تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال نهم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۲
Volume 9, No. 1, Spring & Summer 2013 (IR-WRR)
۹۶-۱۰۰

یادداشت فنی

پیش‌بینی دبی اوج در نقاط پایین‌دست با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های بالادست به کمک شبکه عصبی (مطالعه موردی: طالقان)

مریم خسروی [۱*] و علی سلاجقه [۲]

چکیده

در برخی موارد ممکن است ایستگاه هیدرومتری پایین‌دست منطقه به دلایلی تخریب شده باشد و دانستن دبی در پایین‌دست منطقه ضرورت داشته باشد، در این مواقع می‌توان با استفاده از اطلاعات موجود و یا داده‌های ایستگاه‌های بالادست، دبی در ایستگاه پایین‌دست را پیش‌بینی کرد. در این تحقیق دبی اوج در ایستگاه گلینک واقع در خروجی حوزه آبخیز طالقان با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در دو حالت پیش‌بینی شده است. در حالت اول از آمار گذشته ایستگاه، شامل دبی‌های متوسط حداکثر روزانه و بارش‌های متناظر، یک روز و پنج روز قبل، مجموع بارندگی پنج روز و دمای میانگین ماهانه استفاده شد و در حالت دوم آمار فوق‌الذکر در واحدهای هیدرولوژیک گتهده، مهران، علیزان و جوستان و همچنین پارامترهای فیزیوگرافی مساحت، ارتفاع متوسط، طول آبراهه اصلی و شیب متوسط نیز به مدل افزوده شدند. نوع شبکه مورد استفاده شبکه عصبی پیشخور دو لایه با الگوریتم پس‌انتشار بود که داده‌ها طی سه مرحله آموزش، اعتبارسنجی و تست گردیدند. نتایج حاکی از آن است که پیش‌بینی دبی اوج با استفاده از ایستگاه‌های بالادست و پارامترهای فیزیوگرافی بهتر از پیش‌بینی دبی با استفاده از اطلاعات سال‌های قبل در پایین‌دست ایستگاه می‌باشد.

کلمات کلیدی: ایستگاه پائین دست، دبی اوج، شبکه عصبی، طالقان.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۶ خرداد ۱۳۹۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۷ اسفند ۱۳۹۰

۱- دانش آموخته کارشناسی‌ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲ - دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران و عضو قطب علمی مدیریت پایدار حوزه‌های آبخیز، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
*- نویسنده مسئول

Technical Note

Peak Discharge forecast in the Downstream Station Using the Upstream Stations By Neural Network (Case Study: Taleghan)

M. Khosravi [1] and A. Salajegheh [2]*

Abstract

In cases that the gauging station in the downstream is destroyed for some reasons, and it is necessary to know the stream flow in the downstream, it is possible to forecast stream flow in the downstream station using the available data in the upstream station. In this research, the peak discharge of Gelinak station has been forecasted at outlet of the Taleghan watershed using artificial neural network in two states. In the first state, historic data of the Gelinak station including the maximum daily mean discharges, corresponding rainfall, one day antecedent rainfall and five days antecedent rainfall, sum of the five days antecedent rainfall and monthly mean temperature. In the second state, these data for the hydrologic units of Gatehdeh, Mehran, Alizan, Joestan were extracted and the physiographic parameters area, average height, main waterway length, and the average river slope were added into the artificial Neural Network model. The model is feed forward with two layers and the back-propagation algorithm. Data were trained, validated, and tested in three stages. Results showed that the forecast of peak discharge using the upstream station and the physiographic parameters are better than the peak discharge forecast using data from the last year in the downstream station.

Keywords: Artificial Neural Network, Peak Discharge, Taleghan.

Received: June 06, 2011
Accepted: February 26, 2012

1- M.Sc. graduate in Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Email: mkhosravi.85@gmail.com
2- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
*- Corresponding Author

۱- مقدمه

با وقوع هر بارش بیشتر رواناب ایجاد شده در مناطق بالادست به دلیل داشتن شیب و ارتفاع زیاد در مناطق کوهستانی به سمت دامنه و مناطق پایین‌دست جاری می‌شود از طرفی دامنه کوه‌ها محل سکونت و انجام فعالیت‌های انسانی است، بنابراین دانستن مقدار دبی ایجاد شده در این مناطق برای استفاده بهینه از دامنه‌ها و جلوگیری از خسارات احتمالی ناشی از سیلاب ایجاد شده امری ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق از مدل شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد که امروزه این روش در بسیاری از نقاط دنیا در حال اجرا و آزمون می‌باشد.

Karunaithi (1994) جریان روزانه را در پایین دست رودخانه به وسیله شبکه عصبی و با استفاده از جریان‌های مشاهده شده ایستگاه‌های بالادست و پایین دست پیش‌بینی نمود. Markus and et al. (1995) با استفاده از ANNs[1] با الگوریتم BP[2] جریان ماهانه رودخانه را پیش‌بینی کرد. Smith and Eli (1995) از یک شبکه عصبی مصنوعی پس انتشار برای پیش بینی دبی اوج و زمان تا اوج ناشی از یک واقعه منفرد بارش استفاده کرد. Muttiah and et al. (1997) از اطلاعات حوزه زهکش، ارتفاع، شیب متوسط و بارندگی متوسط سالانه برای پیش‌بینی دبی اوج ۲ ساله حوزه آبخیز استفاده کرد. Zhu and et al. (1999) بالاترین و پایین ترین پهنه هیدروگراف سیل را بر مبنای بارش و داده‌های سیلاب قبل پیش‌بینی نمودند.

Han (2002) در منطقه‌ای کوه‌پایه‌ای در شمال کارولینا با استفاده از سه ایستگاه (یک ایستگاه در بالادست و دو ایستگاه در پایین دست) دارای آمار بارندگی و رگبار به پیش‌بینی جریان در پایین‌دست رودخانه پرداخت. نتایج، عملکرد مدل شبکه عصبی را هم در پیش‌بینی جریان‌های پایین و هم بالا خوب نشان داد. Ni and Xue (2003) از ANN[3] بر اساس تابع پایه شعاعی (RBF)[4] برای رتبه‌بندی خطر سیلاب در ۵ منطقه محافظت شده استفاده کردند.

Tienfuan and Lee (2006) از شبکه عصبی مصنوعی پس انتشار برای پیش بینی دبی سیل (با استفاده از اطلاعات ایستگاه بالادست) در ایستگاه پایین دست رودخانه Kaoping که فاقد آمار بود، استفاده کرد. نتایج نشان داد که مدل شبکه عصبی دارای عملکرد بهتری نسبت به روش ماسکینگام است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه حوزه آبخیز طالقان تا محل ایستگاه هیدرومتری گلینک در خروجی حوزه با مختصات جغرافیایی بین "۲۰ '۵ °۳۶ و "۱۵ '۱۱ °۳۶ عرض شمالی و "۰۰ '۴۵ °۵۰ و "۲۲ '۱۱ °۵۱ طول شرقی می‌باشد که بخشی از سرشاخه‌های حوزه آبخیز سفیدرود است. ارتفاع متوسط منطقه ۲۷۳۴ متر از سطح دریا می‌باشد. مساحت منطقه مورد مطالعه ۸۰۲ کیلومترمربع می باشد. ویژگی کلی توپوگرافی منطقه کوهستانی بودن آن است و متوسط بارندگی منطقه ۶۹۷ میلیمتر می‌باشد. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

شکل ۱- موقعیت زیرحوزه‌های آبخیز طالقان‌رود

۳- روش تحقیق

ابتدا منطقه مورد مطالعه به ۵ واحد هیدرولوژیک دارای ایستگاه هیدرومتری تفکیک گردید. در مرحله اول دبی اوج در ایستگاه گلینک با استفاده از آمار مربوط به سال‌های گذشته ایستگاه پیش‌بینی شد. در مرحله دوم با استفاده از چهار ایستگاه بالادست دبی اوج در ایستگاه گلینک (خروجی حوزه) پیش‌بینی گردید. با استفاده از آمار تهیه شده از سازمان تحقیقات منابع آب کشور، پارامترهای مورد نیاز تحقیق استخراج شد. خصوصیات فیزیوگرافی هر زیرحوزه با استفاده از نقشه رقومی شده در محیط نرم‌افزار ArcGIS به دست آمد. داده‌های نهایی به صورت تصادفی و با انتخاب ۲۰ درصد داده‌ها برای مرحله تست، ۶۵ درصد برای مرحله آزمایش و ۱۵ درصد برای مرحله اعتبارسنجی به سه دسته کلی تقسیم شدند. برای انجام محاسبات از نرم‌افزار MATLAB استفاده شد.

۳-۱- استفاده از مدل شبکه عصبی پیشخور

بر مبنای یافته‌های Deo and Thirumalayah در سال ۲۰۰۰ و

Jankowski and Duch در سال ۲۰۰۱ و پس از بررسی و تحقیق مشخص شد که شبکه عصبی از نوع پیشخور با الگوریتم پس‌انتشار خطا بیشترین کاربرد را در مسائل هیدرولوژی دارد بنابراین این نوع شبکه در تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. در این مطالعه از معیارهای ارزیابی ضریب همبستگی R و ریشه میانگین خطا RMSE استفاده شد.

۳- نتایج

در حالت اول ورودی‌ها شامل حداکثر دبی متوسط روزانه ماه قبل (Qn-1)، بارش متناظر (P0)، بارندگی یک روز (P1) و پنج روز قبل (P5)، مجموع بارندگی پنج روز قبل (Ps) و دمای میانگین هر ماه (t) به ترتیب به مدل اضافه شدند. در حالت دوم به منظور پیش‌بینی دبی اوج با استفاده از اطلاعات ایستگاه‌های بالادست و پارامترهای ذکرشده مدل مناسب‌تر انتخاب و سپس پارامترهای فیزیکی حوزه شامل مساحت (A)، شیب (S)، ارتفاع (H) و طول آبراهه اصلی (L) به این مدل افزوده شدند.

در حالت اول هفت مدل به شرح جدول شماره ۱ داشتیم که مدلی که کمترین RMSE[۵] را داشت به عنوان مدل مناسب انتخاب شد. در حالت دوم هفت مدل حالت اول با استفاده از اطلاعات ایستگاه‌های بالادست آموزش داده شد و بعد از انتخاب مدل مناسب‌تر با داشتن RMSE کمتر پارامترهای فیزیوگرافی به این مدل اضافه شدند (جدول ۲).

شکل‌های ۱ و ۲ روند تغییرات دبی اوج و دیاگرام پراکنش مربوط به داده‌های تست در هر دو حالت را نشان می‌دهد. جدول ۳ نتایج حاصل از این تحقیق را نشان می‌دهد.

اطلاعات جدول ذیل گویای این است که در حالت اول مدل با دو ورودی و در حالت دوم مدل با هشت ورودی با داشتن کمترین RMSE به عنوان بهترین شبکه انتخاب شدند. با توجه به معیارهای ارزیابی مشاهده شده ملاحظه می‌گردد که در حالت دوم که از آمار ایستگاه‌های بالادست و خصوصیات فیزیکی زیرحوزه‌ها استفاده شده است مقدار R افزایش و RMSE کاهش یافته که به ترتیب برابر ۰/۷۶ و ۱۹/۶۷ می‌باشد بنابراین مدل شبکه عصبی در این حالت با داشتن خطای کمتر، عملکرد بهتری داشته است.

۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق پیش‌بینی دبی اوج برای ایستگاه گلینک در دو حالت انجام شد. در حالت اول با استفاده از آمار سال‌های گذشته و در حالت دوم با استفاده از چهار ایستگاه بالادست دبی اوج در ایستگاه گلینک پیش‌بینی گردید. از آنجا که شبکه عصبی در پیش‌بینی دبی در حالت دوم عملکرد بهتری را نشان می‌دهد این اطمینان حاصل می‌شود که پیش‌بینی دبی در پایین‌دست حوزه با استفاده از اطلاعات موجود در بالادست امکان‌پذیر است.

علاوه بر این افزودن پارامترهای فیزیوگرافی زیرحوزه‌ها به مدل سبب کاهش خطای مدل شده است که نشان‌دهنده تأثیر این عوامل بر روی دبی اوج می‌باشد.

پی نوشت‌ها

1- Artificial neural networks
2- Back-propagation
3- Artificial neural network
4- Radial basis function
5- Root Mean Square Deviation

جدول ۱- ترکیب ورودی‌های مختلف برای حالت اول

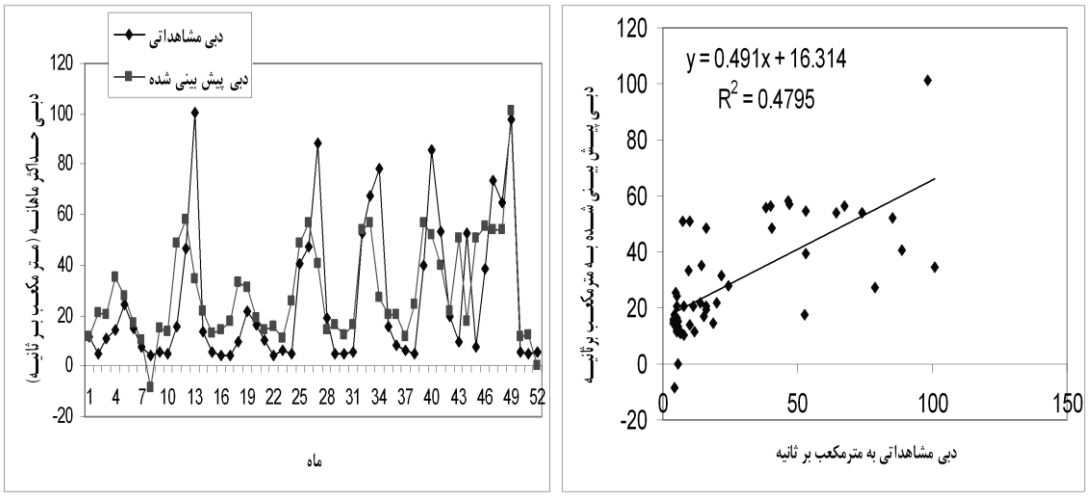
نوع مدل	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴	مدل ۵	مدل ۶	مدل ۷
نوع ورودی	Qn-1	Qn-1, P0	Qn-1, P0, P1	Qn-1, P0, P1,P5	Qn-1, P0, P1, P5, t	Qn-1, P0, Ps	Qn-1, P0, Ps, t
RMSE	۲۶/۹۶	۲۰/۴۶	۳۰/۹۹	۵۵/۵۶	۳۷/۳۲	۲۲/۷۳	۳۸/۲۱

جدول ۲- ترکیب ورودی‌های مختلف برای حالت دوم

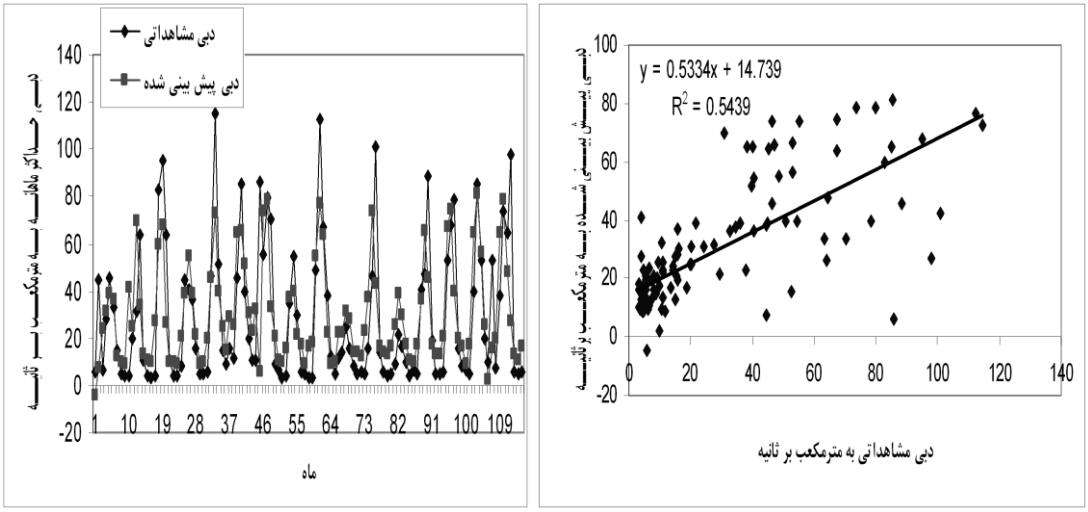
نوع مدل	نوع ورودی	RMSE
مدل ۱	Qn-1, P0, Ps, t	۲۲/۷۳
مدل ۲	Qn-1, P0, Ps, t, A, L, H, S	۱۹/۶۷

جدول ۳- مقایسه پیش‌بینی دبی اوج در هر دو حالت

خروجی حوزه	R	RMSE
حالت اول	۰/۶۹	۲۰/۴۶
حالت دوم	۰/۷۶	۱۹/۶۷



شکل ۲- روند تغییرات دبی اوج و دیاگرام پراکنش مربوط به داده‌های تست حالت اول



شکل ۳- روند تغییرات دبی اوج و دیاگرام پراکنش مربوط به داده‌های تست در حالت دوم

۷- مراجع

Jankowski, N. and Duch. W. (2001). *Optimal transfer function neural networks*. Proceedings, European symposium on artificial neural networks, Belgium, D-Facto Public, pp. 101-106.

Karunaithi, N., Crenny, J.W., Whitley, D. and Bovee, K. (1994). Neural networks for River flow prediction. *Journal of Computing in Civil Engineering*. 8(2), pp. 201-219.

Markus, M., Salas, J.D. and Shin, H.K. (1995). Predicting stream flows based on neural networks. Proceedings of the first International Conference on Water Resources Engineering. *ASCE*, pp. 1641-1646.

Muttiah, R.S., Srinivasan, R. and Allen, P.M. (1997). Prediction of two year peak stream discharges using

Sajjad, A. and Simonovic, S.P (2005). An artificial neural network model for generating hydrograph from hydro-meteorological parameters. *Journal of Hydrology*, 315(1-4), pp. 236–251.

Deo, M.C. and Thirumalayah. K. (2000). real time forcasting using neural networks. In: R. S.Govindaraju and A. Ramachandra Rao (Eds.), Artificial neural networks in hydrology, Published by KluwerAcademic, USA. pp. 53-72.

Han, J. (2002). *Application of artificial neural networks for flood warning system*. A dissertation submitted to the graduate faculty of the North Carolina State University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. Raleigh, North Carolina.151 p.

Tienfuan, K. and Lee. C.S. (2006). Neural networks forecasting of flood discharge at an unmeasured station using river upstream information. Advances in Engineering Software. 37(8), pp. 533–543.

Zhu, M., Fajita, M. and Hashimoto, N. (1999). Application of neural networks to runoff prediction. In: Hipel, K.W. t al. (ED). Stochastic & statistical method in Hydrology & Environmental Engineering, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 205-216.

neural networks. *Journal of Hydrology*. 33(3), pp. 625-630.

Ni, J.R. and Xue, A. (2003). Application of artificial neural network to the rapid feedback of potential ecological risk in flood diversion zone. Engineering Application of artificial Intelligence, pp. 105-119.

Smith, J. and Eli, R.N. (1995). Neural-network models of rainfall-runoff. *Journal of Water Resources Planning & Management*. 121(6), pp. 499-508.