Archive of SID

پژوهش های آبخیزداری
شماره ۸۳، تابستان ۱۳۸۸
(پژوهش و سازندگی)

بررسی مدل بارش - رواناب با استفاده از روش های شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیونی دومتغیره آماری (مطالعه موردی در حوزه آبخیز میناب)

• **امین ذرتی پور**، عضو هیئت علمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین اهواز(نویسنده مسئول)
• **علی سلاجقه**، استادیار و عضو هیئت علمی دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
• **نگار المعالی**، کارشناس ارشد رشته بیابانزدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
• **حسین محمد عسگری**،مربی و عضو هیئت علمی دانشگاه علوم دریایی و اقیانوسی خرمشهر
تاریخ دریافت: مهرماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: مهرماه ۱۳۸۷
تلفن تماس نویسنده مسئول:۰۹۱۶۶۰۷۴۲۹۵
Email:Zoratipor@yahoo.com

چکیده

پیش بینی جریان روزانه رودخانه یکی از مهم ترین مسائل هیدرولوژیکی است که برای مدیریت سیلاب بسیار مهم است. مقادیر دبی عبوری رودخانه را می توان از روش های متعددی برآورد نمود، که هر یک از روش ها دارای نقاط ضعف و قوتی هستند. در خصوص مدل های بارش- رواناب بدلیل عکس العمل غیر خطی یک حوزه آبخیز به رویداد باران مسئله بسیار پیچیده می گردد. علاوه بر این بدلیل تغییرات مکانی بارش در یک حوزه این پیچیدگی بیشتر نیز می شود. شبکه عصبی یک تکنیک قابل انعطاف با ساختار ریاضی است که ما را قادر می کند بدون توجه به پدیده های طبیعی روابط پیچیده غیر خطی بین داده های ورودی وخروجی را تشخیص دهیم . این تحقیق با هدف کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی دبی روزانه خروجی ایستگاه میناب انجام شد و سپس با مقدار برآورد شده از روش رگرسیون دومتغیره آماری مقایسه گردید. مدل شبکه ی عصبی مورد استفاده در این تحقیق مدل پس انتشار خطا (BP)[1] با تابع محرک سیگموئید می باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد، که مقدار خطای برآوردی در روش شبکه عصبی کمتر از روش رگرسیون آماری دو متغیره می باشد. بنابراین روش شبکه ی عصبی مصنوعی با ضریب همبستگی (r^2) در سطح معنی داری ۵درصد، ۶۲/۹۴ درصد و خطای RMSE ۱۱/۸۸ و هم چنین خطای MAE ۳/۷ از دقت بالاتری نسبت به روش رگرسیونی برخوردار بوده و در نتیجه در مدل سازی بارش- رواناب، روش شبکه ی عصبی مصنوعی بر روش رگرسیون دو متغیره آماری ارجحیت دارد. در نهایت با در نظر گرفتن سادگی ساختار ،نوع اطلاعات مورد نیاز مدل های شبکه عصبی مصنوعی و سرعت بالای آنها ، می توان نتیجه گرفت که دقت بدست آمده در بسیاری از پروژه ها به خصوص در مراحل اول طراحی که اطلاعات موجود چندان زیاد نیستند، بسیار مطلوب می باشد.

کلمات کلیدی:شبکه عصبی ، رگرسیون ، شبیه سازی بارش - رواناب، مدل پس انتشار خطا، میناب

www.SID.ir

Archive of SID

Watershed Management Researches (Pajouhesh & Sazandegi) No 83 pp: 69-74

The assessment of precipitation– runoff model by using of artificial neural network and regression methods (Case study: Minab Basin)

By: A.Zoratipour;Scientific Member of Ahvaz University(Corresponding Author;Tel:09809166074295).

A.Salageghe; Scientific Member of TehranUniversity

N.Almaali;Msc in Natural Resources Faculty Tehran University

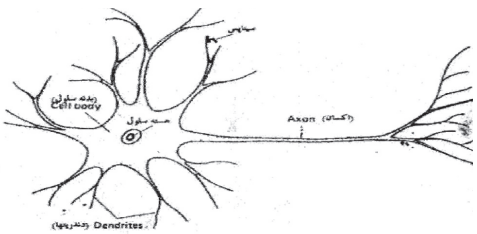
H.M.Askari; Scientific Member of oceanic and Marine Sciences of Khoramshahr University.

One of the most important event in hydrology and flood management is a daily flow predication water different characteristic .There are several methods for estimating amount river discharge. One of these methods is nonlinear mathematic model of neural network. Artificial neural network is a useful technique which allows the user to detect nonlinear complex interaction between output and input data without considering natural phenomena. In addition, due to spiral changes in precipitation, complexity is great. Artificial neural network is a flexible method which helps us to distinguish nonlinear relationship between input and output data. The aim of this research was to investigate application of ANN in prediction of daily discharge. Then, estimated data of this method were compared with estimated data of regression method algorithm was used in ANN was Back Propagation and function was sigmoid results showed that estimation of ANN was accurate that regression method. Determination Coefficient between data estimated with ANN and observed data was 62.94 percent and Residual Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Error (MAE) of estimated data of this method were 11.88 , 3.7 respectively. Thus, the neural network model is recommended because its structure is simple, the speed of presses is high and the required data are available.

Keywords: Artificial Neural Network, Regression, Simulation, Precipitation-Run off, Back Propagation algorithm, Minab., Minab.

مقدمه

پیش بینی دبی رودخانه یکی از مهم ترین مسائل هیدرولوژیکی است که برای مدیریت سیلاب بسیار مهم است. یک پیش بینی منطقی از دبی روزانه نه تنها اطلاعات مفیدی برای مدیریت منابع آب در اختیار ما قرار می دهد، بلکه برنامه ریزی دقیق تری جهت استحصال مناسب تر آب ایجاد کرده و نیزاز حوادث غیرقابل تصور جلوگیری می کند.پیش بینی جریان رودخانه برای آنالیزهای اقتصادی مدیریت منابع آب یک مسئله حائز اهمیت می باشد. با افزایش جمعیت و فعالیت های اقتصادی در دشت های سیلابی و حاشیه رودخانه های اصلی اهمیت این پیش بینی افزایش می یابد. برای نائل شدن به چنین امری نیازمند انجام مطالعات محیطی و مهندسی برای مدیریت بهینه منابع و طراحی سازه های مورد نظر می باشد. مقادیر دبی عبوری رودخانه از روش های متعددی برآورد می گردد، که هر یک از روشها دارای نقاط ضعف و قوتی هستند. مدل استفاده شده در این تحقیق نیاز طراحی دبی روزانه را درحوزه های آبخیز فاقد ایستگاه آب سنجی تأمین می کند(۶). این مدل بنام مدل شبکه ی عصبی مصنوعی (ANN)[۲] است که در حوزه آبخیز مینـاب (ناحیه خلیج فارس و دریای عمان) به کارگرفته شده است. شبکه ی عصبی یک تکنیک قابل انعطاف با ساختار ریاضی است که ما را قادر می کند بدون توجه به پدیده های طبیعی روابط پیچیده غیر خطی بین داده های ورودی وخروجی را تشخیص دهیم، که برگرفته از سیستم شبکه عصبی انسان می باشد(شکل ۱). تنها یک دهه است که شبکه ی عصبی مصنوعی برای پیش بینی سیلاب به کار گرفته می شود(۴). الگوهای متعددی برای پیش بینی جریان رودخانه و بارندگی وجود دارد. یکی از این الگوها پیش بینی سیلاب به وسیله مدل ریاضی غیر خطی با استفاده از شبکه عصبی می باشد(۱۲). به کلام دیگر، روش شبکه عصبی دارای کاربرد فراوان در علوم مهندسی آبخیزداری و آب می باشند. به ویژه می تواند برای کاربردهای عملی در خصوص مدل کردن روابط پیچیده طبیعی (از قبیل رابطه غیر خطی بارش– رواناب) که امکان تحلیل روشن فیزیکی آنها وجود ندارد ، مفید واقع شود.

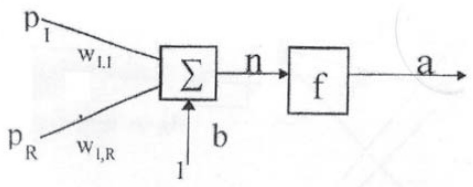


شکل۱- نواحی اصلی یک سلول عصبی بیولوژیکی

در (شکل۲) ساختار ریاضی یک نرون که برگرفته از یک سلول عصبی می باشد، نشان داده شده است(۴).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- مدل چند ورودی نرون

