Archive of SID

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره2، جلد9، خرداد - تیر 1394، ص. 322-314

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 9, May.-Jun. 2015, p. 314-322

تهیه مدل بهینه‌سازی آبیاری شیاری با استفاده از الگوریتم جفت‌گیری زنبور عسل (*HBMO*)

نرجس ریحانی[1*]، عباس خاشعی سیوکی[2] و علی شهیدی[3]

تاریخ دریافت: 1393/12/2 تاریخ پذیرش: 1394/3/6

چکیده

در بسیاری از کشورهای جهان، آبیاری سطحی یکی از مهم‌ترین روش‌های آبیاری محسوب می‌شود. بنابراین توجه به طراحی و افزایش راندمان این روش‌ها ضروری به نظر می‌رسد. از این رو بهترین روش طراحی، طراحی بهینه است که در آن راندمان های مورد نظر در ترکیب خطی خود در یک تابع هدف بهینه شوند. هدف از این مطالعه، استفاده از مدل SIRMOD، شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم بهینه‌یابی جفت گیری زنبور عسل جهت شبیه سازی و بهینه‌سازی پارامترهای طراحی آبیاری شیاری نظیر طول شیار، دبی ورودی و زمان قطع جریان می‌باشد. نتایج حاصل از شبکه عصبی نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی با ضریب تبیین بالا (0/96، 0/97، 0/99 و 0/97) برای تمام خروجی‌ها از توانایی خوبی در شبیه‌سازی هیدرولیک آبیاری سطحی برخوردار بود که این امر تا حد زیادی به تنوع بانک داده و آموزش مناسب شبکه وابسته است. هم‌چنین، برقراری لینک بین شبکه عصبی و الگوریتم جفت‌گیری زنبور عسل به منظور بهینه‌سازی پارامترهای طراحی نیز نتایج قابل قبولی در پی داشت. میانگین مقادیر حاصل از بهینه سازی پارامترهای طراحی عبارتند از 202 متر برای طول شیار، 2/13 لیتر در ثانیه برای دبی ورودی و 28/6 دقیقه برای زمان قطع جریان بود. به‌طور کلی شبکه عصبی و الگوریتم جفت‌گیری زنبور عسل توانایی خوبی در شبیه‌سازی و بهینه‌سازی پارامترهای آبیاری شیاری داشته و می‌توان نتایج حاصل را به‌عنوان مقادیر بهینه در طراحی پذیرفت.

واژه‌های کلیدی: آبیاری سطحی،الگوریتم فراکاووشی، شبیه سازی، راندمان، شبکه عصبی

مقدمه

هرچند با پیشرفت روز افزون علم و تکنولوژی، شیوه‌های نوینی از جمله روش‌های آبیاری تحت فشار در آبیاری پا به عرصه نهاده‌اند، با این وجود هنوز در بسیاری از کشورهای جهان حتی کشورهای پیشرفته، آبیاری سطحی از مهم‌ترین روش‌های آبیاری محسوب می‌شود. در ایران نیز با توجه به اینکه استفاده از شیوه های آبیاری سطحی در سطح قابل توجهی از اراضی کشور رایج و مورد پذیرش کشاورزان است، ضرورت دارد در برنامه‌های توسعه کشور بهبود روش‌های سطحی و افزایش راندمان این روش‌ها مورد توجه قرار گیرد (سهراب و عباسی،1387؛ حبیبی‌خاوه و شکوریان، 1388). عمدتاً تلفات آب در این سیستم‌ها مربوط به ماهیت سیستم نیست بلکه عدم طراحی واجرای کار به روش علمی و صحیح بیش‌ترین اتلاف آب را موجب می‌شود. بنابراین، اصلاح روش‌های آبیاری سطحی، طراحی بهینه و اعمال مدیریت صحیح باعث بهبود راندمان آبیاری خواهد شد (یزدی و همکاران، 1387).

تاکنون روش‌های زیادی مانند کم آبیاری، استفاده از روش کاهش جریان، استفاده از جریان موجی، استفاده از مدل‌های شبیه سازی و ... برای افزایش راندمان آبیاری شیاری به کار برده شده‌اند. در مطالعه‌ای از استراتژی‌های مدیریتی کاهش جریان و آبیاری موجی به‌منظور افزایش راندمان استفاده گردید که نتایج حاکی از افزایش 11/66% راندمان در روش کاهش جریان و 28/37% در روش جریان موجی بود (Valipour, 2013). امروزه محققین سعی بر آن دارند تا با استفاده از روش‌های نوین در زمان کم‌تری مسائل بهینه‌سازی را حل کنند. از جمله روش‌های جدید بهینه‌سازی می‌توان به استفاده از الگوریتم‌های فراکاوشی اشاره کرد که در علوم مختلفی از جمله مهندسی آب مورد استفاده گسترده قرار می‌گیرد. در مطالعه‌ای با استفاده از الگوریتم ژنتیک و نرم افزار ویژوال بیسیک، اقدام به بهینه سازی پارامترهای مؤثر نفوذ گردید که نتایج حاصل منجر به افزایش راندمان آبیاری شد (Valipour and Montazar, 2012). از دیگر الگوریتم‌های فراکاووشی می‌توان الگوریتم بهینه‌یابی جفت‌گیری زنبور عسل را نام برد که الهام گرفته از رفتار طبیعی زنبورهای عسل در

1- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه بیرجند
2- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه بیرجند
3- دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه بیرجند
(* - نویسنده مسئول: Email: narjes.newworld@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

جفت‌گیری می‌باشد (Abbas, 2001). در تحقیقی، کاربرد این الگوریتم در چند مثال ریاضی مقید و نامقید به شدت غیر خطی و با انواع پیچیدگی‌های موجود بررسی شد، که نتایج حاصل گویای قابل قیاس بودن این الگوریتم با روش‌های دیگر از جمله الگوریتم ژنتیک توسعه یافته می‌باشد. هم‌چنین کارایی مدل مذکور در حل مسائل موجود در مهندسی آب از قبیل بهره‌برداری بهینه از مخازن سدها نیز آزمایش شد که نتایج حاصل از آن بسیار رضایت بخش بود (Bozorg hadad et al., 2006). هم‌چنین از الگوریتم بهینه‌یابی جفت‌گیری زنبور عسل در بهینه‌سازی ابعاد سرریزهای پله‌ای به‌منظور کاهش هزینه‌های ساخت این سیستم استفاده شد که نتایج حاصل نشان-دهنده صرفه‌جویی اقتصادی در ساخت سرریزهای متوالی با استفاده از الگوریتم مذبور نسبت به روش مرسوم طراحی می‌باشد (زارع زاده مهریزی و بزرگ حداد، 1387). در مطالعه‌ای دیگر الگوریتم بهینه‌یابی جفت‌گیری زنبور عسل به‌منظور طراحی و بهره‌برداری بهینه از ایستگاه‌های پمپاژ به کار گرفته شد که نتایج به‌دست آمده رضایت بخش بود (Bozorg hadad and Marino, 2006). در تحقیقی از الگوریتم جفت‌گیری زنبور عسل و الگوریتم ژنتیک برای کالیبراسیون مدل‌های بارش رواناب استفاده شد که نتایج نشان‌دهنده برابری دو الگوریتم در این زمینه بود (برهانی و فرهمندفر، 1390). هم‌چنین از جمله ابزارهای پرکاربرد در شبیه‌سازی جواب بسیاری از مسائل پیچیده می‌توان به شبکه‌های عصبی مصنوعی اشاره کرد. از جمله کاربردهای شبکه عصبی در علوم آب می‌توان به پیش‌بینی وضعیت و نوسانات آب‌های زیرزمینی، پیش‌بینی فرآیند بارش-رواناب، تخمین وضعیت نفوذپذیری در خاک، تحلیل داده‌های نفوذ از جویچه‌های آبیاری و بسیاری موارد دیگر اشاره داشت (ستاری و همکاران ،1392؛ ناصری، 1387). در مطالعه‌ای به مقایسه مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی، سیستم استنتاج فازی عصبی و رگرسیونی در برآورد سطح ایستابی آبخوان دشت نیشابور پرداخته شد، نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که مدل رگرسیونی از کم‌ترین دقت در این زمینه برخوردار بود (خاشعی سیوکی و همکاران، 1392). هم‌چنین در تحقیقی روش-های شبکه عصبی مصنوعی، فازی- عصبی تطبیقی و منحنی سنجه شوری در برآورد شوری آب زیرزمینی اراضی پایاب سد حاجیلر مورد مقایسه قرار گرفت. الگوی فازی – عصبی برتری مشهودی نسبت به دو روش دیگر داشت. (میرزایی و دلیر حسن‌نیا، 1392).

با توجه به اینکه تاکنون از الگوریتم جفت‌گیری زنبور عسل در بهینه‌سازی آبیاری شیاری استفاده نشده، هدف از این مطالعه استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم بهینه‌یابی جفت‌گیری زنبور عسل جهت شبیه‌سازی و بهینه‌سازی پارامترهای آبیاری شیاری نظیر طول شیار، دبی ورودی و زمان قطع جریان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه برای خاکی با بافت لومی رسی، با ضریب زبری ثابت برابر با 0/04 برای آبیاری اولیه و 0/02 برای آبیاری‌های بعدی، شیب 0/002 و عرض شیار ثابت در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شده است. خصوصیات فیزیکی خاک مورد نظر در جدول شماره 1 آورده شده است.

شبکه عصبی مصنوعی (Network Artificial Neural)

به منظور شبیه‌سازی هیدرولیک آبیاری شیاری از شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌عنوان یکی از روش‌های جعبه سیاه این قابلیت را دارند که روابط منطقی بین پارامترهای ورودی و خروجی یک پدیده را بیان کنند. هر شبکه براساس ساختار (نشانگر طریقه ارتباط بین نرون‌ها)، روش آموزش شبکه (روش تعیین مقادیر وزن‌های رابط میان نرون‌ها) و تابع محرک مشخص می‌شود.

آموزش شبکه با استفاده از الگوریتم پس انتشار خطا صورت می‌پذیرد. الگوریتم پس انتشار خطا اساساً دارای دو مسیر اصلی است. مسیر رفت که در آن بردار ورودی به شبکه اعمال می‌شود و تأثیراتش از طریق لایه‌های پنهان، به لایه خروجی انتشار می‌یابد، و مسیر بازگشت که پارامترهای شبکه مطابق با قانون یادگیری اصلاح خطا تغییر یافته و تنظیم می‌شوند. سیگنال خطا، درلایه خروجی شبکه محاسبه می‌گردد و پارامترهای شبکه طوری تنظیم می‌شوند که پاسخ واقعی شبکه هرچه بیش‌تر به پاسخ مطلوب نزدیک‌تر شود. این امر تا رسیدن مقدار خطا به مقدار قابل قبول ادامه می‌یابد. در این صورت مرحله یادگیری شبکه به پایان می‌رسد و شبکه آمادگی تعیین خروجی مناسب در برابر داده ورودی جدید را دارا است.

جدول 1 – خصوصیات فیزیکی خاک

عمق نمونه برداری (cm)	توزیع اندازه ذرات (%)				F	P	چگالی ظاهری (gr/cm^3)	بافت
	شن درشت	شن ریز	سیلت	رس				
0-30	3/2	36	19/1	41/7	28	18	1/30	CL
30-60	3/1	33/2	20/5	43/2	31	20	1/44	CL
60-100	4/8	28/9	26/1	40/2	29	16	1/46	CL

www.SID.ir

Archive of SID

برای اجرای مدل شبکه عصبی از جعبه ابزار شبکه عصبی در نرم افزار متلب استفاده شد. در مدل شبکه عصبی از مدل شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه و تابع سیگموئیدی logsig به عنوان تابع محرک در لایه میانی و خروجی و تابع آموزشی trainlm استفاده شد. تعداد نرون‌های لایه مخفی نیز به روش سعی و خطا و با توجه به پارامترهای آماری به دست آمد. ورودی‌های شبکه شامل طول شیار، دبی ورودی و زمان قطع جریان و خروجی‌ها شامل راندمان کاربرد، راندمان توزیع، نسبت رواناب، و نسبت نفوذ عمقی می‌باشد. برای تهیه بانک داده جهت استفاده برای آموزش شبکه عصبی از نرم افزار SIRMOD که از جمله نرم افزارهای پرکاربرد در زمینه ارزیابی، شبیه‌سازی و طراحی آبیاری سطحی می‌باشد، استفاده گردید. بدین منظور ابتدا با استفاده از مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده در مزرعه برای زمان‌های پیشروی و پسروی و مقادیر پیش‌بینی شده توسط نرم‌افزار SIRMOD و بررسی پیوستگی بین داده‌ها اقدام به کالیبراسیون نرم‌افزار گردید. سپس با تغییر در ورودی‌ها و تحصیل خروجی‌های متناظر اقدام به تهیه یک بانک داده گردید، که حاوی 1000 داده می‌باشد.

برای استفاده از بانک داده، ابتدا برخی داده‌های پرت شناسایی و از مجموعه داده‌ها حذف شدند، سپس داده‌ها به‌صورت تصادفی تبدیل و به سه قسمت تقسیم شدند. 50 درصد از آن‌ها برای آموزش، 25 درصد برای اعتبار سنجی و 25 درصد باقیمانده برای آزمایش مدل استفاده شد. به‌منظور افزایش کارایی شبکه عصبی همه داده‌ها ابتدا به شکل نرمال بین دو عدد $\frac{1}{10}$ و $\frac{9}{10}$ استاندارد شدند، سپس بعد از استفاده در شبیه‌سازی به مقادیر اولیه برگشتند. برای نرمال‌سازی داده‌ها از رابطه 1 استفاده شد:

$$x_i = 0.8\left(\frac{x-x_{min}}{x-x_{max}}\right) + 0.1 \quad (1)$$

در این رابطه x_i مقدار استاندارد شده، x مقدار واقعی و x_{min} و x_{max} به ترتیب مقادیر حداقل و حداکثر داده‌ها می‌باشند.

پس از آموزش شبکه عصبی، برای هر یک از خروجی‌های مدنظر و به ازای ورودی‌های یکسان، شبکه یک‌بار اجرا گردید تا تعداد نرون مناسب برای هر یک از خروجی‌ها به‌دست آید. معیار انتخاب تعداد نرون بالا بودن ضریب تبیین و پایین بودن RMSE بود. این پارامترها با استفاده از روابط 2 و 3 محاسبه گردید.

$$R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^{n}(P_i-\bar{P})(O_i-\bar{O})]^2}{\sum_{i=1}^{n}(P_i-\bar{P})^2(O_i-\bar{O})^2} \quad (2)$$

$$RMSE = [N^{-1}\sum_{i=1}^{N}(P_i - O_i)^2]^{0.5} \quad (3)$$

در این روابط N برابر تعداد کل داده‌ها، P_i داده پیش‌بینی شده، O_i داده اندازه‌گیری شده و $\bar{P}$ و $\bar{O}$ برابر متوسط مقادیر P_i و O_i می‌باشد.

الگوریتم جفت‌گیری زنبور عسل (Honey Bee Mating Optimization)

جهت بهینه‌سازی پارامترهای طراحی شامل طول شیار، دبی ورودی و زمان قطع جریان، کد الگوریتم بهینه‌یابی جفت‌گیری زنبور عسل در محیط نرم‌افزار متلب نوشته شد. الگوریتم جفت گیری زنبور عسل، یکی از روش‌های تکاملی برای حل مسائل بهینه‌سازی می‌باشد. جفت‌گیری زنبورهای عسل می‌تواند به‌عنوان یک روش عمومی بر پایه رفتار حشرات جهت بهینه‌سازی در نظر گرفته شود، که در آن الگوریتم جستجو الهام گرفته از فرآیند جفت گیری در زنبورهای واقعی می‌باشد (زارع زاده مهریزی و بزرگ حداد، 1387) .

الگوریتم بهینه‌یابی جفت‌گیری زنبور عسل را می‌توان به صورت گام‌های اساسی زیر خلاصه نمود:

1- جفت‌گیری ملکه: الگوریتم با پرواز جفت‌گیری آغاز می‌شود که در آن ملکه (جواب برتر) به طور تصادفی جفت‌های خود را از بین زنبورهای نر به‌منظور تولید بچه‌های جدید انتخاب می‌نماید. در این مرحله، ملکه با هر زنبور نر طبق تابع احتمالاتی نورد رابطه 4 عمل جفت‌گیری را انجام می‌دهد:

$$prob(Q,D) = e^{\frac{-\Delta(f)}{s(t)}} \geq q_0 \quad (4)$$

که در آن، prob(Q,D) احتمال انتخاب زنبور نر با احتمال یک جفت‌گیری موفق، $\Delta(f)$ اختلاف بین تابع برازش ملکه و زنبور نر، s(t) سرعت ملکه در لحظه t و q_0 یک مقدار تصادفی بین صفر و یک می‌باشد. سرعت و انرژی ملکه بعد از هر جفت‌گیری طبق روابط 5 و 6 کاهش می‌یابد:

$$s(t+1) = \propto \times s(t) \quad (5)$$

$$E(t+1) = E(t) - \gamma \quad (6)$$

در این روابط، $\propto$ ضریبی بدون بعد بین صفر و یک برای کاهش سرعت ملکه و γ ضریبی بدون بعد بین صفر و یک برای کاهش انرژی ملکه بعد از هر عمل جفت‌گیری است. در پایان پرواز جفت-گیری میزان انرژی و سرعت ملکه کاهش یافته به‌طوری‌که تقریباً می‌توان آن را صفر در نظر گرفت.

2- تولید بچه (جواب‌های جدید) : بچه زنبورهای جدید (جواب آزمایشی) با جابجائی ژن‌های زنبور نر با ملکه طبق رابطه 7 ایجاد می‌شوند:

$$child = parent1 + \beta(parent2 - parent1) \quad (7)$$

در این رابطه β یک عدد تصادفی بین صفر و یک می‌باشد.

3- پرورش و ارتقاء بچه زنبورها : در این مرحله زنبورهای کارگر به پرورش و ارتقاء نسل بچه زنبورها طبق رابطه 8 می‌پردازند:

$$Brood_i^k = Brood_i^k \pm (\delta + \varepsilon)Brood_i^k \quad (8)$$

$$\delta \in [0,1], 0 < \varepsilon < 1$$

www.SID.ir

Archive of SID

در این رابطه δ به طور تصادفی بین صفر و یک تولید می‌شود در حالیکه ε یک عدد ثابت است.

4- به‌گزینی ملکه : در این مرحله بعد از مرتب کردن بچه‌ها به‌عنوان جواب‌های جدید مساله با توجه به‌میزان ترقی که در نسل زنبورها بر اساس تابع برازش کارگرها ایجاد می‌شود، بهترین از بین آن‌ها انتخاب شده و در صورت داشتن برازندگی بهتر نسبت به ملکه موجود، جانشین ملکه می‌شود. در غیر این صورت ملکه موجود به منظور تولید بچه‌های جدید دوباره وارد عمل جفت‌گیری می‌شود.

5- معیار توقف : در صورتی که شرایط خواسته شده در الگوریتم ارضاء شود ملکه موجود به‌عنوان پاسخ نهایی انتخاب می‌شود. در غیر این صورت نسل جدید از زنبور نر تولید شده و کلیه مراحل قبل تا رسیدن به شرایط پایان مسئله تکرار می‌شود.

تابع هدف مورد استفاده در این تحقیق یک تابع چند هدفی است که از ترکیب خطی توابع هدفی تشکیل می‌شود که در معادله 9 نشان داده شده است :

$$Maxf(L,Q,T) = 0.0426E_a + 0.216E_d - 0.110TWR - 0.056DP \quad (9)$$

در این رابطه E_a راندمان کاربرد آبیاری، E_d راندمان توزیع، TWR نسبت رواناب و DPR نسبت نفوذ عمقی می‌باشد. برای تعیین ضرایب وزنی در معادله فوق از نرم افزار Expert Choice استفاده گردید.

گرچه تابع هدف، ترکیبی خطی از راندمان‌ها است، ولی اگر راندمان‌ها برحسب پارامترهای خودشان مرتب شوند، آنگاه ملاحظه خواهد شد که تابع هدف تابعی پیچیده، چند متغیره و غیرخطی خواهد بود که برای بهینه‌سازی آن نمی‌توان از روش‌های کلاسیک بهینه-سازی استفاده کرد. قیود مساله بازه انتخاب متغیرهای تصمیم را بین مقادیر مجاز آن محدود می‌سازد که در جدول شماره 2 نشان داده شده است.

جدول 2 – حدود تغییرات متغیرهای تصمیم در الگوریتم جفت گیری زنبور عسل

پارامتر	L (m)	Q	T(min)
حد بالا	500	3,5	200
حد پایین	100	0,5	15

در نهایت از طریق برقراری لینک بین شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم جفت‌گیری زنبور عسل در محیط نرم افزار متلب فرآیند شبیه‌سازی- بهینه‌سازی امکان‌پذیر شد.

نتایج و بحث

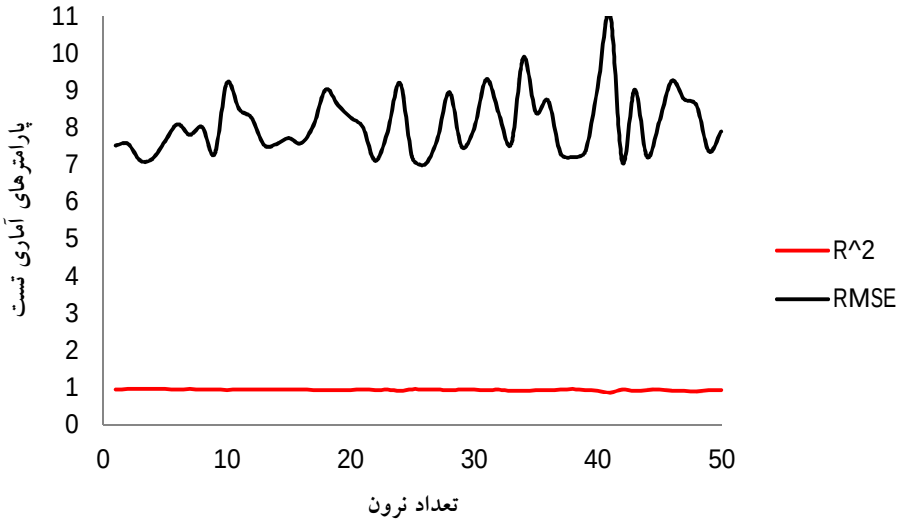
پارامترهای آماری مربوط به اجرای شبکه عصبی برای هر یک از خروجی‌های مورد نظر به ازای ورودی‌های یکسان مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در نمودارهای 1 تا 4 نشان داده شد.

همانطور که در نمودارهای فوق مشاهده می‌شود R^2 برای هر چهار خروجی بالا بوده و از نوسانات کم‌تری نسبت به RMSE برخوردار می‌باشد. البته این امر به‌علت مقیاس ارائه کار نیز می‌باشد تقریباً برای تمام خروجی‌ها مدل از R^2 بالا و RMSE پایینی برخوردار می‌باشد که مهم‌ترین علت آن وجود روابط غیر خطی و ارتباط پارامترها و راندمان می‌باشد که نشان‌دهنده توانایی مناسب شبکه عصبی در شبیه‌سازی هیدرولیک آبیاری شیاری می‌باشد.

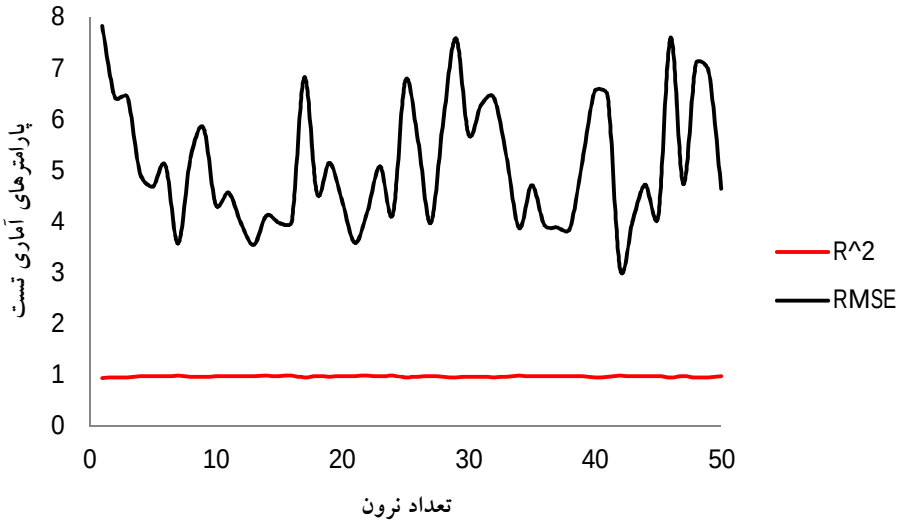
نمودار 1- پارامترهای آماری مربوط به مرحله تست شبکه عصبی به ازای خروجی اول (راندمان کاربرد)

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار 2- پارامترهای آماری مربوط به مرحله تست شبکه عصبی به ازای خروجی دوم (راندمان توزیع)



نمودار 3- پارامترهای آماری مربوط به مرحله تست شبکه عصبی به ازای خروجی سوم (نسبت رواناب)

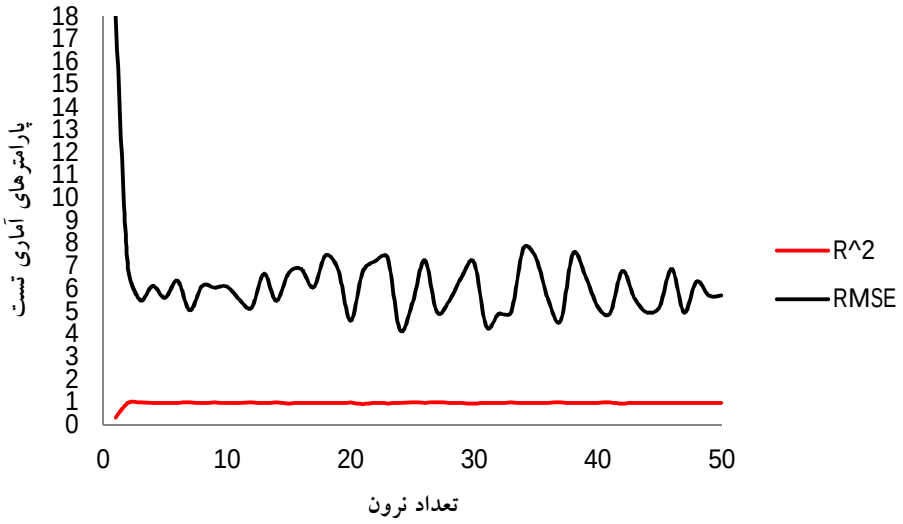
به طور مشابه در تحقیقی کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در تحلیل داده‌های نفوذ از جویچه‌های آبیاری نیز مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاکی از کارائی شبکه عصبی در این زمینه بود (ناصری، 1387). بدین ترتیب تعداد نرون‌های مناسب برای هر یک از خروجی‌ها از طریق آزمون و خطا و با توجه به R^2 و RMSE مدل انتخاب شد که نتایج آن در جدول 3 آمده است.

جدول 3– تعداد نرون انتخابی برای هر یک از خروجی‌ها به ازای ورودی‌ها یکسان (طول، دبی و زمان قطع جریان)

خروجی ها	تعداد نرون	R^2	RMSE
راندمان کاربرد	8	0/96	8/68
راندمان توزیع	4	0/97	7/17
نسبت رواناب	7	0/99	5/26
نسبت نفوذ عمقی	27	0/97	7/24

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار 4- پارامترهای آماری مربوط به مرحله تست شبکه عصبی به ازای خروجی سوم (نسبت نفوذ عمقی)

بدین ترتیب تعداد نرون مناسب برای خروجی اول یعنی راندمان کاربرد برابر هشت نرون با R2 برابر 0/96 و RMSE برابر 8/68، برای خروجی دوم یعنی راندمان توزیع برابر چهار نرون با R^2 برابر 0/97 و RMSE برابر 7/17، برای خروجی سوم یعنی نسبت رواناب برابر هفت نرون با R^2 مساوی 0/99 و RMSE برابر 5/26 و برای خروجی چهارم یعنی نسبت نفوذ عمقی 27 نرون با R^2 مساوی 0/97 و RMSE برابر 7/24 انتخاب شد. پس از اطمینان از صحت آموزش و آزمایش شبکه عصبی و انتخاب تعداد نرون مناسب برای هر یک از خروجی‌ها، از طریق برقراری لینک بین الگوریتم جفت-گیری زنبور عسل و شبکه‌های عصبی مورد نظر اقدام به بهینه‌سازی پارامترهای آبیاری شیاری گردید. مقادیر مناسب پارامترهای الگوریتم HBMO برای بهینه‌سازی آبیاری شیاری، پس از اجراهای متعدد الگوریتم با مقادیر مختلف پارامترها در محدوده‌های توصیه شده و بررسی نتایج حاصل به‌دست آمد. به‌عنوان نمونه برای تعیین پارامتر جمعیت، مدل با تعداد جمعیت 600، 650، 700، 750، 800، 850 و 900 اجرا شد و تأثیر تعداد جمعیت بر روی همگرایی و یافتن نقطه بهینه در فضای جستجو مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت و با توجه به نتایج حاصل تعداد جمعیت 800 انتخاب گردید. علت انتخاب تعداد جمعیت 800 نتایج مطلوب و سرعت اجرای مدل می‌باشد. پس از تعیین پارامترهای مناسب مدل، مدل برای تابع هدف مورد نظر و بهینه‌سازی پارامترهای طراحی آبیاری شیاری اجرا گردید. با کاربرد الگوریتم HBMO در مسئله فوق و در 10 بار اجرای برنامه، نتایج حاصل برای تابع هدف و متغیرهای تصمیم پس از انجام پروازهای جفت‌گیری در جدول 4 آمده است.

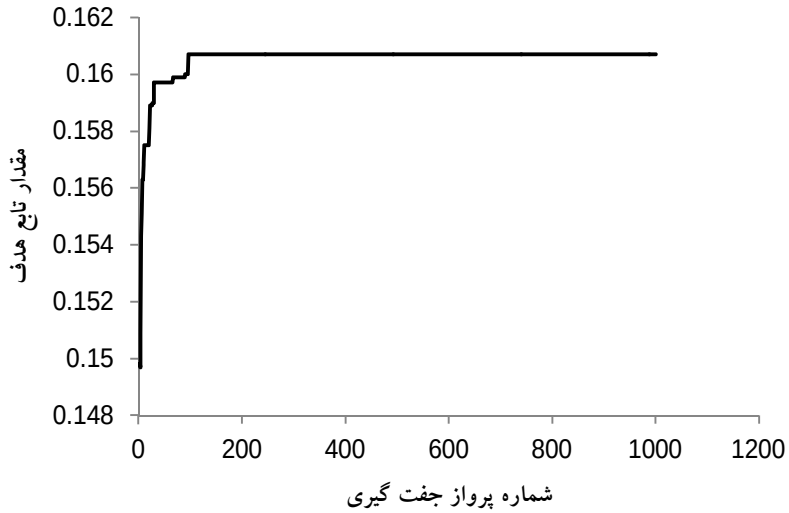
همانگونه که ملاحظه می‌گردد بهترین مقدار تابع هدف حاصل در پایان این 10 اجرا برابر با 0/16 می‌باشد. بیش‌ترین مقدار برای متغیر تصمیم اول یعنی طول شیار به ازای این مقدار برابر با 445 متر، متغیر دوم یعنی دبی ورودی برابر با 3/7 لیتر در ثانیه و متغیر سوم یعنی زمان قطع جریان برابر با 47 دقیقه می‌باشد. هم‌چنین نحوه تغییرات تابع هدف در طول انجام پروازهای جفت‌گیری در شکل 5 آمده است.

جدول 4- مقادیر تابع هدف و متغیر های تصمیم در ده بار اجرای برنامه

شماره اجرا	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
متغیر تصمیم اول (L(m))	191	179	445	149	196	166	156	197	185	159
متغیر تصمیم دوم (Q(lit/s))	2/4	1/7	3/7	2/1	2/3	2/1	1/4	2	1/3	2/3
متغیر تصمیم سوم (T(min)	29	30	47	20	31	25	23	30	30	21
مقدار تابع هدف	0/16	0/16	0/16	0/16	0/16	0/16	0/16	0/16	0/16	0/16

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار 5- تغییرات تابع هدف در بهترین اجرای برنامه

جدول5– راندمان های بدست آمده از نرم افزار SIRMOD به ازای ورودی‌های حاصل از شبیه‌سازی – بهینه‌سازی

شماره اجرا	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
متغیر تصمیم اول (L(m))	191	179	445	149	196	166	156	197	185	159
متغیر تصمیم دوم (Q(lit/s))	2/4	1/7	3/7	2/1	2/3	2/1	1/4	2	1/3	2/3
متغیر تصمیم سوم (T(min))	29	30	47	20	31	25	23	30	30	21
راندمان کاربرد	75/38	88/98	78/37	81/71	75/73	80/78	97/08	86/68	99/81	80/24
راندمان توزیع	95/18	100	78/48	100	94/01	100	100	98/26	100	100
نسبت رواناب	20/81	11/02	0/14	18/29	19/45	19/22	2/92	11/79	0/19	19/76
نسبت نفود عمقی	3/82	0	21/49	0	4/82	0	0	1/53	0	0

همانگونه که ملاحظه می‌شود پس از تقریباً 180 پرواز جفت‌گیری تابع هدف به مقدار بهینه نهایی همگرا شده است که نشان از سرعت و توانایی الگوریتم HBMO در حل اینگونه مسائل دارد. پس از اجرای برنامه، نتایج حاصل از بهینه‌سازی توسط الگوریتم HBMO جهت اطمینان بیش‌تر به نرم افزار SIRMOD داده شد تا نتایج نرم افزار نیز به ازای ورودی‌های حاصل از بهینه‌سازی بررسی گردد. نتایج حاصل در جدول 5 ارائه گردیده است.

همانطور که مشاهده می‌شود نرم افزار SIRMOD به‌ازای ورودی های حاصل از فرآیند شبیه‌سازی- بهینه‌سازی راندمان‌های بالایی به دست می‌دهد. بهترین راندمان‌ها مربوط به اجرای نهم با راندمان کاربرد 99/81، راندمان توزیع 100، نسبت رواناب 0/19 و نسبت نفوذ عمقی صفر و ضعیف‌ترین راندمان مربوط به اجرای اول با راندمان کاربرد 75/38، راندمان توزیع 95/18، نسبت رواناب 20/81 و نسبت نفوذ عمقی 3/82 می‌باشد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق می‌توان چنین نتیجه گرفت که شبکه عصبی مصنوعی در شبیه‌سازی هیدرولیک آبیاری سطحی از توانایی خوبی برخوردار می‌باشد که این امر تا حد زیادی به تنوع بانک داده و آموزش مناسب شبکه وابسته است، به‌گونه‌ای که هر چه تنوع بانک داده بیش‌تر باشد شبکه ازآموزش بهتری برخوردار خواهد بود. برقراری لینک بین شبکه عصبی و الگوریتم جفت‌گیری زنبور عسل به‌منظور تهیه مدل شبیه‌ساز- بهینه‌ساز نیز نتایج قابل قبولی در پی دارد که نشانگر توانایی الگوریتم جفت‌گیری زنبور عسل در بهینه‌سازی پارامترهای آبیاری شیاری می‌باشد و می‌توان این مقادیر را به‌عنوان مقادیر پایه در طراحی مدنظر قرار داد. البته باید توجه داشت که این مقادیر تئوری بوده و پیشنهاد می‌شود صحت عملکرد این مقادیر در شرایط مزرعه نیز مورد بررسی قرار گیرد. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی قابلیت سایر

www.SID.ir

Archive of SID

الگوریتم‌های فراکاووشی نیز در بهینه‌سازی آبیاری سطحی مورد ارزیابی قرار گیرد.

منابع

برهانی داریان،ع و فرهمندفر،ز. 1390. کالیبراسیون مدل‌های بارش- رواناب به کمک الگوریتم‌های فراکاووشی. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آب و آبیاری. 4:1. 71- 60.

حبیبی خاوه،ح و شکوریان فرد،ک. 1388. توجه به آبیاری سطحی راه حل بحران کمبود آب. چهارمین همایش منطقه ای ایده های نو درکشاورزی. 30-29 مهر ماه 1388، اصفهان.

خاشعی سیوکی،ع.، قهرمان،ب وکوچک زاده،م. 1392. مقایسه مدل- های شبکه عصبی مصنوعی، ANFIS و رگرسیونی در برآورد سطح ایستابی آبخوان دشت نیشابور. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. 7:1. 2- 10.

زارع زاده مهریزی،م و بزرگ حداد،ا. 1387. بهینه‌سازی طراحی سرریزهای متوالی با استفاده از الگوریتم بهینه‌یابی جفت‌گیری زنبور عسل. مجموعه مقالات هفتمین کنفرانس هیدرولیک ایران. دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور).

ستاری،م.، نهرین،ف و عظیمی،و. 1392. پیش‌بینی تبخیر- تعرق مرجع روزانه با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی و مدل درختی M5 (مطالعه موردی: ایستگاه بناب). نشریه آبیاری و زهکشی ایران. 7:1. 113- 104.

سهراب،ف و عباسی،ف. 1384. ارزیابی بازده آب آبیاری طی چند دهه گذشته در سطح کشور.کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه کمیته ملی آبیاری و زهکشی. 13 آذر ماه 1384، تهران.

میرزایی،ع.ا و دلیر حسن‌نیا،ر. 1392. مقایسه روش‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی، فازی- عصبی تطبیقی و منحنی سنجه شوری در برآورد شوری آب زیرزمینی (مطالعه موردی: اراضی پایاب سد حاجیلر). نشریه آبیاری و زهکشی ایران. 7:1. 58- 49.

ناصری،ا. 1387. کاربرد شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم تحلیل مولفه‌های اصلی در تحلیل داده‌های نفوذ از جویچه‌های آبیاری. مجموعه مقالات دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه های آبیاری سطحی کمیته ملی آبیاری و زهکشی، تهران.

یزدی،ز.، محسنی موحد،ا و حیدری،م. 1387. تهیه مدلی جهت ارزیابی، طراحی، شبیه‌سازی و بهینه‌سازی عملکرد آبیاری شیاری. مجموعه مقالات دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه های آبیاری سطحی کمیته ملی آبیاری و زهکشی، تهران.

Abbass,H.A. 2001. Marriage in Honey Bees Optimization: A Haplometrosis Polygynous Swarming Approach. Proceeding of the Congress on Evolutionary Computation. CEC2001. Seoul. Korea. 207-214.

Bozorg Hadad,O., Afshar,A and Marino,M.A. 2006. Honey bee mating optimization (HBMO) algorithm: A new heuristic approach for water resources optimization. Journal of Water Resources Management. 20.1: 661-680.

Bozorg Hadad,O and Marino,M.A. 2006. Dynamic penalty function as a strategy insolving water resources combinatorial optimization problems with honey-bee mating optimization (HBMO) algorithm. Journal of Hydroinformatics. 9.3: 233–250.

Valipour, M. 2013. Increasing Irrigation Efficiency By Management Strategies : Cutback and Surge Irrigation. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. 1.8: 35-43.

Valipour, M and Montazar, A.A. 2012. Optimize of all effective infiltration parameters in furrow irrigation using Visual Basic and Genetic Algorithm Programming. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 6.6.: 132-137.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 9, May.-Jun. 2015, p. 314-322

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره2، جلد9، خرداد - تیر 1394، ص. 322-314

Developing a Furrow Irrigation's Optimization Model Using Honey Bee Mating Algorithm

N. Reyhani[1*], A. Khashei Siuki[2] and A. Shahidi[3]

Recived: Feb.21, 2014 Accepted: May.27, 2015

Abstract

In many countries across the world, surface irrigation is one of the most important and most common ways to irrigate the fields. So paying attention to improving surface irrigation methods and increasing their efficiency looks necessary. Thus the best design approach is optimized design in which the considered efficiencies in their linear combination are optimized in one goal function. So the purpose of this study is using Sirmod Model, artificial neural network and honey bee mating optimization algorithm for simulation and optimization the surface irrigation parameters like furrow length, inlet discharge and cutoff time. The obtained results showed that the artificial neural network with high R- square for all the outputs has a good ability in simulating surface irrigation's systems which is so much depended on the variety of the data bank and proper training of the network. Also linking neural network and honey bee mating algorithm in order to develop a simulation-optimization model provided acceptable results which can be used as optimal values in designing. The average values of optimizing design parameters are 202 meter for furrow length, 2.13 liter per seconds for inlet discharge and 28.6 minutes for cutoff time.

Key words: Efficiency, Heuristic Algorithm, Neural Network, Simiulation, Surface Irrigation

1- M.Sc student Irrigation and Drainage, College of Agriculture, University of Birjand
2- Assistant Professor, Water Engineering Department, College of Agriculture, University of Birjand
3- Associate Professor, Water Engineering Department, College of Agriculture, University of Birjand
(*-Corresponding Authour Email: narjes.newworld@yahoo.com)

www.SID.ir