Archive of SID

علـوم محـیـطی سال چهارم، شماره چهارم ، تابستان۱۳۸٦
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.4, No.4 , Summer 2007
٤٧-٥٦

بررسی امکان استفاده از لجن خشک شده تصفیه خانه های فاضلاب شهر تهران درکشاورزی

گل بهار میر حسینی، محمدرضا علوی مقدم*، رضا مکنون

گروه مهندسی آب و محیط زیست، دانشکده عمران – محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

امروزه، دفع مناسب لجن یکی از مشکلات اساسی تصفیه خانه‌های فاضلاب در همه کشورها اعم از توسعه یافته و در حال توسعه، محسوب می‌شود. یکی از گزینه‌های مطرح دفع لجن، استفاده از آن در زمین‌های کشاورزی به عنوان کود می‌باشد. اگرچه لجن فاضلاب به دلیل دارا بودن مواد مغذی، می‌تواند برای اصلاح و بهبود خاک استفاده شود، لیکن به دلیل احتمال وجود انواع میکروارگانیزم‌های بیماری زا، ممکن است باعث ایجاد انواع بیماری‌ها در انسان و دام شود. هدف ازانجام این تحقیق، بررسی امکان استفاده از لجن خشک شده تصفیه خانه‌های فاضلاب شهر تهران به عنوان کود در کشاورزی با در نظرگرفتن استانداردهای معتبر موجود و همچنین بررسی وجود ارتباط احتمالی بین مقدار تخم انگل با کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل، از نظر آماری (با استفاده از نرم افزار **SPSS**) می‌باشد. در این راستا، سه تصفیه خانه فاضلاب شوش، شهرک غرب و شهید محلاتی انتخاب شدند و آزمایش‌های مربوطه در سه فصل پاییز، زمستان و بهار بر روی نمونه‌ها انجام شد و نتایج حاصله با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (**EPA**) مقایسه گردید. از آنجائی‌که فاضلاب‌های شهری دارای مقادیر کافی نیتروژن، کربن، پتاسیم و دیگر مواد مغذی می‌باشند، لذا در این تحقیق پارامترهای مهم کلیفرم مدفوعی ، کلیفرم کل و تخم انگل مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از این تحقیق، نشان می‌دهد که مقادیر میانگین کلیفرم مدفوعی برای سه تصفیه خانه شوش، شهرک غرب و محلاتی به ترتیب ،$۳/۷\times۱۰^{۳}$ ، $۴/۹\times۱۰^{۳}$ و $۱/۲۱\times۱۰^{۴}$ (**MPN** بر گرم جامدات خشک) می‌باشد که با توجه به مقررات بخش ۵۰۳ آیین نامه **40CFR** استاندارد **EPA** ، در کلاس **B** واقع می‌شوند. بر این اساس، رعایت محدودیت‌های مصرف آنها در کشاورزی (از نظر نوع محصول و زمان برداشت) ضروری است. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که رابطه آماری بین مقادیر تخم انگل باکلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل موجود در نمونه‌ها وجود دارد. ضریب همبستگی پیرسون بین مقادیر تخم انگل و کلیفرم مدفوعی۰/۹۸۹ به دست آمد.

کلیدواژه‌ها : لجن خشک شده ، تصفیه خانه های فاضلاب تهران ، تخم انگل، کلیفرم مدفوعی و کل ، استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست امریکا .

Investigation of Application of Tehran Municipal WWTPs' Dried Sludge in Agriculture

Golbahar Mirhosseini, Mohammad Reza Alavimoghaddam, Reza Maknon

Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Civil- Environment, Amirkabir University of Technology

Abstract

Nowadays, sewage sludge disposal is a great concern of wastewater treatment plants in both developed and developing countries. Land application of sewage sludge is still one of the most important disposal options in most countries. Although, land application of sludge allows the nutritional value of treated sludge to be used beneficially in agriculture, but pollutants and pathogenic organisms in sewage sludge can raise the health risk of human and animals. The aims of this study are 1) to investigate the applicability of dried sludge of Tehran WWTP's in agricultural activities according to U.S. EPA 40 CFR Part 503 regulations and, 2) to find a possible statistical relationship between parasite eggs, Fecal Coliform (FC) and Total Coliform (TC).Three wastewater treatment plants including "Shahrak-e-Gharb", "Shoosh and "Mahallati" were chosen in city of Tehran and the samples were collected during three seasons (fall, winter and spring (2006-7)). Parasite eggs, FC and TC of collected samples were examined using standard methods. The results showed that the average amounts of FC for sludge of Shahrak-e-gharb , Shoosh and Mahallati WWTP's were found to be 4.9×10^{3}, 3.7×10^{3} and 1.21×10^{4} MPN/g.DS, respectively. According to the data, the sludge of all these wastewater treatment plants is classified into Class B of EPA 40 CFR Part 503 regulations. Therefore, direct human exposure to Class B sludge would still pose a significant health risk and application of these sludges is restricted. In addition, strong statistical relationships were found between parasite eggs and Fecal Colifrom of the samples with the Pearson correlation factor of 0.989.

Keywords: Dried sludge. Tehran wastewater treatment plants, parasite egg, total and fecal coliform, EPA standard.

* Corresponding author. *Email Address: Alavi@aut.ac.ir*

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

لجن فاضلاب، مواد جامدی است که در روش‌های مختلف تصفیه به منظور حذف آلاینده‌های معلق و محلول از فاضلاب از طریق جداسازی مواد جامد از مایع، ترسیب شیمیایی و یا فعالیت‌های بیولوژیکی در تصفیه خانه‌های فاضلاب به دست می‌آید و در حقیقت نوعی محصول فرعی مهم در فرآیند تصفیه است (Metcalf and eddy, 1991) . هدف از تصفیه لجن، تبدیل لجن خام حجیم و بدبو به مواد خنثی و بدون بو که بتواند به آسانی آب خود را از دست بدهد، می‌باشد (Bina, *et al.*, 2005) روش‌هایی که برای تصفیه لجن به کار می‌روند، به اندازه، نوع و موقعیت تصفیه خانه، عملیات واحدهای موجود در آن، خصوصیات و مقدار جامدات و بالاخره به طریقه دفع نهایی لجن بستگی دارد (Maghol, 1995).

امروزه، مدیریت لجن، با توسعه تصفیه خانه‌های فاضلاب اعم از احداث واحدهای تصفیه خانه جدید و یا بهبود تأسیسات موجود، به یکی از بحرانی‌ترین موضوعات زیست محیطی، تبدیل شده است (Ludovico, 2007). در حال حاضر در ایالات متحده سالانه ۷ میلیون تن جامدات خشک، در اتحادیه اروپا ۸ میلیون تن، در ژاپن ۳/۵ میلیون تن، در تایوان ۰/۲ میلیون تن، در کره۲/۴۳ میلیون تن جامدات خشک و تنها در یکی از شهرهای ترکیه روزانه ۲۲۰ تا ۳۳۰ مترمکعب لجن تولید می شود (Hwang, *et al.*, 2007; Çakmakci, 2007; Lee, 2001). در ایران نیز تا پایان سال ۸۱ , تعداد ۵۰ تصفیه خانه شهری در سطح کشور در حال بهره برداری بوده‌اند که در پایان سال ۸۲ تعداد آنها به ۷۵ تصفیه خانه افزایش پیدا کرده است که این به معنی افزایش روز افزون میزان لجن تولیدی است که باید راهکارهایی برای دفع مناسب آن یافت (Shayegan and Afshari, 2005). گزینه‌های مختلفی برای دفع نهایی لجن وجود دارد که مهم‌ترین آنها، سوزاندن، دفع در محل‌های دفن بهداشتی و استفاده در کشاورزی است. علاوه بر روش‌های یاد شده، روش‌های جدیدی نیز در سال‌های اخیر گسترش پیدا کرده است که می‌توان استفاده از لجن به عنوان ماده خام برای تولید آفت کش‌ها (Yan, 2007) اشاره نمود. با این وجود، استفاده در زمین، همچنان یکی از متداول‌ترین روش‌های موجود دفع لجن در بسیاری از کشورها محسوب می‌شود. برای به کارگیری لجن تصفیه خانه‌های شهری در کشاورزی مسائل مختلفی مانند نحوه تصفیه لجن، فاصله تصفیه خانه از اراضی مورد نظر، عوامل اجتماعی موثر و سایر عوامل باید مورد مطالعه دقیق قرار بگیرند تا حتی الامکان از بروز مسائل بهداشتی و زیست محیطی جلوگیری شود (USEPA, 1977, 1979). لجن حاصل از تصفیه خانه فاضلاب علاوه بر مواد مغذی مفید برای گیاه، دارای باکتری‌ها ، ویروس‌ها و سایر میکروارگانیزم‌های مولد بیماری و یا فلزات سنگین و ترکیبات آلی سمی نیز می‌باشد که می‌تواند استفاده از آن را برای محصولات کشاورزی، انسان و حیوان خطرناک سازد (U.S.EPA, 1983).

هدف ازانجام این تحقیق ، بررسی امکان استفاده از لجن خشک شده تصفیه خانه های فاضلاب تهران به عنوان کود در کشاورزی با در نظرگرفتن استانداردهای معتبر موجود می باشد. در این راستا، سه تصفیه خانه فاضلاب شوش ، شهرک غرب و شهید محلاتی انتخاب شدند و آزمایشهای مربوطه در سه فصل پاییز ، زمستان و بهار انجام و با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (EPA) مقایسه گردید. لازم به ذکر است که داده های این تحقیق با استانداردEPA تحت عنوان Code of Federal Regulations(40CFR) مقایسه شده‌اند که به دلیل اهمیت آن، خلاصه‌ای از این استاندارد در جدول ۱ آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خلاصه ای از مقررات سازمان حفاظت محیط زیست امریکا، EPA (U.S.EPA, 1992; Pescod, 1992)

مقررات	توضیحات	
مقررات وضع شده به منظور کنترل و کاهش پاتوژنها در لجن فاضلاب(در زیرقسمت D از قسمت ۵۰۳ آیین نامه 40CFR)	مقررات کلاس A	کمتر از[1] 3 MPN سالمونلا،[1] 1 PFU ویروس روده ای و یک تخم انگل بارور در هر ۴ گرم جامدات کل بر حسب وزن خشک لجن(DS) و یا کمتر از ۱۰۰۰ MPN/g.DS کلیفرم مدفوعی .
	مقررات کلاس B	کمتر از ۲×۱۰^{۶} MPN/g.DS کلیفرم مدفوعی **محدودیتهای استفاده :** 1- محصولات غذایی که محصول آنها با خاک برخورد می‌کند نباید قبل از ۱۴ ماه از تاریخ کاربرد لجن در زمین، درو شوند. ۲- محصولات غذایی که محصول آنها زیر خاک است 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 محصول آنها زیر خاک است 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 محصول آنها با خاک تماس ندارد) 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.
مقررات وضع شده به منظور کاهش توانایی جذب ناقلین (vector attraction)	قسمت ۵۰۳ آیین نامه ، ۱۲ گزینه برای کاهش جذب ناقلین مانند حشرات ،پرندگان و ... که توانایی انتقال پاتوژن را دارند و می توانند انسان یا حیوان را در تماس با پاتوژنهای لجن فاضلاب قرار دهند و به عنوان یک خطر مطرح باشند ارائه کرده است.	
محدودیتهای فلزات سنگین و ترکیبات آلی	ممکن است لجن علاوه بر مواد آلی حاوی میزان کمی ازآلاینده هایی مانند فلزات سنگین نیز باشد که می توانند برای گیاهان و حیوانات مضر باشندو لازم است که میزان آنها در خاک کنترل شود.	

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۸۵-۸۶ انجام گرفت. از آنجایی‌که در مدت انجام این تحقیق از بین **۷** تصفیه خانه فاضلاب شهر تهران تنها **۳** تصفیه خانه فاضلاب (تصفیه خانه فاضلاب شوش ، شهرک غرب و شهید محلاتی)، لجن تولیدی خود را خشک کرده و ازآن به عنوان کود استفاده می شود، نمونه برداری از این سه تصفیه خانه انجام گرفت. برای هر تصفیه خانه فاضلاب ، نمونه برداری در سه فصل پاییز ، زمستان و بهار انجام شد. نمونه‌های یکنواخت با توجه به شرایط ذکرشده در مراجع معتبر (U.S.EPA., 1983; Standard Methods, 1992)، از محل بسترهای خشک کن تصفیه خانه‌ها در ظروف استریل شده برداشت شدند و برای جلوگیری از تغییر وضعیت نمونه‌ها و حفظ شرایط واقعی ، ظروف نمونه تا انتقال به آزمایشگاه در شرایط مناسب از نظر درجه حرارت (بین صفر تا ۴ درجه سانتی گراد) نگهداری شدند.

برای نمونه های جمع آوری شده مقادیرکلیفرم مدفوعی (MPN)،کلیفرم کل وتخم انگل مورد اندازه گیری قرار گرفتند. از آنجایی‌که فاضلاب‌های شهری دارای مقادیر کافی نیتروژن ، کربن ، پتاسیم، ازت ، فسفر و دیگر مواد مغذی لازم برای استفاده به عنوان کود می باشند(مقادیر متداول موارد ذکر شده در جدول ۲ آورده شده است) ، لذا در این تحقیق این پارامترها اندازه‌گیری نشده و پارامترهای بسیار مهم کلیفرم مدفوعی ، کلیفرم کل وتخم انگل مورد بررسی قرار گرفتند.آزمایش‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد ذکر شده در مراجع معتبر مانند استاندارد متد (U.S.EPA, 1992) به دقت انجام و نتایج گزارش شدند. دستگاه‌های استفاده شده در این آزمایش در جدول ۳ آورده شده است. برای بالا بردن دقت اندازه گیری‌ها ، کلیه آزمایش‌های انجام شده در این تحقیق تکرار(برای هر تصفیه خانه در هر فصل ۵ نمونه مورد آزمایش قرار گرفته) و نتایج به صورت میانگین گزارش شده است. در خاتمه داده های مورد نظر با استفاده از نرم افزار آماری SPSS مورد بررسی قرار گرفتند تا ارتباط احتمالی بین مقادیر تخم انگل و کلیفرم مدفوعی موجود در نمونه‌های گرفته شده از بستر خشک کن تصفیه خانه ها بررسی شود.

نتایج و بحث

بررسی امکان استفاده از لجن خشک شده تصفیه خانه‌های فاضلاب شهر تهران به عنوان کود در کشاورزی با در نظرگرفتن استانداردهای معتبر موجود وهمچنین بررسی وجود ارتباط احتمالی بین مقدار تخم انگل باکلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل ، از نظر آماری (با استفاده از نرم افزار SPSS) از اهداف این تحقیق بود. لذا در این قسمت به ارائه نتایج و بررسی و بحث در مورد نتایج تحقیق پرداخته می شود.

بررسی مقادیر MPN نمونه‌ها

مقادیر کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل در سه تصفیه خانه شوش ، شهرک غرب و شهید محلاتی برای سه فصل پاییز ، زمستان و بهار در نمودارهای ۱ و ۲ آورده شده است . همان‌طور که از نمودارها پیداست ، میزان کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل در هر سه تصفیه خانه در فصل پاییز، بیشترین مقدار و در فصل بهار، کمترین مقدار را داشته است. از بین این سه تصفیه خانه ، تصفیه خانه شوش کمترین مقدار کلیفرم مدفوعی و تصفیه. خانه شهید محلاتی بیشترین مقدار کلیفرم مدفوعی را دارد.همچنین بیشترین مقدار کاهش در کلیفرم مدفوعی (۷۰/۵۸ درصد کاهش نسبت به پاییز) در تصفیه‌خانه شهید محلاتی و در فصل زمستان ، مشاهده می شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ - مقادیر معمول پارامترهای ارزش کودی لجن حاصل از تصفیه خانه‌های فاضلاب (Bina, et al., 2005)

پارامتر	کربن(درصد)	ازت(درصد)	فسفر(درصد)	سدیم(درصد)	پتاسیم(درصد)	C/N
مقادیر معمول	۵۰- ۸	۳/۵ – ۰/۱	۳/۵ – ۰/۳	۰/۵ -۰/۲	۲/۸ -۰/۱	۲۰

جدول ۳ – دستگاه‌های استفاده شده در اندازه گیری پارامترها

پارامتر مطالعه شده	وسیله مورد استفاده
کلیفرم مدفوعی	انکوباتور Memmert – اتوکلاو HMC-HICLAVE, HV-85 L – بن ماری GFL
کلیفرم کل	انکوباتور Memmert – اتوکلاو HMC-HICLAVE, HV-85 L
تخم انگل	سانتریفوژ EBA21,Hettich – میکروسکوپ Hund S200,wetzlar

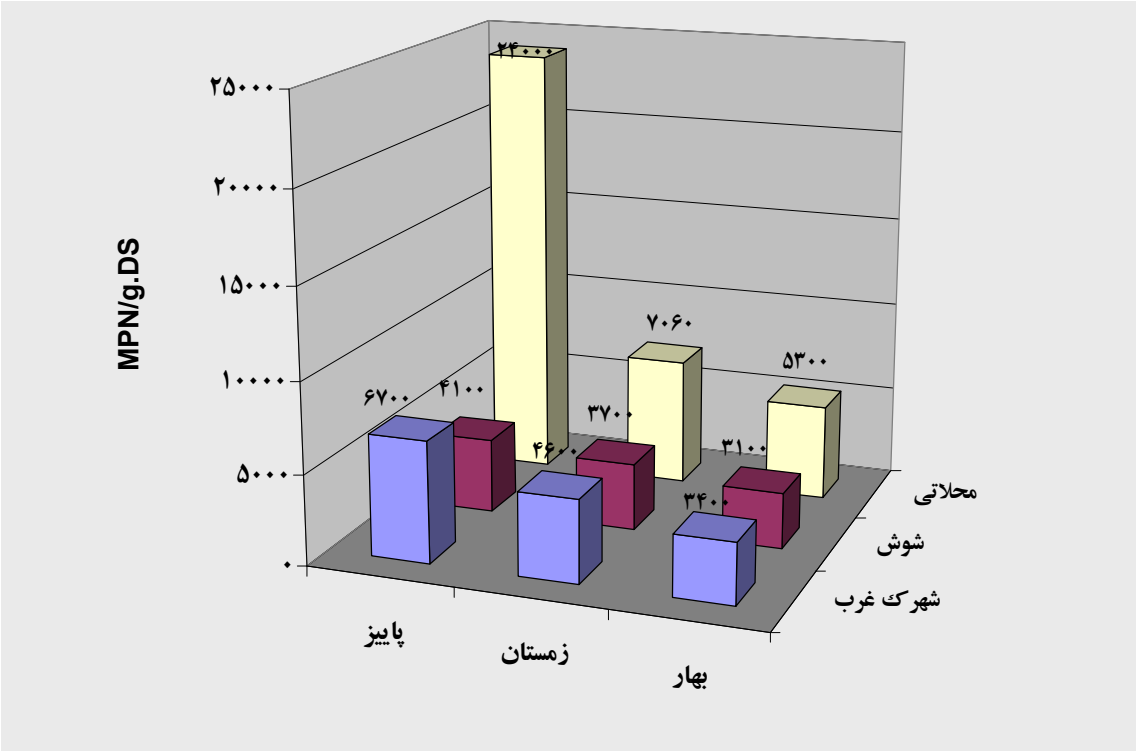
همان‌طور که ملاحظه می‌شود ، لجن تمام این تصفیه خانه ها در کلاس **B** استاندارد **EPA** قرار می گیرند زیرا مقادیر آنها بیشتر از ۱۰۰۰ و کمتر از ۲×۱۰^{۶} (**MPN** بر گرم جامدات خشک) است. بنابراین این لجنها برای مصارفی مانند چمن زمینهای بازی، باغچه‌های خانگی ، گلدانها و فروش به صورت بسته بندی برای مصارف مختلف مناسب نبوده و برای سایر مصارف باید محدودیت‌های ذکر شده در جدول ۱ مورد توجه قرار گیرند. مقادیر کلیفرم مدفوعی اندازه گیری شده در این تحقیق با مقادیر اندازه‌گیری شده در تصفیه خانه فاضلاب شهر اصفهان نیز مقایسه گردید. طبق تحقیقات انجام شده مقادیر کلیفرم مدفوعی در سه تصفیه خانه جنوب اصفهان، شمال اصفهان و شاهین شهربه ترتیب $۱/۸ \times ۱۰^{۶}$ ، $۲/۳ \times ۱۰^{۶}$ و $۱/۶ \times ۱۰^{۶}$ **MPN** بر گرم جامدات خشک گزارش شده‌اند که در مقایسه با تصفیه خانه‌های تهران، مقادیر بیشتری را دارا می باشند.

بررسی مقادیر تخم انگل

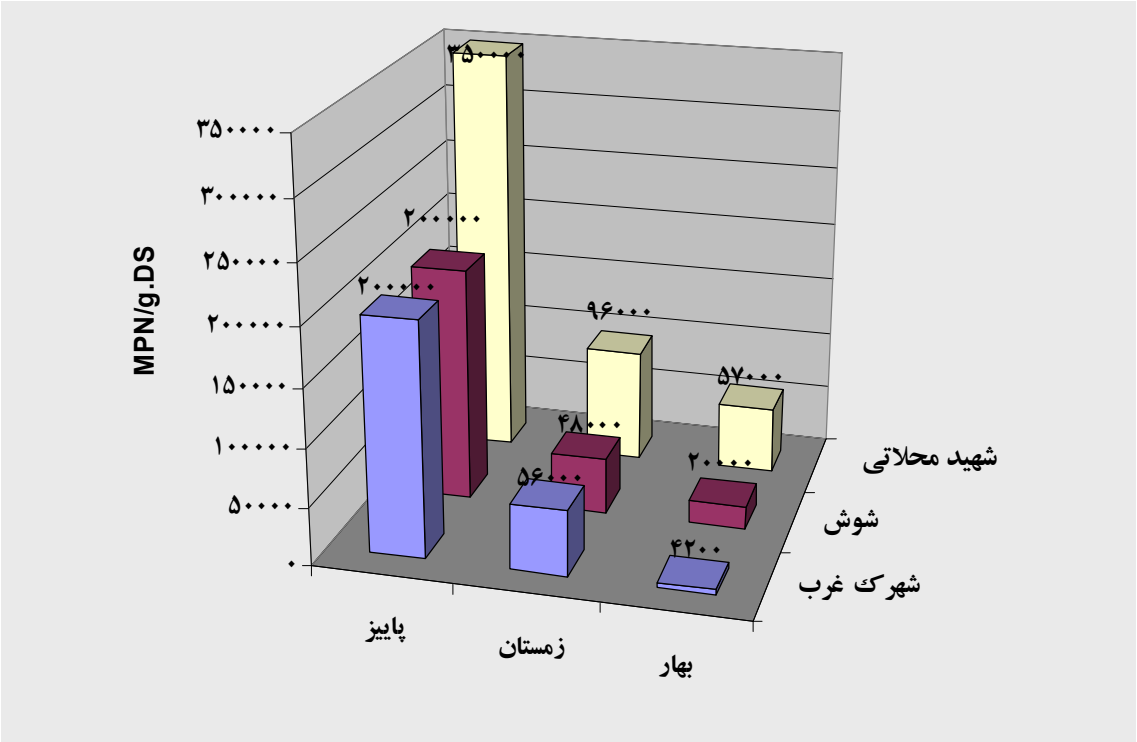
هر چند برای لجن کلاس **B** تنها انجام آزمایش تعیین کلیفرم مدفوعی کافی است و نیازی به انجام سایرآزمایش‌های تعیین کیفیت میکروبیولوژی مانند ویروس ، سالمونلا و تخم انگل نیست، ولی به لحاظ اهمیت وجود تخم انگل، آزمایش شمارش کل تخم انگلها برای کلیه نمونه‌ها انجام گرفت. مقادیر تخم انگل برای سه تصفیه خانه در فصول پاییز ، بهار و زمستان در نمودار ۳ مشاهده می شود. با توجه به این نمودار، مقدار تخم انگل در تصفیه خانه‌ها، روند رو به کاهشی را طی کرده است یعنی در فصل پاییز بیشترین و در بهار کمترین مقدار را دارا می باشد. کمترین مقدار تخم انگل نیز در تصفیه خانه شوش و بیشترین مقدار آن در تصفیه خانه شهید محلاتی مشاهده می‌شود. مقادیر متوسط تخم انگل برای سه تصفیه خانه شوش ، شهرک غرب و شهید محلاتی به ترتیب ۴ ، ۶ و ۱۱ عدد بر گرم جامدات خشک می باشد که در مقایسه با مقادیر تصفیه خانه های اصفهان (جنوب اصفهان ، شمال اصفهان و شاهین شهربه ترتیب برابر ۱۲ ، ۱۶ و ۵۸ عدد بر گرم جامدات خشک) (Bina, *et al.*, 2005) مقادیر کمتری را به خود اختصاص می‌دهند.

www.SID.ir

Archive of SID



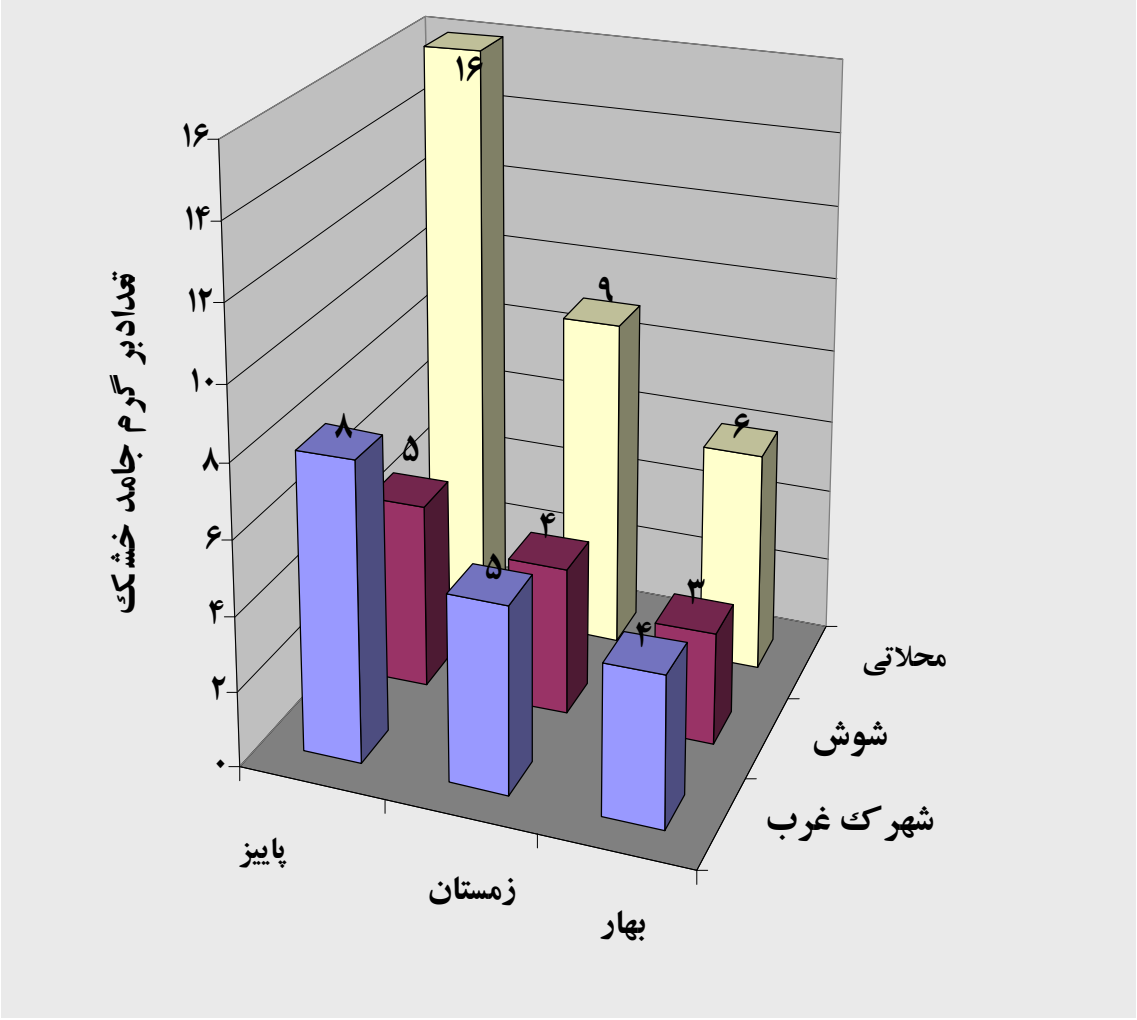
شکل ۱- مقادیر کلیفرم مدفوعی تصفیه خانه های شهر تهران در فصول مختلف



شکل۲- مقادیر کلیفرم کل تصفیه خانه های شهر تهران در فصول مختلف

www.SID.ir

Archive of SID



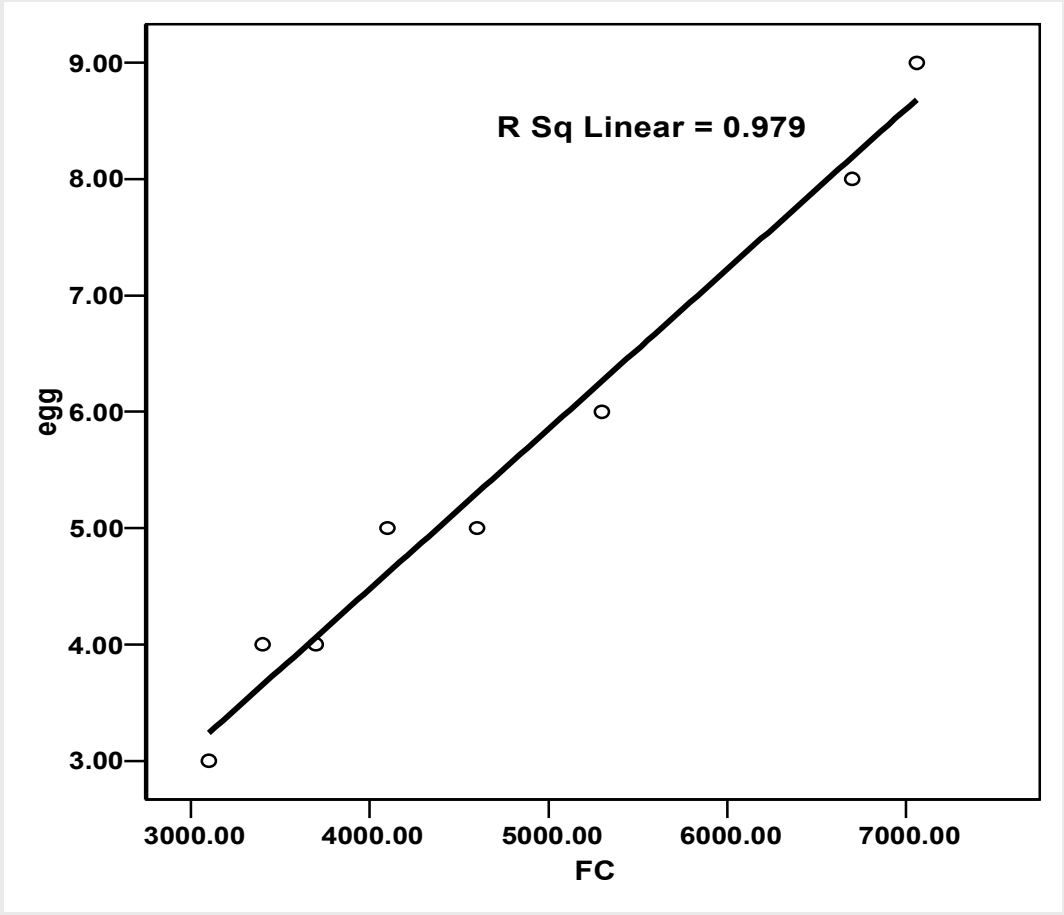
شکل ۳- مقادیر تخم انگل برای سه تصفیه خانه محلاتی ، شهرک غرب و شوش

بررسی ارتباط آماری بین تخم انگل با کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل

در این قسمت از تحقیق با استفاده از نرم افزار **SPSS** بررسی آماری بین مقادیر تخم انگل با کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل انجام گرفت تا مشخص شود که آیا ارتباطی بین این مقادیر وجود دارد یا خیر. با استفاده از این نرم افزار می توان ضریب همبستگی را محاسبه کرد که قدرت رابطه خطی بین دو متغیر را محاسبه می کند (Fotohi and Asghari, 2004). یکی از ضرایب همبستگی پرکاربرد عبارت است از ضریب همبستگی پیرسون[1] که دارای مقادیری بین ۱- تا ۱+ می باشد.در این تحقیق ، مقدار ضریب همبستگی پیرسون[3] برای بررسی وجود ارتباط بین تخم انگل و کلیفرم مدفوعی ، ۰/۹۸۹ به دست آمد (R^2 = ۰/۹۷۹) که نشان دهنده وجود رابطه خطی قوی بین مقادیر تخم انگل وکلیفرم مدفوعی است.در نمودار ۴ ، نمودار مربوط به رگرسیون خطی داده ها (با سطح اطمینان ۹۵٪) مشاهده می شود.

www.SID.ir

Archive of SID



کلیفرم مدفوعی (MPN بر گرم جامدات خشک)

شکل ۴- مقادیر تخم انگل برای سه تصفیه خانه محلاتی ، شهرک غرب و شوش

همچنین ضریب همبستگی پیرسون برای مقادیر تخم انگل و کلیفرم کل ، ۰/۸۵ به دست آمد که این مقدار نیز نشان دهنده وجود رابطه خطی بین مقادیر تخم انگل و کلیفرم کل می باشد البته رابطه خطی بین مقادیر تخم انگل و کلیفرم مدفوعی قویتر است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این تحقیق، اندازه‌گیری مقادیر کلیفرم کل ، کلیفرم مدفوعی و شمارش تخم انگل انجام شد . مقادیر متوسط تخم انگل برای سه تصفیه خانه شوش شهرک غرب و شهید محلاتی به ترتیب ۴ ، ۶ و ۱۱ عدد بر گرم جامدات خشک می باشد. مقادیر میانگین کلیفرم مدفوعی برای سه تصفیه خانه شوش ، شهرک غرب و محلاتی به ترتیب ، $۳/۷\times۱۰^{۳}$ ، $۴/۹\times۱۰^{۳}$ و $۱/۲۱\times۱۰^{۴}$ MPN بر گرم جامدات خشک به دست آمد که نشان می دهد لجن این تصفیه خانه‌ها در کلاس **B** استاندارد **EPA** واقع می شوند. لذا پیشنهاد می شود که بازنگری اساسی در فرآیندهای تصفیه و دفع لجن برای بهتر شدن

www.SID.ir

Archive of SID

کیفیت لجن این تصفیه خانه‌ها انجام شود که به عنوان نمونه می‌توان به افزایش زمان ماند لجن در بسترهای خشک کن یا محل‌های دپو و رعایت محدودیت‌های استفاده از کود در محصولاتی که مستقیما در تماس با کود هستند از خطرات احتمالی، تا حد مناسبی جلوگیری کرد. کارکنان تصفیه خانه‌ها، کارگران مزارع و افراد مرتبط نیز باید در مورد نکات بهداشتی و نحوه استفاده از لجن و محدودیتهای مصرف آن آموزش ببینند. همچنین پیشنهاد می‌شود برای ادامه تحقیقات، پارامترهای فوق‌الذکر علاوه بر نمونه‌های کود خارج شده از تصفیه خانه‌ها، در خاک‌های مزارعی که این لجن‌ها به عنوان کود در آنها به کار می‌روند و محصولات آنها، اندازه گیری شوند تا بتوان اثرات واقعی کاربرد این لجن‌ها را تعیین کرد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که رابطه خطی بین مقادیر تخم انگل باکلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل موجود در نمونه‌ها وجود دارد به گونه‌ای ضریب همبستگی پیرسون بین مقادیر تخم انگل و کلیفرم مدفوعی۰/۹۸۹ بدست آمد. از طرفی ضریب همبستگی پیرسون برای مقادیر تخم انگل و کلیفرم کل ، ۰/۸۵ بود که این مقدار نیز نشان دهنده وجود رابطه خطی بین مقادیر تخم انگل و کلیفرم کل می‌باشد اگرچه رابطه خطی قویتری بین مقادیر تخم انگل و کلیفرم مدفوعی مشاهده شد. پیشنهاد می‌شود رابطه آماری فوق یا روابط آماری مشابه برای لجن‌های تولیدی در تصفیه خانه‌های کشور مورد بررسی و تحقیق بیشتر قرار گیرد.لازم به ذکر است از آنجائی که بسیاری از آزمایش‌های مربوط به کیفیت لجن پرهزینه و زمان بر می‌باشندکه به عنوان نمونه می‌توان به آزمایش تعیین کلیفرم مدفوعی (مصرف زیاد مواد شیمیایی ، یک هفته زمان برای هر آزمایش) اشاره نمود در صورتی که بتوان ارتباط آماری مناسبی بین این پارامترها با سایر ویژگی‌های لجن مانند شمارش تخم انگل، هدایت الکتریکی و سایر پارامترهای مشابه بدست آورد ، میتوان از این پارامترها برای پیش بینی کیفیت لجن و ویژگی‌های استاندارد مربوط به آن، استفاده نمود.

پی‌نوشت‌ها

1-Multiple Probable Number
2-Plague Forming Units
3- -Pearson correlation

منابع

Fotohi, A., F. Asghari (2004). *Statistical analysis of data Using SPSS 11.* Kanoon Nashr Publication, Tehran, Iran.

Bina, B., H. Movahedian Atar, A. Amini (2005). Investigation on the quality of dried activated sludge in Isfahan WWTPS. *Water and Wastewater Journal*, Vol 49.

Maghol, N. (1995). *The Isues of anaerobic digestion in Isfahan* WWTP. PhD thesis of Azad University.

Shayegan, J., A. Afshari (2005). Investigation on municipal and Industrial Wastewater in Iran. *Water and Wastewater Journal*. Vol. 49.

Metcalf and eddy, (1991). *Wastewater Engineering; Treatment, Disposal, Reuse*, McGraw-Hill book Co., New York.

Ludovico Spinosa. (2007). Sludge management: Current questions and future prospects". *Proceedings of IWA special conference on Facing Sludge Diversities, Challenges, Risks and Opportunities.* (IWA Antalya 2007), 28-31 March, Belek, Antalya, Turkey.

www.SID.ir

Archive of SID

U.S.EPA.,(1977). *process design manual for land treatment of municipal wastewater*. adopted from www.epa.gov.

U.S.EPA.,(1983). Process *design manual for land application of municipal sludge*. EPA-625/1- 83-0/6.adopted from www.epa.gov.

U.S.EPA, (1992). Environmental regulations and technology; control of pathogens and vectors in sewage sludge EPA625/R-92/013.adopted from www.epa.gov.

Pescod, M. B. (1992). Wastewater treatment and use in agriculture, F.A.O of the United Nations, Rome.adopted from http:// www2.gtz.de/ Dokumente/ oe44/ ecosan/ en-wastewater-treatment-agriculture-1992.pdf

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992). 18th edn, American Public Health Association/ American Water Works Association/ Water Environment Federation, Washington DC, USA.

Lee, D. J. (2001) *Current status of sludge management and related frontier studies*. Department of Chemical engineering National Taiwan University. Presented in the University of Tokyo.

Hwang, E.-J. X. Zhang, Y-O. Lee, and H.J. Lee. (2007). Improving Agricultural Value of Sludge by Batch Aerobic Digestion. *Proceedings of IWA special conference on Facing Sludge Diversities, Challenges, Risks and Opportunities*. (IWA Antalya 2007), 28-31 March, Belek, Antalya, Turkey.

M. Çakmakci, Ozgur Ozdemir, Necati Kayaalp, Oktay Ozkan, Cumali Kinaci (2007). Evaluation of sludge disposal alternatives: Kayseri case study. *Proceedings of IWA special conference on Facing Sludge Diversities, Challenges, Risks and Opportunities*. (IWA Antalya 2007), 28-31 March, Belek, Antalya, Turkey.

S. Yan, S. Bala Subramanian, S. Mohammedi, R. D. Tyagi, R. Y. Surampalli and B.N. Lohani." Wastewater Sludge as a raw material for Biopesticides Production- Impact of seasonal variations". *Proceedings of IWA special conference on Facing Sludge Diversities, Challenges, Risks and Opportunities*, (IWA Antalya 2007), 28-31 March, Belek, Antalya, Turkey.

U.S.EPA.,(1979). *Process design manual for sludge treatment and disposal*, EPA- 625/ 1- 79- Oll. adopted from www.epa.gov.

www.SID.ir