یکی از متـداول ترین الگوریتم های یادگیری شـبکه عصبی الگوریتم پس انتشـار خطا(BP) می باشـدکه بویژه در مطالعات هیدرولوژی کاربرد زیـادی دارد(۱۳،۱۱) . هـدف از انجام این تحقیق ، تعیین روش مناسـب در بـرآورد مقادیر دبی عبوری رودخانه ها با بالاترین دقت اسـت. این مدل علاوه براستفاده از الگوریتم پس انتشار از یک الگوریتم آموزش جدید به نام Generalized Regression نیز اسـتفاده کرده است که با دقت زیادتر، روش شـبکه ی عصبی را در مقایسه با روش های متداول رگرسیونی تایید کـرد (۱۰). معماریان خلیل آباد و همکاران رابطه دبی آب و رسـوب معلق رودخانه بار نیشـابور را با استفاده از یک شبکه ی عصبی پرسپترون چند لایه مدل سـازی کردند. ایشـان همچنین بیان می کنند که این روش در جایی که سری پیوسته ای از دبی آب و غلظت رسوب وجود ندارد کاربردی نیست(۱۳). Sarangi و Bhallacharya (۲۰۰۵)، در تحقیقی به مقایسه ی مدل شبکه عصبی و روش های رگرسیون در پیش بینی رسوب و فرسایش پرداختند، که بر ضرورت اسـتفاده از روش شبکه ی عصبی نسبت به روش های تجربی در پیش بینی رسـوب حوزه تاکید می کنند(۱۴). سـلطانی و مریـد، در تحقیق خود در مقایسـه مدل های تفهیمی با شـبکه ی عصبی مصنوعی در شـبیه سـازی باران- روا ناب نیز به دقت بالاتر روش شبکه ی عصبی در شبیه سازی مدل بارش – رواناب تاکید نمودند(۳). میرباقری و رجایی، درتحقیقی که در مورد توانایی و کارایی شبکه های عصبی در پیش بینی و تخمین بارمعلق رودخانه ها انجام داده اند نشـان دادند که استفاده از تکنیـک توقف زودهنگام، دقت پیـش بینی مدل را(به ویژه در دبی های اوج) افزایش می دهد و مقایسـه نتایج مدل با روش منحنی سنجه نشان از عملکرد بهتر مدل نسـبت به روش منحنی سنجه دارد(۷). نجفی نیسیانی و همکاران، با بررسـی برآورد باررسوب معلق با استفاده از شبکه ی عصبی مصنوعی و اسـتفاده از مدل پرسـپترون چندلایه(MLP) با الگوریتم پس انتشـارخطا(BP) و قانون یادگیری لورنبرگ- مارکوارت(LM) و بر اساس دبی جریان روزانه متوسط هر ماه و دبی رسوب متناظر با آن، سری پیوسته ای از دبی جریان و رسوب را تشکیل داده و تاثیر توالی های گذشته بر روی میزان آورد رسوب را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مقدار دبی متوسط جریان در سه ماه قبل و مقدار دبی متوسط رسوب ماه گذشته می تواند تاثیر چشـم گیری بر میزان رسـوبی که در ماه اخیر آورده خواهد شد داشته باشد(۵). رضایی، در تحقیق انجام گرفته مدل سازی منطقه ای دبی های اوج زیر حوزه های آبخیز سد سفید رود با استفاده از شبکه ی عصبی مصنوعی به این نتیجه رسـیدکه روش شـبکه ی عصبی مصنوعی در مدل نمودن بارش– رواناب بر روش های سـنتی از جمله روش رگرسـیون چند متغیره خطی ارجحیت دارد. مدل سـاخته شـده قادر به انجام پیش بینی قابل قبول دبی اوج در دامنه وسـیعی از تغییرات وسعت زیرحوزه در بخش البرز جنوبی حوزه آبخیر سـفید رود می باشـد (۲) . بارانی،در تحقیقی که به منظور پیش بینی دبی اوج با اسـتفاده از شبکه عصبی در رودخانه هلیل انجام داد، به این نتیجه رسید که شبکه های عصبی مصنوعی در مقایسه با سـایر روش ها دارای سرعت بالاتری بوده و برای پیش بینی سیلاب نیاز به اطلاعات و زمان محاسبات کمتری دارند. لذا توصیه می شود که این شبکه را برای مدیریت سیلاب و ایمنی سد ها بکار گیرند(۱). در دو منطقه جنوب غرب و والس انگلستان ، برآورد دبی اوج در حوزه های آب خیز فاقد ایستگاه آب سـنجی با اسـتفاده از روش شـبکه عصبی مصنوعی بر دیگر روش ها ارجعیت دارد. شبکه ی عصبی پرسپترون سه لایه برای آب نمود واحد بکار گرفته شده و نتیجه حاکی از آن است که آب نمود حاصل بوسیله شبکه ی عصبی مصنوعی ، روش قابل قبول تری نسـبت به روش های سـنتی نظیر روش شـرمن برخوردار است(۹). Cigizogiu، با بررسی آمار رسوب و دبی مربوط به دو حوزه در انگلسـتان به این نتیجه رسید بین روش های برآورد رسـوب معلق شـامل منحنی سنجه وشـبکه ی عصبی مصنو عی، منحنی سـنجه رسوب مقدار رسوب را کمتر از حد معمول برآورد می کند در حالی که شبکه ی عصبی برآوردی نزدیک به واقعیت دارد(۸). این تحقیق با هدف کاربرد شبکه ی عصبی مصنوعی در پیش بینی دبی روزانه خروجی ایستگاه انجام شـد و سپس با مقدار برآورد شده از روش رگرسیون دومتغیره آماری مقایسه گردید.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مطالعاتی

