اعتبارسنجی کارایی مدل پیش‌بینی EC و TDS در رودخانه مارون (مطالعه موردی ایستگاه بهبهان)

داود خدادادی دهکردی*[1]

۱-گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.davood_kh70@yahoo.com

تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۰۹/۱۴ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۱۱/۱۴

چکیده

رودخانه مارون یکی از سرشاخه‌های رودخانه جراحی و از رودخانه‌های مهم استان خوزستان می‌باشد. اهمیت مطالعات کیفیت رودخانه مارون از آنجا مشخص می‌شود که این رودخانه در مسیر خود آب مورد نیاز شهرها، روستاها و نیز هزاران هکتار اراضی کشاورزی، باغات، نخلستان‌ها و کارخانه‌جات صنعتی را تأمین نموده و در نهایت به تالاب شادگان منتهی می‌گردد. توجه و اهمیت به این رودخانه از ملزومات توسعه‌ی پایدار است و بررسی کیفی آب این رودخانه از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. کیفیت آب با برخی مشخصات فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی مشخص می‌شود. در این مطالعه مدل‌های رابطه بین دو پارامتر هدایت الکتریکی (EC) و کل جامدات محلول آب (TDS) طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۸۸ برازش و میزان TDS در آینده برآورد و در نهایت اعتبارسنجی این پیش‌بینی محاسبه گردیده است. نتایج نشان دادند در یک دوره نمونه‌برداری از سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ در ایستگاه بهبهان، بهترین مدل برازش شده بین TDS و EC در این ایستگاه مدل نمایی با ضریب همبستگی ۰/۹۱۳ می‌باشد. همچنین با داشتن مقدار EC طی سال‌های ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۲، میزان TDS در این دوره برآورد گردید و جهت انتخاب بهترین مدل، میزان EF (کارایی مدل) برای ۴ مدل ارائه شده محاسبه گردید و مشخص شد مدل نمایی با میزان کارایی ۹۹/۷۲ درصد مناسب‌ترین مدل برای برآورد میزان TDS می‌باشد و مدل‌های خطی، توانی و لگاریتمی در رتبه‌های بعدی اولویت در ایستگاه بهبهان قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، رودخانه مارون، ایستگاه بهبهان.

مقدمه

با توجه به اینکه رودخانه‌ها از بسترها و مناطق مختلفی می‌گذرند و در ارتباط مستقیم با محیط پیرامون خود هستند، نوسانات کیفی زیادی دارند. امروزه مدیریت در برداشت و مصارف آب به توان و پتانسیل آبدهی و کیفیت منابع آب وابسته است. از این رو بررسی و پیش‌بینی تغییرات پارامترهای کیفی آب در طول یک رودخانه بایستی مورد توجه قرارگیرد. TDS عامل مهمی در کیفیت آب می‌باشد و اثر زیادی در جابجائی و تبدیل شیمیایی و یونیزه شدن مواد دارد، همچنین غلظت املاح محلول در تعیین تناسب آب در مصارف شرب انسان و دام، کشاورزی و صنعت نقش مهمی دارد (شکوهی فر و ایزدپناه، ۱۳۹۲). EC به مبنای رسانندگی الکتریکی معیاری برای سنجش شوری

است. با افزایش عناصر محلول در آب میزان هدایت الکتریکی افزایش می‌یابد. هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول با یک رابطه خطی در ارتباط هستند ولی این ضریب تناسب برای هر نمونه آب منحصر به فرد می‌باشد. اما آنچه مسلم است دلیل میزان بالای EC، بالابودن مقدار TDS می‌باشد. جهت تحقق این امر، مدل‌های کیفیت آب متعددی در زمینه مدیریت و حفظ کیفیت آب استفاده می‌شوند. محمدی همکاران (۱۳۸۵) روند تغییرات کیفیت آب در ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب رودخانه اترک را بررسی نمودند. نتایج تجزیه تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده بیانگر وجود ضرایب همبستگی بالا بین مقادیر دبی با پارامترهای TDS, PH, EC, SAR, مجموعه آنیون‌ها و کاتیون‌های آب بود که امکان برآورد پارامترهای فوق بر اساس مقادیر دبی اندازه‌گیری شده را فراهم می‌نمود. جلیلیان و امینی (۱۳۸۶) رابطه بین فاکتور EC و TDS در آب رودخانه زاینده رود و آب آشامیدنی شهر اصفهان را بررسی نمودند. فتحیان و سپهری (۱۳۹۰) به بررسی رابطه EC و TDS و تحلیل فراوانی پارامترهای کمی و کیفی رودخانه‌های سیمینه رود، قمرود و کارون با روش گشتاور خطی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که همبستگی سالانه بالایی بین دو پارامتر در تمام ایستگاه‌ها وجود دارد. رجایی و صدیق (۱۳۹۱) در تحقیقی از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و مدل رگرسیون خطی چند متغیره MLR برای پیش‌بینی سری زمانی پارامتر شوری (EC) رودخانه مارون استفاده شده است. نتایج مقایسه‌های انجام پذیرفته در مباحث مختلف این مطالعه، نشان دهنده برتری مدل شبکه عصبی نسبت به مدل رگرسیون خطی چند متغیره بوده است. اندازه گیری TDS مستلزم صرف وقت و انجام آزمایشات شیمیایی است. گودرزی و صارمی (۱۳۹۵) کارایی مدل پیش‌بینی ECبر پایه TDS در رودخانه زهره را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در یک دوره نمونه‌برداری از سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ در ایستگاه دهملا بهترین مدل برازش شده بین TDS و EC در این ایستگاه مدل خطی با ضریب همبستگی ۰/۹۱۴ می‌باشد. در این مطالعه با اندازه‌گیری میزان EC که به سادگی و با دستگاه EC متر قابل اندازه‌گیری می‌باشد و پیدا کردن بهترین مدل برازش شده مربوط به رابطه بین TDS و EC ایستگاه بهبهان طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ می‌توان به مقدار عددی TDS طی سال‌های آینده پی برد. همچنین می‌توان میزان کارایی مدل را برآورد کرد.

مواد و روش‌ها

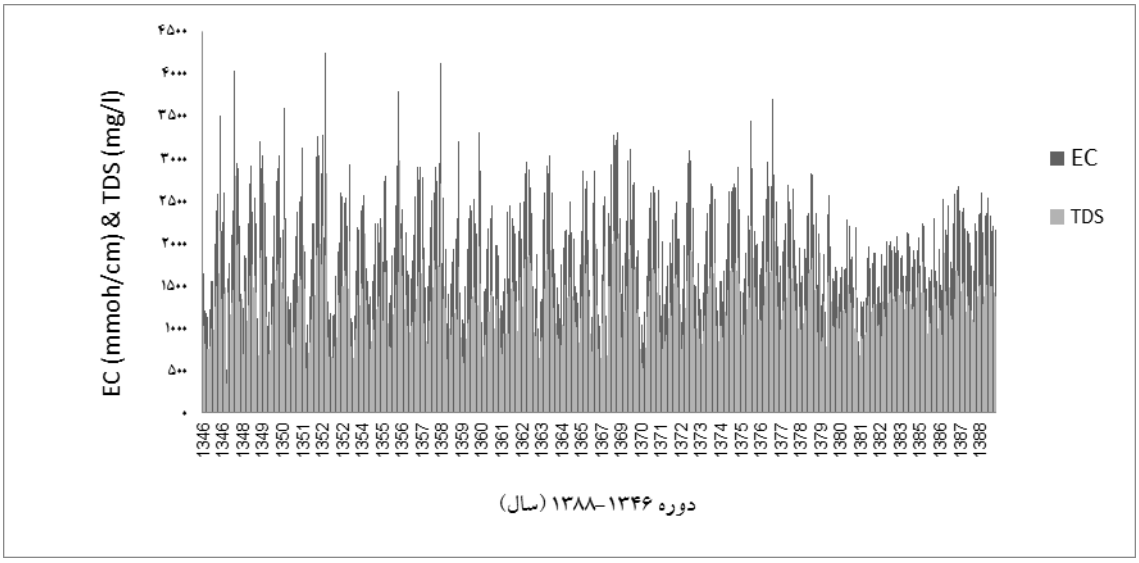
رودخانه مارون از کوه‌های نیل و چشمه سارهای دامنه کوه‌های سادات از ارتفاعات زاگرس سرچشمه گرفته و به هور شادگان می‌ریزد. مساحت تقریبی حوضه آبریز این رودخانه ۳۸۲۴ کیلومترمربع می‌باشد. ایستگاه بهبهان در مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. در این مطالعه مقادیر اندازه‌گیری شده پارامترهای EC و TDS رودخانه کارون در ایستگاه بهبهان طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ توسط نرم‌افزار Excel مورد بررسی قرار گرفتند. توسط این نرم افزار، ۴ نوع مدل برازش شده بین پارامترهای EC و TDS طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ ترسیم گردیدند و با بدست آوردن معادله مربوط به رابطه بین EC و TDS در

۴ مدل برازش شده طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ و موجود بودن مقدار EC سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲، میزان TDS طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ برآورد گردید. سپس با ترسیم نمودار، TDS برآورد شده با TDS اندازه‌گیری شده در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ مقایسه و میزان اعتبار بین ۴ مدل ترسیمی از رابطه (۱) محاسبه گردید (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۳).

EF: کارایی مدل برحسب درصد، pi: مقادیر برآورد شده (به وسیله مدل) پارامتر TDS ، n: تعداد نمونه‌ها (تعداد سال‌های اندازه‌گیری یا برآورد)، oi: مقادیراندازه‌گیری شده پارامتر TDS، $\bar{o}$: میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده پارامتر TDS.

نتایج و بحث

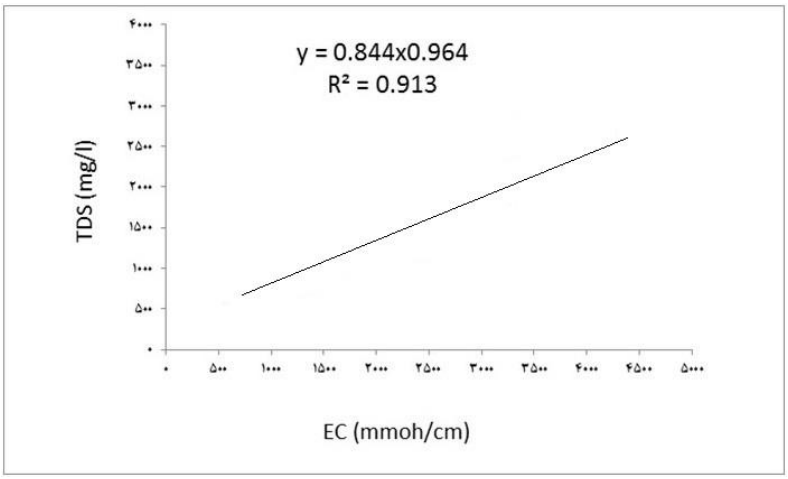
برای مدل‌سازی TDS بر پایه EC در رودخانه مارون – ایستگاه بهبهان، پارامترهای EC و TDS توسط نرم‌افزار Excel مورد تحلیل قرار گرفتند. در شکل شماره (۱) میزان پارامترهای EC بر حسب (mmohs/cm) و TDS بر حسب (mg/l) در سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ نشان داده شده است.



شکل ۱- مقدار EC و TDS اندازه‌گیری شده طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸

مدل‌سازی رابطه بین پارامترهای EC و TDS طی سال‌های ۱۳۴۶ الی ۱۳۸۸ انجام گرفت و ۴ مدل خطی، لگاریتمی، نمایی و توانی ترسیم گردیدند.

شکل (۲) رابطه توانی بین EC و TDS اندازه‌گیری شده طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ را نشان می‌دهد.

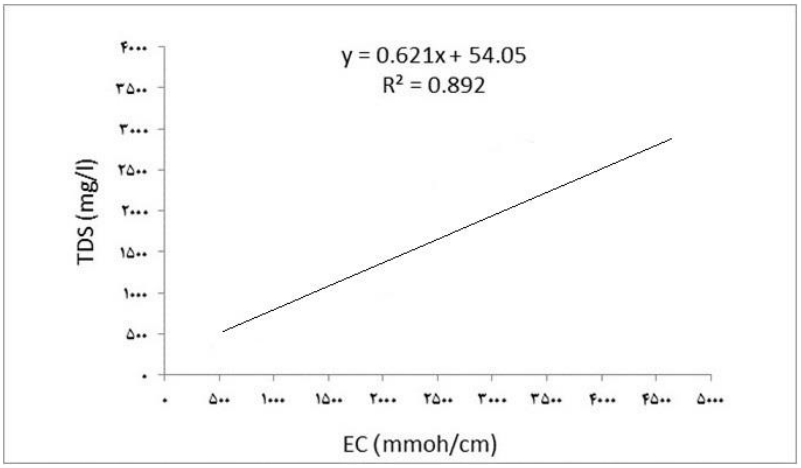


شکل ۲- رابطه توانی بین EC و TDS اندازه‌گیری شده طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸

رابطه (۲) معادله توانی بین EC و TDS با ضریب همبستگی ۰/۹۱۳ می‌باشد.

$$y = 0.844\ x^{0.964} \quad (۲)$$

شکل (۳) رابطه خطی بین EC و TDS اندازه‌گیری شده طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ را نشان می‌دهد.



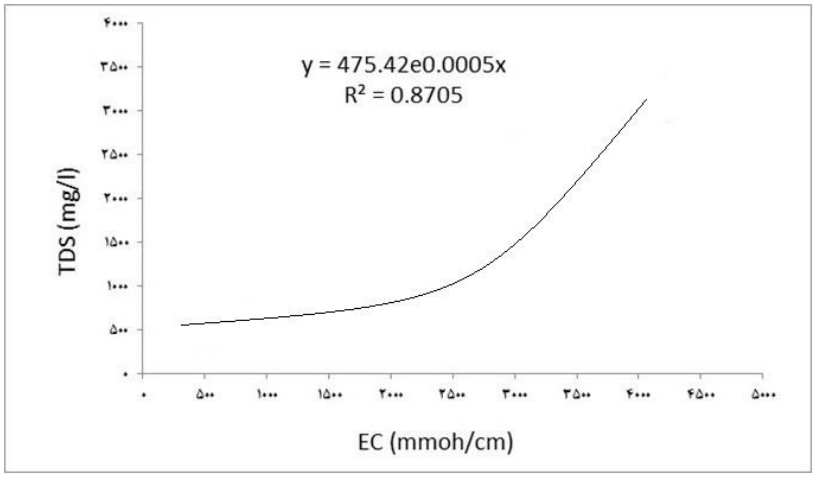
شکل ۳- رابطه خطی بین EC و TDS اندازه‌گیری شده طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸

رابطه (۳) معادله خطی بین EC و TDS با ضریب همبستگی ۰/۸۹۲ می‌باشد.

$$y = 0.621\ x + 54.05 \quad (۳)$$

.

شکل (۴) رابطه نمایی بین EC و TDS اندازه‌گیری شده طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ را نشان‌می‌دهد.

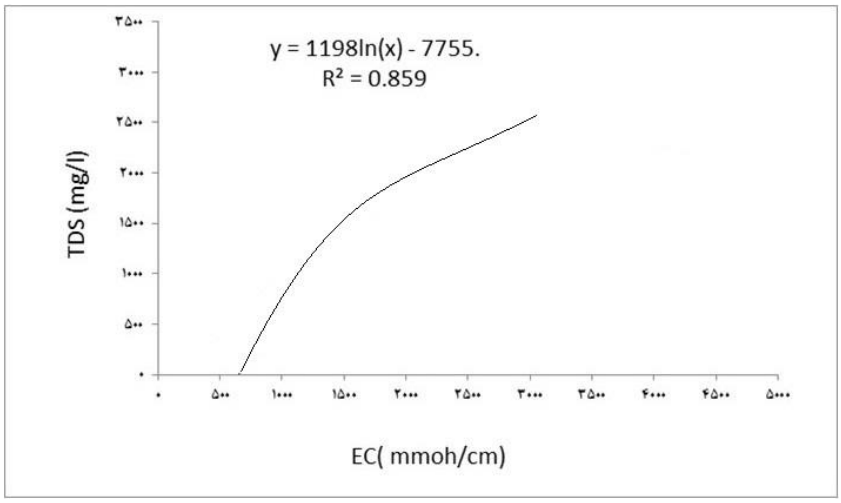


شکل ۴- رابطه نمایی بین EC و TDS اندازه‌گیری شده طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸

رابطه (۴) معادله نمایی بین EC و TDS با ضریب همبستگی ۰/۸۷۰۵ می‌باشد.

$$y = 475.42\, e^{0.0005x} \quad (۴)$$

شکل (۵) رابطه لگاریتمی بین EC و TDS اندازه‌گیری شده طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ را نشان‌می‌دهد.



شکل ۵- رابطه لگاریتمی بین EC و TDS اندازه‌گیری شده طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸

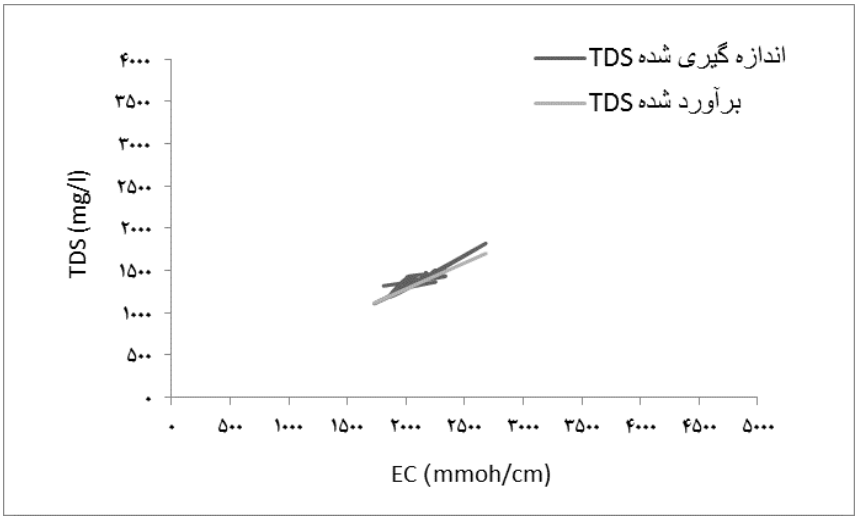
رابطه (۵) معادله لگاریتمی بین EC و TDS با ضریب همبستگی ۰/۸۵۹ می‌باشد.

$$y = 1198 \ln(x) - 7755 \quad (۵)$$

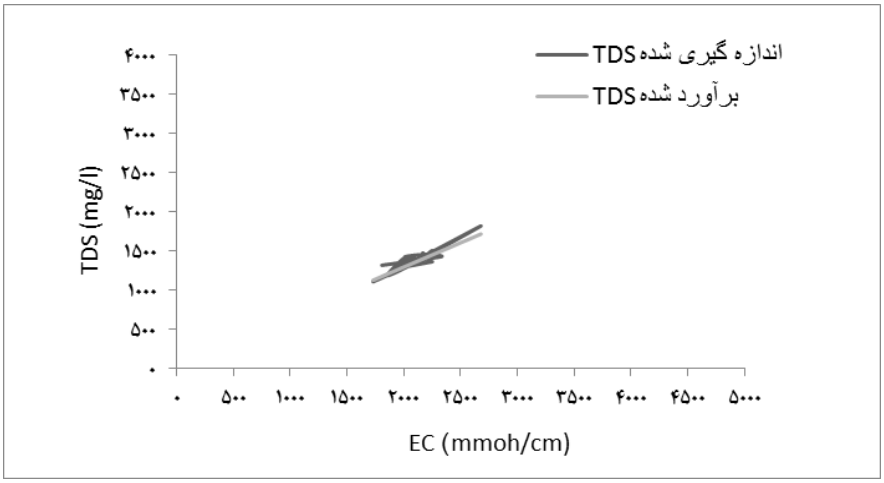
نتایج حاصل از بررسی EC و TDS نشان می‌دهد بهترین مدل برازش داده شده، مدل توانی با ضریب همبستگی ۰/۹۱۳ می‌باشد. مدل‌های خطی، نمایی و لگاریتمی با ضریب همبستگی ۰/۸۹۲، ۰/۸۷۰ و

۰/۸۵۹در رتبه‌های بعدی قرار دارند. همچنین پارامتر TDS در دوره ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۲ توسط ۴ مدل ارائه شده برآورد گردید و در نهایت با توجه به موجود بودن پارامتر TDS در سال‌های ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۲، کارایی مدل‌های ارائه شده توسط رابطه (۱) محاسبه گردید. کارایی محاسبه شده برای مدل‌های توانی، خطی، نمایی و لگاریتمی برآورد TDS در سال‌های ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۲ به ترتیب ۹۹/۶۵، ۹۹/۶۱، ۹۹/۵۲ و ۹۹/۴۸ درصد می‌باشد. سپس رابطه بین TDS و EC اندازه‌گیری شده و محاسبه شده ترسیم گردید. شکل‌های شماره ۶ تا ۹ رابطه بین TDS و EC اندازه‌گیری شده و محاسبه شده در ۴ مدل توانی، خطی، نمایی و لگاریتمی را نشان می‌دهند

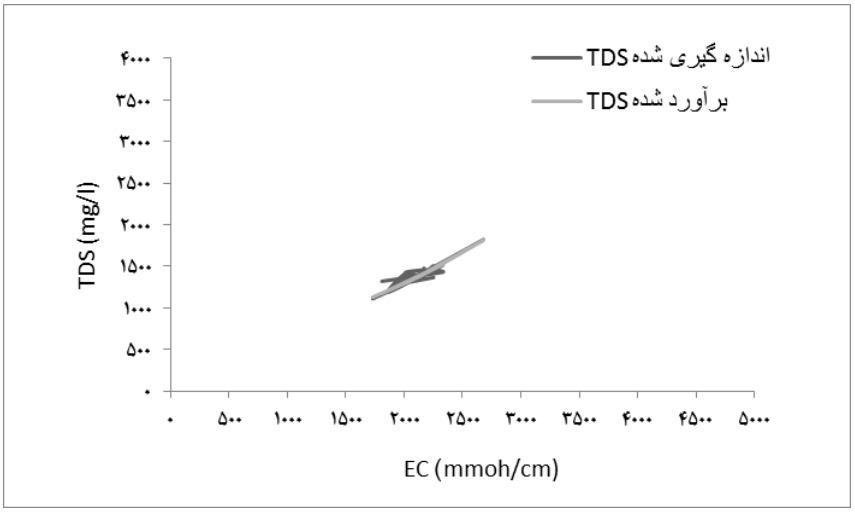
.



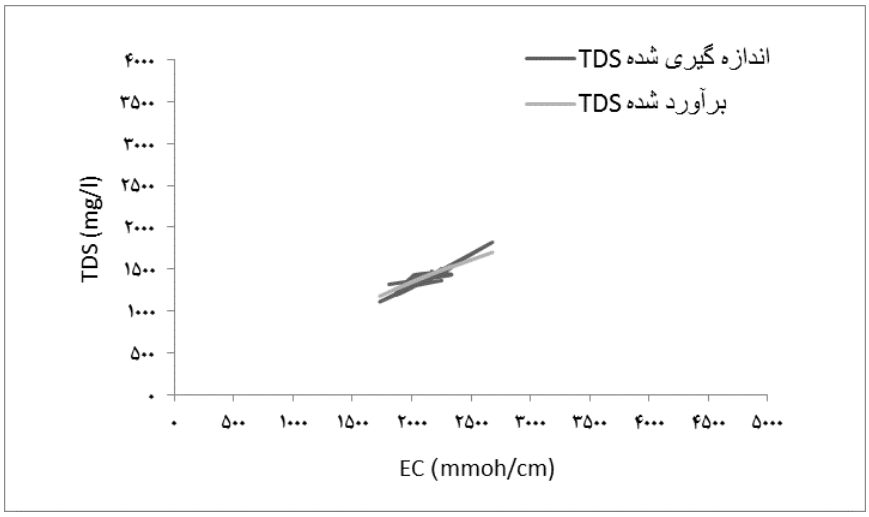
شکل ۶- رابطه بین EC و TDS برآورد شده و اندازه‌گیری شده در مدل توانی طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲



شکل ۷- رابطه بین EC و TDS برآورد شده و اندازه‌گیری شده در مدل خطی طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲



شکل ۸- رابطه بین EC و TDS برآورد شده و اندازه‌گیری شده در مدل نمایی طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲



شکل ۹- رابطه بین EC و TDS برآورد شده و اندازه‌گیری شده در مدل لگاریتمی طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲

با ترسیم رابطه بین EC و TDS محاسبه شده و اندازه‌گیری شده، مشاهده می‌شود که همبستگی بالایی بین دو پارامتر وجود دارد و امکان برآورد پارامتر TDS بر اساس مقدار EC فراهم می‌باشد.

ضمنا با توجه به میزان کارایی مدل توانی که ۹۹/۶۵ درصد می‌باشد، مدل توانی با ضریب همبستگی ۰/۹۱۳ برای تعیین پارامتر TDS در آینده قابل قبول می‌باشد

.

نتیجه گیری

با اندازه‌گیری میزان EC که به سادگی و با دستگاه EC متر قابل اندازه‌گیری می‌باشد، می‌توان به مقدار عددی TDS آب که اندازه‌گیری آن مستلزم صرف وقت و انجام آزمایشات شیمیایی است پی‌برد. با توجه به شکل‌های ۲ تا ۴، بهترین رابطه‌ای که بین پارامترهای EC و TDS در ایستگاه بهبهان و رودخانه مارون می‌باشد، رابطه توانی با ضریب همبستگی ۰/۹۱۳ می‌باشد. نمودارهای ارائه شده در شکل‌های ۶ تا ۹ نشان می‌دهند که همبستگی بالایی بین دو پارامتر طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ و سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ وجود دارد که امکان برآورد پارامتر TDS را بر اساس مقدار EC فراهم می‌سازد. با توجه به میزان کارایی مدل توانی که ۹۹/۶۵ درصد می‌باشد، مدل توانی با ضریب همبستگی ۰/۹۱۳ برای تعیین پارامتر TDS در آینده قابل قبول می‌باشد.

منابع

۱- جلیلیان، م و ژ. امینی. ۱۳۸۶. رابطه بین فاکتور بین EC و TDS در آب رودخانه زاینده رود و آب آشامیدنی شهر اصفهان. اولین کنفرانس مهندسی برنامه‌ریزی و مدیریت سیستم‌های محیط زیست. ۱۱ دی ۱۳۸۶، دانشگاه تهران، ۱۰ صفحه.

۲- رجایی، ط. و ف. صدیق. ۱۳۹۱. پیش‌بینی سری زمانی پارامتر شوری رودخانه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. اولین همایش ملی جریان و آلودگی آب. ۱ اردیبهشت ۱۳۹۱، دانشگاه تهران، ۱۱ صفحه.

۳- شکوهی فر، م و ز. ایزدپناه. ۱۳۹۲. بررسی ارتباط بی TDS ، EC ، HCO_3 و Cl با دبی رودخانه کارون در فصول سرد و گرم سال با استفاده از آنالیز رگرسیون. اولین همایش ملی چالش‌های منابع آب و کشاورزی. ۲۴ بهمن ماه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۱۰ صفحه.

۴- فتحیان، ف و ف. سپهری. ۱۳۹۰. بررسی رابطه TDS وEC و تحلیل فراوانی پارامترهای کمی و کیفی رودخانه‌های سیمینه رود، قمرود و کاورن با روش گشتاور خطی. چهارمین کنفرانس مدیریت منابع ایران. ۱۴-۱۳ اردیبهشت ۱۳۹۰، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۶ صفحه.

۵- گودرزی، ز. اگدرنژاد، ا و س. کریمی راهجردی. ۱۳۹۳. مدل سازی TDS بر پایه EC در رودخانه کارون (مطالعه موردی ایستگاه گتوند). دومین همایش مدیریت آب در مزرعه. ۲۹ مهرماه ۱۳۹۳، موسسه تحقیقات خاک و آب کرج.

۶- گودرزی، م و ع. صارمی. ۱۳۹۵. کارایی مدل پیش‌بینی EC بر پایه TDS در رودخانه زهره (مطالعه موردی ایستگاه دهملا). دومین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۴-۲ شهریور ۱۳۹۵، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷- محمدی، م. مساعدی، ا و م. محمدی. ۱۳۸۵. بررسی روند تغییرات کیفیت آب در ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب رودخانه اترک. نخستین همایش منطقه ای آب. ۱۷ اسفند ۱۳۸۵، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان، ۸ صفحه.

Validation of EC and TDS prediction model efficiency in Maroun River (case study: Behbahan station)

Davoud Khodadadi Dehkordi (Corresponding author)

1- Department of Water Engineering and Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Abstract

Maroon River is one of the tributaries of Jarahi River and one of the important rivers of Khuzestan province. The importance of quality studies of Maroon River is clear from the fact that this river provides water for cities, villages and thousands of hectares of agricultural lands, gardens, groves and industrial factories and finally leads to Shadegan Wetland. Attention and importance to this river is one of the requirements for sustainable development and water quality study of this river is of special importance. Water quality is determined by some physical, chemical and biological characteristics. In this study, the models of the relationship between the two parameters of electrical conductivity (EC) and total soluble solids (TDS) during the years 1346 to 88 fit and the amount of TDS in the future is estimated and finally the validity of this prediction is calculated. The results show that in a sampling period from 1346 to 1388 in Behbahan station, the best fitting model between TDS and EC in this station is the exponential model with a correlation coefficient of 0.913. Also, having the EC value during the years 1389 to 1392, the amount of TDS in this period was estimated and to select the best model, the amount of EF (model efficiency) was calculated for 4 models and it was found that the exponential model with an efficiency of 99.72% is appropriate. The most common model for estimating the amount of TDS is linear, power and logarithmic models in the next priority ranks in Behbahan station.

Keywords: Behbahan station, EC, Maroun River, TDS.