تخصیص بهینه آب در شبکه آبیاری و زهکشی صوفی چای در استان آذربایجان شرقی با استفاده از الگوریتم ژنتیک

حامد کیافر[1]، سید علی اشرف صدرالدینی[2]، امیرحسین ناظمی[3]، هادی ثانی خانی[4*]

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۲۸

چکیده

با توجه به رشد روزافزون مصرف آب، تخصیص بهینه منابع آب نیاز به توجه بیشتری دارد. در کشور ایران به‌علت کمبود بارندگی در اکثر حوزه‌های آبریز و محدود بودن منابع آب، برنامه‌ریزی به‌منظور شناخت امکانات و محدودیت‌های منابع آب با هدف بهره‌برداری بهینه بسیار ضروری و اجتناب ناپذیر می‌باشد. استفاده از روش‌های هوشمند تکاملی برای بهینه سازی تخصیص آب در دهه های اخیر بیشتر مورد توجه محققین قرار گرفته است. الگوریتم ژنتیک یکی از روش‌های جدید بهینه‌سازی است که بیشتر برای بهینه‌سازی مسایل بسیار پیچیده و غیرخطی به کار می‌رود. در این تحقیق، محدوده مطالعاتی سد علویان و شبکه آبیاری و زهکشی صوفی‌چای در پایین‌دست آن درنظر گرفته‌شد. اراضی کشاورزی این محدوده شامل چهار منطقه با وسعت‌های متفاوت است. نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که اختلاف مقدار آب تخصیص یافته واقعی و مقدار بهینه در مناطق مختلف به‌طور متوسط برابر ۲/۱ میلیون مترمکعب است. همچنین میانگین سطح کل زیرکشت حاصل از مقادیر واقعی سه درصد بیشتر از سطح کشت حاصل از مقادیر پیش‌بینی منابع‌آب است. برمبنای سطح زیرکشت بهینه، مقدار سود حاصله از فروش محصولات در منطقه نوسان داشته و روند خاصی را نشان نمی‌دهد.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم ژنتیک، بهینه‌سازی، تخصیص بهینه، سد علویان، صوفی‌چای.

Archive of SID

1 دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲ و ۳ به ترتیب دانشیار و استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۴(hsanikhani12@gmail.com)دانشجوی دکتری مهندسی آب، عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز (نویسنده مسئول)

www.SID.ir

مقدمه

یکی از عوامل اصلی توسعه اقتصادی و اجتماعی هر کشوری، ذخایر و پتانسل‌های آبی می‌باشد. شناخت همه‌جانبه و جامع منابع آب پیش‌نیاز بهره‌برداری بهینه و پایدار از این منابع محسوب می‌شود. در کشور ایران به علت کمبود بارندگی در اکثر حوزه‌های آبریز و محدود بودن منابع آب، برنامه‌ریزی مدون به‌منظور شناخت امکانات و محدودیت‌های منابع آب با هدف بهره‌برداری بهینه بسیار ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

تخصیص آب عبارت از میزان آبی است که در هر یک از محدوده‌های مطالعاتی و حوزه‌های آبریز و همچنین آب‌های ورودی به کشور از منابع عمومی آب با توجه به توانایی‌ها و امکانات منابع آب هر یک از آن‌ها و با لحاظ حقوق مصرف کنندگان قبلی، برای مصارف مختلف به‌وسیله وزارت نیرو مشخص و به شرکت‌ها ابلاغ می‌شود تا پروانه‌های بهره‌برداری برای متقاضیان مصارف مختلف صادر شود. تعیین میزان آب قابل تخصیص از منابع آب سطحی و زیرزمینی به نیازها و مصارف گوناگون در حوزه های آبریز براساس اولویت و با توجه به محدودیت های کیفی و امکان جابجایی تخصیص از یک مصرف به مصارف دیگر صورت می پذیرد (کارآموز و همکاران، ۲۰۰۳).

بهینه‌سازی در مفهوم کلی، به معنای رسیدن به هدف مطلوب براساس محدودیت‌ها و قیدهای درنظر گرفته‌شده برای آن است. الگوریتم ژنتیک یکی از روش‌های جدید بهینه‌سازی است که بیشتر برای بهینه‌سازی مسایل بسیار پیچیده و غیرخطی به کار می‌رود. اساس این روش بر مبنای فرآیند تکامل است. به عبارت دیگر، این روش با تولید نسل‌های (مجموعه جواب‌ها) متعدد از جواب‌های امکان‌پذیر، سعی می‌کند به سوی جواب بهینه عمومی حرکت کند.

در علم بیولوژی تولید نسل با استفاده از یک سری کروموزوم صورت می‌گیرد که به‌صورت رشته کدگذاری می‌شوند و هر کروموزوم نیز از یک سری ژن تشکیل می‌شود که نشان دهنده خصوصیات ژنتیکی آن موجود است. در الگوریتم ژنتیک، یک جمعیت اولیه از جواب‌ها به طور تصادفی انتخاب می‌شوند. ارزیابی هر یک از کروموزوم‌ها براساس تابع هدف و محدودیت‌ها انجام می‌گیرد. از جامعه تولید شده اولیه تعدادی از کروموزوم‌های برتر (جواب‌های بهتر) که مقدار تابع هدف (تابع برازش) آنها در مسایل حداکثرسازی، بیشتر و در مسایل حداقل‌سازی، کمتر است، به عنوان کروموزوم‌های والد برای تولید نسل بعد انتخاب می‌شوند. سپس، این کروموزوم‌ها به صورت تصادفی در دسته‌های دوتایی قرار گرفته و نسل بعد را تولید می‌کنند.

در فرآیند بهینه سازی الگوریتم ژنتیک از عملگرهای مختلفی استفاده می‌شود که شامل عملگرهای انتخاب، تزویج و جهش می‌باشند. انتخاب کروموزوم‌های والد به وسیله عملگر انتخاب، به چندین روش ازجمله روش چرخ‌گردان و مسابقه و یکنواخت احتمالی انجام می‌شود. در فرآیند تولیدمثل، بخش‌هایی از اطلاعات ژنتیکی دو کروموزوم با هم معاوضه می‌شوند. این عملیات از طریق عملگر ریاضی تزویج انجام می‌شود. این عملگر عموما بخش‌هایی از کروموزوم‌های والد را به صورت تصادفی انتخاب و با هم جابجا می‌کند. انجام عمل تزویج به صورت احتمالی بوده و مقدار احتمال آن معمولا بیش از ۰/۷ است. برای جلوگیری از هم‌گرایی جواب‌های مدل بهینه‌سازی به نقاط بهینه موضعی، به‌وسیله عملگر جهش مقادیر برخی از ژن‌های کروموزوم‌های حاصل از فرآیند تزویج به‌صورت تصادفی تخمین زده می‌شود که این‌کار با عملگر جهش صورت می گیرد و مقدار احتمال جهش معمولا کمتر از ۰/۱ می‌باشد (کارآموز و همکاران، ۱۳۸۵).

محققین مختلفی بهینه سازی تخصیص آب را با روش های متفاوت در مناطق گوناگون مورد بررسی قرار داده اند. قهرمان (۱۳۷۹) از برنامه‌ریزی قطعی ـ استوکاستیکی مخزن سد یک منظوره برای تخصیص بهینه آب آبیاری برای گیاهان زراعی ناحیه ارداک استفاده کرد. بخشی از کار انجام شده، ارائه یک مدل ساده غیرخطی برای توزیع و تخصیص آب و بخش دیگر شامل ارائه یک الگوریتم شبیه‌سازی غیرخطی برای به کمینه درآوردن تاثیر اقتصادی تنش آبی بر الگوی کشت منطقه بود.

طی تحقیقی، کارآموز و کراچیان (۱۳۸۳) بهره‌برداری بهینه کمی و کیفی از مخازن سدها را با استفاده‌از مدل الگوریتم ژنتیک غیر قطعی برای مخزن سد ۱۵ خرداد توسعه دادند. مدل بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک غیرقطعی پیشنهادی، توانست عدم قطعیت مربوط به جریان ورودی به مخزن را در تدوین سیاست‌های بهره‌برداری در نظر بگیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

راجو و کومار (۲۰۰۴) تحقیقی در مورد استفاده از الگوریتم ژنتیک در برنامه‌ریزی آبیاری و توسعه الگوی کشت موثر و بهینه و در راستای افزایش سود یک پروژه آبیاری انجام دادند. محدودیت‌های درنظر گرفته شده در این مدل بهینه‌سازی، معادله پیوستگی، نیاز آب، تنوع محصول و محدودیت ذخیره بود و تابع جریمه‌ای نیز برای انحراف مساله از حالت منطقی به غیرمنطقی درنظر گرفته شد. نتایج بدست آمده از الگوریتم ژنتیک با حل برنامه‌ریزی خطی مقایسه و بسیار نزدیک مشاهده شد به طوری که می‌توان از الگوریتم ژنتیک به‌عنوان یک مدل بهینه‌سازی موثر برای برنامه‌ریزی هر سیستم آبیاری استفاده کرد.

برای بهینه کردن عملکرد یک مخزن سد تک منظوره برای آبیاری گیاهان زراعی، کومار و همکاران (۲۰۰۶) الگوریتم ژنتیک را با برنامه‌ریزی خطی مقایسه کردند. تابع هدف، حداکثر نمودن عملکرد نسبی گیاهان بود. نتایج تحقیق نشان‌داد که عملکرد الگوریتم ژنتیک با برنامه‌ریزی خطی در توزیع آب بین مراحل مختلف رشد تفاوت چندانی ندارد.

کومار و ردی (۲۰۰۷) روش‌های الگوریتم ژنتیک و هوش جمعی (PSO) را برای استخراج سیاست‌های بهره‌برداری در مخازن چند منظوره در هندوستان به کار بردند. نتایج نشان‌داد که استفاده از الگوریتم ژنتیک نسبت به PSO، نتایج بهتری در استخراج سیاست‌های بهره‌برداری از مخازن دارد.

همچنین، قدسی و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از الگوریتم ژنتیک قطعی برای بهره‌برداری بهینه از یک سیستم چند مخزنی منابع آب یک منظوره در شمال استان خراسان به‌منظور مصارف کشاورزی تدوین کردند. در این مدل، با توجه به مقادیر مشخصی از متغیرهای حالت اعم از حجم جریان در ابتدای سال و رژیم رودخانه در طول فصل زراعی مناسب‌ترین الگوی بهره‌برداری از مخزن سدها، تخصیص بهینه آب بین گیاهان زراعی و درنهایت سود حاصل‌از زراعت محاسبه شد.

با بررسی مطالعات گذشته می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از روش الگوریتم ژنتیک در بهینه‌سازی مسائل پیچیده و غیرخطی در زمینه‌های مختلف در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه محققین قرار گرفته است. می‌توان گفت که دامنه مطالعات انجام شده با این روش در زمینه هیدرولوژی و منابع آب محدود می‌باشد.