حوزه ی آبخیز سد استقلال(میناب) دارای مساحتی در حدود ۱۰۵۱۹ کیلومتـر مربع می باشـد.حوزه ی آبخیز این رودخانه در مناطق وسـیعی از اسـتان های کرمان ، شامل شهرستان های سـبزواران(جیرفت)، کهنوج وشهرستان میناب اسـتان هرمزگان واقع شده است. این حوزه در محدوده جغرافیایـی ۲۰ ´ ۵۷ °۲۶ و ۴۵ ´ ۳۰ °۲۸ عـرض شـمالی و ۴۴ ´ ۴۹ °۵۶ تا ۱۷ ´ ۴۳ °۵۷ طول شرقی قرار گرفته ودر حدود ۶۰٪ وسعت آن در استان کرمان و ۴۰٪ وسعت آن در استان هرمزگان می باشد (شکل۳).

شکل۳-موقعیت حوزه آبخیز میناب در جنوب ایران

داده های مورد اسـتفاده در این تحقیق ، آمار ۱۰ ساله دبی و بارندگی روزانه از سـال های ۱۳۷۱ تا۱۳۸۰ ایسـتگاه میناب شهرستان میناب می باشـد که بعد از آماده سـازی داده ها ، سـپس آزمون داده های پرت مورد استفاده در شبکه قرار گرفت.بعد از آن ۸۰٪ داده ها جهت آموزش و ۲۰٪ جهت آزمون شبکه مورد استفاده قرار گرفت برای طراحی شبکه ی عصبی

www.SID.ir

Archive of SID

بایستی پارامترهای ورودی و خروجی تعریف شوند.بدین منظور مقادیر بارندگی در روز جاری وجمع بارندگی های ۵ روز قبل به عنوان ورودی شبکه و میزان دبی خروجی روزانه به عنوان خروجی شبکه انتخاب شده اند. پس از انتخاب ساختار کلی شبکه و متغیرهای ورودی و خروجی ، بایستی مشخصات دیگری از شبکه همانند تعداد لایه های میانی ، تعداد نرون های موجود در هر لایه میانی ،تابع فعالیت و پارامترهای آموزشی تعیین شوند.

بکار گیری شبکه عصبی

به طور کلی مراحل بکار گیری یک شبکه شامل مراحل زیر است:

۱-۱- تهیه زوج های آموزشی

داده های مربوط به نرون های ورودی و خروجی موجود باید دسته بندی و به صورت زوج های آموزشی ارائه شوند.

۱-۲- نرمالیزه کردن زوجهای آموزشی

به دلیل استفاده از تابع تحریک سیگموئید بایستی زوج های آموزشی نیز در محدوده برد ۰ و ۱ قرار گیرند. تابع محرک سیگموئید به صورت زیر می باشد:

$$a = \frac{e^{n} - e^{-n}}{e^{n} + e^{-n}} \qquad (۱)$$

- عمل نرمال سازی مطابق رابطه زیر صورت گرفته است(۲):

$$X_n = \left(\frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \right) \qquad (۲)$$

X : معرف داده مشاهده شده

X_{min} و X_{max}: به ترتیب حداقل و حداکثر داده ها

X_n: داده نرمال شده

پیدا کردن بهترین ساختار شبکه

تعداد لایه های پنهان و نرون های این لایه ها می توانند در محدوده ای مشخص تغییر کنند .برای پیدا کردن بهترین شبکه می توان با تغییر تعداد لایه های پنهان و تعداد نرون های آنها شبکه های مختلفی را تعریف و سپس آزمایش نمود تا شبکه ای که دارای کمترین خطا است حاصل شود.

یادگیری شبکه عصبی

در این مرحله هر یک از داده ها در شبکه قرار گرفته و با انتشار آن خطا در خروجی محاسبه می شود. پس از انجام این کار برای تمام زوج ها خطا در خروجی به اندازه کافی کوچک می شود.هم چنین باید توجه داشت که تعداد زوج های ورودی– خروجی اهمیت زیادی در تربیت شبکه دارند. اگر اطلاعات کمی به شبکه ارائه شوندخصوصیات مسئله برای شبکه به اندازه کافی مشخص نبوده و در نهایت منجر به کسب نتایج منطقی نمی گردد. آموزش شبکه تا رسیدن به خطای قابل قبول ادامه می یابد وبرای خاتمه آموزش بسته به نوع مسئله یک مقدار خطا در نظر گرفته می شود. ضمنا آموزش شبکه به روش نظارت شده انجام شده است.

امتحان شبکه عصبی

پس از آموزش شبکه می توان شبکه را برای اطلاعاتی که با آن آموزش داده شده و اطلاعاتی که به شبکه ارائه نشده امتحان نمود.در این مرحله محاسبات با سرعت بیشتری انجام می شود . برای امتحان شبکه را برای اطلاعاتی که با آن تربیت شده اجرا نمود وچون جواب خروجی مشخص است می توان دقت شبکه را کنترل نمود. سپس می توان شبکه را با اطلاعات جدیدی که آموزش با آنها صورت نگرفته اجرا نمود ، در صورت آموزش صحیح شبکه ، نتایج حاصل معمولا مناسب بوده و دقت جواب قابل قبول بودن آموزش شبکه را تأئید می نماید (۱).

به کار گیری روش رگرسیون دو متغیره آماری

در این مرحله با استفاده از نرم افزار Minitab از روش رگرسیون دو متغیره ، بهترین معادله برازش داده بین متغیرهای ورودی وخروجی (وابسته و مستقل) یعنی بارندگی روزانه و جمع بارندگی۵ روز قبل و دبی روزانه ، برآورد گردید.

محاسبه پارامترهای برآورد خطا

برای بررسی توانایی شبکه های پرسپترون چند لایه (MLP)[۳]و روش رگرسیون آماری حالت های مختلف طراحی شده ، پارامترهای برآورد خطا محاسبه گردید. در این مرحله مقدار ضریب نیکویی برازش (ضریب همبستگی) r^2 وجذر میانگین مربعات خطا باقیمانده RMSE و نیز میانگین مطلق خطا MAE برآورد گردید.

$$r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{P} [(Q_m)_i - (Q_S)_i]^2}{\sum_{i=1}^{p} [(Q_m)_i - (Q_{ma})_i]^2} \qquad (۳)$$

$$RMSE = \left(\frac{1}{P} \sum_{i=1}^{P} [(Q_m)_i - (Q_s)_i]^2 \right)^{1/2} \qquad (۴)$$

$$MAE = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^{P} |(Q_m) - (Q_s)_i| \qquad (۵)$$

P = تعداد کل دبی های روزانه ، Q_m = دبی روزانه مشاهده شده، Q_S = دبی روزانه برآورد شده ، Q_{sm} = میانگین دبی های مشاهده شده

- در این تحقیق از نرم افزار شبکه عصبی Neural Works Professional II/PLUS ونرم افزار آماری Minitab و Excel استفاده شد. نحوه پراکندگی داده ها برای آموزش ، آزمون و اعتبار سنجی بر اساس روش تصادفی (Random) بوده است. تعداد سیکل آموزشی(تکرار) ۵۰۰ تکرار و نوع تابع مورد استفاده تابع تحریک سیگموئید می باشد.

