



برآورد رسوب بار معلق رودخانه با بهره‌گیری 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 اولویت‌های مطالعات در بخش آب می‌باشد. بنابراین دست یافتن به روش‌های مناسب که بتواند در این راستا کارآمد باشد دارای اهمیت زیادی می‌باشد. در این تحقیق مقایسه‌ای بین روش معمول منحنی سنج 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 بار معلق می‌باشد به طوری که استفاده از مدل‌های مختلف شبکه عصبی مصنوعی سبب کاهش خطا و افزایش دقت در پیش‌بینی رسوب بار معلق می‌شود. همچنین در بین مدل‌های مختلف شبکه عصبی، مدل Modular Neural Network دارای کارایی بالاتری می‌باشند.

کلمات کلیدی: رسوب معلق، منحنی سنج 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 آبراهه‌ها و رودخانه‌ها (Morris و Fan: 1997) می‌گردد. همچنین رسوبات با انواع آلودگی‌ها مثل فلزات، ترکیبات آلی و آنتی‌بیوتیک‌ها 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 اولویت‌های مطالعات در بخش آب می‌باشد. بنابراین دست یافتن به روش‌های مناسب که بتواند در این راستا کارآمد باشد دارای اهمیت زیادی می‌باشد. در این تحقیق کارایی مدل‌های مختلف شبکه عصبی مصنوعی (ANN) جهت برآورد رسوب بار معلق مورد بررسی قرار گرفته است.



مواد و روش‌ها

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 جمع‌آوری گردید. در مجموع ۵۰۵ ردیف داده برای انجام تحقیق از مجموع داده‌ها استخراج شد. ایستگاه توتکی از لحاظ موقعیت جغرافیایی در طول جغرافیایی $24^{\circ} 54' 49''$ و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 59' 52''$ واقع شده است.

روش کار

در انجام این تحقیق از دو روش منحنی سنجی 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 سنجی رسوب

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

ساخت مدل با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

در این بخش از مدل‌های 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 مدل‌ها 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 ($^Y\text{NMSE}$) و متوسط مطلق خطا (^AMAE) استفاده شد.

نتایج و بحث

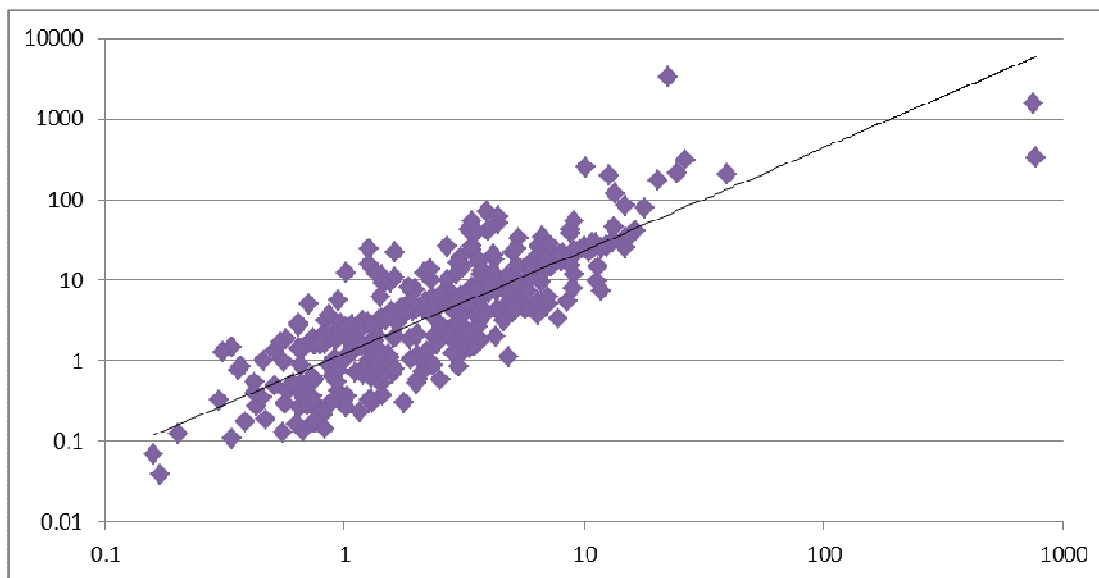
برای ساخت مدل به کمک روش منحنی سنجی رسوب داده‌های مربوط به بخش ساخت مدل (۷۰ درصد) مورد استفاده قرار گرفتند. بدین ترتیب که ابتدا با کمک داده‌های دبی و بار معلق مربوط به این بخش معادله‌ی حاکم بر آنها به صورت توانی برازش داده شد. این معادله در رابطه‌ی (۱) دیده می‌شود:

$$y=1.23x^{1.282} \quad (1)$$

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

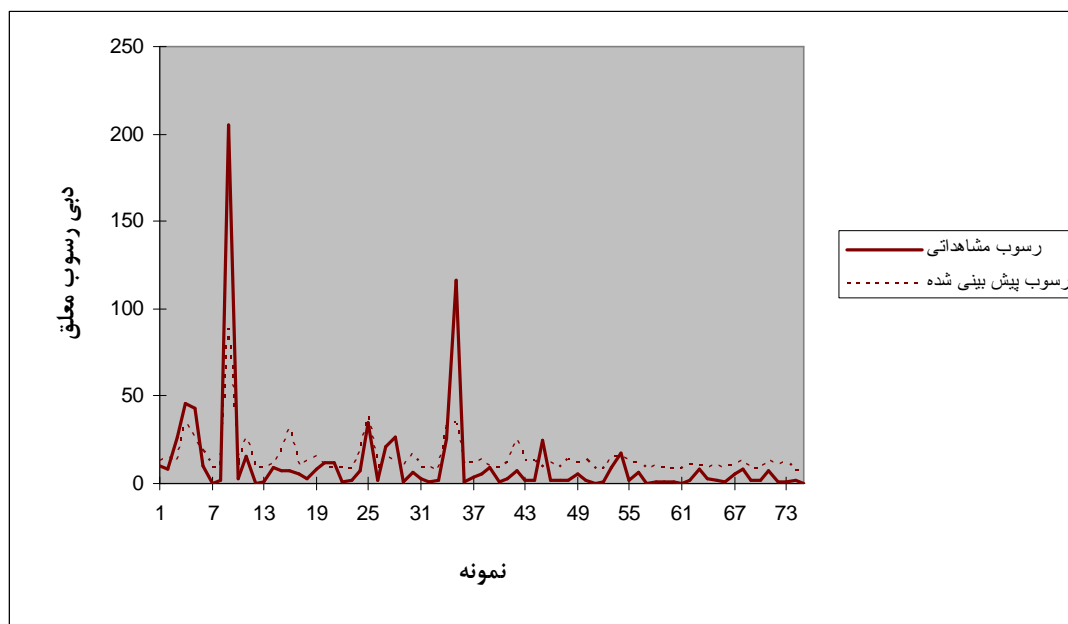
²⁷ . Normalised Mean Square Error

²⁸ . Mean Absolute Error

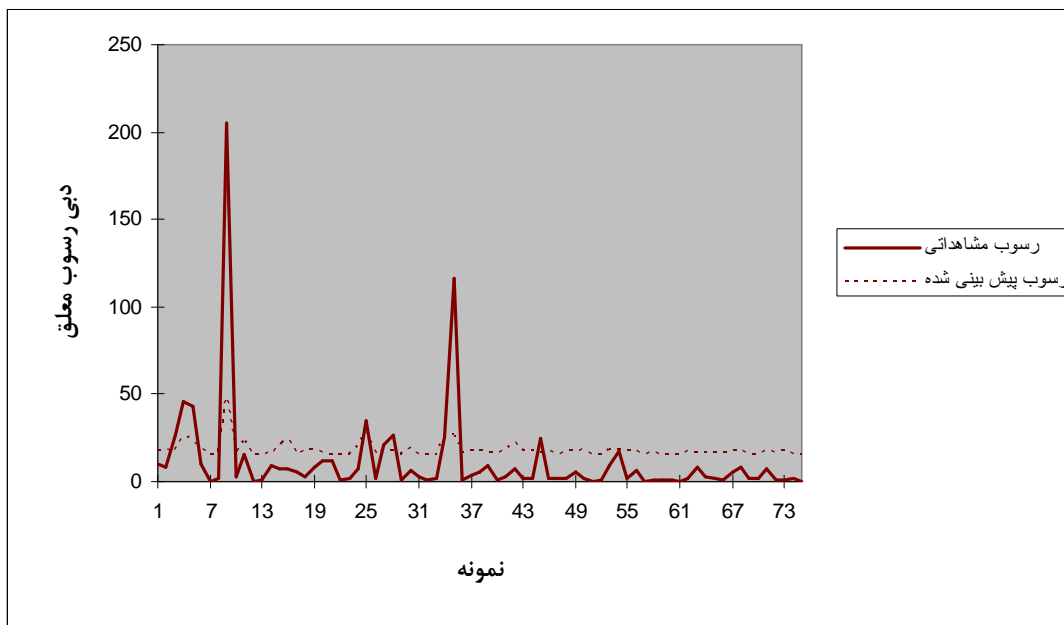


شکل ۱- منحنی سنجه رسوب حاصل از داده های آموزشی

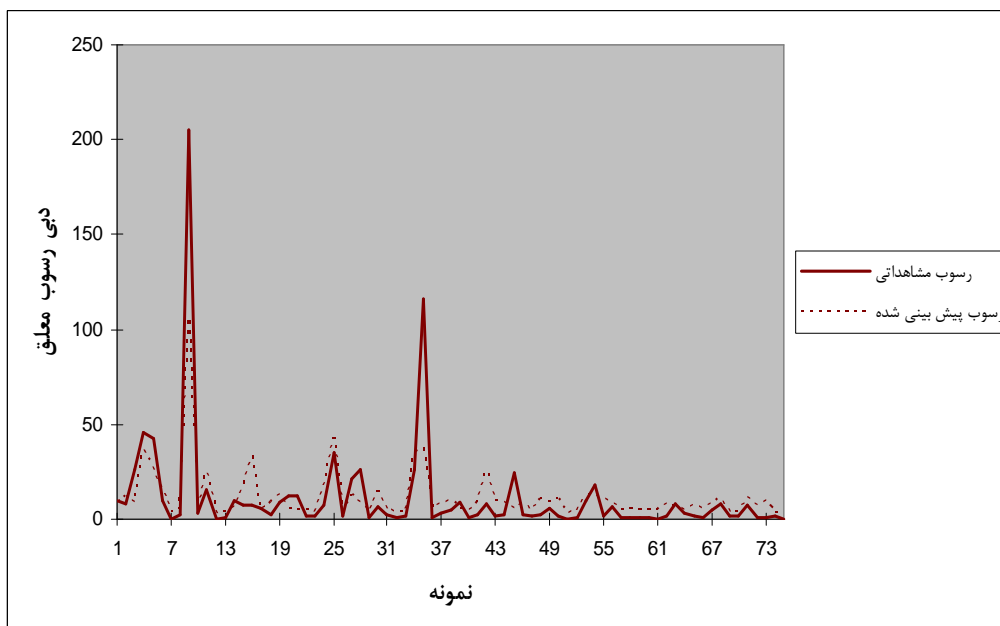
نتایج حاصل از برآورد بار معلق با استفاده از ۱۵ درصد داده ها با استفاده از مدل های مختلف شبکه عصبی مصنوعی در شکل های ۲ تا ۴ آمده است.



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



شکل ۳- مقایسه نتایج مدل تابع MLP با داده‌های واقعی



شکل ۴- مقایسه نتایج مدل تابع Modular Neural Network با داده‌های واقعی



جدول ۱- مقایسه مدل‌ها با استفاده از پارامترهای آماری

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

در این تحقیق مقایسه کارایی منحنی سنجه و مدل‌های 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 ۱۶/۲۲ به 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 می‌باشد (جدول ۱).

با مقایسه مدل‌های مختلف، سه مدل Modular Neural Network، Jordan/Elman Network و MLP به ترتیب در رتبه‌های یک تا سه از لحاظ کارایی قرار گرفتند. علت عملکرد بهتر شبکه‌های عصبی مصنوعی در مقایسه با روش معمول منحنی سنجه را می‌توان به قابلیت بالای پیش‌بینی شبکه‌های عصبی مصنوعی برای تقریب غیر خطی با حجم کم داده‌ها نسبت داد. در حالی که کارایی روش معمول منحنی سنجه از حجم داده تبعیت می‌کند.

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. (2001), 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.



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

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.