بررسی کیفیت شیمیایی آب و روند تغییرات پارامترهای کیفی در محل ایستگاه نوده رودخانه گرگان‌رود استان گلستان

سجاد نظریان[۱]، بهنام فرید گیگلو[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۰۷

چکیده

رودخانه‌ها به عنوان یکی از منابع اساسی تأمین آب برای مصارف گوناگون از جمله کشاورزی، شرب و صنعت مطرح می‌باشند. با توجه به اهمیت این مجاری و خشکسالی‌های سال‌های اخیر، حفظ این منابع یکی از وظایف مهم می‌باشد. در این مطالعه به‌منظور بررسی کیفیت شیمیایی و روند تغییرات پارامترهای کیفی آب رودخانه گرگان‌رود استان گلستان در محل ایستگاه نوده از داده‌های ۳۷ سال آمار این ایستگاه استفاده شد. برای این منظور چگونگی کیفیت آب این رودخانه با استفاده از روش‌های گرافیکی تعیین و همچنین روند کلی سالانه و فصل‌های مختلف سال آشکارسازی و مشخص شده است. با توجه به این که تمام سری‌های مشاهداتی غیر نرمال بودند به منظور تعیین روند در داده‌ها از آزمون ناپارامتری من-کندال استفاده شد. نتایج آنالیز کیفی نشان داد که با توجه به نمودار پایپر آب رودخانه گرگان‌رود در محل این ایستگاه از تیپ آب‌های شورمزه بوده و بر اساس سختی کل، از نوع سخت می‌باشند. با توجه به نمودار شولر آب این منطقه از نظر شرب در محدوده قابل‌قبول قرار داشته و طبق نتایج گراف ویلکوکس می‌توان برای کشاورزی مورد استفاده قرار داد. نتایج بررسی روند نشان می‌دهد که اکثر پارامترهای مورد بررسی در ایستگاه نوده روند صعودی و معنی‌دار در بلندمدت داشته‌اند. به طور کلی روند نزولی دبی جریان در فصول مختلف سال و روند افزایشی میزان املاح موجود در آب، کاهش کیفیت شیمیایی آب را جهت استفاده‌های گوناگون سبب خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: آزمون من کندال، ایستگاه نوده، کیفیت شیمیایی آب روند.

[۱] کارشناسی ارشد، گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان- لرستان، رمشکان. تلفن:۰۹۳۷۲۵۱۲۲۸۵، آدرس پست الکترونیکی:sajjad_nazaryan@yahoo.com

[۲] کارشناسی ارشد، گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان- اردبیل، دفتر فنی مهندسی فرید. تلفن:۰۹۱۴۹۵۳۰۵۳۵
آدرس پست الکترونیکی:behnam.farid@ gmail.com

مقدمه

شناخت آب از نظر کیفیت، کمیت و چگونگی حصول آن قدمی اساسی برای بهینه‌سازی مصرف است (روآکس[1] و همکاران، ۲۰۰۷). رودخانه‌ها به عنوان یکی از منابع اساسی تأمین آب برای مصارف گوناگون از جمله کشاورزی، شرب و صنعت مطرح می‌باشند. با توجه به اهمیت این مجاری و خشکسالی‌های سال‌های اخیر، حفظ این منابع یکی از وظایف مهم می‌باشد. از طرفی این منابع به عنوان محل تخلیه فاضلاب‌ها، پساب‌های کارخانه‌ها و زهکش‌های کشاورزی قرار گرفته‌اند (مفتاح حلقی، ۱۳۸۷). خصوصیات کیفی آب از مؤلفه‌هایی است که ضرورت لحاظ آن در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و همچنین ارزیابی سلامت حوضه آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی در آن کاملاً احساس شده (خادم و کالواراچی[2]، ۲۰۰۶) ولی تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است (الشورباجی و اورمسبی[3]، ۲۰۰۶). سدسازی، آلودگی‌های ناشی از تخلیه‌ی فاضلاب‌ها، بهره‌برداری از شن و ماسه بستر رودخانه‌ها هر یک به نوعی در دگرگونی محیط زیست رودخانه‌ها مؤثرند (برونماک و راندرس، ۱۳۸۴). با توجه به اینکه هر رودخانه تا حدود معینی ظرفیت پذیرش آلاینده‌های ورودی را دارا می‌باشد، بنابر این امروزه بررسی کیفی و محیط زیستی این منابع مطرح می‌باشد. چنانچه بتوان نقاطی از رودخانه را از نظر پارامترهای کیفی آب که پایین‌تر از حد استاندارد می‌باشد مشخص نمود، یافتن نقاط بحرانی و راه‌کار مناسب برای رفع این نقاط بحرانی آسان‌تر می‌شود (نظری و همکاران، ۲۰۰۵). بنی سعید (۱۳۸۷) کیفیت آب رودخانه زهره را با استفاده از شاخص کیفیت آب کانادا بررسی کرد و نتیجه گرفت که آب این رودخانه از نظر مصارف کشاورزی از بالادست تا پایین‌دست روندی کاهشی داشته است. همچنین از نظر شرب نیز آب این رودخانه را در بعضی ایستگاه‌ها مناسب و در بعضی نامناسب ارزیابی کرده است. سادات‌موسوی و بانژاد (۱۳۸۹) کیفیت آب رودخانه نکا را ارزیابی کرده و آب این رودخانه را بر اساس نمودار پایپر[4] بی‌کربناته-کلسیمی-منیزیمی، بر اساس نمودار شولر[5] قابل شرب، طبق نمودار استیف غلظت آنیون‌ها بیشتر از کاتیون‌ها و بر حسب نمودار ویلکوکس[6] مناسب برای آبیاری ارزیابی کردند. افزایش میزان سدیم در آب سبب کاهش کیفیت آب از نظر کشاورزی می‌شود (یونگر و کاسی[7]، ۲۰۰۳). بنابراین از لحاظ کشاورزی افزایش میزان سدیم نسبت به عناصر کلسیم و منیزیم موجب پراکندگی ذرات خاک، کاهش نفوذپذیری و قابلیت زهکشی آن می‌شود (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۸). معروفی و بیات (۱۳۸۸) کیفیت شیمیایی آب رودخانه کرج را ارزیابی کردند. بررسی نتایج تجزیه شیمیایی آب رودخانه کرج با توجه به استاندارد ملی کیفیت آب شرب نشان داد که میانگین غلظت پارامترهای شیمیایی موجود از حد استاندارد پایین‌تر می‌باشد. فتاحی و مقدم (۱۳۸۸) روند تغییرات کمی و کیفی منابع آب حوضه آبخیز استان قم را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که در مجموع، روند تغییرات منابع آب استان قم، از لحاظ کمی و کیفی، دارای افت شدیدی است. زیپر و همکاران[8] (۱۹۷۸) مقادیر میانه و کیفیت آب را برای روندیابی در ۱۸۰ ایستگاه ویرجینیا در فاصله زمانی ۱۹۹۵-۱۹۷۸ تحلیل نمودند. مقادیر میانه و فصلی برای اکسیژن محلول، pH، BOD و تعدادی دیگر از پارامترهای شیمیایی آب در نظر گرفته شدند. پژوهش آنان نشان داد که تفاوت‌های منطقه‌ای از نظر زمین‌شناسی، کاربری و ویژگی‌های سیمای محیط بر پارامترهای منتخب تاثیر معنی‌داری دارد. روش‌های

[1] - Roux et al
[2] - Khadem and Kaluarachi
[3] - Elshorbagy and Ormsbee
[4] - Piper Diagram
[5] - Schoeller Diagram
[6] - Wilcox Diagram
[7] - Younger and Casey
[8] - Zipper et al

متعددی برای تشخیص روند در سری‌های زمانی داده‌های هیدرومتئورولوژیک وجود دارد. آزمون‌های آماری تشخیص روند شامل رگرسیون خطی، رو اسپرمن، تی سن، من – کندال و کندال فصلی می‌باشند. دو روش رگرسیون خطی ساده و من-کندال بیشتر از آزمون‌های دیگر استفاده شده و مورد توجه محققین می‌باشند (شیخ و همکاران، ۱۳۸۸). یکی از روش‌های بررسی تغییر روند داده‌ها، آزمون ناپارامتریک من-کندال می‌باشد. این روش برای اولین بار توسط من در سال ۱۹۴۵ استفاده شد و کندال در سال ۱۹۷۵ توزیع آماری این آزمون را به دست آورد. این روش یکی از بهترین روش‌های آشکارسازی و تعیین روند داده‌ها است و پژوهشگران زیادی از این روش برای تشخیص روند پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیکی استفاده کرده‌اند (شیخ و همکاران، ۱۳۸۸، حجام و همکاران، ۱۳۸۷).

آزمون ناپارامتریک من-کندال برخلاف آزمون‌های پارامتریک همچون رگرسیون خطی، تابع توزیع مشخصی را برای سری داده‌ها فرض نمی‌کند. در حالی که قدرت تشخیص آن نیز به اندازه آزمون‌های پارامتریک است (لتن مایر و همکاران[1]، ۱۹۹۴). به همین دلیل سازمان جهانی هواشناسی، آزمون من - کندال را برای بررسی و تشخیص روند در سری‌های زمانی اکیداً توصیه می‌کند (میشل و همکاران[2]، ۱۹۶۶).

قاضی‌زاده و شهنی‌زاده (۱۳۸۷) روند تغییرات رودخانه کرخه را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که ایستگاه‌های بالا دست دارای کیفیت مطلوب بوده ولی ایستگاه‌های پایین‌دست به دلیل برخی عوامل نظیر وضعیت طبیعی رودخانه، کم شدن شیب رودخانه و یا مسائلی نظیر ورود فاضلاب‌های شهری پایین دست دچار نقصان کیفی شده‌اند. فریدگیگلو و اسمعلی‌عوری (۱۳۹۱) روند تغییرات پارامترهای کیفی آب را در ایستگاه قزاقلی استان گلستان بررسی کرده و نتیجه گرفتند که تمامی پارامترهای مورد بررسی در ایستگاه قزاقلی روند صعودی را در بلند مدت داشته‌اند و اکثر پارامترها روند معنی‌داری را در سطح ۹۹ درصد نشان می‌دهند ولی وقتی روند پارامترهای کیفیت آب را در فصل‌های مختلف بررسی کردند نتایج متفاوتی به دست آوردند به طوری که در فصل‌های بهار، پاییز و زمستان بیشتر پارامترها روند صعودی دارند ولی در فصل تابستان اکثر پارامترها روند نزولی را نشان می‌دهند. شرایط مختلف هر فصل اعم از شرایط اقلیمی و عوامل آلاینده موثر در کیفیت آب سبب تفاوت در روند پارامترها شده است.

کاهش کیفیت و کمبود منابع آب شیرین، انجام این تحقیق را ضروری کرده است. هدف از این تحقیق، بررسی کیفیت شیمیایی و روند تغییرات کیفی آب در ایستگاه نوده واقع در رودخانه گرگان‌رود استان گلستان، که همه ساله انواع محصولات زراعی در آن کشت و برداشت می‌شود و یکی از مناطق بسیار مهم مصرف انواع سموم دفع آفات نباتی و کودهای شیمیایی می‌باشد. در این تحقیق، از داده‌های بارندگی ماهانه ایستگاه باران‌سنجی نوده بر روی رودخانه گرگان‌رود در طول دوره آماری ۱۳۴۹ ۱۳۸۶ استفاده شد. این ایستگاه در موقعیت جغرافیایی ۴ ۳۷ عرض شمالی، ۱۵ ۵۵ طول شرقی و ارتفاع ۲۸۰ متر از سطح دریاهای آزاد قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه به منظور بررسی کیفیت شیمیایی و روند تغییرات کیفی آب در ایستگاه نوده واقع در رودخانه گرگان‌رود استان گلستان از داده‌های ۳۷ سال آمار این ایستگاه از سال ۱۳۴۹ تا سال ۱۳۸۶، پس از بررسی صحت داده‌ها استفاده شد. پارامترهای شیمیایی کیفیت آب بررسی شده در این مطالعه شامل دبی جریان، باقیمانده املاح، هدایت الکتریکی، اسیدیته، بی‌کربنات، کلر، سولفات، کل آنیون‌ها، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، کل کاتیون‌ها، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم، سختی موقت و سختی کل

[1] - Lettenmaier et al
[2] - Mitchell et al

می‌باشند که کیفیت شیمیایی و روند آن‌ها در فصل‌های مختلف سال و همچنین روند کلی سالانه آشکارسازی و مشخص شده است.

نمودارهای پایپر، شولر، ویلکوکس و ستاره‌ای جهت آنالیز کیفی برای سال‌های آماری ترسیم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به منظور بررسی قابلیت شرب آب رودخانه از نمودار نیمه لگاریتمی شولر استفاده شد. همچنین یکی از شاخص‌های کیفیت آب آشامیدنی، سختی آن می‌باشد که بر مبنای کربنات کلسیم مورد سنجش قرارمی‌گیرد. بیشترین سختی آب مربوط به یون‌های کلسیم و منیزیم بوده و سختی کل برحسب میلی‌گرم بر لیتر از رابطه زیر به دست می‌آید:

رابطه(۱):

$$TH = 2.497Ca + 4.115m$$

دیاگرام ویلکوکس بر اساس مقادیر هدایت الکتریکی (EC) املاح محلول در آب و نسبت سدیم قابل جذب آب (SAR) قادر به طبقه‌بندی آب در کلاس‌های متفاوت است. در مجموع می‌توان ۱۴ کلاس مختلف برای آب از نظر کیفیت تعیین کرد، که این ۱۴ کلاس در چهار گروه تفکیک می‌شوند (مهدوی، ۲۰۰۵). همچنین دیاگرام پایپر بر اساس موقعیت مکانی برخی کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی نظیر Na^{+}، K^{+}، Mg^{+2}، Ca^{+2}، So_4^{-2}، Cl^{-}، Co_3^{-2} و Hco_3^{-} برای تعیین تیپ و رخساره آب می‌باشد (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۸).