لذا، این تحقیق با هدف بهینه‌سازی تخصیص آب در طول فصل زراعی در شبکه آبیاری و زهکشی صوفی‌چای انجام شد. سپس، سطح زیر کشت بهینه در محدوده مورد مطالعه تعیین شد و سود خالص حاصل‌از فروش محصولات کشاورزی براساس سطح زیرکشت بهینه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی این تحقیق شامل سد علویان و شبکه آبیاری و زهکشی صوفی‌چای در پایین‌دست آن می‌باشد. رودخانه‌های صوفی‌چای و اسفستانج منابع اصلی آب این محدوده می‌باشند که حوضه آن‌ها با وسعتی برابر ۳۱۳/۶ کیلومتر مربع، در مختصات جغرافیایی °۴۶ تا ′۲۵ °۴۶ طول‌شرقی و ′۱۱ °۳۷ تا ′۲۸ °۳۸ عرض‌شمالی قرار دارند. سد علویان در ۳/۵ کیلومتری شهرستان مراغه و ۱۲۰ کیلومتری شهر تبریز واقع شده و حجم کل مخزن سد علویان معادل ۶۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. اراضی کشاورزی این محدوده شامل چهار منطقه با وسعت‌های تقریبی ۲۵۰۰، ۴۵۰۰، ۲۶۰۰ و ۲۸۰۰ هکتار است. متوسط بارندگی سالانه در منطقه ۳۳۰ میلی‌متر و حداکثر تبخیر ماهانه در تیر و مرداد حدود ۲۷۰ میلی‌متر می‌باشد (مرید، ۱۳۸۲).

نوع غالب محصولات کاشته شده شامل گندم، جو، یونجه، سیب‌زمینی، پیاز، انگور، بادام و سردرختی است. برای این تحقیق، آمار بهره‌برداری از سد برای سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۲ اخذ شد. بر اساس اطلاعات بدست آمده، متوسط جریان ورودی سالانه به مخزن سد، ۷۵/۶۱ میلیون مترمکعب، متوسط جریان خروجی سالانه از سد، ۶۴/۴ میلیون مترمکعب، متوسط ذخیره ماهانه سد علویان، ۱۷/۶۵ میلیون مترمکعب، متوسط سالانه حجم آب تخصیصی برای آبیاری، ۴۲ میلیون مترمکعب و متوسط سالانه آب تخصیص یافته برای شرب، ۷/۴ میلیون مترمکعب بود. تقاضای تخصیص آب از سد علویان به‌طور کلی در بخش‌های کشاورزی، شرب، صنایع و محیط‌زیست دسته‌بندی می‌شود. نیاز سالانه آب در بخش شرب و صنایع شهر مراغه در سال ۸۸ برابر ۸/۰۶ میلیون

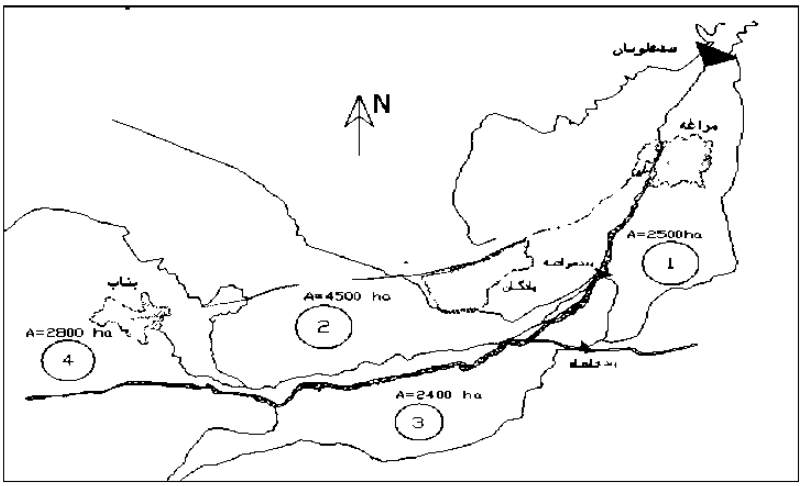
Archive of SID

www.SID.ir

مترمکعب به‌دست آمد. نیاز سالانه آب در بخش زیست محیطی در سال ۸۸ برابر ۱۲/۱ میلیون مترمکعب به‌دست آمد.

بیشترین نیاز آب در محدوده مطالعات مربوط به بخش کشاورزی است که در واقع آبیاری محصولات کشاورزی می‌باشد. با توجه به این‌که مقادیر نیاز شرب، صنایع و محیط‌زیست تغییر چندانی نمی‌کنند، در واقع برنامه‌ریزی تخصیص آب سد علویان در بخش کشاورزی انجام شد که مستلزم بررسی نیاز آبی گیاهان کشت شده در منطقه بود. تبخیر و تعرق پتانسیل در محدوده شبکه صوفی‌چای بر مبنای روش پنمن- مانتیس برابر ۱۰۳۸/۵ میلی‌متر در سال برآورد شد. با توجه به خصوصیات شبکه آبیاری و زهکشی و شیوه‌های کشاورزی مرسوم در منطقه، راندمان کل آبیاری در هر یک از چهار منطقه طبق استعلام از شرکت بهره‌برداری از شبکه آبیاری و زهکشی صوفی‌چای به ترتیب ۰/۵۶، ۰/۴۲، ۰/۴۲ و ۰/۳۶ لحاظ شده‌است.

در شکل(۱) محدوده مورد مطالعه و موقعیت مناطق چهارگانه شبکه آبیاری و زهکشی صوفی چای نشان داده شده‌است.



