تعیین پارامترهای موثر برکیفیت آب رودخانه ارس به روش آزمون مولفه اصلی

حسن نصراله زاده ساروی[1]*، محمود رامین[2]، فریبا واحدی[3]، آسیه مخلوق[4]، مستوره دوستدار[5]

۱، ۳، ۴- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، صندوق پستی ۹۶۱، مازندران، ساری

۵،۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

*نویسنده مسئول مقاله: hnsaravi@gmail.com

تاریخ ارسال مقاله : ۱۳۹۶/۹/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۱

چکیده

این مطالعه به تعیین پارامترهای موثر بر کیفیت آب رودخانه ارس به روش آزمون مولفه اصلی در سال ۹۴-۱۳۹۵ پرداخته است. نمونه های آب طی ۴ فصل، جمع آوری و به روشهای استاندارد (تیتراسیون و اسپکتروفتومتری) اندازه‌گیری گردید. در این مطالعه ۱۳ پارامتر: دمای آب، اکسیژن محلول (DO)، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی (BOD_5)، اکسیژن خواهی شیمیایی (COD)، مواد جامد محلول (TDS)، کدورت، قلیاییت کل، دی اکسیدکربن، pH، فسفر معدنی(فسفات)، ازت آمونیمی، ازت نیتریتی و ازت نیتراتی بررسی شدند. نتایج براساس آزمون مولفه اصلی (Principal Component Analysis) نشان داد که شش پارامتر در مولفه اول (با واریانس ۳۴٪) مشارکت داشتند، بطوری‌که DO و COD با دارا بودن بیشترین بار عاملی، پارامترهای اصلی مولفه اول تعیین شدند. همچنین در مولفه دوم (با واریانس ۲۳٪) پارامترهای دی اکسید کربن و pH، در مولفه سوم (با واریانس ۱۶٪) پارامترهای BOD_5 و نیتریت و در مولفه چهارم (با واریانس ۱۲٪) قلیاییت کل به عنوان پارامترهای اصلی مولفه اول انتخاب شدند. این مطالعه نشان داد که آزمون مولفه اصلی روش مناسب و کارا جهت تعیین پارامترهای موثر در کیفیت آب رودخانه و شناسایی منابع مهم آلودگی در اکوسیستم است.

کلمات کلیدی: کیفیت آب، منابع آلودگی، آزمون مولفه اصلی، رودخانه ارس، آذربایجان شرقی

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

مقدمه

رودخانه ارس از ارتفاعات مین گول در جنوب ارزروم در کشور ترکیه سرچشمه می گیرد و با گذشتن از سه کشور ترکیه، ارمنستان و ایران با طی مسافت ۱۰۷۲ کیلومتر به رودخانه کورا در آذربایجان و سپس به دریای خزر می ریزد. وسعت حوضه آبریز ارس ۱۰۲۰۰۰ کیلومتر مربع بوده و ۴۱٪ آن مربوط به اراضی کشور ایران است (Bagirove and Bravarnik, 2005). رژیم آبی این رودخانه عمدتًا ناشی ازذوب برف است و جریان های حاصل ازبارندگی و وجود چشمه‌های طبیعی متعدد نیز سهم مهمی در پتانسیل آبی این رودخانه دارند. میزان روان آب سالانه رودخانه ارس در طول سال۹/۶میلیارد متر مکعب است. این رودخانه تامین کننده آب دهها شهر و روستا می باشد که در کشاورزی، شیلات و صنعت بکار می رود (Nasrabadi *et al.*, 2009).این رودخانه در نوار مرزی شمال غرب کشور ایران واقع شده است که در سال های اخیر با توسعه روز افزون فعالیت‌های انسانی در کشورهای حاشیه رودخانه ارس و با تخلیه فاضلاب‌ها و پساب‌های صنعتی، شهری و کشاورزی به رودخانه ارس، احتمال تغییرات اکوسیستم این رودخانه دور از انتظار نبوده و نگرانی‌های زیست محیطی را به همراه دارد.

بررسی رودخانه در بسیاری از کشورهای دنیا سابقه طولانی دارد، اما در ایران جوان بوده و تقریباً از دو دهه قبل در مراکز تحقیقاتی ودانشگاه های کشور مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. بعنوان مثال پوراصغر (۱۳۸۷) رودخانه هراز، فیروزی و همکاران (۱۳۸۹) رودخانه مهابادچای، میرمشتاقی و همکاران (۱۳۹۰) رودخانه سفیدرود، نصراله زاده ساروی (۱۳۹۱) رودخانه هراز، نصیراحمدی و همکاران(۱۳۹۱) رودخانه هراز، عباسپور و همکاران (۱۳۹۲) رودخانه خرسان را مورد مطالعه قرار دادند. رودخانه ارس نیز در سال‌ای مختلف توسط فارابی (۱۳۸۹)، امینی تپوک و همکاران (۱۳۹۲) و سلگی و شیخ زاده (۱۳۹۵) مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعات کیفیت آب رودخانه‌ها و پارامترهای موثر بر کیفیت آنها ارزیابی شدند. هدف از تحقیق حاضر، تعیین پارامترهای موثر بر کیفیت آب رودخانه ارس به روش آزمون مولفه اصلی می باشد. همچنین با توجه به نتایج بدست آمده و مقایسه با سایر مطالعات، منشاء آلودگی در رودخانه مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

مواد و روش کار

در محدوده مرز ایران با کشور ارمنستان در منطقه نوردوز با توجه به ورود منابع آلاینده به رودخانه و امکان دسترسی، تعداد ۴ ایستگاه برای انجام عملیات نمونه برداری انتخاب شدند (جدول ۱ و شکل ۱). نمونه برداری از آب در ۴ فصل به منظور بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و تعیین کیفیت آب صورت گرفت.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاههای نمونه برداری رودخانه ارس (۹۵-۱۳۹۴)

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	۶ کیلومتری شهرستان جلفا	45.44.206	38.55.392
۲	پایانه مرزی نوردوز	46.11.427	38.51.068
۳	۱۰ کیلومتری نوردوز	46.16.072	38.53.860
۴	۲۵ کیلومتری نوردوز	46.24.01	38.55.312

شکل ۱- تصویر ماهواره ای موقعیت مکانی ایستگاههای مختلف رودخانه ارس

دمای آب در محل نمونه برداری بوسیله ترمومتر جیوه ای اندازه گیری شد. اکسیژن محلول(DO=Dissolved Oxygen) و اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی(BOD5=Biological Oxygen Demand) با روش وینکلر(Winkler) و اکسیژن‌خواهی شیمیایی (COD=Chemical Oxygen Demand)(بر حسب میلی گرم بر لیتر) با روش رفلاکس بسته اندازه گیری شدند. پارامترهای هدایت الکتریکی (EC=Electro Conductivity) بوسیله دستگاه هدایت سنج (بر حسب میلی زیمنس بر سانتیمتر)، کدورت (Turbidity) بوسیله کدورت سنج (بر حسب Nephelometric Turbidity Unit= NTU)، دی‌اکسید کربن (CO2،Carbon Dioxide) (بر حسب میلی گرم بر لیتر) و قلیائیت کل (TA=Total Alkalinity) به-روش تیتراسیون (بر حسب میلی گرم بر لیتر)، pH آب بوسیله دستگاه pH سنج، فسفر معدنی (PO43-/P) با روش آمونیم مولیبدات و اسید اسکوربیک، ازت آمونیمی (NH4+/N) به‌روش هیپوکلریت، یون نیترات (NO3-/N) به روش ستون کاهشی کادمیم، یون نیتریت (NO2-/N)به‌روش سولفانیل و نفتیل آمین (بر حسب میلی گرم بر لیتر) تعیین شدند (APHA, 2005).

تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA= Principal Component Analysis) یکی از تکنیکهای چند متغیره آماری است و می‌تواند به عنوان راهکاری مناسب برای کاهش تعداد زیاد داده های ورودی مورد استفاده قرار گیرد، به نحوی که این تعداد داده، قادر هستند که تغییرات جامعه را به خوبی توصیف نمایند. در ابتدا داده‌ها برای ورود به PCA در محیط نرم افزار SPSS با انتقال به روش رنکیت دارای توزیع نرمال شدند :در گام بعد، تناسب جامعه آماری برای انجام PCAبه وسیله آزمون (KMO=Kaiser,Meyer,Olkin) سنجیده شد (Raftery, 1993) و به منظور بهبود روابط بین ورودیها و عاملهای اولیه و نیز تفکیک بهتر آنها جهت عضویت در عاملها، از دوران Varimax استفاده شد. در نهایت، از روی بیشینه بار عاملی، متغیرهای اصلی در هر مؤلفه تعیین شدند. همچنین ضرایب برخی پارامترها نیز درآزمون رگراسیون گام به‌گام مورد مقایسه قرار گرفت (غیاثوند، ۱۳۸۷).

نتایج و بحث

جهت تعیین مهم‌ترین پارامترهای کیفیت آب رودخانه ارس، ۱۴ پارامتر فیزیکوشیمیایی مورد بررسی قرار گرفت. در جدول۲، نتایج مقادیر ویژه (Loading Factor) میان پارامتر های کیفیت آب استخراج شده از آزمون مولفه اصلی (PCA)آمده‌است. تغییرات مقادیرویژه به ازای افزایش تعدادمؤلفه‌ها نشان داد که چهار مؤلفه اول دارای بیشترین مقادیر ویژه هستند. این مؤلفه‌هادارای واریانس ۱۲ تا ۳۴ درصد بوده و درمجموع، ۸۴/۴ درصد تغییرات بوسیله چهارمؤلفه اول توصیف شد. بنابراین چهارمؤلفه اول به عنوان بهترین مؤلفه‌هادرتوصیف تغییرات کیفیت آب رودخانه ارس انتخاب شدند.

جدول ۲-بار عاملی برای هر کدام از مؤلفه‌های اصلی با دوران واریماکس (Varimax)

مولفه های اصلی					مولفه های اصلی				
پارامترها	PC1 ٪۳۴	PC2 ٪۲۳	PC3 ٪۱۶	PC4 ٪۱۲	پارامترها	PC1 ٪۳۴	PC2 ٪۲۳	PC3 ٪۱۶	PC4 ٪۱۲
DO	-۰/۹۱	-۰/۱۰	۰/۰۴	۰/۱۴	CO2	-۰/۲۰	-۰/۹۰	-۰/۲۹	۰/۱۰
COD	۰/۹۱	۰/۰۲	۰/۰۱	-۰/۰۶	$PO4^{-3}$	-۰/۰۴	-۰/۸۱	۰/۳۵	-۰/۱۶
TDS	-۰/۸۹	۰/۳۲	-۰/۰۳	-۰/۰۳	NH3	۰/۴۴	۰/۶۸	۰/۱۰	۰/۵۲
Turb.	۰/۸۷	۰/۱۰	-۰/۲۴	-۰/۰۴	BOD5	۰/۰۷	-۰/۰۱	-۰/۸۵	-۰/۰۶
دمای آب	۰/۷۳	۰/۵۰	۰/۰۷	۰/۳۰	$NO2^{-}$	-۰/۳۵	۰/۰۸	۰/۸۳	-۰/۲۳
$NH4^{+}$	۰/۵۸	۰/۲۶	۰/۰۴	۰/۵۳	$NO3^{-}$	۰/۵۱	-۰/۱۸	۰/۶۸	-۰/۰۵
pH	-۰/۱۷	۰/۹۱	-۰/۰۶	-۰/۰۵	TA	-۰/۲۷	-۰/۰۶	-۰/۱۷	۰/۹۲

Journal of Aquatic Science (J.A.C.S)

آزمون مولفه اصلی (PCA) نشان داد که در مولفه اول که دارای بیشترین درصد توصیف واریانس بوده است پارامترهای دمای آب، اکسیژن محلول (DO)، اکسیژن خواهی شیمیایی (COD)، هدایت الکتریکی (EC)، کل جامدات محلول (TDS)، کدورت (Turb.) و آمونیم (+NH4) بیشترین همبستگی را با این مولفه داشته اند. براساس جدول (۲) در میان پارامترهای موجود در مولفه اول، اکسیژن محلول (DO) و اکسیژن خواهی شیمیایی (COD) دارای بیشترین بار عاملی بوده و به عنوان پارامترهای اصلی این مولفه انتخاب شدند. بر اساس این نتایج دما با قرارگیری در مولفه اول در مقایسه با عامل pH در مولفه دوم، نقش مهم‌تری را در کیفیت آب رودخانه نشان داد.

بر اساس نتایج بدست آمده و مقایسه با استاندارد، غلظت اکسیژن محلول بطور معنی داری ۲ تا ۳ برابر حد مجاز (۶-۴ mg/l< ، برای حفظ موجود زنده) می باشد (One-sample t test ،p<۰/۰۵). به‌طوریکه در طبقه بندی استاندارد (۷ mg/l>)، رودخانه ارس براساس میزان اکسیژن محلول در کلاس I (کیفیت خوب= بدون آلودگی) قرار گرفته است. غلظت COD در تمام ایستگاهها بطور معنی داری بیش از حداکثر مجاز(۱۵ mg/l) بوده است و میانگین سالانه تقریبا ۱/۶ برابر حد مجاز ثبت گردید (One-sample t test ،p<۰/۰۵). با مقایسه میانگین غلظت COD با طبقه بندی آبهای سطحی (۳۰-۲۰ mg/l) می توان دریافت که آب این رودخانه براساس این پارامتر در کلاس IV (کیفیت بد=آلودگی متوسط) قرار گرفته است.

غلظت کل جامدات محلول آب رودخانه ارس در محدوده ۶۷۰-۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بود. مقایسه این نتایج با مقادیر استاندارد (۷۵۰ mg/l)، نشان داد که آب رودخانه بر اساس فاکتور فوق در کیفیت مطلوب قرار گرفته است. همچنین نتایج نشان داد که حتی حداکثر مقادیر کل جامدات محلول در آب رودخانه کمتر از استاندارد بوده است. برای آبهای سطحی حد استاندارد کدورت آب کمتر از ۵۰ NTU بعنوان کدورت پایه در نظر گرفته شده است و در آبهای جاری با کیفیت مناسب نبایستی کدورت آب بیش از ده تا بیست درصد کدورت پایه (۶۰-۵۵ NTU) باشد (Caux *et al.*, 1997). در تحقیق حاضر ۴۴ درصد از داده ها دارای کدورت بیش از ۱۰۰ NTU در چهارایستگاه طی فصول تابستان و بهار بعد از بارندگی بودند که بیانگر عدم کیفیت مناسب آب رودخانه ارس در این دو فصل بوده است. کیفیت نامناسب آب رودخانه Yamuna (کشور هند) بدلیل بالا بودن مقادیر TDS و کدورت در کیفیت آب بیان شد (Gupta *et al.*, 2013). بر این اساس، دو پارامتر TDS و کدورت بعنوان پارامترهای مهم در تعیین کیفیت آب رودخانه‌ها بایستی در نظر گرفته شوند.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که غلظت ازت آمونیمی در تمام ایستگاه ها و فصول مختلف بطور معنی داری کمی بیش از حداکثر مجاز بوده است و میانگین سالانه تقریبا ۱/۲ برابر حد مجاز ثبت گردید(One-sample t test ،p<۰/۰۵). بنابراین با توجه به بالاتر بودن غلظت آمونیم در مقایسه با استاندارد نیاز است جهت مدیریت آلودگی رودخانه ارس منابع آلاینده نقطه ای و غیر نقطه ای تولید کننده این پارامتر از قبیل خروجی فاضلاب کارخانه ها و منازل و همچنین ورود کودهای آلی کنترل گردد. در آبهای سطحی فرم غیریونیزه آمونیم (NH3) سمی می باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که ۴۴ درصد از داده های آب

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

رودخانه ارس غلظت گاز آمونیاک بیش از حد استاندارد ثبت گردید. همچنین با توجه به ویژگی سمیت آمونیاک (NH_3) و نتایج آزمون مولفه اصلی (جدول ۲) یعنی دارا بودن بار عاملی متوسط و قرارگیری آن در مولفه دوم، این پارامتر دارای اهمیت در بررسی کیفیت آب رودخانه ارس محسوب می‌گردد. نتایج آزمون رگراسیون خطی نشان داد که از میان دو عامل دما و pH ، پارامتر pH دارای ضریب موثر بالاتر در ایجاد گاز آمونیاک بوده است.

پارامترهای موثر در کیفیت آب در رودخانه های داخل و خارج کشور و تحقیق حاضر در جدول (۳) نشان داده شده است. بر این اساس، در مسیر رودخانه‌ها، عوامل متعدد و تأثیرگذار از قبیل نشت پساب زمینهای‌کشاورزی (منشاء افزایش یون نیترات)، فاضلاب‌های روستایی و رستورانها در مسیر آن (منشاء افزایش NH_4^+ و توتال کلی‌فرم)، فعالیت‌های کارگاههای پرورش ماهی و انسانی (منشاء تغییراتPO_4^{3-}،COD, BOD5) وتغییرات بستر رودخانه‌هاز طریق کارخانه شن و ماسه (منشاء افزایش کدورت ، TDS, EC) وجود داردکه موجبات تغییرات کیفیت آب رودخانه گردید. به عبارت دیگر در مطالعات مختلف پس از مشخص شدن پارامترهای بیشتر از محدوده استاندارد، تا حد زیادی می توان منشاء ایجاد تغییرات را مورد شناسایی قرار داد. بعنوان مثال پارامترهای موثر در تغییرکیفیت رودخانه ارس در مطالعه حاضر عمدتاً دارای منشاء فعالیت‌های انسانی، فاضلاب-های کشاورزی و روستایی، و تغییرات بستر رودخانه از طریق کارخانه شن و ماسه تعیین شد. این نتایج مشابهت زیادی با مطالعه امینی و همکاران (۱۳۹۲) و سلگی و شیخ زاده (۱۳۹۵) داشت. در مطالعه آنها نیز منشا آلودگی نشت پساب زمینهای کشاورزی و فعالیت‌های انسانی تعیین شد. سلگی و شیخ زاده (۱۳۹۵) تغییرات بستر رودخانه از طریق کارخانه شن و ماسه کشاورزی را نیز به عنوان منشا آلودگی بیان نمودند.

جدول ۳- مقایسه پارامترهای موثر در کیفیت رودخانه های مختلف

ردیف	نام رودخانه	پارامترهای موثر	کشور	مراجع
۱	بابلرود	pH, TSS, TDS, DO, BOD5, COD	ایران	پوراصغر (۱۳۸۷)
۲	مهابادچای	TSS, DO, BOD5, Coliform	ایران	فیروزی و همکاران (۱۳۸۹)
۳	سفیدرود	TSS, BOD5, PO_4^{3-}, Coliform	ایران	میرمشتاقیوهمکاران (۱۳۹۰)
۴	هراز	TSS, TDS, PO_4^{3-} NH4+, DO, BOD5, COD	ایران	نصراله زاده ساروی (۱۳۹۱)
۵	هراز	EC, BOD5, TSS, PO_4^{3-}, NO3-	ایران	نصیراحمدیوهمکاران (۱۳۹۱)
۶	خرسان	BOD5, TSS, TP, TN	ایران	عباس پور و همکاران (۱۳۹۲)

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

۷	ارس	BOD5, NO3-, $PO4^{3-}$	ایران	امینی تپوک و همکاران (۱۳۹۲)
۸	ارس	EC, NO3-, NO2-	ایران	سلگی و شیخ زاده (۱۳۹۵)
۹	Surma	BOD5, Coliform	هندوستان	Alam et al., 2007
۱۰	Kharaa	TP, TN	مغولستان	GEF, 2013
۱۱	Ganga	pH, TSS, TDS, Na	هندوستان	Mohan Joshi*et al.*, 2009
۱۲	Kızılırmak	pH, BOD5, COD, $PO43^{-}$, $NH4^{+}$	ترکیه	Aras *et al.*, 2017
۱۳	Bertam	BOD5, COD, NH4+	کامرون	Wan Mohd Khalik*et al.*, 2013
۱۴	Sokoto	COD	نیجریه	Raji et al., 2015
۱۵	Buriganga	DO, BOD5, COD	بنگلادش	Galal Uddin*et al.*, 2016
۱۶	ارس	DO, COD, TDS, TSS, NH4+	ایران	تحقیق حاضر

یافته های پژوهشی

جهت تعیین پارامترهای موثر در کیفیت آب رودخانه ها، علاوه بر اندازه گیری پارامترهای کیفیت آب و مقایسه با مقادیر استاندارد، استفاده از آزمون مولفه اصلی نیز نتایج مفیدی را برای تعیین عوامل مهم در تغییر کیفیت آب رودخانه ارائه می‌دهد. همچنین با توجه به غالبیت فاکتورهای موثر، امکان تعیین منشاء آلودگی (پساب زمینهای کشاورزی، فاضلاب‌های روستایی و رستورانها، فعالیت‌های کارگاههای پرورش ماهی و انسانی وتغییرات بستر رودخانه از طریق کارخانه شن و ماسه) در رودخانه نیز وجود دارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان "تعیین کیفیت آب رودخانه ارس در محدوده استان آذربایجان شرقی با تاکید بر آلاینده های زیست محیطی مس و مولیبدن" بوده که طی سالهای ۹۵-۱۳۹۴ در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر انجام گردید. بدینوسیله ازموسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشورکه زمینه علمی و آزمایشگاهی و نیز اداره کل محیط زیست استان آذربایجان شرقی که پشتیبانی مالی این تحقیق را فراهم آورده اند، کمال سپاسگزاری به‌عمل میآید. همچنین از کلیه همکاران و دست-اندرکاران محترم در بخش اکولوژی و نیز نمونه‌برداران پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مدیران و کارشناسان محیط زیست آذربایجان شرقی و پرسنل محیط زیست منطقه مرزی جلفا سپاسگزاری می‌گردد.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

منابع

امینی تپوک، ف.، قادرپوری، م.، موسوی مغان جوقی، س.، قنبری، م. و شمس‌پور، م.، ۱۳۹۲.بررسی کیفیت آب رودخانه ارس بااستفاده ازشاخص‌های کیفیNSFWQI وLIOU . شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی تبریز.

پوراصغر، م.، ۱۳۸۷. بررسی شاخص های کیفیت آب رودخانه بابلرود. دانشگاه صنعتی اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد، ۹۶ ص.

سلگی، ع. و شیخ‌زاده، ح.، ۱۳۹۵. مطالعه کیفیت آب رودخانه ارس با استفاده ازمتغیرهای فیزیکی شیمیایی تحقیقات منابع آب ایران، ۱۲ (۳): ۲۱۳-۲۰۷.

عباسپور، م.، جاوید، ا.ح. و اوین، ح.، ۱۳۹۲. تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه خرسان و بررسی روند تغییرات سالیانه آن. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۵(۴): ۱۱-۱.

غیاثوند، ا.، ۱۳۸۷.، کاربرد آمار و نرم افزارSPSS در تحلیل داده ها. تهران : نشر لویه. ۳۱۱ ص.

فارابی، س.م.و.، ۱۳۸۹. مطالعات فیزیکی، شیمیایی، زیستی و فلزات سنگین رودخانه ارس (محدوده استان اردبیل). موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور،پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۹۱ ص.

فیروزی، م.، بهمنش، ج. و رضایی، ح.، ۱۳۸۹. بررسی شاخص های کیفی زیست محیطی آب رودخانه مهابادچای. نشریه مهندسی عمران و محیط زیست، ۴۰ (۲): ۷۳-۶۲.

میرمشتاقی، س.م.، امیرنژاد، ر. و خالدیان، م.ر.، ۱۳۹۰. بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود و پهنه بندی آن با استفاده از شاخص های کیفی NSFWQI وOWQI . مجله اکوبیولوژی تالاب، ۳(۹): ۳۴-۲۳.

نصراله زاده ساروی ، ح.، ۱۳۹۱. بررسی کیفیت آب و پارامترهای فیزیکوشیمیایی آبهای سطحی، زیرزمینی و پساب حوضه سد منگل (استان مازندران). موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۱۱۸ ص.

نصیراحمدی، ک.، یوسفی، ز. و ترسلی، ا.، ۱۳۹۱. پهنه بندی کیفیت آب رودخانه هرازبراساس شاخصNSFWQI. مجله علوم پزشکی مازندران، ۲۲ (۹۲): ۷۱-۶۴.

Alam, Md.J.B., Islam, M.R., Muyen, Z. and Islam, S., 2007. Water quality parameters along rivers.International Journal of Environmental Science and Technology, 4 (1): 159-167.

APHA, 2005. Standard Methods for the Examination of water and Wastewater, American Public Health Association, Seventeenth Edition. 1113P.

Aras, S., Findikb, O., Kalipcia, E. and Sahinkayaa, S., 2017. Assessment of concentration physicochemical parameters and heavy metals in Kızılırmak River, Turkey.Desalination and Water Treatment, 72:328–334.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

Bagirov, Z.A. and Bravarnik, S.E., 2005. Water management and power use of the Araks River.Translated from GidrotekhnicheskoeStroitel'stvo, 19(1): 42–47.

Caux, P.Y., Moore, D.R.J. and Macdonald, D., 1997. Ambient water quality giodline (criteria) for turbidity, suspended and benthic sediments. Macdonald Environmental Scienece, 146 pp.

Gala Uddin, Md., Moniruzzaman, Md., Al-Amin Hoque, M., Abu Hasan, Md. and Khan, M., 2016. Seasonal Variation of Physicochemical Properties of Water in the Buriganga River, Bangladesh. World Applied Sciences Journal 34 (1): 24-34

GEF (Global Environment Facility), 2013. Water Quality of the Kharaa River Basin, Mongolia: Pollution threats and hotspots assessment, UNDP Publisher, 86pp.

Gupta, N., Kumar Yadav, K., Kumar V. and Singh, D., 2013. Assessment of Physicochemical Properties of Yamuna River in Agra City. International Journal of Chemical Technology Research, 5(1):528-531.

Mohan Joshi, D., Kumar, A. and Namita Agrawal, N., 2009. Studies on Physicochemical Parameters to Assess the Water Quality of River Ganga for Drinking Purpose in Haridwar District. RASYAN Journal Chemistry, 2(1), 195-203.

Nasrabadi, T., NabiBidhendi, GR., Karbassi, AR., Hoveidi, H., Nasrabadi, I., Pezeshk, H. and Rashidinejad, F., 2009. Influence of Sungun copper mine on groundwater quality, NW Iran, Environmental Geology 58:693–700.

Raftery, A., 1993. Bayesian model selection in structural equation models. In K. Bollen & J. Long (Eds.), Testing structural equation models (pp. 163-180): Newbury Park, California.

Raji, M.I.O., Ibrahim, Y.K.E., Tytler, B.A. and Ehinmidu, J.O., 2015. Physicochemical Characteristics of Water Samples Collected from River Sokoto, Northwestern Nigeria. Atmospheric and Climate Sciences, 5:194-199.

Wan Mohd Khalik, M.A., Pauzi Abdullah, M., Amirah Amerudin, N. and Padli, N., 2013. Physicochemical analysis on water quality status of Bertam River in Cameron Highlands Malaysia. J. Mater. Environ. Sci. 4 (4):488-495.

Determination of effective water quality parameters of Aras River using Principal Component Analysis

Abstract:

The aim of current study is effective water quality parameters of Aras River using principal component analysis (PCA) from 2015 to 2016. Samples were collected at four seasons and analyzed using standard methods (titration and spectrophotometer instruments). In this study, thirteen parameters such as water temperature, DO, BOD_5, COD, TDS, Turbidity, TA, CO_2, pH, DIP, NH_4/N, NO_2/N and NO_3/Nwere analyzed. Results showed that based on PCA test, six parameters were involved in the first component (with variance of 34%) and DO and COD contained high loading factor which there were selected as the main parameters of the first component. Also, in the second component (with 23% variance), the parameters of carbon dioxide and pH, in the third component (with 16% variance), the parameters of BOD5 and NO2- and in the fourth component (with 12% variance), the TA were contributed. This study showed that the PCA test is a suitable and effective method for determining the effective water quality parameters and also dominance source of various contaminations.

Keywords: Water quality؛ Source of pollution؛ Principal Component Analysis؛ Aras river؛ East Azerbaijan

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)