

کلید واژه‌ها: دبی اوج، شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک، یلفان.

مقدمه

برآورد دبی اوج به عنوان یکی از مباحث اصلی در مدیریت منابع آبی نقش اساسی در طراحی سازه‌های آبی و اقدامات بیومکانیکی در حوضه‌های آبخیز دارد. به طوریکه یک برآورد صحیح نقش اساسی در موفقیت کارهای اجرایی دارد. در این خصوص می‌توان به مطالعه ای که روی شکست بیش از ۳۰۰ سد انجام شده است اشاره کرد که مشخص گردید در حدود ۳۵ درصد از شکست سدها به علت تحلیل ناکافی دبی اوج سیلاب بوده است، [۲۰]، [۱۹]. به همین دلیل محققین سعی بر استفاده از مدل‌ها و روش‌هایی هستند تا در عین سادگی، دقت بالایی داشته باشند به طوریکه بتوانند با توجه به شرایط عدم قطعیت موجود در طبیعت، یک برآورد با حداقل اختلاف بین نتایج خروجی و داده‌های ورودی داشته باشند. از این رو در دهه‌های اخیر استفاده از روش‌های هوش مصنوعی در بین محققین گسترش زیادی داشته است. این روش‌ها به عنوان یک جعبه سیاه مناسب که کمتر در قید و بند مسائل فیزیکی بوده و قادرند، فرآیند غیر خطی و غیر ایستای جریان رودخانه را بدون نیاز به مدل سازی عامل‌های محیطی و ژئومتری موثر بر جریان رودخانه مدل سازی کنند، می‌باشند،

[۸]. شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) یکی از دستاوردهایی می‌باشد که با الگوبرداری از شبکه مغزی انسان، می‌تواند پدیده‌های پیچیده و ناشناخته را به خوبی بررسی نماید، [۱۴]. دیدگاه نوین شبکه عصبی، با افزودن عمل شرط گذاری به عنوان قانون آموزش مطرح شد که با پیدایش شبکه پرسپترون تک لایه و قانون یادگیری با همین نام توسعه یافت. سپس با طرح الگوریتم پس پراکنش و گسترش ریزپردازنده‌ها، دگرگونی شگرفی در دنیای شبکه عصبی مصنوعی پدید آمد، [۱۴]. خو و همکاران [۱۱]، در یک تحقیق در مورد حوضه آبریز اورگوال در کشور فرانسه، از برنامه ریزی ژنتیک برای پیش بینی رواناب ساعتی بهره برده و نتایج حاصل را با مقادیر مشاهده‌ای و نیز مقادیر محاسبه شده توسط روشهای کلاسیک مقایسه کردند. حاصل تحقیق، بیانگر دقت قابل قبول برنامه ریزی ژنتیک بود.

سلطانی [۹]، از برنامه‌ریزی ژنتیک برای مدل‌سازی فرآیند بارش - رواناب روزانه در حوضه آبریز لیقوان استفاده کرده‌اند. از آنجایی که

الگوریتم ترکیبی شبکه عصبی و ژنتیک راهی برای برآورد دبی سیلاب

مهدی سپهری^۱، علی رضا ایلدرومی^۲، سید زین العابدین حسینی^۳،

حمید نوری^۴، فاطمه محمد زاده^۵ و محمد مهدی آرتیمانی^۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۲۷

چکیده

برآورد سریع و صحیح دبی اوج به عنوان یکی از مباحث اصلی در مدیریت منابع آبی و اقدامات بیومکانیکی در حوضه‌های آبخیز دارد. به طوریکه یک برآورد صحیح آن نقش اساسی در موفقیت کارهای اجرایی دارد. در این بررسی سعی شده با استفاده از روش هوش مصنوعی (ترکیب شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و الگوریتم ژنتیک) دبی حداکثر رودخانه یلفان در محل ایستگاه هیدرومتری و رسوب سنجی یلفان برآورد گردد. به این منظور در این دو مدل ۸ متغیر که شامل بارندگی مربوط به روز وقوع سیل، بارندگی‌های ۵ روز قبل، دبی پایه در روز وقوع سیل و CN حوضه به عنوان پارامترهای ورودی و دبی پیک به عنوان خروجی در نظر گرفته شده است. سپس با استفاده از روش هوش مصنوعی و پیش پردازش داده‌ها، ساختار بهینه مدل با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی و با ملاک قرار دادن معیارهای ارزیابی، به روش سعی و خطا تعیین گردید. در نهایت در مدل تلفیقی شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک، پس از تعیین مدل بهینه شبکه عصبی، نتیجه مدل به الگوریتم ژنتیک وارد گردید. نتایج نشان داد که مدل ترکیبی شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک عملکرد خوبی در برآورد دبی سیلاب در حوضه یلفان دارد.

۱- نویسنده مسئول و دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه یزد. پست الکترونیک: n.sepohri@basu.ac.ir

۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ملایر

۳- استاد یار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد

۴- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ملایر

۵- دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه یزد

۶- دانشجوی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه لرستان

الگوریتم ژنتیک توان انتخاب بهترین متغیرها را دارد، ابتدا متغیرهای معنی دار با ۱۰ بار اجرای مشخص و سپس مدلسازی با متغیرهای معنی دار و دو مجموعه عملگر ریاضی انجام شد. در مقایسه نتایج دو مدل حاصل از دو مجموعه عملگر ریاضی در حالت بهینه، ضریب همبستگی و میانگین مربعات خطا برای آموزش در دو مدل یکسان و به ترتیب ۰/۸۵ و ۰/۰۶ و برای تست در مدل حاصل از مجموعه عملگر ریاضی یک، به ترتیب ۰/۹۳ و ۰/۲ و در مدل حاصل از مجموعه عملگر ریاضی دو، به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۰۸ به دست آمد. بنابراین مدل حاصل از مجموعه عملگر ریاضی دو، به عنوان مدل بارش- رواناب حوضه آبریز ليقوان پیشنهاد گردید. آیتک [۳]، از شبکه‌های عصبی و برنامه‌ریزی ژنتیک برای مدل سازی بارش- رواناب روزانه حوضه رودخانه جونیاتا در ایالت پنسیلوانیای آمریکا استفاده کرده و نتیجه گرفتند که برنامه‌ریزی ژنتیک با دقت بهتری نسبت به شبکه‌های عصبی مصنوعی فرآیند بارش-رواناب را مدل سازی می‌کند. هدف از این مطالعه ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک است که بتواند دبی سیلابی را با استفاده از داده‌های بارندگی و خصوصیت نفوذپذیری در حوضه آبخیز یلفان که مهمترین و بزرگترین حوض سد اکباتان است به درستی برآورد نماید.

روش کار:

منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه در این مقاله، رودخانه یلفان در محل ایستگاه هیدرومتری و رسوب سنجی یلفان می‌باشد. این حوضه آبخیز یکی از زیر حوضه‌های سد و فرقان (ساوه) می‌باشد که از شمال به حوضه آبخیز قزه چای، از جنوب به حوضه آبخیز سد کرخه، از شرق به بخشی از حوضه آبخیز قره چای و از غرب به حوضه آبخیز گاماسیاب منتهی می‌شود. منطقه منتهی به ایستگاه یلفان در محدوده مختصات جغرافیای ۳۴°۳۴' تا ۴۵°۳۴' عرض شمالی و ۲۸°۴۸' تا ۴۲°۴۸' طول شرقی واقع گردیده است. مساحت این منطقه ۱۸۲ کیلومتر مربع می‌باشد. در این پژوهش از آمار ایستگاه یلفان در بالادست سد اکباتان که از شرکت آب منطقه‌ای استان همدان تهیه گردیده، استفاده شده است که برای این مقاله از ۱۱ سال آمار این ایستگاه تا سال ۱۳۹۱ که شامل بارندگی‌های روزانه، دبی سیلابی، دبی پایه و CN می‌باشد، استفاده گردید.

شبکه عصبی مصنوعی:

شبکه‌های عصبی از عناصر عملیاتی ساده‌ای ساخته می‌شوند که به صورت موازی در کنار هم عمل می‌کنند. این عناصر از سیستم‌های عصبی زیستی الهام گرفته شده‌اند، [۱۲]. در طبیعت، عملکرد شبکه‌های عصبی از طریق نحوه اتصال بین اجزا تعیین می‌شود. بنابراین ما می‌توانیم یک ساختار مصنوعی به تبعیت از شبکه‌های طبیعی بسازیم و با تنظیم مقادیر هر اتصال، تحت عنوان وزن اتصال، نحوه ارتباط بین اجزای آن را تعیین نماییم، [۱۲].

الگوریتم ژنتیک (GA):

طبیعت همواره بزرگ ترین و بهترین معلم انسان‌ها بوده است. آدمی با الهام از طبیعت دست به ساخت وسایل و ارائه روش‌هایی زده است که اکثراً در بین موارد مشابه خود بهترین بوده‌اند. الگوریتم ژنتیک یا وراثتی نیز یکی از این روش‌ها می‌باشد. الگوریتم ژنتیک یک روش بهینه‌سازی عددی است که بر پایه اصول داروین بوده و در آن از وراثتی طبیعی الهام گرفته شده است. این روش با توجه به توانایی‌های بالا، در بسیاری از شاخه‌ها و گرایش‌های کاربردی مورد استفاده قرار گرفت. در حال حاضر این روش قادر به حل طیف وسیعی از مسائل، از قبیل طراحی بهینه قاب‌ها و طراحی بهینه سازه‌های هیدرولیکی می‌باشد نظر و پیشنهاد استفاده از یک مجموعه طرح اولیه، جهت حل مسائل عملی و کاربردی مهندسی، بارها در طول دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ میلادی مورد توجه قرار گرفت تا اینکه اصول الگوریتم ژنتیک در دانشگاه میشیگان آمریکا ارائه شد و کتابی تحت عنوان ((سازش در سیستم‌های طبیعی و مصنوعی)) منتشر شد که در حال حاضر می‌توان آن را مرجع اصلی در مبحث الگوریتم ژنتیک دانست، [۹]. پس از آن مقاله‌ها و بحث‌های فراوانی در مود اعتبار و کارایی این الگوریتم در حل مسائل بهینه سازی ارائه شد، که تمامی آن‌ها مبین توانایی این روش در حل مسائل گوناگون بهینه سازی می‌باشد، [۱۷]. الگوریتم‌های ژنتیک، عملیات جستجو را از چندین نقطه در فضای پاسخ آغاز می‌کنند، هر کدام از این نقاط یک طرح اولیه و به بیان دیگر یک کروموزوم می‌باشند. با توجه به این موضوع، الگوریتم ژنتیک ابتدا تعدادی از این کروموزوم‌ها را ایجاد می‌نماید که به آن جمعیت اولیه گفته می‌شود. تولید جمعیت اولیه می‌تواند به صورت کاملاً تصادفی و یا با اعمال نظر کاربر صورت پذیرد. پس از ایجاد جمعیت اولیه الگوریتم ژنتیک، به بررسی این کروموزوم‌ها) که در حقیقت طرح‌های اولیه می‌باشند، پرداخته و متناسب با برازندگی آن‌ها مقادیری را به هر یک نسبت می‌دهند. به طوری که هر چه طرح با شرایط مورد نیاز ما، سازگارتر باشد، برازنده‌تر بوده و بنابراین مقدار عددی بیشتری را به خود اختصاص خواهد داد. پس از اتمام بررسی برازندگی تمام افراد جامعه، الگوریتم ژنتیک، افراد بهتر را برای ایجاد نسل آینده انتخاب کرده و افراد ضعیف را حذف می‌کند. سپس افراد انتخاب شده جهت ایجاد نسل بعدی تحت عمل عملگرهای تصادفی مانند انتخاب، پیوند و جهش قرار می‌گیرند. پس از اعمال این عملگرها، نسل جدیدی ایجاد می‌شود که معمولاً برازندگی بیشتری نسبت به نسل قبلی خود دارد. نسل جدید جانشین نسل پیشین شده و این چرخه تا برآورده شدن معیارهای توقف الگوریتم ادامه خواهد یافت و در نتیجه برازنده‌ترین فرد نسل همگرا شده، جواب مسئله خواهد بود، [۱۸].

تعیین نوع شبکه عصبی:

بر اساس پژوهش‌های انجام شده [۴]، [۶]، ۹۰ درصد شبکه‌های عصبی مصنوعی که در مسائل آشنختی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، از نوع الگوریتم پس پراکنش هستند. در این شبکه هر نرون با کلیه نرون‌های لایه‌ی بعد در ارتباط می‌باشد کلیه ارتباطات به سمت

جلو بوده و هیچ گونه ارتباط برگشتی وجود ندارد. این شبکه‌ها یکی از عمومی‌ترین و پرکاربردترین مدل‌ها می‌باشد، [۱۶].

انتخاب داده‌ها:

اولین گام در طراحی شبکه‌های عصبی انتخاب داده‌های ورودی می‌باشد. به طور کلی دو نوع داده را می‌توان به عنوان داده‌های ورودی به شبکه عصبی مورد استفاده قرار داد که شامل داده‌های صرفاً آماری که مربوط به مشاهدات بارندگی در طول زمان با درجه تفکیک مشخص مانند داده‌های ساعتی، روزانه یا ماهانه است. نوع دوم داده‌های ورودی شامل نوع اول بعلاوه داده‌های فیزیکی حوضه آبخیز است که در رابطه بارندگی-رواناب نقش دارند مانند رطوبت خاک، ضریب نفوذ پذیری، تبخیر تعرق، آب زیرزمینی و... هستند، [۱]، [۷]. در این تحقیق از داده‌های نوع اول که شامل بارندگی‌های مربوط به روز وقوع دبی پیک (R_p)، بارندگی‌های ۵ روز قبل [۱۳] ($R_{p-1}, R_{p-2}, R_{p-3}, R_{p-4}, R_{p-5}$)، دبی پایه در روز وقوع دبی پیک (QB) و داده‌ی مربوط به CN^1 حوضه که به عنوان داده‌های ورودی به مدل و مقادیر دبی پیک نیز که به عنوان خروجی به مدل معرفی گردیده اند از شرکت آب منطقه‌ای استان همدان تهیه گردیده است. لازم به ذکر است که برخی از داده‌های ورودی پرسپترون دارای مقادیر بسیار بزرگی هستند مشکلاتی در روال آموزش پرسپترون ایجاد می‌شود. زیرا این اعداد در اصلاح وزن‌ها تاثیر زیادی گذاشته و در نتیجه تعداد زیادی داده دیگر نیاز است تا با تعدیل این داده نتیجه مطلوب را حاصل نمایند. بنابراین نیاز به یک تابع تعدیل شده برای اصلاح وزن‌ها می‌باشد تا این مشکل از بین برود، [۱۲]. بنابراین در این مقاله با استفاده از رابطه (۱) داده‌های مورد استفاده چه در قسمت ورودی و چه در قسمت خروجی نرمال سازی کرده و از این داده‌ها به جای داده‌های خام اولیه استفاده کردیم.

$$X_n = a \left(\frac{Xi - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \right) + b \quad (1)$$

در این رابطه X_n مقدار نرمال شده داده‌ها، $X_{\max} - X_{\min}$ به ترتیب مربوط به مقادیر حداقل و حداکثر داده‌ها در قسمت آموزش و آزمون مدل می‌باشد Xi ، مقادیر مشاهده شده‌ی داده‌هاست ضرایب a و b مقادیر مختلفی می‌توانند اختیار کنند و قانون ثابتی که در شرایط خاص، چه شیوه‌ی استاندارد باید استفاده شود، وجود ندارد. در این تحقیق، ضرایب a و b به ترتیب برابر با $0/6$ و $0/2$ می‌باشند، [۲].

معیار ارزیابی:

در ارزیابی و مقایسه نتایج به دست آمده از روش‌ها و مدل‌های مختلف به کار برده شده در این تحقیق برای برآورد دبی حداکثر از معیار آماری ریشه میانگین مربعات خطا ($RMSE^2$) که معیاری برای بیان میزان پراکندگی خطای حاصل از برآورد مدل محسوب می‌شود،

۱- (Cure Number) معرف خصوصیات نفوذپذیری حوضه می‌باشد
2. Root mean square error (RMSE)

استفاده شده است، [۱۰]. در مورد معیار $RMSE$ هر چقدر این مقدار به صفر نزدیکتر باشد، نشان دهنده مطلوب بودن نتیجه است و ضریب همبستگی (R^2) که بیانگر کیفیت مدل و یا به عبارتی، اینکه تا چه میزان تغییرات در مشاهدات، مدل شده است استفاده شده است. در مورد معیار $RMSE$ هر چقدر این مقدار به صفر نزدیکتر و در مورد معیار (R^2) هر چقدر به یک نزدیکتر باشد، نشان دهنده مطلوب بودن نتیجه است.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{si} - X_{ai})^2}{n}} \quad (2)$$

$$R^2 = \frac{[n \sum_{i=1}^n (X_{si} X_{ai}) - (\sum_{i=1}^n X_{si}) (\sum_{i=1}^n X_{ai})]}{[n \sum_{i=1}^n X_{ai}^2 - (\sum_{i=1}^n X_{ai})^2] [n \sum_{i=1}^n X_{si}^2 - (\sum_{i=1}^n X_{si})^2]} \quad (3)$$

در روابط بالا:

X_{si} = داده‌های محاسباتی

X_{ai} = داده‌های محاسباتی

نتایج:

ساختار شبکه‌ی عصبی مصنوعی:

ساختار شبکه که می‌توان آن را تحت عنوان معماری شبکه مطرح کرد، براساس انتخاب نوع شبکه، توابع یادگیری و تعداد لایه‌ها همراه با تعداد نرون‌ها (گره‌ها) مشخص می‌شود، [۵]؛ در واقع معماری شبکه است که نحوه جریان داده‌های ورودی را برای رسیدن به خروجی مطلوب تعیین می‌کند [۵]. در این تحقیق با استفاده از بررسی‌های انجام شده و سعی و خطای فراوان و نیز با در نظر گرفتن معیارهای ارزیابی، بهترین ساختار شبکه عصبی طراحی شد که مربوط به تعداد لایه‌ها، تعداد نرون‌ها و نوع توابع آموزشی و نیز نوع تابع محرک برای برآورد دبی پیک است؛ نتایج بدست آمده در جدول (۱) نشان داده شده است.

ساختار ترکیب شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و الگوریتم ژنتیک:

پس از تعیین بهترین ساختار شبکه عصبی، این ساختار (اصالت نژاد) به عنوان یک ورودی به الگوریتم ژنتیک وارد گردید. الگوریتم ژنتیک در واقع روشی برای حل مسائل بهینه سازی می‌باشد که از طبیعت الهام گرفته شده و فرایندهای آن بر اساس تکامل زیستی انجام می‌گیرد. الگوریتم ژنتیک مکرراً جمعیتی از راه حل‌های منفرد مسئله را تغییر می‌دهد که از این تغییرات تحت عنوان تکامل یاد می‌شود. در هر گام از این تکامل، دو عضو از جمعیت را به طور تصادفی به عنوان والدین انتخاب کرده و فرزند آنها را به عنوان نسل بعدی در نظر می‌گیرند. به این ترتیب جمعیت به سمت یک راه حل بهینه تکامل می‌یابد. در نهایت در این مطالعه می‌توان گفت که الگوریتم ژنتیک به بهینه‌سازی ورودی‌ها، اندازه گام‌ها، یادگیری مومنتوم و تعداد گره‌های هر لایه در شبکه عصبی می‌پردازد. در واقع هدف از این کار به حداقل رساندن میزان خطای محاسباتی می‌باشد.

جدول (۱) - نتایج آماری بهترین ساختار شبکه عصبی برای برآورد دبی پیک

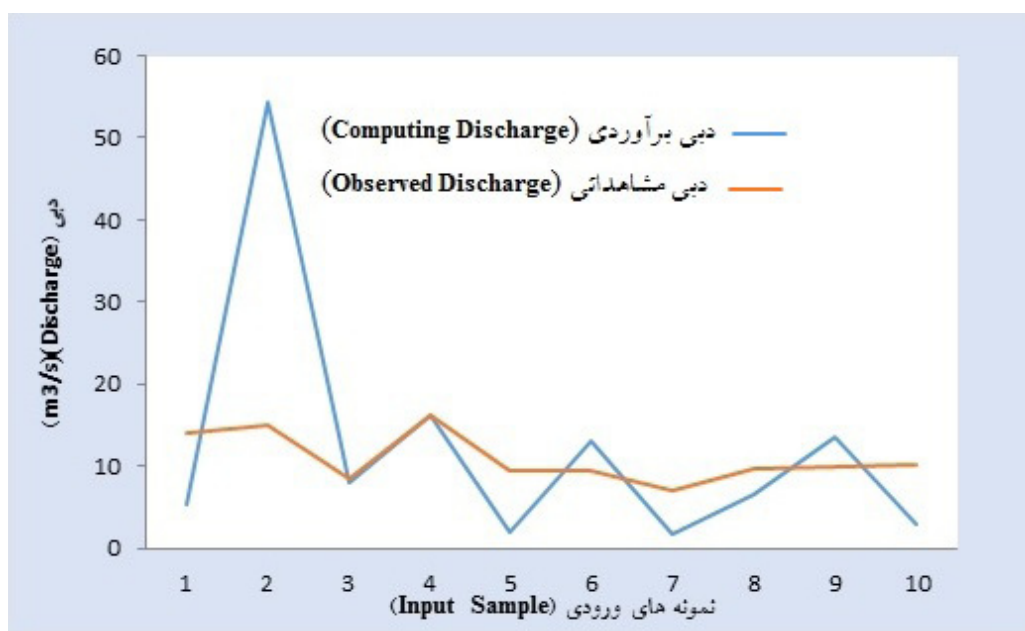
Table (1): Statistical results of the test period by neural network

ضریب همبستگی	ریشه میانگین مربعات خطا	روش آموزش	تابع محرک	آرایش	نوع شبکه	ورودی	پارامتر
R ²	RMSE	Learning rule	Transfer	Architecture	Network Type	Input	Parameter
0.58	13.43	Momentum	Tanh	8-45-45-45-45-1	MLP	R _t , R _{t-1} , R _{t-2} , R _{t-3} , R _{t-4} , R _{t-5} , CN, QB	Q _p

جدول (۲): نتایج آماری دوره آزمون به وسیله ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک

Table (2): Statistical results of tests by combining neural networks and genetic algorithms

ضریب همبستگی	ریشه میانگین مربعات خطا	نرخ جهش	نرخ تلاقی	نوع تلاقی	نوع انتخاب	نوع توالی	ورودی
R ²	RMSE	Mutation Probability	Crossover Probability	Crossover	Selection	Progression	Input
0.87	10.12	0.01	0.9	One point	Roulette	Generational	MLP



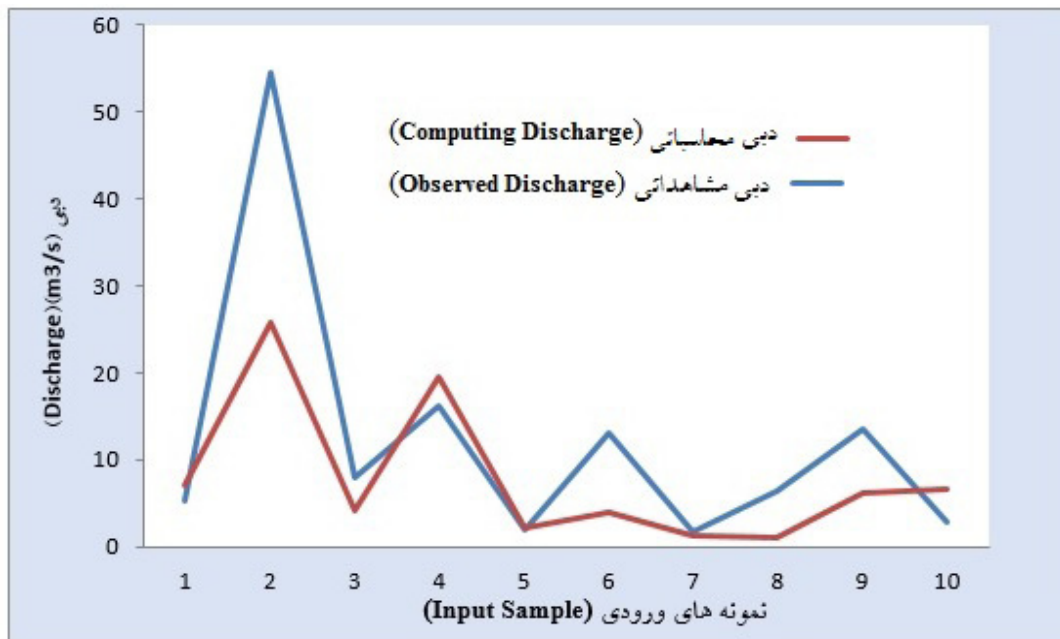
شکل (۳): مقایسه نمودار خروجی شبکه عصبی با داده‌های مشاهداتی

Figure (3): Compare the output graph neural network to observed data

بحث و نتیجه‌گیری:

روش‌های و مدل‌های مختلفی در برآورد دبی اوج در حوضه‌های مورد مطالعه وجود دارد که هر کدام با توجه به نوع کارکرد خود دارای دقت‌های مختلفی نسبت به یکدیگر در برآورد عدم قطعیت‌ها می‌باشند. در این تحقیق با استفاده از مدل شبکه عصبی MLP و مدل ترکیبی شبکه عصبی MLP و الگوریتم ژنتیک اقدام به برآورد

مقایسه نمودار خروجی شکل (۳) با نمودار خروجی شکل (۴) نشان می‌دهد که میزان تطابق دبی‌های محاسباتی و مشاهداتی در مدل ترکیبی شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و الگوریتم ژنتیک بیش از مدل شبکه‌ی عصبی است؛ این امر حکایت از برتری نتایج حاصله از مدل ترکیبی شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و الگوریتم ژنتیک نسبت به مدل شبکه عصبی می‌باشد.



شکل (۴): مقایسه نمودار خروجی ترکیب الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی با داده‌های مشاهده‌ای
 Figure (4): Compare the output graph combining genetic algorithms and neural network to observed data

the compressive strength of steel fiber added lightweight concrete using neural network. Computational Materials Science 42 (2008) 259–265.

3. Aytok A, Asce, M. and Alp M. 2008. An application of artificial intelligence for rainfall–runoff modeling. J Earth System Science 117: 145-155.

4. ASCE Task Committee. 2000. Artificial neural networks in hydrology, II: Hydrology application. Journal of Hydrologic Engineering, 5: 124-137.

5. Borhani Darian, A. and Fatehi Marj, A. 2008. Application of artificial neural network to predict river flow with climate index. (Case Study: Nazlo Chi Basin). The Faculty of Engineering, University of Tabriz. 26(3), 25-36. (In Persian)

6. Braddock, R.D. Kremmer, M.L. and Sanzogni, L. 1998. Feed forward artificial neural network model for forecasting rainfall-runoff. Environmental Sciences, 9: 419-432.

7. Chen, J. Adams, BI. 2006. Integration of artificial neural networks with conceptual models in rainfall-runoff modeling. J. Hydrol, 318, 232-249

8. El-Shafie, A. Reda Taha, M. and Noureldin, A. 2007. A neuro – fuzzy model for inflow forecasting of the Nile river at Aswan high dam. Water Resour Manage. 21:533-556.

دبی پیک در حوضه مورد مطالعه شده است. با توجه به شکل (۳) و شکل (۴) اولین نتیجه‌گیری، حکایت از برتری نتایج حاصله از مدل ترکیبی شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و الگوریتم ژنتیک نسبت به مدل شبکه عصبی می‌باشد. با اینکه مدل شبکه عصبی توانایی بالایی در مدل‌سازی رفتارهای غیر خطی را داراست، ولی این توانایی در حضور غنی داده‌ها و مشاهدات فراوان می‌باشد، در غیر این صورت این تکنیک‌ها کارایی بالایی نداشته و این نقص کارایی آنها را به شدت محدود می‌کند. از این رو در این مطالعه به منظور غلبه بر مسئله فوق، به کمک الگوریتم ژنتیک به بهینه‌سازی ورودی‌ها، اندازه گام‌ها، یادگیری مومنتوم و تعداد گره‌های هر لایه در شبکه عصبی پرداخته شد. با توجه به دقت پیش‌بینی بالاتر الگوریتم ترکیبی شبکه عصبی و ژنتیک در این مطالعه، استفاده از این تکنیک در پیش‌بینی سایر متغیرهای هیدرولوژیکی بخصوص در شرایط محدودیت داده‌ها پیشنهاد دیگر این مطالعه است.

تقدیر و تشکر:

بدین وسیله از مسئولین امور آب منطقه‌ای (واحد آب‌های سطحی) همدان که در انجام این پروژه همکاری لازم را مبذول داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Ahmad, S. and Simonovic, S. P. 2005. An artificial neural network model for generating hydrograph from hydro-meteorological parameters. J. Hydrol, 315, 236-251.
2. Altun, F. Kişi, Ö. And Aydin, K. 2008. Predicting

16. Misaghi, F. 2003. Extending of combination of geostatistical algorithms and artificial neural networks in order to extract the spatial distribution of rainfall distribution. Master thesis. Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University. 250P. (In Persian)
17. Nojavan, M. and Akbar poor, A. 2010. Optimal design of the unit hydrograph using the SA and Genetic algorithms and Compare their results with each other (Case study: Kame basin). Iranian Journal of Geology, 40(4), 23-31. (In Persian)
18. Sette, S. Boullart, L. 2001. Genetic programming: principles and applications. Engineering Applications of Artificial Intelligence 14: 727-736.
19. Seif, A. 2001. Evaluation of data combined method on flood discharge estimation in a south west part of Iran, MSc. thesis, TarbiatModarres University, Iran.(In Persian)
20. Soltani, A. Ghorbani, M. Fakheri Fard, A. Dar Bandy, S. and Farsadi Zade, D. 2010. Genetic programming and its application in modeling the rainfall – runoff. Journal of Soil and Water/ Volume 1/20 No 4/2010. (In Persian)
9. Holland, J. 1975. Adaptation in Natural and Artificial Systems, the University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan.
10. Isaaks, E.H. and Srivastava, R.M., (1989).“Introduction to Applied Geostatistics”. Oxford University Press, New York, 538-561 pp.
11. Khu, ST. Liong, SY. Babovic. V, Madsen, H and Muttil N. 2001. Genetic programming and its application in real- time runoff forecasting. J Am Water Res Assoc 37: 439-451.
12. Kia, M. 2012. Soft Computing in MATLAB. Qian University Press. Qian University Press. 600 p. (In Persian).
13. Mahdavi, M. 1999. Apply Hydrology. Tehran University Publish, Two volume, Page:158.(In Persian).
14. Menhaj, M. 2002. Principles of Neural Networks. First volume. Amir Kabir University Publication Center. 715 P.(In Persian)
15. Misaghi, F. 2002. Development of fusion algorithms, artificial neural networks, geostatistics and spatial distribution of rainfall, Master’s Thesis in Agricultural Engineering - Irrigation and Drainage, Tarbiat Modarres University. (In Persian)

Abstract

Combination of Neural Networks and Genetic Algorithms, an Approach to Estimate the Flood Flow

M. Sepehri*¹, A. R. Iildoromi², S. Z. Hosseini³, H. Nori⁴, F. Mohammadzade⁵ and M. M. Artimani⁶

Received:2015/09/24 Accepted : 2017/04/16

Fast and accurate estimation in Peak flow is one of the major issues in water resources management that have basic role in the design of hydraulic structures and biological activities in drainage basins. So that a proper assessment has a basic role in the success of administrative tasks. In this paper, using artificial intelligence methods (Multi-layer Perceptron Neural Network and the mixture of Multi-layer Perceptron Neural Network with genetic algorithm) to estimate yalfan river, s peak discharge in Yalfan, s sediment and hydrometer local gaging station. For these two models, 8 variables have been considered as the inputs that includes rainfall related to day of peak flow, 5 days rainfall that occurs before of the flooding day, curve number of the basin(CN) and base discharge and finally peak discharge is considered as the output. With artificial intelligence after preprocessing of the data, the optimal structure of the model is determined with input and output data by evaluation criteria and trial and error. In the final, with the mixture of artificial network and genetic algorithm model, the optimum neural network model was determined which results were an input to genetic algorithm model, this has been a good performance in runoff forecasting in Yalfan Basin.

Keywords: *Peak flow, Neural network, Genetic algorithm, Yalfan*

-
1. Ph.D. Student of Natural Resource Department, yazd University, Iran Corresponding author Email: n.sepehri@basu.ac.ir
 2. Associate Professor of Natural Resource Department, Malayer University
 3. Assistant Professor of Natural Resource Department, Yazd University
 4. Assistant Professor of Natural Resource Department, Malayer University
 5. Ph.D. Student of Natural Resource Department, yazd University
 6. Instructor of Natural Resource Department, Lorestan University