بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين الرحمن الرحيم مالك يوم الدين
اهدنا الصراط المستقيم صراط الذين
انعمت عليهم غير المغضوب عليهم
ولا الضالين

دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

پایان نامه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی عمران- محیط زیست

موضوع:

بهینه سازی فرایند کمپوست ترکیبی لجن فاضلاب با زباله شهری

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر امینی راد

استاد مشاور:

جناب آقای دکتر هاشمی

دانشجو:

محمد حسین حسنی مهر

بهار ۹۰

سپاسگزاری

پیامبر گرامی اسلام (ص) فرمودند:

« مَن عَلّمَنِی حَرفاً فَقد سَیَرنِی عَبداً »

با سپاس از خداوند متعال که توفیق به اتمام رساندن این تحقیق ناچیز را به بنده عطا فرمود و تقدیر و تشکر از اساتید ارجمند، جناب آقای دکتر امینی راد و آقای دکتر هاشمی که با مساعدت ایشان و راهنمایی هایشان انجام این تحقیق میسّر گردید.

همچنین از دوستان عزیزم آقایان دکتر مازیار شریف زاده، مهندس وحید بابایی و مهندس عمران حجازی که در طی این تحقیق هر یک به نحوی مرا از لطف خود بهره مند ساختند تشکر و قدردانی می نمایم.

تقدیر و تشکر:

این مقاله با هدایت ها و مشاوره های عالمانه استاد گرانقدر جناب آقای دکتر امینی راد و جناب آقای دکتر هاشمی به این مرحله رسید و اگر راهنمایی های ایشان نبود چه بسا در همان مراحل اولین باقی می ماند و به ثمر نمی رسید. از ایشان و صبر و حوصله ای که در این راه داشتند و همچنین از جناب آقای دکتر مهدوی و جناب آقای دکتر حسینی که قبول زحمت نمودند و پایان نامه اینجانب را به نحو احسنت داوری نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم و از حضرت حق علوّ درجات عالیه انسانی، علمی و معنوی را برایشان خواستارم.

در نهایت از کلیه کسانی که در به بار نشستن و آماده شدن این تحقیق نقش بسزایی داشتند علی الخصوص همسر عزیزم که محیطی سرشار از آرامش را برایم فراهم نمود تا به این امر خطیر بپردازم قدردانی می کنم.

چکیده

زباله شهری و لجن تولیدی فاضلاب در تصفیه خانه فاضلاب از مشکلات عمده مدیریت شهرها و استان های شمالی می باشد که با افزایش جمعیت این مشکلات نیز افزایش می یابد.

روشهای مختلفی مانند سوزاندن، دفن بهداشتی و غیره جهت حل این معضل مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته است و با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این دو معضل روش کمپوست ترکیبی به عنوان یکی از راه حل های مناسب گزارش داده شده است.

جهت بررسی تاثیر پارامترهای مختلف بر کمپوست، راکتور افقی از جنس پلی اتیلن با همزن مکانیکی طراحی و ساخته شد.

در این تحقیق تجربی پارامترهای دما، رطوبت، *pH*، *C/N*، هوادهی و فلزات سنگین توسط یک سیستم هوشمند و مکانیکی به طور منظم اندازه گیری گردید.

در این مطالعه تجربی از لجن حوض ته نشینی ثانویه و زباله انجیلسی شهر بابل- استان مازندران استفاده شده است. در این پژوهش از ترکیب زباله، لجن و عوامل حجیم کننده به نسبت ۱:۳:۱ استفاده شده است.

جهت دسترسی به فرآیند بهینه کمپوست ترکیبی(Co-composting) زباله و مواد حجیم کننده در سه نمونه مختلف به ترتیب با ترکیب زباله و لجن با حداقل هوادهی، ترکیب زباله و لجن با اصلاح نرخ هوادهی و ترکیب لجن و زباله و خاک اره و سنگ کلینوپتیلولیت مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج به دست آمده نشان می دهد که طول دوره کمپوست ترکیبی در مراحل مختلف به ترتیب به ۲۷ روز، ۲۳ روز و ۱۹ روز رسیده است. این کاهش تدریجی را می توان به افزایش نرخ هوادهی، مواد حجیم کننده، کنترل رطوبت و تغییر C/N نسبت داد.

استفاده از ترکیب ۱:۳:۱ زباله، لجن، خاک اره و کلینوپتیلولیت با تخلخل ۱۶ الی ۲۰ درصد افزوده شده به حجم توده ها و با تغییر هوادهی مناسب به مدت زمان ۵ دقیقه در هر ۴ ساعت، مدت زمان بلوغ کمپوست به ۱۹ روز تقلیل یافت.

با توجه به اینکه در استان محدودیت دفن لجن به دلیل گران بودن زمین وجود دارد در این روش از ۱۰ کیلوگرم ترکیب زباله، لجن وکلینوپتیلولیت به ترتیب ۱.۴۷ و ۱.۴۲ و ۱.۳۹ کیلوگرم کود آلی به عنوان محصول نهایی تولید گردید.

نهایتاً با استفاده از کمپوست ترکیبی زباله و لجن مشکل استان های شمالی کشور حل شده، افزایش توسعه فیزیکی تصفیه خانه ها (۴۰٪) را بهمراه داشته و همچنین هزینه لجن تصفیه خانه های استان به میزان ۳۰٪ کاهش می یابد.

کلمات کلیدی: کمپوست ترکیبی، زباله شهری، لجن فاضلاب، بهینه سازی و نسبت کربن به نیتروژن (C/N)

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	
۱-۱- کلیات	۲
۱-۲- ضرورت انجام تحقیق	۳
۱-۳- اهداف تحقیق	۴
۱-۴- فرضیات تحقیق	۵
فصل دوم: ادبیات موضوع	
۲-۱ - روش‌های دفع زباله شهری	۷
۲-۲- وضعیت دفع زباله در شهر بابل	۹
۲-۲-۱- تولید و نگهداری زباله	۹
۲-۲-۲- جمع‌آوری و حمل و نقل زباله	۱۰
۲-۲-۳- دفع نهایی زباله	۱۰
۲-۲-۴- کمیت و کیفیت زباله تولیدی درشهرستان بابل	۱۱
۲-۳- لجنهای فاضلاب شهری	۱۲
۲-۳-۱- منشأ و مقادیر	۱۲
۲-۳-۲- خصوصیات و ویژگیها	۱۲
۲-۳-۳- لجن اولیه	۱۳
۲-۳-۴- لجنهای بیولوژیکی	۱۳
۲-۳-۵- لجنهای شیمیایی	۱۴
۲-۴- ضرورت کنترل و تصفیه لجن فاضلاب شهری	۱۴
۲-۵- اهداف و مقررات مربوط به استفاده مجدد و دفع لجن	۱۵
۲-۶- شناخت کمپوست	۱۵
۲-۷- تعریف کمپوست	۱۶

۲-۸- تاریخچه کمپوست ۱۷

۲-۹- مباحث اساسی تهیه کمپوست ۱۸

۲-۱۰- خصوصیات کمپوست ۱۹

۲-۱۰- ۱- خصوصیات فیزیکی کمپوست ۱۹

۲-۱۰-۲- خصوصیات شیمیایی کمپوست ۲۰

۲-۱۱- مزایا و معایب کود کمپوست ۲۲

۲-۱۱-۱- مزایای کمپوست ۲۲

۲-۱۱-۲- معایب کمپوست ۲۴

۲-۱۲- جنبه‌های بهداشتی کمپوست ۲۴

۲-۱۳- فاکتورهای مؤثر بر کیفیت کمپوست ۲۵

۲-۱۳-۱- نسبت کربن به نیتروژن در کمپوست ۲۶

۲-۱۳-۲- درجه حرارت در کمپوست ۲۹

۲-۱۳-۳- رطوبت در کمپوست ۳۰

۲-۱۳-۴- هوادهی کمپوست ۳۲

۲-۱۳-۵- خواص اسیدی *(pH)* کمپوست ۳۳

۲-۱۳-۶- هدایت الکتریکی *(EC)* کمپوست ۳۳

۲-۱۳-۷- ارگانیسم‌های موجود در کمپوست ۳۴

۲-۱۳-۸- فلزات سنگین در کمپوست ۳۵

۲-۱۴- انواع کمپوست ۳۸

۲-۱۵- ویژگی‌های کمپوست غنی و بهداشتی ۳۸

۲-۱۶- زمان عمل‌آوری کمپوست ۳۹

۲-۱۷- مقایسه کیفیت کود شیمیایی با کود کمپوست ۴۱

۲-۱۸- روشهای کمپوست ۴۲
۲-۱۸-۱- فرآیند ویندرو ۴۲
۲-۱۸-۲- فرآیند غیرراکتوری با بستر ثابت جامدات (توده های ثابت هوادهی شده) ۴۸
۲-۱۸-۳- سیستمهای کمپوست راکتوری ۵۵
۲-۱۹- انتخاب محل و برنامه‌ریزی برای احداث کارخانه‌های کمپوست ۶۱
۲-۲۰- فرآیند عملیات و یا خط تولید کارخانه‌های بزرگ کمپوست ۶۳
۲-۲۱-کمپوست ترکیبی ۶۳
۲-۲۲-کمپوست ترکیبی لجن فاضلاب و زباله شهری ۶۳

فصل سوم: مواد و روش ها

۳-۱- وسایل مورد نیاز ۶۶
۳-۱-۱- طراحی و ساخت واحد نمونه آزمایشگاهی ۶۶
۳-۱-۲- عملیات انتقال و شناسایی مواد ۶۸
۳-۱-۳- تهیه مخلوط اولیه کمپوست ۶۸
۳-۲- مطالعات آزمایشگاهی ۶۹
۳-۳- انتقال لجن تصفیه خانه به آزمایشگاه ۷۰
۳-۴- بررسی کیفی لجن های تولیدی و زباله ۷۱
۳-۵- اندازه گیری دما ۷۱
۳-۶- تعیین ماده آلی و کربن ۷۲
۳-۷- تعیین نیتروژن ۷۲
۳-۸- تعیین رطوبت ۷۳
۳-۹- تعیین pH ۷۳
۳-۱۰- تغلیظ لجن ۷۳
۳-۱۱- اقدامات پایش و کنترل فرآیند ۷۴

فصل چهارم: نتایج و تحلیل داده‌ها

۴-۱- آزمایش مرحله اول کمپوست ترکیبی ۸۰

۴-۱-۱- تحلیل فرآیند در آزمایش مرحله اول کمپوست ترکیبی ۸۲

۴-۱-۲- نتایج آزمایش مرحله اول کمپوست ترکیبی ۸۳

۴-۲- آزمایش مرحله دوم کمپوست ترکیبی ۸۵

۴-۲-۱- تحلیل فرآیند در مرحله دوم کمپوست ترکیبی ۸۵

۴-۲-۲- نتایج آزمایش مرحله دوم کمپوست ترکیبی ۸۸

۴-۳- آزمایش مرحله سوم کمپوست ترکیبی ۸۸

۴-۳-۱- تحلیل فرآیند در مرحله سوم کمپوست ترکیبی ۹۰

۴-۳-۲- نتایج آزمایش مرحله سوم کمپوست ترکیبی ۹۳

۴-۴- نسبت کربن به نیتروژن ۹۴

۴-۵- معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم در تثبیت لجن ۹۶

۴-۵-۱- کنترل فلزات سنگین ۹۶

۴-۵-۲- کنترل پاتوژن ها ۹۷

۴-۵-۳- کنترل بو ۹۸

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه گیری ۱۰۰

۵-۲- پیشنهادات پژوهشی ۱۰۲

۵-۲- پیشنهادات اجرایی ۱۰۳

منابع و مأخذ ۱۰۶

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
۲-۱- فرایندهای اساسی در روشهای کمپوست	۴۲
۲-۲- مراحل اصلی فرایند ویندرو	۴۴
۲-۳- توده های کمپوست ویندرو	۴۵
۲-۴- ابعاد و اندازه های متداول توده های کمپوست ویندرو	۴۵
۲-۵- نمایی از فرایند ویندرو	۴۶
۲-۶- مراحل اصلی فرآیند کمپوست با روش توده های ثابت هوادهی شده	۵۰
۲-۷- نمای کلی و سطح مقطع یک نمونه توده ثابت هوادهی شده	۵۲
۲-۸- نمایی دیگر از توده ثابت هوادهی شده	۵۳
۲-۹- نماهایی از توده های ثابت هوادهی شده منفرد و گسترده	۵۴
۲-۱۰- طرح شماتیک از فرایندهای کمپوست سازی راکتوری	۵۵
۴-۱- سیستم راکتورهای عمودی	۵۶
۴-۲- سیستم راکتور افقی متلاطم	۵۷
۲-۱۳- راکتورهای جریان عمودی با بستر جامدات بهم زده	۵۸
۲-۱۴- راکتورهای جریان عمودی با بستر پرشده	۵۹
۲-۱۵- ظرف استوانه ای بیولوژیکی چرخان: الف) با مخلوط کن در داخل استوانه ب) با خراشنده در داخل استوانه	۶۱
۳-۱- نمایی از پایلوت ساخته شده	۶۷
۳-۲- نمای داخلی از پایلوت ساخته شده	۶۷
۴-۱- نمودار تغییرات pH نسبت به زمان در کمپوست مرحله اول	۸۲
۴-۲- نمودار تغییرات درجه حرارت نسبت به زمان در کمپوست مرحله اول	۸۳
۴-۳- نمودار تغییرات رطوبت نسبت به زمان در کمپوست مرحله اول	۸۳
۴-۴- نمودار تغییرات pH نسبت به زمان در کمپوست مرحله دوم	۸۷
۴-۵- نمودار تغییرات درجه حرارت نسبت به زمان در کمپوست مرحله دوم	۸۷

۴-۶- نمودار تغییرات رطوبت نسبت به زمان در کمپوست مرحله دوم ۸۸

۴-۷- نمودار تغییرات pH نسبت به زمان در کمپوست مرحله سوم ۹۲

۴-۸- نمودار تغییرات درجه حرارت نسبت به زمان در کمپوست مرحله سوم ۹۳

۴-۹- نمودار تغییرات رطوبت نسبت به زمان در کمپوست مرحله سوم ۹۳

۴-۱۰- نمودار تغییرات $\frac{C}{N}$ نسبت به زمان در کمپوست مراحل اول الی سوم ۹۴

فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
۲-۱- مقایسه آنالیز زباله در چندین منطقه جهان	۹
۲-۲- نوع و میزان مواد تشکیل‌دهنده زباله در شهر بابل	۱۱
۲-۳- مقدار عناصر مختلف در کمپوست نهایی	۲۱
۲-۴- خواص عمومی کمپوست نهایی برای فروش	۲۱
۲-۵- غلظت عناصر در کمپوست نهایی	۲۲
۲-۶- میزان نیتروژن و C/N پسماندهای مختلف	۲۷
۳-۱- آنالیز لجن	۶۹
۳-۲- آنالیز زباله	۷۰
۳-۳- آزمایشات تعیین فاکتورهای شاخص فرآیند کمپوست	۷۱
۳-۴- نتایج آزمایشات تعیین فاکتورهای شاخص فرآیند کمپوست	۷۵
۴-۱- آنالیز لجن	۷۷
۴-۲- آنالیز زباله	۷۸
۴-۳- آنالیز مخلوط اولیه کمپوست مرحله اول	۷۸
۴-۴- آنالیز مخلوط اولیه کمپوست مرحله دوم	۷۹
۴-۵- آنالیز مخلوط اولیه کمپوست مرحله سوم	۷۹
۴-۶- نتایج آزمایشات تعیین فاکتورهای شاخص فرآیند کمپوست (مرحله اول)	۸۰
۴-۷- نتایج آزمایشات تعیین فاکتورهای شاخص فرآیند کمپوست (مرحله دوم)	۸۵
۴-۸- نتایج آزمایشات تعیین فاکتورهای شاخص فرآیند کمپوست (مرحله سوم)	۸۹
۴-۹- مشخصات فیزیکی و شیمیایی سنگ کلینوپتیولایت	۹۱
۴-۱۰- .مقایسه فلزات سنگین کمپوست مرحله اول، دوم و سوم و لجن فاضلاب با کشورهای آلمان، ایتالیا و یونان	۹۶

لیست علائم و اختصارات

مفهوم	علامت
علامت لگاریتم منفی برای غلظت یون هیدروژن برحسب گرم اتم درهر لیتر	pH
Biological Oxygen Demand	BOD
Chemical Oxygen Demand	COD
میلی گرم	mg
لیتر	Lit
سانتی متر	cm
درجه سانتی گراد	^{o}C
متر	m
ساعت	h
واحد در میلیون	ppm
میکرو 10^{-6}	μ
میلی ولت	mV
کیلوگرم	Kg
یک هزارم لیتر	cc

فصل اول

مقدمه

۱-۱- کلیات

رشد روزافزون جمعیت، افزایش سطح رفاه و مصرف مواد غذایی، توسعه صنایع و رشد پدیده شهرنشینی مشکلات زیادی برای بشر به ارمغان آورده است[۱]. همزمان با توسعه اقتصادی میزان پساب‌ها و پسماندهای جامدی که بشر وارد محیط زیست می‌کند افزایش یافته است[۲]. شدت آلودگی‌های مواد زائد و زباله در شهرها و مراکز تجمع صنایع به گونه‌ای است که توجه علمی و اجرایی متخصصان جهان را نسبت به دفع صحیح و بازیافت اصولی این مواد به خود جلب کرده است[۳].

امروزه پسماند به یک مشکل جدی زیست‌محیطی هم در کشورهای توسعه‌یافته و هم در حال توسعه تبدیل شده است. در سال‌های اخیر کشورهای در حال توسعه شروع به بهبود سیستم مدیریت پسماندهای شهری خود نموده‌اند، اما زباله‌های تولیدی رو به افزایش این کشورها به دلیل رشد سریع شهرنشینی معمولاً به درستی مدیریت نمی‌شوند. سیستم‌های مدیریت پسماند در کشورهای در حال توسعه با مشکلات فراوانی مثل کمبود تجربه‌های تخصصی و منابع مالی مواجه است[۴]. توجه به آلودگی‌های محیط و مقابله با آن از طریق برنامه‌های مختلف زیست‌محیطی از جمله مدیریت پسماندهای شهری اکنون به صورت گسترده‌ای در بهداشت و اقتصاد جهان مطرح است که مقوله بازیافت آن انقلابی را در کاربرد تکنولوژی نوین به وجود آورده است[۱]. در طول سال‌های اخیر بسیاری از دولت‌ها در سرتاسر دنیا قوانینی را توسعه داده‌اند که بر اساس آن جوامع را ملزم می‌کنند بین ۱۵ تا ۵۰ درصد زباله‌های تولیدی را بازیافت کنند[۵].

