): 256-367.
18. Sokhkian, M. 2009. Planning and decision analysis in management (operations research). Shiraz, Rahbord.
19. Tallaksen, L.M. and H.A.J. Van Lanen. 2004. Hydrological drought: processes and estimation methods for streamflow and groundwater. Elsevier, 579 pages.
20. Tood, D.K. 1980. Groundwater hydrology. California, Berkeley, 535 pages.
21. Van Lanen, H.A.J. and E. Peters. 2000. Definition, effects and assessment of groundwater droughts. Drought and Drought Mitigation in Europe, 49-61.
22. W. Chiang and W. Kizelbach. 1998. Processing Modflow. Hamburg, Geological Survey of Hamburg, 334 pages.
23. Zanjirani, R., N. Asgari and M. Modarres-e-Yazdi, 2011. Introduction to mathematical programing applications and algorithms. Tehran, Termeh, 797 Pages.
24. Zharfab, C. 2003. Semi-detailed study of groundwater resources. Khorramabad: Regional Water Organization of West (in Persion).

Archive of SID

www.SID.ir

Optimal management pattern for water resources utilization, case study: Alashtar Plain

Gholamreza Chamanpira[*1], Gholamreza Zehtabian[2], Hassan Ahmadi[3] and Arash Malekian[4]
[1] Ph.D Student, Sciences and Researches Unit, Islamic Azad University, Iran, [2] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran, [3] Professor, Sciences and Researches Unit, Islamic Azad University, Iran and [4] Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran

Received: 24 December 2014 Accepted: 31 May 2015

Abstract

Utilization of water resources, using a combination of simulation and optimization, are a useful and powerful set for specifying decision-making and management strategies. In this regard, MODFLOW mathematical model, as an efficient and cost-effective tool to evaluate different management options was used. After providing a conceptual model of the aquifer, requirement data were defined in different versions of the V. MODFLOW (V. 5.33) software. Then, the model was calibrated by the manual method that has higher accuracy than software techniques and validation operations were also carried out. In the simulation process, with the goal of water resource management, the results of modeling and calibration model were used to optimize the groundwater table level. In this study, a linear programming model was used for optimizing the management. Lingo software was used to implement this model and achieve the optimal management. The information needed to solve the problem, was based on the output of a simulation model and optimization options. Due to linearity of objective function, a multi-objective linear programming model was selected to solve the problem. General multi-objective optimization problem with *n* decision variables, *m* constraints and *p* objectives is presented in optimizing relationships. The objectives of the optimization problem were maximizing the profits of agricultural products and minimizing the use of aquifer water. Results indicated that the amount of yield and water use were different before and after optimization. . The amount of annual water consumption before optimization was 92.22 million m^3 while after optimization was 75.51 million m^3. In other words, the rate of water consumption was reduced by 18 prevent. Results also showed that annual water consumption in agriculture was 31.79 million m^3 that shows 65.5 percent reduction compared to the present situation. The amount of benefits before optimization was 47, 798 million Rials, while after optimization it was 63,689 million Rials. In other words, the amount of total profit increased by 33.25 percent. Based on the scenario of a national document (pure water requirement), total profits increased by 15 percent.

Key words: Linear programing, MODFLOW, Optimization, Simulation, Water resources management

[*] Corresponding author: chamanpira2000@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir