

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی

مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها

اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

بررسی عملکرد الگوریتم‌های بهینه‌سازی PSO و ICA در ارائه برنامه تحویل و توزیع بهینه تحویل آب (مطالعه موردی کانال اردیبهشت در شبکه آبیاری درودزن استان فارس)

کوروش قادری¹، فرزانه قادری نسب گروهی²

1- استادیار بخش مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان

2- دانشجوی دکتری سازه‌های آبی بخش مهندسی آب

Gaderi_f@alumni.ut.ac.ir

خلاصه

مسئله تحویل و توزیع آب در شبکه آبیاری، یکی از مسائل مهم مورد توجه جهت تحقق اهداف شبکه و رسیدن به راندمان مطلوب می‌باشد. برنامه تحویل آب روی اندازه سازه‌های تحویل، ظرفیت کانال‌ها و هزینه احداث تاثیر می‌گذارد. بنابراین برنامه تحویل و توزیع آب قبل از آنکه در بهره‌برداری مفید واقع شود، در طراحی شبکه کارآمد می‌باشد. مسئله تحویل و توزیع آب در شبکه آبیاری یک مسئله بهینه‌سازی چند هدفه، چند متغیره و چند محدودیتی است. حل چنین مسئله‌ای نیازمند روش‌های بهینه‌ساز قدرتمند است. الگوریتم‌های PSO و ICA روش‌های بهینه‌سازی هستند که ضمن توانایی حل مسائل پیچیده، محدودیت‌های روش‌های بهینه‌سازی کلاسیک را نداشته و قدرت خود را در بسیاری از مسائل مهندسی آب به اثبات رسانده‌اند. در این مطالعه این دو الگوریتم جهت ارائه ترتیب و نوبت بندی انشعابات در کانال‌های آبیاری به منظور کاهش ظرفیت کانال اصلی و کاهش زمان تحویل آب به کار گرفته شده‌اند. جهت تحقق اهداف مطالعه، الگوریتم‌های مورد بررسی به صورت کدنویسی در نرم‌افزار MATLAB 2014 پیاده‌سازی شدند. در تدوین برنامه، حداقل کردن سه فاکتور شامل: حداکثر دبی کانال اصلی، حداکثر زمان تکمیل برنامه آبیاری و تعداد تنظیمات دریچه سراب در نظر گرفته شد. همچنین نتایج این مطالعه با روش GA مقایسه شد. نتایج نشان داد الگوریتم ICA نسبت به الگوریتم PSO و الگوریتم PSO نسبت به روش GA برنامه بهتری را ارائه کرده است به گونه‌ای که هر سه عامل حداکثر زمان تحویل آب، حداکثر ظرفیت کانال اصلی و تعداد تنظیمات دریچه سراب را کمتر محاسبه کرده است.

کلمات کلیدی: الگوریتم‌های PSO و رقابت استعماری، برنامه تحویل و توزیع آب، بهینه‌سازی، شبکه آبیاری

1. مقدمه

برنامه‌ریزی تحویل آب یکی از جنبه‌های مدیریتی مهم در تولید محصولات کشاورزی است (هیرمن، 1996). به طور کلی بهره‌وری از پروژه‌های آبیاری در آسیا بسیار کم است. عدم معیارهای فنی برای طراحی بهینه کانال منجر به راندمان ضعیف در بسیاری از طرح‌های آبیاری می‌شود (پاودیل و همکاران، 1991). برنامه‌ریزی تحویل آب فرایندی است که با استفاده از آن، ناحیه آبیاری، فرد دریافت کننده آب و زمان تحویل آب به آب‌بر تعیین می‌شود. (کمپته بین‌المللی آبیاری و زهکشی، 1989). بدون توجه به نوع سیستم تحویل آب، مقدار آب تحویلی باید با سطح انتظار و تقاضای کشاورز تطابق داشته باشد، این یک پیش شرط لازم برای ایجاد اعتماد بین کشاورز و مسئولان شبکه می‌باشد. کشاورز در صورت ایجاد این اعتماد حاضر به پرداخت آب‌بها و همکاری در سایر طرح‌های مدیریت و بازسازی شبکه می‌باشد. در برنامه‌ریزی توزیع و تحویل آب باید مدت زمان تحویل آب، میزان دبی تحویلی و تناوب آبیاری تعیین گردند. معمول‌ترین روش بهره‌برداری که بیشترین استفاده را در کانال‌های آبیاری دارد، برنامه تحویل آب گردشی است.

برنامه‌ریزی توزیع آب در انشعابات که براساس روش آبیاری گردشی مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند، در افزایش عملکرد پروژه‌های آبیاری موثر خواهد بود (چمبر، 1998). در روش تحویل گردشی معمولاً تعدادی از آبگیرها به صورت همزمان آبیاری می‌نمایند. حداکثر تعداد آبگیرهایی که همزمان عمل آبیاری را انجام می‌دهند، بلوک آبیاری نامیده می‌شود. در هر بلوک آبیاری، تعدادی آبگیر به صورت متوالی آبیاری را انجام می‌دهند. مجموع زمان تحویل آب به آبگیرهای واقع در هر بلوک، زمان تکمیل آبیاری هر بلوک را تعیین می‌کند که نباید از حداکثر دور آبیاری مجاز بیشتر باشد. مجموع دبی آبگیرهایی که همزمان آبیاری می‌نمایند، دبی جاری در کانال توزیع کننده را تعیین می‌نماید. لذا ظرفیت کانال توزیع کننده تابع توزیع

آبگیرها در بلوک‌ها و دبی تحویلی به هر آبگیر می‌باشد. برای حداقل‌سازی ظرفیت کانال توزیع کننده لازم است میزان دبی تحویلی به آبگیرها و توزیع آن‌ها در بلوک‌ها به صورت بهینه تعیین گردد. میشل و آندریس (2009) مسئله کم‌آبیاری بهینه را با پنج الگوریتم تکاملی شامل الگوریتم ژنتیک با مقادیر واقعی، الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، الگوریتم تکامل تفاضلی و دو الگوریتم تکاملی مبتنی بر استراتژی مقایسه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که الگوریتم‌های تکامل تفاضلی و بهینه‌سازی ازدحام ذرات برنامه آبیاری بهتری ارائه می‌کنند. ژاو و همکاران (2009) مدل بهینه توزیع آب در شرایط دبی نامساوی کانال‌ها را بر اساس تابع جریمه دینامیک و الگوریتم ژنتیک ارائه کردند. پاد و همکاران (2013) با استفاده از الگوریتم PSO برنامه بهینه تحویل آب را ارائه کردند. اریف و زیا (2013) روش GA را جهت برنامه‌ریزی آبیاری مصرف‌کنندگان آب به کار بردند. الگوریتم‌های بهینه‌سازی نیز در ایران توسط برخی از محققان مورد استفاده قرار گرفته‌اند. منعم و همکاران (1386) برنامه آبیاری بهینه کانال BP14 شبکه آبیاری فومنات را با استفاده از روش GA ارائه کردند. همچنین برنامه بهینه تحویل آب کانال AMX شبکه آبیاری ورامین توسط منعم و نوری (1389) با استفاده از الگوریتم PSO ارائه شده است. کاکوئی و عمادی (1392) برنامه تحویل و توزیع بهینه کانال MC شبکه البرز را به روش الگوریتم جامعه مورچگان ارائه کردند. با توجه به اهمیت مسئله تحویل و توزیع آب در این مطالعه دو الگوریتم ICA و PSO بررسی می‌شوند. همچنین جهت بررسی دقت این دو الگوریتم با روش GA از نتایج مطالعات غلامی (1386) استفاده شده و مقایسه بین سه الگوریتم انجام شده است.

2. مواد و روش‌ها

روش ICA

الگوریتم رقابت استعماری، همانند دیگر الگوریتم‌های تکاملی، با تعدادی جمعیت اولیه تصادفی که هر کدام از آنها یک «کشور» نامیده می‌شود، شروع می‌شود. تعدادی از بهترین عناصر جمعیت به عنوان امپریالیست انتخاب می‌شوند. باقیمانده جمعیت نیز به عنوان مستعمره، در نظر گرفته می‌شوند. استعمارگران، بسته به قدرتشان، این مستعمرات را با یک روند خاص به سمت خود می‌کشند. قدرت کل هر امپراطوری، به هر دو بخش تشکیل‌دهنده آن، یعنی کشور امپریالیست (به عنوان هسته مرکزی) و مستعمرات آن، بستگی دارد. در حالت ریاضی، این وابستگی با تعریف قدرت امپراطوری به صورت مجموع قدرت کشور امپریالیست، به اضافه درصدی از میانگین قدرت مستعمرات آن، مدل‌سازی شده است. با شکل‌گیری امپراطوری‌های اولیه، رقابت امپریالیستی میان آن‌ها شروع می‌شود. هر امپراطوری که نتواند در رقابت استعماری موفق عمل کند و بر قدرت خود بیفزاید، از صحنه رقابت استعماری حذف خواهد شد. بنابراین، بقای هر امپراطوری، وابسته به قدرت آن در جذب مستعمرات امپراطوری‌های رقیب و تسخیر آنها خواهد بود. در نتیجه، در جریان رقابت‌های امپریالیستی، به تدریج بر قدرت امپراطوری‌های بزرگ‌تر افزوده خواهد شد و امپراطوری‌های ضعیف‌تر حذف خواهند شد. امپراطوری‌ها برای افزایش قدرت خود مجبور خواهند بود که مستعمرات خود را پیشرفت دهند. با گذشت زمان، مستعمرات از حیث قدرت به امپراطوری‌ها نزدیک‌تر خواهند شد و شاهد یک نوع همگرایی خواهیم بود (آتشپز و لوکاس، 2007).