نتایج

در این تحقیق جهت نیل به ساختار بهینه از مدل شبکه ی عصبی و هم چنین مقایسه مدل بهینه ی شبکه با روش رگرسیون دومتغیره آماری، تعداد ۳۶۵۳ داده متناظر بارندگی و دبی خروجی روزانه رودخانه استقلال به طول مدت ۱۰ سال آماری از ایستگاه میناب مورد بررسی قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

در ساختارهای طراحی شده عامل تمایز تعداد لایه های پنهان ، تعداد دورهای آموزشی ، توپولوژی های مختلف و تعداد نرون ها در هر یک از لایه ها می باشد. در بین ساختارهای طراحی شده ، ساختاری که با حداقل تعداد دور آموزشی و لایه میانی ، که بیشترین دقت وکمترین خطا را در مرحله صحت یابی از خود نشان داده به عنوان شبکه بهینه در زیر حوزه مربوطه معرفی شد. همان گونه که بیان شد در روش شبکه ی عصبی ابتدا باید داده ها به دو سری آموزش و آزمون تقسیم شوند. نکته ی مهم در انتخاب این داده ها آن است که باید سعی شود این دو سری به لحاظ پارامتر های میانگین و انحراف معیار به هم نزدیک باشند که این مورد با سعی و خطا به دست می آید. با در نظر گرفتن این نکته، ۸۰ درصد داده ها به عنوان داده های آموزش و ۲۰ درصد باقی مانده به عنوان داده های آزمون شبکه انتخاب شدندپس از انجام رگرسیون دو متغیره آماری بین متغیر های وابسته(دبی روزانه) و متغیرهای مستقل (بارندگی روزانه و جمع بارندگی ۵ روز قبل) بهترین خط برازش داده شده از بین آنها (در سطح معنی داری ۵ درصد) عبور داده شد. که معادله آن به صورت زیر است:

$$Q_i = ۴/۳۶ + ۰/۵۰۹\ C۱ + ۰/۰۰۱۳C۲$$

که در این معادله (۶) :

C۱ = بارندگی روزانه C۲ ، mm = جمع بارندگی ۵ روز قبل، mm

Qi= دبی روزانه (s/m^3) بنابراین آموزش شبکه با یک نرون در لایه ورودی، سه نرون در لایه مخفی اول، یک نرون در لایه مخفی دوم بنابراین آموزش شبکه با یک نرون در لایه ورودی، سه نرون در لایه مخفی اول، یک نرون در لایه مخفی دوم و یک نرون در لایه خروجی آغاز شد وبرآوردهای شبکه توسط معیارهای RMSE ، MAE و r^2 مورد ارزیابی قرار گرفت. بهترین ساختار بهینه از مدل شبکه عصبی مصنوعی در جدول ۱ آورده شده است. هم چنین معادله حاصل از برقراری رابطه رگرسیون دو متغیره بین متغیرهای ورودی و خروجی به صورت معادله ۶ مشخص گردید.

جدول ۱- مشخصات ساختار بهینه شبکه عصبی

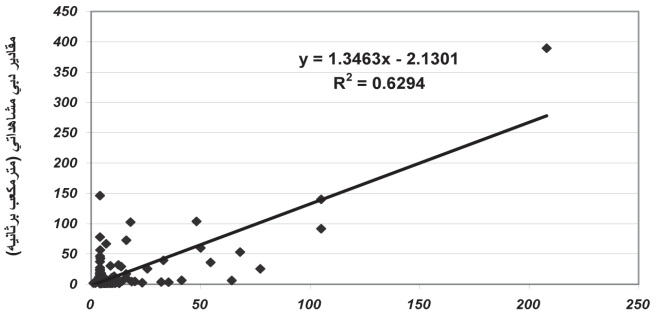
تعداد نرون لایه ورودی	۱
تعداد نرون لایه مخفی اول	۹
تعداد نرون لایه مخفی دوم	۰
تعداد نرون لایه مخفی سوم	۰
تعداد نرون لایه خروجی	۱
تابع محرک نرون ها	سیگموئید
نرخ یادگیری	۰/۰۰۱
ضریب گشتاور	۰/۹۴
تعداد تکرار	۵۰۰

در نهایت مقادیر خطای برآورد دبی عبوری از روش شبکه عصبی و روش رگرسیون متداول آماری برآورد گردیدند که نتایج حاصل از آن در جدول ۲ نشان داده شده است.

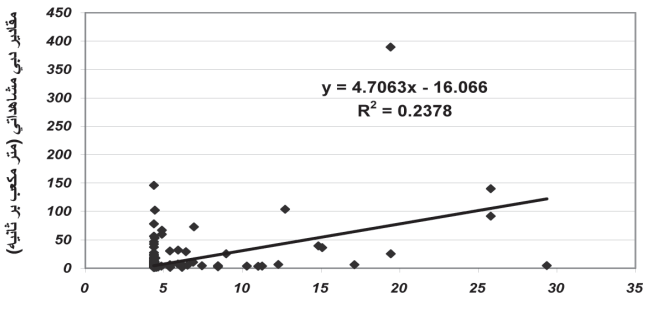
جدول ۲- خلاصه نتایج شبکه عصبی مصنوعی و روش رگرسیون دو متغیره آماری

روش رگرسیون آماری	روش شبکه عصبی		خطا
	خروجی	نوع شبکه	
	دبی همان روز	پرسپترون چند لایه(mlp)	
٪۲۳/۷۸	٪۶۲/۹۴		R۲
۱۷/۶۹	۱۱/۸۸		RMSE
۴/۱۲	۳/۷		MAE

مقایسه دبی مشاهده شده در ایستگاه و مقادیر برآورد شده از روش های شبکه عصبی و رگرسیون آماری از آزمون ۲۰درصد داده های کنارگذاشته شده در شکل های ۴ و ۵ آورده شده اند.



شکل۴- مقایسه مقادیر جریان روزانه مشاهد اتی و شبیه سازی شده از روش شبکه عصبی



شکل۵- مقایسه مقادیر جریان روزانه مشاهد اتی و شبیه سازی شده از روش رگرسیون آماری

بحث و نتیجه گیری

با توجه به مقادیر ضریب همبستگی (r^2) و RMSE و MAE بدست آمده از مقایسه روش شبکه ی عصبی و رگرسیون آماری مشخص گردید که، برآوردهای روش شبکه ی عصبی مصنوعی، از دقت بالاتری نسبت به روش های متداول رگرسیونی برخوردار بوده و تا حد قابل ملاحظه ای توانسته است تغییرات دبی رودخانه را بر اساس بارش روزانه شبیه سازی کند. در نتیجه ، در مدل سازی بارش – رواناب، روش شبکه عصبی مصنوعی بر روش رگرسیون دو متغیره آماری ارجعیت دارد، این

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج با نتایج بارانی و سلطانی هم خوانی دارد. در مدل سازی با شبکه ی عصبی مصنوعی در مقایسه با مدل رگرسیونی می توان در زمان کوتاه تر و با دقت نسبتا بالاتری به روابط میان دبی آب و رسوب دست یافت. دیگر مزیت این روش حساس نبودن آن به وجود تعداد معدودی خطا در داده های آماری است که همین امر باعث برآورد بهتر مدل شبکه ی عصبی در مقایسه با مدل رگرسیونی شده است. رضایی(۱۳۸۳) نیز در مطالعه خود به این مورد اشاره کرده است. هم چنین باوجود کم بودن تعداد متغیر های روش شبکه ی عصبی (دو ورودی) ، شبکه ی عصبی مصنوعی پیش بینی بهتری از دبی روزانه عبوری از رودخانه دارد. زیرا هر چه که تعداد متغیر های استفاده شده در شبکه بیشتر باشد، پیش بینی نزدیک تر به واقعیت خواهد بود. هم چنین در این تحقیق مشخص گردید، مقادیر شبیه سازی شده از این گونه روش های رگرسون آماری متداول مقادیر دبی عبوری را کمتر از مقدار واقعیت را بیان می کنند، که در روش شبکه ی عصبی اینگونه نیست، این موضوع با نتایج تحقیق Cigizogiu (۲۰۰۳) مطابقت دارد. دوره ی آموزش برای مدلANN، از اهمیت ویژه ای برخوردار است و با دقت برآوردها رابطه مستقیم دارد. هم چنین دلیل کم بودن مقادیر ضریب همبستگی بدست آمده در دو روش مذکور را می توان به علت تعداد بالای مقادیر متناظر دبی و بارندگی متناظر روزانه حوزه و نیز عدم جداسازی آب پایه از مقادیر دبی عبوری رودخانه ارتباط داد، که در غیر این صورت می توان مقدار r^2 بیشتری بدست آورد. نتایج موجود در این مطالعه با نتایج کِرم، معماریان خلیل آباد، Sarangi و Bhallacharya(۵،۱۱،۱۳،۱۴). و نجفی نیسیانی هم خوانی دارد. بدیهی است که عوامل دیگری نظیر درصد پوشش گیاهی ، نوع سازندها و درزو شکاف آنها، خاک و پارامترهای ژئومرفولوژیکی تاثیر بس زایی در میزان رواناب جاری در آبراهه ها و رودخانه های حوزه دارد(۵) که می توانند به عنوان ورودی های مدل دقت برآوردها را افزایش دهند.

پیشنهادات

در این تحقیق پیشنهاد می گردد با انجام تحقیقات تکمیلی ، توسعه وسنجش توانایی های مدل در سایر حوزه های آبخیز کشور انجام گیرد. در خصوص انتقال اطلاعات به نحوه ی اتصال نرون ها به همدیگر و به عبارت دیگر معماری های متفاوت شبکه عصبی با ورودی های مورد استفاده و یا تغییر نوع و تعداد ورودی ها تحقیقات بیشتری صورت گیرد. تحقیقات بیشتری در زمینه مقایسه و کالیبره کردن روش های فیزیکی مورد استفاده در علوم منابع آب و مهندسی آب خیزداری با استفاده از مدل های شبکه ی عصبی صورت گیرد.

پاورقی‌ها

1 -Error Back - Propagation

2- Artificial Neural Network

3-Multi Layer Persepteron

منابع مورد استفاده

۱- بارانی ، غلامعباس (۱۳۸۱) پیش بینی دبی اوج با استفاده از شبکه عصبی (مطالعه موردی در رودخانه هلیل، ششمین سمینار مهندسی رودخانه ، دانشگاه شهید چمران اهواز بهمن ۸۱، ص ۴۷۹ الی۴۸۶.

۲- رضائی ، علی(۱۳۸۳) مدل سازی منطقه ای دبی های اوج زیر حوزه های آبخیز سفید رود با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی ، پایان نامه دکتری ، دانشگاه تهران.

۳- سلطانی ، سعید، سعید مرید(۱۳۸۱) مقایسه مدل های تفهیمی با شبکه عصبی مصنوعی در شبیه سازی باران- روا ناب ، ششمین سمینار مهندسی رودخانه ، دانشگاه شهید چمران اهواز بهمن ۸۱، ص ۱۰۸۵الی ۱۰۹۳.

۴- کارتاکوپولس ، استماتتیوس(۱۳۸۱) منطق فازی و شبکه های عصبی مصنوعی (مفاهیم وکاربردها)،مترجمان دکتر محمود جورابیان،رحمت الله هوشمند، چاپ اول، اهواز، دانشگاه شهید چمران، ص ۱ الی ۸۲.

۵- نجفی نیسیانی، نعیمه. حیدرپور، م. گلمائی، س. ح.(۱۳۸۴) برآورد بار رسوب معلق با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، دومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب، کرمان.

۶- میر باقری ،س. ا . رجائی ، ط. (۱۳۸۳) الف، تخمین بارمعلق رودخانه زهره با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، اولین کنگره بین المللی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف ، تهران .

۷- میر باقری ،س. ا . رجائی ، ط.(۱۳۸۳) ب، استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی و تخمین بارمعلق رودخانه ها ، اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب ایران ،دانشگاه تهران.

8–Cigizoglu.K.H.(2003) Estimation and Forecasting of daily suspended sediment data by multi-layer perceptrons. Advances in water resource, 27, 185-195

9-Hall, M.J. and A.W. Minns(1998) Regional flood frequency analysis using artificial neural networks .Hydroinformatics,98(2) :419-424.

10-Kummar, M., Raghuwanshi, N. S, Singh, R., Wallender, W. W. and Pruitt (2002)Estimating evapotranspiration using artificial neural network". Journal of Irrigation and Drainage Engineering.

11-Kerem, H. (2006a) Generalized regression neural network in modeling river sediment *yield, Advance in engineering Software*, vol. 37, 63-68.

12-Madsen, H., M.B.Butts, s.t .Khu and S. Y.liong (2000) Data *assimilation in rainfall – runoff forecasting*. 4th International conference on Hydro informatics, USA.

13-Memarian Khalilabad, H.,S.Zakikhani, S.Feiznia(2006) River *suspended Sediment yield investigation by MLP neural network* a case study of the Bar River , Neyshaboor, Iran, International symposium on sediment Dynamics and the Hydro morphology of Fluvial Systems, poster report Booklet, p.65-70,Dundee, Scotland.

14-Sarangi, A., Bhattacharya, A. K.(2005) Comparison of artificial neural network and regression models for sediment loss prediction from Banha Watershed in India". *Agricultural water management*, Vol. 78,195-208.

www.SID.ir