

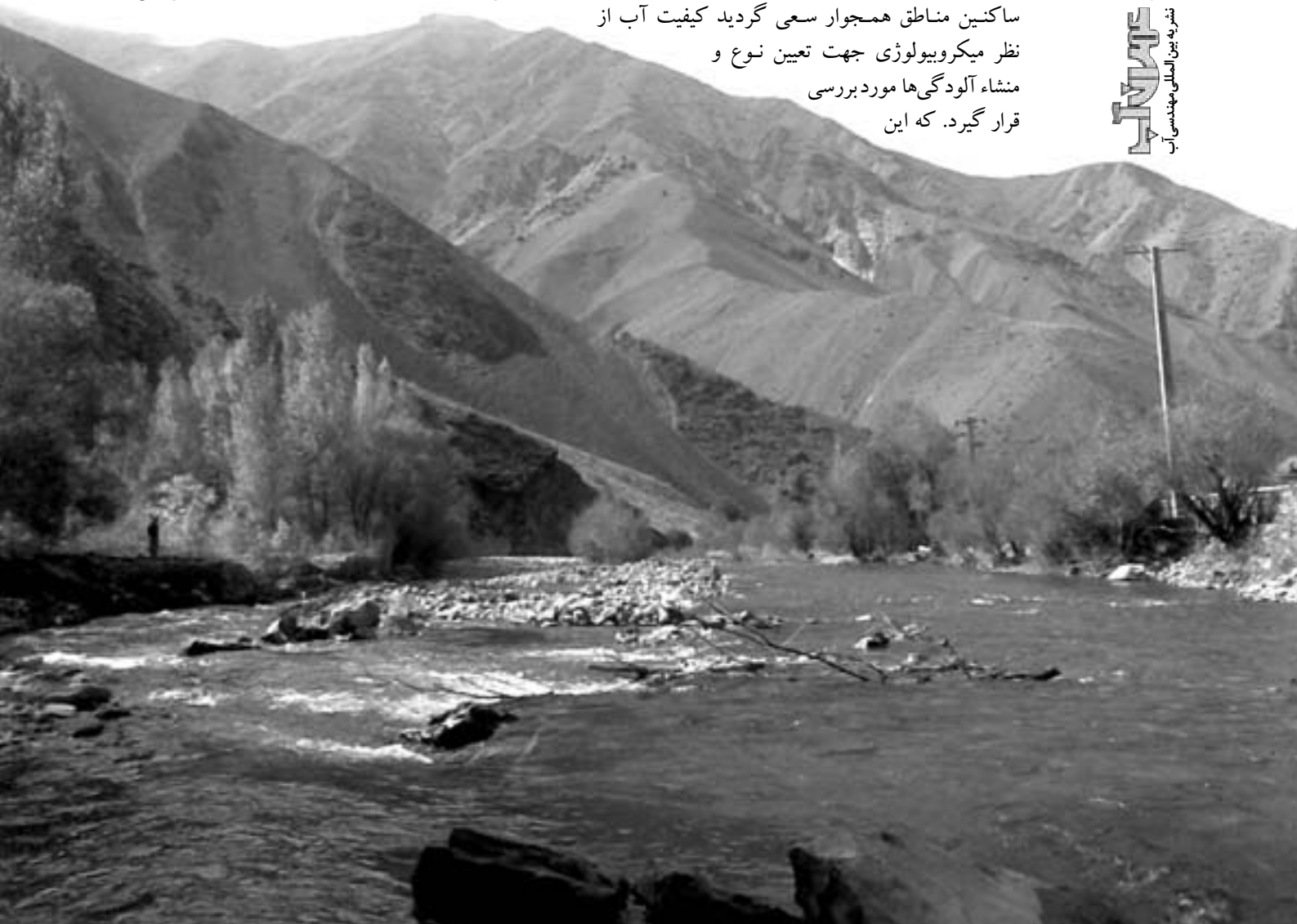
بررسی آلودگی‌های میکروبی رودخانه کرج و سد امیرکبیر

رویا بزاززاده، کارشناس ارشد میکروبیولوژی، دانشکده عمران دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
فرهاد عطائی، کارشناس مهندسی آلودگی‌های محیط زیست،
کارشناس آزمایشگاه‌های شیمی و میکروبیولوژی آموزشکده حفاظت محیط زیست

چکیده

کار طی یکسال نمونه برداری و انجام آزمایشات لازم صورت پذیرفت. بررسی شاخص‌های HPC, TC, FC در ایستگاه‌های رودخانه و سد، حاکی از وجود آلودگی در این ایستگاه‌ها می‌باشد. بطوریکه بیشترین بار آلودگی در ایستگاه دره رزگان در دریاچه (۱۶×۹/۱۷۲) باکتری در ۱۰۰ میلی‌لیتر) و ایستگاه پورکان (۱۶×۹/۱۸۵) باکتری در ۱۰۰ میلی‌لیتر) در حاشیه رودخانه مشاهده شد. بررسی کل

رودخانه‌ها از جمله با ارزش‌ترین اکوسیستم‌های آبی هستند که سلامت و بقای آنها سبب حفظ بقای کلیه موجودات زنده می‌گردد. فاضلاب‌ها به عنوان اصلی‌ترین منابع ایجاد آلودگی در رودخانه‌ها علاوه بر تغییر کیفیت آب سبب به مخاطره افکندن حیات موجودات زنده می‌شوند. در این تحقیق با توجه به اهمیت رودخانه و سد کرج در تأمین بخش عمده‌ای از آب آشامیدنی ساکنین مناطق همجوار سعی گردید کیفیت آب از نظر میکروبیولوژی جهت تعیین نوع و منشأ آلودگی‌ها مورد بررسی قرار گیرد. که این



کلیفرم‌ها در ایستگاه‌های مختلف متفاوت بوده و ایستگاه رستوران پامچال بیشترین میزان TC را نشان داد همچنین این ایستگاه از لحاظ تعداد کل کلیفرم‌های مدفوعی نیز بالاترین رقم را دارا می باشد ($TC=1036$ و $FC=950$) باکتری در هر ۱۰۰ میلی لیتر). همچنین اطلاعات با ارزش دیگری در خصوص منابع آلوده کننده و نوع آلودگی‌ها



به دست آمد که امید است با در نظر گرفتن راهکارهای ارائه شده اقدامات مؤثری در جهت استفاده پایدار از این ذخایر با ارزش به عمل آید.

کلید واژه ها : کلیفرم‌ها، E.Coli، روش MPN، باکتری‌های هتروتروف، مجموع کلیفرم‌ها، مجموع کلیفرم‌های مدفوعی، آزمایشات بیوشیمیایی.

مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از مهمترین ذخایر ارزشمند اکولوژیک دارای نقش و کارکردهای متعددی از جمله تأمین آب شرب، آب کشاورزی، آب مورد نیاز شهری و صنعتی، تردد و حمل و نقل آبی، ماهیگیری و شیلات و نیز ارزش‌های بصری و زیبایی شناسی هستند. استفاده پایدار از هر یک از این کارکردها می‌بایست متکی بر اصول حفاظتی و استفاده پایدار از رودخانه بوده و عدم توجه به ظرفیت رودخانه موجب آلودگی آب و تهدید حیات آن می‌گردد.

رودخانه کرج با طول تقریبی ۷۵ کیلومتر، یکی از پرآب‌ترین رودخانه‌های دامنه جنوبی البرز است که علاوه بر تأمین آب کشاورزی مناطق همجوار نقش مهمی در

تأمین آب آشامیدنی و تولید برق در منطقه دارد این در حالی است که جاذبه‌های طبیعی حاشیه رودخانه هزاران نفر را در طول ایام مختلف به خود جذب می‌نماید. متأسفانه نشت فاضلاب اماکن متعدد حاشیه رودخانه به آب آن، وجود آلودگی‌های ناشی از هرس آب‌های روستاهای اطراف، ورود کودهای حیوانی و ضایعات دامداری‌ها، ساخت و سازهای غیرمجاز و بدون برنامه و نیز ورود ضایعات ناشی از تردد اتومبیل‌ها در تونل‌های موجود در جاده به صورت جریان آب ناشی از بارندگی و ذوب برف که آب سمی و آلوده به انواع هیدروکربورها و اکسید سرب را راهی رودخانه می‌سازد، از جمله عوامل آلاینده آب رودخانه کرج و دریاچه سد امیرکبیر محسوب می‌گردند(۸). نظر به اهمیت حیاتی رودخانه و سد کرج در تأمین بخشی از آب آشامیدنی مردم و به‌خصوص جایگاه اکولوژیک حساس و پر ارزش این اکوسیستم آبی در حفظ تعادل اکولوژیک منطقه حفظ خصوصیات و ویژگی‌های حیاتی آب آن همواره مورد توجه محققین و علاقمندان قرار گرفته است. در مطالعه حاضر نیز سعی گردید با توجه به تغییرات میزان بارندگی در سال‌های اخیر و دست‌اندازی‌های متعدد به حاشیه رودخانه و سد، کیفیت آب به لحاظ میکروبی جهت تعیین نوع و منشأ آلودگی‌ها مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از بررسی‌های میکروبی شاخصی جهت تعیین کیفیت آب در رابطه با کاربردهای مختلف، وضعیت رودخانه و دریاچه مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و حتی‌الامکان با شناسایی منابع ایجاد و پراکندگی آلودگی در طول مسیر رودخانه، با ارائه پیشنهاداتی امکان کنترل یا حذف آنها فراهم گردد. به این منظور بررسی و دوام فصلی کلیفرم‌ها به‌عنوان شاخص آلودگی میکروبی





مناسب از حاشیه روخانه برداشت شدند هر بار پس از توقف کامل قایق و آرام شدن آب، بطری بر خلاف جریان به زیر آب منتقل و درب آن باز شد.

شمارش کل باکتری‌های هتروتروفیک

با استفاده از روش Plate Count (شمارش پرگنه) بر اساس روش استاندارد متد (۱) ابتدا رقت‌های مناسب و متوالی از نمونه‌ها تهیه و پس از اختلاط ۱ ml نمونه از هر



آب در نمونه برداری‌های متوالی و متعدد به‌عنوان معیاری جهت تعیین منشاء آلودگی به کار گرفته شده است. با توجه به اینکه این باکتری‌ها ساکن دستگاه گوارش انسان و جانوران خونگرم هستند و تعداد آنها در مدفوع زیاد است، حضور این باکتری‌ها در آب نشانگر آلودگی با آن بوده و احتمال می‌رود که آب به میکروب‌های بیماری‌زا نیز آلوده باشد (۳). کلیفرم‌ها و انتروکوک‌ها به‌عنوان شاخص آلودگی مدفوعی به کار گرفته می‌شوند و E.Coli و Entrobacter بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند. اینها باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی اختیاری، میله‌ای شکل، گرم منفی و بدون اسپوری هستند که لاکتوز را با تولید گاز و اسید طی ۴۸ ساعت در دمای 37°C - 35°C تخمیر می‌کنند. کلیفرم‌های مدفوعی علاوه بر مشخصات فوق لاکتوز را در دمای 42°C - 45°C تخمیر می‌کنند.

مواد و روش کار

جمع‌آوری نمونه‌ها از ۱۵ ایستگاه در امتداد رودخانه کرج و سد امیرکبیر انجام پذیرفت. طی چند مرحله بازدید دقیق از بخش‌های مختلف سد و حاشیه رودخانه با در نظر گرفتن نقاط ورود و خروج آب به دریاچه سد و تجمع و تراکم واحدهای خدماتی و رفاهی، در حاشیه رودخانه ۹ ایستگاه و در دریاچه ۶ ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب شد. انتخاب ایستگاه‌ها طوری صورت پذیرفت که تمام بخش‌های دریاچه و رودخانه را پوشش داده و از محل ریزش فاضلاب‌های مختلف فاصله کافی داشته باشند. نمونه‌برداری از ایستگاه‌های دریاچه سد به کمک قایق موتوری و در رودخانه با استفاده از وسایل مخصوص نمونه‌گیری دستی انجام شد.

جمع‌آوری نمونه‌ها در بطری‌های شیشه‌ای پیرکس دریچ‌دار ۱۰۰ ml قابل استریل در اتوکلاو انجام شد. نمونه‌ها از عمق ۳۰-۲۵ سانتی‌متری سطح آب و با فاصله

رقت با محیط کشت مذاب (Plate Count Agar) پلیت‌ها ۴۸ ساعت در دمای $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ نگهداری شدند. سپس با کمک کلنی کانتور، تعداد کلنی‌ها در پلیت‌هایی که حاوی ۳۰-۳۰۰ کلنی بودند شمارش و در عکس ضریب رقت ضرب گردید. تعداد متوسط باکتری‌های هتروتروف مزوفیل (HPC) به صورت CFU/ml تعیین شد (برای تطبیق CFU/ml با MPN/ml اعداد حاصل در عدد ۱۰۰ ضرب شد). (۱).

شمارش تعداد کل کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی

این روش شامل سه مرحله احتمالی، تأییدی و تکمیلی است (روش MPN) (۱). در آزمون احتمالی از محیط آبگوشت لوریل تریپتوزیرات و برای مشاهده تولید گاز از لوله‌های درهم استفاده شد. برای هر رقت ۳ لوله شماره‌گذاری و با رعایت شرایط استریل تلقیح انجام شد. سپس لوله‌های تخمیری تلقیح شده ۲۴ ساعت در $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ گرماگذاری شدند. در صورت عدم تشکیل گاز در لوله‌ها، مدت نگهداری آنها ۲۴ ساعت دیگر تمدید گردید. جهت انجام مرحله تأییدی تمام

آزمایش‌های دکربوکسیلاسیون و دهیدرولاسیون اسیدهای آمینه، آزمایش‌های تخمیر کربوهیدرات‌ها (ONPG) انجام شد (۴).

جداسازی سالمونلاها

برای جداسازی سالمونلاها از محیط کشت تتراتیونات برات استفاده شد. محیط غنی کننده در دوسری تهیه و پس از افزودن حجم مناسب نمونه به لوله‌های محیط کشت غنی کننده یک سری از لوله‌ها در ۳۵ و سری دیگر در ۴۲ درجه سانتی گراد ۲۸-۲۴ ساعت گرماگذاری شدند. از لوله‌های غنی کننده اولیه مجدداً روی لوله‌های واجد محیط تازه، تلقیح و سپس روی محیط کشت جامد، کشت داده شد. این کار سه روز متوالی تکرار گردید تا حداکثر امکان جداسازی سالمونلاها فراهم شود (۴ و ۵).

آزمون آماری داده‌ها

برای تحلیل آماری نتایج به دست آمده با استفاده از ضریب پیرسون میزان همبستگی بین عوامل مختلف فیزیکی و شیمیایی با کلیفرم محاسبه گردید (۶).

نتایج

برای ارزیابی میزان آلودگی آب سد و رودخانه تعداد کل باکتری‌های هتروتروف مزوفیل و تعداد کلیفرم‌ها در ایستگاه‌های مختلف اندازه‌گیری شد. از این دو عامل، تعداد کل باکتری‌ها کمک چندانی به ارزیابی نمی‌کند ولی با استفاده از آن می‌توان حدود کلی بار آلی وارد به رودخانه و دریاچه سد را دریافت نمود. نمودارهای ۱ و ۲ فراوانی باکتری‌های هتروتروف مزوفیل و کل کلیفرم مدفوعی را در ایستگاه‌ها و فصول مختلف نشان می‌دهند. مطالعه فراوانی کلیفرم‌ها شاخص مناسبی برای سنجش میزان آلودگی مدفوعی، پراکنندگی و نقاط تمرکز آنهاست.

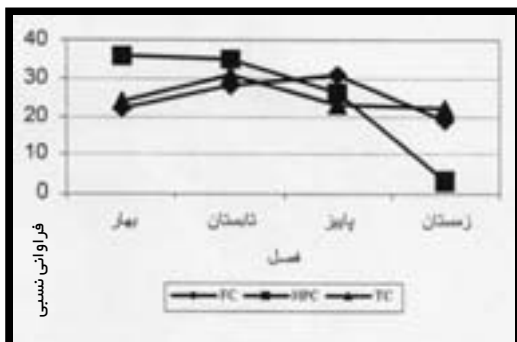
لوله‌های تخمیری اولیه که در تست احتمالی مثبت بودند به وسیله سوزن تلقیح به محیط برلیانت گرین لاکتوز بایل برات، تلقیح شدند تولید گاز در ۴۸ ساعت نشانه مثبت بودن تست تأییدی است (۱).

در مرحله تکمیلی از لوله‌های تأییدی مثبت به وسیله سوزن تلقیح بر روی محیط EMB Agar کشت داده و پلیت‌ها ۲۴ ساعت در $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ گرماگذاری شدند کلنی‌های تیبیک مرکزدار با جلای فلزی یا بدون جلا و کلنی‌های غیر تیبیک مات بدون مرکز، موکوئیدی، صورتی رنگ هستند. از هر دو گروه کلنی نمونه‌های انتخاب و برای اثبات نهائی مجدداً روی لوله‌های آبگوشت لوریل تریپتوز برات کشت داده شد. وجود گاز در لوله‌های درهام دلیل بر وجود کلیفرم در نمونه آب است همزمان از کلنی‌های فوق روی محیط NA کشت و سپس رنگ‌آمیزی گرم انجام شد. مشخصات باکتری‌ها از نظر واکنش گرم، و شکل باکتری بررسی و برای مشاهده وجود اسپور از رنگ‌آمیزی اختصاصی اسپور استفاده گردید. پس از این مرحله با مراجعه به تست تأییدی و جدول MPN تعداد باکتری‌ها در

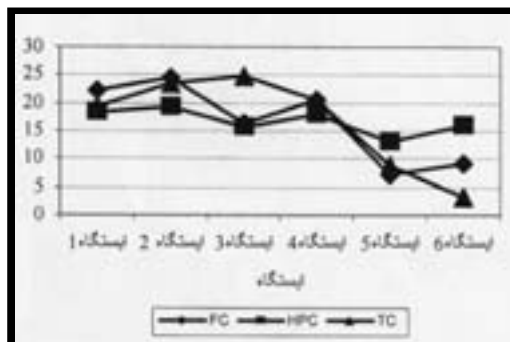


لوله‌های مثبت تعیین شد. برای شناسایی کلیفرم‌های مدفوعی از کلنی‌های خالص تست های بیوشیمیایی لازم تهیه گردید (۱). برای شناسایی انواع کلیفرم‌های مدفوعی پس از اطمینان از خلوص کشت‌ها در محیط NA، آزمایشات بیوشیمیایی شامل تولید اندول در محیط واجد تریپتوفان (SIM)، متیل رد، VP، مصرف سترات در محیط سیمون سترات، اکسیداز، اوره‌آز، هیدرولیز ژلاتین و





نمودار ۲- فراوانی ترکیبی FC, HPC, TC بر حسب فصل رودخانه



نمودار ۱- فراوانی نسبی ترکیب FC, HPC, TC بر حسب ایستگاه در رودخانه

۱۰۳۶ باکتری در هر ۱۰۰ml است (ایستگاه رستوران پامچال). میزان TC در ایستگاه‌های مختلف رودخانه تفاوت معنی‌داری ندارد. بررسی نتایج و مقایسه کل کلیفرم‌های مدفوعی (FC) در ایستگاه‌های مختلف نشان می‌دهد FC در ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری داشته و ایستگاه دوم بیشترین آلودگی را دارد. (جدول ۱) اما مشخص گردید فصل بر FC تأثیر معنی‌داری ندارد. (نمودار ۱ و ۲).

بررسی میزان آلودگی در دریاچه سد امیرکبیر
در بررسی میزان HPC و TC و FC در ایستگاه‌های سد و فصول مختلف با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک عاملی و با حد اطمینان ۹۵٪ نتایج نشان داد، میزان HPC در ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نشان نداده و بیشترین آلودگی مربوط به ایستگاه ۶ (دره رزگان) $172/9 \times 10^3$ باکتری در هر ۱۰۰ml میلی‌لیتر آب می‌باشد

بررسی میزان آلودگی در رودخانه

تعداد کل باکتری‌های هتروتروفیک یا HPC در ایستگاه‌های مختلف تعیین و مقایسه شد. (جدول ۱). نتایج نشان می‌دهد که این تعداد در ایستگاه‌های مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند.

بیشترین آلودگی در ایستگاه ۲ (پورکان پایین دست پاسگاه محیط زیست) مشاهده می‌شود که برابر $185/9 \times 10^3$ باکتری در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب رودخانه است (نمودار ۱). در بررسی مقایسه تأثیر فصول بر میزان HPC از آزمون تحلیل واریانس یک عاملی با اطمینان ۹۵٪ استفاده شد (۶). نتایج نشان می‌دهد میزان HPC در بهار بیش از سایر فصول است.

در بررسی میزان کل کلیفرم‌ها (TC) در ایستگاه‌های مختلف با استفاده از این آزمون نتایج نشان می‌دهد میزان TC در ایستگاه‌های مختلف با یکدیگر تفاوت دارند و بیشترین میزان TC مربوط به ایستگاه سوم با

ایستگاه	HPC×10 ³ (MPN/100)	TC (MPN/100M)	FC (MPN/100ml)
اول	176/4	797	864
دوم	185/9	972	628/3
سوم	149/6	1036	950
چهارم	173/4	861	800
پنجم	125/8	361	273/7
ششم	155/5	132	350

جدول ۱- مقادیر مختلف FC, TC, HPC در ایستگاه‌های رودخانه

۲ و ۳ و ۶ (خط میانی دریاچه ناحیه تفریحگاهی نیروی هوایی، دره رزگان) کمترین میزان FC را دارند (نمودار ۳ و ۴).

فراوانی انواع کلیفرم‌های مدفوعی

پس از تعیین تعداد کلیفرم‌های مدفوعی شناسایی این دسته از میکروارگانیسم‌ها نیز صورت گرفته و فراوانی آنها تعیین گردید. بطور کلی در ۴ فصل اشرشیا با ۴۷/۲٪ گونه‌های کلبسیلا با ۲۴/۶٪ گونه‌های انتروباکتر

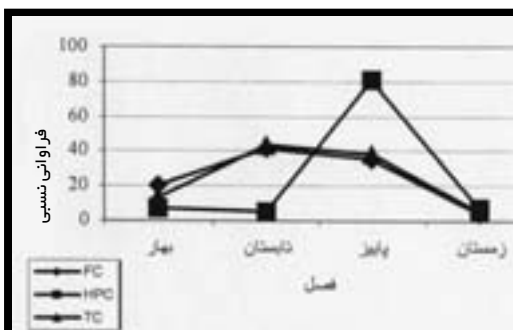
جدول ۲ مقادیر مختلف HPC و TC و FC را در ایستگاه‌های مختلف دریاچه سد را نشان می‌دهد. HPC در فصول مختلف تفاوت معنی‌داری دارد. بیشترین مقدار آن مربوط به فصل پائیز با $185/1 \times 10^3$ باکتری در هر ml است میزان TC نیز به همین روش در ایستگاه‌ها و فصول مختلف بررسی گردید. نتایج نشان داد TC در ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد و از نظر فصل بیشترین آن مربوط به فصل پاییز $TC=388/8$ و کمترین آن مربوط به فصل زمستان

ایستگاه	HPC×10 ³ (MPN/100)	TC (MPN/100m)	FC (MPN/100ml)
اول	62/3	105/5	67/5
دوم	60/1	125/8	37/6
سوم	52/8	154/3	58/4
چهارم	50/6	266/4	163/8
پنجم	60/0	233/5	117/1
ششم	172/6	280/3	81/0
هفتم	81/4	415/4	379/3
هشتم	85/3	204/1	101/9
نهم	76/2	166/7	138/2

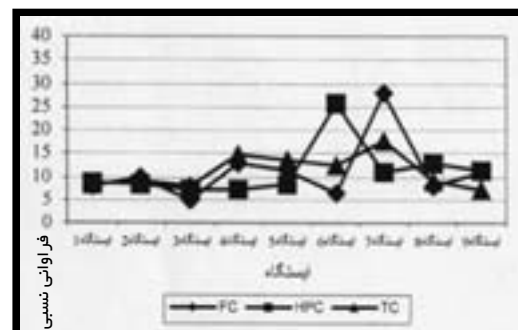
جدول ۲ - مقادیر مختلف FC, TC, HPC در ایستگاه‌های سد

با ۲۳/۶٪ و سیتروباکتريا ۳/۹٪ و سراشیا با کمتر از ۰/۷٪ با ترتیب فراوانترین گونه‌های کلیفرم مدفوعی جدا شده از آب رودخانه و سد بودند.

$TC=67/7$ است. (نمودار ۴) مطالعات نشان می‌دهد میزان FC در ایستگاه‌های مختلف متفاوت می‌باشد بطوریکه ایستگاه ۷ بیشترین میزان (ورودی دریاچه) و ایستگاه‌های



نمودار ۴ - فراوانی نسبی FC, HPC, TC در فصول مختلف سد



نمودار ۳ - فراوانی نسبی ترکیب FC, HPC, TC در سد



سالمونلایی که هاله نقره‌ای رنگ را روی محیط BSA ایجاد می‌کنند بررسی شد (۵) از میان کلنی‌های رشد یافته در محیط BSA هیچیک از کلنی‌ها مشخصات کلنی تیپیک سالمونلا را نداشتند.

نتیجه‌گیری و بحث

رودخانه کرج در طی مسیر خود از مناطق صخره‌ای و سنگلاخی عبور کرده و بر اثر شدت جریان و تلاطم، در اکثر نقاط اشباع از اکسیژن می‌گردد و زمینه مناسبی برای میکروارگانیسم‌های آب جهت استفاده از مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیک که از فاضلاب و فضولات انسانی و دامی وارد می‌شود تحت شرایط هوایی فراهم می‌گردد. چنانچه آلودگی بیش از قدرت خود پالایی آب بوده و یا دبی جریان کاهش یابد، شدت آلودگی آب رودخانه افزایش یافته بوی نامطبوع CH_4 و SH_2 که ناشی از تجزیه بی‌هوازی مواد آلوده‌کننده توسط میکروارگانیسم‌ها است، استشمام می‌شود (۹).

با بررسی شاخص‌های FC و TC و HPC مشخص گردید آب رودخانه در مقایسه با سد از آلودگی بیشتری برخوردار است که این امر ناشی از تخلیه فاضلاب مناطق مسکونی حاشیه رودخانه است. بالا بودن HPC در فصل بهار ناشی از بارش‌های بهاری و ریزش آب‌های سطحی به رودخانه است. TC در تمام فصول آمادگی نسبتاً یکسانی را نشان می‌دهد. ایستگاه ۳ رودخانه (ایستگاه پامچال) از آلودگی بیشتری برخوردار است که ناشی از تخلیه فاضلاب به روخانه می‌باشد. شاخص FC در ایستگاه‌های ۱ و ۲ رودخانه بیش از سایر ایستگاه‌ها است (ایستگاه سرودار و پورکان) که دلیل آن همجواری با مناطق مسکونی است. بالا بودن شاخص HPC در پاییز ناشی از کاهش حجم آب می‌باشد. شاخص TC در ایستگاه ۷ و ایستگاه ۴ (واریان) بیشترین آلودگی را در حاشیه رودخانه به ویژه در تابستان نشان داد که دلیل آن می‌تواند استفاده‌های تفرجگاهی در این فصل باشد.

به عنوان یک ارزشیابی کلی می‌توان گفت آب رودخانه کرج از کیفیت شیمیایی خوبی برخوردار بوده و آلودگی آن ناشی از فعالیت‌های جوامع محلی و ساخت و سازهای بی‌رویه در اطراف آن است که از یک سو به دلیل فشار جمعیتی در حوزه آبریز و از سوی دیگر به عنوان بزرگترین منطقه تفرجگاهی خارج شهر،

ارتباط بین رویداد کلیفرم و پارامترهای فیزیکوشیمیایی

برای درک بهتر ارتباط میان فاکتورهای فیزیکوشیمیایی با مقادیر HPC و TC و FC از روش آماری ضریب پیرسون استفاده شد. این ضریب بین -۱ و +۱ تغییر می‌کند ضریب همبستگی +۱ نشان‌دهنده همبستگی مستقیم و کامل و ضریب همبستگی -۱ بیانگر همبستگی معکوس و کامل می‌باشد. ضریب همبستگی صفر دلیل بر عدم همبستگی است و سایر مقادیر بین -۱ و +۱ نیز همبستگی ناقص را نشان می‌دهد (۶ و ۷). بین درجه حرارت هوا و آب یا TC و FC رودخانه همبستگی وجود ندارد ولی همبستگی بین HPC با درجه حرارت هوا، آب و PH مشاهده شد. همچنین بین TC و FC نیز همبستگی وجود دارد. آزمون همبستگی پیرسون بین متغیرهای مستقل و وابسته در دریاچه نیز انجام شد. ارتباط مشخصی بین PH با پارامترهای CT و FC و PH مشاهده نگردید و بین سایر پارامترها ارتباط و همبستگی وجود دارد. همچنین بین رویکرد HPC با PH همبستگی معکوس وجود دارد در صورتی که همبستگی با TC و FC مشاهده نشد. همبستگی میان درجه حرارت هوا با TC و FC مشاهده گردید و با HPC همبستگی مشاهده نشد. بین PH و HPC نیز همبستگی معکوس وجود دارد.

بررسی سالمونلایها در آب رودخانه و دریاچه سد

همزمان با بررسی وجود کلیفرم‌های مدفوعی در سد و رودخانه وجود گونه‌های مختلف سالمونلا نیز بررسی شد پس از غنی‌سازی از لوله‌های محتوی آبگوشته غنی‌کننده روی محیط BSA کشت شد و در دمای ۳۵ سانتی‌گراد به مدت ۴۸-۲۴ ساعت گرماگذاری گردید در پایان پلیت‌ها از نظر وجود کلنی‌های مشخص

این آلودگی در صورت فقدان یک طرح زیست محیطی همچنان پابرجا خواهد بود. استفاده از آب‌های جاری بالادست رودخانه باید تحت نظم و قانون ویژه‌ای انجام پذیرد تا ضمن حفظ کیفیت آب از آلودگی آن ممانعت گردد. در خاتمه راهکارهای زیر می‌تواند گام‌هایی در جهت استفاده پایدار از منابع ملی و به ویژه ذخایر آبی کشور باشد.

الف- راهکارهای بلند مدت

* استحصال بی‌رویه از رودخانه منجر به تخلیه آن شده و لذا هرگونه افزایش در آبیگری و یا استفاده از آن باید با آگاهی‌های لازم صورت گیرد بطوریکه در انتها حداقل جریان رودخانه و کیفیت آب آن تا سر منشاء تضمین گردد.

* آب‌های جاری بالادست، باید تحت نظمی خاص مورد بهره‌برداری قرار گیرد تا ضمن تضمین تداوم جریان آب از آلودگی آن در خلال مصرف ممانعت گردد. عدم تغییر کمی یا کیفی آب در پایین دست رود یکی از مسائل عمده در مدیریت رودخانه است.

* مدیریت آب رودخانه یک نیاز اساسی جوامع رو به رشد است و پایش مداوم کیفی و کمی آب از اهم وظایف این مدیریت می‌باشد. مدیریت آب رودخانه به منظور جمع‌آوری اطلاعات دقیق از چگونگی کیفیت آب به لحاظ بهداشتی با استقرار ایستگاه‌های پایش عملیات فرآیند پایش رودخانه را سازمان می‌دهد.

* بررسی و مطالعه حاضر با توجه به دوره مطالعاتی آن و نمونه‌گیری‌های چندین ماهه آب رودخانه و سد کرج، کیفیت آب را در وضعیت مطلوب نشان نمی‌دهد و بیم آن می‌رود که با روند روبه رشد جمعیت در حوزه آبخیز، این عدم مطلوبیت باز هم دستخوش تغییر گردد.

ب- راهکارهای کوتاه مدت

* ممانعت از ساخت و ساز در حاشیه رودخانه و سد.
* نظارت دقیق و مستمر بر سیستم‌های تصفیه فاضلاب واحدهای پذیرایی و باغ‌های خانوادگی بین راهی و جلوگیری از ورود مواد زاید و فاضلاب‌های تصفیه نشده به رودخانه.

* جلوگیری از تخلیه فاضلاب‌های شهری و خانگی و انواع زباله در محدوده حوزه آبخیز.

* کنترل مصرف کودهای شیمیایی و حیوانی و سموم و

عدم دفع آفات در زمین‌های کشاورزی اطراف رودخانه.
* طراحی و اجرای شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب، سیستم امحاء بهداشتی زباله و سیستم‌های زهکشی در روستاهای اطراف و اماکن عمومی به ویژه روستای خوزنکلا و کندور.

* جلوگیری از چرای دام‌های مهاجر و غیرمجاز در آبریزهای سد و تخلیه زواید آنها به منابع آب.

* آموزش و تبلیغ افکار عمومی در حفظ محیط زیست و استفاده صحیح از آب.

منابع:

- 1- American Public Health Association (1992) Standard methods for examination of water and wastewater.
- 2- Pourcher Anne-Marrie, L.A.Devrise.jf. Hernandez and J.M Deltre. (1991) Enumeration by a miniaturized method of E.coli, Streptococcus bovis and Entrococci as indicator of the origin of fecal pollution of waters. J. of Applied Bacteriology. 70:525-530
- 3- Rivera Susan C. Terry C. Hazen and A. Toranzoz (1988) Isolation of fecal coli forms prisitive sites in a tropical rain forest. Appl. Environ. Microbial. 54(2), P:513-517
- 4- Jawetz, Medical Microbiology.
- 5- Perales Ildelfonsa and Ana Audicana. (1989) Semisolid media for isolation of salmonella spp. From coastal waters. APPL. Environ. Microbial. 55(11):3032-3
- ۶- ملک‌زاده، فریدون- هاتفی، میترا، ۷۱-۷۲ پایان‌نامه کارشناسی ارشد، آلودگی میکروبی تالاب انزلی، شناسایی انتشار، دوام و بقاء کلیفرم‌ها و ارزیابی عوامل اکولوژیک.
- ۷- ملک‌زاده، فریدون- حامدی، جواد، ۷۱-۷۲ پایان‌نامه کارشناسی ارشد، آلودگی میکروبی تالاب انزلی، شناسایی، انتشار، دوام و بقاء انتروکک‌ها.
- ۸- نوری، جعفر، ۱۳۷۴، پروژه مطالعات لیمونولوژیک و حفظ تعادل اکولوژیک حوزه آبخیز رودخانه کرج گزارش مرحله اول، اداره کل حفاظت محیط زیست استان تهران.
- ۹- حسینی، روزبه-۱۳۷۷، بررسی آلودگی منابع آب تهران بزرگ و برنامه‌ریزی جهت کاهش آلودگی‌ها.