

بررسی میزان آلودگی کلیفرمی رودخانه کرگانرود در غرب استان گیلان

سپیده خطیب حقیقی^{۱*}، منیره فئید^۱، احمد قانع^۱، سپیده ملکی شمالی^۱

^۱ پژوهشکده آبی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

چکیده

آلودگی آب یک مشکل بزرگ جهانی است که به ارزیابی مداوم و تجدید نظر در سیاست منابع آبی در همه سطوح احتیاج دارد. رودخانه کرگانرود از رودخانه های مهم در استان گیلان محسوب می شود و در مسیر خود با عبور از مناطق کشاورزی، از میان شهرستان طوالش و روستاها آلاینده ها را در خود جمع می کند. از منابع مهم آلودگی رودخانه ها و دریاچه ها وارد شدن ضایعات شهری و صنعتی می باشد که در اثر ورود این مواد ساختار رودخانه ها دگرگون می گردد زیرا علاوه بر مختل کردن جریان طبیعی مهاجرت ماهیان مانع از تشکیل سیلاب و بستر مناسب برای تخم ریزی می گردد. بررسی آلودگی میکروبی در یک دوره یک ساله و هر فصل یکبار انجام گرفت. میزان آلودگی با روش شمارش کلی کلیفرمها (MPN) تحت بررسی قرار گرفت. ایستگاههای مورد مطالعه از قسمت بالادست، وسط رودخانه و مصب انتخاب و نمونه برداری از سطح و رسوب (بستر) رودخانه انجام شد. بیشترین میزان آلودگی کلیفرمی و کلیفرم مدفوعی در منطقه مصب و بستر بوده که کاهش دبی آب و عبور از مراکز شهری و کشاورزی و وارد شدن ضایعات آنها به داخل رودخانه و ته نشین شدن آن در بسترو مصب رودخانه باعث افزایش میزان آلودگی شده است. در مجموع میانگین آلودگی (سطح و رسوب)، فصل تابستان بیشترین میزان آلودگی کلیفرمی ۴۴/۳ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر و بیشترین میزان آلودگی کلیفرم مدفوعی ۲۶/۹ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر بوده است. لازم به ذکر است کلیه فاکتورهای فیزیکی شیمیایی مورد بررسی در محدوده استاندارد تخلیه به آبهای سطحی بوده اند، همچنین به دلیل بالا رفتن درجه حرارت آب و هوا رشد و تکثیر باکتری ها افزایش یافته در نتیجه تبخیر و کم شدن حجم آب رودخانه و افزایش درصد باکتری ها در حجم کمتر آب می تواند از عوامل آلودگی بیشتر فصل تابستان باشد.

کلمات کلیدی: بررسی، استان گیلان، آلودگی، رودخانه کرگانرود، کلیفرم

* نویسنده مسئول: sepidehkhatab@yahoo.com

مقدمه

رودخانه های گیلان اغلب از دامنه شرقی و شمالی سلسله جبال البرز سرچشمه گرفته و پس از پیمودن دامنه پر شیب و فراز از آن به دشت گیلان می رسد و سپس بطور مستقیم یا غیر مستقیم (از طریق تالاب انزلی) به دریای خزر می ریزند. این رودخانه ها بعلت دارا بودن موقعیت جغرافیایی و هیدرولوژیکی خاص، وضعیت اکولوژیکی متفاوتی نسبت به یکدیگر دارند که به اکوسیستم رودخانه ای معروف است. رودخانه کرگانرود در محدوده طول جغرافیایی $50^{\circ} - 48^{\circ}$ و عرض جغرافیایی $37^{\circ} - 49^{\circ}$ که از ارتفاعات ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متری کوه های طالش سرچشمه گرفته و پس از پیمودن دامنه پر شیب و فراز آن و عبور از شهر طالش به دریای خزر می ریزد. همچنین این رودخانه از بزرگترین و پر آبتین رودخانه های غرب گیلان می باشد بطوریکه متوسط آب دهی سالیانه آن حدود ۸ متر مکعب در ثانیه تعیین گردیده است. رودخانه کرگانرود دارای سطح حوزه ۵۲۶ کیلومترمربع و محیط حوزه ۱۲۷ کیلومتر و طول شاخه اصلی رودخانه ۴۲/۵ کیلومتر و طول انشعابات فرعی ۸۳/۵ کیلومتری باشد (قانع و همکاران، ۱۳۸۲).

رودخانه کرگانرود یکی از رودخانه های ممتاز استان گیلان در حاشیه جنوبی دریای خزر می باشد که تا ۴۰ سال پیش با بهره مندی از شرایط مساعد اکولوژیک سهم عمده ای را در افزایش ذخایر ماهی سفید و بخصوص آزاد ماهیان این دریا را عهده دار بوده است. امروزه هریک از منابع آبی این رودخانه بدلیل فعالیت های کشاورزی، توسعه، عمران، برداشت بیش از حد آب و شن و ماسه، تجمع انسانی در حاشیه رودخانه، صید بی رویه، انتقال ضایعات کشاورزی و انسانی، ایجاد موانع در مسیر مهاجرت ماهیان بتدریج دگرگونی هایی در توان زیستی این رودخانه بوجود آمده است (افراز و قانع، ۱۳۷۴، جمالزاد فلاح و افراز، ۱۳۷۴، ملکی شمالی و عبدالملکی، ۱۳۷۴).

کیفیت آب رودخانه ها بر اساس پارامتر های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی تعیین می شود. سالیانه هزینه زیادی به منظور آزمایش و آنالیز فاکتورهای شیمیایی رودخانه ها

از نظر وجود آلاینده های مختلف انجام می گیرد. امروزه در اکثر کشور ها، اندازه گیری کمی و کیفی شاخص های زیستی (بیواندیکاتور) جایگزین روش های شیمیایی گشته است (Lenat, D.1993).

شاخص های زیستی به موجوداتی اطلاق می گردد که در ارتباط مستقیم با تغییرات محیطی بوده و تعداد و نوع آن ها تحت تاثیر آلاینده های شیمیایی قرار گرفته و تغییرات این ارگانیسم ها انعکاسی از شرایط موجود اکوسیستم می باشد. یک گروه از شاخص های زیستی شامل باکتری های گروه کلیفرم می باشند. کلیفرم ها معمولاً منشاء مدفوعی انسانی و جانوری داشته و در طبیعت نیز فراوان می باشند. کلیفرم ها به دو دسته تقسیم می شوند. کلیفرم های غیر مدفوعی و مدفوعی که مدفوعی صرفاً در روده به سر می برند. اشریشیا کلی^۱ یکی از کلیفرم ها است که به تعداد زیاد در روده انسان وجود دارد و وجود آن در آب و مواد غذایی و محیط، دلیل بر آلودگی از طریق مدفوع می باشد (Baron & Fingold, 1990؛ Yaghoubzadeh et al., 2015).

رودخانه ها به عنوان یکی از زیستگاه های مهم آبزیان آب های داخلی از اکوسیستم هایی هستند که کمتر مورد توجه قرار گرفته اند. ورود مواد آلوده کننده آلی از طریق فاضلاب های صنعتی، شهری و یا کشاورزی به محیط آبی باعث افزایش اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی می گردد و از آن جایی که این مواد به منطقه تجزیه و تبدیل وارد می گردند، فعالیت های باکتریهای هوازی با مصرف نمودن مقداری از اکسیژن محیط این مواد را تجزیه می نمایند با توجه به نسبت افزایش تعداد مواد آلی و آلوده کننده که می بایست در محیط تجزیه شوند لذا باکتری ها مقادیر زیادی از اکسیژن محیط را جذب کرده و در نتیجه مقدار اکسیژن محلول در آب به شدت کاهش می یابد و آب از فاز هوازی وارد فاز بی هوازی می شود و پدیده خود پالایی در آب از بین رفته و منجر به آلودگی شدید می شود و در چنین آب هایی فقط موجودات آبزی که می توانند آلودگی را تحمل نمایند زیست می کنند لذا تنوع زیستی

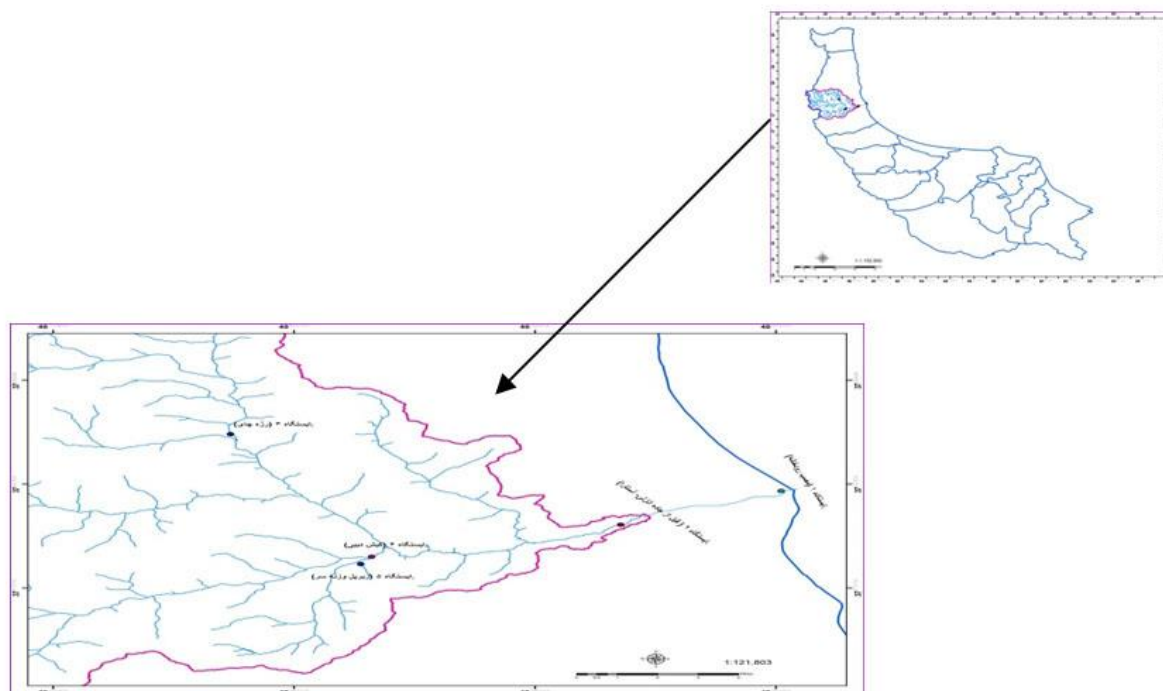
^۱ *Escherichia coli*

ها بوده است. اکوسیستم های آبی با متعادل ساختن تمام اجزای خود زمینه را برای رشد و فعالیت آبزیان فراهم می کند و هر گونه تغییری در آن از طرف انسان چه بصورت آگاهانه و یا نا آگاهانه این تعادل را از بین برده و آنرا از حالت طبیعی خود خارج می کند که نهایتاً خسارت آن متوجه آبزیان و در نهایت خود انسان خواهد شد. هدف از این تحقیق، بررسی میزان آلودگی کلیفرمی بر اساس ورود آلاینده های کشاورزی، فاضلاب شهری و صنعتی در رودخانه کرگانرود واقع در غرب استان گیلان می باشد.

مواد و روش کار

از رودخانه کرگانرود در غرب استان گیلان، بصورت فصلی و در یک دوره زمانی یک ساله نمونه برداری انجام گرفت. ۵ ایستگاه مطالعاتی بین مصب تا انتهای سر شاخه ها تعیین گردید. رودخانه کرگانرود از انشعابات متعدد تشکیل یافته است که دارای سه سر شاخه مهم بوده و هریک از این سر شاخه ها دارای شاخه های فرعی می باشد. ایستگاه های مطالعاتی در مناطق مصب، دشت و هریک از سرشاخه های فرعی انتخاب گردید. ایستگاه ۱، در نزدیکی دهانه به فاصله حدود ۱۰۰ متر از دریا قرار دارد. ایستگاه ۲، در نزدیکی پل اصلی جاده طالش و آستارا و جوار شهر طالش به فاصله ۵ کیلومتری از ایستگاه ۱، ایستگاه ۳ در شاخه فرعی رزه چای به موازات شاخه اصلی (ایستگاه ۴) که در فاصله ۴/۶ کیلومتری آن قرار دارد. ایستگاه ۴ در شاخه اصلی و جنب روستای کیش دیبی واقع شده است و در نهایت ایستگاه ۵ در شاخه فرعی وزنه سردر فاصله ۱/۳ کیلومتری از ایستگاه ۴ قرار دارد (شکل ۱).

