Archive of SID

تثبیت تکمیلی لجن آبگیری شدهٔ تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب اصفهان با استفاده از روش کمپوست هوازی با اضافه کردن مواد حجیم کننده*

دکتر عبدالرحیم پرورش[1]، دکتر حسین موحدیان، مهندس ادریس بذرافشان

چکیده مقاله

مقدمه. رها کردن لجن فاضلاب در محیط بدلیل داشتن مواد فسادپذیر، میکروب‌های بیماریزا و تخم انگل‌ها، به اشاعه بیماریهای عفونی و تخریب محیط زیست می‌انجامد. متخصصین محیط زیست لجن‌های فاضلاب را در شمار مواد زاید خطرناک طبقه‌بندی نموده‌اند و بر تثبیت آنها قبل از دفع تأکید کرده‌اند.

روشها. مطالعهٔ حاضر یک مطالعه تجربی در مورد فاضلاب شهری در مقیاس عملی است که بصورت طرح نمونه انجام شده است. هدف از انجام این مطالعه تثبیت تکمیلی لجن آبگیری شده با استفاده از فرایند کمپوست کردن هوازی و با افزودن خاک اره به‌عنوان مادهٔ حجیم کننده بود. مطالعه در فاصله زمانی آذرماه تا اسفند ۱۳۷۹ در محل تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب اصفهان انجام پذیرفت. لجن خروجی از واحد آبگیری با خاک اره با نسبت‌های وزنی متفاوت مخلوط گردید. پارامتر درجه حرارت بصورت روزانه و پارامترهایی نظیر درصد رطوبت، مواد آلی، کربن، ازت و pH هفتگی اندازه گیری شد. همچنین شاخصهای میکروبی نظیر کلی‌فرم کل، کلی‌فرم مدفوعی و سالمونلا در ابتدا و پایان عملیات اندازه‌گیری شد. از طرفی محصول نهایی از نظر ارزش کودی و غلظت فلزات سنگین ارزیابی شد.

نتایج. پارامتر درجه حرارت پس از گذشت حدود ۱۰ الی ۱۵ روز در تمامی پایلوت‌ها به بیش از ۵۵C رسید وبرای حد اقل ۱۵ روز در این شرایط باقی ماند. همچنین با افزایش درجه حرارت، پارامترهای رطوبت، درصد مواد آلی، کربن، ازت و نسبت C/N سیر نزولی را طی نمودند. بیشترین درصد کاهش مواد آلی، رطوبت و شاخص‌های میکروبی در طی فاز ترموفیلیک مشاهده گردید. مقادیر باکتریهای کلی‌فرم کل و مدفوعی و نیز سالمونلا در پایان عملیات به حد استاندارد کلاس A سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (U.S.EPA) رسید.

بحث. این فرآیند یک روش قابل اعتماد و از نظر بهره برداری ساده و از قابلیت انعطاف پذیری بالایی برخوردار می‌باشد. بهترین درصد وزنی اختلاط لجن آبگیری شده با خاک اره برابر ۱ به ۰/۶ بود. انتشار بو در حین عملیات بسیار کم و ناچیز و کمپوست نهایی بویی شبیه بوی خاک داشت. از طرفی کاهش درصد مواد آلی به مقدار قابل ملاحظه‌ای تثبیت تکمیلی آنرا مشخص می‌ساخت. کیفیت میکروبی کمپوست تولیدی با توجه به مقررات ارایه شده توسط U.S.EPAدر ارتباط با کاهش کلی‌فرم و سالمونلا در محدودهٔ کلاس Aبود.

● *واژه‌های کلیدی. تثبیت لجن، لجن فاضلاب، کمپوست هوازی، اصفهان، بهداشت محیط، بهداشت آب.*

مقدمه

جوامع بشری با مصرف مواد مختلف ، مواد زاید مایع و جامد تولید می‌کنند. دفع این مواد به نحوی که هم به بهداشت عمومی آسیب نرساند و هم معضلات زیست محیطی ایجاد نکند، به برنامه ریزی و تلاش فراوان نیاز دارد (۱).

در جوامع امروزی تصفیه فاضلاب نه یک امر دلخواه، بلکه یک ضرورت است. ضرورت انجام تصفیه فاضلاب، پس از افزایش بار آلودگی آنها و کاهش ظرفیت خودپالایی آبهای پذیرنده و بروز شرایط آزار دهنده و غیر قابل تحمّل مورد توجه قرار گرفت (۲).

فاضلاب شهری پس از عبور از واحدهای عملیاتی و فرایندهای تصفیه فاضلاب به دو بخش پساب و لجن تفکیک می‌شوند که هر یک برای راهیابی مجدد به محیط باید کیفیتی مطابق با استانداردهای زیست محیطی داشته باشند (۲).

بر خلاف پسآبهای خروجی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب که معمولاً کیفیتی مطلوب برای تخلیه به طبیعت دارند، لجن‌ها که حاصل تغلیظ آلاینده‌های موجود در فاضلاب هستند، به هیچ وجه بصورت خام و تصفیه نشده مجوز ورود به محیط زیست را ندارند. به عبارت دیگر، رها کردن لجن در محیط زیست به دلیل وجود مواد فساد پذیر، میکروب‌های بیماریزای موجود در آن، به اشاعه بیماریهای عفونی و تخریب محیط زیست می‌انجامد (۳).

متخصصین محیط زیست لجن‌های فاضلاب را بدلیل دارا بودن آلاینده‌های شیمیایی و عوامل بیماریزا در زمرهٔ مواد زاید خطرناک طبقه‌بندی نموده‌اند و تثبیت آنها را قبل از دفع لازم می‌دانند (۴). هزینه تصفیه و دفع لجن در حدود ۵۰٪ هزینه کل یک تصفیه خانه است و به همین دلیل یافتن روشهای اقتصادی تصفیه و دفع لجن، اهمیت بسیاری دارد. از آنجا که تصفیه فاضلاب اولین گام برای بهسازی محیط است، دفع نهایی فرآورده‌های جانبی آن نیز باید بصورت اُصولی و بهداشتی انجام

---

* این طرح با شماره ۷۹۲۳۴ در دفتر هماهنگی امور پژوهشی ثبت شده است و هزینهٔ آن از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی استان اصفهان پرداخت گردیده است .

۱ - گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی استان اصفهان، اصفهان. Emali:Parvaresh@hlt.mui.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

شود (۳). تغلیظ، بهبود کیفیت، آبگیری و خشک کردن، عملیات اولیه‌ای هستند که برای حذف رطوبت لجن بکار می‌روند و هضم، سوزاندن، اکسیداسیون و کمپوست سازی عملیاتی هستند که برای تصفیه مواد آلی لجن استفاده می‌شوند (۱). لجن فاضلاب با استفاده از سیستم‌های مختلف هوازی یا بیهوازی تصفیه می‌شود و سپس برای تکمیل عمل تثبیت لجن با اضافه کردن مواد حجیم کننده و اصلاح کننده یا بدون افزودن این مواد کمپوست می‌شوند. یکی از روشهای معمول برای کمپوست کردن هوازی لجن استفاده از مخلوط لجن و عوامل حجیم کننده و اصلاح کننده نظیر خاک اره و خرده چوب حاصل از صنایع چوب می‌باشد که سبب متعادل نمودن رطوبت و نسبت C/N در مخلوط حاصل و فراهم نمودن شرایط بهینه برای تهیه کمپوست از لجن و خاک اره می‌باشد. هوموس حاصل از مخلوط لجن فاضلاب و زایدات آلی از جمله خاک اره دارای خواص با ارزشی برای رشد و نمو گیاهان و حاصلخیزی خاک است. کمپوست حاصل حاوی عناصر کمیابی است که برای رشد گیاه ضروری شناخته شده‌اند (۵). بطور کلّی می‌توان گفت که کمپوست لجن محصول یک فرایند بیولوژیکی تجزیه و تغییر شکل مواد آلی است که توسط تعدادی از میکروارگانیسم‌های هوازی گرمادوست در داخل تودهٔ لجن (مخلوط اولیه کمپوست) و در مجاورت حرارت، رطوبت و اکسیژن انجام می‌گیرد و با ایجاد ۵۰ به ۷۰ درجه سانتیگراد گرما و تشکیل آنتی‌بیوتیک‌ها در حین عمل تجزیه، عمل پاستوریزاسیون انجام می گیرد و عوامل بیماریزا از بین می روند (۵).

کمپوست لجن، نمونه ای از لجن تثبیت شده است. براساس مطالعات صورت گرفته، کاربرد کمپوست لجن در خاک مزایای زیادی دارد که عبارتند از: بهتر شدن دانه‌بندی و تخلخل خاک در زمین‌های سنگلاخی، بهبود نفوذپذیری و تهویه خاک، کمک در نگهداری آب و مواد غذایی در خاک‌های سبک، کاهش حالت چسبندگی خاک، کمک به تشکیل خاک دانه، جلوگیری از هدر رفتن آب، تیره نمودن رنگ خاک و کمک در جذب حرارت و گرم نگهداشتن آن، در اختیار قرار دادن تدریجی عناصرغذایی و کم مصرف مورد نیاز گیاهان، جذب بعضی از مواد غذایی نظیر فسفات‌های غیر محلول، تشدید فعالیتهای بیولوژیکی خاک، کمک به حاصلخیزی آن بعلت دارا بودن مواد آلی، جلوگیری از فرسایش خاک، بهبود کمّیت و کیفیت محصولات کشاورزی، احیا و اصلاح زمینهای بایر و ایجاد محیط مناسب برای رشد مساعد درختان و گیاهان زراعی، افزایش ظرفیت تامپونی خاک، افزایش توان خاک برای نگهداری ترکیبات محلول به سبب افزودن مواد آلی و تثبیت فلزاتی نظیر کلسیم و منیزیم در خاک (۶، ۷).

تمام دلایل ذکر شده، استفاده از لجن فاضلاب را برای مصارف کشاورزی توجیه می‌کنند، اما بی‌خطرسازی این لجن‌ها از نظر خواص شیمیایی، میکروبیولوژیکی و عناصر سمی آلی و معدنی ضروری می‌باشد.

روشها

مطالعات پایلوت در ۵ مرحله انجام گردید. در این ارتباط کپه‌هایی (Piles) با قطر ۲/۴ تا ۳/۶ متر و ارتفاع ۱/۲ تا ۱/۴ متر ایجاد شد. نحوه ایجاد پایلوت‌ها بدین صورت بود که لجن فاضلاب شهری پس از اینکه مراحل پیش تصفیه شامل تغلیظ، هضم بیهوازی ناقص (تثبیت ناقص بدلیل پایین بودن زمان ماند در هاضم‌های بی هوازی) و آبگیری را گذراند و درصد جامدات آن به حدود ۲۰ تا ۲۲ درصد رسید (در این حالت بصورت کیک لجن در آمد) با نسبت‌های وزنی زیر با خاک اره مخلوط گردید و به صورت کپه با ابعاد ذکر شده انباشته شد.

از آنجا که یکی از پارامترهای تعیین کننده در تهیه کمپوست از لجن فاضلاب نسبت C/N در لجن خروجی از واحد آبگیری و نیز نسبت C/N در خاک ارهٔ مورد استفاده می‌باشد، لذا لجن و خاک اره با نسبتی معیّن با یکدیگر مخلوط شدند تا نسبت مناسب C/N در شروع عملیات کمپوست حاصل شود. لجن آبگیری شده در پایلوت شماره یک به نسبت وزنی ۸ به ۱، پایلوت شماره ۲ به نسبت وزنی ۸/۵ به ۱/۵، پایلوت شماره ۳ به نسبت وزنی ۱ به ۰/۶، پایلوت شماره ۴ به نسبت ۱ به ۰/۵ و پایلوت شماره ۵ به نسبت وزنی ۱ به ۰/۵ با خاک اره مخلوط شدند. از طرفی رطوبت مخلوط لجن و خاک اره در پایلوت‌های شماره ۳ و ۴ و ۵ پایین بود که با پاشیدن آب بر روی این کپه‌ها، رطوبت آن تا حد بهینه (۵۰ تا ۶۰ درصد) افزایش یافت.

توده‌های کمپوست به‌صورت هفتگی توسط کارگر زیرورو گردیدند، به نحوی که در طول هر دوره تهیه کمپوست، هر پایلوت ۵ بار زیرورو شد. در ابتدای ایجاد پایلوت‌ها آزمایشهای شیمیایی و میکروبی انجام گردید. به این ترتیب که پایلوت‌ها روزانه از نظر تغییرات درجه حرارت مورد پایش قرار گرفتند و پارامترهایی نظیر درصد رطوبت، درصد مواد آلی، درصد ازت، درصد کربن، نسبت C/N و pH بصورت هفتگی و پارامترهای غلظت فلزات سنگین (کروم، مس، روی، کادمیوم و سرب)، درصد سدیم، پتاسیم (پتاس) و فسفر نیز در پایان عملّیات تهیه کمپوست اندازه‌گیری شدند.

از نظر میکروبی، در ابتدا و پایان هفته چهارم و نیز پایان عملیات تهیه کمپوست پارامترهای کلی‌فرم کل، کلی‌فرم مدفوعی و سالمونلا مورد آزمایش قرار گرفتند. پس از بدست آوردن نتایج آزمایشگاهی، اطلاعات حاصل تجزیه و تحلیل شد.

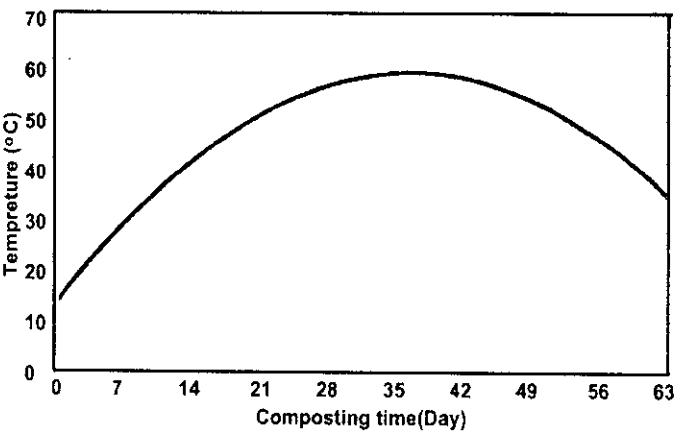
نتایج

نتایج حاصل از پایش روزانهٔ درجه حرارت تودهٔ کمپوست در اعماق مختلف و در پایلوت‌های مختلف حاکی از آن بود که درجه حرارت از حدود روز دوم روند صعودی را آغاز نمود و پس از گذشت حدود ۱۵ روز از آغاز عملیات کودسازی، درجه حرارت تودهٔ کمپوست در عمق ۹۰cm به حدود ۵۰°C رسید. این روند صعودی تا رسیدن به دمای حدود ۶۰°C ادامه یافت و سپس روند نزولی آن آغاز شد. در طی این فرایند درجه حرارت برای مدت زمان بیش از ۲۰ روز در حدود ۵۵ درجه سانتیگراد باقی ماند (نمودار ۱).

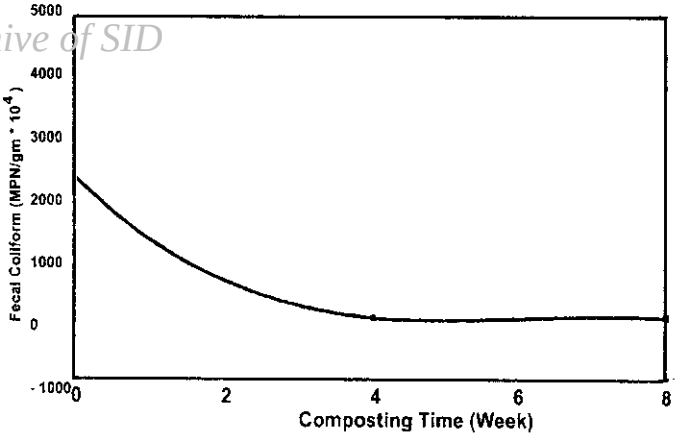
مشخصات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی مخلوط اولیه و نهایی تودهٔ کمپوست در کپه‌های مختلف نشان داد که مقادیر مواد آلی مخلوط اولیه تودهٔ

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱. روند کلّی تغییرات درجه حرارت در عمق ۹۰cm در کلیه کپه‌ها



نمودار ۲. روند نزولی باکتری‌های کلیفرم مدفوعی در کلیه کپه‌ها

کمپوست که بطور متوسط در حدود ۷۶/۴۴ درصد بود، در پایان عملیات به حدود ۵۳/۴۴ درصد رسید (جداول ۱ و ۲). به این ترتیب حدود ۳۰ درصد کاهش در مقدار مواد آلی بوجود آمد. ضمناً بررسی روند تغییرات مواد آلی در کلّیه پایلوت‌ها نشان داد که درصد کاهش مواد آلی در پایلوت شماره سه با درصد اختلاط ۱ به ۰/۶ بیشتر از سایر پایلوت‌ها بود.

مقایسه تغییرات pH مؤید آن است که در کلیه پایلوت‌ها pH تا هفته چهارم روند نزولی را طی می‌کند و سپس سیر نزولی ملایم‌تر می‌شود و در نهایت pH به طرف خنثی پیش می‌رود (جداول ۱ و ۲).

همین‌طور نسبت C/Nاز میانگین حدود ۲۶/۶۳ در آغاز عملّیات به حدود ۲۰/۵۲ در پایان مرحله عمل‌آوری رسید که کاهش حدود ۱۷/۲۲ درصد را نشان می دهد و با روند تغییرات کربن و ازت مطابقت دارد.

مقایسه مقادیر شاخص‌های میکروبی شامل کلی‌فرم مدفوعی و سالمونلا نشان داد که این دو شاخص به‌ترتیب از متوسط $۲/۴۶ \times ۱۰^{۷}$MPN/gr.ds و ۱۹/۷۴ MPN/4gr.ds به ترتیب به متوسط ۹۵۸MPN/gr.ds و ۰/۴۷ MPN/4gr.ds در پایان عملیات رسیده است (جداول ۱ و ۲). نتایج حاصل نشان داد که بیشترین درصد کاهش باکتری‌های کلی‌فرم مدفوعی در طی ۵ هفته ابتدایی و در شرایط فاز ترموفیلیک صورت گرفته است (نمودار ۱ و ۲).

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی و میکروبی مخلوط اولیه توده کمپوست

شماره پایلوت	درصداختلاط وزنی لجن به خاک ارّه	جامدات خشک (٪)	مواد آلی(٪)	ازت کل(٪)	کربن (٪)	نسبت C/N	PH	کلیفرم کل MPN/gr	کلیفرم مدفوعی MPN/gr	سالمونلا MPN/4gr
۱	۸ به ۱	۳۱/۳	۶۹/۱۲	۱/۶۸	۳۲/۸۲	۱۹/۵۴	۸/۵۱	$۱/۳۹\times۱۰^{۸}$	$۴/۳۶\times۱۰^{۷}$	۲۰/۴۵
۲	۸/۵ به ۱/۵	۳۳/۶	۶۹/۷۵	۱/۶۶	۳۳/۲۸	۲۰/۰۶	۷/۸۷	$۲/۸۸\times۱۰^{۸}$	$۲/۰۸\times۱۰^{۷}$	۱۸/۶۵
۳	۱ به ۰/۶	۴/۱۸	۸۲/۷۱	۱/۲۸	۴۰/۲۲	۳۱/۴۳	۸/۳۵	$۱/۰۵\times۱۰^{۸}$	$۲/۵۵\times۱۰^{۷}$	۲۱/۱۵
۴	۱ به ۰/۵	۴۳/۵	۸۰/۴۲	۱/۲۵	۳۸/۹۸	۳۱/۱۸	۷/۷۸	$۲/۶\times۱۰^{۸}$	$۱/۲۳\times۱۰^{۷}$	۱۶/۳
۵	۱ به ۰/۵	۳۹/۱۶	۸۰/۱۹	۱/۲۴	۳۸/۴۸	۳۰/۹۵	۷/۷۹	$۲/۶۹\times۱۰^{۸}$	$۲/۰۹\times۱۰^{۷}$	۲۲/۱۴
میانگین		۳۷/۸۷	۷۶/۴۴	۱/۴۲	۳۶/۷۶	۲۶/۶۳	۸/۰۶	$۲/۳۲\times۱۰^{۸}$	$۲/۴۶\times۱۰^{۷}$	۱۹/۷۴

جدول ۲. مشخصات فیزیکی و شیمیایی و میکروبی مخلوط نهایی توده کمپوست

شماره پایلوت	جامدات خشک (٪)	مواد آلی(٪)	ازت کل(٪)	کربن (٪)	نسبت C/N	PH	کلیفرم کل MPN/gr	کلیفرم مدفوعی MPN/gr	سالمونلا MPN/4gr
۱	۷۰/۲	۴۹/۳۸	۱/۳۱	۲۱/۹۱	۱۶/۶	۷/۰۳	۴۱۶۸۷	۶۳۱	۱/۰۹
۲	۵۸/۳	۵۰/۳۷	۱/۴۱	۲۲/۴۵	۱۵/۹۲	۷/۱۸	۱۲۳۰۲۷	۲۰۵۵	۰/۷۸
۳	۷۲/۰۶	۵۳/۲۱	۱/۰۸	۲۲/۳۸	۲۰/۷۲	۷/۰۱	۸۹۱۳	۸۷۱	۰/۱۳
۴	۶۸/۵۴	۵۸/۳۱	۱/۱	۲۶/۷۷	۲۴/۳۴	۷/۱۱	۴۷۸۶۳	۷۰۸	۰/۱۶
۵	۶۳/۷۸	۵۵/۹۴	۱/۰۲	۲۵/۵۲	۲۵/۰۲	۷/۰۹	۸۹۱۳	۵۲۵	۰/۱۸
میانگین	۶۶/۵۸	۵۳/۴۴	۱/۱۹	۲۳/۸۱	۲۰/۵۲	۷/۰۸	۲۸۸۴۰	۹۵۸	۰/۴۷

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. نتایج میانگین غلظت فلزات سنگین در محصول نهایی کمپوست (بر حسب وزن خشک)

شماره پایلوت	پارامتر				
	سرب Pb mg/Kg	مس Cu mg/Kg	روی Zn mg/Kg	کادمیوم Cd mg/Kg	کروم Cr mg/Kg
۱	۷۹/۱۲	۸۹/۲۱	۲۵۵/۲۷	۰	۴۵/۶
۲	۱۶۳/۹۷	۳۱۹/۲۴	۲۹۲/۰۷	۱/۳۲	۳۲/۱۳
۳	۹۸/۲۹	۱۶۴/۸	۱۸۴/۸۴	۰	۷۱/۴۷
۴	۱۱۴/۷۷	۱۰۴/۷۲	۱۷۳/۱۶	۲/۶۷	۲۷/۶
۵	۱۰۲/۱۶	۱۳۱/۹۱	۲۲۳/۰۴	۰	۴۰/۹۳
استاندارد	۳۰۰	۱۵۰۰	۲۸۰۰	۳۹	۱۲۰۰

بین درصد کاهش مواد آلی و درصد کاهش شاخص‌های میکروبی (کلی‌فرم کل، کلی‌فرم مدفوعی و سالمونلا) رابطه وجود دارد (r^2=۰/۹۱ و P<۰/۰۰۱) (جداول ۱ و ۲).

مقایسه نتایج میانگین‌های غلظت فلزات سنگین در محصول نهایی کمپوست در مقایسه با استاندارد نشان می‌دهد که مقادیر این فلزات در کمپوست نهایی کمتر از حدود استاندارد می‌باشد (جدول ۳).

بحث

یافته‌های این تحقیق نشان داد که تثبیت لجن با روش کمپوست هوازی به طریقه کپه‌ای (Pile) سبب اکسیداسیون مواد آلی و کاهش مقادیر آن در لجن می‌شود. کاهش مقادیر مواد آلی همزمان با افزایش درجه حرارت درون تودهٔ کمپوست صورت می‌گیرد که این امر نابودی کلیه عوامل پاتوژن از قبیل کلی‌فرم‌های مدفوعی و سالمونلا را به دنبال دارد. بعلاوه رابطه بین کاهش مقادیر مواد آلی و کاهش کلی‌فرم مدفوعی و سالمونلا مستقیم و قوی است (r^2=۰/۹۱ و P<۰/۰۰۱). در نتیجه با کاهش درصد مواد آلی، شاخص‌های میکروبی شامل کلی‌فرم مدفوعی و سالمونلا کاهش می‌یابند. میانگین درصد کاهش مواد آلی در حدود ۳۰ درصد بعد از گذشت حدود ۶ هفته بوده است، که با نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده توسط سایرین مطابقت دارد (۵، ۶).

همچنین با توجه به نتایج حاصل و با استناد به مدارک و تحلیل‌های موجود در مراجع معتبر چنین می‌توان نتیجه گیری نمود که فرایند کمپوست هوازی یک روش قابل اعتماد می‌باشد که از انعطاف پذیری بالایی برخوردار است. از طرفی محصول نهایی این فرایند مطابق با کیفیت میکروبی کلاس Aاستاندارد میکروبی ارایه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (U.S.EPA) می‌باشد. مطابق این کلاس غلظت کلی‌فرم مدفوعی باید کمتر از ۱۰۰۰MPN در هر گرم جامدات خشک و تعداد باکتریهای سالمونلا کمتر از ۳MPN در هر ۴ گرم جامدات خشک باشد. به این ترتیب کاربرد کمپوست در اراضی کشاورزی و فضای سبز بی‌خطر است.

لجن‌های فاضلاب عمدتاً حاوی فلزات سنگین و مواد آلی سمّی هستند که در صورت کاربرد در زمین‌های کشاورزی می‌توانند در خاک باقی بمانند و شرایط خطرناکی را برای انسان، حیوان و گیاه بوجود آورند. به عبارت دیگر وجود مقادیر زیاد فلزات سنگین در لجن فاضلاب از مهمترین عوامل محدود کنندهٔ کاربرد آن در کشاورزی می‌باشد. نکته مهم در ارتباط با وجود فلزات سنگین در کمپوست این است که باید از همان ابتدای کار غلظت فلزات سنگین را حتی المقدور با در پیش گرفتن اقدامات لازم، تقلیل دهیم (۳).

بر اساس نتایج حداکثر غلظت کادمیوم (به‌عنوان شاخص آلودگی) در محصول کمپوست کمتر از حداکثر غلظت مجاز این فلز در کمپوست لجن (ارایه شده توسط U.S.EPA) می‌باشد (جدول ۳) (۴، ۷). ضمن اینکه حداکثر غلظت سایر فلزات سنگین شامل سرب، روی، مس و کروم نیز کمتر از حداکثر غلظت مجاز این فلزات در کمپوست لجن است.

به این ترتیب در یک نتیجه گیری کلی می‌توان گفت که در صورت وجود شرایط متعارف، (همانند زمان اجرای طرح) محصول کمپوست لجن فاضلاب شهری تصفیه خانه جنوب اصفهان به لحاظ کیفیت میکروبی و غلظت فلزات سنگین در سطح استانداردهای U.S.EPA می‌باشد و با اطمینان می‌توان آن را در زمینهای کشاورزی و فضای سبز مورد استفاده قرار داد.

در نهایت چنین استنباط می‌شود که می‌توان لجن خروجی از واحد آبگیری لجن تصفیه خانه جنوب اصفهان را از طریق فرآیند کمپوست هوازی با استفاده از خاک اره به‌خوبی تثبیت نمود. این روش قابل اعتماد و قابل انعطاف می‌باشد.

روند صعودی درجه حرارت از حدود روز دوّم آغاز می‌شود و پس از ۱۵ روز به بیش از ۵۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد، که تا حدود روز ۳۰ ادامه خواهد داشت. افزایش درجه حرارت در این مدت سبب از بین رفتن عوامل بیماریزا و سایر عوامل مزاحم خواهد شد.

بین درصد کاهش مواد آلی و درصد کاهش کلی‌فرم‌های مدفوعی و سالمونلا رابطه مستقیم و معنی داری وجود دارد (r^2=۰/۹۱ و P<۰/۰۰۱).

کاهش کلی‌فرم مدفوعی و سالمونلا در این فرایند به حدّی است که از استاندارد U.S.EPA کمتر می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

1- Metcalf F. Eddy I. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse. Philadelphia, Mc Graww Hill Co. 1991.

2- Peavy HS, Rowe DR, Tchobanoglous G. Environmental Engineering. 3rd Ed. Philadelphia, Mc Graw Hill Co. 1994.

۳- طباطبایی، م. صادقی، غ. حذف فلزات سمی از لجن فاضلاب شهری . مجله آب و محیط زیست ۱۳۷۸؛ ۱۵: ۲۲-۲۶.

۴- فرزادکیا، م. معیارهای بهداشتی استفاده مجدد از لجن فاضلاب شهری در زمین. مجله آب و محیط زیست ۱۳۷۸؛ ۱۵: ۳۳-۳۷.

۵- پرورش، ع. شاه منصوری، م. تهیه کود آلی کمپوست. چاپ اول، تهران، انتشارات پرسش ۱۳۷۳.

6- Haug RT. The practical Handbook of Compost Engineering. 4th ed, New York, Lewis 1993.

۷- عمرانی، ق. مواد زاید جامد. چاپ اول، جلد اول، تهران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی ۱۳۷۳.

اصلاحیه

در شماره ۳ سال ششم (پاییز ۱۳۸۰) در مقاله "**تغییرات ساختار چربیهای سرم در مصرف کوتاه مدت لپتین: مطالعهٔ حیوانی در خرگوش**" نویسندگان مقاله به شرح زیر اصلاح می‌شود.

مهرآفرین فشارکی، دکتر محمدرضا شریفی، دکتر پروین رجبی، منصور اسماعیلی دهج

www.SID.ir