شکل(۱): محدوده مورد مطالعه و موقعیت مناطق چهارگانه شبکه آبیاری و زهکشی صوفی‌چای

تخصیص بهینه آب در طول فصل زراعی

تابع هدف به‌صورت بیشینه کردن درآمد ناخالص حاصل‌از فروش محصولات زراعی و کمینه کردن خسارات ناشی‌از کمبود در تخصیص به مصارف شرب، صنایع و زیست‌محیطی به صورت زیر درنظر گرفته شده‌است:

$$Maximize: TB - TCE - TCS \qquad (۱)$$

$$TB = \sum_{J=1}^{4}\sum_{C=1}^{8}(Y * A)_{cj} * P_c \qquad (۲)$$

(۳)

$$Y_c = Y\ \max_c (1 - \sum_{t=1}^{n} ky_{ct}(1 - \frac{ET_c}{ET\ \max_c})_t)$$

که در آن‌ها: TB سود ناخالص شبکه، TCE هزینه‌های کمبود در تخصیص به بخش زیست محیطی، TCS هزینه های کمبود در تخصیص به بخش شرب و صنایع، Y_{cj} مجموع وزن تولیدی محصول c در منطقه j به‌ازای واحد سطح زیرکشت، A_{cj} مجموع سطح زیرکشت محصول c در منطقه j ، P_c قیمت واحد وزن تولیدی محصول c، $Ymax_c$ حداکثر تولید محصول c بدون کمبود آب، ky_{ct} ضریب حساسیت گیاه c به آب در زمان t، ET_c مقدار تبخیر واقعی گیاه c در ماه t و Et_{maxc} مقدار تبخیر واقعی گیاه c در ماه t بدون تنش آبی می‌باشند. اندیس‌های c، j و t به ترتیب معرف نوع محصول، منطقه زراعی و ماه می‌باشند. برای تابع هدف تعریف شده محدودیت‌هایی به صورت روابط زیر درنظر گرفته شد:

$$Wdem_{jt} \le Wav_{jt} \qquad (۴)$$

Archive
www.SID.ir

$$Wdem_{jt} = \sum_{c=1}^{8} Wdem_{jct} \quad (۵)$$

$$Wav_{jt} = SW_{jt} + GW_{jt} \quad (۶)$$

$$GW_{jt} \le PGW_{jt} \quad (۷)$$

$$SW_{jt} = RDR_{jt} + BW_{jt} + Varj_{jt} \quad (۸)$$

$$BW_{jt} \le PBW_{jt} \quad (۹)$$

که در آن‌ها: $Wdem_{jt}$ آب تخصیص داده شده به منطقه j در ماه t، Wav_{jt} آب موجود در منطقه j در ماه t، $Wdem_{jct}$ آب تخصیص داده شده به محصول c در منطقه j در ماه t، GW_{jt} آب زیرزمینی استفاده شده در منطقه j در ماه t، SW_{jt} آب تخصیصی سطحی در منطقه j در ماه t، PGW_{jt} پتانسیل آب زیرزمینی در دسترس در منطقه j در ماه t، RDR_{jt} آب تخصیصی از سد به منطقه j در ماه t، Bw_{jt} آب تخصیصی برگشتی شهر مراغه به منطقه j در ماه t، Var_{jt} آب تخصیصی رودخانه ورجوچای به منطقه j در ماه t و PBW_{jt} پتانسیل آب برگشتی در دسترس شهر مراغه به منطقه j در ماه t می‌باشند.

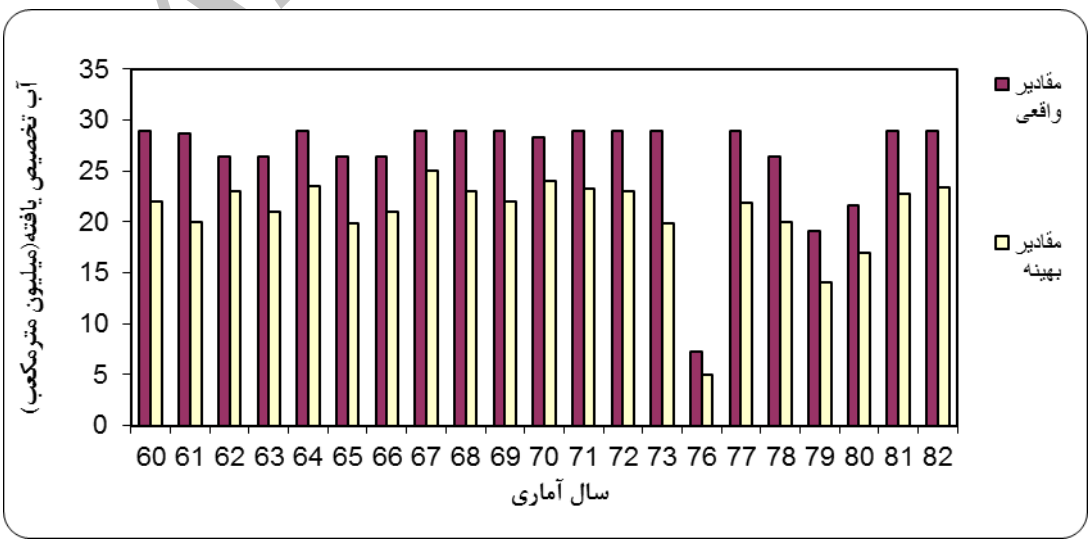
به‌منظور بهینه‌سازی تابع هدف به روش الگوریتم ژنتیک از نرم افزار MATLAB استفاده شد. پارامترهای الگوریتم ژنتیک برای استفاده در فرآیند بهینه‌سازی در جدول(۱) ارائه شده است.