روش PSO²

الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، یک الگوریتم محاسبه‌ای تکاملی الهام گرفته از طبیعت و براساس تکرار می‌باشد. ایده PSO، برای اولین بار توسط کندی و ابرهات در سال 1995 مطرح شد. منبع الهام این الگوریتم، رفتار اجتماعی حیوانات، همانند حرکت دسته جمعی پرندگان و ماهی‌ها بود. از این جهت که PSO نیز با یک ماتریس جمعیت تصادفی اولیه، شروع می‌شود، شبیه بسیاری دیگر از الگوریتم‌های تکاملی همچون الگوریتم ژنتیک پیوسته و الگوریتم رقابت استعماری است. برخلاف الگوریتم ژنتیک، PSO هیچ عملگر تکاملی همانند جهش و تزویج ندارد. از این جهت می‌شود گفت که الگوریتم رقابت استعماری شباهت بیشتری به PSO دارد تا به GA. هر عنصر جمعیت، یک ذره نامیده می‌شود (که همان معادل کروموزوم در GA و یا کشور در الگوریتم رقابت استعماری) است. در واقع الگوریتم PSO از تعداد مشخصی از ذرات تشکیل می‌شود که به طور تصادفی، مقدار اولیه می‌گیرند. برای هر ذره دو مقدار وضعیت و سرعت، تعریف می‌شود که به ترتیب با یک بردار مکان و یک بردار سرعت، مدل می‌شوند. این ذرات، بصورت تکرار شونده‌ای در فضای بعدی مسئله حرکت می‌کنند تا با محاسبه مقدار بهینگی به عنوان یک ملاک سنجش، گزینه‌های ممکن جدید را جستجو کنند. بعد فضای مسئله، برابر تعداد پارامترهای موجود در تابع مورد نظر برای بهینه‌سازی می‌باشد. یک حافظه به ذخیره‌ی بهترین موقعیت هر ذره در گذشته و یک حافظه به ذخیره‌ی بهترین موقعیت پیش آمده در میان همه ذرات، اختصاص می‌یابد. با تجربه حاصل از این حافظه‌ها، ذرات تصمیم

¹ Imperialist Competitive Algorithm

² Particle Swarm Optimization

می‌گیرند که در نوبت بعدی، چگونه حرکت کنند. در هر بار تکرار، همه ذرات در فضای n بعدی مسئله حرکت می‌کنند تا بالاخره نقطه بهینه عام، پیدا شود. ذرات، سرعت‌هایشان و موقعیت‌شان را بر حسب بهترین جواب‌های مطلق و محلی به‌روز می‌کنند. به‌روز کردن‌های سرعت، تحت تأثیر هر دو مقدار بهترین جواب محلی و بهترین جواب مطلق قرار می‌گیرند. بهترین جواب محلی و بهترین جواب مطلق، بهترین جواب‌هایی هستند که تا لحظه‌ی جاری اجرای الگوریتم، به ترتیب توسط یک ذره و در کل جمعیت به دست آمده‌اند (کندی و ابرهات، 1995)

اجزا مدل بهینه‌ساز

در این مطالعه هر کدام از الگوریتم‌های مورد بررسی به صورت کدنویسی در محیط نرم افزار MATLAB 2014 پیاده سازی شدند. کدنویسی به صورت باینری انجام شده است. سه جز اصلی هر مسئله بهینه‌سازی متغیر تصمیم‌گیری، قیدها و تابع هدف می‌باشند. که در این مطالعه اجزا به شرح زیر می‌باشند.

-متغیرهای تصمیم‌گیری

در مسئله تحویل و توزیع بهینه آب در شبکه آبیاری جریان تحویلی و مدت زمان تحویل آب متغیرهای تصمیم‌گیری می‌باشند.

-قیدهای مسئله

در این مطالعه جهت اعمال قیود از روش تابع جریمه استفاده شده است. سه قیدی که در این مسئله در نظر گرفته شده است به شرح زیر می‌باشد:
الف- میزان دبی قابل انتقال هر انشعاب در محدوده حداقل و حداکثر آن انشعاب باشد (در برخی از شبکه‌ها به واسطه محدودیت‌های بهره‌برداری شبکه، جریان در هر کانال توزیع‌کننده از حداقل میزان تعیین شده توسط مدیر شبکه نمی‌تواند کمتر باشد و از طرفی مقدار دبی کانال از حداکثر دبی طراحی شده کانال نباید بیشتر باشد).

$$Q_{\min_{di}} \leq Q_{d_i} \leq Q_{\max_{di}} \quad (1)$$

در رابطه (1)، Q_{d_i} دبی تولید شده برای انشعاب i ام، $Q_{\min_{di}}$ حداقل دبی مجاز در انشعاب i ام و $Q_{\max_{di}}$ حداکثر دبی مجاز در انشعاب i ام می‌باشد.

ب- میزان دبی قابل انتقال در کانال توزیع‌کننده به نحوی باشد که مجموع جریان ورودی به انشعابات که هم‌زمان آبیاری می‌نمایند برابر یا کمتر از ظرفیت نهایی کانال توزیع‌کننده باشد.

$$\sum_{j=1}^m Q_{dj} \leq Q_{MC} \quad (2)$$

در رابطه (2) Q_{MC} ظرفیت کانال توزیع‌کننده (کانال درجه یک)، Q_{di} میزان دبی تولیدی در انشعاب j ، و m تعداد انشعابات واقع در هر بلوک می‌باشد

ج- مجموع زمان آبیاری انشعابات واقع در هر بلوک، از دور آبیاری مورد نظر تجاوز ننماید.

$$\sum_{j=1}^m t_{dj} \leq I \quad (3)$$

در رابطه (3)، I دور آبیاری مجاز در شبکه آبیاری، t_{di} مدت زمان آبیاری انشعاب j ام، و m تعداد انشعابات واقع در هر بلوک

می‌باشد.

-تابع هدف:

جهت مقایسه برنامه‌های تحویل آب و دستیابی به بهترین گزینه از شاخصی به نام فاکتور شایستگی یا تابع هدف استفاده شده است. اجزا تابع هدف به صورت نرمال شده در فاکتور شایستگی در نظر گرفته شده‌اند. هدف از نرمال نمودن عوامل، هم وزن نمودن آن‌ها در توابع هدف بوده است. هدف از این مطالعه حداقل نمودن زمان آبیاری و ظرفیت کانال توزیع‌کننده می‌باشد.

$$\min \quad F = \text{Nor}(Q_d) + \text{Nor}(T_d) = \frac{\sum_{j=1}^m Q_{dj}}{Q_{MC}} + \frac{\sum_{j=1}^m t_{dj}}{I} \quad (4)$$

کاربرد مدل:

جهت بررسی صحت مدل بخشی از شبکه آبیاری درودزن در استان فارس انتخاب شده است. پنج رشته کانال درجه یک شبکه آبیاری و زهکشی درودزن عبارتند از: کانال اصلی، کانال سمت راست (اردیبهشت)، کانال سمت راست ثانویه (هامون)، کانال سمت چپ بالایی (برج) و کانال سمت چپ اولیه که در این مطالعه کانال اردیبهشت جهت بررسی انتخاب شد.

کانال اردیبهشت علاوه بر اینکه یکپارچگی بیشتری دارد، فاقد شبکه آبیاری درجه 2 می‌باشد. طول انهار سنتی آن کمتر بوده و از نظر فرهنگی کشاورزان آمادگی بیشتری جهت تحویل آب حجمی دارند. این کانال در فاصله 22 کیلومتری از سد درودزن و منشعب از آب پخش است. دبی کانال 11 هزار لیتر در ثانیه می‌باشد. در جدول (1) انشعاب‌های کانال اردیبهشت، دبی حداکثر قابل انتقال در هر انشعاب، فاصله از ابتدای کانال اصلی و حجم آب مورد نیاز تحت هر انشعاب نشان داده شده است. با توجه به تنوع محصول اراضی تحت هر انشعاب، با در نظر گرفتن نیاز متفاوت آبیاری محصولات مختلف حجم آب مورد نیاز برای دوره حداکثر نیاز (در اردیبهشت ماه) محاسبه شده است. همچنین دور آبیاری در نظر گرفته شده 15 روز می‌باشد (غلامی، 1386).

جدول 1- مشخصات انشعاب‌های کانال اردیبهشت از شبکه آبیاری درودزن (ماکزیم ظرفیت هر انشعاب، طول، حجم آب مورد نیاز تحت هر انشعاب و ...)

شماره انشعاب	ماکزیم دبی انشعاب (Lit/s)	طول (km)	فاصله تا ابتدای کانال اصلی (km)	حجم آب مورد نیاز (m ³)
T15	909	3,94	2,4	872000
T16	520	1,93	5,66	297000
T17	1020	4,69	7,58	232000
T18	1055	5,11	10,18	1121000
T19	1290	0,89	14,76	396000
T20	1240	1,44	14,76	1235000
T21	970	1,502	17,86	318000
T22	1090	0,04	18,8	576000
T23	710	3,25	20,96	557000
T24	405	1,60	22,36	446000

3. بحث و نتایج

تعیین پارامترهای بهینه الگوریتم‌های مورد مطالعه:

به منظور تحلیل حساسیت پارامترهای الگوریتم رقابت استعماری در مسئله تحویل آب، ابتدا نرخ انقلاب، احتمال انقلاب، تعداد نسل و ... ثابت در نظر گرفته شد و تعداد کل کشور تغییر داده شد. در نتیجه بررسی مشخص شد که تعداد کل کشور برابر 50 نتایج بهتری ارائه می‌کند. به همین ترتیب مقادیر بهینه سایر پارامترهای الگوریتم ICA به شرح جدول (2) به دست آمد همچنین جهت تعیین مقادیر مناسب پارامترهای PSO در برنامه تدوین شده، مقادیر مختلف پارامترها در محدوده‌های توصیه شده اجرا شده و تاثیر مقدار هر کدام از پارامترها بر بهبود نتایج مورد بررسی قرار گرفت. مقادیر بهینه پارامترهای الگوریتم PSO در جدول (2) نشان داده شده است

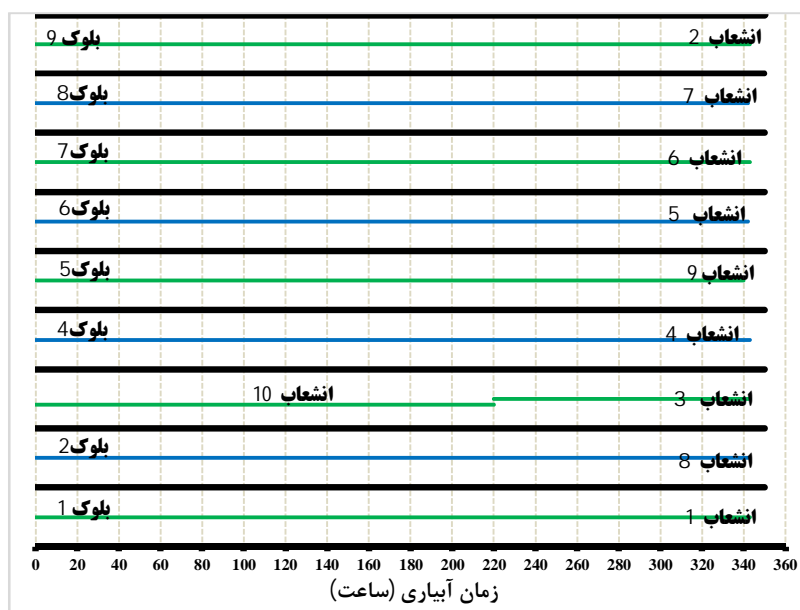
جدول (2) پارامترهای بهینه الگوریتم‌های مورد استفاده در مطالعه حاضر

PSO		ICA	
پارامتر	بهترین مقدار	پارامتر	بهترین مقدار
C ₁	2	تعداد کل کشور	50
C ₂	2	تعداد کشورهای استعمارگر	5
V _{max}	-2	تعداد نسل	50
V _{min}	2		

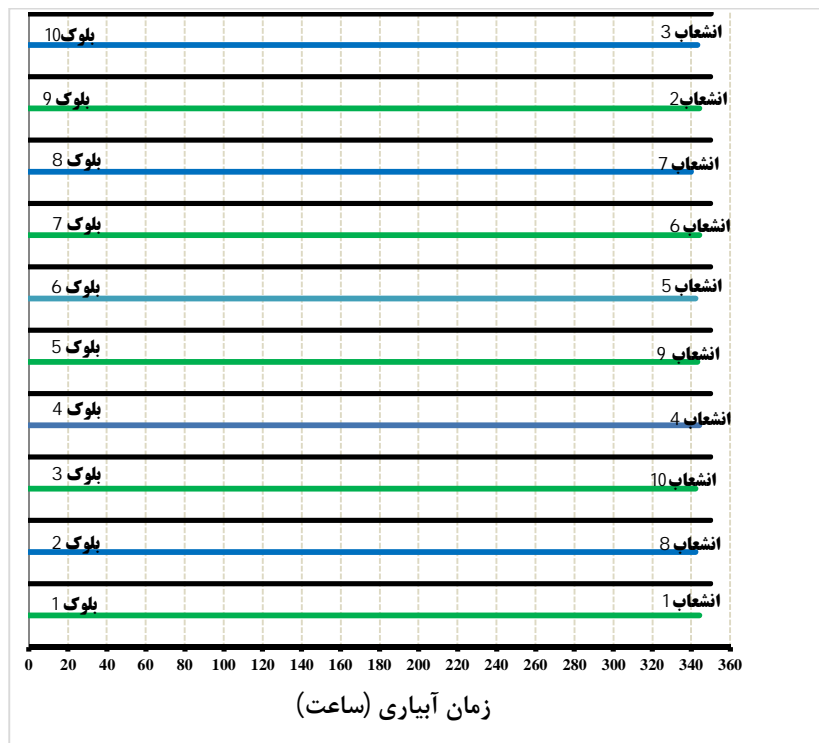
تعداد ذرات	100	ضریب ارزش متوسط مستعمره ها	0,1
تعداد نسل	100	نرخ انقلاب	0,05
		احتمال انقلاب	0,1
		ضریب همسان‌سازی	2

تعیین پارامترهای بهینه در شبکه آبیاری:

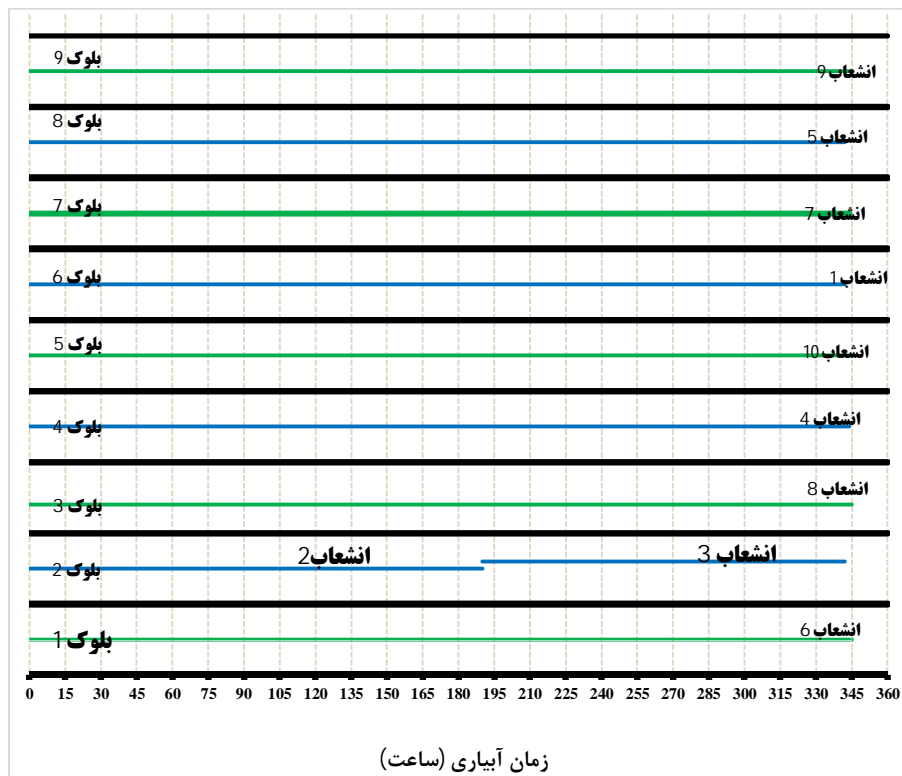
بعد از تعیین پارامترهای بهینه هر یک از الگوریتم‌ها، برنامه تدوین شده جهت تعیین پارامترهای بهینه زمان آبیاری و دبی کانال توزیع کننده شبکه اجرا شد. برنامه تدوین شده با منظور کاهش زمان آبیاری و کاهش ظرفیت کانال اصلی در تعداد بلوک 3 تا 10 اجرا شده است. لازم به ذکر است در بررسی تعداد بلوک‌ها چندین بار الگوریتم اجرا می‌شد. در تعداد بلوک‌های 3 و 4 و 5 زمان تکمیل برنامه آبیاری بیشتر از 15 روز می‌شد که عملی نبود. از طرفی با توجه به نیاز بالای انشعابات طی دوره آبیاری در تعداد بلوک 7 و 8 با وجود اینکه مدت زمان تکمیل برنامه آبیاری کمتر از 10 روز (360 ساعت) می‌شد، حجم آب قابل توجه مورد نیاز انشعاباتی که همزمان آبیاری می‌شدند منجر به بالا رفتن حداکثر ظرفیت کانال اصلی می‌شد. در روش ICA بهترین ترتیب و نوبت بندی انشعابات در تعداد 9 و 10 بلوک حاصل شد که نتایج در حالت 10 بلوک بهتر می‌باشد. در شکل (2) ترتیب ترتیب و نوبت بندی انشعابات داخل بلوک‌های آبیاری برای روش ICA برای 9 بلوک و در شکل (3) برای 10 بلوک نشان داده شده است. همچنین در شکل (4) ترتیب و نوبت بندی انشعابات برای حالت بهینه در الگوریتم PSO ارائه شده است.