گونه های آبی کاهش می یابد (Zimmerman, 1993). بررسی رودخانه ها در سایر کشورها سابقه طولانی داشته اما در ایران، از دو دهه اخیر مطالعات خوبی در ارتباط با هیدرولوژی و هیدروبیولوژی برخی از رودخانه های مهم در مراکز تحقیقاتی کشور انجام گرفته است، از جمله بررسی رودخانه ها، هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه هراز (روشن طبری، ۷۰-۱۳۶۹)، بررسی منابع زیستی رودخانه سیاه درویشان و پسیخان (گروهی و حسن پور ۱۳۷۲)، هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه سیاهرود (روشن طبری، ۱۳۷۳)، هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه خیرود (موسوی، ۱۳۷۳)، هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه شیروود (ابو، ۱۳۷۳)، بررسی های جامع زیستی و غیر زیستی سه رودخانه شفارود (جمالزاد و افراز، ۱۳۷۴)، رودخانه حویق (افراز و قانع، ۱۳۷۴)، رودخانه کرگانرود (ملکی شمالی و عبدالملکی، ۱۳۷۴)، هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه چالوس (روشن طبری، ۱۳۷۵)، بررسی اثرات زیست محیطی استخرهای پرورش ماهی بر آلودگی رودخانه جاجرود (منوری و مردانی، ۱۳۸۶)، میزان آلودگی کلیفرمی حوضه جنوب غربی دریای خزر، استان گیلان از آستارا تا چابکسر (خطیب، ۱۳۸۶)، بررسی میزان آلودگی کلیفرمی رودخانه شفارود در غرب استان گیلان (خطیب، ۱۳۸۷)، تعیین میزان و منشأ باکتریهای مدفوعی در آب دریاچه پریشان (محمودی و جوانمردی، ۱۳۸۸)، آنالیز کیفی آبهای ساحلی نوار جنوبی دریای خزر در استان گیلان و تعیین شاخص های بهداشت محیط در طرحهای ساحلی آن منطقه (نبی زاده و همکاران، ۱۳۹۱)، بررسی میزان آلودگی میکروبی آبهای سطحی رودخانه هراز (یعقوب زاده و صفری، ۱۳۹۴)، بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود در محدوده شهرستان رودبار (مروت دوست انار کولی، ۱۳۹۴) و بررسی میزان آلودگی کلیفرمی رودخانه کر در استان فارس (مردانی و همکاران، ۱۳۹۶) که اهداف آنها از انجام این تحقیقات بررسی و شناسایی آبزیان و حفظ زنجیره غذایی اکوسیستم های رودخانه ای و تعیین شناسنامه زیست محیطی، شناسایی منابع آلاینده ها و اهمیت شیلاتی این رودخانه



شکل ۱: موقعیت ایستگاه های مطالعاتی رودخانه کرگانرود در غرب استان گیلان

۳۷ درجه سانتیگراد، بررسی شدند. براساس تولید اسید و گاز، تعداد احتمالی باکتری کلیفرم مشخص گردید. (ب) **آزمایش مرحله دوم (تأییدی)**: از لوله‌ای که اسید و گاز تولید کرده به کمک پمپ استریل مقدار ۰/۱ سی‌سی محلول به لوله‌ای که حاوی محیط کشت برلیانت گرین بایل برات^۴ بود، اضافه گردید. پس از ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد تولید گاز در لوله دورهام نشان دهنده نتیجه مثبت بوده و مشخص می‌نماید که نمونه دارای آلودگی کلیفرمی می‌باشد که طبق جدول استاندارد MPN تعداد کلیفرمهای غیرمدفوعی محاسبه شد.

(ج) **آزمایش مرحله سوم (تکمیلی)** برای اندازه‌گیری تراکم کلیفرمهای مدفوعی: آزمایش کلیفرم مدفوعی می‌تواند بین کلیفرم های مدفوعی (روده حیوانات خونگرم) با کلیفرم هایی از منابع دیگر تمایز بگذارد. در این آزمایش از لوله‌هایی که اسید و گاز تولید کردند با کمک آنس یک لوب از این لوله‌ها برداشته و به لوله‌های حاوی محیط

نمونه برداری از لایه های سطح و بستر رودخانه انجام شد، بدین صورت که ظروف نمونه برداری استریل شده را درخلاف جهت جریان آب رودخانه فرو برده و درداخل آب درب شیشه را باز نموده و بدون هیچ برخوردی با دست نمونه بردار نمونه ها گرفته شده و در شرایط کاملاً استریل و در مجاورت یخ در کمتر از ۲۴ ساعت به آزمایشگاه انتقال و مطالعات باکتری شناسی انجام گرفت. آزمایش(آب و بستر) به روش شمارش کلی کلیفرم ها و کلیفرم مدفوعی^۲ MPN انجام شد (Standard methods, 2005). روش MPN خود شامل مراحل زیرانجام پذیرفت:

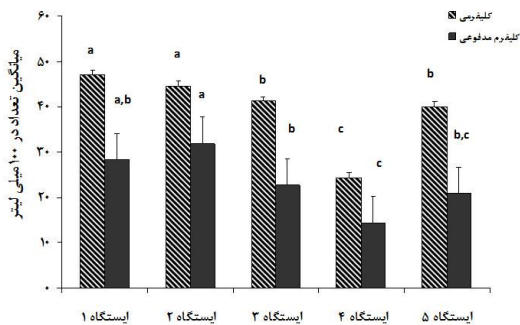
الف) آزمایش مرحله اول (احتمالی): ۹ لوله آزمایش که حاوی محیط کشت لاکتوز برات^۳ حاوی لوله دورهام، استفاده گردید. در سه لوله، ۱۰ سی‌سی، سه لوله دیگر ۱ سی‌سی و در سه لوله سوم ۰/۱ سی‌سی از آب نمونه افزوده شد. لوله‌ها پس از ۴۸ ساعت انکوباسیون در دمای

^۴ Brilliant green bile lactose broth

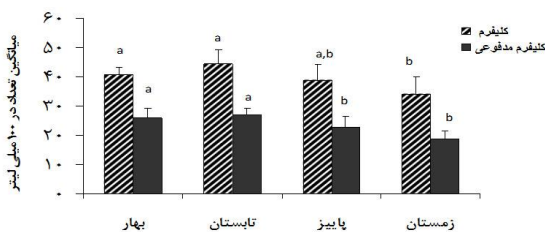
^۲ Most Probable Number

^۳ Lactose broth

بیشترین میزان میانگین آلودگی کلیفرمی ۴۷/۱۲۵ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر در ایستگاه ۱ و فصل تابستان و میزان کلیفرم مدفوعی با ۳۱/۸۷۵ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر مربوط به ایستگاه ۲ (فصل تابستان) و کمترین میزان میانگین آلودگی کلیفرمی ۲۴/۳۷۵ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر و کلیفرم مدفوعی ۱۴/۳۷۵ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر در ایستگاه ۴ بوده است. در نمودار ۲، بیشترین میزان میانگین آلودگی کلیفرمی در تابستان ۴۴/۳ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر و کلیفرم مدفوعی ۲۶/۹ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر بوده است و کمترین میزان آلودگی در زمستان مشاهده شد. در نمودار ۳، بیشترین میزان میانگین آلودگی کلیفرمی در رسوب ۴۲/۸ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر و کلیفرم مدفوعی ۲۵/۷۵ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر بوده است. براساس آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) میزان آلودگی باکتریایی برحسب ایستگاه های مختلف، فصل و عمق (سطح و رسوب) تفاوت معنی دار دارند ($P < 0.05$).



نمودار ۱: میزان آلودگی کلیفرمی و کلیفرم مدفوعی (اشریشیا کلی) رودخانه کرگانرود بر حسب ایستگاه در استان گیلان



نمودار ۲: میزان آلودگی کلیفرمی و کلیفرم مدفوعی (اشریشیا کلی) رودخانه کرگانرود بر حسب فصول سال در استان گیلان

کشت EC^۵ اضافه گردید. پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون نمونه ها در دمای ۴۴ تا ۴۴/۵ درجه سانتیگراد بررسی شدند. چنانچه در لوله های دورهام گاز ایجاد شود آزمایش مثبت است و می توان طبق جدول استاندارد MPN تعداد باکتری اشریشیاکلی (منشاء مدفوعی) را محاسبه نمود. مقدار تراکم باکتری های کلیفرم مدفوعی نیز با استفاده از جدول MPN و برحسب MPN/۱۰۰ ml نمونه آب تعیین گردید. همچنین یک لوپ از محیط کشت EC بر روی محیط کشت^۶ EMB کشت خطی داده شد. چنانچه پس از ۲۴ ساعت رنگ کلنی ها بنفش و با جلای فلزی باشد کلیفرم ها منشاء مدفوعی دارند. برای تأیید، از آزمایش اندول^۷، متیل رد^۸، VP^۹ و سیترات آگار^{۱۰} استفاده گردید که کلیفرم مدفوعی اندول مثبت، متیل رد مثبت، VP منفی و سیترات منفی می باشد.

برای شمارش باکتریها و شناسایی آنها مطابق باروشهای ارائه شده در کتاب استاندارد متد امریکا برای آب و پساب (Standard methods, 2005) و کتاب (Baron & Fingold, 1990) جهت تشخیص باکتری از کتاب میکروبیولوژی فاضلاب (Bitton, 1999) و سایر (مؤسسه استاندارد ۱۳۶۸؛ غدیری، ۱۳۹۴؛ محمودی و شیخ محمدی، ۱۳۹۵؛ Macfaddin, 2000) عمل گردید. آزمون های آماری استفاده شده عبارتند از آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) جهت بررسی تفاوت معنی دار گروههای مورد بررسی و آزمون چند دامنه توکی جهت جداسازی گروههای معنی دار و همچنین از نرم افزار SPSS برای انجام تجزیه و تحلیل آماری و از نرم افزار Excel برای رسم نمودارها استفاده گردید.

نتایج

نتایج مربوط به آلودگی کلیفرمی و کلیفرم مدفوعی که در جدول های (۱ و ۲) و نمودار های (۱ و ۲) نشان داده شده است. همانطور که در نمودار ۱ نشان داده شده است،

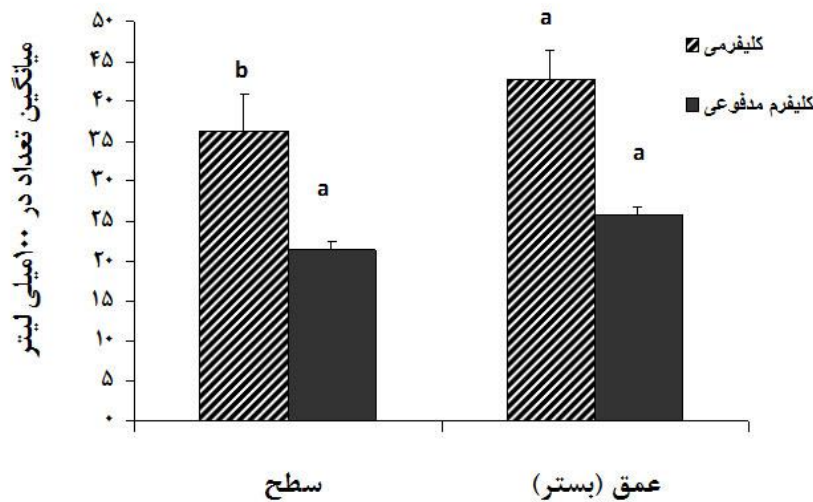
^۵ Escherichia coli broth
^۶ Eosin Methylene Blue Agar
^۷ Indol test
^۸ Methyl red test
^۹ Voges-Proskauer
^{۱۰} Citrate Agar

جدول ۱: میزان آلودگی کلیفرمی (تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر) در رودخانه کرگانرود

ایستگاه	بهار					انحراف معیار \pm میانگین
	۱	۲	۳	۴	۵	
عمق						
سطح	۴۴	۴۴	۳۹	۲۸	۳۹	$38/8 \pm 6/53$
رسوب	۵۳	۴۴	۴۴	۲۸	۴۴	$42/6 \pm 9/04$
ایستگاه	تابستان					انحراف معیار \pm میانگین
	۱	۲	۳	۴	۵	
عمق						
سطح	۴۴	۴۴	۴۴	۲۸	۴۴	$40/8 \pm 7/15$
رسوب	۵۳	۵۳	۵۳	۳۶	۴۴	$47/8 \pm 7/66$
ایستگاه	پاییز					انحراف معیار \pm میانگین
	۱	۲	۳	۴	۵	
عمق						
سطح	۴۴	۴۴	۳۶	۱۵	۳۶	$35 \pm 11/87$
رسوب	۵۳	۴۴	۴۴	۲۸	۴۴	$42/6 \pm 9/04$
ایستگاه	زمستان					انحراف معیار \pm میانگین
	۱	۲	۳	۴	۵	
عمق						
سطح	۴۲	۴۲	۲۸	۱۱	۲۸	$30/2 \pm 12/81$
رسوب	۴۴	۴۲	۴۲	۲۱	۴۲	$38/2 \pm 9/65$

