پيش‌بيني سيل با استفاده از شبكه عصبي مصنوعي و رگرسيون چندمتغيره غيرخطي (مطالعه موردي: طالقان)

مريم خسروي*[۱]، علي سلاجقه[۲]، محمد مهدوي[۳] و محسن محسني‌ساروي[۴]
[۱] كارشناسي‌ارشد آبخيزداري، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[۲] دانشيار دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[۳] استاد دانشكده علوم فنون دريايي، دانشگاه آزاد اسلامي، واحد تهران شمال، ايران
[۴] استاد دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
(تاريخ دريافت: ۸۸/۸/۷، تاريخ تصويب: ۸۹/۱۰/۲۸)

چكيده

با توجه به كمبود ايستگاه‌هاي اندازه‌گيري در كشور، لزوم استفاده از مدل‌هاي تجربي برآورد دبي حداكثر لحظه‌اي بسيار ضروري است. در اين پژوهش از دو مدل شبكه عصبي و رگرسيون چندمتغيره غيرخطي براي پيش‌بيني دبي اوج در حوزة آبخيز طالقان استفاده گرديد. با استفاده از آمار دبي‌هاي متوسط حداكثر روزانه و بارش‌هاي متناظر، يك روز قبل و پنج روز قبل و مجموع بارندگي پنج روزه و همچنين دماي ميانگين ماهانه در واحدهاي هيدرولوژيك گته‌ده، مهران، عليزان، جوستان و گلينك (به ترتيب از قسمت سراب به سمت پاياب) استخراج و به عنوان ورودي وارد مدل شبكه عصبي شدند. نوع شبكه مورد استفاده شبكه عصبي پيشخور با يك لايه مخفي با الگوريتم پس‌انتشار بود كه با استفاده از داده‌ها مذكور، مدل طي سه مرحله آموزش، اعتبارسنجي و آزمون شد. دبي‌هاي اوج مشاهده‌اي و پيش‌بيني شده در هر دو مدل بر اساس معيار ارزيابي RMSE و r مورد مقايسه قرار گرفت. نتايج نشان دهندة عملكرد بهتر شبكه عصبي نسبت به رگرسيون چندمتغيره غيرخطي است.

واژه‌هاي كليدي: شبكه عصبي، دبي اوج، طالقان، رگرسيون چندمتغيره غيرخطي، RMSE، مدل

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۲۶-۳۲۲۴۹۳۱۳ فاكس: ۰۲۶-۳۲۲۴۹۳۱۳ E-mail: mkhosravi_81@yahoomail.com

مقدمه

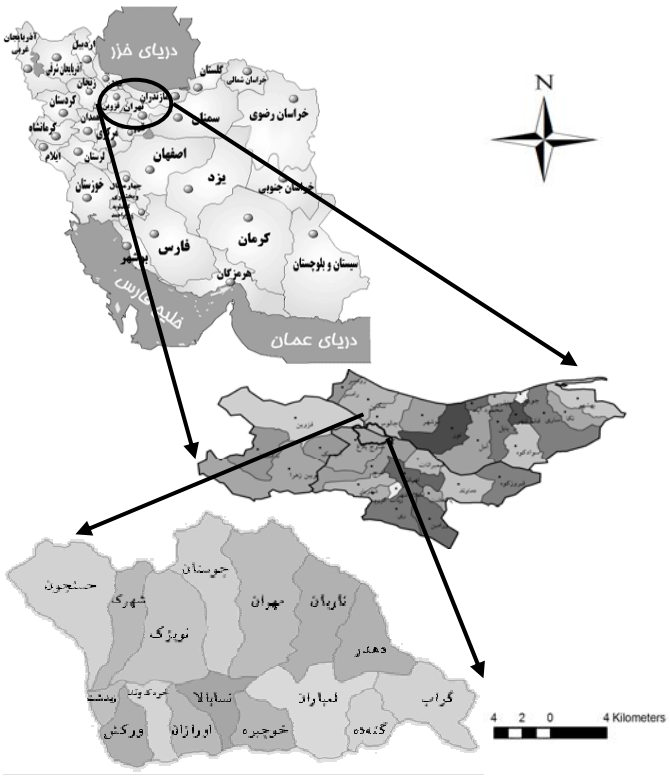
سيل يكي از پديده‌هاي موجود در طبيعت است كه از ديرباز، بشر شاهد وقوع آن مي‌باشد. در ايران نيز به‌دليل وسعت زياد، اقليم‌هاي مختلف و تغييرهاي زماني و مكاني بارش‌ها در بيشتر حوزه‌هاي آبخيز، همه ساله شاهد سيلاب‌هاي عظيمي در اكثر مناطق كشور مي‌باشيم كه بسياري از آنها، خسارات جاني و مالي فراواني را به بار مي‌آورند (Mahdavi, 1998). امروزه يكي از ابزارها و روش‌هاي مطرح در مقابله با پديده سيل كه در برخي از كشورهاي جهان رايج گشته، سيستم‌هاي پيش‌بيني و هشدار سيل مي‌باشد كه تجارب دهه‌هاي اخير در اين كشورها، نشان داده كه با اجرا و طراحي صحيح اين سيستم‌ها، مي‌توان خسارات جاني و مالي ناشي از سيل را به ميزان چشم‌گيري كاهش داد (Memari *et al.*, 2008). برآورد دبي اوج براي اين منظور امري اجتناب‌ناپذير است. روش‌هاي مختلفي براي برآورد اين پارامتر وجود دارد اما بيشتر روش‌هاي تجربي داراي ضرايب مربوط به همان منطقه بوده كه موجب شده است استفاده از اين رابطه‌ها در مناطق ديگر ناكارآمد و يا داراي دقت پايين باشد. بنابراين كارشناسان به دنبال روش‌هايي بودند تا بتوانند با استفاده از پارامترهاي متغير و بدون تنظيم ضرايب فرمول‌ها براي منطقه موردنظر دبي‌هاي اوج را پيش‌بيني كنند. يكي از اين روش‌ها مدل‌هاي جعبه سياه است كه داراي انعطاف‌پذيري بالايي مي‌باشد. شبكه عصبي مصنوعي (ANN) يكي از اين نوع مدل‌ها است.

