گزارش کوتاه علمی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیستم، شماره چهارم، ۱۳۹۲
http://jwsc.gau.ac.ir

مقایسه کارایی روش‌های شبکه عصبی و سری‌های زمانی در پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی (مطالعه موردی: زیرحوزه بختگان استان فارس)

***سمانه پورمحمدی[۱]، حسین ملکی‌نژاد[۲] و ربابه پورشرعیاتی[۳]**

[۱]دانشجوی دکتری گروه آبخیزداری، دانشگاه یزد، [۲]دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه یزد،
[۳]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه آبخیزداری، دانشگاه یزد

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۸

چکیده

مدل‌سازی و پیش‌بینی سطح ایستابی چاه‌ها یکی از کارهای اساسی برای رسیدن به مدیریت بهینه منابع آب می‌باشد. یکی از راه‌های پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی و سری‌های زمانی می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی کارایی تکنیک شبکه عصبی مصنوعی و سری‌های زمانی در پیش‌بینی سطح ایستابی آب زیرزمینی می‌باشد. به این منظور از داده‌های سطح ایستابی ۳۵ چاه موجود در یکی از زیرحوزه‌های بختگان در دوره آماری ۸۹-۱۳۸۱ به‌صورت ماهانه استفاده شد. سطح ایستابی چاه‌ها توسط هر یک از تکنیک‌های شبکه عصبی و سری زمانی (آریما) به‌طور جداگانه شبیه‌سازی شد و در انتها از از آماره‌های میانگین خطای استاندارد، میانگین خطای مطلق و ضریب همبستگی برای تعیین دقت پیش‌بینی هر کدام از روش‌ها استفاده شد. نتایج این پژوهش کارایی و دقت بالای هر دو تکنیک شبکه عصبی و سری زمانی را در پیش‌بینی سطح ایستابی چاه‌های منطقه نشان داد.

واژه‌های کلیدی: سطح ایستابی، سری زمانی، شبکه عصبی مصنوعی، آریما

* مسئول مکاتبه: s.poormohammadi@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی و سری‌های زمانی می‌تواند کمک زیادی در مدل‌سازی آب زیرزمینی داشته باشند. کاربرد سری‌های زمانی در هیدرولوژی از ٤ دهه پیش آغاز شد و با ارایه مدل‌های باکس و جنکینز به اوج خود رسید. یانگ و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهشی نشان دادند که دقت پیش‌بینی شبکه مصنوعی نسبت به مدل سری زمانی تلفیقی در پیش‌بینی سطح‌های آب زیرزمینی هم در مدت، میانگین مربع خطاها، میانگین قدرمطلق خطاها و CE برتری دارد. میرزایی و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی نشان دادند که مدل‌های باکس و جنکینز با توجه به قابلیت‌های خود توانایی پیش‌بینی سری‌های مختلف زمانی به‌خصوص سری‌های زمانی داده‌های آب زیرزمینی را دارا می‌باشد. میرزایی و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی با استفاده از مدل‌های سری زمانی ARIMA نوسانات پیزومترهای شهرکرد را پیش‌بینی کردند و نشان دادند که با ادامه روند کنونی، آب‌خوان شهرکرد به‌طور متوسط در طی سال‌های آینده، در هر سال ٦۹ میلیون مترمکعب از حجم خود را از دست خواهد داد. اصغری‌مقدم و نورانی (۲۰۰٦) در پژوهشی با استفاده از مدل ترکیبی سری زمانی- زمین‌آمار، از داده‌های پیش‌بینی ماهانه سطح آب زیرزمینی، به‌عنوان ورودی مدل زمین‌آمار برای پیش‌بینی مکانی سطح آب‌های زیرزمینی استفاده کردند که مدلی را با نتایج مربوط به پیزومترهای استفاده نشده در مدل‌سازی آزمایش کردند که نتایج قابل‌قبولی را ارایه داد. رضایی و موسوی (۲۰۰۹) در پژوهشی برای بررسی وضعیت آب‌های زیرزمینی دشت سیدان- فاروق با استفاده از مدل‌های سری زمانی نوسانات پیزومتری شبیه‌سازی شد و برای نوسانات آینده نیز پیش‌بینی صورت گرفت. برای مدل‌سازی از اطلاعات سطح آب زیرزمینی در طی سال‌های ۸۷-۱۳۷٤ استفاده شد. سپس با استفاده از مدل ARIMA(۳،۱،۳) برای پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی تا سال ۱٤۰۰ شمسی استفاده گردید. نایاک و همکاران (۲۰۰٦) در پژوهشی نشان دادند که مدل شبکه عصبی قابلیت پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی را تا ٤ ماه می‌تواند ارایه دهد. چاندرا مولی و همکاران (۲۰۰۷) معیاری را برای تعیین میزان تکرار برای آموزش شبکه‌های عصبی پس‌انتشار ارایه دادند. این مطالعه نشان می‌دهد که آموزش زیاد و یا کم‌تر از مقدار می‌تواند منجر به عبور از مقدار مناسب یا نرسیدن به جواب مطلوب برای تعیین ارتباط بین داده‌های ورودی و خروجی شود. جاتیپراکش و ساکر (۲۰۰۸) در پژوهشی از مدل شبکه عصبی با آموزش الگوریتم پس‌انتشار استفاده کردند و برای ارزیابی عملکرد مدل از سه معیار آماری MSE، RMSE و R^2 استفاده کردند. عملکرد مدل‌ها نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی می‌تواند برای پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی استفاده شود. سریکنت و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهشی نشان دادند که

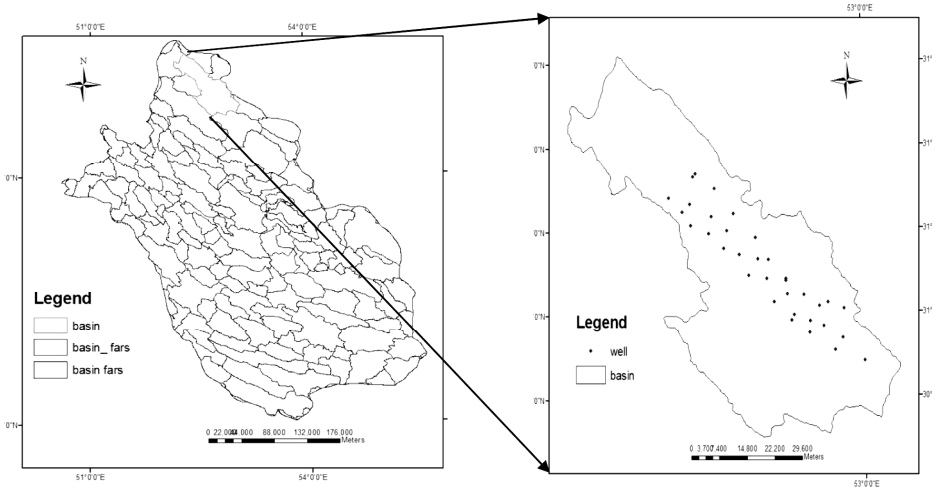
Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از شبکه عصبی با مدل شبکه پس‌انتشار استاندارد و با آموزش الگوریتم LM با R^2=۰/۹۳ و RMSE=۵/٤ برای پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی مناسب‌ترین مدل است. هدف از این پژوهش پیش‌بینی سطح ایستابی آب زیرزمینی در یکی از زیرحوزه‌های بختگان به کمک شبکه عصبی مصنوعی و سری‌های زمانی و مقایسه آن‌ها با یکدیگر می‌باشد. کاپولا و همکاران (۲۰۰۵) از مدل شبیه‌سازی شبکه عصبی برای پیش‌بینی تراز سطح آب زیرزمینی استفاده نمودند. در نتایج این مدل شبیه‌سازی نشان داد که مدل شبکه عصبی با دقت بالایی نسبت به مدل‌های عددی آب زیرزمینی می‌تواند تراز سطح آب را برای افق بلندمدت پیش‌بینی نماید.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی: در شکل ۱ زیرحوزه مطالعاتی و پراکنش چاه‌ها در سطح آن را نمایش می‌دهد. منطقه مطالعاتی شامل یکی از زیرحوزه‌های حوزه آب‌ریز بختگان در استان فارس می‌باشد و از آن‌جایی‌که استان فارس یکی از قطب‌های کشاورزی کشور می‌باشد مطالعه در ارتباط با منابع آب زیرزمینی در این منطقه مهم و اساسی می‌باشد. در این زیرحوزه در مجموع ۳۵ چاه مشاهداتی وجود داشت که از داده‌های آن‌ها و یک ایستگاه سینوپتیک، همچنین یک ایستگاه هیدرومتری موجود در این منطقه برای مطالعات استفاده گردید.



شکل ۱- زیرحوزه مطالعاتی و پراکنش چاه‌ها در سطح آن.

www.SID.ir

روش کار: در شکل ۲ مراحل انجام پژوهش نشان داده شده است. در این پژوهش ابتدا به نرمال‌سازی داده‌های بارش، دبی و سطح ایستابی چاه‌های منطقه مطالعاتی اقدام شد (لازم به ذکر است طول دوره آماری استفاده شده ۸ سال از سال ۸۹-۱۳۸۱ به‌صورت ماهانه می‌باشد). سپس با استفاده از دو روش سری‌های زمانی و شبکه عصبی اقدام به پیش‌بینی سطح آب چاه‌ها شد. در روش سری‌های زمانی تنها از داده‌های سطح ایستابی چاه‌ها و در روش شبکه عصبی از داده‌های بارش و دبی ایستگاه‌های هیدرومتری زیرحوزه به‌عنوان ورودی مدل برای پیش‌بینی سطح ایستابی چاه‌ها استفاده شد. در نهایت با استفاده از آماره‌های میانگین خطای استاندارد، میانگین خطای مطلق و ضریب همبستگی دقت دو روش نام برده در پیش‌بینی سطح ایستابی آب زیرزمینی با هم مقایسه شد. در زیر هر یک از مراحل پژوهش توضیح داده شده است.

سری زمانی: در این پژوهش از مدل آریما برای انجام آنالیزها استفاده شد. مدل آریما[1] یک مدل کلی که توانایی نمایندگی طبقه گسترده‌ای از سری‌های زمانی ناایستا را دارد فرایند تلفیقی خودهم‌بسته-میانگین متحرک با درجه (p,d,q) است. با توجه به این‌که در عمل بیش‌تر سری‌های زمانی ناایستا هستند، بنابراین این رده از فرایندها کاربرد گسترده‌ای دارند پس از نرمال‌سازی داده‌های سطح ایستابی چاه‌ها، داده‌های نرمال شده را وارد نرم‌افزار مینی‌تب کرده و نمودار آن در طی دوره آماری رسم گردید. برای برازش روند از سه منحنی روند برای برازش به داده‌ها استفاده شد که به‌ترتیب مدل روند خطی[2]، مدل درجه دوم[3]، منحنی نمائی[4] می‌باشند. سپس با توجه به معیارهای دقت در هر منحنی، مدل مناسب اولیه را انتخاب شد. بعد از آن تابع خودهمبستگی و خودهمبستگی جزیی رسم گردید و نوع مدل مربوطه بررسی و انتخاب گردید. در انتها به بررسی فرض نرمال بودن باقی‌مانده‌ها، بررسی فرض ثابت بودن واریانس باقی‌مانده‌ها و استقلال داده‌ها پرداخته شد و بهترین مدل انتخاب گردیده و داده‌های سطح ایستابی پیش‌بینی گردید.

شبکه عصبی: در این مطالعه برای تعیین تأثیر مهم‌ترین عوامل بر سطح آب زیرزمینی از شبکه‌های عصبی پیش‌خور پس‌انتشار خطا با توابع آموزشی لونبرگ مارکوآرت که بهترین روش برای سطح آب زیرزمینی می‌باشد استفاده شد. روش پس‌انتشار خطا یک روش سیستماتیک برای آموزش شبکه‌های

1- ARIMA(p,d,q)
2- Linear
3- Quadratic
4- Exponential Growth

Archive of SID

www.SID.ir

چندلایه است. منظور از آموزش یک شبکه انتخابی، بر مبنای اطلاعات موجود، تنظیم مقادیر وزن‌ها و بایاس یا مقادیر ثابت اولیه، به‌گونه‌ای است که خطای بین مقادیر خروجی محاسبه شده و مشاهده شده، حداقل گردد. این الگو ریتم مبتنی بر قانون یادگیری اصلاح خطا است. از قانون یادگیری پس‌انتشار برای آموزش شبکه‌های عصبی مصنوعی چندلایه پیش‌خور که عموماً شبکه‌های چندلایه پرسپترون هم نامیده می‌شوند، استفاده می‌شود. پارامترهای شبکه طوری تنظیم می‌شوند که پاسخ واقعی شبکه هرچه بیش‌تر به‌سمت پاسخ مطلوب نزدیک‌تر شود. مدل شبکه عصبی مصنوعی داده‌ها به ۳ قسمت تست، آزمون و اعتبارسنجی تقسیم شدند. در دوره آماری ۸ ساله، ۷۰ درصد داده‌ها برای آموزش (مهم‌ترین بخش مدل)، ۱۵ درصد داده‌ها برای تست و ۱۵ درصد داده‌ها برای اعتبارسنجی به‌کار برده می‌شود که به این منظور از پیش‌فرض خود مدل استفاده گردید.

ارزیابی آماری نتایج: برای ارزیابی نتایج از دو معیار میانگین مربعات خطا و خطای مطلق استفاده شد. که آماره RMSE[1] یا مقدار جذر میانگین مربعات خطا بیانگر میزان خطای برآورد متغیرها نسبت به مقدار مشاهداتی است که براساس ریشه مربعات خطا مورد محاسبه قرار می‌گیرد و رابطه آن به‌شرح زیر است:

$$\mathrm{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[lw_{es} - lw_{ob}]^2} \qquad (1)$$

که در آن، lw_{es}: مقدار سطح ایستابی محاسبه شده برای هر ماه، lw_{ob}: مقدار سطح ایستابی اندازه‌گیری شده و n: تعداد داده‌ها می‌باشد و آماره MAE[2] یا میانگین خطای مطلق از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$MAE = \left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|e_i|\right] \qquad (2)$$

$$e_i = X_e - X_o \qquad (5)$$

که در آن‌ها، $|e_i|$: مقدار قدرمطلق اختلاف مقادیر برآورد شده و مشاهده‌ای را نشان می‌دهد. هرچه مقدار این دو آماره کوچک‌تر باشد به‌معنای این است که خطای برآورد مقدار سطح ایستابی ماهانه از مدل‌های به‌دست آمده کم‌تر می‌باشد (ملکی‌نژاد و پورمحمدی، ۲۰۱۰).

1- Root Mean Square Error
2- Mean Absolute Error

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

سری زمانی: از بین برازش روند منحنی مدل خطی دارای مقادیر دقت کم‌تری نسبت به دیگر مدل‌ها بود اما از آن‌جایی که مدل روند خطی، تغییرات داده‌ها را به‌طور کامل پوشش نمی‌دهد بنابراین نمی‌توان از آن به‌عنوان یک مدل مناسب برای پیش‌بینی سری زمانی استفاده کرد و بهتر است از دیگر مدل‌های مثل مدل آریما برای پیش‌بینی استفاده شود.

برازش مناسب‌ترین مدل: با توجه به ایجاد یک و دو تاخیر زمانی در سطح آب زیرزمینی تغییری در روند داده‌ها ایجاد نشد ابتدا مدل اولیه را به‌صورت (۱و۰و۱) تعریف کرده و مقادیر صحت، دقت و ضریب ثابت معادله به‌دست آمد. با توجه به مقادیری که در جدول ۱ آمده است برآورد پارامتر اضافی معنی‌دار نیست زیرا مقدار p-value از ۰/۰۵ بیش‌تر است و مقدار t نیز از ۲ کم‌تر است و فرضیه $H_0: \beta_1 = 0$ را در سطح ۰/۰۵ تأیید می‌کند. بنابراین نیازی به در نظر گرفتن پارامتر اضافی در مدل نمی‌باشد و مدل اولیه مورد تأیید قرار می‌گیرد اما از آن‌جایی مقدار صحت یا p-value در بخش خود همبستگی به مقدار جزیی از ۰/۰۵ بیش‌تر است به‌نظر می‌رسد در این بخش می‌توان تغییراتی را برای بهبود مدل ایجاد کرد.

جدول ۱- مقادیر محاسبه شده برای مدل (۱،۰،۱).

پارامتر	α	*SE*	*T*	*p-value*
AR (خودهمبستگی)	۰/۵۷۱	۰/۱۹۵	۲/۹۲	۰/۰۷
MA (میانگین متحرک)	۰/۱۱۳	۰/۲۳۵	۰/٤۸	۰/٦۲۳
عدد ثابت	۱۲/٦٦	۰/۰۹٦	۱۳۱/۳۷	۰

ممکن است در نظر گرفتن یک پارامتر اضافی در مدل باعث بهبود مدل شود که ممکن است در مدل اولیه نادیده گرفته شده باشد. در صورتی‌که مدل جدید مورد تأیید قرار نگیرد مدل اولیه با اطمینان بیش‌تری پذیرفته می‌شود. پس می‌توان مدل جدیدی را آزمون کرد که به این منظور از مدل (۱و۰و۲) ARIMA استفاده شد و نتایج آن در جدول ۲ بیان شده است. با توجه به جدول مقدار آماره t برای پارامتر α_2 که بیش‌تر از ۰/۵ و مقدار p-value نیز بیش‌تر از ۰/۰۵ است و فرضیه $H_0: \alpha_2 = 0$ رد می‌شود و نیاز به در نظر گرفتن پارامتر اضافی α_2 در مدل نیست. با توجه به جدول می‌توان دریافت

Archive of SID

www.SID.ir

مقادیر صحت به‌طور قابل چشم‌گیری افزایش یافته به‌طوری‌که از ۰/۰۷ به ۰/۹۲ در ضریب اول و ۰/۸٤ در ضریب دوم خودهمبستگی رسیده است. به‌علت این‌که فرض صفر رد می‌شود و نیازی به در نظر گرفتن پارامتر اضافی در مدل نیست مدل اولیه با اطمینان بیش‌تر پذیرفته شد.

جدول ۲- مقادیر محاسبه شده برای مدل (۲،۰،۱) ARIMA.

پارامتر	α	SE	T	p-value
ضریب اول (AR)	۰/۰٤۸	۰/٤۸۲	۰/۱	۰/۹۲
ضریب دوم (AR)	۰/۳۸	۰/۲۱۷	۱/۷۵	۰/۸٤
MA (میانگین متحرک)	۰/۱۱۳	۰/۲۳۵	۰/٤۸	۰/٦۲۳
عدد ثابت	۱۹/۷۱	۰/۱۵	۱۲۳/۵	۰

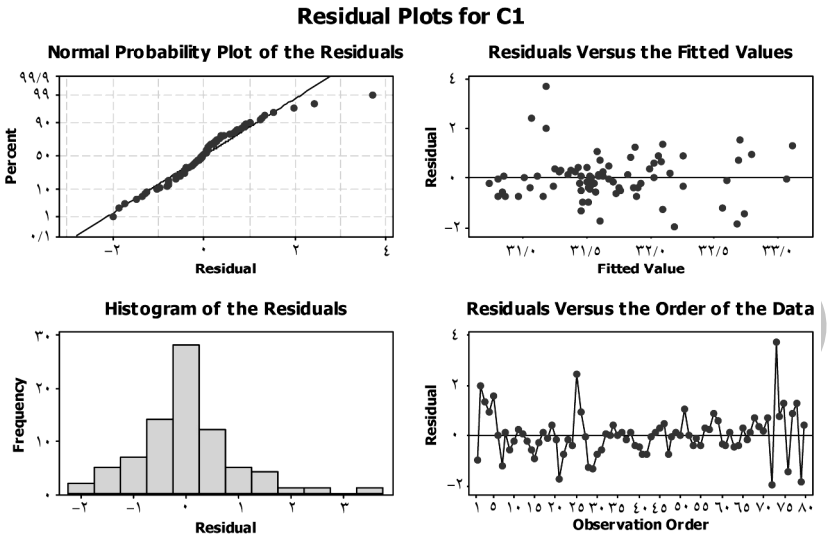
بررسی فرض نرمال بودن باقی‌مانده‌ها: برای بررسی این فرض نمودار احتمال نرمال باقی‌مانده‌ها و هیستوگرام باقی‌مانده‌ها را رسم با استفاده از بهترین مدل یعنی (۱،۰،۲) ARIMA رسم می‌شود. در شکل ۲ نمودارهای نرمال بودن باقی‌مانده‌ها و ثابت بودن واریانس آن‌ها را تأیید می‌کنند. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود در نمودار احتمال نرمال، نقاط تقریباً در امتداد یک خط راست قرار گرفته‌اند و این نشان می‌دهد که باقی‌مانده‌های به‌دست آمده از برازش مدل (۱،۰،۲) ARIMA به‌صورت نرمال توزیع شده‌اند. نمودار هیستوگرام نیز نشان می‌دهد که باقی‌مانده‌ها تقریباً به‌صورت نرمال توزیع شده‌اند.

بررسی فرض استقلال باقی‌مانده‌ها: مقادیر تابع خودهمبستگی (acf) و خودهم‌بسته جزیی (pacf) باقی‌مانده‌های مدل برازش شده طرح خاصی را نشان نداد و مقادیر تابع خودهمبستگی و خودهم‌بسته جزیی در هیچ‌کدام از تاخیرها از خط تجاوز نکرده‌اند و بنابراین می‌توان فرض استقلال باقی‌مانده‌ها را پذیرفت. با توجه به بررسی نرمال بودن داده‌ها و استقلال آن‌ها می‌توان مدل (۱،۰،۲) ARIMA را به‌عنوان یک مدل مناسب در نظر گرفت.

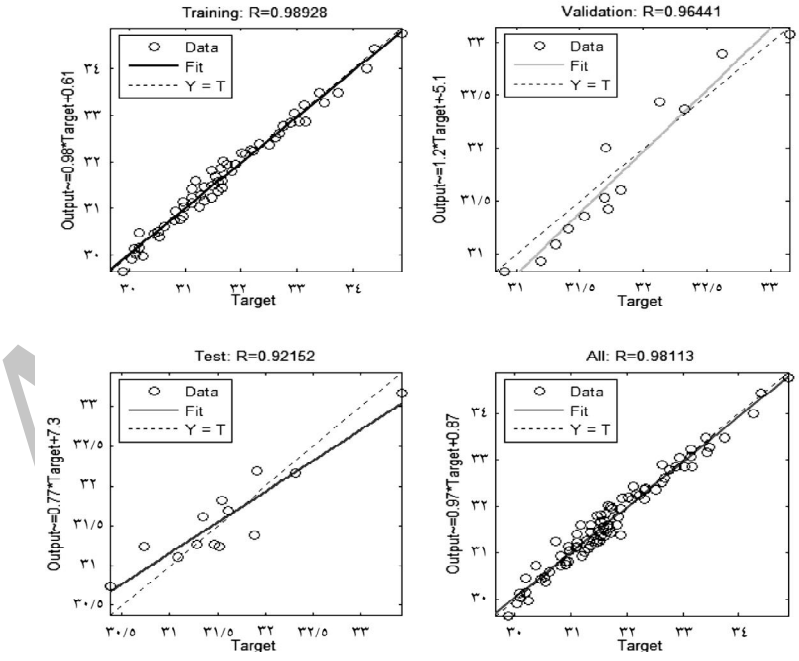
شبکه عصبی: نتایج به‌دست آمده از ورود داده‌های بارش و دبی جریان‌های سطحی زیرحوزه به مدل شبکه عصبی و خروج نتایج آن‌که به‌صورت سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی می‌باشد در شکل ۳ نمایش داده شده است. با توجه به شکل ضریب همبستگی مدل برای داده‌های آموزش ۰/۹۸، برای داده‌های تست ۰/۹۲، برای داده‌های اعتبارسنجی ۰/۹٦ و به‌طورکلی همبستگی ۰/۹۸ را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- نمودارهای مربوط به باقی‌مانده‌های به‌دست آمده از برازش مدل **ARIMA**(۱،۰،۲).



شکل ۳- نتایج خروجی سطح آب زیر زمینی به‌دست آمده از مدل شبکه عصبی.

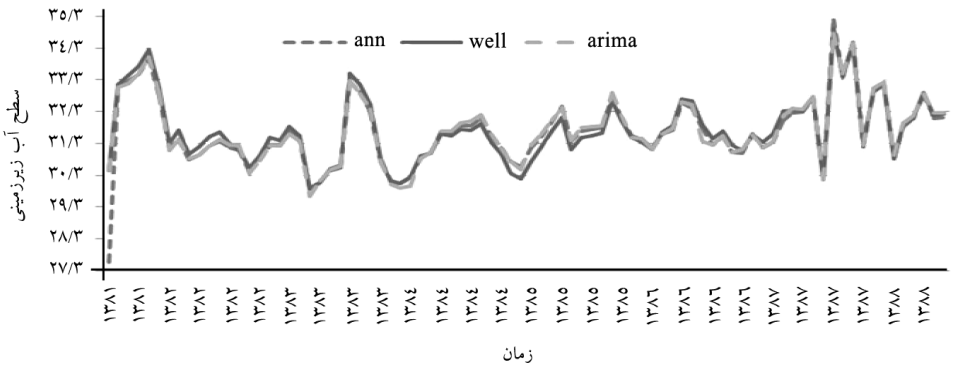
www.SID.ir

مقایسه کارایی دو مدل: در جدول ۳ کارایی دو مدل شبکه عصبی و آریما در پیش‌بینی سطح ایستابی آب زیرزمینی با استفاده از آماره‌های ریشه خطای استاندارد، میانگین خطای مطلق و ضریب همبستگی مقایسه شده است. با توجه به جدول همبستگی داده‌های شبیه‌سازی شده با مدل شبکه عصبی و داده‌های واقعی ۰/۹٦ می‌باشد در حالی‌که همبستگی مقادیر سطح ایستابی پیش‌بینی شده با مدل آریما با داده‌های واقعی سطح ایستابی همبستگی ۰/۸۹ را دارا می‌باشد. ریشه خطای استاندارد در مدل شبکه عصبی و آریما به‌ترتیب ۰/۰۱ و ۰/۰٦ بوده و میانگین خطای مطلق در مدل شبکه عصبی و آریما به‌ترتیب ۰/۱٦ و ۰/۳٤ می‌باشد. به‌طورکلی هر دو مدل دارای همبستگی بالا با داده‌های واقعی سطح ایستابی چاه‌ها بوده و دارای خطای مطلق و استاندارد کمی می‌باشند، هر چند شبکه عصبی در پیش‌بینی سطح ایستابی آب چاه کاراتر بوده است.

جدول ۳- مقایسه دو مدل شبکه عصبی و آریما در پیش‌بینی سطح ایستابی آب زیرزمینی.

نام مدل	ضریب همبستگی	ریشه خطای استاندارد	میانگین خطای مطلق
شبکه عصبی	۰/۹٦	۰/۰۱	۰/۱٦
آریما(سری زمانی)	۰/۸۹	۰/۰٦	۰/۳٤

در شکل ٤ مقادیر سطح ایستابی پیش‌بینی شده توسط دو مدل سری زمانی و شبکه عصبی در قیاس با داده‌های واقعی سطح ایستابی چاه‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار موجود شبکه عصبی، آریما و داده‌های واقعی دارای روند کاملاً منطبق و مشابهی می‌باشند.



شکل ٤- مقادیر سطح ایستابی پیش‌بینی شده توسط دو مدل سری زمانی و شبکه عصبی در قیاس با داده‌های واقعی.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج این پژوهش کارایی دو مدل شبکه عصبی و سری‌های زمانی را در پیش‌بینی سطح ایستابی آب زیرزمینی نشان داد. این مقایسه و بررسی کارایی دو روش نیز در نتایج پژوهش دیگران نیز مشهود می‌باشد به‌طوری‌که جاتیپراکش و ساکر (۲۰۰۸) و سریکنت و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهش‌هایی جداگانه دریافتند که شبکه عصبی کارایی مناسبی برای پیش‌بینی سطح ایستابی چاه‌ها دارد و کمونک و همکاران (۲۰۰٦)، دمویویالسن (۲۰۰۷) در پژوهش‌های دیگری به این نتیجه رسیدند که سری‌های زمانی در برآورد سطح ایستابی آب زیرزمینی کارآیی مناسبی دارد. از نتایج دیگر این پژوهش می‌توان به همبستگی بهتر و خطای کم‌تر شبکه عصبی در پیش‌بینی سطح ایستابی در قیاس با مدل سری زمانی اشاره نمود. در همین راستا یانگ وهمکاران (۲۰۰۹) در پژوهشی نشان دادند که دقت پیش‌بینی شبکه مصنوعی نسبت به مدل سری زمانی تلفیقی در پیش‌بینی سطح‌های آب زیرزمینی با استفاده از آماره‌های میانگین مربع خطا و میانگین قدرمطلق خطا برتری دارد. نکته‌ای که باید در این‌جا به آن توجه نمود برتری‌های استفاده از سری زمانی نسبت به شبکه عصبی می‌باشد. یکی از این موارد مشخص بودن معادلات و روابط داخل سری زمانی به‌طور واضح می‌باشد در حالی‌که در شبکه عصبی مصنوعی روابط و معادلات به‌کار رفته در مدل به هیچ وجه مشخص نمی‌باشد. مورد دیگری که برتری کاربرد سری‌های زمانی در علوم هیدرولوژی به‌ویژه پیش‌بینی سطح ایستابی اهمیت دارد این است که در سری‌های زمانی نیاز به داده‌های دیگری به‌عنوان ورودی نمی‌باشد و مدل تنها با استفاده از همان داده‌های سطح ایستابی یا پارامتر موردنظر قادر به پیش‌بینی می‌باشد، این در حالی است که شبکه عصبی حتماً باید دارای پارامترهای ورودی تأثیرگذار بر پارامتر پیش‌بینی‌شونده باشد. این نکته به‌ویژه برای حوزه‌های بدون آمار یا حوزه‌هایی که با فقر داده روبه رو هستند اهمیت بسیاری دارد. در انتها پیشنهاد می‌شود از انواع مدل‌های سری زمانی از جمله آریما، آرما و ساریما به‌طور گسترده‌ای در علوم هیدرولوژی برای مدیریت بهینه آب در آینده استفاده شود.

