Archive of SID

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و دوم شماره ۹۸ اسفند سال ۱۳۹۱ (۲۹۹-۲۸۹)

ارزیابی بیواندیکاتورهای میکروبی رودخانه شیرود در استان مازندران

رضا صفری

زهرا یعقوب زاده

چکیده

سابقه و هدف: بیواندیکاتور به موجوداتی اطلاق می‌گردد که در ارتباط مستقیم با تغییرات محیطی بوده و تعداد و نوع آن‌ها تحت تأثیر آلاینده‌های شیمیایی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها: برای آنالیز میکروبی، نمونه گیری از عمق ۲۰ سانتی‌متر زیر آب انجام گرفته و نمونه‌ها در کمتر از ۲۴ ساعت مورد آزمایش قرار گرفتند. برای جداسازی و شمارش باکتری‌ها، از محیط‌های اختصاصی KF (برای انتروکوک‌ها)، SPS (برای باکتری‌های احیاکننده سولفیت)، ECC کروم آگار (برای کلی فرم‌ها و اشریشیا کلی) و پلیت کانت آگار (برای باکتری‌های هتروتروف) استفاده شده و پس از انکوباسیون در دمای ۳۰ درجه به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت، شناسایی و شمارش شدند.

یافته‌ها: میانگین شمارش کلی باکتری‌ها، انتروکوک‌ها، کلی فرم‌ها، اشریشیا کلی و باکتری‌های احیاء کننده سولفیت در چهار ایستگاه رودخانه شیرود به ترتیب $۶/۷۸\times۱۰^{۵}$، $۹/۷\times۱۰^{۴}$، $۱/۰۷\times۱۰^{۶}$ و $۱/۲۷\times۱۰^{۶}$ عدد باکتری در یک میلی‌لیتر (cfu/1ml)، ۶×۱۰^{۱}، $۳/۶۵\times۱۰^{۲}$، $۵/۸۳\times۱۰^{۲}$، $۱/۶\times۱۰^{۲}$ (انتروکوک‌ها)، $۳/۵۸\times۱۰^{۳}$، $۳/۵۴\times۱۰^{۳}$، $۲/۱۱\times۱۰^{۳}$، $۴/۴۲\times۱۰^{۳}$ (کلی فرم‌ها)، $۲/۵۱\times۱۰^{۲}$، $۶/۸۱\times۱۰^{۲}$، $۱/۹۵\times۱۰^{۲}$، $۳/۶۲\times۱۰^{۲}$ (اشریشیا کلی) و $۳/۲۱\times۱۰^{۲}$، $۲/۶۲\times۱۰^{۲}$، $۲/۲۵\times۱۰^{۲}$، $۲/۰۴\times۱۰^{۱}$ (باکتری‌های احیاء کننده سولفیت) بوده است.

استنتاج: نتایج تعداد باکتری‌های اندیکاتور در مقایسه با استانداردهای بین‌المللی نشان‌دهنده آن است که اکثر ایستگاه‌های مورد بررسی در رودخانه شیرود جزء مناطق آلوده محسوب می‌گردند. مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که پراکنش باکتری‌های اندیکاتور از گروه کلی فرم‌ها و کلی فرم‌های مدفوعی در محل‌های تخلیه فاضلاب‌های خانگی و شهری به رودخانه بسیار بالا بوده و تعداد این گروه در مناطق آلوده خارج از دامنه استاندارد بوده است.

واژه های کلیدی: بیواندیکاتور، میکروب، رودخانه شیرود

مقدمه

بستر رودخانه‌ها مکان مناسبی برای تخم ریزی و زیستگاه اولیه بسیاری از گونه‌های ماهیان با ارزش بومی و غیربومی به شمار می‌روند. بنابراین، پی‌بردن به ویژگی‌های زیستی و اکولوژیکی هریک از رودخانه‌ها به ویژه آن دسته از رودخانه هایی که از اهمیت خاص شیلاتی برخوردارند از مواردی است که همواره باید مدنظر قرار گیرد. هر یک از رودخانه‌های مجاور دریای خزر به نوعی تحت تأثیر آلاینده‌های مختلف زیست محیطی قرار گرفته و اکوسیستم آن‌ها دائماً در حال تغییر می‌باشد. از مهم‌ترین رودخانه‌های مجاور دریای خزر

مؤلف مسئول: زهرا یعقوب زاده– ساری: پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزرساری
گروه میکروبیولوژی، پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر، ساری، ایران
E-mail: yaghoub@yahoo .com

تاریخ دریافت : ۱۳۹۱/۵/۲۵ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۱/۹/۲۹ تاریخ تصویب : ۱۳۹۱/۱۲/۱۹

www.SID.ir

Archive of SID

می‌توان به رودخانه شیرود اشاره نمود(۳-۱).

رودخانه فوق روزگاری زیستگاه دائمی به منظور مهاجرت و تکثیر ماهیان خاویاری و سفید بوده ولی امروزه به دلیل افزایش آلودگی‌ها، فقط مهاجرت اندک ماهی سفید به این رودخانه‌ها انجام گرفته است آلودگی‌های مذکور علاوه بر به جا گذاشتن مشکلات و معضلات زیست- محیطی و بهداشتی، بر پراکندگی و جمعیت زئوپلانکتون‌ها و بنتوزها تأثیر گذاشته و به نوعی زنجیره غذایی موجودات را تحت تأثیر قرار داده و باعث به هم زدن اکوسیستم رودخانه می‌شوند(۳-۱). باکتری‌ها به دو گروه اندیکاتور و پاتوژن دسته بندی شده که از باکتری‌های اندیکاتور می‌توان به کلی فرم‌ها، اشریشیا کلی، انتروکوک‌ها، احیاء کننده سولفیت، باکتری‌های هتروتروف و از میکروب‌های پاتوژن به سالمونلا، شیگلا، اشریشیا سوش ۰۱۵۷، کمپیلوباکتر، ویبریو، یرسینیا و برخی از جنس‌های هتروتروف اشاره نمود(۶-۴). پراکنش میکروب‌های اندیکاتور در اکوسیستم‌های آبی به عوامل مختلفی از جمله بار مواد آلی آب، درجه حرارت، واکنش اسیدی، مقدار اکسیژن محلول، املاح، نور، فون بنتیک و سایر موجودات تک سلولی بستگی دارد(۶،۵).

باکتری‌های گروه کلی فرم به خانواده انتروباکتریاسه تعلق داشته و دارای اختصاصات مشابه‌ای می‌باشند. جنس‌های که در این گروه قرار دارند شامل سیتروباکتر، انتروباکتر، اشریشیا، هافنیا، کلبسیلا، سراشیا و یرسینیا می باشند(۶،۵).

این باکتری‌ها گرم منفی، بدون اسپور و به صورت میله‌ای بوده و به صورت هوازی و بیهوازی اختیاری قادر به رشد هستند. از ویژگی‌های اصلی این گروه تخمیر لاکتوز در ۳۷ درجه پس از ۴۸ ساعت، اکسیداز منفی و تولید آنزیم بتا گالاکتوزیداز است. کلی فرم‌های مدفوعی علاوه بر داشتن خواص ذکر شده توانایی تخمیر لاکتوز در دمای ۴۴ درجه را نیز دارا می‌باشند(۶،۵). باکتری‌های گروه کلی فرم به طور گسترده در آب و خاک وجود داشته و در آب غنی از مواد غذایی و بیوفیلم به سرعت می‌کنند. برای هریک از باکتری‌های گروه کلی فرم استاندارد خاصی تعریف شده و اگر تعداد این باکتری‌ها در آب خارج از این دامنه باشد نشان از آلودگی مدفوعی آب و وجود میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا بوده که از منابع مختلف نظیر فاضلاب‌های شهری و خانگی وارد رودخانه می‌شود(۶،۵). اشریشیا کلی به عنوان باکتری شاخص (از ۱۰۰ سال پیش تاکنون) به منظور ارزیابی کیفیت میکروبی آب مورد استفاده قرار گرفته است. این باکتری به عنوان اندیکاتور اولیه آلودگی مدفوعی در آب تصفیه شده و یا تصفیه نشده مورد استفاده قرار می‌گیرد. اشریشیا کلی در مدفوع تمامی پستانداران وجود داشته و تعداد آن در هر گرم از مدفوع در حدود ۱۰۹ گزارش شده است. ویژگی های بقاء و حساسیت این باکتری به انواع مواد ضدعفونی کننده مشابه سالمونلا و شیگلا (عوامل بیماری‌های حصبه و اسهال خونی) بوده و مانند این باکتری‌ها قادر به تکثیر و ازدیاد در آب‌های تصفیه شده نمی‌باشد. هرچند که این باکتری در برخی موارد قادر به نشان دادن آلودگی‌های خاص آب نمی‌باشد (مانند آلودگی آب به کریپتوسپوریدیوم) ولی کماکان به عنوان بهترین اندیکاتور میکروبی مدنظر می‌باشد(۶،۵).

انتروکوک ها، جزء باکتری‌های اندیکاتوری می‌باشند که توانایی رشد در حضور نمک‌های صفراوی و آزید سدیم (مهارکننده رشد کلی فرم‌ها و اکثر باکتری‌های گرم منفی) را دارا می‌باشند. در این گروه گونه‌های مختلفی نظیر فکالیس، فیسیوم، بویس و اکوینوس وجود داند. دلیل استفاده از این باکتری‌ها تأیید آلودگی مدفوعی آب در حضور و یا عدم حضور باکتری‌های گروه کلی فرم و اشریشیا کلی می‌باشد. از این رو به این باکتری‌ها اندیکاتورهای ثانویه آلودگی مدفوعی آب اطلاق می‌شود. در هر گرم از مدفوع انسان تعداد ۱۰۹ عدد از این باکتری‌ها وجود داشته در حالی که در مدفوع حیوانات خونگرم، تعداد این باکتری‌ها به

www.SID.ir

Archive of SID

مراتب بیشتر از اشریشیا کلی می‌باشد. انتروکوک‌ها به ندرت در آب تکثیر یافته و نسبت به استرس‌های محیطی دارای مقاومت بیشتری هستند. به طور کلی انتروکوک‌های موجود در آب آلوده به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند. گروه اول شامل فکالیس، فیسیوم و دورانس و گروه دوم شامل بویس، اکوینوس و آویوم بوده که به طور طبیعی در مدفوع انسان وجود نداشته و جزء فلور طبیعی پستانداران خونگرم می‌باشند. اگر نسبت کلی فرم مدفوعی به استرپتوکوک‌های مدفوعی (FC/FS) بالاتر از ۴ باشد نشان دهنده آلودگی آب به مدفوع انسانی بوده و اگر این نسبت زیر یک باشد حاکی از آلودگی آب به مدفوع حیوانات خونگرم می‌باشد(۶،۵) هدف از آنالیز این رده از باکتری‌ها دستیابی به اطلاعات بیشتر از وضعیت آلودگی مدفوعی آب می‌باشد.

در حقیقت این گروه از باکتری‌ها جزء اندیکاتورهای ثانویه آلودگی مدفوعی می‌باشند. مقاومت این گروه از باکتری‌ها نسبت به ایکلای وکلی فرم‌ها نسبت به استرس‌های محیطی وکلرزنی بیشتر می باشد. مهم‌ترین باکتری در گروه احیاءکننده سولفیت کلستریدیوم‌ها می‌باشد.کلستریدیوم دارای بیش از ۱۰۰ گونه بوده و جزء باکتری‌های گرم مثبت، اسپوردار و بیهوازی اجباری می‌باشد. این جنس توانایی احیاء سولفیت به سولفید را دارا می‌باشد.

به طور کلی کلستریدیوم‌ها باکتری‌های محیطی و ساپروفیت بوده و در خاک، آب و بافت‌های گیاهی و حیوانی قابل تجزیه وجود دارند این باکتری در مدفوع انسان و حیوانات وجود داشته و به لحاظ داشتن اسپور، مقاومت بسیار بالایی نسبت به شرایط نامساعد محیطی دارد. از آن‌جایی‌که تعداد پرفرنجنس در مدفوع در مقایسه با اشریشیا کلی و انتروکوک‌ها کمتر می‌باشد به همین دلیل از اهمیت کمتری برخوردار می‌باشد(۶،۵).

گروه هتروتروف هم جزء گروه پاتوژن و هم جزء گروه اندیکاتور قرار می‌گیرند. میکروب‌های مختلفی که در این گروه قرار دارند شامل باکتری‌ها (بیشتر باکتری‌های محیطی بوده که از خاک و پساب به آب وارد می‌شوند ولی برخی از میکروب‌های بیماری‌زا مثل سالمونلا، کلبسیلا پنومونیه نیز در این گروه قرار دارند)، مخمرها (تورولوپسیس، رودتورولا، کاندیدا)، کپک‌ها (آلترناریا، فوزاریوم، آسپرژیلوس، پنی‌سیلیوم و فوما) بوده که به سه گروه عمده تقسیم می‌شوند (فلور طبیعی، میکروب‌های آلاینده و میکروب‌های بیماری‌زا)(۶،۵). از گروه اول می‌توان به فلاوو باکتریوم، آلترومونـاس گونه‌های غیر بیماری‌زا ویبریو، گونه‌های مختلف سودوموناس و مخمر تورولوپسیس، از گروه دوم، سودوموناس آئروجینوزا. آئرومونـاس‌ها، باسیل‌ها، کلستریدیوم‌ها، کلی فرم‌ها، گونه های مختلف آسپرژیلوس و از گروه سوم لجونلا پنوموفیلا، کلبسیلا پنومونیه، مایکروباکتریوم‌های غیر سلی، کاندیدا آلبیکنس اشاره نمود.

میکروب‌های این گروه بیماری‌های مختلفی از جمله عفونت زخمی، گاستروآنتریت و عوارض گوارشی ایجاد می‌کنند(۶،۵). هدف از ارزیابی بیواندیکاتورهای میکروبی، تفسیر نتایج آن، ارائه راهکارهای مدیریتی جهت بهینه‌سازی و کاهش آلاینده های مختلف در رودخانه شیرود می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

رودخانه شیرود یکی از رودخانه‌های مهم شهرستان تنکابن استان مازندران می‌باشد رودخانه‌های تنکابن عموماً از دامنه کوه‌های البرز که در سمت جنوبی تنکابن واقع شده‌اند سرچشمه گرفته که پس از طی مسیر خود به دریای خزر می ریزند.

رودخانه شیرود (تیرم) به طول ۳۶ کیلومتر در ۷ کیلومتری غرب شهر تنکابن جریان داشته و موقعیت جغرافیایی آن' ۴۹ °۵۰ - '۴۸ °۵۰ و '۵۱ °۳۶ – '°۴۴ ۳۶ می باشد. منبع تأمین کننده آب این رودخانه برف

www.SID.ir

Archive of SID

بارانی با چشمه‌های متعدد می‌باشد. شیب متوسط رودخانه در مناطق کوهستانی ۱۲ درصد و در منطقه جلگه‌ای ۱ درصد بوده و بستر رودخانه در نواحی بالا دست تخته سنگ و قلوه سنگ‌های بزرگ و در ناحیه مصب رودخانه، قلوه سنگ و سنگ ریزه می‌باشد متوسط دبی سالانه ۳/۹۴ میلیون متر مکعب و کم‌ترین و بیشترین دبی رودخانه در یک دوره ۵ ساله به ترتیب ۲/۸ و ۶/۸ متر مکعب بر ثانیه بوده است(۷،۶) (تصویر شماره ۱).

ایستگاه شماره ۱: این ایستگاه در سرشاخه کوهستانی و محله‌ای به نام پلطان که پس از برخورد دو سر شاخه رودخانه انتخاب گردید.

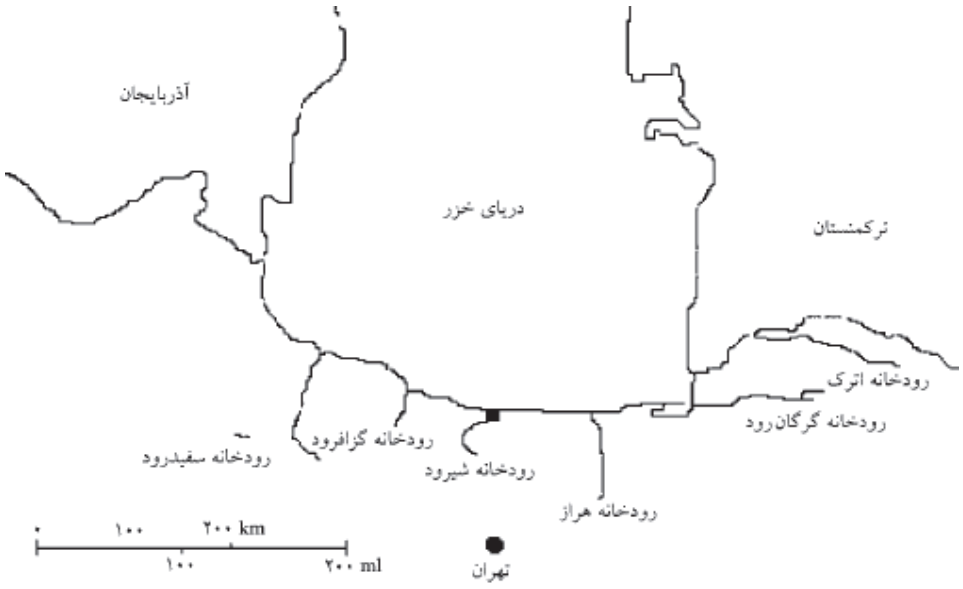
ایستگاه شماره ۲: این ایستگاه درارتفاعات بالا، منطقه کوهستانی ، در سرشاخه غربی رودخانه شیرود و در داخل جنگل (روستای نسامه) واقع گردیده است.

ایستگاه شماره ۳: این ایستگاه بعد ازگذر رودخانه از مناطق روستایی و جنگل نشینان حواشی رودخانه و نزدیکی محل تقاطع شاخه شرقی در محله‌ای به نام سلیمان آباد واقع گردیده است.

ایستگاه شماره ۴: رودخانه پس از عبور از روستاهای لزربن، کندسر، کشکو، کبود کلا و آخوند محله وارد دریا می‌شود. ایستگاه نهایی در دهانه (مصب) رودخانه قرار دارد که از چند جنبه دارای اهمیت زیادی بوده و ازایستگاه‌های مهم و کلیدی در طرح محسوب می‌گردد.

نمونه برداری از ایستگاه ها

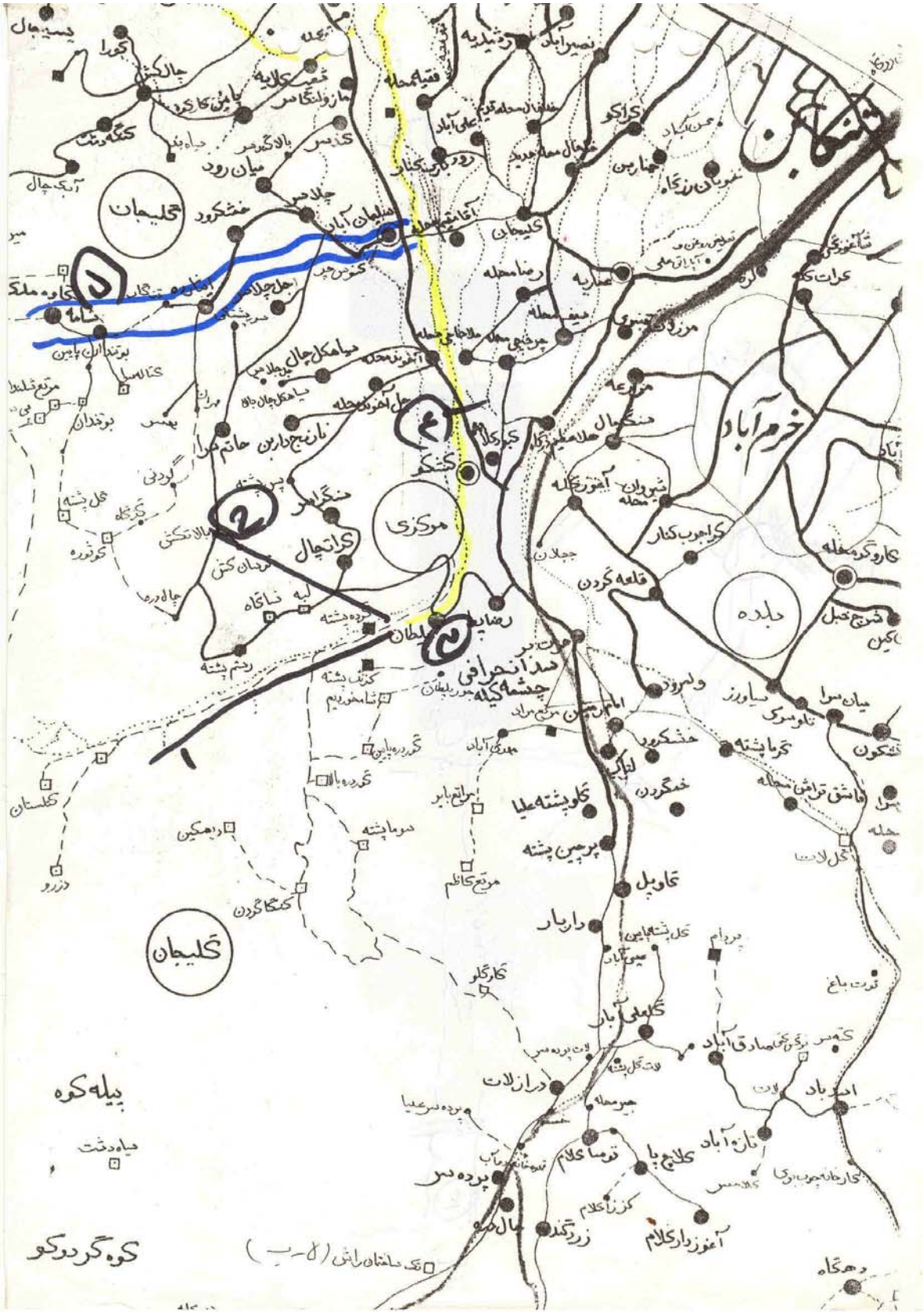
نمونه‌برداری تابع پارامترهای تأثیرگذار نظیر ماه‌های سال، فصول کشاورزی، کم‌آبی یا پرآبی، خصوصیات مصب رودخانه و ... بوده و نمونه‌برداری در طول یک‌سال به طور ماهانه از ۴ ایستگاه در رودخانه شیرود انجام گرفته و با احتساب ۳ تکرار برای هر نمونه، مجموعاً ۲۸۸ نمونه مورد بررسی و آزمایش قرارگرفت. برای آنالیز میکروبی، نمونه‌گیری با استفاده از شیشه‌های کدر درب سمباده‌ای استریل از عمق ۲۰ سانتی‌متر زیر آب انجام گرفته و نمونه‌ها در کنار زنجیره سرد به آزمایشگاه میکروبیولوژی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر منتقل شده و در کمتر از ۲۴ ساعت مورد آزمایش قرار گرفتند. برای جداسازی و شمارش باکتری‌ها، ابتدا از نمونه‌های اخذ شده، رقت‌های سریال تهیه شده، سپس



تصویر شماره ۱: موقعیت جغرافیایی رودخانه شیرود در حوزه جنوبی دریای خزر

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر شماره ۲: ایستگاههای انتخاب شده در رودخانه شیرود

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌ها در محیط‌های اختصاصی KF[1] (برای انتروکوک‌ها)، SPS agar[2] (برای کلستریدیوم پرفرنجنس)، ECC[3] کروم آگار (برای کلی فرم‌ها و اشریشیاکلی) و TC[4] (برای باکتری‌های هتروتروف) کشت داده شده و پس از انکوباسیون در دمای ۳۰ درجه به‌مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت، شناسایی و شمارش شدند(۷). به منظور تجزیه و تحلیل نتایج از نرم افزار SPSS استفاده شده و میانگین وانحراف معیار داده‌های کمی محاسبه شد و به منظور آنالیز نتایج از تست‌های Mann–whitney ، Kriskal ، Wallis و Anova استفاده شده و در نهایت ضریب اطمینان و ارزش P آن‌ها محاسبه گردید.

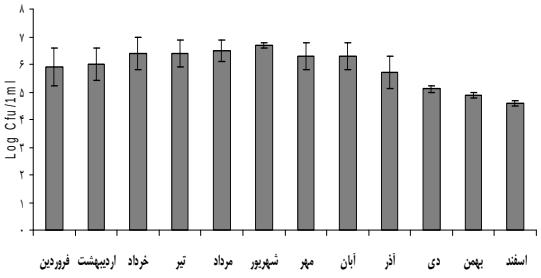
یافته‌ها

دامنه تغییرات لگاریتم میانگین کل باکتری‌ها (Total count) در ماه‌های مختلف سال از Log ۴/۷ Cfu/1ml در اسفند ماه تا Log Cfu/1ml ۶/۷ در شهریور ماه متغّیر می‌باشد (نمودار شماره ۱) نتایج حاصل نشان دادند که بیش‌ترین لگاریتم میانگین کل باکتری‌ها در این رودخانه در شهریور ماه می‌باشد.

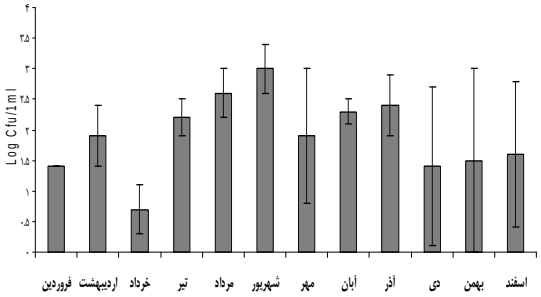
دامنه تغییرات لگاریتم میانگین آنتروکوک‌ها در ماه‌های مختلف سال از Log Cfu/1ml ۰/۷ در خرداد ماه تا Log Cfu/ml ۲/۶ در مرداد ماه متغّیر می‌باشد (نمودار شماره ۲) نتایج حاصل نشان دادند که بیش‌ترین لگاریتم میانگین آنتروکوک‌ها در این رودخانه در مرداد ماه می باشد.

دامنه تغییرات لگاریتم میانگین کلی فرم ها در طول سال از Log Cfu/1ml ۳/۲ در ایستگاه ۲ تا Log Cfu/ml۳ در ایستگاه ۱و۴ متغّیر می‌باشد (نمودار شماره ۳) نتایج حاصل نشان دادند که بیش‌ترین لگاریتم میانگین کلی فرم‌ها در این رودخانه در ایستگاه ۲ می‌باشد.

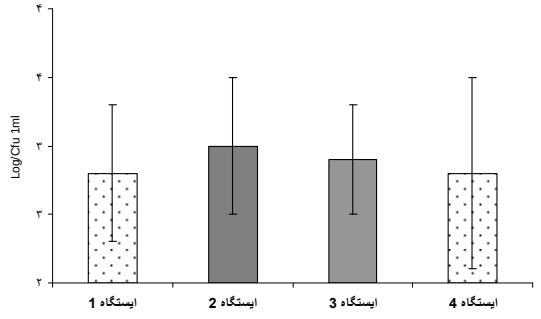
دامنه تغییرات لگاریتم میانگین اشرشیا کلی در طول سال از Log Cfu/1ml ۲/۸ در ایستگاه ۱ تا Log Cfu/ml ۲/۵ در ایستگاه ۳ متغّیر می‌باشد (نمودار شماره ۴) نتایج حاصل نشان دادند که بیش‌ترین لگاریتم میانگین اشرشیا کلی در این رودخانه در ایستگاه ۳ می‌باشد.



نمودار شماره ۱: تغییرات لگاریتم میانگین کل باکتری ها (Total count) از آب رودخانه شیرود در ماه های مختلف نمونه برداری



نمودار شماره ۲: تغییرات لگاریتم میانگین آنتروکوک ها از آب رودخانه شیرود در ماه های مختلف نمونه برداری

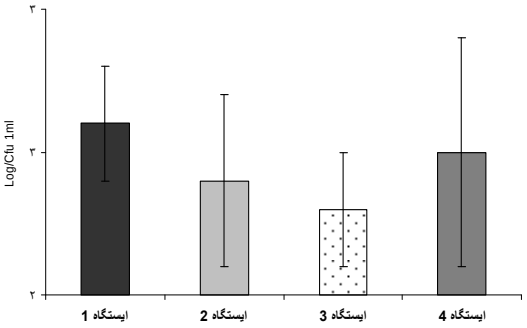


نمودار شماره ۳: تغییرات لگاریتم میانگین کلی فرم ها از آب رودخانه شیرود در طول یک سال

1. KF Streptococcus Agar8-
2. Sulfite Polymyxin Sulfadiazine Agar
3. Chromagar liguid Ecc
4. Plate count agar

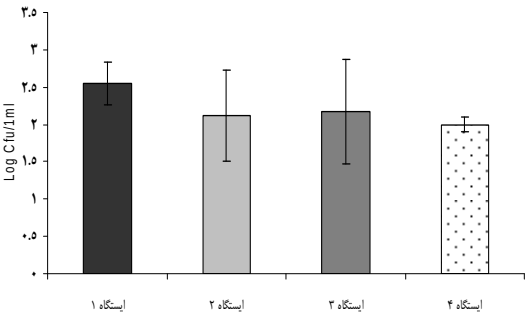
www.SID.ir

Archive of SID



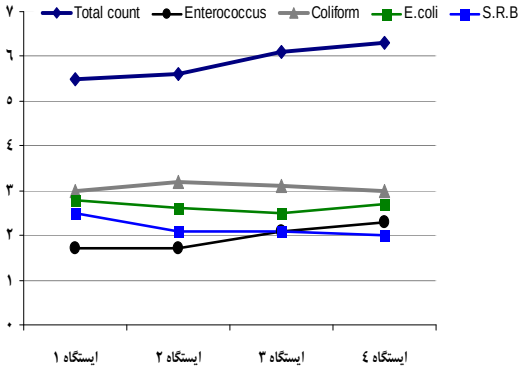
نمودار شماره ۴: تغییرات لگاریتم میانگین اشرشیا کلی از آب رودخانه شیرود در طول یک سال

دامنه تغییرات لگاریتم میانگین باکتری‌های احیاءکننده سولفیت در طول سال از ۲/۵ Log Cfu/1ml در ایستگاه ۱ تا Log Cfu/ml ۲ در ایستگاه ۴متغّیر می‌باشد (نمودار شماره ۵) نتایج حاصل نشان دادند که بیشترین لگاریتم میانگین اشرشیا کلی در این رودخانه در ایستگاه ۱ می باشد.



نمودار شماره ۵: تغییرات لگاریتم میانگین باکتری های احیا کننده سولفیت از آب رودخانه شیرود در طول یک سال

نتایج بررسی نشان داد که در تمامی ماه‌های مورد مطالعه مقدار بار آلودگی میکروبی لگاریتم میانگین کل باکتری‌ها، آنتروکوک‌ها در ایستگاه‌های پایین دست بیش‌تر از ایستگاه‌های بالا دست رودخانه می‌باشد و بار آلودگی کلی فرم، ایکلای و باکتری‌های احیاء کننده سولفیت تغییرات چندانی نداشتند (نمودار شماره۶).



نمودار شماره ۶: مقایسه تغییرات شاخص‌ها باکتریایی در ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه شیرود در کل دوره بررسی

بحث

نتایج حاصل نشان دادند که بیش‌ترین لگاریتم میانگین کل باکتری‌ها در رودخانه شیرود در شهریور ماه می‌باشد. و بیشترین آلودگی ۶/۳Log Cfu/1ml مربوط به ایستگاه ۴ می‌باشد و کم‌ترین مقدار آلودگی Log ۵/۵ Cfu/1ml مربوط به ایستگاه ۱ می‌باشد و استانداردی که در ارتباط با باکتری‌های هتروتروف وجود دارد حداکثر ۵۰۰۰۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر می‌باشد که آب رودخانه شیرود از نظر کل باکتری‌ها آلوده می‌باشد. آب ایستگاه ۴ از روستاهای مختلف می گذرد و بالا بودن آلودگی میکروبی به علت تخلیه فاضلاب‌های شهری و خانگی که به صورت روزانه انجام می گیرد. کل باکتری‌ها بیشترین مقدار را در فصل تابستان و کم‌ترین مقدار را در فصل زمستان داشت. از دیگر عواملی که باعث افزایش بار آلودگی میکروبی در این رودخانه می‌شود ازدحام مسافران در کنار رودخانه در این فصل و افزایش فعالیت رستوران‌های اطراف می‌باشد که باعث شده آلودگی در این فصل در مقایسه با سایر فصول به مراتب بیش‌تر باشد(۱۰،۱۱) تغییرات کل باکتری‌ها در ایستگاه‌های مختلف دارای ارتباط معنی‌دار بوده است ($p < ۰/۰۵$).

مطالعات آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا[1] EPA نشان می‌دهدکه بهترین اندیکاتورها در آب‌های

1. Environmental protection Agency

www.SID.ir

Archive of SID

شیرین، ایکلای وآنتروکوک‌ها بوده ودر آب‌های شور، انتروکوک‌ها می‌باشند(۱۵-۱۳).

دامنه تغییرات لگاریتم میانگین آنتروکوک‌ها در ماه‌های مختلف سال از ۰/۷Log Cfu/1ml در خرداد ماه تا ۲/۶ Log Cfu/ml در مرداد ماه متغّیر می‌باشد نتایج حاصل نشان دادند که بیش‌ترین لگاریتم میانگین آنتروکوک‌ها در رودخانه شیرود در مرداد ماه می‌باشد و بیشترین آلودگی آنتروکوکی ۲/۳ Log Cfu/1ml مربوط به ایستگاه ۴ می‌باشد و کم‌ترین آلودگی آنتروکوکی ۱/۷ Log Cfu/1ml مربوط به ایستگاه ۱ می‌باشد تغییرات آنتروکوکی در ایستگاه‌های مختلف دارای ارتباط معنی‌دار بوده است ($p <$ ۰/۰۵).

یکی دیگر از عوامل تعیین کننده کیفیت میکروبی محیط های آبی، مقدار کلیفرم می‌باشد که مقدار این عامل در ایستگاه‌های مختلف و ماه‌های مختلف نوسان زیادی دارد و بیشترین مقدار آن در فصل بهار و کم‌ترین مقدار در فصل تابستان می‌باشد. بیش‌ترین آلودگی کلیفرمی ۳/۲ Log Cfu/1ml مربوط به ایستگاه ۲ و کم‌ترین مقدار کلیفرمی ۳/۰ Log Cfu/1ml مربوط به ایستگاه ۱ بود. بیش‌ترین آلودگی مربوط به فصل تابستان ۳/۲Log Cfu/1ml و کم‌ترین آلودگی مربوط به فصل زمستان ۳/۲Log Cfu/1ml بوده است به نظر می‌رسد که با شروع فصل تابستان و افزایش فعالیت‌های تفریحی مردم در حاشیه رودخانه‌ها وگرم شدن هوا رشد وتکثیر باکتری های کلیفرمی افزایش می یابد. و با آغاز فصل زمستان و کاهش دما و کم شدن ازدحام جمعیت در کنار رودخانه‌ها، بار آلودگی میکروبی رودخانه‌ها کاهش می‌یابد تغییرات کلیفرمی در ایستگاه‌ها وفصول مختلف دارای ارتباط معنی‌دار بوده است ($p <$ ۰/۰۵). تغییرات شاخص‌های میکروبیولوژی مورد بررسی رودخانه شیرود در طول ایستگاه‌ها ودر طی ماه‌های مختلف بسیار گسترده است. یکی از این شاخص‌های مورد بررسی Ecoli می‌باشد که در این بررسی بیش‌ترین مقدار این شاخص در ایستگاه ۱ وکم‌ترین مقدار آن در ایستگاه ۳ دیده شد. و بیش‌ترین مقدار Ecoli در ماه مهر ۳/۱ Log Cfu/1ml و کم‌ترین مقدار آن در بهمن ماه بوده است. تحقیقات Buckalew و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که مقدار E.coli در ماه‌های سرد کاهش می‌یابد(۱۲).

باکتری کلیدی در بین باکتری‌های احیاء کننده سولفیت کلستریدیوم پرفرنجنس می‌باشد. این باکتری به لحاظ داشتن اسپور قادر به زنده ماندن در آب ویا محیط‌های آلوده نسبت به سایر باکتری‌های اندیکاتور می‌باشد با این وجود اهمیت این باکتری‌ها در مقایسه با سایر باکتری‌های اندیکاتور کمتر می‌باشد(۱۶). نتایج حاصل نشان می‌دهد که بیش‌ترین آلودگی کلستریدیومی مربوط به ایستگاه ۱Log Cfu/1ml ۲/۵ و کم‌ترین آلودگی کلستریدیومی مربوط به ایستگاه ۲ Log Cfu/1ml ۲/۱ بوده است و بیش‌ترین آلودگی مربوط به فصل پاییز Log Cfu/1ml ۲/۴ و کم‌ترین آلودگی مربوط به فصل بهار Log Cfu/1ml ۱/۶ می‌باشد.

نتایج تعداد باکتری‌های اندیکاتور در مقایسه با استانداردهای بین‌المللی و دستورالمل پایش کیفیت آب‌های سطحی (جاری) نشان دهنده آن است که اکثر ایستگاه‌های مورد بررسی در رودخانه شیرود جزء مناطق آلوده محسوب می گردند. استانداردی که در ارتباط با اندیس‌های میکروبی وجود دارد شامل کلی فرم (حداکثر ۱۰۰۰عدد در ۱۰۰ میلی لیتر)، کلی فرم مدفوعی (حداکثر ۴۰۰ در ۱۰۰ میلی لیتر) و باکتری‌های هتروتروف (حداکثر ۵۰۰۰۰ در ۱۰۰ میلی لیتر می‌باشد. بالا بودن آلودگی میکروبی به دلیل تخلیه فاضلاب‌های شهری و خانگی، زباله ها، نخاله های ساختمانی و... در مجاورت رودخانه که این کار به صورت روزانه انجام می گیرد. در رودخانه شیرود، عمده آلودگی موجود ناشی از تخلیه پساب کارگاه‌های شن و ماسه بوده که باعث گل آلودگی رودخانه شده و کیفیت آب را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد. بایستی توجه نمود که وجود میکروب‌های اندیکاتور در آب رودخانه،

www.SID.ir

Archive of SID

نشـان دهنـده کیفیـت پـایین آب و وجـود احتمـالی باکتری‌های بیماری‌زا از جمله سالمونلا (عامل حصبه)، ویبرو کلرا (عامل وبا)، شیگلا(عامل اسهال خونی)، انواع پروتوزوئرها (آنتامبا، ژیاردیا)، ویـروس‌هـا (نـور واک و انواع ویروس‌های عامل اسهال) و قارچ‌ها (کریپتوکوکوس) می‌باشد. مطالعات انجام گرفته نشان مـی‌دهـد کـه نتـایج ایـن تحقیـق نشـان داد کـه ایسـتگاه‌هـای پـایین دسـت رودخانـه دارای بـار آلـودگی بـیش‌تـری در مقایسـه بـا ایسـتگاه‌هـای بـالا دسـت رودخانـه بودنـد و پـراکنش بـاکتری‌هـای انـدیکاتور از گـروه کلـی فـرم‌هـا و کلـی فـرم‌هـای مـدفوعی در محـل‌هـای تخلیـه فاضـلاب‌هـای خانگی و شهری به رودخانه بسیار بالا بوده و تعـداد ایـن گروه در زون‌های آلوده خارج از دامنـه اسـتاندارد بـوده است(۱۴،۱۷). مطابق دستورالمل پـایش کیفیـت آب‌هـای سطحی (جاری) با توجه به مقادیر به دسـت آمـده بـرای شاخص‌هـای انـدیکاتور بـه خصـوص ایکـلای و توتـال کلیفرم و مقادیر مجاز اعـلام شـده آب رودخانـه شـیرود جهت آشامیدن انسان و استفاده‌هـای تفریحـی مثـل شـنا، شیرجه و ورزش‌هـای آبـی ... در هـیچ یـک از مـاه‌هـای مورد مطالعه مناسب نیست(۱۷).

در پایان می‌توان نتیجه گیری کرد کـه نتـایج تعـداد بـاکتری‌هـای انـدیکاتور در مقایسـه بـا اسـتانداردهای بین‌المللی نشان دهنده آن اسـت کـه اکثـر ایسـتگاه‌هـای مـورد بررسـی در رودخانـه شـیرود جـزء منـاطق آلـوده محسوب می‌کردند. مطالعات انجام گرفته نشان مـی‌دهـد که پراکنش باکتری‌های اندیکاتور از گروه کلی فـرم‌هـا و کلـی فـرم‌هـای مـدفوعی در محـل‌هـای تخلیـه فاضلاب‌های خانگی و شهری به رودخانه بسیار بالا بوده و تعـداد ایـن گـروه در منـاطق آلـوده خـارج از دامنـه استاندارد بوده است.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از دکتر رضا پور غلام رئیس پژوهشکده اکولوژی دریای خزر که همـاهنگی‌هـای لازم را جهـت انجـام ایـن پـروژه انجـام داده‌انـد، تشـکر و قـدردانی می‌گردد ایـن پـروژه توسـط اداره کـل حفاظـت محـیط زیست استان مازنـدران و پژوهشـکده اکولـوژی دریـای خزر حمایت شده است.

References

1. Ayaz GH. Identify and assess pollution sources Tajan River (Sari-Marndran), Islamic Azad University, 1995; p172 (Persian).
2. Roshantabari M. The role of human activities on Tajan river ecosystem degradation, fisheries research center, 1991; p14 (Persian).
3. Roshantabari M. Rivers of the province and its impact aquatic resources. University 1997; (Persian).
4. Caspian Consulting Engineers Water. Tajan river study and engineering design, water quality and environmental impacts, Mazandaran and Golestan Regional Water Corporation. 1998.
5. Chang, SKDetermination of toxic pollutants in water using a marine phytoplankton Dunaliella bioculata and Doppler laser velocimetry". Chen.Ecol.1995;10, 37-95.
6. Environment Agency the Microbiology of Drinking water part 1 – Water Quality and Public Health. 2002;p 9-28.
7. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) & Water Environment Federation (WEF). Standard methods for the examination of water and wastewater. 2005; 22th.
8. Abuu M. Hydrology and hydrobiology of Shirud river. Final report .Iranian fisheries research organization, 1994;65p. (Persian).

www.SID.ir

9. National geographical organization Publication, 2003. The gazetteer of rivers in the I.R. of Iran,Isso. 978-600-92021-1-9. Vol. 2. 341p.
10. Banat I.M, Hassan E.S, EIShahawi M S, Abu-Hilal A.H. Post – Gulf- war Assessment of nutrients, heavy metal ions, hydrocarbons and bacterial pollution levels in the United Arab Emirates coastal waters. Pergamon Environment Intemafional, 1998;24: 109-116
11. Palamuleni L.G. Effect of sanitation facilities, domestic solid waste disposal and hygiene practices on water quality in Malawi_ s urban poor areas: a case study of south Lunzu Township in the city of Blantyre. Physics and Chemistry of the Earth. 2002; 27: 845-850.
12. Buckalew D.W, Hartman L.J, Grimsley G.A, Martin A.E, Register K.M. A long- term study comparing membrane filtration with Colilert defined substrates in detection fecal coli forms and Escherichia coli in natural waters.Journal of Environmental Management . 2006; 80:191-197.
13. Jin G, Jeng H.W, Bradford H, Englande A.J. "Comparison of E. coli, enterococci, and fecal coliform as indicators for brackish water quality assessment". 2004; *Water Environ. Res.* 76 (3): 245–55.
14. Li R, Dong M, Zhao Y, Zhang L, Cui Q, He W. Assessment of Water Quality and Identification of Pollution Sources of Plateau Lakes in Yunnan (China). Journal of Environmental Quality.2007;Vol. 36 No. 1, p. 291-297.
15. Paruch A.M. Maehlum T. Specific features of *Escherichia coli* that distinguish it from coliform and thermotolerant coliform bacteria and define it as the most accurate indicator of faecal contamination in the environment .2012; Ecological Indicators Volume 23, Pages 140–142.
16. Chen J. N, Zhang T.Z, Du P.F. Assessment of water pollution control strategies: a case study for the Dianchi Lake. Journal Article. 2002; Volume 14, Number 1.
17. Islamic Republic of Iran .Vice Presidency For Strategic Planning and Supervision .Instruction For Surface Water Quality Monitoring.2011. 522 No.

www.SID.ir