

بررسی اثر چشمه‌های قیر ماماتین بر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه اعلاء شهرستان رامهرمز

سیده راضیه پورموسوی^۱، آریتا کوشافر^{*}

^۱ گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۷/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: رودخانه‌ها یکی از منابع طبیعی اصلی برای انسان و نقش بسیار مهمی در زندگی انسان دارند. این تحقیق با هدف بررسی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی ناشی از ورود لایه‌های قیر در چشمه‌های قیر ماماتین بر روی آب رودخانه اعلاء شهرستان رامهرمز انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش بازه مورد مطالعه رودخانه اعلاء از محل خروج این رود از تنگ چویل آغاز و در محل ارتباط رودخانه اعلاء با رودخانه مارون ختم می‌شود که ۵ ایستگاه مطالعاتی انتخاب شد. نمونه‌های آب بر اساس روش استاندارد انجمن بهداشت محیط آمریکا تهیه شدند. نمونه‌های آب به صورت سیستماتیک و برنامه‌ریزی شده از هر ایستگاه با ۳ تکرار در فصل تابستان (تیر ماه) و فصل زمستان (بهمن ماه) سال ۱۴۰۲ جمع‌آوری شدند. به عبارت دیگر در مجموع از ۵ ایستگاه با ۳ تکرار در دو فصل سال، ۳۰ نمونه آب تهیه گردید.

یافته‌ها: میانگین مربعات و مجموع مربعات تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) داده‌ها نشان داد در آب رودخانه اعلاء اختلاف معنی‌داری در غلظت pH ($P=0/875$)، هدایت الکتریکی ($P=0/943$)، BOD ($P=0/297$)، COD ($P=0/928$)، DO ($P=0/893$)، TSS ($P=0/739$)، فسفات ($P=0/355$)، سختی کل ($P=0/212$) و کدورت ($P=0/540$) مشاهده نشد ($P>0/05$). در فصل زمستان هدایت الکتریکی ($2163/35 \mu\text{S}/\text{cm}$) و TDS ($980/16 \text{ ppm}$) در ایستگاه ۴ بالاتر از ایستگاه‌های دیگر بودند ($P<0/05$) و COD ($63/56 \text{ ppm}$) و TSS (41 ppm) در ایستگاه ۱ بالاتر از ایستگاه‌های مورد مطالعه رودخانه اعلاء به دست آمدند ($P<0/05$). در فصل تابستان هدایت الکتریکی ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ($1941/44$)، شوری ($352/56 \text{ ppm}$)، COD (43 ppm)، BOD ($19/63 \text{ ppm}$) و TDS ($1242/67 \text{ ppm}$) در ایستگاه پنجم نسبت به سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه رودخانه اعلاء بالاتر بودند ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به مقایسه مقادیر پارامترهای کیفی آب با استانداردهای ایران و سازمان بهداشت جهانی می‌توان چنین بیان کرد که آب رودخانه اعلاء برای مصارف کشاورزی، باغبانی، آبی‌پروری و خانگی مناسب می‌باشد، اما برای مصرف آشامیدنی مناسب نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کیفیت آب، خصوصیات شیمیایی آب، پارامترهای فیزیکی آب، رودخانه اعلاء

مقدمه

منابع آب شیرین حیاتی ترین عناصر برای رشد جهانی و پایداری اکوسیستم ها هستند که مدیریت نامناسب منابع آب می تواند منجر به نگرانی جدی کمبود آب گردد^۱. آب برای اکوسیستم های مختلف، تولید غذا و انرژی و بقای زندگی موجودات زنده حیاتی است^۲ و به عنوان یک پیوند مهم بین زندگی و محیط زیست انسان عمل می کند^۳. آب هسته اصلی توسعه اجتماعی - اقتصادی پایدار در زندگی شهری و صنعتی است^۴. بنابراین تامین کافی آب با کیفیت خوب همیشه برای کارهای کشاورزی، صنعتی و خانگی مورد نیاز است^۵.

آلودگی آب به یکی از بزرگترین چالش های جامعه جهانی تبدیل شده است. مسائل کمبود آب که توسط آلودگی آب تشدید شده است به طور مداوم موقعیت های بحرانی کمیت و کیفیت آب را در بسیاری از نقاط جهان ایجاد می کند^{۶،۷}. در سال های اخیر آلاینده ها از هر نوعی که باشند، یک نگرانی شدید جهانی هستند. آلاینده هایی با منشأ طبیعی یا انسانی همیشه به عنوان ایجاد تغییرات نامطلوب در محیط شناخته شده اند و در نتیجه توجه قابل توجهی را صرف نظر از منبع آن به خود جلب کرده اند^۸. آلودگی آب به دلیل تأثیرات فاجعه بار آن بر تمام حوزه های محیطی و اکوسیستم ها به عنوان یک تهدید بزرگ جهانی مطرح شده است. انواع مختلف و متفاوت آلاینده های آب را می توان به آلاینده های آلی، آلاینده های معدنی، آلاینده های زیستی، آلاینده های حرارتی و آلاینده های رادیواکتیو تقسیم بندی کرد^۹.

آلاینده های آلی به طور عمده در طبیعت تجزیه پذیر و شامل روغن ها، داروهای دور ریخته شده، اسپری های حشرات، پاک کننده ها و ضایعات آلی خانگی مانند مو و صابون هستند^{۱۰} و اقدامات انسان زاد به طور مداوم وضعیت را تشدید می کند و نگرانی های جدی را به وضعیت اضافه می کند. پسماندهای مواد غذایی، برخی از آفت کش های ارگانیک کلر ماهیت سمیت کمتری دارند یا غیرسمی

هستند^{۱۱}. آلاینده های آلی به دلیل حلالیت چربی بالا، آب گریزی و چربی دوستی به طور بسیار موثری در محیط آبی تحت تجمع زیستی قرار می گیرند و سپس اثرات خطرناکی را تحمیل می کنند. علاوه بر این، آن ها نیاز بیولوژیکی اکسیژن و اکسیژن شیمیایی آب را تا حد زیادی تغییر می دهند و در نهایت کیفیت آب را بدتر می کنند. مصرف منظم چنین آبی باعث ایجاد سرطان خون و تومورهای کلیه می شود و در صورت استفاده در فرآیندهای آبیاری، آب آلوده به شدت بر کیفیت و کمیت محصول تأثیر می گذارد. بنابراین آلودگی آب به دلیل آلاینده های آلی در زمان های اخیر توجه قابل توجهی را به خود جلب کرده است زیرا این آلودگی به دلیل رشد سریع جمعیت و فعالیت های کشاورزی به طور مداوم در منابع آبی در حال افزایش است^{۱۲،۱۳}. علاوه بر مواد آلی که با پساب و پسماندهای صنعتی وارد بدنه آبی می شوند، آب با غلظت های مختلف از آلاینده های معدنی آلوده می شود. این ترکیبات غیرقابل تجزیه زیستی هستند و برای مدت طولانی تری در اکوسیستم های آبی باقی می مانند. آلاینده های معدنی شامل اسیدهای معدنی، سیانیدها، فلوریدها، ترکیبات قلیایی و فلزات سنگین نظیر آرسنیک، جیوه، سرب، کروم، سلنیوم، روی هستند^{۱۴}. آلاینده های معدنی از راه تخلیه پساب های خانگی، صنعتی و انواع پسماندها، عملیات متالورژی فلزات وارد آب می شوند. این نوع آلودگی آب، به ویژه در غلظت های بالاتر می تواند مشکلات جدی برای سلامتی انسان ایجاد کند و اثرات مخربی بر آبزیان و سایر موجودات زنده داشته باشد^{۱۵}. آلاینده های زیستی سمی ترین و خطرناک ترین آلاینده ها در بین انواع آلاینده های آب هستند و رفتار و اعمال انسان در درجه اول مسئول این نوع آلودگی در منابع آب می باشند. آلاینده های زیستی شامل میکروارگانیسم ها، کپک ها، گرد و غبار خانه، انگل ها و ذرات معلق هستند^{۱۶}. مطالعات، منشا و منابع مختلف این آلاینده ها، از جمله گرد و غباری که از گیاهان شروع می شود، را گزارش کرده اند. عفونت های منتقل شده توسط افراد و موجودات، ارگانیسم های

وارد تصفیه خانه شده و جهت شرب شهرستان رامهرمز استفاده می شود و همچنین در مسیر رودخانه روستاهای اطراف از آب رودخانه اعلاء برای کشاورزی استفاده می کنند. بنابراین با توجه به اهمیت رودخانه از نظر شرب و کشاورزی و اثرات محیط زیستی ناشی از آلودگی چشمه - های قیر ماماتین، این تحقیق با هدف بررسی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی ناشی از پوشش قیر در چشمه‌های قیر ماماتین بر روی آب رودخانه اعلاء شهرستان رامهرمز انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

سرچشمه اصلی رودخانه اعلاء از جنوب غربی کوه های زاگرس در استان کهگیلویه و بویر احمد و رود لیراب است که در محلی به نام تنگ چویل و منطقه صیدون رودخانه اعلاء نامیده می شود و تا محل تلاقی با رودخانه مارون ۱۰۶ کیلومتر طول و ۲۳۳۰ کیلومتر مربع حوضه آبریز دارد که مزارع کشاورزی شهرستان باغملک و دشت رامهرمز را آبدهی می کند^{۲۱}. در این پژوهش بازه مورد مطالعه رودخانه اعلاء از محل خروج این رود از تنگ چویل آغاز و در محل ارتباط رودخانه اعلاء با رودخانه مارون ختم می شود که ۵ ایستگاه مطالعاتی انتخاب شد (شکل ۱). در این پژوهش با توجه به طول رودخانه اعلاء، انتخاب ایستگاه‌های مورد مطالعه، در تمامی طول رودخانه از ابتدای ورودی رودخانه از تنگ چویل تا پایین دست و محل تلاقی با رودخانه مارون بر اساس تغییرات توپوگرافی صورت پذیرفت (جدول ۱).

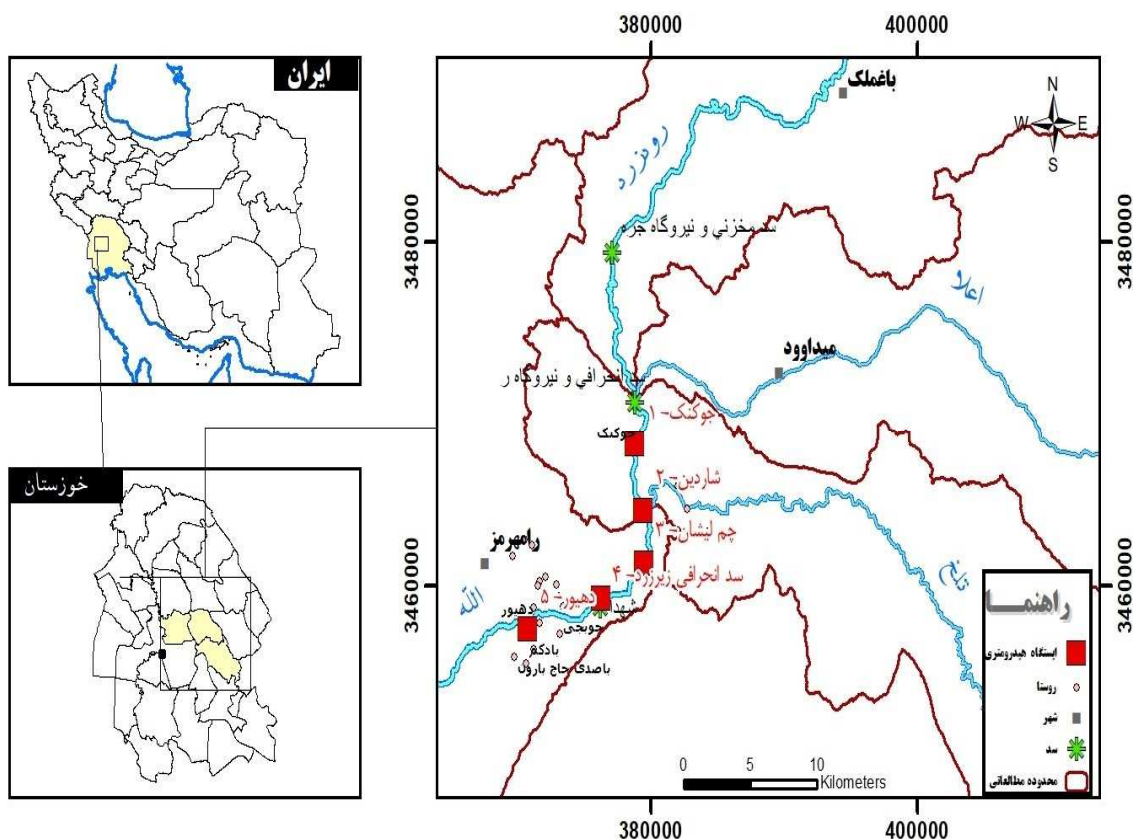
میکروسکوپی منتقل شده توسط افراد، موجودات زنده، و پسماندهای های خاک و گیاه نیز از جمله آلاینده های زیستی هستند^{۱۷}.

رودخانه اعلاء یکی از زیرحوضه‌های اصلی رودخانه جراحی در محدوده حوضه آبریز خلیج فارس به طول حدود ۱۰۶ کیلومتر می باشد. رودخانه اعلاء همانند رودخانه مارون یکی از دو شاخه مهم رودخانه جراحی می باشد که از منطقه کوهستانی واقع در ۷۰ کیلومتری شرق و شمال شرقی رامهرمز سرچشمه می گیرد^{۱۸}. شاخه اصلی رودخانه سمه لیراب در ناحیه غربی استان کهگیلویه و بویر احمد نام دارد و پس از عبور از محلی به نام تنگلا، رودخانه اعلاء نامگذاری می گردد. در روستای رودزرد با رودخانه زرد تلاقی می نماید، سپس به طرف جنوب جریان می یابد و با رودخانه تلخ تلاقی می کند و وارد دشت رامهرمز می شود^{۱۹}. رامهرمز در ۱۱۶ کیلومتری شرق اهواز قرار دارد. در شمال شرق شهر رامهرمز، میان لایه‌هایی از قیر وجود دارند که در فصل گرما ذوب شده و به صورت چشمه قیر به رودخانه اعلاء روانه و به لحاظ جاذبه طبیعی مناظری بی بدیل و به لحاظ محیط زیستی به صورت آلاینده به طبیعت و رودخانه تلخ و در نهایت رودخانه اعلاء وارد می شوند. همچنین در فاصله ۲۵ کیلومتری از این شهر منطقه‌ای به نام ماماتین قرار دارد که از این چشمه‌ها قیر بیرون می آید^{۲۰}.

قیر ساختار شیمیایی پیچیده‌ای با هیدروکربن‌های متنوع از خود نشان می دهد که آن را در تماس با آب مستعد جذب به ساختار آب می کند. هنگامی که قیر وارد منابع آبی می شود به عنوان انتقال دهنده سطوح بالای ترکیبات هیدروکربنی می تواند سلامت موجودات زنده و انسان را تهدید کند، زیرا هیدروکربن‌های آروماتیک و آلیفاتیک سمیت متفاوتی دارند و اثرات جهش‌زا، سرطان‌زا و بیماری‌های ایمنی را بر روی موجودات زنده نشان می دهند و در عین حال احتمال تشکیل تومور در اندام های بدن و ناهنجاری در سیستم تولید مثل را ایجاد می کنند. بنابراین بر روی رودخانه اعلاء سد انحرافی احداث شده که آب رودخانه در روستای خورشیدیه

جدول ۱- مشخصات ایستگاه های مورد مطالعه رودخانه اعلاء شهرستان رامهرمز

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی
۱	جوکنک	31.34 20793, 49.7256019
۲	شاردین	31.3075471, 49.7326711
۳	چم لیسان	31.280049, 49.733563
۴	سد انحرافی زیررزد	31.261284, 49.699915
۵	دهیور	31.2444907, 49.6424333



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محل های نمونه برداری آب از رودخانه اعلاء شهرستان رامهرمز

نمونه برداری

در این پژوهش نمونه های آب بر اساس روش استاندارد انجمن بهداشت محیط آمریکا تهیه شدند. نمونه های آب به صورت سیستماتیک و برنامه ریزی شده از هر ایستگاه با ۳ تکرار در فصل تابستان (تیر ماه) و فصل زمستان (بهمن ماه) سال ۱۴۰۲ جمع آوری شدند. به عبارت دیگر در مجموع از

۵ ایستگاه با ۳ تکرار در دو فصل سال، ۳۰ نمونه آب تهیه گردید. بدین منظور بطری نمونه بردار پلی اتیلنی استریل و با محلول آب مقطر و اسید نیتریک ۲ درصد (ساخت شرکت مرک آلمان) شستشو گردیدند، سپس در ایستگاه های مورد مطالعه به عمق ۱۰ سانتیمتری فرستاده و نمونه آب برداشت شد و در هر ایستگاه با ۳ تکرار انجام گردید. در نهایت نمونه

سنجش پارامترها

های آب با اسید سولفوریک غلیظ فیکس، در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری و بلافاصله به آزمایشگاه در شهر اهواز منتقل شدند^{۲۲}.

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های آب رودخانه اعلاء بر اساس روش های استاندارد متد^۱ مربوط به انجمن بهداشت محیط ایالت متحده آمریکا و انجمن آب و محیط زیست ایالت متحده آمریکا سنجش شدند. روش های مورد استفاده و دستگاه اندازه گیری هر پارامتر به طور خلاصه در جدول ۲ ارائه شده است^{۲۲}.

جدول ۲- روش سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی^{۲۲} آب رودخانه اعلاء شهرستان رامهرمز

پارامتر	روش سنجش	دستگاه
pH	استاندارد متد	سنگاه pH سنج پرتابل مدل PH200i ساخت شرکت CLEAN کشور چین
EC	استاندارد متد 2510 B	دستگاه پرتابل مدل Cond 3310i شرکت WTW ساخت کشور آلمان
شوری	استاندارد متد 2520B	-
BOD	استاندارد متد 2510 D	دستگاه اسپکتروفتومتر مدل DR2800 ساخت کمپانی HACH آمریکا
COD	استاندارد متد 5220 B	روش هضم برگشتی باز Open Reflux Method
DO	استاندارد متد	روش اصلاح با آزید (Azid Modification)
TDS	استاندارد متد 2540 C	-
TSS	استاندارد متد 2540 D	روش هضم برگشتی باز Open Reflux Method
فسفات	استاندارد متد	دستگاه اسپکتروفتومتر مدل DR2800 ساخت شرکت HACH آمریکا
نیترات	استاندارد متد	دستگاه اسپکتروفتومتر مدل DR2800 ساخت شرکت HACH آمریکا
سختی ^۲ کل	استاندارد متد	روش حجم‌سنجی با استفاده از EDTA
کدورت	استاندارد متد	دستگاه کدورت‌سنج پرتابل Aqualytic مدل AL250T-IR ساخت کشور آلمان

تجزیه و تحلیل آماری

برای تحلیل آماری داده ها از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ و اکسل نسخه ۲۰۰۷ استفاده شد. مقایسه داده ها بین فصل زمستان و تابستان به کمک آزمون تی (T Test) و مقایسه آماری بین ایستگاه های مورد مطالعه به کمک تحلیل واریانس یکطرفه (ANOVA One way) انجام شد.

یافته‌ها

شاخص های توصیفی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مورد مطالعه آب رودخانه اعلاء شامل کمینه، بیشینه، میانگین، انحراف معیار، خطای استاندارد، چولگی و کشیدگی در جدول ۳ ارائه شده است. در این پژوهش مقادیر آماری چولگی و کشیدگی همه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در دامنه ۲ و ۲- بود. در حالت کلی چنانچه چولگی و کشیدگی در بازه ۲ و ۲- نباشند داده ها از توزیع نرمال برخوردار نیستند.

در فصل زمستان پارامترهای هدایت الکتریکی (EC)، COD، TDS، TSS، سختی کل و کدورت آب رودخانه اعلاء در ایستگاه های مورد مطالعه اختلاف معنی داری داشتند ($P < 0.05$). هدایت الکتریکی ($2163/35 \mu s/cm$) و TDS ($980/16 ppm$) در ایستگاه ۴ بالاتر از ایستگاه های دیگر بودند ($P < 0.05$) و COD ($63/56 ppm$) و TSS (ppm)

(۴۱) در ایستگاه ۱ بالاتر از ایستگاه های مورد مطالعه رودخانه اعلاء به دست آمدند ($P < 0.05$). نیترات، فسفات و pH آب رودخانه اعلاء در ایستگاه های مورد مطالعه در فصل زمستان اختلاف معنی داری نداشتند ($P > 0.05$) و دو پارامتر BOD ($15/23 ppm$) و DO ($10/50 ppm$) در ایستگاه اول بالاتر از سایر ایستگاه های رودخانه اعلاء بودند ($P < 0.05$) (جدول ۴).

بر اساس تجزیه و تحلیل آماری در فصل تابستان pH، DO و فسفات در آب ایستگاه های مورد مطالعه رودخانه اعلاء اختلاف معنی داری نداشت ($P > 0.05$). بالاترین مقادیر pH، DO و فسفات به ترتیب در ایستگاه ۱ ($7/86$)، ایستگاه ۴ ($4/98 ppm$) و ایستگاه ۵ ($3/68 ppm$) به دست آمد ($P > 0.05$). هدایت الکتریکی ($1941/44 \mu s/cm$)، شوری ($352/56 ppm$) COD ($43 ppm$)، BOD (ppm) ($19/63$) و TDS ($1242/67 ppm$) در ایستگاه ۵ نسبت به سایر ایستگاه های مورد مطالعه رودخانه اعلاء بالاتر بودند ($P < 0.05$). همچنین سختی کل ($1190/68 ppm$) و کدورت ($9/93 NTU$) در ایستگاه ۳ و TSS (ppm) ($33/83$) در ایستگاه ۴ نسبت به سایر ایستگاه های مورد مطالعه رودخانه اعلاء بالاتر بودند ($P < 0.05$) (جدول ۵).

جدول ۳- شاخص‌های توصیفی مقادیر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه اعلاء

پارامتر	اصطلاح	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	چولگی	کشیدگی
اسیدیته	pH	۷/۱۸	۷/۹۲	۷/۵۹	۰/۲۰	۰/۰۳	-۰/۱۲	-۱/۱۲
هدایت الکتریکی ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	EC	۱۵۲۲/۰۲	۲۱۹۰	۱۷۶۰/۵۱	۲۱۸/۰۳	۳۹/۸۰	۰/۵۷	-۱/۰۸
شوری (ppm)	Salinity	۰/۰۲	۳۸۴/۵۰	۸۶/۴۰	۱۱۱/۹۴	۲۰/۴۳	۱/۳۴	۱/۲۰
اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی (ppm)	BOD	۲/۰۶	۲۱/۳۷	۱۰/۶۳	۵/۱۳	۰/۹۳	۰/۲۵۴	-۰/۴۰۱
اکسیژن موردنیاز شیمیایی (ppm)	COD	۷	۷۳	۳۲/۵۶	۱۷/۱۱	۳/۱۲	۰/۱۷۵	-۰/۴۵۶
اکسیژن محلول (ppm)	DO	۲/۹۳	۱۲	۵/۸۸	۲/۳۵	۰/۴۳	۰/۷۰۳	۰/۰۰۳
کل املاح محلول (ppm)	TDS	۷۵۵	۱۲۵۵/۵۰	۹۷۳/۷۷	۱۲۴/۷۷	۲۲/۷۸	۰/۴۵۸	۰/۶۹۲
مواد جامد معلق (ppm)	TSS	۱۱	۴۲	۲۶/۱۳	۹/۸۰	۱/۷۸	۰/۱۳۶	-۱/۱۹۹
نیتрат (ppm)	NO ₃	۰/۲۵	۳/۹۸	۱/۷۴	۰/۹۴	۰/۱۷	۰/۷۸۲	۰/۲۰۲
فسفات (ppm)	PO ₄	۰/۰۱	۴/۲۸	۱/۶۱	۰/۶۵	۰/۳۰	۰/۱۶۳	-۱/۸۹۱
سختی کل (ppm)	TH	۲۳۵	۱۱۹۷	۷۱۴/۸۵	۳۳۵/۷۴	۶۱/۲۹	۰/۰۰۵	-۱/۷۴۲
کدورت (NTU)	TUB	۷	۹۰	۳۵/۷۶	۳/۱۴	۵/۵۰	۰/۴۱۹	-۱/۵۰۲

جدول ۴- میانگین غلظت پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه اعلاء در فصل زمستان

پارامتر	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵
pH	۷/۳۶±۰/۰۸ ^a	۷/۲۹±۰/۰۹ ^a	۷/۴۲±۰/۱۲ ^a	۷/۵۲±۰/۰۶ ^a	۷/۵۳±۰/۰۷ ^a
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	۱۵۸۴±۴۹/۱۵ ^a	۱۹۲۰/۶۷±۸۶/۷۷ ^b	۱۷۰۴/۳۴±۳۵/۷۱ ^c	۲۱۶۳/۳۵±۲۵/۱۶ ^d	۱۹۸۳/۷۳±۵۲/۹۱ ^{be}
شوری (ppm)	۰/۰۱۷±۰/۰۰۲ ^a	۰/۰۲۶±۰/۰۰۱ ^b	۰/۰۱۹±۰/۰۰۳ ^{ac}	۰/۰۴۰±۰/۰۰۵ ^d	۰/۰۴۲±۰/۰۰۳ ^{de}
BOD (ppm)	۱۵/۲۳±۱/۵۲ ^a	۱۱±۱/۰۱ ^b	۱۱±۱/۸۰ ^b	۱۰/۱۶±۱/۲۵ ^b	۱۰±۰/۹۳ ^b
COD (ppm)	۶۳/۵۶±۸/۱۴ ^a	۳۹±۳/۶۰ ^b	۴۰/۷۳±۳/۲۱ ^{bc}	۴۳±۴/۵۸ ^d	۳۷/۶۳±۲/۵۱ ^c
DO (ppm)	۱۰/۵۰±۱/۳۲ ^a	۷/۶۳±۰/۳۲ ^b	۷/۱۶±۱/۶۰ ^b	۶/۵۰±۰/۵۰ ^b	۷/۲۶±۰/۸۷ ^b
TDS (ppm)	۷۶۴/۶۳±۸/۱۴ ^a	۸۹۳/۷۶±۲۸/۶۷ ^b	۸۴۲/۱۳±۲۳/۲۴ ^c	۹۸۰/۱۶±۸/۰۸ ^d	۹۷۷±۱۰/۸۱ ^{de}

TSS (ppm)	۴۱±۱ ^a	۱۹/۳۹±۴/۷۲ ^b	۳۵/۰۶±۳/۷۸ ^c	۲۷/۷۳±۵/۰۳ ^d	۲۸±۲/۴۵ ^{dc}
نیترات (ppm)	۱/۶۴±۰/۰۳ ^a	۱/۴۶±۰/۰۴ ^a	۱/۵۶±۰/۰۴ ^a	۱/۱۴±۰/۰۷ ^a	۱/۴۲±۰/۰۶ ^a
فسفات (ppm)	۰/۰۲±۰/۰۰۳ ^a	۰/۰۲±۰/۰۰۸ ^a	۰/۰۱±۰/۰۰۳ ^a	۰/۰۳±۰/۰۰۶ ^a	۰/۰۳±۰/۰۰۵ ^a
سختی کل (ppm)	۲۴۰/۲۶±۶/۰۲ ^a	۴۲۸/۸۳±۹۰/۸۵ ^b	۳۹۴/۹۶±۱۳/۶۱ ^c	۴۵۵/۱۶±۷/۲۸ ^d	۴۶۷/۵۰±۱۵/۶۱ ^e
کدورت (NTU)	۸۲/۲۰±۱۰/۲۴ ^a	۳۹±۷/۵۴ ^b	۷۵/۵۵±۶/۶۵ ^c	۶۱/۸۳±۲/۵۱ ^d	۵۶/۸۳±۶/۶۵ ^e

حروف متفاوت (a, b, c, d, e) در هر ردیف اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ (P= ۰/۰۵) را نشان می دهد.

جدول ۵- میانگین غلظت پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه اعلاء در فصل تابستان

پارامتر	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵
pH	۷/۸۶±۰/۰۷ ^a	۷/۱±۰/۰۵ ^a	۷/۷۲±۰/۰۸ ^a	۷/۶۱±۰/۱۸ ^a	۷/۷۸±۰/۰۷ ^a
EC (μs/cm)	۱۵۴۷/۷۶±۱۵/۷۳ ^a	۱۵۴۹/۶۱±۲۴/۳۷ ^a	۱۵۴۷/۳۱±۹/۶۴ ^a	۱۶۶۳/۳۲±۱۲/۰۸ ^b	۱۹۴۱/۴۴±۱۸/۵۳ ^c
شوری (ppm)	۱۵۲/۱۰±۲۱/۳۱ ^a	۸۶/۹۵±۴۲/۴۵ ^b	۱۲۳/۶۹±۲۴/۷۹ ^c	۱۴۸/۴۷±۳۷/۹۵ ^d	۲۵۲/۵۶±۲۷/۵۷ ^e
BOD (ppm)	۲/۶۳±۰/۵۶ ^a	۴/۲۵±۰/۷۷ ^b	۷/۶۲±۰/۷۱ ^c	۱۴/۷۴±۴/۱۳ ^d	۱۹/۶۳±۱/۷۸ ^e
COD (ppm)	۸/۴۶±۱/۵۲ ^a	۱۳±۲ ^b	۱۲±۱/۷۳ ^{bc}	۲۵/۸۶±۳/۰۵ ^d	۴۳±۳ ^e
DO (ppm)	۳±۰/۰۹ ^a	۳/۲۵±۰/۰۳ ^a	۳/۹۹±۰/۴۲ ^a	۴/۹۸±۰/۲۴ ^a	۴/۵۲±۰/۴۱ ^a
TDS (ppm)	۹۹۰/۵۶±۱۰/۰۶ ^a	۹۹۱/۷۳±۱۵/۵۸ ^a	۹۹۰/۲۷±۶/۱۷ ^a	۱۰۶۴/۵۲±۷/۷۳ ^b	۱۲۴۲/۶۷±۱۱/۸۱ ^c
TSS (ppm)	۱۳/۲۶±۳/۰۵ ^a	۱۳/۹۶±۱/۵۲ ^a	۱۹/۳۷±۱/۱۵ ^b	۳۳/۸۳±۵/۷۷ ^c	۳۰±۱۰/۷۳ ^d
نیترات (ppm)	۰/۹۸±۰/۰۸ ^a	۰/۴۳±۰/۰۲ ^a	۲/۳۵±۰/۲۲ ^b	۲/۹۲±۰/۷۸ ^b	۳/۵۳±۰/۳۹ ^b
فسفات (ppm)	۲/۸۵±۰/۳۰ ^a	۳/۱۳±۰/۹۱ ^a	۳/۴۰±۰/۱۳ ^a	۲/۹۱±۰/۳۴ ^a	۳/۶۸±۰/۵۴ ^a
سختی کل (ppm)	۹۲۴/۶۴±۲۹/۰۲ ^a	۱۰۱۳/۰۳±۴۳/۸۷ ^b	۱۱۹۰/۶۸±۱۰/۹۶ ^c	۱۰۱۳/۱۹±۵۸/۰۴ ^{bd}	۱۰۱۹/۲۲±۲۱/۹۳ ^c
کدورت (NTU)	۷/۱۶±۰/۱۵ ^a	۷/۰۶±۰/۰۵ ^a	۹/۹۳±۰/۵۱ ^b	۹/۹۰±۰/۷۲ ^b	۸/۲۰±۰/۳۶ ^{ab}

حروف متفاوت (a, b, c, d, e) در هر ردیف اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ (P= ۰/۰۵) را نشان می دهد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که میانگین غلظت شوری ($P\text{-value}=0/021$)، اکسیژن موردنیاز شیمیایی ($P\text{-value}=0/004$)، اکسیژن محلول (DO) ($P\text{-value}=0/035$)، کل املاح محلول (TDS) ($P\text{-value}=0/043$)، مواد جامد معلق (TSS) ($P\text{-value}=0/002$)، فسفات ($P\text{-value}=0/005$)، کدورت ($P\text{-value}=0/014$) و سختی کل ($P\text{-value}=0/014$) رودخانه اعلاء در دو فصل زمستان و تابستان اختلاف معنی‌داری داشت ($P>0/05$) (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه غلظت پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه اعلاء در دو فصل زمستان و تابستان

پارامتر	زمستان	تابستان	P-value	Sig
اسیدیته	$7/42 \pm 0/12$	$7/76 \pm 0/12$	$0/275$	$P>0.05$
هدایت الکتریکی ($\mu S/cm$)	$1871/13 \pm 217/14$	$1649/89 \pm 158/43$	$0/822$	$P>0.05$
شوری (ppm)	$0/29 \pm 0/01$	$172/77 \pm 99/85$	$0/021$	$P<0.05$
اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی (ppm)	$11/50 \pm 2/32$	$9/77 \pm 9/90$	$0/355$	$P>0.05$
اکسیژن موردنیاز شیمیایی (ppm)	$44/66 \pm 10/82$	$20/46 \pm 13/25$	$0/004$	$P<0.05$
اکسیژن محلول (ppm)	$7/81 \pm 1/68$	$3/94 \pm 0/81$	$0/035$	$P<0.05$
کل املاح محلول (ppm)	$891/60 \pm 86/51$	$1055/95 \pm 101/45$	$0/043$	$P<0.05$
مواد جامد معلق (ppm)	$30/26 \pm 8/31$	$22 \pm 9/66$	$0/002$	$P<0.05$
نیترات (ppm)	$1/44 \pm 0/18$	$2/04 \pm 1/27$	$0/064$	$P>0.05$
فسفات (ppm)	$0/026 \pm 0/007$	$3/19 \pm 0/54$	$0/005$	$P<0.05$
سختی کل (ppm)	$397/36 \pm 92/18$	$1032/33 \pm 94/90$	$0/014$	$P<0.05$
کدورت (NTU)	$63/07 \pm 16/79$	$8/45 \pm 1/35$	$0/022$	$P<0.05$

تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) بر اساس میانگین مربعات و مجموع مربعات داده‌ها نشان داد در آب رودخانه اعلاء اختلاف معنی‌داری در غلظت pH ($P=0/873$)، هدایت الکتریکی ($P=0/943$)، BOD ($P=0/297$)، COD ($P=0/928$)، DO ($P=0/893$)، TSS ($P=0/739$)، فسفات ($P=0/355$)، سختی کل ($P=0/212$) و کدورت ($P=0/540$) مشاهده نشد ($P>0/05$) (جدول ۷).

جدول ۷- تحلیل واریانس یکطرفه (ANOVA) پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه اعلاء

پارامتر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F-value	Sig
pH	0/508	29	0/032	0/458	0/873
	0/754	14	0/058		
	1/262	43			
EC	479287/815	29	29955/488	0/433	0/943
	899396/009	14	69184/308		

			۴۳	۱۳۷۸۶۸۳/۸۲۳	مجموع
شوری		۰/۰۰۵	۲۹	۳۰۶۵۸۹/۹۵۰	میان گروهی
		۴/۳۸۳	۱۴	۵۶۸۳۰/۳۶۹	درون گروهی
			۴۳	۳۶۳۴۲۰/۳۱۹	مجموع
BOD		۰/۲۹۷	۲۹	۴۷۷/۳۳۷	میان گروهی
		۱/۳۴۷	۱۴	۲۸۷/۹۰۸	درون گروهی
			۴۳	۷۶۵/۲۴۶	مجموع
COD		۰/۹۲۸	۲۹	۳۰۷۵/۳۱۷	میان گروهی
		۰/۴۶۱	۱۴	۵۴۱۶/۰۵۰	درون گروهی
			۴۳	۸۴۹۱/۳۶۷	مجموع
DO		۰/۸۹۳	۲۹	۶۲/۷۸۴	میان گروهی
		۰/۵۱۹	۱۴	۹۸/۳۶۳	درون گروهی
			۴۳	۱۶۱/۱۴۷	مجموع
TDS		۰/۰۰۶	۲۹	۳۷۹۷۰۰/۰۳۵	میان گروهی
		۴/۲۹۸	۱۴	۷۱۷۸۷/۱۱۳	درون گروهی
			۴۳	۴۵۱۴۸۷/۱۴۹	مجموع
TSS		۰/۷۳۹	۲۹	۱۳۰۶/۶۰۰	میان گروهی
		۰/۷۱۷	۱۴	۱۴۸۰/۸۶۷	درون گروهی
			۴۳	۲۷۸۷/۴۶۷	مجموع
نیترات		۰	۲۹	۲۳/۵۶۱	میان گروهی
		۸/۱۴۴	۱۴	۲/۳۵۱	درون گروهی
			۴۳	۲۵/۹۱۱	مجموع
فسفات		۰/۳۵۵	۲۹	۴۸/۰۱۸	میان گروهی
		۱/۲۳۵	۱۴	۳۱/۵۸۵	درون گروهی
			۴۳	۷۹/۶۰۳	مجموع
سختی کل		۰/۲۱۲	۲۹	۲۱۴۹۳۶۱/۶۰۸	میان گروهی
		۱/۵۶۰	۱۴	۱۱۱۹۵۹۸/۴۶۷	درون گروهی
			۴۳	۳۲۶۸۹۶۰/۰۷۵	مجموع
کدورت		۰/۵۴۰	۲۹	۱۴۲۵۱/۲۵۸	میان گروهی
		۰/۹۵۷	۱۴	۱۲۰۹۷/۹۱۲	درون گروهی
			۴۳	۲۶۳۴۹/۱۷۰	مجموع

بحث

در آب، میزان املاح مربوط به فرسایش بستر منبع آبی و سنگ های مادری و کانی های اکوسیستم نام برد^{۲۵،۲۶،۲۷}. دو پارامتر کدورت و TDS آب رودخانه اعلاء در دامنه NTU ۷-۹۰ و ppm ۷۵۵-۱۲۵۵/۵۰ اندازه گیری شدند. مقادیر TDS آب رودخانه اعلاء در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۷۵۰ ppm) و استاندارد ملی ایران (۱۰۰۰ ppm) بالاتر بود. همچنین میزان کدورت آب رودخانه اعلاء

در این تحقیق مقادیر pH در آب رودخانه اعلاء در دامنه ۷/۱۸-۷/۹۲ به دست آمد که در مقایسه با حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی و استاندارد ملی ایران (۸/۵-۸/۵) هم خوانی دارد. عوامل متعددی بر مقدار pH آب تاثیر گذار می باشند که می توان از موجودات زنده موجود

در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی (5 NTU) و استاندارد ملی ایران (1 NTU) بالاتر بود^{۲۳،۲۴}. کدورت بسیار بالای آب رودخانه اعلاء در فصل زمستان می‌تواند به دلیل بارش باران و شرایط نامساعد جوی در این اکوسیستم باشد. همچنین احتمالاً در دو فصل زمستان میزان قیر ورودی از چشمه‌های ماماتین بالا بوده است. کدورت و TDS دو پارامتر مهم کیفیت آب رودخانه می‌باشند که به دلیل بالا بودن در آب رودخانه ارس^{۲۳} و آب رودخانه Yamuna در کشور هند^{۲۸} کیفیت نامناسب آب گزارش شده است.

هدایت الکتریکی در واقع املاح محلول موجود در آب را نشان می‌دهد^{۲۲}. در این تحقیق دامنه مقادیر هدایت الکتریکی در آب رودخانه اعلاء ۱۵۲۲-۲۱۹۰ میکروموس بر سانتی‌متر به دست آمد که با توجه به استاندارد هدایت الکتریکی (۱۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر)، به نظر می‌رسد این آب برای آشامیدن و مصارف کشاورزی مناسب نیست^{۲۹}. تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) بر اساس میانگین مربعات و مجموع مربعات داده‌ها نشان داد در آب رودخانه اعلاء اختلاف معنی‌داری در غلظت pH، هدایت الکتریکی، BOD، COD، DO، TSS، فسفات، سختی کل و کدورت مشاهده نشد ($P > 0.05$). تغییرات زمانی و مکانی پارامترهای کیفی آب رودخانه را می‌توان به دلیل شرایط اقلیمی متفاوت دانست. رودخانه اعلاء در پایین‌دست رودخانه‌های دیگر نظیر رود تلخ و رود زرد در منطقه نیمه گرمسیری قرار دارد، بنابراین میزان بارندگی و تبخیر به دلیل تفاوت در عرض جغرافیایی می‌تواند بر مقادیر پارامترهای کیفی آب موثر باشد^{۳۰}.

پارامترهای شیمیایی BOD، COD و DO به ترتیب در دامنه ۲۱/۳۷-۲/۰۶ ppm، ۷-۷۳ ppm و ۲-۱۲ ppm در آب رودخانه اعلاء گزارش شدند. معمولاً در رودخانه‌های بکر و دست نخورده انسان مقادیر BOD کمتر از ۱ میلی گرم در لیتر است، اما در رودخانه‌هایی با آلودگی متوسط مقدار BOD در محدوده ۲ تا ۸ میلی گرم در لیتر می‌باشد. اگر مقادیر BOD رودخانه‌ای بیشتر از ۸ میلی گرم در لیتر

باشد، آن رودخانه به شدت آلوده محسوب می‌شود^{۲۸}. سازمان بهداشت جهانی استاندارد BOD و COD آب سطحی را ۵ ppm و ۱۵ ppm اعلام کردند^{۲۹} که در این تحقیق مقادیر BOD و COD آب رودخانه اعلاء بالاتر گزارش شده است. روستاهای همجوار و زمین‌های کشاورزی متعددی در مجاورت رودخانه اعلاء وجود دارند که از آب این اکوسیستم برای مصارف مختلف استفاده می‌کنند و احتمالاً رواناب‌های سطحی و خروجی پساب آن‌ها مجدداً وارد این رودخانه می‌شود^{۳۱،۳۲}، چنین به نظر می‌رسد که این مسئله باعث افزایش مقادیر BOD و COD آب رودخانه اعلاء شده است. بیشتر آب‌های طبیعی حاوی مقادیر کمی از ترکیبات آلی هستند و موجودات آبی از برخی از آن‌ها به‌عنوان غذا استفاده می‌کنند. میکروارگانیسم‌های موجود در آب‌های اکسیژن‌دار، از اکسیژن محلول برای تجزیه اکسیداتیو ترکیبات آلی استفاده کرده و از انرژی آزاد شده برای رشد و نمو و تولید مثل استفاده می‌کنند. جمعیت این میکروارگانیسم‌ها بستگی مقدار غذای موجود افزایش می‌یابد. این متابولیسم میکروبی تقاضای اکسیژن را ایجاد می‌کند که با مقدار ترکیبات آلی مفید غذایی متناسب است. تحت برخی شرایط، متابولیسم میکروبی می‌تواند اکسیژن محلول در آب را سریع‌تر از اکسیژن اتمسفری حل شده در آب، یا اکسیژن تولید شده توسط جلبک‌ها، سیانوباکترها و ماکروفیت‌ها، مصرف کند. ماهی‌ها و حشرات آبی ممکن است با کاهش اکسیژن توسط متابولیسم میکروبی بمیرند^{۴۱۳}. سختی کل آب رودخانه اعلاء در دامنه ۱۱۹۷-۲۳۵ میلی گرم بر لیتر به دست آمد که در با استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۵۰۰ میلی گرم بر لیتر) و استاندارد ملی ایران (۳۰۰ میلی گرم بر لیتر) بالاتر بود. سختی کل آب رودخانه در فصل تابستان بالاتر از فصل زمستان مشاهده شد ($P < 0.05$) و در فصل زمستان در ایستگاه ۵ و در فصل تابستان در ایستگاه ۳ بالاتر به دست آمد ($P < 0.05$). مقدار سختی آب به بستر جریان آب در سطح زمین و زیر زمین بستگی دارد. آب‌های نواحی آهکی سختی آب زیادتری نسبت آب‌های

نواحی سنگی و ماسه ای دارند. سختی آب در طول زمان نیز تغییرپذیر است. معمولاً سختی آب سطحی در فصل باران، در زمان کم آبی و فصول گرم و خشک، زیادتر می شود^{۳۳،۳۴}. سنگ‌هایی از نوع مارن و گچ نیز در حوضه مورد مطالعه وجود دارد که فرسایش سنگ‌های مارنی منجر به تولید ذرات ریزدانه رسی و سیلتی می شود. فرسایش سنگ‌های گچی که عمدتاً از نوع شیمیایی است منجر به تولید املاح گچی می گردد که این املاح در ایجاد تغییراتی در کیفیت آب رودخانه مؤثر است. همچنین فرسایش شیمیایی سنگ‌های آهکی نیز باعث افزایش میزان مواد آهکی در آب‌های رودخانه اعلاء می گردد^{۳۵}.

دامنه غلظت نیترات و فسفات در آب رودخانه اعلاء به ترتیب ۰/۲۵-۳/۹۸ میلی گرم بر لیتر و ۰/۱-۴/۲۸ میلی گرم بر لیتر به دست آمد که در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی و سازمان خواروبار و جهانی فائو (نیترات و فسفات ۱۰ و ۲ میلی گرم بر لیتر) و استاندارد ملی ایران (نیترات و فسفات ۵۰ و ۰/۲ میلی گرم بر لیتر) میزان فسفات بالاتر بود اما میزان نیترات پایین تر مشاهده شد. نیترات و فسفات آب رودخانه اعلاء در فصل تابستان در ایستگاه ۵ در پایین دست رودخانه بالاتر از بالادست رودخانه بود. نیترات و فسفات دو ترکیب مهمی هستند که توسط کودهای شیمیایی ایجاد و موجب آلودگی محیط از جمله منابع آب می شوند. در بررسی رودخانه زاینده رود با توجه به اینکه بخش عظیمی از ترکیبات فسفات و ازته توسط رواناب و زهکش کشاورزی وارد می شود، می توان انتقال مقدار زیادی از این ترکیبات را به پایین دست رودخانه و تالاب گاوخونی انتظار داشت^{۳۶} که نتایج این تحقیق را تایید می کند. عمده منابع ورود فسفر به محیط‌های آبی، پساب‌های خانگی به خصوص از طریق شوینده‌ها، کودهای شیمیایی ورودی به آب‌های برگشتی و پساب کشاورزی، فاضلاب‌های صنعتی و بقایای حیوانی و گیاهی می باشند^{۳۷}. فاضلاب‌های شهری، صنعتی و آب‌های برگشتی از طریق زهکش‌های کشاورزی، بقایای حیوانی و گیاهی منابع عمده فسفر وارد

شده به محیط‌های آبی هستند^{۳۸}. همچنین بهره‌برداری زیاد، فعالیت شدید کشاورزی و استفاده از کودهای شیمیایی و حیوانی، بارندگی نسبتاً زیاد، آبیاری بی‌رویه و در مواردی تراکم جمعیت همه از عواملی هستند که می توانند سبب آلودگی نیترات و فسفات آب رودخانه ها شود^{۳۹}.

در فصل زمستان پارامترهای هدایت الکتریکی و TDS ایستگاه ۴ بالاتر از ایستگاه های دیگر بودند ($P < 0/05$) و COD و TSS در ایستگاه ۱ بالاتر از ایستگاه‌های مورد مطالعه رودخانه اعلاء به دست آمدند ($P < 0/05$). افزایش مقادیر هدایت الکتریکی می تواند ناشی از تأثیر تبخیر آب رودخانه و نیز ورود جریان‌های آلوده کننده باشد (ستاری و همکاران، ۱۴۰۲). نیترات، فسفات و pH آب رودخانه اعلاء در ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصل زمستان اختلاف معنی - داری نداشتند ($P > 0/05$) و دو پارامتر BOD و DO در ایستگاه اول بالاتر از سایر ایستگاه‌های رودخانه اعلاء بودند ($P < 0/05$). در فصل تابستان بالاترین مقادیر pH، DO و فسفات به ترتیب در ایستگاه ۱، ایستگاه ۴ و ایستگاه ۵ به دست آمد ($P > 0/05$). هدایت الکتریکی، شوری، COD، BOD و TDS در ایستگاه ۵ نسبت به سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه رودخانه اعلاء بالاتر بودند ($P < 0/05$). همچنین سختی کل و کدورت در ایستگاه ۳ و TSS در ایستگاه ۴ نسبت به سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه رودخانه اعلاء بالاتر بودند ($P < 0/05$). بالا بودن غلظت پارامترها در ایستگاه ۱ را می توان به دلیل جهت جریان آب و انتقال آلاینده از محیط بالادست رودخانه به پایین دانست و بالا بودن غلظت پارامترها در ایستگاه های ۴ و ۵ رودخانه را می توان به علت مزارع کشاورزی و استفاده از کودهای آلی و معدنی و زهکش های ناشی از مزارع کشاورزی دانست^{۴۰}. بالا بودن کدورت آب در ایستگاه ۳ می تواند به دلیل ورود قیر و رنگ تیره آن در محل تلاقی رودخانه تلخ با رودخانه اعلاء باشد. همچنین بالا بودن غلظت پارامتر TDS در ایستگاه ۵ می تواند به دلیل ورود آلاینده‌های خانگی و کشاورزی و پسماندهای مختلف از بالادست تا پایین دست رودخانه

باشد^{۴۱}. بررسی‌ها نشان داده است از نظر مکانی در ایستگاه‌های مورد بررسی به طرف پایین‌دست رودخانه ارتکند شهر مشهد، افزایش پارامترهای BOD و COD در سطح یک درصد معنی‌دار است. ضمناً کاهش میزان اکسیژن محلول از نظر زمانی یعنی در فصول مختلف سال در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد^{۴۲} که نتایج پارامترهای COD، BOD و DO در آب رودخانه اعلاء در فصل زمستان و تابستان را تایید می‌کند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که میانگین غلظت شوری (P-value=۰/۰۲۱)، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) (P-value=۰/۰۰۴)، اکسیژن محلول (DO) (P-value=۰/۰۳۵۵)، کل املاح محلول (TDS) (P-value=۰/۰۴۳)، مواد جامد معلق (TSS) (P-value=۰/۰۰۲)، فسفات (P-value=۰/۰۰۵)، کدورت (P-value=۰/۰۲۲) و سختی کل (P-value=۰/۰۱۴) آب رودخانه اعلاء در دو فصل زمستان و تابستان اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). میانگین مقادیر اسیدیته (pH) (P=۰/۲۷۵)، هدایت الکتریکی (EC) (P-value=۰/۰۸۲۲)، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD) (P-value=۰/۰۳۵۵) و نیتрат (P-value=۰/۰۶۴) در آب رودخانه اعلاء در دو فصل زمستان و تابستان اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). پارامتر BOD در فصل تابستان در دو ایستگاه ۴ و ۵ بالاتر از فصل زمستان بود. علت این مسئله پایین بودن سطح ورودی آب رودخانه اعلاء در فصل تابستان می‌باشد که به سمت پایین دست رودخانه به علت ورود آلاینده‌های مختلف پارامترهای کیفی کاهش می‌یابد^{۴۳}. نتایج حاصل از بررسی داده‌ها بر روی رودخانه سیمره نشان داد که افزایش غلظت پارامترهای اندازه‌گیری شده بر اثر ورود پساب‌های کشاورزی ناشی از زمین‌های حاشیه رودخانه به آن می‌باشد و همچنین غلظت آلاینده‌ها در فصول پر باران کاهش و در فصول خشک افزایش می‌یابد. در تحقیقی غلظت هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای در آب‌های سطحی رودخانه اعلاء بررسی شدند که نتایج نشان داد مقادیر

ترکیبات نفتالن، پیرن، بنزوپیرن، فلورین، فنانتین، آنتراسن، اسفتن، اسفتالن و فلورانتین در آب پایین تر از حد مجاز استاندارد آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا بوده است. اما با توجه به ورود عینی ترکیبات نفتی در آب و وجود آثار آن در بدنه رودخانه احتمال اینکه نوع ترکیبات نفتی با آنچه در این تحقیق بوده متفاوت است و اصول درست کار، این است که از ابتدای کار از برش نفتی آن محل اطلاع حاصل می‌شد و سپس به دنبال وجود آن ترکیبات تحقیق و آنالیز انجام داده می‌شد^{۴۱}. همچنین در مطالعه دیگری بر روی کیفیت آب رودخانه زرد، تلخ و اعلاء پژوهشگران گزارش کردند که شاخص کیفیت آب در ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نداشتند^{۴۲}.

نتیجه‌گیری

مقادیر کدورت، سختی کل، هدایت الکتریکی، فسفات، TDS، BOD و COD آب رودخانه اعلاء در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی و استاندارد ملی ایران بالاتر بود، اما مقادیر نیترات و pH در آب رودخانه اعلاء در مقایسه با حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی و استاندارد ملی ایران پایین‌تر به دست آمد. با توجه به مقایسه مقادیر پارامترهای کیفی آب با استانداردهای ایران و سازمان بهداشت جهانی می‌توان چنین بیان کرد که آب رودخانه اعلاء برای مصارف کشاورزی، باغبانی، آبی‌پروری و خانگی مناسب می‌باشد، اما برای مصرف آشامیدنی مناسب نمی‌باشد. با توجه با نتایج این تحقیق پیشنهاد می‌گردد آلودگی فلزات سنگین در فصول مختلف سال در آب، رسوبات، ماهیان و گیاهان آبی رودخانه اعلاء بررسی شود. همچنین با توجه به وجود منشأ قیر در رودخانه اعلاء ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک و آلیفاتیک آب، رسوبات و ماهیان بررسی شود. با توجه به وجود مزارع کشاورزی متعدد در حاشیه رودخانه اعلاء، سموم علف کش و آفت کش موجود در آب و ماهیان بررسی شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز با عنوان " بررسی آلودگی فلزات سنگین ناشی از پوشش قیر در چشمه

قیرماتین بر روی رودخانه اعلاء" استخراج شده است. نویسندگان مقاله از معاونت پژوهشی و همه همکاران و اساتید گرامی که در مراحل مختلف انجام این تحقیق همکاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

References

- Kanwal H, Raza A, Zaheer MS, Nadeem M, Ali HH, Manoharadas S, Rizwan M, Kashif MS, Ahmad U, Ikram K, Riaz MW. Transformation of heavy metals from contaminated water to soil, fodder and animals. *Scientific Reports*. 2024;14(1):11705.
- Gill JC, Manklow J, Mills K. The role of Earth and environmental science in addressing sustainable development priorities in Eastern Africa. *Environmental Development*. 2019;30:3-20.
- Konapala G, Mishra AK, Wada Y, Mann ME. Climate change will affect global water availability through compounding changes in seasonal precipitation and evaporation. *Nature communications*. 2020;11(1):3044.
- Tortajada C. Contributions of recycled wastewater to clean water and sanitation Sustainable Development Goals. *NPJ Clean Water*. 2020;3(1):22.
- Sdiri A, Pinho J, Ratanatamskul C. Water resource management for sustainable development. *Arabian Journal of Geosciences*. 2018;11:1-2.
- Kummu M, Guillaume JH, de Moel H, Eisner S, Flörke M, Porkka M, Siebert S, Veldkamp TI, Ward PJ. The world's road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. *Scientific reports*. 2016;6(1):1-6.
- Mekonnen MM, Hoekstra AY. Four billion people facing severe water scarcity. *Science advances*, 2 (2), e1500323.
- Boretti A, Rosa L. Reassessing the projections of the world water development report. *NPJ Clean Water*. 2019;2(1):15.
- Sharma R, Agrawal PR, Kumar R, Gupta G. Current scenario of heavy metal contamination in water. *Contamination of Water*. 2021:49-64.
- Saita S, Pan-Num W, Phuanukoonnon S, Sriwichai P, Silawan T, White LJ, Parker DM. Human population movement and behavioural patterns in malaria hotspots on the Thai-Myanmar border: implications for malaria elimination. *Malaria Journal*. 2019;18:1-4.
- Zacharia JT. Degradation pathways of persistent organic pollutants (POPs) in the environment. *Persistent organic pollutants*. 2019:17-30.
- Zaidi Z, Siddiqui SI, Fatima B, Chaudhry SA. Synthesis of ZnO nanospheres for water treatment through adsorption and photocatalytic degradation: modelling and process optimization. *Materials Research Bulletin*. 2019;120:110584.
- Fatima B, Siddiqui SI, Nirala RK, Vikrant K, Kim KH, Ahmad R, Chaudhry SA. Facile green synthesis of ZnO-CdWO₄ nanoparticles and their potential as adsorbents to remove organic dye. *Environmental Pollution*. 2021;271:116401.
- Alam R, Ahmed Z, Howladar MF. Evaluation of heavy metal contamination in water, soil and plant around the open landfill site Mogla Bazar in Sylhet, Bangladesh, Groundwater for Sustainable Development, 10, 100311.
- Prakash BO. Health risks of potentially toxic metals contaminated water. *Heavy Metal Toxicity in Public Health*; Kanayochukwu Nduka, J., Nageeb Rashed, M., Eds. 2020. 63 P.
- Abdulla NK, Siddiqui SI, Fatima B, Sultana R, Tara N, Hashmi AA, Ahmad R, Mohsin M, Nirala RK, Linh NT, Bach QV. Silver based hybrid nanocomposite: A novel antibacterial material for water cleansing. *Journal of Cleaner Production*. 2021;284:124746.
- Flandroy L, Poutahidis T, Berg G, Clarke G, Dao MC, Decaestecker E, Furman E, Haahtela T, Massart S, Plovier H, Sanz Y. The impact of human activities and lifestyles on the interlinked microbiota and health of humans and of ecosystems. *Science of the total environment*. 2018;627:1018-38.
- Baluti H, Yaquzadeh G.R. Classification of surface water and underground water in terms of drinking, agriculture and industry (case study of Sidon River, Alaa and Chah Golal Dopran and Seyed Behzad seepage). *Journal of Water Sciences and Engineering*, 2018;9(23):57-70. [In Persian].
- Farhadi N, Orak N, Bani Naimah, S. Investigating the causes of the change of the Alla River in Ramhormoz Alluvial Cone. The 5th National Conference on Geomorphology and Environmental Challenges, Mashhad, 2017;5 p. [In Persian].
- Khazimanejad H, Khademi Kh, Rezanian AR., Sabzivand, Sh. Use of roller concrete technology in the construction of river breakwaters, case study: Alaa river organization plan in Khuzestan. 9th International Seminar on River Engineering, Ahvaz, 2012;9 pages. [In Persian].
- Taghipour Sh, Hasanzadeh M, Hosseini Sarqin, S. Introduction of flora, biological form and geographical distribution of Ala and Rudozard region of Khuzestan province. *Journal of Taxonomy and Biosystematics*, 2011;3(9):15-30. [In Persian].
- Baird R, Rice E, Eaton A. Standard methods for the examination of water and wastewaters. *Water Environment Federation, Chair Eugene W. Rice, American Public Health Association Andrew D. Eaton, American Water Works Association*. 2017;1:71-90.
- Nasralchzadch Saravi H, Ramin M, Vahedi F, Kharck A, Dostdar M. Determining parameters affecting water quality of Ares River by principal component test method. *Caspian Sea Aquatic Journal*, 2017;7: 1-10. [In Persian].
- Aghaei M, Heshmatpour A, Qare Mahmudlou M, Seyedian, S.M. Checking the water quality of Chehalchai river using IRWQIsc index. *Environmental Science and Technology Quarterly*, 2019;22 (5):166-153. [In Persian].
- Alam MG, Jahan N, Thalib L, Wei B, Maekawa T. Effects of environmental factors on the seasonally change of phytoplankton populations in a closed freshwater pond. *Environment International*. 2001;27(5):363-71.
- Tiwari A, Chauhan SV. Seasonal phytoplanktonic diversity of Kitham lake, Agra. *Magnesium*. 2006;7(17.5):8-5.
- Beamud SG, Diaz MM, Baccalá NB, Pedrozo FL. Analysis of patterns of vertical and temporal distribution of phytoplankton using multifactorial analysis: Acidic Lake Cavihue, Patagonia, Argentina. *Limnologica*. 2010;40(2):140-7.
- Gupta N, Yadav KK, Kumar V, Singh D. Assessment of physicochemical properties of Yamuna River in Agra City. *International Journal of ChemTech Research*. 2013;5(1):528-31.

29. Vesali Nasch MR, Noori R, Berndtsson R, Adamowski J, Sadatipour E. Groundwater pollution sources apportionment in the Ghaen Plain, Iran. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018;15(1):172.
30. Shafii Mutalq Kh, Por Hemmat J, Sedqi H, Hosseini M. Investigating the impact of land use changes on the water quality of Maron River using RS and GIS. *Environmental Geology Quarterly*, 2015;9(31): 86-69. [In Persian].
31. Barati Gandamkar P, Hassounizadeh H, Hosseini Zare N, Saadat, N. Investigating oil pollution in Ala and Talkhab rivers, Ramhormoz city. 9th International Seminar on River Engineering, Ahvaz, 2013; 8 pages. [In Persian].
32. Ghasemian N, Ghasemian M.A. Investigating the water quality of Ala Ramhormoz river based on water quality indicators (W.Q.I) and GIS system. The second national conference on water and hydraulic structures, Dezful, 2018; 7 P. [In Persian].
33. Shirvani Mahdavi A, Pasdar, H. Investigating the physicochemical parameters and heavy elements in Jajrud river water in Parchin area. *Journal of Marine Science and Technology Research*, 2010;5 (2): 1-14. [In Persian].
34. Bab Al-Hakmi A, Gholami Sefid Kohi M.A. Analysis of Talar river water quality using multivariate techniques. *Watershed Management Journal*, 2018; 9 (18): 259-250. [In Persian].
35. Studies on the organization plan of the Ala River. 2008. Geological and morphological studies report. The fourth volume. Ministry of Energy, Water and Electricity Organization of Khuzestan Province, Arvand Green Consulting Engineering Company. 97 p. [In Persian].
36. Rahmani H.R, Mamanposh A.R. Investigating the situation of nitrates and phosphates in the Zayandeh River. 10th Congress of Soil Sciences of Iran, Karaj. 2007; 9 P. [In Persian].
37. Agbazue VE, Ekere NR, Shaibu Y. Assessment of the levels of phosphate in detergents samples. *International Journal of Chemistry Science*, 2015;13(2):771-85.
38. Tyrrell T, Law CS. Low nitrate: phosphate ratios in the global ocean. *Nature*. 1997;387(6635):793-796.
39. Isiuku BO, Enyoh CE. Pollution and health risks assessment of nitrate and phosphate concentrations in water bodies in South Eastern, Nigeria. *Environmental Advances*. 2020;2:100018.
40. Ebrahimian Najafabadi M, Ildurni A, Mortazavi S, Mohammadi Manesh A. Investigating water quality parameters of Gamasiab river in Kermanshah province. 7th National Conference and 5th International Conference on Environmental Sciences, Agriculture and Natural Resources, Hamadan, 2022;9 pages. [In Persian].
41. Khalili R, Parvinnia M, Zali, A. Evaluation of water quality of Garmarood River using National Health Foundation Water Quality Index (NSFWQI), River Pollution Index (RPI) and Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI). *Journal of Environmental and Water Engineering*. 2020; 6(3): 284-274. [In Persian].
42. Bagharian Kalat A, Lashkaripour G.R, Ghafouri M, Hafzi Moghads N, Ghazanchian G, Ghafourian R. Investigating spatial and temporal changes in the water quality of the Artakand River caused by the effluent of fish farms. *Journal of Watershed Engineering and Management*, 2013;5(4): 254-243. [In Persian].

Investigating the effect of Mamatin bitumen springs on the physical and chemical parameters of Alla River water in Ramhormoz city

Seyedeh Razieh Pourmousavi¹, Azita Koshafar^{1*}

1. Department of Environmental Sciences and Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Email: azitakoosh1348@gmail.com

Received: 10 October 2024, Accepted: 7 December 2024

ABSTRACT

Background: Rivers are the main natural resources for humans and have a very important role in human life. This research was carried out with the aim of investigating the physical and chemical parameters caused by entry of bitumen layers in the springs of Mamatin on the water of Alla River in Ramhormoz city.

Methods: In this research, the study area of Alla River starts from the exit of the river from the Chuvil River and ends at the connection point of the Alla River with the Maron River, and 5 study stations were selected. Water samples were prepared according to the standard method of American Environmental Health Association. Water samples were collected systematically and planned from each station with 3 repetitions in summer (July) and winter (February) of 2023. In other words, a total of 30 water samples were prepared from 5 stations with 3 repetitions in two seasons.

Results: The mean square and sum of square analysis of variance (ANOVA) of the data showed a significant difference in pH concentration ($P=0.873$), electrical conductivity ($P=0.943$), BOD ($P=0.297$), COD ($P=0.928$), DO ($P=0.893$), TSS ($P=0.739$), phosphate ($P=0.355$), total hardness ($P=0.212$) and turbidity ($P=0.540$) were not observed ($P>0.05$). In winter, electrical conductivity ($2163.35\mu\text{S}/\text{cm}$) and TDS (980.16 ppm) in station 4 were higher than other stations ($P<0.05$) and COD (63.56 ppm) and TSS (41 ppm) in Station 1 were obtained higher than the studied stations of Alla River ($P<0.05$). In the summer season, electrical conductivity ($1941.44\mu\text{S}/\text{cm}$), salinity (352.56 ppm), COD (43 ppm), BOD (19.63 ppm) and TDS (1242.67 ppm) in the fifth station compared to other stations. The studied values of Alla River were higher ($P<0.05$).

Conclusion: According to the comparison of water quality parameters with the standards of Iran and World Health Organization, it can be said that the water of Alla River is suitable for agricultural, horticultural, aquaculture and household purposes, but it is suitable for drinking.

Keywords: water quality, chemical properties of water, physical parameters of water, Alla River