بيشتر پژوهش‌ها انجام شده در زمينه برآورد سيلاب، بهترين معادله براي پيش‌بيني دبي را غيرخطي معرفي كرده‌اند كه به مواردي از اين پژوهش‌ها كه در ايران و جهان انجام شده است اشاره مي‌گردد. (Reigz, 1982) مدل‌هاي غيرخطي سيلاب منطقه‌اي را براي حوزة آبخيز اسنوهوميش و دوره هاي بازگشت ۲، ۲۵ و ۵۰ سال ارائه نموده است. (Karunaithi, 1994) جريان روزانه را در پايين‌دست رودخانه به وسيله شبكه عصبي و با استفاده از جريان‌هاي مشاهده شده ايستگاه‌هاي بالادست و پايين دست پيش‌بيني نمود. مقايسه مدل شبكه عصبي و مدل تواني غيرخطي صحت و كارايي بيشتر مدل شبكه عصبي را نسبت به مدل توانی نشان داد. (Elshorbaghy *et al.*, 2000) براي پيش‌بيني رواناب بهاره از شبكه عصبي مصنوعي استفاده كرد و نتيجه پژوهش را با رگرسيون‌هاي خطي و غيرخطي مقايسه كرد، نتايج عملكرد برتر شبكه عصبي را نشان دادند. (Abbasizadeh, 2004) در روش گروه‌بندي شاخص سيلاب معادلات غيرخطي را به عنوان بهترين معادلات معرفي كرده است. (Kerem Cigizoglu, 2004) براي پيش‌بيني رسوب معلق روزانه، برتري روش شبكه عصبي را نسبت به روش رگرسيوني به اثبات رساند. (Dawson *et al.*, 2006) به اين نتيجه رسيدند كه عملكرد شبكه عصبي نسبت به روش رگرسيون چندگانه بهتر است. (Akbarpour & Hamedeftekhar, 2007) عملكرد مدل‌هاي شبكه عصبي و رگرسيون را در پيش‌بيني آورد رسوب حوزة اهرچاي آذربايجان شرقي بررسي كردند. نتايج اين پژوهش نشان داد كه مدل شبكه عصبي پرسپترون چندلايه با ضريب همبستگي ۰/۸، راندمان مدل ۰/۷ و مجموع مربعات خطا ۰/۵۵ در مقايسه با مدل رگرسيوني از كارايي بهتر و دقت بالايي برخوردار است. (Hassanpour Kashani *et al.*, 2007) شبكه پرسپترون چندلايه و نوعي رگرسيون چندمتغيره جديد را براي برآورد سيل در ايستگاه‌هاي فاقد آمار با استفاده از اطلاعات فيزيكي و اقليمي منطقه به‌كار برد، پژوهش‌ها دقت بيشتر شبكه عصبي را نشان دادند. در بيشتر پژوهش‌ها انجام شده شبكه عصبي با روش رگرسيون خطي مقايسه شده است اما از آنجا كه شبكه عصبي خود يك رابطه غيرخطي است در اين پژوهش مدل شبكه عصبي با مدل رگرسيوني غيرخطي مقايسه خواهد شد.

