تحلیل روند تغییرات کیفیت آب حوزه آبخیز رودخانه تالار با استفاده از روش ناپارامتری من-کندال

زهرا سهرابی‌زاده*[۱]،احسان شریفی‌مقدم[۲]، محمدعلی حکیم‌زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۲ تاریخ پذیرش:۹۷/۹/۱۰

چکیده

یکی از موضوعات مهم در هیدرولوژی کیفیت آب رودخانه ها است، زیرا عمده فعالیت‌های آب‌شناسی در جهت تامین آب برای مصارف کشاورزی، شرب و صنعت می‌باشد. شاخص کیفیت آب، یکی از شاخص‌های پرکاربرد به‌منظور طبقه‌بندی کیفیت آب‌های سطحی است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی و تحلیل تغییرات درازمدت داده‌های کیفیت رودخانه تالار در حوزه آبخیز تالار با استفاده از شاخص‌های (Na، SO_4 و TDS) و نیز روندیابی این شاخص‌ها با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال می‌باشد. سه ایستگاه واقع در حوزه آبخیز تالار که در بازه زمانی ۱۳۴۸ الی ۱۳۹۲ دارای آمار بودند، انتخاب و آزمون بر روی داده‌های سالانه و فصلی آن‌ها اعمال گردید. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان دهنده وجود روند صعودی معنی‌دار در میزان Na و TDS سالانه و فصلی بوده، ولی روند SO_4 تنها به‌صورت سالانه و در فصل بهار دارای روند صعودی معنی‌دار بوده و در سایر فصول روند صعودی غیرمعنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد داشته است. کیفیت نمونه‌های آب از نظر شاخص‌های سدیم و سولفات مطابق نمودار شولر در حد مطلوب و برای شاخص TDS در حد مجاز می‌باشد. به‌طور کلی می‌توان علت آلودگی آب رودخانه تالار و روند صعودی و افزایشی شاخص‌های مورد نظر را ناشی از افزایش دخالت‌های انسانی و کاربری‌های کشاورزی در اطراف رودخانه و نیز ورود فاضلاب‌های خانگی و صنعتی به رودخانه دانست که موجب خواهد شد اکوسیستم رودخانه در معرض خطر و نابودی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: کیفیت آب، من-کندال، رودخانه تالار، TDS

---

[۱] - دانشجوی دکتری بیابانزدایی، دانشگاه یزد، ایران * نویسنده مسئول: Email: sohrabizahra@stu.yazd.ac.ir

[۲] - دانشجوی دکترای مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، ایران

[۳] - استادیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، ایران

مقدمه

سیستم‌های رودخانه‌ای به‌عنوان یکی از حیاتی‌ترین عناصر تشکیل دهنده‌ی سطح زمین، از جنبه‌های گوناگون مورد توجه انسان قرار داشته اند. در واقع آبی که در رودخانه‌ها جریان دارد به‌عنوان یک ثروت اصلی در هر ملت محسوب شده و به‌دلیل نقش آب در گسترش آبادی‌ها، شهرها، راه‌های ارتباطی و کشاورزی، رودخانه‌ها از گذشته دارای اهمیت قابل توجهی بوده‌اند؛ به گونه‌ای که از بدو سیر پیشرفت و توسعه اجتماعات بشری، جایگاه خود را در هر مرحله از تمدن بشری نشان داده‌اند (۳۰).

یکی از موضوعاتی که در هیدرولوژی کاربردی بسیار مهم می‌باشد کیفیت آب رودخانه‌ها است. زیرا عمده فعالیت های آب‌شناسی در جهت تامین آب برای مصارف کشاورزی و یا شرب و صنعت می‌باشد که هرکدام به لحاظ کیفی می‌بایست دارای ویژگی‌های کیفی و معیارهای مشخصی باشند و اگر تأمین چنان آبی مقدور نباشد این فعالیت‌ها بی‌اثر می‌باشد (۱). رشد جمعیت، افزایش نیازهای غذایی، توسعه کشاورزی و صنعت موجب شده‌اند تا محدودیت-های منابع آب و کمبود آن بیش از پیش احساس شود. به عبارت دیگر داشتن اطلاعات واقعی و مناسب برای کنترل آلودگی و حفاظت و مدیریت مؤثر رودخانه‌ها الزامی است زیرا آب رودخانه‌ها به عنوان منابع آب داخلی برای هدف‌های مختلف به کار می‌روند (۲۹). آگاهی از کیفیت آب و روند تغییرات آن، اهمیت زیادی در برنامه‌ریزی‌های آینده و مدیریت مناسب منابع آب دارد (۱۴). پژوهش‌های بسیاری در جهان برای تحلیل کیفیت منابع آب با روش‌های مختلفی انجام شده است، که از آن جمله می-توان به بررسی کیفیت آب رودخانه سانیا (۳۲)، رودخانه پورساک در ترکیه (۳۳) و تشخیص الگوی عمومی کیفیت آب و مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در تغییر کیفیت آب در دریاچه یوان یانگ در تایوان (۱۷) اشاره کرد. Bu *et al.*, (2010) با بررسی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب رودخانه جین‌شو[1]در جنوب کین‌لینگ[2]چین نشان دادند که آلودگی آب در درجه اول از فاضلاب داخلی و جاری شدن ضایعات کشاورزی منتج می‌گردد. Rosu *et al.*, (2013) با مطالعه کیفیت آب و اندازه‌گیری نیتریت، نیترات، پتاسیم، لیتیوم، کلسیم، سولفات شهر مدیاز کشور رومانی دریافتند که پارامترهای منیزیم، نیترات، نیتریت، پتاسیم، کلسیم و سولفات از حد مجاز تجاوز کرده‌اند و دلیل افزایش این مواد را استفاده از کودهای شیمیایی حاوی این مواد

1 Jinshui
2 Kinling

برای پارک‌های سبز دانسته‌اند. Nadem و Saeed (2014) در پژوهشی در شهر پاکستان پارامترهای کیفیت شیمیایی آب شامل نیتریت، پتاسیم، فسفات و .... را بررسی کردند. نتایج نشان داد که آب برای شرب مناسب بوده اما برخی نقاط به‌علت آلودگی میکروبیولوژیکی و باکتریایی برای شرب مناسب نیست و قبل از مصرف باید ضدعفونی شود. آن‌ها مهم‌ترین علت آلودگی آب را تخلیه فاضلاب‌های شهر به موازات خطوط انتقال آب آشامیدنی و فاضلاب شهری بیان نموده‌اند (۲۶).

در ایران چندین مطالعه در این زمینه انجام شده است. که از جمله می‌توان به بررسی کیفی رودخانه تالار قائم شهر براساس شاخص NSFWQI (۲۴) اشاره کرد، که نتایج نشان داد که براساس این شاخص بهترین وضعیت مربوط به ایستگاه بالادست در دوره پر آبی (کیفیت متوسط) و بدترین وضعیت مربوط به ایستگاه پایین دست در دوره پرآبی (کیفیت بد) بوده است و آب ایستگاه بالادست نسبت به سایر ایستگاه‌ها مناسب‌تر بوده و با حداقل تصفیه و تنظیم pH می‌تواند به مصرف شرب برسد. اما برای مصارف شرب، آب ایستگاه‌های دیگر باید مورد تصفیه پیشرفته قرار گیرد تا قابل قبول برای شرب باشد. Bayati Khatibi *et al.*, (2014) با مطالعه پیش‌یابی و تحلیل روند تغییرات کیفیت آب رودخانه اهر با استفاده از شاخص‌های سدیم، سولفات و مواد جامد محلول در آب و بررسی تأثیر احتمالی آن بر سلامت انسان دریافتند که هر سه شاخص روند افزایشی داشته‌اند و در صورت تداوم و تشدید این روند منجر به آلودگی آب این رودخانه شده و برای مصرف انسان مضر خواهد بود. . Yousefzadeh *et al.*, (2014) به منظور بررسی کیفیت آب رودخانه خرم رود خرم‌آباد بر اساس شاخص کیفی ویلکوکس شامل pH، دما، کلسیم، منیزیم، سختی کل، سدیم، کل جامدات، کل جامدات محلول، کدورت، هدایت ویژه آب (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) در شش ایستگاه انتخابی به مدت شش ماه از سال ۱۳۹۱ و پهنه‌بندی نتایج حاصله با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) بیان نمودند که با استفاده از شاخص ویلکوکس جهت مصارف کشاورزی براساس EC، آب رودخانه در دو کلاس C2 و C3 (خطر شوری کم و متوسط) و براساس SAR در کلاس S1 (خطر قلیایی شدن کم) قرار گرفت. همچنین مهم‌ترین عوامل موثر بر کیفیت آب رودخانه را وجود سنگ‌های کربناته و رسوبی در بستر رودخانه و منطقه مورد مطالعه دانسته اند Sadough و Azadi (2015)

با بررسی تأثیر فصل و عوامل اکوژئومورفولوژیک بر کیفیت آب رودخانه الشتر نتیجه گرفتند که تغییر فصل بر میزان آلودگی بر پارامترهای سدیم، منیزیم، نیترات و نیتریت تأثیر داشته است و در سایر پارامترها (سختی، بی‌کربنات، سولفات، کلر، EC، pH، TDS) عدم تأثیر تغییر فصل بر میزان آلودگی رودخانه الشتر را نشان داد. Kavian *et al.*, (2016) تغییرپذیری مکانی کیفیت آب رودخانه هراز از طریق مقایسه با استانداردهای جهانی از نظر پارامترهای فیزیکو- شیمیایی همانند کدورت، کل مواد محلول، هدایت اکتریکی، اسیدیته، سختی کل، سولفات، فلوراید، آمونیاک، سیلیس، کلراید و منگنز در جهت پایین دست را بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند که کیفیت آب رودخانه به شدت به نوع کاربری‌های اراضی و سیمای سرزمینی که آن را فرا گرفته و حضور انسان بستگی دارد. براساس نتایج به دست آمده، کیفیت آب به سمت ایستگاه‌های پایین دست رودخانه، بدتر شده و دارای بار آلودگی بیشتری می‌باشند. جمع‌بندی سوابق دلالت بر اهمیت مطالعه شاخص‌های کیفیت آب رودخانه دارد. شاخص کیفیت آب[1] یکی از شاخص‌های پرکاربرد به منظور طبقه-بندی کیفیت آب‌های سطحی است (۲۷).

بنابراین هدف از این پژوهش تحلیل تغییرات درازمدت داده‌های کیفیت رودخانه تالار در حوزه آبخیز تالار به دلیل اهمیت این رودخانه در تامین آب کشاورزی و پرورش ماهی و هم‌چنین تخلیه آلاینده های متعدد به آن، با استفاده از شاخص‌های (Na، SO۴، TDS) و نیز روندیابی این شاخص‌ها با استفاده از آزمون آماری من-کندال[2] می باشد.

رودخانه تالار در منطقه شمال رشته کوه‌های البرز و در جنوب دریای مازندران، در محدوده جغرافیایی استان مازندران و شهرستان‌های سوادکوه، قائم شهر و جویبار جریان دارد. این رودخانه، در دره‌ی نسبتاً باریکی تا محل شیرگاه جریان یافته و رودخانه‌ی کسیلیان در این محل از سمت راست به آن وصل می‌شود. سپس شاخه‌های فرعی توجی و تجون به آن می‌ریزند و پس از گذشتن از زیر پل ملک کلا وارد جلگه شده و در پایین دست محل عرب خیل به دریای مازندران می‌ریزد (۳۱).

1 Water Quality Index (WQI)

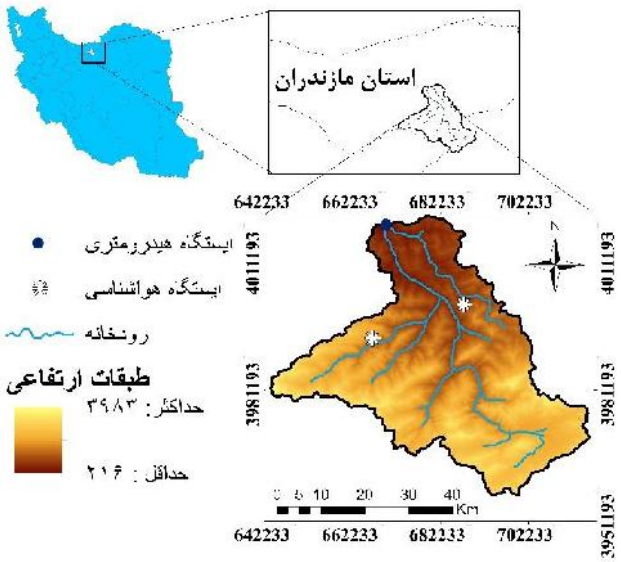
2 Man - Kendall

ارزیابی کیفی آب این رودخانه به دلیل تخلیه آلاینده‌های متعدد و نیز استفاده به عنوان آب آبیاری زمین‌های کشاورزی و پرورش ماهی اطراف این رودخانه ضروری است.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه :

حوزه آبخیز تالار در حد واسط ۵۲ درجه و ۳۵ دقیقه و ۲۲ ثانیه الی ۵۳ درجه و ۲۳ دقیقه و ۳۴ ثانیه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه و ۲۳ ثانیه الی ۳۶ درجه و ۱۹ دقیقه و ۱ ثانیه عرض شمالی واقع شده و توسط رودخانه تالار با امتداد شمالی-جنوبی زهکش می‌شود. مساحت این حوزه آبخیز کوهستانی ۲۱۰۰۰۰ هکتار و میانگین بارندگی سالانه ۵۴۰ میلی‌متر با حداقل و حداکثر دمای سالانه آن به‌ترتیب ۷/۷ و ۲۱ درجه سلسیوس می‌باشد (۲۲). شکل ۱ موقعیت مکانی حوزه آبخیز تالار را در جنوب دریای مازندران نشان می‌دهد. مهم‌ترین کاربری‌های اراضی در این منطقه شامل اراضی جنگلی، مرتع، کشاوری دیم و آبی و هم‌چنین مناطق مسکونی است (۲۱).



شکل ۱. موقعیت مکانی حوزه آبخیز تالار در استان مازندران

سایر مشخصات رودخانه مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول (۱) مشخصات رودخانه تالار

ردیف	مشخصه	میزان
۱	وسعت حوزه آبخیز	۲۹۰۵/۳۸ کیلومترمربع
۲	میانگین آبدهی سالانه	۳۳/۷۲ متر مکعب بر ثانیه
۳	طول شاخه اصلی رودخانه	۱۶۰ کیلومتر
۴	ارتفاع متوسط	۱۶۹۹ متر
۵	شیب متوسط حوزه	۳۲/۵۴ درصد
۶	جهت جریان	جنوب شرقی-شمال غربی
۷	تعداد ایستگاه های هیدرومتری	۱۱ ایستگاه فعال

در این پژوهش داده‌های کیفی آب رودخانه تالار و ویژگی شیمیایی آن‌ها در رابطه با مقدار مواد رها شده به آب‌ها مطالعه شد. بررسی‌ها نشان داد که کیفیت آب رودخانه تالار در طی سال‌های اخیر دچار تغییر شده است. به همین سبب، جهت تعیین میزان تغییرات کیفیت آب این رودخانه در مسیر جریان (سه ایستگاه موجود در مسیر از قبیل شیرگاه، کیاکلا و پل سفید) از داده‌های دوره چهل و پنج ساله (بازه ۱۳۴۸ تا ۱۳۹۲) استفاده شده است و در این راستا از شاخص‌های مهمی چون میزان مواد جامد محلول در آب (TDS[1])، سدیم (Na) و سولفات (SO_4)، به صورت ماهانه و سالانه که از نظر تهدید سلامتی انسانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به عنوان شاخص‌های خام ثبت شده آماری استفاده شده است. در محیط نرم-افزارهای Excel و Minitab داده‌ها در دو بازه سالانه و فصلی مورد بررسی قرار گرفته است.

روش‌های آماری متعددی جهت تحلیل روند سری‌های زمانی ارائه شده که به دو دسته کلی روش‌های پارامتری و ناپارامتری، قابل تقسیم-بندی هستند. روش‌های ناپارامتری از کاربرد نسبتاً وسیع‌تر و چشم‌گیرتری نسبت به روش‌های پارامتری برخوردارند. برخی سری داده‌ها به طور کلی از توزیع نرمال (بهنجار) پیروی نمی‌کنند. در این صورت می‌توان از آزمون رتبه‌ای استفاده نمود. این قبیل آزمون‌ها زیاد بوده و هرکدام توانایی‌ها و ضعف‌های خاص خود را دارند. یکی از این آزمون‌ها من – کندال است. این آزمون نیاز به توزیع فراوانی نرمال یا خطی بودن رفتار داده‌ها نداشته و در برابر داده‌هایی که کشیدگی زیاد دارند و نیز داده‌هایی که از رفتار خطی انحراف چشم‌گیری دارند،

[1] Total Dissolved Solids

بسیار قوی بوده و به منظور ارزش‌یابی روند به‌کار برده می‌شوند (۳۵).

مراحل اجرای این آزمون به قرار زیر است:

۱- داده‌ها به ترتیب ردیف می‌شوند و ترتیب زمانی داده‌ها را n در نظر می‌گیریم (۱).

۲- داده‌ها رتبه‌بندی می‌شوند که برای این منظور از آماره T (نسبت رتبه l به رتبه‌های ما قبل) استفاده می‌شود.

۳- امید ریاضی E_i، واریانس V_i و شاخص من-کندال U_i براساس روابط زیر محاسبه می‌شوند (۸):

$$E_i = ni\ (ni-1)/4 \quad (۱)$$

$$Vi = ni(ni-1)(2ni+5)/72 \quad (۲)$$

$$Ui = (\Sigma ti - Ei)/\sqrt{vi} \quad (۳)$$

در روابط بالا ni ترتیب زمانی داده‌ها است. این شاخص دارای توزیع نرمال است، لذا برای شناسایی معنی‌دار بودن از جدول منحنی استفاده می‌شود.

برای بررسی تصادفی بودن داده‌ها از رابطه ۴ استفاده می‌شود (۱۳):

$$T = 4P/N(N-1) \quad (۴)$$

T = آماره کندال

P = برابر با مجموع تعداد رتبه‌های بزرگتر از ردیف ni که بعد از آن قرار می‌گیرد.

N = تعداد کل Xi های سری زمانی که در این تحقیق ۴۵ ساله می‌باشد.

برای سنجش معنی‌دار بودن آماره t و آماره بحرانی بودن t0 از رابطه ۵ استفاده می‌شود (۲):

$$t0 = 0 \pm tg\ \sqrt{4N + 10/9N(N-1)} \quad (۵)$$

tg = مقدار بحرانی نمره نرمال یا استاندارد Z با سطح احتمال آزمون است و با سطح احتمال ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ می‌باشد. این مقدار، T(t) معادل با ۰/۳۰± می‌شود. با توجه به مقدار بحرانی به دست آمده برای T(t) حالات مختلفی بدین شرح مشاهده خواهد شد. اگر $T > -(T)t$ یا $T < +(T)t$ یا $-۰/۳۰ < T < +۰/۳۰$ هیچ گونه روند مهمی در سری‌ها مشاهده نمی‌شود و سری‌ها تصادفی هستند. همچنین اگر $T < (T)t$ یا $T < ۰/۲۱$ باشد، نشان دهنده روند منفی در سری-ها و در صورتی که $T > (T)t$ یا $T > +۰/۳۰$ باشد روند مثبت در سری‌ها غالب خواهد شد (۲).

برای شناسایی روندهای جزئی و کوتاه مدت، نقاط جهش و نقاط شروع روند سری‌های زمانی از نمودار سری زمانی برحسب مقادیر U و U' استفاده خواهد شد. به منظور ترسیم نمودار سری زمانی مقادیر متوالی، آماره‌های U و U' با استفاده از آزمون من–کندال (رابطه‌های ۳ و ۶) محاسبه می‌شوند. برای بررسی تغییرات باید شاخص U' نیز محاسبه شود.

مراحل محاسبه U' بدین شرح است:

۱- داده‌ها رتبه‌بندی می‌شوند که برای این منظور از آماره 'T (نسبت رتبه i به رتبه‌های ما قبل) استفاده می‌شود.

۲- امید ریاضی 'Ei، واریانس 'Vi و شاخص من-کندال 'Ui براساس روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$E_i' = [N - (ni-1)]\ (N - ni)/4 \qquad (۶)$$

$$Vi' = [N -(ni-1)](N -ni)[2(N -(ni-1))] +5/7 \qquad (۷)$$

$$Ui' = -(\Sigma ti' - Ei')/ \sqrt{vi'} \qquad (۸)$$

در روابط فوق N تعداد سال‌های آماری مورد استفاده است. محل تلاقی شاخص U و 'U با محدوده‌ی ۹۵ درصد اطمینان نشان دهنده تغییرات سری زمانی بوده و رفتار U بعد از محل تلاقی وضعیت روند (کاهشی یا افزایشی) سری را نشان می‌دهد. عدم تلاقی دو شاخص، معرف عدم روند سری است (۱۱).

جدول شولر:[1]

در این جدول براساس سه پارامتر شیمیایی سدیم، سولفات و کل املاح محلول، آب از نظر مصرف آشامیدنی به شش گروه شامل خوب، قابل قبول، نامناسب، بد، قابل شرب در شرایط اضطراری و غیرقابل شرب تقسیم شده است (جدول ۲).

[1] Schoeller

جدول (۲) طبقه بندی کیفیت آب به روش دیاگرام شولر (۵)

درجه کیفیت آب	TDS (mg/l)	Na(mg/l)	SO4 (mg/l)
خوب	< ۲۸۰	< ۱۰	< ۵
قابل قبول	۲۸۱-۵۰۰	۱۰-۱۵	۵-۱۰
نامناسب	۵۰۱-۱۰۰۰	۱۶-۲۰	۱۱-۲۰
بد	۱۰۰۱-۲۰۰۰	۲۱-۲۵	۲۱-۲۵
قابل شرب در شرایط اضطراری	۲۰۰۱-۳۵۰۰	۲۶-۳۰	۲۶-۳۰
غیر قابل شرب	۳۵۰۱-۴۰۰۰	۳۱-۴۵	۳۱-۳۵

بررسی ویژگی سازندها در محدوده مورد مطالعه

از جمله عوامل مؤثر بر کیفیت آب رودخانه سازندهایی است که در تماس با آب رودخانه می‌باشند. از نظر زون‌بندی، ناحیه مورد مطالعه در زون زمین‌شناسی البرز و بخش مرکزی آن قرار می‌گیرد. از نگاه زمین‌ریخت‌شناسی، مرز شمالی البرز منطبق بر تپه ماهورهای متشکل از نهشته‌های ترشیری و دشت ساحلی خزر است. مطالعه نقشه زمین‌شناسی حاکی از وجود رخساره عمومی با تناوب‌های کنگلومرا، مارن قرمز رنگ سیلت و گاهی میان لایه‌های ماسه سنگ‌ها و سیلت سنگ‌ها می‌باشد ولی در تغییر و تبدیل‌های جانبی و عمودی رخساره‌های ماسه سنگی و سیلت سنگ‌های آهکی گاهی سست، مارن‌ها و مارن‌های سیلت‌دار، گاهی مارن‌های سفید و پوک، گاهی مادستون و مارن رسی، گاهی مارن‌های سیلتی کوارتزدار، گاهی تناوب-های ماسه سنگ‌ها و سیلت سنگ‌های میکروکنگلومرایی دارای گراول‌های کوارتز مدور، گاهی سنگ آهک‌های ماسه‌ای گراول‌دار و گاهی سنگ آهک‌های نازک لایه وجود دارند. همچنین واحدهای زمین پوشیده شده با گیاهان است و در برگیرنده مخروط افکنه‌ها و پادگانه‌های سیلابی ـ رودخانه‌ای و نیز آبرفت‌های رودخانه‌ای قدیمی و جوان، دشت‌های طغیانی آبرفتی می-باشد. مجموعه این واحدها با ضخامت قابل توجهی از خاک‌های آلی حاصل از تجزیه گیاهان پوشیده شده‌اند. با بررسی وضعیت عمومی ژئومورفولوژی محدوده مطالعاتی می‌توان چنین استنباط کرد که نقش اساسی در ایجاد عوارض مختلف مورفولوژیک برعهده تفاوت جنس لیتولوژی‌های مختلف موجود در منطقه بوده است که از جمله مهمترین آنها می‌توان به رخنمون واحدهای آهکی، رخساره‌های شیلی

سازند شمشک، واحدهای مارنی کرتاسه و نئوژن و کنگلومرا و ماسه سنگ‌ها و سیلت استون‌ها اشاره کرد. لازم بذکر است با توجه به مقاومت بالای واحدهای آهکی از یک طرف و مقاومت کم واحدهای شیلی و مارنی از طرف دیگر نوعی اختلاف ارتفاع شدید در منطقه ایجاد شده که موجب تشکیل ارتفاعات بلند در محل ستیغ کوه‌های وسط محدوده مطالعاتی و بوجود آمدن تپه ماهورهای نسبتاً کم ارتفاع در حاشیه شمالی این ارتفاعات و در بخشهای دارای رخنمون سنگ‌های با مقاومت کمتر گردیده است. مناطق کم شیب و تپه ماهورهای واقع در منطقه و حتی مناطق با شیب تند در این محدوده مورد استفاده کشاورزی و دامداری قرار می‌گیرند (۲۰).

یافته‌ها و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی آب در واقع تعیین کننده کیفیت آب است. در واقع رودخانه تالار به دلیل کاربری کشاورزی (آبی و دیم)، شرب، صنعت و مسکونی از اهمیت و حساسیت ویژه‌ای برخوردار است. تحلیل نتایج آزمایش کیفیت آب در ایستگاه‌های شیرگاه، کیاکلا و پل سفید به شرح زیر است.

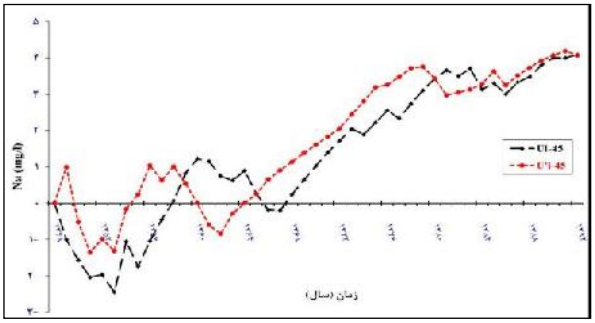
بررسی روند تغییرات شاخص سدیم (Na)

به‌منظور بررسی و تحلیل روند شاخص‌های کیفیت آب در مقیاس زمانی سالانه و ماهانه از آماره آزمون من-کندال که از متداول‌ترین روش‌های ناپارامتریک تحلیل روند سری‌های زمانی هیدرومتئورولوژی است (۶) استفاده شد. نتایج حاصل از اعمال آزمون آماره (T) و آماره بحرانی t (T) کندال بر روی داده‌های سالانه و ماهانه شاخص‌های مورد مطالعه در جدول (۳) نشان داده شده است. نتایج جدول ۳ نشان می-دهد که داده‌های سالانه و فصلی دارای روند مثبت و افزایشی می‌باشند.

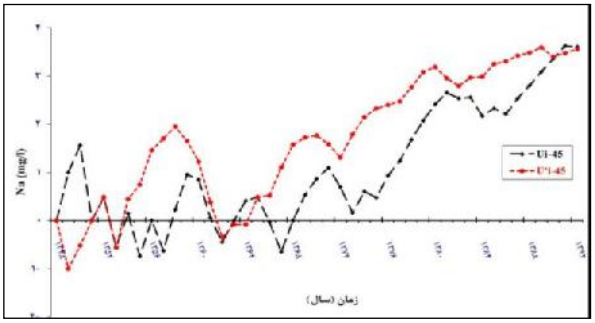
جدول (۳) نتایج آماره کندال (T) و آماره بحرانی t(T) میانگین Na، SO_4 و TDS سالانه و ماهانه و درصد شاخص‌ها

عنصر	سالانه	ماهانه (فصلی)							
		درصد	بهار	درصد	تابستان	درصد	پاییز	درصد	زمستان	درصد
Na	+۰/۴۷	۴۲/۷۳	+۰/۴۳	۳۳/۸۶	+۰/۳۸	۳۵/۸۵	+۰/۳۶	۳۵/۲۹	+۰/۳۷	۳۴/۵۸
SO4	+۰/۲۲	۲۰/۰۰	+۰/۳۳	۲۵/۹۸	+۰/۱۶	۱۵/۰۹	+۰/۱۹	۱۸/۶۳	+۰/۱۸	۱۶/۸۲
TDS	+۰/۴۱	۳۷/۲۷	+۰/۵۱	۴۰/۱۶	+۰/۵۲	۴۹/۰۶	+۰/۴۷	۴۶/۰۸	+۰/۵۲	۴۸/۶۰

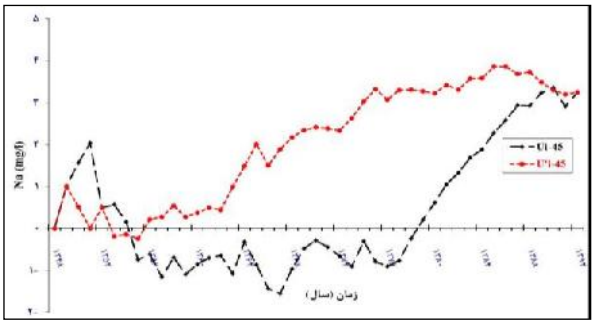
پایش میانگین میزان سدیم محلول فصلی و سالانه در آب رودخانه تالار در دوره ۴۵ ساله نشان می‌دهد که این شاخص علی‌رغم روند صعودی که (جدول۳ و شکل ۲) دارد، براساس مقادیر جدول ۲ (شولر) در محدوده خوب قرار داشته و از این رو مقدار موجود در آب آن، موجب آلودگی و زیان به بدن انسان نمی‌گردد. از جمله مواردی که موجب آلودگی کیفیت آب می گردد، استفاده از مسیر رودخانه‌ها برای انتقال فاضلاب‌های شهری و صنعتی و زه‌آب‌های مزارع کشاورزی و باغداری است (۱۵). در واقع بیش‌ترین روند سالانه (۴۲/۷۳ درصد) را در بین سایر شاخص‌ها سدیم به خود اختصاص داده و در فاصله اطمینان ۹۵ درصد تأیید می‌شود (جدول ۳ و ۴). مقدار سدیم از فصل بهار به پاییز میزان روند مثبت آن کاسته شده و در فصل زمستان میزان روند مثبت تا حدودی بیشتر شده است. شکل ۲ آزمون نموداری من-کندال و تصویر نقاط عطف (جهش) و سال‌های جهش مربوط به تغییرات سالانه و ماهانه این شاخص را نشان می‌دهد.



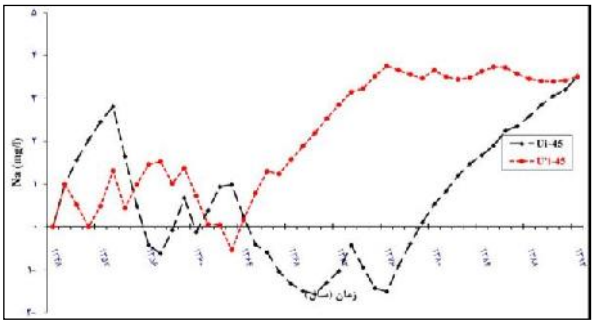
الف) بهار



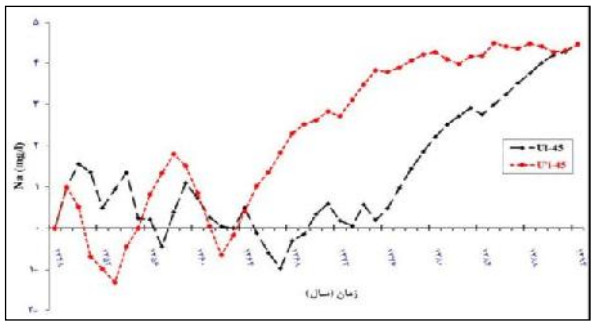
ب) تابستان



پ) پاییز



ت) زمستان



ث) سالانه

شکل (۲) تغییرات متوسط میزان سدیم محلول در آب در بازه فصول مختلف و به طور سالانه

از بررسی رفتار تغییرات سالانه و فصلی مؤلفه‌های U و 'U مربوط به شاخص سدیم محلول در آب چنین نتیجه‌گیری می‌شود که، این شاخص دارای جهش معنی‌دار (به دلیل قطع کردن یکدیگر دو نمودار در خارج از محدوده ۱/۹۶± و در خلاف جهت هم حرکت کردن) با حاکمیت روند مثبت بوده است. در واقع رفتار U پس از محل تلاقی (۱۱) نشان دهنده وضعیت روند افزایشی این شاخص بوده است. هم چنین معنی‌داری آماره‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد آزمون قرار گرفت که نتایج آن در جدول (۴) ارائه شده است. نتایج این آزمون از داده‌های سالانه و ماهانه شاخص سدیم نشان می‌دهد که روند صعودی (Z های بالای ۱/۹۶+) در تمام شاخص‌ها مشاهده می‌شود.

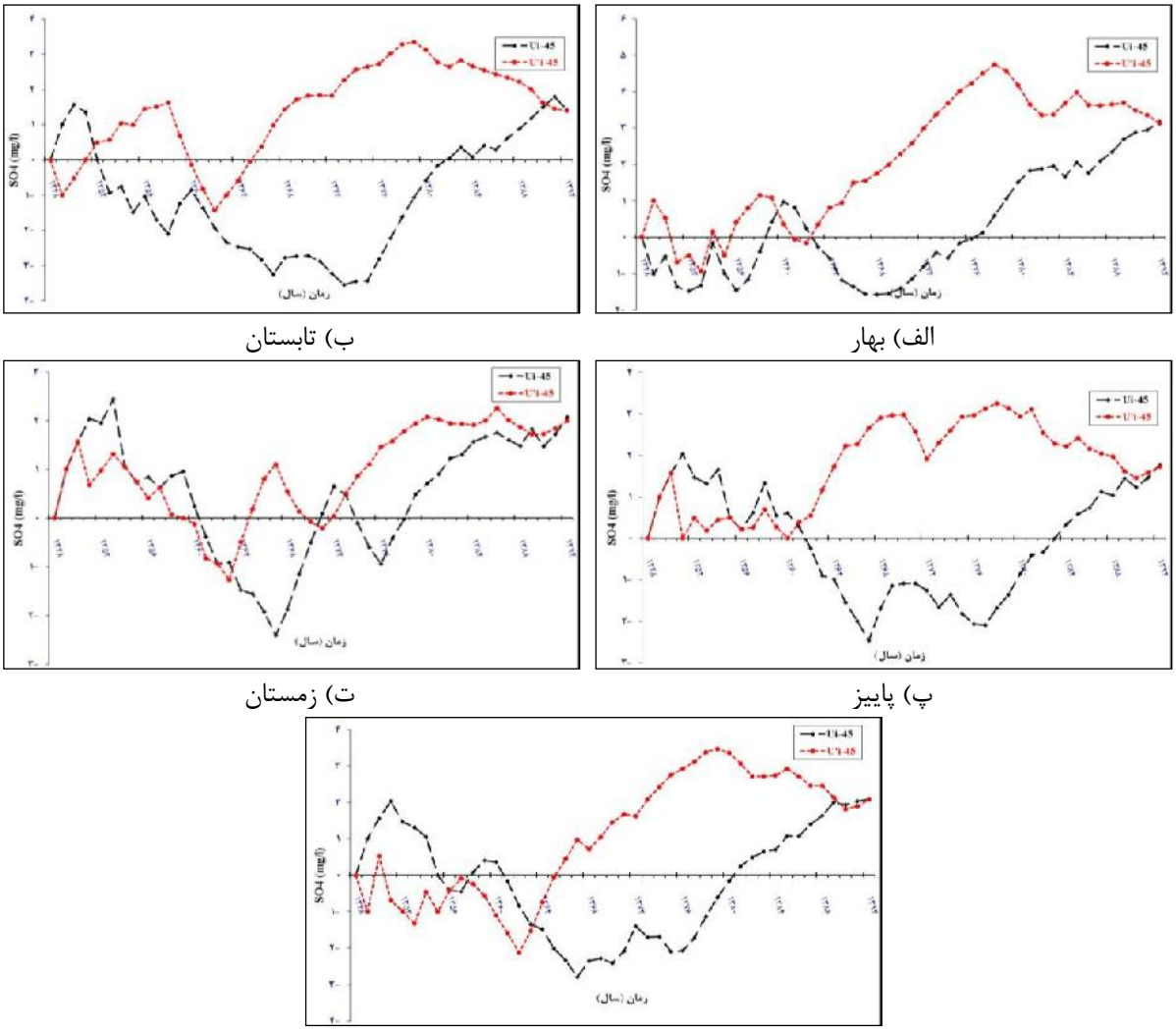
نتایج روندیابی آزمون من کندال در مورد شاخص سدیم نشان می‌دهد که مقدار این شاخص در ایستگاه‌های مورد مطالعه از ۱/۷۰ میلی‌گرم در لیتر در سال ۱۳۴۴۸ به ۲/۲۶ میلی‌گرم در لیتر در سال ۱۳۹۲ رسیده است و دارای روند افزایشی معنی‌دار بوده است. همچنین مطالعات فصلی نشان می‌دهد با وجود این که میزان سدیم در همه فصول (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) دارای روند افزایشی معنی‌دار بوده است ولی تغییرات در فصل پاییز، هم در ابتدای دوره مطالعاتی (۲/۰۲ میلی‌گرم در لیتر) و هم در پایان این دوره (۵/۹۰ میلی‌گرم در لیتر) بیش از سایر فصول بوده است. در واقع افزایش در غلظت سدیم می‌تواند ناشی از کاهش میزان دبی آب و افزایش تبخیر باشد (۲۵). رودخانه تالار در طی مسیر خود به دلیل تأثیرپذیری از عوامل مختلف از جمله پساب مزارع کشاورزی، فاضلاب‌های انسانی و دامی، فاضلاب شهری از نظر کیفیت دچار تغییراتی می‌گردد. فعالیت‌های کشاورزی و استفاده از کودهای شیمیایی می‌تواند به عنوان یک منبع

مهم سبب افزایش غلظت کاتیون سدیم در منابع آب شود (۱۸). به طور تجربی مشاهده شده که رواناب زمین‌های کشاورزی، مقدار زیادی مواد مغذی و رسوب به همراه دارد، این در حالی است که روانابی که از جاده عبور می‌کند، دارای سدیم و سولفات بیشتری است (۳۰). وجود روند می-تواند ناشی از تغییرات تدریجی طبیعی آب و تأثیر سازندهای زمین‌شناسی که رودخانه از آن عبور می‌کند و یا ناشی از فعالیت‌های انسانی باشد. گرچند وجود سدیم برای بسیاری از اعمال حیاتی ضروری است و کمبود آن در انسان و حیوانات موجب گرفتگی ماهیچه‌ها می‌شود و در تنظیم pH مؤثر است، حال با روند صعودی محسوسی که در منطقه وجو دارد ، تداوم این روند در آینده منجر به عوارض خطرناکی چون بیماری‌های قلبی-عروقی ، سکته و آسیب‌های قلبی و نیز افزایش فشار خون خواهد شد (۵).

بررسی روند تغییرات شاخص سولفات (SO_4)

در سازندهای مارنی و آهکی منطقه مورد مطالعه به دلیل وجود لایه‌های گچی و ورود رسوبات ناشی از این سازندها به رودخانه تالار باعث افزایش غلظت یون سولفات در آن می‌گردد.در واقع وجود مارن‌های گچی و ژیپس سبب افزایش غلظت یون سولفات رودخانه‌های این حوزه می‌گردد. یون سولفات دارای بیشترین و کمترین روند صعودی به ترتیب در فصل‌های بهار (۲۵/۹۸) و تابستان (۱۵/۰۹) بوده است (جدول۳). همچنین با توجه به جدول ۳ کمترین روند صعودی معنی‌دار سالانه برای متغیر سولفات است. میزان یون سولفات با توجه به شکل (۳) از حداقل در فصل زمستان (mg/l ۱/۹۴) تا حداکثر در فصل تابستان (mg/l ۳/۱۰) متغیر بوده است. آزمون من کندال حاکی از وجود روند صعودی در شاخص سولفات سالانه و فصلی است. این شاخص دارای افزایش معنی‌دار از سال ۱۳۴۸ تا سال ۱۳۹۲ بوده است. تغییر فصل بر روی این شاخص دارای اثر معنی‌دار در سطح ۵ درصد بوده و تنها در فصل تابستان سطح معنی‌دار بیشتر از ۵ درصد بوده است (جدول۴). رودخانه‌ها مسیر طولانی را از میان شهرها، روستاها و مناطق صنعتی و کشاورزی طی می‌کنند و به انواع آلاینده‌ها آلوده می‌شوند (۱۶). چون رودخانه تالار از کاربری‌های مختلف عبور می‌کند و این کاربری‌ها درجات مختلفی از خطر با توجه به مقدار و ویژگی پساب‌ها، برای رودخانه را دارند (۹)، در معرض غلظت سولفات می‌باشد. روند افزایشی مقدار سولفات را می‌توان به دلیل تأثیر کاربری‌های اراضی و ورود شاخه-های فرعی آلوده به شاخه اصلی دانست (۱۵). به عبارت دیگر کاربری اراضی در حوزه، دارای تأثیر معنی‌داری بر روی کیفیت رواناب است (۲۳). با این وجود عوامل متعددی مانند پوشش زمین و کاربری‌های موجود، شرایط آب و هوایی، نزولات

جوی، تراکم جمعیت، تراکم دام، سنگ‌شناسی و خاک‌شناسی حوزه و سایر متغیرهای محیطی بر روی سلامت آب‌های سطحی اثر گذارند (۳). روند افزایشی سولفات می‌تواند برای انسان مضر باشد. به عنوان مثال گاز سولفید هیدروژن بسیار سمی است و موجب سر درد، خواب آلودگی، بی‌حالی ،حالت تهوع، تحریک چشم‌ها و سیستم تنفسی می‌گردد. سولفات می‌تواند باعث بروز لایه‌های فلس مانند در لوله‌های آب شده و طعم نامطلوب در آب ایجاد نماید و نهایتاً باعث بروز اسهال در انسان و چهارپایان اهلی شود (۳).



الف) بهار

ب) تابستان

پ) پاییز

ت) زمستان

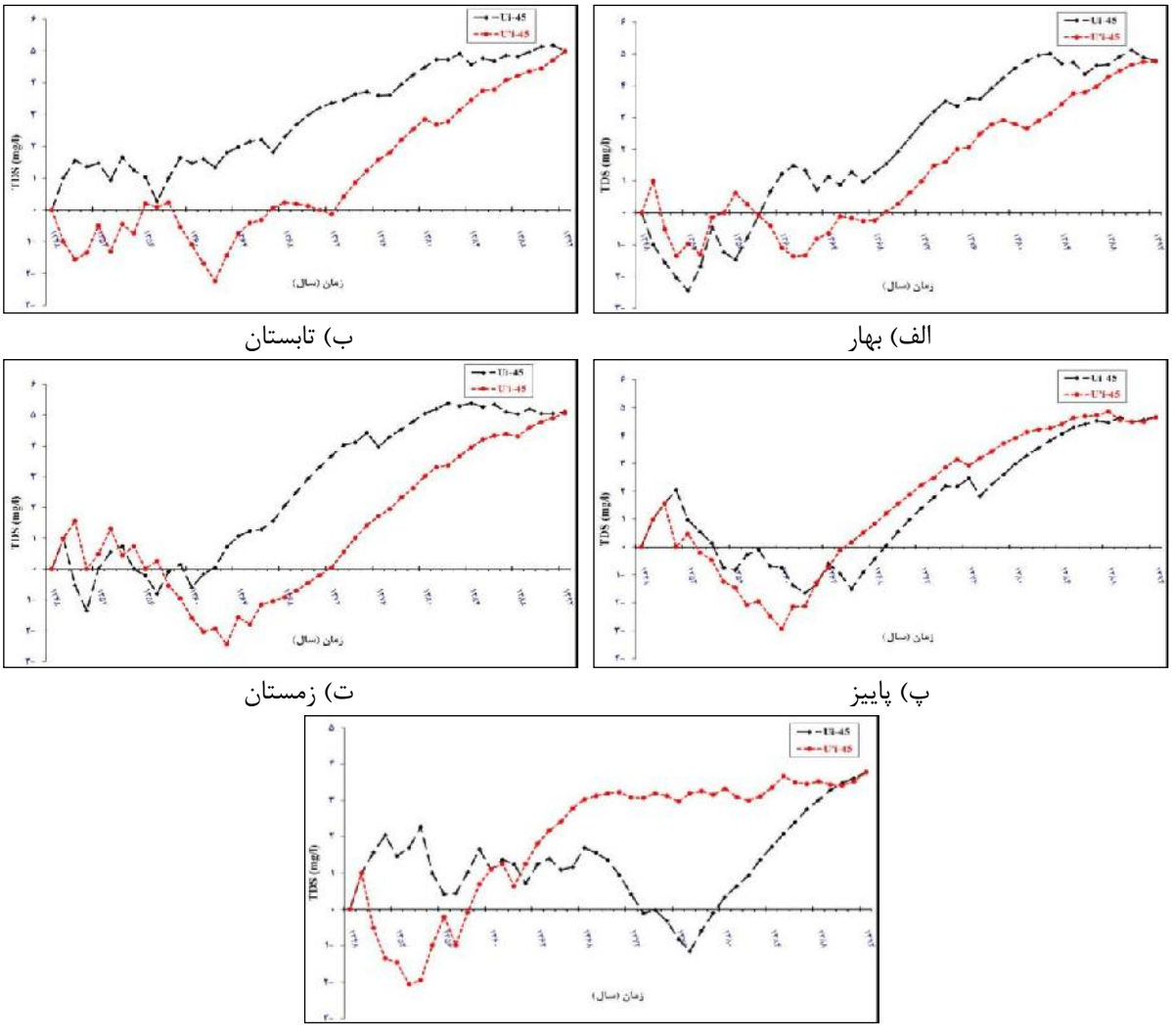
ث) سالانه

شکل (۳) تغییرات متوسط میزان SO_4 محلول در آب در بازه فصول مختلف و به طور سالانه

بررسی روند تغییرات شاخص مجموع املاح محلول (TDS)

در این پژوهش به بررسی روند سری‌های فصلی و سالانه شاخص TDS پرداخته شد تا تغییرات حاصل در روند از این شاخص مورد بررسی قرار گیرد. تغییرات املاح محلول در طی سال‌های مورد مطالعه دارای روند افزایشی بوده است. میزان تغییرات TDS آب ورودی این رودخانه در طول فصول مختلف با توجه به جدول (۳) و شکل (۴) از حداقل ۵۲۰ میلی‌گرم در لیتر در فصل زمستان تا حداکثر ۶۳۸ میلی‌گرم در لیتر در فصل تابستان متغیر بوده است. حداکثر مطلوب TDS در آب آشامیدنی ۵۰۰ mg/l در لیتر و حداکثر مجاز ۲۰۰۰ mg/l است (۱). نمونه‌های TDS با استاندارد WHO مقایسه شدند. این مقایسه نشان می‌دهد، کیفیت نمونه-های آب از نظر TDS در حد مجاز می‌باشد. افزایش و کاهش TDS می‌تواند موجب افزایش و کاهش میزان هدایت الکتریکی (EC) آب رودخانه گردد. آب در طبیعت همواره محتوی مواد معلق است و هیچ گاه به صورت خالص وجود ندارد، اما ناخالصی‌های آب تا جایی که از حد معینی تجاوز نکند مانع از مصرف آن نمی-شود (۴). تبخیر از آب‌های برگشتی کشاورزی که می‌تواند حاوی املاح حل شده کودها نیز باشد باعث می‌شود که املاح موجود در آن‌ها افزایش یافته که این املاح در حین نفوذ به زمین در قشر بالایی خاک به جا گذاشته می-شوند (۱۷). بالا بودن مقادیر TDS می‌تواند ناشی از وجود واحدهای آهکی در ناحیه باشد. در تحقیقات اخیر Joghatayi *et al.*, (2016) با بررسی کیفیت آب زیرزمینی در دشت جغتای، مشخص گردید که بیشترین میزان مواد محلول در آب مربوط به واحدهای آهکی و افیولیتی است. که این مطلب با توجه به وجود رخنمون واحدهای آهکی در منطقه مورد مطالعه تایید می گردد. Salajegeh *et al.*, (۲۰۱۰) در سال ۱۳۸۹، به بررسی اثرات تغییر کاربری بر کیفیت آب رودخانه‌های حوزه آبخیز کرخه پرداختند. نتایج آنها رشد شدید کاربری مسکونی در اغلب زیرحوزه‌ها را نمایش داده است که تأثیر معنی-داری برروی افت کیفیت آب به ویژه در افزایش TDS داشته است. طبق پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌های استان مازندران، طی دو دهه اخیر تغییرات کاربری و به خصوص افزایش سطح مناطق مسکونی و صنعتی با سرعت بیش‌تری همراه بوده است و استقرار نامناسب کاربری‌ها بیش از پیش قابل رؤیت است (۱۰). این امر در نهایت منجر به تغییر در کیفیت جریان آب

رودخانه می‌گردد. در پژوهشی Mirzayi *et al.*, (2016) با بررسی مدل‌سازی ارتباط کیفیت آب-های سطحی و سنجه‌های سیمای سرزمین، به این نتایج دست یافتند که سنجه‌های کاربری/پوشش جنگل، دارای نقش بسزایی در بهبود کیفیت آب، از طریق تعدیل مقادیر فسفات، اسیدیته و کل جامدات محلول در آب رودخانه‌های استان دارند. این در حالی است که سنجه‌های کاربری/پوشش مسکونی و کشاورزی منجر به افت کیفیت آب رودخانه شده بودند. وجود مواد محلول در آب ممکن است موجب بروز رنگ، طعم و بوی نامطلوب شوند. همچنین موجب کدورت و ایجاد رنگ تیره در آب می-شوند (۵).



الف) بهار ب) تابستان

پ) پاییز ت) زمستان

ث) سالانه

شکل (۴) تغییرات متوسط میزان TDS محلول در آب در بازه فصول مختلف و به طور سالانه

جدول (۴) نتایج آزمون روندیابی من-کندال در سطح اطمینان ۹۵ درصد (جهت روند +، -، ۰)

عنصر	Z-value	p-value	Trend
Na سالانه	۴/۵۰۹۹۶	۰/۰۰۰۰۰۶۷	+
Na بهار	۴/۱۵۷۵۰	۰/۰۰۰۰۹۹۵	+
Na تابستان	۳/۶۴۸۸۱	۰/۰۰۰۰۷۶۹	+
Na پاییز	۳/۴۳۳۶۰	۰/۰۰۰۶۶۱۵	+
Na زمستان	۳/۶۰۹۶۸	۰/۰۰۰۳۱۵۴	+
SO4 سالانه	۲/۰۷۳۸۶	۰/۰۳۸۴۰۰۰	+
SO4 بهار	۰/۹۹۹۲۰	۰/۰۰۱۶۰۰۰	+
SO4 تابستان	۰/۹۴۱۸۰	۰/۱۱۶۴۰۰۰	+
SO4 پاییز	۰/۹۶۴۹۰	۰/۰۷۰۲۰۰۰	+
SO4 زمستان	۰/۹۶۰۸۰	۰/۰۷۸۴۰۰۰	+
TDS سالانه	۳/۹۵۲۰۷	۰/۰۰۰۰۷۶۷	+
TDS بهار	۴/۹۵۹۶۵	۰/۰۰۰۰۰۶۵	+
TDS تابستان	۵/۰۳۷۹۱	۰/۰۰۰۰۰۰۵	+
TDS پاییز	۴/۵۳۹۰۱	۰/۰۰۰۰۴۷۶	+
TDS زمستان	۵/۰۵۷۴۷	۰/۰۰۰۰۰۰۱	+

نتیجه‌گیری

تحلیل و بررسی پارامترهای توصیف کیفیت آب رودخانه نشان داد که کیفیت آب از لحاظ شرب مناسب و در مقایسه با استاندارد WHO کیفیت نمونه‌های آب از نظر شاخص‌های سدیم، سولفات مطابق نمودار شولر در حد مطلوب و برای شاخص TDS در حد مجاز می‌باشد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که با روند سریع رشد جمعیت و به تبع آن گسترش مراکز شهری و صنعتی و نیز کاربری کشاورزی در اطراف رودخانه تالار، در صورتی که اقدام جدی صورت نگیرد آلودگی در مسیر رودخانه گسترش یافته و سلامت انسان و سایر موجودات را در طول رودخانه تهدید خواهد کرد. در واقع علت آلودگی آب رودخانه تالار و روند صعودی و افزایشی شاخص‌های مورد نظر را می‌توان به علت اثر افزایش دخالت‌های انسانی و کاربری‌های کشاورزی در اطراف رودخانه و نیز ورود فاضلاب‌های خانگی و صنعتی به رودخانه دانست که موجب خواهد شد اکوسیستم رودخانه در معرض خطر و نابودی قرار گیرد. اقدامات پیشنهادی به منظور کاهش آلودگی آب تالار شامل کنترل شناخت تغییرات پارامترهای کیفی آب به عنوان گام نخست در برنامه‌های مدیریت منابع آب ، تخلیه فاضلاب تخلیه شده (صنعتی و کشاورزی)، کاهش آلودگی منابع سطحی، اصلاح

شیوه کشت با هدف صحیح استفاده کردن از انواع کود و سموم، ارزیابی آلودگی آب رودخانه‌ها برای تخصیص کاربری اراضی، مدیریت ، پایش کیفیت پیشگیری از آلودگی و حفاظت از تنوع زیستی، تدوین برنامه‌های منظم و مدون جهت بررسی روند تغییرات شاخص‌های کیفیت آب می‌باشد.

References

1- Alizadeh. A. 2009. Principles of Applied Hydrology. Astan Quds Razavi Publishing, twenty seventhEdition, 870pp.
2- Azizi, Gh. and Roshani, M. (2008). Using Mann-Kendall Test to Recognize of Climate Change in Caspian Sea Southern Coasts. Journal of Geographical Research 64: 13-28.
3- Bahar, M. M., Hiroo, O., and Masumi, Y. (2008). "Relationship between river water quality and land use in a small river basin running through the urbanizing area of central Japan." J. Limnology, 9(1), 19-26.
4- Banejad, H. Abdolsalehi, S.A. Zare, H. 2009. Study of Qualitative and quantitative of GhezelOzan river water (Zanjan province), the ability to deposit formation and corrosion and provide strategies for use the agricultural sector. Eleventh National Congress of Corrosion, University of ShahidBahonar Kerman.1417- 1438.
5- Bayati Khatibi,M. Shahbazi M., Heydari M.A. 2014. Speculations and Analysis on the Changes in Water Quality of Ahar River and its Impacts on Human Health. Hydrogeology Journal. 1(1): 93-409.
6- Bihrat O. and Mehmetcik B. 2003. The power of statistical tests for trend detection. Turkish journal engineering science 27: 247-251.
7- Bu, H. Tan, X. Li, S. Zhang, Q. 2010. Temporal and spatial variations of water quality in the Jinshui River of the South Qinling Mts., China. Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety. 73(5): 907–913.
8- Claudia, Libiseller.(2002).A Program for the Computation of Multivariate and Partial Mann-Kendall Test, Can be downloaded from.
9- Damian, A. Magdalena, M. 2007. Changes in water quality and runoff in the Upper Oder River Basin. Journal of Geomorphology. 92(3-4): 106–118.
10- Gholamalifard, M., Zare Maivan, H., Joorabian Shooshtari, S., and Mirzaei, M. (2012). "Monitoring land cover changes of forests and coastal areas of northern Iran (1988-2010): A remote sensing approach." J.Persian Gulf, 3(10), 47-56.
11- Goossens C, Berger A. (1986), Annual and seasonal climatic variations over the Northern Hemisphere and Europe during the century. Annales Geophysicae 4: pp 385-399.
12- Joghatayi, Hojatallah; Dabiri, Rahim; Moslempour, Mohamad Elyas; Otari, Majid; Sharifiyan Attar, Reza. 2016. Groundwater quality assessment using the Groundwater Quality Index and GIS in Joghatay plain, NE Iran. Human and Environmental Sciences. 35: 17-25.
13- Joudi, A, and sattari, M. (2016). Performance evaluation of different estimation methods for missing rainfall data**.** researches in Geographical Sciences. 16(42): 155-176.
14- Karbassi, Abdolreza and Shahbazi, Afsaneh. 2007. Investigation of water quality in Gilan Province rivers using multivariate statistical techniques. First Environmental Engineering Conference. 10 pp.
15- Kavian, A. Eslamiparikhani H. and habibnejad M. 2016. Spatial variability of water quality in the Haraz River toward downstream. Iran-Watershed Management Science & Engineering. 10(32): 77-82.
16- Khara, H. Mazlomi, Sh.A. Nezami, A. Akbarzadeh, S. Gholipour, M. 2011. Water quality of Oshmak River (Guilan Province). Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch. 5(3): 4154.
17- Liu W. C. Yu H. L. and Chung C. E. 2011. Assessment of Water Quality in a Subtropical Alpine Lake Using Multivariate Statistical Techniques and Geostatistical Mapping: A Case Study. Journal International journal of environmental research and public health. 8:1126-1140.

18- Maleki, A, Daraee, H. Amini H and Bahmani P. 2013. Evaluation of chemical quality of drinking water in villages of Divandareh city with emphasis on nitrate concentration. Journal of Kurdistan University of Medical Sciences. 19: 57-67.
19- Meshkani, Mohammad Reza, 2015. Analysis of time series: prediction and control (translation), Sharif University of Technology publication.
20- Mirzayi, mohsen; Riyahi Bakhtiyari, Alireza ; Salman Mahini, Abdolrasool; Gholamali Fard, Mehdi. 2016. Modeling Relationships between Surface Water Quality and Landscape Metrics Using the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, A Case Study in Mazandaran Province. Journal of Water and Wastewater. 27(1): 81-91.
21- Mohammadi, M. (2015). Evaluation of the effects of land use change on quantity and quality of Talar river water by using remote sensing and hydrologic modeling. Master's thesis, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, p. 116.
22- Mohammadi, M., Kavian, A., Gholami, L. (2017). Simulation of Discharge and Nitrate in Tallar Basin using SWAT Model. Journal of Watershed Management Research. 8(15),45-60.
23- Nakane, K., and Haidary, A. (2009). "Sensitivity analysis of stream water quality and land coverlinkage models using monte Carlo method." J. Environmental Research and Public Health, 4(1),121-130.
24- Ramazani, M., Amirnezhad, R., Asgharnia Emani, H. 2013. Qualification Zoning of the Talar River River according to NSFWQI index by GIS. Journal of wetland ecobiology. 4(14): 31-43.
25- Rosu cristina, pistea Ioana, Roba Carmen, Ozunu A. 2013. Water quality index for assessment of drinking water sourses from medias town, Sibiu country. Babe ş Bolyai University, Faculty of Environmental Sciences and Engineering. Pp24-31.
26- Sadough S.H. and Azadi F. 2015. Effect of Season and EcoMorphological Factors on Water Quality in Alshatr River. Geography Quarterly Journal. 45: 113-93.
27- Safavi H, Ahmadi A, Rahmat Nia, M. 2015. Qualitative zoning of rivers using a combination of principal components analysis and fuzzy classification analysis. Journal of Water and Wastewater. 25: 21-31.
28- Salajegeh, A., Khorasani, N., Hamidifar, M., and Salajegeh, S. (2010). "Landcover change and this impacts on water quality." J. Environmental Studies, 37 (58), 81-86. (In Persian).
29- Singh K. P. Malik A. Mohan D. and Sinha S .2004 .Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water qualityof Gomti River (India)- a case study. Journal Water Research. 38:3980-3992.
30- Tong, S. T., and Chen, W. (2002). "Modeling the relationship between land use and surface water quality." J. Environmental Management, 66(4), 377-393.
31- Yamani, M and Hosseinzadeh, M.M., 2002. Investigating changes in pattern the Talar River in the coastal plain of the Mazandaran Sea, Geographical Research, 43: 109-122.
32- Yang L. Linyu X. and Shun L. 2009. Water Quality Analysis of the Songhua River Basin Using Multivariate Techniques. Journal Water Resource and Protection. 2:110-121.
33- Yerel S. 2010. Water Quality Assessment of Porsuk River, Turkey. Journal E-Journal of chemistry. 7(2):593-599.
34- Yousefzadeh A, Shams Khoram Abadi, gh, Gudini H and Yousefzadeh A. 2014. Assessing the water quality of Khorram River in Khorramabad based on Wilcox quality index and zoning the results using Geographic Information System (GIS).Hoosan Bimonthly. 1(1): 20-12.
35- Zahedi, M., SariSaraf, B and Jameei, J. 2006. Rain modeling in Tabriz and Oroumiyeh stations. Journal of Geography and Regional development. 7: 1-16.