بررسی کارایی تصفیه‌خانه فاضلاب شرق اصفهان در دستیابی به شاخص انگلبرگ

داورخواه ربانی[1]، سید غلام عباس موسوی[2]، محمد باقر میران زاده[3]، عبدالرحیم ابراهیمی[4]

چکیده

مقدمه: امروزه کاربرد بازیافت فاضلاب در آبیاری محصولات کشاورزی مورد توجه زیادی قرار گرفته و این امر اهمیت آن را دو چندان کرده است که بالقوه می‌تواند مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی جدی به همراه داشته باشد. لذا دستیابی به شاخص انگلبرگ جهت فاضلاب تصفیه شده ضرورت دارد. بر این اساس این تحقیق بر روی برکه‌های تثبیت تلفیقی تصفیه‌خانه شرق اصفهان به انجام رسید.

روش‌ها: مطالعه توصیفی- مقطعی حاضر در فصل زمستان ۱۳۸۹ و بهار ۱۳۹۰ انجام گردید. از فاضلاب خام ورودی و پساب خروجی برای تعیین تعداد کلیفرم مدفوعی و از پساب خروجی برای تعیین تعداد تخم نماتود و به صورت لحظه‌ای و هر دو هفته یک بار نمونه‌برداری انجام و آزمایش‌ها مطابق کتاب روش استاندارد ۲۰۰۵ صورت گرفت. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار $SPSS_{15}$ و آزمون‌های آماری تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که هیچ نوع تخم نماتودی در پساب خروجی در فصل‌های زمستان و بهار مشاهده نشد؛ در حالی که میزان کلیفرم مدفوعی و حذف آن در پساب خروجی به ترتیب در فصل زمستان، $۱۰^{۴} \times ۳/۸۴$ و ۵/۱۵ واحد لگاریتم و در فصل بهار، $۱۰^{۴} \times ۲/۰۹$ در ۱۰۰ میلی‌لیتر و ۴/۵ واحد لگاریتم بود. میانگین هندسی تعداد کلیفرم‌های مدفوعی در فاضلاب خروجی تصفیه‌خانه در طول دوره $۱۰^{۴} \times ۲/۹$ در ۱۰۰ میلی‌لیتر بود. در حذف کلیفرم‌های مدفوعی، اختلاف معنی‌داری بین دو فصل زمستان و بهار مشاهده نگردید (P = ۰/۲۵).

نتیجه‌گیری: با توجه به میانگین هندسی تعداد کلیفرم‌های مدفوعی در پساب خروجی در طول دوره و مقایسه با استاندارد اعلام شده از طرف سازمان بهداشت جهانی (۱۰۰۰ >)، استفاده از چنین پسابی جهت آبیاری مزارع و کشاورزی جهت آبیاری نامحدود مجاز نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: برکه تثبیت، شاخص انگلبرگ، کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی، تخم نماتود، استفاده مجدد پساب

نوع مقاله: *تحقیقی*

دریافت مقاله: ۹۰/۹/۲۲ *پذیرش مقاله: ۹۰/۱۱/۲۸*

مقدمه

اگر چه استفاده مجدد از فاضلاب‌ها یکی از مفیدترین راه‌های جلوگیری از آلودگی زیستگاه‌ها و همچنین منبعی برای تأمین نیازهای آبی در مناطق خشک و نیمه خشک است و به دلیل حجم بالقوه زیاد فاضلاب، استفاده مجدد از آن جهت آبیاری در کشاورزی اغلب به عنوان راهکار مفید رفع کمبود آب شناخته شده است، ولی استفاده از پساب برای آبیاری همواره خطر بروز مشکلات بهداشتی را به همراه دارد. از دیدگاه بهداشتی، موجودات زنده بیماری‌زای موجود در فاضلاب حایز اهمیت زیادی هستند.

ویروس‌های بیماری‌زا، باکتری‌ها، تک سلولی‌ها و کرم‌ها در فاضلاب خام شهری به وفور یافت می‌شوند. یکی از اهداف

۱- استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران (نویسنده مسؤول)
Email: d-rabbani@kaums.ac.ir

۲- مربی، گروه آمار و بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

۳- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

۴- کارشناس ارشد، مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

اصلی در تصفیه فاضلاب خانگی به خصوص در کشورهای در حال توسعه، کاهش تعداد پاتوژن‌ها می‌باشد، این کاهش باید تا حدی صورت پذیرد که خطر انتقال بیماری‌های مرتبط با فاضلاب به طور اساسی کاهش یابد (۶-۱).

بررسی مستقیم باکتری‌های پاتوژن و ویروس‌ها و کیست انگل‌های تک یاخته‌ای، نیازمند روش‌های پرهزینه و وقت‌گیر و نیز کادر مجرب و آزموده است. این مسایل باعث شد که مفهوم ارگانیسم‌های شاخص آلودگی مدفوعی به میان آید. حضور کلیفرم‌های مدفوعی یا کلیفرم‌های مقاوم به حرارت به عنوان میکروارگانیسم شاخص آلودگی مدفوعی نشانگر وجود مدفوع ناشی از حیوانات خونگرم است (۷). به طور معمول تعداد کلیفرم‌های مدفوعی در فاضلاب خام بین 10^{7}-10^{6} عدد در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر و تعداد تخم انگل‌ها حدود 10^{3}-۱۰ عدد در هر لیتر است (۸).

بررسی‌ها در تصفیه‌خانه شهرک شوش تهران نشان داده است که میانگین تعداد کلیفرم‌های مدفوعی در فاضلاب خام ورودی به تصفیه‌خانه برابر $10^{6} \times 1/8 \pm 10^{6} \times 31/8$ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر و تعداد تخم نماتودها به طور میانگین برابر $3 \pm 6/8$ عدد در هر لیتر است (۹).

آن چه در رابطه با استفاده از پساب در آبیاری اهمیت دارد، مناسب بودن کیفیت میکروبی پساب و منطبق بودن آن با استانداردهای معتبر از جمله رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت است. رهنمود کیفی انگلبرگ، میانگین حسابی تخم نماتود زنده موجود در فاضلاب تصفیه شده را یک عدد در هر لیتر چه برای آبیاری با محدودیت و چه برای آبیاری بدون محدودیت اعلام نموده است. همچنین میانگین هندسی کلیفرم‌های مدفوعی برای آبیاری بدون محدودیت را تا ۱۰۰۰ عدد در۱۰۰ میلی‌لیتر مجاز می‌داند (۱۰، ۳).

شرایط محیطی مختلف بر عملکرد برکه‌ها مؤثر است، برای مثال افزایش حرارت، زمان ماند و pH در برکه‌های تثبیت حذف بیشتر کلیفرم‌ها را به همراه دارد (۷) اربابی و همکاران نشان دادند که میزان حذف کلیفرم‌های مدفوعی و تخم انگل نماتود با افزایش زمان ماند، درجه حرارت و pH فاضلاب افزایش می‌یابد (۱۱). Xu و همکاران بیان کردند که مکانیسم اصلی حذف کلیفرم‌ها در لاگون‌ها، تابع انرژی خورشید و درجه حرارت می‌باشد (۱۲).

تاکنون مطالعات مختلفی در مورد کارایی برکه‌های تثبیت جهت بررسی شاخص انگلبرگ در پساب خروجی تصفیه‌خانه‌ها صورت گرفته است. نتایج یک مطالعه در مقیاس پایلوت در تصفیه‌خانه شوش نشان داده است، برکه‌های تثبیت تلفیقی با وجود بازده ۹۹/۷۵ درصد نتوانسته تعداد کلیفرم‌های مدفوعی را به زیر حد استاندارد جهت آبیاری نامحدود کاهش دهد (۱۳).

تحقیق بر روی برکه‌های تثبیت تصفیه‌خانه شهر اسلام آباد مبین آن است که کارایی سیستم برکه تثبیت از لحاظ حذف کیست و تخم انگل‌ها در حد بسیار مطلوبی (۱۰۰ درصد) می‌باشد؛ به طوری که برکه تثبیت بی‌هوازی بالاترین نقش را در کاهش عوامل انگلی ایفا می‌کند (۱۴).

مطالعه موحدیان عطار و همکاران بر روی برکه‌های تثبیت پولاد شهر اصفهان نشان داد که برکه‌های تثبیت توانسته‌اند تخم انگل نماتودها و کلیفرم‌های مدفوعی را به زیر حد رهنمون استاندارد استفاده از پساب در آبیاری نامحدود، کاهش دهند (۱۵). بررسی بر روی برکه‌های تثبیت فاضلاب شهرکرد نشان داد که برکه‌های شهرکرد نتوانسته‌اند کاهش کلیفرم‌های مدفوعی جهت آبیاری نامحدود را برآورد نمایند (۱۱). بنابراین تحت شرایط یکسان از نظر طراحی، یک تصفیه‌خانه می‌تواند در فصول مختلف سال دارای عملکرد متفاوتی باشد.