مواد و روش‌ها

موقعيت منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه حوزه آبخيز طالقان تا محل ايستگاه هيدرومتري گلينك با مختصات جغرافيايي "۲۰ '۵ °۳۶ و "۱۵ '۱۱ °۳۶ عرض شمالي و "۰۰ '۴۵ °۵۰ و "۲۲ '۱۱ °۵۱ طول شرقي مي‌باشد كه بخشي از سرشاخه‌هاي حوزه آبخيز سفيدرود است. ارتفاع متوسط منطقه ۲۷۳۴ متر از سطح دريا و مساحت منطقه مورد مطالعه ۸۰۲/۷ كيلومترمربع مي باشد. ويژگي كلي توپوگرافي منطقه كوهستاني بودن آن است. منطقه مورد پژوهش داراي آب و هواي نيمه‌خشک سرد و فراسرد بوده و متوسط بارندگي منطقه ۶۹۷/۲ ميليمتر مي‌باشد. شكل ۱ موقعيت منطقه مورد مطالعه را نشان مي‌دهد.



شكل ۱- موقعيت حوزه‌آبخيز طالقان بر روي نقشه ايران

روش پژوهش

مراحل انجام كار به شرح زير خلاصه مي‌شود:

- واحدهاي هيدرولوژيك

ابتدا بر پاية وجود ۵ ايستگاه هيدرومتري منطقه مورد مطالعه به ۵ واحد هيدرولوژيك تفكيك گرديد. ضمنا تمامي اين واحدها داري ايستگاه‌هاي هواشناسي هستند كه داده‌هاي متناظر با دبي آنها استخراج و مورد استفاده قرار گرفته است.

- جمع‌آوري و آماده‌سازي داده‌ها و اطلاعات

با استفاده از آمار (طول دوره آماري ۱۳۸۳-۱۳۴۵ مي‌باشد) دبي، بارش و دماي به دست آمده از سازمان پژوهش‌ها منابع آب كشور، دبي حداكثر همان ماه، بارش متناظر، بارندگي يك روز ، پنج روز قبل و مجموع بارندگي پنج روز قبل، دبي حداكثر ماه قبل و دماي ميانگين هر ماه استخراج شد. به طوري كه در هر زيرحوزة از آمار بارش مربوط به ايستگاه هواشناسي مربوط به همان زيرحوزة استفاده شد. با توجه به اين كه بيشتر بارش منطقه در فصل زمستان و بهار است و هدف از اين پژوهش پيش‌بيني دبي‌هاي بيشينه است و بيشترين دبي‌هاي اوج نيز در اين فصل‌ها اتفاق مي‌افتند از دبي اوج مربوط به ماه‌هاي اين فصل‌ها استفاده گرديد. ويژگي‌هاي فيزيوگرافي منطقه شامل مساحت، طول آبراهه اصلي، ارتفاع و شيب متوسط هر زيرحوزة با استفاده از نقشه رقومي شده در محيط نرم‌افزار ArcGIS به دست آمد. داده‌هاي نهايي با انتخاب ۲۰ درصد داده‌ها براي مرحله آزمون (با توجه به آمار موجود براي ايستگاه گته‌ده ۱۱ داده، عليزان ۱۸ داده، مهران ۱۸ داده، جوستان ۲۰ داده، گلينك ۵۲ داده)، ۶۵ درصد براي مرحله آزمايش (ايستگاه گته‌ده ۳۷ داده، عليزان ۶۰ داده، مهران ۶۰ داده، جوستان ۶۴ داده، گلينك ۱۶۹) و ۱۵ درصد براي مرحله اعتبارسنجي (ايستگاه گته-ده ۸ داده، عليزان ۱۳ داده، مهران ۱۳ داده، جوستان ۱۴ داده، گلينك ۳۸ داده) به سه دسته كلي تقسيم شدند. براي انجام محاسبات از نرم‌افزار MATLAB7 استفاده شد.

- استفاده از مدل شبکه عصبي

شبکه عصبي مورد استفاده در اين پژوهش از نوع پيشخور با الگوريتم پس‌انتشار خطا مي‌باشد که بيشترين کاربرد را در مسائل هيدرولوژي دارد (Deo & Hassanpour Kashani *et*) Thirumalayah, 2000 & 2007 .*al*. تابع انتقال در لايه مخفي از نوع سيگموئيد و در لايه خروجي از نوع خطي مي‌باشد. قبل از ورود داده‌ها به نرم‌افزار MATLAB براي افزايش کارايي شبکه در مدل‌سازي داده‌هاي ورودي و خروجي، داده‌ها بين ۰/۰۵ و ۰/۹۵ نرمال‌سازي شدند. در اين پژوهش از روش سعي و خطا براي تعيين بهترين ورودي‌ها استفاده شد که هفت مدل به شرح جدول (۱) به‌دست آمد که پارامترهاي ورودي به‌ترتيب به مدل اضافه شدند.

جدول ۱- ترکيب ورودي‌هاي مختلف براي منطقه موردمطالعه*

نوع مدل براي پنج ايستگاه	نوع ورودي
مدل ۱	Qn-1
مدل ۲	Qn-1, Pn
مدل ۳	Qn-1, Pn , Pn-1
مدل ۴	Qn-1, Pn , Pn-1,Pt-5
مدل ۵	Qn-1, Pn , Pn-1, Pt-5, t
مدل ۶	Qn-1, Pn , Ps
مدل ۷	Qn-1, Pn , Ps, t

*Qn-1 دبي متوسط حداکثر روزانه ماه قبل، Pn بارش متناظر،Pn-1 بارش يک روز قبل، Pt-5 بارش پنج روز قبل، Ps مجموع بارندگي پنج روز قبل، t دماي ميانگين ماهانه

- استفاده از مدل رگرسيون چندمتغيره غيرخطي

در روش رگرسيون غيرخطي تمام ورودي‌هاي شبکه عصبي مورد استفاده قرار گرفت و با استفاده روش رگرسيون گام به گام در نرم‌افزار SPSS11 بهترين معادله با توجه به بيشترين ضريب تبيين براي هر ايستگاه به دست آمد که نتايج به شرح زير مي‌باشد:

۱ Qn =1.51(Qn-1)^.79 :گته‌ده

۲ Qn =1.74(Qn-1)^.63(t)^.13 :مهران

۳ Qn =1.38(Qn-1)^.72(pn)^.13 :عليزان

۴ Qn =1.25(Qn-1)^.65(pn)^.23(t)^.15 :جوستان

۵ Qn =1.07(Qn-1)^.54(t)^.27(pn)^.29 :گلينك

- ارزيابي مدل‌ها

معيار سنجش عملکرد مدل‌ها، ريشه ميانگين خطا (RMSE) و ضريب تبيين (r) مي‌باشد به‌طوري‌که هر مدل با داشتن RMSE کمتر و r بيشتر به عنوان مدل مناسب‌تر انتخاب شده است.

نتايج

داده‌هاي مرحله آزمون براي پيش‌بيني دبي اوج در هر دو مدل مورد استفاده قرار گرفت. در تمامي پنج ايستگاه ورودي‌ها شامل حداکثر دبي ماه قبل، بارش متناظر، بارندگي يك روز و پنج روز قبل، مجموع بارندگي پنج روز قبل و دماي ميانگين هر ماه به ترتيب به مدل شبکه عصبي اضافه شدند و در مدل رگرسيون چندمتغيره خطي با استفاده از مدل مناسب‌تر به‌دست آمده از رگرسيون گام به گام دبي اوج برآورد گرديد. با استفاده از معيارهاي ارزيابي RMSE و r بهترين مدل در هر ايستگاه تعيين و روند تغييرات دبي اوج مربوط به هرکدام براي داده‌هاي آزمون رسم گرديد. جدول (۲) نتايج حاصل از اين پژوهش را نشان مي‌دهد.

جدول ۲- مقايسه دو مدل شبکه عصبي و رگرسيون غيرخطي

ايستگاه	مدل	RMSE	R
گته‌ده	رگرسيون چندمتغيره غيرخطي	۰/۹۱	۰/۹۵
	شبکه عصبي	۰/۷۱	۰/۹۷
مهران	رگرسيون چندمتغيره غيرخطي	۲/۱۷	۰/۷۴
	شبکه عصبي	۱/۷۱	۰/۸۶
عليزان	رگرسيون چندمتغيره غيرخطي	۳/۸۶	۰/۵۴
	شبکه عصبي	۱/۹۹	۰/۹۰

جوستان	رگرسيون چندمتغيره غيرخطي	۱۴/۱۳	۰/۵۹
	شبکه عصبي	۹/۳۱	۰/۸۳
گلينك	رگرسيون چندمتغيره غيرخطي	۲۳/۵۹	۰/۵۸
	شبکه عصبي	۲۰/۴۶	۰/۶۹