جدول(۱): پارامترهای الگوریتم ژنتیک در این تحقیق

اندازه جمعیت	۳۰۰
احتمال تزویج	۰/۹
احتمال جهش	۰/۰۰۳
طول بازه انتخاب	۳

نتایج و بحث

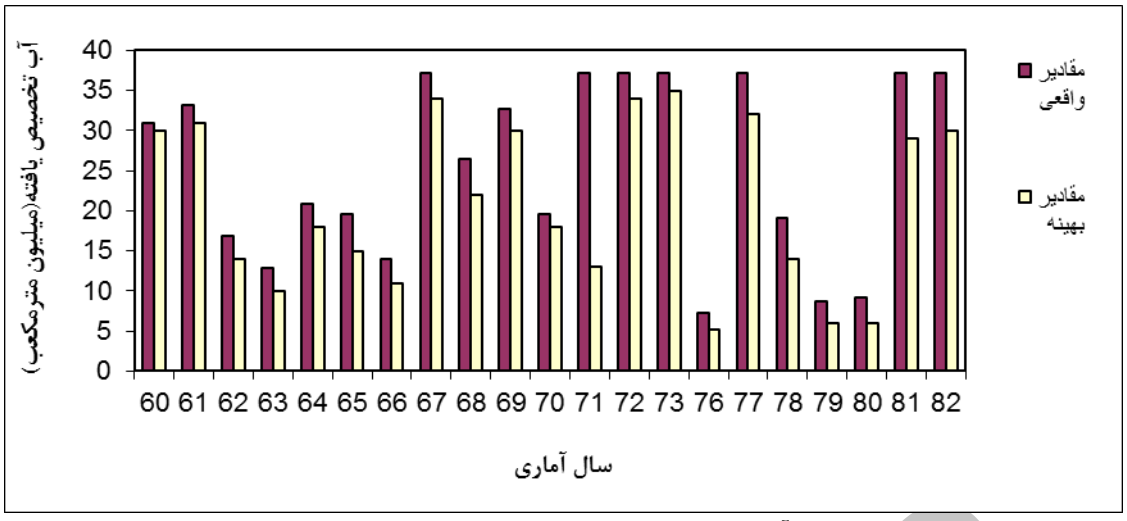
در این تحقیق، در ابتدای فصل زراعی (ماه فروردین) مقادیر پیش‌بینی شده منابع آب، وارد مدل شد و براساس این مقادیر و محدودیت‌های تعریف شده، تخصیص در طول فصل زراعی انجام شد. مقادیر تخصیص آب در طول فصل زراعی، برای مقادیر منابع آب پیش بینی شده در طول فصل زراعی، برای محصولات مختلف در شبکه آبیاری زهکشی صوفی چای در سال‌های مختلف برای مناطق چهارگانه در شکل‌های (۲) تا (۵) ارائه شده‌است. لازم به ذکر است باتوجه به عدم وجود اطلاعات کافی از برنامه‌ریزی تخصیص در سال‌های آماری ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵، این دو سال در مدل‌سازی درنظر گرفته نشد.



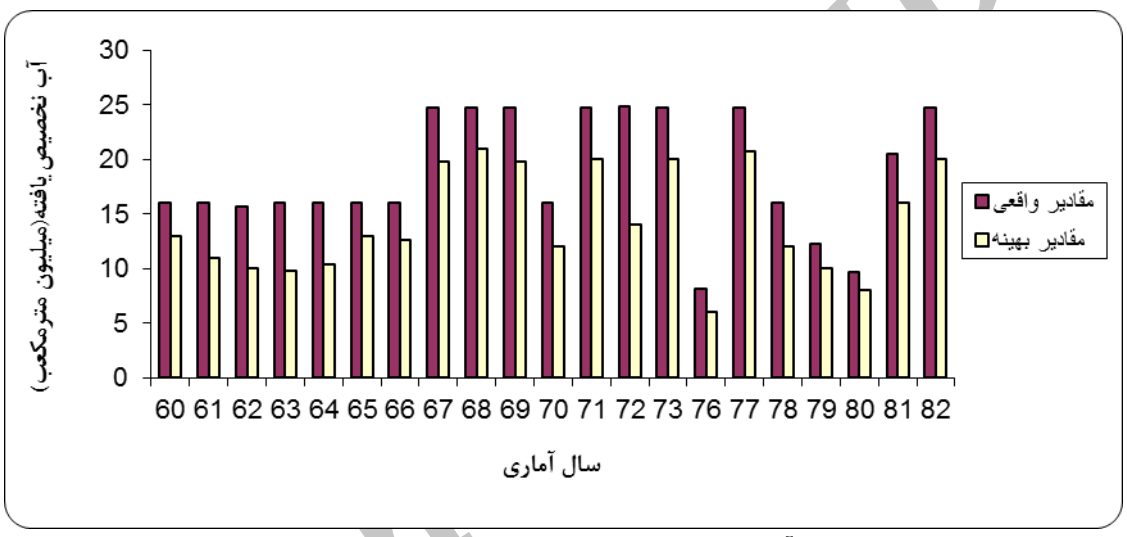
شکل(۲): مقادیر آب تخصیص‌یافته واقعی و بهینه‌شده در منطقه یک محدوده مطالعاتی

Archive of SID

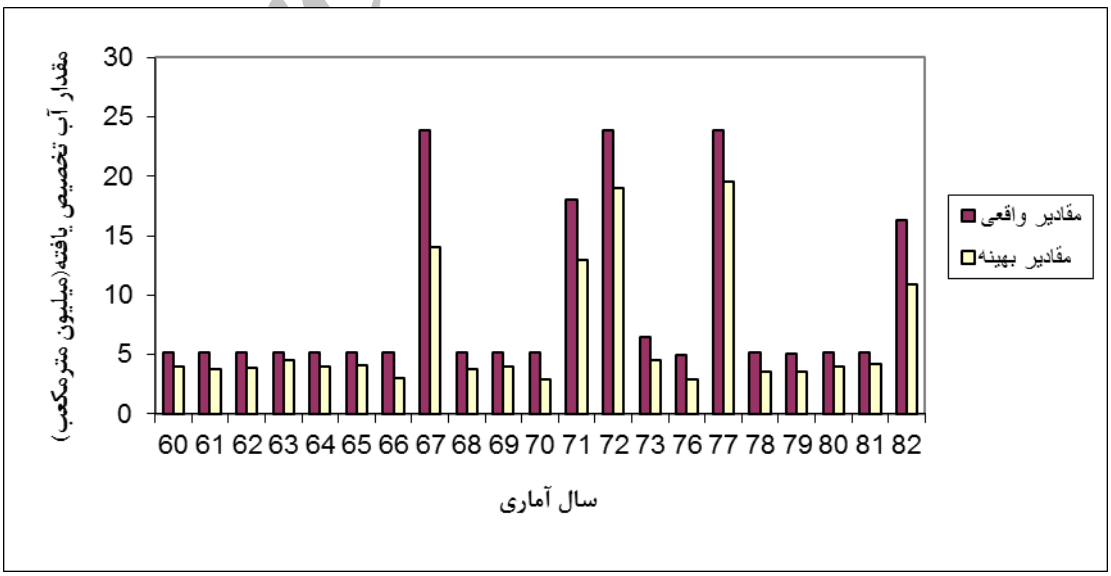
www.SID.ir



شکل(۳): مقادیر آب تخصیص‌یافته واقعی و بهینه‌شده در منطقه دو محدوده مطالعاتی



شکل(۴): مقادیر آب تخصیص‌یافته واقعی و بهینه‌شده در منطقه سه محدوده مطالعاتی

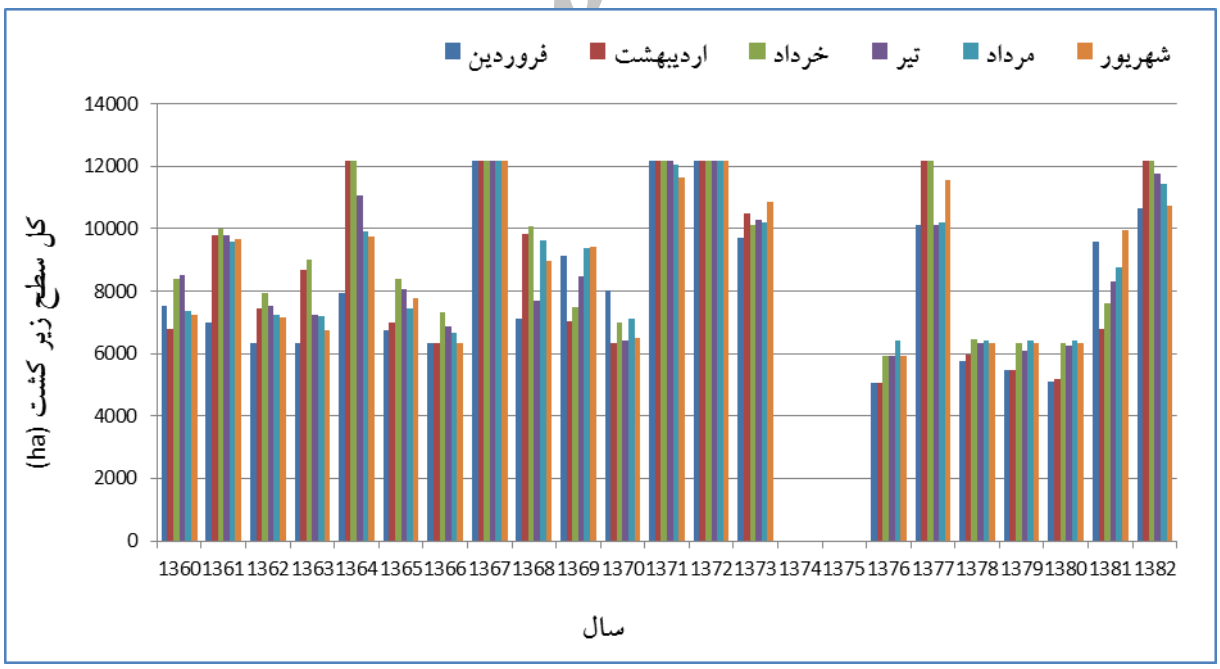


شکل(۵): مقادیر آب تخصیص‌یافته واقعی و بهینه‌شده در منطقه چهار محدوده مطالعاتی

www.SID.ir

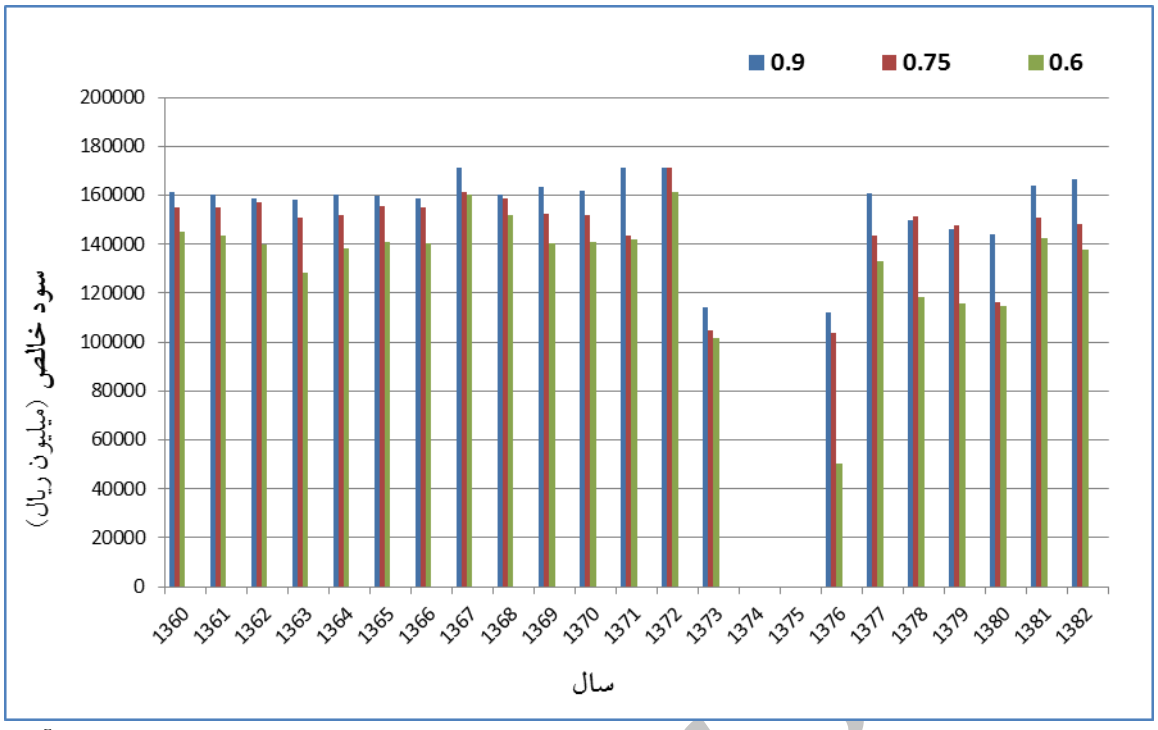
باتوجه به اشکال (۲) تا (۵)، کمترین و بیشترین آب تخصیص یافته به ترتیب در مناطق چهار و یک از محدوده مطالعاتی می‌باشد که دلیل آن متفاوت بودن سطح زیرکشت محصولات کشاورزی در مناطق چهارگانه در محدوده مورد مطالعه است. اختلاف بین متوسط میزان آب تخصیصی داده شده و بهینه شده در مناطق مختلف یک، دو، سه و چهار به ترتیب ۵/۸، ۴/۵، ۴/۶، ۲/۵ میلیون‌مترمکعب در سال می‌باشد که لازم است تمهیدات لازم در خصوص میزان آب تلف‌شده در این منطقه صورت گیرد.

شکل(۶) کل سطح زیرکشت بهینه در هر سال را نشان می‌دهد که از اجرای مدل تعیین الگوی کشت بهینه براساس مقادیر پیش‌بینی منابع آب در ابتدای هر ماه از سال و محدودیت حداقل و حداکثر سطح زیرکشت، به دست آمده‌است. باتوجه به نمودار ارائه شده می‌توان گفت تجزیه و تحلیل نتایج باید در دو بخش صورت گیرد. یکی در سال‌هایی که مقادیر پیش بینی منابع آب بیشتر از مقادیر واقعی باشد و دیگری سال‌هایی که مقادیر منابع آب بیشتر از مقادیر پیش‌بینی باشد. در سال ۱۳۷۰ بعد از تعیین الگوی کشت در ابتدای ماه فروردین، در ابتدای اردیبهشت با وارد کردن مقادیر واقعی منابع آب ماه فروردین، مقادیر پیش‌بینی شده منابع آب در ماه‌های آینده کمتر از مقادیر ابتدای فروردین شد. این موضوع سبب شد تا سطح زیرکشت محصولات در طول سال کمتر از مقدار اولیه شود. در این سال در طول سال زراعی سطح زیرکشت کمتر می‌شود و فقط درصدی از سطح زیرکشت، آبیاری کامل می‌شود. در خصوص سال‌هایی که مقادیر واقعی منابع آب بیش از مقادیر پیش‌بینی باشد، می‌توان گفت در اکثر سال‌های آماری سطح زیرکشت در طول سال افزایش یافته‌است. با تحلیل نتایج، مشخص شد که میانگین سطح کل زیرکشت حاصل‌از مقادیر واقعی در طی دوره آماری سه درصد بیشتر از سطح کشت حاصل از مقادیر پیش بینی منابع آب است. برای استفاده حداکثر از منابع آب، ضریب ۱/۰۳ برای سطح الگوی بهینه در ابتدای فصل زراعی پیشنهاد می‌شود.



شکل(۶): کل سطح زیرکشت بهینه (هکتار) در ابتدای هر ماه، براساس مقادیر پیش‌بینی شده موجود

www.SID.ir



شکل(۷): سود خالص (میلیون ریال) براساس مدل بهینه الگوی کشت، در ابتدای هر ماه براساس مقادیر پیش‌بینی منابع آب