یکی از روش‌های متداول در تعیین تیپ (رخساره هیدروشیمی) آب، استفاده از نمودار پایپر می‌باشد. براساس نمودار پایپر هشت رخساره شیمیایی ذیل قابل تشخیص است:

۱) $Ca\text{-}Mg\text{-}Hco_3$	۲) $Na\text{-}Hco_3$
۳) $Ca\text{-}Mg\text{-}Hco_3\text{-}Cl$	۴) $Na\text{-}Hco_3\text{-}Cl$
۵) $Ca\text{-}Mg\text{-}Cl\text{-}Hco_3$	۶) $Na\text{-}Cl\text{-}Hco_3$
۷) $Ca\text{-}Mg\text{-}Cl$	۸) $Na\text{-}Cl$

این هشت رخساره می‌توانند در سه نوع (تیپ) اصلی، آب‌های شیرین، آب‌های شور مزه، آب‌های ترکیبی قرار گیرند، مهمترین معیارهای کیفی در طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی، شوری و مقدار سدیم موجود در آن می‌باشد زیرا این دو نه تنها بر رشد گیاه موثرند، بلکه در جهت مناسب بودن آب از نظر آبیاری و بر نفوذپذیری خاک مؤثر می‌باشند. شوری با معیارهای هدایت الکتریکی (EC) و سدیم با یکی از معیارهای نسبت جذب سدیم (SAR) یا درصد سدیم محلول (SSP) و یا درصد سدیم قابل تبادل (ESP) سنجیده می‌شود.

روش‌های گوناگونی نیز برای آزمون نرمال بودن داده‌ها وجود دارد. در این پژوهش از روش گرافیکی Q-Qplot و روش آماری آزمون شاپیرو ولیک استفاده شده است (دالال و ویلکینسون[1]، ۱۹۸۶، رویستون[2]، ۱۹۸۲). در بخش نتایج بخشی از نتایج روش گرافیکی Q-Q plot و تمام نتایج آزمون شاپیرو- ولیک ارایه شده است. پارامتر آماری شاپیرو ولیک (W) از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

رابطه (۲)

$$\mathbf{W} = \frac{[\sum_{i=1}^{n} a_i X_i]^2}{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2}$$

که در آن $\mathbf{X_i}$ مقدار مشاهده موردنظر در رتبه $\mathbf{i}$ ام سری مشاهدات مرتب شده، n تعداد کل مشاهدات و $\mathbf{a_i}$ ضریبی است که برای هر مشاهده $\mathbf{i}$ ام از جداول ویژه‌ی این آزمون به دست می‌آید. در این روش چنانچه مقدار P به دست آمده برای پارامتر شاپیرو- ولیک (W) بیشتر از ۰/۰۵ باشد، نتیجه می‌گیریم که سری داده‌ها در سطح اعتماد ۹۵ درصد از توزیع نرمال تبعیت می‌نماید.

در این روش داده‌ها به ترتیب زمان وقوع مرتب می‌شوند و هر داده با تمام داده‌های بعد از خود

[1] - Dallal and Wilkinson
[2] - Royston

مقایسه می‌شود. مراحل انجام این آزمون به ترتیب زیر است:

رابطه (۳) $S = \sum_{i+1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} sign(X_i - X_j)$

$$\boldsymbol{sign(\theta)} = \begin{bmatrix} \mathbf{1} & \boldsymbol{if} & \boldsymbol{\theta > 0} \\ \mathbf{0} & \boldsymbol{if} & \boldsymbol{\theta = 0} \\ \mathbf{-1} & \boldsymbol{if} & \boldsymbol{\theta < 0} \end{bmatrix}$$

برای متغیرهای تصادفی مستقل و دارای توزیع یکنواخت و بدون گره (دو یا چندین داده با مقادیر عددی مساوی که در یک سری مرتب شده به دنبال هم قرار می‌گیرند) میانگین و واریانس S به صورت زیر است:

$$E(S) = 0, Var(S) = \frac{n(n1)(2n+5)}{18} = \sigma^2$$

رابطه(۴)

اگر در سری داده‌ها گره وجود داشته باشد، مقدار واریانس از رابطه زیر محاسبه خواهد شد:

رابطه (۵)

$$S = \frac{n(n-1)(2n-5)\sum_{i+1}^{n} t_i(i)(i-1)(2i-5)}{18}$$

به گونه‌ای که $\mathbf{t_i}$ تعداد گره با ضرفیت i را نشان می‌دهد. برای مثال اگر در یک سری داده، فقط دو عدد با مقادیر مساوی وجود داشته باشد، یک گره با ظرفیت دو ($t_2 = 1$) خواهیم داشت.

اگر تعداد داده‌های یک سری بیش از ۱۰ عدد باشد، S از توزیع نرمال تبعیت خواهد کرد و مقدار معیار آماری استاندارد (Z) به صورت زیر خواهد بود.

$$\boldsymbol{Z_s} = \begin{cases} \dfrac{\boldsymbol{s-1}}{\sqrt{\boldsymbol{var(s)}}} & \boldsymbol{if} \quad \boldsymbol{s > 0} \\ \mathbf{0} & \boldsymbol{if} \quad \boldsymbol{s = 0} \\ \dfrac{\boldsymbol{s+1}}{\sqrt{\boldsymbol{var(s)}}} & \boldsymbol{if} \quad \boldsymbol{s < 0} \end{cases}$$

بنابراین در یک آزمون دوطرفه، برای تشخیص روند در سطح اعتماد a فرض صفر رد خواهد شد، چنانچه مقادیر مطلق Z به دست آمده از آزمون من-کندال از عدد ۱/۹۶ بزرگتر باشد، آنگاه در سطح ۵ درصد روند داده‌ها معنی‌دار خواهد بود و چنانچه مقدار Z از عدد ۲/۵۶ بزرگ‌تر باشد، آنگاه در سطح ۱ درصد نیز معنی‌دار خواهد بود.

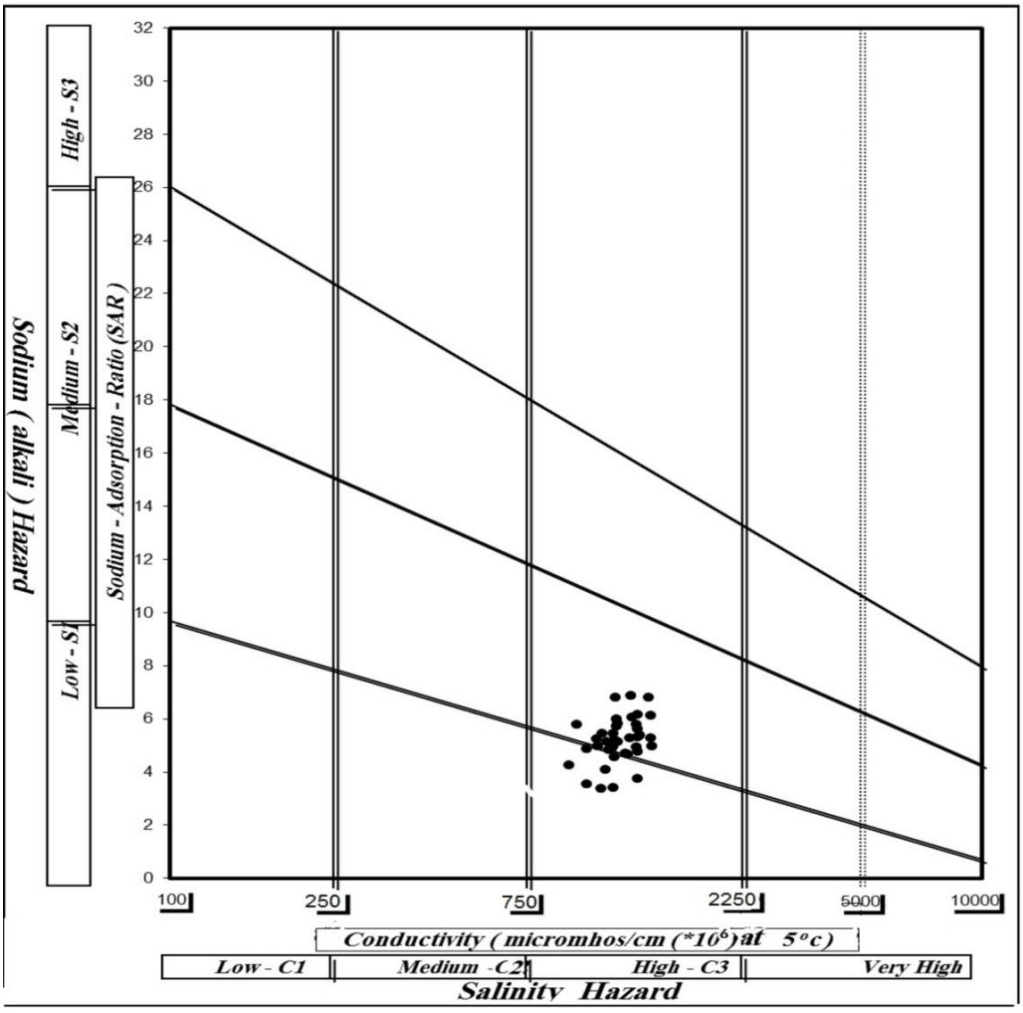
لازم به ذکر است که تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری این پژوهش در محیط آماری و برنامه‌نویسی R انجام شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

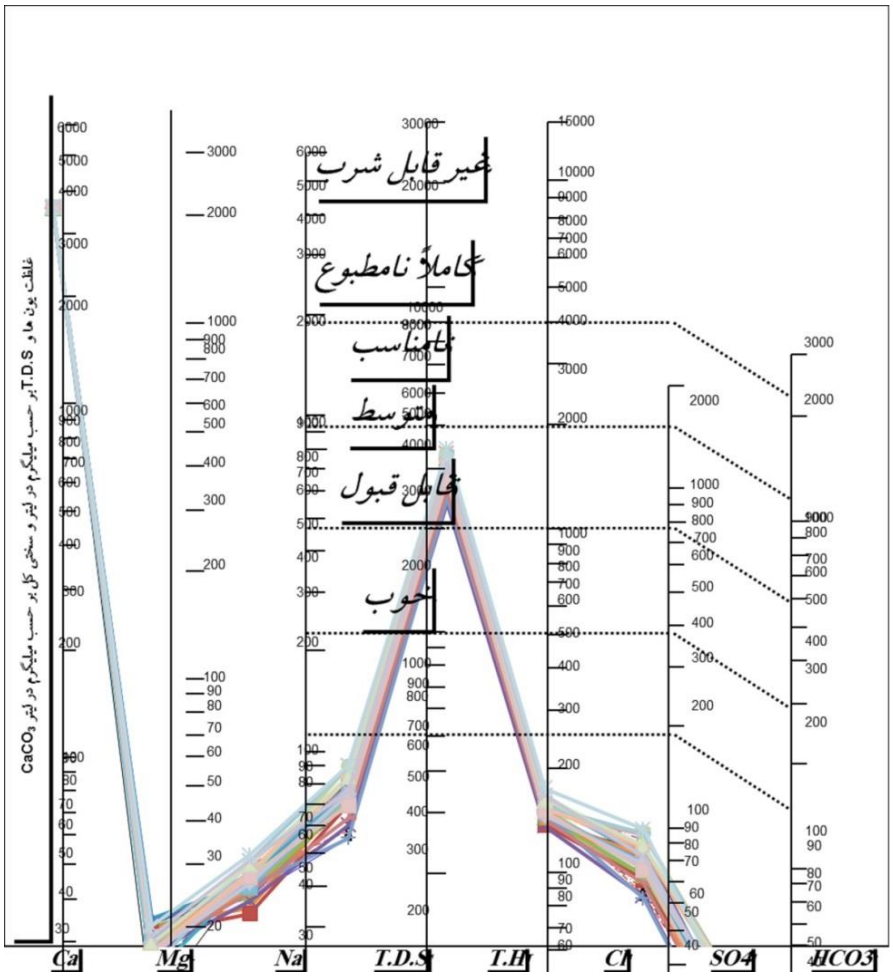
به منظور بررسی کیفیت شیمیایی آب در ایستگاه نوده و با توجه به این که میزان پارامترهای کیفی آب در فصول مختلف سال و با تغییرات دبی رودخانه تغییر می‌کند، اقدام به تعیین کیفیت آب در هر یک از فصول سال و همچنین به صورت سالیانه شد. جدول (۱) برخی از خصوصیات شیمیایی آب گرگان‌رود را در ایستگاه نوده را نشان می‌دهد. نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه گرگان‌رود در محل ایستگاه نوده توسط نمودار ویلکوکس نشان می‌دهد که تمام نمونه‌های مورد بررسی در سال‌های آماری در کلاس شور (C3S1 و C3S2) قرار دارد ولی برای کشاورزی قابل استفاده می‌باشد (شکل۱). بر اساس دیاگرام شولر تمام نمونه‌های مربوط به آب رودخانه گرگان‌رود در محل ایستگاه نوده در دسته قابل‌قبول از نظر شرب قرار داشته و مانعی از نظر شرب ندارند (شکل۲). همچنین با توجه به بررسی مقادیر SAR و Na کیفیت شیمیایی آب بر اساس درصد سدیم قابل‌قبول ارزیابی شده و کیفیت بر اساس RSC نیز مناسب می‌باشد.

جدول(۱): برخی خواص شیمیایی آب در محل ایستگاه نوده

غلظت آنیون‌ها	غلظت کاتیون‌ها	تیپ آب	رخساره آب	تیپ و رخساره	نحوه توسعه
CL > SO4 >Hco3	Na+K > mg > Ca	کلروره	سدیک	کلروسدیک	انتقالی



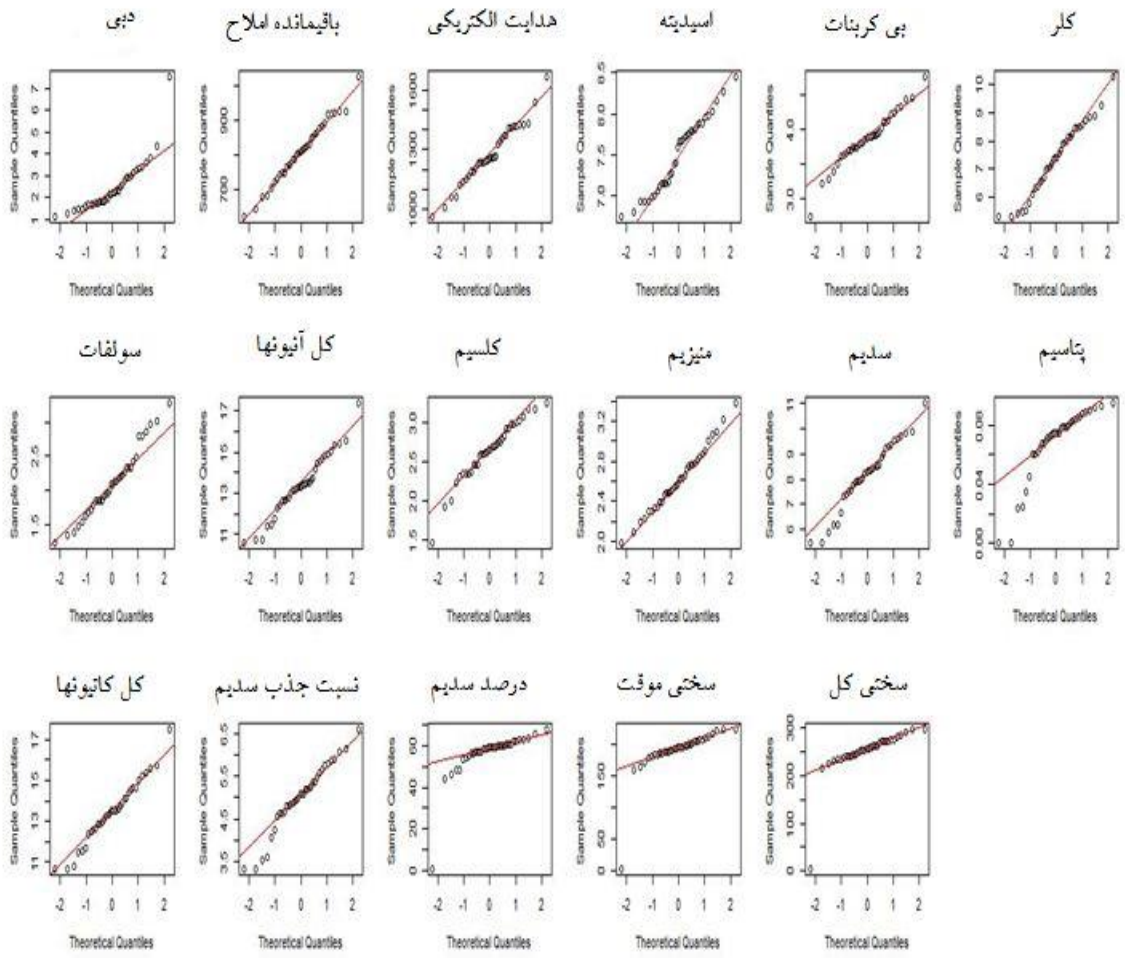
شکل(۱): نمودار ویلکوکس مربوط به ایستگاه نوده استان گلستان



شکل(۲): نمودار شولر مربوط به ایستگاه نوده استان گلستان

جهت تعیین روند داده‌ها، ابتدا مستقل و نرمال بودن داده‌ها در تمامی پارامترهای کیفی در سال‌های آماری مورد نظر به گونه‌ی جداگانه مورد آزمون قرار گرفت. برای بررسی استقلال داده‌ها ضرایب خود همبستگی برای گام‌های تأخیر ۱ تا ۵ سال برای هر یک از سری‌های مشاهدات در تمامی ایستگاه‌ها در فصول مختلف سال و سری‌های سالانه محاسبه و روی نمودارهای تابع خود همبستگی (ACF) ترسیم شدند. نتایج محاسبه برای تمامی ایستگاه‌ها در سری داده‌های پارامترهای کیفی نشان داد که برای گام‌های تأخیر ۱ تا ۵ سال، گام‌های زمانی گوناگون داده‌ها مستقل می‌باشند. جهت بررسی رعایت شرط عدم نرمال بودن داده‌ها جهت استفاده از آزمون من-کندال، از نمودار گرافیکی Q-Q plot استفاده شد. چرا که شرط استفاده از آزمون ناپارامتری من کندال غیرنرمال بودن داده‌ها می‌باشد. در این پژوهش بررسی منحنی‌های Q-Q plot نشان دهنده غیرنرمال بودن سری‌های مشاهدات می‌باشد. به گونه‌ای که برای سری مشاهدات غیرنرمال ابتدا و یا انتهای منحنی، دارای چولگی می‌باشند که بیانگر غیرنرمال بودن داده‌ها است. برای مقایسه‌ی سری‌های نرمال و غیرنرمال بر روی نمودار Q-Q plot، سری داده‌های کیفی سالانه‌ی ایستگاه نوده در شکل (۳) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود چولگی شدیدی در ابتدا و انتهای منحنی‌های Q-Q plot مشاهده می‌شود. به دلیل اینکه سری داده‌های کیفی سالانه و فصل‌های

گوناگون در پارامترهای مختلف دارای توزیع غیرنرمال می‌باشند، از آزمون ناپارامتریک من-کندال جهت تجزیه و تحلیل روند در داده‌های استفاده شده است.



شکل (۳): نمودار Q-Q plot مربوط به سری داده‌های سالانه در ایستگاه نوده استان گلستان

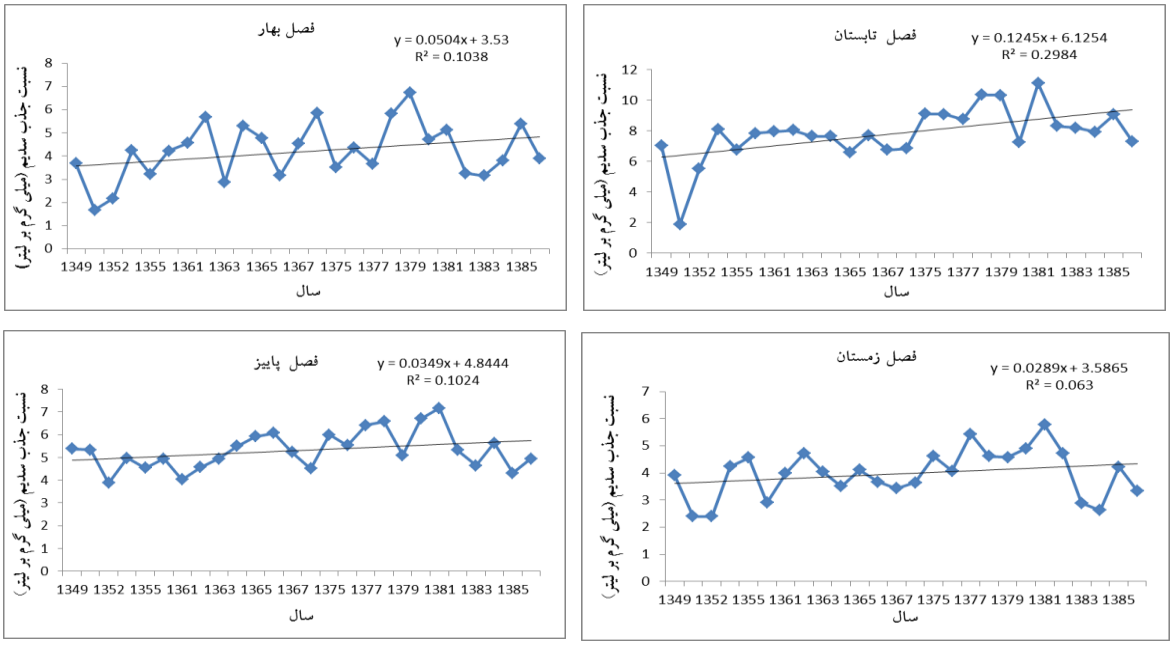
به منظور بررسی روند در پارامترها از آزمون ناپارامتریک من کندال استفاده شده است. مثبت یا منفی بودن شاخص تاو[1] بیان‌کننده صعودی و نزولی بودن روند بوده و چنانچه شاخص p_value کمتر از ۰/۰۵ باشد روند در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. بررسی سالانه روند پارامترهای کیفی نشان می‌دهد که اکثر پارامترها دارای روند صعودی و معنی‌دار می‌باشند. دبی جریان در بررسی سالانه و همچنین تمام فصول سال دارای روند نزولی و معنی‌دار می‌باشند که بیان‌کننده کاهش دبی جریان در بررسی بلند مدت می‌باشد. در بررسی روند پارامترهای کیفی در فصول مختلف سال نیز روند صعودی برای اکثر پارامترها دیده می‌شود. به غیر از دبی جریان تمام پارامترهایی که روند نزولی نشان می‌دهند هیچ کدام در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد. (جدول ۲).

[1].tau

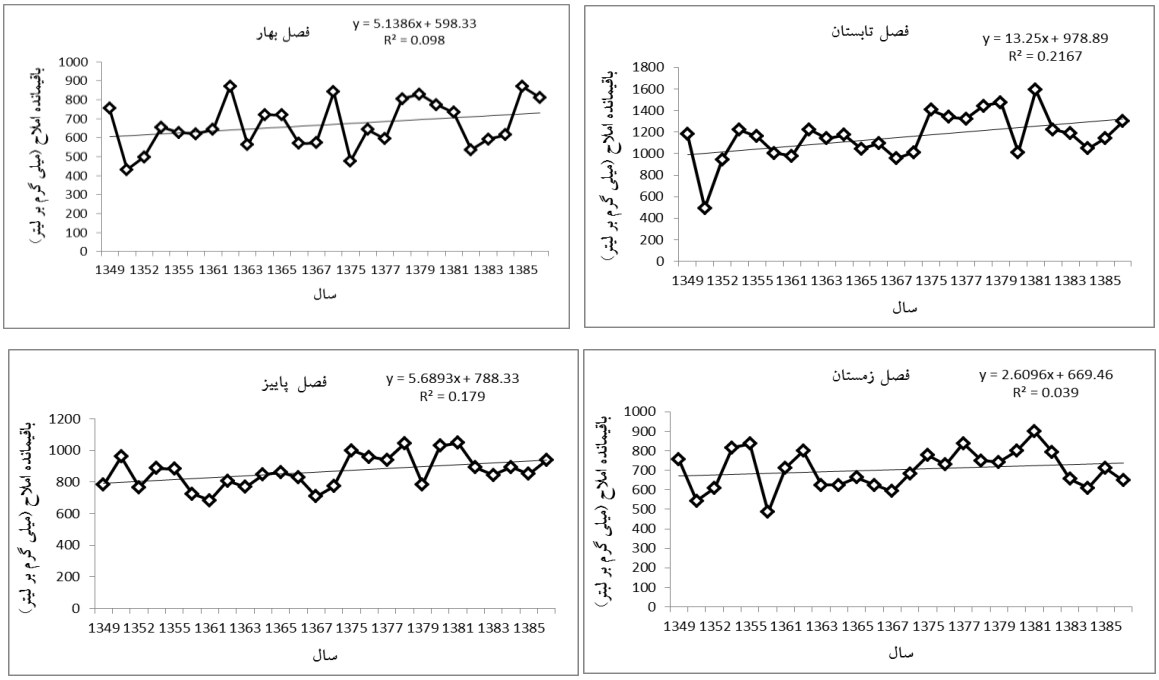
جدول (۲): نتایج آزمون من-کندال جهت تشخیص روند پارامترهای کیفی مورد بررسی در ایستگاه نوده

پارامتر	سالانه		بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	P_value	tau	P_value	tau	P_value	Tau	P_value	Tau	P_value	Tau
دبی	۰/۰۱	-۰/۲۷	۰/۰۴	-۰/۲۸	۰/۰۰۵	-۰/۳۹	۰/۰۰۲	-۰/۴۳	۰/۰۱	-۰/۳۵
باقیمانده املاح	۰/۰۶	۰/۲	۰/۲	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۳	۰/۰۴	۰/۲۸	۰/۴۲	۰/۱۱
هدایت الکتریکی	۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۳۴	۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۳۵	۰/۱۳
اسیدیته	۰/۲۲	-۰/۱۳	۰/۹۶	۰/۰۰۹	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۴	۰/۱۲	۰/۵۵	۰/۰۸
بی کربنات	۰/۲۶	۰/۱۲	۰/۶۵	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۶۱	۰/۰۷	۰/۲۹	۰/۱۴
کلر	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۲	۰/۰۲	۰/۳	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۳۸	۰/۱۲
سولفات	۰/۰۱	۰/۲۷	۱	-۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۳	۰/۰۸	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۱۵
کل آنیونها	۰/۰۰۸	۰/۲۸	۰/۲	۰/۱۸	۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۰۲	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۱۷
کلسیم	۰/۳۳	-۰/۱	۰/۱۶	-۰/۱۹	۰/۲۶	-۰/۱۵	۰/۳۵	-۰/۱۳	۰/۲۷	-۰/۱۵
منیزیم	۰/۰۱	۰/۲۶	۰/۰۸	۰/۲۴	۰/۰۱	۰/۳۴	۰/۰۲	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۱۳
سدیم	۰/۰۲	۰/۲۳	۰/۱۵	/۲	۰/۰۰۳	۰/۴۱	۰/۰۴	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۱۶
پتاسیم	۰/۰۱	۰/۲۸	۰/۵۶	-۰/۰۸	۰/۸۵	-۰/۰۲	۰/۷۹	۰/۰۴	۰/۶۴	۰/۰۶
کل کاتیونها	۰/۰۱	۰/۲۶	۰/۲	۰/۱۸	۰/۰۰۸	۰/۳۷	۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۱۶
نسبت جذب سدیم	۰/۰۷	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۲	۰/۰۱	۰/۳۴	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۱۹
درصد سدیم	۰/۶۴	۰/۰۵	۰/۲۹	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۱۳	۰/۲۷	۰/۱۵
سختی موقت	۰/۷۳	-۰/۰۳	۰/۵۹	۰/۰۷	۰/۱۵	-۰/۲	۰/۵۶	-۰/۰۸	۰/۹۲	-۰/۰۱
سختی کل	۰/۸۳	۰/۰۲	۰/۹۲	۰/۰۱	۰/۵۶	۰/۷۹	۰/۰۴	۰/۴۸	۰/۵۳	-۰/۰۸

شکل (۴) روند تغییرات نسبت جذب سدیم در فصول مختلف سال را در ایستگاه نوده نشان می‌دهد. همانطور که از نتایج آزمون من کندال به دست آمد (جدول ۲) این پارامتر در کلیه فصول سال دارای روند صعودی می‌باشد اما این روند مثبت با توجه به نتایج آزمون من کندال فقط در فصل تابستان در سطح مورد بررسی معنی‌دار می‌باشد که شکل (۴) مشخص می‌باشد. در شکل (۵) نیز روند تغییرات باقیمانده املاح را در فصول مختلف ارائه شده است. این پارامتر نیز در کلیه فصول سال دارای روند صعودی بوده و در فصل تابستان و پاییز این روند در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد (شکل ۵).



شکل(۴): روند تغییرات نسبت جذب سدیم در فصول مختلف سال در ایستگاه نوده استان گلستان



شکل(۵): روند تغییرات باقیمانده املاح در فصول مختلف سال در ایستگاه نوده استان گلستان

نتیجه‌گیری

تغییرات دمای آب رودخانه به نسبت زیادی تحت تأثیر دمای محیط قرار می‌گیرد. میزان این تغییرات نسبت به حجم آب و میزان کدورت و سرعت آب متفاوت است. البته زمان نمونه‌برداری نیز در این ارتباط نقش مهمی را دارا می‌باشد. به‌عنوان مثال در ایستگاه نوده که نمونه‌برداری در فصل زمستان در ساعات اولیه‌ی صبح صورت گرفته، درجه‌ی حرارت آب از هوا بیشتر است. در فصول پرآبی و مواقع سیلابی، میزان کدورت در حد بالایی بوده که بیانگر فرسایش خاک‌های بستر و اطراف آن در پی جریانات سریع و متعاقب آن گل آلودگی رودخانه می‌باشد. میزان شفافیت در اکثر ماه‌های سال کم و یا تقریباً فاقد عمق قابل رؤیت می‌باشد. رودخانه‌ی گرگانرود با توجه به شیب زیاد با حرکات تندآبی و عمق کم بیلان اکسیژن مناسبی را دارا می‌باشد.

آب گرگان‌رود با توجه به مسیر طولانی که تا رسیدن به دریای خزر می‌پیماید در قسمت‌هایی از مسیر خود در معرض شدید آلودگی قرار می‌گیرد. این آلودگی احتمالاً در اثر ۲ عامل مهم می‌تواند باشد: آلودگی طبیعی و آلودگی انسان ساخت. در اثر فرسایش خاک توسط آب، با هر بارندگی مقدار بسیار زیادی از خاک زمین‌های اطراف شسته شده و به همراه جریانات آبی وارد رودخانه میگردد به طوریکه رودخانه در فصول سیلابی و پرآب به شدت گل آلود می‌باشد.

بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه گرگان‌رود در محل ایستگاه نوده نشان داد که از نظر شرب آب این منطقه در محدوده قابل‌قبول از نظر شرب قرار دارد. از نظر کشاورزی نیز اگرچه در محدوده شور قرار گرفته ولی در اکثر موارد می‌توان برای کشاورزی مورد استفاده قرار داد. همچنین تمام نمونه‌ها از نظر درصد سدیم دارای کیفیت قابل‌قبول و از نظر RSC نیز کیفیت مناسبی را دارا می‌باشد. با توجه به نمودار پایپر آب رودخانه گرگان‌رود در این ایستگاه از تیپ آب‌های شورمزه می‌باشد. تمام نمونه‌های مربوط به پارامترهای کیفی در طبقه‌بندی بر اساس سختی کل، از نوع سخت می‌باشند. بنابراین روی هم رفته کیفیت آب رودخانه گرگان‌رود در محل ایستگاه نوده از جنبه‌های گوناگون کیفیت نسبتاً مطلوبی داشته و با احتیاط و رعایت اصول بهداشتی لازم می‌توان جهت استفاده‌های گوناگون از آن بهره برد. نتایج مطالعه روند تغییرات پارامترهای کیفی در دوره مورد مطالعه نشان داد که در تمام سری‌های سالانه و فصلی پارامترهای مورد بررسی از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند، و شرط نرمال نبودن از پیش فرض‌های آزمون ناپارامتریک من-کندال می‌باشد. بنابراین می‌توان بیان نمود که امکان استفاده از روش‌های پارامتریک همچون رگرسیون خطی برای مطالعه و بررسی روند داده‌ها، به دلیل فرضیاتی که در کاربرد این روش‌ها لحاظ شده است، محدود می‌باشد. تجزیه و تحلیل روند پارامترهای کیفی سالانه و فصلی در ایستگاه مورد مطالعه نشان داد که در بیشتر پارامترها در دوره آماری مورد مطالعه جهت روند مشاهده شده صعودی می‌باشد و این بیانگر این واقعیت می‌باشد که به دلیل استفاده‌های نادرست و عدم رعایت اصول بهداشت آب رودخانه گرگان‌رود، بر میزان املاح محلول این رودخانه افزوده شده و سبب کاهش کیفیت آب این رودخانه در بلند مدت و به مرور زمان شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که روند افزایشی در میزان املاح موجود در آب مشاهده می‌شود. به روند نزولی دبی جریان در فصول مختلف سال و روند افزایشی این پارامترها، کاهش کیفیت شیمیایی آب را جهت استفاده‌های گوناگون سبب می‌شود. همچنین نتایج بررسی روند داده‌ها حاکی از وجود روندهای مثبت و منفی در فصول مختلف در بین پارامترهای کیفی آب می‌باشد. به صورت کلی می‌توان بیان نمود که بررسی روند تغییرات پارامترهای کیفی آب به صورت فصلی نتیجه مطلوب‌تری ارائه خواهد کرد، چرا که در فصول مختلف سال به دلیل تغییرات اقلیمی و پوشش گیاهی متغیر و متفاوت دبی جریان و کیفیت آب متفاوت خواهد بود.