در مطالعه حاضر کیفیت پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شرق اصفهان از نظر شاخص انگلبرگ مورد بررسی قرار گرفت. در حال حاضر روزانه حدود ۲۲۰۰۰ متر مکعب فاضلاب طی مراحل مختلف مورد تصفیه قرار می‌گیرد و پساب خروجی بدون گندزدایی در کشاورزی استفاده می‌شود که در صورت عدم انطباق کیفیت میکروبی پساب تصفیه‌خانه با استانداردها، خطر بالقوه بروز بیماری‌های منتقل شونده از فاضلاب را به دنبال دارد. بر همین اساس، این تحقیق در نظر دارد کارایی تصفیه‌خانه فاضلاب شرق اصفهان در دستیابی به شاخص انگلبرگ را مورد بررسی قرار دهد.

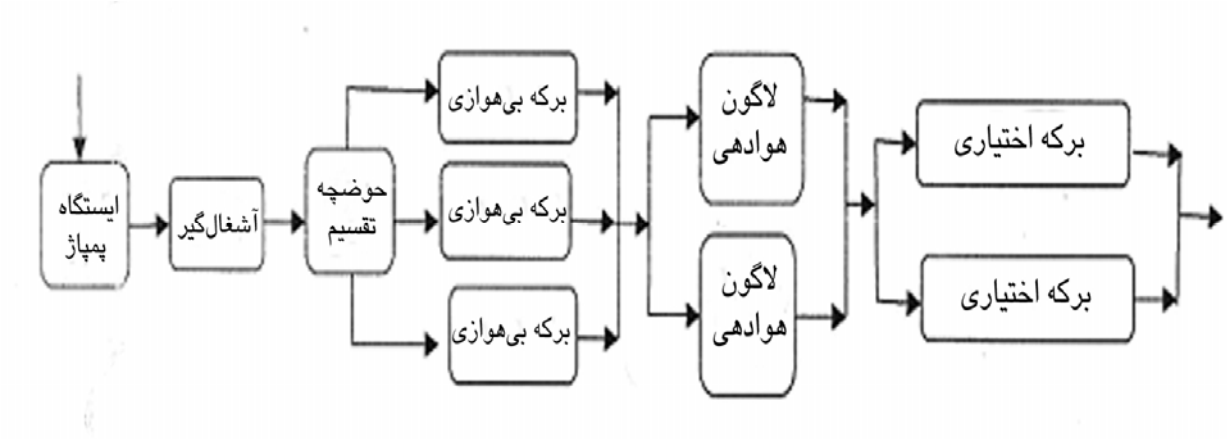
روش‌ها

تحقیق توصیفی- مقطعی حاضر در مدت ۶ ماه از دی ماه سال ۱۳۸۹ تا خرداد ۱۳۹۰ بر روی فاضلاب ورودی و خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب شرق اصفهان انجام گرفت. تصفیه‌خانه شامل ایستگاه پمپاژ، آشغال‌گیر، سه واحد برکه بی‌هوازی به صورت موازی هر یک به مساحت ۲۰۴۹۲ مترمربع و عمق ۳/۵ متر با زمان ماند ۹ روز و دو واحد لاگون هوادهی موازی هر یک به مساحت ۲۲۳۲۷ مترمربع و عمق ۲/۵ متر با زمان ماند ۵ روز که هر کدام دارای ۹ دستگاه هواده هر یک به قدرت ۳۰ کیلووات بودند و نیز دو واحد برکه اختیاری (موازی) هر یک به مساحت ۷۹۰۱۴ مترمربع و عمق ۱/۸ متر با زمان ماند هیدرولیکی ۱۲/۵ روز بود (۱۶) (شکل ۱). لاگون‌های هوادهی جهت فراهم نمودن هوای اضافی برای برکه‌ها پیش‌بینی شده و با توجه به تغییر فصول در دو حالت اختلاط کامل و اختلاط جزیی مورد بهره‌برداری قرار گرفت. شکل ۱ نمودار جریان مدول اول تصفیه‌خانه را نشان می‌دهد.

در طول مدت مطالعه، ۱۱ بار از فاضلاب خام ورودی و فاضلاب تصفیه شده خروجی به صورت لحظه‌ای نمونه‌برداری شد. درجه حرارت نمونه‌ها با استفاده از دماسنج جیوه‌ای در محل نمونه‌گیری، اندازه‌گیری و تعداد کلیفرم‌های مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه با استفاده از روش تخمیر ۹ لوله‌ای و استفاده از محیط کشت EC-Broth تعیین شد (۱۷). شمارش تعداد تخم نماتودها فقط در ۱۱ نمونه پساب خروجی و به روش لیدز ۲ صورت گرفت (۱۸). بعد از انجام آزمایش‌ها، داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون‌های Mann-Whitney، Kolmogorov-Smirnov، Levene's test و t و با کمک نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

نتایج این مطالعه نشان داد که در هیچ یک از نمونه‌های برداشتی از فاضلاب تصفیه شده خروجی تصفیه‌خانه، تخم نماتد وجود نداشته و تعداد آن در کلیه نمونه‌ها صفر بوده است. جداول ۱ و ۲ نتایج شمارش تعداد کلیفرم‌های کل و مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه برداشتی از فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه‌خانه در دو فصل زمستان و بهار را نشان می‌دهد. میانگین هندسی تعداد باکتری‌های کلیفرم مدفوعی در فاضلاب ورودی و خروجی در فصل زمستان $۴/۶۷ \times ۱۰^{۹}$ و $۳/۸۴ \times ۱۰^{۴}$ و میانگین آن‌ها در فصل بهار به ترتیب $۵/۷۶ \times ۱۰^{۸}$ و $۲/۰۹ \times ۱۰^{۴}$ بود. میانگین هندسی تعداد باکتری‌های کلیفرم مدفوعی در فاضلاب ورودی و خروجی در طول دوره به ترتیب $۲/۲ \times ۱۰^{۹}$ و $۲/۹ \times ۱۰^{۴}$ محاسبه شد.



شکل ۱: نمودار جریان فاضلاب در مدول اول تصفیه‌خانه فاضلاب شرق اصفهان

جدول ۱: مقادیر کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه‌خانه شرق اصفهان در فصل زمستان

www.mui.ac.ir

نوع آزمایش	TC (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)		FC (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	
شماره نمونه	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی
۱	$۲/۴ \times ۱۰^{۱۰}$	$۷/۹ \times ۱۰^{۴}$	$۲/۴ \times ۱۰^{۱۰}$	$۴/۹ \times ۱۰^{۴}$
۲	$۳/۳ \times ۱۰^{۹}$	$۶/۸ \times ۱۰^{۴}$	$۳/۳ \times ۱۰^{۹}$	$۶/۸ \times ۱۰^{۴}$
۳	$۱/۷ \times ۱۰^{۸}$	$۱/۳ \times ۱۰^{۵}$	$۱/۷ \times ۱۰^{۸}$	$۱/۳ \times ۱۰^{۵}$
۴	$۴/۹ \times ۱۰^{۹}$	$۲/۲ \times ۱۰^{۴}$	$۴/۹ \times ۱۰^{۹}$	$۲/۲ \times ۱۰^{۴}$
۵	$۹/۳ \times ۱۰^{۹}$	$۷/۸ \times ۱۰^{۴}$	$۹/۳ \times ۱۰^{۹}$	۲×۱۰^{۴}
۶	$۱/۷ \times ۱۰^{۱۰}$	$۱/۱ \times ۱۰^{۵}$	$۱/۷ \times ۱۰^{۱۰}$	$۱/۷ \times ۱۰^{۴}$

TC = Total Coliform
FC = Fecal Coliform

جدول ۲: مقادیرکلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه‌خانه شرق اصفهان در فصل بهار

نوع آزمایش	TC (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)		FC (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	
شماره نمونه	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی
۱	$۴/۹ \times ۱۰^{۹}$	۲×۱۰^{۴}	$۴/۹ \times ۱۰^{۹}$	۲×۱۰^{۴}
۲	$۹/۳ \times ۱۰^{۷}$	$۱/۷ \times ۱۰^{۴}$	$۹/۳ \times ۱۰^{۷}$	$۱/۷ \times ۱۰^{۴}$
۳	$۲/۳ \times ۱۰^{۹}$	$۳/۹ \times ۱۰^{۴}$	$۲/۳ \times ۱۰^{۹}$	$۳/۹ \times ۱۰^{۴}$
۴	$۷/۸ \times ۱۰^{۷}$	$۹/۳ \times ۱۰^{۳}$	$۷/۸ \times ۱۰^{۷}$	$۹/۳ \times ۱۰^{۳}$
۵	$۷/۸ \times ۱۰^{۸}$	$۳/۳ \times ۱۰^{۴}$	$۷/۸ \times ۱۰^{۸}$	$۳/۳ \times ۱۰^{۴}$

