

پیش بینی کیفیت آب رودخانه تجن با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در نرم افزار MATLAB

مطهره رجنی

دکتری محیط زیست-زیستگاهها و تنوع زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی

مصطفی جهانی

دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیط زیست-تنوع زیستی، دانشگاه یزد

ابوالفضل عابدینی ترک آباد

دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)، دانشگاه انرژی ساوه

چکیده

سطح آلودگی در بسیاری از حوضه‌های رودخانه در سراسر جهان به شدت در حال افزایش است. این مسئله می تواند اثرات منفی بر سلامت انسان و اکوسیستم داشته باشد. تحقیق حاضر با هدف ارزیابی کیفیت آب رودخانه تجن انجام شده است. در این مطالعه چهار پارامتر کیفی آب شامل DO، BOD، TDS و نیتريت در طول رودخانه در ۳ ایستگاه در فصل بهار، تابستان و پاییز ۱۴۰۲ با استفاده از روش های استاندارد سنجش آب و فاضلاب مورد اندازه گیری قرار گرفتند. در نهایت به منظور پیش بینی کیفیت آب رودخانه تجن از شبکه عصبی مصنوعی در نرم افزار MATLAB استفاده شد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد شبکه عصبی مصنوعی از قابلیت بالایی جهت پیش بینی شاخص های کیفی آب برخوردار می باشد. همچنین نتایج نشان داد مقدار BOD، TDS، نیتريت و اکسیژن محلول در وضعیت مطلوبی قرار نداشته، لذا برای انواع مصارف مناسب نیست و باید اولویت بندی تخصیص آب بر اساس میزان آلودگی صورت گیرد.

واژگان کلیدی: کیفیت آب، آلودگی آب، شبکه عصبی مصنوعی، نرم افزار MATLAB، رودخانه تجن



مقدمه

شبکه‌های رودخانه‌ای ضروری‌ترین منابع گردش طبیعی در توده‌های خشکی قاره‌ای هستند که نقش مهمی در چرخه آب و حمل و نقل مواد از خشکی به اقیانوس دارند (Wang و همکاران، ۲۰۲۱). رودخانه‌ها منابع آب شیرین فراوانی را فراهم می‌کنند، دشت‌های آبرفتی غنی را شکل می‌دهند و زیستگاه‌هایی را برای موجودات زنده فراهم می‌کنند. با این حال، کیفیت آب رودخانه در سراسر جهان از دهه ۱۹۹۰ بدتر شده است و انتظار می‌رود که رو به وخامت گذارد به طوریکه که منجر به افزایش تهدیدات برای محیط زیست و سلامت انسان می‌شود (Li و همکاران، ۲۰۲۲). رودخانه‌ها بدون شک بخش‌های مهمی از چرخه هیدرولوژیکی هستند، عمدتاً به این دلیل که جریان آب هستند و نه مخزن آب. رودخانه‌ها همراه با آب، رسوبات و سایر مواد معلق (زیستی و غیر زیستی) را با خود حمل می‌کنند که در نهایت به تمام محیط‌های آبی دیگر می‌رسند. درک چگونگی تأثیر تغییرات و عوامل بر کیفیت آب رودخانه برای مدیریت کیفیت آب در حوضه‌های رودخانه بسیار مهم است. فرآیندهای طبیعی مانند هوازدهی سنگ‌ها، تبخیر و تعرق، رسوب اتمسفر، تغییرات آب و هوایی و بلایای طبیعی باعث تغییر در کیفیت آب رودخانه می‌شوند. آلودگی در اثر عوامل انسانی نیز می‌تواند از پساب‌های صنعتی، فعالیت‌های خانگی و فعالیت‌های کشاورزی مانند استفاده از کود، آفت‌کش‌ها، فعالیت‌های دامپروری، شیوه‌های آبیاری، جنگل‌زدایی و آبی‌پروری ناشی شود (Anh و همکاران، ۲۰۲۳). از آنجایی که کیفیت آب برای سلامت انسان و سیستم‌های اکولوژیکی مهم است، بدتر شدن کیفیت آن در کشورهای در حال توسعه اثرات مخربی بر سلامتی انسان و گونه‌های مختلف حیات وحش ایجاد کرده است (Memon و همکاران، ۲۰۱۱). تحقیقات نشان داده است که کیفیت منابع آب موجود با افزایش روزافزون شهرنشینی، توسعه صنعتی، گسترش کشاورزی، مدیریت ناکافی پسماندهای خانگی، صنعتی و شهری، خاک‌های فرسایش یافته و ... به سرعت رو به وخامت گذاشته است (Zhao و همکاران، ۲۰۱۱). در حال حاضر، کیفیت آب یک نگرانی بزرگ برای نوع بشر است زیرا مهمترین منبع طبیعی است. با این حال، رشد کنترل نشده مناطق روستایی و شهری در کشورهای در حال توسعه بر کیفیت آب تأثیر می‌گذارد (Kumar و همکاران، ۲۰۲۰). آلودگی آب رودخانه‌ها یکی از بزرگترین مشکلات زیست محیطی به ویژه در کشورهای در حال توسعه و توسعه نیافته است. آب رودخانه منبع آب شرب و مصارف خانگی، کشاورزی، تجاری، صنعتی و تفریحی است. این در حالی است که آلودگی آب رودخانه‌ها در برخی کشورها آنقدر شدید است که اصلاً نمی‌توان از آن استفاده کرد. دفع زباله‌های جامد تصفیه نشده و رواناب‌های کشاورزی به همراه پساب‌های شهری و صنعتی به داخل رودخانه عامل اصلی آلودگی فیزیکی، شیمیایی (مواد مغذی، فلزات، مواد آلی، نانومواد و غیره) و میکروبی آب رودخانه است. منابع این ضایعات عبارتند از تولید صنعتی، فاضلاب، زباله‌های خانگی، زباله‌های شهری، رستوران‌ها، ضایعات کشاورزی و غیره (Anawar و همکاران، ۲۰۱۹). مواد شیمیایی کشاورزی (کودها، آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و غیره) نیز که در فعالیت‌های کشاورزی استفاده می‌شوند، مواد شیمیایی مختلف از جمله مواد مغذی (نیترات و فسفات) را به آب رودخانه تخلیه می‌کنند (Jamwal، ۲۰۱۸).

بررسی و پیش‌بینی تغییرات پارامترهای کیفی در طول یک رودخانه، یکی از اهداف مدیران و برنامه‌ریزان منابع آب است. تا کنون مطالعات متعددی در زمینه بررسی کیفیت منابع آبی اعم از رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی انجام شده است. خراشادی زاده و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای آلودگی ورودی به رودخانه قشلاق را با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد برنامه مدیریت کیفی رودخانه که موقعیت مکانی بهینه و برنامه زمانی را برای ورود آلودگی به رودخانه تعیین می‌کند، به میزان قابل توجهی آسیب به مصرف‌کننده را کاهش داد، به گونه‌ای که تابع هدف مسئله به میزان ۹۷/۷٪ کاهش یافت. فرخانی (۱۴۰۰) در مقاله‌ای به بررسی وضعیت کیفی رودخانه هراز با استفاده از مدل‌سازی عددی پرداخت. کرد تمینی و همکاران (۱۳۹۸) مطالعه‌ای با عنوان بررسی کیفیت آب دریاچه سد ماشکید شهرستان سب و سوران با بهره‌گیری از شاخص کیفیت آب و شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایران به انجام رساندند. نتایج این مطالعه نشان داد بر اساس شاخص‌های ملی و بین‌المللی مربوط به کیفیت آب، آب سد ماشکید برای فعالیت‌های کشاورزی مناسب است و همین‌طور برای تامین استانداردهای آب شرب، تصفیه متداول کافی است. Zeng و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای آلودگی آب و علل آن در حوضه رودخانه‌ای در چین را به روش تجزیه و تحلیل شبکه عصبی مصنوعی مورد بررسی قرار دادند. Ubah و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای تغییرات پارامترهای

کیفیت آب را با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی برای اهداف آبیاری پیش بینی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد به طور کلی، شبکه عصبی مصنوعی مجموعه داده های کیفیت آب واقعی را به خوبی با پیش بینی خوب مدل سازی کرد. تحقیق حاضر نیز در نظر دارد با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی (ANN) ضمن مدل سازی کیفیت آب رودخانه تجن، مهمترین منابع آلاینده این رودخانه را شناسایی و راهکارهای مدیریتی به منظور کاهش آلودگی های زیست محیطی را ارائه نماید.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه در پژوهش حاضر رودخانه تجن در استان مازندران است. در این پژوهش، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه تجن در ۳ ایستگاه در ۳ فصل بهار، تابستان و پاییز ۱۴۰۲ نمونه برداری و اطلاعات مربوط به ΔBOD ، ΔTDS و نیتريت با استفاده از روشهای استاندارد سنجش آب و فاضلاب اندازه گیری شد. بدین منظور در ابتدا داده های پارامترهای کیفی آب به نرم افزار اکسل انتقال داده شد. این اطلاعات دسته بندی و با رسم باکس پلات مربوط به داده های هر پارامتر، داده های پرت شناسایی و حذف گردید. سپس از نرم افزار MATLAB برای مدل سازی شبکه عصبی مصنوعی استفاده گردید. در این پژوهش از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) با الگوریتم آموزشی بیزین (Bayesian) استفاده شده است. روش ورود داده ها بدین گونه بود که به صورت تصادفی ۷۰ درصد داده ها برای آموزش و ۳۰ درصد داده ها برای آزمون شبکه انتخاب و پیش از آموزش شبکه عصبی، داده های ورودی به آن نرمال شد. در نهایت پارامترهای مذکور برای ۱۰ سال آینده شبیه سازی گردید.

یافته ها

در ابتدا به مدل آموزش داده شد که به کمک اطلاعات کیفیت آب رودخانه تجن در بازه زمانی بهار، تابستان و پاییز ۱۴۰۲، وضعیت کیفیت آب را در ۱۰ سال آینده (۱۴۰۴-۱۴۱۳) پیش بینی کند. نتایج اجرای مدل برای پیش بینی در جدول (۱) آمده است. بر اساس نتایج به دست آمده تابع لجستیک در تمام مراحل بالاترین ضریب همبستگی را داشته و هم برای تابع محرک در لایه پنهان و هم برای تابع محرک در لایه خروجی نتایج بهتری نسبت به سایر تابع ها دارد.

جدول (۱) نتایج حاصل از اجرای مدل شبکه عصبی با تابع های مختلف در نرم افزار MATLAB

| مرحله آزمون | مرحله صحت سنجی | مرحله آموزش | تابع متحرک |
|--------------|----------------|-------------|---------------|
| ضریب همبستگی | ضریب همبستگی | RMSE | ضریب همبستگی |
| ۰.۹۱ | ۰.۹۳ | ۰.۰۶۱ | لجستیک |
| ۰.۹۲ | ۰.۹۲ | ۰.۰۵۵ | هایپر تانژانت |
| ۰.۸۹ | ۰.۹۳ | ۰.۰۱۴ | خطی |
| ۰.۸۱ | ۰.۷۶ | ۰.۰۲۷ | هایپر تانژانت |
| ۰.۴۱ | ۰.۵۲ | ۰.۰۵۱ | هایپر تانژانت |
| ۰.۷۷ | ۰.۷۲ | ۰.۰۷۲ | خطی |
| ۰.۷۱ | ۰.۶۸ | ۰.۰۱ | لجستیک |
| ۰.۷۷ | ۰.۸۱ | ۰.۰۶۴ | هایپر تانژانت |
| ۰.۷۳ | ۰.۸۰ | ۰.۰۲۸ | خطی |

با توجه به اینکه تابع لجستیک بالاترین ضریب همبستگی را به دست آورده است، از این تابع برای پیش بینی مقادیر هر یک از شاخص های کیفیت آب در بازه زمانی ۱۰ ساله (۱۴۰۴-۱۴۱۳) استفاده شده است (جدول ۲).

جدول (۲) نتایج حاصل از پیش بینی مقادیر آلاینده ها در رودخانه تجن در ۱۵ سال آینده

| سال | مقادیر آلاینده ها | | | |
|------|-------------------|---------|------------------|--------|
| | DO | TDS | BOD ₅ | نیترات |
| ۱۴۰۴ | ۹.۷۱ | ۱۲۸۶.۷۵ | ۱۱.۲۶ | ۱۲.۶ |
| ۱۴۰۵ | ۱۰.۲ | ۱۲۰۰.۳۷ | ۱۱.۷۵ | ۱۲.۲۰ |
| ۱۴۰۶ | ۱۰.۳۵ | ۱۲۷۲.۲۸ | ۱۲.۶۲ | ۱۳.۳۸ |
| ۱۴۰۷ | ۱۰.۶۲ | ۱۱۰۶.۱۸ | ۱۲.۲۵ | ۱۳.۲۰ |
| ۱۴۰۸ | ۱۰.۸۸ | ۱۳۲۷.۱۸ | ۱۳.۲۶ | ۱۳.۰۳ |
| ۱۴۰۹ | ۱۰.۹۱ | ۱۲۸۸.۳۸ | ۱۲.۲۸ | ۱۲.۵۶ |
| ۱۴۱۰ | ۱۱.۳۰ | ۱۲۰۶.۲ | ۱۳.۰۳ | ۱۲.۲۷ |
| ۱۴۱۱ | ۱۱.۵۷ | ۱۳۳۱.۳۸ | ۱۲.۹۳ | ۱۳.۸۶ |
| ۱۴۱۲ | ۱۱.۹۱ | ۱۳۹۲.۲۷ | ۱۱.۲۷ | ۱۳.۶ |
| ۱۴۱۳ | ۱۱.۹۸ | ۱۳۸۸.۱۹ | ۱۲.۶۳ | ۱۳.۰۸ |

بحث و نتیجه گیری

آب برای همه گیاهان و حیوانات (از جمله انسان) ضروری است، اما بسته به مکان و زمان (روز، فصل یا سال)، آب می تواند ویژگی های فیزیکی و شیمیایی بسیار متفاوتی داشته باشد. این ویژگی ها به طور کلی «کیفیت آب» را تعریف می کنند و اساساً تعیین می کنند که کدام گونه های گیاهی و جانوری در اکوسیستم های آبی مانند نهرها، دریاچه ها، رودخانه ها و اقیانوس ها زندگی می کنند. امروزه به دلیل آلودگی های زیست محیطی که نقش بشر در پیدایش آن ها غیرقابل انکار است، منابع آب، به خصوص آب های سطحی، در معرض انواع آلودگی ها قرار دارند. به همین دلیل، در حال حاضر، کیفیت آب بیش از پیش مورد توجه متولیان توسعه، بهره برداری و نگهداری منابع آب بوده و توجه به اهداف کیفی در کنار اهداف کمی به یک موضوع مهم در مطالعات پژوهشگران تبدیل شده است. ارزیابی کیفیت آب یک معیار اساسی در پایش محیطی است. هنگامی که کیفیت آب ضعیف باشد، نه تنها بر زندگی آبزیان بلکه بر اکوسیستم های اطراف نیز تأثیر می گذارد. بر اساس نتایج به دست آمده مقدار BOD₅، TDS، نیتريت و اكسيژن محلول در رودخانه تجن در وضعیت مطلوبی قرار ندارد، لذا برای انواع مصارف به ویژه مصارف شهری و کشاورزی مناسب نیست و باید اولویت بندی تخصیص آب بر اساس میزان آلودگی صورت گیرد. پیش بینی می شود در صورت عدم کنترل ورودی فاضلاب، پساب کشاورزی، رواناب ها و تداوم روند بر هم خوردن تعادل اکولوژیک، کاهش کیفیت آب در این رودخانه تسريع شود. پیشنهاد می گردد سیاستگذاران، راهبردهای بلندمدت و برنامه های آتی در خصوص تخصیص و بهره برداری از آب رودخانه تجن، با توجه به شرایط کنونی کیفیت آب تدوین گردد.

منابع

- خراشادی زاده، مهدی. عزیزیان، غلامرضا. هاشمی منفرد، سید آرمان. اکبرپور، ابوالفضل. شبانی، امیر (۱۴۰۱). مدیریت آلودگی ورودی به رودخانه با استفاده از الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات، مطالعه موردی: رودخانه قشلاق
- فرخانی، شیرین (۱۴۰۰). بررسی وضعیت کیفی رودخانه هراز با استفاده از مدل سازی عددی. تحقیقات منابع آب ایران، ۱۷(۱)، ۲۶۲-۲۷۶.
- کرد تمینی، ایوب. بذرافشان، ادريس. نورآبادی، الهام. انصاری، حسین. کمانی، حسین (۱۳۹۸). بررسی کیفیت آب دریاچه سد ماشکيد شهرستان سیب و سوران با بهره گیری از شاخص کیفیت آب و شاخص کیفیت آب های سطحی ایران. مجله دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه. ۷ (۱): ۳۹-۲۷
- Anh, N. T., Nhan, N. T., Schmalz, B., & Le Luu, T. (2023). Influences of key factors on river water quality in urban and rural areas: A review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 100424.
- Anawar, H. and Chowdhury, R. (2020). Remediation of polluted river water by biological, chemical, ecological and engineering processes. *Sustainability*, 12(17), p.7017.
- Jamwal, P. (2018). Remediation of contaminated urban streams: A decentralized ecological wastewater treatment approach. *Water Remediation*, 29-41.
- Kumar, V., Sharma, A., Kumar, R., Bhardwaj, R., Kumar Thukral, A. and Rodrigo-Comino, J. (2020). Assessment of heavy-metal pollution in three different Indian water bodies by combination of multivariate analysis and water pollution indices. *Human and ecological risk assessment: an international journal*, 26(1), pp.1-16.
- Li, Y., Mi, W., Ji, L., He, Q., Yang, P., Xie, S., & Bi, Y. (2023). Urbanization and agriculture intensification jointly enlarge the spatial inequality of river water quality. *Science of The Total Environment*, 878, 162559.
- Memon, M., Soomro, M. S., Akhtar, M. S., & Memon, K. S. (2011). Drinking water quality assessment in Southern Sindh (Pakistan). *Environmental monitoring and assessment*, 177(1), 39-50.
- Ubah, J.I., Orakwe, L.C., Ogbu, K.N., Awu, J.I., Ahaneku, I.E. and Chukwuma, E.C. (2021). Forecasting water quality parameters using artificial neural network for irrigation purposes. *Scientific Reports*, 11(1), p.24438.
- Wang, Y., Liu, X., Wang, T., Zhang, X., Feng, Y., Yang, G., & Zhen, W. (2021). Relating land-use/land-cover patterns to water quality in watersheds based on the structural equation modeling. *Catena*, 206, 105566.
- Zeng, Z., Luo, W. G., Wang, Z., & Yi, F. C. (2021). Water pollution and its causes in the Tuojiang River Basin, China: an artificial neural network analysis. *Sustainability*, 13(2), 792.
- Zhao, J., Fu, G., Lei, K., & Li, Y. (2011). Multivariate analysis of surface water quality in the Three Gorges area of China and implications for water management. *Journal of Environmental Sciences*, 23(9), 1460-1471.



15th International Conference on
Agricultural Science
Environment, Urban and Rural Development

www.urdenf.ir

پانزدهمین کنفرانس بین المللی
علوم کشاورزی، محیط زیست، توسعه شهری و روستایی | اسپانیا



15th international conference on Agricultural Science, Environment, Urban and Rural Development

Forecasting the water quality of Tajan river using artificial neural network in MATLAB software

Motahareh rajani

phd in Environment-Habitats and Biodiversity, Islamic
Azad University

Mostafa jahani

MSc student in Environmental Sciences and Engineering
- Biodiversity, Yazd University

Abolfazl abedini torkabad

MSc student in Health, Safety and Environment (HSE), Saveh Energy University

Abstract

The level of pollution in many river basins around the world is increasing drastically. This issue can have negative effects on human health and the ecosystem. The present research was carried out with the aim of evaluating the water quality of Tajan River. In this study, four water quality parameters including TDS, BOD, DO and nitrite were measured along the river at 3 stations in the spring, summer and autumn of 1402 using standard water and wastewater measurement methods. Finally, artificial neural network was used in MATLAB software to predict the water quality of Tajan river. The results of the present research showed that the artificial neural network has a high ability to predict water quality indicators. Also, the results showed that the amount of BOD5, TDS, nitrite and dissolved oxygen was not in a favorable condition, so it is not suitable for all kinds of uses and water allocation should be prioritized based on the level of pollution.

Key words: water quality, water pollution, artificial neural network, MATLAB software, Tajan river