جدول ۲: میزان آلودگی کلیفرم مدفوعی (تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر) در رودخانه کرگانرود

ایستگاه	بهار					انحراف معیار \pm میانگین
	۱	۲	۳	۴	۵	
عمق						
سطح	۲۸	۲۸	۲۳	۱۵	۲۳	$23/4 \pm 5/31$
رسوب	۲۹	۴۲	۲۸	۱۵	۲۸	$28/4 \pm 9/55$
ایستگاه	تابستان					انحراف معیار \pm میانگین
	۱	۲	۳	۴	۵	
عمق						
سطح	۲۸	۲۹	۲۸	۲۰	۲۱	$25/2 \pm 4/32$
رسوب	۲۹	۴۴	۲۸	۲۱	۲۱	$28/6 \pm 9/39$
ایستگاه	پاییز					انحراف معیار \pm میانگین
	۱	۲	۳	۴	۵	
عمق						
سطح	۲۸	۲۸	۱۵	۱۵	۱۵	$20/2 \pm 7/12$
رسوب	۲۸	۲۸	۲۸	۱۵	۲۸	$25/4 \pm 5/81$
ایستگاه	زمستان					انحراف معیار \pm میانگین
	۱	۲	۳	۴	۵	
عمق						
سطح	۲۸	۲۸	۱۱	۷	۱۱	$17 \pm 10/17$
رسوب	۲۸	۲۸	۲۰	۷	۲۰	$20/6 \pm 8/59$



نمودار ۳: میزان آلودگی کلیرمی و کلیرم مدفوعی (اشریشیا کلی) رودخانه کرگانرود بر حسب سطح و عمق (بستر) در استان گیلان

جدول ۳: محدوده تغییرات عوامل فیزیکوشیمیایی تعیین کننده در آب رودخانه کرگانرود

Do mg/l	BOD5 mg/l	PH آب	NO2 mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	پارامتر های کیفی آب
>۶	۰-۲ تمیز ۳-۵ نسبتاً آلوده >۵ شدت آلوده	۶/۵ تا ۹	حداکثر ۰/۰۱	حداکثر ۱	حداکثر ۱	حداکثر ۰/۱	حدود استاندارد (EPA,1996)
۹/۹-۱۳/۴	۰/۳-۲/۲	۷/۴-۸/۳	۰/۰۰۱-۰/۰۰۷	۰/۰۵۱-۰/۴۲۳	۰/۱۷۷-۰/۱۸۵	-۰/۷۲۵ ۰/۰۶۶	محدوده تغییرات رودخانه کرگانرود

بحث

حاشیه رودخانه مزارع کشت برنج وجود دارد همچنین تعدادی خانه های مسکونی بطور پراکنده در این مسیر قرار دارد. ایستگاه های مزبور طی جریان آب مقداری مواد آلاینده کشاورزی را در اثر شستشوی سطح حوزه دریافت می نمایند.

میزان اکسیژن مورد نیاز شیمیایی و میکروبی در مناطق مصبی در فصول کشاورزی بدلیل کاهش دبی آب جهت بهره برداری های گوناگون از آن در مزارع و همچنین تبخیر آب تا حدودی افزایش نشان می دهد. کمتر بودن میزان آلودگی در ایستگاه های ۳، ۴ و ۵ نسبت به سایر ایستگاه ها به جهت برخورداری از شدت جریان و جابجایی

از نظر زیست محیطی رودخانه کرگانرود در طول مسیر خود دارای شرایط مختلفی است بطوریکه در قسمت های علیا (بالا دست) و میان دست دارای بستر سنگلاخی و قله سنگی بوده، در حالیکه در نزدیکی های دهانه، بستر حالت شنی و آب دارای سرعت کمی می باشد. آلودگی در ایستگاه ۱ و ۲ از بقیه ایستگاه های بیشتر بوده است بعلاوه اینکه منطقه مصب مقابل کارخانه شن و ماسه واقع شده، که تغییرات شرایط زیستی در اثر تراکم شهر نشینی و رشد فعالیتهای کشاورزی در این منطقه دیده می شود. در مسیر رودخانه تا فاصله حدود هفت کیلومتر از مصب در

میزان آلودگی کلیفرم مدفوعی در فصل تابستان و ناحیه مصب رودخانه ۲۲/۱ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر (خطیب، ۱۳۸۷) و در رودخانه کردر استان فارس (مردانی و همکاران، ۱۳۹۶) بیان کردند تعداد باکتریهای کلیفرمی در فصول مختلف متفاوت بوده به طوریکه در فصل بهار حداقل و در فصل تابستان و اوایل فصل پاییز حداکثر بوده است. تمام نتایج ذکر شده می تواند مؤید این مطلب باشد که افزایش درجه حرارت در تابستان و کاهش دبی آب جهت بهره برداری گوناگون آن در مزارع، منجر به کاهش میزان اکسیژن محلول شده است، که در تمامی رودخانه های فوق فصل تابستان از بیشترین میزان آلودگی کلیفرمی برخوردار بوده (نمودار ۲) و همچنین ایستگاه هایی که سرعت جریان آب در این نقاط بیشتر بوده، از آلودگی کمتری نسبت به مصب رودخانه که دارای جریان آرامی می باشد برخوردار هستند که عبور از مراکز شهری و وارد شدن ضایعات این مراکز بداخل آنها تغییرات محسوسی در فاکتورهای آلودگی بوجود می آورد و نیز تخلیه زباله های خانگی در حاشیه قسمت ساحلی رودخانه های مزبور و استفاده از کودهای شیمیایی و حیوانی در اراضی کشاورزی موجب آلودگی آب رودخانه ها می گردد.

وقتی سرعت رودخانه کم می شود قدرت جریان آن نیز کاهش می یابد در نتیجه مقداری از بار معلق آن شروع به ته نشینی می کند. بدین دلیل رسوبات درخود مواد مغذی اضافی دارند که این باریونی باعث کاهش عمق آب و رویش گیاهان غوطه ور می گردد و نیز در بستر نرم و گلی رودخانه که وجود آن تنها به دلیل جریان آرام آب است باکتریها به راحتی می توانند مقیم شوند (سعیدی، ۱۳۷۵).

لذا آلودگی در بستر بیشتر از آلودگی در لایه سطحی آب رودخانه می باشد. همچنین شدت جریان و جابجایی سریع آب در قسمتهای بالادست رودخانه (ایستگاههای ۳ و ۵) مواد آلی و زمینه زیست باکتریها را می شویند و به پایین دست رودخانه (مصب) می برند. در این تحقیق، تعداد کلیفرم ها و کلیفرم مدفوعی در بستر با اختلاف کمی، بیشتر از لایه های سطحی آب بود که موید این مطلب است که رودخانه دارای عمق کمی می باشد و نیز کلیفرم

سریع آب در طول مسیر رودخانه با وجود سنگ های درشت و ریز قدرت تهویه اکسیژن مصرف شده از طریق تماس با هوا جبران می شود همچنین در مناطقی از طول مسیر رودخانه رویش الگها بر سطح سنگها با تولید اکسیژن غالباً از شرایط تصفیه مناسبی برخوردار شده و این عوامل نقش مهمی را در خود پالایی این رودخانه بر قرار می سازد (نمودار ۱).

دامنه تغییرات دمای هوا در رودخانه کرگانرود بر مبنای روز های نمونه برداری بین ۲۷-۶ درجه سانتی گراد و دمای آب بین ۲۳/۴-۵ درجه سانتی گراد بوده است. تغییرات درجه حرارت آب و هوا در طول مسیر رودخانه نقش تعیین کننده ای در انتشار موجودات آبی و میکروارگانیسم ها از جهت امکان شرایط انتخاب زیست داشته و همچنین اثر دمای آب بر روی حلالیت اکسیژن حائز اهمیت بوده است. تأثیر درجه حرارت بر روی رشد میکروبها را می توان نتیجه دو نوع فعالیت مختلف معرفی نمود. سرعت واکنش های آنزیمی مانند سرعت واکنش های شیمیایی با گرما تغییر می یابد. این سرعت در درجه حرارت پایین کند و با بالا رفتن آن افزایش می یابد. فرآیندهای تجزیه ای پروتئین ها و آنزیمها در درجه حرارت پایین بسیار کند می شود (امتیازی، ۱۳۷۹ و مجنونیان، ۱۳۷۷ و ملک زاده و شهامت، ۱۳۷۹ و Fujioka et al., 1991).

با توجه به نتایج بررسی آلودگی میکروبی بدست آمده در رودخانه کرگانرود در مطالعه کنونی و بررسی انجام شده در رودخانه شیروود (ابو، ۱۳۷۳)، رودخانه پیربازار (افراز، ۱۳۷۳)، رودخانه خیرود (موسوی، ۱۳۷۳)، رودخانه چالوس (روشن طبری، ۱۳۷۵)، رودخانه تنکابن (سعیدی، ۱۳۷۵) و رودخانه حویق که بیشترین میزان آلودگی کلیفرم مدفوعی در فصل تابستان و ناحیه مصب رودخانه با ۶۵/۳۷۵ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر بوده است (خطیب، ۱۳۸۴)، همچنین خطیب در سال ۱۳۸۶ در بررسی میزان آلودگی کلیفرمی حوضه جنوب غربی دریای خزر، استان گیلان (از آستارا تا چابکسر) بیان نمود بیشترین میزان آلودگی کلیفرم مدفوعی در فصل تابستان با ۴/۸۷ تعداد در میلی لیتر بوده است و رودخانه شفارود بیشترین

شرایطی که دبی رودخانه در حداقل جریان خود قرار گیرد مصب رودخانه تحت شرایط امواج دریا کاملاً بسته و ارتباط آن با دریا قطع می‌گردد. مصب این رودخانه به دلایل ذکر شده دارای فرصت مناسبی جهت رسوب مواد اورگانیک حوزه و رشد گیاهان در این ناحیه می‌باشد (ملکی شمالی و عبدالملکی، ۱۳۷۴). دخالت‌های انسانی در روند طبیعی اکوسیستمها می‌توانند عواقب وخیمی داشته باشد و بخصوص از نظر زیست محیطی شاهد زیان‌های جبران‌ناپذیری خواهیم بود. رودخانه‌هایی که می‌تواند در شرایط طبیعی محل تخم‌ریزی ماهیان مهاجر اقتصادی مهم باشد در اثر شن برداری‌های مکرر توسط کارخانه‌شن و ماسه منجر به از بین رفتن بسترهای کم عمق شده و ظرفیت بهسازی آنها را کاهش داده و بدین ترتیب اختلاف سطح در بستر بوجود می‌آورد که موجب گل‌آلود شدن شدید آب رودخانه می‌گردد این عوامل مانعی در راه مهاجرت ماهیان به حساب می‌آیند، از سوی دیگر استخراج بی‌رویه شن و ماسه، موجب می‌گردد بسیاری از موجودات همچون حشرات آبی، سخت‌پوستان، نرم‌تنان و... که غذای ماهی هستند از بین بروند (مجنونیان، ۱۳۷۸؛ ولی الهی، ۱۳۸۲).

توصیه ترویجی

بررسی موازی دو عامل استفاده از سرزمین (نوع کاربری بر حسب آنتروپی) و میزان کلیفرم، می‌تواند بعنوان مبنای برنامه‌ریزی از منابع آب سطحی (رودخانه کرگانرود) مورد استفاده قرار گیرد. در بررسی‌های بعمل آمده اثرات ناشی از آلودگی کلیفرمی و کلیفرم مدفوعی رودخانه کرگانرود از حد استاندارد تعیین شده پایین‌تر بوده که در رژیم و کیفیت آب رودخانه تغییرات محسوسه ایجاد نمی‌نماید و می‌توان چنین نتیجه گرفت که سیستم خود پالایی رودخانه قادر به حذف آلاینده‌ها می‌باشد. لذا توصیه می‌گردد پایش برای رودخانه کرگانرود و سایر رودخانه‌ها در سال‌های آینده نیز وجود داشته باشد تا از اثرات نامطلوب فاضلاب‌های شهری و صنعتی بر سلامت ساکنین اطراف و آبزیان موجود در رودخانه‌ها جلوگیری شود.

ها باکتری‌های هوازی، بی‌هوازی اختیاری هستند و توان مقابله با شرایط کمبود اکسیژن محلول در آب را دارا می‌باشند (Noel and Krieg, 1989).

در بررسی‌های بعمل آمده اثرات ناشی از آلودگی کلیفرمی و کلیفرم مدفوعی رودخانه کرگانرود از حد استاندارد تعیین شده پایین‌تر بوده که در رژیم و کیفیت آب رودخانه تغییرات محسوسه ایجاد نمی‌نماید. (با توجه به جدول استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران در مورد پساب خروجی تعداد کلیفرم مدفوعی در تخلیه به آبهای سطحی ۴۰۰ عدد در میلی لیتر، در تخلیه به چاه جذب ۴۰۰ عدد در میلی لیتر و در مصارف کشاورزی و آبیاری ۴۰۰ می باشد و کل کلیفرم در تخلیه به آبهای سطحی ۱۰۰۰ عدد در میلی لیتر، در تخلیه به چاه جذب ۱۰۰۰ عدد در میلی لیتر و در مصارف کشاورزی و آبیاری ۱۰۰۰ عدد در میلی لیتر می باشد) از آن جایی که تنها استاندارد داخل کشور مربوط به سنجش آلودگی آب میزان تخلیه به آبهای سطحی می‌باشد لذا میزان آلودگی فاکتورهای مورد بررسی بر حسب این استاندارد مقایسه گردیده است Iranian Environmental Protection Agency, 1999). همچنین با توجه به نتایج مربوط به تغییرات پارامترهای فیزیکی شیمیایی مورد اندازه‌گیری در رودخانه کرگانرود (جدول شماره ۳)

می‌توان چنین نتیجه گرفت که سیستم خود پالایی رودخانه قادر به حذف آلاینده‌ها می‌باشد و کلیه پارامترهای فیزیکی شیمیایی مورد بررسی در محدوده استاندارد بوده است (EPA, 1996).

در طی بهره‌برداری وسیعی که از شن و ماسه بستر این رودخانه انجام می‌گیرد شرایط فیزیکی بستر مصب رودخانه منجر به پایین آمدن سطح بستر و مانع از جریان طبیعی آب به رودخانه گردید و به مرور زمان این بخش از رودخانه تبدیل به گودال شده است، بدین علت جریان آب رودخانه کرگانرود اگر با دبی کمتر از ۳ متر مکعب در ثانیه جریان داشته باشد نمی‌تواند مستقیماً وارد دریا گردد، از سوی دیگر در صورت کولاک شدید وضعیت آبگیر این مصب دوتا سه برابر بیشتر از وضعیت عادی خواهد بود. در

منابع

- ابو ، م . ۱۳۷۳. گزارش نهایی پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه شیروود. مرکز تحقیقاتی شیلاتی استان مازندران. ۵۳ صفحه.
- افراز ، ع . ، ۱۳۷۳. گزارش نهایی بررسی پدیده خود پالایی در رودخانه پیر بازار . موسسه تحقیقات شیلاتی گیلان . ۱۲۷ صفحه .
- افراز ، ع .، قانع ، ا.، ۱۳۷۴. بررسی زیستی و غیر زیستی رودخانه حویق . مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۶۴ صفحه .
- امتیازی ، گ. ، ۱۳۷۹. میکروبیولوژی و کنترل آب و هوا و پساب . انتشارات مانی . ۲۰۰ صفحه.
- جمالزاد فلاح، ف . ، افراز ، ع . ۱۳۷۴. بررسی های زیستی و غیر زیستی رودخانه سفارود . مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان . ۶۵ صفحه.
- خطیب ، س .، ۱۳۸۴. تعیین میزان آلودگی محیطی توسط کلیفرم ها در رودخانه حویق در غرب استان گیلان و اثرات آن بر حیات آبیان. همایش ملی شیلات و توسعه پایدار . دانشگاه آزاد اسلامی قائم شهر. صفحه ۸۰ .
- خطیب حقیقی ، س. ۱۳۸۶. میزان آلودگی کلیفرمی حوضه جنوب غربی دریای خزر، استان گیلان (از آستارا تا چابکسر). فصلنامه علمی - پژوهشی شیلات ایران . سال شانزدهم ، شماره ۱ . صفحات ۲۹ تا ۳۸.
- خطیب حقیقی ، س.، ۱۳۸۷. بررسی میزان آلودگی کلیفرمی رودخانه سفارود در غرب استان گیلان. مجله علمی- پژوهشی شیلات دانشگاه آزاد واحد آزاد شهر. ۶۱-۷۱. ۷۸ صفحه.
- روشن طبری ، م .، ۷۰- ۱۳۶۹. گزارش نهایی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه هراز . مرکز تحقیقاتی شیلاتی استان مازندران . ۸۲ صفحه .
- روشن طبری ، م.، ۱۳۷۳. گزارش نهایی پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه سیاهرود. مرکز تحقیقاتی شیلاتی استان مازندران. ۴۴ صفحه .
- روشن طبری ، م. ، ۱۳۷۵ . گزارش نهایی پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه چالوس. مرکز تحقیقاتی شیلاتی استان مازندران. ۳۵ صفحه.
- سعیدی ، ع.، ۱۳۷۵. تعیین بیو ماس باکتریایی رودخانه تنکابن . مجله آبیان. سال هفتم، شماره ۹. ص ۶۲-۶۳ .
- غدیری ، ک.، ۱۳۹۴. شیمی و میکروبیولوژی آب و فاضلاب. ناشر، علمی سنا. ۴۸ صفحه.
- قانع ، ا.، و همکاران. ۱۳۸۲. گزارش نهایی بررسی لیمنولوژیک رودخانه های مهم حوزه جنوبی دریایی خزر در استان گیلان با تاکید بر عوامل آلاینده (رودخانه های حویق ، کرگانرود و سفارود). سازمان آموزش و تحقیقات جهاد کشاورزی. موسسه تحقیقات شیلات ایران . مرکز تحقیقات آبی پروری آبهای داخلی کشور. ۱۴۱ صفحه .
- گروهی ، ن . ، حسین پور، ن .، ۳۷۲. بررسی منابع زیستی و غیر زیستی رودخانه های سیاه درویشان و پسیخان . مرکز تحقیقاتی شیلاتی استان گیلان . ۱۰۲ صفحه.
- مجنونیان، ه .، ۱۳۷۷. تالابها . سازمان حفاظت محیط زیست. ۲۰۰ صفحه.
- مجنونیان ، ه .، ۱۳۷۸. حفاظت رودخانه ها (ویژگی های بیو فیزیکی ، ارزش های زیستگاهی و ضوابط بهره برداری). انتشارات شابک . ۱۲۱ صفحه .
- محمودی ، م.، جوانمردی، ف.، ۱۳۸۸. تعیین میزان و منشأ باکتریهای مدفوعی در آب دریاچه پریشان. مجله زیست شناسی ایران . جلد ۲۲. شماره ۴. صفحات ۷۱۱ تا ۷۱۸.
- محمودی ، ن.، شیخ محمدی ، ا.، ۱۳۹۵. آزمایشات شیمی و میکروبیولوژی آب و فاضلاب . ناشر ، لاهوت. ۱۲۴ صفحه.
- مردانی، ف.، اکبری، پ.، فریدونی، م.، ۱۳۹۶. بررسی میزان آلودگی کلیفرمی رودخانه کر در استان فارس. نشریه دامپزشکی در پژوهش سازندگی - شماره ۱۱۵، ۱۱۸- ۱۰۷ صفحه.
- مروت دوست انار کولی ، م .، حائری پور، س.، امیر نژاد، ر.، ۱۳۹۴. بررسی کیفیت آب رودخانه سفید رود در محدوده شهرستان رودبار. فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز . سال هفتم ، شماره ۲۵. ۴۲-۳۳ صفحه .

- Bitton, G. , 1999. Waste water microbiology. INC Publication. Second edition. New York, USA. Vol. 578, pp.205-500.
- EPA.,1996. Quality criteria for waters . Washington D.C.,256p.
- Fujioka, S. ; Harlan, R.; Hashimoto, H. and Edward, B. , 1991. Effect of sunlight on survival of indicator bacteria in sea water. Applied and Environmental Microbiology. Vol. 41, No. 3, pp.690-695.
- Iranian Environmental Protection Agency. Regulation of the quality of disposal effluent from wastewater treatment plants. 1999; 1-5.(In Persian)
- Lenat, D.1993. A Biotic Index for Southern United States, Derivation and List of tolerance values with Criteria for assessing Water Quality Ratings, *Journal of the North American Benthological Society* 12:279-290.
- Macfaddin,J.F., 2000. Biochemical tests for Identification of Medical Bacterial . 3ed.,Lippincott Willams &Wilkins .374P.
- Noel, R. and M. Krieg. 1989. Bergys manual of systematic Bacteriology.Williams and Wilkins Baltimore, UK.
- Yaghoobzadeh, Z. and Safari R. (2015). Evaluation of bacterial contamination of surface waters of Haraz River. *Journal of Molecularand cellular Reserches* 28(1), 136-144.
- Zimmerman, M.C. (1993). The Use of the Biotic Index as Indication of Water Quality, pp. 85-98, In: Goldman, C.A., Hauta, P.L., O'Donnell, M.A., Andrews, S.E. & van der Heiden, R. (Eds.) Tested Studies for Laboratory Teaching, Vol. 5, Proceedings of the 5th Workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE).
- ملک زاده ، ف . ، شهامت ، م . . ۱۳۷۹. میکروبیولوژی عمومی ، انتشارات عقیق . ۴۸۳ صفحه .
- ملکی شمالی ، م . ، عبدالملکی ، ش . ۱۳۷۴. بررسی های زیستی و غیر زیستی رودخانه کرگانرود.مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۸۱ صفحه .
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، ۱۳۶۸. روش جداسازی ، شناسایی و شمارش بیشترین تعداد احتمالی اشیریشیا کلی در مواد غذایی و آب . چاپ اول ، وزارت صنایع . ۱۴ صفحه .
- موسوی ، م . . ۱۳۷۳ . گزارش نهایی پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه خیرود. مرکز تحقیقاتی شیلاتی استان مازندران. ۶۸صفحه .
- منوری ، م . ، مردانی ، ن . . ۱۳۸۶ . بررسی اثرات زیست محیطی استخرهای پرورش ماهی بر آلودگی رودخانه جاجرود مجله علمی - پژوهشی شیلات ایران . شماره ۱ . صفحات ۱۶۹ - ۱۷۶ .
- نبی زاده ، .، بینش فرهمند، م.، ندافی، ک. مصداقی نیاء. ۱۳۹۱. آنالیز کیفی آب های ساحلی نوار جنوبی دریای خزر در استان گیلان و تعیین شاخص های بهداشت محیط در طرحهای ساحلی آن منطقه. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دوره بیست و دوم ، شماره ۸۸. صفحات ۴۰ تا ۲۵.
- ولی الهی ، ج . . ۱۳۸۲. لیمنولوژی کاربردی دستورالعمل های اجرای طرح های شناخت محیط زیست آبیان (ترجمه). انتشارات طاق بستان . ۵۵۳ صفحه.
- یعقوب زاده، ز. صفری، ر. ۱۳۹۴. و بررسی میزان آلودگی میکروبی آبهای سطحی رودخانه هراز. مجله پژوهشهای سلولی و مولکولی (مجله زیست شناسی ایران). جلد ۲۸، شماره ۱. صفحات ۱۳۶ - ۱۴۴.
- American Public Health Association (APHA) 2005. Washington, D.C. Standard methods for the examination of water and waste water. 17th edition. New York. USA. pp.875-1003.
- Baron, E.J and Fingold, S. M. , 1990. Diagnostic Microbiology. The C.V. Mosbyco, St. Louis. pp.728-748.

Study of Coliform Contamination of Karganrood River in the West of Guilan Province

Khatib Haghighi S.^{1*}; Faeed M.¹; Ghane A.¹; Malaki Shomali S.¹

¹Inland Waters Aquaculture Research center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e Anzali, Iran

Abstract

Water pollution is a major global problem which requires continuous assessment and revision in water resources policy at all levels. Karganrood river is one of the most important river in Guilan province and on its way crossing agricultural areas in Talesh country and villages collect the pollutants. One of the main sources of rivers and lakes pollution is intering urban and industrial wastes into rivers that due to the entry of these materials, the structure of the rivers is transformed; because it is disrupting the natural flow of fish migration and so preventing the formation of floods and appropriate conditions for fish spawning. Study of microbial contamination was performed over a one year period and sampling was performed seasonally and once every season. The contamination rate was studied by counting total coliforms (MPN) method. The stations studied were selected from the upstream, middle and estuary regions and sampling was carried out from the surface and sediment of the river. Most of the total and fecal coliform contamination were related to bed and estuary regions which reducing water flow, passing through urban and agricultural centers and entering the centers' wastes into the river and settling in the river bed and estuary have led to increase the amount of contaminations. Totally, the contaminations average (surface and sediment) include: the highest amount of coliform contamination was 44.3 numbers in 100 cubic centimeters and the highest amount of fecal coliform contamination was 26.9 numbers in 100 cubic centimeters in summer season. It should be noted that, all the results of studied physical and chemical factors were in the standard range of discharge to the surface water and the bacterias' growth were increased due to increase of the weather temperature; so, decreasing water volume in summer season causes increase of the bacterias percent in water.

Keywords: Study ,Guilan province , pollution, karganrood river, Coliform

*Corresponding author: sepidehkhatib@yahoo.com