Archive of SID

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند
شماره شابک مقالات: ۲ – ۴۷ – ۸۰۴۵ – ۶۰۰ – ۹۷۸
سوم دی ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۸۸۶۷۱۶۷۶ (۰۲۱) - ۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴
مجریان: هم اندیشان انرژی کیمیا و
انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
www.PASAB.ir

مدیریت پسماند و بررسی راهکارهای مناسب برای بازیابی آن در چرخه تولید

نادیا اسفندیاری[۱]، محمد جاویدپور[۲]
[۱]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران
esfandiari_n@miau.ac.ir

چکیده

امروزه مسئله مواد زائد جامد شهری یا پسماند شهری یکی از مسائل و مشکلات جدی در کل شهرهای دنیا است. پسماند تا چندین سال پیش به‌عنوان موادی بود که قابل‌استفاده نبود و دور ریخته می‌شد، ولی به‌تدریج با پیشرفت‌هایی که صورت گرفت مشخص شد که از آن‌ها می‌شود استفاده کرد و مجدداً وارد چرخه صنعت کرد .درصورتی‌که عملیات بازیافت به‌صورت علمی صورت بگیرد سود اقتصادی در بردارد. با توجه به رشد فزاینده جمعیت و توجه روزافزون به امر حفاظت از محیط‌زیست مسئله جمع‌آوری، بازیافت و استفاده مجدد مواد زائد در چرخه تولید اهمیت خاصی یافته است. پساب و پسماند به‌عنوان یکی از منابع مهم آلاینده محیط‌زیست روبرو گشته‌اند و در حال حاضر تلاش‌های زیادی در سطح جهان جهت غلبه بر این مشکل در جریان است. امروزه با به‌کارگیری روش‌ها و تجهیزات قابل بازیافت مواد آلی موجود در پسماندها می‌توان تا حدی در رفع این مشکل فائق آمد. در این مقاله به چند مورد از موارد مدیریت پسماند و استفاده مفید از آن اشاره‌شده است.

واژه‌های کلیدی: پسماند، آلاینده، بازیافت

۱-استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت

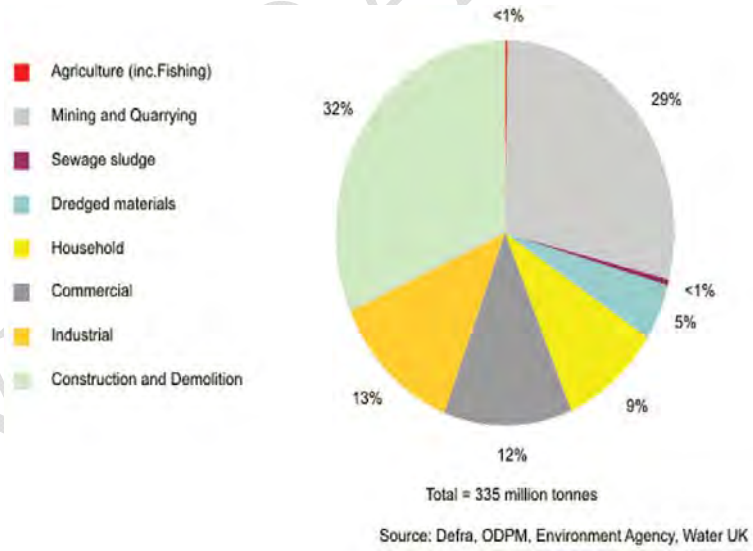
www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند
شماره شابک مقالات: ۲ – ۴۷ – ۸۰۴۵ – ۶۰۰ – ۹۷۸
سوم دی ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۸۸۶۷۱۶۷۶ (۰۲۱) – ۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴
مجریان: هم اندیشان انرژی کیمیا و
انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
www.PASAB.ir

۱ –مقدمه

امروزه بحث آلودگی‌های محیط‌زیست که از ره‌آوردهای پیشرفت صنعت و فن‌آوری است، ازجمله معضلاتی است که بشر با آن دست‌به‌گریبان می‌باشد. یکی از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی قرن حاضر مدیریت پسماندها است .مدیریت پسماند در اکثر شهرهای ایران منحصر به جمع‌آوری و تلنبار و یا دفن غیراصولی در محلی خارج از شهر است که نتیجه آن آلودگی محیط‌زیست و از بین رفتن هزاران هکتار زمین است. بررسی کمیت و کیفیت مواد زائد جامد شهری، همراه با طرح بازیافت و تفکیک مواد از مبدأ و استفاده از مواد آلی پسماندها جهت تولید کود آلی، به‌عنوان مهم‌ترین مسائل در بحث مدیریت پسماندها مطرح می‌باشد[۱].کاهش ۵۰٪حجم پسماندها درنتیجه پردازش پسماندها، همچنین جلوگیری از تولید گازهای گلخانه‌ای و شیرابه با کمک پردازش بیولوژیکی و پسماندها در روند تولید کمپوست و بیوکمپوست و صرفه‌جویی ۳ تا ۴ هکتاری در زمین دفن از طریق فرایندهای بازیافتی و کاهش آلودگی‌های ناشی از دفن غیراصولی، همگی جوامع امروزی را به سمت توسعه فرایندهای بازیافتی و استفاده مجدد از پسماندها سوق می‌دهد امروزه با به‌کارگیری روش‌ها و تجهیزات قابل بازیافت مواد آلی موجود در پسماندها انواع کودهای زیستی و بیولوژیک مورداستفاده در کشاورزی را تولید می‌کنند. با توجه به اینکه هزینه‌های واقعی پسماند صرفاً هزینه مواد دور انداخته نیست بلکه شامل استفاده ناصحیح از مواد اولیه، استفاده غیرضروری از انرژی و آب، محصولات معیوب، دفع پسماند مواد زائد، استفاده از ضایعات و نیروی انسانی است. به‌عنوان‌مثال هزینه‌های واقعی پسماند شرکتی در کشور انگلستان معمولاً ۴ - ۵درصد از حجم معاملات و حتی بالاتر از ۱۰٪ است [۳]. در سال ۲۰۰۴ در انگلستان تولید پسماند حدود ۳۳۵ میلیون تن بوده است که در شکل ۱ نشان داده‌شده است [۶].



شکل ۱– مقدار و توزیع مواد زائد در سال ۲۰۰۴[۶].

اولویت که در آن ضایعات باید دقیق مدیریت شود در سلسله‌مراتب پسماند که در بسیاری از نشریات مدیریت پسماند موردبررسی و ترویج در انگلستان قرارگرفته است، استراتژی مدیریت پسماند است[۱۱]. همان‌طور که در شکل۲ نشان داده‌شده است مقدار پسماند در هر مرحله کاهش می‌یابد[۶].

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند
شماره شابک مقالات: ۲ – ۴۷ – ۸۰۴۵ – ۶۰۰ - ۹۷۸
سوم دی ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۸۸۶۷۱۶۷۶ (۰۲۱) - ۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴
مجریان: هم اندیشان انرژی کیمیا و
انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
www.PASAB.ir

شکل ۲: سلسه‌مراتب مدیریت پسماند

۲-شش گام برای رسیدن به کاهش هزینه‌های ضایعات

۱-محاسبه ضایعات
۲-مقایسه عملکرد
۳-شناسایی فرصت‌های ضایعات
۴-تعهد عمل
۵-اقدام به منظور کاهش ضایعات
۶-تشخیص موفقیت و حفظ حرکت

۳-چند نکته برای مدیریت و تدوین راهبرد پسماندها

۱. درک مفاهیم قانونی از ضایعات در سازمان از طریق تشخیص تولید
۲. بررسی مسائل کلی محیطزیست
۳. سنجش و شناسایی ضایعات و برآورد هزینه
۴. شناسایی افراد برای مدیریت پسماند
۵. تولید یک طرح عملی برای کاهش ضایعات
۶. دریافت تعهدات مدیریت ارشد برای برنامه عمل.
۷. شناسایی گزینه‌های ممکن که در آن کاهش و یا بازیافت ضایعات وجود ندارد.
۸. نظارت و بررسی دستاوردهای
۹. برقراری ارتباط موفقیت‌های خود به کارکنان

۴- بازیابی پسماند

با به‌کارگیری روش‌ها و تجهیزات قابل بازیافت مواد آلی موجود در پسماندها می‌توان باعث کاهش آلودگی محیطزیست و هزینه‌های جمع‌آوری پسماند شد. در ذیل به چند مورد از روش‌های بازیافت پسماند اشاره‌شده است.

۴-۱-تولیدکمپوست

www.SID.ir

Archive of SID

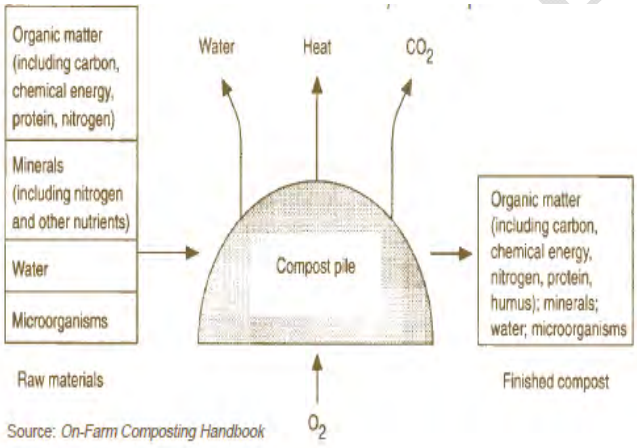
مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند
شماره شابک مقالات: ۲ – ۴۷ – ۸۰۴۵ – ۶۰۰ – ۹۷۸
سوم دی ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۸۸۶۷۱۶۷۶ (۰۲۱) – ۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴
مجریان: هم اندیشان انرژی کیمیا و
انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
www.PASAB.ir

کمپوست تجزیه هوازی مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌ها تحت شرایط کنترل‌شده به یک ماده شبه خاک به نام کمپوست است. در طول کمپوست، میکروارگانیسم‌هایی مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها ترکیبات آلی پیچیده را به مواد ساده‌تر شکسته و دی‌اکسیدکربن، آب، مواد معدنی و مواد آلی تثبیت‌شده (کمپوست) تولید می‌کند. گرما در این فرایند، می‌تواند پاتوژن (میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا) و تخم علف‌های هرز را از بین ببرد.

مواد اولیه باعث تسریع تولید کمپوست در شرایط رشد میکروارگانیسم‌ها در حال تأسیس می‌شود.

مناسب‌ترین شرایط مهم برای تولید کمپوست که باعث فعالیت‌های بهتر میکروبی و رشد آن‌ها می‌شود، شامل:

- تعادل نسبت کربن و نیتروژن (نسبت C: N)
- اکسیژن کافی برای موجودات هوازی
- رطوبت که باعث فعالیت بیولوژیکی بدون مانع هوادهی
- درجه حرارت موردنیاز میکروارگانیسم‌ها



شکل۳ –شمای کلی از تولید کمپوست

کمپوست موجب افزایش میزان کلسیم و منیزیم موجود در خاک در مقایسه با شاهد شد .منابع مختلف علت افزایش کلسیم را بالا رفتن pH خاک می‌دانند لذا می‌تواند این‌گونه بیان کرد که کاربرد کمپوست با افزایش pH خاک سبب افزایش میزان عناصر کلسیم و منیزیم قابل‌جذب گیاه می‌گردد[۲].

اوباه در سال ۲۰۰۵ تخمیر پسماند با استفاده از خمیر کاساوا به‌عنوان منبع آمیلاز صنعتی موردمطالعه قرار داد [۸].
فاضلاب تصفیه‌شده در حال حاضر به‌عنوان یک منبع جدید از آب در نظر گرفته است که می‌تواند برای اهداف مختلف ازجمله کشاورزی، آبزی‌پروری، استفاده‌های صنعتی (برج خنک‌کننده)، مقاصد تفریحی و تغذیه مصنوعی مورداستفاده قرار گیرند[۹].

خواص فیزیکی مواد زائد مانند خاکستر، رطوبت، درصد فیبر خام، چربی خام، نیتروژن خام و محتوای پروتئین، کربن، انرژی، مواد جامد و فرار به‌طورکلی برای همه پسماند با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی شناخته مشخص می‌شود. این خصوصیات ذاتی در ضایعات در رفتار پسماند در طول هضم بی‌هوازی مؤثر است. میکروب‌هایی که باعث تبدیل پسماند به بیوگاز به pH حساس هستند و برای زنده ماندن در محدوده pH بهینه ۶/۵-۷/۵ بایستی باشند[۱۰].

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند
شماره شابک مقالات: ۲ – ۴۷ – ۸۰۴۵ – ۶۰۰ - ۹۷۸
سوم دی ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۸۸۶۷۱۶۷۶ (۰۲۱) - ۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴
مجریان: هم اندیشان انرژی کیمیا و
انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
www.PASAB.ir

هضم بی‌هوازی (AD) یک فرآیند بیولوژیکی مشابه در تهیه کمپوست است. این یک فرآیند طبیعی است که باکتری‌های کمپوست در غیاب هوا، مواد آلی تجزیه و به ترکیبات ساده به‌طور عمده متان (CH_4) و اکسید کربن IV (CO_2) و گازهای دیگر مانند O_2، H_2S، NH_3، N_2، CO و بخارآب و غیره تبدیل می‌کنند[۱۲].

(C6H10 O5) n + nH2O → n (C6 H12 O6) – Hydrolysis
n (C6 H12 O6 → nCH3COOH − Acetogenesis /Acidogenesis
3nCH3 COOH → n CH4 + CO2 – Methanogenesis

۴-۲-ورمی کمپوست

در تولید ورمی کمپوست، از گونه‌های انتخابی کرم خاکی برای کمک به انجام فرایند کمپوست و تبدیل پسماندهای آلی به کمپوست استفاده می‌نمایند. کرم‌های خاکی بی‌مهرگان طبیعی اکوسیستم‌های کشاورزی متعلق به خانوادهlumbricidae می‌باشند و غالباً در خاک گرمسیری و معتدل زندگی می‌کنند. کرم خاکی در زیستگاه‌های متنوع، زندگی می‌کنند و مواد آلی موجود در کود بستر، کمپوست و غیره برای کرم‌های خاکی بسیار جذاب هستند، همچنین آن‌ها نیز در محیط بسیار آب‌دوست مشابه هر دو آب شیرین و آب‌شور یافت می‌شوند، برخی از گونه می‌توانند در زیر برف زنده بمانند.بیشتر کرم‌های خاکی همه‌چیز خوار می‌باشند [۱۱].کرم‌های خاکی تولیدکننده کمپوست، از مواد آلی تغذیه کرده و در اثر این فرایند محصولی به نام ورمی کمپوست تولید کرده که به دلیل کیفیت بسیار بالا در بخش کشاورزی و باغداری کاربرد دارد ورمی کمپوست محصول تجزیه زیستی مواد آلی از طریق عمل متقابل بین کرم‌های خاکی و موجودات زنده بسیار ریز و درواقع یک کود گیاهی با تخلخل و نفوذپذیری و قابلیت دارا بودن هوای کافی و بالا، ظرفیت مناسب نگهداری آب و فعالیت میکروبی است. در آزمایشی که بر روی کرم‌های خاکی انجام شد بیشترین تولیدمثل را در بستر متشکل از ۱۰۰گرم کود گاو، ۵۰ گرم خاک و ۵۰گرم ضایعات سلولزی داشتند و بهترین نتایج نیز در بستر ضایعات پنبه در ترکیب با کود دامی به نسبت ۵:۱مشاهده شد [۱۱].

۴-۳-بهبود خصوصیات شیمیایی خاک با استفاده از پسماند

استفاده از پسماند آلی در کشاورزی با بهبود خصوصیات شیمیایی خاک سبب افزایش حاصلخیزی خاک می‌شود. تبدیل پسماندهای شهری و لجن فاضلاب به کمپوست و استفاده از آن‌ها به‌عنوان یک کود آلی هم از نظر اصلاح خاک و افزایش سطح حاصلخیزی آن و هم ازلحاظ جلوگیری از انتشار مواد آلوده‌کننده محیط‌زیست امری کاملاً ضروری است. تغییر خصوصیات فیزیکی خاک در اثر اضافه کردن کمپوست مربوط به افزایش درصد ماده آلی آن است[۷]. فولی و کوپرباند(۲۰۰۲) گزارش کردند که اضافه کردن ضایعات خمیرکاغذ و کمپوست حاصل از آن باعث افزایش کربن آلی خاک شده است و پس از اضافه کردن متوالی این مواد به مدت دو سال، مقدار آب قابل‌استفاده در خاک بین ۵ الی ۴۵ درصد افزایش‌یافته است. در این پژوهش ، بین میزان آب قابل‌استفاده و میزان کربن آلی خاک رابطه خطی مشاهده شد. پس از اضافه کردن کمپوست حاصل از خمیرکاغذ، میزان آب موردنیاز آبیاری سیب‌زمینی و دفعات لازم آبیاری در تیمارهای مختلف به ترتیب ۴ الی ۳۰ درصد و ۱۰ الی ۳۰ درصد ، نسبت به تیمار شاهد، کاهش یافت [۴]. کاربرد سطوح مختلف کمپوست و ورمی کمپوست غنی‌شده با کودهای شیمیایی به خاک، به‌مراتب بیش از کود شیمیایی موجب افزایش میزان کربن آلی، تنفس میکروبی، کربن بیوماس میکروبی و فعالیت آنزیم اوره آز شد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، کاربرد ورمی کمپوست غنی‌شده تأثیر بهتری

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند
شماره شابک مقالات: ۲ – ۴۷ – ۸۰۴۵ – ۶۰۰ - ۹۷۸
سوم دی ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۸۸۶۷۱۶۷۶ (۰۲۱) - ۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴
مجریان: هم اندیشان انرژی کیمیا و
انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
www.PASAB.ir

نسبت به کمپوست و کودهای شیمیایی بر فعالیت میکروبی و آنزیمی خاک دارد. از طرف دیگر در روش کمپوست نمودن معمولی پسماندها در یک منطقه به مرور زمان شیرابه آلوده‌کننده پسماندها وارد سفره‌های آب‌های زیرزمینی و یا رواناب‌ها شده و آلودگی‌های زیست‌محیطی نابهنجار و در صورت تداوم، غیرقابل جبرانی را ایجاد نماید ولی در طرح تولید ورمی کمپوست با ایجاد یک سری تأسیسات بسیار ساده، شیرابه حاصل را جمع‌آوری نموده و پس از انجام یک سری فرایندهای خاص آن را به کود مایع تبدیل کرده که به‌عنوان یک کود آلی غنی کاربرد زیادی در گلخانه‌ها و حتی تقویت گیاهان آپارتمانی در منازل دارد.

۴-۴-تبدیل پسماند گیاهی به نانولوله با خواص درمانی

محققان با تبدیل پسماندهای گیاهی به نانولوله موفق به ارائه نانو ساختاری شدند که می‌تواند برای درمان برخی بیماری‌ها مورداستفاده قرار گیرد. پژوهشگران دانشگاه فلوریدا معتقدند که می‌توان پسماندهای زیستی را تبدیل به ماده‌ای سودمند برای درمان سرطان یا رفع اختلالات ژنتیکی کرد. ویلفرد ورمیریس از دپارتمان میکروبیولوژی و علوم سلولی این دانشگاه موفق به تبدیل پسماندهای گیاهی به نانولوله شده است.این نانولوله‌ها از نانولوله‌های کربنی انعطاف‌پذیرتر و مستحکم‌تر هستند. این گروه تحقیقات می‌گویند. نانولوله‌های لیگنین که ۵۰۰ مرتبه از مژه انسان باریک‌تر هستند، می‌توانند رشته‌های DNA را درون‌هسته سلولی انسان رهاسازی کنند، بنابراین ابزار مناسبی برای اصلاحات ژنتیکی خواهند بود. این نتایج بسیار جالب‌توجه است، اگر بتوانیم این اصلاحات ژنتیکی را در انسان ایجاد کنیم، قادر به درمان مشکلات ژنتیکی خواهیم بود. این نانولوله‌ها از جنس لیگنین بوده که از سوخت‌های زیستی به‌دست‌آمده است. لیگنین ماده‌ای در پوسته سلول‌های گیاهی بوده که موجب حرکت آب از ریشه به برگ‌ها می‌شود. از این ماده نمی‌توان در سوخت‌های زیستی استفاده کرد بنابراین تنها می‌توان آن را سوزاند و گرما ایجاد کرد و این گرما را برای تولید الکتریسیته به کار گرفت .لیگنین را می‌توان از گیاهان مختلف نظیر نیشکر به دست آورد. محققان در ابتدا به بررسی اثرات سمی این ماده روی انسان پرداختند؛ نتایج نشان داد که سمیت آن بسیار کمتر از نانولوله‌های کربنی است، بنابراین دوز زیادتری از آن را می‌توان وارد بدن کرد. سپس به بررسی این‌که آیا این ساختارها می‌توانند DNA را وارد سلول کنند، پرداختند که نتایج موفقیت‌آمیز بود. در نهایت یک پلاسمید کوچک DNA را که قادر به تکثیر بود، وارد سلول کردند. این گروه نانولوله‌های حاوی یک ژن ویژه را به درون سلول‌ها تزریق کردند و این ژن به محل موردنظر رفته و پروتئینی که فقدان آن موجب بیماری شده بود را با اصلاح ژنتیکی در سلول ایجاد کرد[۵].

۵- نتیجه‌گیری

رشد جمعیت، توسعه صنعت، گسترش شهرنشینی و بالا رفتن سطح رفاه، دفع پسماند و مواد زائد آلی به یک مشکل جدی در شهرهای بزرگ تبدیل کرده است. تحقیق حاضر در راستای راهکارهای کاهش مشکلات زیست‌محیطی ناشی از پسماند شهری و با هدف امکان‌سنجی بازیافت پسماندهای تولیدشده ارائه شد. با توجه به مشکلات از بین بردن پسماندهای شهری و کشاورزی و نیز مشکلات مربوط به کمپوست نمودن معمولی آن‌ها در مناطق وسیع در دسترس، تولید ورمی کمپوست از پسماندها مزایای فراوانی دارد. همچنین استفاده از آب باکیفیت پائین و پساب‌های تصفیه‌شده برای آبیاری مزارع در این شرایط که جهان با بحران کم‌آبی مواجه است خیلی می‌تواند مؤثر باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات ششمین کنفرانس آب، پساب و پسماند
شماره شابک مقالات: ۲ – ۴۷ – ۸۰۴۵ – ۶۰۰ - ۹۷۸
سوم دی ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶
مجریان: هم اندیشان انرژی کیمیا و
انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
www.PASAB.ir

مراجع

۱. عمرانی، ق، مدیریت مواد زائد جامد، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، چاپ سوم،۱۳۸۴

2. Bar-Tal, A., Yermiyahu, U., Beraud, J., Keinan, M., Rosenberg, R., Zohar, D., Rosen, V. and Fine, P. 2004. Nitroen, phosphorus, and potassium uptake by wheat and their distribution in soil following successive, annual compost applications. Journal of Environment Quality, 33:1855-1865.
3. EN330 Measuring to Manage: How reducing waste can unlock increased profits, Envirowise. Available online at http://www.envirowise.gov.uk/page.aspx?o=117540
4. Foley B. J. and L.R. Cooperband. 2002. Paper mill residuals and compost effects on soil carbon and physical properties. Journal of environmental quality. 31: 2086-2095.
5. http://news.ufl.edu
6. http://www.defra.gov.uk/environment/statistics/waste/alldefs.htm
7. Kasia Debosz, Soren O. Petersen, Liv K. Kure, Per Ambus. 2002. Evaluating effects of sewage sludge and household compost on soil physical, chemical and biological properties. Soil Ecology,19: 237-24.
8. Oboh, G. 2005. Isolation and characterization of amylase from fermented cassava (Manihotesculenta Crantz) waste water. African journal of biotechnology. Vol 4 (10), pp1117-1123. ISSN 1684-5315.
9. Ofoefule, A., Uzodinma, E., Ibeto, C.2012 Treatment Options and its Associated Benefits, Biomass Unit, National Center for Energy Research & Development, University of Nigeria, Nsukka.pp.431-444
10. Runion R. 2010. Wastewater - Contamination Sources. http://www-all-aboutwastewatertreatment.com/category/wastewater.
11. Sharma, S. , Pradhan, K, Satya, S. and Vasudevan,p. 2005. "Potentiality of earthworms for waste management and in other use." The Jornal of American Science., Vol 1 No.1, pp 4 - 16.
12. Wolfgang, M. and Axel, H. 2005. An introduction to anaerobic digestion. Seminar presented at the Biowaste. Digesting the alternative seminar UK

www.PASAB.ir

www.SID.ir