TC = Total Coliform
FC = Fecal Coliform

میانگین لگاریتم تعداد باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه برداشتی از فاضلاب ورودی و خروجی در فصل‌های زمستان و بهار در جدول ۳ مقایسه شده است. آزمون آماری در دو فصل زمستان و بهار اختلاف معنی‌داری را بین ورودی و خروجی تصفیه‌خانه در حذف کلیفرم‌های مدفوعی نشان داد ($P < ۰/۰۱$). در کل دوره، میانگین لگاریتم تعداد کلیفرم‌های مدفوعی در ورودی و خروجی تصفیه‌خانه به ترتیب ۹/۲۵ و ۴/۴ بود که آزمون آماری اختلاف معنی‌داری را بین ورودی و خروجی تصفیه‌خانه نشان داد ($P < ۰/۰۱$).

میانگین حذف شمارش محتمل‌ترین تعداد کل باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار لگاریتم باکتری‌های کلیفرم مدفوعی در نمونه فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه‌خانه شرق اصفهان

ردیف	نوع آزمایش	میانگین و انحراف معیار لگاریتم تعداد کلیفرم‌های مدفوعی	
	زمان نمونه‌برداری	ورودی	خروجی
۱	زمستان	۹/۶۷ ± ۰/۷۷	۴/۶۵ ± ۰/۳۴
۲	بهار	۸/۰۱ ± ۱/۹۵	۴/۳۲ ± ۰/۲۸
۳	کل دوره	۹/۲۵ ± ۰/۸۸	۴/۴۰ ± ۰/۳۲

برداشتی از فاضلاب ورودی و خروجی در فصل زمستان به ترتیب ۴/۹ و ۵/۱۵ واحد لگاریتم و در فصل بهار در هر دو باکتری ۴/۵ واحد لگاریتم به دست آمد. آزمون آماری اختلاف معنی داری بین دو فصل زمستان و بهار در حذف کلیفرم کلی ($P =۰/۴$) و کلیفرم مدفوعی ($P = ۰/۲۵$) نشان نداد (جدول ۴).

www.mui.ac.ir

جدول ۴: میزان حذف TC و FC (واحد لگاریتم) از فاضلاب ورودی و خروجی در فصل‌های زمستان و بهار

عامل		زمستان	بهار
TC	میانگین	۴/۹۰	۴/۵۰
	انحراف معیار	۰/۸۹	۰/۷۵
	P	۰/۴۰	
FC	میانگین	۵/۱۵	۴/۴۸
	انحراف معیار	۱/۰۳	۰/۷۱
	P	۰/۲۵	

TC = Total Coliform
FC = Fecal Coliform

بحث

بررسی تعداد کلیفرم‌های کل و مدفوعی در فاضلاب خام ورودی به تصفیه‌خانه ($۲/۲ \times ۱۰^{۹}$ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر) نشان می‌دهد که فاضلاب از نظر شدت آلودگی در گروه فاضلاب‌های قوی قرار دارد. بررسی جداول ۱ و ۲ مؤید این مطلب است که میانگین تعداد کلیفرم‌های کل و مدفوعی در فاضلاب ورودی در فصل زمستان بیشتر از فصل بهار است که علت آن این است که در فصل زمستان به دلیل سردی هوا و کاهش مصارف آب، شدت آلودگی فاضلاب نیز از نظر تعداد کلیفرم‌های مدفوعی با افزایش همراه بوده است (۱۳).

موقعیت کیفیت میکروبی پساب خروجی در طول دو فصل نشان می‌دهد که میانگین تعداد کلیفرم‌های مدفوعی در فصل بهار ($۲/۰۹ \times ۱۰^{۴}$ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر) کمتر از میانگین تعداد کلیفرم‌های مدفوعی در فصل زمستان ($۳/۸۴ \times ۱۰^{۴}$ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر) است. نتایج تحقیق میران زاده و محوی جهت بررسی زدایش کلیفرم‌های مدفوعی در برکه‌های تثبیت فاضلاب در تصفیه‌خانه شوش تهران نشان داد که درصد زدایش در فصل تابستان (۹۹/۹۷ درصد) بالاتر از درصد زدایش در فصل پاییز (۹۹/۸۲ درصد) و زمستان (۹۹/۵ درصد) بوده است؛ چرا که با افزایش درجه حرارت در فصول گرم، مرگ و میر کلیفرم‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند (۱۳).

در تحقیق حاضر، حذف کلیفرم‌های مدفوعی در فصل بهار ۴/۵ واحد لگاریتم و در فصل زمستان ۵/۱ واحد لگاریتم محاسبه شد که بسیار به هم نزدیک بوده و علت مغایرت اندک آن با مطالعات انجام شده می‌تواند به تعداد بسیار بالای کلیفرم‌های مدفوعی فاضلاب ورودی در فصل زمستان نسبت به فصل بهار و عملکرد بهتر برکه‌ها از نظر تعداد کلیفرم‌های مدفوعی در پساب خروجی در فصل بهار نسبت به فصل زمستان مربوط باشد. با این وجود در کل دوره، آزمون آماری اختلاف معنی‌داری در حذف TC و FC بین زمستان و بهار (با P به ترتیب ۰/۴۰ و ۰/۲۵)، نشان نداد (جدول ۴).

بررسی کارایی برکه‌های تثبیت تصفیه‌خانه فاضلاب شرق در دو فصل نشان داد که میزان درصد حذف تخم نماتودها در پساب خروجی ۱۰۰ درصد و زدایش کلیفرم‌های مدفوعی بالای ۴/۵ واحد لگاریتم بوده است، ولی با وجود بالا بودن میزان زدایش کلیفرم‌ها، تصفیه‌خانه نتوانسته شاخص انگلبرگ در رابطه با استفاده مجدد از پساب برای آبیاری نامحدود را تأمین نماید.

نتایج مطالعه موحدیان عطار و همکاران بر روی برکه‌های تثبیت پولاد شهر اصفهان نشان داد که برکه‌های تثبیت با زمان ماند ۲۳ روز و درصد حذف ۹۹/۹۹۹۸ و ترتیب قرارگیری برکه‌ها به صورت سری و شامل یک برکه بی‌هوازی، چهار برکه اختیاری و دو برکه تکمیلی توانسته‌اند تخم انگل نماتودها و کلیفرم‌های مدفوعی را به زیر حد رهنمون استاندارد کاهش دهند (۱۵).

مطالعات اربابی و همکاران بر روی برکه‌های تثبیت فاضلاب شهرکرد نشان داد که برکه‌های شهرکرد با زمان ماند ۲۹ روز و درصد حذف ۹۹/۹۹۹، نتوانسته‌اند شاخص انگلبرگ را در خصوص کاهش کلیفرم مدفوعی برآورد نمایند (۱۱). علت آن برودت هوا در شهرکرد بود و نشان می‌دهد که برکه‌های تثبیت جهت دستیابی به شاخص انگلبرگ در مناطق سرد به زمان ماند بیشتری نیاز دارند.

مطالعات میران زاده و محوی در بررسی بر روی برکه‌های تثبیت تلفیقی شوش تهران نیز نشان داد که برکه‌های تثبیت با زمان ماند ۲۰ روز و شامل برکه بی‌هوازی (چاله تخمیر)، برکه اختیاری، پربار و برکه تکمیلی و درصد حذف ۹۹/۷۵، بر خلاف بالا بودن میزان زدایش کلیفرم‌ها در سیستم، از جهت

www.mui.ac.ir

انطباق آن با شاخص انگلبرگ با مشکل مواجه می‌باشد و در شرایط آب و هوایی تهران، زمان ماند ۲۰ روز در برکه‌ها برای تصفیه فاضلاب کافی نبوده و باید زمان ماند به بیش از ۲۰ روز افزایش یابد (۱۳).

در تحقیق حاضر با وجود زمان ماند ۲۶ روز در برکه‌ها، کلیفرم‌های مدفوعی به میزان استاندارد سازمان بهداشت جهانی جهت آبیاری نامحدود کاهش نیافتند، بنابراین در طراحی تصفیه‌خانه ضروری است به شرایط آب و هوایی منطقه توجه ویژه نموده و زمان ماند کافی جهت برآورده نمودن شاخص انگلبرگ در پساب خروجی برکه‌ها در نظر گرفته شود.

با توجه به این که فاضلاب خام به طور معمول حاوی 10^{6}-10^{7} کلیفرم مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر می‌باشد و جهت استفاده آبیاری از پساب برکه، این غلظت باید تا کمتر از ۱۰۰۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر پایین آورده شود، یزدان‌بخش و ندافی حذف حداقل ۹۹/۹ تا ۹۹/۹۹ درصد کلیفرم‌ها و رهنمودهای کیفی انگلبرگ برای آبیاری نامحدود کاهش باکتری حداقل ۴ واحد لگاریتم را ضروری می‌دانند (۱۹، ۱۰)، ولی با توجه به این که فاضلاب خام برکه‌های تثبیت شهرکرد و شرق اصفهان از نظر شدت آلودگی در گروه فاضلاب‌های قوی (10^{9} عدد کلیفرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) قرار دارند، بنابراین حذف حداقل ۶/۵ واحد لگاریتم در تصفیه‌خانه شرق و حذف حداقل ۶/۶ واحد لگاریتم در تصفیه‌خانه شهرکرد ضروری است. بنابراین فاضلاب‌های خام با شدت آلودگی قوی، نیاز به درصد حذف کلیفرم بالاتری نسبت به فاضلاب‌هایی با شدت آلودگی متوسط دارند.

یزدان‌بخش و ندافی روش‌های مختلفی را برای حذف بیشتر کلیفرم‌ها فراروی طراحان قرار داده‌اند که شامل مناسب بودن شکل هندسی برکه به نحوی که به جریان پیستونی نزدیک باشد، بخش‌های برکه (حداقل سه بخش) به صورت سری قرار گیرند، افزایش زمان ماند (افزایش عمق)، در نظر گرفتن برکه اضافی (برای مثال برکه تکمیلی) و در نظر گرفتن کلرزنی می‌باشد و کلرزنی را تنها راه‌حل ممکن در آب و هوای سرد می‌داند، اما معتقد است در کشورهای گرم‌تر، ابتدا باید راه‌حل‌های دیگر به طور کامل بررسی شود (۱۹).

در تصفیه‌خانه فاضلاب شرق، ابعاد برکه‌های بی‌هوازی و اختیاری نشان می‌دهد که جریان به شرایط جریان پیستونی نزدیک شده است. جهت افزایش زمان ماند، عمق برکه‌ها به ترتیب در برکه‌های بی‌هوازی و اختیاری به ۳/۵ و ۱/۸ متر افزایش پیدا کرد (۱۶). با توجه به این که در پساب خروجی برکه‌های تثبیت، جلبک موجود می‌باشد بنابراین ایجاد سیستم گندزدایی و اضافه نمودن کلر، کارایی کافی در حذف کلیفرم‌ها ندارد (۲۰).

این مطالعه نشان داد که پساب خروجی از تصفیه‌خانه دارای میانگین $2/9 \times 10^{4}$ کلیفرم مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر بود و بر اساس شاخص انگلبرگ سازمان بهداشت جهانی می‌توان قضاوت نمود که آبیاری با پساب این تصفیه‌خانه جهت آبیاری محدود مجاز می‌باشد و چنان چه بخواهیم از این پساب برای آبیاری نامحدود استفاده کنیم، پیشنهاد می‌شود که پساب از طریق دو برکه تکمیلی جهت حذف باقی‌مانده کلیفرم تصفیه گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله بر اساس یافته‌های به دست آمده از طرح تحقیقاتی مصوب به شماره ۸۹۵۸ می‌باشد که بدین وسیله نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از همکاری صمیمانه معاونت و شورای محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کاشان و نیز از معاونت محترم بهره‌برداری و کارشناسان محترم آزمایشگاه مرکزی شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان به دلیل همکاری صمیمانه ایشان و انجام آزمایش‌ها، همچنین از کارکنان محترم تصفیه‌خانه فاضلاب شرق اصفهان ابراز می‌نمایند.

References

1. Abedi MG, Najafi P. Wastewater Treatment and Use in Agriculture. Tehran: Iranian National Committee on Irrigation and Drainage Publication; 2001. [In Persian].

2. Alizadeh A. Reuse of sewage in irrigation of vegetables witch use in raw [Project]. Mashhad, Iran: Mashhad University of Ferdousi; 1995. [In Persian].
3. Mara DD, Cairncross S. Guidelines for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture and Aquaculture: Measures for Public Health Protection. Geneva: World Health Organization; 1989.
4. Rahimi Y, Mirzaei N, Mahdavi M. Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries. 1st ed. Tehran: Tohfeh Publications; 2009. [In Persian].
5. Safari AA, Hajrasuliha SH. Assessment of effluent quality of Isfahan wastewater treatment for irrigation. Journal of Water & Wastewater 2000; 16(20): 26-33. [In Persian].
6. Toze S. Reuse of effluent water benefits and risks. Agricultural Water Management 2006; 80(1-3): 147-59.
7. Nikaeen M, Mirhendi SH. Wastewater Microbiology. Tehran, Iran: Tehran University of Medical Sciences Publication; 2004. [In Persian].
8. Abrishamchi A, Afshar A, Jamshid B. Wastewater Engineering:treatment,disposal,and reuse. Tehran, Iran: Nashre Daneshgahi Publications; 1995. [In Persian].
9. Miranzadeh MB. Stabilization Pond of Wastewater. Kashan: Morsal; 2004. [In Persian].
10. Blumenthal UJ, Mara DD, Peasey A, Ruiz-Palacios G, Stott R. Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: recommendations for revising WHO guidelines. Bull World Health Organ 2000; 78(9): 1104-16.
11. Arbabei M, Zahedi MR, Hashemi H. Evaluation of Waste Stabilization Ponds Performance in Cold Climates. Journal of Water & Wastewater 1999; 16(29). [In Persian].
12. Xu P, Brissaud F, Fazio A. Non-steady-state modelling of faecal coliform removal in deep tertiary lagoons. Water Res 2002; 36(12): 3074-82.
13. Miranzadeh MB, Mahvi AH. Evaluation of elimination of fecal coliforms in sewage fixation ponds. Feyz 2002; 5(4): 54-60. [In Persian].
14. Pirsaheb M, Sharafi K. Survey of Parasitic Contamination of Raw Wastewater Produced in Islamabad-e-Gharb and role of stabilization ponds in removing this contamination. Zahedan J Res Med Sci 2011; 13(5): 51-2 [In Persian].
15. Movahedian Attar H, Bina B, Arbabei M. Investigation into the Removal of Helmenth Eggs and Fecal Coliforms in Stabilization Ponds. Iranian Journal of Water & Wastewater 1995; 15. [In Persian].
16. Consulting Engineers Afra. Review of First Stage Studies of Isfahan East Wastewater Treatment Plant [Online]. 2003; Availabl from: URL: www.tarhafra.com/[In Persian].
17. Eaton AD, Franson MA. Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. Washington, DC: American Public Health Association; 2005.
18. Gharavei MJ. Basic laboratory methods in medical parasitology. Tehran, Iran: Tabib Publication; 2008. [In Persian].
19. Yazdanbakhsh AR, Naddafi K. Wastewater Treatment. Yazd: Fardabeh Publications; 1993. [In Persian].
20. Ghannadi M. Stabilization Ponds Operation and Reuse from Treated Wastewater in Agriculture. Isfahan, Iran: Isfahan water and wastewater company Publications; 2002. [In Persian].

Study of the Efficiency of Isfahan East Wastewater Treatment Plant, Iran, in Achieving Engelberg Index

***Davarkhah Rabbani*[1], *Seyed Gholamabbas Mousavi*[2], *Mohammad Bagher Miranzadeh*[3], *Abdolrahim Ebrahimi*[4]**

Abstract

Background: Today, treated wastewater recycling and reuse has been considered for agricultural irrigation. This can potentially cause health and environmental hazards. Since accessing the engelberg index for sewage is a necessity, this study was undertaken on integrated stabilization ponds (ISP) of Isfahan east wastewater Treatment plant, Isfahan, Iran.

Methods: This cross-section study was conducted during winter and spring of 2011. Samples of raw and effluent wastewater were taken instantly and every two weeks. Nematode eggs, and total and fecal coliform were counted according to standard methods (APHA,2005). Data were analyzed using statistical tests and SPSS software.

Findings: Although, no nematode eggs were observed in the discharge of treated wastewater during winter and spring, fecal coliform value and its removal amount during winter was 3.84 × 104 and 5.1 log Unit and during spring was 2.09 × 104 and 4.5 log Unit. The six-month mean of fecal coliform in treated wastewater was 2.9 × 104 in 100 ml. There were no significant differences in removal mean in the two seasons (P = 0.25).

Conclusion: The results showed a lack of compliance with the W.H.O standard, and that the fecal coliform number is more than the guideline value for unrestricted Irrigation (< 1000 per 100 ml). Therefore, reuse of this wastewater plant effluent is not suitable for agriculture irrigation without further treatment.

Key words: Stabilization Pond, Engelberg Index, Fecal Coliform, Total Coliform, Nematode Eggs, Reuse

1- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran (Corresponding Author) Email: d-rabbani@Kaums.ac.ir
2- MSc of Biostatistics, Department of Biostatistics and Public Health, School of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran
3- Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran
4- MSc, Department of Environment Health Engineering, School of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran