

## تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی آب در رودخانه لاسم در شهرستان آمل

مائده اکبری<sup>۱</sup>، آریتا بهبهانی نیا<sup>۲\*</sup>، شهرزاد خرم نژاد<sup>۳</sup>

behbahani@riau.ac.ir

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند، دماوند، ایران

۲- استادیار گروه محیط زیست واحد رودهن دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

۳- استادیار گروه محیط زیست واحد دماوند دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران

### چکیده

کیفیت منابع آب با گذشت زمان، بر اثر عوامل طبیعی و انسانی در هر منطقه دچار تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌شود که بیشتر این تغییرات به صورت کاهشی هستند. پایش کیفی و کمی آب نقش مهمی در مدیریت پایدار اکوسیستم‌های رودخانه‌ای دارد. رودخانه لاسم یکی از مهم‌ترین منابع آب‌های سطحی شهرستان آمل و از تغذیه‌کننده‌های اصلی رودخانه هراز به‌شمار می‌رود. در این پژوهش بر حسب امکان دسترسی و نزدیکی به زمین‌های کشاورزی و مناطق روستایی پنج ایستگاه در طول مسیر رودخانه در نظر گرفته شد و نمونه برداری در دو فصل تابستان و پاییز سال ۱۳۹۴ صورت گرفت. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در نمونه‌های آب (pH, T, EC, TDS, TS, DO, BOD5, NO3, PO4 و FC)، به روشهای استاندارد تعیین شد. نتایج نشان داد، میزان کل جامدات، اکسیژن خواهی بیولوژیک، یون نیترات و فسفات و کلیفرم مدفوعی روند افزایشی در مسیر رودخانه داشته و کیفیت آب رودخانه لاسم در فصل تابستان به طور قابل توجهی کمتر از پاییز بود. آلوده ترین ایستگاه، ایستگاه پنجم (در محل پیوستن رودخانه لاسم به هراز) به‌شمار می‌رود. مقایسه کمیت‌های اندازه‌گیری شده با مقادیر استاندارد نشان داد، اکسیژن محلول در اکثر ایستگاهها در زمان‌های نمونه برداری کمتر از حد مجاز استاندارد رودخانه هاست. که احتمالاً ورود پسابهای کشاورزی و مزارع پرورش ماهی و فاضلاب مناطق روستایی می‌تواند از دلایل آن باشد. از مقایسه سایر کمیت‌های اندازه‌گیری شده با مقادیر استاندارد می‌توان اظهار داشت رودخانه در شرایط مناسبی قرار دارد.

واژگان کلیدی: آلودگی، اکسیژن محلول، کلیفرم، هراز، لاسم

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۰۷/۰۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۱۱/۲۴

## ۱-مقدمه

رودخانه‌ها جزء کوچکی از آب‌های جاری جهان هستند که از اجزای حیاتی چرخه هیدرولوژیک محسوب می‌شوند و هر سال ۳۷ تا ۳۲ کیلومتر مکعب آب به اقیانوس‌ها منتقل می‌کنند [۱]. آب‌های جاری از مهم‌ترین منابع آب هستند که نقش مهمی در تأمین آب مورد نیاز فعالیت‌های مختلف مانند کشاورزی، صنعت، شرب و تولید برق دارند. با این وجود رودخانه‌ها بیش از آب‌های دیگر در معرض آلودگی قرار دارند. رشد جمعیت جهان در دهه‌های اخیر و افزایش تقاضا برای مواد غذایی و نیز بالا رفتن سطح بهداشت سبب افزایش سرانه مصرف آب و فشار بر منابع آب موجود شده است. متأسفانه در کشور ما از آغاز ورود کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات و بیماری‌های گیاهی به عرصه تولیدات کشاورزی، توازن بین آنچه مورد نیاز بوده و آنچه مصرف شده وجود نداشته است، بنابراین مصرف بی‌رویه مواد شیمیایی در کشاورزی، باعث افزایش شدت آلودگی منابع آبی که در گذر از شهرها و روستاها به اندازه کافی آلوده شده‌اند، می‌شود [۲]. تخریب منابع آب به منزله‌ی تخریب پایه‌های توسعه است. آب یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن حاضر بشریت است که می‌تواند سرآغاز بسیاری از تحولات مثبت و منفی جهان قرارگیرد. خلا بین توان تأمین آب و شدت تقاضا، بحران آفرین می‌باشد.

اهمیت مدیریت آب، هم‌پای مدیریت توسعه است [۳]. حفاظت و استفاده بهینه از منابع آب از اصول توسعه پایدار هر کشور می‌باشد. بسیاری از برنامه‌ریزی‌های منابع آب در کشورها بر اساس ظرفیت بالقوه منابع آب سطحی می‌باشد. آگاهی از کیفیت منابع آب یکی از نیازمندی‌های مهم در برنامه‌ریزی و توسعه منابع آب و حفاظت و کنترل آن‌ها می‌باشد. برنامه‌ریزی و اجرای طرح‌های توسعه و تصمیم‌گیری در امر مدیریت کلان منابع آب، مستلزم شناسایی و تعیین ظرفیت‌های بهره‌برداری از منابع آب و شناخت ویژگی‌های کمی و کیفی آن‌ها می‌باشد [۲]. خصوصیات کیفی آب از مؤلفه‌هایی است که ضرورت لحاظ آن در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و همچنین ارزیابی سلامت حوضه آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی در آن کاملاً احساس شده است [۴]. در مدیریت یکپارچه آب، حفظ

کیفیت آب به ویژه در مناطقی که با محدودیت نسبی منابع آب مواجه هستند، به عنوان یکی از ارکان برنامه‌ریزی مطرح می‌باشد. رودخانه‌ها جدا از تغییرات طبیعی خود دستخوش دگرگونی‌های زیادی می‌باشند. عناصر و ترکیبات مختلفی در آب‌ها وجود دارند که روی کیفیت شیمیایی و فیزیکی مؤثر می‌باشند. در این میان بررسی آنیون‌ها و کاتیون‌ها می‌تواند بسیاری از ویژگی‌های آب را نشان داده و به کمک آن‌ها، سایر مشخصات آب نیز تعیین گردد. کمیت‌های فیزیکوشیمیایی مؤثر در آب‌ها شامل مواردی مانند یونهای فلوئور، کلر، سدیم، سولفات، آهن، سختی کل، جامدات محلول و هدایت الکتریکی می‌باشد [۵]. با توجه به آن‌که عوامل انسانی (آلاینده‌های صنعتی و کشاورزی) موجب افزایش غلظت آلاینده‌ها در آب رودخانه می‌گردند و با فرض آن‌که مکانیزم‌های طبیعی نظیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خودپالایی رودخانه‌ها سهم عمده در کنترل و یا تشدید این غلظت‌ها خواهند داشت، اولین قدم در تعیین کیفیت آب رودخانه‌ها، کسب آگاهی از تغییرات کیفی آب رودخانه‌ها در ابعاد زمان و مکان و همچنین مشخص نمودن منابع اصلی و انواع آلوده‌کننده‌های آب می‌باشند [۶] به عبارت دیگر برای جلوگیری از تأثیرات سوء زیست محیطی ناشی از توسعه بر روی یک رودخانه، بررسی وضعیت فیزیکوشیمیایی و آلاینده‌های آن رودخانه ضروری می‌باشد [۷]. امروزه کمتر رودخانه‌ای را می‌توان در استان مازندران یافت که بر اثر نفوذ و یا نشت فاضلاب‌ها آلوده نشده باشد. در این راستا به دلیل بالا بودن سطح آبهای زیرزمینی خطر نفوذ انواع پساب‌ها و در نتیجه آلوده شدن منابع آب و خاک بیشتر است. در بیش از ۸۰ رودخانه مازندران آلاینده‌ها از طریق فاضلاب شهری و خانگی سرازیر می‌شوند. این رودخانه‌ها تا سه دهه پیش از آبی زلال و سرشار از انواع آبزیان و ماهیان برخوردار بودند [۳]. در این مقاله خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بررسی روند تغییرات شاخص‌های کیفی آب در مسیر رودخانه لاسم و ارزیابی میزان آلودگی رودخانه بررسی شده است. رودخانه لاسم واقع در استان مازندران یکی از شعبات رود هراز بوده که از ارتفاعات ۳۰۵۰ متری کوه‌های قره داغ البرز مرکزی در ۸۵ کیلومتری جنوب

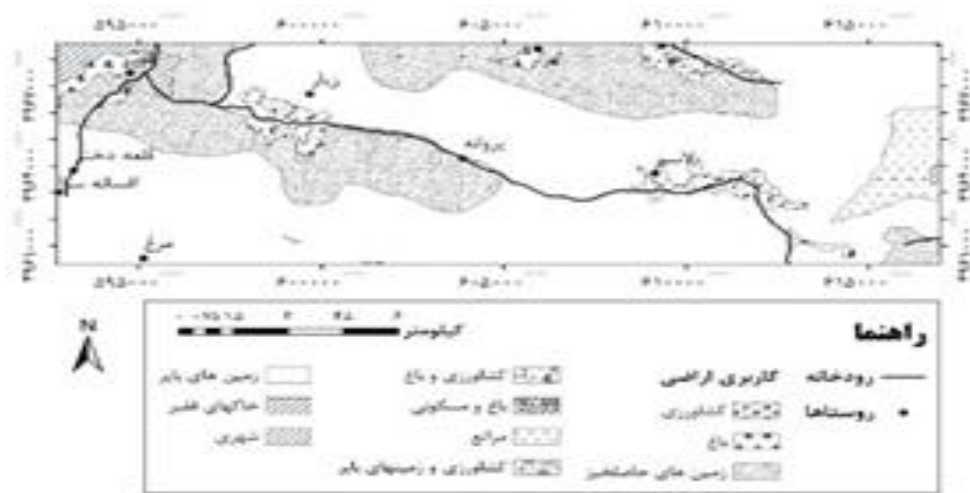
ایستگاه یکی در بالادست روستای لاسم، سه ایستگاه در طول رودخانه (در مناطقی که احتمال آلودگی آب باشد نظیر مناطق نزدیک به روستاها و سکونتگاه‌های انسانی، باغات و زمین‌های کشاورزی، صنایع آلاینده و ورودی‌های رودخانه هراز بر حسب امکان دسترسی) و ایستگاه پنجم در پایین دست پلور و محل پیوستن آن به رودخانه هراز انتخاب گردیده و سپس در طول دوره‌ی آماری موردنظر دو بار نمونه‌برداری یک بار در تابستان و دیگری در پاییز سال ۱۳۹۴ از هریک از ایستگاه‌ها طبق روش‌های استاندارد انجام گرفت و برای هر ایستگاه پارامترهای درجه حرارت، pH، EC، کدورت، مواد جامد محلول، مواد جامد معلق، DO، BOD<sub>5</sub>، NO<sub>3</sub><sup>-</sup> و PO<sub>4</sub><sup>-</sup> کلی‌فرم مدفوعی اندازه‌گیری گردید و نتایج حاصل با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی جهت آب رودخانه و آب آشامیدنی مقایسه گردید

## ۲- مواد و روشها

### ۲-۱ منطقه مورد مطالعه

رودخانه لاسم واقع در ۴۰° ۵۲' طول شرقی و ۵۱° ۴۸' عرض شمالی، با طول تقریبی ۲۳ کیلومتر واقع در استان مازندران از ارتفاعات ۳۰۵۰ متری کوه‌های قره داغ البرز واقع در ۸۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان آمل سرچشمه می‌گیرد و پس از گذر از روستاهای لاسم و زیار، در روستای پلور به رودخانه هراز می‌پیوندد (شکل ۱). عمده مسیر این رودخانه از بین باغات و زمین‌های کشاورزی بوده و در بخش‌های سنگلاخی از زمین‌های بایر عبور می‌کند. اختلاف ارتفاعی ابتدا و انتهای این رودخانه در حدود ۸۰۰ متر بوده و بنابراین با شیب میانگین ۴ درصد در مسیر خود حرکت می‌کند. در طی مسیر این رودخانه، بر خلاف رودخانه هراز تعداد پرورشگاه‌های ماهی بسیار کمتر است. گرچه تعداد حوضچه‌ها رو به افزایش است. در این منطقه از نظر اقلیمی دارای تابستانهای گرم و خشک و زمستانهای سرد و مرطوب است. میانگین سالانه دما در این منطقه ۵/۶ درجه سانتیگراد و میانگین بارندگی سالانه آن ۵۳۲/۴ میلی‌لیتر می‌باشد. بنابراین، زمان نمونه‌گیری در دو ماه شهریور و آذر از نظر اقلیمی دو فصل گرم و خشک، و سرد و مرطوب قرار می‌گیرد.

غربی شهرستان آمل سرچشمه گرفته و ضمن عبور از دره‌های شمالی کوه‌های قره داغ و میانرود، در پلور به رودخانه هراز می‌ریزد. بررسی وضعیت موجود این رودخانه نشان می‌دهد در حوضه آبریز این رودخانه باتوجه به کوهستانی و صعب‌العبور بودن آن تخریب و تجاوزات کمتری صورت گرفته است با این وجود در سراسر مسیر آن، منابع آلاینده متفاوت شامل فاضلاب‌های شهری حاصل از روستاها و مناطق مسکونی پیرامون، فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی و دامداری و نیز پساب‌های مزارع پرورش ماهی واقع در رودخانه هراز موجب آلودگی آن می‌گردند. دبی متوسط رودخانه لاسم ۲۵ لیتر بر ثانیه و طول آن ۲۳ کیلومتر است. این رودخانه دائمی هیچ زمانی بدون آب نیست و به همین علت آمادگی هر نوع زراعت کوهستانی در آن وجود دارد. اراضی کشاورزی و باغات در دو طرف رودخانه لاسم وجود دارد. از صنایع واقع در مسیر رودخانه می‌توان به کارخانه سیمان واقع در ابتدای کوه لاسم اشاره نمود. از این رودخانه برای کاربری کشاورزی و تأمین آب مورد نیاز باغات استفاده می‌گردد. از مشکلات اطراف حوضه آبریز رودخانه، فرسایش، تخریب مراتع، چرای بی‌رویه دام، ساخت‌وسازهای غیرمجاز در حریم رودخانه، وجود صنایع، مزارع و زمین‌های کشاورزی، مزارع پرورش ماهی، رانش زمین و نیز خاکبرداری غیر اصولی از منطقه را می‌توان نام برد [۸]. رودخانه لاسم یکی از مهم‌ترین منابع آب‌های سطحی شهرستان آمل و یکی از تغذیه‌کننده‌های اصلی رودخانه هراز به‌شمار می‌رود، رودخانه لاسم در سالیان اخیر به دلیل رشد و توسعه پیرامون آن و پارامترهای مربوطه (افزایش جمعیت، افزایش ساخت‌وسازهای بی‌رویه و غیرمجاز، رشد و توسعه صنایع، گسترش باغات و زمین‌های کشاورزی، حفاری چاه‌های غیرمجاز و...) دچار افت کیفی و کمی شده است. از سوی دیگر با توجه به مشکل کم‌آبی اهمیت مدیریت منابع آب در این منطقه را به‌منظور تعیین وضعیت کیفی منابع آب و عوامل آلوده‌کننده آن و اتخاذ راهکارهای مناسب جهت جلوگیری از کاهش کیفیت آب و یا بهبود آن و نیز جلوگیری از اقداماتی که سلامت منابع آبی ما را به خطر می‌اندازند بیش از پیش آشکار می‌سازد. در این مقاله به‌منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب این رودخانه با توجه به طول تقریبی ۲۳ کیلومتری آن ۵



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه و کاربری حریم رودخانه لاسم

## ۲-۲ نمونه برداری

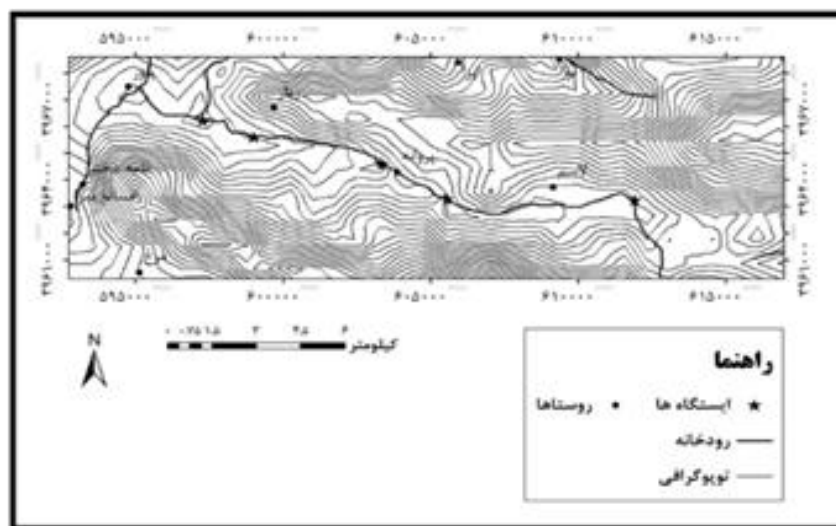
جهت انجام این بررسی پنج ایستگاه در مسیر این رودخانه از بالادست روستای لاسم تا ورودی آن به رودخانه هراز مشخص گردید (شکل ۲). اولین ایستگاه در بالای روستای لاسم در طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ۶۱۱۹۰۳ و ۳۹۶۳۲۶۰ متر (بر اساس مختصات UTM زون ۳۹) و در ارتفاع ۲۷۰۰ متری از سطح دریا، دومین ایستگاه قبل از بخش پروانه در طول و عرض جغرافیایی ۶۰۵۵۴۷ و ۳۹۶۳۲۳۸ متر و در ارتفاع ۲۶۰۰ متری از سطح دریا، ایستگاه سوم بعد از بخش پروانه در طول و عرض جغرافیایی ۶۰۳۳۰۲ و ۳۹۶۴۶۱۶ متر و در ارتفاع ۲۴۶۵ متر از سطح دریا، ایستگاه چهارم نزدیک به روستای زیار در طول و عرض جغرافیایی ۵۹۸۹۹۰ و ۳۹۶۵۶۳۹ متر و در ارتفاع ۲۳۲۰ متر از سطح دریا، و ایستگاه پنجم در محل پیوستن رودخانه به رود هراز در طول و عرض جغرافیایی ۵۹۷۲۷۸ و ۳۹۶۶۱۹۴ متر و در ارتفاع ۲۲۳۰ متر از سطح دریا واقع هستند.

ایستگاههای ۴ و ۵ دارای کاربری کشاورزی هستند. برای نمونه برداری از ظرفهای ۴ لیتری از جنس پلی اتیلن که به مدت یک شبانه روز اسید کلریدریک رقیق در آنها ریخته شده بود، استفاده گردید. قبل از نمونه برداری ظروف با آب مقطر شسته و در موقع نمونه برداری نیز با نمونه مورد نظر شسته شد. کمیت های دما، EC، pH با استفاده از دستگاه مولتی پارامتر هک (Hack Co.) در محل نمونه برداری مورد اندازه گیری قرار گرفتند. سایر

کمیت ها پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه و به روش های استاندارد (۹) مورد اندازه گیری قرار گرفت. برای اندازه گیری کل جامدات (TS)، مقدار ۱۰۰ میلی لیتر نمونه آب در ظروف سرامیکی که از قبل وزن آنها تعیین شده، ریخته و در آن با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرارداد شد و با توزین دوباره ظرف، وزن جامدات معلق با تعیین وزن رسوب به بدست آمد. برای تعیین کل جامدات معلق (TSS)، از یک فیلتر ۲ میکرون از جنس الیاف شیشه استفاده شد و با محاسبات وزنی کل جامدات معلق تعیین شد. برای تعیین، کل جامدات محلول (TDS)، وزن کل جامدات معلق را از وزن کل جامدات کسر کرده، مقدار جامدات محلول تعیین شد. برای سنجش کدورت (T) از روش نفولومتری و دستگاه کدورت سنج Hanna مدل ۹۸۷۰۳-۰۱ استفاده شد، برای تعیین اکسیژن محلول (DO) از روش وینکلر استفاده شد، برای اندازه گیری اکسیژن خواهی بیولوژیک پنج روزه ( $BOD_5$ ) نمونه ها به مدت ۵ روز در محیط گرم و تاریک قرار گرفته و پس از این مدت اکسیژن محلول به روش وینکلر اندازه گیری شد. برای تعیین یون نیترات ( $NO_3^-$ )، از دستگاه اسپکتروفتومتر طول موج ۲۱۰ نانومتر استفاده شد، برای اندازه گیری یون فسفات ( $PO_4$ )، به نمونه ها، مولیبدات آمونیم و کلرید قلع اضافه کرده و با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Genway6305 در طول موج ۶۹۰ نانومتر مقدار جذب تعیین و با استفاده از منحنی استاندارد غلظت یون فسفات

درجه سانتیگراد در انکوباتور قرار داده شده و در نهایت با استفاده از میکروسکوپ تعداد و فراوانی آنها تعیین شد (۹).

در نمونه ها تعیین شد. و برای تعیین کلیفرم مدفوعی (FC)، تعداد کلیفرم ها در آب به روش اندازه گیری ۷ ساعته مورد شمارش قرار گرفتند. محیط کشت آماده و پس از تنظیم دما و pH، برای مدت ۷ ساعت در دمای



شکل (۲): نقشه ی موقعیت ایستگاه های مورد اندازه گیری در مسیر رودخانه لاسم

درصدی دارای نوسانات زیادی در این ماه بوده است. میزان کل جامدات معلق و کل جامدات محلول نیز به ترتیب با میانگین های ۷۸/۹ و ۵۶/۸ میلیگرم بر لیتر دارای نوسانات زیادی در طی مسیر رودخانه بوده اند. کدورت آب با میانگین ۰/۲۸۴ NTU و ضریب تغییرات ۴۰ درصدی نیز تغییرات بالایی داشته است. مقدار اکسیژن محلول نیز با میانگین ۴/۰۹ میلیگرم بر لیتر دارای بیشینه ۳/۱ و کمینه ۵/۶ میلیگرم بر لیتر در شهریورماه بوده است. اکسیژن خواهی بیولوژیک نیز با کمینه ۰/۱ و بیشینه ۱/۷۶ میلیگرم بر لیتر تغییرات بسیار زیادی داشته و به طور متوسط ۱/۱۹۴ میلیگرم بر لیتر اندازه گیری شد. میزان یون نترات موجود در آب در شهریورماه در حدود ۱/۹۴ میلیگرم بر لیتر اندازه گیری شد که کمترین میزان آن ۱/۵ و بیشترین میزان آن ۲/۲ میلیگرم بر لیتر بود. میزان یون فسفات نیز با تغییرات زیاد در حدود ۰/۰۴۴ میلیگرم بر لیتر بوده که کمینه و بیشینه آن به ترتیب ۰/۰۱۵ و ۰/۰۶۲ میلیگرم بر لیتر بود.

### ۳- نتایج

نتایج آماره های توصیفی اندازه گیری های انجام شده در رودخانه لاسم در شهریورماه در جدول (۱) ارائه شده است. این داده ها نشان می دهد که دمای آب به طور میانگین در شهریورماه ۱۴/۷ درجه سانتیگراد بوده که کمینه آن ۱۳ درجه و بیشینه آن ۱۶/۸ درجه سانتیگراد می باشد. این پارامتر با ضریب تغییرات کمتر از ۱۰ درصد بیانگر تغییرات کم دما در طی رودخانه است. مقدار pH نیز در حالت عادی قرار داشته و در شهریورماه در حدود ۷/۹۳۴ بوده و با ضریب تغییرات ۲/۲۳ درصدی دارای حداقل ۷/۷۴ و حداکثر ۸/۲۳ بوده است. اما میزان EC در شهریورماه با مقدار ۳۷۳/۹ میکروموس بر سانتیمتر با ضریب تغییرات ۲۳ درصد و دامنه ۲۱۸ تا ۴۶۵ میکروموس تغییرات مشخصی را در طی اندازه گیری ها نشان داده است. مقدار کل جامدات موجود در آب در شهریورماه ۱۳۵/۷ میلیگرم بر لیتر اندازه گیری شد که حداقل آن ۴۳ و حداکثر آن ۱۹۹ اندازه گیری شد که با توجه به ضریب تغییرات ۴۰

جدول (۱) آماره های توصیفی آلاینده ها در رودخانه لاسم در شهریورماه

پارامتر	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	ضریب تغییرات
دما (°C)	۱۴/۷۰	۱۳/۰	۱۶/۸۰	۱/۲۶۴	۸/۵۹۹
pH	۷/۹۳۴	۷/۷۴۰	۸/۲۳۰	۰/۱۷۷	۲/۲۳۰
EC (µm/cm)	۳۷۳/۹۰	۲۱۸/۰	۴۶۵/۰	۸۶/۵۰۲	۲۳/۱۳۵
کل جامدات (mg/l)	۱۳۵/۷۰	۴۳/۰	۱۹۹/۰	۵۴/۳۰۴	۴۰/۰۱۸
کل جامدات معلق (mg/l)	۷۸/۹۰	۳۵/۰	۱۱۲/۰	۲۴/۶۲۸	۳۱/۲۱۴
کل جامدات محلول (mg/l)	۵۶/۸۰	۸/۰	۸۹/۰	۳۱/۸۵۰	۵۶/۰۷۳
کدورت (NTU)	۰/۲۸۴	۰/۰۸۰	۰/۴۳۰	۰/۱۱۴	۴۰/۲۵۷
اکسیژن محلول (mg/l)	۴/۰۹۰	۳/۱۰	۵/۶۰	۰/۸۷۲	۲۱/۳۲۹
اکسیژن خواهی بیولوژیکی ۵ روزه (mg/l)	۱/۱۹۴	۰/۱۰	۱/۷۶۰	۰/۵۹۲	۴۹/۵۸۸
نیترات (mg/l)	۱/۹۳۷	۱/۵۰	۲/۲۰	۰/۲۰۹	۱۰/۷۷۵
فسفات (mg/l)	۰/۰۴۴	۰/۰۱۵	۰/۰۶۲	۰/۰۱۶	۳۶/۲۴۰
کلیفرم مدفوعی (فراوانی در ۱۰۰ میلی لیتر آب)	۱۳۰/۸۰	۳۸/۰	۱۷۷/۰	۵۰/۹۹۰	۳۸/۹۸۳

قابل توجه ۳۸ درصدی به طور میانگین ۳۴/۸ میلیگرم بر لیتر اندازه گیری شد. میزان کدورت آب رودخانه لاسم در طی مسیر به طور میانگین ۰/۲۶۷ NTU بود که کمینه ۰/۲ و بیشینه ۰/۳۲ اندازه گیری شد. اکسیژن محلول نیز ۴/۸۱ میلیگرم بر لیتر اندازه گیری شد که دارای دامنه تغییرات ۲ میلی گرمی بود. میزان BOD<sub>5</sub> در آذرماه نیز ۰/۹۸۳ میلیگرم بر لیتر اندازه گیری شد که کمینه آن ۰/۰۶ و بیشینه آن ۱/۴۲ میلیگرم بر لیتر بوده و دارای تغییرات قابل توجه ۵۰ درصدی بود. یون نیترات موجود در آب در آذرماه ۱/۲۸ میلیگرم بر لیتر بود که دارای دامنه ۰/۵۵ میلی گرمی بود. یون فسفات آب به طور میانگین ۰/۰۳ میلیگرم بر لیتر بود که از ۰/۰۱۲ تا ۰/۰۴۹ با ضریب تغییرات قابل توجه ۳۹ درصدی متغیر بود. در نهایت فراوانی کلیفرم مدفوعی در حدود ۸۸/۲ اندازه گیری شد که دارای تغییرات قابل توجه ۴۳ درصدی بود.

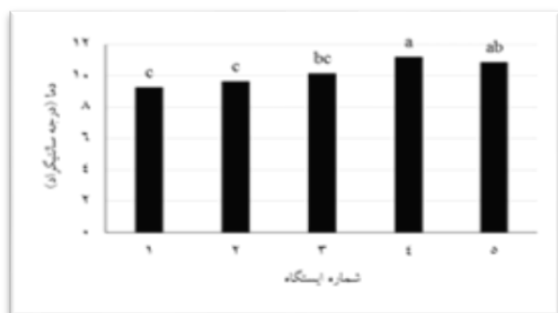
فراوانی کلیفرم مدفوعی در آب در شهریورماه به طور میانگین ۱۳۰/۸ در هر ۱۰۰ میلی لیتر آب بوده که کمینه و بیشینه آن به ترتیب ۳۸ و ۱۷۷ اندازه گیری شد. جدول (۲) نیز نشان می دهد، در آذرماه میزان دمای آب رودخانه به طور میانگین ۵/۷ درجه سانتیگراد بوده و تغییرات آن از ۵/۲ تا ۶/۲ مشاهده شد. مقدار pH نیز در این ماه ۸/۰۷ اندازه گیری شد که دارای تغییرات ۰/۴ بود. میزان EC آب نیز با میانگین ۳۷۳/۹ میکروموس دارای تغییرات مشخصی بوده و دامنه تغییرات آن از ۱۸۶ تا ۳۲۴ میکروموس بود. مقدار کل جامدات آب در حدود ۱۶۱ میلیگرم بر لیتر به طور میانگین بوده که کمینه آن ۱۰۰ و حداکثر آن ۲۰۰ میلیگرم بر لیتر مشاهده شد. مقدار کل جامدات معلق در آذرماه با میانگین ۱۲۶/۶ میلیگرم بر لیتر اندازه گیری شد. کمینه میزان جامدات معلق ۸۷ و بیشینه آن ۱۵۵ میلیگرم بر لیتر با تغییرات ۱۸ درصدی مشاهده شد. جامدات محلول نیز با تغییرات

جدول (۲) آماره های توصیفی آلاینده ها در رودخانه لاسم در آذرماه

پارامتر	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	ضریب تغییرات
دما (°C)	۵/۷۳۰	۵/۲۰	۶/۲۰	۰/۳۵۳	۶/۱۵۹
pH	۸/۰۷۰	۷/۹۰	۸/۳۰	۰/۱۴۲	۱/۷۵۶
EC (µm/cm)	۳۷۳/۳۰	۱۸۶/۰	۳۲۴/۰	۴۶/۴۶۲	۱۷/۰۶۳
کل جامدات (mg/l)	۱۶۱/۴۰	۱۰۰/۰	۲۰۰/۰	۳۵/۱۴۵	۲۱/۷۷۵
کل جامدات معلق (mg/l)	۱۲۶/۶۰	۸۷/۰	۱۵۵/۰	۲۲/۵۳۵	۱۷/۸۰
کل جامدات محلول (mg/l)	۳۴/۸۰	۱۱/۰	۴۸/۰	۱۳/۲۳۱	۳۸/۰۲۱
کدورت (NTU)	۰/۲۶۷	۰/۲۰	۰/۳۲۰	۰/۰۴۳	۱۶/۰۹۰
اکسیژن محلول (mg/l)	۴/۸۱۰	۴/۲۰	۶/۲۰	۰/۷۱۳	۱۴/۸۱۳
اکسیژن خواهی بیولوژیکی ۵ روزه	۰/۹۸۳	۰/۰۶۰	۱/۴۲۰	۰/۴۹۹	۵۰/۸۰۴

					(mg/l)
۱۲/۱۴۲	۰/۱۵۵	۱/۵۲۰	۰/۹۷۰	۱/۲۷۶	نیترات (mg/l)
۳۸/۵۵۳	۰/۰۱۲	۰/۰۴۹	۰/۰۱۲	۰/۰۳۰	فسفات (mg/l)
۴۳/۰۶۰	۳۷/۹۷۹	۱۳۵/۰	۲۵/۰	۸۸/۲۰	کلیفرم مدفوعی (فراوانی در ۱۰۰ میلی لیتر آب)

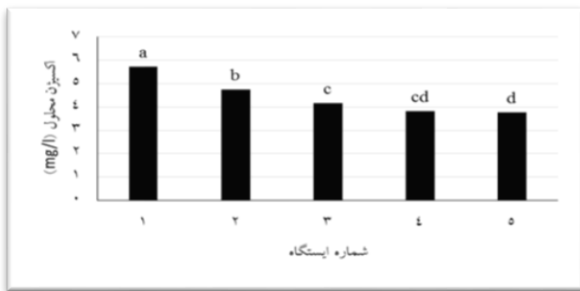
مشاهده شد. کمینه میزان اکسیژن محلول نیز از نظر آماری در دو ایستگاه ۴ و ۵ مشاهده شد که از نظر آماری اختلاف معنی داری نداشتند (شکل ۸). اندازه گیری های اکسیژن خواهی بیولوژیک نیز نشان می دهد که میزان اکسیژن خواهی در ایستگاه اول بسیار کم و در ایستگاه دوم دچار افزایش قابل توجه و معنی داری می شود و این میزان از نظر آماری در سه ایستگاه ۲، ۳ و ۴ یکسان و با یک افزایش معنی دار در ایستگاه ۵ به بیشینه خود می رسد شکل (۹). بر خلاف کمیت های اندازه گیری شده میزان یون نیترات محلول در آب نشان می دهد که این فاکتور دستخوش تغییرات یکنواختی نشده است. مقدار نیترات در ایستگاه اول متوسط بوده و در ایستگاه ۲ و ۳ افت معنی داری پیدا می کند. اما دوباره در ایستگاه ۴ و ۵ افزایش یافته و به بیشینه خود می رسد شکل (۱۰). میزان یون فسفات موجود در آب رودخانه لاسم نیز همانند دیگر کمیت ها روندی افزایشی در مسیر رودخانه داشته است. کمترین میزان یون فسفات در ایستگاه اول مشاهده شد که در ایستگاه دوم و سوم افزایش معنی داری پیدا کرد، اما در ایستگاه چهارم افزایش قابل ملاحظه نبوده و در ایستگاه پنجم با افزایش کاملاً معنی دار به حداکثر رسید شکل (۱۱). کلیفرم مدفوعی نیز در مسیر رودخانه افزایش معنی داری داشته است اما این افزایش در دو مرحله معنی دار بوده و ایستگاه های ۲ و ۳، ۴ و ۵ از نظر آماری با یکدیگر یکسان هستند شکل (۱۲).



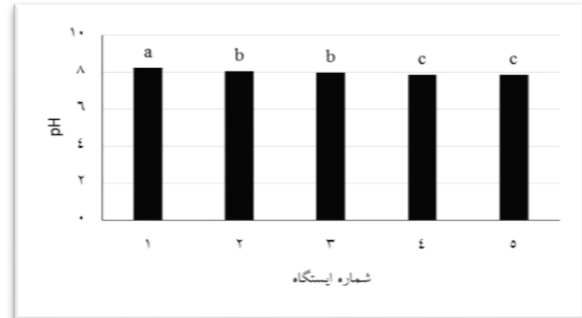
شکل (۳) تغییرات دمای آب در رودخانه لاسم

#### ۴- تغییرات شاخص های کیفی شیمیایی در امتداد رودخانه

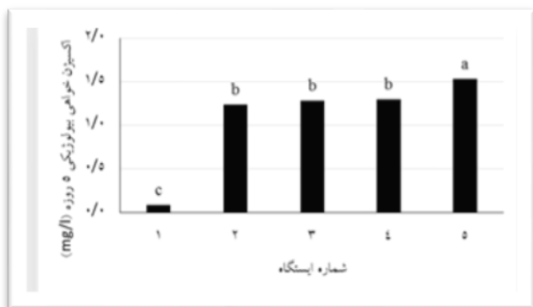
بررسی میزان تغییرات آلاینده ها و خصوصیات فیزیکی شیمیایی آب بیانگر آن است که در طی مسیر رودخانه افزایش معنی داری در دمای رودخانه رخ می دهد. اما بیشتر ایستگاه ها دارای دمای نزدیک به هم و غیر معنی دار هستند. به طوری که ایستگاه های اول تا سوم که در گروه C قرار دارند از نظر آماری با هم یکسان هستند و دیگر ایستگاه هایی که دارای حروف یکسان هستند نیز به همین صورت شکل (۳). میزان تغییرات pH در طی مسیر رودخانه نیز حاکی از آن بود که تقریباً به فاصله هر دو ایستگاه این پارامتر دستخوش کاهش معنی داری می شود که کمترین مقدار pH در دو ایستگاه آخر با میانگین ۷/۸۶ و بیشترین مقدار pH در ایستگاه اول با میانگین ۸/۲۵ مشاهده شد شکل (۴). میزان EC نیز در طی مسیر رودخانه دستخوش افزایش معنی دار و قابل توجهی شد. کمترین میزان EC در ایستگاه اول مشاهده شد و پس از آن سه ایستگاه ۲، ۳ و ۴ قرار دارند. ایستگاه آخر نیز با میانگینی نزدیک به ایستگاه چهارم دارای حداکثر EC بود شکل (۵). مقدار کل جامدات نیز در طی مسیر رودخانه دستخوش افزایش معنی داری شده است. کمینه میزان ذرات معلق در ایستگاه اول مشاهده شد و پس از آن ایستگاه دوم و سپس ایستگاه سوم و چهارم که دارای اختلاف غیر معنی داری بودند قرار داشت. بیشینه غلظت جامدات نیز در ایستگاه آخر مشاهده شد. مقدار کل جامدات معلق نیز روندی مشابه با مجموع جامدات داشتند و در طی مسیر رودخانه دستخوش افزایش کاملاً معنی داری شدند. که بیشترین افزایش در ایستگاه دوم و پنجم مشاهده می شود. در مورد کل جامدات محلول نیز بیشترین افزایش در رودخانه در دو ایستگاه رخ داده است (ایستگاه دوم و سوم) و سه ایستگاه انتهایی از نظر آماری دارای غلظت یکسانی از نظر کل جامدات محلول دارند شکل (۶). نتایج اندازه گیری میزان کدورت نیز حاکی از آن است که در طی رودخانه تغییرات معنی دار بسیار کمی در این کمیت رخ داده است. تنها افزایش اندازه گیری شده در ایستگاه دوم معنی دار بوده و تمامی ایستگاه ها به جز ایستگاه اول دارای شدت یکسانی از نظر آماری هستند شکل (۷). مقدار اکسیژن محلول اندازه گیری شده در ایستگاه ها نیز حاکی از آن است که این عامل روندی کاهشی داشته و بیشترین میزان آن در ایستگاه اول



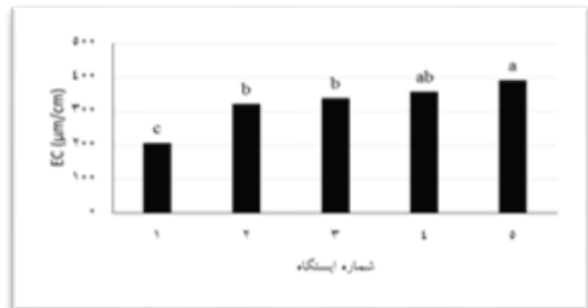
شکل (۸) تغییرات اکسیژن محلول آب در رودخانه لاسم



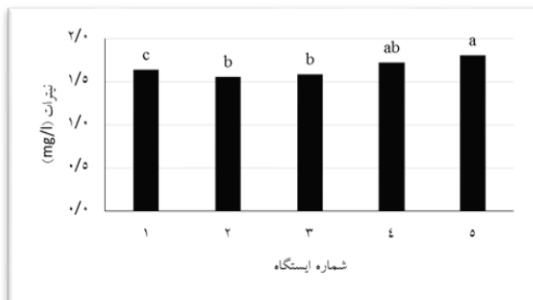
شکل (۴) تغییرات pH آب در رودخانه لاسم



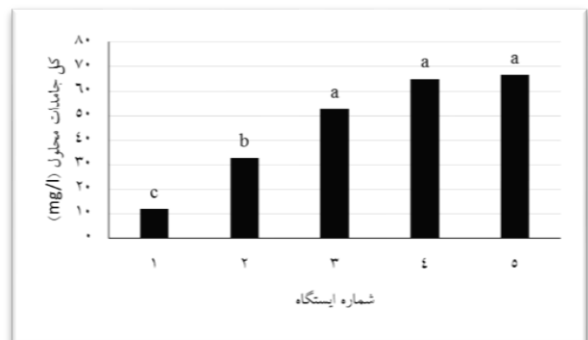
شکل (۹) تغییرات BOD<sub>5</sub> آب در رودخانه لاسم



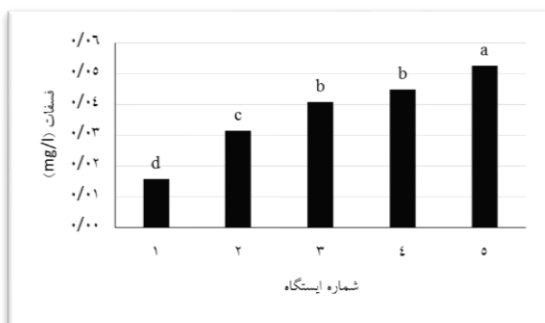
شکل (۵) تغییرات EC آب در رودخانه لاسم



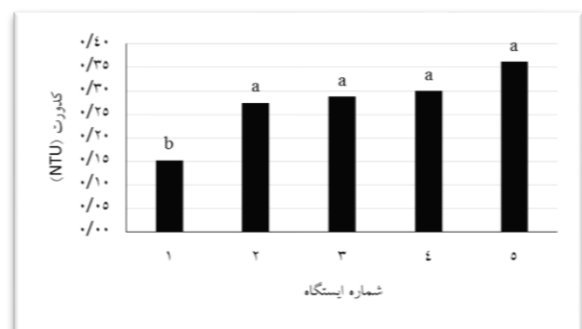
شکل (۱۰) تغییرات یون نیترات در رودخانه لاسم



شکل (۶) تغییرات کل جامدات محلول آب در رودخانه لاسم



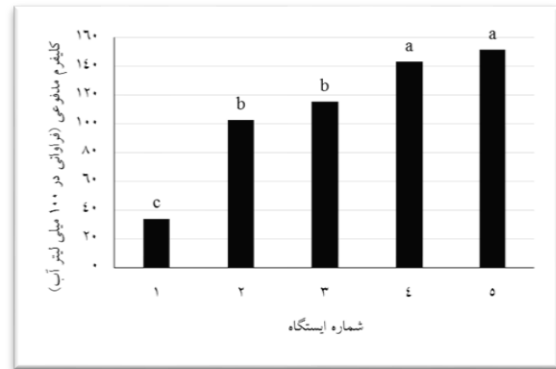
شکل (۱۱) تغییرات یون فسفات در رودخانه لاسم



شکل (۷) تغییرات کدورت آب در رودخانه لاسم



مقایسه کمیت ها با استانداردهای جهانی نشان می دهد که مقدار pH در تمامی ایستگاه ها در طی دو فصل در دامنه استاندارد قرار دارد. همچنین مقدار EC، کل جامدات، کل جامدات معلق، کل جامدات محلول، و کدورت در وضعیت مطلوبی قرار دارند. اما مقدار اکسیژن محلول آب از نظر استاندارد رودخانه بخصوص در شهریور ماه در شرایط نامطلوبی قرار داشته و با حرکت در امتداد رودخانه کمتر از میزان کمینه استاندارد می شود. اما اکسیژن خواهی بیولوژیک، یونهای نیترات و فسفات در شرایط مطلوبی هم از نظر آسامیدن و هم از نظر استاندارد رودخانه قرار دارد. میزان کلیفرم از نظر استاندارد رودخانه در شرایط مطلوبی بوده اما جهت مصارف شرب نیاز به تصفیه دارد.



شکل (۱۲) تغییرات کلیفرم مدفوعی در رودخانه لاسم

#### مقایسه نتایج حاصل با استانداردها

جدول ۴ میانگین کمیت های فیزیکوشیمیایی اندازه گیری شده در پنج ایستگاه در رودخانه لاسم به همراه استانداردهای جهانی WHO برای آب آشامیدنی و رودخانه را نشان می دهد. نتایج

جدول (۴) مقادیر اندازه گیری شده پارامترها و مقایسه آنها با استانداردهای جهانی (WHO)

استاندارد رودخانه	استاندارد آشامیدنی	ایستگاه					ماه	کمیت
		۵	۴	۳	۲	۱		
-	-	۱۵/۷۵	۱۶/۲۵	۱۴/۵۵	۱۳/۸۵	۱۳/۱	شهریور	دما (C°)
		۵/۹۵	۶/۱۵	۵/۷۵	۵/۴	۵/۴	آذر	
۸/۵-۶/۵	۸/۵-۶/۵	۷/۷۵	۷/۸	۷/۹۴	۷/۹۸	۸/۲۲	شهریور	pH
		۷/۹۸	۷/۹۲	۸/۰۴	۸/۱۴	۸/۲۸	آذر	
۲۰۰۰	۵۰۰	۴۶۱	۴۱۸	۳۹۶/۵	۳۷۳/۵	۲۲۰/۵	شهریور	EC (µm/cm)
		۳۲۱/۵	۲۹۶/۵	۲۸۱	۲۷۰/۵	۱۹۲	آذر	
۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۹۷	۱۶۵	۱۵۸	۱۰۸/۵	۵۰	شهریور	کل جامدات (mg/L)
		۱۹۹	۱۷۹/۵	۱۷۳/۵	۱۵۲	۱۰۳	آذر	
۱۰۰۰	۵۰۰	۱۰۹	۸۰/۵	۹۰	۷۶/۵	۳۸/۵	شهریور	کل جامدات معلق (mg/L)
		۱۵۳/۵	۱۳۴	۱۳۶	۱۱۸/۵	۹۱	آذر	
۱۰۰۰	۵۰۰	۸۸	۸۴/۵	۶۸	۳۲	۱۱/۵	شهریور	کل جامدات محلول (mg/L)
		۴۵/۵	۴۵/۵	۳۷/۵	۳۳/۵	۱۲	آذر	
۵۰	۵	۰/۴۳	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۱	شهریور	کدورت (NTU)
		۰/۳	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۳	۰/۲۱	آذر	
>۵	-	۳/۲۵	۳/۳	۳/۹۵	۴/۵۵	۵/۴	شهریور	اکسیژن محلول (mg/L)
		۴/۳	۴/۳۵	۴/۴	۴/۹۵	۶/۰۵	آذر	
۱۵	۱۰	۱/۷۱	۱/۳	۱/۴۴	۱/۴۲	۰/۱۱	شهریور	اکسیژن خواهی بیولوژیکی ۵ روزه (mg/L)
		۱/۳۷	۱/۳	۱/۰۴	۱/۱۵	۰/۰۷	آذر	
۵۰	۱۰	۲/۱۸	۲/۰۸	۱/۹۱	۱/۸۷	۱/۶۵	شهریور	نیترات (mg/L)
		۱/۴۴	۱/۳۶	۱/۲۶	۱/۲۵	۱/۰۹	آذر	
۱	۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۲	شهریور	فسفات (mg/L)
		۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	آذر	
۲۰۰۰	۰/۰	۱۷۲	۱۷۰	۱۳۱/۵	۱۴۰	۴۰	شهریور	کلیفرم مدفوعی (فراوانی در ۱۰۰ میلی لیتر آب)

## همبستگی بین آلاینده ها

نتایج آزمون همبستگی بین متغیرهای اندازه گیری شده نشان می دهد که همبستگی بالایی بین متغیرها وجود دارد (جدو ۵). بر اساس این نتایج میزان pH همبستگی منفی و معنی داری با تمامی کمیت ها به جز کل جامدات معلق دارد. همچنین این متغیر همبستگی مثبتی با اکسیژن محلول دارد. میزان EC نیز همبستگی مثبت و معنی داری با کل جامدات، کل جامدات محلول، کدورت، اکسیژن خواهی بیولوژیکی ۵ روزه، یون نیترات،

فسفات و کلیفرم مدفوعی دارد و همچنین همبستگی منفی و معنی داری با اکسیژن محلول دارد. به جز متغیر pH، سایر متغیرها نیز با اکسیژن محلول همبستگی منفی دارند. کمترین همبستگی در مورد متغیر کل جامدات معلق مشاهده شد که تنها با دو متغیر کدورت و اکسیژن خواهی بیولوژیکی همبستگی مثبت و معنی داری در سطح ۵ درصد داشت.

جدول (۵) نتایج همبستگی پیرسون بین متغیرهای اندازه گیری شده (معنی داری در سطح \*\*۱ درصد و \*۵ درصد)

PO 3-4	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	BOD5	DO	Turbidity	TDS	TSS	TS	EC	pH	
								۱/۰۰**	-۰/۹۱**	EC
							۱/۰۰	۰/۵۵*	-۰/۶۷**	TS
						۱/۰۰	۰/۸۳**	۰/۰۵	-۰/۲۲	TSS
					۱/۰۰	۰/۱۹	۰/۷۰**	۰/۹۱**	-۰/۹۰**	TDS
				۱/۰۰	۰/۸۴**	۰/۴۹*	۰/۸۲**	۰/۷۹**	-۰/۷۷**	Turbidity
			۱/۰۰	-۰/۷۶**	-۰/۹۳**	-۰/۲۴	-۰/۷۰**	-۰/۹۰**	۰/۹۲**	DO
		۱/۰۰	-۰/۸۳**	۰/۸۳**	۰/۷۸**	۰/۴۷*	۰/۷۸**	۰/۸۵**	-۰/۸۳**	BOD5
	۱/۰۰	۰/۵۳*	-۰/۷۲**	۰/۴۵*	۰/۷۴**	-۰/۳۹	۰/۱۴	۰/۸۵**	-۰/۷۰**	NO2
۱/۰۰	۰/۷۴**	۰/۸۵**	-۰/۹۲**	۰/۸۲**	۰/۹۱**	۰/۲۳	۰/۶۸**	۰/۹۴**	-۰/۹۲**	PO4
۰/۹۳**	۰/۷۴**	۰/۸۹**	-۰/۹۱**	۰/۸۰**	۰/۸۷**	۰/۲۱	۰/۶۴**	۰/۹۵**	-۰/۹۳**	Coliform

افزایش غلظت آلاینده ها در آب رودخانه می شود [۱۰] و [۱۱].

در آذرماه میزان دمای آب به طور کاملاً معنی داری کمتر از شهریور ماه بوده و این اختلاف ۹ درجه ای در دمای آب برای فعالیت باکتریها و جانداران زیاد بوده و موجب افزایش فعالیت آنها و در نتیجه افزایش غلظت آلاینده ها در آب می شود [۱۲] و [۱۳] و [۱۴]. در شهریورماه میزان ورود پسابهای شهری، روستایی و کشاورزی به رودخانه بیشتر از آذرماه بوده زیرا در این زمان به دلیل تجمع سموم و آفت کشها و کودها در خاک مزارع و همچنین آبیاری سطحی مزارع و باغات در این منطقه، این مواد آلاینده از خاک آبشویی شده و به دلیل مجاورت با رودخانه، مستقیماً وارد رودخانه لاسم می شوند [۱۵] و [۱۶].

در این پژوهش تغییرات ۱۲ کمیت کیفی آب در رودخانه لاسم مورد ارزیابی قرار گرفت. این کمیت ها مهمترین کمیت های تعیین کننده کیفیت شیمیایی آب و وضعیت کیفی آب این رودخانه چه از نظر شرب و چه از نظر زیست محیطی هستند. نتایج نشان می دهد که در مجموع کیفیت آب رودخانه در تابستان پایین تر از پاییز بود. گرچه میزان ذرات معلق کل در آذرماه بیشتر از شهریورماه بود که دلیل این امر را می توان بارندگی بیشتر در این فصل و در نتیجه افزایش بار رسوب رودخانه دانست. در مجموع دلیل اصلی بالا بودن کیفیت آب در آذرماه نسبت به شهریور ماه می تواند تابع سه عامل اصلی زیر باشد:

در آذرماه دبی رودخانه به طور قابل ملاحظه ای بیشتر از شهریورماه است و همچنین کمترین میزان بارندگی در شهریور ماه در این منطقه مشاهده شده است که همین امر باعث

داشتند. تغییرات میزان جامدات کل نیز روندی طبیعی داشت و روندی افزایشی را در طی رودخانه نشان داد که عمده افزایش در ابتدا و انتهای رودخانه به دلیل افزایش جامدات معلق بوده و در ابتدا و میانه مسیر عمدتاً جامدات محلول افزایش پیدا کرد که این امر حاکی از منابع آلاینده بیشتر در ابتدای رودخانه بود [۲۳].

کدورت آب یکی از شاخص های مهم در تعیین منابع آلودگی می باشد. در این بررسی تغییرات کدورت تنها در ایستگاه دوم و پنجم مشاهده شد که حاکی از سهم اصلی منابع انسانی در تعیین این پارامتر است. گرچه افزایش مشاهده شده در ایستگاه پنجم معنی دار نشد. چنین تغییراتی در اکسیژن محلول آب نیز مشاهده شد که بیشترین کاهش در ایستگاه اول و به طور کاملاً معنی دار رخ داده است. اکسیژن خواهی بیولوژیکی یک روزه نیز افزایش بسیار قابل توجهی را در ایستگاه دوم نشان داد. در مجموع این تغییرات نشان می دهد که در حد فاصل ایستگاه اول و دوم کودهای شیمیایی کشاورزی وارد جریان رودخانه شده و موجب افزایش فعالیتهای زیستی و کاهش کیفیت بیولوژیکی آب شده است [۲۴] اما نکته قابل توجه در این بین این است که در مسیر رودخانه یون نیترا در ایستگاه دوم کاهش نشان داده است اما یون فسفات افزایشی هماهنگ با متغیرهای مذکور داشته. بنابراین عامل عمده کاهش کیفیت آب در این بخش می تواند ورود میزان قابل توجه فسفات است. علاوه بر فسفات، ورود کلیفرم مدفوعی نیز از عوامل کاهش کیفیت آب در این بخش از رودخانه است که می تواند ناشی از فعالیت های دامداری و ماهی پروری در بخش های بالایی رودخانه باشد. افزایش کلیفرم در ایستگاه چهارم نیز ناشی از استخرهای پرورش ماهی در این بخش از رودخانه بود. بنابراین در مجموع آلوده ترین ایستگاه ایستگاه پنجم به شمار می رود اما آلودگی در ایستگاه دوم نیز مشاهده شده است. در نهایت از مقایسه کمیت های اندازه گیری شده با مقادیر استاندارد جهانی [۲۵] WHO می توان اظهار داشت که تنها میزان کلیفرم مدفوعی موجود در آب رودخانه از حد آشمیدن بالاتر بوده اما از نظر استاندارد های محیطی در شرایط مناسبی قرار دارد. برخلاف این، میزان اکسیژن محلول در آب رودخانه در هر دو فصل به طور قابل توجهی کمتر از مقدار استاندارد رودخانه بوده که همین امر حاکی از پایین بودن اکسیژن در دسترس موجودات در این رودخانه، بویژه در فصل تابستان می باشد. بنابراین وضعیت کیفی آب این رودخانه از نظر شرب با انجام تصفیه کلیفرم در حالت مطلوبی بوده و از نظر شاخص های رودخانه ای نیز در وضعیت خوبی قرار دارد.

بنابراین وجود عوامل طبیعی و انسانی به طور همزمان در این فصل موجب تشدید آلودگی آب در این زمان از سال می شود. چنین نتایجی توسط محققین دیگر که روی رودخانه هایی از جمله جاجرود (۱۵)، هراز (۱۷)، قشلاق (۱۸)، گرگر (۱۹)، زرین گل (۲۰) و سفید رود (۲۱) تحقیق کرده اند بدست آمده است. بنابراین افزایش آلاینده ها در فصول کم آبی در رودخانه ها امری اجتناب ناپذیر به نظر رسیده و پژوهش حاضر نیز گواهی بر این موضوع است.

البته تحقیقاتی نیز نشان می دهند که فصل پاییز بیشترین آلودگی در رودخانه ها مشاهده شده است [۱۶] که دلیل این امر را آبشویی بیشتر آلاینده ها در این فصل نسبت به فصول دیگر دانسته اند. این محققین اظهار داشتند که آبشویی آلاینده ها در این فصل که در طی دو فصل بهار و بویژه تابستان توسط فعالیت های مختلف انسانی انجام گرفته موجب این آلودگی شده است و بهترین کیفیت آب در فصل بهار مشاهده شده است. در پژوهش حاضر گرچه فصول دیگر مورد ارزیابی قرار نگرفت، اما از آنجایی که چنین روند تغییراتی در عمده رودخانه های کشور مشاهده می شود باید انتظار داشت که کیفیت آب رودخانه لاسم در اواخر فصل زمستان نسبت به فصل پاییز از کیفیت بالاتری برخوردار باشد. دلیل این امر نیز آبشویی عمده آلاینده ها در فصل پاییز و همچنین عدم استفاده از کودها و سموم در فصول پاییز و زمستان می باشد.

از نظر سطح آلودگی، رودخانه لاسم در مقایسه با رودخانه های دیگر کشور که تا کنون مورد بررسی قرار گرفته اند نسبت به رودخانه گرگر، جاجرود، هراز، کرج، قشلاق و سفید رود در وضعیت مطلوب تری قرار دارد زیرا میزان حضور منابع آلاینده انسانی در امتداد مسیر این رودخانه بسیار کمتر از دیگر رودخانه ها است.

از نظر شدت آلودگی در هر ایستگاه روند تغییرات آلاینده ها افزایشی بوده است. از نظر دما افزایش دمای تقریباً معنی داری در طی مسیر رودخانه دیده شد اما در ایستگاه انتهایی کاهش یک درجه ای در آب در آذر ماه مشاهده شده که این امر می تواند به دلیل افزایش تلاطم رودخانه در انتهای مسیر باشد. میزان pH در مسیر رودخانه روندی کاهشی داشت که علت آن می تواند ورود آلاینده های انسانی اسیدی به مسیر رودخانه باشد. تغییرات pH می تواند به دلیل کودهای نیترا و پسابهای روستایی که در طی مسیر وارد رودخانه می شوند، باشد [۲۲]. میزان EC نیز در طی رودخانه روندی افزایشی داشته اما این تغییرات در اواسط مسیر کمتر بوده که به دلیل وجود منابع انسانی کمتر در این بخش بود. بر اساس نقشه کاربری اراضی عمده زمینهای کشاورزی و باغات در ابتدای رودخانه و مناطق روستایی در انتهای مسیر رودخانه قرار

## منابع

- [10] برزگر، مریم، خسروی پور، بهمن، "بررسی اجمالی محیط زیست در ایران حول محور آلودگی آب." اولین کنگره ملی الکترونیکی زیست شناسی و علوم طبیعی ایران. ۱۳۹۳
- [۱۱] M. Karamouz, N. Mahjouri, Kerachian, R, "River water quality zoning: a case study of Karoon and Dez River system". Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering, 1(2), 1-2, 2004
- [۱۲] نصیراحمدی. کامران، یوسفی، ذبیح اله، و ترسلی. احمد، "پهنه بندی کیفیت آب رودخانه هراز بر اساس شاخص NSFQI". مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۹۲: ۶۴-۷۲، ۱۳۹۱
- [۱۳] اسلامی پریخانی. هوشنگ، کاویان. عطاله. حبیب نژادروشن، محمود. "بررسی کیفیت آب رودخانه هراز و تأثیر کاربری های اراضی بر آن. شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط." ۱۳۹۲
- [14] H.S. Xu, Z.X. Xu, W. Wu, F.F. Tang, "Assessment and Spatiotemporal Variation Analysis of Water Quality in the Zhangweinan River Basin, China. Procedia" Environmental Sciences, 13: 1641-1652, 2012
- [۱۵] بهبهانی نیا، آریتا، سلماسی رامین. "ارزیابی برخی ویژگیهای کیفی رودخانه جاجرود. هشتمین همایش ملی بهداشت محیط." ۱۳۸۴
- [۱۶] زارع گاریزی، آر.ش، بردی. شیخ، سعیدالدین. امیر و ماهینی، سلمان. "ارزیابی کیفیت شیمیایی آبهای سطحی و بررسی تغییرات فصلی آن." همایش ملی مدیریت بحران آب. ۱۳۸۸
- [۱۷] واردی، سید ابراهیم، "بررسی بار فسفوری رودخانه هراز در اثر فعالیتهای آبرزی پروری". هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه. ۱۳۸۵
- [۱۸] جعفری، سلیم، بابک. نبی بیدهدندی، غلامرضا، سالمی. امیر، طاهرین. مسعود. و اردستانی. جتبی، "بررسی کیفیت آب رودخانه قشلاق با استفاده از شاخص های کیفی آب." مجله علمی پژوهشی علوم محیطی، ۶(۴): ۱۹-۲۸، ۱۳۸۸
- [۱۹] شکر. ساناز، هوشمند. عبدالرحیم، معاضد. هادی. "بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه گرگر بوسیله روش های گرافیکی و تحلیل آماری چند متغیره". مجله علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب، ۶(۲۰): ۱۹-۳۳، ۱۳۹۳
- [۲۰] فریدگیگلو، بهنام، نجفی نژاد، علی، مغانی بیله سوار، وحید. و غیائی، اصغر. "بررسی تغییرات کیفیت آب رودخانه زرین گل استان گلستان." پژوهش های حفاظت آب و خاک (علوم کشاورزی و منابع طبیعی)، ۲۰(۱): ۷۷-۹۵، ۱۳۹۲
- [1] M. Ebrahimnejad, "Structure and function of running waters and river ecology". University of Esfahan press. 2005
- [۲] میر مشتاقی. سیده مریم، امیرنژاد، رضا. خالدیان. محمدرضا، "بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود و پهنه بندی آن با استفاده از شاخص های کیفی NSFQI و OWQL". مجله اکوبیولوژی تالاب، دوره ۳ شماره ۹ صفحه ۲۳ تا ۳۴، ۱۳۹۰
- [۳] تقوی، لعلت، "مروری بر برنامه ها و سیاست های توسعه در بخش منابع آب و ارائه مدلی جهت سنجش پایداری آن". فصلنامه پایداری، توسعه و محیط زیست. دوره ۲، شماره ۴، صفحه ۲۵-۳۹، ۱۳۹۴
- [4] L. M. Khadam. "Trade-off between cost minimization and equity in water quality management for agricultural watershed". Water Resources Research. Vol.42, No. 10, 2006
- [۵] -عباسپور، مجید، جاوید. امیر حسین، و حبیبی، آوین. "تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه خرسان و بررسی روند تغییرات سالیانه آن" فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره ۱۵ شماره ۴ صفحه ۱۱ تا ۱۱، ۱۳۹۲
- [۶] مفتاح هلقی. مهدی، «پهنه بندی کیفی آب با استفاده از شاخص های متفاوت کیفی (مطالعه موردی: رودخانه اترک)». مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد هجدهم. شماره دوم. صفحات ۲۱۱-۲۲۰، ۱۳۹۰
- [7] C. Neal, H. Javvie, A.J., Wade, M. Neal, and K. Wyatt. "The water quality of the Locard pang and Lambourn catchments". Hydrology and earth system science. 8(4), 614-635. 2004
- [۸] کمالی. مرتضی، اسماعیلی ساری، عباس. ارزیابی زیستی رودخانه لاسم (شهرستان آمل-استان مازندران) با استفاده از ساختار جمعیت بزرگ بی مهرگان کفزی. علوم زیستی، ۳(۱): ۵۱-۶۱، ۱۳۸۸
- [9] L.S. Clesceri, A.E. Greenberg, and A.D. Eaton, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 20th Edition. APHA American Public Health Association, 1998

[۲۱] سعادت فومنی، مهدیه، سرکمری، بیتا. و عزیز آبادی، فرشته "ارزیابی ایستگاه‌ها و پارامترهای کیفی رودخانه سفیدرود با استفاده از روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA)" فصل نامه فن آوری های نوین در مهندسی محیط زیست و

منابع تجدید پذیر، ۱(۲): ۹-۱۹، ۱۳۹۳

[22] Y. Wu, and J. Chen, "Investigating the effects of point source and nonpoint source pollution on the water quality of the East River (Dongjiang) in South China". *Ecological Indicators*, vol.23, pp294-304, 2013

[23] پژوهش مهدی، کیهان پناه. مرضیه، شهری. محمد مهدی، "ارزیابی کیفیت آب با استفاده از روشهای شولر و ویلکوکس در منطقه طالقان". سومین کنفرانس برنامه ریزی و

مدیریت محیط زیست. ۱۳۹۲

[24] O. K, Chibole, "Modeling River Sosiani's water quality to assess human impact on water resources at the catchment scale". *Ecohydrology & Hydrobiology*, 13: 241-245, 2013

[25] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/en/>