در شکل(۷) نیز سود خالص در هر سال با اعمال ضرایب ۰/۹، ۰/۷ و ۰/۶ به مقادیر پیش‌بینی منابع آب در ابتدای هر سال ارائه شده‌است. باتوجه‌به شکل(۷) سود خالص حاصل‌از فروش محصولات در منطقه در طی دوره آماری ۱۳۶۰ تا ۱۳۷۲ روند افزایش داشته و سپس به مدت سه سال روند کاهشی داشته و دوباره روند افزایشی نشان می‌دهد. به‌طورکلی، به‌ازای بزرگترین ضریب اعمال شده برابر ۰/۹، سود خالص حاصل از فروش محصولات در مقایسه با ضرایب ۰/۷۵ و۰/۶ بیشتر می‌باشد که این مسئله کاملاً منطقی است. کمترین سود حاصله مربوط‌به سال ۱۳۷۶ می‌باشد که این مساله متاثر از سطح زیرکشت بهینه و مقدار آب تخصیص داده شده در منطقه در این سال می‌باشد. همچنین، بیشترین سود حاصله مربوط به سال‌های ۱۳۶۷، ۱۳۷۲ و ۱۳۸۲ می‌باشد که در این سال‌ها، کشاورزی در منطقه رونق بیشتری داشته است. بررسی نوسان اقتصادی کشاورزی در منطقه مورد بررسی با جزئیات بیشتر نیازمند تحلیل‌های اقتصادی می‌باشد که خارج از محور این تحقیق می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق برای بهینه‌سازی مصرف آب در شبکه آبیاری و زهکشی صوفی‌چای در استان آذربایجان‌شرقی از روش الگوریتم ژنتیک استفاده شد. الگوریتم ژنتیک روش مناسبی به‌منظور بهینه‌سازی مسائل پیچیده و غیرخطی می‌باشد. نتایج حاصل‌از این تحقیق نشان داد که مقادیر آب تخصیص یافته واقعی به مراتب بیشتر از مقادیر بهینه می‌باشد که عمدتاً این اختلاف در محدوده مورد نظر به نوعی تلف شده‌است. ناحیه چهار محدوده مطالعاتی دارای کمترین مقدار آب تخصیصی بود که علت آن کمتر بودن سطح زیرکشت این ناحیه و همچنین الگوی کشت مورد استفاده در آن می‌باشد. اختلاف مقدار آب تخصیص یافته واقعی و مقدار بهینه در سال‌های آماری مختلف در سطح محدوده مطالعاتی به طور متوسط برابر ۲/۱ میلیون مترمکعب به دست آمد که این مقدار آب، قابل توجه بوده و لازم است تمهیدات لازم در این خصوص صورت گیرد. همچنین، بررسی مقدار سود حاصله‌از فروش محصولات در منطقه نوسان داشته و روند خاصی را نشان نمی‌دهد.

مقایسه بین نتایج روش الگوریتم ژنتیک و سایر روش‌های بهینه‌سازی نظیر الگوریتم مورچگان و برنامه‌ریزی پویا در مطالعات تخصیص منابع آب در محدوده مورد بررسی می‌توانند در تحقیقات آتی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین در تحقیقات جدید استفاده‌از روش‌های الگوریتم ژنتیک توسعه یافته نظیر روش

Archive of SID

www.SID.ir

الگوریتم ژنتیک سریع مرزی و روش الگوریتم ژنتیک آشوبناک مورد توجه محققان قرار گرفته است که این نیز می‌تواند در مطالعات بهینه‌سازی تخصیص منابع آب در شبکه‌های آبیاری و مخازن مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

۱. قدسی، س.م.، ب. قهرمانی و م.ب. شریفی. ۱۳۸۸. بهینه‌سازی بهره‌برداری از سیستم چند مخزنی منابع آب با استفاده‌از الگوریتم ژنتیک. مجله تحقیقات منابع آب. جلد ۱۴، ص.۱-۱۵.

۲. قهرمان، ب. ۱۳۷۹. تخصص بهینه آب آبیاری برای گیاهان زراعی توسط برنامه‌ریزی خطی استوکاستیکی از مخزن سد تک‌منظوره. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه شیراز.

۳. کارآموز، م. و ر. کراچیان. ۱۳۸۳. بهره‌برداری بهینه کمی و کیفی از مخازن سدها با استفاده از مدل الگوریتم ژنتیک غیرقطعی. اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب، انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران، دانشکده فنی دانشگاه تهران، برنامه‌ریزی و مدیریت. ص.۲-۸.

۴. کارآموز، م.، آ. احمدی و م. فلاحی. ۱۳۸۵. مهندسی سیستم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

۵. مرید، س. ۱۳۸۲. پیش‌بینی جریان ورودی به سد علویان. جلد اول. گزارش تهیه مدل دینامیک بهره‌برداری کاربردی از سد علویان و تخصیص بهینه مقادیر آب به مصارف پایین دست. مهندسین مشاور آب و خاک تهران.

۶. Karamouz, M., F. Szidarovszky and B. Zahraie. 2003. Water resources systems analysis, Lewis Publishers.

۷. Kumar, D.N., K.S. Raju and B. Ashok. 2006. Optimal reservoir operation fir of multiple crops using genetic algorithms..ASCE, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 132(2):123-129

۸. Kumar, D.N. and J. Reddy. 2007. Multiuse reservoir operation using particle swarm optimization..Journal of Water Resource Planning and Management, 133(3):192-201

۹. Kumar. 2004. Irrigation planning using genetic algorithms. J. Water Raju, K.S. and N.D Resources Management, 18(2):163-176.

Archive of SID

www.SID.ir

Optimal water allocation for Sufi-chay irrigation and drainage network in East Azerbaijan province of Iran using genetic algorithm

H. Kiafar[1], A.A. Sadradini[2], A. H. Nazemi[2], H. Sanikhani[3*]

Abstract

Due to water use increasing, attention to optimal water resources allocation is needed. In Iran, due to lack of rainfall in most watersheds and limitation of water resource, planning is very essential and inevitable to identify facilities and the limitation with the aim of optimum operation. In recent decades, the use of intelligent evolutionary methods for optimization of water allocation was more focused by researchers. Genetic algorithm is one of the new optimization methods which were more applied for complex and nonlinear problems. In this research, Alavian dam and Sufi-chay irrigation and drainage network in downstream of dam was considered. The agricultural lands include four regions with different areas. The results indicated that the difference between the average amount of allocated and optimized water in various regions was equal to 2.1 MCM per year. The average area under cultivation from actual values was 3 percent more than predicted values of water resources. Based on optimal cultivated areas, the benefit from sailing agricultural product has oscillation and does not specific trend.

Keywords: Alavian Dam, Genetic Algorithm, Optimal Allocation, Optimization, Sufi-chay.

Archive of SID

[1]Former MSc Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
[2], [4]Associate Professor and Professor respectively, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
[3]Ph.D Student of Water Engineering, Young Researcher club, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
[*]Corresponding Author, Email: hsanikhani12@gmail.com

www.SID.ir