Archive of SID

یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز
11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management
۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵
April 19-21, 2016

برآورد رسوب بار معلق رودخانه با بهره گیری از شبکه عصبی مصنوعی

علی فضل الهی
استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان

Ali.Fazlollahi79@gmail.com

چکیده

بار معلق در رودخانه‌ها با توجه به خسارات ناشی از آن، یکی از اولویت های مطالعات در بخش آب می باشد. بنابراین دست یافتن به روشهای مناسب که بتواند در این راستا کارامد باشد دارای اهمیت زیادی می باشد. در این تحقیق مقایسه ای بین روش معمول منحنی سنجه و روشهای مختلف شبکه عصبی مصنوعی جهت برآورد بار معلق جریان انجام گرفت. نتایج نشان دهنده کارایی بالاتر شبکه عصبی مصنوعی در برآورد مقادیر رسوب بارمعلق می باشد به طوریکه استفاده ار مدل های مختلف شبکه عصبی مصنوعی سبب کاهش خطا و افزایش دقت در پیش بینی رسوب بار معلق می شود. همچنین در بین مدل های مختلف شبکه عصبی، مدل Modular Neural Network درای کارایی بالاتری می باشند.

کلمات کلیدی: رسوب معلق، منحنی سنجه رسوب، شبکه عصبی مصنوعی

مقدمه

حمل رسوبات در حوزه آبخیز یکی از منابع اصلی آلودگی‌های غیرنقطه‌ای آبهای سطحی می‌باشد. ذرات با قطر کمتر از ۶۳ میکرومتر، قسمت اعظم این آلودگی‌های غیرنقطه‌ای را تشکیل می‌دهند (USEPA :2007). ذرات ریز حمل شده به صورت معلق و محلول، نقش مهمی در محیط‌زیست بازی می‌کنند، به این خاطر که این ذرات ریز سبب انتقال کربن و مواد مغذی می‌شوند (House و Warwick :1999)، (Collins و همکاران :2005) و (Quinton و همکاران :2010). افزایش رسوبات معلق سبب ایجاد مشکلاتی در نواحی پایین‌دست می‌شود (Owens و همکاران :2005)، برای مثال این مسئله سبب کاهش کیفیت آب (Lartiges و همکاران :2001)، (Papanicolaou و همکاران :2003)، کاهش تنوع اکولوژیکی، افزایش گل‌آلودگی آب و کاهش حجم مفید مخازن و کاهش زیبایی آبراهه ها و رودخانه‌ها (Morris و Fan :1997) می‌گردد. همچنین رسوبات با انواع آلودگی‌ها مثل فلزات، ترکیبات آلی و آنتی بیوتیک‌ها مرتبط هستند. این مواد شیمیایی این پتانسیل را دارند که در بافت موجودات زنده مثل ماهیان جذب و تجمع یابند و سبب ایجاد مشکلاتی در سلامت عمومی در اثر مصرفشان گردند (Moreirinha و همکاران :2001). منبع آلودگی‌های غیر نقطه‌ای شامل فعالیت‌های کشاورزی، معدن‌کاوی، قطع درختان در مناطق جنگلی و ... می‌باشد (USEPA :2004).

بار معلق در رودخانه‌ها با توجه به خسارات ناشی از آن، یکی از اولویت های مطالعات در بخش آب می باشد. بنابراین دست یافتن به روشهای مناسب که بتواند در این راستا کارامد باشد دارای اهمیت زیادی می باشد. در این تحقیق کارایی مدل های مختلف شبکه عصبی مصنوعی (ANN) جهت برآورد رسوب بار معلق مورد بررسی قرار گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش ها

منطقه‌ی مورد مطالعه

در مطالعه‌ی حاضر داده‌های دبی و بارمعلق مربوط به ایستگاه توتکی واقع بر روی رودخانه‌ی شمرود در استان گیلان، از سال-های ۱۳۶۶ تا سال ۱۳۹۳ جمع آوری گردید. در مجموع ۵۰۵ ردیف داده برای انجام تحقیق از مجموع داده ها استخراج شد. ایستگاه توتکی از لحاظ موقعیت جغرافیایی در طول جغرافیایی ″۲۴ ′۵۴ °۴۹ و عرض جغرافیایی ″۵۲ ′۵۹ °۳۶ واقع شده است.

روش کار

در انجام این تحقیق از دو روش منحنی سنجه‌ی رسوب و شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. در ادامه نحوه‌ی ساخت هر یک از مدل‌ها و چگونگی ارزیابی آنها تشریح می‌گردد.

ساخت مدل به کمک منحنی سنجه‌ی رسوب

برای ساخت مدل به کمک روش منحنی سنجه‌ی رسوب، داده‌های مربوط دبی جریان و رسوب و بار معلق استفاده شدند.

ساخت مدل با استفاده از شبکه‌عصبی مصنوعی

در این بخش از مدل های MLP، Jordan/Elman Network و Modular Neural Network جهت برآورد بار معلق، با استفاده از داده‌های دبی جریان و رسوب بار معلق در ایستگاه مورد نظر استفاده شد. از ۷۰٪ داده‌ها در ساخت مدل، از ۱۵٪ داده‌ها برای آموزش و ۱۵٪ باقی مانده در مرحله تست مدل استفاده شد. فرآیند طراحی شبکه ، آموزش آن و در نهایت تست مدل ها در نرم افزار NeuroSolutions ورژن ۵ انجام شد.

معیارهای آماری:

برای ارزیابی نتایج و مقایسه‌ی آماری آنها از سه پارامتر R، میانگین مربعات خطا نرمال شده(NMSE[۲۷]) و متوسط مطلق خطا (MAE[۲۸]) استفاده شد.

نتایج و بحث

برای ساخت مدل به کمک روش منحنی سنجه رسوب داده‌های مربوط به بخش ساخت مدل(۷۰ درصد)مورد استفاده قرار گرفتند. بدین ترتیب که ابتدا با کمک داده‌های دبی و بار معلق مربوط به این بخش معادله‌ی حاکم بر آنها به صورت توانی برازش داده شد. این معادله در رابطه‌ی (۱) دیده می‌شود:

$$y=1.23x^{1.282} \quad (۱)$$

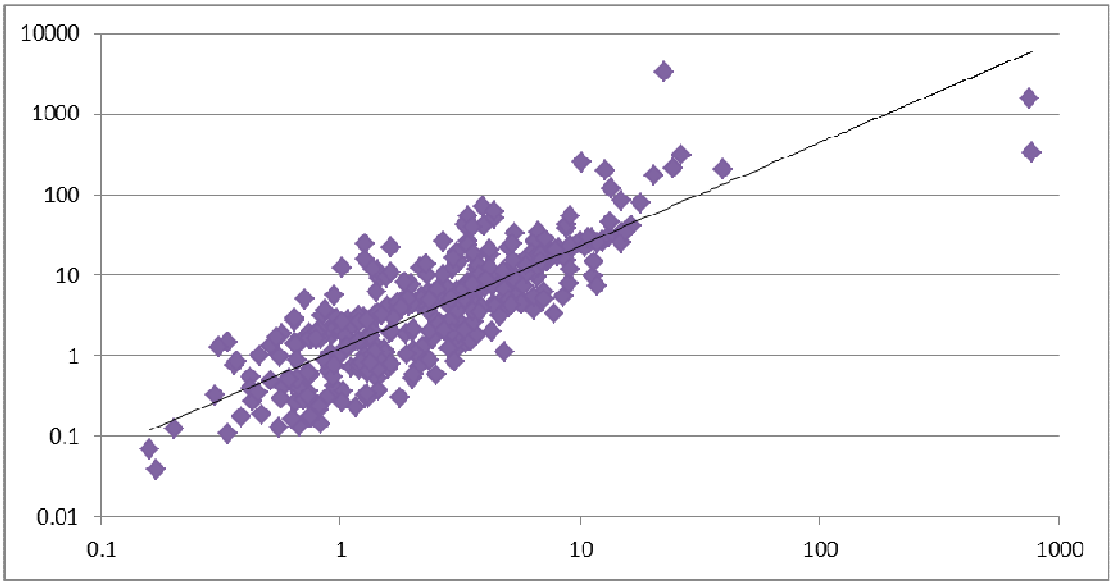
در این رابطه y مقدار بار معلق و x مقدار ا دبی جریان در ایستگاه توتکی می باشد. منحنی لگاریتمی این رابطه بین داده‌ها در شکل (۱) قابل مشاهده است.

[27] . Normalised Mean Square Error

[28] . Mean Absolute Error

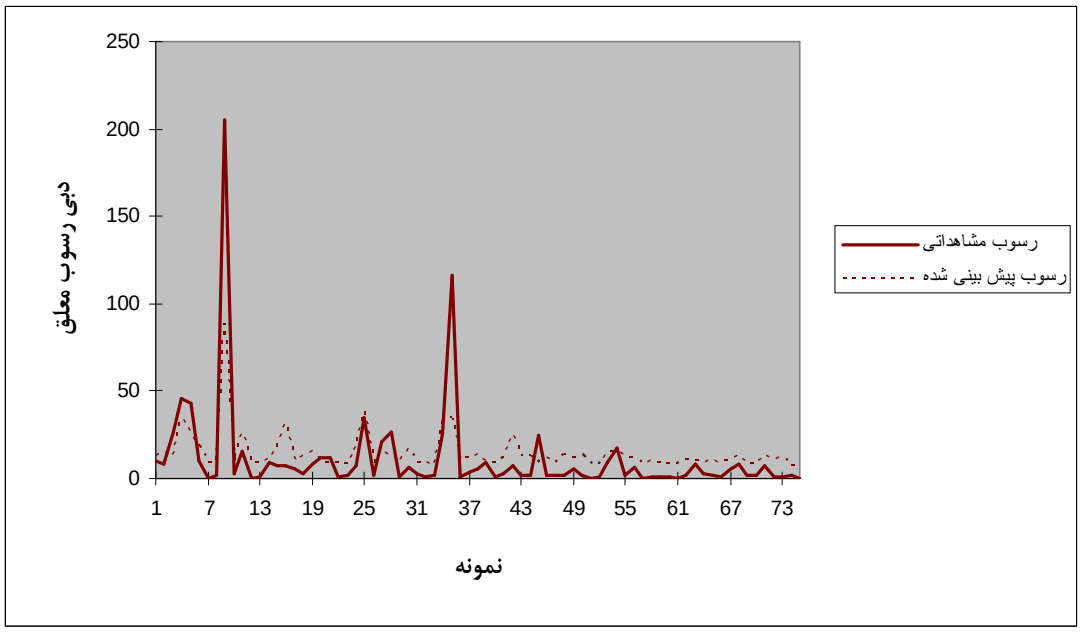
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- منحنی سنجه رسوب حاصل از داده های آموزشی

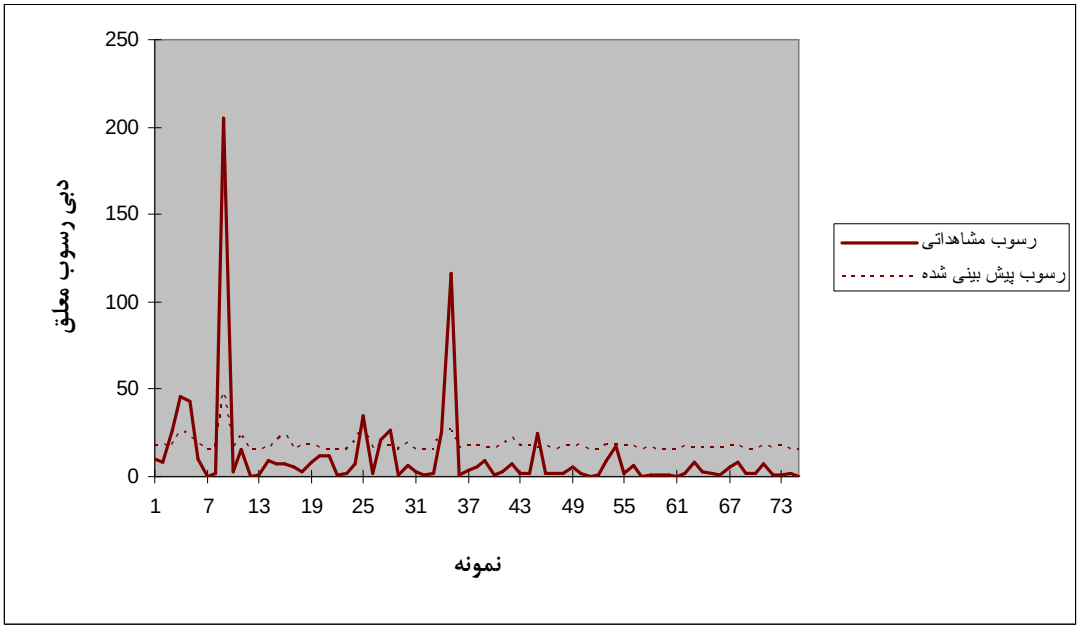
نتایج حاصل از برآورد بار معلق با استفاده از ۱۵ درصد داده ها با استفاده از مدل های مختلف شبکه عصبی مصنوعی در شکل های ۲ تا ۴ آمده است.



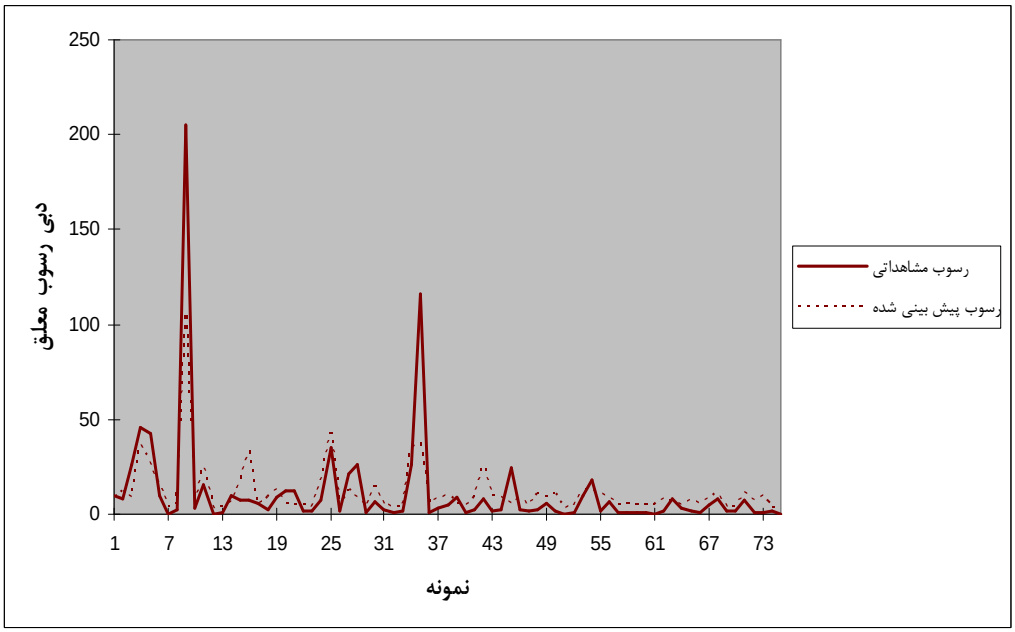
شکل ۲-مقایسه نتایج مدل تابع Jordan/Elman Network با داده های واقعی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳-مقایسه نتایج مدل تابع MLP با داده‌های واقعی



شکل۴- مقایسه نتایج مدل تابع Modular Neural Network با داده‌های واقعی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- مقایسه مدل ها با استفاده از پارامترهای آماری

	R	NMSE	MAE
منحنی سنجه رسوب	۰/۸۱	۳۳/۱۸	۱۶/۲۲
Jordan/Elman Network	۰/۸۷	۰/۴۶	۱۰/۷۷
MLP	۰/۸۷	۰/۸۰	۱۵/۵۱
Modular Neural Network	۰/۸۸	۰/۳۶	۸/۲۵

در این تحقیق مقایسه کارایی منحنی سنجه و مدل های مختلف شبکه عصبی مصنوعی در برآورد بارمعلق رسوب مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق نشان دهنده تاثیرگذاری توابع شبکه‌ی عصبی مصنوعی در افزایش کارایی پیش بینی رفتار رسوب در مقایسه با نتایج روش منحنی سنجه رسوب بود، بطوری که میانگین مربعات خطا نرمال شده(NMSE) و متوسط مطلق خطا (MAE) که در روش منحنی سنجه به ترتیب برابر ۳۳/۱۸ و ۱۶/۲۲به دست آمده بود، در مدل Modular Neural Network به عدد ۰/۳۶ و ۸/۲۵ کاهش پیدا نمود. همچنین مقایسه نتایج سه مدل مختلف شبکه عصبی مصنوعی، نشاندهنده کارایی بیشتر مدل Modular Neural Network می باشد (جدول۱).

با مقایسه مدل های مختلف، سه مدل Modular Neural Network ، Jordan/Elman Network و MLP به ترتیب در رتبه های یک تا سه از لحاظ کارایی قرار گرفتند. علت عملکرد بهتر شبکه های عصبی مصنوعی در مقایسه با روش معمول منجنی سنجه را می توان به قابلیت بالای پیشبینی شبکه های عصبی مصنوعی برای تقریب غیر خطی با حجم کم داده ها نسبت داد. در حالی که کارایی روش معمول منحنی سنجه از حجم داده تبعیت می کند.

منابع

Collins, A.L., Walling, D.E. and Leeks, G.J.L. (2005), storage of fine-grained sediment and associated contaminants within the channels of lowland permeable catchments in the UK. Paper presented at the International Symposium on Sediment Budgets, Brazil.

House, W.A. and Warwick, M.S. (1999), Interactions of phosphorus with sediments in the River Swale, Yorkshire, UK. Hydrological Processes, 13(7): 1103-1115.

Lartiges, B.S., Deneux-Mustin, S., Villemin, G., Mustin, C., Barrès, O., Chamerois, M., Gerard, B. and Babut, M. (2001), Composition, structure and size distribution of suspended particulates from the Rhine River. Water Research, 35(3): 808-816.

Moreirinha, C., Duarte, S., Pascoal, C. and Cássio, F. (20011), Effects of Cadmium and Phenanthrene Mixtures on Aquatic Fungi and Microbially Mediated Leaf Litter Decomposition. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 61(2): 211-219.

Morris, G. and Fan, J. (1997), Reservoir Sedimentation Handbook: McGraw-Hill.

Owens, P.N., Batalla, R.J., Collins, A.J., Gomez, B., Hicks, D.M., Horowitz, A.J., Kondolf, G.M., Marden, M., Page, M.J., Peacock, D.H., Petticrew, E.L., Salomons, W. and Trustrum, N.A. (2005), Fine-grained sediment in river systems: environmental significance and management issues. River Research and Applications, 21(7): 693-717.

www.SID.ir

Archive of SID

Papanicolaou, A.N., Fox, J.F. and Marshall, J. (2003), Soil Fingerprinting in the Palouse Basin, USA, Using Stable Carbon and Nitrogen Isotopes. International Journal of Sediment Research, 18(2): 278-284.

Quinton, J.N., Govers, G., Van Oost, K. and Bardgett, R.D. (2010), the impact of agricultural soil erosion on biogeochemical cycling. Nature Geosci, 3(5): 311-314.

www.SID.ir