



استفاده از مدل‌های موجک عصبی و پرسپترون چند لایه در شبیه‌سازی دبی ماهانه جریان (مطالعه موردی: دشت شهرستان لار)

غلامرضا علی‌پور مداب^{۱*}، ریحانه اسدی^۲

چکیده:

زمینه و هدف: با توجه به اینکه پیش‌بینی و پیش‌آگاهی میزان بارش و آب‌های سطحی در زندگی انسان و در برنامه‌های مدیریتی نقش اساسی و قابل‌توجهی دارد، مطالعه آن در نقاط مختلف ضروری است. آب‌های زیرزمینی منبع مهم و حیاتی از آب‌های شیرین هستند، که در محیط‌های شهری و روستایی جهت برطرف نمودن نیازهای آشامیدنی و کشاورزی محسوب می‌شوند مدیریت منابع آب زیرزمینی، نقش کلیدی را در پایداری منابع آب در نواحی خشک و نیمه خشک ایفا می‌کند. مقدار کل آب موجود در هر زمان معین حائز اهمیت است. بعضی از کاربران آب (انسانی) به طور متناوب به آب نیاز دارند. هدف این پژوهش مدل‌های موجک عصبی و پرسپترون چند لایه در شبیه‌سازی دبی ماهانه جریان آب است.

روش پژوهش: روش پژوهش مورد استفاده در تحلیل پارامترهای هواشناسی جو بالا و سطح زمین با استفاده از روش تحلیلی عاملی است. روش تحلیل عاملی از جمله روش‌های آماری می‌باشد که به منظور کاهش تعداد متغیرها کاربرد دارد. الگوریتم پیشنهادی در محیط نرم‌افزاری ۲۰۱۹ Matlab پیاده‌سازی شده است. تمام آزمایش‌های این پژوهش در کامپیوتری با پردازنده Intel®corei5 و رم ۱۲ گیگابایت انجام شده است. برای ارزیابی روش پیشنهادی با سایر روش‌ها از سه معیار ضریب همبستگی و دو معیار دیگر MAE و RMSE برای میزان خطای کار استفاده شده است. داده‌های مربوط به بارندگی منطقه در دوره پنج ساله مورد نظر بر اساس آمارهای اخذ شده از سازمان هواشناسی و شرکت سهامی آب منطقه‌ای لار تهیه می‌گردد. منطقه مورد مطالعه ما شهرستان لار می‌باشد. قلمرو زمانی ۱۳۹۵-۱۴۰۰ می‌باشد.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش نشان داد که شبکه‌ی عصبی موجکی برای پیش‌بینی جریان ورودی به مخزن سد کمیر در ترکیه مورد بررسی قرار داده و جهت پیش‌بینی جریان ورودی مخزن سد از مقیاس زمانی ماهانه با ترکیب موجک گسسته و بهینه‌سازی الگوریتم‌های مبتنی بر لوبنبرگ - مارکوارت استفاده نمود.

نتایج: نتایج حاصله نشان داد شبکه‌ی عصبی موجکی یک مدل مناسب برای پیش‌بینی جریان ورودی به مخزن سد بوده و نسبت به مدل رگرسیون چندگانه عملکرد قابل‌قبولی داشته باشد.

کلمات کلیدی: مدل‌های موجک عصبی، پرسپترون چند لایه، جریان آب

^۱ کارشناسی ارشد، دانشگاه شهرکرد، علوم مهندسی آب، شهرکرد، ایران، rezamodab2@gmail.com

^۲ کارشناسی ارشد، دانشگاه شهرکرد، اکوهیدرولوژی، ایران، reyhaneasadii9988@gmail.com

۱- مقدمه

شبکه پرسپترون چندلایه، قادر به مدل‌سازی مسائل مختلف می‌باشند. در شبکه MLP، مجموع وزنی ورودی‌ها و بایاس از طریق یک تابع انتقال به سطح فعال منتقل می‌شوند تا خروجی مربوطه را تولید کنند و واحدها در توپولوژی لایه پیش‌خور، قرار می‌گیرند (ونکاتستن و آنتیتا^۳، ۲۰۰۶).

آب زیرزمینی منبع اولیه به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک است، مدیریت صحیح آب‌های زیرزمینی منابع نیاز به اطلاعات دقیق در مورد ویژگی‌های آب زیرزمینی، فضایی توزیع، و آب زیرزمینی ثابت و نوسانات آن ارائه می‌شود. درک سطح آب زیرزمینی و شوری آب‌های زیرزمینی در هر منطقه و اجتناب ناپذیر در آبیاری پایدار و طرح‌ها و برنامه ریزی کشاورزی بسیار مهم است. در گذشته سال‌ها، مطالعات گسترده‌ای انجام شده است کاربرد زمین آماری در مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی سه واسطه را مورد بررسی قرار گرفته است (عابدی و همکاران، ۲۰۲۱).

آب زیرزمینی آبی است که در زیر سطح زمین در فضاهای منافذ سنگ و خاک و در شکستگی سازندهای سنگی وجود دارد. حدود ۳۰ درصد از تمام آب‌های شیرین موجود در جهان را آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهند. یک واحد سنگ یا یک ذخایر تثبیت نشده زمانی آبخوان نامیده می‌شود که بتواند مقدار قابل استفاده آب تولید کند. عمقی که در آن فضاهای منافذ خاک یا شکستگی‌ها و حفره‌های سنگ به طور کامل از آب اشباع می‌شوند، سطح آب می‌گویند. آب زیرزمینی از سطح شارژ می‌شود. ممکن است به طور طبیعی در چشمه‌ها و تراوش‌ها از سطح خارج شود و واحه‌ها یا تالاب‌ها را تشکیل دهد. آب‌های زیرزمینی نیز اغلب برای مصارف کشاورزی، شهری و صنعتی با ساخت و بهره‌برداری از چاه‌های استخراج برداشت می‌شوند. مطالعه توزیع و حرکت آب‌های زیرزمینی هیدروژئولوژی است که به آن هیدروژئولوژی آب‌های زیرزمینی نیز می‌گویند (Ghordoui, M. M., ۲۰۱۸).

افزون بر این، افزایش جمعیت و فعالیتهای مرتبط با آن، تغییرات در منابع آب و توزیع فضایی و زمانی آنها در منطقه را تحت تأثیر قرار داده و همچنین بر شرایط محیط زیست محلی تأثیر می‌گذارد (Wang & Qin, ۲۰۱۷). بارندگی یک ورودی کلیدی در چرخه هیدروژئولوژیکی است که به طور فزاینده‌ای هم در سطح منطقه و هم در سطح جهان متغیر می‌باشد (Nsubuga et al., ۲۰۱۴)، و به طور گسترده‌ای در زمینه مدیریت منابع آب یکپارچه، پیش بینی نیازهای محصول و ارزیابی محیط زیست مورد استفاده قرار می‌گیرد (Haiyun et al., ۲۰۱۶). بنابراین پارامترهای آب و هوایی، به ویژه بارش، برای مدیریت منابع آب، کشاورزی، آب و کاربران بسیار جالب توجه است (Guobin et al., ۲۰۱۳). همچنین بیش از ۶۶ درصد سطح کشور ایران با کمبود آب‌های سطحی مواجه می‌باشد.

آب‌های زیرزمینی منبع مهم و حیاتی از آب‌های شیرین هستند. که در محیط‌های شهری و روستایی جهت برطرف نمودن نیازهای آشامیدنی و کشاورزی محسوب می‌شوند مدیریت منابع آب زیرزمینی، نقش کلیدی را در پایداری منابع آب در نواحی خشک و نیمه خشک ایفا می‌کند. آب‌های زیرزمینی مهمترین منبع برای تامین آب مصرفی کشاورزی در مناطق خشک هستند. تغییر پارامترهای اقلیمی نیز فشار مضاعفی را برای کاهش بیشتر سطح آب‌های زیرزمینی وارد می‌نماید. یکی از مهمترین پدیده‌های جوی که بر منابع آب هر منطقه تأثیر منفی داشته و محیط‌های وابسته به این منابع را تحت تأثیر قرار می‌دهد پدیده خشکسالی است (روستا و محمودی آبادی، ۱۳۹۷).

یکی از مهم ترین چالش‌هایی که سیستم مدیریت منابع آب کشور در دهه اخیر با آن مواجه بوده است، تعدد و شدت قابل ملاحظه خشکسالی‌های بوقوع پیوسته بوده است. افزایش فراوانی و شدت خشکسالی‌ها ناشی از تغییر الگوی بارش و تبخیر و تعرق می‌تواند یکی از پیامد های تغییر آب و هوا بر چرخه سالانه هیدروژئولوژیکی باشد بطوریکه افزایش دما در زمستان باعث جلو افتادن پدیده ذوب برف و در

^۳ Venkatesan & Anitha

نتیجه تغییر زمان وقوع رواناب بیشینه در فصل بهار و کاهش رواناب در تابستان شود. با گسترش فرایند شهری شدن، وضعیت سطح زمین و آب و هوا دچار تغییر شده است. از نتایج این تغییر، وقوع آب گرفتگی‌های مکرر در مناطق شهری است. مدل سازی آب گرفتگی ابزاری مناسب برای تصمیم گیرهای سریع و تسهیل مدیریت این نوع بحران است. با تغییرات جهانی در وضعیت آب و هوا و گسترش فرایند شهری شدن، فراوانی و شدت بحرانهای طبیعی و خسارات ناشی از آن روند افزایشی یافته است. سیل و آب گرفتگی یکی از بحرانهای طبیعی در بسیاری از شهرها است که به علت شدت و وجود زمان کم برای واکنش، چالشهای زیادی را ایجاد کرده است (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۸).

مثلا، مزارع بسیاری، در بهار، مقادیر زیادی آب نیاز دارند ولی در زمستان نیازی به آب ندارند. یک نظام آب سطحی برای تأمین آب چنین مزرعه‌ای، نیازمند یک ظرفیت ذخیره‌سازی زیاد برای جمع‌آوری آب در طول سال و آزادسازی آن در یک مدت زمان کوتاه است. با این وجود، در دراز مدت، میزان متوسط بارندگی درون یک حوضه آبریز، بالاتر از حد متوسط مصرف آب سطحی طبیعی، از آن حوضه آبریز است. آب سطحی طبیعی با وارد شدن آب سطحی از حوضه‌های آبریز دیگر از طریق یک کانال یا خط لوله تغذیه می‌شود. آب سطحی از هر منبع دیگری که در اینجا ذکر شده است نیز می‌تواند تغذیه شود، اگرچه این مقادیر، عملاً ناچیز هستند. انسان‌ها نیز می‌توانند باعث شوند که آب سطحی از طریق آلودگی «تلف شود» یا به عبارت دیگر غیرقابل استفاده گردد. تخمین زده شده است که برزیل بزرگترین منبع آب شیرین در جهان را دارد و روسیه و کانادا در درجه بعدی قرار دارند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۹).

طراحی بهینه شبکه‌های جمع‌آوری آبهای سطحی در دو دهه گذشته با استقبال فراوان محققین همراه بوده است. در مناطق شهری، سطح زمین اغلب با کاربری‌های نفوذناپذیر پوشیده شده است و به همین علت سرعت حرکت رواناب بالا و میزان نفوذ آب باران به خاک اندک است. بنابراین رگبار شدید در یک منطقه ی شهری می‌تواند موجب ایجاد سیلاب و آب گرفتگی شود. تأمین مالی این طرح توسط بخش خصوصی انجام خواهد شد به گونه ای که طراحی، تهیه، نصب تجهیزات مورد نیاز بهره‌برداری از طرح در مدت مورد قرارداد و در نهایت انتقال مالکیت سامانه ی آبرسانی به دولت توسط پیمانکار برنده مناقصه صورت خواهد گرفت.

مزایا و محسّنات آب‌های زیرزمینی نسبت به آب‌های سطحی، سبب شده که کشور های پیشرفته جهان، برای تأمین آب آشامیدنی و مصرفی مناطق شهری و صنعتی خود از آب زیرزمینی، تلاش بیشتری به خرج دهند. از سوی دیگر، مصرف زیاد آب زیرزمینی باعث شده که در بسیاری از نقاط جهان، از جمله کشور ما، سطح سفره آب زیرزمینی به شدت پایین برود، بسیاری از قنات‌ها و دیگر منابع آبی خشک شود، آب شور در سفره های آب زیرزمینی شیرین پیشروی کند، و در مراکز جمعیتی و صنعتی، قسمت قابل توجهی از آب زیرزمینی آلوده گردد (Brim et al. ۲۰۲۲).

در حال حاضر با طراحی انجام شده، انتقال آب به دشت لامرد شامل حدود ۷۰ کیلومتر مسیر خط انتقال با پنج ایستگاه پمپاژ و هفت مخزن تعادلی اجرا خواهد شد که مسیر آزادراه لامرد-پارسیان برای انتقال آب به لامرد انتخاب شده است. طرح انتقال آب خلیج فارس به صنایع انرژی بر لامرد و پارسیان و تأمین آب شرب لامرد با ظرفیت سالانه ۱۵ میلیون مترمکعب (هشت و نیم میلیون مترمکعب آن مربوط به صنایع انرژی بر لامرد و پارسیان با تضمین خرید از ایمیدرو و مابقی برای شرب و سایر صنایع) است. با توجه به مطالب بیان شده بالا در این تحقیق به دنبال بررسی استفاده از مدل‌های موجک عصبی و پرسپترون چند لایه در شبیه‌سازی دبی ماهانه جریان آب (مطالعه موردی: دشت شهرستان لار) هستیم.

۲- مبانی نظری:

از کل آب موجود در کره زمین حدود ۹۷ درصد آن در دریاها و اقیانوس‌ها می‌باشد که شوری آن بالا است و در شرایط عادی نمی‌تواند مورد استفاده بشر قرار گیرد. دو درصد دیگر نیز به صورت یخ‌های قطبی است که آن نیز در شرایط موجود قابل استفاده نمی‌باشد. قسمت اعظم یک درصد باقی مانده را که شیرین است، آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهند. باگسترش سکونت در مناطقی که آب سطحی وجود ندارد یا مقدار آن کم است، استفاده از منابع آب زیرزمینی به عنوان جایگزینی مطمئن، مورد توجه قرار گرفته است، به طوری که در برخی مناطق، آب‌های زیرزمینی به عنوان تنها منبع تأمین آب محسوب می‌شوند.

به طور معمول، آب‌های زیرزمینی به عنوان آبی در نظر گرفته می‌شود که از سفره‌های کم عمق جریان می‌یابد، اما، از نظر فنی، می‌تواند حاوی رطوبت خاک، منجمد دائمی (خاک یخ زده)، آب غیر متحرک در بستر با نفوذپذیری بسیار کم، و آب عمیق زمین گرمایی یا تشکیل نفت باشد. فرض بر این است که آب‌های زیرزمینی روانکاری می‌کنند که احتمالاً می‌تواند بر حرکت گسل‌ها تأثیر بگذارد. این احتمال وجود دارد که قسمت اعظم زیرسطح زمین حاوی مقداری آب باشد که در برخی موارد ممکن است با مایعات دیگر مخلوط شود. آب‌های زیرزمینی اغلب ارزان‌تر، راحت‌تر و کمتر از آب‌های سطحی در برابر آلودگی آسیب‌پذیر هستند. بنابراین، معمولاً برای تأمین آب عمومی استفاده می‌شود. به عنوان مثال، آب‌های زیرزمینی بزرگترین منبع ذخیره آب قابل استفاده در ایالات متحده را فراهم می‌کند و کالیفرنیا سالانه بیشترین مقدار آب زیرزمینی را از همه ایالت‌ها خارج می‌کند. مخازن زیرزمینی حاوی آب بسیار بیشتری نسبت به ظرفیت تمام مخازن سطحی و دریاچه‌های ایالات متحده از جمله دریاچه‌های بزرگ است. بسیاری از منابع آب شهری صرفاً از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود. بیش از ۲ میلیارد نفر در سراسر جهان به آن به عنوان منبع اصلی آب خود متکی هستند. Jafari, M., Ojajlou, (H., Zare, M., ۲۰۱۹.

افزون بر این، افزایش جمعیت و فعالیتهای مرتبط با آن، تغییرات در منابع آب و توزیع فضایی و زمانی آنها در منطقه را تحت تأثیر قرار داده و همچنین بر شرایط محیط زیست محلی تأثیر می‌گذارد (wang & Qin, ۲۰۱۷). همچنین بیش از ۶۶ درصد سطح کشور ایران با کمبود آب‌های سطحی مواجه می‌باشد. لذا مردم برای تأمین نیاز خود به منابع آب‌های زیرزمینی پناه می‌آورند. کاهش تغذیه آب‌های زیرزمینی به دلیل خشک‌سالی هواشناسی از یک سو و برداشت بیش از پیش آب‌های زیرزمینی از سوی دیگر، به مرور حجم آب سفره‌های زیرزمینی کاهش شدیدی یافته که مشکلاتی از قبیل شور شدن، افت سطح ایستابی، نشست زمین (Cao Don و همکاران، ۲۰۰۵) و افزایش غلظت آلاینده‌های صنعتی (اصغری مقدم و محمودی، ۱۳۸۷) را به همراه خواهد داشت. در چنین شرایطی بهره‌برداری از سیلاب‌ها و استفاده از سیستم‌های استحصال و ذخیره آب باران و جریان‌های زیرسطحی کلید حل مسائل کم آبی قلمداد می‌شود (Monavarier et al., ۲۰۱۲). در این زمینه اجرای پروژه‌های پخش سیلاب به منظور افزایش منابع آب‌های زیرزمینی از طریق نفوذ آب در خاک در جلوگیری از خطرات مخرب سیل‌ها و کنترل آنها و افزایش پوشش گیاهی و حفظ رطوبت در لایه‌های سطحی خاک به منظور تولید فراورده‌های کشاورزی و منابع طبیعی و همچنین کنترل فرسایش خاک موثر می‌باشد (Javadi et al., ۲۰۱۴).

دلایل استفاده از آب زیرزمینی:

مزایا و محسنات آب‌های زیرزمینی نسبت به آب‌های سطحی، سبب شده که کشور های پیشرفته جهان، برای تأمین آب آشامیدنی و مصرفی مناطق شهری و صنعتی خود از آب زیرزمینی، تلاش بیشتری به خرج دهند. از سوی دیگر، مصرف زیاد آب زیرزمینی باعث شده که در بسیاری از نقاط جهان، از جمله کشور ما، سطح سفره آب زیرزمینی به شدت پایین برود، بسیاری از قنات‌ها و دیگر منابع آبی خشک شود، آب شور در سفره‌های آب زیرزمینی شیرین پیشروی کند، و در مراکز جمعیتی و صنعتی، قسمت قابل توجهی از آب زیرزمینی آلوده گردد.

برخی دلایل استفاده از آب زیرزمینی و مزایای آن نسبت به آب سطحی را می‌توان به اختصار به صورت زیر بیان کرد :

- آب زیرزمینی صاف و بی رنگ است.
 - نسبت به آب سطحی، کمتر به میکروبها و انگلها و مواد زیانبار آلوده است.
 - در بسیاری از مناطق خشک و بیابانی کشور ما، به علت عدم دسترسی به آب شیرین سطحی، آب زیرزمینی تنها منبع قابل استفاده را تشکیل می‌دهد.
 - هزینه‌ی استخراج آب زیرزمینی در بسیاری از موارد، نسبت به تهیه‌ی آب از منابع سطحی کمتر است.
 - دمای آب زیرزمینی تقریباً ثابت است. از این رو، آب زیرزمینی، به عنوان خنک کننده از مزیت زیادی برخوردار است.
 - منابع آب زیرزمینی نسبت به منابع آب سطحی، خیلی کمتر تحت تأثیر خشکسالی قرار می‌گیرند.
- در بسیاری از مناطق جهان، از جمله در بسیاری از نقاط خشک و بیابانی کشور ما که آب سطحی وجود ندارد، یا قابل استفاده و یا قابل اطمینان نیست، آب زیرزمینی تنها منبع آب مصرفی است و حیات ساکنین و احشام این مناطق به این منبع وابسته است (کردوانی، ۱۳۷۴).

سفره‌ی آب زیرزمینی:

سفره‌ی آب به لایه یا منطقه قابل نفوذی در زیر سطح زمین گفته می‌شود که آب در آن می‌تواند جریان یابد. سفره‌ی آب همچنین باید قابلیت آبدی خوبی داشته باشد. تغییرات ارتفاع سطح ایستابی را برحسب زمان به صورت نمودارهایی به نام هیدروگراف نشان می‌دهند. سفره‌های دارای بازدهی قابل توجه اغلب در رسوبات ناپيوسته شنی و ماسه‌ای تشکیل می‌شوند. آبرفت‌ها، یعنی رسوباتی که توسط رودها در دره‌ها و دشت‌ها بر جای گذارده می‌شوند، معمولاً سفره آب زیرزمینی خوبی را تشکیل می‌دهند. رسوبات رسی گرچه از تخلخل زیادی برخوردارند، ولی چون قابلیت نفوذ کمی دارند، با وجود حجم آب زیادی که ممکن است در خود ذخیره کرده باشند، سفره‌ی آب زیرزمینی تشکیل نمی‌دهند و به عنوان ماده‌ی غیرقابل نفوذ در نظر گرفته می‌شوند. در سنگ‌های متراکم نیز، آب معمولاً در نمونه‌هایی ایجاد می‌شود که از تخلخل ثانویه قابل توجه برخوردار باشند. در این میان بهترین سفره‌ی آب‌ها معمولاً در سنگ‌های آهکی درز و شکافدار ایجاد می‌شود (علیزاده، ۱۳۹۰).

کرمی و همکاران (۱۴۰۰) در تحقیقی تحت عنوان «بررسی عملکرد مدل دراستیک در پهنه‌بندی کیفیت آب‌های زیرزمینی آبخوان دشت ایزه» به بررسی این موضوع پرداختند. در بیشتر قسمتهای مرکزی و حاشیه‌های آبخوان رتبه‌ی آسیب‌پذیری افزایش داشته است و این قسمتها برای جلوگیری از آلودگی آب زیرزمینی منطقه باید مراقبت و کنترل بیشتری شود.

حسین‌آبادی و همکاران (۱۴۰۰) در تحقیقی تحت عنوان «تعیین مناسب ترین روش زمین آمار در تهیه نقشه تغییرات شوری آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت مشهد)» به بررسی این موضوع پرداختند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد از میان روشهای ذکر شده، روش عکس فاصله (IDW) و پس از آن روش کوکریجینگ از بالاترین دقت و روش تخمینگر موضعی (GPI) از کمترین دقت در این زمینه بهره‌مند بودند.

کرمی و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیقی تحت عنوان «پیش‌بینی اثر تغییر اقلیم بر دبی ماهانه رودخانه کارون با به کارگیری مدل‌های چندگانه خطی» به بررسی این موضوع پرداختند. نتایج نشان داد، تحت سناریوهای مختلف اقلیمی دبی در فصل بهار و نیمه اول سال در سطح اطمینان ۹۵ درصد بدون روند معنی‌داری، ولی در دیگر فصل‌های سال و نیمه دوم سال دارای روند کاهشی معنی‌داری می‌باشد.

جولی پین و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی تحت عنوان «تجزیه و تحلیل فضایی-زمانی تغییرات سر آب زیرزمینی ناشی از محرک‌های طبیعی با استفاده از تجزیه و تحلیل مولفه‌های مستقل و تبدیل موجک پیوسته» به بررسی این موضوع پرداختند. ما دریافتیم که CWT بهتر می‌تواند معانی فیزیکی مولفه‌های مستقل مشتق شده (ICs) را توضیح دهد، که ویژگی‌های محرک‌های استخراج شده از مشاهدات سر آب‌های زیرزمینی فضایی و زمانی از طریق ICA هستند. علاوه بر این، ویژگی‌های تغییرات مرحله رودخانه که از رسوب در ناحیه مصبی منشأ می‌گیرند، مشاهده می‌شوند. بر این اساس، روش پیشنهادی می‌تواند اثر محرک‌های طبیعی بر تغییرات سر فضایی و زمانی را کمی کند، و همچنین ویژگی‌های ساختار هیدروژئولوژیکی پیچیده یک حوضه آب زیرزمینی را نشان دهد.

سان کیان^۴ و همکاران (۲۰۱۷)، بیان داشتند که دبی حداکثر برای سال ۲۰۹۰ نسبت به دوره پایه برای حوضه‌های Aji-Chay و Mahabad-Chay به ترتیب ۵۰ و ۵۵/۹ درصد کاهش می‌یابد.

گازمن و همکاران (۲۰۱۷) جهت مدیریت آب‌های زیرزمینی مورد استفاده کشاورزان دره می‌سی‌سی‌پی آمریکا با استفاده از شبکه‌ی عصبی لومبرگ و بیزی با تعداد نورنهای ۷۵،۱۰۰، ۲۵،۵۰ عددی سطح آب‌های زیرزمینی را به صورت کوتاه مدت پیش‌بینی کردند.

چانگ و همکاران (۲۰۱۶) تحقیقی را جهت پیش‌بینی ماهیانه سطح آب‌های زیرزمینی در دشت ژائوشیو تایوان با استفاده از محاسبات نرم ترکیب روش‌های خودهمبستگی غیرخطی ایستگاه‌های باران‌سنجی، جریان آب سطحی و زیرزمینی و شبکه‌ی عصبی مصنوعی انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد روش ابداعی ترکیبی آن‌ها با در دو حالت آموزش و پیش‌بینی ضریب همبستگی بالای ۹۰٪ را نشان می‌دهد.

هدف اصلی:

بررسی مدل‌های موجک عصبی و پرسپترون چند لایه در شبیه‌سازی دبی ماهانه جریان آب (مطالعه موردی: دشت شهرستان لار)

روش تحقیق:

منطقه مورد مطالعه:

لار شهری است در جنوب استان فارس و مرکز شهرستان لارستان که در فاصله ۳۳۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر شیراز و ۱۹۰ کیلومتری شمال غرب بندرعباس قرار دارد. شهر لار در سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ جمعیتی برابر با ۶۲۰۰۴۵ نفر داشته و از این جهت نهمین شهر پرجمعیت استان فارس و پنجمین شهر پرجمعیت نیمه جنوبی استان به‌شمار می‌رود.

برداشت بی رویه از آب‌های زیر زمینی مشکلات بسیاری همچون پدیده فرونشست و افزایش دشت‌های ممنوعه را به همراه داشته به گونه‌ای که فارس در نرخ فرونشست نیز در کشور مقام اول را از آن خود کرده و علاوه بر این فرونشست دشت‌های فارس فراتر از میانگین جهانی است.

تبدیل موجک:

می‌دانیم که نحوه انجام محاسبات در کامپیوتر به صورت گسسته است، لذا ضرایب تبدیل ویولت پیوسته نیز به صورت گسسته محاسبه می‌شود. لازم به ذکر است که این نمونه برداری نباید قانون نایکوئیست را نقض کند، در صورت نقض شدن قانون نایکوئیست، الیزینگ رخ داده و دیگر قادر نخواهیم بود که از فضای ویولت به فضای زمانی برگردیم. در قانون نایکوئیست «فرکانس نمونه برداری باید بیشتر از دو برابر، بالاترین فرکانس موجود در پهنای باند سیگنال باشد».

$$f_{\text{Sampling}} > 2f_{\text{The Highest Frequency Component Of The Signal}}$$

درجه تفکیک‌پذیری سیگنال، ابزاری برای میزان جزئیات فرکانسی موجود در هر sub-band است را با دستور فیلترینگ تعریف می‌کنیم؛ همچنین مقیاس را با دستور upsampling و downsampling تغییر می‌دهیم؛ می‌توان upsampling و downsampling را با هر نرخ دلخواهی در نظر بگیریم، اما از آنجایی که ضرایب تبدیل ویولت گسسته معمولاً روی یک شبکه دوتایی از تبدیل ویولت پیوسته قرار می‌گیرند، پس بهتر است که نرخ نمونه‌برداری را که نشانگر مقیاس می‌باشد را ۲ در نظر بگیریم. یعنی مقیاس و مکان ویولت تنها در محل‌هایی با توان‌های صحیحی از ۲ محاسبه شوند:

^۴ Sanikhani

$$a = 2^j \quad j \in \mathbb{Z} \quad (-1)$$

$$b = ka \quad k \in \mathbb{Z} \quad (-2)$$

بدین ترتیب ضرایب ویولت گسسته به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\psi_{j,k}(t) = 2^{-j/2} \psi(2^{-j}t - k) \quad (-3)$$

با توجه به رابطه بالا و تبدیل ویولت پیوسته، تبدیل ویولت گسسته موجک سری زمانی $f(n)$ مطابق زیر نوشته می‌شود:

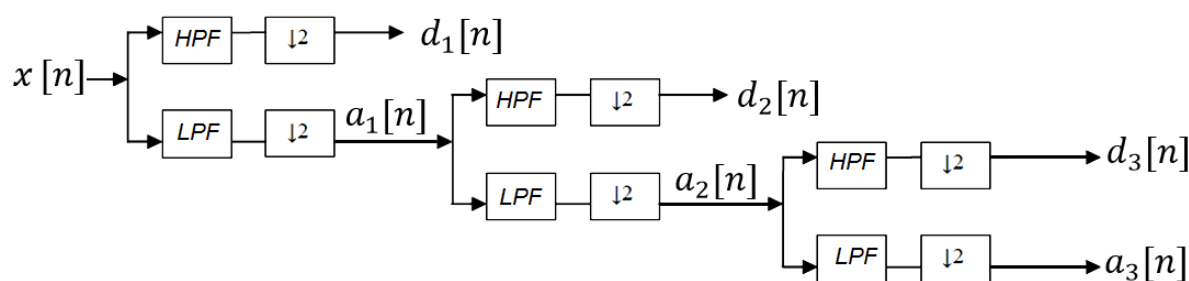
$$C(j, k) = \sum_{n \in \mathbb{Z}} f(n) \psi_{j,k}(n) \quad (-4)$$

در نهایت بازسازی سیگنال با استفاده از رابطه ی زیر محاسبه می‌شود:

$$f(n) = \sum_{j \in \mathbb{Z}} \sum_{k \in \mathbb{Z}} C(j, k) \psi_{j,k}(n) \quad (-5)$$

شکل تجزیه سیگنال در تبدیل ویولت گسسته به این ترتیب است که سیگنال را از فیلتر بالاگذر و پایین‌گذر عبور می‌دهیم، خروجی فیلتر بالاگذر به عنوان ۱ Detail و خروجی فیلتر پایین‌گذر را نیز با نام ۱ Approximation ذخیره می‌کنیم؛ در مرحله ی بعدی تجزیه سیگنال، ۱ Approximation را دوباره طی عملیاتی مشابه از دو فیلتر بالاگذر و پایین‌گذر عبور می‌دهیم و خروجی‌های هر یک را به طور مشابه ۲ Detail و ۲ Approximation نامگذاری می‌کنیم شکل ۱؛

a → Approximation d → Detail



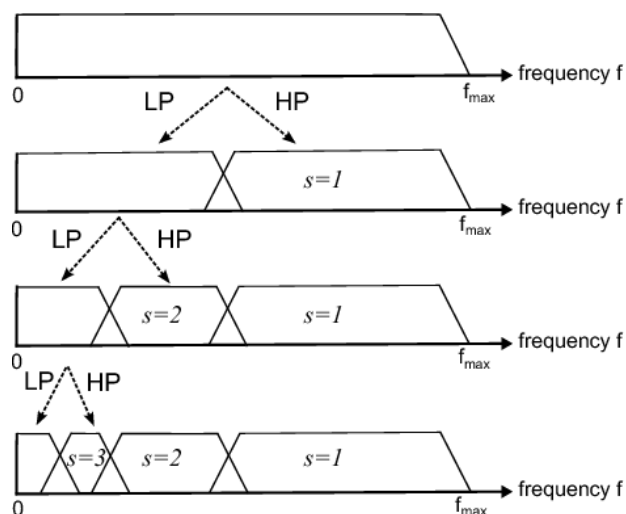
شکل ۱. تجزیه باندها به زیرباندهای مختلف

باتوجه به شکل ۱، رابطه ی (۶) بدست می‌آید:

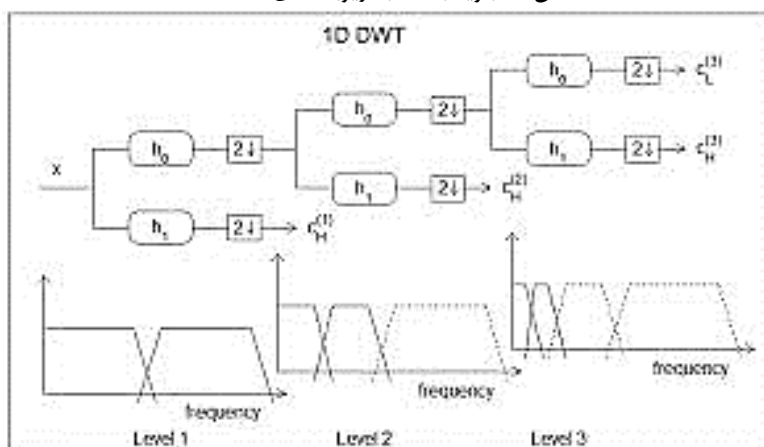
(-۶)

$$x[n] = a_3[n] + d_3[n] + d_2[n] + d_1[n]$$

شکل ۲. زیر نصف شدن پهنای باند فرکانسی سیگنال را در هر مرحله نشان می‌دهد:

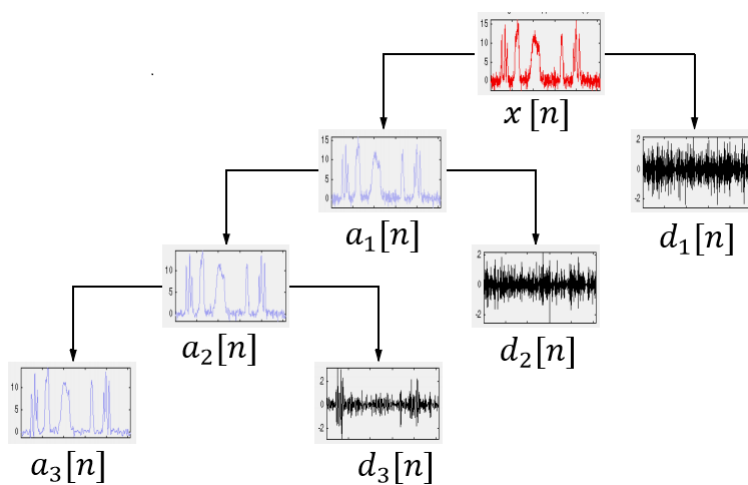


شکل ۲. تجزیه باندها به زیرباندهای مختلف



شکل ۳. تجزیه اجزا به سطوح مختلف

شکل ۴. تبدیل ویولت گسسته یک سیگنال را با استفاده از فیلترهای بالاگذر و پایین‌گذر و نشان می‌دهد:

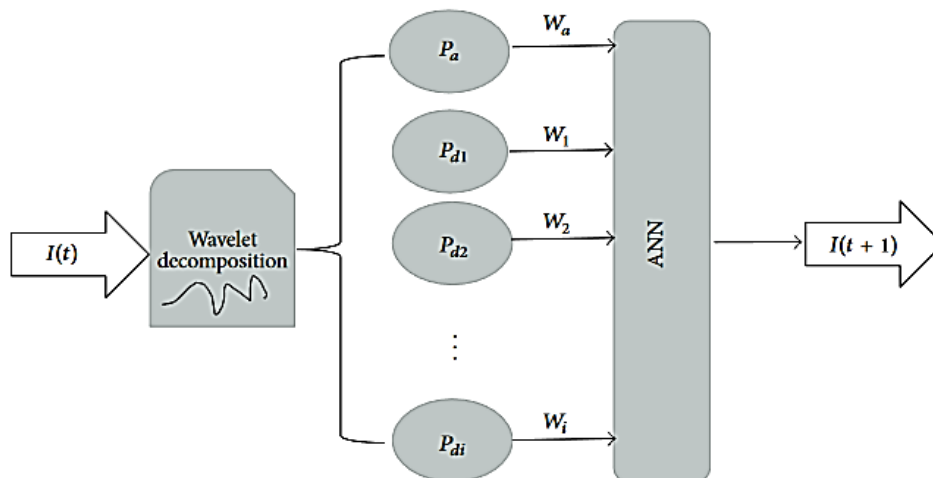


شکل ۴. تجزیه اجزا به سطوح مختلف

این محدوده به دلیل استفاده از تابع لجستیک (که بین ۰/۰ و ۱/۰ محدود شده است) به عنوان تابع فعال سازی برای لایه خروجی، یعنی رابطه‌ی ۷ انتخاب می‌شود. نرمال سازی با استفاده از معادله ۷ انجام می‌شود:

$$y = 0.5 + \left(0.5 \times \left(\frac{x - \bar{x}}{x_{\max} - x_{\min}} \right) \right) \quad (-7)$$

در این معادله، x داده، $\bar{x}$ میانگین داده، $x_{\max}$ حداکثر داده، $x_{\min}$ حداقل داده و y داده نرمال شده است. شکل ۵ ساختارهای شماتیک مدل WANN را نشان می‌دهد.



شکل ۵. ساختارهای شماتیک مدل WANN

نتایج آزمایش‌ها:

الگوریتم پیشنهادی در محیط نرم‌افزاری Matlab ۲۰۱۹ پیاده‌سازی شده است. تمام آزمایش‌های این پژوهش در کامپیوتری با پردازنده Intel® core i5 و رم ۱۲ گیگابایت انجام شده است.

تعیین پارامترهای ارزیابی:

برای ارزیابی روش پیشنهادی با سایر روش‌ها از سه معیار ضریب همبستگی و دو معیار دیگر MAE و RMSE برای میزان خطای کار استفاده شده است.

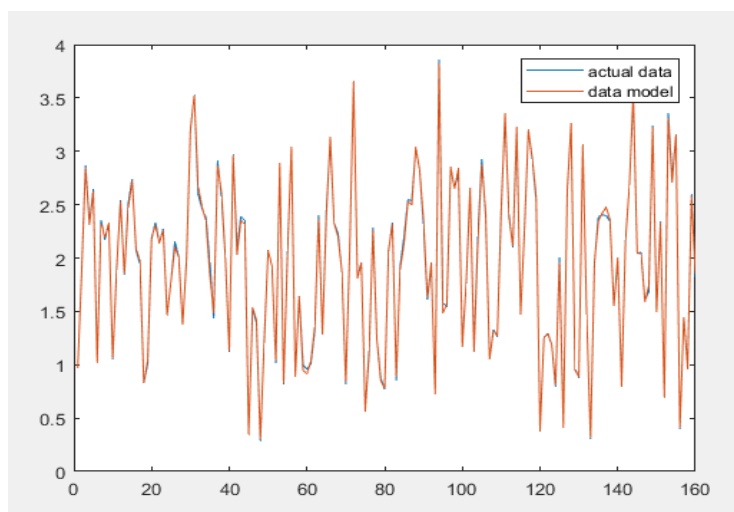
نتایج شبیه‌سازی:

در مدل‌سازی، دو حالت در نظر گرفته شد. در حالت اول ابتدا داده‌های اقلیمی بارش و دما به همراه مشخصات فیزیوگرافی زیرحوضه‌ها به عنوان متغیرهای مستقل وارد مدل شدند و به کمک دو روش رگرسیون چندمتغیره و رگرسیون مقدار متوسط آبدهی ماهانه مدل‌سازی شد. سپس برای مشخص کردن نقش بارش ماه‌های قبل در پیش‌بینی دبی، بارش‌های یک تا چهار ماه قبل نیز به عنوان متغیرهای مستقل وارد مدل شدند (حالت دوم).
نتایج ارزیابی برای تحلیل رگرسیون چندمتغیره مدل‌های به کار گرفته شده در جدول ارائه شده است.

جدول ۱. رگرسیون چندمتغیره حالت اول

ماه	R^2	RMSE	MAE
فروردین	۰/۸۹۵	۰/۸۵۰	۱/۲۳۶
اردیبهشت	۰/۷۶۰	۰/۷۴۴	۱/۴۵۹
خرداد	۰/۳۵۹	۰/۹۳۰	۲/۹۸
تیر	۱/۲۵۶	۰/۷۹۹	۱/۳۶
مرداد	۲/۲۵	۱/۲۳۶	۲/۴۷
شهریور	۰/۱۵۸	۱/۴۵۰	۲/۵۲
مهر	۰/۲۵۹	۲/۳۶	۱/۷۸۲
آبان	۰/۹۸۲	۳/۲۱	۰/۹۲۰
آذر	۰/۳۶۹	۲/۵۶	۰/۴۰۱
دی	۰/۴۸۷	۱/۲۴	۰/۴۵
بهمن	۰/۹۶۸	۱/۸۵	۰/۶۹۸
اسفند	۱/۲۳۶	۲/۳۶۲	۰/۸۲۵

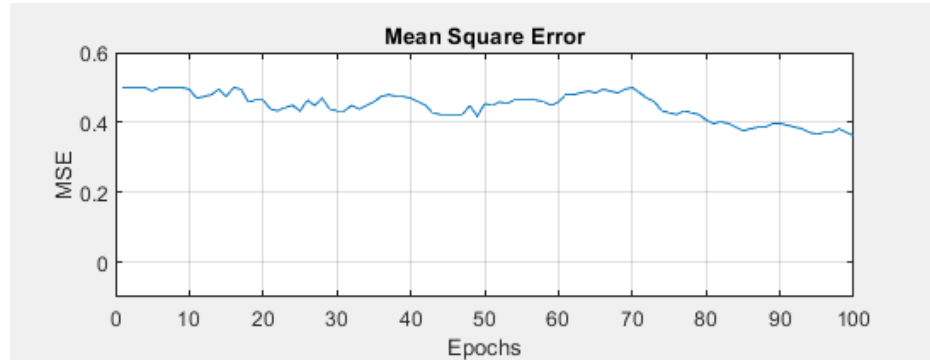
در این بخش داده‌های تخمین‌زده توسط رگرسیون نشان داده شده است.



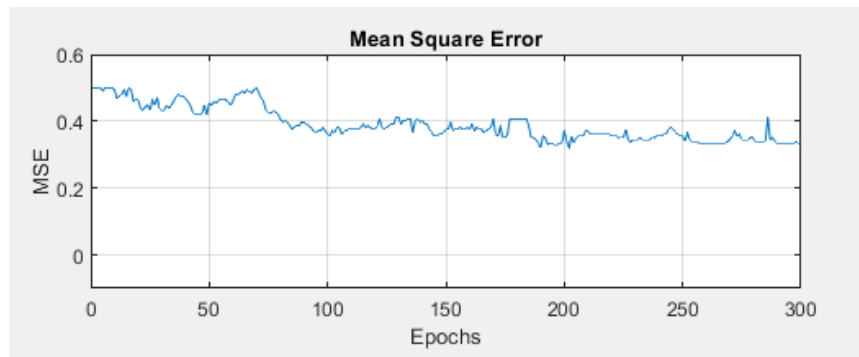
شکل ۶ تخمین داده‌ها واقعی و پیش‌بینی

باتوجه به شکل، مقایسه سه معیار ارزیابی شامل ضریب تعیین، ریشه میانگین مربعات خطا و میانگین خطای اربب دو روش رگرسیون چندمتغیره مشخص شده است که در ماه‌های فصل بهار و تابستان با افزایش دما و کاهش بارندگی متغیرهای مستقل میزان ضریب تعیین در هر دو روش کاهش پیدا نموده است.

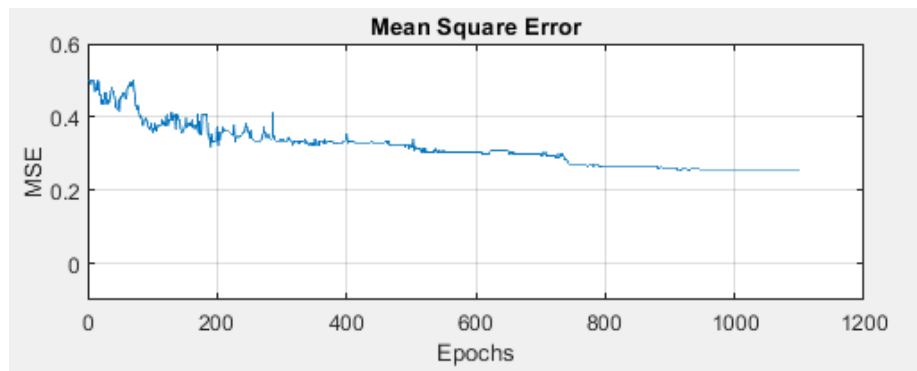
شکل‌های ۷ و ۸ و ۹، به ترتیب میزان خطای MSE را در طی چهار ماه اول، چهار ماه دوم و چهار ماه سوم نشان می‌دهند.



شکل ۷. میزان خطای پیش‌بینی چهار ماه اول



شکل ۸. میزان خطای پیش‌بینی چهار ماه دوم



شکل ۹. میزان خطای پیش‌بینی چهار ماه سوم

همانطور که از شکل‌ها می‌توان دریافت کرد، میزان خطا رفته‌رفته کمتر می‌شود. لذا باتوجه به تکرار الگوریتم، رفته‌رفته میزان خطا کاهش می‌یابد.

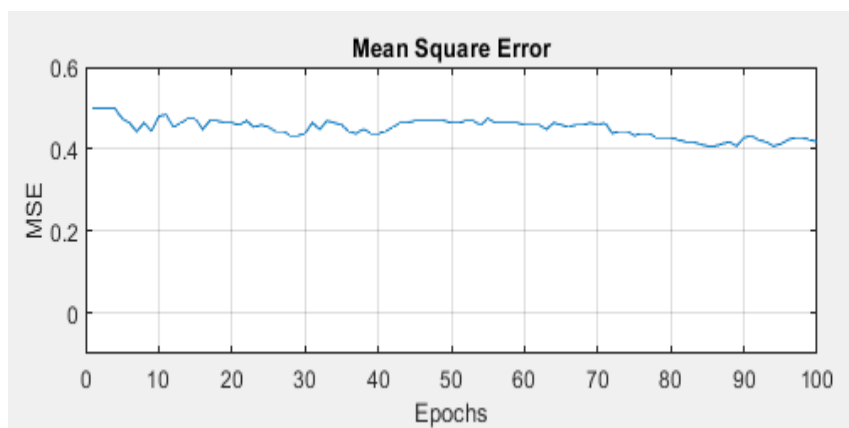
حال برای حالت دوم نیز برای مشخص کردن نقش بارش ماه‌های قبل در پیش‌بینی دبی، بارش‌های یک تا چهار ماه قبل نیز به عنوان متغیرهای مستقل وارد مدل شدند.

جدول ۲. رگرسیون چندمتغیره برای حالت دوم

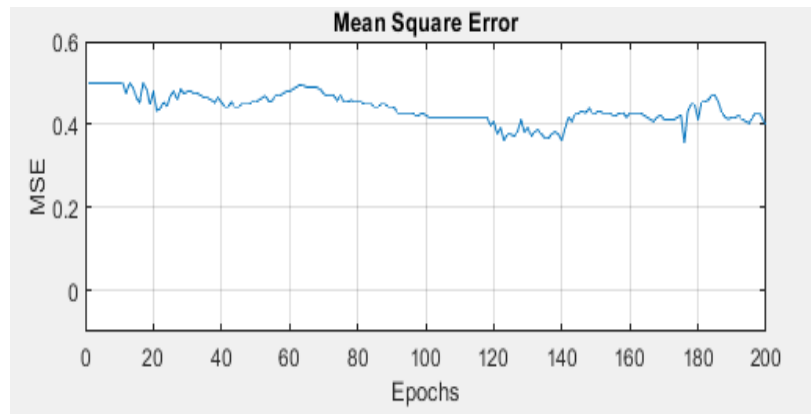
ماه	R^2	RMSE	MAE
فروردین	۰/۵۸۹	۰/۲۵۴	۲/۶۹۸
اردیبهشت	۰/۲۵۸	۰/۸۹۹	۲/۱۵
خرداد	۰/۳۵۹	۰/۲۵۰	۱/۵۸
تیر	۱/۲۵۶	۰/۹۸۰	۱/۳۶
مرداد	۲/۳۰	۱/۵	۲/۴۷
شهریور	۰/۰۲	۱/۴۵۰	۲/۵۸
مهر	۰/۷۸۰	۲/۵۴	۱/۸۵
آبان	۰/۹۸۲	۳/۲۱	۰/۹۴۵
آذر	۰/۳۶۹	۲/۵۶	۰/۹۹
دی	۰/۴۸۷	۱/۲۴	۰/۹۸۷
بهمن	۰/۵۸۷	۱/۸۵	۰/۹۹۸
اسفند	۱/۲۳۶	۲/۵۸	۰/۱۲۵

نمودارهای فوق میزان همبستگی دبی پیش‌بینی شده و دبی مشاهده شده را در روش رگرسیون نشان می‌دهد.

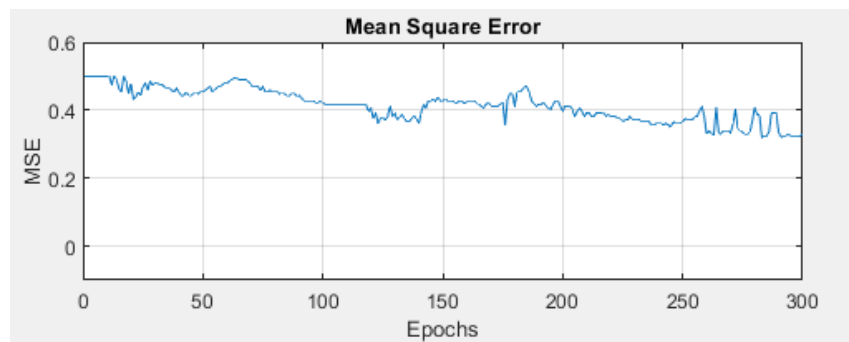
در ماه اسفند با ضریب تعیین ۰/۱۲۵ نشان دهنده تأثیر مثبت متغیرهای مستقل بر متغیر هدف دبی پیش‌بینی شده می‌باشد.



شکل ۱۰. میزان خطای پیش‌بینی چهار ماه اول (حالت دوم)

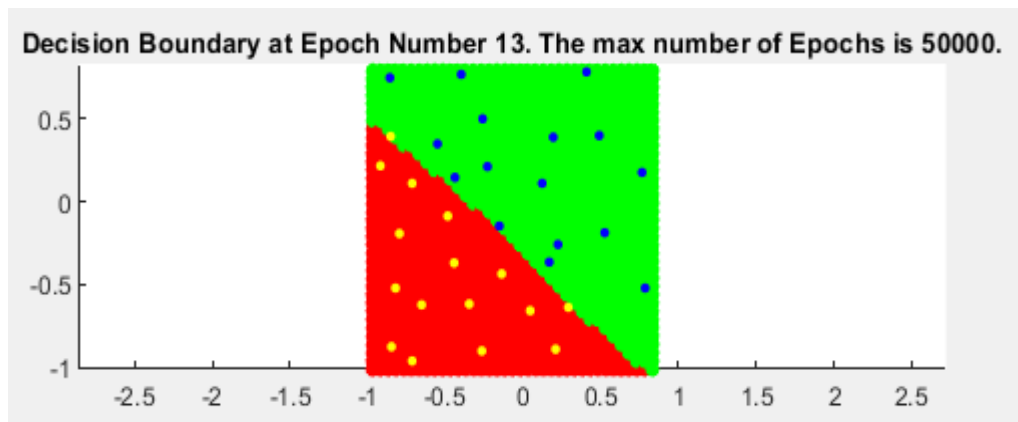


شکل ۱۱. میزان خطای پیش‌بینی چهار ماه دوم (حالت دوم)



شکل ۱۲. میزان خطای پیش‌بینی چهار ماه سوم (حالت دوم)

حال برای حالت دوم نیز برای مشخص کردن نقش بارش ماه‌های قبل در پیش‌بینی دبی، بارش‌های یک تا چهار ماه قبل نیز به عنوان متغیرهای مستقل وارد مدل شدند.



شکل ۱۳. میزان پیش‌بینی داده‌های واقعی با داده‌های قابل پیش‌گویی

در نمودارهای فوق که برآوردهای بهتر بین دبی مشاهده شده و دبی پیش‌بینی شده در بین دوازده ماه سال آورده شده است، مشاهده شد که در ماه‌های بهمن و اسفند میزان ضریب تعیین بیشتر از سایر ماه‌ها گردیده است.

با توجه به روابط رگرسیونی ۵ و ۶ که به ترتیب مربوط به ماه مرداد ضعیف‌ترین برآورد و ماه اسفند بهترین مشاهده است.

۳- نتیجه‌گیری:

امروزه سیستم‌های هوشمند به طور گسترده برای پیش‌بینی پدیده‌های غیرخطی مورد استفاده قرار می‌گیرد، که روش شبکه‌ی عصبی موجک و شبکه‌ی عصبی مصنوعی از جمله‌ی این مدل‌ها است. در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های هوشمند مورد بررسی در مطالعات پیش‌بینی دبی سیلابی مورد توجه محققان قرار گرفته است، که از جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود. در پژوهشی دیگر جهت پیش‌بینی سیلاب رودخانه‌ی سرباز از شبکه‌ی عصبی مصنوعی و داده‌های روزانه‌ی اقلیمی و هیدرولوژیکی سه ایستگاه سرباز، ایرانشهر و پیردان طی یک دوره‌ی ۲۸ ساله بهره گرفتند برای این منظور از سه شبکه‌ی پرسپترون چندلایه، پس انتشار و Radial Basis جهت پیش‌بینی سیلاب رودخانه‌ی سرباز استفاده کردند.

شبکه‌ی عصبی موجکی برای پیش‌بینی جریان ورودی به مخزن سد کمپر در ترکیه مورد بررسی قرار داده و جهت پیش‌بینی جریان ورودی مخزن سد از مقیاس زمانی ماهانه با ترکیب موجک گسسته و بهینه‌سازی الگوریتم‌های مبتنی بر لونیگ-مارکوارت استفاده نمود. نتایج حاصله نشان داد شبکه‌ی عصبی موجکی یک مدل مناسب برای پیش‌بینی جریان ورودی به مخزن سد بوده و نسبت به مدل رگرسیون چندگانه عملکرد قابل‌قبولی داشته باشد.

کارایی شبکه‌ی عصبی موجک را جهت پیش‌بینی دبی سیلابی روخانه‌ی آلبرتا در کانادا مورد بررسی قرار دادند که نتایج حاصله نشان داد مدل شبکه‌ی عصبی موجک خطایی ناچیز در تخمین دبی داشته و نیز نسبت به روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی در تخمین اکثر مقادیر دقت بالایی دارد. در مجموع با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده و ذکر این نکته که دشت الشتر به عنوان مهم‌ترین منبع تأمین‌کننده آب بخش‌های مختلف و نواحی مجاور خود می‌باشد، و نیز از جمله منابع تأمین‌کننده محصولات کشاورزی استان لرستان می‌باشد بنابراین اهمیت تخمین دبی سیلابی و اقدامات مدیریتی جهت جلوگیری از رخداد سیل ضروری است. لذا، هدف از این تحقیق تخمین دبی سیلابی با کمک شبکه‌ی عصبی موجک و مقایسه‌ی نتایج آن با مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی می‌باشد. نتایج روش پیشنهادی در نقش بارش ماه‌های قبل در پیش‌بینی دبی نشان داده شد و میزان خطای بسیار کمی بدست آمد.

دقت بالای شبکه‌ی عصبی موجک ناشی از تجزیه‌ی سیگنال با کمک تابع گسسته موجک، منجر به ساده‌تر شدن این سیگنال‌ها شده و باعث ایجاد برتری محسوس نسبت به مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی می‌باشد. در مجموع این تحقیق نشان می‌دهد استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی موجک می‌تواند در زمینه‌ی تخمین دبی سیلابی مؤثر باشد و همچنین این مدل می‌تواند در نوبه‌ی خود برای سهیل توسعه و پیاده‌سازی استراتژی‌های مدیریت منابع آب مفید باشد. لذا جهت کارهای آینده می‌توان از این روش با کمک یادگیری عمیق به پیش‌بینی دبی ماهانه پرداخت.

۴- منابع

۱. Bear, J., Cheng, A. H. D. (۲۰۱۰). Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transpor. Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, and School of Engineering, Kinneret College on the Sea of Galilee, Israel., Volume ۲۳, ۸۵۰ pp.
۲. Brim Box et al. (۲۰۲۲) J. BrimBox, I. Leiper, C. Nano, D. Stokeld, P. Jobson, A. Tomlinson, D. Cobban, T. Bond, D. Randall, P. Box Mapping terrestrial groundwater-dependent ecosystems in arid Australia using Landsat-۸ time-series data and singular value decomposition
۳. Cao Don, N., Araki, H., Yamanishi, H., Koga, K. (۲۰۰۵). Simulation of groundwater flow and enviromental effects resulting from pumping. Enviromental geology. ۴۷, ۳۶۱-۳۷۴.
۴. Cao Don, N., Thiminh hang, N., Araki, H., Yamanishi, H., Koga, K. (۲۰۰۶). Groundwater resources management under enviromental in shiroishi of saga plain, japan. Enviromental geology ۴۹, ۶۰۱-۶۰۹.
۵. Chang Tak Kwina, Ch., Taleia, A., Alaghmanda, S., Chua, L.H.C. (۲۰۱۶). Rainfall-runoff Modeling Using Dynamic Evolving Neural Fuzzy Inference System with Online Learning. ۱۲th International Conference on Hydroinformatics, Procedia Engineering ۱۵۴, ۱۱۰۳ - ۱۱۰۹.
۶. Farajzadeh, M. (۲۰۱۶). Statistical study of droughts in Iran [Doctoral thesis, Tarbiat Modares University]. Natural geography, pp. ۵۴-۹۱ [in Persian].
۷. Ghordoui, M. M. (۲۰۱۸). The effect of strong artificial feeding on the quantitative and qualitative increase of the aquifers in the region [Master's thesis, Shahrood University, Faculty of Earth Sciences]. [in Persian].
۸. Guobin, F., Stephen, P. C., Francis, H.S.C., Jin, T., Hongxing, Z., Andrew, J. F., Wenbin, L., Sergey, K. (۲۰۱۳). Modelling runoff with statistically downscaled daily site, gridded and catchment rainfall series. Journal of Hydrology ۴۹۲, ۲۵۴-۲۶۵.
۹. Haiyun, S., Tiejian, L., Jiahua, W., Wang, F., Guangqian, W. (۲۰۱۶). Spatial and temporal characteristics of precipitation over the Three-River Headwaters region during ۱۹۶۱-۲۰۱۴. Journal of Hydrology: Regional Studies ۶, ۵۲-۶۵.
۱۰. Hossein Abadi, S., Khazimenejad, H., Khashei Seyuki, A. (۲۰۲۱). Determining the most appropriate geostatistical method in preparing a map of groundwater salinity changes (case study: Mashhad plain). [Conference presentation] The ۵th National Congress of Irrigation and Drainage of Iran. [in Persian].

۱۱. Jafari, H., Ale Sheikh, A. A. (۲۰۱۳). Development of a method for simulating urban flooding according to the flood collection infrastructure. Scientific and research quarterly, No. ۷ [in Persian].
۱۲. Jafari, M. M., Ojaklou, H., Zare, M. (۲۰۱۹). Simulation of groundwater level fluctuations using support vector machine models and adaptive fuzzy-neural inference system. Irrigation and Drainage Journal, No. ۳, p. ۹ [in Persian].
۱۳. Javadi, M., Bagheri, M., Vafakhah, M and Gholami, Sh. (۲۰۱۴). The effect of water spreading projects the physical properties of soil. case study Delijan water spreading, Central Province. Journal of watershed management, Fifth year, ۹۰. ۱۱۹-۱۲۹.
۱۴. Johnston, K. (۲۰۰۴) ArcGIS ۹: using ArcGIS geostatistical analyst. Esri Press
۱۵. Karmi, H., Bakhtiari Kia, M., Vaqarfard, H. (۲۰۲۱). Evaluation of Drastic Model Performance in Zoning Groundwater Quality of Izeh Plain. [Conference presentation] The ۵th International Congress of Agricultural Development, Natural Resources, Environment and Tourism of Iran. [in Persian].
۱۶. Kordavani, Parviz (۱۳۷۴) Iranian pastures; Tehran University Printing and Publishing Institute[in Persian].
۱۷. Kerami, Mukhtar; Sarostan, Messenger; Sabouri, Reza (۲۰۱۹) "Prediction of the effect of climate change on the monthly discharge of the Karun River by using multiple linear models"; Watershed Engineering Scientific Research Journal[in Persian].
۱۸. Lhomme, J., Sayers, P., Gouldby, B., Samuels, P., Wills, M., Mulet-Marti, J. (۲۰۰۹). Recent development and application of a rapid flood spreading method. Flood Risk Management: Research and Practice – Samuels et al. Taylor & Francis Group, London.
۱۹. M Ghamariadyan et al (۲۰۱۹). A hybrid wavelet neural network (HWNN) for forecasting rainfall using temperature and climate indices. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume ۳۵۱, International Conference on Advances in Civil and Ecological Engineering Research ۱-۴ July ۲۰۱۹, Kaohsiung, Taiwan.
۲۰. Mohammadi Golrang, B. & Mashayekhi, M. (۲۰۱۸). The effect of aquifer operations on the water resources of Dasht Gonabad aquifer. [Conference presentation] The ۹th National Seminar on Irrigation and Evaporation Reduction. [in Persian].
۲۱. Monavari, M., Moravati, M., Hassani, AH., Farshchi, P., Rossta, Z. (۲۰۱۲). Environmental effects of artificial recharge of aquifers in Yazd (Case Study: Yazd-Ardekan plain drainage basins). Journal of Environmental Sciences and Technology ۱۴(۲), ۲۷-۳۶. [in Persian].

۲۲. Nisha T. (۲۰۲۲). Time series forecasting for uni-variant data using hybrid GA-OLSTM model and performance evaluations. International Journal of Information Technology.
۲۳. Sanikhani, H., Kisi, O., Amirataee, B. (۲۰۱۷). Impact of climate change on runoff in Lake Urmia basin, Iran. Theor Appl Climatol (۲۰۱۸) ۱۳۲:۴۹۱-۵۰۲. Arshad, M., N.
۲۴. WANG, Y.J., QIN, D.H. (۲۰۱۷). Influence of climate change and human activity on water resources in arid region of Northwest China: An overview. Advances in Climate Change Research. Volume ۸, Issue ۴, December ۲۰۱۷, Pages ۲۶۸-۲۷۸.
۲۵. Village, Kivan; Mahmoudi Abadi, Mehdi (۲۰۱۷) The role of geotourism in environmental protection; International Conference on Security, Progress and Sustainable Development of Border Regions, Territorial Areas and Metropolises, Solutions and Challenges with a focus on passive defense and crisis management
۲۶. Yazdani, Saeed; Mohammadi Hamidi, Somia; Nazm Far, Hossein; Rezayan Qiyabashi, Ahad (۲۰۱۸). Investigating and analyzing the effects of reducing the water level of Lake Urmia on the development levels of surrounding cities
۲۷. Yazdi, S. R., Heravi, A. (۲۰۰۹). The interaction of evaporation, precipitation and river inflow in the modeling of the finite volume of the horizontal final flow on the three-dimensional bed of the Caspian Sea. first year oceanography, No. ۱ [in Persian].

The use of neural wavelet and multi-layer perceptron models in the simulation of monthly stream flow (case study: Lar city plain)

Gholamreza Alipour Madab^{۱*}

^{۱*}Maste student, Department of Water Engineering Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Abstract:

Introduction: Due to the fact that forecasting and predicting the amount of precipitation and surface water has a significant role in human life and in management plans, it is necessary to study it in different places. Groundwater is an important and vital source of fresh water. which are considered to meet drinking and agricultural needs in urban and rural areas. Management of underground water resources plays a key role in the sustainability of water resources in arid and semi-arid areas. The total amount of water available at any given time is important. Some water users (humans) need water intermittently. The purpose of this research is neural wavelet and multi-layer perceptron models in simulating the monthly flow of water.

Research method: Research method: The research method used in the analysis of the meteorological parameters of Jubala and the land surface is using the factor analysis method. Factor analysis is one of the statistical methods used to reduce the number of variables. The proposed algorithm is implemented in the Matlab ۲۰۱۹ software environment. All the experiments of this research were done on a computer with an Intel® core i۵ processor and ۱۲ GB of RAM. To evaluate the proposed method with other methods, three criteria of correlation coefficient and two other criteria of MAE and RMSE have been used for the amount of work error. It is provided by Lar Regional Water Joint Stock Company. Our study area is Lar city. The time domain is ۲۰۱۶-۲۰۲۱.

Results: The results of this research showed that the wavelet neural network was investigated to predict the inflow to the Kamir dam reservoir in Turkey and to predict the inflow of the dam reservoir from the monthly time scale with the combination of discrete wavelet and the optimization of Lunberg-Marquardt based algorithms.

Conclusion: The results showed that the wavelet neural network is a suitable model for predicting the inflow to the dam reservoir and has an acceptable performance compared to the multiple regression model.

Keywords: neural wavelet models, multilayer perceptron, water flow