View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان:

بررسی کمی وکیفی اندیکاتورهای میکروبی دریاچه پشت سد شهید رجایی– استان مازندران (ساری)

مجری:
زهرا یعقوب زاده

شماره ثبت
۴۹۹۰۳

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان پروژه : بررسی کمی وکیفی اندیکاتورهای میکروبی دریاچه پشت سد شهید رجایی- استان مازندران (ساری)
شماره مصوب پروژه : ۹۲۰۰۳-۹۲۵٤-۱۲-۷٦-۱٤
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : زهرا یعقوب زاده
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) :
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : زهرا یعقوب زاده
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : محمود رامین ،حسن نصراله زاده ساروی ، رضا پورغلام،آسیه مخلوق، رضا صفری، مریم قیاسی، شهریار بهروزی، مهدی مقیم، حمیدرمضانی ، محمود قانعی تهرانی، مجید ابراهیم زاده، علی اکبرعرب احمدی
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -
محل اجرا : استان مازندران
تاریخ شروع : ۹۲/٤/۱
مدت اجرا : ۲ سال و ٦ ماه
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۵
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

پروژه : بررسی کمی وکیفی اندیکاتورهای میکروبی دریاچه پشت سد شهید رجایی- استان مازندران (ساری)

کد مصوب : ۹۲۰۰۳-۹۲۵٤-۱۲-۷٦-۱٤

شماره ثبت (فروست) : ٤۹۹۰۳ تاریخ : ۹۵/۵/۹

با مسئولیت اجرایی سرکار خانم زهرا یعقوب‌زاده دارای مدرک تحصیلی کارشناس ارشد در رشته میکروبیولوژی می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ ۹۵/۳/۵ مورد ارزیابی و با رتبه خوب تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده ■ مرکز □ ایستگاه □

با سمت کارشناس ارشد آزمایشگاه پلانکتون در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر مشغول بوده است.

عنوان	«فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
۱- مقدمه ۲
۱-۱- شاخص های باکتریایی ۲
۱-۱-۱-کل کلیفرم ها ۴
۱-۱-۲-کلیفرم های گرماپای ۴
۱-۱-۳- استرپتو کوک های مدفوعی ۴
۱-۱-۴- کلستریدیوم پرفرنژنس ۶
۱-۱-۵- روش شمارش کلی باکتریها ۶
۱-۲- محیط کشت‌های مورد استفاده ۸
۱-۲-۱- محیط کشت پلیت کانت آگارTc ۸
۱-۲-۲- محیط کشت کروم آگارECC ۸
۱-۲-۳- محیط کشت KF آگار انتخابی استرپتوکوک ۹
۱-۲-۴- محیط کشت SPS ۹
۱-۳- سد شهید رجایی ۹
۱-۳- ۱- رودخانه های منتهی به سد شهید رجایی ۱۱
۱-۴- کاربری سد ۱۲
۱-۴-۱- تاثیر سدها بر اکوسیستم منابع آبی ۱۲
۱-۴-۲- تاثیر سدها درکاهش خود پالایی رودخانه ها ۱۳
۲- پیشینه تحقیق ۱۵
۲-۱- مطالعات انجام شده در داخل کشور ۱۵
۲-۲- مطالعات انجام شده در خارج از کشور ۱۵
۳- مواد و روشها ۱۶
۳-۱- ایستگاههای نمونه برداری ۱۶
۳-۲- آماده سازی نمونه ها ۱۷
۳-۳- آزمایشات باکتریایی ۱۸
۳-۴- روشهای کشت ۱۸
۳-۴-۱- روش پور پلیت ۱۸

عنوان	«فهرست مندرجات »	صفحه

۲-۴-۳- روش سطحی ۱۸
۵-۳- آنالیز داده ها ۱۹
۴-نتایج ۲۰
۱-۴- مقایسه شاخص های باکتریایی در ایستگاههای مختلف ۲۰
۲-۴- تغییرات باکتریهای شاخص در ماههای مختلف ۲۲
۵- بحث ۲۵
۶- نتیجه گیری ۲۹
منابع ۳۰
چکیده انگلیسی ۳۲

چکیده

یکی از سدهای مهم کشور سد مخزنی شهید رجایی، ساری می باشد که در این مطالعه برخی شاخص‌های باکتریایی آب آن مورد ارزیابی قرار گرفت. پارامترهای باکتریایی شامل باکتری‌های کل، کلیفرم کل ، کلیفرم مدفوعی ، استرپتوکوک مدفوعی وباکتری‌های احیا کننده سولفیت در آب پشت سد شهید رجایی بمدت یک سال در پنج ایستگاه (ورودی شاخه شیرین رود، ورودی شاخه سفید رود ، تلاقی شیرین رود و سفیدرود در مخزن، نزدیک به تاج (صفر، ۱۵ و ۳۰) و خروجی مخزن سد) و هفت نمونه طی شش دوره نمونه برداری (خرداد، تیر، مرداد، شهریور، آبان و بهمن) در سال ۱۳۹۲ مورد آزمایش قرار گرفتند. جهت آنالیز باکتریایی نمونه های آب از محیط کشت‌های TC توتال پلیت کانت آگار(شمارش کل باکتری‌ها) ECC کروم آگار (کلیفرم‌های کل و کلیفرم های مدفوعی) ، SPS (باکتری‌های احیا کننده سولفیت) و KF (باکتری‌های استرپتوکوک مدفوعی) استفاده شده وکشت نمونه‌هابه روش کشت سطحی انجام گردید. محیط کشت ECC در دو دمای ۳۷ و۴۴ درجه سانتیگراد Tc، KF و SPS در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲-۲۴ ساعت گرمخانه گذاری شدند. نتایج نشان داد که دامنه تغییرات میانگین لگاریتم کل باکتری‌ها در ماه های مختلف از ۰/۱۲CFU/100ml ± ۸۵ /۶ درشهریور ماه تا ۰/۱۵CFU100ml ± ۴/۶۵ در بهمن ماه متغیرمی باشد، دامنه تغییرات میانگین لگاریتم کلیفرم کل در ماه های مختلف از ۱۵CFU/100ml ۰/ ± ۶۳ /۴ در شهریورماه تا ۰/۴۴CFU/100ml ± ۳/۲۷ در بهمن ماه متغیر می باشد، دامنه تغییرات میانگین لگاریتم کلستریدیوم پرفرنجنس در ماه‌های مختلف از۸۹CFU/100ml ۰/ ± ۱۷ /۴ در شهریور تا ۰/۱۳CFU/100ml ± ۳/۰۷ در بهمن ماه متغیر می باشد ودامنه تغییرات میانگین لگاریتم استرپتوکوک مدفوعی در ماه‌های مختلف از ۰/۱۹CFU/100ml ± ۵۹ /۳ در شهریور ماه ۰/۱۷CFU/100ml ± ۳/۱۰ در بهمن ماه متغیر می باشد. نتایج حاصل نشان دادند که بیشترین بار آلودگی شاخص باکتریایی در اکثرایستگاه‌های این سد در مرداد وشهریور ماه می باشد. مقایسه نتایج این مطالعه و استانداردهای ایران در خصوص آب سطحی حاکی از آن است که تمامی باکتری‌های اندیکاتور مورد بررسی در دامنه استاندارد قرار داشته است. اگر آب پشت سد جهت مصرف آشامیدنی مد نظر باشد نیاز به تیمارهای بیشتر در هنگام تصفیه نهایی آن جهت مصارف آشامیدنی می باشد.

کلمات کلیدی: شاخص‌های باکتریایی آب، رودخانه تجن ، سد شهید رجایی، ساری، مازندران

۱- مقدمه

استان مازندران به خاطر رطوبت دریا و ریزش باران یکی از حا صلخیزترین استان های کشور می باشد. شرایط اقلیمی موجود، رودخانه های فراوانی را در این منطقه جاری ساخته و سفره های گسترده ای از آب های زیرزمینی را فراهم ساخته است. بخش عظیمی از رودخانه های استان از جمله رودخانه تجن به دریا می ریزند و از این راه بخش وسیعی از اراضی از کشت آبی محروم و یا اصلا مجال کشت نمی یابند. نقش حیاتی آب و تاثیر چشمگیر آن در برنامه ریزی زیربنایی کشور ایجاب می کند تا منابع آب سطحی و زیرزمینی کنترل کیفی و کمی شده، ذخیره سازی شوند. به همین دلیل مطالعات گسترده ای را در زمینه آب‌های سطحی و حفاظت کمی وکیفی منابع آب آغاز شده است و طرح های متعددی به مرحله اجرا درآمده تا سدهای گوناگون خاکی و آبی در سطح استان مانند سطح مخزنی کوثر در شرق سد صلاح الدین کلا در نوشهر، سد ایالات درنور، سد برنجستانک در قائم شهر و سد انحرافی تجن در شمال شرق ساری به پایان برسد(نودهی و حافظی مقدس، ۱۳۸۶).

سالیانه هزینه های هنگفتی به منظور بررسی مستمر سدهای کشور از نظر وجود آلاینده های مختلف انجام گرفته و علاوه بر بکارگیری نیروی انسانی، زمان زیادی صرف آزمایش و آنالیز فاکتورهای شیمیایی میگردد. امروزه در اکثر کشورها ، اندازه گیری کمی و کیفی بیواندیکاتورها جایگزین روشهای شیمیایی گشته است.

۱-۱- شاخص های باکتریایی

شاخص‌های بیولوژیک یا بیواندیکاتور[1] به موجوداتی اطلاق میگردد که در ارتباط مستقیم با تغییرات محیطی بوده و تعداد و نوع آنها تحت تاثیر آلاینده های شیمیایی قرار گرفته و تغییرات این ارگانیسم‌ها انعکاسی از شرایط موجود اکوسیستم میباشد. این موجودات دارای خواص شیمیایی و فیزیکی اختصاصی در شرایط اکولوژیکی متفاوت می باشند. از موجودات بیواندیکاتور برای تعیین کیفیت آب استفاده می شود. این فرآیند روش خاص اکولوژیکی بوده که کیفیت آب را بر مبنای شاخص‌های بیولوژکی و بیو سنتز تعیین می کند. استفاده از بیواندیکارها به دلیل هشدار سریع در مورد آلودگی، باعث شناسایی سریع مناطق بحرانی میگردد(صفری و همکاران، ۱۳۸۶).

شاخص های متداول کیفیت باکتریایی آب شامل ، کلستریدیوم پرفرنژنس[2](کلستریدیوم‌های احیاءکننده سولفیت) ، گونه های باکتریوفاژها[3] و باکتری‌های هتروتروفیک[4] می باشد. که از این بین کلیفرم های کل ، کلیفرم های مدفوعی واسترپتوکوک‌های مدفوعی درارزیابی کیفیت آب مخازن و دریاچه ها مورد استفاده می

---

1 - Bioindicator or Biological Indicator
2 - Clostridium perfringens
3 - Bacteriophage
4 - Heterotrophic Bacteria

گیرند. کلی فرم ها به عنوان شاخص باکتریایی مناسبی برای نشان دادن آلودگی مدفوعی در نمونه های آب مورد استفاده قرار می گیرند.

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 (Environment Agency, 2002). غلظت باکتری اشرشیا کلی به کدورت، مختصات جریان آب وفصول بستگی دارد (Lawrence, 2012). فراوانی کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی بطور معکوس با شوری ارتباط دارد و بطور مستقیم با کدورت در ارتباط است. فراوانی باکتریایی روده به شدت با نیترات در ارتباط بوده وبطور ضعیف با غلظت ارتوفسفات در ارتباط است (Mallin et al, 2000).

ویژگی هایی که باعث شده این گروه از باکتری ها به عنوان شاخص باکتریایی برای نشان دادن آلودگی مدفوعی آب مورد استفاده قرار گیرند این است که زیستگاه طبیعی آن ها در دستگاه گوارشی حیوانات خون-گرم است لذا در مدفوع به تعداد زیاد حضور دارند. و دوام آن ها در آب بیش از باکتری های بیماریزای روده ای است که این باعث می شود هر گاه باکتری های بیماریزای روده ای در آب حضور دارند کلیفرم ها هم وجود داشته باشند. در آب تکثیر قابل توجهی ندارند زیرا زیستگاه طبیعی آن ها آب نیست بنابراین تعداد نسبی آن ها در نمونه های مختلف آب ، نشان داده می شود. کشت، شمارش و جداسازی آن ها در آزمایشگاه ساده تر از باکتری های بیماریزای روده ای است.

با این وجود با گذشت زمان مشخص شد که همه باکتری هایی که در گروه کلیفرم ها قرار می گیرند منشأ مدفوعی ندارند بلکه برخی منشأیی غیر از مدفوع مثلاً از خاک دارند. بنابراین زیرگروهی در گروه کلیفرم ها تعریف شد که با توجه به اینکه منشأ آن ها از مدفوع بود و نه از زیستگاه های دیگر به آن ها کلیفرم های مدفوعی[5] می گویند. به کل کلیفرم ها (شامل مدفوعی و غیرمدفوعی) نیز توتال کلیفرم[6] می گویند (Anderson, 2000; Environment Agency,2002). کلیفرم های مدفوعی یا همان فکال کلیفرم ها باکتری هایی ترموتولرانت (مقاوم به گرما) یا اصطلاحاً گرماپای می باشند بدین معنی که قادرند تخمیر لاکتوز را با همان شرایطی که برای توتال کلیفرم ها ذکر شد انجام دهند ولی می توانند این فعالیت را در دمای ۴۴/۵ درجه سانتیگراد نیز انجام دهند. بنابراین در روش های آزمایشگاهی شمارش توتال کلیفرم ها و فکال کلیفرم ها توانایی تخمیر لاکتوز با تولید اسید و گاز به ترتیب در دمای ۳۵ درجه و ۴۴/۵ درجه مورد نظر قرار می گیرد(Anderson, 2000; Environment Agency,2002).

[5] - fecal coliform
[6] - total coliform

۱-۱-۱-کل کلیفرم ها

عبارتند از باکتری های میله ای شکل ، هوازی و بی هوازی اختیاری ، گرم منفی، غیر اسپورزا که لاکتوز را با تولید گاز طی مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد تخمیر می کنند. این گروه شامل اشرشیاکلی ، انتروباکتر ، کلبسیلا و سیتروباکتر است. این ارگانیسم ها در مقایسه با ویروس‌ها و کیست‌های تک یاخته ای نسبت به گندزدایی مقاومت کمتری دارند، بنابراین شاخص مناسبی برای آلودگی ویروسی و تک یاخته ای نمی باشند. همچنین در تصفیه خانه های آب ،کل کلیفرم ها یکی از بهترین شاخص ها جهت تعیین کارایی واحدهای تصفیه است. بعضی از اعضای این گروه مانند کلبسیلا گاهی تحت شرایط مساعد محیطی در مواد زائد صنعتی و کشاورزی یافت می شود که این مسئله یک محدودیت برای این شاخص بشمار می رود(Anderson, 2000; Environment Agency,2002).

۲-۱-۱-کلیفرم های گرماپای

کلیفرم‌های مدفوعی یا کلیفرم های گرماپای شامل همه کلیفرم هایی است که می توانند لاکتوز را در دمای ۴۴/۵ درجه سانتیگراد تخمیر کنند. درگروه کلیفرم مدفوعی، باکتری‌هایی نظیر اشرشیاکلی و کلبسیلا پنومونیه را نمی توان در آلودگی‌های انسانی و حیوانی به این وسیله از یکدیگر تشخیص داد. این ارگانیسم ها در مقایسه با ویروس‌ها و کیست‌های تک یاخته ای نسبت به گندزدایی مقاومت کمتری دارند. رشد مجدد این باکتری‌ها در شبکه های توزیع آبی که در آنها آب حاوی مواد آلی (BOD بیشتر از ۱۰ میلی گرم بر لیتر) و فاقد باقی مانده گندزدا جریان داشته و دما نیز از ۱۵ درجه سانتیگراد بیشتر بوده ، مشاهده شده است(Anderson, 2000; Environment Agency,2002).

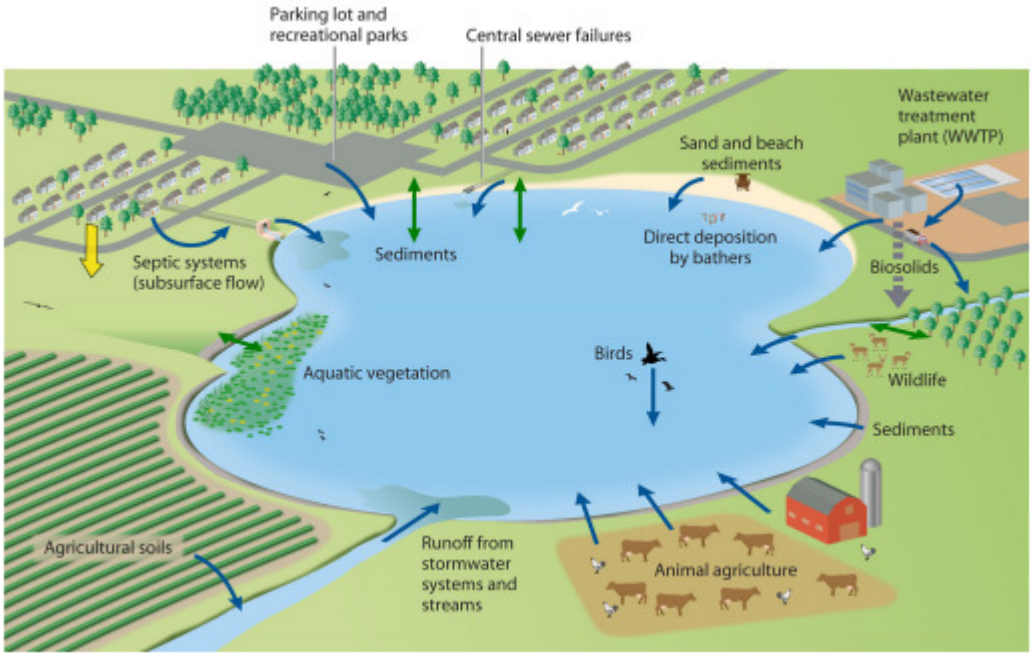
۳-۱-۱- استرپتو کوک های مدفوعی

انتروکوک‌ها کوکسی‌های گرم مثبت، بدون اسپور ، اکسیداز منفی ، کاتالاز منفی و جزء گروه D لانسفیلد بوده و عمدتا" بصورت دوتایی و یا زنجیره ای وجود دارند. این باکتری‌ها بصورت هوازی و بیهوازی در حضور نمک‌های صفراوی و آزید سدیم (مهار کننده رشد کلی فرم‌ها و اکثر باکتری‌های گرم منفی) رشد می یابند.
انتروکوک‌ها از اعضای مهم اجتماع روده ای در بسیاری از حیوانات هستند (Byappanahalli et al, 2015) این گروه شامل استرپتوکوکوس فکالیس[۷] ، استرپتوکوکوس بویس[۸] ، استرپتوکوکوس اکوئینوس[۹] و استرپتوکوکوس آویوم[۱۰] است. دلیل استفاده از این باکتری‌ها تایید آلودگی مدفوعی آب در حضور و یا عدم حضور باکتری‌های گروه کلی فرم و اشریشیا کلی می باشد. از اینرو به این باکتری‌ها اندیکاتورهای ثانویه

[7] - Enterococcus faecalis or Streptococcus faecalis
[8] - Streptococcus bovis
[9] - Streptococcus equinus
[10]- Streptococcus avium

آلودگی مدفوعی آب اطلاق میشود. در هر گرم از مدفوع انسان تعداد 10^9 عدد از این باکتری‌ها وجود داشته در حالیکه در مدفوع حیوانات خونگرم ، تعداد این باکتری‌ها بمراتب بیشتر از اشریشیا کلی می باشد. انتروکوکها بندرت در آب تکثیر یافته و نسبت به استرسهای محیطی دارای مقاومت بیشتری هستند. بطور 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 بطور طبیعی در مدفوع انسان وجود نداشته و جزء فلور طبیعی پستانداران خونگرم میباشند. از آنجائیکه این میکروارگانیسم ها معمولاً در دستگاه گوارش انسان و سایر حیوانات خون‌گرم زندگی می کنند ، از آنها بعنوان شاخص آلودگی مدفوعی آب استفاده می شود. نسبت کلیفرم مدفوعی به استرپتوکوک های مدفوعی (FC/FS) شاخصی برای تشخیص منشآ آلودگی آب‌های سطحی می باشد. نسبت ۴ و یا بیشتر نشانگر آلودگی با منشآ انسانی و نسبت زیر ۰/۷ نشانگر آلودگی با منشآ حیوانی است. این میکروارگانیسم ها عموما در دستگاه گوارش انسان و حیوانات زندگی می کنند و به ندرت در آب تکثیر یافته و همچنین مقاومتر از اشرشیا کلی و سایر کلیفرم ها هستند(Anderson, 2000; Environment Agency,2002).

آلودگی مدفوعی آب آشامیدنی باعث شیوع تعداد زیادی از بیماری‌ها می گردد. از آنجا که خطرات ناشی از شیوع بیماری با بروز آلودگی مدفوعی مرتبط است، باکتری‌های مدفوعی به عنوان شاخص آلودگی مدفوعی هستند (Tallon et al,2005).



شکل۱: منابع انتروکوک در آب (فلش آبی) و همچنین فرو رفتن انتروکوک که در آن بی حرکت هستند (فلش زرد) و مناطق جریان یافتن ، که در آن انتروکوک می توانید از یک مخزن به ستون آب و بالعکس انتقال یابد (فلش سبز) انتقال. جر یانهایی که عمل می کند به عنوان منابع ثانویه و یا ته نشینی با توجه به شرایط .

٤-١-١-کلستریدیوم پرفرنژنس

جنس کلستریدیوم دارای بیش از ۱۰۰ گونه می باشد. این گروه از باکتری‌ها جزء باکتری‌های گرم مثبت ، اسپوردار و بیهوازی اجباری بوده و سولفیت را به سولفید احیاء می کنند. بطور کلی کلستریدیوم‌ها باکتری‌های محیطی و ساپروفیت بوده و در خاک ، آب و بافت‌های گیاهی و حیوانی قابل تجزیه وجود دارند.

کلستریدیوم پرفرنجنس گونه کلیدی باکتری‌های احیاء کننده سولفیت بوده و علاوه بر این توانایی تخمیر لاکتوز، احیای نیترات و ذوب ژلاتین را دارا میباشد. این باکتری در مدفوع انسان و حیوانات وجود. این باکتری، حدود ۰/۵ درصد میکروفلور مدفوعی را تشکیل می دهد و در روده بزرگ وجود دارد. مقاومت زیاد اسپورهای آن در مقابل شرایط نا مساعد محیطی و عوامل گندزدا باعث شده که بعنوان یک شاخص میکروبی مناسب شناخته شود. کلستریدیوم پرفرنژنس بعنوان یک شاخص مناسب برای ویروس‌ها و کیست های تک یاخته ای (از جمله کیست کریپتوسپوریدیوم پاووم)در تصفیه خانه های آب پس از گندزدایی با مخلوطی از اکسیدان ها پیشنهاد شده است. این میکروارگانیسم شاخصی از آلودگی‌های قدیمی آب نیز می باشد. همچنین شاخص معتبری برای تشخیص آلودگی مدفوعی در محیط های دریایی می باشد(Anderson, 2000; Environment Agency,2002). اسپور کلستریدیوم‌های احیأکننده سولفیت، بطور وسیعی در محیط پراکنده هستند، و در مدفوع انسان، حیوان، فاضلاب و خاک یافت می‌شوند. آن‌ها برخلاف کلیفرمها و اشریشیاکلی به مدت طولانی در آب باقی می‌مانند، و نسبت به مواد شیمیایی و عوامل فیزیکی از اشکال رویشی مقاوم‌ترند و می‌توانند نشانه وجود نقص در فرآیند تصفیه آب در تصفیه خانه‌ها محسوب شوند، و به عنوان شاخص آلودگی متناوب معرفی شوند(استاندارد ملی ایران۵۳۵۳).

٥-١-١- روش شمارش کلی باکتریها[11]

از جمله متدها و روش های بررسی میزان کلیفرم ها در آب میتوان به روش چند لوله ای[12] ، شمارش بشقابی[13] ، فیلتر غشایی[14] و پورپلیت[15] اشاره کرد و محیط مک کانکی آگار[16] ، محیط کشت مناسب برای رشد آن‌ها می باشد که با رنگ آمیزی های کریستال ویوله[17] و نوترال رد[18] می توان آنها را مشاهده کرد.

درسال‌های اخیر آلودگی میکروبی سدها ، یک مسئله و مشکل جدی برای برخی از کشورها به شمار می رود که منجر به ایجاد بیماری‌های خطرناک می شود.آب سدها مهمترین منابع تامین آب شرب در دنیاست که بدلیل ورود آلوده کننده‌های فاضلاب ، باعث آلودگی‌های شدید میکروبی می شود و چه‌بسا اتفاق می‌افتد که باید

[11] -Total count bacteria method
[12] - Multiple tube method
[13] - Plate count
[14] - membrane filtration
[15]- pour plate
[16]- Macconkey agar
[17]- Crystal violet
[18]- Neutral red

برای مصرف مجدد ، متحمل هزینه‌های گزافی گردیم.زیرا آلودگی آب سرمنشاء بروز بیماری‌های روده ای وعفونی است که در فصل تابستان بسیار شایع است. گزارشات پزشکی حاکی است بیماری‌های روده ای مانند اسهال وحتی وبا نیز ارتباط مستقیمی با آب آشامیدنی ناسالم وغیر بهداشتی دارد.

تحقیقات صورت گرفته در دهه اخیر نشان می دهد که آب سدهای مخزنی یا دریاچه‌ها بدلیل عدم آلودگی ویا آلودگی بسیار کم مستقیما برای مصرف عموم بکارمی رود. برای استفاده از هر آبی لازم است قبل از برداشت ، مطالعه دقیقی در مواقع مختلف سال روی آن انجام گیرد. ترکیب آب بویژه از نظر عوامل میکروبی باید بدقت مورد بررسی قرار گیرد. کلیفرم‌ها گونه هایی از باکتری‌ها هستند که در داخل رودهٔ حیوانات خونگرم و یا بطور طبیعی در خاک، گیاهان و آب وجوددارند این باکتری‌ها بطور معمول در آب‌های آلوده به مدفوع یافت می شوند و حضور آنها اغلب با شیوع بیماری‌ها مرتبط است. اگرچه این باکتری‌ها معمولاً خودشان بیماری‌زا نیستند، لیکن وجود آنها در آب آشامیدنی نشان‌دهندهٔ احتمال حضور باکتری‌های بیماریزا است. ایکلای[19] یک گونه از گروه کلیفرم‌ها است که همیشه در مدفوع یافت می شود و بنابراین مهمترین اندیکاتور آلودگی آب با منشا مدفوعی بوده و معرف احتمال حضور پاتوژن‌های روده ای است بعلاوه بعضی از سویه های ایکلای بیماری‌زا هستند.

انتروکوک‌های مدفوعی برخلاف سایر باکتری‌های انتروکوک در حضور نمک‌های صفراوی ومحلول‌های آزید سدیم قادر به رشد می باشند. آنتروکوک‌ها در مدفوع انسان وحیوانات خون‌گرم وجود دارند. هدف از آنالیز این رده از باکتری‌ها دستیابی به اطلاعات بیشتر از وضعیت آلودگی مدفوعی آب می باشد. در حقیقت این گروه از باکتری‌ها جزء اندیکاتورهای ثانویه آلودگی مدفوعی می باشند. تعداد این گروه از باکتری‌ها در هر گرم از مدفوع $۱۰^{۶}$ عدد می باشد. مقاومت این گروه از باکتری‌ها نسبت به ایکلای وکلیفرم‌ها نسبت به استرس‌های محیطی وکلرزنی بیشتر می باشد(Anderson, 2000; Environment Agency,2002).

کلستریدیوم پرفرنژنس[20] یک باکتری بی‌هوازی اختیاری است که به طور وسیع در خاک و آب انتشار دارند به عنوان باکتری‌های ساپروفیت محسوب می شوند کلستریدیوم پرفرنژنس ساکن طبیعی روده بوده و علیرغم تعداد کمتر نسبت به ایکلای ، چون اسپور آن می تواند برای مدت طولانی در آب باقی بماند حتی زما نی که تمام باکتری‌های مدفوعی از بین رفته ا ند در آب باقی می ماند. چنانچه کلیفرم های دیگر به جز کلیفرم های مدفوعی در آب حضور داشته باشند آزمایش تعیین کلستریدیوم پرفرنژنس را در آب ا نجام می دهند تا کاملا آلودگی مد فوعی را مشخص کنند. معمولا نشان دهنده ی آلودگی قدیمی آب است(Anderson, 2000; Environment Agency,2002). باکتری کلیدی در بین باکتری‌های احیاء کننده سولفیت کلستریدیوم پرفرنژنس میباشد . این باکتری به لحاظ داشتن اسپور قادر به زنده ماندن در آب ویا محیط‌های آلوده نسبت به سایر باکتری‌ها ی

[19]- E.coli
[20] -Clostridium perfringens

اندیکاتور می باشد. باکتری این گروه با استفاده از لخته سازی ویا فیلتراسیون از آب جدا شده ولی روش کلرزنی تاثیری بر اسپور این باکتری‌ها ندارد. ولی با این وجود اهمیت این باکتری‌ها در مقایسه با سایر باکتری‌های اندیکاتور کمتر می‌باشد. مطالعات میکروب‌های اندیکاتور در خارج از کشورفراوان انجام گرفته در ایران هم مطالعات فراوانی در نقاط مختلف انجام شده است ولی تاکنون مطالعه ای از این موضوع در دریاچه پشت سد شهید رجایی استان مازندران صورت نگرفت.

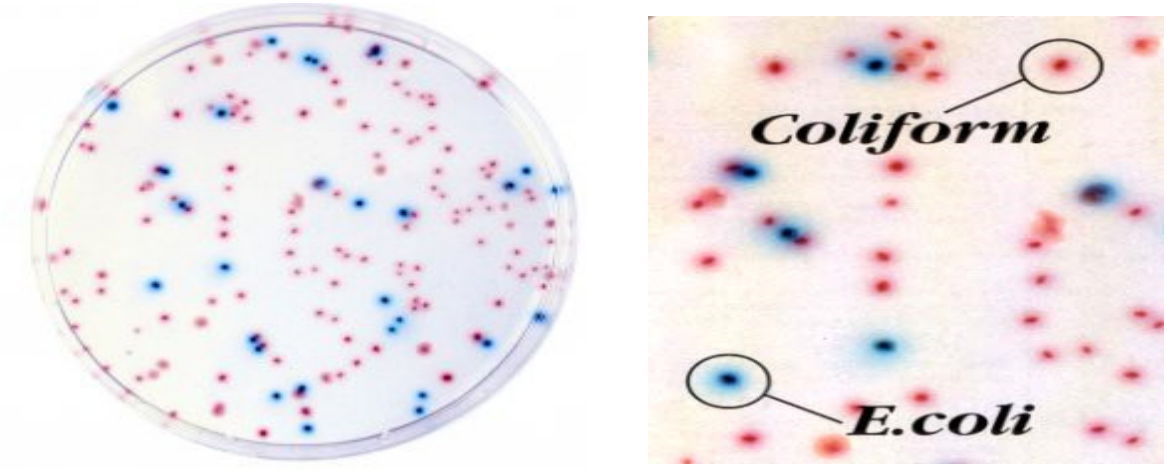
۲-۱- محیط کشت‌های استفاده شده

۱-۲-۱- محیط کشت پلیت کانت آگار Tc

محیطی عمومی برای رشد انواع میکروارگانیسم هاست.

۲-۲-۱- محیط کشت کروم آگارECC [۲۱]:

از این محیط کشت در مواردی استفاده می‌شود که جداسازی و تشخیص و شمارش کلنی های اشرشیا کلی و کلیفرم‌ها درنمونه آب و مواد غذایی به طور هم‌زمان اهمیت داشته باشد. تمایز و تشخیص کلنی ها با بهره گیری از فن آوری واکنش سوبسترای کروموژنیک و آنزیم اختصاصی ممکن گردیده است زمان تشخیص با استفاده از این محیط بصورت مستقیم از نمونه بوده و زمان کشت به ۲۴-۱۸ ساعت تقلیل می یابد. در این محیط کشت باکتری اشرشیا کلی به رنگ آبی وباکتری کلی فرم به رنگ صورتی دیده می شود.



شکل ۲: باکتری اشرشیا کلی و کلی فرم برروی محیط کشت ECC کروم آگار

21 - Ecc Chorome Agar

۳-۲-۱- محیط کشت KF آگار انتخابی استرپتوکوک:

این محیط، تغییر یافته محیط آگار خون‌دار بوده و حاوی کریستال ویوله، تری‌متوپریم سولفامتوکسازول و کولیستین با غلظت مناسب جهت ممانعت از رشد اغلب استرپتوکوک‌ها به غیر از استرپتوکوک پیوژنزو استرپتوکوک آگالاکتیه می‌باشد. همولیز بتا بروی این محیط به آسانی قابل مشاهده است.

٤-۲-۱- محیط کشت SPS[۲۲]

این محیط برای شناسایی کلستریدیوم پرفرنژنس ازمواد غذایی استفاده می شود. این محیط شامل طیف وسیعی از مواد مغذی است. سولفیت توسط اکثر کلستریدیوم ها (همانند پرفرنژنس) به سولفید احیا می شود که با سیترات آهن موجود در محیط واکنش نشان داده وتولید کلنی های سیاه می کند . دیگر میکروارگانیسم های که می تواند سولفیت رااحیا کنند توسط پلی میکسین سولفادیازین (سولفاپریمیدین) موجود در محیط رشدشان متوقف می شود . کازئین پپتون منبع نیتروژن بوده ومحیط حاوی ویتامین ها واسیدهای آمینه و عصاره مخمر بوده که غنی از ویتامین است وبرای رشد باکتری ها ضروری است سیترات فریک وسولفیت سدیم اندیکاتورهای ایجاد سولفید هیدروژن H2S هستند. کلستریدیوم پرفرنژنس سولفیت را به سولفید احیا می کند ودر نتیجه کلنی سیاه ایجاد می شود. میکروارگانیسم های کمی همانند کلستریدیوم پرفرنژنس می توانند دراین محیط رشد کنند که بارنگ آمیزی گرم واسپور می توان آنهارا تفکیک کرد. کلستریدیوم پرفرنژنس می تواند شاخص مناسبی برای پایش کیفیت آب در کشورهای در حال توسعه که آب شبکه توزیع بطور مستقیم و بدون تصفیه مصرف می گردد، باشد. آزمایش برای اسپورهای این باکتری می تواند حاشیه ایمن بالاتری از سلامت را برای پیشگویی کیفیت میکروبی آب آشامیدنی فراهم نماید.

۳-۱- سد شهید رجایی

سد شهید رجایی (سد سلیمان تنگه) در ۴۵ کیلومتری جنوب غربی ساری واقع در نزدیکی روستای افراچال(بخش دودانگه) در منطقه‌ای کوهستانی و سر سبز واقع شده‌است. مطالعات ساخت این سد که در سال ۱۳۳۶ شروع شد با شروع عملیات اجرایی آن در شهریور سال ۱۳۷۰ ادامه پیدا کرده و در سال ۱۳۷۵ نیز به پایان رسید. این نیروگاه مخزنی که در تیرماه سال ۱۳۸۸ وارد مدار شده با ظرفیت ۵/۱۳ مگاوات می‌تواند سالیانه ۳۱ میلیون کیلووات ساعت انرژی تولید کند(نودهی و حافظی مقدس، ۱۳۸۶).

[22] - Sulfite Polymyxin Sulfadiazine Agar

جدول ۱-۱: اطلاعات کلی سد

نوع سد	بتنی دو قوسی با سرریز آزاد
ارتفاع از پی	۱۳۸ متر
طول تاج	۴۲۷ متر
عرض در پی	۲۷ متر
عرض تاج	۷ متر
تاریخ آغاز ساخت	۱۳۷۰ هجری خورشیدی
تاریخ ساخت	۱۳۷۵ هجری خورشیدی
حجم مخزن	۱۶۰ میلیون مترمکعب
مساحت دریاچه	۵۲۰ هکتار
طول دریاچه	۸۵۰۰ متر

سد شهید رجایی(تنگه سلیمان) بر روی رودخانه دودانگه از سرشاخه های رودخانه تجن مازندران و در دامنه های شمالی سلسله جبال البرز و در محل تنگه آهکی موسوم به سلیمان تنگه در میان روستاهای افراچال (دربالادست) و لولت(در پایین دست) احداث شده و فاصله این محل از دهانه تجن در کناره دریای خزر ۷۰ کیلومتر می باشد. شاخه دودانگه رودخانه تجن مازندران از ارتفاعات کوه های سیاه کوه و تروا سرچشمه گرفته و پس از تلاقی با تعدادی از شاخه ها فرعی به نام سفید رود، لنگر رود از جنوب شرقی به شمال غربی جریان و در نهایت پس از عبور از محل تنگه سلیمان و پیوستن شاخه های فرعی دیگر به نام لاجیم و چهاردانگه به دریای مازندران در محل کردخیل تخلیه می شود(نودهی و حافظی مقدس، ۱۳۸۶).

شکل۳ : موقعیت جغرافیایی سد شهید رحایی

شکل٤ : سد شهید رجایی

۱-۳- ۱- رودخانه های منتهی به سد شهید رجایی

۱-۱-۳-۱- رودخانه تجن

رودخانه تجن در شهرستان ساری قرار دارد. این منطقه از ۵ دهستان و ۷۷ آبادی تشکیل شده که این روستاها اکثرا دارای تیپ کوهستانی هستند. دهستان ها شامل بنافت، فریم و بندرج در بخش دودانگه شهرستان ساری با ۴۰ آبادی و دهستان سورتچی در بخش چهاردانگه ساری با ۲۳ آبادی و دهستان پشت کوه از توابع شهرستان شهمیرزاد از استان سمنان با ۱۴ آبادی می باشد مهمترین شاخه های اصلی تجن، شاخه چهاردانگه، شاخه دودانگه، شاخه لاجیم و شاخه زارم رود (ظالم رود یا گرم رود) است رودخانه تجن پس از دریافت آب سرشاخه های اصلی و فرعی خود وارد دشت تجن شده و پس از طی مسافتی حدود ۳۰ تا ۳۵ کیلومتر از جنوب به شمال(۱۷۰تا۱۸۰ کیلومتر) از ابتدای حوضه در محلی به نام فرح آباد به دریای خزر می ریزد. منابع آلوده کننده رودخانه تجن شامل فاضلاب شهری و روستایی، آلودگی کشاورزی و آلودگی صنعتی و معدن هستند (نودهی و حافظی مقدس، ۱۳۸۶).

۲-۱-۳-۱- شیرین رود

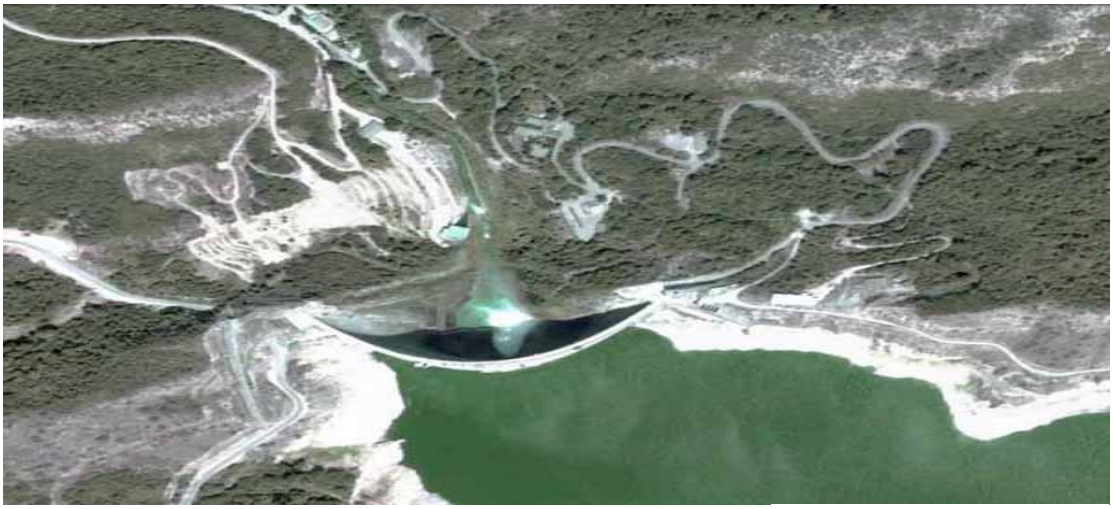
شیرین رود به عنوان یکی از سرچشمه های رودخانه تجن می باشد که در روستای خرم آباد منطقه دودانگه از توابع شهرستان ساری در استان مازندران می باشد و فاصله آن تا ساری حدود ۷۵ کیلومتر است.آب این رودخانه از رشته کوه‌های البرز مرکزی و خط الراس خرونرو که به عنوان آلپ ایران نیز شناخته می شود ، سرچشمه می گیرد.آب این رود بسیار خنک و دمایی حدود ۱۰ تا ۱۵ درجه بالای صفر را دارد که شنا در آن بسیار جذاب و آرم بخش است.

۳-۱-۳-۱- سفید رود

در دودانگه سفیدرود با گذشتن از "اروت، نرگس زمین، ورتنی، استارشش، کربا" در نزدیکی روستای افراچال با شیرین رود که خود از حوالی مناطق "توم، تلاجیم، فینسک"سرچشمه می گیرد، به هم می پیوندند و وارد سد شهید رجایی می شوند و در ادامه با یکی شدن با رود تجن و گذشتن از ساری به دریای خزر می رسد.

٤-۱-کاربری سد

کاربری اصلی این سد تامین آب کشاورزی زمین‌های اطراف و تامین آب آشامیدنی است. علاوه بر آن نیروگاهی هم برای تولید برق در سد تعبیه شده است.کاربری دیگراین سد، جاذبه گردشگری آن است. هدف از احداث این سد تامین منبع آب در محدوده شهرستان ساری، افزایش پتانسیل آب زیرزمینی، تامین قسمتی از آب شرب شهرستان ساری و تولید ۱۳/۵ مگاوات برق، کنترل طغیان وکاهش سیلاب به منظور جلوگیری از خسارات سیل، تامین آب کشاورزی اراضی دشت تجن، تامین محل تفرج منطقه ای از دیگر اهداف اجرای سد مذکور می باشد(پیرستانی وشفقتی،۱۳۸۸).



شکل۵ : تصویر ماهواره ای سد

۱-٤-۱- تاثیر سدها بر اکوسیستم منابع آبی

در فاز ساختمانی، افزیش فرسایش و رسوب‌گذاری در پایین دست محل سد به وجود می آید که با بالارفتن ذرات آب و رسوب آنها، جانوران کف زی از بین می روند و این حالت موجب حذف مواد غذایی تعدادی از گونه های محیط‌های آبی شده وتعادل اکولوژیک این محیط ها را برهم می زند (کمالی‌و کوچک زاده ،۱۳۸۶).

در ابتدا تجزیه موجودات زنده در دوره ای کوتاه باعث افزایش مواد غذایی در آب می شود، بنابراین اکسیژن خواهی بیولوژیک[۲۳] آب افزایش یافته و یک محیط تجزیه بی هوازی به کمک لایه های ساکن در اعماق مخازن

[23] -BOD

تشکیل می گـردد که این باعث ایجاد تیرگـی رنـگ و بدبویی در دریاچه می شود. بنابراین افزایش بیش از حد فیتوپلانکتون ها، مشاهده می شود. (SaitTahmicioglu et al., 2007). علاوه بر گیاهانی که سطح آب را به صورت لایه ای وسیع به رنگ سبز تیره می پوشانند، موجودات گیاهی بزرگ[۲۴] بر سطح آب رشد می کنند. این اتفاق می تواند هم برای حیات دریاچه و هم برای ماهیگیری مردم و قایقرانی و حتی برای دریچه های سد و پروانه های توربین خطرناک باشد. گاهی‌این ماکروفلورا ها مانند منبع ناقل بیماری عمل می کنند، ضمن‌اینکه افزایش گیاهان آبی باعث افزایش تبخیر و تعرق غیرطبیعی می شود (Sait Tahmicioglu et al., 2007).

سدها موانعی برای حرکت ماهی ها از بالادست رودخانه به طرف پایین دست آن به حساب می آیند. بنابراین وجود سد یعنی مرگ گونه هـای رودکـوچ‌که بخشی از زندگی خود را در چشمه ها و یا طغیان آب ها و بخش دیگر آن را در محل تقاطع رودها و دریا می گذرانند. باتوجه به اینکه برخی از ماهی های دریایی برای تخم گذاری به سوی آب های شیرین و دریاچه ها آمده و پس ازآن با ماهی های جوان به دریا باز می گردند، وجود سد مانع این حرکت شده و باعث مختل شدن این چرخه و انقراض این ماهی ها می شود. گاهی برای این منظور جریان های گذرگاهی فرعی ساخته می شود (ظفرنژاد، ۱۳۸۶؛ Sait Tahmicioglu et al., 2007).

شکل٦ : امکانات گردشگری سد شهید رجایی

۲-٤-۱- تاثیر سدها درکاهش خود پالایی رودخانه ها

از مسائل مهم قابل بحث در رابطه با رودخانه های منتهی به سد ، تخلیه زباله و فاضلاب‌های‌خانگی و صنعتی و هرز آب کشاورزی می باشد. در حالت عادی رودخانه خاصیت خود پالایی دارد و می تواند به مرور زمان در طول حرکت بار آلودگی خود را از طریق گرفتن اکسیژن کم کند. سدها باعث می شوند که سرعت رودخانه

[24] - macroflora

کاهش یابد تا به حالت سکون در پشت سدها برسد و این موجب می شود که فرآیند خود پالایی رودخانه ها کاهش یابد و به مرور زمان با تجمع مواد آلوده کنند در پشت سدها باعث آلودگی جانداران ساکن در دریاچه سدها و نیز آلودگی خاک‌های اطراف سدها گردد و علاوه بر این چون از آب پشت سدها برای مصارف گوناگون استفاده می گردد می تواند باعث انتقال این آلودگی‌ها به انسان و سایر موجوداتی که در اکوسیستم اطراف سدها زندگی می کنند گردد (خضرایی ، ۱۳۸۷).

۲- پیشینه تحقیق

۲-۱-مطالعات انجام شده در داخل کشور

مطالعات میکروبهای اندیکاتور در خارج از کشورفراوان انجام گرفته در ایران هم مطالعات فراوانی در سدهای مختلف داشتیم ولی تاکنون مطالعه ای از کمی وکیفی اندیکاتورهای میکروبی در دریاچه پشت سد شهید رجایی استان مازندران صورت نگرفت.

۲-۲- مطالعات انجام شده در خارج از کشور

امروزه در اکثر کشورها، اندازه گیری کمی و کیفی بیواندیکاتورها جایگزین روش‌های مرسوم شیمیایی گشته علت انتخاب هریک از موجودات شامل متفاوت بودن مقاومت آنها به مقدار و نوع ماده آلاینده، آسان بودن نمونه برداری، جداسازی و تشخیص آنها ، داشتن تنوع گونه ای و پاسخ سریع به تغییرات محیطی بوده و در نهایت میتوان اذعان نمود که تغییرات آنها تابع شرایط محیطی میباشد. علاوه بر این، تغییرا ت بیواندیکاتورها مانند تغییرا ت شیمیایی فاقد نوسان شدید بوده و در نتیجه نیاز به آنالیز در فواصل زمانی کوتاه نمی باشد. بنابراین استفاده از بیواندیکاتورها به لحاظ هزینه بسیار پائین ، عدم نیاز به نیروی انسانی زیاد و صرفه جویی در زمان ، نسبت به آنالیزهای متداول دارای ارجحیت میباشد (Anderson et al, 1994 ; Battarbee et al, 1997 ; Bell et al, 1995) . 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 (Environment Agency,2002). غلظت باکتری اشرشیا کلی به کدورت، مختصات جریان آب وفصول بستگی دارد(Lawrence,2012).

فراوانی توتال کلی فرم و کلی فرم مدفوعی بطور معکوس با شوری ارتباط دارد و بطور مستقیم با کدورت در ارتباط است .فراوانی باکتریایی روده به شدت با نیترات در ارتباط بوده وبطور ضعیف با غلظت ارتوفسفات در ارتباط است (Mallin et al, 2000).

این مطالعه با هدف بررسی شاخص های باکتریایی آب دریاچه پشت سد شهید رجایی استان مازنـدران (سـاری) انجام شده است.

۳- مواد و روش‌ها

۱-۳- ایستگاه‌های نمونه برداری

در این مطالعه، نمونه برداری در طی۶ ماه (خرداد، تیر، مرداد، شهریور، آبان و بهمن)(این ماه‌ها براساس تقاضای کارفرماانتخاب شدو در فصل تابستان بخاطر گرم شدن هوا وافزایش رشد وتکثیر باکتری‌ها هرسه ماه نمونه برداری انجام شد) درسال ۱۳۹۲ در ۵ ایستگاه (۷نمونه با سه تکرار) شامل ورودی شیرین رود ، ورودی سفید رود، تلاقی دو رودخانه ، تاج سد و خروجی سد از نظر وجود باکتری‌های کل[۲۵] کلیفرم کل[۲۶]، کلیفرم مدفوعی[۲۷]، باکتری‌های احیا کننده سولفیت[۲۸] و استرپتوکوک مدفوعی[۲۹] مورد ارزیابی قرارگرفت . مشخصات هر ایستگاه در جدول ۲ آمده است. همچنین نمونه برداری در ایستگاه تاج سد با عمق ۸۰ متر در ۳ لایه صفر، ۱۵ و ۳۰ متر با استفاده از شیشه های در سمباده ای استریل انجام شد.

جدول ۲: موقعیت جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری

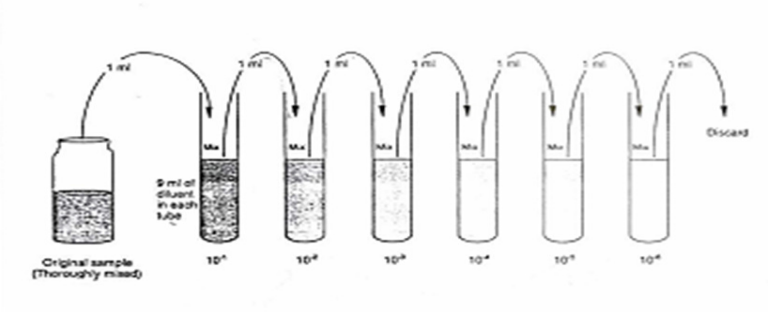
ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
ورودی شیرین رود به مخزن	۳۶،۱۳،۳۱	۵۳،۱۷،۱۲
ورودی سفید رود به مخزن	۳۶،۱۴،۵۲	۵۳،۱۸،۱۷
تلاقی سفیدرود و شیرین رود در مخزن	۳۶،۱۴،۲۸	۵۳،۱۶،۱۱
نزدیک به تاج سد	۳۶،۱۴،۳۹	۵۳،۱۴،۱۴
خروجی سد	۳۶،۱۵،۱۱	۵۷،۱۳،۴۱

شکل۷: خروجی سد شهید رجایی

[25] - Total count bacteria
[26] -Coliforms Total
[27] - Coliforms fecal
[28] - Sulphite- reducing Bacteria (SRB)
[29] - Fecal streptococcus

۲-۳- آماده سازی نمونه ها

نمونه برداری با استفاده از شیشه های در سمباده ای استریل انجام شد(مجموعاً ۶ دوره نمونه برداری). ابتدا ظروف نمونه برداری استریل شده را داخل آب فرو برده در شیشه را باز کرده و پس از پرشدن در شیشه در زیر آب گذاشته شد سپس نمونه ها در کوتاهترین زمان (در ماه‌های گرم در کنار یخ) به آزمایشگاه میکروبیولوژی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر انتقال یافت(استاندارد ملی ایران۴۲۰۸). پس ازآن با استفاده از سرم فیزیولوژی رقت $۱۰^{-۲}$ (Clesceri et al., 1998) (استاندارد ملی ایران۳۵۶) تهیه کرده سپس با سمپلر بر روی محیط کشت-های TC[۳۰](شمارش کلی باکتری‌ها)، Eccکروم آگار[۳۱](کلیفرم کل وکلیفرم مدفوعی)، محیط کشت sps (باکتریهای احیا کننده سولفیت) و Kf (باکتری‌های استرپتوکوک مدفوعی) بصورت سطحی[۳۲] کشت داده شد Ecc در ۲ دمای ۳۷و۴۴ درجه سانتیگراد، Kf و sps در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲-۲۴ ساعت در انکوباتور قرار داده سپس بررسی شد(استاندارد ملی ایران۳۵۶) (Clesceri et al., 1998). سه روش عمده برای تعیین باکتری‌های اندیکاتور در آب وجود دارد (روش کشت پورپلیت، روش کشت سطحی وروش صافی غشایی) که در این پروژه ما از روش کشت سطحی استفاده کردیم(استاندارد ملی ایران ۴۲۰۷).



شکل ۸ : شمایی از تهیه رقت سریالی از نمونه آب سد شهید رجایی

در این مطالعه تمام کلنی های رشد کرده در سطح محیط کشت را شمارش می کنیم. برای محاسبه کلنی‌ها نتایج بصورت تعداد واحدهای تشکیل دهنده کلنی [۳۳] در حجم معینی از نمونه (معمولاml ۱۰۰یاml ۱) با استفاده از فرمول زیر بدست می آوریم(استاندارد ملی ایران۴۲۰۷).

$$C_S = \frac{Z}{V_{tot}} \times V_s$$

که در آن:

Cs تخمین تعداد cfu در حجم مرجع Vs است.

Z جمع کلنی‌های شمارش شده روی پلیت‌ها ی بدست آمده از رقت‌هاست.

---

[30] - Plate count agar
[31] -Chrom agar Ecc
[32] - Spread Plate Method
[33] -

V_s حجم نمونه انتخاب شده برای بیان غلظت میکروارگانیسم‌هادر نمونه

V_{tot} کل حجم نمونه محاسبه شده نمونه اصلی شامل پلیت‌های شمارش شده

۳-۳- آزمایشات باکتریایی

برای جداسازی و شمارش باکتری‌ها، ابتدا از نمونه های اخذ شده رقت‌های متوالی (رقت‌های 10^{-2}، 10^{-3}، 10^{-10}) (استاندارد شماره ۳۵۶ ایران) تهیه کرده، سپس نمونه ها در محیط‌های اختصاصی KF (محصول شرکت مرک- آلمان) ، SPS (محصول شرکت مرک-آلمان) ، ECC کروم آگار (محصول شرکت کروم آگار- فرانسه) و استاندارد پلیت کانت آگار (محصول شرکت مرک-آلمان) کشت داده شدندو پس ازگرمخانه گذاری در دمای ۳۰ درجه بمدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت ، شناسایی و شمارش گردیدند (Standard Methods,2005). اندازه گیری کلیفرم های مدفوعی با استفاده از روش استاندارد مهندسی آب وزارت نیرو شماره ۱۸۹ – الف و استاندارد شماره ۴۳۷ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بوده است . در این مرجع از روش چند لوله ای در محیط کشت جامد ECC کروم آگار برای سنجش کلیفرم استفاده شده است .

٤-۳- روش‌های کشت

۱-٤-۳- روش پور پلیت[۳۴]

در این روش ۱ میلی لیتر از رقت استاندارد تهیه شده نمونه را با ۱۰ میلی لیتر محلول محیط کشت تهیه شده در پلیت استریل مخلوط نموده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه گرمخانه گذاری می شود (استاندارد ملی ایران۴۲۰۷).

۲-٤ -۳- روش سطحی[۳۵]

نمونه را بطور مستقیم روی سطح محیط، کشت داده، و بمدت ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه نگهداری گردید(استاندارد ملی ایران۴۲۰۷). در این مطالعه از روش کشت سطحی استفاده شده است. تحقیقات صورت گرفته نشان می دهد که آب سدهای مخزنی یا دریاچه‌ها بدلیل عدم آلودگی ویا آلودگی بسیار کم مستقیما برای مصرف عموم بکارمی رود. برای استفاده از هر آبی لازم است قبل از برداشت ، مطالعه دقیقی در مواقع مختلف سال روی آن انجام گیرد. ترکیب آب بویژه از نظر عوامل میکروبی باید بدقت مورد بررسی قرار گیرد.
این مطالعه با هدف بررسی شاخص های باکتریایی آب دریاچه پشت سد شهید رجایی استان مازندران (ساری) انجام شده است.

---

[34] - Pour plate Method
[35] - Spread Plate Method

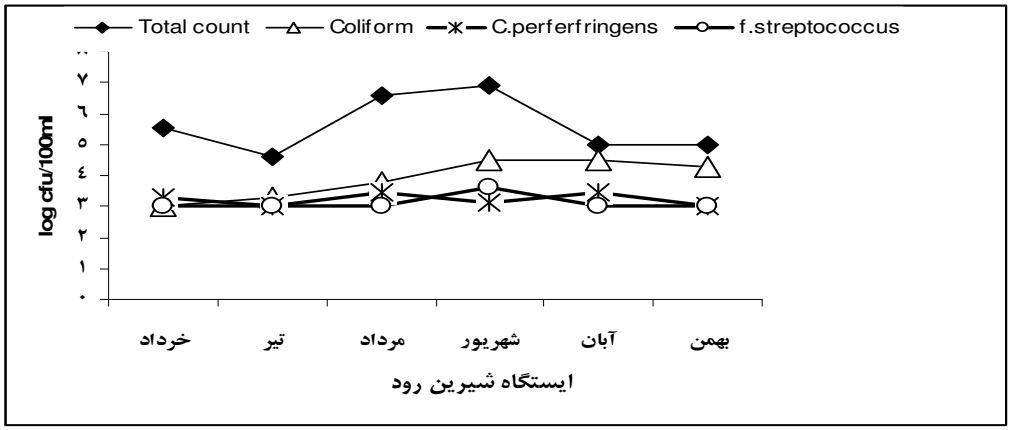
۵-۳- آنالیز داده ها

جهت ثبت اطلاعات و کلاسه بندی داده ها از نـرم افـزار Excel, 2010, 2003 و بـرای تجزیـه و تحلیـل داده هـا از برنامه های آماری SPSS با نسخه ۱۶ استفاده گردید. بعد از نرمال نمودن داده هـا جهـت مقایسـه میـانگین هـا از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه وجهت تعیین تفاوت بین داده ها از آزمون دانکن استفاده گردید. در ضمن تمام میانگین ها به همراه خطای استاندارد (Mean±SE) آورده شده است. تعیین ارزش P با ضریب اطمینان ۹۵ درصد و در سطح معنی دار ۰/۰۵ مورد ارزیابی قرار گرفت (Bluman, 1998).

٤- نتایج

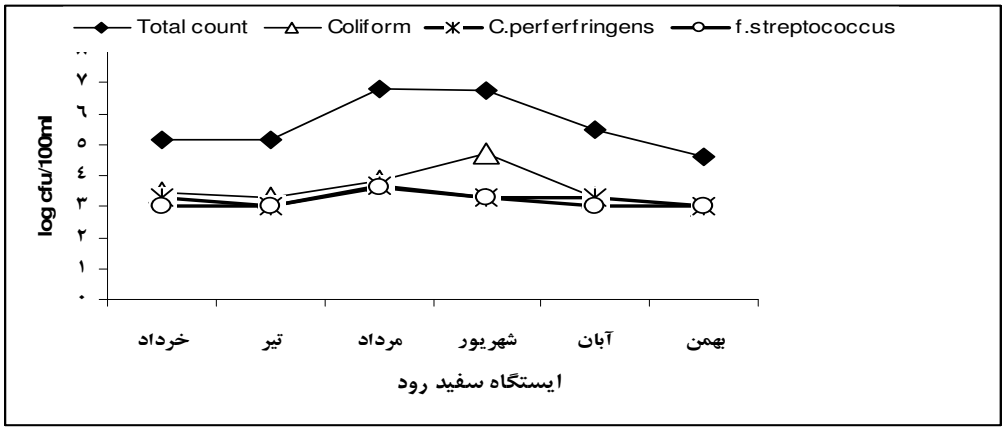
٤-١- مقایسه شاخص های باکتریایی در ایستگاه‌های مختلف

اطلاعات بدست آمده از نمونه برداری آب دریاچه سد رجائی در ایستگاه شیرین رود نشان داد که حداکثر لگاریتم باکتری‌های کل، باکتری‌های کلیفرم، کلستریدیوم پرفرنژنس و استرپتوکوک مدفوعی بترتیب ۶/۹۰CFU/100ml درماه شهریور، ۴/۴۷ CFU /100ml درماه‌های شهریور و آبان، ۳/۴۷ CFU /100ml در ماه‌های مرداد و آبان و ۳/۶۰CFU /100ml در ماه شهریور ثبت شد(نمودار۱).



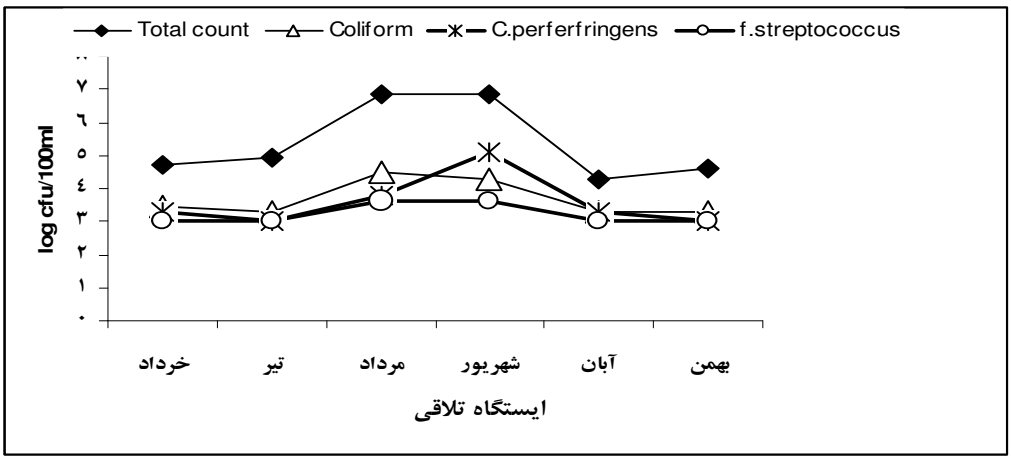
نمودار۱- تغییرات لگاریتم شاخص های باکتریایی در ایستگاه شیرین رود دریاچه پشت سد شهید رجائی

اطلاعات بدست آمده از نمونه برداری آب دریاچه سد رجائی در ایستگاه سفید رود نشان داد که حداکثر لگاریتم باکتری‌های کل، باکتری‌های کلیفرم، کلستریدیوم پرفرنژنس و استرپتوکوک مدفوعی بترتیب ۶/۷۷ CFU/100ml درماه مرداد، ۴/۶۹ CFU/100ml درماه شهریور، ۳/۶۹CFU/100ml در ماه مرداد و۳/۶۰CFU/100ml در ماه مرداد ثبت شد(نمودار ۲).



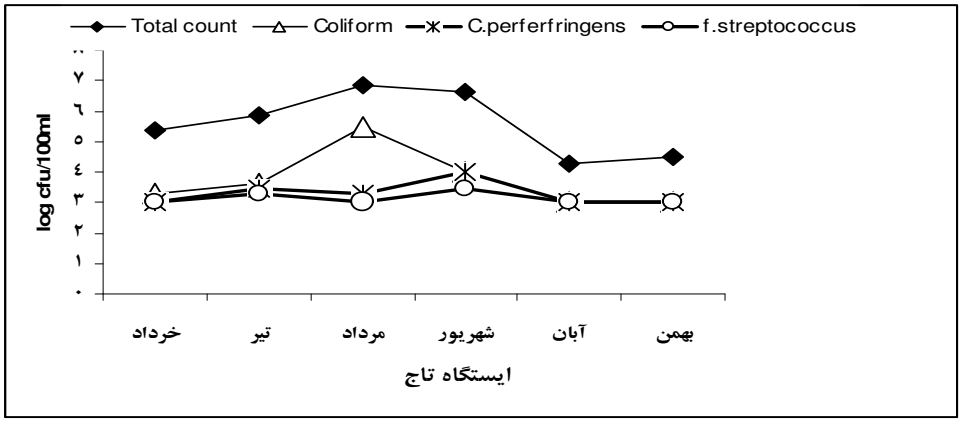
نمودار۲- تغییرات میانگین شاخص های باکتریایی در ایستگاه سفید رود دریاچه پشت سد شهید رجائی

اطلاعات بدست آمده از نمونه برداری آب درياچه سد رجائی در ايستگاه تلاقی نشان داد كه حداكثر لگاريتم باكتری‌های كل، باكتری‌های كليفرم، كلستريديوم پرفرنژنس و استرپتوكوك مدفوعی بترتيب ۶/۸۷ CFU /100ml درماه مرداد، ۴/۴۷ CFU/100ml درماه مرداد ، ۵/۰۷ CFU /100ml در ماه شهريور و CFU /100ml ۳/۶۰ در ماه‌های مرداد و شهريور ثبت شد(نمودار ۳).



نمودار۳- تغييرات ميانگين شاخص های باكتريايی در ايستگاه تلاقی درياچه پشت سد شهيد رجائی

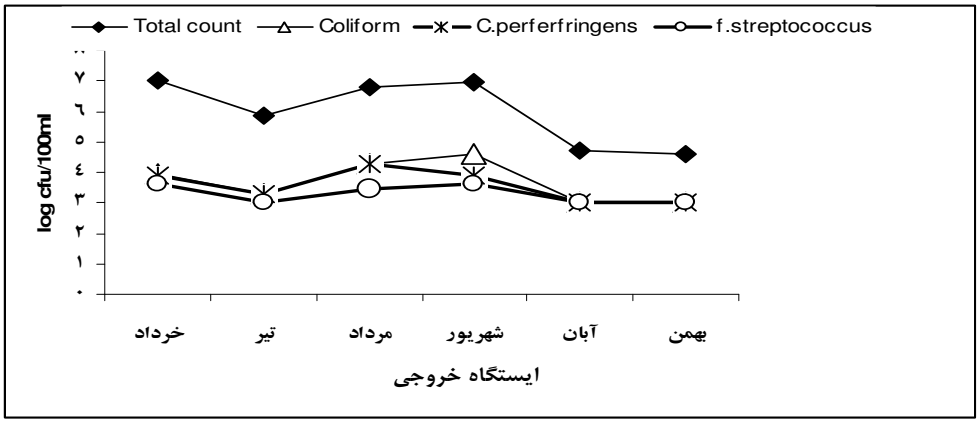
اطلاعات بدست آمده از نمونه برداری آب درياچه سد رجائی در ايستگاه تاج نشان داد كه حداكثر لگاريتم باكتری‌های كل، باكتری‌های كليفرم، كلستريديوم پرفرنژنس و استرپتوكوك مدفوعی بترتيب CFU /100ml ۶/۸۷ درماه مرداد، ۵/۴۷ CFU /100ml درماه مرداد ، CFU /100ml ۴در ماه شهريور وCFU /100ml ۳/۴۷ در ماه شهريور ثبت شد(نمودار۴).



نمودار٤- تغييرات ميانگين شاخص های باكتريايی در ايستگاه تاج درياچه پشت سد شهيد رجائی

اطلاعات بدست آمده از نمونه برداری آب درياچه سد رجائی در ايستگاه خروجی نشان داد كه حداكثر لگاريتم باكتری‌های كل، باكتری‌های كليفرم، كلستريديوم پرفرنژنس و استرپتوكوك مدفوعی بترتيب CFU

۶/۹۵ /100ml درماه شهریور، ۴/۶۰ CFU /100ml درماه شهریور، ۴/۳ CFU /100ml در ماه مرداد و CFU /100ml ۳/۶۰ در ماه‌های خرداد و شهریور ثبت شد(نمودار۵). ارتباط معنی داری بین ایستگاه‌ها وجودنداشت (P > ۰/۰۵).

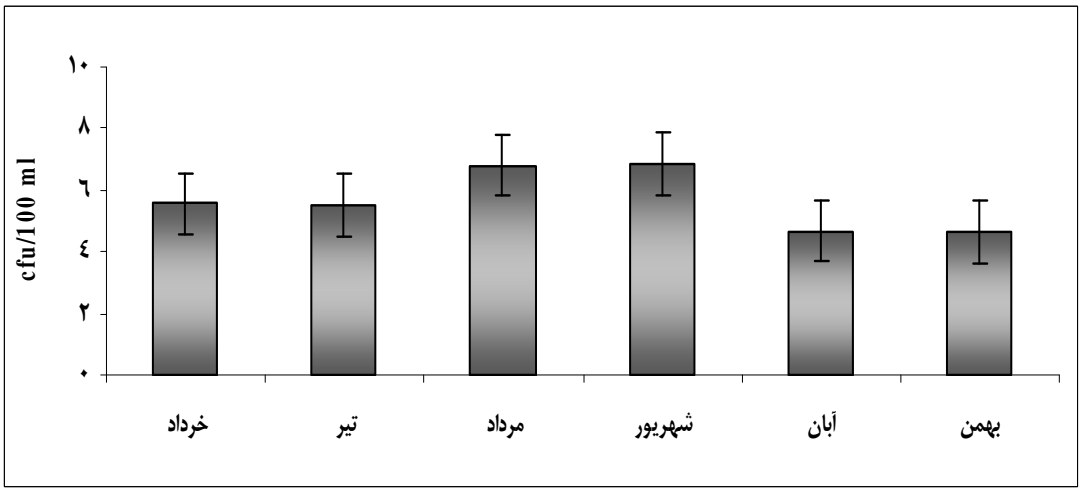


نمودار۵- تغییرات میانگین شاخص های باکتریایی در ایستگاه خروجی دریاچه پشت سد شهید رجائی

۲-٤- تغییرات باکتری‌های شاخص در ماه‌های مختلف

آنالیزهای ماهانه نشان داد که دامنه تغییرات میانگین لگاریتم کل باکتری‌ها در ماه های مختلف از ۰/۱۲CFU/100ml ± ۶/ ۸۵ درشهریور ماه تا ۰/۱۵CFU100ml ± ۴/۶۵ در بهمن ماه متغیرمی باشد(نمودار ۶).

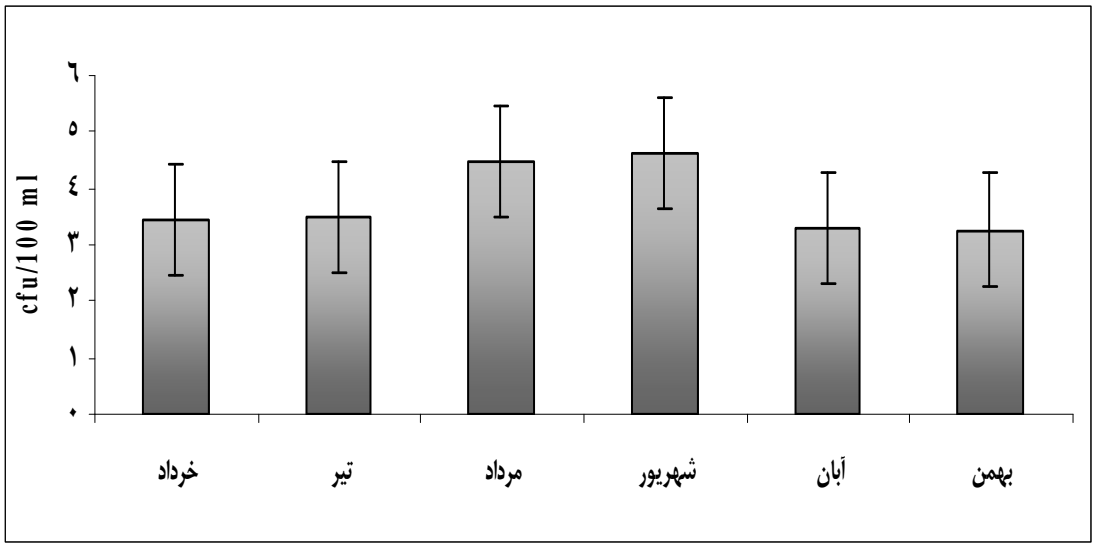
بر اساس محاسبه های آماری آب دریاچه پشت سد شهید رجایی به کمک آزمون‌های آنالیز واریانس و دانکن در سطح ۹۵٪ میانگین لگاریتم تعداد کل باکتری‌ها در بین ۵ ایستگاه نمونه برداری وبین ماه‌ها تفاوت معنی داری وجود دارد(P < ۰/۰۵).



نمودار٦- تغییرات میانگین لگاریتم کل باکتری‌ها در ماه های مختلف نمونه برداری سال۱۳۹۲

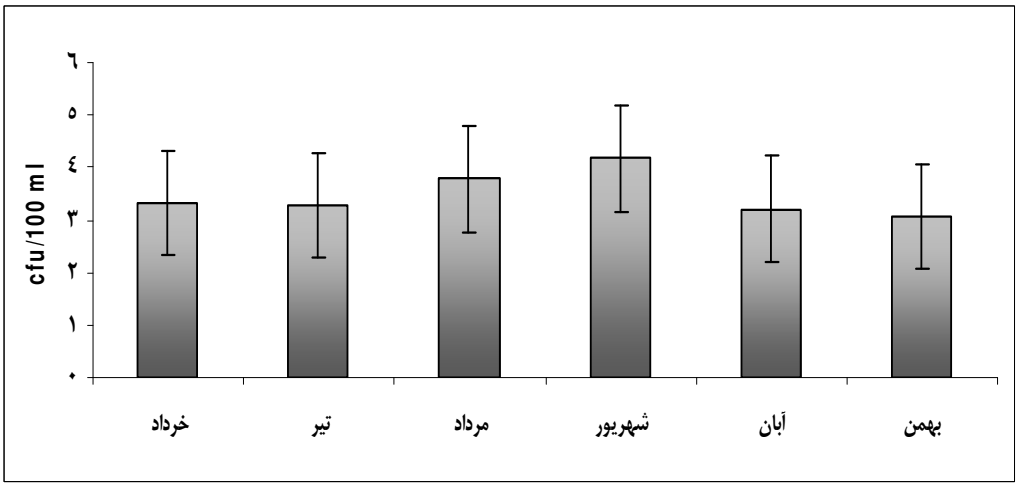
اطلاعات بدست آمده از نمونه برداری آب پشت سدشهید رجائی نشان داد دامنه تغییرات میانگین لگاریتم کلیفرم کل در ماه های مختلف از ۱۵CFU/100ml /۰ ± ۴/ ۶۳ در شهریورماه تا ۰/۴۴CFU/100ml ± ۳/۲۷ در

بهمن ماه متغیر می باشد(نمودار۷). بر اساس محاسبه های آماری آبهای دریاچه پشت سد شهید رجایی به کمک آزمونهای آنالیز واریانس و دانکن در سطح ۹۵٪ میانگین لگاریتم تعدا د کل کلیفرم ها ها در بین ۵ ایستگاه نمونه برداری وبین ماه‌ها تفاوت معنی داری وجود دارد($P < ۰/۰۵$).



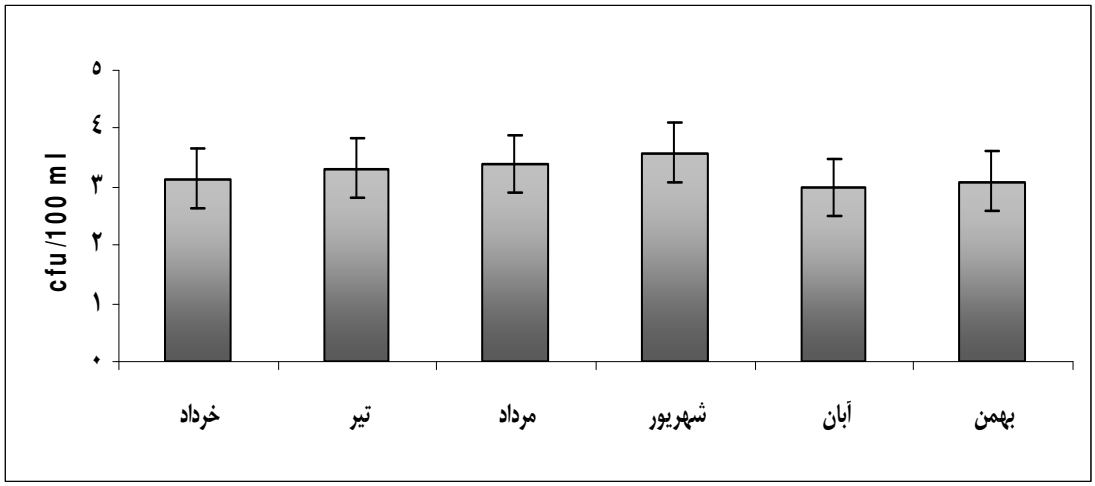
نمودار۷- تغییرات میانگین لگاریتم کلیفرم‌ها کل در ماه های مختلف نمونه برداری سال۱۳۹۲

آنالیزهای ماهانه نشان داد که دامنه تغییرات میانگین لگاریتم کلستریدیوم پرفرنجنس در ماه‌های مختلف از ۸۹CFU/100ml /۰ ± ۴ /۱۷ در شهریور تا ۰/۱۳CFU/100ml ± ۳/۰۷ در بهمن ماه متغیر می باشد(نمودار۸). بر اساس محاسبه های آماری آبهای دریاچه پشت سد شهید رجایی به کمک آزمونهای آنالیز واریانس و دانکن در سطح ۹۵٪ میانگین لگاریتم تعدا د کلستریدیوم پرفرنژنس‌ها در بین ۵ ایستگاه نمونه برداری وبین ماه‌ها تفاوت معنی داری وجود دارد($P < ۰/۰۵$).



نمودار۸- تغییرات میانگین لگاریتم کلستریدیوم پرفرنجنس در ماه های مختلف نمونه برداری سال۱۳۹۲

دامنه تغییرات میانگین لگاریتم استرپتوکوک مدفوعی در ماه‌های مختلف از ۰/۱۹CFU/100ml ± ۵۹ /۳ در شهریور ماه ۰/۱۷CFU/100ml ± ۳/۱۰ در بهمن ماه متغیر می باشد(نمودار۹). نتایج حاصل نشان دادند که بیشترین بار آلودگی میکروبی در این سددر شهریور ماه می باشد. بر اساس محاسبه های آماری آبهای دریاچه پشت سد شهید رجایی به کمک آزمونهای آنالیز واریانس و دانکن در سطح ۹۵٪ میانگین لگاریتم تعدا د استرپتوکوک مدفوعی در بین ۵ ایستگاه نمونه برداری وبین ماه‌ها تفاوت معنی داری وجود دارد($P < ۰/۰۵$).



نمودار۹- تغییرات میانگین لگاریتم استرپتوکوک مدفوعی در ماه های مختلف نمونه برداری سال۱۳۹۲

۵- بحث

دریاچه‌ها و مخازن همواره به عنوان منابع مهم تامین آب آشامیدنی، کشاورزی و صنعتی مورد توجه جوامع انسانی قرار گرفته‌اند، در این خصوص به منظور استفاده بهینه از این منابع آبی نیازمند روش‌های مناسبی جهت پایش و تعیین کیفیت این منابع آبی می‌باشیم. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بیشترین بار آلودگی آب (شاخص های اندیکاتور کلیفرم‌های کل، کلستریدیوم پرفرنجنس، استرپتوکوک مدفوعی و شمارش کل باکتری‌ها) در این سددر شهریور ماه می باشد. با گرم شدن هوا واستفاده مسافران از رودخانه ها بار آلودگی میکروبی در این فصل افزایش می یابد و با شروع فصل زمستان و کاهش دما و کم شدن ازدحام جمعیت در کنار رودخانه ها بار آلودگی کم می شود بطوری‌که مقدار کلیفرم کل و باکتری‌های کل در فصل سرد به حداقل می رسد.

مطالعات نظیر سد مخزنی Tehri در هند ماکزیمم شمارش کلیفرم کل در فصل تابستان و فصول بارندگی (دما ۲۶ ° C) ومینیمم آن در فصل زمستان(دما ۷ ° C) بوده است که از نظر دمایی مشابه فصول ایران می باشد (Agarwal & Rajwar, 2010).

در مطالعات سد مخزنی شوریجه استان خراسان رضوی یکی از علل افزایش بار آلودگی سد شوریجه، جریان های سطحی در فصول بارندگی بوده که معمولا توام با فرسایش وحمل رسوبات بوده و موجب انباشته شدن رسوبات حمل شده وته نشست آنها در مخزن سد می گردد را بیان کرد (دهقان و همکاران،۱۳۸۶).

در مورد سد شهید رجایی نتایج مشابه نیز وجود دارد. در فصل گرم و بارندگی (بهار)، بار میکروبی افزایش یافته و در فصول سرد هر چند بارندگی وجود دارد ولی به علت کاهش شدید دمای آب، جمعیت این باکتری‌ها کاهش می یابد. بارندگی و جاری شدن سیل باعث شسته شدن سنگ‌ها و حمل رسوبات شده که علاوه بر رسوب در دریاچه باعث حمل میکروب‌های مختلف از جمله باکتری‌های اندیکاتور می‌شوند. در طی مدت بررسی شاخص های باکتریایی مورد بررسی در این سد در ماه‌های مرداد و شهریور بیشتر از سایر ماه‌ها بود.

در مطالعات مربوط به سد Three Gorges در شرق دریای چین در سال ۲۰۰۳ در شمارش باکتری‌های کل نسبت به سال ۲۰۰۲ کاهش نشان داد که این می تواند مربوط به زیاد شدن شکوفایی فیتوپلانکتون باشد و به احتمال زیاد مربوط به کم شدن کربن آلی که برای ذخیره سازی آب سد توسط رود خانه حمل شده است (Jiao et al, 2007).

تحقیقات Kim وهمکاران(۲۰۰۵) نشان داد که افزایش پساب کشاورزی با افزایش میزان کلیفرم در آب همبستگی بالایی دارد(Kim et al, 2005). کیفیت میکروبیولوژیکی آب با آنالیز کلیفرم‌ها سنجیده می شود. میزبان ارگانیسم‌های شاخص در آب، مدفوع حیوانات خونگرم مخصوصا انسان برخی از حیوانات خونسرد رسوبات وسویه های آزادزی هستند بنابراین منبع آلودگی مدفوعی اغلب مبهم است(Sivaraja and Nagarajan, 2014). موسسه استاندارد ایران و تحقیقات صنعتی اعلام کرده است که آب آشامیدنی باید عاری از هرگونه کلیفرم

مدفوعی باشد و کلیفرم کل آن تا۱۰ CFU /۱۰۰ ml مجاز است. برای آب‌های سطحی کلیفرم کل ۱۰۰۰ CFU /۱۰۰ml و کلیفرم مدفوعی ۴۰۰ CFU /۱۰۰ml می باشد.

براساس NOAELs[۳۶] برای کیفیت آب پیشنهاد می شود: ۱۰۰۰ کلیفرم کل، ۱۰۰ اشرشیاکلی، ۲۵ انتروکوک روده، ۱۰ کلی فاژ ، یا ۱۰ کلستریدیوم پرفرنژنس در هر ۱۰۰ میلی لیتر است (Wiedenmann, 2006).

بر اساس مطالعات North و همکاران در سال ۲۰۱۴ استانداردهای کیفیت آب برای مصارف کشاورزی کلیفرم-های کل ۱۰۰۰ CFU /۱۰۰ml و کلیفرم‌های مدفوعی ۱۰۰ CFU /۱۰۰ml می باشد.آنها همچنین بیان کردند که ارتباط بین شاخص‌های باکتریایی در رسوبات وارتفاع آب وجود داردکه با بارگذاری رسوب باکتری‌های بیشتری محبوس می شوند. با بالا رفتن درجه حرارت آب، فعالیت های میکروبی بالاتر می رود طوریکه بزرگترین عامل فراوانی شاخص‌های باکتریایی درجه حرارت آب می باشد. پیش بینی آنها این است که استانداردهای کیفیت آب با گرم شدن آب و هوا بیشتر خواهد شد(North et al, 2014).

مطالعات Gannon و همکاران در سال ۱۹۸۳ نشان داد که یکی از عوامل مهم در کاهش کلیفرم‌های کل رسوب گذاری در انتهای فوقانی دریاچه می باشد و سطح تابش نور در طول روز عامل مهم دیگر کاهش کلیفرم‌های کل می باشد (Gannon et al,1983).

مطالعات سهرابی و همکاران در بررسی کیفیت آب مخزنی سد تهم استان زنجان بیان کردندکه از نظر میکروبی کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی رودخانه های ورودی به مخزن سد آلوده و بحرانی می باشند. فاضلاب‌های روستایی و کشاورزی که به رودخانه های گلهرود ،خشکه رود و تهمرود تخلیه می شوند باعث آلودگی آب این رودخانه ها می باشند. از آنجا که طول رودخانه ها کوتاه و دبی آنها پایین می باشد این رودخانه ها توانایی چندانی برای خودپالایی ندارند و باعث آلودگی آب سد می گردند (سهرابی و همکاران، ۱۳۹۲).

اگر غلظت مواد آلاینده در حد متناسب با حجم آب رودخانه باشد، رودخانه باسرعت و دبی زیاد خود قدرت خودپالائی داشته و تا حدود زیادی از آثار این مواد آلاینده می کاهد ولی در نتیجه احداث سد و ایجاد مخزن، رودخانه در محدوده مخزن و پائین دست، سرعت و دبی خود را تا حدود زیادی از دست داده در نتیجه قدرت خودپالائی آن نیز تا حد قابل توجهی از بین خواهد رفت (دهقان و همکاران، ۱۳۸۶). در اثر انباشت مواد آلاینده در کف مخزن و رودخانه، در نتیجه فعالیت باکتری های بی هوازی، کیفیت آب پایین می آید، چراکه دراعماق دریاچه که در معرض لایه بندی حرارتی و غلظتی قرار دارد، تجزیه مواد آلی در شرایط غیرهوازی انجام می شود. مقدار اکسیژن محلول به صفر نزدیک شده و به جای آن گاز هیدروژن سولفور، متان و آمونیاک در این لایه به حداکثر خود می رسد. در این حالت کیفیت و ظرفیت خودپالایی دریاچه کاهش یافته و شرایط برای فرایند مغذی شدن آب دریاچه فراهم می گردد(دهقان و همکاران، ۱۳۸۶).

36 - no-observed-adverse-effect levels

کدورت آب ارتباط مستقیم با فراوانی باکتری‌های روده ای دارد واین فراوانی بشدت در ارتباط با نیترات است (Mallin et al, 2000). در بررسی‌های تجرشی و همکاران در مورد وضعیت کیفی آب مخزن سد لتیان مشخص شد که این سد به سمت مغذی شدن پیش می رود (تجرشی و همکاران،۱۳۸۷).

افزایش غلظت مواد مغذی منجر به کاهش اکسیژن محلول آب شده علاوه براین موجب افزایش کلیفرم، استرپتوکوک مدفوعی، به خصوص سویه‌های مختلف استرپتوکوک می شود (Geldreich, 2005). بسیاری از مطالعات مزوکوزوم‌ها به اثرمیکروب کشی نور خورشید روی انتروکوک‌ها اشاره داشته اند مکانیسم اصلی آسیب نور خورشید بر روی میکروارگانیسم‌ها، شامل جذب مستقیم اشعه UV توسط DNA است که موجب دژنره شدن ساختار DNA و از بین رفتن میکروارگانیسم می شود (Byappanahalli et al, 2012) .

درمطالعات مقایسه اشرشیا کلی ، آنتروکوک و کلیفرم‌های مدفوعی در آب بیان شد که شاخص‌های اندیکاتور در ارتباط با ذرات معلق و رسوبات ته دریاچه هستند این اندیکاتورها به ذرات معلق چسبیده وته نشین می گردند. این رسوبات بعنوان یک مخزن برای بقا طولانی ارگانیسم شاخص عمل می کند(Guang et al, 2004) . آلودگی میکروبی مشاهده شده، ناشی از ورود پساب مراکز مسکونی و همچنین حضور دام عشایر و راه‌یابی پساب و فاضلاب‌های دامی بخصوص موقع بارندگی به آب می باشد. (فتائی، ۱۳۹۰).

به نظر می رسد که علت پایین بودن بار باکتری‌های گروه کلیفرم و باکتری‌های احیا کننده سولفیت ویژگی خودپالایی سد شهید رجایی در ایستگاه‌های مختلف بوده که در برخی از مناطق بیشتر بوده و باعث کاهش شمارش توتال کانت ، آلودگی کلیفرمی و باکتری‌های احیاء کننده سولفیت سد شده است .تغییرات فصلی وفعالیت‌های انسان درمورد وضعیت آلودگی آب و تعداد باکتری‌ها بسیار موثر است . معمولادر اولین بارندگی پس از فصل خشک تعداد باکتری‌ها در بسیاری از چاه‌ها , چشمه‌ها و رودخانه‌ها و بالطبع سد بالا می‌رود ولی در دراز مدت ، تعداد این باکتری‌ها به تعادل رسیده و کاهش می یابد. آب سد پس از گذراندن زمان ماند معین از سد خارج می‌شود. با توجه به اینکه قسمت اعظم آب سد شهید رجایی جهت مصرف کشاورزی مورد بهره برداری قرار می گیرد بنابراین استاندارد تعریف شده در خصوص آبهای سطحی بایستی مورد توجه قرار گیرد. مقایسه نتایج این مطالعه و استانداردهای ایران در خصوص آب سطحی حاکی از آن است که تمامی باکتری‌های اندیکاتور مورد بررسی در دامنه استاندارد قرار داشته هر چند که تغییرات میکروبی در ماه‌های مختلف دیده شده است. با افزایش دما جمعیت باکتری‌های اندیکاتور افزایش یافته که این امر بر شمارش کلی باکتری‌ها نیز تاثیر خواهد گذاشت. آلودگی نسبی مشاهده شده در این تحقیق از منابع مختلف حاصل میشود.

۱- باکتری‌های اندیکاتور در طبیعت وجود داشته که با شسته شدن خاک و بروز سیلاب، باکتری‌های مذکور از طریق گل و لای وارد دریاچه می‌شوند. ۲- اکثر باکتری‌های اندیکاتور جزء فلور طبیعی دستگاه گوارش انواع حیوانات اهلی و وحشی بوده که با آلودگی مدفوعی آب دریاچه، باکتری‌های ذکر شده وارد آب می‌شوند . ۳- باکتری‌های اندیکاتور با جمعیت هر چند کم در آب دریاچه وجود داشته که با آلودگی ثانویه آب به انواع

پساب‌ها و یا فاضلاب‌ها، مواد مغذی افزایش یافته و منبع کربن و ازت در اختیار این میکروب‌ها قرار گرفته و جمعیت آن‌ها به سرعت رشد و تکثیر می یابد.

یکی از عوامل نوسانات بار آلودگی در ماه‌های مختلف، تغییرات دمایی می باشد. میکروب‌های اندیکاتور دارای دمای مینیمم، ماکزیمم و اپتیمم رشد بوده و در دمای اپتیمم، بهترین رشد را از خود نشان می دهند. هر چه دمای آب به دمای اپتیمم نزدیک تر باشد شرایط رشد باکتری‌های اندیکاتور نیز بهتر خواهد بود. در فصول گرم، دمای آب به دمای اپتیمم رشد باکتری‌ها نزدیک تر بوده و از اینرو جمعیت این باکتری‌ها به سرعت افزایش می یابد.

افزایش بار آلودگی باکتری‌های اندیکاتور احتمال وجود باکتری‌های بیماریزا را افزایش داده و در گذشته از طریق باکتری‌های اندیکاتور، به وجود باکتری‌هایی نظیر سالمونلا و شیگلا پی می بردند. اگر آب پشت سد جهت مصرف آشامیدنی مد نظر باشد از نظر وجود کلستریدیوم و انتروکوک خارج از دامنه استاندارد می باشد. کاهش کیفیت آب و مغایرت آن با استانداردهای تعریف شده در خصوص آب آشامیدنی، مصرف آن را تحت تاثیر قرار داده و نیاز به تیمارهای بیشتر در هنگام تصفیه نهایی آن جهت مصارف آشامیدنی می باشد.

٦- نتیجه گیری

منابع احتمالی آلوده کننده سدشهید رجایی شامل آلودگی روستایی و کشاورزی می باشد همجواری اکثر قریب به اتفاق روستاها با رودخانه ها و منابع آب های جاری موجب گردیده است تا متاسفانه این مجاری با ارزش به کانون های اصلی دفع فاضلاب های انسانی و محل تخلیه زباله های خانگی و کشاورزی تبدیل شوند. مقایسه نتایج این مطالعه و استانداردهای ایران در خصوص آب سطحی حاکی از آن است که تمامی باکتریهای اندیکاتور مورد بررسی در دامنه استاندارد قرار داشته هر چند که تغییرات میکروبی در ماه‌های مختلف دیده شده است. اگر آب پشت سد جهت مصرف آشامیدنی مد نظر باشد از نظر وجود کلستریدیوم و انتروکوک خارج از دامنه استاندارد می باشد. کاهش کیفیت آب و مغایرت آن با استانداردهای تعریف شده در خصوص آب آشامیدنی، مصرف آن را تحت تاثیر قرار داده و نیاز به تیمارهای بیشتر در هنگام تصفیه نهایی آن جهت مصارف آشامیدنی می باشد.

منابع

- استاندارد مهندسی آب وزارت نیرو. ۱۳۷۶.اندازه گیری کلیفرم های مدفوعی ، استاندارد شماره ۱۸۹ – الف.
- پیرستانی، محمد رضا و مهدی شفقتی. ۱۳۸۸. بررسی اثرات زیست محیطی احداث سد. سال اول، شماره سوم. خضرایی،میلاد. ۱۳۸۷. سد و اثرات مخرب آن بر محیط زیست. دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک
،دانشگاه صنعتی خوجه نصیرالدین طوسی.
- تجرشی، مسعود ، احمد ابریشم چی، سیاوش عیسی زاده و مهدی احمدی . ۱۳۸۷. وضعیت آب مخزن سد لتیان و ارزیابی گزینه ها برای بهبود کیفیت آن.
- دهقان، پوریا، حمد غفوری و غلامحسن رضایی ولیسه .۱۳۸۶ . بررسی عوامل موثر در آلودگی آب سد مخزنی شوریجه. پنجمین همایش زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران.
- سهرابی، رسول ، جلال ولی الهی و عباسعلی زمانی . ۱۳۹۲. بررسی کیفیت آب مخزنی سد تهم و شناسایی منابع آلاینده آن. شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران.
- شهسواری پور، ناهید و عباس اسماعیلی ساری. ۱۳۹۰. بررسی آلودگی میکروبی رودخانه هراز و تعیین کاربری های مجاز آب رودخانه با توجه به استانداردهای جهانی . علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره ۱۳، شماره ۴.
- صفری، رضا و همکاران.۱۳۸۶. تعیین و برآورد عملکرد بیواندیکاتورهای موجود در رودخانه های تجن و شیرود با هدف جایگزینی با برخی از روشهای متداول شیمیایی. گزارش نهایی اداره کل حفاظت محیط زیست استان مازندران. ۱۹۱ صفحه.
- ظفرنژاد، فاطمه۱۳۸۶. رودخانه های خاموش پیامدهای زیست محیطی سدهای بزرگ. نشریه انجمن صنفی مهندسان معمار وشهرساز.
- فتایی، ابراهیم. ۱۳۹۰ .بررسی مقادیر پارامترهای کیفی کانال‌های آبرسانی شهرستان پارس آباد .فصلنامه علمی محیط زیست شماره ۵۰.
- کمالی، م و کوچک زاده، م.۱۳۸۶. تاثیر عوامل زیست محیطی در برنامه ریزی توسعه منابع آب. مطالعه موردی سد کلقان. اولین کارگاه تخصصی سد ومحیط زیست.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۶ . اندازه گیری کلیفرم های مدفوعی، استاندارد شماره ۴۳۷ ایران.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۶ . کیفیت آب- نمونه برداری از آب برای آزمون‌های میکروبیولوژی آیین کار، استاندارد شماره ۴۲۰۸ایران.

- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۶. میکروبیولوژی – تهیه سوسپانسیون اولیه ورقت‌های اعشاری برای آزمایش‌های میکروبیولوژی، استاندارد شماره ۳۵۶ ایران.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۶. ویژگی آب آشامیدنی، استاندارد شماره ۱۰۵۳ ایران.
- نودهی، سلیمه و ناصر حافظی مقدس .۱۳۸۶. بررسی اثرات سد شهید رجائی بر آبخوان دشت ساری - نکا. پنجمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران.
- Agarwal, A.K. and G.S. Rajwar. 2010. Physico-chemical and microbiological study of Tehri dam reservoir, Garhwal Himalaya, India. Journal of American Science, jofamericanscience.org
- Anderson, K.A., 2000. Drinking water & Recreational water quality: Microbiological Criteria.
- APHA. 2005. Standard methods for the examination of water and wasteswater. Washington DC, USA: American publication Health Association.
- Battarbee, R.W., Flower, R.J., Juggins,s.,Patrick, S.T. and Sterenson , A.C. 1997. The relationship between diatoms and surface water quality in the Hoeylandet area of North – Troendelag, Norway . Hydrobiologia, 348, 69 – 80 .F (Fresh water).
- Bell, P.R.F. and Elmetri, 1. 1995. Ecological indicators of large – scale eutrophication in the Great Barrier Reef lagoon. Ambio, 24, 208 – 215. M (Marine).
- Bluman, A.G. 1998. Elementary Statistics: A Step by Step Approach.USA. Tom casson publisher. 3rd edition.
- Byappanahalli, M. N., M.B. Nevers, A. Korajkic, Z.R. Staley. and V.J. Harwood. 2015. Enterococci in the Environment. Microbiology and Molecular Biology Reviews . Volume 76 Number 4. p. 685–706.
- Clesceri, L., A.Greenberg, A.Eaton. 1998. Standard methods for the xamination of water and wastewater. American Public Health Association. United Book Press, Inc: Baltimore, MD.
- Environment Agency. (2002)The Microbiology of Drinking water part 1 – Water Quality and Public Health p 9-28
- Gannon, J.J. M.K. Busse and J.E. Schillinger 1983. Fecal coliform disappearance in a river impoundment. Water research vol.17. No II. pp 1595 1601.
- Geldreich, E.E. 2005. Bacteriology of water. Wiley Online Library.
- Guang, J., Englande, A.J., Bradford, H. and Jeng, H.W., 2004. Comparison of E.Coli, Enterococci, and Fecal Coliform as Indicators for Brackish Water Quality Assessment. Water Environment Research. Volume 76, Number 3. pp. 245-255 (11).
- http://www.chromagar.com/food-water-chromagar-liquid-ecc-focus-on-e-coli-and-coliforms-40.html).
- Jiao, N. Y. Zhang, Y. Zeng. W.D. Gardner. A.V. Mishonov. M.J. Richardson. N. Hong. D. Pan. X.H. Yan. Y.H. Jo. C.T. Chen. P. Wang. Y. Chen. H. Hong. Y. Bai . X. Chen. B. Huang. H. Deng. Y. Shi. D. Yang. 2007. Ecological anomalies in the East China Sea: Impacts of the Three Gorges Dam? Water Research. Volume 41, Issue 6, Pages 1287–1293.
- Kim, G.T. E. Choi, and D. Lee. 2005. Diffuse and point pollution impacts on the pathogen indicator organism level in the Geum River, Korea Science of the Total Environment 350: 94– 105.
- Lawrence, S. J.,2012.Escherichia coli Bacteria Density in Relation to Turbidity, Streamflow Characteristics, and Season in the Chattahoochee River near Atlanta, Georgia, October 2000 through September 2008—Description, Statistical Analysis, and Predictive Modeling. Scientific-Investigations Report 2012–5037.
- Mallin, M.A., K.E. Williams, E.C. Esham, R.P. Lowe. 2000. Effect of human development on bacteriological water quality in coastal watersheds. - Ecological Applications, 10:1047–1056.
- North, R.L., N.H. Khan, M. Ahsan. C. Prestie. D.R. Korber. J.R. Lawrence. and J.J. Hudson. 2014. Relationship between water quality parameters and bacterial indicators in a large prairie reservoir: Lake Diefenbaker, Saskatchewan, Canada. Canadian Journal of Microbiology.
- Sivaraja, R.and K. Nagarajan. 2014. Levels of Indicator Microorganisms (Total and Fecal Coliforms) in Surface waters of rivers Cauvery and Bhavani for Circuitously predicting the Pollution load and Pathogenic risks. International Journal of PharmTech Research. Vol.6, No.2, pp 455-461.
- Tallon, P., B. Magajna, C. Lofranco. K.T. Leung. 2005. Microbial indicators of faecal contamination in water: a current perspective. Water, Air, and Soil Pollution, Springer

Abstract

One of the country's dams is dam Shahid Rajaee Sari. In this study it was evaluated some bacterial indices. Some bacterial parameters including total bacteria, total coliform, fecal coliform, fecal streptococci , Sulphite-reducing Bacteria (SRB) in the water behind the dam Shahid Rjaee for one year at five stations (the entrance Shireenrood branches, input branch of the Sefidrood, cross the river and sweet Sefidrood in the tank, close to the Taj (zero, 15 and 30) and the output reservoir) and seven samples collected during six periods (June, July, August, September, November and February) were tested in 1391.

Analysis of water samples for bacterial plate count agar medium (total bacteria count) ECC were inoculated (total coliforms and fecal), SPS (sulfite reducing bacteria) and KF (bacteria Inserts fecal streptococci) was performed using the culture surface culture method. ECC in both 37 and 44 ° C medium temperature Tc, KF and SPS at 37 ° C for 72-24 hours were incubated. The results showed that the mean log of bacteria in different months of CFU / 100ml12 / 0 ± 85/6 1n September months to CFU100ml15 / 0 ± 65/4 is variable in February, the mean total coliform Log in of the CFU / 100ml15 / 0 ± 63/4 in September to CFU / 100ml44 / 0 ± 27/3 in February are variable, the mean log Clostridium Clostridium CFU / 100ml89 / 0 ± 17 / 4 in September to CFU / 100ml13 / 0 ± 07/3 in February is variable, ranging from the mean log reduction in fecal streptococci in different months CFU / 100ml19 / 0 ± 59/3 in September CFU / 100ml17 / 0 ± 10 / 3 in February is variable.

The results showed that bacterial indicator pollution load of the dam in more stations in August and September months. . Compare the results of the surface water standards indicate that indicator bacteria have been studied in the standard range. If the water behind the dam is intended to be used for drinking, it has need for more treatments during the final purification for drinking purposes

Keywords: water bacterial indicator, Tajan River, Shahid Rajaee Dam, Sari, Mazandaran

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute – Caspian Sea Ecology Research Center

---

Project Title : Evaluation of quantitative and qualitative of microbial indicator the lake behind Shahid Rajaee dam of Mazandaran province (sari)
Approved Number: 14-76-12-9254-92003
Author: : Zahra Yaghobzadeh
Project Researcher : : Zahra Yaghobzadeh
Collaborator(s) *:* Nasrollahzadeh Saravi, H., Pourgholam, R., Mahklogh, A., Safari, R., Ghiyasi, M., Behrouzi, Sh., Moghim, M., Ramzani, H., Ghanei Tehrani, M., Ebrahimzade, E., Arab Ahmadi,A.A.,Mahmod Ramin
Advisor(s): -
Supervisor: -
Location of execution : Mazandaran province
Date of Beginning : 2013
Period of execution : 2 Years & 6 Months
Publisher : Iranian Fisheries Science Research Institute
Date of publishing : 2016

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute -Caspian Sea Ecology Research Center

Project Title :

Evaluation of quantitative and qualitative of microbial indicator the lake behind Shahid Rajaee dam of Mazandaran province (sari)

Project Researcher :

Zahra Yaghobzadeh

Register NO.

49903