کنفرانس ملی "دیده بانی آینده زمین"
با محوریت "آب و هوا، کشاورزی و محیط زیست"
"The National Conference on Horizon Scanning of the Earth with an Emphasis on Climate, Agriculture and the Environment"

شبیه سازی و پیش بینی سطح آب زیرزمینی دشت داراب با استفاده از مدل های شبکه عصبی و موجک

امیر مختار امیری نسب[۱]، امیر شمس نیا *[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، ایران ، شیراز

۲- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی ، ایزان ، شیراز

Amirii_m@yahoo.com
ashamsnia_82@yahoo.com

خلاصه

ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد. بنابراین منابع آب زیرزمینی یکی از اصلی‌ترین منابع تامین آب کشاورزی، شرب و صنعت می‌باشد. روش ترکیبی (موجک- شبکه عصبی مصنوعی) جهت پیش بینی سطح آب زیرزمینی برای یک ماه بعدی در دشت داراب می‌باشد. هدف از این مطالعه با استفاده از مدل سازی سطح آب زیرزمینی به کمک مدل شبکه عصبی موجک و اثر پارامترهای جوی بر تغییرات سطح آب زیرزمینی برای ۴۲ چاه مشاهده‌ای بین سال های ۷۲ تا۹۲ در دشت داراب مورد بررسی قرار گرفت. بهترین مدل‌سازی از روش تبدیل موجک گسسته، با موجک db4 به دست آمد. نتایج نشان داد هر دو مدل توانایی خوبی در پیش بینی نوسانات سطح آب زیرزمینی داشتند. نتایج بیانگر آن است که ترکیب تئوری موجک و شبکه عصبی به مراتب پیش بینی دقیق تری نسبت به شبکه عصبی داشت. نتیجه دیگر این است که هر دو روش مدلسازی به پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی برای1 ماه جلوتر رضایت بخش بودند.

کلمات کلیدی: موجک، شبکه عصبی، داراب، سطح آب زیرزمینی

۱-مقدمه

مدیریت منابع آب به‌ویژه آب‌های زیرزمینی، درمناطق خشک و نیمه خشک از اهمیت خاصی برخوردار است. در ایران، محدودیت آب قابل دسترس، توزیع غیر یکنواخت آن در سطح کشور، الگوی نامناسب شهرنشینی و مراکز سکونتگاهی و نوع و شیوه تولید محصولات زراعی از منظر سازگاری با اقلیم، تامین آب مورد نیاز را در بسیاری از مناطق کشور مشکل ساخته و به تدریج بر ابعاد آن افزوده است. از طرفی بروز خشکسالی‌های پی در پی در سال‌های اخیر، دسترسی به آب را با بحران شدیدتری مواجه نموده است، بطوریکه تامین آب قابل دسترس و مطمئن برای مصارف مختلف، یکی از چالش‌های مهم برای دولت محسوب می‌شود (۱). یکی از ملزومات دستیابی به یک برنامه پایدار در زمینه مدیریت منابع آب، پیش‌بینی سطح ایستایی خصوصاً برای فصول خشک است. در سال‌های اخیر روش‌های هوشمند به منظور مدل‌سازی پدیده‌های هیدرولوژی و ژئوهیدرولوژی مورد توجه کارشناسان قرار گرفته است. یکی از این روش‌ها، روش شبکه‌های استفاده از آنالیز موجک است. در این ANN عصبی مصنوعی است. همزمان با گسترش استفاده از تحقیق از یک مدل ترکیبی از شبکه عصبی و آنالیز موجک به منظور پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی دشت داراب استفاده شده است (۲). ناکن (1999) از نخستین کسانی بود که از آنالیز موجک برای مشخص کردن تغییرات زمانی بارش و رواناب و روابط آن‌ها بهره جست. کیشی(2013) در مطالعه‌ای به پیش‌بینی جریان روزانه رودخانه در دو ایستگاه از رودخانه فیلوس در منطقه غرب دریای سیاه ترکیه با استفاده مدل رگرسیون موجکی (WR) پرداخت.

نتایج مشابهی بوسیله برخی از پژوهشگران نیز ارئه شده است (Fallah-Mehdipour *et al.*, 2010) به پیش‌بینی تراز ماهانه آب زیرزمینی دشت کرج، با استفاده از الگوریتم ژنتیک و مدل سیستم عصبی استنتاج شبکه، فازی، تطبیقی پرداختند؛ آن‌ها از داده‌های تبخیر، بارش و تراز آب زیرزمینی استفاده نمودند. نتایج مشابهی بوسیله برخی از پژوهشگران نیز ارئه شده است(۶). در مطالعه‌ای از یک مدل ترکیبی جدید تحت عنوان شبکه عصبی

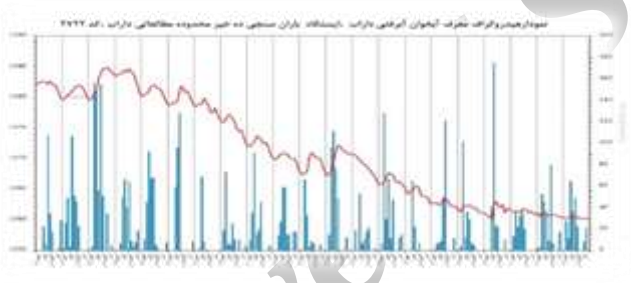
Archive of SID
www.SID.ir

موجکی به منظور پیش بینی سطح آب در دشت قروه استفاده کردند بهترین مدل‌سازی از روش تبدیل موجک گسسته، با موجک‌های db4 و db2 و با شبکه عصبی FNN_LM بدست آمد. نتایج بیانگر آن بود که مدل WNN می‌تواند جاگزین مناسبی برای مدل عددی MODFLOW در زمینه پیش‌بینی سطح آب باشد.

.

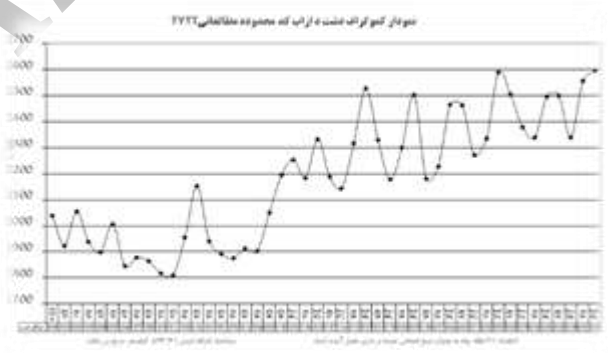
۲–مواد و روش ها

بر اساس شکل ۱ هیدروگراف واحد تراز آب زیرزمینی دشت داراب در هر سال آبی منحنی دارای روند کاهشی و افزایش بوده که روند نزولی آن از بهمن و اسفند هر سال شروع و تا مهرماه ادامه می‌یابد. علت این امر می‌تواند مربوط به بهره‌برداری چاه‌های کشاورزی بوده که از اسفند شروع و در شهریور خاتمه می‌یابد. تغییرات تراز آب سفره آبرفتی از مهر ۷۲ تا مهر ۹۲ روندی نزولی داشته بطوریکه طی دوره ۲۰ ساله آماری ۱۷/۵۰ و به طور متوسط سالانه ۱/۱۶ متر کاهش یافته است؛ بدین معنی که متوسط تراز آب دشت از ۱۰۸۲/۱۲ متر در مهر ۷۲ به ۱۰۶۱/۳ متر در مهر ۹۲ رسیده است.



شکل ۱- هیدروگراف واحد دشت داراب

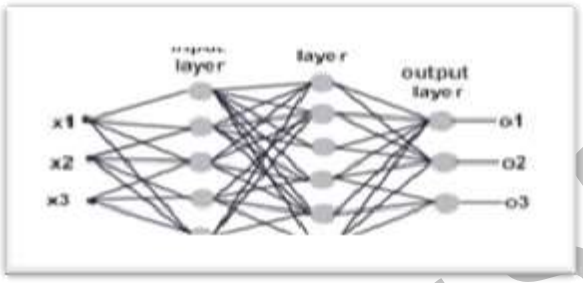
بر اساس شکل ۲ کموگراف تغییرات شوری آب زیرزمینی دشت داراب از بهار ۷۶ تا تابستان ۹۳ روندی صعودی داشته بطوریکه طی دوره ۱۷ساله آماری ۵۳۰ میکروزیمنس و بطور متوسط سالانه ۳۱/۱ میکروزیمنس افزایش یافته است. بدین معنی که متوسط شوری آب زیرزمینی دشت از ۲۰۸۳ میکروزیمنس در بهار ۷۶ به ۲۶۱۳ میکروزیمنس در تابستان ۹۳رسیده است و میانگین شوری از ۲۰ در سال ۷۶ به ۲۵ در سال ۹۳ افزایش پیدا کرده است.



شکل ۲ - کموگراف دشت داراب طی سال ۷۶ تا ۹۳

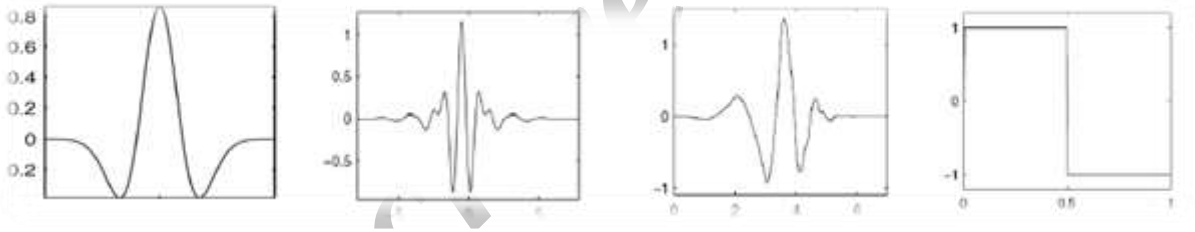
Archive of SID
www.SID.ir

در شکل ۳ مبانی شبکه عصبی ترکیبی از بهره برداری موازی از المان‌های ساده می‌باشد که از سیستم عصبی الهام گرفته شده است . یک شبکه نمونه از لایه ورودی، لایه میانی (مخفی) و لایه خروجی تشکیل شده است . شمار لایه های مخفی و شمار گره‌ها در هر لایه مخفی به طور معمول به وسیله روش آزمون و خطا مشخص می‌شود . گره‌ها در هر لایه با لایه های مجاور های در یک شبکه به طور کامل در ارتباط هستند .متغیر ورودی هر لایه ممکن است از های ورودی یا خروجی گره های دیگر حاصل شود (۷).



شکل۳- معماری شبکه عصبی مصنوعی

تئوری موجکی یکی از روش‌های علم ریاضی است که ایده اصلی آن برگرفته از تبدیل فوریه است و برای تجزیه سیگنال پیوسته به مؤلفه‌های فرکانسی آن بکار می‌رود که رزولوشن هر مؤلفه برابر با مقیاس آن است. تحلیل موجکی استفاده از فاصله‌های زمانی طولانی مدت را برای اطلاعات دارای فرکانس پائین و تناوب‌های کوتاه‌تر را برای اطلاعات دارای فرکانس بالا ارائه می‌دهد. شکل ۵ انواع نمودار موجک را نشان می‌دهد.



Haar(الف) تابع موجک **db4(ب) تابع موجک** **Meyer(پ) تابع موجک** **Mexican hat(ت) تابع موجک**

شکل ٤ - انواع نمودار موجک

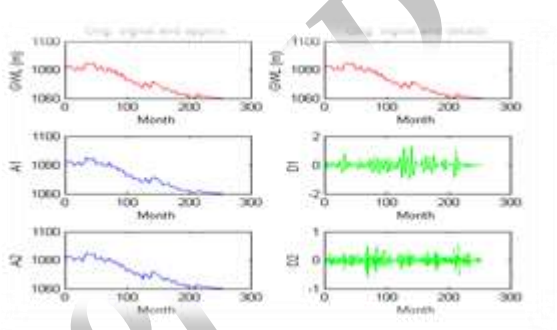
تحلیل موجکی قادر به نمایش جنبه‌های مختلف داده‌های متفاوت، نقاط شکست و ناپیوستگی‌ها می‌باشد که ممکن است دیگر روش‌های آنالیز سیگنال آنها را نشان ندهند. تابع موجک، تابعی است که دو ویژگی مهم نوسانی بودن وکوتاه مدت بودن را دارا می‌باشد.

بر مبنای تئوری حاکم بر آنالیز موجک، لازم است داده‌های خام اولیه موجکی شده و به دو دسته تقریب (Approximation) و جزئیات (Details) تقسیم می‌شوند. بررسی‌های انجام شده بر روی سری زمانی تراز دشت داراب در دوره زمانی مورد بررسی نشان داد که تراز در ماه جاری با تراز سطح آب زیرزمینی تا چهار گام زمانی قبل خود وابسته بود. لذا داده‌های ورودی در نظر گرفته شده عبارت بودند از: سری زمانی تراز تا چهارگام زمانی قبل و خروجی مدل بیانگر تراز در ماه جاری بود. با توجه به سطوح تجزیه شده و آنالیز حساسیت صورت گرفته، تعداد سطح تجزیه مناسب برای این داده‌ها برابر با ۲ سطح بود. لذا تعداد کل داده‌های ورودی برابر با ۱۶ بود.

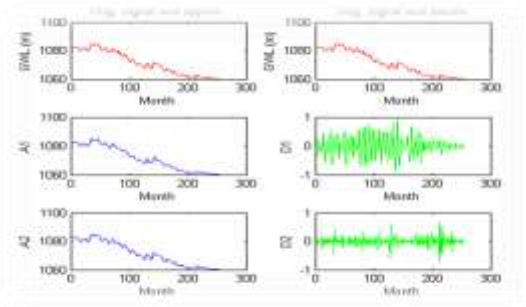
www.SID.ir

۳- بحث و نتایج

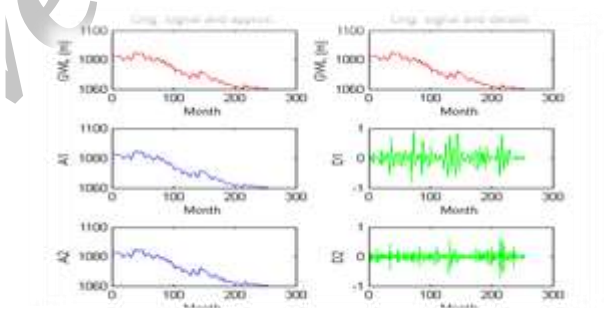
در شبیه سازی انجام شده مقدار سطح تراز آب زیرزمینی در ۲۵۰ ماه (۲۰سال) با روش موجک مورد بررسی قرار گرفت و اطلاعات بدست آمده از این روش را با شبکه عصبی مصنوعی پیش بینی کردیم، که در روش موجک شبیه‌سازی به شکل قابل توجهی دقیق انجام شده و مقدار شبیه-سازی سطح تراز آب زیرزمینی با مقدار اندازه گیری شده واقعی سطح تراز آب زیرزمینی یکسان می‌باشد. در شبیه‌سازی‌های انجام شده در شکل-های ٦، ٧، ٨، ٩ با تاخیرهای یک ماهه، دو ماهه، سه ماهه و چهار ماهه که مقدار A (تقریب) سطح تراز آب زیرزمینی و مقدار D (جزئیات) سطح تراز آب زیرزمینی در طول ۲۰ سال است، بیانگر صحت و دقت مدل انتخابی (موجک) نیز می‌باشند .



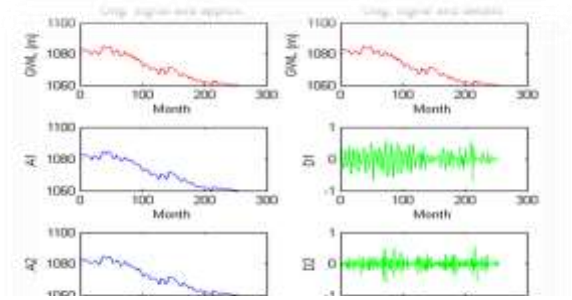
شکل ٤- مقادیر تقریب و جزئیات مرتبط با تراز سطح آب زیرزمینی با تأخیر ٤ ماه



شکل ٦- مقادیر تقریب و جزئیات مرتبط با تراز سطح آب زیرزمینی با تأخیر ٣ ماه



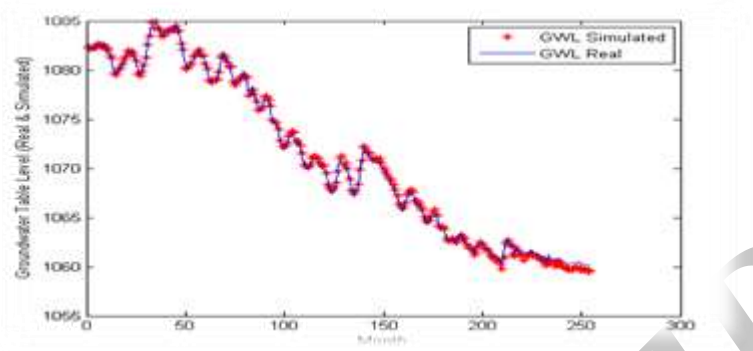
شکل ٧- مقادیر تقریب و جزئیات مرتبط با تراز سطح آب زیرزمینی با تأخیر



شکل ٨- مقادیر تقریب و جزئیات مرتبط با تراز سطح آب زیرزمینی با تأخیر ١ ماه

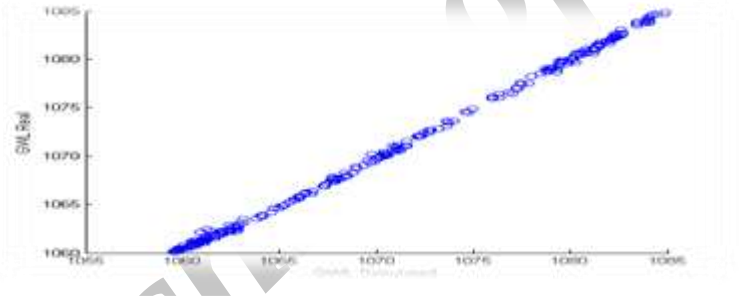
مقایسه مقدار سطح آب زیرزمینی شبیه‌سازی شده و مقدار سطح تراز آب زیرزمینی اندازه‌گیری شده در شکل ۹ که محور افقی مدت زمان شبیه‌سازی و اندازه‌گیری ۲۵۰ ماه (۲۰سال) و محور عمودی سطح تراز آب زیرزمینی شبیه‌سازی شده و سطح تراز آب زیرزمینی اندازگیری شده می‌باشد، که در آن نقاط قرمز رنگ سطح تراز شبیه‌سازی و خطوط آبی سطح تراز اندازه‌گیری می‌باشد که کاملاً بر هم منطبق بوده و این امر بیانگر دقت و صحت بالای مدل و روش انتخابی (موجک) برای پیش‌بینی می‌باشد.

www.SID.ir



شکل ۹- مقایسه مقادیر شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده تراز سطح آب زیرزمینی با روش موجک

در شکل ۱۰ نمودار پراکندگی نقاط بین مقادیر شبیه‌سازی شده (محور افقی) و اندازه‌گیری شده (محور عمودی) سطح تراز آب زیرزمینی کاملاً بر هم منطبق بوده و این نشان دهنده صحت و دقت بالای مدل و روش انتخابی (موجک) برای پیش‌بینی بوده است.



شکل۱۲ - نمودار پراکندگی نقاط بین مقادیر شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده تراز سطح آب زیرزمینی با روش موجک

همچنین با توجه به سینوسی بودن تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی، مناسب‌ترین تابع موجک برای این داده، db4 بود. بهترین مدل‌سازی از روش تبدیل موجک گسسته، با موجک db4 به دست آمد. نتایج نشان داد هر دو مدل توانایی خوبی در پیش‌بینی نوسانات سطح آب زیرزمینی داشتند. نتایج بیانگر آن است که ترکیب تئوری موجک و شبکه عصبی به مراتب پیش بینی دقیق‌تری نسبت به شبکه عصبی داشت. نتیجه دیگر این است که هر دو روش مدلسازی به پیش بینی سطح آب زیرزمینی برای ۱ یا ۲ ماه جلوتر رضایت بخش بودند.

۴-نتیجه گیری کلی

بررسی‌های انجام شده بر روی سری زمانی تراز دشت داراب در دوره زمانی مورد بررسی نشان داد که تراز در ماه جاری با تراز سطح آب زیرزمینی تا چهار گام زمانی قبل خود وابسته است. لذا داده‌های ورودی در نظر گرفته شده عبارتند از: سری زمانی تراز تا چهار گام زمانی قبل و خروجی مدل بیانگر تراز در ماه جاری بود.

۱- بهترین مدل سازی از روش تبدیل موجک گسسته، با موجک db4 به دست آمد.

۲- نتایج نشان داد ترکیب هر دو مدل توانایی خوبی در پیش بینی نوسانات سطح آب زیرزمینی داشتند.

Archive of SID
www.SID.ir

۳- سطح تجزیه در تبدیل موجک با توجه به دوره تناوب و فصلی از سری داده‌ها تعیین شد..

۴- نتایج بیانگر آن است که ترکیب تئوری موجک و شبکه عصبی به مراتب پیش بینی دقیق تری نسبت به شبکه عصبی داشت.

۵- نتیجه دیگر این است که هر دو روش مدلسازی به پیش بینی سطح آب زیرزمینی برای ۱ ماه جلوتر رضایت بخش بودند.

۶- برخلاف تبدیل قطع‌های فوریه، در تبدیل پیوستهٔ موجکی پهنای تابع موجکی به کار رفته متغیر بود؛ بطوریکه برای هر مؤلفه موج توانستیم عرض مناسبی انتخاب کرده که این موضوع مهم ترین مزیت تبدیل موجکی بود.

۷- مشکل بزرگ تبدیل پیوسته موجکی، زمانبر بودن آن و همچنین تولید مقدار زیادی اطلاعات است، چرا که در این نوع تبدیل، ضرایب موجکی در هر مقیاس ممکن محاسبه می‌شوند.

۸- نتایج شبیه‌سازی صورت گرفته نشان می‌دهد که میزان همبستگی مقادیر اندازه‌گیری شده با شبیه‌سازی برای سه دوره آموزش، آزمایش و صحت-سنجی به ترتیب برابر با ۰/۹۹، ۰/۶۸ و ۰/۷۸ می‌باشد. این امر بیانگر دقت ابزارهای مورد استفاده در شبیه‌سازی است.

منابع

۱. رضـوی، س ب.و کریمـی، ش.و رهنمـا، م ب. ۱۳۹۲. مدلسازی سطح آب زیر زمینی دشت شهرکرد به وسیله ی شبکه های عصبی مصنوعی وآنالیز موجک. دومین کنفرانس بین المللی مدل‌سازی گیاه، آب، خاک و هوا. کرمان.

۲. نورانی، و.و حسن‌زاده، ی.و کماسی، م.و شرقی، الف. ۱۳۸۷. مدلسازی بارش، رواناب با مدل ترکیبی موجک، شبکه عصبی مصنوعی. چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران. دانشگاه تهران.

۳. نخعی ، م . ۱۳۹۰ مزایای شبکه عصبی موجکی در پیش بینی نوسانات سطح آب زیرزمینی، گروه زمین شناسی دانشگاه تربیت معلم تهران

۴.

5. Nakken, M. (1999) Wavelet analysis of rainfall – runoff variability isolating climatic from anthropogenic patterns. Env. Modeling & Software, 14,283-295
6. Kisi O.2010. Wavelet regression model for short_term stream flow forecasting. Journal of Hydrology. 389:344_353. [
7. Fallah-Mehdipour, E., Bozorg Haddad, O., Marin, M. A., "Prediction and Simulation of Monthly Groundwater Levels by Genetic Programming", Journal of HydroEnvironment Research, 2013, 1-8.

Archive of SID

www.SID.ir