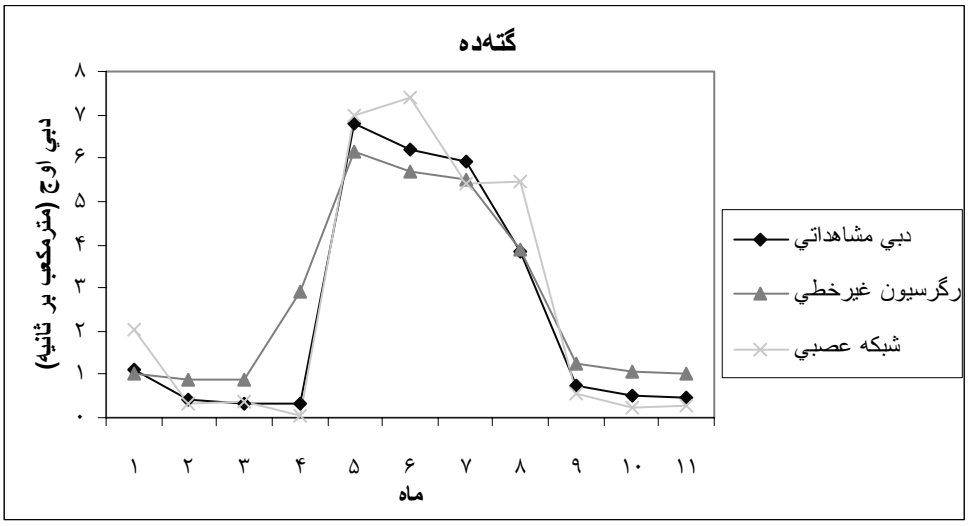
در ايستگاه گته‌ده مدل ۶ با ۵ نرون در لايه مخفي به عنوان بهترين شبکه انتخاب شد که مقدار RMSE و r آن به‌ترتيب ۰/۷۱ و ۰/۹۷ و مقدار RMSE و r آن براي مدل رگرسيون چندمتغيره غيرخطي به‌ترتيب ۰/۹۱ و ۰/۹۵ بدست آمد. شکل (۲) روند تغييرات دبي اوج مربوط به داده‌هاي آزمون هر دو مدل را نشان مي‌دهد.

در ايستگاه مهران مدل ۵ با ۲ نرون در لايه مخفي به عنوان بهترين شبکه انتخاب شد که مقدار RMSE و r آن به‌ترتيب ۱/۷۱ و ۰/۸۶ و مقدار RMSE و R آن براي مدل رگرسيون چندمتغيره غيرخطي به‌ترتيب ۲/۱۷ و ۰/۷۴ بدست آمد. شکل (۳) روند تغييرات دبي اوج مربوط به داده‌هاي آزمون هر دو مدل را نشان مي‌دهد.

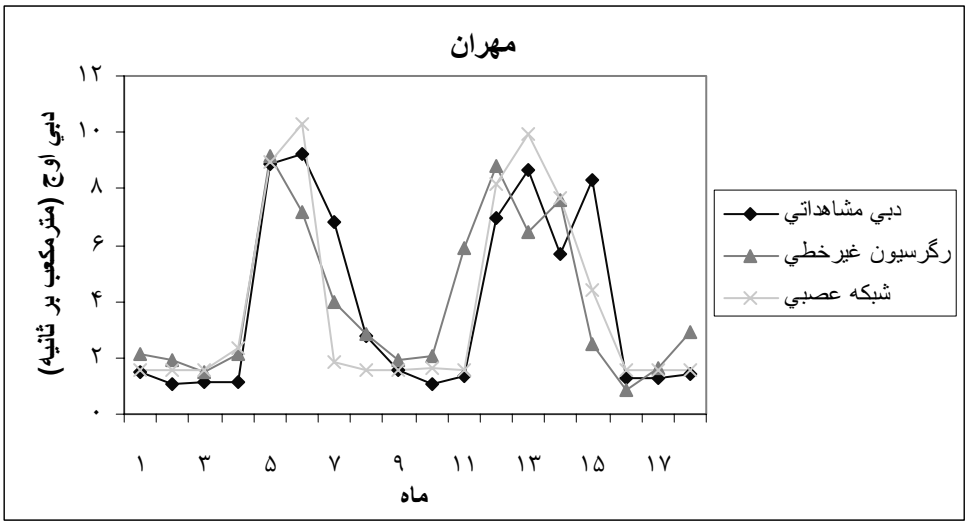
در ايستگاه عليزان مدل ۷ با ۵ نرون در لايه مخفي به عنوان بهترين شبکه انتخاب شد که مقدار RMSE و r آن به‌ترتيب ۱/۹۹ و ۰/۹۰ و مقدار RMSE و r آن براي مدل رگرسيون چندمتغيره غيرخطي به‌ترتيب ۳/۸۶ و ۰/۵۴ بدست آمد. شکل (۴) روند تغييرات دبي اوج مربوط به داده‌هاي آزمون هر دو مدل را نشان مي‌دهد.

در ايستگاه جوستان مدل ۷ با ۵ نرون در لايه مخفي به عنوان بهترين شبکه انتخاب شد که مقدار RMSE و R آن به‌ترتيب ۹/۳۱ و ۰/۸۳ و مقدار RMSE و r آن براي مدل رگرسيون چندمتغيره غيرخطي به‌ترتيب ۱۴/۱۳ و ۰/۵۹ بدست آمد. شکل (۵) روند تغييرات دبي اوج مربوط به داده‌هاي آزمون هر دو مدل را نشان مي‌دهد.

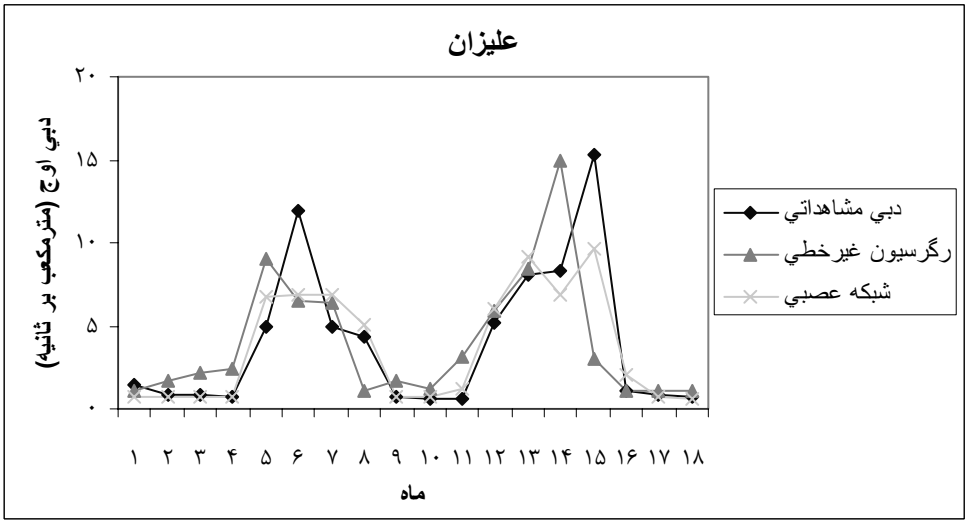
در ايستگاه گلينك مدل ۲ با ۶ نرون در لايه مخفي به عنوان بهترين شبکه انتخاب شد که مقدار RMSE و r آن به‌ترتيب ۲۰/۴۶ و ۰/۶۹ و مقدار RMSE و r آن براي مدل رگرسيون چندمتغيره غيرخطي به‌ترتيب ۲۳/۵۹ و ۰/۵۸ بدست آمد. شکل (۶) روند تغييرات دبي اوج مربوط به داده‌هاي آزمون هر دو مدل را نشان مي‌دهد.



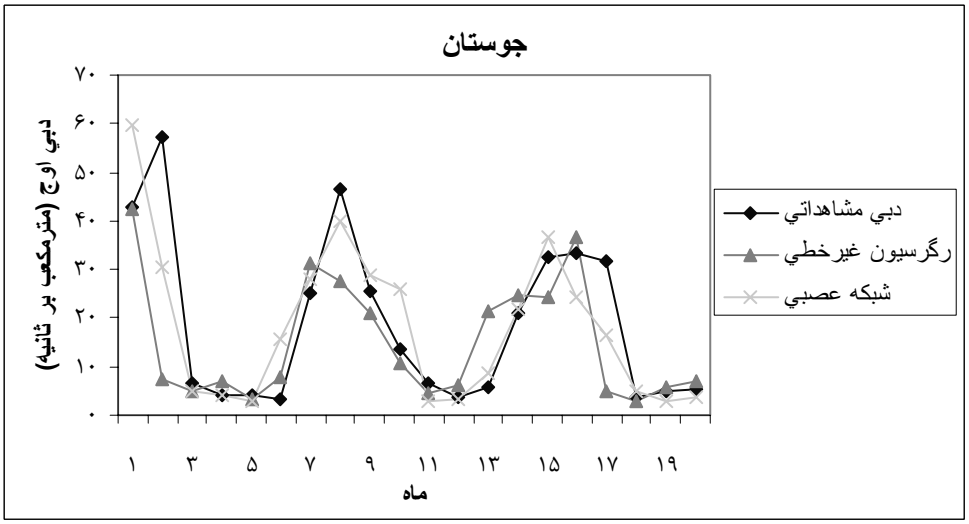
شکل ۲- روند تغييرات دبي اوج مشاهداتي و پيش بيني‌شده با هر دو مدل در ايستگاه گته‌ده