بنابراین در فصول مختلف سال نتایج متفاوتی از روند و کیفیت آب مشاهد می‌شود.

منابع

برونماک، ک. و ه. راندرس. ۱۳۸۴. زیست‌شناسی دریاچه‌ها و آبگیرها . ترجمه نصرالله حسینی .انتشارات نقش مهر. صفحه ۵۲.

بنی‌سعید، ن. ۱۳۸۷. بررسی کیفیت آب رودخانه زهره با استفاده از شاخص کیفیت آب کانادا (CWQI)، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران. دانشگاه تبریز. ۸ص.

حجام، س.، ی. خوشخو و ر. شمس‌الدین‌وندی. ۱۳۸۷. تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوضه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری. پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۶۴. ص ۱۶۸-۱۵۷.

سادات‌موسوی، ر. و ح. بانژاد. ۱۳۸۹. ارزیابی کیفیت آب رودخانه نکا با استفاده از روش‌های گرافیکی، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۰صفحه.

شیخ، و.، بابایی، آ. و موشخیان، ی. ۱۳۸۸. بررسی روند تغییرات رژیم بارش حوزه‌ی آبخیز گرگان‌رود. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. سال سوم. شماره ۸. ۱۰ صفحه.

فتاحی، م. و ر. مقدم. ۱۳۸۸. بررسی روند تغییرات کمی و کیفی منابع آب حوزه آبخیز استان قم، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، گرگان. ۱۲ صفحه.

فریدگیگلو، ب. و ا. اسمعلی‌عوری. ۱۳۹۱. بررسی روند تغییرات پارامترهای کیفی آب در ایستگاه قزاقلی استان گلستان. سومین همایش بین‌المللی تغییر اقلیم و گیاه‌شناسی درختی، ساری. ۹ صفحه.

قاسمی، ع.، ح. زارع‌ابیانه، ا. شهسوار و ب. یعقوبی‌کیکله. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت همدان-بهار، فصلنامه علمی پژوهی گیاه و زیست‌بوم. ۱۹صفحه.

قاضی‌زاده، ن. و ب. شهنی‌زاده. ۱۳۸۷. بررسی روند تغییرات کیفی رودخانه کرخه در سال آبی ۸۶-۱۳۸۵، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه تبریز، ۶ صفحه.

معروفی، ص. و ر. بیات. ۱۳۸۸. بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه کرج، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، گرگان. ۱۳ صفحه.

مفتاح حلقی، م. ۲۰۰۷. برآورد حداکثر بار آلودگی مجاز قابل تخلیه به گرگان‌رود. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۱۷صفحه.

مهدوی، م. ۱۳۸۴. هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران.

Royston, P. 1982. An extension of Shapiro and Wilk's W test for normality to large samples. Applied Statistics, 31: 115-124.

Dallal, G. E. and L. Wilkinson. 1986. An analytic approximation to the distribution of Lilliefors' test for normality. The American Statistician, 40: 294-296.

Elshorbagy, A. and L. Ormsbee. 2006. Object-oriented modeling approach to surface water quality management, Environmental Modelling&Sofware, 21(5): 689-698

Khadem, I. M. and J. J. Kaluarachi. 2006. Water quality modeling under hydrologice variability 2006 and parameter uncertainty using erosion- scaled export coefficients, Journal of Hydrology, Article in Press, Corrected Proof, Available online 22 May 2006.

Lettenmaier, D. P., E. F. Wood and J. R. Wallis. 1994. Hydro-climatological trends in the Continental United States, 1948-88. Journal of Climate, 7: 586-607.

Mitchell, J. M., B. Dzerdzeevskii H. Flohn, W. L. Hofmeyr, H. H. Lamb, K. N. Rao and C. C. Wallen. 1966. Climate change. WMO Technical Note No. 79. World Meteorological Organization. 79pp.

Nazari, H., M. Ghodseyan and A. Khodadadi. 2005. Study of pollutant effect on Shafarood water quality in Gilan province, P 43-51. 5th National conference in Environmental Engineering, (In Persian).

Roux,P., C. C.Preez, and M. G.Strydo. 2007. Significance of soil modifiers in naturally degraded Vertisols of the Peninsular Indian in redefining the sodic soils. Geoderma J, 136 (1-2): 210-228.

Younger.P. and V.Casey. 2003. A simple method for determining the suitability of brackish ground waters for irrigation. Water lines J, 22(2): 11-13.

Zipper, C., E. Holtzman, I. Golde, D. Patrick, F. Gildea, J. J. Stewart and E. Roger 2002.Virginia USA Water Quality, 1978 to 1995: Regional Interpretation. Journal of the American Water Resources Association. 38(3):789-802.

Chemical Quality Survey and Trends of Water Quality Parameters at Nodeh Station of Gorganroud River, Golestan Province of Iran

S.Nazarian[1], B.Farid gigloo[2]

Abstract

Rivers are important because they are one of the major sources of water supply for various uses including agriculture, industry and drinking. Considering to importance of this tract and droughts in recent years, protect of these resources is very important. In this study, to survey the chemical quality and trend of water quality parameters was used 37 years of data for Golestan Gorganrood River in Nodeh station that these data are belong to this station. For this purpose, the river's water quality condition is determined using graphics method and annual general trend and different season of the years are specified and determined. Considering to this fact that all observed series were abnormal, we used from nonparametric test of man - Kendall to determine the trends of data. The results of Qualitative analysis showed that considering to Piper diagram of water, Gorganroud river is one of the brackish water types and the base of total hardness, is from hard type. According to the Schuler chart, this region is in acceptable range from aspect of drinking water and the Vylkvks graph results showed that it is can be used for agriculture. The results of trend showed that the most significant parameters in Nodeh station have been rising and significant trend in long-term. In general, considering declining trend of flow discharge in different seasons of year and rising trend of existing salinity in the water, will cause reduction the chemical quality of water for various uses.

Key words: water Chemical quality, Trend, Nodeh station, man – Kendall analyzes.

[1] M. Sc graduate of Watershed Management Engineering, Gorgan Agricultural sciences and Natural Resources University.
[2]M. Sc graduate of Watershed Management Engineering, Gorgan Agricultural sciences and Natural Resources University.