شکل (2) ترتیب و نوبت بندی انشعاب‌ها در بلوک‌های آبیاری با استفاده از الگوریتم ICA در تعداد 9 بلوک



شکل (3) ترتیب و نوبت‌بندی انشعاب‌ها در بلوک‌های آبیاری با استفاده از الگوریتم ICA در تعداد 10 بلوک



شکل (4) ترتیب و نوبت‌بندی انشعاب‌ها در بلوک‌های آبیاری با استفاده از الگوریتم PSO

در جدول (3) نتایج پارامترهای بهینه کانال اردیبهشت نشان داده شده است. همچنین به منظور مقایسه دقت برنامه تدوین شده، نتایج حاصل در این مطالعه با نتایج الگوریتم ژنتیک غلامی (1386) مقایسه شده است. مطابق جدول (3) مشخص است که در روش ICA هر سه فاکتور حداکثر زمان

تکمیل برنامه آبیاری، حداکثر ظرفیت کانال اصلی و تعداد تنظیمات دریچه سراب کمتر از دو روش دیگر به دست آمده است. همچنین روش PSO نسبت به روش GA عملکرد بهتری داشته است و فقط زمان تکمیل برنامه آبیاری یک ساعت بیشتر برآورد شده است. با توجه به اینکه در الگوریتم PSO حرکت هر ذره تحت تاثیر دو ذره یعنی local best و global best است اما در ICA هر کشور علاوه بر اینکه سعی می‌کند از استعمارگر خود تقلید کند تا خصوصیات خوب را به ارث ببرد در عین حال فرایند انقلاب را نیز انجام می‌دهد که گاهی به ویژگی‌هایی دست پیدا می‌کند که کشور استعمارگر خود هم ندارد و این باعث فضای جستجوی بیشتر ICA در مقایسه با PSO می‌شود.

جدول 3- خلاصه نتایج برنامه تحویل و توزیع آب در شبکه آبیاری و مقایسه با الگوریتم ژنتیک

نوع الگوریتم	دبی (لیتر در ثانیه)	زمان (ساعت)	تعداد تنظیمات دریچه سراب
ژنتیک (غلامی، 1386)	۴۹۲۷	۳۴۴	۴
ICA (9 بلوک)	۴۹۲۳	۳۴۳	۳
ICA (10 بلوک)	۴۸۹۷	۳۴۴	۳
PSO (9 بلوک)	۴۸۹۴	۳۴۵	۳

در جدول (4)، برنامه بهینه تحویل آب به انشعابات کانال آبیاری اردیبهشت برای هر دو الگوریتم ICA و PSO نشان داده شده است. با توجه به اینکه سعی شده است عملیاتی کردن برنامه در شبکه راحت‌تر باشد، ساعات آبیاری به دست آمده گرد شده‌اند. از این رو امکان دارد که در برخی انشعاب‌ها، حجم آب دریافتی کمتر و یا بیشتر از مقدار مورد نیاز باشد. قابل ذکر است در جدول (4) برنامه تحویل به روش ICA در 10 بلوک آبیاری ارائه شده است.

جدول 4- برنامه تحویل و توزیع بهینه آب در کانال اردیبهشت از شبکه آبیاری درودزن

ردیف	نام انشعاب	حجم آب			روش ICA			روش PSO			
		مورد نیاز در دوره آبیاری	بلوک قرار گیری	زمان شروع	زمان پایان	دبی	حجم آب تحویلی	بلوک قرار گیری	زمان شروع	زمان پایان	دبی
1	T15	872000	1	0	344	704	871833.6	6	0	342	708
2	T16	297000	9	0	344	240	297216	2	0	190	435
3	T17	232000	10	0	343	188	232142.4	2	190	342	424
4	T18	1121000	4	0	344	905	1120752	4	0	344	905
5	T19	396000	6	0	342	322	396446.4	8	0	342	322
6	T20	1235000	7	0	344	997	1234684.8	1	0	345	995
7	T21	318000	8	0	340	260	318240	7	0	344	257
8	T22	576000	2	0	342	468	576201.6	3	0	345	464
9	T23	557000	5	0	343	451	556894.8	9	0	345	449
10	T24	446000	3	0	342	362	445694.4	5	0	345	359

4. نتیجه گیری

در این مطالعه برنامه تحویل و توزیع بهینه در شبکه آبیاری ارائه شده است. برنامه به گونه‌ای تدوین شده است که تعداد انشعابات، حد بالا و پایین میزان دبی تحویلی به هر انشعاب و سطح تحت پوشش هر انشعاب، نیاز ناخالص آبیاری، دور آبیاری و تعداد بلوک‌ها به عنوان ورودی دریافت می‌کند. با اجرای مدل بهترین نوبت‌بندی انشعابات در هر بلوک، حداقل ظرفیت کانال توزیع کننده و حداقل زمان آبیاری در شرایط بهینه به عنوان خروجی مدل ارائه می‌گردد. جهت کنترل و بررسی برنامه تدوین شده، برنامه بهینه تحویل آب در کانال اردیبهشت از شبکه آبیاری درودزن استان فارس با استفاده از مدل تدوین شده استخراج شد. و با نتایج GA مقایسه شد. در نتیجه این مطالعه مشخص شد عملکرد الگوریتم رقابت استعماری نسبت به دو الگوریتم دیگر بهتر است. همچنین مشخص شد روش PSO نسبت به روش GA عملکرد بهتری دارد.

5. منابع

- 1- غلامی، مهدی. 1386. ارائه برنامه بهینه توزیع آب در شبکه‌های آبیاری با استفاده از تئوری الگوریتم ژنتیک (مطالعه موردی شبکه آبیاری درودزن فارس)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان
- 2- کاکویی، س و عمادی، ع. 1392. کاربرد الگوریتم جامعه مورچگان در بهینه‌سازی توزیع آب مطالعه موردی کانال MC شبکه آبیاری البرز، مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد بیستم، شماره دوم
- 3- منعم، محمد جواد و نوری، محمدعلی، 1389، کاربرد الگوریتم بهینه‌سازی PSO در توزیع و تحویل بهینه آب در شبکه آبیاری، مجله آبیاری و زهکشی ایران، شماره 1، جلد 4، 73-82
- 4- منعم، محمد جواد. نجفی، محمد رضا و خوشنواز، صائب. 1386، برنامه‌ریزی بهینه تحویل آب در کانال آبیاری با استفاده از الگوریتم ژنتیک، تحقیقات منابع آب ایران، سال سوم، شماره 1، 1-11
- 5- Atashpaz-GarGari, E. and Lucas, C., 2007, Imperialist Competitive Algorithm: An algorithm for optimization inspired by imperialistic competition, IEEE Congress on Evolutionary Computation, 4661-4667
- 6- Chambers, R. (1988) Managing Canal Irrigation: Practical Analysis from South Asia, New Delhi, Bombay, Calcutta: Oxford and IBH Publishing Co Pvt Ltd.; and Cambridge University Press
- 7- Heermann, D. F. 1996. Irrigation scheduling. In: Pereira LS, Feddes RA, Gilley JR, Lesaffre B (eds.) Sustainability of Irrigated Agriculture, NATO ASI Series, Kluwer, Dordrecht, pp. 233-245.
- 8- International Commission on Irrigation and Drainage (ICID). 1989. Planning the management, operation, and maintenance of irrigation and drainage systems. A guide for the preparation of strategies and manuals. World Bank. USA: The World Bank
- 9- Kennedy, J., and Eberhart, R. C. (1995). "Particle swarm optimization." Proc., IEEE Int. Conf. on Neural Networks IV, IEEE Service Center, Piscataway, NJ, 1942-1948.
- 10- Michael de Paly and Andreas Zell. Optimal irrigation scheduling with evolutionary algorithms. In Lecture Notes in Computer Science (EvoWorkshops 2009), volume 5484, pages 142-151, Tübingen, Germany, 2009. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- 11- Paudyal, G. N., Pandit, D. S and Goto, A. 1991. Optimization of design of on-farm channel network in an irrigation area, Irrigation and Drainage Systems, vol. 5, no. 4, pp. 383-395
- 12- Pawed, A.W., Mathur, Y.P., and Kumar, R. 2013. Optimal water scheduling in irrigation canal network using particle swarm optimization, IRRIGATION AND DRAINAGE, 62: 135-144 (2013)
- 13- Zhao, W.; Ma, X.; Kang, Y.; Ren, H. & Su, B. (2009), Optimal Model on Canal water Distribution Based on Dynamic Penalty Function and Genetic Algorithm., CCTA 2, volume 294 of IFIP Advances in Information and Communication Technology, page 1347-1357. Springer.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله