مجله علوم جغرافیایی(جغرافیای کاربردی)، دوره۱۶، شماره ۳۲، بهار و تابستان ۱۳۹۹، صفحه ۸۲-۹۲

پیش‌بینی سیلاب رودخانه دینور با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

اعظم نجفی وفا[۱]، محسن رضائی عارفی[۲]، زیبا چمشه سفیدی[۳]

[۱]کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه شهید بهشتی، ایران
[۲]دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
[۳]کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس تهران، ایران

نویسنده مسئول: Najafivafa1393@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۳/ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۴

چکیده

برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب با تمام پیچیدگی‌ها و مشکلات آن می‌تواند نقش بسیار مهمی در ارتقا شاخص‌های آبی داشته باشد. در دهه‌های اخیر شبکه عصبی مصنوعی به عنوان مدلی که با تجزیه و تحلیل اطلاعات موجود امکان استخراج روابط غیرخطی و نامشخص را فراهم می‌سازد، در بسیاری از علوم به ویژه آب موفق ظاهر شده است. مزیت این روش انعطاف‌پذیری بالای شبکه‌های عصبی مصنوعی در مقابل توابع پیچیده و استفاده از ورودی‌های است که به راحتی در دسترس می‌باشند. در این تحقیق سعی شده رودخانه دینور قابلیت شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی سیلاب مورد بررسی قرار بگیرد. بنابراین از ۲۵ سال آمار روزانه بارش و دما و دبی در رودخانه در دوره زمانی ۹۰-۶۶ ایستگاه‌های حیدرآباد و پل‌چهراستفاده گردید پیش بینی سیلاب از طریق شبکه عصبی مصنوعی، از مدل ANN استفاده شد که نتایج بدست آمده از مدل‌ها به لحاظ شاخص آماری MSE مورد ارزیابی قرار گرفته است. در نهایت نتایج بیانگر این است که مدلANN با مقدار کم خطا و ضریب همبستگی بالا بین داده‌های مشاهداتی و داده‌های پیش‌بینی شده نشان از مناسب بودن این روش برای پیش‌بینی سیلاب می‌باشد و این مدل قادر است میزان دبی را با دقت قابل قبولی پیش‌بینی کند.

کلیدواژه: شبکه‌های عصبی مصنوعی، پیش‌بینی سیلاب، رودخانه دینور

مقدمه

تحقیقات و علاقمندی در زمینه شبکه عصبی از زمانی آغاز شد که مغز به عنوان یک سیستم دینامیکی با ساختار موازی و پردازشگری کاملا مغایر با پردازشگرهای متداول شناخته شد. شبکه‌های عصبی چه در بعد آنالیز و توسعه ساختاری و چه در بعد پیاده‌سازی سخت افزاری، از نظر کمی، کیفی و توانایی، در حال رشد و پیشرفت می‌باشد و تکنیک‌های مختلف محاسبات عصبی از لحاظ تعداد همچنان در حال افزایش است و فعالیت علمی و کاربردی، در مسائل فنی-مهندسی، از قبیل سیستم‌های کنترلی، پردازش سیگنال‌ها و شناسایی الگو گسترش یافت است. شبکه‌های عصبی مصنوعی در واقع یکی از روش‌های هوش مصنوعی می‌باشند که در چند دهه اخیر جهت مدل‌سازی مسائل پیچیده و غیرخطی به کار رفته‌اند. نورون بیولوژیکی تغییرات محیطی را با استفاده از شاخک‌های به نام دندریت گرفته و تغییرات به وسیله‌ی سیناپس‌ها تقلیل یا تشدید شده و وارد سوما می‌شوند. در سوما به ورودی واکنش نشان داده شده و از طریق آکسون منتقل می‌شود. با بهره‌گیری از روند ذکر شده نرون مصنوعی ساخته شده است. یک واحد را در نظر بگیرید که ورودی‌هایی به آن وارد شده و با خروجی یا خروجی‌هایی از آن خارج شوند. در نرون مصنوعی ورودی‌های نقش دندریت، وزن‌ها نقش سیناپس، نورون نقش سوما و خروجی از آن نقش آکسون را بازی می‌کند. از کنار هم قرار گرفتن چند نورون یک شبکه عصبی مصنوعی ساخته می‌شود. چنان چه هر نورون به همه نورون‌های بعدی متصل بوده و نوع اتصالات رو به جلو باشد، شبکه ساخته شده پرسپترون چند لایه (MLP) نامیده می‌شود که مانند رگرسیون چند متغیره خطی عمل می‌کند .دهقانی و همکاران (۱۳۸۸) دراین مقاله شبکه عصبی مصنوعی به صورت روشی مؤثر جهت تخمین مقدار رسوب معلق به کارگرفته شده است .دبی جریان مورد نظر همراه با دبی جریان روز قبل و وضعیت هیدروگراف (به لحاظ شاخه صعودی یا نزولی هیدروگراف) به عنوان پارامترهای ورودی و دبی بار معلق رسوب به عنوان پارامتر خروجی درنظرگرفته شد .دراین تحقیق پس از طرح و آموزش شبکه، کاربرد این مدل هوشمند در برآورد رسوب

برای رودخانه مادرسو(دوغ) در استان گلستان بررسی گردید ونتایج به دست آمده از آن با روش متداول منحنی سنجه رسوب مقایسه شد. نتایج نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی می‌تواند نسبت به روش منحنی سنجه با دقت بسیار مناسب و با اطمینان بیشتر (R^2=۰/۹۸، $RMSE$= ۰/۰۱۵ و $NASH$=۰/۹۷) و بدون دسته بندی داده ها برای تخمین بار معلق رسوب مورد استفاده قرار گیرد. معیری و همکاران (۱۳۸۹). درتحقیق حاضر منطق فازی –عصبی و شبکه‌های عصبی، برای تعیین میزان رسوبات معلق رودخانه آجی چای به کار برده شد و با استفاده از داده‌های دبی، رسوب واشل،مدل‌های مذکور و منحنی سنجه رسوب تهیه گردید. همچنین دوره های آماری به سه فصل تر، خشک و ذوب برف تقسیم شده و کلیه مدل‌ها برای این سه دوره موردآزمایش قرار گرفتند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که منطق فازی-عصبی در مقایسه با شبکه‌های عصبی و منحنی سنجه از دقت بیشتری در برآورد رسوبات معلق رودخانه برخودار است. نهاردانی (۱۳۸۷). در این تحقیق حوضه آبخیز مهر از نظر پتانسیل سیل‌خیزی مورد بررسی قرار گرفته است و نقشه پتانسیل سیل-خیزحوضه ارائه می‌شود. جهت برآورد مقدار رواناب تولیدی از روش SCS استفاده شده است. در این روش نیاز به فاکتوری به نام شماره منحنی (CN) می‌باشد. در نهایت با استفاده از نقشه شماره منحنی(CN)، جداول مربوطه، رابطه SCS و میزان بارندگی ۲۴ ساعته منطقه، نقشه پتانسیل تولید رواناب حاصل از بارش‌های ۲۴ حوضه با دوره‌های برگشت مختلف تهیه گردید. قلخانی و همکاران (۱۳۸۸). به استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در روندیابی زمان واقعی سیلاب رودخانه پرداختند. آن‌ها در این تحقیق به مقایسه مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی با مدل هیدرولیکی HEC-RAS پرداختند. نتایج نشان داد که مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی توانایی بسیار بالایی در پیش‌بینی سیلاب رودخانه دارند. شادمانی و همکاران (۱۳۹۰). با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به مدل‌سازی منطقه‌ای دبی سیلابی در استان همدان پرداختند. آن‌ها در این تحقیق، به کارایی روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و سامانه اطلاعات جغرافیایی در برآورد دبی سیلابی ۹۰ زیرحوضه استان همدان (با زمانهای تمرکز کمتر از ۲۴ ساعت)، با توجه به آمار ۱۶ ساله مربوط به ۱۷ ایستگاه آبسنجی موجود در منطقه پرداختند. نتایج بدست آمده نشان داد که روش شبکه عصبی مصنوعی ابزاری مناسب برای مدل‌سازی دبی سیلابی، به‌ویژه در هنگام نبود داده‌ها یا کمبود ایستگاه‌های آبسنجی می‌باشد. امیدوار و همکاران (۱۳۹۴). هدف این پژوهش، ارزیابی دقت شبکه عصبی بازگشتی نارکس در پیش‌بینی بارش روزانه می‌باشد که با استفاده از آمار روزانه هواشناسی ایستگاه‌های کرمان، بافت و جیرفت، طی دوره مشترک آماری ۲۳ ساله می‌باشد به منظور مقایسه به آموزش شبکه عصبی مصنوعی با ساختار پرسپترون چند لایه و شبکه عصبی بازگشتی نارکس پرداخته شد. نتایج نشان داد که مدل ترکیبی ۴۲، بر پایه قانون آموزش لونبرگ مارکوات و تابع محرک سیگموئید با همه پارامترهای هواشناسی در هر سه ایستگاه از دقت قابل قبولی برخودار است. همچنین مشخص شد که مدل‌های مطلوب شبکه عصبی مصنوعی در حالت تغییرات افزایشی نسبت به رطوبت نسبی، دارای بیشترین حساسیت هستند. قلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۸). هدف این مقاله پیش‌بینی بارش ماهانه با استفاده از شبکه-های عصبی مصنوعی در شهر تهران می‌باشد. در این تحقیق از داده-های بارش ماهانه طی دوره آماری ۵۳ سال (۱۹۵۱-۲۰۰۳) و شبکه-های عصبی مصنوعی به عنوان یک روش غیر خطی جهت پیش‌بینی بارش استفاده شده است. نتایج این تحقیق بعد از آزمون شبکه با لایه‌های پنهان و با ضرایب یادگیری مختلف نشان داد که استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی با یک پرسپترون ۲ لایه پنهان با ضریب یادگیری ۰/۱ و مومنتم ۰/۷ مدل نسبتا بهتری را ارائه می‌کند. ضریب همبستگی بین مقادیر واقعی ماهانه بارش و پیش‌بینی شده توسط شبکه بدون ترکیب با الگوریتم ژنتیک برابر با ۰/۸۸ و ضریب تعیین برابر با ۰/۷۷ می‌باشد. همچنین بعد از آموزش مجدد شبکه و آزمون شبکه با لایه‌های پنهان و ضرایب مختلف یادگیری در ترکیب با الگوریتم ژنتیک نشان داد که ترکیب شبکه با ویژگی‌های مذکور با الگوریتم ژنتیک باعث کاهش خطا و افزایش سرعت محاسبات شده و مدل بهتری را ارائه می‌کند. ضریب همبستگی بین مقادیر واقعی ماهانه بارش و پیش‌بینی شده توسط شبکه برابر با ۰/۹۱ و ضریب تبیین برابر با ۰/۸۳ می‌باشد. دستورانی و رایت (۱۳۸۳). هدف در این تحقیق کاربرد روش سیستم عصبی مصنوعی در کاهش خطای مدل هیدرودینامیکی برای پیش‌بینی جریان رودخانه مورد بررسی قرار گرفته است. با پیش‌بینی این خطا نتایج مدل هیدرودینامیکی به میزان قابل توجهی به مقادیر واقعی نزدیک‌تر شد. لازم به ذکر است که قبل از کاربرد ترکیبی این دو روش (مدل هیدرودینامیکی و سیستم عصبی مصنوعی) هر یک از این روش‌ها به تنهایی مورد استفاده قرار گرفته و نتایج حاصل از مقادیر واقعی مقایسه گردیده بود. نتایج حاصل از کاربرد ترکیبی این مدل از کیفیت به مراتب بالاتری نسبت به کاربرد هر یک از آن‌ها به تنهایی برخودار است. سرهنگی و همکاران (۱۳۸۸). هدف جهت یافتن مناسب‌ترین مدل برای تخمین دبی‌های سیلابی با دورهٔ بازگشت‌های مختلف در دامنه-های شمالی البرز مرکزی ازویژگی‌های ژئومرفولوژیکمی حوضه‌ها استفاده شده است. برای این منظور با بررسی ایستگاه‌های هیدرومتری منطقه،آمار دبی حداکثر لحظه‌ای با استفاده از سالنامه ها استخراج شد و محاسبه پس از تکمیل داده‌ها، سیلاب‌ها با دورهٔ بازگشت های مختلف به کمک برنامه Smada شد. درمرحلهٔ بعد خصوصیات ژئومرفولوژیکمی و مورفومتری حوضه‌های آبی و رودخانه-ها شامل مساحت، محیط، حداکثروحداقل ارتفاع، ارتفاع متوسط وزنی، شیب حوضه و طول آبراهه ها با استفاده از GIS تعیین شد.

سپس ارتباط بین مقدار دبی سیلاب‌ها با کمیت‌های ژئومرفولوژی حوضه‌ها به کمک برنامه SPSS و روش رگرسیون چند متغیره مورد بررسی آماری قرار گرفت. نتایج حاصله بیانگر آن است که از میان عوامل مستقل، متغیرهای مساحت، طول حداکثرو مستطیل معادل حوضه‌ها بیشترین تأثیررا داشته و توانستند به مدل ها راه یابند. در رابطه با مدل‌سازی سیلاب در خارج از ایران ساجی کومار و تنداوسوارا (۱۹۹۹) برای تعیین مدل غیرخطی بارش-رواناب برای حوضه‌های آبریز رودخانه‌های لی در ایالت سلطنتی و تیتاپزا در هند، ایمری و همکاران (۲۰۰۰) برای پیش‌بینی جریان رودخانه، سیواکومار و همکاران (۲۰۰۲) برای پیش‌بینی یک روزه و هفت روزه جریان روزانه رودخانه پرایا در تایلند پرداختند. توکار و مارکوس (۲۰۰۰) در تحقیقی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و یک مدل مفهومی را برای پیش‌بینی رواناب در حوضه‌هایی با ویژگی‌های فیزیکی و اقلیمی متفاوت پرداختند. از مقایسه نتایج دو روش مشخص شد که در همه موارد شبکه دقت و سرعت بیشتر و زمان تمام شده کمتری دارد، و در شبیه‌سازی بارش-رواناب با بازه‌های زمانی متفاوت تواناتر از روش مفهومی است. مهمنت و همکاران (۲۰۰۸). مدل‌های شبکه عصبی وSWAT را جهت پیش‌بینی جریان به کار بردند. مقایسه این دو مدل براساس دقت صورت گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی ابزار قدرتمندی جهت پیش‌بینی جریان می-باشد. توماس و بنسون (۱۹۶۸). با استفاده از ۷۰پارامتر جریان رودخانه‌ای و ۳۱ مشخصه حوضه آبریز به بررسی مهم‌ترین عامل فیزیکی و اقلیمی موثر در مدل‌های منطقه‌ای سیلاب پرداختند، آن‌ها نتیجه گرفتند سطح حوضه، شاخص‌های ذخیره، مقدار نزولات جوی و شدت تواتر آن‌ها، تبخیر و تعرق و درجه حرارت، مهم‌ترین مشخصه‌های یک حوضه آبریز هستند که می‌توانند در تدوین معادلات تناوب سیل حوضه نقش داشته باشند. سین ناکندان و همکاران (۲۰۰۳). اقدام به تهیه نقشه خطر سیل برای رودخانه پاری در مالزی نمودند. با توجه به مشاهدات میدانی، آن‌ها نتیجه‌گیری کردند که(جی آی اس) محیط مناسبی را برای تهیه نقشه خطر سیل ایجاد می‌کند.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

رودخانه دینورآب واقع در غرب ایران و در استان کرمانشاه انجام می‌گیرد. محدوده مورد مطالعه در محدوده شهر بیستون و در موقعیت جغرافیایی بین عرض شمالی۲۲ ´۴۷ تا ۳۰ ۴۷ و طول شرقی ۲۲ ۳۴ تا ۳۷ ۳۴ واقع شده است. رودخانه دینور از شاخه‌های مهم و نسبتا پرآب رودخانه گاماسیاب بوده و آب‌های مناطقی از بخش‌های مرکزی و صحنه کرمانشاه و شهرستان سنقر را جمع‌آوری نموده و وارد رودخانه گاماسیاب می‌نماید. طول رودخانه ۱۰۰ کیلومتر و حوضه‌آبریز آن نسبتا وسیع و در حدود ۲۲۰۰کیلومترمربع می‌باشد که قسمت بیشتر آن در مناطق کوهستانی واقع گردیده است. رودخانه دینورآب جز رودخانه‌های دائمی طبقه‌بندی می‌شود. بستر رودخانه آبرفتی و با مواد عمدتا درشت دانه می‌باشد. بستر در بیشتر نقاط رودخانه دارای پوشش‌گیاهی می‌باشد. حاشیه رودخانه را اراضی کشاورزی در بر گرفته است. بازه مورد مطالعه بخشی از رودخانه دینورآب حدفاصل میانراهان (محل تلاقی دینورآب – مریم نگار) تا محل تلاقی با گاماسیاب (پایین تر از بیستون) به طول ۳۳ کیلومتر است (شکل ۱).

شبکه‌های عصبی مصنوعی :

مدل پایه شبکه عصبی برای اولین بار توسط مک کولچ وپیتز [1]در سال ۱۹۴۳ میلادی ارائه گردید. ساختار کلی شبکه عصبی مصنوعی الهام گرفته از مغز انسان است و قادر به انجام عملیاتی تقریبا همانند سیستم‌های عصبی زیستی ولی در مقیاس ابتدایی است. ساختار پردازش موازی، توانایی یادگیری از طریق ارائه مثال، توانایی تعمیم دانش به نحوی که پس از محقق شدن یادگیری با اعمال ورودی‌های جدید، شبکه خروجی مناسب را ارائه می‌کند و همچنین مقاوم بودن در مقابل خطا که در اکثر داده‌های واقعی موجود است، از ویژگی‌های شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد.کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در ایجاد نگاشت‌های غیرخطی، شناسایی الگو، تقسیم‌بندی الگو، تصمیم گیری و حل مسائل آماری است (منهاج، ۱۳۷۷).شبکه‌های عصبی مصنوعی از انواع مدل‌های محاسباتی هستند که قادرند رابطه میان ورودی‌ها و خروجی‌های یک سیستم فیزیکی (هر چند پیچیده و غیر خطی) را توسط شبکه‌ای از گره‌ها که همگی به هم متصل هستند، تعیین نمایند. از مهم‌ترین عوامل تعریف شبکه‌های عصبی مصنوعی به نحوه معماری آن می‌توان اشاره کرد. ساختار شبکه‌های عصبی مصنوعی که به آن معماری اطلاق می‌گردد، به شکلی است که نرون‌ها در دسته‌هایی که لایه نام دارند، مرتب می‌شوند. معماری معمول شبکه‌های عصبی مصنوعی متشکل از سه لایه است: لایه ورودی که داده‌ها را در شبکه توزیع می‌کند، لایه پنهان که داده‌ها را پردازش می‌کند و لایه خروجی که نتایج را به ازای ورودی‌های مشخص، استخراج می‌کند. یک شبکه می‌تواند چندین لایه پنهان داشته باشد. براساس پژوهش‌های انجام شده، نود درصد شبکه‌های عصبی مصنوعی که در مسائل هیدرولوژی مورد استفاده قرار گرفته-اند، از نوع الگوریتم پس انتشار هستند.

مدل چند ورودی

نمونه‌ای از شبکه پرسپترون سه لایه متشکل از یک لایه ورودی با R نرون ، و یک لایه مخفی با S1 نرون و یک لایه خروجی با S2 ، نرون می‌باشد. در این شکل بردار ورودی P یک ماتریس R*1، بردار وزن

بین لایه ورودی و پنهان $1W_{1.1}$یک ماتریس S_1*R، بردار وزن بین لایه پنهان و خروجی $1W_{2.1}$ یک ماتریسS_2*S_1 می‌باشد. تابع فعال ساز لایه پنهان از نوع سیگموئید و تابع فعال ساز لایه خروجی از نوع خطی می‌باشد. شبکه‌هایی که در این تحقیق به منظور مدلسازی فرآیند استفاده شدند از نوع شبکه‌های پرسپترون چند لایه می‌باشد. در این بررسی جهت تامین داده‌های طراحی از ایستگاه هیدرومتری حیدرآباد و ایستگاه هواشناسی پل و چهر استفاده شد. به منظور تهیه مدل شبکه عصبی مصنوعی از نرم افزار **Matlab** استفاده گردید. این نرم افزار امکان طراحی، یادگیری و ارزیابی شبکه‌های عصبی مصنوعی را در اختیار قرار می‌دهد. براساس بررسی‌های انجام شده حدود ۹۰ درصد شبکه‌های عصبی که در فرایندهای مرتبط با پارامترهای هیدرولوژیکی استفاده شده‌اند از نوع BPN می‌باشند (کولیبالی و همکاران، ۲۰۰۰). این شبکه‌ها به صورت پیشرو عمل کرده و در ساختار تمامی آنها سعی شده حتی الامکان طراحی بهینه با یک لایه میانی صورت گیرد. اما در ترکیب ساختاری آنها از شبکه-های با دو لایه میانی نیز استفاده شده است. آموزش شبکه‌های MLP با استفاده از الگوریتم آموزش پس انتشار خطا و قانون یادگیری دلتا رول انجام می‌شود. در قانون یادگیری دلتا رول، مقدار تصحیح اعمال شده در وزن‌های اتصالات ورودی به یک نرون در هر تکرار تابعی از ورودی خالص نرون، میزان خطای شبکه و پارامتری از نرخ یادگیری نامیده می‌شود، است.

رابطه ۱)

$$Y= f(x)=\frac{1}{1+e^{-kx}}$$

اصولا وارد کردن داده‌ها به صورت خام باعث کاهش سرعت و دقت شبکه می‌شود. برای احراز از چنین شرایطی و همچنین به منظور یکسان کردن ارزش داده‌ها برای شبکه، عمل نرمال‌سازی صورت گرفت که این کار مانع از کوچک شدن بیش از حد نرون‌ها و سبب جلوگیری از اشباع زود هنگام نرون‌ها می‌گردد (واس و رینتجس، ۲۰۰۵). با توجه به آن که خروجی تابع سیگموئید بین (۱و۰) است غالبا به همراه استفاده از این تابع نرمال کردن داده‌هادر بازه (۱ و ۰) صورت می‌گیرد. در این تحقیق کلیه داده‌ها شامل ورودی و خروجی قبل از اعمال به شبکه با استفاده از رابطه زیر نرمال شدند.

رابطه ۲)

$$X_{normal}=\frac{X}{X_{max}}$$

نتایج

جهت بررسی بهترین مدل از شبکه عصبی ترکیبات مختلفی از عوامل موثر بر روی دبی در نظر گرفته شده و به عنوان نتایج شش مدل زیر مورد بررسی قرار گرفت:

مدل ۱ (ANN1) با ورودی‌های: بارش امروز، بارش یک روز قبل، بارش دو روز قبل، دما امروز، دما یک روز قبل، دما دو روز قبل، دبی امروز، دبی یک روز قبل، دبی دو روز قبل(تقریبا از همه داده‌ها استفاده شده)

مدل ۲ (ANN2) با ورودی‌های: بارش امروز، بارش یک روز قبل، دما امروز، دما یک روز قبل، دبی امروز، دبی یک روز قبل (از داده‌های دو روز قبل استفاده نشده)

مدل ۳ (ANN3) با ورودی‌های: بارش امروز، بارش یک روز قبل، دما امروز، دما یک روز قبل، دما دو روز قبل، دبی امروز، دبی یک روز قبل، دبی دو روز قبل(از داده‌هایی که همبستگی بیشتری داشته‌اند استفاده شده است)

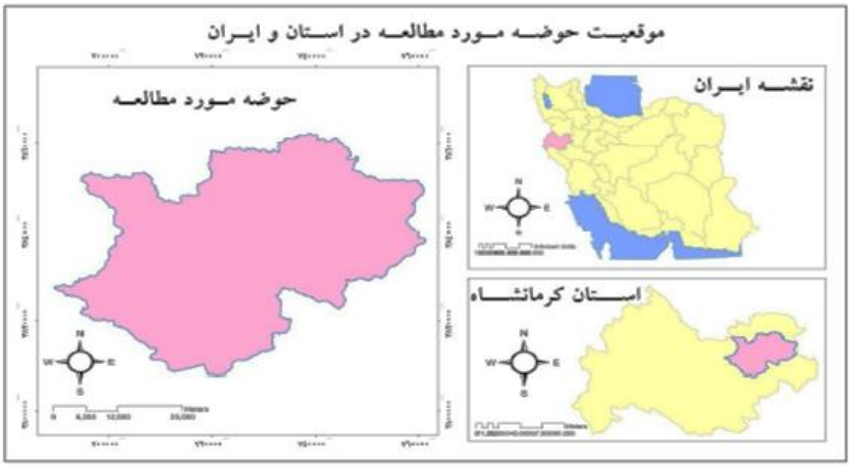
مدل ۴ (ANN4) با ورودی‌های: بارش امروز، دما امروز، دبی امروز، دبی یک روز قبل، دبی دو روز قبل، دبی سه روز قبل (از داده‌های دبی بیشتر استفاده شده)

مدل ۵ (ANN5) با ورودی‌های: بارش امروز، بارش یک روز قبل، بارش دو روز قبل، بارش سه روز قبل، دما امروز، دبی امروز (از داده‌های بارش بیشتر استفاده شده)

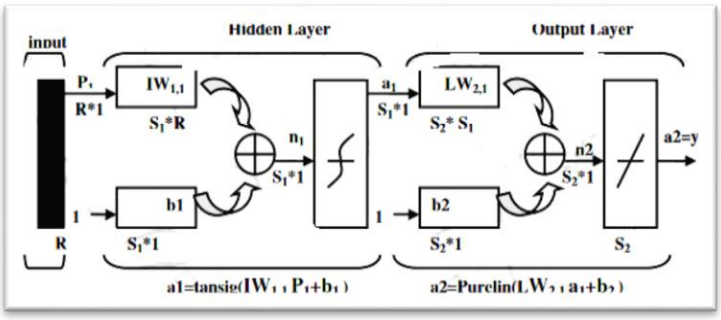
مدل ۶ (ANN6) با ورودی‌های: بارش امروز، دما امروز، دما یک روز قبل، دما دو روز قبل، دما سه روز قبل، دبی امروز (از داده‌های دما بیشتر استفاده شده).

لایه خروجی عبارت است از مقدار دبی رودخانه در زمان t یا (Qt) برای ۱۲ ماه از سال. لذا شبکه‌های مورد بررسی دارای یک لایه خروجی با ۱۲ گره خواهند بود. به کمک نرم‌افزار Matlab مدل‌های بیان شده فوق مورد بررسی قرار گرفتند. و برای تمام مدل‌ها تابع پس انتشار خطا، تابع لوگ سیگموئید و تابع خطی به ترتیب به عنوان تابع انتقال الگوریتم یادگیری و لایه مخفی و تابع انتقال لایه خروجی انتخاب شدند. خلاصه بررسی‌ها همراه با خطای آموزشی و تست در جدول ۴-۱۱آمده است.

Mc-Cull0ch and Pitts



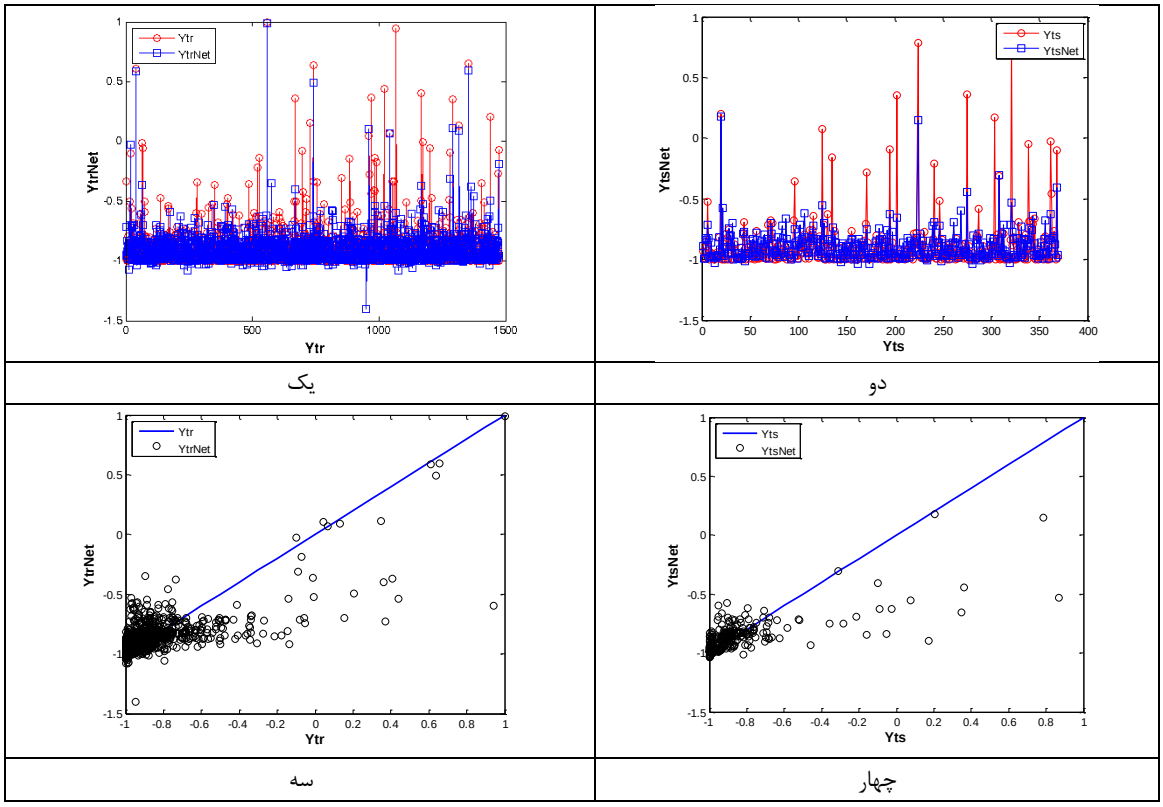
شکل ۱: موقعیت حوضه‌ی مورد مطالعه در استان کرمانشاه و ایران



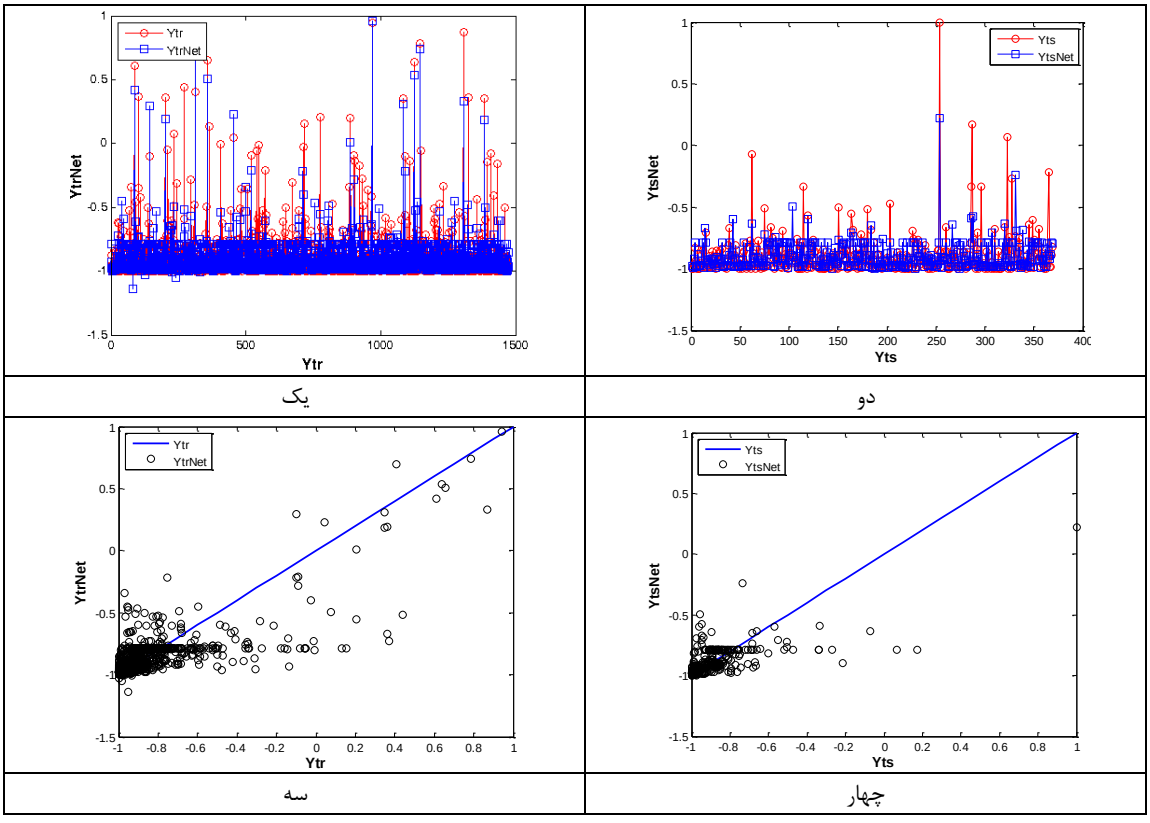
شکل: ۸ نمای از مدل شبکه عصبی مصنوعی

جدول۴-۱۱ : خلاصه نتایج تحلیلی مدل‌ها

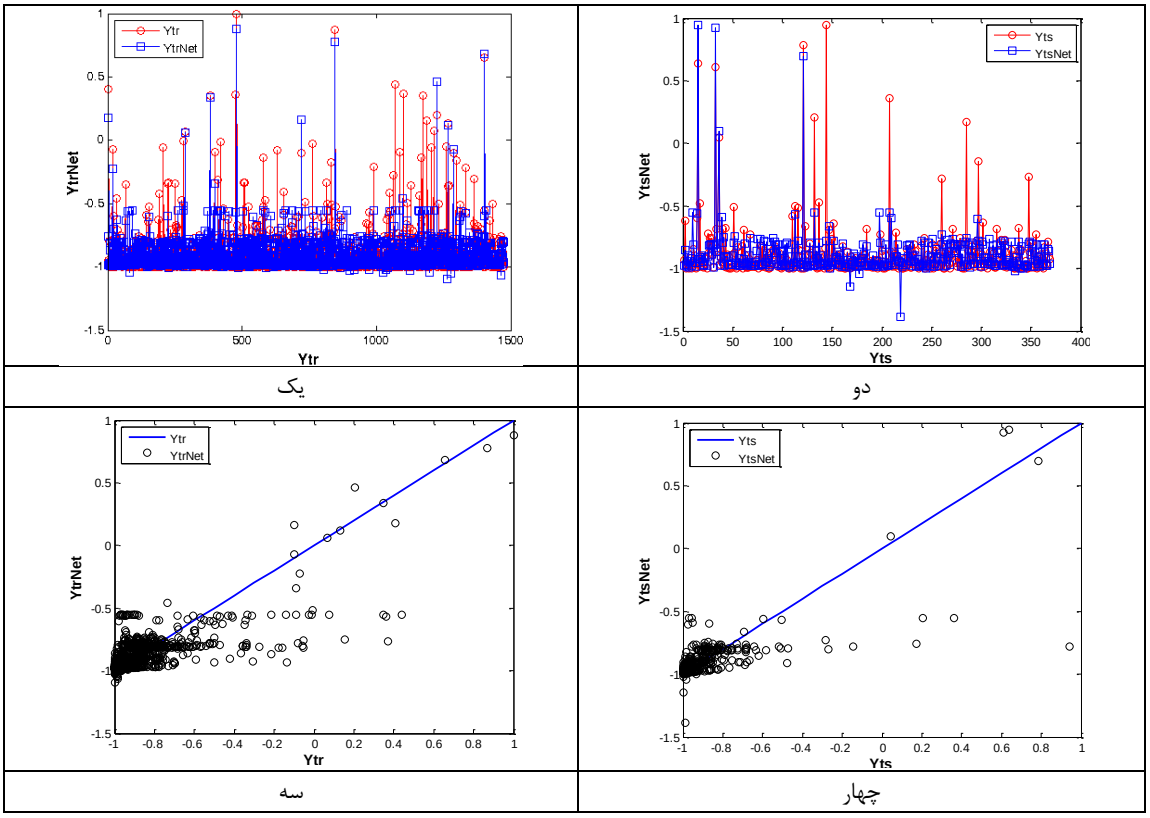
نام مدل	تعداد نرون در لایه مخفی		آموزشMSE	تستMSE
	لایه اول	لایه دوم		
ANN1	۴	۶	۰/۰۱۷۱	۰/۰۲۷۸
ANN2	۳	۴	۰/۰۱۷۲	۰/۰۱۸۱
ANN3	۲	۷	۰/۰۱۵۶	۰/۰۲۴۵
ANN4	۴	۲	۰/۰۱۸۸	۰/۰۱۸۶
ANN5	۶	۸	۰/۰۱۹۲	۰/۰۲۳۸
ANN6	۳	۸	۰/۰۱۵۷	۰/۰۳۰۷



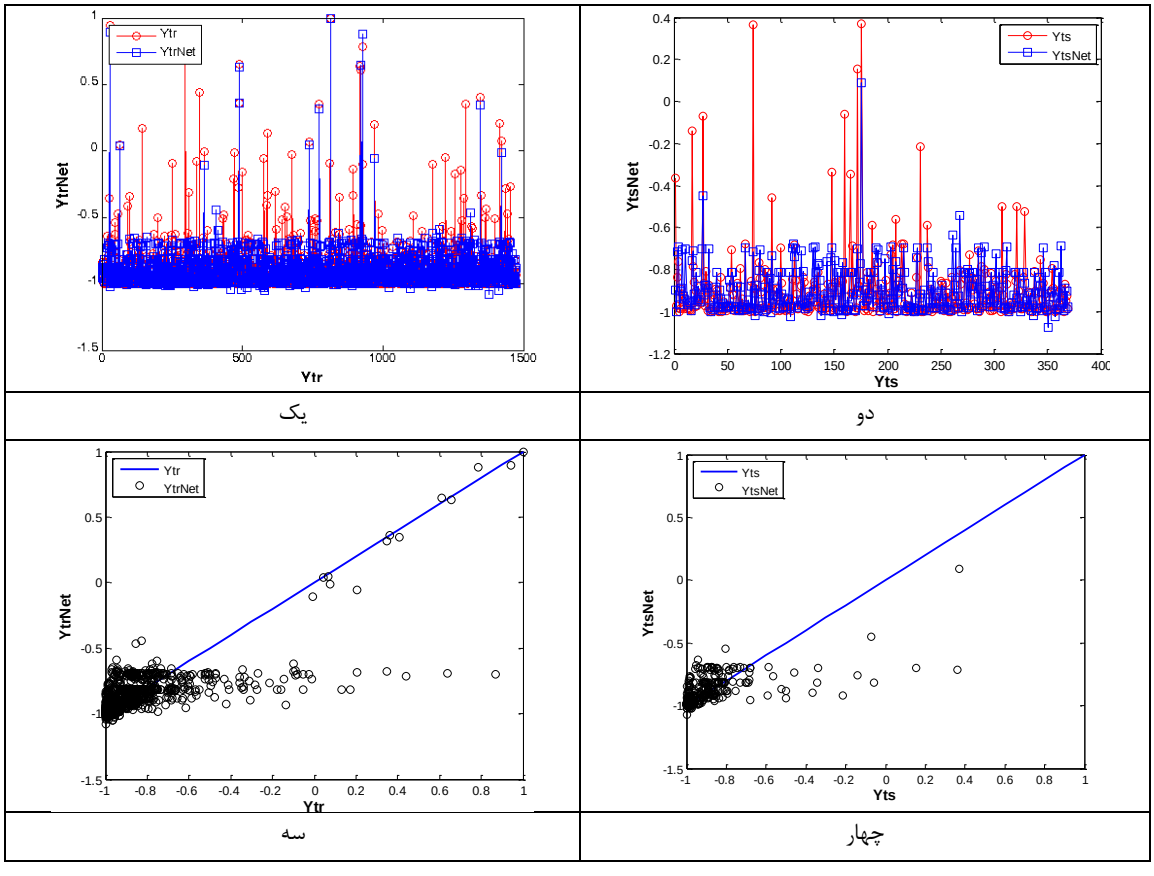
شکل۴-۳۳: نتایج استخراج شده در شبکه عصبی مصنوعی در مدل ۱



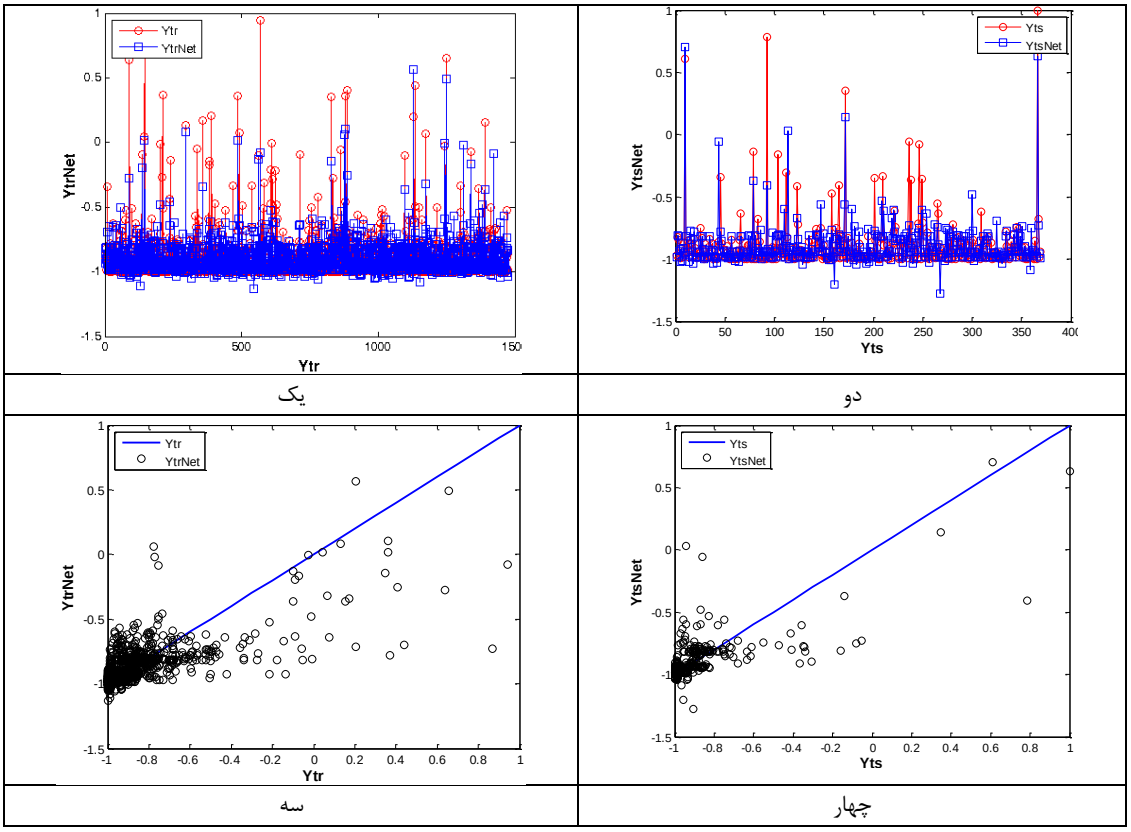
شکل۴-۳۴: نتایج استخراج شده در شبکه عصبی مصنوعی در مدل ۲



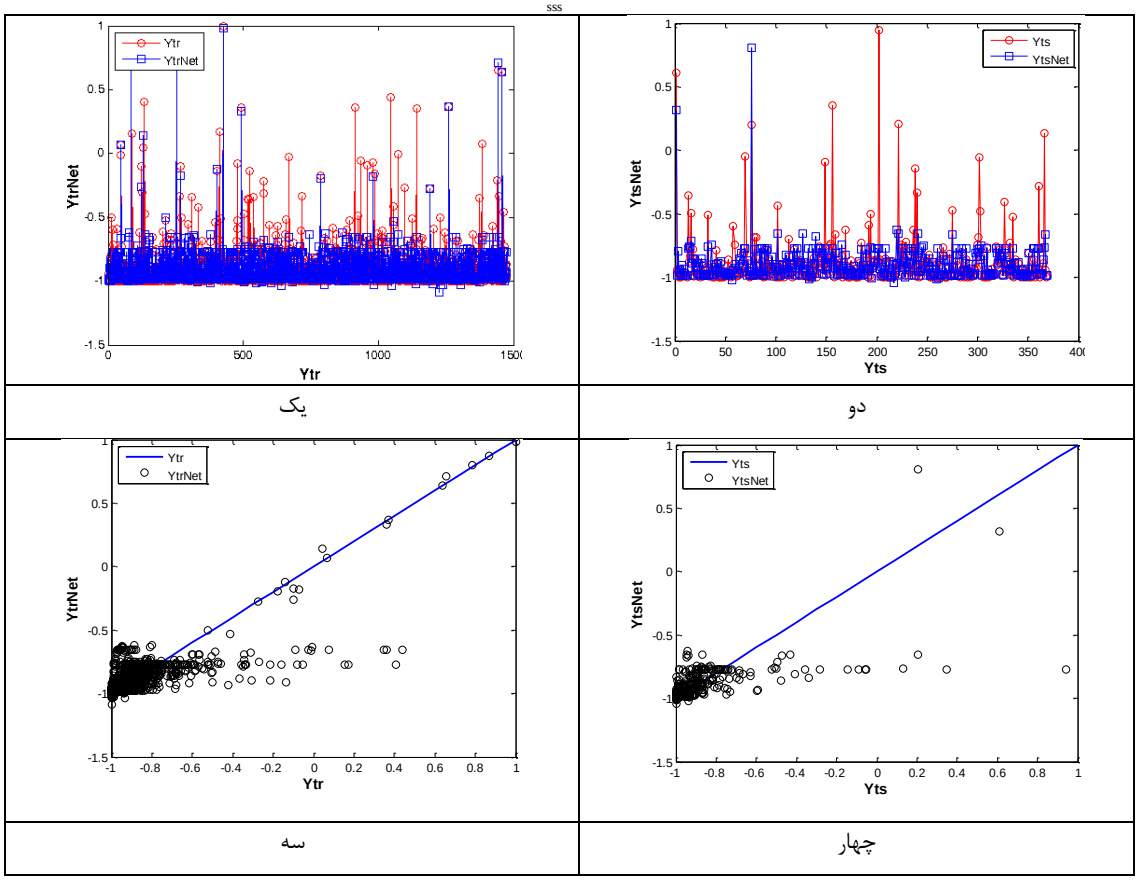
شکل۴-۳۶: نتایج استخراج شده در شبکه عصبی مصنوعی در مدل ۳



شکل۴-۳۷: نتایج استخراج شده در شبکه عصبی مصنوعی در مدل ۴



شکل۴-۳۸: نتایج استخراج شده در شبکه عصبی مصنوعی در مدل ۵



شکل۴-۳۹: نتایج استخراج شده در شبکه عصبی مصنوعی در مدل ۶

با توجه به نتایج ملاحظه می‌شود که هر شش مدل با افزایش تعداد نرون‌ها در لایه مخفی عمل آموزش داده‌ها بهتر انجام شده و خطا رو به کاهش می‌یابند. اما این نتیجه در زمینه خطای مرحله تست برعکس می‌باشد. در نهایت می‌توان عنوان کرد نتیجه بهینه فقط با افزایش تعداد نرون‌ها حاصل نمی‌شود، به عبارتی در شش مدل مورد بررسی با استفاده از هفت نرون نتیجه مطلوب‌تری حاصل شد. با توجه به مقادیر خطا دیده می‌شود مدل ANN3 نتیجه بهتری را نشان می‌دهد که متاثر از بارش امروز، بارش یک روز قبل، دما امروز، دما یک روز قبل، دما دو روز قبل، دبی امروز، دبی یک روز قبل، دبی دو روز قبل است. نتایج این مدل‌ها به صورت گراف در شکل-های ۴-۲۲تا ۴-۲۷نشان داده شده است.

برای بیست سال آینده پیش‌بینی صورت گرفته و از ۸۰ درصد داده-ها برای آموزش استفاده شد. (هر چه تعداد داده‌های آموزش بیشتر باشد آموزش بهتر انجام میشود). شبکه با دو لایه پنهان ساخته شده که در هر لایه از یک نرون تا ۱۰ نرون قرار داده شده که برای هر مدل تعداد ۱۰۰ حالت (10*10) مورد بررسی قرار گرفته که بهترین تعداد نرون‌ها برای هر مدل در زیر آورده شده است.همانطور که در جدول ۴-۱۲مشاهده می‌شود بهترین مدل، مدل ANN3 با مقدار MSE آموزش ۰/۰۱۵۶ می‌باشد. مدل ANN3 ANN6 نتایج بهتری نسبت به مدل های دیگر به دنبال داشته است. میزان همبستگی زمانی داده‌های رواناب به داده‌های ماقبلش، به داده‌های بارش و دما در جداول ۴-۱۲تا ۴-۱۴آورده شده است.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این تحقیق از شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی سیلاب برای بیست سال آینده رودخانه دینور استفاده گردید. برای این منظور شش مدل مختلف مورد بررسی قرار گرفت که در این مدل‌ها و از ۸۰ درصد داده‌ها برای آموزش استفاده شد. (هر چه تعداد داده-های آموزش بیشتر باشد آموزش بهتر انجام میشود) و ۲۰ درصد را برای تست استفاده گردید. ساختار شبکه با دو لایه پنهان ساخته شده که در هر لایه از یک نرون تا ۱۰ نرون قرار داده شده که برای هر مدل تعداد ۱۰۰ حالت (10*10) مورد بررسی قرار گرفته که بهترین تعداد نرون‌ها برای مدل ANN3 می‌باشد. جهت مقایسه نتایج مدل‌ها از معیار MSE و ضریب همبستگی استفاده شد و با توجه به نتایج به دست آمده مشاهده گردید که مدل ANN3 مدل مناسب‌تر شناخته شد و می‌توان از این شبکه برای پیش‌بینی ماه به ماه برآورد رودخانه دینور استفاده شود.

منابع

امیدوار، ک.، نبوی‌زاده، م و ثمره قاسم، م ۱۳۹۴. ارزیابی دقت شبکه عصبی مصنوعی بازگشتی نارکس در پیش‌بینی بارش روزانه در استان کرمانشاه. فصلنامه جغرافیا طبیعی، سال هشتم، شماره ۲۷، بهار ۱۳۹۴.

جوکار سرهنگی، ع.، امیراحمدی، ا.، نیکزاد، ا ۱۳۸۸. مدل‌سازی برآورد سیلاب حوضه‌های آبی دامنه‌های شمالی البرز مرکزی با استفاده از ویژگی-های ژئومورفولوژی کمی و مورفومتریو به کارگیری سیتم اطلاعات جغرافیایی. نشریه حغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)، سال ۱۴، شماره ۲۹، پاییز ۱۳۸۸، صص ۱۶۲-۱۴۱.

دستورانی، م.ت. و رایت، ن.ج ۱۳۸۳. ترکیب روش شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل هیدرودینامیکی برای پیش‌بینی دقیق‌تر جریان رودخانه.

دهقانی، ا.ا.، زنگانه، م.ا، مساعدی، ا. و کوهستانی، ن ۱۳۸۸. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد شانزدهم، ویژه نامه-الف، سال ۱۳۸۸.

شادمانی، م.، محمدی، ک.، معروفی، ص.، سبزی‌پرور، ع.ا ۱۳۹۰. مدل‌سازی منطقه‌ای دبی سیلابی

قلی‌زاده، م.ح.، دارند، م ۱۳۸۸. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۱۷، بهار ۸۸، صص۶۳-۵۱.

قلخانی،ح.، ثقفیان، ب.، گلیان، س ۱۳۸۸. کاربردشبکه عصبیمصنوعیدررونديابیزمانواقعیسیلابرودخانه، مقالات هشتمین کنفرانس هیدرولیک ایران، صص ۱۵۰-۱۳۲.

منهاج، م.ب ۱۳۹۱. مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی). جلد اول، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، چاپ هشتم.

معیری، م.م.، نیک پور، م.، حسین‌زاده دلیر، ع. و فرسادی‌زاده، د ۱۳۸۹. مقایسه روش‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی، فازی-عصبی تطبیقی و منحنی سنجه رسوب در برآورد رسوبات معلق رودخانه‌ها. مجله دانش آب و خاک، جلد ۲۰/۱، شماره ۲، سال ۱۳۸۹، صص ۸۲-۷۱.

نهاردانی، م ۱۳۸۷. پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبخیز مهر (شهرستان سبزوار). پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد. دانشگاه شهیدبهشتی. تهران.

Imrie .C. E, S. Durucan, A. Korre (2000). River flow prediction using artificial neural networks generalization beyond the calibration range, Journal of Hydrology, No 233.

Mehmet, C., Demirel., Anabela Venancio AND Ercan Kahya, (2009), Flow forecast by SWAT model

13-Nayeri, H. 2004. An study on the formation and the current Morphodynamic of the cumulative plain of Miandoab, M.Sc. Thesis, Faculty of Human and Social Sciences, University of Tabriz, Iran. 108 pp. (In Persian)

neural networks and conceptual models. Journal of Hydrology Engineering, 45: 156-161.

14- Sinnakaudan6 S.K. Ghani A.A. Ahmad6 S.S.and Zakria6 N.A (2003).

"Flood Risk Mapping for Pari River" 1334 (Decemberand ANN in Pracana basin, Portugal Advances in Engineering Software, Volume 40, Issue 12, Pages 1211-Artificial Neural Networks, Journal of Hydrologic Engineering, 4(3), 232-240.

reconstruction and artificial neural networks approaches, Journal of Hydrology, No 265.
Sinnakaudan6 S.K. Ghani A.A. Ahmad6 S.S.and Zakria6 N.A (2003).
"Flood Risk Mapping for Pari River"
Thomas W.O. and M.A. Benson (1968), "Uniform Flood Frequency

Sajikumar .N, B.S. Thandaveswara (1999). A non-linear rainfall–runoff model using an artificial neural network, Journal of Hydrology, Vol 216.

Sivakumar. B, A. W. Jayawardena, T. M. K. G.Fernando (2002).River flows forecasting: use of phase - space

Flood prediction of dinor river with neural network

Abstract

Water Resources management have important role on water indexes although it is so complicated. Flood is one of the destructive natural phenomenons that are very important to forecasting it. Estimating of runoff and flood is difficult due to influence of several factors. So far, different methods have been suggested for their analysis. In recent decades, artificial neural networks have been used as a model to extract unknown and non-linear relationships using information analysis so that this model has appeared successful in many sciences especially in water studies. The advantages of artificial neural networks are inputs accessible and more flexible into complex functions. This research has assessed Dinavar River capabilities of artificial neural network for estimating of the flood. So daily precipitation and temperature data (25 years' period from1366 to 1390) of Hyderabad and Paul Chehr Stations were used. flood has been estimated by artificial neural network using model ANN and then the results of the models were assayed by MSE index. Finally, the results indicated that ANN model is the appropriate method to predict the flood because it had low error and high correlation between observational and predicted data and also this model can predict the discharge with acceptable accuracy.

Key words: Artificial Neural Networks, Estimating of Flood, Dinavar River