امکان‌سنجی استفاده از لجن خشک شده توسط تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری با فرایند لجن فعال

حامد اسدی اردلی[۱]، مهربان صادقی[۲]، امیرحسام حسنی[۳]، امیرحسین جاوید[۳]، حسن هاشمی[۴]

چکیده

مقدمه: یکی از گزینه‌های مطرح در خصوص دفع لجن، استفاده از آن در زمین‌های کشاورزی به عنوان کود می‌باشد ولی به دلیل احتمال وجود انواع میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، ممکن است باعث ایجاد طیف وسیعی از بیماری‌های میکروبی و انگلی در انسان و دام شود. هدف از انجام این تحقیق، بررسی امکان کاربرد لجن تولیدی در فرایندهای تصفیه فاضلاب شهری، برای حاصلخیزی زمین‌های کشاورزی با در نظر گرفتن استانداردهای معتبر زیست محیطی و بهداشتی می‌باشد.

روش‌ها: در این مطالعه‌ی توصیفی- تحلیلی، سه تصفیه‌خانه فاضلاب واقع در شهرهای شهرکرد، فارسان و بروجن در استان چهارمحال و بختیاری به عنوان تصفیه‌خانه مدل، انتخاب شدند. دلیل انتخاب این تصفیه‌خانه‌ها مشابهت‌هایی بود که از نقطه‌نظر شرایط محلی، فرایندهای موجود در آن‌ها و نیز اهداف طرح وجود داشت. با توجه به کوهستانی بودن منطقه و دارا بودن آب و هوای سرد در زمستان و آفتاب داغ و سوزان در تابستان، دو فصل زمستان و تابستان به عنوان بازه زمانی طرح انتخاب گردیدند تا وضعیت لجن، در شرایط کمترین و بیشترین میزان تبخیر مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل به عنوان شاخص‌های میکروبی لجن تعیین شد و با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا از نظر بهداشتی مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مقادیر میانگین کلیفرم مدفوعی برای سه تصفیه‌خانه شهرکرد، فارسان و بروجن در فصل زمستان به ترتیب $۱/۶۳ \times ۱۰^{۶}$، $۱/۹۳ \times ۱۰^{۶}$ و $۱/۹۸ \times ۱۰^{۶}$ و برای فصل تابستان به ترتیب $۴/۵۱ \times ۱۰^{۶}$، $۵/۷۵ \times ۱۰^{۶}$ و $۹/۲۳ \times ۱۰^{۶}$ می‌باشد.

نتیجه‌گیری: ارزیابی نتایج به دست آمده از این بررسی نشان داد که لجن بیولوژیکی تولید شده در هر سه تصفیه‌خانه در فصل زمستان پس از خشک کردن در شرایط طبیعی و بر مبنای استاندارد EPA در کلاس B واقع می‌شوند. بنابراین بر اساس توصیه‌های این سازمان این گونه لجن‌ها را می‌توان با در نظر گرفتن محدودیت‌هایی که در استانداردها آمده است برای کشاورزی به کار گرفت. این در حالی است که کیفیت میکروبی لجن‌های حاصل از این تصفیه‌خانه‌ها در فصل تابستان، پایین‌تر از استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا برای لجن کلاس B بوده و در نتیجه قابل استفاده در کشاورزی نمی‌باشند.

واژه‌های کلیدی: لجن خشک شده، فرایند لجن فعال، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی.

دریافت مقاله: ۸۹/۳/۲۷ *پذیرش مقاله: ۸۹/۴/۲۹*

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، تهران، ایران.
۲- دانشیار، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران (نویسنده مسؤول) Email: sadeghi1ir@yahoo.com
۳- استادیار، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، تهران، ایران.
۴- دانشجوی دکتری، مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-08]
www.mui.ac.ir

مقدمه

مشخصات فاضلاب از شهری به شهر دیگر متفاوت است. این امر به این دلیل است که از فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مختلفی برای حذف مواد آلی و معدنی از فاضلاب استفاده می‌شود. از این رو مقدار مشخصات لجن تولیدی در تصفیه‌ی اولیه، بیولوژیکی و شیمیایی فاضلاب مورد بحث قرار می‌گیرد تا مبنای درستی برای انتخاب اندازه‌بندی و طراحی مناسب سیستم‌های مدیریت لجن فراهم گردد (۱). انواع لجن یا سایر جامدات مثل آشغال مواد دانه‌ای و کفاب، در یک تصفیه‌خانه فاضلاب بسته به نوع سیستم تصفیه و روش بهره‌برداری آن متفاوت است. لجن فاضلاب معمولاً به صورت اولیه، ثانویه (یا بیولوژیکی) و تکمیلی (شیمیایی) دسته‌بندی می‌شود (۲).

امروزه، مدیریت لجن، با توسعه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب اعم از احداث واحدهای تصفیه‌خانه جدید و یا بهبود تأسیسات موجود، به یکی از بحرانی‌ترین موضوعات زیست محیطی، تبدیل شده است (۳). باتوجه به توسعه روزافزون تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری در کشور و تولید مقدار قابل توجهی لجن، ضروری است تمهیدات لازم برای کاربرد این محصول با ارزش تصفیه‌خانه فاضلاب صورت پذیرند. استفاده در زمین، یکی از روش‌های استفاده از لجن و از متداول‌ترین روش‌های دفع در بسیاری از کشورها، اعم از توسعه‌یافته و در حال توسعه محسوب می‌شود. این موضوع تا جایی اهمیت پیدا کرده است که در طول دهه‌های گذشته، کاربرد لجن فاضلاب در کشاورزی تبدیل به یک امر معمول شده است. اما از آن جایی که لجن فاضلاب دارای بخش زیادی از میکروب‌ها و میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا می‌باشد، بنابراین کاربرد لجن فاضلاب در بخش کشاورزی منجر به ایجاد نگرانی‌های بهداشتی می‌شود و سلامت عمومی را تهدید می‌کند (۴).

مقررات و استانداردهای کاربرد لجن در اراضی در بخش ۵۰۳ عنوان چهلمین قانون فدرال (۴۰ CFR ۵۰۳) مربوط به حفاظت از محیط زیست که توسط U.S.EPA تدوین گردید، بیان شده است (۵). EPA در بخش ۵۰۳، توسط آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا و تدوین مقررات فدرال (CFR)، استانداردهای استفاده یا دفع لجن فاضلاب را تدوین نمود. هدف از این مقررات اطمینان از این مسأله بود که لجن فاضلاب به روشی دفع یا استفاده شودکه هم بهداشت انسان و هم بهداشت محیط را حفاظت کند. این مقررات به پنج زیر مجموعه تقسیم می‌شوند که عبارت از ۱- پیش‌بینی‌های کلی، ۲- کاربرد در زمین، ۳- دفع سطحی، ۴- کاهش پاتوژن‌ها و جذب ناقلین و ۵- سوزاندن می‌باشند.

کشور ایران از جمله کشورهایی است که در سال‌های اخیر تلاش‌های فراوانی در راستای سیستم‌های دفع فاضلاب شهری و تبدیل روش‌های سنتی به روش‌های مهندسی دفع، انجام داده است. این برنامه‌ریزی‌ها که همگی در جهت ارتقای سطح بهداشت عمومی می‌باشند، باعث شده است که در حال حاضر تقریباً کلیه مراکز شهری کشور یا دارای سیستم تصفیه (بیشتر از نوع فرایند لجن فعال) و یا در حال ساخت می‌باشند. بنابراین حجم زیادی از لجن بیولوژیکی روزانه در این تصفیه‌خانه‌ها تولید می‌شود که نیاز به برنامه‌ریزی مدون و پی‌گیرانه دارد تا ضمن کاهش اثرات مخاطره‌آمیز دفع، بتوان در حاصلخیزی زمین‌های کشاورزی از آن‌ها استفاده نمود (۶).

بر اساس بررسی مصداقی‌نیا و همکاران لجن تصفیه‌خانه شوش در هیچ کدام از کلاس‌های استاندارد لجن قرار نداشت (۷). تکدستان و همکاران به بررسی شاخص‌های بهداشتی لجن هضم شده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب اصفهان و مقایسه آن‌ها با استانداردهای زیست محیطی برای استفاده مجدد پرداختند. تحقیق آن‌ها نشان داد که لجن تحت مطالعه، در کلاس B استاندارد EPA قرار گرفت (۸).

فرزادکیا و همکاران طی مطالعه‌ای با عنوان بررسی کیفیت

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-08]

www.mui.ac.ir

لجن تصفیه‌خانه فاضلاب شهر سرکان همدان و مقایسه آن با استانداردهای زیست محیطی جهت استفاده مجدد، نشان دادند که ویژگی‌های لجن تولیدی اختلاف معنی‌داری با مقادیر کلاس A و B مقررات EPA داشتند (۹).

در این تحقیق سعی شد تا لجن بیولوژیکی تولید شده در سه تصفیه‌خانه که به عنوان الگو انتخاب گردیدند، پس از خشک کردن در شرایط طبیعی از نقطه‌نظر کاهش پاتوژن‌ها و امکان کاربرد در کشاورزی مورد ارزیابی قرار گیرند. به منظور تعیین کلاس لجن، کیفیت آن‌ها با استانداردهای کاربردی مرتبط با موضوع، مورد مقایسه قرار گرفت. در استاندارد ۴۰ CFR ۵۰۳، لجنی که در اراضی به کار می‌رود از سه جنبه که شامل ۱- کاهش پاتوژن، ۲- کاهش جذب ناقلین، ۳- مقادیر مجاز آلاینده‌ها می‌باشند، نیاز به بررسی دارد.

استانداردهای کاهش پاتوژن در دو کلاس A و B قابل بیان است (۱۰، ۶)، که اگر میزان کلیفرم مدفوعی بر حسب MPN/gr < ۱۰۰۰ در هر گرم از کل جامدات لجن باشد، لجن در کلاس A و چنانچه میزان آن MPN/gr < ۲×۱۰^{۶} در هر گرم از کل جامدات لجن باشد، لجن در کلاس B قرار می‌گیرد (۶). بر این اساس، رعایت محدودیت‌های مصرف لجن‌ها در کشاورزی (از نظر نوع محصول و زمان برداشت) ضروری می‌باشد (۱۱).

روش‌ها

این تحقیق در سال ۸۹-۱۳۸۸ انجام گرفت. در این مطالعه توصیفی- تحلیلی، سه تصفیه‌خانه فاضلاب واقع در شهرهای شهرکرد، فارسان و بروجن در استان چهارمحال و بختیاری انتخاب شدند. دلیل انتخاب این تصفیه‌خانه مشابهت‌هایی از نقطه‌نظر شرایط محلی و نیز فرایندی بود. با توجه به کوهستانی بودن منطقه و دارا بودن آب و هوای سرد و زمستانی و تابستان‌های با آفتاب داغ و سوزان، دو فصل زمستان و تابستان انتخاب گردیدند تا وضعیت لجن در شرایط کمترین و بیشترین میزان تبخیر مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل به عنوان شاخص‌های میکروبی لجن تعیین شد و با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا از نظر بهداشتی مورد ارزیابی قرار گرفت.

تصفیه‌خانه‌های فاضلاب لجن فعال استان چهارمحال و بختیاری (شهرکرد، فارسان و بروجن)، لجن تولیدی خود را خشک می‌کنند و از این نقطه‌نظر هم دارای اهمیت می‌باشند که در حال حاضر لجن تولید شده به عنوان کود کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای هر تصفیه‌خانه فاضلاب، نمونه‌برداری در دو فصل زمستان و تابستان انجام شد. نمونه‌های یکنواخت از محل بسترهای لجن خشک‌کن تصفیه‌خانه‌ها، درظروف استریل شده برداشت شدند و برای جلوگیری ازتغییر وضعیت نمونه‌ها و حفظ شرایط واقعی، ظروف نمونه تا انتقال به آزمایشگاه در شرایط مناسب از نظر درجه حرارت (بین صفر تا ۴ درجه سانتیگراد) نگهداری شدند.

برای نمونه‌های جمع‌آوری شده (MPN)، مقادیر کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل بر اساس استاندارد متد، مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. کلیه نمونه‌ها مطابق استاندارد ذکر شده در مراجع معتبر برای آزمایش‌های آب و فاضلاب، مورد آزمایش قرار گرفتند. برای بالا بردن دقت اندازه‌گیری‌ها،کلیه آزمایش‌های مورد نظر در این تحقیق، سه بار تکرار شدند و نتایج به صورت میانگین گزارش شد و استاندارد ۴۰ CFR ۵۰۳ به علت جامعیت و کاربرد گسترده آن بین کشورها، در این مقاله مورد توجه قرار گرفت.

یافته‌ها

یافته‌ای مبتنی بر مشاهدات عینی که به صورت معمول بر روی نمونه‌های لجن دفعی در این تصفیه‌خانه‌ها انجام شد، نشان داد که لجن‌های تولیدی این تصفیه‌خانه در اکثر شرایط، متعفن با رنگ قهوه‌ای تیره مایل به سیاه می‌باشند. نتایج حاصل از آزمایش‌های میکروبی شامل کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی، کل مواد جامد، وزن لجن خشک و زمان ماند مورد

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-08]

www.mui.ac.ir

نیاز برای خشک شدن لجن در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

نتایج آزمایش‌ها نشان داد که در فصل زمستان برای لجن تصفیه‌خانه شهرکرد میانگین کلیفرم کل $۱/۳۹ \times ۱۰^{۷}$ و کلیفرم مدفوعی $۱/۶۳ \times ۱۰^{۶}$، برای لجن تصفیه‌خانه فارسان میانگین کلیفرم کل $۲/۱ \times ۱۰^{۷}$ و کلیفرم مدفوعی $۱/۹۳ \times ۱۰^{۶}$ و در مورد بروجن میانگین کلیفرم کل $۲/۱۱ \times ۱۰^{۷}$ و کلیفرم مدفوعی $۱/۹۸ \times ۱۰^{۶}$ به دست آمد.

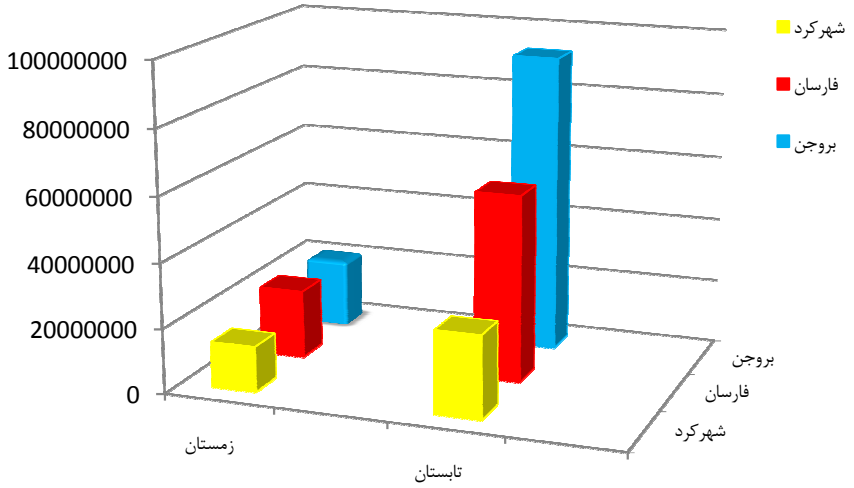
آزمایش‌های مشابه میانگین کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی را در فصل تابستان برای لجن تصفیه‌خانه شهرکرد به ترتیب برابر با $۲/۵۳ \times ۱۰^{۷}$ و $۴/۵۱ \times ۱۰^{۶}$، برای لجن تصفیه‌خانه فارسان $۳/۷۷ \times ۱۰^{۷}$ و $۵/۷۵ \times ۱۰^{۶}$ و برای لجن تصفیه‌خانه بروجن $۵/۱۹ \times ۱۰^{۷}$ و $۹/۲۳ \times ۱۰^{۶}$ نشان داد (نمودار ۱).

جدول ۱: ویژگی‌های لجن تولید شده در تصفیه‌خانه‌های مورد مطالعه

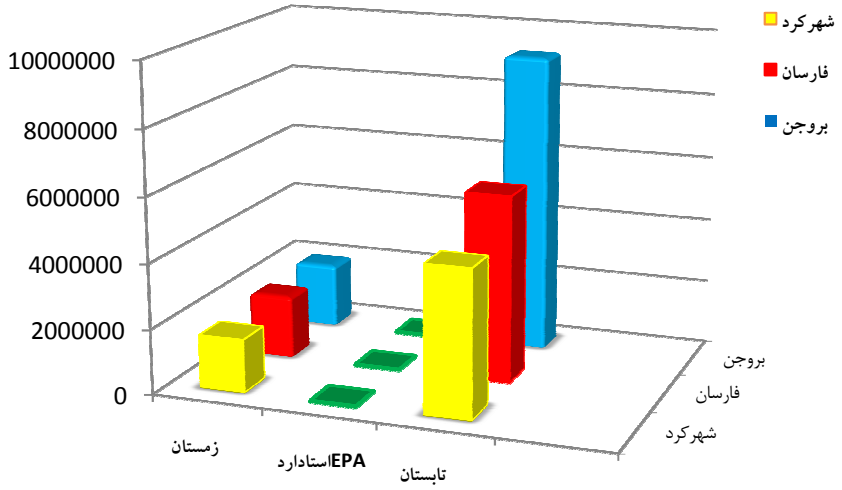
مشخصات نمونه‌برداری			مشخصات نمونه			مشخصات بهره‌برداری	
محل نمونه‌برداری	فصل سال	تاریخ نمونه‌برداری	کلیفرم کل (MPN/gr)	کلیفرم مدفوعی (MPN/gr)	TSS (mg/l)	وزن لجن خشک تولیدی(kg/d)	زمان ماند لجن در حوضچه‌ها(day)
تصفیه‌خانه شهرکرد	زمستان	۸۸/۱۰/۶	$۱/۱۶ \times ۱۰^{۷}$	$۱/۳ \times ۱۰^{۶}$	۱۹۵	۱۰۱۴	۵۱
		۸۸/۱۱/۱۰	$۱/۳۹ \times ۱۰^{۷}$	$۲/۰۸ \times ۱۰^{۶}$	۲۶۴	۱۳۷۲/۸	۵۵
		۸۸/۱۲/۱۶	$۱/۶۱ \times ۱۰^{۷}$	$۱/۵۰ \times ۱۰^{۶}$	۲۴۸	۱۲۸۹/۶	۶۱
	تابستان	۸۹/۴/۶	$۲/۵۷ \times ۱۰^{۷}$	$۴/۵ \times ۱۰^{۶}$	۲۱۵	۱۱۱۸	۴۵
		۸۹/۵/۱۳	$۲/۲۷ \times ۱۰^{۷}$	$۴/۲ \times ۱۰^{۶}$	۲۱۱	۱۰۷۹/۲	۵۲
		۸۹/۶/۲۱	$۲/۷۶ \times ۱۰^{۷}$	$۴/۸۲ \times ۱۰^{۶}$	۲۲۵	۱۱۷۰	۶۰
تصفیه‌خانه فارسان	زمستان	۸۸/۱۲/۶	$۱/۷۵ \times ۱۰۷$	$۱/۹۹ \times ۱۰۶$	۲۴۵	۶۳۶/۲۶۵	۴۰
		۸۸/۱۲/۱۰	$۱/۹۵ \times ۱۰۷$	$۱/۸۰ \times ۱۰۶$	۱۷۵	۴۵۴/۴۷۵	۴۴
		۸۸/۱۲/۱۶	$۲/۵۶ \times ۱۰۷$	۲×۱۰۶	۲۳۹	۶۲۰/۶۸۲	۵۰
	تابستان	۸۹/۵/۶	$۳/۴۴ \times ۱۰۷$	$۵/۱۶ \times ۱۰۶$	۲۷۸	۷۲۱/۹۶۶	۳۵
		۸۹/۵/۱۳	$۳/۹۴ \times ۱۰۷$	$۶/۰۴ \times ۱۰۶$	۲۱۱	۵۴۷/۹۶۷	۴۲
		۸۹/۵/۲۱	$۳/۹۴ \times ۱۰۷$	$۶/۰۴ \times ۱۰۶$	۲۴۷	۶۴۱/۴۵۹	۵۰
تصفیه‌خانه بروجن	زمستان	۸۸/۱۲/۶	$۱/۷ \times ۱۰۷$	$۱/۸۷ \times ۱۰۶$	۲۳۲	۶۲۷/۷۹۲	۳۷
		۸۸/۱۲/۱۰	$۲/۰۳ \times ۱۰۷$	$۱/۸۷ \times ۱۰۶$	۳۵۸	۹۶۸/۷۴۸	۴۱
		۸۸/۱۲/۱۶	$۲/۶ \times ۱۰۷$	$۲/۲ \times ۱۰۶$	۳۶۸	۹۹۵/۸۰۸	۴۷
	تابستان	۸۹/۵/۶	$۵/۶۲ \times ۱۰۷$	$۱۰/۸۴ \times ۱۰۶$	۴۰۱	۱۰۸۵/۱۰۶	۴۰
		۸۹/۵/۱۳	$۵/۲ \times ۱۰۷$	$۹/۵ \times ۱۰۶$	۴۵۸	۱۲۳۹/۳۴۸	۴۷
		۸۹/۵/۲۱	$۴/۷۵ \times ۱۰۷$	$۷/۳۶ \times ۱۰۶$	۳۶۸	۹۹۵/۸۰۸	۵۵

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-08]

www.mui.ac.ir



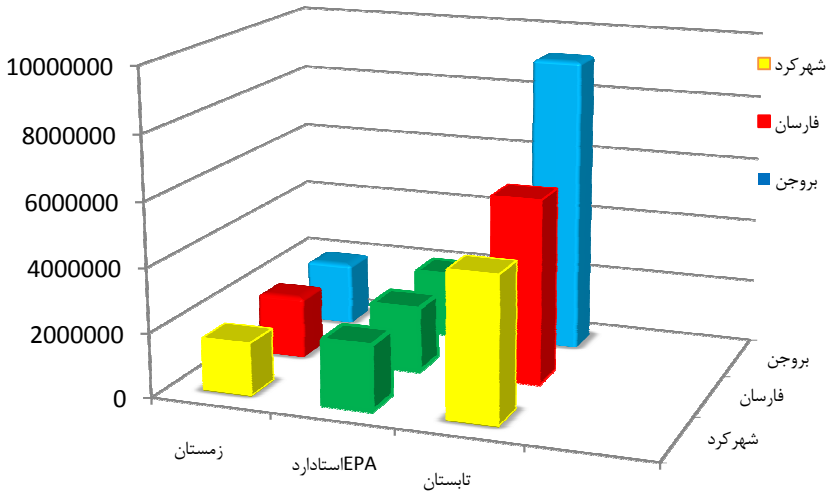
نمودار ۱: مقایسه کلیفرم کل در فصل زمستان و تابستان در لجن تصفیه‌خانه‌های مورد مطالعه



نمودار ۲: مقایسه کلیفرم مدفوعی در فصل زمستان و تابستان در لجن تصفیه‌خانه‌های مورد مطالعه با کلاس A در استاندارد ۵۰۳ US.EPA از ۴۰CFR

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-08]

www.mui.ac.ir



نمودار ۳: مقایسه کلیفرم مدفوعی در فصل زمستان و تابستان در لجن تصفیه‌خانه‌های مورد مطالعه با کلاس B در استاندارد ۵۰۳ CFR ۴۰ از US.EPA

بحث

بر اساس آزمون آماری t-test مستقل، نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که بین مقادیر کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل در دو فصل معیار زمستان و تابستان به عنوان فصول سرد و گرم اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < ۰/۰۵$).

از مهم‌ترین عوامل حذف میکروارگانیسم‌ها تابش خورشیدی، گرمای کافی در طول روز و همچنین مدت در معرض تماس قرارگیری با نور خورشید می‌توان نام برد.

تحقیق حاضر نشان می‌دهد که شرایط مناسب برای دستیابی به استانداردهای قابل کاربرد (از لحاظ میکروبی) برای مصرفلجن خشک شده، تحت شرایط مذکور در کشاورزی تأمین نمی‌شود از مهم‌ترین عوامل حذف میکروارگانیسم‌ها تابش خورشیدی، گرمای کافی در طول روز و همچنین مدت در معرض تماس قرارگیری با نور خورشید می‌توان نام برد. از مهم‌ترین عوامل حذف میکروارگانیسم‌ها تابش خورشیدی، گرمای کافی در طول روز و همچنین مدت در معرض تماس قرارگیری با نور خورشید می‌توان نام برد، به استانداردهای قابل کاربرد (از لحاظ میکروبی) برای مصرف لجن خشک شده، تحت شرایط مذکور در کشاورزی تأمین نمی‌شود.

مقادیر میانگین کلیفرم مدفوعی لجن در فصل زمستان در سه تصفیه‌خانه فاضلاب مورد مطالعه به ترتیب $۱/۶۳\times۱۰^{۶}$، $۱/۹۳ \times ۱۰^{۶}$ و $۱/۹۸ \times ۱۰^{۶}$ به دست آمد. بررسی حاکی از آن است که لجن خشک شده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهرکرد، فارسان و بروجن در فصل زمستان در کلاس B استاندارد EPA قرار می‌گیرند. بر اساس مقررات سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا که به منظور کنترل و کاهش پاتوژن‌ها در لجن فاضلاب که تحت عنوان D در بخش ۵۰۳ آیین‌نامه CFR 40 بیان شده است، می‌توان لجنی که در کلاس B

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-08]
www.mui.ac.ir

قرار گرفته است را با در نظر گرفتن محدودیت‌هایی به شرح زیر برای کشاورزی به کار گرفت.

۱. محصولات غذایی که تولیدات آن‌ها با خاک برخورد می‌کنند نباید قبل از ۱۴ ماه از تاریخ کاربرد لجن در زمین، درو شوند.
۲. محصولات غذایی که تولیدات آن‌ها زیر خاک هستند نباید قبل از ۲۰ ماه از تاریخ کاربرد لجن در زمین، درو شوند (در حالتی که لجن بیش از چهار ماه در روی سطح خاک باشد).
۳. محصولات غذایی که تولیدات آن‌ها زیر خاک هستند نباید قبل از ۳۸ ماه از تاریخ کاربرد لجن در زمین، درو شوند (در حالتی که لجن کمتر از چهار ماه در روی سطح خاک باشد).
۴. در سایر حالات (محصولات غذایی که تولیدات آن‌ها با خاک تماس ندارند) محصولات باید حداقل ۳۰ روز بعد از کاربرد لجن در زمین، درو شوند.
۵. به حیوانات نباید اجازه داده شود قبل از ۳۰ روز در این زمین‌ها چرا کنند.

همچنین مقادیر میانگین کلیفرم مدفوعی لجن در فصل تابستان در سه تصفیه‌خانه فاضلاب مورد مطالعه به ترتیب $۴/۵۱ \times ۱۰^{۶}$، $۵/۷۵ \times ۱۰^{۶}$ و $۹/۲۳ \times ۱۰^{۶}$ به دست آمد که بدین ترتیب کیفیت میکروبی لجن‌های دفعی تصفیه‌خانه‌های شهرکرد، فارسان و بروجن در فصل تابستان پایین‌تر از استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا می‌باشند، در نتیجه دفع یا استفاده مجدد از این لجن‌ها به هر شکل در طبیعت مغایر با اصول حفاظت محیط زیست می‌باشند و نمی‌توان با حفظ این شرایط از این لجن برای کشاورزی استفاده کرد. از طرفی می‌توان این اختلاف زیاد بین کلیفرم مدفوعی در فصل تابستان و زمستان را به علت سرمای شدید در فصل زمستان که این استان به عنوان سردترین نقطه کشور محسوب می‌شود، دانست. قابل ذکر است که بر اساس آمار هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری، دمای هوا در برخی از روزهای زمستان به ۳۰ درجه سانتیگراد زیر صفر می‌رسد.

مصداقی‌نیا و همکاران به مقایسه مشخصات لجن فاضلاب تصفیه‌خانه شوش با استانداردهای محیط زیست پرداختند. بررسی آن‌ها نشان دادکه لجن این تصفیه‌خانه در هیچ کدام از کلاس‌های استاندارد لجن قرار نداشت (۷).

تکدستان و همکاران به بررسی شاخص‌های بهداشتی لجن هضم شده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب اصفهان و مقایسه آن‌ها با استانداردهای زیست محیطی برای استفاده مجدد پرداختند. تحقیق آن‌ها نشان داد که لجن تحت مطالعه، در کلاس B استاندارد EPA قرار گرفت (۸).

فرزادکیا و همکاران طی مطالعه‌ای با عنوان بررسی کیفیت لجن تصفیه‌خانه فاضلاب شهر سرکان همدان و مقایسه آن با استانداردهای زیست محیطی جهت استفاده مجدد، نشان دادند که ویژگی‌های لجن تولیدی دارای اختلاف معنی‌داری با مقادیر کلاس A و B مقررات EPA داشتند (۹).

بر اساس کلیه مطالعات در این زمینه که در سطح کشور انجام شده است، هیچ یک از لجن‌های حاصل از تصفیه‌خانه‌های لجن فعال کشور در کلاس A مقررات بخش ۵۰۳ آیین‌نامه CFR 40 استاندارد EPA قرار نگرفتند. این در حالی است که طرح حاضر نیز چنین نتیجه‌ای را تأیید می‌کند به گونه‌ای که لجن‌های حاصل از بسترهای لجن خشک‌کن این تصفیه‌خانه‌ها درکلاس A قرار نمی‌گیرند ولی برخی از بررسی‌های انجام شده در سطح کشور نشان دادند که لجن حاصل از بسترهای لجن خشک‌کن در کلاس B مقررات بخش ۵۰۳ آیین‌نامه CFR 40 استاندارد EPA قرار گرفتند (۱۰، ۸).

نتیجه‌گیری

در مورد لجن‌های حاصل از این تصفیه‌خانه‌ها به خصوص

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-08]

www.mui.ac.ir

لجن حاصل از بسترهای لجن خشک‌کن در فصل زمستان پیشنهاد می‌شود که بازنگری اساسی در فرایندهای تصفیه و دفع لجن برای بهتر شدن کیفیت لجن این تصفیه‌خانه‌ها انجام شود. به عنوان نمونه می‌توان به افزایش زمان ماند لجن در بسترهای خشک‌کن یا محل‌های دپو و رعایت محدودیت‌های استفاده از کود در محصولاتی که مستقیم در تماس با محصولات می‌باشند، از خطرات احتمالی تا حد مناسبی جلوگیری کرد.

برای لجن آزمایش شده در فصل تابستان از روش‌های تصفیه‌ای که در منابع معتبر آمده است مثل کاهش فراکاهنده‌ی پاتوژن‌ها یا PFRP مطابق با استانداردهای بخش ۵۰۳ آیین‌نامه CFR 40 استاندارد EPA، می‌توان استفاده کرد؛ از دسته این فرایندها می‌توان به خشک کردن به کمک حرارت، تصفیه حرارتی، هضم هوازی ترموفیلیک، تابش به وسیله اشعه گاما و بتا و پاستوریزاسیون اشاره کرد (۱۲).

همچنین کارکنان تصفیه‌خانه‌ها، کارگران مزارع و افراد مرتبط نیز باید در مورد نکات بهداشتی و نحوه استفاده از لجن و محدودیت‌های مصرف آن آموزش ببینند و پیشنهاد می‌شود که برای ادامه تحقیقات، پارامترهای مذکور علاوه بر نمونه‌های کود خارج شده از تصفیه‌خانه‌ها، در خاک‌های مزارعی که این لجن‌ها به عنوان کود در آن‌ها به کار می‌روند، محصولات آن‌ها نیز مورد آزمایش قرار گیرند تا بتوان اثرات واقعی کاربرد این لجن‌ها را تعیین کرد.

تشکر و قدردانی

از همکاری صمیمانه خانم مهندس شاکری مسؤول محترم آزمایشگاه آب و فاضلاب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد و همچنین جناب آقای مهندس اسکندری از معاونت بهره‌برداری و کارکنان محترم شرکت آب و فاضلاب استان چهارمحال و بختیاری که مرا در انجام این تحقیق یاری رساندند، کمال تشکر را دارم.

References

1. Tchobanoglous G, Burton FL, Metcalf & Eddy, Stensel HD. Wastewater engineering: treatment and reuse. 4th ed. New York: McGraw-Hill; 2004. p. 1068-1200
2. Bitton G. Wastewater microbiology. 3rd ed. New Jersey: John Wiley and Sons; 2005. p. 322.
3. Spinosa L. Sludge management. Current Questions and Future Prospects. Proceedings of the IWA Specialist Conference on Facing Sludge Diversities: Challenges, Risks, and Opportunities; 2007 Mar 28-30; Antalya, Turkey; 2007. p. 28-31.IWA Antalya. 2007:28-31
4. The fundamental microbiology of sewage. monograph on the internet [Online]. 2007; Available from: URL: www.cefns.nau.edu › OWDP Home/
5. Farzad Kia M. Presentation Proper Pattern for Stabilize Wastewater Sludge in Tehran City, [PhD Thesis] Tehran: Tehran University of medical Sciences; 1998. p. 10-45.
6. Turovskii IS, Mathai PK. Wastewater sludge processing. New Jersey: John Wiley and Sons; 2006. p. 1-29.
7. Kiely G. Environmental engineering. New York: McGraw-Hill, 1998. p. 52-88.
8. Mirhosseini GB, Alavei Moghadam MR, Maknoun R. Investigation of Application of Tehran Municipal Dried Sludge in Agriculture. Journal of Environmental Sciences 2007; 4(4): 47-56.
9. Mesdaghinia AR, Panahi Akhavan M, Naddafi K, Moosavi GH. Waste Sludge Characteristics of a Wastewater Treatment Plant Compared with Environmental Standards. Iranian Journal of Public Health 2004; 33(1): 5-9.
10. Takdastan A, Mvahedian H, Bina B. Evaluation of Digested Sludge Sanitary Indices in Isfahan Wastewater Treatment Plant and comparing to Environmental Standard For Reusel. Journal of Isfahan Water and Wastewater 1999; 36(3): 18-24.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-08]

www.mui.ac.ir

11. Farzad Kia M, Norieh N. Efficiency Aerobic Digestion for Sludge Stabilization in Sarkan Wastewater Treatment Plant. Journal of Hamadan University of medical Sciences 2003; 10(4): 31-7.
12. Cheremisinoff NP. Handbook of solid waste management and waste minimization technologies. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2003. p. 366.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-08]

www.mui.ac.ir

Feasibility of using the dried sludge by municipal wastewater treatment with activated sludge process

Hamed Asadi Ardali[1], Mehraban Sadeghi[2], Amir Hesam Hassani[3], Amir Hossein Javid[3], Hassan Hashemi[4]

Abstract

Background: Using the sludge as fertilizer on farms is one of the options to dispose it, which due to its variety of pathogenic microorganisms, it may cause a wide range of bacterial and parasitic diseases in human and livestock. The purpose of this study is to investigate the feasibility of using dried sludge produced in municipal wastewater treatment processes to fertilize agricultural lands in accordance to the health and environmental standards.

Methods: In this analytical-descriptive study, three sewage treatment plants of Chahar Mahal and bakhtiary province were selected as the sample plant, including Shahrekord, Farsan and Borujen due to their similarity in the weather condition and the treatment process. In order to investigate the sludge in its lowest and the highest rate of evaporation, in the freezing cold winter and burning hot summer respectively, two winters and two summers were selected as the timeframe. In this study, faecal coliform and total coliform were determined as the sludge microbial indexes and examined in accordance to the EPA standards.

Findings: The findings of this study indicated that the mean value of faecal coliform for the three treatment plants in winter were 1.63×10^6, 1.93×10^6 and 1.98×10^6 respectively. Also in summer they were 4.51×10^6, 5.75×10^6, and 9.23×10^6 respectively.

Conclusion: The evaluations of this study indicated that the biological sludge generated from the three treatment plants in the winter after drying off naturally were located in class B of the EPA standards. Thus, based on recommendations of the organization, such sludge can be used with regards to standard restrictions for agricultural purposes. However, the microbiological quality of the sludge in summer was lower than the U.S. EPA standards for Class B sludge, and thus is not applicable in agricultural use.

Key words: Dried Sludge, Activated Sludge Process, Municipal Sewage Treatment Plant, Total Coliform, Faecal Coliform.

1- MSc Student, Department of Environmental Health Engineering, School of Health and Energy, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Associate Professor, Department of Environmental Health, School of Health, Shahrekord University of Medical sciences, Shahrekord, Iran (Corresponding Author). Email: Sadeghi1ir@yahoo.com
3- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Environment and Energy, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4- PhD Student in Environmental Health Engineering, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-08]

www.mui.ac.ir