تصفیه فاضلابها همواره با تولید دو بخش مجزای پساب و لجن همراه می باشد، از این میان پسابها غالباً کیفیتی مطلوب جهت دفع به محیط دارند در حالیکه لجنها بدلیل آلودگی بسیار زیاد نیاز به تصفیه و تثبیت بیشتر دارند. در یک تصفیه خانه فاضلاب شهری، تأسیسات تصفیه و تثبیت لجن به مراتب حساستر، تخصصی تر و پر هزینه تر از سایر واحدها می باشند، چنانچه به عنوان مثال حدود ۳۰ درصد از کل هزینه احداث تصفیه خانه گرگان به واحد تثبیت لجن اختصاص یافت. بر این اساس بایستی توجهات خاصی بر بهینه سازی فنی و اقتصادی روشهای تصفیه و تثبیت لجن معطوف گردد[۶].

در کشورهای پیشرفته چندین سال است که تحقیقات جهت انتخاب الگوی بهینه تصفیه و تثبیت لجن شروع شده است. این کار بایستی در کشور ما نیز همگام با گسترش صنعت فاضلاب، مورد عنایت مسئولین و متخصصین قرار گیرد. با توجه به اهمیت دو موضوع مطرح شده یعنی زباله شهری و لجن می توان با ترکیب کردن این دو طی فرایند، کود کمپوست ترکیبی (Co-composting) بدست آورد که مشکل زباله شهری و تصفیه خانه را حل کند .

۱-۲- ضرورت انجام تحقیق

یکی از روشهای مؤثر در خنثی نمودن اثرات نامطلوب زباله ها و لجن، تبدیل آنها به کود کمپوست و استفاده مجدّد از آنها به عنوان کودآلی (گیاهی) در کشاورزی است. در بیشتر کشورهای جهان، اقتصادی بودن این روش نسبت به سایر روش ها به اثبات رسیده است، بخصوص در مناطق کشاورزی و اطراف شهرهای کوچک (به روش غیر صنعتی)، که حتی پایین بودن هزینه حمل و نقل، فراوانی مواد آلی و نیروی انسانی ارزان، می‌تواند بسیار اقتصادی باشد[۷].

البته ذکر این مطلب ضروری است که کمپوست باید کاملاً در شرایط مناسب و بهداشتی تهیه و مصرف شود، زیرا زباله یک ترکیب نامتجانس است و کلیه اجزاء تشکیل دهنده آن قابلیت کمپوست شدن را ندارند و از طرفی بعضی از مواد متشکله زباله چنانچه با خاک مخلوط شوند، موجب نزول کیفیت آن می‌گردد و تعدادی از آنها موجب آلودگی خاک شده، از طریق جذب در گیاهان به انسانها و حیوانات انتقال می یابد که این خود موجب زیان های جبران ناپذیری می گردد و همچنین لجن دارای مقدار زیادی فلزات سنگین است که خود موجب نزول کیفیت لجن می گردد[۷].

در این راستا آقای *گوئرا- رودریگرز* و همکارانش با استفاده از شاخ و برگ، پوست درخت بلوط و کود مرغ به تهیه کمپوست ترکیبی پرداختند. آقای *سلامی* و همکارانش با استفاده از روغن زیتون و پسماندهای صنایع غذایی به تهیه کمپوست ترکیبی پرداختند[۸].

۱-۳- اهداف تحقیق

کمپوست ترکیبی فرآیندی است که با توجه به مشکلات عدیده ناشی از دفع نامناسب زباله‌های شهری و مشکلات لجن در تصفیه خانه ها در آینده ای نزدیک رشد و توسعه خواهد یافت. کمپوست فرآیندی بیولوژیکی است. یعنی با موجودات زنده می بایست سروکار داشت و شرایط مناسب را برای تغذیه و رشد آنها تأمین نمود. از این رو شناخت فاکتورها و عوامل مؤثر بر حیات، تغذیه و رشد این موجودات بسیار اساسی و مهم می باشد و کوچکترین بی اطلاعی از این امر موجب تولید محصولات ناخواسته در فرآیند کمپوست ترکیبی خواهد شد که موضوع اصلی ما در این رساله می باشد. همچنین فاکتورهای ذیل در این پروژه مورد بررسی قرار می گیرند که عبارتند از:

- تعیین نسبت اختلاط زباله شهری با لجن تصفیه خانه های مختلف فاضلاب.
- تعیین زمان ماند و نرخ هوادهی بهینه و فرایند کمپوست ترکیبی .
- تعیین رطوبت مناسب
- حذف فلزات سنگین
- بهینه سازی $\frac{C}{N}$

۱-٤- فرضیات تحقیق

- در اکثر تصفیه خانه های فاضلاب مشکل تصفیه، استفاده مجدّد و دفع لجن فاضلاب وجود دارد.
- تقریباً ۷۰ درصد زباله های شهری قابلیت تجزیه بیولوژیکی را دارند.
- ارزش غذایی کمپوست ترکیبی، از کمپوست معمولی بیشتر است.
- بهینه سازی ترکیب نسبت یک لجن و سه زباله

فصل دوم

ادبیات موضوع

۲-۱- روش‌های دفع زباله شهری

دفع زباله‌های شهری با روش‌های دفن بهداشتی[۱]، سوزاندن[۲] و تولید کمپوست[۳] انجام می‌گیرد[۹]. روش دفن بهداشتی برای دفع پسماندهای شهری به صورت گسترده مورد قبول و استفاده واقع شده است. اگرچه شیرابه تولیدی در دفن بهداشتی، پسابی سمّی است که بر اساس غلظت فراوان آلاینده‌های آلی و غیرآلی شامل فلزات سنگین، زنوبیوتیک‌ها[۴] و نمک‌های معدنی مشخص می‌شوند[۱۰]. بنابراین انتخاب محل دفن یکی از مهم‌ترین شاخص‌های مورد استفاده در این روش دفع می‌باشد، که باید به اندازه کافی دور از شهر و به راحتی نیز قابل دسترسی باشد، سطح آب زیرزمینی در زیر محل دفن پایین و محل دفن کاملاً ایزولاسیون و آسترگذاری شود تا از نشت شیرابه‌ها به سطوح زیرین خاک جلوگیری کند[۱۱]. روش سوزاندن زباله به تنهایی یک روش کامل نیست زیرا خاکستر به جای مانده می‌بایست به نحو دیگری دفع شود[۱۳]. خاکستر به جا مانده از سوزاندن پسماندهای شهری حاوی مقادیر فراوان فلزات سنگین و سمّی است، که در فرآیند سوزاندن به گاز CO_2 تبدیل شده و سپس در خاکستر باقی مانده تجمع می‌یابد[۱۴]. مشکل سوزاندن خاکستر نیست بلکه تولید سوخت ناقصCO بوده که خطرناک است. برای ایجاد CO_2 باید بین O_2 و زباله سنخیت و رابطه منطقی ایجاد کرد. برای تولید یک سوخت کامل باید از نفت یا گازوئیل استفاده کرد که در حجم بالا بسیار گران بوده اما در حجم کم مانند زباله های خطرناک بیمارستانی توجیه پذیر است. روش سوم تولید کمپوست است که با توجه به افزایش روز به روز حجم پسماند و کاهش زمین موجود برای دفن، همچنین با توجه به آلودگی ناشی از سوزاندن زباله، در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه مسئولین شهری قرار گرفته است. تولید کمپوست و در حقیقت بازیافت زباله‌ها در حال حاضر بهترین راه‌حل برای به حداقل رساندن حجم زباله‌ها می‌باشد[۱۵]. تجربه کشورهای پیشرفته در زمینه

---

[1]. *Sanitary landfill*
[2]. *Incineration*
[3]. *Composting*
[4]. *Xenobiotics*