محیط شناسی، سال سی و ششم، شمارهٔ ۵۶ زمستان ۸۹، صفحهٔ ۶۹-۷۴

تبخیر بیولوژیکی فاضلاب الکل سازی با تبدیل آن به کود کمپوست

محمدمهدی تقی زاده

استادیار دانشگاه آزاداسلامی-واحد استهبان

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۹ تاریخ پذیرش:۸۹/٤/۱۳

چکیده

تولید الکل از ملاس حجم زیادی از فاضلاب تولید می‌کند که به‌واسطهٔ بار آلی و رنگ و کدورت زیاد منجر به مشکلات زیست محیطی فراوانی می‌شود. غلظت زیاد مواد جامد آلی موجود در این فاضلاب که به‌صورت محلول و یا کلوئیدی است، روشهای تصفیهٔ متعارف فاضلاب را غیرمناسب می‌سازد. کمپوست‌کردن این نوع فاضلاب به‌وسیلهٔ یک فرایند بیولوژیکی گرمازای هوازی امکان‌پذیر است. در این مطالعه پس از بررسی امکان تولید کود کمپوست از فاضلاب الکل‌سازی، امکان دفع حجم بیشتری از فاضلاب به کمک تبخیر با افزایش دوره‌ای پساب الکل‌سازی به توده کمپوست بررسی شد. برای هدف فوق دو پایلوت آزمایشی با استفاده از فاضلاب کارخانهٔ الکل‌سازی، خاک ارّه، خورده چوب وکود کمپوست یکی به شکل متعارف و دیگری با افزایش دوره‌ای فاضلاب مورد بررسی قرار گرفت. افزایش دوره‌ای فاضلاب به توده توانست ۷۵٪ از کل وزن توده رادر مدت ۱۰ روز تبخیر کند، درحالی که در سیستم متعارف کمپوست‌سازی فقط ۲۸ ٪ کل وزن توده در مدت ۱۴ روز تبخیر می‌شود. افزایش سرعت تبخیر در روش افزایش دوره‌ای نسبت به روش معمولی نشان داد که میزان کمتری ازمواد پرکننده نیزبرای کمپوست‌سازی نیاز است و همچنین حجم بیشتری از فاضلاب در واحد حجم مواد پرکننده قابل تبخیر است. تجزیه و تحلیل شیمیایی و فیزیکی کود کمپوست تولید شده نشان داد که هدایت الکتریکی کود با این روش افزایش می‌یابد، که باعث پایین آوردن کیفیت کود می‌شود و غلظت عناصر مغذی نظیر ازت و فسفر و پتاس نیز نسبت به روش متعارف افزایش نشان می‌دهد که موجب بهبود کیفیت کود می‌شود.

کلید واژه

تبخیربیولوژیکی،کمپوست، کارخانه‌های تولید الکل، فاضلاب الکل‌سازی

سرآغاز

از آنجا که بخش عمده‌ای ازخاکهای ایران جزء خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک محسوب شده و مقدار موادآلی آنها کمتر از یک درصد است استفاده از کودهای آلی نه فقط موجب افزایش تولید محصولات کشاورزی خواهد شد بلکه از فرسایش و تخریب خاک جلوگیری کرده و نیل به کشاورزی پایدار را ممکن می‌سازد . مواد آلی به علت اثر سازنده‌ای که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک دارند، به عنوان یکی از ارکان باروری خاکها شناخته شده‌اند. تحقیقات نشان می‌دهند که مصرف کودهای آلی، به‌خصوص به شکل کمپوست شده ضمن افزایش عملکرد گیاه،آثار مثبت و مفیدی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک داشته که خود منجر به حفظ سلامت و حاصلخیزی خاک و تولید پایدار در دراز مدت خواهد شد (میرزایی تالار پشتی و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به این‌که فاضلاب خروجی از کارخانه‌های الکل‌سازی دارای بار آلیCOD, BOD و جامدات معلق فراوان است و از طرف دیگر این فاضلاب دارای رنگ بسیار تیره است (Satyawali and Blackrishnan, 2007)، رها کردن این فاضلاب بدون تصفیه برای محیط زیست بسیار خطرناک است. از طرفی سیستم‌های معمول تصفیه با توجه به غلظت بسیار بالای املاح و نمک در این فاضلاب کارایی مناسب ندارند و سیستم‌های تصفیه به روش لجن فعال و لاگون هوادهی و برکه‌های بی‌هوازی نتوانسته‌اند رنگ را از این فاضلاب‌ها حذف کنند (Sirianuntapiboon, Zohasalan and Ohmomo, 2004), (Wedzicha and Kupopo, 1992). از طرف دیگر اگر بخواهیم به‌دنبال راهکارهای تصفیه پیشرفته، نظیر سیستم‌های کربن فعال باشیم نیاز به سرمایه‌گذاری زیادی است که نسبت به سرمایه‌گذاری

نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۷۳۱۳۵۳۵۹ E-Mail: m_taghizadeh@iauestahban.ac.ir

کم بخش تولید در این واحدها توجیه‌پذیر نیست. (Satyawali and Blackrishnan,2007). استفاده از اشعهٔ فرا بنفش برای تصفیهٔ فاضلاب‌های خام با کدورت زیاد، بازده مناسبی نشان نداده است (Gehringer, 2003). از آنجا که مقدار تولید گرما در توده بستگی به میزان مواد آلی دارد؛ کمپوست کردن این نوع فاضلاب حرارت زیادی را با باکتری‌ها ایجاد می‌کنند. گرمای تولیدی طی فرایندکمپوست سازی می‌تواند باعث کاهش رطوبت توده شود. افزایش دما با افزایش فعالیت باکتری‌های مزوفیل همراه است. اما اگر دما به حدود ۵۵ تا ۶۵ درجهٔ سانتیگراد برسد، پیش‌بینی می‌شود به علت تفاوت نوع اسید آمینه این دو گروه باکتری‌های فعالیت باکتری‌های کلروفیل متوقف شده و باکتریِ‌های گرمادوست جایگزین شوند، که علت آن تفاوت نوع اسید آمینه این دو گروه باکتری است (Fukuchi,et al.,2001). بنابراین در این تحقیق علاوه بر بررسی امکان‌پذیری علمی و عملی تبدیل فاضلاب حاصل از کارخانه‌ها الکل‌سازی به کود کمپوست، با پاشش متناوب فاضلاب و خنک کردن آن از توقف فعالیت باکتریِ‌های مزوفیلیک جلوگیری، و به امکان تبخیر و کاهش حجم فاضلاب تولیدی به‌کمک تبخیر با استفاده از گرمای زیاد تولید شده در توده پرداخته شده است.

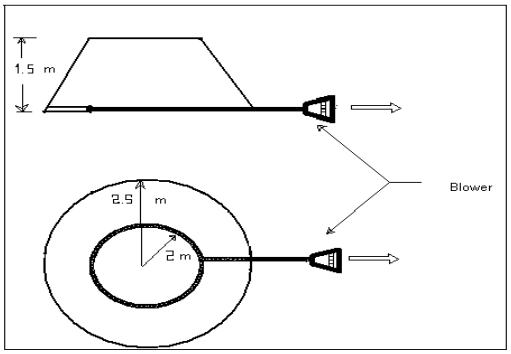
مواد و روشها

دو نمونه تودهٔ آزمایشی (پایلوت) یکی برای بررسی امکان کمپوست شدن فاضلاب غلیظ الکل‌سازی و دیگری برای بررسی امکان ایجاد شرایط تبخیر فاضلاب به کمک حرارت توده کمپوست ساخته شد. این پایلوت‌ها به شکل مخروطی با مقطع دایره‌ای به شعاع ۲ متر ساخته شدند. کف محل دارای شیب مناسب با بتن آب‌بند شده بود. پس از ریختن ضخامت ۱۰ سانتیمتر از خلال‌های چوب، به کمک لوله پلی‌اتیلن حلقه‌ای به قطر ۹۵ سانتیمتر ساخته شد. در این لوله به کمک متّه به قطر ۵ میلیمتر به فواصل ۵ سانتیمتری سوراخ‌هایی ایجاد شد و انتهای آن به یک فن به قطر ۲۵ سانتیمتر و به قدرت ۸۵۰ وات ساعت متصل شد. بین فن و لوله، محفظه‌ای فلزی ساخته شد، به گونه‌ای که فن بتواند به لوله متصل شود. فن به نحوی نصب شد که هوای درون توده را مکش کند و در واقع هوا را از بیرون وارد توده کرده و جریان مناسب هوا درون توده برقرار شود.

اشکال شمارهٔ (۱ تا ۳) شکل‌های شماتیک فن و توده آماده شده را نشان می‌دهند. در پایلوت اوّل که به منظور امکان‌سنجی تولید کمپوست ساخته شده بود، تودهٔ سطحی به ارتفاع حدود یک متر ساخته شد. مواد مصرفی شامل، خلال‌های ضایعاتی کارخانهٔ کبریت‌سازی، خاک اره، کود کمپوست تولید شده از زبالهٔ شهری و فاضلاب کارخانهٔ الکل‌سازی بود. علت استفاده از این ترکیب این بود که، خلال‌های ضایعاتی کارخانهٔ کبریت‌سازی، محیطی، سبک، قابل دسترس و متخلخل برای عبور مناسب هوا و دما، ایجاد می‌کرد. خاک ارّه محیطی جاذب رطوبت و دارای کربن آلی و کود کمپوست به عنوان ذخیره باکتری مورد نیاز قابل استفاده بود. درصد مواد مصرفی مطابق جدول شمارهٔ (۱) ساخته شد. در نسبت انتخاب شده از نسبت‌های معمول کمپوست‌سازی با استفاده از لجن فاضلاب استفاده شد (keefer and Gilliland, 1985). خاک‌اره، خورده چوب وکود کمپوست نیز با پیمانهٔ حجمی بر حسب لیتر برداشته شدند.

جدول شمارهٔ (۱): درصد اختلاط

مواد مخلوط شده	فاضلاب	خاک ارّه	خورده چوب	کود کمپوست
حجم(لیتر)	۸۰۰	۵۵۰	۱۴۰۰	۲۰۰



شکل شمارهٔ (۱):شکل شماتیک پایلوت

شکل شمارهٔ (۲): فن مورد استفاده

شکل شمارهٔ (۳): تودهٔ مورد استفاده

در تودهٔ دوم که مشابه با تودهٔ اوّل ساخته شد هر زمان که دما به مرز ۵۵ درجه سانتیگراد می‌رسید برای پیشگیری از توقف فعالیت باکتری‌های فعال در اثر گرمای زیاد تا حد اشباع به توده فاضلاب اضافه و مقدار فاضلاب اضافه شده یادداشت می‌شد. منظور از اشباع کردن توده، افزایش آن مقدار از فاضلاب به توده است تا حدی که از کف توده، فاضلاب نشت کند یا جاری شود. در این حالت رطوبت نمونه براساس آزمایش انجام شده ۷۰ درصد بود. طی فرایند کمپوست‌سازی و پس از به‌دست آمدن کمپوست آزمایش‌هایی به شرح زیر مطابق روشهای استاندارد روی توده کمپوست انجام گرفت:

۱- درجهٔ حرارت به کمک دماسنج جیوه‌ای متصل به یک میله ۳۰ سانتیمتری اندازه‌گیری می‌شد و همراه با اندازه‌گیری دما در عمق ۴۰ سانتیمتری تودهٔ دمای بیرون نیز یادداشت می‌شد.

زمان ساخت و بهره‌برداری از پایلوت‌ها از اردیبهشت تا مرداد بود که دمای هوا در محل آزمایش بین ۱۶ تا ۳۳ درجهٔ سانتیگراد اندازه‌گیری شد

۲- میزان رطوبت: میزان درصد آب موجود در نمونه با نمونه‌برداری و تبخیردر دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد با توجه به اختلاف وزن به‌دست آمده روزانه اندازه‌گیری می‌شد.

۳- ازت کل به روش ازت کجلدال اندازه‌گیری شد (Bremner and Molvaney, 1982).

۴- فسفر کل به روش مولیبدات بلو، اندازه‌گیری شد (Olsen and Sommers, 1982).

۵- پتاس به کمک روش فلیم فتومتری.

۶- کربن کل به روش احتراق خشک- اکسیداسیون با حرارت و اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن به کمک دتکتور مادون قرمز (Nelson and Sommer,1982) و با توجه به اهمیت و نقش میزان شوری و غلظت نمک در فعالیت باکتری‌ها و همچنین کیفیت کود تولیدی در هر مرحله قبل از افزایش فاضلاب میزان هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شد. فلزات سنگین نیز آزمایش و بررسی شدند.

جدول شمارهٔ (۲): مقایسهٔ کود خریداری شده و تولید شده

خصوصیت	ECµmhose/cm	pH	درصدکربن	درصد ازت	فسفر ppm	پتاسم ppm	آهن ppm	روی ppm	منگنز ppm	مس ppm
کمپوست شهرداری	۷/۸۳	۷/۷۴	۱۲/۴۸	۱/۲۴	۶۷	۲۰۶۲	۴۷	۲۳	۲۲	۶/۲
کمپوست تولیدی	۱۰/۸۸	۷/۶۴	۸/۲۹	۸/۲	۹۷	۳۷۵۰	۳۷	۱۴	۱۹	۴

نتایج وتفسیر

درجدول شمارهٔ (۲)،کیفیت کود تولیدی با کود کمپوست موجود در بازار که بیشتر از زباله تهیه می‌شود مقایسه شده است: همان طور که دیده می‌شود، هدایت الکتریکی کود تولید شده بیشتر ازکود خریداری شده است. زیادبودن هدایت الکتریکی برای خاک مناسب نیست. شوری خاک تأثیر عمده‌ای در کاهش سطح زیر کشت و عملکرد محصولات کشاورزی دارد (عبدل‌زاده و صفاری، ۱۳۸۱). اما برای رفع این مشکل باید درصد کمتری از این کود را در واحد حجم خاک کشاورزی استفاده کرد. پی اچ کود تولیدی برای خاک مناسب است. اگرچه پی اچ درفاضلاب کارخانهٔ اسیدی بوده تجزیهٔ بیولوژیکی واختلاط آن موجب افزایش مناسب شده است. درصد کربن آلی کود تولیدی کاهش چشمگیری داشته است کم بودن میزان کربن آلی نشان‌دهندهٔ تجزیه مناسب و پوسیده شدن مناسب کود است. نیتروژن در کود تولید شده حدود هفت برابر کود خریداری شده است. زیاد بودن نیتروژن برای گیاه به‌عنوان منبع غذایی مناسب است. از این‌رو می‌توان ادعا کرد کود تولیدی از نظر نیتروژن مطلوب‌تر است. مقدار فسفر در کود خریداری شده 67ppm بوده، اما در کمپوست تولیدی مقدار فسفر97ppm شد. زیادی مقدار فسفر در واقع ارزش بیشتر کود تولیدی را اثبات می‌کند. مقدار خیلی زیاد پتاس در کود تولیدی نسبت به کود خریداری شده نیز اهمیت و

ارزش اقتصادی کود تولیدی را به‌مراتب بالاتر می‌برد خاکهای کشاورزی ایران از حیث پتاسیم فقیر و یکی از کودهای مهم وارداتی کشور پتاس است (نصراله‌زاده واشراقی‌زاده، ۱۳۸۸). مقادیر یون‌های فلزی اگرچه در کود تولیدی ناچیز نشده، اما کاهش یافته است. به‌طور کلی کم بودن یون‌های فلزی نشان‌دهندهٔ کمتر بودن سمیت کود است. به‌نظر میرسد وجود همین مقدار یون‌های فلزی هم نتیجه استفاده از کود کمپوست خریداری شده در مرحلهٔ کمپوست‌سازی است. با توجه به اهمیت میزان کربن آلی، فسفر، نیتروژن و پتاس در کود کمپوست، در نمونهٔ کمپوست تبخیری نیز موارد فوق اندازه‌گیری شد و نتایج آن در جدول شمارهٔ (۳) نشان داده شده است.

جدول شمارهٔ (۳): کیفیت کود کمپوست تبخیری

موارد اندازه گیری شده	کربن آلی٪	ازت آلی٪	فسفر قابل جذب- ppm	پتاسیم قابل‌جذب -ppm	PH
مقدار	۴/۸۷	۰/۴۸	۷۵	۵۰۰۰	۷/۵

بررسی‌ها نشان می‌دهد با تولید هر مترمکعب الکل ۱۰ تا ۱۵ مترمکعب فاضلاب تولید می‌شود. بنابراین می‌توان پیش‌بینی کرد که واحد صنعتی تولید الکل روزانه به حجم زیادی خاک اره و خلال چوب نیاز داشته باشد. چون کمپوست شدن خلال‌های چوب دوماه به طول می‌انجامد، بنابراین خلال‌های چوب می‌توانند چندین مرتبه بعد از الک شدن به‌عنوان مدیا در ترکیب اولیه استفاده شوند. از طرف دیگر کود کمپوست تولیدی هم قابل استفاده به‌عنوان مدیای اولیه است اما الک کردن روزانهٔ حجم زیاد کود واختلاط این مقدار کود در روز خود هزینه و کارگر زیادی را نیاز دارد. از طرف دیگر بازیافت پی‌درپی خلال‌ها باعث افزایش شوری کود حاصل می‌شود که بازده و ارزش کود را کاهش می‌دهد بنابراین کود تولیدی را باید همواره با مواد خام مخلوط کرد. برای حل مشکل فوق نیاز به توجه به فعالیت میکربی توده داریم.

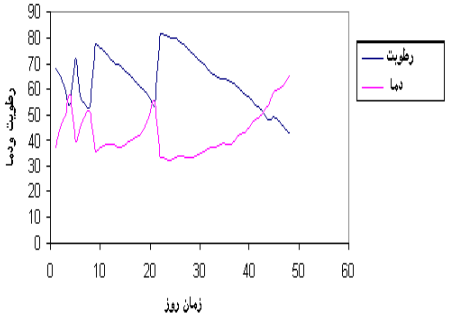
با شروع به کار فعالیت کمپوست‌سازی، باکتری‌های مزوفیل فعالیت خود را برای تجزیه مواد آغاز می‌کنند و رشد لگاریتمی آغاز می‌شود. انرژی کسب شده توسط باکتری‌ها صرف تکثیر و تولید مثل و مقدار زیادی از آن نیز به گرما تبدیل می‌شود (Turovskiy and mathal, 2006).

عایق بودن محیط خاک ارّه وکود موجب باقی ماندن این گرما در توده می‌شود. همچنین رطوبت موجود تا چند روز از گرم شدن شدید توده جلوگیری می‌کند، اما سرانجام گرما سبب تبخیر مقدار چشمگیری از توده می‌شود و پس از آن گرم شدن توده ادامه یافته و بشدت گرم می‌شود و حتی در این حالت دما می‌تواند تا ۶۵ درجه سانتیگراد ادامه پیدا کند.

در کمپوست کردن زباله که دارای باکتری‌های بیماریزای مزوفیلیک زیادی است، گرم شدن توده تا این دما برای پاستوریزه کردن کود مناسب است. اما در این نوع فاضلاب فرض بر عدم وجود باکتری بیماریزاست. با افزایش دما شرایط برای رشد و فعالیت باکتریهای فعال مزوفیل غیرقابل تحمل می‌شود.

باکتری‌های مزوفیل بهترین فعالیت خود را دمای ۳۰ تا ۳۸ درجه سانتیگراد انجام می‌دهند و تا دماهای ۴۵ تا ۵۵ درجه نیز می‌توانند فعالیت کنند. از آن پس این باکتری‌ها فعالیت‌شان متوقف می‌شود و با توقف فعالیت این باکتری‌ها، دما آرام آرام کاهش می‌یابد. در حالتی که باکتری‌های مزوفیل در حال نابودی‌اند گروه باکتری‌های گرما دوست فعالیت خود را آغاز می‌کنند و تعداد و تنوع آنها به اندازه باکتری‌های مزوفیلیک نیست. بنابراین گرم شدن بیش از حد عامل کاهش فعالیت باکتری‌هاست.

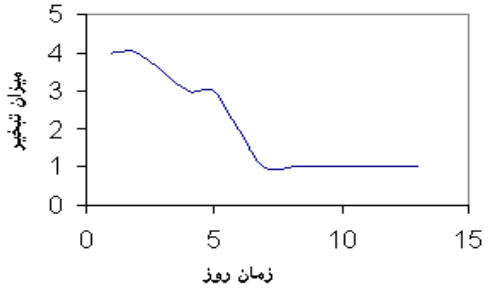
در این قسمت تحقیق سعی شد که دما، با افزایش دوره‌ای فاضلاب کنترل شود که موجب می‌شود سرعت کودسازی را بالا نگاه داشت و همچنین می‌توان تبخیر زیادی را در توده ایجاد کرد. بنابراین کار مطابق روش ذکر شده در قسمت مواد و روشها انجام شد. گراف‌های اشکال شمارهٔ (۴و۵) تغییرات دما و رطوبت و میزان تبخیر را در این روش جدید نشان می‌دهند



شکل شمارهٔ (۴): تغییرات دما ورطوبت در نمونهٔ تبخیری

چنانچه گراف‌های شکل شمارهٔ (۴و۵) نشان می‌دهند پس از شروع فعالیت کمپوست‌سازی، دما به‌سرعت افزایش یافته و رطوبت توده نیز به‌سرعت کاهش پیدا می‌کند و طی مدت ۵ روز به حداقل

می‌رسد. همچنین گراف نشان می‌دهد که سرعت افـزایش دمـا در مراحل بعدی، بویژه مرحلهٔ سوم و چهـارم کـاهش شـدیدی نـشان می‌دهد. دلیل این کاهش باتوجه به جـدول شـمارهٔ (۴) کـه نـشان دهندهٔ تغییر شوری در هر مرحله است مشخص می‌شـود. بنـابراین علت اصلی کاهش سرعت افزایش دما در مراحـل بعـدی افـزایش شوری است. با تبخیر شدن فاضلاب شور، غلظـت نمـک در تـوده افزایش می‌یابد و با افزایش فشار اسمزی، فعالیت بـاکتری‌هـا نیـز کاهش می‌یابد. در بسیاری از مراجع برای افزایش تبخیر فاضـلاب پیشنهاد شده کـه از آب آهـک اسـتفاده شـود، امـا چنانچـه دیـده می‌شود استفاده از لایم در این نمونه از فاضلاب بـه علـت شـوری زیاد مناسب نیست (Turovskiy and mathal, 2006).



شکل شمارهٔ (۵): میزان تبخیر

جدول شمارهٔ (۴): تغییر شوری در مراحل مختلف

محل برداشت نمونه	غلظت نمک بر حسب هـدایت الکتریکی(میلی موس برسانتیمتر)
فاضلاب	۲۶/۵
خلال‌های چـوب بعـد از کمپوسـت شدن مرحله اول	۹/۴۷
کمپوست تهیه شده نهایی تبخیری	۲۵/۵
خلال‌ها درانتهای فاز اول	۹/۴۷
خلال‌ها درانتهای فاز دوم	۱۵/۸۹
خلال‌ها در انتهای فاز سوم	۲۰/۵

همچنین همان طور که دیده می‌شود میزان رطوبتی کـه موجـب اشباع شدن توده می‌شود در هر مرحله افزایش پیـدا کـرده اسـت کـه علت آن افزایش توده باکتری در هر مرحله اسـت و چـون تـوده‌هـای باکتری توانایی جذب آب زیادتری دارند، بنـابراین ظرفیـت نگهـداری آب در توده بیشتر شده است. این افزایش ظرفیت پذیرش آب در توده به کود ارزش بسیار زیادتری می‌دهد زیرا یکی از مهم‌ترین نقاط قـوت و ارزش کودهـای کمپوسـت توانـایی آنهـا در جـذب آب و افـزایش مقاومت گیاه در زمان بی‌آبی است. با توجه بـه گـراف اشـکال شـمارهٔ (۴و۵)، در کمپوسـت تبخیـری کـه در آن افـزایش دوره‌ای فاضـلاب صورت گرفته این توده توانسته است،۷۲٪ از کل وزن توده را در مدت ۱۰ روز تبخیر کند این درحالی‌است که در کمپوسـت معمـولی کـه در مرحله اول انجام شد ۲۸٪ از کـل وزن تـوده در مـدت زمـان ۱۴ روز تبخیر شد. افزایش سرعت تبخیـر در روش دوم نـسبت بـه روش اول مبین کاهش میزان خوردهٔ چوب مورد نیاز و هزینه‌های کارگری مثـل الک کردن نمونه است

پیشنهاد تحقیقات آینده

با توجه بـه انجـام آزمـایش‌هـا در فـصل بهـار و تابـستان تـأثیر تغییرات دمای بیرون و شرایط بهینهٔ دمای هوا بر پایلوت انجام نـشده که پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده به آن پرداخته شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پروژهٔ تحقیقاتی با عنوان" امکان‌سنجی تبـدیل فاضلاب کارخانه‌های الکل‌سازی به کمپوست" است کـه در دانـشگاه آزاد اسلامی واحد اسـتهبان در سـال ۱۳۸۸ انجـام پـذیرفت. از کلیـهٔ همکـاران دانـشگاه آزاد و آقـای مهنـدس همـایون زمـانی بـرای همکاریهای‌شان در کارخانهٔ اتـانول جنـوب در نگهـداری از پـایلوت و آزمایش‌ها تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

عبدل‌زاده،ا.و صفاری ،ن.۱۳۸۱. بررسی اثر شوری بر رشد رویشی در یازده رقم ولاین گندم با تکیه بر انباشتگی یون‌ها ،مجلهٔ علوم کشاورزی و منابع طبیعی شمارهٔ ۳۴ ،صص:۹۵-۱۰۵.

میرزایی تالارپشتی،ر.، و همکاران۱۳۸۸.اثر کاربرد کودهای آلی برخصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک و تولید محـصول و مـادهٔ خـشک گوجـه فرنگـی.مجلـهٔ پژوهش‌های زراعی ایران. شمارهٔ ۱۳ ،صص: ۲۵۷-۲۶۸.

نصرالهزاده،م. و اشراقیزاده،ن.۱۳۸۸. مروری بر صنایع کودهای شیمیایی و ذخایر و منابع تولید آن در ایران.مجلهٔ مهندسی شیمی ایران.شمارهٔ ۴۵،صص: ۱۴-۲۹.

Bremner,J.M. and C.S.,Molvaney.1982. Methods of soil analysis .part 2. Chemical and Microbiological Properties, American Society of Agronomy, Madison WI, USA.No.9.A SA.

Fukuchi,S. and k.,Nishikawa.2001. Protein surface amino acid composition distinctively differ between thermophilic and mesophilic bacteria,g.Mol.Biol.,309(4): Pp.835-843 .

Gehringer,p. 2003. Thnical and Economical Aspects of Radiation Technology for Wastewater treatment Application in Industrial Scale. Proceeding of consultant meeting in Daejon Pp. 19-27

Keefer,G.B.and M.W.,Gilliland.1985. Land Application of Damestic Wastewater,Wood production,and sludge production:AN Integrated Design.Res. and Conservation vol.12(1) Pp.13-22

Nelson,D.W. and L.E.,Sommers.1982. Methods soil Analysis. Part2, Total carbon,organic carbon, and organic matter.. No.9 ASA . Pp.539-579

Olsen,S.R. and L.E.,Sommers.1982.. Methods of soil Analysis. Part2. Phosphorus. No.9 ASA . Pp.403-430

Satyawali,Y. and M.,Balakrishnan. 2007. Wastewater treatment in molasses- based alcohol distilleries for COD and Color removal:areview. Journal of Environmental management, Pp.1-17

Sirianuntapiboon,S., P.,Zohasalan and S.,Ohmomo.2004.Decolorization of molasses wastewater by citeromyces sp.WR-43-6,Process Biochemistry,39(8). Pp. 917-924

Turoveskiy,S. and P.K.,Mathal.2006. Wastewater sludge processing, Jacobscivil Inc.,P. 256

Turoveskiy,S. and P.K.,Mathal.2006.Wastewater sludge processing, Jacobscivil Inc.,Pp.259-271

Wedzicha,B.L. and M.T.,kupoto.1992. Melanoidins from glucose and glycine: composition, characteristics and reactivity towards sulphite ion. Food chemistry.43, Pp. 359-369