دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

تجزیه و تحلیل کیفیت آب رودخانه تالار با استفاده از تکنیک‌های چند متغیره

علی باب الحکمی[۱] و محمدعلی غلامی سفیدکوهی[۲]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: ali.babolhakami@gmail.com)
۲- استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۴/۱۲

چکیده

طبقه‌بندی کیفیت آب یکی از گام‌های مهم در کنترل آلودگی آب محسوب می‌شود. این پژوهش به‌منظور طبقه‌بندی کیفیت آب رودخانه تالار با استفاده از داده‌های شش ایستگاه کیفیت‌سنجی انجام شد. تکنیک‌های آماری چند متغیره مانند تجزیه و تحلیل خوشه‌ای (CA)، تجزیه به مولفه اصلی (PCA) و تجزیه و تحلیل عاملی (FA) برای ارزیابی تغییرات مکانی کیفیت آب این رودخانه مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های کیفی اندازه‌گیری شده شامل ۱٤ پارامتر شیمیایی طی سال‌های ۲۰۱٤-۲۰۱۱ جمع‌آوری شد. ایستگاه‌های کیفیت سنجی شامل ٦ ایستگاه پل‌سفید، تجون (پل شاپور)، کیاکلا، کریکلا، شیرگاه و پالندرودبار بودند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، ایستگاه‌ها را از نظر کیفیت آب به سه گروه تقسیم نمود. گروه اول شامل ایستگاه‌های پالندرودبار، کریکلا و تجون، **گروه دوم شامل ایستگاه‌های** شیرگاه و کیاکلا و گروه سوم شامل ایستگاه پل سفید بود. **همچنین روش تجزیه و تحلیل مولفه اصلی و تجزیه و تحلیل عاملی نشان داد که ۸۰ درصد تغییرات کیفیت آب توسط سه عامل اول اتفاق می‌افتد. عامل اول شامل پارامترهای TDS، EC، Cl، So_4، Ca، Mg، Na، K، SAR و TH، عامل دوم شامل Po_4 و No_3 و عامل سوم شامل HCo_3 است. نتایج نشان داد جریان پساب‌های صنعتی، خانگی، بیمارستان و کشاورزی از علل عمده نامناسب شدن کیفیت رودخانه تالار می‌باشد.**

واژه‌های کلیدی: تجزیه و تحلیل مولفه اصلی، تجزیه و تحلیل خوشه ای، حوضه رودخانه تالار، کیفیت آب

مقدمه

رشد جمعیت، افزایش فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی باعث افزایش روزافزون استفاده از منابع آب شده است. از سوی دیگر فعالیت‌های انسانی باعث افزایش آلودگی منابع آب از جمله رودخانه‌ها در سال‌های اخیر گردیده است. طول زیاد رودخانه‌ها و عبور از مناطق مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی باعث شده است که رودخانه‌ها در معرض آلودگی فیزیکی، شیمیایی و زیستی قرار گیرند. بنابراین ارزیابی و مدیریت کیفی آب رودخانه‌ها برای مصارف مختلف حائز اهمیت است. مدیریت کیفی آب رودخانه‌ها نیازمند یافتن ارتباط بین پارامترهای مختلف فیزیکی و شیمیایی تاثیرگذار بر کیفیت منابع آب است (۲۲). یکی از روش‌های بررسی کیفیت منابع آب، استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره است. تکنیک‌های آماری چند متغیره مانند آنالیز خوشه‌ای[۱] (CA)، تجزیه به مولفه‌های اصلی[۲] (PCA) و تحلیل عاملی[۳] می‌توانند در تجزیه و تحلیل بهتر، یافتن پارامترهای اصلی موثر بر کیفیت آب و یافتن ارتباط بین پارامترهای مختلف موثر باشند. مک نیل و همکاران (۱۲) در پژوهشی بر روی ۳۴۰۰۰ نمونه آب سطحی جمع‌آوری شده از منطقه کوینزلند استرالیا، با استفاده از روش خوشه‌بندی داده‌های کیفیت آب را تحلیل نمودند و دریافتند که یون‌های اصلی تاثیرگذار بر کیفیت آب در این منطقه یون‌های سدیم، منیزیم، کلسیم، کلر، بی‌کربنات و سولفات می‌باشند. شرستا و کازاما (۲۲) روش‌های تجزیه و تحلیل چند متغیره را بر روی ۱۴۹۷۶ داده که در طی ۸ سال از رودخانه فوجی ژاپن جمع‌آوری شده بودند را به‌کار بردند و نشان دادند که این روش‌ها در تحلیل و تفسیر مجموعه داده‌های مرکب، ارزیابی کیفی آب، تعیین عوامل و منابع آلودگی و درک متغیرهای زمانی و مکانی در کیفیت آب برای مدیریت مؤثر کیفیت آب رودخانه‌ها، بسیار سودمند می‌باشد. حاجی قلی‌زاده و همکاران (۹) در پژوهشی بر روی ۳۵۰۰۰ داده کیفیت آب رودخانه فلوریدای جنوبی با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره نشان دادند مناطقی با آلودگی کم تا زیاد در این رودخانه وجود دارد و پنج پارامتر (Chl-a، DO، TKN، TP و دمای آب) بیشترین تاثیر را بر تغییرات زمانی کیفیت آب در این رودخانه دارند. همچنین بیان داشتند نتایج پژوهش آن‌ها به مقامات محلی برای کنترل و مدیریت آلودگی و حفاظت بهتر از کیفیت آب رودخانه بسیار کمک خواهد کرد. بلخیری و همکاران (۳) در پژوهشی با استفاده از تکنیک‌های خوشه‌بندی و تحلیل عاملی به بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت العین عازل واقع در الجزایر پرداخته شد. تحلیل خوشه‌ای کیفیت آب چاه‌های این دشت را به دو گروه دسته‌بندی کرد. همچنین نتایج تحلیل مولفه‌های اصلی نشان داد ۸۵ درصد از کل واریانس تغییرات کیفیت آب در این دشت توسط دو عامل اول ایجاد شده است. واکنش شیمیایی بین سازندهای زمین‌شناسی با آب و آلودگی‌های انسانی از عوامل اصلی آلودگی آب زیر زمینی در این دشت بود. آن‌ها بیان داشتند غلظت پارامترهای EC، Ca، Mg، Na، K و So_4 در ضلع غربی و جنوب شرقی دشت بالاست، که این مسئله در اثر واکنش‌های آب با سازندهای زمین‌شناسی رخ داده است. همچنین پارامترهای NH_4، No_3، No_3 و COD که پارامترهای عامل دوم بودند در نتیجه آلودگی‌های انسانی در مرکز و جنوب دشت بالا بودند. لینگ و همکاران (۱۱) با استفاده از آمار چند متغیره نشان دادند کیفیت آب شهر کانتو مالزی تحت تاثیر عواملی همچون فرسایش زمین،

1- Cluster Analysis (CA) 2- Principal component analysis (PCA) 3- Factor Analysis (FA)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.10.4]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.250]

پساب‌های صنعت، فاضلاب خانگی، ترشحات تصفیه خانه‌های فاضلاب، زه‌آب‌های کشاورزی می‌باشد. رضایی و سیادتی (۲۰) با کاربرد تحلیل مولفه‌های اصلی بر روی داده‌های کیفیت آب ۲ ایستگاه هیدرومتری واقع بر روی رودخانه قره‌سو نشان دادند ۳ عامل اصلی برای هر ایستگاه به ترتیب ۹۰/۳۶ و ۷۹/۵۲ درصد از کل واریانس تغییرات کیفیت آب را نشان می‌دهند. اولین فاکتور آلودگی‌های شیمیایی بوجود آمده در اثر صنایع آلوده‌کننده نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای بخصوص آلودگی‌های صنعتی و پساب خانگی و رواناب کشاورزی بود که در اثر فعالیت‌های انسانی بوجود آمده بود. آهنی و همکاران (۱) در پژوهشی با تلفیق دو روش خوشه‌بندی Ward و K-mean به تحلیل فراوانی منطقه‌ای سیلاب در حوضه‌های آبخیز سفید رود بزرگ و ارس پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد ترکیب طول و عرض جغرافیایی و مساحت سطح زهکشی به عنوان ویژگی‌های مورد استفاده در منطقه‌بندی حوزه‌های آبخیز سفیدرود و ارس می‌تواند بهترین گزینه برای حصول بیشترین تعداد مناطق همگن باشد. رحیمی و همکاران (۱۸) به بررسی روند تغییرات دبی کل، دبی پایه و پارامترهای کیفی آب در ایستگاه ارازکوسه شهر گنبد پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد میانگین دبی کل، دبی پایه و پارامترهای کیفی به‌جز pH در مقیاس سالانه روندی نداشته اما در مقیاس ماهانه روندی نوسانی دارند. یرل (۲۴)، نیز به تحلیل کیفیت آب رودخانه پورسوک ترکیه با استفاده از تحلیل چند متغیره پرداخت و دریافت که پساب‌های شهری، کشاورزی و صنعتی کیفیت آب قسمت شرقی این منطقه را به شدت تحت تأثیر قرار داده است. یدانا (۲۵) به بررسی ۳۸۳ نمونه آب برداشت شده از آب زیرزمینی آکیفرهای آزاد کم عمق حوضه کتا در غنا پرداخت. ایشان غلظت یون‌های اصلی، هدایت‌الکتریکی و pH را مورد اندازه‌گیری قرار داد و داده‌های کیفیت آب را با استفاده از روش‌های تحلیل عامل و تحلیل خوشه‌ای مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و داده‌ها را در ۴ گروه کیفی آب تقسیم‌بندی نمود. فریادی و همکاران (۷) در پژوهشی به بررسی پارامترهای کیفیت آب رودخانه تجن با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره پرداختند. نتایج PCA، نشان داد به منظور کنترل کیفیت آب رودخانه، در علی‌آباد بجز (SAR و So_4)، در کرچا بجز (HCO_3^-) و در سلیمان تنگه بجز (Mg_2^+، Ca_2^+ و HCO_3^-) همه پارامترها در اولویت قرار دارند. توسط CA نیز می‌توان دریافت که عامل عناصری مانند (Mg_2^+، Ca_2^+ و HCO_3^-)و سازندهای کربناتی یعنی آهک‌ها و دولومیت‌های منطقه می‌باشند. همچنین عامل K^+ و Cl^- شیست‌ها و عامل پارامترهای (Na^+، SAR و So_4^-) رس، مارن، دیوریت و توف سبز می‌باشند. نوری و همکاران (۱۵)، پژوهشی با استفاده از روش‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل همبستگی متعارف، برای تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه کارون انجام دادند. آن‌ها دریافتند که هدایت الکتریکی و مجموع مواد جامد محلول، در پارامتر فیزیکی غالب در تمامی متغیرها و میزان سختی و مقدار یون‌ها، پارامترهای شیمیایی غالب بودند. نوشادی و غفوریان (۱۶) با استفاده از تکنیک چند متغیره آب‌های زیرزمینی استان فارس را مورد بررسی قرار دادند. آنها با استفاده از تحلیل عاملی نشان دادند که بیش از ۸۰ درصد واریانس کل تغییرات کیفیت آب زیرزمینی استان فارس توسط سه عامل بیان می‌شوند. این سه عامل شامل Na، TH، EC، Cl TDS، Mg، So_4، Ca و SAR، عامل دوم شامل Hco_3 و عامل سوم شامل No_2 و No_3 بود.

مواد و روش‌ها

رودخانه تالار از رودخانه‌های مهم حوزهٔ آبریز دریای مازندران می‌باشد که آب‌های ارتفاعات سوادکوه و فیروزکوه را جمع‌آوری می‌نماید. طول رودخانه ۱۵۰ کیلومتر بوده و حوزهٔ آبریز آن بالغ بر ۲۸۵۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. متوسط آبدهی این رودخانه ۱۱۸ میلیون‌مترمکعب در سال است. میانگین دما و بارش در این منطقه به ترتیب ۱۶/۵ درجه سانتیگراد و ۷۴۰ میلی‌متر است. در این پژوهش ۱۴ پارامتر شیمیایی آب شامل مواد محلول کل (TDS)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، سدیم (Na)، پتاسیم (k)، کلر (Cl)، سولفات (SO_4)، بی‌کربنات (Hco_3^-)، نسبت سدیم جذبی (SAR)، اسیدیته (PH)، کل ذرات معلق (TH)، هدایت‌الکتریکی (EC)، نیترات (NO_3) و فسفات (Po_4) طی مدت سه سال (۱۳۹۰-۱۳۹۳)، مورد بررسی قرار گرفت. آمار به صورت ماهانه از ۶ ایستگاه هیدرومتری واقع بر روی رودخانه تالار شامل ایستگاه‌های پل‌سفید، تجون (پل شاپور)، کیاکلا، کریکلا، شیرگاه و شش رودبار (پالندرودبار) مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی وضعیت کیفیت آب در طول رودخانه، ایستگاه‌های هیدرومتری موجود بر روی این رودخانه بوسیله تجزیه و تحلیل چند متغیره مورد بررسی قرار گرفتند. به‌دلیل استفاده از واحدهای مختلف اندازه‌گیری برای هر پارامتر، ابتدا داده‌ها همگن شدند. یکی از مهم‌ترین روش‌های استاندارد سازی، تبدیل داده‌ها به مجموعه جدیدی است که میانگین آن‌ها صفر و واریانس آن‌ها واحد باشد. برای این منظور از رابطه زیر استفاده می‌شود (۱۶):

$$z = \frac{(x - \bar{x})}{S} \qquad (۱-۳)$$

که در آن x مقدار اولیه (تغییر نیافته)، $\bar{x}$ میانگین داده‌ها و S انحراف معیار داده‌ها است. به‌منظور گروه‌بندی ایستگاه‌ها و پارامترهای مورد مطالعه از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل خوشه‌ای از روش وارد[1] استفاده شد. در این روش از تحلیل واریانس برای ارزیابی فواصل بین خوشه‌ها استفاده شده است. عضویت خوشه‌ها با محاسبه حاصل جمع کلی مشتقات مربع از میانگین خوشه برآورد گردیده است. ملاک ترکیب این است که باید کوچکترین افزایش ممکن را در مجموع مربعات خطاها بوجود آورد. برای تعیین پارامترهای اصلی تعیین‌کننده کیفیت آب رودخانه تالار از تحلیل عاملی استفاده شد. با توجه به استفاده از تمام متغیرهای اولیه در تحلیل عاملی، تفسیر نتایج حاصل از روش تحلیل عاملی مشکل است. بنابراین برای تفسیر بهتر نتایج از روش دوران مولفه‌ها استفاده شد. در این پژوهش روش

1- Ward Method

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.10.4]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.250]

چرخش واریماکس[1] مورد استفاده قرار گرفت (۶). شکل ۱ موقعیت منطقه را نشان می‌دهد.

روش‌های آماری چند متغیره

مقصود از تحلیل خوشه‌ای، دسته‌بندی مجموعه‌ای از اشیا به دو یا چند گروه بر مبنای شباهت موجود بین اشیا با درنظر گرفتن مجموعه‌ای از ویژگی‌های خاص می‌باشد. در نتیجه اشیاء مشابه در کلاس‌های یکسانی قرار می‌گیرند (۱۰). دو شیوه مجزا شامل تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی[2] (HCA) و تحلیل خوشه‌ای غیرسلسله مراتبی[3] (NHCA) وجود دارد. تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی می‌تواند بصورت تراکم‌پذیر باشد، بدین صورت که هر شیء در ابتدا داخل خوشه خود قرار گرفته و سپس در گام بعدی دو گروه که با هم دارای شباهت بیشتری هستند ترکیب و یا تقسیم می‌شوند، که در تقسیم شدن در ابتدا همه اشیا در داخل یک خوشه قرار دارند و سپس در هر مرحله اشیائی که دارای تمایز بیشتری هستند جدا شده و یک خوشه کوچکتر را ایجاد می‌کنند. روابط سلسله مراتبی بین اشیاء غالبا بصورت گرافیکی در یک نمودار درختی نمایش داده می‌شوند. تحلیل خوشه‌ای غیر سلسله مراتبی که اغلب با عنوان خوشه‌بندی میانگین‌های k[4] بیان می‌شود دارای این وجه تمایز می‌باشد که شامل یک ساختار نموداری نمی‌شود و احتیاج به تعدادی از کلاس‌های از پیش تعریف شده دارد در ابتدا یک دانه[5] در خوشه تاسیس می‌شود، که اولین حدس در میانگین خوشه می‌باشد و اشیا داخل یک فاصله آستانه از قبل تعیین شده از دانه، در داخل این خوشه قرار می‌گیرند. دانه‌های دیگر خوشه نیز به همین ترتیب تا زمانی که همه اشیا در داخل خوشه قرار گیرند انتخاب می‌شوند (۱۴). تحلیل عاملی یک شیوه از روش‌های آماری چند متغیره می‌باشد که ساختار زیر بنایی مجموعه داده‌های چند متغیره را برای خلاصه سازی و کاهش داده استفاده می‌کند. این خلاصه بوسیله فراهم آوردن عوامل یا ابعاد زیربنایی داده که داده‌ها را از نظر تعداد آیتم‌های کمتر نسبت به متغیرهای اصلی تشریح می‌کنند، بدست می‌آید. کاهش داده‌ها بوسیله جایگزینی فاکتورهای مشتق شده برای متغیرهای اصلی در مجموعه داده بدست می‌آید. تحلیل عاملی دارای سه هدف اصلی می باشد: شناخت ارتباط‌های بین متغیرها، شناخت متغیرهای نماینده از یک مجموعه عظیم از داده‌ها و ساخت یک مجموعه جدید (کوچکتر) از متغیرها برای جایگزین کردن با متغیرهای اصلی در تحلیل‌های آینده (۱۳)

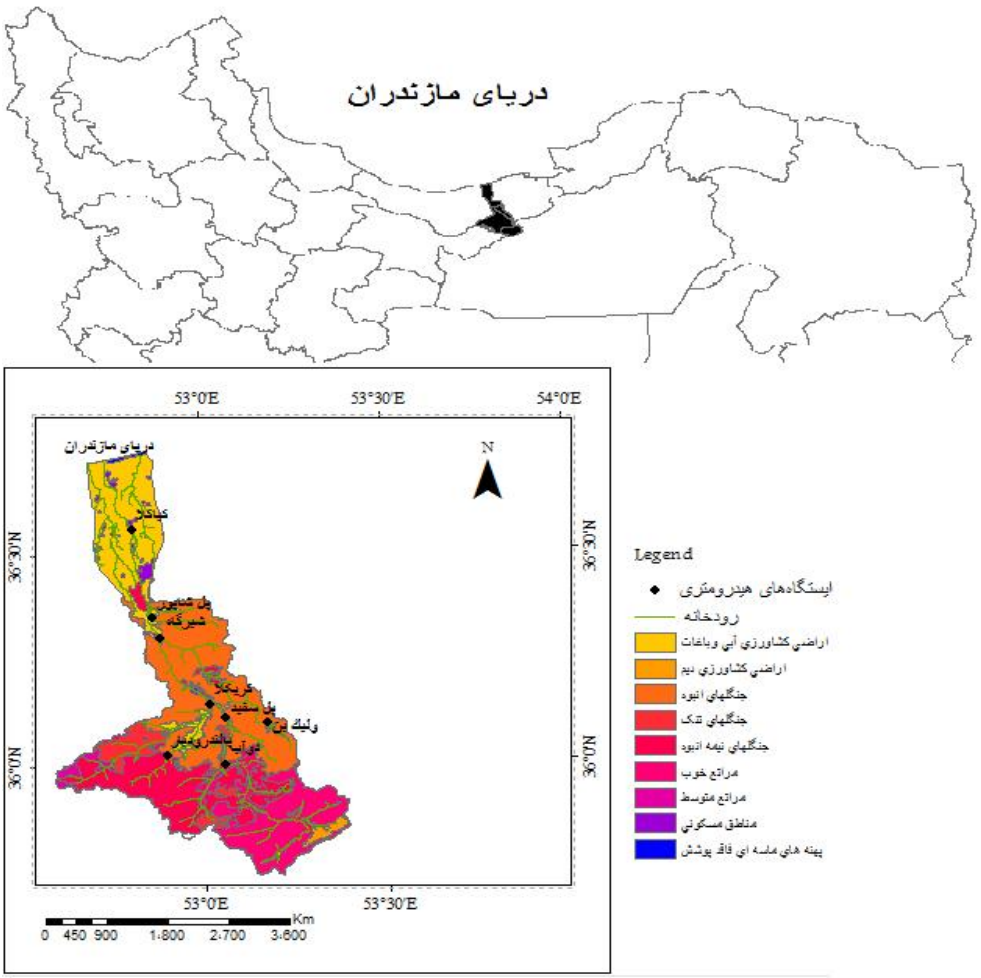
دو شیوه تحلیل‌های عاملی مرسوم (FA) و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) به عنوان تحلیل عاملی مرسوم می‌باشند. مقصود تحلیل عاملی رایج تشریح ارتباط‌های کوواریانسی در بین متغیرهای بسیار از لحاظ زیربنایی، اما توسط عوامل نامحسوس و تصادفی می‌باشد. تحلیل عاملی، تعداد متغیرها را بوسیله ترکیب دو یا چند متغیر به داخل یک فاکتور، کاهش می‌دهد. کاربرد اصلی تحلیل عاملی کاستن تعداد متغیرها و همچنین یافتن ساختار در ارتباط بین متغیرها می‌باشد. تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای کاهش ابعاد مجموعه‌ای از داده‌ها بوسیله تشریح تغییرپذیری متغیرهای بسیار، بوسیله ترکیبات خطی بین متغیرهای منبع و عوامل اصلی، ایجاد می‌شود. حال آنکه اجزای بسیاری معمولا برای تشریح کل تغییرپذیری سیستم مورد نیاز می‌باشند، معمولا تعداد زیادی از تغییرپذیری را می‌توان بوسیله تعداد کمتری از عوامل اصلی به دست آورد (۴).

نتایج و بحث

مقادیر میانگین، بیشینه و کمینه پارامترهای شیمیایی آب حوضه رودخانه تالار و استانداردهای سازمان خواروبار جهانی (FAO)[6] (۲) و سازمان بهداشت جهانی (WHO)[7] (۱۷) در جدول ۱ آمده است. جدول ۱ نشان می‌دهد که مقدار پارامتر Hco_3^- از نظر استاندارد FAO در محدوده مجاز است اما از نظر استاندارد WHO در حد غیرمجاز قرار گرفته است. مقدار میانگین پارامتر Hco_3^- در آب حوضه رودخانه تالار ۲ برابر میزان استاندارد WHO می‌باشد. مقادیر پارامترهای کیفی TDS، PH، EC، Cl، So_4، Ca، Mg، Na، K، SAR، TH، No_3، Po_4 از نظر استانداردهای FAO و WHO در حد مجاز می‌باشد. اما مقادیر بیشینه پارامترهای، PH، EC، Cl، So_4، Ca، Mg، Na، K، TH، No_3، Po_4 از استاندار WHO بیشتر است. مقادیر بیشینه پارامترهای کیفی آب اغلب مربوط به فصول تابستان و پاییز و مقادیر کمینه پارامترهای کیفی آب مربوط به فصل زمستان و بهار می‌باشد. دلیل این امر کاهش دبی رودخانه در فصل‌های تابستان و پاییز و افزایش فعالیت‌های کشاورزی در این فصول می‌باشد. مقادیر کمینه پارامترهای کیفی آب رودخانه تالار در فصل‌های زمستان و بهار به دلیل افزایش دبی رودخانه اتفاق افتاده است. با توجه به شکل ۱ مشاهده می‌شود فعالیت‌های کشاورزی در پایین دست رودخانه نسبت با بالا دست رودخانه بسیار بیشتر است. و این به دلیل این است که در پایین دست رودخانه اراضی وسیع دشت قرار دارد. فعالیت‌های کشاورزی و ورود زه آب‌های کشاورزی به آب این رودخانه از منابع آلوده کننده این رودخانه است. وجود مناطق پرجمعیت در پایین دست رودخانه تالار باعث شده است منابع آلوده کننده مانند ورود فاضلاب‌های مناطق مسکونی، مناطق خدماتی مانند رستوران‌ها، پساب کارخانجات، ورود زباله‌های شهری، روستایی، و صنعتی همراه با سیلاب در این مناطق به روخانه افزایش یابد. همچنین وجود استخرهای پرورش ماهی و کارگاه‌های شن و ماسه باعث افزایش بار آلودگی رودخانه تالار شده است. درویش و همکاران (۵) فعالیت‌های انسانی از جمله افزایش جمعیت بیش از حد شهری در حوضه رودخانه تالار، فعالیت‌های صنعتی، مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، تخلیه پساب‌ها و ضایعات جامد مناطق شهری، روستایی و صنعتی را عامل اصلی آلودگی آب رودخانه تالار معرفی کردند. همچنین عواملی مانند توسعه زمین‌های کشاورزی در زمین‌های جنگلی، کاهش بارندگی، و مصرف آب رودخانه برای بخش کشاورزی و صنعت را از دیگر عوامل آلوده‌کننده رودخانه تالار معرفی نمودند.

1- Varimax
2- Hierarchical cluster analysis
3- Non-hierarchical cluster analysis
4- K-means clustering
5- Seed
6- Food and Agriculture Organization
7- World Health Organization

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.10.4]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.250]



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های نظارت بر کیفیت آب در حوضه رودخانه تالار

Figure 1. Map of study area and surface water quality monitoring stations in the Talar river basin

جدول ۱- مقادیر پارامترهای کیفی آب رودخانه تالار

Table 1. Talar river water quality parameters

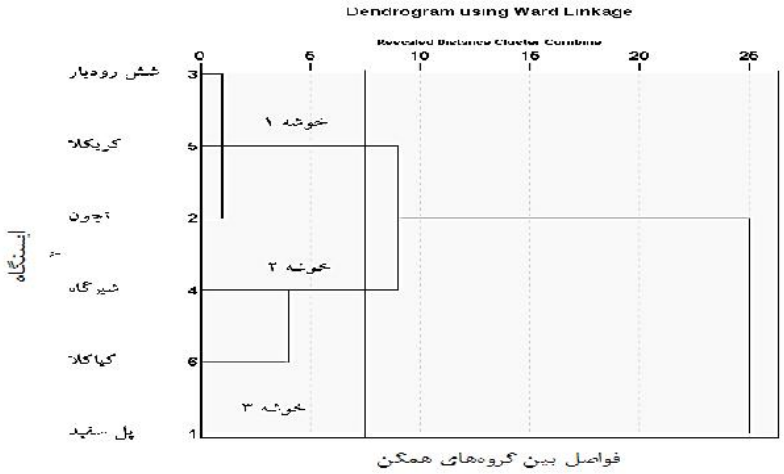
پارامترها	میانگین	بیشینه	کمینه	استاندارد WHO	استاندارد FAO
TDS (mg/l)	۴۵۶/۲۸	۱۲۷۵/۰۰	۲۰۴/۰۰	۵۰۰	۲۰۰۰
pH	۸/۰۰	۹/۳۰	۷/۳۰	۶/۵-۸/۵	۶-۸/۵
EC (µmho/cm)	۷۰۳/۷۵	۱۹۰۳/۰۰	۳۱۹/۰۰	–	۳۰۰۰
HCO_3 (mg/l)	۲۱۶/۲۱	۴۱۴/۹۴	۶۱/۰۲	۱۲۰	۵۱۸
Cl (mg/l)	۶۰/۰۸	۳۱۹/۰۵	۳/۵۵	۲۵۰	۱۰۶۵
So_4 (mg/l)	۷۸/۵۷	۴۹۴/۷۱	۴/۸۰	۴۰۰	۹۶۰
Ca (mg/l)	۸۱/۲۹	۱۹۸/۴۰	۳۰/۰۶	۲۰۰	۴۲۰
Mg (mg/l)	۱۷/۱۳	۷۵/۳۶	۸/۵۱	۶۱	۱۵۰
Na (mg/l)	۳۴/۰۷	۱۷۹/۳۲	۲/۳۰	۲۰۰	۹۲۰
K (mg/l)	۲/۳۹	۴/۶۹	۱/۱۷	۱۲	-
SAR	۰/۸۲	۴/۳۰	۰/۰۷	-	۱۵
TH (mg/l)	۲۷۳/۲۲	۷۳۵/۰۰	۱۲۰/۰۰	۵۰۰	–
NO_3 (mg/l)	۵/۳۱	۱۸/۵۰	۰/۲۰	۱۰	۱۰
PO_4 (mg/l)	۰/۱۷	۰/۴۲	۰/۰۰	۲	۲

آنالیز خوشه‌ای ایستگاه‌ها

شکل ۲ تجزیه خوشه‌ای ایستگاه‌های هیدرومتری موردنظر را از لحاظ کیفیت شیمیایی آب را نشان می‌دهد. محور X فواصل بین گروه‌های همگن و محور Y نام ایستگاه‌ها می‌باشد. با توجه به خط رسم شده در شکل ۲ می‌توان ایستگاه‌ها را به ۳ خوشه تقسیم کرد. خوشه ۱، شامل ایستگاه‌های هیدرومتری شش رودبار، کریکلا و تجون، خوشه ۲ شامل ایستگاه‌های شیرگاه، کیاکلا و خوشه ۳ شامل

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.10.4]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.250]

ایستگاه پل‌سفید است. با بررسی جدول ۲ مشاهده می‌شود، کیفیت آب در ایستگاه‌های قرار گرفته شده در خوشه ۱ بهتر از کیفیت آب در ایستگاه‌های واقع شده در خوشه ۲ و ۳ می‌باشد. کیفیت آب در خوشه ۳ که تنها ایستگاه پل‌سفید در آن واقع است، پایین‌ترین کیفیت را نسبت به دیگر ایستگاه‌ها داشته است. به‌طوریکه میانگین پارامترهای TDS، EC، Ca، Mg، K، و TH، ۲ تا ۳ برابر مقادیر این پارامترها در خوشه ۱ بوده است. همچنین مقادیر میانگین پارامترهای Cl، So_4، Na و SAR در ایستگاه‌های خوشه ۳، بیش از ۱۰ برابر میانگین این پارامترها در ایستگاه‌های خوشه‌ی ۱ بوده است. کیفیت آب در ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه رودخانه تالار نشان‌دهنده تغییر کیفیت آب در طول این رودخانه است. به‌طوریکه کیفیت آب در ایستگاه پل‌سفید که در بالادست رودخانه قرار دارد نسبت به دیگر ایستگاه‌ها پایین‌تر بوده است در حالی‌که کیفیت آب در ایستگاه کریکلا که در پایین دست این ایستگاه قرار دارد از نظر کیفیت در خوشه ۱ قرارگرفته است. افزایش کیفیت آب در ایستگاه کریکلا می‌تواند به دلیل پیوستن آب سرشاخه شش رودبار باشد که کیفیت این ایستگاه نیز در خوشه یک قرار گرفته است. همچنین می‌توان به توانایی رودخانه در خود پالایی قسمتی از آلودگی‌های آلی و غیر آلی اشاره کرد. از ایستگاه کریکلا تا شیرگاه کیفیت آب کاهش یافته بود، به‌طوریکه کیفیت آب این ایستگاه در خوشه ۲ قرار گرفت. کیفیت آب ایستگاه پل‌شاپور (تجون) که در پایین دست ایستگاه شیرگاه قرار دارد افزایش یافته و کیفیت آب ایستگاه پل سفید در خوشه یک قرار گرفته بود. سپس کیفیت آب در ایستگاه کیاکلا نسبت به ایستگاه پل شاپور کاهش یافته و در خوشه ۲ قرار گرفت. نحوه تغییر کیفیت آب در ایستگاه‌های مختلف رودخانه تالار نشان می‌دهد با وجود منابع آلاینده آب این رودخانه، بخشی از آلودگی این رودخانه توسط خود رودخانه پالایش می‌شود.



شکل ۲- نمودار درختی تجزیه و تحلیل خوشه‌ای ایستگاه‌های کیفیت سنجی بر اساس کیفیت آب رودخانه تالار
Figure. 2. Dendrogram showing clustering of sampling sites according to surface water quality of the Talar river basin

جدول ۲- میانگین مقادیر پارامترهای کیفی آب در خوشه‌های مختلف
Table 2. Average values of water quality parameters in different clusters

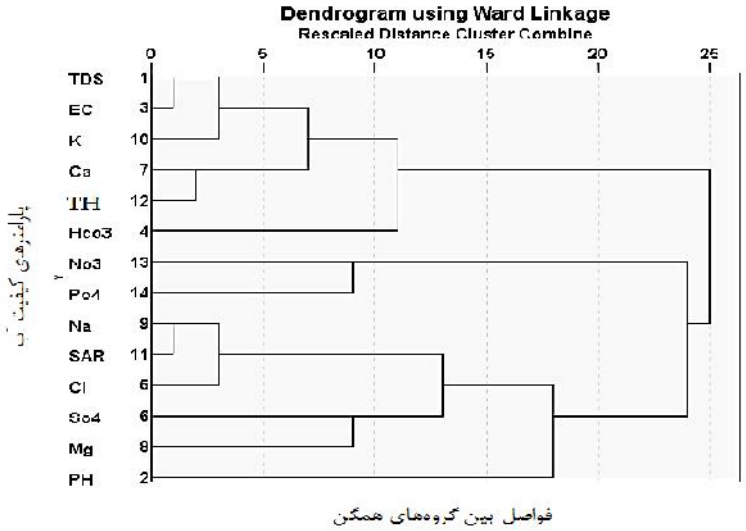
پارامترها	خوشه ۱	خوشه ۲	خوشه ۳
TDS (mg/l)	۳۰۳/۲۶	۴۸۷/۴۳	۸۵۳/۰۳
PH	۸/۰۳	۷/۹۶	۷/۹۸
Ec (µmhos/cm)	۴۷۳/۲۰	۷۵۲/۹۷	۱۲۹۷/۰
Hco3 (mg/l)	۲۱۷/۱۶	۲۱۸/۰۶	۲۰۹/۶۷
Cl (mg/l)	۱۷/۶۶	۷۰/۶۰	۱۶۶/۳۲
So_4 (mg/l)	۲۲/۰۸	۹۴/۴۶	۲۱۶/۲۷
Ca (mg/l)	۶۱/۷۶	۸۸/۰۶	۱۲۶/۳۱
Mg (mg/l)	۱۳/۸۳	۱۷/۶۵	۲۶/۰۰
Na (mg/l)	۸/۶۷	۴۰/۵۷	۹۷/۲۶
K (mg/l)	۱/۶۱	۲/۷۶	۴/۰۳
SAR (mg/l)	۰/۲۶	۱/۰۲	۲/۰۹
TH (mg/l)	۲۱۰/۸۶	۲۹۲/۳۳	۴۲۲/۰۸
NO_3	۵/۱۵	۵/۷۱	۵/۰۲
PO_4	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۸

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.10.4]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.250]

بررسی تحلیل عاملی پارامترهای کیفی آب

برای برررسی صحت ماتریس همبستگی حاصل از تحلیل عاملی خوشه‌بندی پارامترهای کیفیت آب حوضه رودخانه تالار انجام شد. با توجه به شکل ۳ پارامتر TDS با EC رابطه بسیار نزدیکی دارد. همچنین TDS با K، Ca و TH در یک خوشه قرار گرفت. رابطه بین این پارامترها در ماتریس همبستگی نیز ارتباط نزدیکی داشتند. در این نمودار خوشه‌ای پارامترهای Na با SAR، So_4 با Mg و CL با SAR و Na فاصله نزدیکی در نمودار خوشه‌ای دارد به‌طوریکه ضریب پارامترهای ماتریس همبستگی بین این پارامترها نیز بالا می‌باشد. بررسی نمودار خوشه‌ای حاصل از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و جدول ضرایب ماتریس همبستگی نشان داد تجزیه و تحلیل خوشه‌ای پارامترهای کیفی آب نتایج حاصل از ضرایب ماتریس همبستگی را تایید می‌کند.

جدول ۳ رابطه همبستگی بین پارامترهای مختلف آب حوضه رودخانه تالار را نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۳ رابطه قوی بین پارامترهای Hco_3، Cl، So_4، Ca، Mg، Na و k می‌تواند بیان کننده این مساله باشد که این پارامترها عوامل اصلی تعیین کننده مقدار باقیمانده خشک هستند. وجود رابطه قوی بین EC و TDS می‌تواند به دلیل افزایش هدایت‌الکتریکی توسط املاح موجود در TDS باشد (۱۶). همچنین نتایج حاصل از رابطه قوی بین TDS و Ec (۰/۹۹) با توجه به رابطه خطی ($TDS_{(ppm)}= 640*EC_{(mhos/cm)}$) که بین این دو پارامتر است دور از انتظار نیست. وجود رابطه نزدیک بین TDS و TH (۰/۸۶) بیان کننده این است که مقدار باقیمانده خشک خود بخشی از سختی کل آب است. رابطه قوی EC با Cl، So_4، Ca، Mg، Na و K نشان می‌دهد که این پارامترها عواملی هستند که هدایت‌الکتریکی آب را افزایش می‌دهند. رابطه مثبت بین EC و SAR می‌تواند به دلیل وجود رابطه مثبت بین EC و Na باشد که با افزایش Na به عنوان یک آنیون، EC افزایش می‌یابد و افزایش Na باعث افزایش SAR می‌شود. رابطه همبستگی منفی بین pH و SAR (۰/۹۱-) می‌توان اینگونه بیان کرد که با افزایش pH شرایط مناسب برای حل شدن املاحی مانند کربنات کلسیم افزایش می‌یابد که این مسئله باعث کاهش SAR می‌شود. رابطه قوی بین EC و TH می‌تواند به دلیل رابطه مثبت بین EC با آنیون‌ها و کاتیون‌ها باشد. رابطه Cl با Na، Ca و Mg می‌تواند به دلیل وجود نمک‌های کلرور سدیم (NaCl)، کلرور کلسیم ($CaCl_2$) و کلرور منیزیم (MgCl) که جزو نمک‌های با حلالیت بالا هستند باشد.



شکل ۳- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای پارامترهای کیفیت آب رودخانه تالار
Figure 3. Cluster analysis of the river's water quality parameters

ارتباط قوی بین منیزیم و کلر می‌تواند به دلیل ورود زباله‌های خانگی و ضایعات شهری حاوی نمک و شوینده‌ها که شامل $MgCl_2$ هستند نام برد. همچنین ارتباط قوی بین یون Mg و SO_4 را می‌توان به استفاده از کودهای آلی و شیمیایی ارتباط داد. هوازدگی سولفات منیزیم می‌تواند دلیل دیگر وجود $MgCl_2$ باشد (۱۹). رابطه TH با پارامترهای Cl، So_4^-، Ca، Mg، Na و K می‌تواند بیان کند که این پارامترها از مهم‌ترین پارامترهای تعیین کننده سختی کل آب هستند همچنین رابطه $TH= 2.497\ Ca + 4.115Mg$

می‌تواند رابطه قوی بین TH با Ca و Mg را توجیه کند. رابطه همبستگی بین Mg با Na، Ca با Mg و Ca با Na می‌تواند به دلیل رابطه‌ی $(SAR= Na/ ((Ca+Mg)/2)^{0.5})$ باشد که این پارامترها با SAR دارند. وجود رابطه همبستگی بین So_4 با Ca، Mg و Na می‌تواند به دلیل وجود نمک‌های

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.10.4]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.250]

سولفات کلسیم ($CaSo_4$)، سولفات منیزیم ($MgSo_4$) و سولفات سدیم (Na_2So_4) باشد. کانی ژیپس ($CaSo_4.2H_2O$) یکی از فراوانترین کانی‌ها است در سنگ‌های رسوبی به صورت لایه‌های ضخیم گستردگی فراوانی دارد. این کانی به صورت بین لایه‌ای همراه با سنگ آهک در شیل‌ها دیده می‌شود. به صورت لایه‌هایی در زیر لایه‌های سنگ‌های نمکی گسترش دارد. ترکیبات سولفات سدیم به صورت یک کانی تبخیری در دریاچه‌ها، مناطق خشک و در آب اقیانوس‌ها، دریاچه‌ها و آب‌های سطحی یافت می‌شود و مصرف اصلی سولفات سدیم در صابون و پودرهای شوینده، صنایع شیشه، سایر تولیدات شیمیایی فرایند رنگرزی و... می‌باشد. رابطه همبستگی بالا بین Cl و K می‌تواند به دلیل وجود هالیت (KCl) در آب این رودخانه باشد.

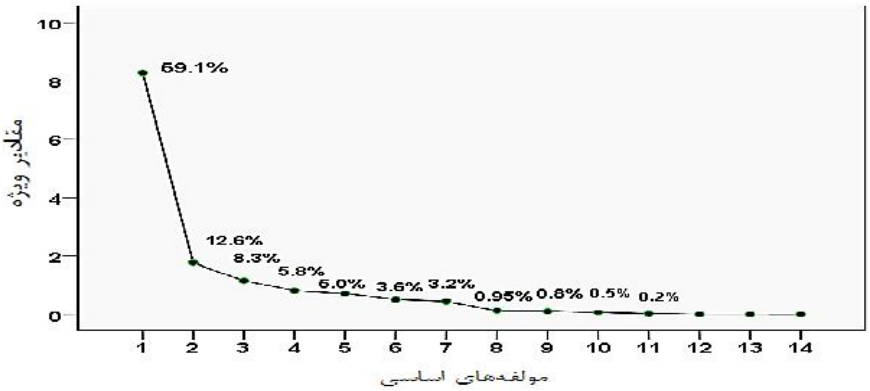
جدول ۳- ماتریس ضریب همبستگی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی

Table 3. Correlation coefficient matrix of physico-chemical parameters

	TDS	pH	EC	Hco_3	Cl	So_4	Ca	Mg	Na	K	SAR	TH	No_3	Po_4
TDS	۱/۰۰													
pH	-۰/۱۷	۱/۰۰												
EC	۰/۹۹	-۰/۱۷	۱/۰۰											
Hco_3	۰/۹۵	-۰/۲۸	۰/۱	۱/۰۰										
Cl	۰/۹۰	-۰/۱۷	۰/۹۰	۰/۰۱	۱/۰۰									
So4	۰/۸۲	-۰/۴۳	۰/۸۲	-۰/۲۶	۰/۷۹	۱/۰۰								
Ca	۰/۸۵	-۰/۲۳	۰/۸۵	۰/۲	۰/۷۷	۰/۷۸	۱/۰۰							
Mg	۰/۵۹	-۰/۱۴	۰/۵۹	-۰/۰۵	۰/۶۸	۰/۷۳	۰/۵۷	۱/۰۰						
Na	۰/۸۸	-۰/۱۱	۰/۸۸	-۰/۰۳	۰/۹۴	۰/۷۹	۰/۶۸	۰/۶۰	۱/۰۰					
K	۰/۹۲	-۰/۱۹	۰/۹۲	۰/۰۹	۰/۸۸	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۶۳	۰/۸۸	۱/۰۰				
SAR	۰/۸۳	-۰/۹۱	۰/۸۴	-۰/۰۵	۰/۸۹	۰/۷۲	۰/۵۹	۰/۵۱	۰/۹۹	۰/۸۵	۱/۰۰			
TH	۰/۸۶	-۰/۲۲	۰/۸۶	۰/۱۴	۰/۸۲	۰/۸۵	۰/۹۷	۰/۷۶	۰/۷۲	۰/۸۸	۰/۶۳	۱/۰۰		
No_3	-۰/۱۵	-۰/۲۱	-۰/۰۲	۰/۰۹	-۰/۰۴	-۰/۱۲	-۰/۰۶	-۰/۰۵	-۰/۰۹	-۰/۰۲	۰/۰۲	-۰/۱	۱/۰۰	
Po_4	۰/۰۶	-۰/۳۸	۰/۰۶	۰/۱	۰/۶۸	-۰/۰۵	۰/۰۱	-۰/۰۱	۰/۱	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۰	۰/۳۴	۱

با توجه به نمودار Scree plot (شکل ۴) و جدول ۴، ۸۰ درصد تغییرات کیفیت آب توسط سه عامل اول اتفاق افتاد. عامل اول که ۵۹/۱ درصد از تغییرات کیفیت آب حوضه رودخانه تالار را توضیح می‌دهد شامل تجمع املاح (TDS، EC، Cl، So_4، Ca، Mg، Na، K، SAR و TH) است. عامل بوجود آورنده این پارامترها در رودخانه تالار می‌تواند تداخل آب زهکش کشاورزی با آب رودخانه تالار باشد. عامل دوم که ۱۲/۶ درصد از تغییرات کیفیت آب حوضه رودخانه تالار را سبب می‌شود آلودگی فسفات (Po_4) و نیترات (No_3) است که عواملی همچون ورود فاضلاب‌های انسانی، بیمارستانی و کشاورزی می‌تواند از عوامل بوجود آورنده این نوع آلودگی باشد. عامل سوم وجود بی‌کربنات (HCo_3) است که ۸/۳ درصد از تغییرات کیفی رودخانه تالار را نشان می‌دهد. غالبا عواملی همچون عبور آب از سازندهای آهکی و یا هوازدگی سیلیکات‌ها دلیل افزایش بی‌کربنات کلسیم است. نتایج پژوهش(۲۳) ارزیابی کیفیت آب رودخانه هوآهی نشان داد از بین ۱۹ پارامتر کیفی آب این رودخانه با استفاده از تکنیک PCA چهار مولفه اول ۹۴/۸۹ درصد از واریانس کل تغییرات در مجموعه داده‌ها را نشان می‌دهند. عوامل اصلی بدست آمده از FA نشان داد که پارامترهای تغییرات کیفیت آب بطور عمده مربوط به فلزات سنگین (سرب، منگنز، روی و آهن) و آلی پارامترهای (Pl، COD و DO) است. نتایج نشان داد که علل عمده نامناسب شدن کیفیت آب این رودخانه مربوط به جریان پساب‌های صنعتی، خانگی و کشاورزی است. ژنگ لی و همکاران (۲۶) در پژوهشی بر روی کیفیت آب رودخانه سونگ هو چین بیان داشتند فعالیت‌های انسانی (منابع نقطه‌ای: پساب صنعتی و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و منابع غیر نقطه‌ای فاضلاب خانگی، دامداری‌ها و فعالیت‌های کشاورزی) و فرایندهای طبیعی کیفیت آب این رودخانه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. روی (۲۱) با استفاده از تکنیک چند متغییره بر روی رودخانه ایچاماتی بنگلادش بیان داشتند بار آلودگی بالای این رودخانه به دلیل تخلیه پساب کشاورزی، اثر جزر و مد و فرسایش خاک است. گوپتا و همکاران (۸) در پژوهشی بر روی داده های کیفیت آب منطقه ساحلی مومبای برای تعیین تغییرات زمانی و مکانی در کیفیت آب این منطقه و معرفی منابع آلودگی انجام دادند. آن‌ها با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی دریافتند که ۴ عامل اصلی (مجموع کلی‌فرم، نیتروژن آمونیومی، DO و pH) با تحلیل‌های زمانی دارای تطابق کامل می‌باشند. بوسیله PCA نیز چهار عامل را که کل واریانس را تشریح می‌کردند، مشخص نمودند. اولین فاکتور بدست آمده آلودگی آلی ناشی از فاضلاب‌های شهری، دومین عامل آلودگی طبیعی ناشی از رواناب سطحی مزارع کشاورزی، سومین عامل آلودگی ناشی از مواد مغذی بود در حالی‌که چهارمین فاکتور تاثیرات فصلی دما معرفی شد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.10.4]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.250]



شکل ۴- درصد تغییرات بیان شده توسط پارامترهای کیفیت آب رودخانه تالار
Figure 4. Percentage change expressed by the river's water quality parameters

جدول ۴- نتایج تحلیل ماتریس دورانی
Table 4. The results of a rotation matrix

پارامترها	TDS	PH	EC	Hco_3^-	Cl	So_4	Ca	Mg	Na	K	SAR	TH	No_3	Po_4
عامل اول	۰/۹۵	-۰/۱۴	۰/۹۵	-۰/۰۲	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۷۳	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۸۸	۰/۹۱	-۰/۰۶	۰/۰۳
عامل دوم	۰/۳۲	-۰/۵۲	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۸	-۰/۱۰	-۰/۰۹	-۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۱۷	-۰/۰۹	۰/۷۴	۰/۸۲
عامل سوم	۰/۱۱	-۰/۵۳	۰/۱۱	۰/۹۰	-۰/۰۰۳	-۰/۱۹	۰/۳۴	-۰/۰۰۳	-۰/۱۲	۰/۱۱	-۰/۱۶	۰/۲۶	-۰/۰۰۴	۰/۰۷

مدیریت کیفی آب رودخانه‌ها به عنوان یکی از منابع آب سطحی از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به نتایج آنالیز کیفیت آب رودخانه تالار با استفاده از آمار چند متغییره کیفیت آب ایستگاه‌های هیدرومتری واقع بر روی این رودخانه در سه خوشه قرار گرفت، به‌طوریکه ایستگاه‌های شش‌رودبار، کریکلا و تجون در خوشه ۱ با بالاترین کیفیت، ایستگاه‌های شیرگاه و کیاکلا در خوشه ۲ و ایستگاه پل‌سفید در خوشه ۳ قرار گرفت. براساس نتایج تحلیل عاملی، سه عامل اول به ترتیب ۵۹/۱، ۱۲/۹ و ۸/۳ درصد و در مجموع عامل ۸۰ درصد از تغییرات کیفیت آب رودخانه تالار هستند. عامل اول شامل TDS، EC، Cl، So_4، Ca، Mg، Na، K، SAR و TH، عامل دوم آلودگی Po_4 و نیترات No_3 و عامل سوم HCo_3 بود. با توجه به نتایج پژوهش می‌توان بیان داشت دو عامل اول به دلیل فعالیت‌های کشاورزی، افزایش استفاده از سم و کود در مزارع و باغ‌ها و ورود زه‌آب کشاورزی این مزارع و باغ‌ها به رودخانه تالار و همچنین ورود پساب و زباله‌های مناطق مسکونی، مراکز خدماتی، بیمارستانی و صنعتی از دیگر عوامل موثر بر کیفیت آب رودخانه تالار است. همچنین عواملی همچون عبور آب از سازندهای آهکی و یا هوازدگی سیلیکات‌ها دلیل افزایش بی‌کربنات در آب رودخانه تالار می‌باشد. نتایج نشان داد تکنیک‌های آماری می‌توانند روشی مناسب در ارزیابی و تعیین عوامل اصلی آلوده کننده آب رودخانه تالار باشد.

منابع

1. Ahani, A., S. Emamgholizade, S.S. Mousavi Nadoushani and K. Azhdari. 2015. Regional Flood Frequency Analysis by Hybrid Cluster Analysis and L-moments. Journal of Watershed Management Research, 6 (12): 11-20
2. Ayers, R.S. and D.W. Westcot. 1985. Water quality for agriculture (Vol. 29). Rome: FAO.
3. Belkhiri, L. and T.S. Narany. 2015. Using multivariate statistical analysis, geostatistical techniques and structural equation modeling to identify spatial variability of groundwater quality. Water Resources Management. 29(6): 2073-2089.
4. Bierman, P., M. Lewis, B. Ostendorf and J. Tanner. 2011. A review of methods for analysing spatial and temporal patterns in coastal water quality. Ecological Indicators, 11(1): 103-114.
5. Darvishi, G., F.G. Kootenaei, M. Ramezani, E. Lotfi and H. Asgharnia. 2016. Comparative Investigation of River Water Quality by OWQI, NSFWQI and Wilcox Indexes (Case study: the Talar River–IRAN). Archives of Environmental Protection, 42(1): 41-48.
6. Ebrahimi, M., E.L. Gerber and T.D. Rockaway. 2017. Temporal performance assessment of wastewater treatment plants by using multivariate statistical analysis. Journal of Environmental Management, 193: 234-246.
7. Faryadi, S., K. Shahedi and M. Nabatpoor. 2012. Investigation of Water Quality Parameters in Tadjan River using Multivariate Statistical Techniques, 6: 75-92 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.10.4]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.250]

8. Gupta, I., D. Shivani and K. Rakesh. 2009. Study of variations in water quality of Mumbai coast through multivariate analysis techniques. Indian Journal of Marine Sciences, 38(2): 170-177.
9. Hajigholizadeh, M. and A.M. Melesse. 2017. Assortment and spatiotemporal analysis of surface water quality using cluster and discriminant analyses. CATENA, 151: 247-258.
10. Johnson, R.A. and D.W. Wichern. 1992. Applied Multivariate Statistical Analysis. 6 edn. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 773 pp.
11. Ling, T.Y., C.L. Soo, J.J. Liew, L. Nyanti, S.F. Sim and J. Grinang. 2017. Application of multivariate statistical analysis in evaluation of surface river water quality of a tropical river. Journal of Chemistry, 2017: 1-13.
12. Mcneil, V.H., E. Cox and M. Preda. 2005. Assessment of chemical water types and three spatial variation using multi-stage cluster analysis, Queensland, Australia. Journal of Hydrology, 310: 181-200.
13. Mohamed, I., F. Othman, A.L. Ibrahim, M.E. Alaa-Eldin and R.M. Yunus. 2015. Assessment of water quality parameters using multivariate analysis for Klang River basin, Malaysia. Environmental monitoring and assessment, 187(1): 41-82.
14. Muangthong, S. and S. Shrestha. 2015. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: case study of the Nampong River and Songkhram River, Thailand. Environmental monitoring and assessment, 187(9): 548.
15. Noori, R., M.S. Sahabi, A.R. Karbasi, A. Baghvand and H. Taati Zadeh. 2010. Multivariate statistical analysis of source water quality based on correlation and variations in the data set. Desalination, 260: 129-136.
16. Noshadi, M. and A. Ghafourian. 2016. Groundwater quality analysis using multivariate statistical techniques (case study: Fars province, Iran). Environmental monitoring and assessment, 188(7): 1-13.
17. Organization, W.H. 1993. Guidelines for drinking water quality (2nd ed. Vol. 1). Geneva: World Health Organization.
18. Rahimi. L, A.A. Dehghani and K. Ghorbani. 2016. Comparison of Total flow, Base flow and Water Quality Characteristics Trend in Arazkuseh Hydrometric Station. Journal of Watershed Management Research, 7 (13): 83-91(In persian).
19. Raju, N.J., P. Patel, D. Gurung, P. Ram, W. Gossel and P. Wycisk. 2015. Geochemical assessment of groundwater quality in the Dun valley of central Nepal using chemometric method and geochemical modeling. Groundwater for Sustainable Development, 1(1): 135-145.
20. Rezaei, A. and M.H. Sayadi. 2015. Long-term evolution of the composition of surface water from the River Gharasoo, Iran: a case study using multivariate statistical techniques. Environmental geochemistry and health, 37(2): 251-261 (In Persian).
21. Roy, P.K., S. Pal, G. Banerjee, M.B. Roy, D. Ray and A. Majumder. 2014. Variation of Water Quality Parameters with Siltation Depth for River Ichamati along International Border with Bangladesh Using Multivariate Statistical Techniques. Journal of the Institution of Engineers (India): Series E, 95(2): 97-103.
22. Shrestha, S. and F. Kazama. 2007. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: a case study of the Fuji river basin, Japan. Environmental Modelling and Software. 22: 464-475.
23. Xiao, M., F. Bao, S. Wang and F. Cui. 2016. Water quality assessment of the Huaihe River segment of Bengbu (China) using multivariate statistical techniques. Water Resources, 43(1): 166-176.
24. Yerel, S. 2010. Water quality assessment of Porsuk River, Turkey E-Journal of Chemistry, 7(2): 543-599.
25. Yidana, S.M. 2010. Groundwater classification using multivariate statistical methods: Southern Ghana. Journal of African Earth Sciences, 58: 455-469.
26. Zheng, L.Y., H.B. Yu and Q.S. Wang. 2016. Application of multivariate statistical techniques in assessment of surface water quality in Second Songhua River basin, China. Journal of Central South University. 23: 1040-1051.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.10.4]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.250]

Analyze of Talar River Water Quality using Multivariate Techniques

Ali Babolhakami[1] and Mohammad Ali Gholami Sefidkouhi[2]

1- Graduated M.Sc. Student, Department of Water Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (Corresponding Author: ali.babolhakami@gmail.com)
2- Associate Professor, Department of Water Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received: January 18, 2017 Accepted: July 3, 2017

Abstract

Classification of water quality is the most important step for controlling the pollution of water. The aim of this study was classifying the water quality of the Talar River basin by analyzing the existing data of six monitoring stations. Multivariate statistical techniques such as cluster analysis (CA), principal component analysis (PCA) and factor analysis (FA) were used to assessment the spatial variations of water quality in the Talar River. The quality data which were gathered from the 2011 to 2014 were included 14 different chemical parameters. . Quality testing stations were included the Pol Sefid, Pol Shahpor, Kiakola, Kari Kola, Savadkuh, Shirgah and Paland Rodbar. The results of cluster analysis of water quality stations were divided into three groups. The first group includes stations Paland Rodbar, Kari Kola, Savadkuh and Pol Shapur, the second group includes stations Shirgah and Kiakola, and the third group was Pol Sefid station. The results of PC and FA showed that the 80 percent of the variations of water quality were done by three parameters; the first parameters are TDS, EC, Cl, So_4, Ca, Mg, Na, K, SAR and TH. The second factors are the Po_4 and No_3, and the third factor is HCo_3^-.The results showed that the major factors which are polluted the water quality of the Tlar River are related to inflow of industrial, domestic, hospital and agricultural effluents into the Talar River.

Keywords: Principal component analysis, Cluster analysis, Talar River basin, Water quality

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.18.10.4]

[DOI: 10.29252/jwmr.9.18.250]