ارزیابی مشخصه‌های کیفی با تحلیل رگرسیون چندمتغیره در حوضه رودخانه کشکان

یاسر سبزواری[1*]، محدثه کردی[2]، علی حیدر نصرالهی[3]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه لرستان، ایران.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه لرستان، ایران.

۳- استادیار گروه علوم ومهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان.

چکیده

رودخانه‌ها به دلیل اینکه با محیط اطراف خود در ارتباط هستند دچار نوسانات کیفی می‌شوند لذا بررسی تغییرات کیفیت آن‌ها حائز اهمیت است. هدف از پژوهش حاضر، بررسی رابطه‌ی بین تغییرات پارامترهای کیفی مختلف و تاثیر این تغییرات بر میزان کل جامدات محلول در آب می‌باشد. برای این منظور از تحلیل رگرسیونی چند متغیره و اطلاعات کیفی ۲۶ ساله رودخانه کشکان استفاده شد. نتایج نشان داد که از بین تمام پارامترها EC,Ca,Mg,Th,Sar,Na,Cl,SO4 دارای رابطه خطی با TDS بوده و تحلیل مدل رگرسیونی حاکی از تاثیر مثبت EC، SO4، Sar و Mg با TDS و تأثیر منفی Th، Cl و Ca با مقدار TDS می‌باشد.

واژه های کلیدی: مجموع مواد محلول، شوری، رگرسیون چند متغیره، رودخانه کشکان، ضریب همبستگی

مقدمه

یکی از اساسی‌ترین مشکلات روز دنیا بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک، کافی نبودن آب مناسب برای مصارف گوناگون می‌باشد. با اینکه ۷۵ درصد سطح زمین از آب پوشیده شده تنها قسمت اندکی از آن بعنوان آب شیرین و قابل استحصال است، که از این مقدار در حدود ۷۰ درصد به مصرف کشاورزی به منظور تامین نیازهای جامعه انسانی استفاده می‌شود (عبدالله زاده، ۱۳۸۵). از این رو ارزیابی منابع آبی از لحاظ کیفی و کمی بویژه در این مناطق جایگاه ویژه‌ای در مطالعات منابع آب پیدا کرده است که آگاهی از کیفیت منابع آب یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی و توسعه و همچنین حفاظت از منابع آب است (رجایی و همکاران، ۲۰۱۶). رودخانه‌ها از مهم-ترین و ابتدایی‌ترین منابع تامین آب شرب، کشاورزی و صنعت و همچنین گسترده‌ترین و برجسته‌ترین اکوسیستم‌ها به شمار می‌آیند و به دلیل اینکه با محیط اطراف خود در ارتباط هستند دچار نوسانات کیفی می-شوند (موسویان و همکاران، ۲۰۱۴). بنابراین طبقه بندی و تعیین تغییرات زمانی و همچنین تعیین پارامترهای کیفیت آب رودخانه‌ها حائز اهمیت می‌باشد. همواره در آزمایشگاه‌های کیفیت آب، هزینه و زمان زیادی صرف تجزیه شیمیایی آب رودخانه‌ها و همچنین مشخص کردن مقادیر عناصر موجود در آب می‌شود، بیشتر پارامترهای کیفی آب همواره در ارتباط یکدیگر بوده و با تحلیل و تعیین این ارتباط به سادگی میتوان با اندازه‌گیری یکی از عناصر، مقدار پارامترهای موردنظر را با استفاده از روابط رگرسیونی به دست آمده محاسبه نمود، زیرا با تعیین رابطه بین آن‌ها میتوان در هزینه و زمان صرفه‌جویی نمود (کرمی و هوشمند، ۱۳۹۲). کل مواد جامد محلول (TDS)[1] این پارامتر عامل مهمی در کیفییت آب می‌باشد و اثر زیادی در

1- Total Dissolve Solids

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. مقدار باقیمانده خشک بر حسب میلی‌گرم در لیتر محاسبه می‌گردد. وجود مقادیر بیش از حد برخی از عناصر بسیار مضر بوده و خطرات زیادی را به همراه دارند به طور مثال میزان بالای TDS برای موجودات آبزی خطرناک بوده و استفاده بهینه از آب را محدود می‌کند. محاسبه TDS دشوار است، یکی از راه‌های ساده برای تعیین این پارامتر در آب اندازه-گیری دیگر پارامترهای کیفی موجود در آب است که با استفاده از راوبط رگرسیونی بین پارامترها با TDSمی‌توانیم مقدار TDS را با توجه به ضریب همبستگی و معادله ارائه شده به دست آورد. بدین منظور تعدادی از محققین در مطالعات خود جهت بررسی ارتباط پارامترهای کیفی آب از رابطه رگرسیونی استفاده کرده‌اند. بتوشا و همکاران (۲۰۰۶) به بررسی پارامتر کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه غربی کویماتور هند پرداختند که ضریب تعیین ۰/۹۵ را بدست آوردند. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که تخمین و برآورد پارامترهای کیفی آب با استفاده از سایر مؤلفه‌های اندازه‌گیری شده، مورد توجه قرار گرفته است. لی و همکارانش [۲] (۲۰۰۹) مطالعه‌ای در بالادست حوضه رودخانه هان انجام دادند نتایج نشان داد که کیفیت آب رودخانه در فصل تابستان بهتر از پاییز است و این تفاوت حاکی از حل مواد موجود در خاک توسط آب باران و همچنین سرازیر شدن آب باران در رودخانه‌ها در فصل بهار دارد، لذا بایستی در مناطق حریم رودخانه توجه خاصی به مسائل حفاظت خاک صورت گیرد. تیرامالین و همکاران [۳] (۲۰۰۹) مطالعه خود درمنطقه ساحلی مالزی به بررسی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی آب‌های زیرزمینی این منطقه برای مصرف آبیاری پرداختند. در این پژوهش همبستگی ۰/۶۳ بین هدایت الکتریکی و کل مواد محلول آب پیدا شد. امامقلی و همکاران (۱۳۸۵) پژوهشی در رودخانه کندک استان خوزستان انجام دادند که روند تغییرات مقدار املاح محلول در آب و EC را در قالب مدل رگرسیونی خطی بیان کردند. قره محمدلو (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای که بر روی رودخانه چهلچای و در ایستگاه هیدرومتری لزوره (استان گلستان) انجام داد نشان داد که رابطه‌های مشخص و قابل اعتمادی بین دبی و TDS وجود ندارد. پارسافر و زارع ابیانه (۱۳۸۸) در دشت همدان-بهار مطالعاتی انجام دادند که نتایج نشان داد در چاه‌های آب این دشت همبستگی خوبی بین هدایت الکتریکی و مجموع کاتیون‌ها و آنیون‌ها وجود دارد، که از بین این کاتیون‌ها، منیزیم و از بین آنیون‌ها کلر بیشترین اثر را در میزان هدایت الکتریکی چاه‌های آب دشت همدان-بهار دارد. لالوزایی و صادقی پناه (۱۳۹۱) در پژوهشی که انجام دادند به این نتیجه رسیدند که میزان هدایت الکتریکی به عناصر محلول در آب بستگی دارد. با افزایش عناصر محلول در آب میزان هدایت الکتریکی افزایش می‌یابد. در این تحقیق هدف بررسی میزان همبستگی برخی از پارامترهای کیفی آب نسبت به TDS با توجه به روابط بدست آمده از خطوط رگرسیونی حاصل می باشد

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

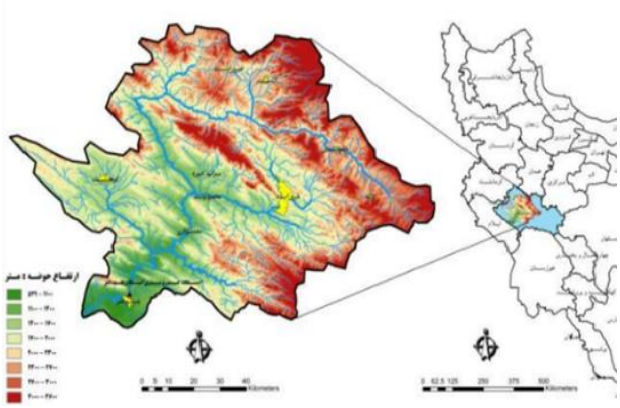
رودخانه کشکان یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های استان لرستان و منبع مهم تامین آب شرب، کشاورزی و صنعتی در منطقه محسوب می‌شود. این رودخانه با مختصات جغرافیایی ″۴۴ ′۵ °۳۳ طول شمالی و ″۴۱′۳۱ °۴۷ عرض شرقی در استان لرستان واقع می باشدکه از بهم پیوستن دو رودخانه کاکا رضا و چم

1- Bathusha et al.

2-Li et al.

3-Thirumalini et al.

زکریا تشکیل شده است. رودخانه کشکان حدود یک سوم خاک لرستان را در برمی‌گیرد و این رودخانه یکی از سرشاخه‌های مهم و پرآب رودخانه کرخه را تشکیل می‌دهد و جهت جریان از شمال شرق به جنوب غرب می‌باشد. طول رودخانه ۳۰۰ کیلومتر و مساحت حوضه‌ی آبریز آن در بالادست ایستگاه کشکان- پلدختر ۹۴۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد این حوضه آبریز بیشتر کوهستانی و مرتفع می‌باشد. رژیم آبی این حوضه عمدتا برفی بوده و دوران پر آبی آن در ماه‌های اخر زمستان و اواسط بهار است. شکل (۱) موقعیت حوضه آبریز این رودخانه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز رودخانه کشکان در لرستان و ایران

همبستگی و رگرسیونی

تغییر همزمان دو متغیر با این تفکیک مورد بررسی قرار می گیرد که یکی علت ودیگری معلول است. یعنی اینکه تغییرات در یک متغیر با تغییرات در متغیر دیگر همراه بوده بطوری که یک رابطه مشخص بین آن دو وجود دارد، به عبارت دیگر بین دو متغیر یک همبستگی وجود دارد .می توان علت را متغیر مستقل و معلول را متغیر وابسته نامید. اگر نمودار بین دو متغیر رسم شود، یک خط مستقیم ارتباط قوی بین آن ها را نشان می دهد در حالیکه پراکندگی نقاط بیانگر ارتباط ضعیف بین آنهاست از لحاظ آماری این ارتباط از طریق محاسبه شاخصی به نام ضریب همبستگی بدست می آید. ضریب همبستگی را می توان برای دو متغیر X و Y طبق فرمول (۱) تعیین کرد:

$$\text{رگرسیون}(r) = \frac{\sum(Y-\bar{Y})(x-\bar{x})}{\sqrt{\sum(Y-\bar{Y})2(x-x)2}} \qquad (۱)$$

در رابطه فوق X و Y میانگین داده‌ها می‌باشد.

محدوده r از ۱+ تا۱- و به شرح زیر است:

r=+1 به‌معنای همبستگی کامل مثبت بین دو متغیر است. تمام نقاط روی نمودار در یک خط مستقیم با شیب مثبت قرار دارند.

r=0 به معنای فقدان همبستگی بین دو متغیر است. تمام نقاط روی نمودار به طور نامنظم پراکنده‌اند.

r=-1 به معنای همبستگی کامل منفی بین دو متغیر است. تمام نقاط روی نمودار در یک خط مستقیم با شیب منفی قرار دارندو افزایش در یک متغیر با کاهش در متغیر دیگر همراه است.

مدل رگرسیونی خطی-چند متغیره:

فروضی که رگرسیون چند متغیره را از رگرسیون ساده دو متغیره متمایز می‌نماید این است که:

۱) تعداد متغیرهای مستقل در رگرسیون باید کمتر از تعداد مشاهدات باشد.

۲) همبستگی خطی کامل بین متغیرهای مستقل مدل وجود نداشته باشد.

در صورت نقض این دو فرض معادله رگرسیونی را نمی‌توان تخمین زد.

مدل رگرسیونی به شکل ماتریسی را می‌توان به‌صورت معادله زیر نشان داد:

(۲)
$$Y = X\beta + e$$

که β ماتریس ضرایب رگرسیونی، e ماتریس خطای برازش و Y نیز ماتریس پاسخ می‌باشد. با حل معادله(۲) بر حسب β خواهیم داشت:

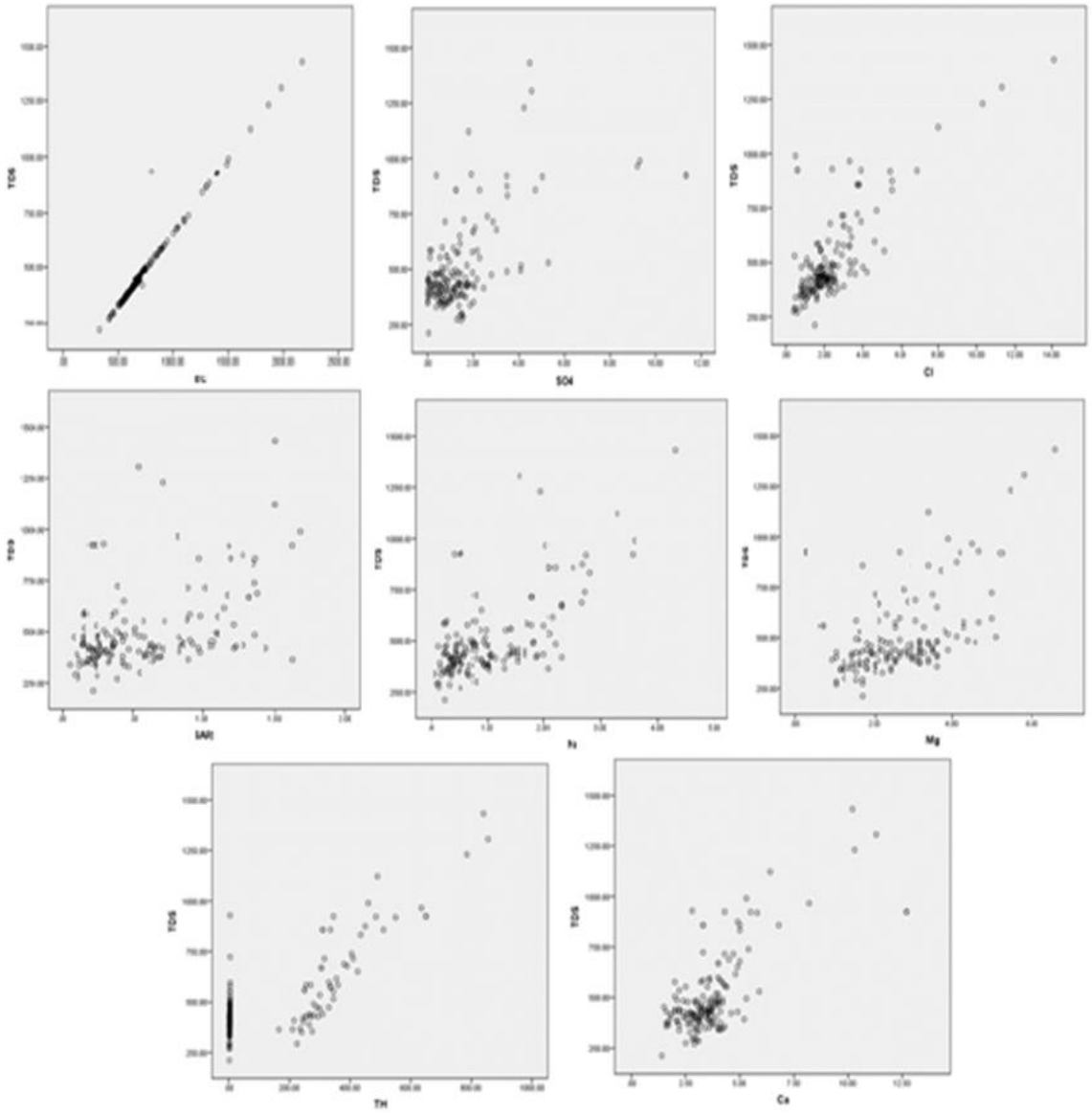
(۳)
$$\beta = (X'X)^{-1}(X'Y)$$

که در رابطه بالا، X' ترانهاده ماتریس X است. برای محاسبه معکوس $(X'X)$ لازم است متغیرهای مستقل همبستگی زیادی نداشته باشند، زیرا در این صورت ماتریس$(X'X)$ را نمی‌توان معکوس کرد و باعث افزایش خطا در اثر گرد کردن داده‌ها و محاسبت می‌شود.

بدلیل اینکه برای تخمین ضرایب رگرسیون چند متغیره، محاسبات زیاد و پیچیده می باشد و وقت زیادی صرف می‌شود، برای اینکار از نرم‌افزار رایانه استفاده می‌کنیم. نرم‌افزارهای مختلف آماری مانند Eviews, SPSS, STATA, ... وجود دارند که پس از تخمین ضرایب رگرسیون، بطور خودکار انحراف معیار ضرایب، آماره t، ضریب تعیین چند متغیره و سایر آماره‌های مورد نیاز را جهت تحلیل نتایج گزارش می‌نمایند. در این بررسی ارتباط و میزان همبستگی پارامترهای مختلف کیفی با TDS مورد بررسی قرار گرفتند. با استفاده از رابطه رگرسیونی چند متغیره در طول دوره‌ی ۲۶ساله (۱۳۷۰-۱۳۹۵) مورد بررسی قرار گرفت ابتدا با رسم نمودار پراکنش پارامترهای مختلف در برابر TDS رسم شد و مشخص شد EC,Ca,Mg,Th,Sar,Na,Cl,SO4 دارای رابطه خطی با TDS هستند. سپس تحلیل رگرسیون چند متغیره بین TDS و پارامترهای نام‌برده شده صورت گرفت. در این بررسی از نرم‌افزار SPSS برای برآورد تابع رگرسیونی بین TDS و دیگر پارامترا استفاده شده است.

نتایج

شکل‌های زیر نشان دهنده‌ی نمودار پراکنش هستند که مقادیر متغیر ورودی را که در تحقیق صورت گرفته پارامترهای Cl Sar,Na, EC,Ca,Mg,Th, , SO4 روی محور افقی و مقادیر متناظر پاسخ را که در اینجا پارامتر TDS است روی محور عمودی ترسیم شده است. از نمودارهای پراکنش برای تحلیل همبستگی بین متغیرها نیز استفاده می‌شود. با توجه به شکل‌ها بهترین پراکنش بین EC و TDS می‌باشد که با افزایش EC(شوری) مقدار TDS نیز افزایش یافته است.



شکل۲- نمودار پراکنش پارامترهای کیفی نسبت به TDS

با استفاده از نرم افزار SPSS تابع رگرسیونی چند متغیره بین پارامترهای EC,Ca,Mg,Th,Sar,Na ,Cl ,SO4 نسبت به TDS صورت گرفت که نتایج به صورت سه جدول زیر نشان داده شده است:

با توجه به جدول (۱) مقدار R ، R2 و R2 تصحیح شده نشان داده شده است. میزان R2 تصحیح شده نشان می‌دهد که چه مقدار از کل تنوع (واریانس) متغیر TDS توسط هشت متغیر باند توجیه شده است. در این مطالعه این مقدار ۰/۹۷۴ می‌باشد که رقم بالایی است و مقدار R برابر ۰/۹۷۵ که هرچه این مقادیر به یک نزدیکتر باشند مدل کارا تر و همچنین دقت بالاتری دارد.

جدول ۱ مقدار ضرایب دقت مدل رگرسیون چند متغیره

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.988[a]	.975	.974	32.96081

a. Predictors: (Constant), Mg, Ca, SAR, SO4, TH, Cl, EC, Na

جدول (۲) مهمترین جدول برای تحلیل رگرسیون می‌باشد، این جدول تجزیه واریانس رگرسیون را نشان می‌دهد. در این جدول میزان F مدل رگرسیون برابر ۷۲۴/۱۹۹ و احتمال معنی‌داری آن برابر ۰/۰۰۰ است.

بنابراین، مدل رگرسیون با هشت متغیر معنی‌دار است. حال برای بررسی اهمیت هر یک از متغیرها در مدل شش گانه به ادامه خروجی ها توجه می‌کنیم.

جدول ۲- تجزیه واریانس رگرسیون چند متغییره

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6294242.619	8	786780.327	724.199	.000[b]
	Residual	158616.568	146	1086.415		
	Total	6452859.187	154			

a. Dependent Variable: TDS
b. Predictors: (Constant), Mg, Ca, SAR, SO4, TH, Cl, EC, Na

جدول (۳) نشان‌دهنده‌ی ضریب ثابت و ضرایب پارامترهای مختلف است. قسمت اول ضرایب استاندارد نشده (Unstandardized)(Regression) قسمت دوم ضرایب استاندارد شده Standardized) (regression، قسمت سوم آزمون t و قسمت چهارم سطح معنی‌داری را نشان می دهد. اگر این ضرایب صفر شود، حاصل با فرض اول آزمون برابر است. چنانچه فرض اول رد شود مقدار ضرایب باید مخالف صفر شود که بگوییم ضرایب در خط رگرسیون اثر دارند و بی‌معنی نیستند. مدل رگرسیونی که بین TDS و پارامترهای (EC,Ca,Mg,Th,Sar,Na,Cl,SO4) به صورت زیر است: این مدل حاکی از رابطه مثبت EC،SO4 ،Sar و Mg با TDS و تأثیر منفی Cl ، Thو Ca با مقدارTDS است، اما اگر دقت شود مشاهده می شود که آزمون t نشان می دهد که متغیرهای EC ,SO4,SAR,Mg مقدار sig بزرگتر از ۰/۰۵ را دارند که نشان دهنده‌ی عدم معنی‌دار بودن است که با افزایش این پارامترها مقدار TDS نیز افزایش می‌یابد.

رابطه‌ی رگرسیونی که بین TDSو پارامترهای (EC,Ca,Mg,Th,Sar,Na,Cl,SO4) به صورت زیر است:

(4)

$$TDS = -23.347 + 0.6854EC - 0.602CL + 3.065SO4 - 11.163Na + 11.337SAR - 0.031TH - 1.675Ca + 5.319Mg$$

جدول ۳- ضرایب پارمترهای رگرسیون چند متغیره

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-23.347	22.589		-1.034	.303
	EC	.684	.029	1.015	23.864	.000

Cl	-.602	4.753	-.005	-.127	.899
SO4	3.065	4.082	.027	.751	.454
Na	-11.163	23.672	-.045	-.472	.638
SAR	11.337	41.045	.023	.276	.783
TH	-.031	.027	-.030	-1.157	.249
Ca	-1.675	5.627	-.015	-.298	.766
Mg	5.319	5.518	.029	.964	.337

a. Dependent Variable: TDS

نتیجه گیری

باتوجه به این موضوع که اندازه‌گیری مقدار TDS دشوار است و مقدار TDS در آب به دلیل به خطر انداختن جان آبزیان و همچنین به دلیل ایجاد رسوب در لوله‌ها حائز اهمیت می‌باشد. بررسی‌ها نشان داد که از بین همه‌ی پارامترهای کیفی، پارامترهای EC,Ca,Mg,Th,Sar,Na,Cl,SO4 بیشترین ارتباط خطی را نسبت به TDS دارند. در ادامه با استفاده از رابطه رگرسیونی چند متغیره در بازه زمانی(۱۳۹۵-۱۳۷۰) بین TDS و دیگر پارامترهای کیفی یک مدل رگرسیونی حاصل گردید، که این مدل نشان دهنده‌ی این است در بازه زمانی ۲۶ ساله EC,SO4,SAR Mg, اثرمثبت نسبت به TDS دارند و پارامترهای کیفی Cl,Na,TH.Ca اثری منفی روی پارامتر TDS دارد اما با توجه به آزمون t و مقادیر sig مشخص گردید که تغییرات این پارامترها اثر معنی‌داری بر غلظت TDS نداشته است. بیشترین ضریب همبستگی بین TDSو EC می‌باشد که مقدار Sig بین پارامتر TDSو EC برابر۰/۰۰ است که نشان دهنده‌ی این است که رابطه رگرسیونی معنی‌داری بین این دو پارامتر برقرار است که با افزایش EC مقدار TDS نیز افزایش می‌یابد و ضریب همبستگی بین این دو پارامتر از مابقی پارامترها بیشتر است.

منابع

۱.عبدا...زاده،ک.۱۳۸۵.مفاهیم کاربردی آمار واحتمالات. انتشارات آبیژ

۲.پارسافر، ن .(۱۳۸۷) بررسی روابط رگرسیونی بین هدایت الکتریکی و کاتیون‌ها و آنیون‌های چاه‌های آب دشت همدان-بهار". همایش ملی بحران آب در کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد شهر ری، شهر ری، ایران

۳.لالوزایی، ا صادقی پناه، و. (۱۳۹۱) بررسی کیفیت شیمیایی آب های زیر زمینی از لحاظ کشاورزی در حوزه آبخیز چشمه سفید شهرستان مه ولات خراسان رضوی اولین همایش ملی Tتغییر اقلیم و امنیت غذایی اصفهان.

۴.رجایی، ط. و جعفری،ح. (۲۰۱۶). پیش بینی نسبت جذب سدیم آب با استفاده از مدل تلفیقی شبکه عصبی و تبدیل موجک (مطالعه موردی: ایستگاه رودبار رودخانه سفیدرود). دانش آب و خاک, ۲۶, ۱۸۹-۲۰۵.

۵.موسویان،م. حقی زاده،ع. دهداری، س. و حزباوی،ز. (۲۰۱۴). عوامل محیطی مؤثر بر تغییرات زمانی مؤلفه‌های کیفی آب رودخانهٔ زرد در استان خوزستان. اکوهیدرولوژی، ۱(۱)،۶۸-۵۹.

۶.کرمی،ا.ه،وشمند،ع.،(۱۳۹۲). صحت سنجی و برآورد ارتباط بین TDSو EC آب رودخانه کارون در فصول پر آب و فصول کم آب. چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه ابیاری زهکشی.

۷.امامقلی زاده، ص.، فتحی مقدم، م و معروف پور، ع(۱۳۸۵) . بررسی کیفی آب رودخانه کندک واقع در استان خوزستان از جنبه مصرف کشاورزی. مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، جلد سدم، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۸.قره محمدلود، م.، رقیمی، م. و طهماسبی،(۱۳۸۶) بررسی تغییرات زمانی کیفیت شیمیایی رودخانه چهل چای در ایستگاه هیدرومتری لزوره،"همایش منطقه ای آب های زیرزمینی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان

9. Bathusha, M. (2006). Indian Journal of Environment a Protection, 26:508-515

10. Li,S., Gu,S., Tan,X., Zhang,Q. 2009. Water guality in the upper Han River. China: The impacts of land use/land cover in riparian buffer zones, Journal of Hazardous Materials, 195, pp 317-324.

11. Thirumalini, S and Kurian, J. (2009) Malaysian Journal of Science, 28 (1): 55-61.