مجله آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۱، جلد۴، بهار ۱۳۸۹، ص. ۸۲-۷۳

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 1, Vol. 4, Spring 2010, p. 73-82

کاربرد الگوریتم بهینه‌سازی PSO در توزیع و تحویل بهینه آب در شبکه‌های آبیاری

محمد جواد منعم[1*] و محمد علی نوری[2]

چکیده

یکی از دلائل ضعف عملکرد پروژه‌های آبیاری و زهکشی مشکلات برنامه‌ریزی توزیع و تحویل مناسب آب در شبکه‌های آبیاری است. این مشکلات موجب عدم تناسب تحویل آب با نیاز مصرف‌کنندگان و افزایش تلفات بهره برداری می شود. روش‌های معمول برای برنامه ریزی تحویل و توزیع آب عموما ابتکاری و مبتنی بر تجربه کارشناسی بوده که مناسبترین روش نمی باشند. استفاده از روش‌های تحلیلی و بهینه‌سازی می‌تواند بخشی از مشکلات موجود را رفع نماید. مسئله برنامه ریزی توزیع و تحویل آب در شبکه های آبیاری یک مسئله پیچیده بهینه سازی چند هدفه، چند متغیره، و چند محدودیتی با انواع متغیرها است که حل آن نیازمند کاربرد روش های توانمند بهینه ساز است. روش‌های بهینه‌سازی کلاسیک دارای محدودیت-هایی مانند توقف در نقاط بهینه موضعی و عدم توانایی بکارگیری انواع متغیرها می‌باشند. برای رفع این محدودیت‌ها می‌توان از روش‌های ابتکاری که توانایی حل مسائل پیچیده و عبور از نقاط بهینه موضعی و یافتن بهینه سراسری را دارند استفاده نمود. در این تحقیق الگوریتم بهینه‌سازی PSO (رفتار جمعی اجزاء) برای توزیع و تحویل بهینه آب در کانال‌های آبیاری مورد استفاده قرار گرفته و روش مذکور در کانال amx از شبکه آبیاری ورامین با ۱۱ آبگیر بکار رفته است. روش PSO از رفتار جمعی پرندگان یا ماهی ها که مسیر یافتن بهترین موقعیت را بر اساس ترکیب دو مولفه انفرادی اجزاء و جایگاه جمعی گروه اصلاح می نمایند الهام گرفته شده و در دهه اخیر در انواع مسائل بهینه سازی مهندسی با موفقیت بکار گرفته شده است. در این مسئله که هدف حداقل سازی ظرفیت کانال و حداکثر استفاده از دور آبیاری بوده، دبی و مدت تحویل بهینه آب به ۱۱ آبگیر با رعایت ظرفیت کانال و سازه ها و حداکثر دور آبیاری تعیین شده است. با در نظر گرفتن ۳ بلوک آبیاری (حداکثر تعداد آبگیرهایی که همزمان آبیاری می‌کنند) ظرفیت کانال ۱/۶۴ متر مکعب در ثانیه به دست آمد که در مقایسه با کاربرد روش SA در همین کانال به میزان ۳۲۰ لیتر در ثانیه کمتر است. نتایج حاصله نشان دهنده توانایی روش PSO در حل مسئله برنامه ریزی بهینه توزیع آب در کانال های آبیاری می باشد.

واژه های کلیدی: بهینه‌سازی، توزیع آب، تحویل آب، شبکه‌های آبیاری، PSO

مقدمه

یکی از دلایل اصلی عملکرد ضعیف شبکه‌های آبیاری، توزیع نامناسب آب تحویلی به آبران می‌باشد (Monem and Namdarian, 2005) . این امر باعث می‌شود تحویل آب با کمبود یا مازاد مواجه باشد که علاوه بر نارضایتی آبران موجب عدم رعایت عدالت در توزیع آب در سطح شبکه و افزایش تلفات بهره برداری خواهد شد. متاسفانه در طراحی شبکه ها توجه کافی به چگونگی توزیع و تحویل آب صورت نمی‌گیرد و ضوابط متداول بهره‌برداری که در حین مطالعات پروژه‌های آبیاری تدوین می‌شود پاسخگوی نیازهای موجود نیست. در برنامه‌ریزی توزیع و تحویل آب باید سه عامل تحویل شامل دبی (Q)، مدت زمان (d)، و تناوب (f)، تعیین گردد.

۱و۲- دانشیار و دانش آموخته کارشناس ارشد گروه سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

(*- نویسنده مسئول: (Email: monem_mj@modares.ac.ir

ثابت یا متغیر بودن عوامل فوق، و تغییر سطح تصمیم‌گیری در مورد آنها، روش‌های بهره‌برداری متنوعی با انعطاف‌پذیری متفاوتی را به وجود می‌آورد. در صورتی که این عوامل ثابت و از پیش تعیین شده باشد برنامه تحویل آب را گردشی[3] می‌نامند، که معمولترین روش توزیع آب در شبکه‌ها است. در روش تحویل گردشی معمولاً تعدادی از آبگیرها به صورت همزمان آبیاری می‌نمایند که حداکثر تعداد آبگیرهایی که همزمان آبیاری می‌نمایند بعنوان بلوک آبیاری نامیده می‌شود. در هر بلوک آبیاری تعدادی آبگیر به صورت متوالی آبیاری می‌نمایند. با توجه به نیاز آبی هر آبگیر و عوامل تحویل آن، مدت زمان تحویل آب به هر آبگیر تعیین می‌شود. 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 توزیع‌کننده تابع توزیع

3- Rotational method

Archive of SID
www.SId.ir

آبگیرها در بلوک‌ها، و دبی تحویلی به هر آبگیر می‌باشد. برای حداقل‌سازی ظرفیت کانال توزیع‌کننده لازم است میزان دبی تحویلی به آبگیرها و توزیع آنها در بلوک‌ها به صورت بهینه تعیین گردد. استفاده از روش‌های تحلیلی و بهینه‌سازی در برنامه‌ریزی توزیع و تحویل آب می‌تواند برخی از محدودیت‌های موجود را رفع نماید. در برنامه ریزی توزیع و تحویل آب در شبکه های آبیاری معمولا اهداف مختلفی مانند حداقل سازی کمبود و تلفات آب و ظرفیت کانال های توزیع کننده مورد نظر است. متغیرهای تصمیم در این مسئله عبارتند از دبی، مدت، و فرکانس تحویل آب، دسته بندی، تعداد و ترتیب آبگیر ها در بلوک آبیاری که بطور متوالی آبیاری می‌کنند. محدودیت های مسئله عبارتند از ظرفیت کانال ها و سازه ها و حدود بهره برداری آنها و حداکثر دور آبیاری. بنابراین مشخص است که برنامه ریزی توزیع و تحویل یک مسئله پیچیده چند هدفه، چند متغیره، و چند محدودیتی است که حل آن مستلزم بکارگیری روش های بهینه سازی توانمند می باشد. با توجه به محدودیت روش‌های کلاسیک بهینه‌سازی مانند نیاز به تابع هدف صریح و مشتق‌پذیر، توقف در نقاط بهینه موضعی و عدم توانایی بکارگیری انواع متغیرها، ابداع روش‌های ابتکاری که توانایی حل مسائل پیچیده را دارند مورد توجه محققین قرار گرفته است. ردی و همکاران با استفاده از برنامه ریزی صفر و یک بصورت تک هدفی اقدام به تهیه برنامه بهینه تحویل آب در یک کانال نمودند (Reddy et al., 1994). ونگ و همکاران با توسعه مدل ردی آنرا برروی کانال فنگ جیاشان با تعداد ۲۶ آبگیر در چین بکار بردند. (Wang et al., 1995). منعم و نامداریان از روش عددی بهینه سازی SA ۱بصورت چند هدفی استفاده نموده، مدلی برای توزیع بهینه آب در کانال های آبیاری ارائه کردند و آنرا برروی کانال amx در شبکه آبیاری ورامین مورد آزمون قرار دادند (Monem and Namdarian, 2002). منعم و همکاران برنامه بهینه توزیع و تحویل آب در کانالی از شبکه آبیاری فومنات را با استفاده از الگوریتم ژنتیک ارائه دادند (منعم و همکاران ۱۳۸۶). توسعه روش های جدید بهینه سازی می تواند شیوه های حل مسائل را از نظر سرعت همگرایی و یافتن پاسخ بهینه سراسری بهبود بخشد. روش PSO[2] با الهام از رفتار جمعی پرندگان یا ماهی ها که بر اساس دو مولفه انفرادی و اجتماعی اجزاء بهترین مسیر دسترسی به مقصد را جستجو می کنند در سال ۱۹۹۵ توسط کندی و ابرهارت ابداع شد و پس از آن در مسائل مختلف مهندسی بکار گرفته شده است (Kennedy and Eberhart, 1995). سوریبابو و همکاران از روش PSO برای طراحی بهینه شبکه های تحت فشار توزیع آب استفاده کردند و نتیجه گرفتند که این روش در مقایسه با روش SA و الگوریتم ژنتیک همگرایی سریعتری دارد (Suribabu et al., 2008). ایزکویردو و همکاران برای طراحی بهینه شبکه جمع آوری فاظلاب از روش PSO استفاده کردند و نتیجه گرفتند که این روش نسبت به روش برنامه ریزی دینامیک برتری دارد (Izquierdo et al., 2008) . مونتالو و همکاران نشان دادند که روش PSO برای طراحی بهینه شبکه توزیع آب شهر هانوی و تونل تامین آب شهر نیویورک نسبت به روش لانه مورچگان و الگوریتم ژنتیک برتر است (Montalvo et al., 2008) . چائو از روش PSO در آموزش بهینه شبکه عصبی مصنوعی برای پیش بینی سطح آب رودخانه ای در هنگ کنگ استفاده کرد (Chao, 2006) . در ایران معراجی و همکاران از روش PSO در تعیین حجم بهینه مخازن سد استفاده کردند (Meraji et al., 2005) . معراجی همچنین از روش PSO در طراحی بهینه سیستم های کنترل سیلاب استفاده نمود (معراجی ۱۳۸۴). با توجه به توسعه کاربرد روش PSO، در این تحقیق از این روش استفاده شد و مدل بهینه سازی PSO برای برنامه ریزی بهینه تحویل و توزیع آب در شبکه های آبیاری توسعه داده شد. در این مقاله مدل توسعه یافته با الگوریتم PSO معرفی می‌شود، نمونه ای از کاربرد آن در شبکه آبیاری ورامین ارائه می گردد، و نتایج آن با نتایج مدل SA در همین کانال مورد مقایسه و ارزیابی قرار می گیرد.

مواد و روش‌ها

الگوریتم بهینه‌سازی PSO

روش PSO ابتدا توسط کندی، جهت شبیه‌سازی رفتار جمعی اجزاء، پیشنهاد شد و برای اولین بار در سال ۱۹۹۵ به عنوان یک روش بهینه‌ساز معرفی شد(Kennedy and Eberhart, 1995). در این روش هر پاسخ را می‌توان به صورت پرنده‌ای در دسته‌ای از پرندگان تحت عنوان جزء i تصور نمود. در ابتداء یک دسته از اجزاء که هرکدام یک پاسخ برای مسئله می‌باشند به صورت تصادفی تولید می‌شوند و در ادامه با حرکت دسته‌ای از اجزاء در جهت یافتن بهترین پاسخ فضای امکان‌پذیر جستجو می‌شود. تغییر موقعیت اجزاء برای رسیدن به موقعیت بهتر، با توجه به دو عامل صورت می‌گیرد. این عوامل عبارتند از بهترین موقعیت هر جزء که قبلا با آن روبرو شده است و موقعیت بهترین جزء جمعیت در طول فرآیند جستجو. سرانجام همه اجزاء پس از جستجوی کامل در نقطه بهینه همگرامی‌شوند.

فرض کنید فضای جستجوی مسئله D بعدی باشد. موقعیت i مین جزء از جمعیت را می‌توان با بردار D بعدی Xi = (xi1,xi2,…,xiD)T نشان داد، و تغییر مکان آن را می‌توان با بردار D بعدی Vi = (vi1,vi2,…,viD)T نشان داد. بهترین موقعیت ملاقات شده توسط i مین جزء را با بردار D بعدی Pi = (pi1,pi2,…,piD)T نشان می‌دهند. میزان جابجایی این جزء و

1- Simulated Annealing
2- Particle Swarm Optimization

Archive of SID

www.SId.ir

موقعیت جدید آن در مرحله n+1 به ترتیب از روابط ۱ و ۲ محاسبه می‌گردد.

$$V_{id}^{n+1} = \chi[wV_{id}^{n} + C_1 rand_1^n(P_{id}^n - X_{id}^n) + C_2 rand_2^n(g_{id}^n - X_{id}^n)] \quad (۱)$$

$$X_{id}^{n+1} = X_{id}^{n} + V_i \quad (۲)$$

مشخصه g برای بهترین جزء در جمعیت در نظر گرفته می‌شود.

که در این روابط $d= 1,2,\ldots,D$ ؛ $i = 1,2,\ldots,N$ ،N اندازه جمعیت، w اینرسی وزنی[1]، χ فاکتور انقباض[2]، C1 و C2 دو ضریب ثابت و مثبت می‌باشند که به ترتیب شاخص‌های شناختی[3] و اجتماعی[4] خوانده می‌شوند. rand1 و rand2 اعداد تصادفی در محدوده (۰و۱) با توزیع یکنواخت و $n = 1,2,\ldots$ مشخص‌کننده تکرارها می‌باشد. تابع اینرسی وزنی (w) بین کشف نقاط بهینه سراسری و محلی تعادلی را ایجاد می‌کند و تعیین مقدار مناسب آن تعداد تکرارها را کاهش می‌دهد که در هر تکرار از رابطه ۳ به دست می‌آید. فاکتور انقباض(χ) نقش کنترل بزرگی تغییر مکان‌ها را دارد. معمولا مقدار فاکتور انقباض برابر ۱ در نظر گرفته می‌شود. مقدار مناسب پارامترهای C1 و C2 باعث افزایش سرعت همگرایی و بهبود جواب بهینه موضعی می‌شود. تحقیقات اخیر نشان داده که با انتخاب مقدار بزرگتری از پارامتر شناختی (C1) در مقابل پارامتر اجتماعی (C2) با شرط C1+C2≤4 این امکان وجود دارد که نتایج بهتری حاصل گردد. مقادیر مناسب پارامترهای PSO برای همگرائی سریعتر فرآیند جستجو و یافتن نقطه بهینه سراسری باید با روش‌های سعی و خطا و تحلیل حساسیت تعیین گردد.

$$W_j = \frac{W_{max} - [(W_{max} - W_{min}) \times itre]}{maxitre} \quad (۳)$$

W_{max}: میزان اولیه اینرسی وزنی

W_{min}: میزان نهایی اینرسی وزنی

maxiter: حداکثر تعداد تکرار

iter: تعداد تکرار کنونی

از معادلات۱ و ۲ این نکته قابل دریافت است که خط سیر هر جزء تحت تاثیر جهتی است که توسط میزان جابجایی قبلی، موقعیت بهترین جزء در گروه (g) و بهترین موقعیت هر جزء در فرآیند جستجو (p) تعیین می‌شود.

مدل بهینه‌ساز PSO

برای توسعه مدل بهینه‌سازی سیستم توزیع و تحویل آب در شبکه‌های آبیاری با روش PSO ابتدا مدل برای یک کانال درجه ۲ با یک تعداد انشعاب مشخص تهیه شد سپس برای مجموعه‌ای از کانال‌های درجه ۲ که همگی از یک کانال درجه ۱ منشعب می‌شوند توسعه داده شد تا در نهایت مدل برای یک شبکه بسط داده شده باشد. مدل حاضر توسط قسمت برنامه‌نویسی نرم‌افزار MATLAB که به m file معروف است تهیه شده است. پس از تولید جمعیت اولیه، اجزاء به عنوان ورودی در الگوریتم PSO وارد می‌شوند و پس از برقرار شدن شرط توقف جواب بهینه بدست می‌آید. فرآیند الگوریتم PSO در شکل (۱) نشان داده شده است.

در الگوریتم PSO متغیرهای تصمیم‌گیری جهت تحویل آب در شبکه عموما ۲ پارامتر میزان جریان تحویلی و مدت زمان تحویل آب به انشعابات می‌باشد. جریان تحویلی در واقع دبی ورودی به هر انشعاب می‌باشد و مدت زمان تحویل آب با توجه به دبی تحویلی و حجم آب مورد نیاز انشعاب محاسبه می‌شود. در این تحقیق مهمترین هدف در برنامه‌ریزی تحویل آب علاوه بر تامین آب مورد نیاز انشعابات، به حداقل رساندن ظرفیت کانال می‌باشد چنانچه ظرفیت کانال با رعایت سایر قیودات به حداقل برسد بدیهی است که از مدت زمان تعیین شده برای دور آبیاری حداکثر استفاده به عمل می‌آید.

بنابراین تابع هدف به شکل زیر بیان شده است که هدف حداقل‌سازی آن می باشد.

$$F = Q + dT + P \quad (۴)$$

در این رابطه dT زمان مازاد یعنی کسر دور آبیاری از مجموع زمان تجمعی و تکمیل آبیاری کلیه انشعابات می‌باشد. همچنین P به عنوان جریمه برای تخطی از قیود تعریف می‌شود.

قیود مسئله نیز به شکل زیر تعریف می‌شوند:

الف- قید مقدار جریان قابل انتقال توسط کانال توزیع‌کننده: مجموع جریان تحویلی به انشعاباتی که همزمان آبگیری می‌کنند(Q) بایدکمتر یا برابر با ظرفیت کانال توزیع‌کننده(Q_0) باشد رابطه (۵). در مدل حاضر برای کلیه اجزاء در هر تکرار این مسئله کنترل می‌شود و در صورتی که در یک جزء در تکراری خاص از این مقدار تخطی شود جریمه‌ای مناسب برای آن به مقدار شایستگی تابع هدف آن جزء اضافه می‌شود.

$$Q \le Q_0 \quad (۵)$$

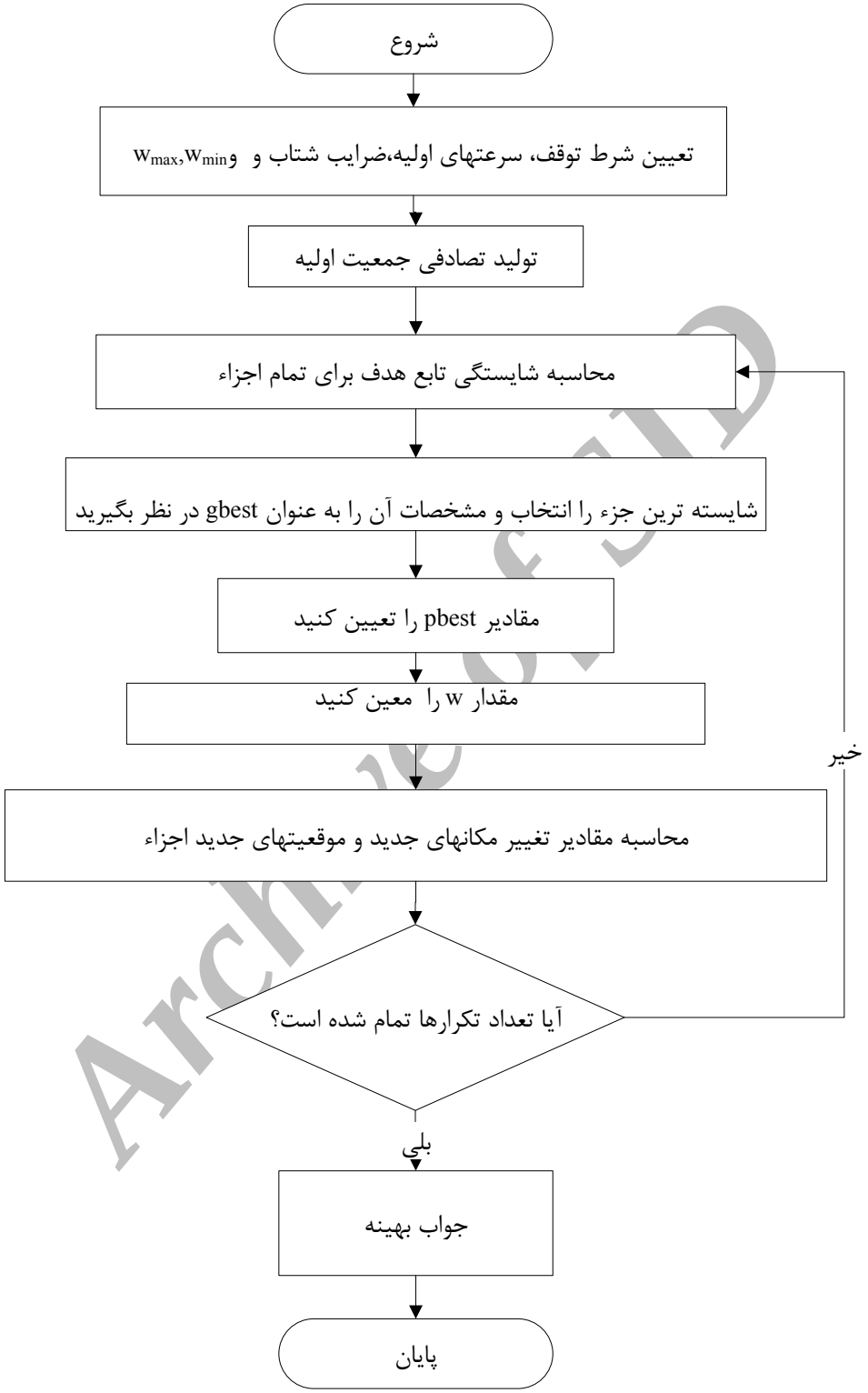
ب- قید زمان بهره‌برداری: مجموع زمان آبگیری انشعابات در هر بلوک(T_i)، باید کمتر یا برابر با دور آبیاری مجاز(I_{iR}) باشد رابطه (۶). شایان ذکر است که برای برقراری این قید در تکرار اول مدل طوری عمل می‌کند که این مجموع زمان آبگیری بیشتر از دور آبیاری نباشد و در تکرارهای بعدی اگر برای هر جزء از تخطی شد جریمه‌ای

1- Inertia weight
2- Constriction factor
3- Cognitive
4- Social

Archive of SID

www.SId.ir

مناسب برای آن در نظر گرفته می‌شود که این جریمه به مقدار شایستگی تابع هدف همان جزء اضافه می‌شود.



(شکل۱) – الگوریتم PSO

Archive of SID

www.SId.ir

$$Ti \leq I_{IK} \quad (۶)$$

پ- قید تعداد بلوک‌ها: تعداد بلوک‌های آبیاری(bl) باید حداقل ۲ و حداکثر به تعداد انشعابات کانال توزیع‌کننده(b_r) منهای یک باشد رابطه (۷).

$$1 \leq bl \leq br - 1 \quad (۷)$$

کاربرد مدل

به منظور آزمون و کاربرد مدل PSO، این مدل درکانال amx شبکه آبیاری ورامین مورد استفاده قرار گرفت. در شکل (۲) شبکه آبیاری ورامین و کانال amx نشان داده شده است. کانال اصلی شبکه(OABC) در قسمت اول (OA) با ظرفیت حداکثر ۳۲ متر مکعب بر ثانیه فاقد هرگونه تاسیسات آبگیری بوده و به حوضچه تقسیم آب در نقطه A ختم می‌شود. حوضچه A علاوه بر تنظیم و توزیع آب در شاخه‌های au, amx و ab نقش تنظیم‌کننده آب منتقل‌شده از کانال تهران- ورامین که به این نقطه تخلیه می‌شود را نیز به عهده دارد. از حوضچه تقسیم A به حوضچه تقسیم B دو کانال آب au و amx منشعب می‌شوند. کانال amx علاوه بر توزیع آب کشاورزی، دارای انشعاباتی جهت هدایت آب به حوضچه‌های تغذیه مصنوعی می‌باشد و تقریبا در تمام طول سال آب در آن جریان دارد. کانال فوق دارای ۱۴ انشعاب فرعی می‌باشد که ۳ انشعاب، آن جریان اضافی را به حوضچه‌های تغذیه مصنوعی هدایت می‌کنند. بنابراین کانال amx دارای ۱۱ انشعاب فرعی می‌باشد که برای تامین آب کشاورزی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. مشخصات انشعابات، دریچه‌ها و ظرفیت آنها در جدول (۱) ارائه شده است.

نتایج و بحث

مقادیر مناسب پارامترهای PSO برای بهینه‌سازی سیستم تحویل و توزیع آب، پس از اجراهای متعدد مدل با مقادیر مختلف پارامترهای PSO در محدوده‌های توصیه شده و بررسی نتایج حاصله در کانال مورد نظر تعیین شد، که مقادیر آنها در جدول (۲) ارائه شده است. به طور نمونه جزئیات چگونگی تعیین تعداد جمعیت مناسب در این تحقیق تشریح شده است.

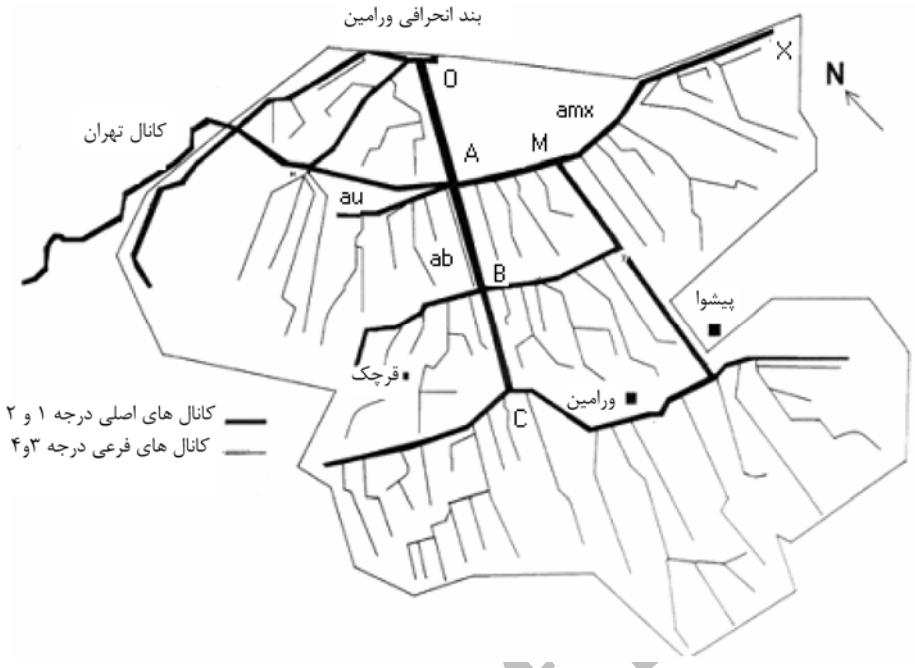
برای تعیین پارامتر جمعیت مناسب، مدل توسعه یافته با تعداد جمعیت ۵۰،۲۵، ۷۵، ۱۰۰ و ۲۰۰ عضو اجرا شد و تاثیر تعداد جمعیت بر روی همگرائی و یافتن نقطه بهینه در فضای جستجو مورد بررسی قرار گرفت. در جدول (۳) مقادیر بیشینه دبی کانال توزیع‌کننده و بیشینه زمان مورد نیاز برای تکمیل برنامه آبیاری کانال amx، تعداد تنظیمات جریان در سراب کانال و شماره تکرار همگرایی ارائه شده است. با توجه به نتایج حاصله تعداد جمعیت ۵۰ انتخاب شد. علت انتخاب تعداد جمعیت ۵۰ نتایج مطلوب و سرعت اجرای مدل می‌باشد مدت اجرای مدل در تعداد جمعیت ۱۰۰ و ۲۰۰ بیشتر می‌باشد و همچنین شماره تکرار همگرائی و مقدار دبی حاصل شده برای کانال توزیع‌کننده بهبود چندانی نیافته است. بنابراین با توجه به اجرای سریعتر مدل و نتایج مطلوب، تعداد جمعیت ۵۰ انتخاب شد.

(جدول ۱) - مشخصات دریچه‌ها و مساحت تحت پوشش انشعابات کانال amx

شماره	نام انشعاب	نوع دریچه هر انشعاب	ظرفیت دریچه انشعابات بر اساس نوع دریچه(lit/s)	ظرفیت کل هر انشعاب(lit/s)	مساحت تحت پوشش هر انشعاب(ha)	فاصله از ابتدای کانال(m)
۱	M_1	X XX,XX	۳۰ ۱۸۰و۳۶۰	۵۷۰	۶۰۰	۶۲۶
۲	M_2	L	۷۵۰	۷۵۰	۸۰۰	۱۳۰۳
۳	M_3	XX,XX	۲۴۰و۳۰۰	۵۴۰	۵۵۰	۲۸۴۴
۴	M_4	L	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۳۹۶۶
۵	X_2	C	۱۱۰۰	۱۱۰۰	۱۱۰۰	۵۴۰۷
۶	X_3	L	۷۵۰	۷۵۰	۸۰۰	۶۴۱۵
۷	X_4	XX	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۶۹۸۳
۸	X_5	XX,C	۱۷۰۰و۳۶۰	۲۰۶۰	۲۲۰۰	۸۴۰۸
۹	X_6	XX,XX	۳۶۰و۴۲۰	۷۸۰	۸۰۰	۱۰۱۴۳
۱۰	X_7	XX	۴۲۰	۴۲۰	۴۵۰	۱۲۲۴۲
۱۱	X_8	XX,XX XX,XX XX	۳۶۰و۴۲۰ ۳۶۰و۳۰۰ ۴۲۰	۱۹۲۰	۲۰۰۰	۱۳۳۵۰

Archive of SID

www.SId.ir



(شکل ۲) – شبکه آبیاری ورامین و موقعیت کانال amx

(جدول۲) – مقادیر مناسب پارامترهای PSO برای اجرای مدل در یک کانال آبیاری

پارامتر	نوع همسایگی	تعداد جمعیت	حداکثر تکرار	w_{min}	w_{max}	C_1	C_2
مقدار مناسب	فراگیر	۵۰	۲۰۰	۰/۴	۰/۹	۰/۵	۰/۵

(جدول۳) – نتایج اجرای مدل بهینه‌ساز با تعداد جمعیت‌های مختلف

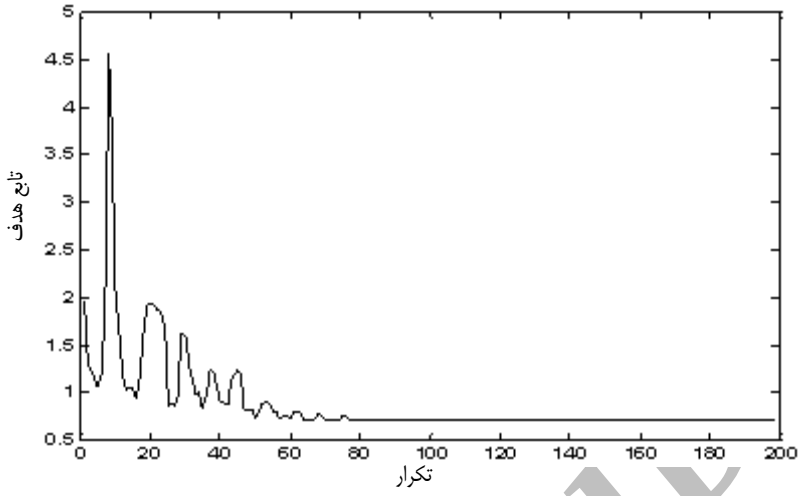
تعداد اجزاء	دبی کانال توزیع کننده(m^3/s)	بیشینه زمان برای تکمیل برنامه آبیاری(hr)	تعداد دفعات تنظیم دریچه سرآب کانال توزیع کننده	شماره تکرار همگرائی
۲۵	۱/۹۵	۲۳۶	۱۰	۱۳۵
۵۰	۱/۶۶	۲۳۶	۱۰	۹۶
۷۵	۱/۶۵	۲۳۶	۱۰	۸۳
۱۰۰	۱/۶۰	۲۳۶	۱۰	۸۰
۲۰۰	۱/۵۷	۲۳۶	۱۰	۷۵

پس از تعیین مقادیر مناسب پارامترهای PSO مسئله با مقادیر مناسب برای کانال amx از شبکه ورامین در سه بلوک آبیاری حل گردید. تغییرات متوسط تابع هدف در طول دوره برای کانال amx در شکل (۳) نشان داده شده است که نشان‌دهنده رفتار فرآیند جستجو است. این شکل همچنین نشان می‌دهد که مسئله بعد از حدود ۸۰ تکرار به جواب بهینه همگرا شده است.

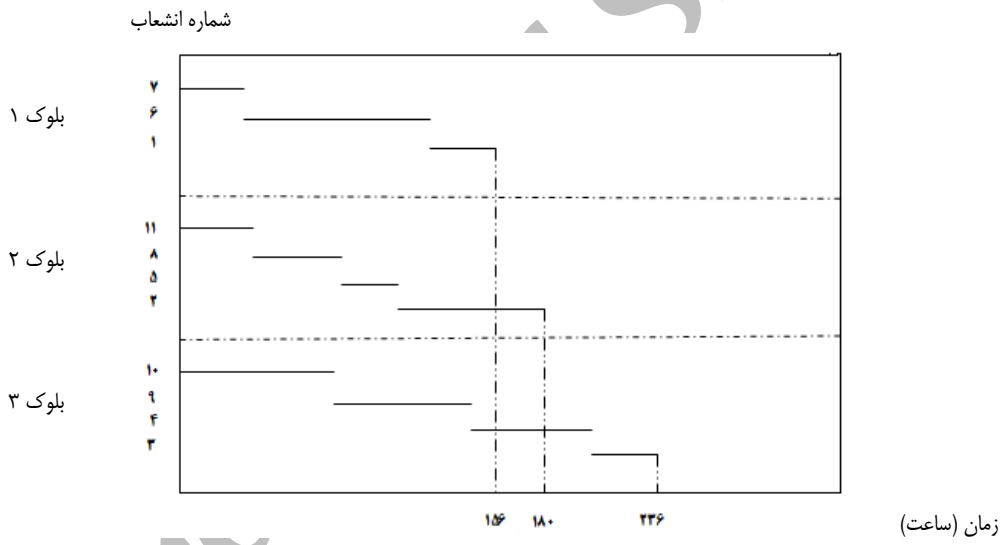
پس از اجرای مدل، ۱۱ انشعاب کانال amx در ۳ بلوک آبیاری توزیع شدند که در بلوک ۱، ۳ انشعاب و در بلوک‌های دیگر ۴ انشعاب قرار گرفتند. در شکل (۴) توزیع انشعابات در بلوک‌های آبیاری و همچنین تکمیل برنامه آبیاری در هر بلوک برای کانال amx نشان داده شده است. در این شکل می‌بینیم که زمان تکمیل آبیاری برای بلوک ۱،۲و۳ به ترتیب ۱۵۶، ۱۸۰ و ۲۳۶ ساعت است. با توجه به اینکه دور آبیاری کانال amx ۲۴۰ ساعت می‌باشد و هدف استفاده حداکثر از آن است، در بلوک ۳ که زمان تکمیل آبیاری ۲۳۶ ساعت می‌باشد، بیشترین استفاده از زمان صورت گرفته و زمان باقی‌مانده صرفاً به ۴ ساعت تقلیل یافته است.

Archive of SID

www.SId.ir



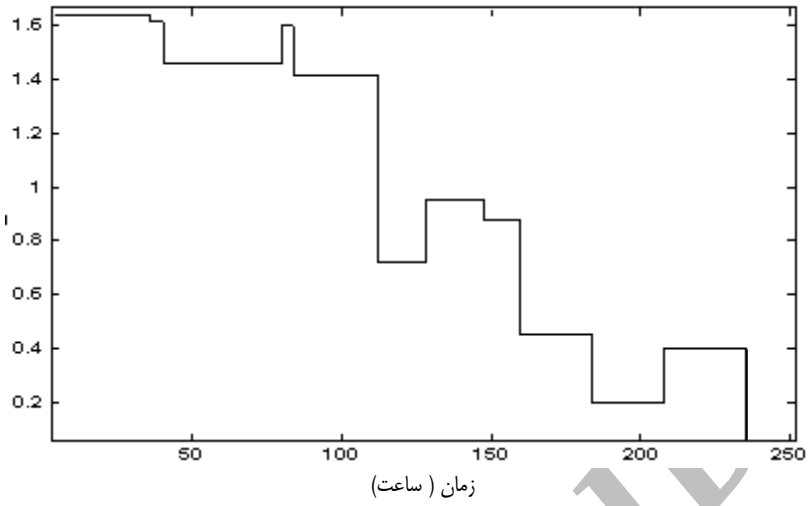
(شکل۳) – تغییرات متوسط تابع هدف در طول دوره برای کانال amx



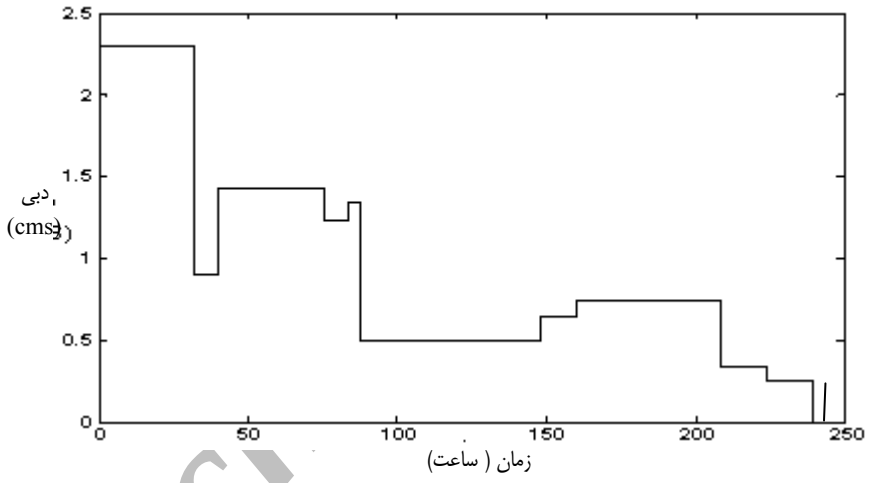
(شکل٤) – توزیع انشعابات در بلوک‌های آبیاری برای کانال amx

در شکل (۵) هیدروگراف ورودی کانال amx ارائه شده است. با توجه به شکل (۵) حداکثر دبی کانال توزیع‌کننده ۱/۶۴ متر مکعب و تعداد تنظیمات سرآب کانال توزیع‌کننده ۱۱ تنظیم می‌باشد. نامداریان در تحقیق جداگانه‌ای روش SA را برای برنامه‌ریزی بهینه توزیع و تحویل آب در کانال amx شبکه ورامین به کار برده است(2005)-Monem and Namdarian. به منظور مقایسه روش PSO با SA نتایج حاصله با نتایج نامداریان در شرایط مشابه مقایسه گردید. در شکل (۶) برای کانال amx هیدروگراف ورودی با استفاده از روش بهینه‌سازی SA نشان داده شده است. حداکثر جریان ورودی به کانال amx، ۱/۹۶ متر مکعب بر ثانیه محاسبه شده است و تعداد تنظیمات سرآب کانال توزیع‌کننده ۱۰ تنظیم می‌باشد. با مقایسه نتایج تحقیق حاضر با نتایج مدل SA، مدل PSO از نظر دبی ورودی به کانال توزیع‌کننده به نتیجه بهتری دست یافته است و ظرفیت کانال را به میزان ۳۲۰ لیتر بر ثانیه کاهش داده است. از نظر تعداد تنظیمات سرآب کانال توزیع‌کننده مدل SA به ۱ تنظیم کمتر از مدل PSO احتیاج دارد. با توجه به اهمیت بیشتر کاهش ظرفیت کانال نسبت به تعداد تنظیمات سرآب، می‌توان اظهار نمود که مدل PSO نسبت به SA از این نظر ارجحیت دارد.

www.SId.ir



(شکل ٥) – هیدروگراف ورودی کانال amx با استفاده از روش PSO



(شکل٦) – هیدروگراف ورودی کانال amx با استفاده از روش Monem and Namdarian(2005) SA

جمع بندی و نتیجه‌گیری

۱- با توجه به نتایج به دست آمده، مدل توسعه یافته در این تحقیق - توانایی بهینه‌سازی سیستم توزیع و تحویل آب در شبکه‌های آبیاری را دارا می‌باشد و می‌توان از آن در مسائل کاربردی شبکه‌ها استفاده نمود.

۲- در این روش هر چقدر اندازه جمعیت انتخاب شده بزرگتر باشد جواب‌های حاصله دقیقتر بوده و در مقابل به هزینه و محاسبات بیشتری نیاز خواهد بود. بنابراین برای جلوگیری از طولانی شدن زمان اجرای مدل بهینه‌ساز و همچنین حصول جواب‌های با دقت مطلوب انتخاب مناسب تعداد جمعیت اجزاء ضروری می‌باشد.

۳- با توجه به گسترش روش‌های بهینه‌سازی تکاملی و نقطه ضعف روش PSO برای حل مسائل گسسته، استفاده از روش‌های تلفیقی PSO با سایر روش‌ها و یا JPSO[1] ممکن است به نتایج بهتری دست یابد.

۴- تعیین صحیح پارامترهای PSO بسیار حائز اهمیت می‌باشد چون اندکی عدم دقت روی انتخاب این پارامترها باعث می‌شود اجزاء در نقطه بهینه همگرا نشوند وجواب‌های بهینه حاصل نشود. لذا دقت نظر در تحلیل حساسیت این عوامل ضروری است.

1- Jumping Particle Swarm Optimization

www.SId.ir

مراجع

معراجی، س. ح. (۱۳۸۴). طراحی بهینه سیستم‌های کنترل سیلاب با استفاده از الگوریتم Particle Swarm Optimization، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه علم و صنعت ایران.

منعم، م. ج.، نجفی، م. ر. و خوشنواز، ص. ۱۳۸۶. برنامه ریزی بهینه تحویل آب در کانال های آبیاری با استفاده از الگوریتم ژنتیک، مجله تحقیقات منابع آب ایران، جلد ۳، شماره ۱، ص ۱-۱۱.

Chao, K.W. (2006). Particle Swarm Optimization Training Algorithm for ANNs in Stage Prediction of Shing Mun River. Journal of Hydrology, 329, 363-367.

Clemments, A.J. (1987), Delivery system schedules capacities. Proceeding of a Symposium Sponsored by the Irrigation and Drainage Division of the ASAE.

Izquierdo, J., Montalvo, I., Perez, R., and Fuertes, V. (2008). Design optimization of wastewater collection networks by PSO., Computers and Mathematics with Applications No.56 , pp. 777–784.

Kennedy, j., and Eberhart, R. (1995). Particle Swarm Optimization. Proceedings of International Conference on Neural Networks, Perth, Australia, IEEE Service Center, Piscataway, pp. 1942-1948.

Meraji. S. H., Afshar., M.H., and Afshar. A., (2005). Reservoir Operation by Particle Swarm Optimization Algorithm. 7th International conference of civil engineering .ICCE 7th .2005, Tehran ,Iran

Monem, M.J., and Namdariyan, R. (2005). Application of Simulated Annealing (SA) Techniques for Optimal Water Distribution in Irrigation Canals, Journal Of Irrigation and Drainage, Vol. 54, No. 1, PP. 365-373.

Montalvo, I., Izquierdoa, J., Pereza, R., and Tungb, M.M. (2008). Particle Swarm Optimization applied to the design of water supply systems, Computers and Mathematics with Applications No.56, PP. 769–776.

Reddy, J. M., Wilamowski, B., and Sharmasarkar, F. C., (1994). Optimal scheduling irrigation for lateral canals. ICID Journal, 48(3), pp. 1-12.

Suribabu. C. R., and Neelakantan. T. R. (2008). Design of water distribution networks using particle swarm optimization. Urban Water Journal, Vol. 3, No. 2, June 2006, 111 – 120.

Wang, Z., Mohan, R. J., and Feyan, J. (1995). Improved 0-1 programming model for optimal flow scheduling in irrigation canals. Journal of irrigation and drainage system. 9: pp. 105-116.

تاریخ دریافت: ۸۸/۱/۲۶
تاریخ پذیرش: ۸۸/۹/۱۸

Archive of SID

www.SId.ir

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 1, Vol. 4, Spring 2010, p. 73-82

مجله آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۱، جلد۴، بهار ۱۳۸۹، ص. ۸۲-۷۳

Application of PSO Method for Optimal Water Delivery in Irrigation Networks

M. J. Monem[1*], and M. A. Nouri[2]

Abstract

Problems of water delivery scheduling are one of the reasons for poor performance of irrigation projects. These problems lead to high operational losses and miss-match of water delivery with water requirements. Traditional approach for water delivery planning is based on personal experiences, which is not necessarily satisfactory. The use of analytical and optimization methods could resolve some of these difficulties. For water delivery scheduling, in addition to delivery parameters (discharge, duration, and frequency), the number of intakes, their turn and order with which they receive water in irrigation blocks should be determined. Water delivery scheduling should provide several objectives such as minimization of water deficit and losses and canal capacity while satisfying several constraints such as canals' and structures' capacity and their operational limits. Therefore water delivery scheduling is a complex, multi-objective, multi-variable, and multi-constraint problem, which requires powerful optimization methods to be solved. Classical optimization methods are facing some limitations such as: being trapped in local optimum points, and difficulties in handling different variables. To overcome some of these limitations, new techniques which can solve complex problems could be used. The PSO method is derived from the swarm behavior of birds and fish. The community of birds and fish find their best position based on two elements which are the individual and the collective position of the group. In recent years this technique has been successfully applied on several engineering problems. In this study PSO algorithm is used for planning optimal water delivery in irrigation canals, and it is applied on amx canal of Varamin irrigation network. The objectives are to minimize canal capacity and to maximize the utility of irrigation frequency. Optimal discharge and delivery duration to 11 intakes, number of intakes grouped in 3 irrigation blocks, and their turn and order of receiving water are derived. The optimum canal capacity is derived to 1.64 cms, which is 320 lit/sec less than that derived using SA method on the same canal. The results show the capability of the PSO method for planning optimal water delivery in irrigation networks.

Keywords: Irrigation network, Optimization, PSO, Water distribution, Water delivery

Archive of SID

1- Associate Professor, Department. Of Hydraulic Infrastructures, Tarbiat Modares University
* (Corresponding Author Email: monem_mj@modares.ac.ir)
2- Graduate M.Sc. Student, Department. Of Hydraulic infra structures, Tarbiat Modares University

www.SId.ir