منابع

1.Asghari Moghadam, A., and Norani, A. 2007. Temporal and spatial estimation of level of ground water with using time series and geostatistics, geology conference in Tehran. (In Persian)

2.Chandramouli, V., Lingireddy, S., and Brion, G.M. 2007. Robust training termination criterion for back propagation ANNs applicable to small data sets. J. Com. Civil Engine. 21: 1. 39-46.

Archive of SID

www.SID.ir

3.Coppola, E., Rana, A.J., Poulton, M., Szidarovszky, F., and Uhi, V.W. 2005. Aneural networks model for predicting aquifer water level elevation. Ground Water, 43: 231-241.
4.Jothiprakash, V., and Sakhare, S. 2008. Ground Water Level Fluctuations using Artificial Neural Network, The 12th International Conference of International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics (IACMAG), Goa, India.
5.Mirzai, S.Y., Chitsazan, M., and Chini Pardaz, R. 2005. Using of Box and Jenkins model in estimation of Hydrograph changes in Shahrekord plain, geology conference in Tehran. (In Persian)
6.Nayak, P., Satyaji Rao, Y.R., and Sudheer, K.P. 2006. Groundwater level forecasting in a shallow aquifer using artificial neural network approach. Water Resources Management, 2: 1. 77-99.
7.Malekinezhad, H., and Poormohammadi, S. 2010. Analysis of ET in central Iran with using clustering technic, Water Resour. J. (In Persian)
8.Rezayi, A.V., and Mosavi, S.N. 2009. Estimate of ground water levels changes in Seydan-farugh plain with using of time series, economic of agriculture confrances, Karaj. (In Persian)
9.Sreekanth, D., Geethanjali, N., Sreedevi, P., Ahmed, Sh., Ravi Kumar, N., and Kamala Jayanthi, P.D. 2009. Forecasting groundwater level using artificial neural networks, Current Science, 96: 1-7.
10.Yang, Z.P., Lu, W.X., Long, Y.Q., and Li, P. 2009. Application and comparison of two prediction models for groundwater levels: A case study in Western Jilin Province. China. J. Arid Environ. 73: 487-492.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(4), 2013
http://jwsc.gau.ac.ir

Comparison of ANN and time series appropriately in prediction of ground water table (Case Study: Bakhtegan basin)

***S. Poormohammadi[1], H. Malekinezhad[2] and R. Poorshareyati[3]**

[1]Ph.D. Student, Dept. of Watershed Management, Yazd University,
[2]Associate Prof., Dept. of Watershed Management, Yazd University,
[3]M.Sc. Graduate, Dept. of Watershed Management, Yazd University

Received: 07/24/2012; Accepted: 12/28/2012

Abstract

Both of extra using of water resources and climate change (reduction of precipitation) have caused the shortage of water resources in Iran. In this case, management of ground water resources is important for agriculture and industries. Modeling and prediction of ground water table is one way for management of water resources. For prediction of ground water table ANN and time series techniques were used. Goal of this research is analysis of ANN and time series appropriately in prediction of ground water level. In this paper 35 water level of wells in Bakhtegan basin with monthly data from 1381 to 1389 were used. Water level of wells were predicted with ANN and time series (ARIMA) techniques and finally Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Error (MAE) for each of techniques were calculated. Results showed that ANN and time series techniques are suitable for prediction of ground water surface.

Keywords: Ground water table, Time series, ANN, Ground water

* Corresponding Author; Email: s.poormohammadi@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir