



بررسی آلودگی میکروبی رودخانه جاجرود و نقش عوامل تولیدکننده آن

مهدی مغربی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف

مسعود تجریشی، دانشیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف

مهدی جمشیدی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف

احمد ابریشمچی، استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف

تلفن نویسنده اصلی: ۰۹۱۲۷۰۵۶۶۹۸ - شماره: ۰۲۱-۶۶۰۳۶۰۱۶ - پست الکترونیکی: maghrebi@gmail.com

کلید واژه‌ها: رودخانه جاجرود، باکتری کلیفرم، جمعیت انسانی و حیوانی، منبع آلودگی

چکیده

رودخانه جاجرود یکی از مهمترین منابع تامین کننده آب شرب شهر تهران می باشد. از این رودخانه علاوه بر مصارف شرب، استفاده های تفریحی فراوانی به عمل می آید. با عبور رودخانه از کنار مراکز جمعیتی انسانی و حیوانی غلظت باکتری کلیفرم کل و مدفوعی آن افزوده می شود. با بررسی نسبت باکتری کلیفرم مدفوعی به باکتری استرپتوکوک مدفوعی، مشخص گردید که تاثیر فاضلاب انسانی بر روی آلودگی میکروبی رودخانه جاجرود به مراتب بیشتر از فضولات حیوانی می باشد. با تحلیل های بیشتر روی فرآیندهای موثر در تولید آلودگی میکروبی رودخانه، اینطور به نظر می رسد که دو عامل نشت فاضلاب از چاه های جذبی کنار رودخانه و دفع مستقیم فضولات توسط دام حین عبور از رودخانه و سرشاخه های آن و همچنین ورود کودهای حیوانی از طریق انهار به رودخانه بیشترین نقش را در این بین داشته باشند. در ادامه چند اقدام حفاظتی به منظور کاهش آلودگی میکروبی رودخانه توصیه گردیده است. همچنین به منظور بررسی خطرات بالقوه آلودگی میکروبی بر آب شرب تهران، نمونه برداری عمقی از سد لتیان انجام و مورد بررسی قرار گرفت.

۱- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبریز سد لتیان در شمال شرق تهران و با وسعت حدود ۷۰۰ کیلومتر مربع قرار گرفته است. سد لتیان یکی از منابع اصلی تامین کننده آب شهر تهران محسوب می شود و حدود ۲۵٪ آب شرب تهران از این منبع تامین می شود. رودخانه جاجرود که مهمترین رودخانه این حوزه محسوب می شود، علاوه بر نقش تامین کنندگی آب پشت سد و در نهایت آب شرب شهر تهران، مورد استفاده

های تفریحی فراوان مردم نیز قرار می گیرد. واقع شدن رودخانه جاجرود در نزدیکی تهران که یکی از پرجمعیت ترین شهرهای جهان و بزرگترین قطب صنعتی ایران می باشد، موجب گردیده که این رودخانه در معرض آلودگیهای متنوعی قرار گیرد. حوزه آبریز رودخانه جاجرود یک منطقه سردسیر است و معمولاً از آذرماه به بعد بارش ها بصورت برف می باشد. دبی متوسط درازمدت (۱۳۸۴-۱۳۳۵) رودخانه جاجرود ثبت شده در ایستگاه هیدرومتری رودک در نزدیکی خروجی حوزه برابر ۷.۴۳ مترمکعب بر ثانیه می باشد. بیشترین دبی ماهانه رودخانه در اردیبهشت و کمترین دبی آن در شهریورماه ثبت شده است.

۲- انتخاب شاخص میکروبی

باکتری های کلیفرم کل^۱ و کلیفرم مدفوعی^۲ به عنوان شاخص آلودگی میکروبی رودخانه جاجرود انتخاب گردیدند. باکتری کلیفرم کل شامل طیف وسیعی از باکتری ها می باشد که بطور طبیعی در روده انسان و حیوان ها دیده می شوند، بعلاوه دسته دیگری که بطور طبیعی در خاک و آب های تمیز و دریایی دیده می شوند. کلیفرم مدفوعی که یک زیرشاخه از باکتری کلیفرم کل است، شامل چندین گونه از باکتری کلیفرم است که در روده و مدفوع حیوانات گرم خون وجود دارد. بنابراین غلظت باکتری کلیفرم مدفوعی در رودخانه می تواند شاخص ورود فاضلاب انسانی و حیوانی به رودخانه باشند. استاندارد سازمان محیط زیست ایران غلظت مجاز باکتری های کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی را برای خروجی پسابهای صنعتی به آبهای سطحی و مصارف کشاورزی و آبیاری بر اساس آزمایش MPN^۳ به ترتیب میانگین ماهیانه حداکثر ۱۰۰۰ و ۴۰۰ در یکصد میلی لیتر از نمونه آب معین کرده است. خاطر نشان می سازد که این مقدار برای مصارف شرب صفر می باشد. [۱] با وجود نیاز به استاندارد ملی در رابطه با حدود مجاز آلاینده ها در منابع آب خام تاکنون هیچ گونه استنادی در این رابطه وجود ندارد. مقدار مجاز باکتری کلیفرم مدفوعی در رودخانه برای مصارف تفریحی در آمریکا ۲۰۰ کلونی در یکصد میلی لیتر از نمونه آب می باشد. [7]

۳- منابع تولیدکننده آلودگی میکروبی

منشا آلودگی میکروبی آب رودخانه فاضلاب انسانی یا حیوانی می باشد. فضولات حیوانی بر اثر مکانیزم های مختلفی می تواند باعث آلودگی آب شود. باین حال دو نوع متداول آن دفع فضولات حیوانی بصورت مستقیم در رودخانه یا آب های ورودی به آن و یا دفع روی زمین و مکانیزم شستشوی زمین و حمل فضولات حیوانی روی زمین می باشد. مکانیزم شستشوی فضولات در مراتع و باغ ها و زمین های کشاورزی می تواند موثر باشد. کشاورزی در منطقه نیز به طور محدود و کم انجام می گیرد، بنابراین شستشوی کود مورد استفاده در کشاورزی توسط رواناب نیز نقش ناچیزی در آلودگی منطقه دارد. در مقابل باغ های زیادی در منطقه و در نزدیکی رودخانه وجود دارد که می تواند روی آلودگی آن تاثیرگذار باشد.

فاضلاب انسانی در منطقه یا بصورت نشت از سیستم های خانگی دفع فاضلاب که در منطقه عمدتاً چاه جذبی است اتفاق می افتد و یا از طریق دفع از تصفیه خانه فاضلاب تاثیرگذار است. تنها تصفیه خانه فاضلاب موجود در منطقه مربوط به پادگان لشکرگ

¹ Total coliform

² Fecal coliform

³ Most Probable Number

می باشد که تحلیل انجام گرفته بر روی داده های میکروبی نمونه برداری شده قبل و بعد از پادگان نقش آلاینده گی میکروبی تصفیه خانه بر روی رودخانه جاجرود را نشان نمی دهد. بنابراین از نقش این منبع نقطه ای در تولید آلودگی میکروبی می توان صرف نظر نمود.

۳-۱- جمعیت انسانی منطقه

آمار ویلاهای فراوان و ترافیک منطقه در روزهای تعطیل، خود گویای تراکم جمعیتی بالای منطقه به خصوص در روزهای پایانی هفته و تعطیل می باشد. بسیاری از مردم برای اقامت تفریحی خود در کنار رودخانه اتراق می کنند، و علاوه بر این بسیاری از ویلاها و باغ ها در امتداد رودخانه قرار گرفته اند. بنابراین نقش رودخانه جاجرود و سرشاخه ها در استفاده های تفریحی مردم بسیار حائز اهمیت می باشد. جمعیت موجود در منطقه را می توان به سه گروه جمعیت ساکن، جمعیت فصلی و جمعیت توریستی و روزانه تقسیم بندی کرد. پراکندگی جمعیت ساکن منطقه که تمام عرض سال را در منطقه سپری می کنند در شکل ۱ آمده است. گرچه جمعیت ساکن سال ۱۳۸۰ نسبت به سال ۱۳۷۵ حدود ۴۰ درصد افزایش دارد با این وجود جمعیت ۱۳۸۵ نسبت به سال ۱۳۸۰ تغییر چندانی ندارد. [۲]

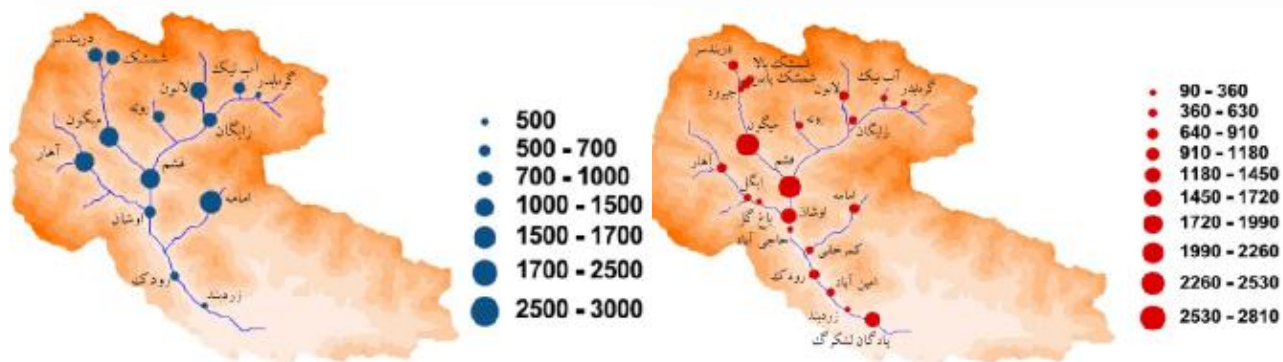
همه ساله در مهاجرت های فصلی که اغلب در تابستان مشاهده می شود، مردم مهاجر از شهر تهران به منطقه آمده و در فصل سرما به شهر تهران مراجعت می نمایند. اغلب مهاجرین فصلی جهت استراحت و تفریح و استفاده از آب و هوای منطقه و نیز برداشت محصول و بهره برداری از اراضی خود به روستاهای منطقه می آیند. خانه های ییلاقی و تفریحی در منطقه خصوصاً در شهرهای منطقه احداث گردیده که از اهالی تهران به صورت فصلی در این اماکن آمد و شد صورت می گیرد. این جمعیت، جمعیت فصلی نامگذاری می شود. همچنین جمعیت توریستی زیادی از اهالی تهران بدلیل نزدیکی این منطقه به تهران، با هدف گردشگری و تفریح در تابستان و همچنین استفاده از امکانات پیست های اسکی شمشک و دربندسر و دیزین در زمستان به این منطقه سرازیر می گردند. آمار جمعیت حوزه آبریز رودخانه جاجرود در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- آمار جمعیت حوزه آبریز رودخانه جاجرود در سال ۱۳۸۰ [۲]

جمعیت روستایی			جمعیت شهری		
جمعیت توریستی	جمعیت فصلی	جمعیت دائم	جمعیت توریستی	جمعیت فصلی	جمعیت دائم
۶۲۳۰۰	۱۷۳۰۰	۶۱۷۸	۰	۲۶۴۰	۹۳۰۱

۳-۲- جمعیت حیوانی

علاوه بر جمعیت مستقر انسانی در منطقه، جمعیت حیوانی نیز تاثیر زیادی در آلودگی میکروبی رودخانه جاجرود می تواند اعمال کند. حیوانات وحشی در منطقه به ندرت مشاهده می شود، بنابراین می توان از تاثیر آن چشم پوشی کرد. با توجه به اینکه عمده جمعیت حیوانی موجود در منطقه را حیوانات اهلی و به خصوص گاو و گوسفند تشکیل می دهند، بنابراین روی این دو حیوان اهلی به عنوان جمعیت حیوانی موثر در آلودگی رودخانه تمرکز انجام می گیرد.



شکل ۱: توزیع جمعیت ساکن در حوزه آبریز رودخانه جاجرود در سال ۱۳۸۵
شکل ۲: پراکندگی جمعیت گوسفندی در منطقه

در حوزه آبریز رودخانه جاجرود مجموعاً حدود ۲۱۴۰۰ راس گوسفند و ۳۸۰ گاو وجود دارد. پراکندگی جمعیت گوسفند در حوزه آبریز رودخانه جاجرود در شکل ۲ نشان داده شده است. از این جمعیت گوسفندی حدود ۱۰ تا ۱۲٪ آن را بز تشکیل می دهد. همچنین حدوداً ۱۰٪ این جمعیت در دامداری ها نگهداری می شوند و با توجه به ذخیره علوفه، دیگر بیلاق و قشلاقی ندارند. با این حال، ۹۰٪ دیگر دارای برنامه بیلاق و قشلاقی در طول سال می باشند. گوسفندها هنگام بیلاق از اواخر فروردین تا آخر مهر در منطقه ساکنند. به هنگام قشلاق که از اوایل آبان تا اواخر فروردین به طول می کشد، دام در خارج منطقه به سر می برد. [۳] بنابراین می توان انتظار داشت که جمعیت حیوانی ساکن در منطقه تنها در نیمی از سال بر روی آلودگی میکروبی رودخانه تاثیر داشته باشد.

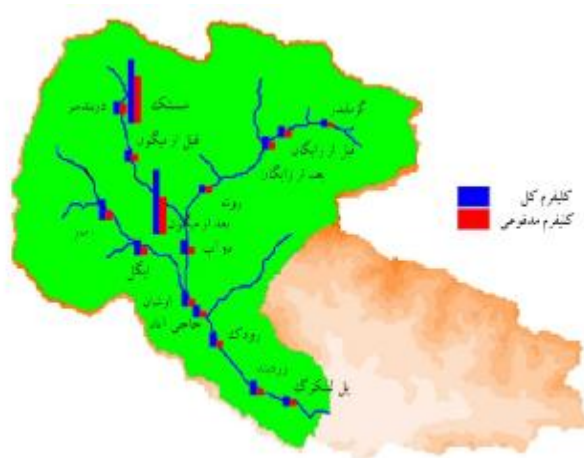
۴- بررسی وضعیت میکروبی موجود در رودخانه جاجرود

داده های میکروبی مورد استفاده شامل سری داده هایی می باشد که توسط سازمان آب و فاضلاب استان تهران بطور منظم از رودخانه جاجرود و از ایستگاه های مشخص روی آن به همراه داده هایی که توسط دانشگاه صنعتی شریف از همان ایستگاه ها در زمان های مختلف تهیه گردیده است. بازه زمانی داده های فوق از ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۵ می باشد. این داده ها مربوط به نمونه برداری هایی در فواصل زمانی تقریباً ماهیانه و غالباً در سه روز اول هفته می باشند. شکل ۳ تغییرات مکانی غلظت باکتری کلیفرم کل و مدفوعی در رودخانه جاجرود و سرشاخه های آن را نشان می دهد. با توجه به شکل ۳ می توان پی به آلودگی بالای شاخه فرعی شمشک نسبت به رودخانه جاجرود برد. با این حال بعد از ورود به رودخانه جاجرود و رقیق سازی تاثیر آن کمتر می شود. شکل ۴ تغییرات غلظت باکتری کلیفرم کل و مدفوعی در امتداد رودخانه جاجرود را به نمایش گذاشته است.

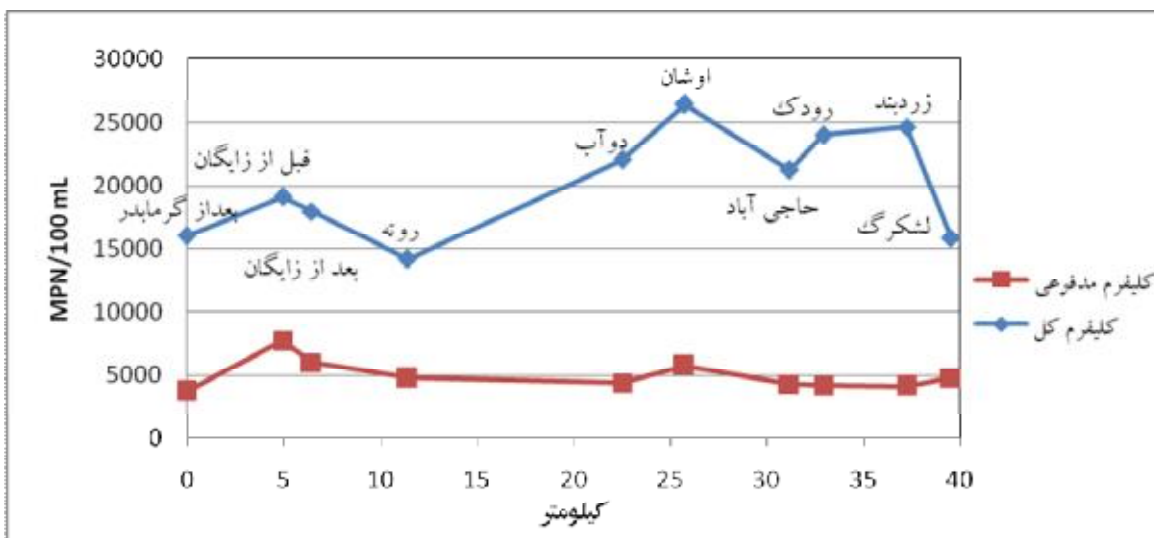
با تجمع اشکال ۱ و ۲ و ۳ و داده های جمعیت توریستی و فصلی می توان پی به مطابقت مراکز جمعیتی انسانی و حیوانی با مقدار باکتری کلیفرم در رودخانه داشت. براین اساس عبور رودخانه از کنار مناطق جمعیتی حیوانی و به خصوص انسانی با افزایش تعداد باکتری کلیفرم همراه می باشد. علاوه براین عوامل محیطی همچون تشعشع خورشید و اکسیژن محلول در آب، دو عاملی هستند که باعث زوال سریع باکتری در طول مسیر حرکت آب می شوند. بنابراین برای تحلیل مکانی غلظت میکروبی در رودخانه می بایست این دو عامل را در کنار یکدیگر مورد توجه قرار داد.

مطابق با شکل ۴ غلظت باکتری کلیفرم کل در انتهای رودخانه نسبت به سرشاخه آن بسیار بالا می باشد. این بدان علت است که آن بخش از باکتری کلیفرم کل که غیر مدفوعی می باشد، در ارتباط با ذرات معلق و خاک می باشند. براین اساس با ورود شاخه های شمشک و آهار و امامه به رودخانه جاجرود، غلظت باکتری کلیفرم کل در ایستگاه های دو آب، خروجی اوشان و رودک افزایش

می یابد. از طرف دیگر تغییرات میانگین غلظت باکتری کلیفرم مدفوعی در امتداد رودخانه جاجرود نسبت به تغییرات باکتری کلیفرم کل بسیار ناچیز می باشد. باتوجه به اینکه باکتری کلیفرم مدفوعی تنها مرتبط با فاضلاب انسانی و حیوانی می باشد، بنابراین عمدتاً بصورت محلول در رودخانه وجود دارد. انحلال باکتری در آب باعث افزایش قابل ملاحظه ضریب زوال نسبت به حالتی که باکتری به ذرات خاک چسبیده است می شود، بطوری که ضریب زوال آن را تا ده برابر بزرگتر نیز در نظر می گیرند. [۴] بنابراین گرچه جمعیت انسانی تقریباً در تمام امتداد رودخانه وجود دارد، با این وجود بعلت نرخ بالای زوال باکتری اثر آن حتی در فواصل کم نیز تاثیر خود را نشان می دهد. این باعث می شود که تفاوت زیادی بین غلظت باکتری کلیفرم مدفوعی در بالادست و پایین دست رودخانه وجود نداشته باشد.



شکل ۳: تغییرات غلظت باکتری کلیفرم کل و مدفوعی در کل حوزه رودخانه جاجرود و امتداد رودخانه جاجرود

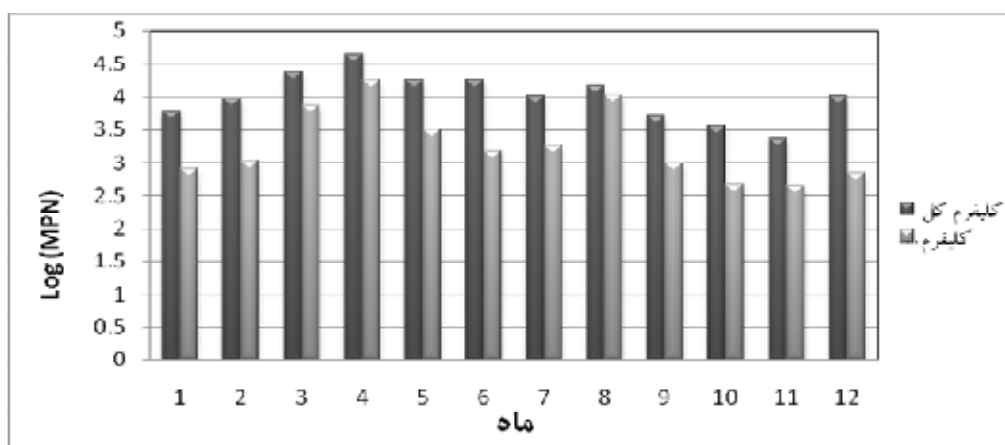


شکل ۴: تغییرات میانگین غلظت باکتری کلیفرم کل و مدفوعی در امتداد رودخانه جاجرود

تغییرات میانگین ماهیانه باکتری کلیفرم در ایستگاه پل لشکرگ مابین سال های ۱۳۷۷-۱۳۸۵ در شکل ۵ آورده شده است. اهمیت این ایستگاه در آنست که هم محل ورود رودخانه به سد و نماینده تمام آلودگی های میکروبی حوزه رودخانه جاجرود می

باشد؛ و همچنین حد فاصل پل لشکرگ تا ورودی مخزن سد لتیان محل شنا و استفاده های تفریحی مردم به شمار می رود. شایان ذکر است که در سراسر رودخانه جاجرود به علت وجود باغات و ویلاها امکان دسترسی به رودخانه و استفاده تفریحی از آن برای عموم مردم با محدودیت مواجه است، ولی حد فاصل پل لشکرگ تا ورودی مخزن سد لتیان به طور وسیع مورد استفاده تفریحی مردم قرار می گیرد.

براین اساس ماه های خرداد تا شهریور آلوده ترین مواقع سال می باشند. علت آن هم به حضور جمعیت فصلی بالای انسانی در تابستان و حیوانی بالا در ماه های گرم سال در منطقه از یک سو و کاهش دبی رودخانه از سوی دیگر برمی گردد. در ماه های پایانی سال غلظت باکتری کلیفرم مدفوعی کمتر است که با کاهش جمعیت انسانی و حیوانی در این مواقع از سال در منطقه همزمان می باشد.



شکل ۵: میانگین ماهیانه باکتری در ایستگاه پل لشکرگ

۵- بررسی وضعیت آلودگی میکروبی مخزن سد لتیان

با توجه به اینکه سد لتیان یکی از مهمترین منابع آب شهر تهران می باشد و از طرفی رودخانه جاجرود مهمترین ورودی سد لتیان می باشد، بررسی وضعیت میکروبی آن نیز مدنظر قرار گرفت. در نمونه برداری که در تاریخ ۱۳۸۶/۱/۲۷ از مخزن سد لتیان توسط دانشگاه صنعتی شریف انجام گرفت، پارامترهای میکروبی و بیولوژیکی آب در اعماق مختلف به صورت جدول ۲ تعیین گردید.

جدول ۲- پارامترهای میکروبی و بیولوژیکی نمونه برداری از مخزن سد لتیان

عمق آب				واحد	پارامتر
۳۰	۲۰	۱۰	۱	متر	عمق آب
۹.۱	۹.۱	۹.۶	۱۱.۲	درجه سانتیگراد	دمای آب
۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۳۰۰	MPN/100ml	غلظت کلیفرم کل
<۲۰۰	<۲۰۰	<۲۰۰	۱۳	MPN/100ml	غلظت کلیفرم مدفوعی
۰	۰	۰	۱	در ۵۰۰ میلی لیتر	ژیا ردیا

براین اساس در حالی که غلظت باکتری کلیفرم در رودخانه جاجرود در شرایط نگران کننده قرار دارد، غلظت آن در سد لتیان در شرایط قابل قبول می باشد. این بدان علت است که آب در سد تحت زمان ماند قرار گرفته و از سویی دیگر تابش خورشید و سایر عوامل باعث زوال باکتری می شود. با این حال مشاهده یک عدد کیست ژیا ردیا در نمونه فیلتر شده از عمق یک متری با توجه به استفاده آب های سطحی سد برای مصارف شرب نگران کننده می باشد. البته لازم به ذکر است که با توجه به سیستم های پیشرفته تصفیه آب برای آب شرب شهر تهران و حذف آن در دریاچه سد و تصفیه خانه از این بابت نگرانی برای بهداشت و سلامت مردم وجود ندارد. بنابراین می توان این طور متصور شد که آلودگی بالای کلیفرم مدفوعی در رودخانه جاجرود به تنهایی نمی تواند برای مصارف شرب شهر تهران خطر آفرین باشد. با این حال با توجه به استفاده های تفریحی بالا از رودخانه جاجرود به خصوص در فصول گرم، عدم توجه جدی به این مسئله و افزایش بیشتر آلودگی کلیفرمی می تواند باعث به خطر افتادن بهداشت و سلامت مردم شود.

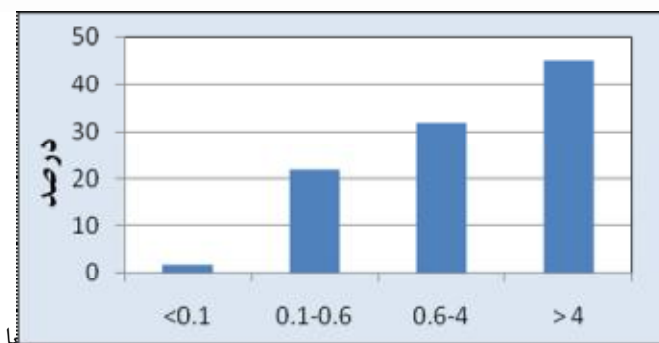
۶- تعیین نوع منبع آلودگی میکروبی

بعضی از محققین از نسبت غلظت باکتری کلیفرم مدفوعی به باکتری استرپتوکوک مدفوعی^۴ برای نمایش نوع منبع آلودگی استفاده می کنند. براین اساس نسبت برابر و بزرگتر از ۴ نشان دهنده منبع انسانی آلودگی، مابین ۰.۱ تا ۰.۶ نشان دهنده حیوانات اهلی و نسبت کمتر از ۰.۱ نشان دهنده نقش حیوانات وحشی در تولید آلودگی میکروبی می باشد. طبق نظر EPA آمریکا بکارگیری این نسبت برای نمونه های سطحی و زیرزمینی آب، تنها در مواقعی که آلودگی میکروبی جدید است، صحیح می باشد [۵].

برای بررسی وضعیت موجود در حوزه سد لتیان و اعمال گمانه زنی هایی در رابطه با منبع آلودگی میکروبی در آب رودخانه با توجه به زمان تمرکز کوتاه در حوزه و رسوب گذاری ناچیز در رودخانه می توان فرض کرد که آلودگی موجود در آب رودخانه جدید می باشد و استفاده از نسبت فوق معتبر می باشد. بدین منظور از داده های ایستگاه های پل لشکرگ به عنوان شاخص آلودگی میکروبی کل حوزه آبریز رودخانه جاجرود استفاده می گردد. ۶۰ سری نمونه گیری انجام گرفته در ایستگاه پل لشکرگ مابین سال های ۱۳۷۷-۱۳۸۵ مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن در هیستوگرام شکل ۶ نشان داده شده است.

با توجه به شکل ۶ تنها در یک مورد از ۶۰ مورد این نسبت به کمتر از ۰.۱ رسیده است که نشان دهنده تاثیر بسیار ناچیز حیوانات وحشی بر آلودگی آب دارد. قریب یک پنجم آلودگی نیز ناشی از حیوانات اهلی می باشد. با این وجود نیمی از آلودگی میکروبی به تنهایی به خاطر ورود فاضلاب انسانی به آب می باشد. به طور کلی می توان نتیجه گرفت که از میان دو منبع انسانی و حیوانی موثر در آلودگی میکروبی در رودخانه جاجرود نقش عامل انسانی به مراتب بیشتر و به تنهایی حدود نیمی از آلودگی مشاهده شده در این بازه زمانی می باشد.

⁴ Fecal Streptococci



شکل ۶: هیستوگرام توزیع فراوانی داده های کلیفرم مدفوعی به استرپتوکوک مدفوعی (برحسب درصد)

با فرض فاضلاب تولیدی به ترتیب ۳۰ و ۱۵۰ لیتر در روز برای جمعیت توریستی و دائمی (و فصلی) در منطقه می توان به نقش بالای جمعیت توریستی در تولید فاضلاب و بالتبع آلودگی میکروبی رودخانه پی برد. براین اساس در کل حوزه آبریز رودخانه جاجرود در روزهای جمعه تابستان که منطقه با ورود بیش از ظرفیت گردشگر مواجه است، میزان تولید فاضلاب جمعیت گردشگر حدود ۲۶ درصد مجموع فاضلاب انسانی تولیدی باشد. این مقدار در روزهای کاری هفته که فرض حضور ۱۰ درصدی گردشگر نسبت به روزهای جمعه می باشد برابر حدود ۴ درصد می باشد.

با بررسی داده های موجود نمی توان رابطه ای مشخص مابین بارش و غلظت باکتری کلیفرم در رودخانه بدست آورد. باید توجه داشت که باکتری موجود در فضولات حیوانی از زمان دفع تا حمل توسط رواناب تحت اثر زوال ناشی از دما و تشعشع خورشید قرار دارند. بنابراین به نظر می رسد که فضولات حیوانی ناشی از عملیات چرای حیوانات و کوددهی باغات تاثیرچندانی در آلودگی میکروبی رودخانه جاجرود نداشته باشند. با توجه به شکل ۶ که حدود یک سوم آلودگی میکروبی رودخانه را ناشی از نقش حیوانات می داند، اینطور به نظر می رسد که این نقش تحت اثر عبور حیوانات از رودخانه و سرشاخه های آن و دفع مستقیم فضولات بر رودخانه باشد.

بیشتر ویلاها و باغات در امتداد رودخانه دارای سیستم چاه جذبی برای دفع فاضلاب خود هستند. با این وجود بعلت کوهستانی بودن منطقه و ناچیز بودن آبهای زیرزمینی، امکان حرکت باکتری کلیفرم از فاضلاب های چاه های جذبی در فواصل کم و ورود به رودخانه وجود خواهد داشت. در رابطه با حذف باکتری کلیفرم تحت حرکت افقی فاضلاب توسط لایه های زمین، تحقیقات متعددی در سطح دنیا انجام گرفته است. با این وجود مقادیر مختلف ولی نزدیک به هم برای هر نوع خاک مشخص ارائه گردیده است. به طور کلی خاک های ریزدانه تر بعلت تماس بیشتر، قابلیت جذب و نگهداشت بیشتر باکتری را دارا می باشند. با توجه به اینکه خاک منطقه در اطراف رودخانه عمدتاً سیلتی ماسه ای می باشد، می توان انتظار داشت که فاصله حدوداً ۱۰ متری منجر به کاهش ۳ لگاریتم در غلظت باکتری کلیفرم مدفوعی در فاضلاب نشت پیدا کرده از چاه های جذبی شود. [6] البته در بسیاری از موارد ورود پسابها و فاضلاب ها بدون طی این فاصله وارد انهار و مسیل های منتهی به رودخانه می گردد.

۷- نتیجه گیری

فاضلاب انسانی و حیوانی باعث افزایش غلظت باکتری های کلیفرم کل و مدفوعی در رودخانه جاجرود شده است. در این بین نقش جمعیت انسانی به مراتب بیش تر از جمعیت حیوانی می باشد. این افزایش در تابستان به بالاترین حد خود می رسد که بدلیل

افزایش زیاد جمعیت انسانی و حیوانی در منطقه و کاهش دبی رودخانه می باشد. بنابراین باید تدابیری اندیشه شود که در این ماه ها از شنای مردم در آب رودخانه جاجرود به خصوص در حدفاصل پل لشکرگک تا مخزن سد ممانعت به عمل بیاید. در درازمدت نیز ساخت تصفیه خانه فاضلاب برای کاهش بار آلودگی رودخانه به خصوص در سه شهر پرجمعیت اوشان، فشم و میگون ضروری به نظر می رسد. ایجاد فاصله و حریم مناسب بین چاه جذبی تا رودخانه و همچنین طرح مسیرهای مشخص برای چرای حیوانات در منطقه بدون گذر از آبراهه ها می تواند منجر به کاهش آلودگی میکروبی در رودخانه گردد. همچنین ایجاد حریم مناسب برای فاصله چاه های جاذب تا رودخانه و الزام به نصب چاه های سپتیک در خانه ها می تواند به کاهش چشمگیر غلظت باکتری کلیفرم در رودخانه و کاهش خطرات احتمالی در آب سد لتیان و منبع شرب شهر تهران شود.

۸- تقدیر و تشکر

بدین وسیله از همکاری سازمان آب و فاضلاب استان تهران و آب منطقه ای تهران به جهت در اختیار گذاشتن داده های کیفی رودخانه جاجرود صمیمانه قدردانی می شود.

۹- منابع و مراجع

- [۱] مجموعه قوانین و مقررات حفاظت محیط زیست ایران، تدوین دفتر حقوقی و امور مجلس، اسفندماه ۱۳۸۳، جلد اول، صفحه ۹۱۰
- [۲] مطالعات جمعیت شناسی حوزه سد لتیان، مرکز آب و انرژی دانشگاه صنعتی شریف، سازمان آب منطقه ای استان تهران، ۱۳۸۰
- [۳] آمار تعاون روستایی بخش رودبار قصران، مصاحبه با مسئول تعاون روستایی در تاریخ ۱۳۸۶/۸/۳۰
- [4] Prem B.Parajuli, 2007, SWAT bacteria sub-model evaluation and application, doctoral dissertation, Kansas State University, Department of Biological and Agricultural Engineering
- [5] Protocol for developing pathogen TMDLs, P.19, First edition, January 2001, EPA
- [6] R.B.Reneau, Jr. and D.E.Petry, Movement of coliform bacteria from septic tank effluent through selected coastal plain soils of Virginia, Journal of Environmental Quality, Vol.4, no.1, 1975
- [7] US EPA, 1976, Fecal coliform bacteria. In: Quality Criteria for water, Washington DC ,pp 42-50