

پایش کیفی آب رودخانه مهاباد از لحاظ پارامترهای میکروبیولوژیکی

بر اساس پروتکل ۱۰۱۱ سازمان ملی استاندارد ایران

وحید تنهایی، نیما رستمی کُشکی*

گروه زیست شناسی، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران

چکیده

سابقه و هدف: توجه به کیفیت آب برای تداوم زندگی بشری ضروری است. منابع آب یکی از پایه‌های اساسی توسعه پایدار به حساب می‌آید و در سال‌های اخیر در زمینه بررسی کیفیت آب تحقیقات گسترده‌ای انجام شده است. یکی از مسئله‌های مهم در بهره‌برداری از منابع آب، کیفیت آن است که در غیر این صورت پیامدهای غیرقابل انتظاری در بخش کشاورزی، شرب و صنعت حاصل خواهد شد. رودخانه مهاباد که در دشت مهاباد قرار گرفته یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های استان آذربایجان غربی است. مساحت حوضه آبریز و متوسط آورد سالانه رودخانه مهاباد به ترتیب ۸۰۶ کیلومتر مربع و ۲۹۵ میلیون متر مکعب است. در این پژوهش سعی شده است که کیفیت آب رودخانه مهاباد از نقطه نظر برخی پارامترهای میکروبیولوژیکی و ارزیابی میزان خودپالایی رودخانه مورد بررسی قرار گیرد. برای دستیابی به این هدف، استانداردهای بین‌المللی آب آشامیدنی و آبیاری مورد استفاده قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها: در مطالعه حاضر که از نوع توصیفی - مقطعی است، نمونه‌برداری در طی ۶ ماه از ۴ ایستگاه به ترتیب شامل ایستگاه شماره یک کیلومتر ۲۰ سد مهاباد (بالادست روستای کوثر)، ایستگاه شماره دو کیلومتر ۱۵ سد مهاباد (بالادست روستای دهبرک)، ایستگاه شماره سه کیلومتر ۱۰ سد مهاباد و ایستگاه شماره چهار کیلومتر ۵ سد مهاباد انجام پذیرفت و جهت سنجش باکتری‌های شاخص آلودگی آب از روش MPN استفاده گردید.

یافته‌ها: هفت پارامتر بیولوژیکی شامل دیاتومه، کلروفیس، سیانوفیس، پرتوزوآ، روتیفر، کرسئاسه، نماتد، کلر باقی‌مانده، مقدار احتمالی، مقدار تأییدی و اشرشیکلی گرمای اندازه‌گیری شد. نتایج مربوط به آنالیز داده‌ها نشان از بالا بودن بار میکروبی آب رودخانه داشت. به طوری که میزان باکتری‌های کلیفرمی در ایستگاه‌های شماره ۱ و ۴ در اکثر نمونه‌برداری‌ها بالاتر از حد استاندارد قرار داشت.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از محاسبه‌های MPN در طول تحقیق نشان داد، به رغم بالا بودن میزان آلودگی میکروبی در ایستگاه‌های شماره ۱ و ۴ این میزان روند کاهشی در پیش گرفته است که این امر به دلیل جریان حرکت آب و توان خودپالایی آن است.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های کلیفرم، روش MPN.

مقدمه:

ارزشمند است که دارندگان آن قدرت چانه‌زنی و برهم‌زدن معادله‌های سیاسی و منطقه‌ای را دارا هستند. به طوری که اکثر تئوریسین‌ها و نظریه پردازان بین‌المللی جهان، نزاع به روی آب را نقطه آغاز جنگ جهانی سوم می‌دانند. «جنگ آب» واژه‌ای است که در سال‌های اخیر کارشناسان مسائل بین‌الملل و استراتژیست‌ها آن را زیاد تکرار می‌کنند. نیازهای رو به رشد، محدودیت منابع، تبعات توسعه ناپایدار و دخالت‌های گاه و بی‌گاه انسان در چرخه آب، همگی از جمله عواملی است که موجب بروز نگرانی و دغدغه خاطر بین‌المللی را در زمینه تأمین نیازهای آبی جامعه انسانی فراهم کرده است. بحث آب حتی به اجلاس مختلف سازمان ملل متحد نیز رسیده است و این بیان-

رودخانه‌ها و آب‌های جاری، از دیرباز مورد نیاز و توجه جوامع بشری بوده‌اند و برای بهره‌بردن از منابع آب، شهرها و مراکز صنعتی و کشاورزی کمابیش در نزدیکی رودخانه‌ها برپا شده‌اند. با گذشت زمان و گسترش این جوامع و به تبع آن افزایش استفاده از منابع آبی، دخل و تصرف غیرطبیعی و تغییر شرایط

نویسنده مسئول:

گروه زیست شناسی، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران
پست الکترونیکی lueipastor3003@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱/۱۹

مواد و روش‌ها:

به منظور اجرای عملیات پایش کیفی آب رودخانه مهاباد، به طور تقریبی از کیلومتر ۲۰ رودخانه از بالادست سد مهاباد، با توجه به بالا بودن هزینه آزمایش‌های کیفی و همچنین محدودیت‌های مالی، تعداد ۴ ایستگاه نمونه برداری در این حدفصل مشخص گردید. به منظور دستیابی به پارامترهای کیفی مورد نیاز در این تحقیق از همکاری شرکت محترم آب و فاضلاب شهری آستان آذربایجان غربی و آزمایشگاه آب این شرکت استفاده گردید. به این ترتیب که در طول دوره شش ماهه (از فروردین ماه ۱۳۹۶ تا شهریورماه سال جاری) هر ماه یک روز (به طور معمول دهم یا دوازدهم هر ماه) بر حسب شرایط آب و هوایی و ... انتخاب گردیده و سپس به کمک یک اکپ نمونه برداری به منطقه مورد مطالعه عزیمت کرده و اقدام به نمونه برداری پارامترهای مورد نیاز در طول رودخانه گردید. به طور معمول نمونه برداری از ساعت ۹ صبح شروع و تا ساعت ۱ بعد از ظهر ادامه می‌یافت. نمونه‌ها با استفاده از باطری‌های شیشه‌ای مخصوص که از قبل استریل شده بود برداشت گردید. بدین منظور ابتدا درب بطری استریل شده را باز کرده، آن را از قسمت گردن بطری با دست گرفته و زیر آب فرو برده شد و بعد از پر شدن بلافاصله با درپوش مخصوص درب آن را بسته و در داخل کیف مخصوص حمل نمونه قرار داده شد و در کم‌تر از ۲ ساعت به آزمایشگاه منتقل گردید. مواردی را که در این تحقیق مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند شامل، هفت پارامتر میکروبیولوژیکی مشتمل بر دیاتومه‌ها، کلروفیسه، سیانوفیسه، پروتوزواها، روتیفر، کرساتسه، نماتدها و پارامترهای فیزیکی و میکروبی شامل، کلر باقی مانده، مقدار احتمالی، مقدار تأییدی و اشرشیا گرمپای هستند. این میکروارگانیسم‌ها با استفاده از محیط‌های کشت اختصاصی آبگوشت لوریل تریپتوز، آبگوشت برلیانت گرین لاکتوز بایل و EC مورد شناسایی قرار گرفتند. روش نمونه برداری و آزمایشگاهی طبق پروتکل ۱۰۱۱ سازمان ملی استاندارد ایران به کد اختصاصی ۱-۰۷۰۲-۲۰۵۰۲۰ و سازمان آب انجام شده است. مشخصه‌های ایستگاه‌های نمونه برداری شده در شکل زیر نشان داده شده است:

➤ ایستگاه شماره یک واقع در کیلومتر ۲۰ سد مهاباد بالادست روستای کوثر.

➤ ایستگاه شماره دو واقع در کیلومتر ۱۵ سد مهاباد و بالادست روستای ده‌بکر. این ایستگاه در انتهای این روستا قرار دارد بنابراین می‌تواند تا حدود زیادی

گر آن است که بحران آب هر روز ابعاد تازه‌تر و گسترده‌تری به خود می‌گیرد. مطالعه‌های سازمان خواربار جهانی (فائو) نشان می‌دهد ۹۳ کشور جهان امروز با بحران آب مواجه هستند، ضمن آن‌که وضعیت ۱۰ کشور برای تأمین آب بحرانی است و در عین حال این کشورها بیش از نیمی از منابع آبی خود را به بخش کشاورزی اختصاص داده‌اند. در دنیای امروز تنش‌های آبی روز به روز افزایش پیدا می‌کنند. از عمده دلایل تنش‌های آبی می‌توان به افزایش جمعیت، محدودیت منابع، آسیب‌پذیری سیستم‌ها، آلودگی‌های منابع و برنامه‌ریزی‌های بی‌رویه در توسعه بخش کشاورزی و صنعتی اشاره نمود. با وجودی که آب یکی از فراوان‌ترین ترکیب‌هایی است که در طبیعت یافت می‌شود، عواملی چون توزیع ناهمگون جغرافیایی، عدم تطابق زمانی توزیع با الگوی مصرف آب و رشد روز افزون جمعیت جهان، کمیت و به دنبال آن، کیفیت منابع آب در دسترس را کاهش داده و با محدودیت‌های بیش‌تری مواجه ساخته است. از آن‌جا که آب و منابع آبی در جهان، یکی از پایه‌های اصلی توسعه پایدار به حساب می‌آید، سال‌هاست در زمینه برنامه‌ریزی صحیح در مدیریت آب سرمایه‌گذاری می‌شود. یکی از این منابع تأمین‌کننده نیازهای بشری، رودخانه‌ها هستند که علاوه بر کمیت و میزان آورد، پارامترهای کیفی آن‌ها از مؤلفه‌های حائز اهمیت بوده که می‌بایستی به دقت محاسبه شود. گذشته از آن، چون آب رودخانه‌ها در تأمین آب شرب جوامع شهری و روستایی نقش به‌سزایی دارند، لذا انجام عملیات پایش کیفی آب در ارتقاء شاخصه‌های سلامت عمومی جوامع نیز نقش مستقیم دارد. بنابراین لازم و ضروری است طرح‌های پایش کیفی آب به‌طور مرتب و با دقت کافی، در رودخانه‌هایی که از آب آن‌ها در تأمین آب شرب استفاده می‌شود، انجام گردد. در این تحقیق هدف، پایش کیفیت آب رودخانه مهاباد از لحاظ پارامترهای میکروبیولوژیکی به منظور سنجش بار آلودگی آب در بازه ۶ ماهه از فروردین ۹۶ تا شهریور ۹۶ از نقطه نظر استفاده در مصارف شرب و کشاورزی با استفاده از شاخص‌های معتبر کیفیت آب بوده است. لذا با توجه به بررسی‌ها و بازدیدهای صحرائی انجام گرفته در فاصله ۲۰ کیلومتری در پشت سد مهاباد برای پایش کیفیت آب در نظر گرفته شد. با توجه به این‌که طبق اطلاعات رودخانه، طول دریاچه سد مهاباد به‌طور تقریبی ۸ کیلومتر است در واقع هدف اصلی این تحقیق یافتن اطلاعات مربوط به کیفیت آب از لحاظ میکروبی و تغییرهای آن در طول مدت مطالعه از ۲۰ کیلومتر مانده به سد تا محل ورودی تصفیه خانه آب شهر مهاباد، است.

بیانگر اثرات آلودگی احتمالی این روستا بر روی کیفیت آب رودخانه باشد.

ایستگاه شماره سه واقع در حدفاصل کیلومتر ۱۰ سد مهاباد.

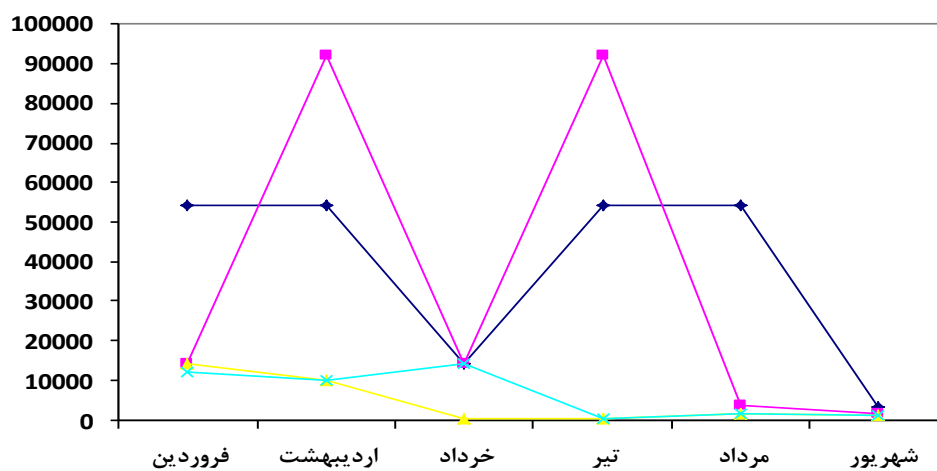
ایستگاه شماره چهار واقع در محل آبگیر تصفیه خانه آب شرب مهاباد که این ایستگاه از لحاظ کیفیت آب به جهت تأمین آب شرب شهری حائز اهمیت است.



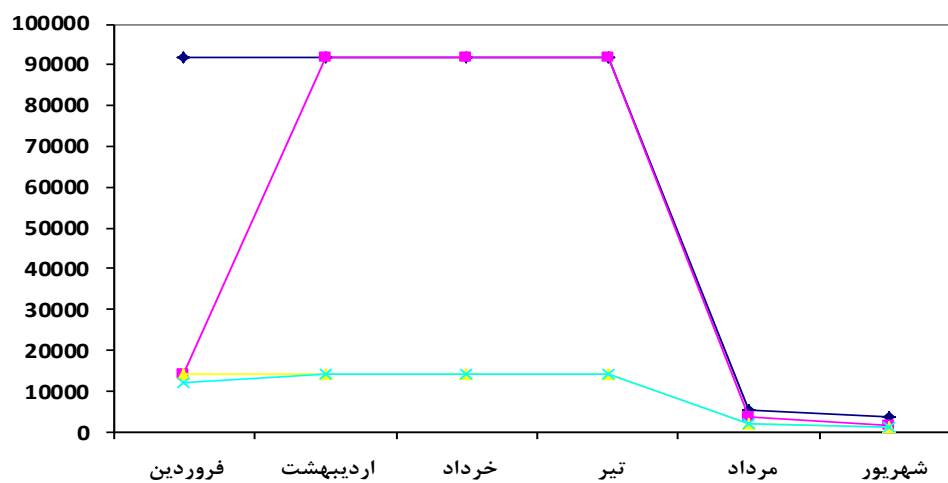
یافته‌ها:

با توجه به نتایج به‌دست آمده، کم‌ترین میزان BOD در طول مطالعه، در فروردین‌ماه و در ایستگاه شماره ۱ گزارش شده است که با توجه به بارندگی‌های زیاد و سیلابی شدن رودخانه و تراکم مراکز جمعیتی در بالادست محل ایستگاه‌های فوق قابل توجیه است. تغییرهای pH آب در طی دوره نمونه‌برداری بین محدوده ۸/۵ تا ۶/۵ گزارش گردید. نتایج حاصل از محاسبه MPN در طول دوره نمونه‌برداری نشان می‌دهد که میزان کلیفرم کل ایستگاه‌های منتخب رودخانه مهاباد در اغلب نوبت‌های نمونه‌برداری از میزان بالایی برخوردار بوده است. میزان شاخص‌های کیفیت آب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری منتخب در بالادست سد مخزنی، تفاوت خیلی زیادی باهم ندارند و به‌طور عموم در یک گروه مساوی طبقه‌بندی شده‌اند. با آنالیز نتایج به‌دست آمده می‌توان دریافت که از ایستگاه شماره ۱ تا ایستگاه شماره ۴ میزان آلودگی آب روند کاهشی در پیش گرفته است که این مهم به دلیل جریان حرکت آب و توان خودپالایی آن است. در تمامی نمونه‌ها مقادیر بالایی از دیاتومه و با مقادیر کم‌تر کلروفیسه مشاهده گردید که این مقادیر در اردیبهشت‌ماه و ایستگاه شماره چهار بیش‌تر از سایر ماه‌ها و

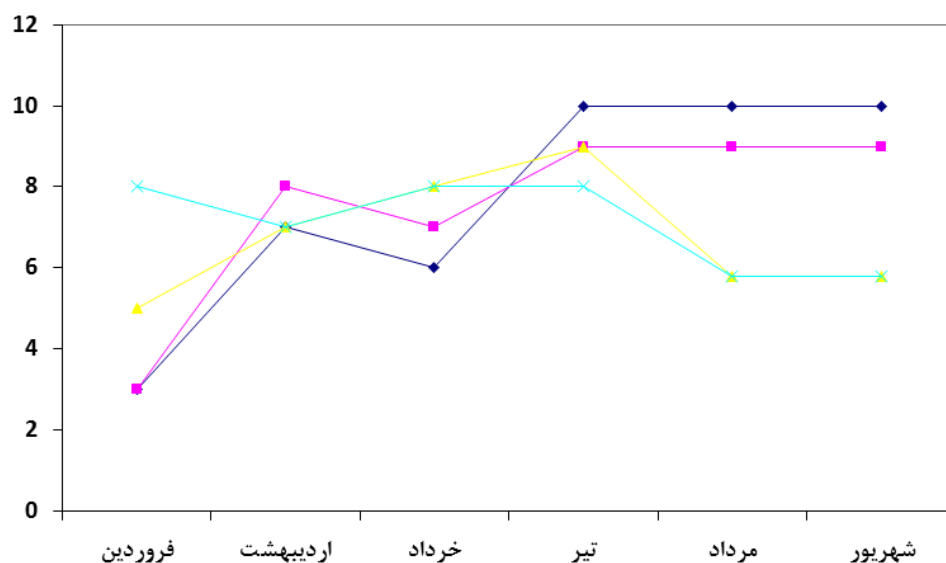
ایستگاه‌های دیگر بود و هم‌چنین در میان نمونه‌ها ایستگاه‌های ۴ همواره دارای آلودگی بیش‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها بودند. نماتد فقط در ایستگاه شماره یک دیده شد که میزان آن بسیار ناچیز بود. حضور پروتوزوا و کرسطاسه در ایستگاه‌های شماره ۳ و ۴ کامل مشهود بود که دلیل آن به‌احتمال به حضور گله‌های احشام روستاهای اطراف و شارژ آلودگی آب بر می‌گردد. حضور روتیفر در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه به جزء ایستگاه شماره یک بالاتر از حد استاندارد گزارش گردید. هم‌چنین سیانوفیسه در هیچ‌یک از ایستگاه‌های چهارگانه مشاهده نشد. نتایج آزمایش‌ها مربوط مطالعه حضور باکتری اشرشیا گرم‌پای حاکی از آن است که ایستگاه‌های شماره ۱ و ۲ در اردیبهشت‌ماه دارای بالاترین مقادیر و ایستگاه شماره ۴ در اکثر نمونه‌برداری‌ها دارای کم‌ترین مقدار حضور این شاخصه بارز آلاینده میکروبی آب‌ها است که دلیل آن به‌احتمال به حضور گله‌های احشامی که جهت استفاده از آب به حاشیه رودخانه مراجعت کرده‌اند مربوط می‌شود و این امر سبب ورود آلودگی فضولات حیوانات به داخل آب رودخانه شده و درنهایت موجب بالا رفتن بار میکروبی آب شده است. نمودار تغییرهای برخی از مولفه‌های مورد مطالعه به‌صورت ذیل است.



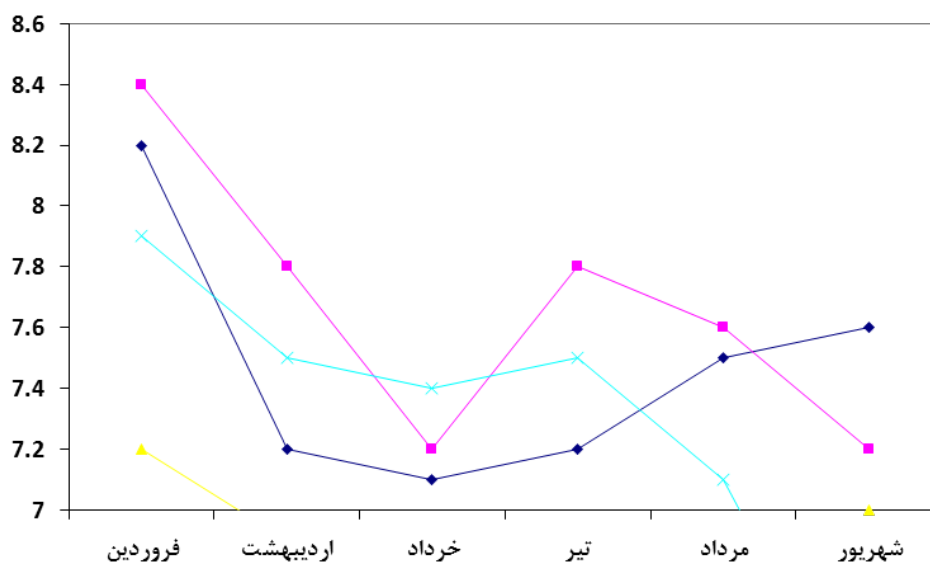
مقادیر به دست آمده از اشرفیاکلی گرمای در طول ۶ ماه نمونه برداری



مقدار احتمالی **Total Coliform (MPN)** در طول ۶ ماه نمونه برداری



تغییرهای BOD در طول ۶ ماه نمونه برداری



تغییرهای pH در طول ۶ ماه نمونه برداری

رودخانه بر خلاف معمول در ایستگاه های ۲، ۳ و ۴ افزایش نشان داد. اوج این آلودگی در ایستگاه شماره ۴ گزارش گردید که علت آن ساکن بودن و افزایش ۷ درجه ای دمای آب و هم-چنین شارژ آلودگی ها توسط احشام روستاهای اطراف ارزیابی گردید. میزان حضور کلروفیس و دیاتومه ها در اردیبهشت ماه و ایستگاه شماره ۴ بیش از سایر ماه ها و ایستگاه های دیگر گزارش گردید. نتایج آزمایش های مربوط به حضور اشرشیا گرمپای نشان داد؛ حضور این شاخص مهم آلودگی میکروبی

بحث:

براساس نتایج حاصل از این تحقیق، میزان آلاینده های میکروبی آب رودخانه مهاباد از ایستگاه شماره ۱ تا ۴ در طول دوره مطالعه روند کاهشی داشت که این مهم به علت جریان حرکت آب و توان خودپالایی آن ارزیابی گردید. علاوه بر این با گذشت زمان و افزایش دما میزان بار میکروبی آب نیز افزایش پیدا کرد. به طوری که در خرداد و تیرماه بار میکروبی آب

گرم سال می‌شویم از قدرت خودپالایی آب کاسته می‌شود و اجرای طرح‌های پایش آب ضرورت بیش‌تری پیدا می‌کند.

سپاسگزاری:

لازم است از زحمات بی‌دریغ استاد راهنمای فرهیخته جناب آقای دکتر وحید تنهایی، جناب آقای دکتر پوریوسف ریاست محترم دانشگاه آزاد اسلامی استان آذربایجان غربی، مدیر عامل و رئیس هیئت مدیره شرکت آب و فاضلاب شهری استان آذربایجان غربی، جناب آقای مهندس طالبی ناظر پروژه و مدیر محترم دفتر کنترل کیفی صمیمانه سپاس‌گزاری نمایم .

آب در ماه‌های اردیبهشت و خرداد بیش از سایر ماه‌ها بود. هم-چنین میانگین حضور اشرفیا گرم‌پای در ایستگاه شماره ۴ در طول مدت مطالعه در حد استاندارد گزارش گردید که نشان-دهنده سلامت آب است. حسینی و همکاران در سال ۱۳۸۶ حداکثر توان خودپالایی قسمتی از رودخانه کرخه جهت ورود فاضلاب شهری را بررسی کردند و آن‌ها نشان دادند که هرچه از بالادست به طرف پایین دست رودخانه حرکت شود توان خودپالایی رودخانه کم‌تر شده و علت این روند را می‌توان به اضافه شدن مواد کارخانه‌های تأسیسات شیمیایی و افزایش جمعیت ربط داد. اسکندری مکوند نیز در سال ۱۳۸۶ به بررسی توان خودپالایی رودخانه کارون و طبقه‌بندی کیفی آن پرداخت. نتایج نشان دادند که ضمن وجود خودپالایی در رودخانه‌ها، به دلیل ورود، تجمع و انتقال آلودگی‌ها به پایین-دست رودخانه‌ها، پایین‌دست رودخانه‌ها از شرایط خودپالایی کم‌تری نسبت به بالادست برخوردارند. کریمی جشنی و همکاران در سال ۱۳۸۶ وضعیت کیفی آب رودخانه کر در استان فارس را بررسی نمودند نتایج آن‌ها نشان داد که تا سال‌های قبل از ۱۳۸۰ میزان آلودگی رودخانه رو به افزایش بوده است ولی طی ۲۳ سال اخیر به علت کنترل و تصفیه پساب‌های صنعتی موجود در منطقه میزان آلودگی رودخانه روند افزایشی خود را از دست داده است. مهرداد و همکاران در سال ۱۳۸۹ به بررسی توان خودپالایی رودخانه گرگان‌رود استان گلستان پرداختند . نتایج میزان خودپالایی نشان داد که در فصل پائیز، بهار و زمستان از بازه اول به سمت بازه سوم میزان اکسیژن محلول کاهش می‌یابد که علت آن وجود مراکز جمعیتی بزرگ (شهرستان گنبد کاووس) با ورود حجم بالای پساب خانگی و ورود پساب‌های صنعتی به خصوص در اطراف شهرستان گنبد کاووس است. از بازه سوم به بازه چهارم میزان اکسیژن محلول در رودخانه گرگان‌رود افزایش می‌یابد که علت آن جمع شدن رودخانه در سد وشمگیر و بالا رفتن خودپالایی نسبت به حالت رودخانه است.

نتیجه‌گیری:

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد دو پارامتر دما و ورود آلاینده‌های میکروبی از محیط پیرامون بستر رودخانه‌ها نقش بسیار مهمی در افزایش رشد میکروارگانیسم‌های آب و در نهایت کاهش سلامت آب دارد. علاوه‌براین هرچه وارد ماه‌های

منابع:

- ۱- ابریشم چی، احمد . افشار،عباس و جمشید ، بهشید . مهندسی فاضلاب . ترجمه، چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی با همکاری شرکت مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب اصفهان ، جلد اول. ۱۳۷۴ .
- ۲- اسکندری مکوند، ملک تاج، بررسی مقدماتی خودپالایی و طبقه بندی کیفی آب رودخانه کارون به روش ساپروبیوتی، هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه اهواز، ۱۳۸۶. صفحات : ۴۴۱-۴۳۲
- ۳- برهان، الف . بحران آب در کشورهای درحال توسعه، آب و توسعه ، سال پنجم. ۱۳۷۶.
- ۴- پور یادگار، ۱۳۸۵ . استاندارد های کیفی آب رودخانه های کشور ، سازمان حفاظت محیط زیست . پورتال سازمان هواشناسی ارومیه-۱۳۹۴.
- ۵- حسینی، یاسر. معاضد، هادی وبرومند نسب، سعید محاسبه توان خودپالایی قسمتی از رودخانه کرخه جهت ورود فاضلاب شهری و مقایسه آن با وضعیت کنونی رودخانه. اولین همایش ونمایشگاه محیط زیست. دانشگاه تهران. ۱۳۸۶. صفحات : ۱۳۷-۱۲۹.
- ۶- خاتمی، سید هادی. بررسی پالایش رودخانه ها (آلودگی کربنات). سازمان حفاظت محیط زیست تهران ۱۳۶۷. صفحه ۱۲۵.
- ۷- دستور العمل پایش کیفیت آب های سطحی (جاری)-نشریه شماره ۵۲۲- سال ۱۳۸۸.
- ۸- دفتر تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو . گزارش عملکرد بیست سال وزارت نیرو. ۱۳۷۷.
- ۹- راهنمای مطالعات ظرفیت خود پالایی رودخانه ها-نشریه شماره ۴۸۱- سال ۱۳۸۸ .
- ۱۰- سازمان حفاظت محیط زیست ، ضوابط و استانداردهای زیست محیطی، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست ، تهران. ۱۳۷۸.
- ۱۱- سرتاج ، مجید. فتح الهی دهکردی، فرزاد و فیلی زاده، یوسف. بررسی منابع آلاینده، توان خودپالایی و عملکرد تالاب انزلی در کاهش و حذف آلاینده های صنعتی ، کشاورزی و شهری. اولین کنفرانس ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران. ۱۳۸۳. صفحات : ۱۰۳-۹۵ .
- ۱۲- شهبازی پور، ناهید. اسماعیلی ساری، عباس. بررسی آلودگی میکروبی رودخانه هراز و تعیین کاربری های مجاز آب رودخانه با توجه به استانداردهای جهانی. علوم وتکنولوژی محیط زیست، دوره سیزدهم ، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۰.
- ۱۳- عاشق معلا، مریم. محمدی فاضل، اصغر و حمامی، مجید. نقش توان خودپالایی رودخانه ها در تعیین حدود مجاز پارامترهای کیفی پساب ها. علوم و مهندسی محیط زیست، سال اول، شماره ۴، پاییز. ۱۳۹۳.
- ۱۴- عظیمی، محمد مهدی. غواصیه، احمد رضا ، هاشمی، سید حسین . برکتین، سمانه وجعفری گل، فرزانه . ارزیابی قدرت خودپالایی رودخانه سفید رود به کمک نتایج حاصل از شبیه سازی کیفی. همایش ملی آب با رویکرد آب پاک، اسفند. ۱۳۸۹.
- ۱۵- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. آب آشامیدنی- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی . چاپ پنجم، شماره استاندارد ایران ۱۰۵۳ سال ۱۳۸۸.
- ۱۶- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. کیفیت آب- روشهای نمونه برداری- آئین کار- چاپ اول، شماره استاندارد ایران ۸۹۱۰. سال ۱۳۸۵.
- 17- Andrew. J., and Hammond . P. J. Hydrodynamic and water quality simulation of fecal coliforms in the Lower Appomattox River. Virginia. Blacksburg. VA the faculty of Virginia polytechnic Institute and State University . 2004.
- 18- Baetis : Environmental Services INC . chicao., TMDLs and Implementation Plans for Target Watersheds . Illinois Environmental Protection Agency . 2004.
- 19- Campolo, M., Andreossi, P., and Soldati, A. "Water quality control in thre river Arno", Journal of Water research, 2001. 36: 2673-2680.
- 20- Chaudhury, R.R. & Sobrinho, J.A.H. & Wright, R.M. & Sreenivas, M., Dissolved Oxygen Modeling of the Blackstone river (Northeastern United States). Elsevier Science Ltd. 1998. vol.32. No.8, pp.2400-2412.
- 21- Christofer, Z. "review of urban storm water model" Enviromental modeling & software, 2001. 16: 195-213.
- 22- Deborah Ch. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 2, editor: Behalf of United Nations educational.

- 23- Drolc A, Kondan JZ, Cotman M. Evaluation of total nitrogen pollution reduction Strategies in a river basin; a case study. Water Technology; 2001. 44(6); pp:55-62.
- 24- Drole A, Zagore Koncan j. Estimntion of Sources of total pHospHorus in a river basin and assessment of alternatives for river pollution reduction .Environ Int. 2006 NOV: 28(5): 393 – 400 . [pubmed].