

گزارش فنی

مقدمه

یکی از روش‌های برآورد دبی اوج در حوزه‌های فاقد آمار، مدل شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد. نقطه ضعف شبکه‌های عصبی عدم وجود قانون تایید شده برای معماری شبکه آنها است [۵]. به طوری که معیار مناسبی برای تعیین تعداد لایه و تعداد نرون در لایه پنهان، نوع تابع فعال‌سازی برای لایه پنهان و لایه خروجی وجود ندارد و تنها راه حل برای رفع این مشکل استفاده از روش آزمون و خطا می‌باشد. بنابراین هدف از این پژوهش تعیین نوع تابع فعال‌سازی^۵ مناسب برای لایه خروجی و تعداد نرون مناسب برای لایه پنهان می‌باشد. حسینی [۲] مشخص نمود که شبکه عصبی پرسپترون سه لایه و تابع فعال‌سازی سیگموئیدی در لایه پنهان می‌تواند به نتایج خوبی در زمینه روندیابی سیلاب منجر گردد. رادمان [۳] نتیجه گرفت که تابع فعال‌سازی تانژانت هیپربولیک در مقایسه با تابع فعال‌سازی سیگموئیدی مقادیر پیک جریان را بهتر پیش‌بینی می‌کند. رضایی [۴] از شبکه عصبی با دو لایه مخفی با پنج نرون و یک لایه خروجی با تابع فعال‌سازی خطی به عنوان شبکه مناسب حوزه آبخیز سفیدرود استفاده نمود. باجلان [۱] شبکه چندلایه‌ای پیشخور پرسپترون با یک لایه پنهان از نرون‌های سیگموئیدی و یک لایه خروجی با تابع خطی را به عنوان شبکه مناسب تر انتخاب کرد. فتح‌آبادی [۶] برای لایه مخفی از تابع فعال‌سازی سیگموئیدی و برای لایه خروجی از تابع خطی استفاده نمود. اسد، شمس‌الدین و همکاران [۷] برای پیش‌بینی دبی از ۵ تابع فعال‌سازی نرون با نام‌های تابع لوجستیک، تابع دوقطبی، تابع تانژانت هیپربولیک و تابع آرک تانژانت استفاده نمودند. نتایج نشان داد که تابع لوجستیک مدل مناسب تر برای پیش‌بینی اجرای ترکیبی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی حوزه آبخیز طالقان تا محل ایستگاه آب‌سنجی گلینک با مختصات جغرافیایی $36^{\circ}51'20''$ و $36^{\circ}11'15''$ عرض شمالی و $50^{\circ}45'00''$ و $51^{\circ}11'22''$ طول شرقی می‌باشد که بخشی از سرشاخه‌های حوزه آبخیز سفیدرود است. ارتفاع متوسط منطقه 2734 متر از سطح دریا می‌باشد. مساحت منطقه مورد مطالعه $802/7$ کیلومتر مربع می‌باشد و متوسط بارندگی منطقه $697/2$ میلیمتر می‌باشد [۴].

تعیین بهترین تابع فعال‌سازی لایه خروجی در شبکه عصبی برای پیش‌بینی دبی اوج

مریم خسروی^۱، علی سلاجقه^۲، محمد مهدوی^۳، محسن محسنی ساروی^۴
 تاریخ دریافت: ۸۸/۰۷/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۸/۰۵

چکیده

یکی از روش‌های پیش‌بینی دبی اوج، استفاده از مدل جعبه سیاه از جمله شبکه عصبی مصنوعی است. نقطه ضعف شبکه‌های عصبی در جعبه سیاه، عدم وجود قانون تایید شده برای معماری شبکه آنها است، معیار مناسبی برای تعیین تعداد لایه و تعداد نرون در لایه پنهان، نوع تابع فعال‌سازی برای لایه پنهان و لایه خروجی وجود نداشته و تنها راه حل استفاده از روش آزمون و خطا می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون و با ثابت نگه داشتن نوع تابع فعال‌سازی برای لایه پنهان، نوع تابع فعال‌سازی در لایه خروجی برای دو زیرحوزه گنده و گلینک واقع در حوزه آبخیز طالقان بررسی گردید. ۲۰ درصد داده‌ها برای مرحله آزمایش، ۶۵ درصد برای مرحله آموزش و ۱۵ درصد برای مرحله اعتبارسنجی وارد نرم‌افزار مطلب شدند و دو تابع فعال‌سازی خطی و سیگموئیدی برای لایه خروجی انتخاب گردید. در هر دو ایستگاه، تابع خطی با داشتن کمترین RMSE برای لایه خروجی مناسب تشخیص داده شد و تعداد نرون مناسب در ایستگاه گنده پنج و در ایستگاه گلینک شش انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: شبکه عصبی، دبی اوج، طالقان، تابع فعال‌سازی و لایه پنهان

- ۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران mkhosravi.85@gmail.com
- ۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- ۳- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- ۴- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

جدول ۱- نتایج مربوط به تعیین تابع فعال سازی

ایستگاه	نوع تابع	RMSE ¹	MAE ²	AARE ³
گته ده	خطی	۰/۷۱	۰/۵۱	۳۹/۹۲
	سیگموئیدی	۲/۲۸	۱/۳۸	۱۹۵/۰۸
گلینک	خطی	۲۰/۴۶	۱۴/۸۵	۱۲۶/۰۱
	سیگموئیدی	۲۸/۴۲	۱۷/۲۶	۱۲۸/۱۱

روش پژوهش

۱- تعیین مرز زیرحوزه ها

دو ایستگاه گته ده و گلینک به ترتیب در سراب و خروجی حوزه آبخیز طالقان انتخاب شد و حوزه آبخیز بالادست ایستگاه گته ده و گلینک به صورت دو زیرحوزه تا محل ایستگاه ها مشخص شدند. برای هر کدام از زیرحوزه ها از ایستگاه بارانسنجی مربوط به خود زیرحوزه استفاده شد.

۲- شبکه عصبی پرسپترون سه لایه

شبکه عصبی مورد استفاده در این پژوهش از نوع پیشخور با الگوریتم پس انتشار خطا می باشد که بیشترین کاربرد را در مسایل آب شناختی دارد [۸ و ۹]. در این پژوهش با ثابت نگه داشتن تابع سیگموئیدی برای لایه پنهان تعداد نرون مناسب در این لایه و نوع تابع فعال سازی در لایه خروجی برای دو زیرحوزه گته ده و گلینک، واقع در حوزه آبخیز طالقان، مورد بررسی قرار گرفت. از بین توابع فعال سازی، دو تابع فعال سازی خطی و سیگموئیدی که بیشترین کاربرد را در مباحث آب شناختی دارند مورد مقایسه قرار گرفته و هر کدام از توابع که دارای کمترین RMSE است به عنوان بهترین تابع فعال سازی برای لایه خروجی جهت پیش بینی دبی اوج انتخاب شد. در هر دو ایستگاه ورودی ها شامل حداکثر دبی متوسط روزانه ماه قبل، بارش متناظر، بارندگی یک روز و پنج روز قبل، مجموع بارندگی پنج روز قبل و دمای میانگین هر ماه به ترتیب به مدل اضافه شدند، خروجی مدل دبی اوج بود. داده های نهایی به صورت تصادفی و با انتخاب ۲۰ درصد داده ها برای مرحله آزمایش (با توجه به آمار موجود برای ایستگاه گلینک ۵۲ سری داده و ایستگاه گته ده

۱۱ سری داده)، ۶۵ درصد برای مرحله آزمایش (ایستگاه گلینک ۱۶۹ سری و گته ده ۳۷ سری داده) و ۱۵ درصد برای مرحله اعتبارسنجی (ایستگاه گلینک ۳۸ سری و گته ده ۸ سری داده) به سه دسته کلی تقسیم شدند. برای انجام محاسبات از نرم افزار LAB7- MAT استفاده گردید. با استفاده از معیارهای ارزیابی در نظر گرفته شده، بهترین ورودی، تعداد نرون و تابع فعال سازی در هر ایستگاه تعیین شد.

بحث و نتیجه گیری

داده های مرحله تست برای پیش بینی دبی اوج در هر دو مدل مورد استفاده قرار گرفت. نتایج مربوط به تعیین تابع فعال سازی در هر دو ایستگاه در جدول (۱) آمده است.

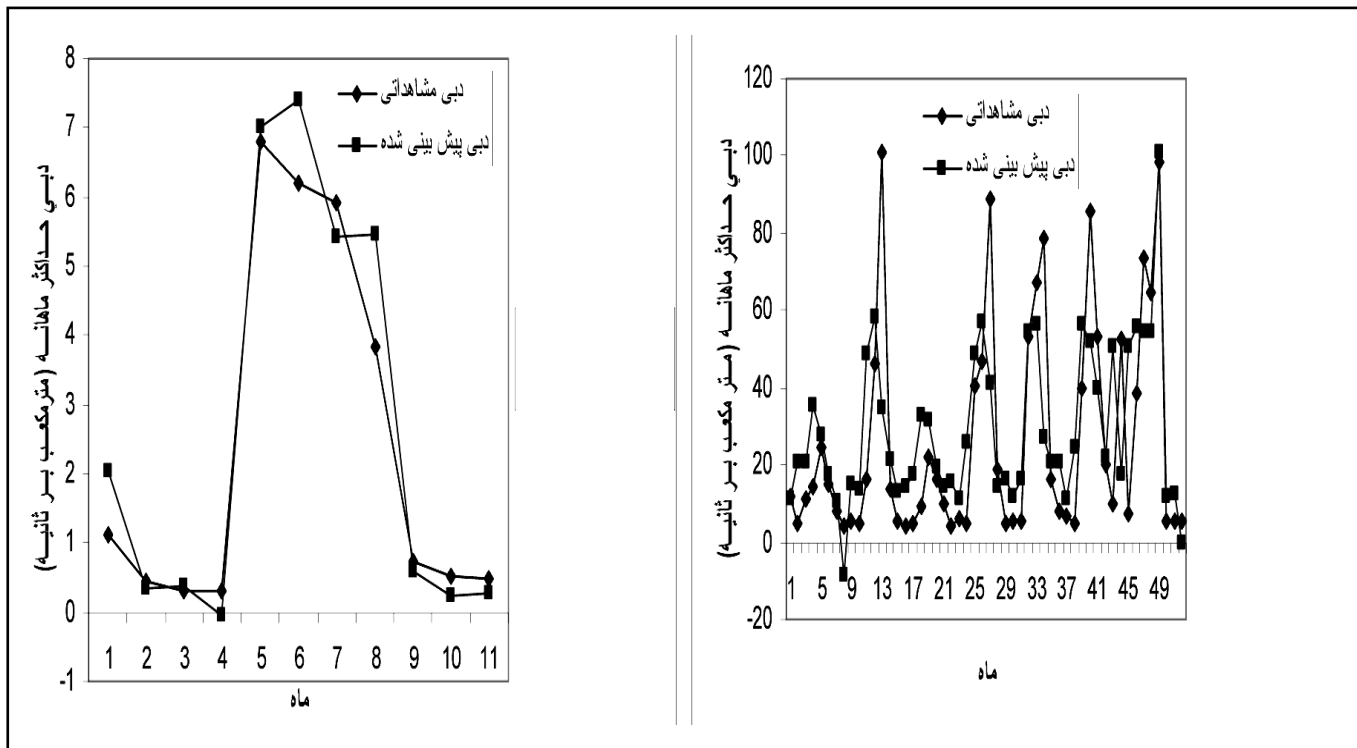
در ایستگاه گته ده شبکه با سه ورودی دبی حداکثر ماه قبل، بارندگی همان روز و پنج روز قبل، پنج نرون در لایه مخفی و تابع فعال سازی خطی با مقدار RMSE ۰/۷۱ به عنوان بهترین مدل انتخاب شد. در ایستگاه گلینک شبکه با دو ورودی دبی حداکثر ماه قبل و بارندگی همان روز، شش نرون در لایه مخفی و تابع فعال سازی خطی با مقدار RMSE ۲۰/۴۶ به عنوان بهترین مدل انتخاب شد. شکل (۱) به ترتیب روند تغییرات دبی اوج در ایستگاه گته ده و گلینک مربوط به تابع فعال سازی مناسب تر را نشان می دهد.

در ایستگاه گته ده، ورودی های مناسب شامل دبی حداکثر ماه قبل، بارندگی همان روز و پنج روز قبل و در ایستگاه گلینک شامل دبی حداکثر ماه قبل و بارندگی همان روز می باشد. از آنجا که زیرحوزه گته ده در قسمت سراب حوزه قرار دارد دارای آب و هوای سردتری نسبت به خروجی حوزه داشته و بارندگی پنج روز قبل به افزایش رطوبت خاک کمک کرده اما در زیرحوزه گلینک با توجه به مساحت بیشتر دارای نفوذپذیری بیشتری بوده به طوری که

1- rote mean square error

2- mean arbitrary error

3- average arbitrary relation error



شکل ۱- روند تغییرات دبی اوج مربوط به تابع خطی در ایستگاه گته‌ده و گلینک از چپ به راست

کنفرانس هیدرولیک ایران. دانشکده مهندسی دانشگاه شهید باهنر کرمان. ص ۸۸۵-۸۷۷.

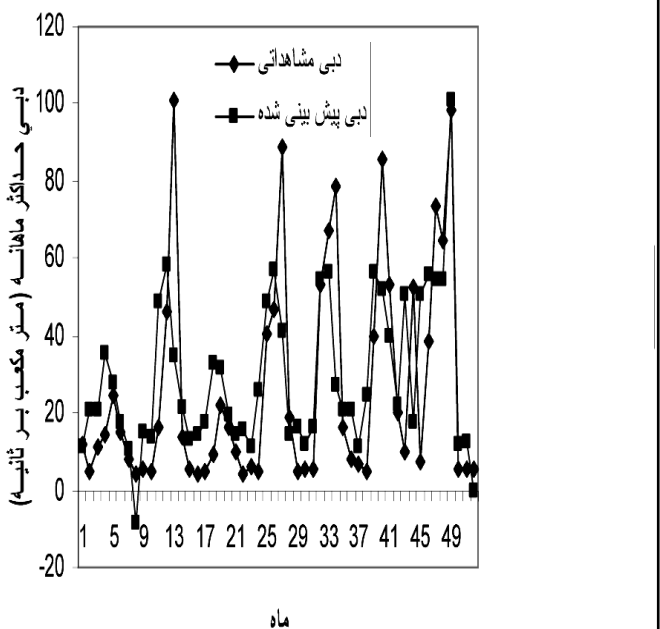
۲- حسینی، س.م. ۱۳۸۱. کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در روندیابی متمرکز سیلاب. نشریه دانشکده مهندسی. سال چهاردهم، شماره دوم. ص ۱۵۷-۱۴۱.

۳- رادمان، ر. ۱۳۸۲. پیش‌بینی جریان رودخانه به کمک مدل شبکه عصبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علم و صنعت ایران. دانشکده مهندسی عمران. ۱۴۷ ص.

۴- رضایی، ع. ۱۳۸۳. مدل‌سازی منطقه‌ای دبی‌های اوج زیرحوزه‌های آبخیز سد سفیدرود با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. پایان‌نامه دکتری. دانشگاه تهران. دانشکده منابع طبیعی. ۱۴۱ ص.

۵- رضایی، ع. ۱۳۸۶. مدل‌سازی منطقه‌ای دبی‌های اوج در زیرحوزه‌های آبخیز سد سفیدرود با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم. شماره اول (الف). ص ۳۹-۲۵.

۶- فتح‌آبادی، ا. ۱۳۸۶. پیش‌بینی دبی رودخانه به روش‌های نورو-فازی و تحلیل سری‌های زمانی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. دانشکده منابع طبیعی. ۱۲۶ ص.



قسمت بیشتر بارندگی نفوذ کرده و یا تبخیر شده است و تأثیر چندانی در تشکیل دبی اوج نداشته است. در ایستگاه گته‌ده سه نرون در لایه ورودی، پنج نرون در لایه پنهان و یک نرون در لایه خروجی و در ایستگاه گلینک دو نرون در لایه ورودی، شش نرون در لایه پنهان و یک نرون در لایه خروجی بهترین ساختمان شبکه بوده است. عملکرد شبکه در ایستگاه گته‌ده بهتر از ایستگاه گلینک می‌باشد. پراکنش بارندگی و ویژگی‌های آن می‌تواند در این زمینه نقش داشته باشند. در زیرحوزه گلینک تأثیرات جمععی روندیابی سیل سبب کاهش عملکرد در پیش‌بینی دبی اوج شده است. در هر دو ایستگاه، تابع فعال‌سازی خطی با داشتن RMSE کمتر بهتر از تابع سیگموئیدی است. بنابراین تابع فعال‌سازی خطی برای پیش‌بینی دبی پیشنهاد می‌گردد. با مطالعه سایر پژوهش‌ها می‌توان به این نتیجه رسید که با توجه به منطقه مورد پژوهش و داده‌های مورد استفاده، تعداد نرون‌ها و نوع تابع فعال‌سازی متفاوت می‌باشد.

منابع

۱- باجلان آ. محمودیان شوشتری. م. اولی پور، م. ۱۳۸۴. پیش‌بینی رواناب ماهانه با شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و مقایسه آن با نتایج روش‌های تجربی در حوزه آبخیز کسلیان. پنجمین

(Eds.), Artificial neural networks in hydrology, Published by KluwerAcademic, USA.

9- Jankowski, N. and Duch. W. 2001. Optimal transfer function neural networks. ESANN'2001 Proceedings, Europeansymposium on artificial neural networks, Bruges (Belgium), D-Facto Public. ISBN 2-930307-01-3: 101-106.

7- Shamseldin, A.Y. Nastr, A.E. and o'Connor, k.M. 2002. Comparison of different forms of the Multi-layer Feed-Forward Neural Network method used for river flow forecasting. Hydrology and Earth System Sciences, 6(4), 671-684.

8- Deo, M. C. and Thirumalayah. K. 2000. Real time forecasting using neural networks. PP. 53-72. In: R. S.Govindaraju and A. Ramachandra Rao

*Abstract (Technical Note)***Determination of the Best Output Layer Activation Function in Neural Network for Forecasting Peak Discharge**M. Khosravi¹, A. Salajegheh², M. Mahdavi³ and M. Mohseni Saravi⁴

One of the methods to forecast peak discharge among black box method is artificial neural network. Lack of emphatic regulation to architect network is one of disadvantages in neural networks. There is not a suitable criterion to determine number of layer and number of neuron in hidden layer, type of activation function for hidden and output layers and assay and error method is the only solution. In this research, numbers of suitable neurons in this layer and activation function type in output layer for two sub basin, Gatehdeh and Gelinak, situated in Taleghan basin were investigated by perception neural network with three layers and preservation of type of activation function for hidden layer. 20 percentage data for testing stage, 65 percentage data for training stage and 15 percentage data for validation stage were entered in MATLAB software and sigmoid and linear activation functions with the most application in hydrologic subjects were selected for output layer. Linear function with less RMSE in both stations recognized suitable and the numbers of adequate neurons in Gatehdeh and Gelinak stations were five and six neurons, respectively.

Keywords: *Neural Network, peak Discharge, Taleghan, Activation Function, Hidden layer*

1- M.Sc. of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Tehran University.
mkhosravi.85@gmail.com

2- Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Tehran University.

3- Professor, Faculty of Natural Resources, Tehran University.

4- Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Tehran University.