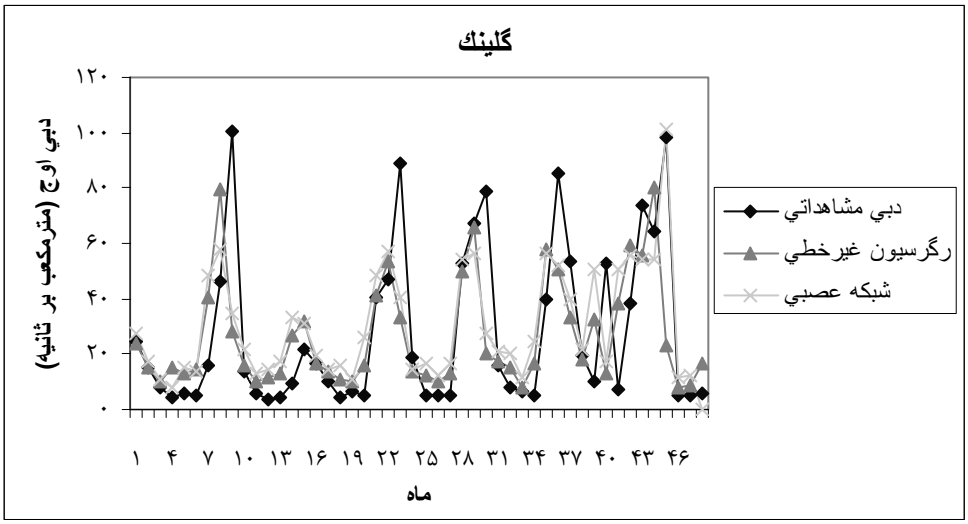
شکل ۳- روند تغییر دبي اوج مشاهداتي و پیش بیني‌شده با هر دو مدل در ایستگاه مهران



شکل ۴- روند تغییر دبي اوج مشاهداتي و پیش بیني‌شده با هر دو مدل در ایستگاه علیزان



شکل ۵- روند تغییر دبي اوج مشاهداتي و پیش بیني‌شده با هر دو مدل در ایستگاه جوستان



شكل ۶- روند تغيير دبي اوج مشاهداتي و پيش بيني‌شده با هر دو مدل در ايستگاه گلينك

بحث و نتيجه‌گيري

در اين پژوهش دبي‌هاي اوج با استفاده از شبكه عصبي و رگرسيون چندمتغيره غيرخطي در پنج ايستگاه گته‌ده، مهران، عليزان، جوستان و گلينك پيش‌بيني شد. ورودي مدل‌ها شامل پارامترهاي دبي، بارندگي و دما بودند. نتايج به دست آمده نشان مي‌دهد كه در ايستگاه‌هاي مختلف و هر دو مدل، نوع، ترتيب و اهميت پارامترهاي تاثيرگذار (ورودي‌ها) براي پيش‌بيني دبي اوج در مقايسه با يكديگر متفاوت است كه پراكنش بارندگي و ويژگي‌هاي فيزيكي مي‌تواند در اين زمينه نقش داشته باشد. در پايان روش شبكه عصبي نسبت به مدل رگرسيون چندمتغيره غيرخطي با داشتن RMSE كمتر و r بيشتر، بهتر تشخيص داده شد. پژوهش‌ها انجام شده در زمينه پيش‌بيني دبي و سيلاب رابطه غيرخطي بارش و رواناب را ثابت مي‌كند. (Karunaithi, 1994) جريان روزانه را در پايين دست رودخانه به وسيله شبكه عصبي و با استفاده از جريان‌هاي مشاهده شده ايستگاه‌هاي بالادست و پايين دست پيش‌بيني نمود. مقايسات بين پيش‌بيني مدل شبكه عصبي و مدل توابي غيرخطي صحت و كارايي بيشتر مدل شبكه عصبي را نسبت به مدل توابي نشان مي‌دهد. (Elshorbaghy *et al.*, 2000) براي پيش‌بيني رواناب بهاره عملكرد برتر شبكه عصبي را نسبت به مدل‌هاي رگرسيون خطي و غيرخطي نشان دادند. ساير محققان مدل شبكه عصبي را به عنوان يك مدل غيرخطي با مدل رگرسيون خطي مورد مقايسه قرار داده‌اند كه هدف از پژوهش حاضر مقايسه مدل شبكه عصبي با رگرسيون غيرخطي بوده است و دو پژوهش مذكور در اين زمينه انجام شده بود. نتايج نشان مي‌دهد كه مدل شبكه عصبي در پيش‌بيني دبي مناسب‌تر از روش رگرسيون غيرخطي است. به طوركلي اگر چه ورودي‌ها و اهداف پژوهش‌ها مذكور با يكديگر متفاوت است اما نتايج آنها يكسان بوده كه دقت بالاي مدل شبكه عصبي را نسبت به مدل‌هاي رگرسيوني در پيش‌بيني دبي نشان مي‌دهد.

References

- Abbasizadeh, M. 2004. Regional Flood-Frequency Analysis Using Hybrid Method (Case study: Southern Alborz). M.Sc Thesis. Tehran of University. 107 pp.
- Akbarpour, A. and Hamdeftekhar. Kh. 2007. Comparison of artificial neural network and regression models in estimation of sedimentation transit in basin of East Azerbaijan Aharchay. The first national conference of drainage and irrigation networks management.113 p.
- Dawson C.W., Abrahart, R.J., Shamseldin, A.Y. and Wilby, R.L. 2006. Flood estimation at ungauged sites using artificial neural networks. Journal of Hydrology 391-409.
- Deo, M. C. and Thirumalayah, K. 2000. Real time forcasting using neural networks. PP. 53-72. In: R. S.Govindaraju and A. Ramachandra Rao (Eds.), Artificial neural networks in hydrology, Published by KluwerAcademic, USA.
- Elshorbagy, A., Simonovic, S.P. and Panu, U.S. 2000. Performance Evaluation of Artificial Neural Networks for Runoff Prediction 5(4), 424-427.
- Hassanpour Kashani, M., Montazeri M. and Lotfollahi, Y.M.A. 2007. Flood estimation at ungauged sites using a new nonlinear regression and artificial neural networks, American-Eurasian J of Agriculture and Environmental Science 2(6): 784-791.
- Jankowski, N. and Duch, W. 2001. Optimal transfer function neural networks. ESANN'2001Proceedings, European symposium on artificial neural networks, Bruges (Belgium), D-Facto Public. ISBN 2-930307-01-3: 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. Vol. 8, No. 2, April 1994, Page 201-219.
- Kerem Cigizoglu, H. 2004. Estimation and forecasting of daily suspended sediment data by multy-layer perceptrons. Advances in water resources, 27, 185-195
- Reich, B. M. 1982. Log pearson type III and gumbel analysis of flood, Proc. Second international symposium in hydrology
- Memari, A. and Habibnezhad roshan, M. 2008. Study of systems of flood forecasting in Iran and their roles in land and residential regions conversation in streams brink. Civilica. 7 p.
- Mahdavi, M. 1998. Investigation on economic and social effects of flood damages Journal of Iranian Hydraulic Association. 95 p.

Flood Forecasting Using Artificial Neural Networks and Nonlinear Multivariate Regression (Case Study: Taleghan Watershed)

M. Khosravi[*1], A. Salajegheh[2], M. Mahdavi[3] and M. Mohseni Saravi[4]
[1] M.Sc. Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
[2] Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
[3] Professor, Faculty of Marine Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch. Iran
[4] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran

(Received: 2009/October/29 , Accepted:2011/January/18)

Abstract

It is necessary to use empirical models for estimating of instantaneous peak discharge because of deficit of gauging stations in the country. Hence, at present study, two models including Artificial Neural Networks and nonlinear multivariate regression were used to predict peak discharge in Taleghan watershed. Maximum daily mean discharge and corresponding daily rainfall, one day antecedent and five days antecedent rainfall, sum of five days antecedent rainfall and monthly mean temperature were extracted in Gatehdeh, Mehran, Alizan, Joestan and Gelinak hydrological units and entered into neural network model (from upstream to downstream, respectively). The feed forward network was used with one hidden layer and back-propagation algorithm. Then, the models were trained, validated and tested in three stages. The observed and estimated peak discharges of the models were compared based on RMSE and r. The results showed that neural network has better performance than nonlinear multivariate regression.

Keywords: Neural network, Peak discharge, Taleghan, Nonlinear multivariate regression, RMSE, Model

*Corresponding author: Tel: +98 26 32249313 Fax: +98 26 32249313 E-mail: mkhosravi_81@yahoomail.com