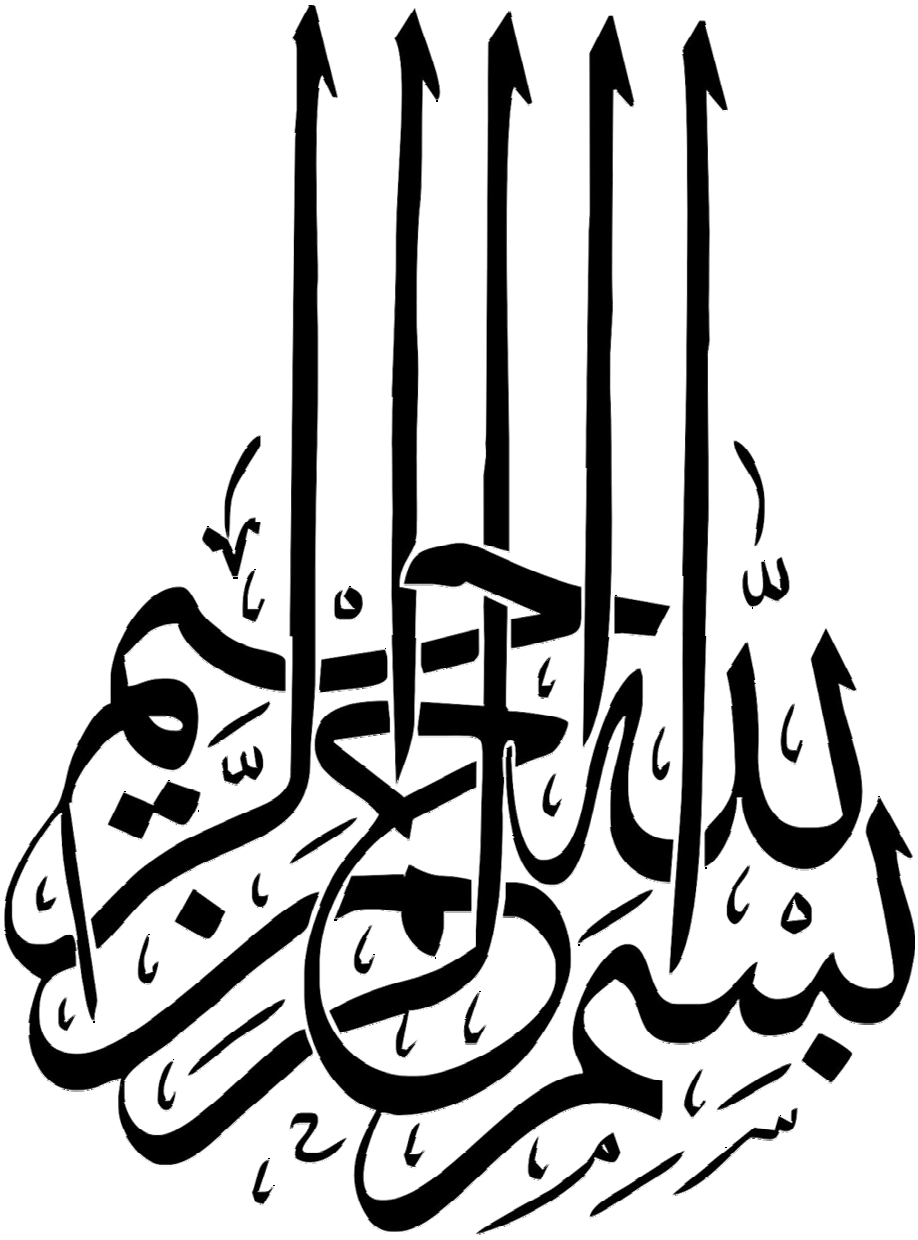
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)
دانشکده فنی و مهندسی گروه مهندسی معدن

پایان نامه تخصصی جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی
معدن گرایش فرآوری مواد معدنی

مطالعه و بررسی اختلاط باطله‌های معدنی با کمپوست جهت تقویت خواص آن (EC) کود

استاد راهنما:
دکتر علی اکبر رحمانی
اساتید مشاور:
دکتر علی فضلوی
مهندس همایون رضا مدنی
پژوهشگر:
پریسا غیوری

بهمن ۱۳۹۰


بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به

پدر و مادر مهربانم

چکیده

در این پروژه تأثیر افزودن انواع متنوّعی از باطله‌های معدنی بر روی شوری کمپوست (EC) مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر آن میزان درصد رطوبت نیز اندازه‌گیری شد. نمونه‌های مورد استفاده در مقیاس آزمایشگاهی از کارخانه کمپوست‌سازی کرج انتخاب شد. کمپوست دارای شوری بالا (در حدود ۱۶ ds/m) بود و باطله‌های مورد استفاده با ضریب شوری پایین از معادن اطراف قزوین تهیّه شدند که شامل سیلیس رس دار معدن قشلاق، سیلیس میکرونیزه (با باطله آهن) کارخانه سیلیس البرز، زغال با باطله آرژیلیت معدن سنگرود، سیلیس محصول کیک فیلتر کارخانه کانسار نسوز، خاک صنعتی کائولن معدن قازانداغی و خاک صنعتی بنتونیت معدن نیاق بودند. میزان شوری با اختلاط این باطله‌ها به زیر ۵ ds/m رسید. میزان غلظت سدیم، منیزیم و کلسیم با اندازه گیری‌های جذب اتمی صورت گرفت که جهت تعیین فاکتور SAF[1] استفاده شد، در واقع این پارامتر جهت ارزیابی شوری (نسبت غلظت سدیم به کلسیم و منیزیم) می‌باشد. جهت تعیین درصد رطوبت، نمونه‌ها در دمای ۱۰۵ °C به مدت ۲۴ ساعت در گرمکن (آون) قرار گرفت و میزان رطوبت برای کمپوست و مخلوط باطله- کمپوست نیز اندازه‌گیری شد. در مجموع هدف از اجرای این طرح، ارزیابی افزودن باطله‌های به کمپوست جهت کاهش شوری می‌باشد. بررسی‌ها نشان دادند که خاک صنعتی بنتونیت معدن نیاق بهترین نتیجه را نشان داد به طوری که میزان شوری را تا ٤/١٣ ds/m با میزان رطوبت مناسب نسبت به سایر باطله‌ها کاهش داد. جهت ارزیابی بهتر طرح، کشتی با سه بذر مختلف (گندم، جو و ذرّت) با نسبت بهینه باطله به کمپوست ۳:۱ آغاز شد و نتایج حاصل از پارامترهای رشد نیز مؤید مناسب بودن خاک صنعتی بنتونیت بودند. در انتها با تحلیل اقتصادی و تعیین نقطه سربه‌سری قیمت تمام شده کود کمپوست اصلاح شده، با خرید کمپوست فله‌ای تنی ۵۰۰۰۰ ریال، قیمت کمپوست اصلاح شده تنی ۲۲۵۰۰ ریال محاسبه شد و نشان داده شد که طرح توجیه اقتصادی دارد.

کلمات کلیدی: کمپوست، هدایت الکتریکی، EC، باطله‌های معدنی،SAR

[1] Sodium Adsorption Ratio

تشکر و سپاس گزاری

سپاس بی کران خداوند را سزاست که دل‌هایمان را به نور و علم و ایمان منوّر ساخت، برای هر چیزی اندازه‌ای قرار داد، برای هر اندازه‌ای مدتّی تعیین کرد و هر مدتّی را حسابی مقرر داشته است و درود بی پایان پروردگار بر حضرت محمّد و خاندان پاک و مطهرش (ع) که بشریّت را به سوی رستگاری رهنمود ساخت.

در ابتدا بر خود لازم می‌بینم از زحمات استاد راهنمایم جناب آقای دکتر رحمانی و اساتید محترم مشاور آقایان دکتر فضلوی و مهندس مدنی کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم که پیوسته در طول انجام آزمایشات این پروژه مرا مورد عنایت قرار دادند. همچنین از جناب آقای دکتر ستوده نیا مدیر محترم گروه مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) که شرایط آزمایشگاه‌های را برایم مهیّا کردند، کمال تشکّر را دارم و از کلیّه پرسنل آزمایشگاهی گروه مهندسی معدن و گروه مهندسی آبیاری نیز سپاس گزارم. همچنین از ریاست محترم مدیرعامل شرکت شهرک‌های صنعتی استان قزوین جناب آقای مهندس ناصحی و آقای مهندس رشوند کمال تشکّر و قدردانی را دارم که در طول این پروژه مرا مورد حمایت مالی خویش قرار دادند.

در انتها از زحمات بی دریغ و همفکری خانواده‌ام، بالاخص پدر و مادر بزرگوارم که با دلگرمی‌ها و تشویق‌های مستمرشان مرا همیشه مورد لطف و حمایت قرار دارند، تشکر می‌کنم و از خداوند متعال برای تمام بزرگان و بزرگوارانم آرزوی سعادت و سلامتی دارم.

الحمد الله رب العالمین

پریسا غیوری

فهرست عناوین

چکیده i

سپاس‌گزاری ii

فهرست عناوین iii

فهرست جداول viii

فهرست اشکال ix

فصل اوّل. بازیافت مواد زائد جامد

۱-۱. مقدّمه ۲

۱-۲. مدیریّت موادّ زائد ۲

۱-۳. بازیابی زباله‌های جامد ۲

۱-۳-۱. روش‌های حذف و دفع مواد زائد ۳

۱-۳-۱-۱. روش دفن در زمین ۳

۱-۳-۱-۲. روش سوزاندن ۳

۱-۳-۱-۳. جداسازی از مبدأ ۴

۱-٤. تهیه کود از زباله ۴

۱-٥. فرآیند تجزیه موادّ باطله ۵

۱-٥-۱. توصیف کلی ۵

۱-٦. کمپوست ۶

۱-۷. تاریخچه استفاده کمپوست ۶

۱-۸. مزایای کمپوست ۸

۱-۹. خواصّ کمپوست ۸

۱-۹-۱. بررسی خواص کمپوست ۹

۱-۹-۱-۱. انداز ذرّات ۹

۱-۹-۱-۲. رطوبت ۹

۱-۹-۱-۳. نسبت کربن به ازت ۹

۱-۹-۱-٤. pH ۱۰

۱-۹-۱-٥. درجه تجزیه ۱۰

۱-۹-۱-٦. درجه حرارت ۱۰

۱-۹-۱-۷. بو ۱۰

۱-۹-۱-۸. هوای مورد نیاز ۱۱
۱-۱۰. کاربرد کمپوست ۱۱
۱-۱۰-۱. کاربرد کشاورزی ۱۱
۱-۱۰-۲. اصلاح، کاهش تراکم و بهبود فرسایش خاک ۱۱
۱-۱۰-۳. تغذیه ماهی‌ها ۱۲
۱-۱۰-٤. پوشش و ترمیم محل دفن ۱۲
۱-۱۰-٥. کنترل بیماری‌ها ۱۲
۱-۱۱. شرح فرآیند کمپوست‌سازی ۱۳
۱-۱۱-۱. مراحل آماده سازی زباله ۱۴
۱-۱۱-۱-۱. جداسازی باطله‌ها ۱۴
۱-۱۱-۱-۲. مخلوط باطله‌ها ۱۵
۱-۱۱-۱-۳-هضم ۱۵
۱-۱۱-۲. عوامل مؤثر در کودسازی ۱۵
۱-۱۱-۲-۱. پیش‌پردازش مکانیکی ۱۶
۱-۱۱-۲-۲. پیش‌پردازش مکانیکی و بیولوژیکی (ترکیبی) مواد اوّلیه ۱۶
۱-۱۱-۳. شرایط لازم در تولید کمپوست ۱۶
۱-۱۲- فرآیند میکروبی کمپوست ۱۷
۱-۱۲-۱. الزامات مواد مغذّی جهت رشد ۱۷
۱-۱۲-۲. قابلیت دسترسی به مواد مغذّی ۱۸
۱-۱۲-۳. میکروارگانیسم‌ها ۱۸
۱-۱۲-۳-۱. میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده سلولز ۱۸
۱-۱۲-۳-۲. میکروارگانیسم‌های تبدیل کننده مواد آلی به کمپوست ۱۸
۱-۱۲-٤. عوامل مؤثر در بقای میکروارگانیسم‌ها ۱۸
۱-۱۲-٤-۱. رطوبت ۱۸
۱-۱۲-٤-۲. دما ۱۹
۱-۱۲-٤-۳. نوع و مقدار مواد آلی ۱۹
۱-۱۲-٤-٤. بافت کمپوست ۱۹
۱-۱۲-٤-٥. pH ۱۹
۱-۱۲-۴-۶. کانی‌های رسی وکاتیونهای غالب ۱۹
۱-۱۲-٥. انواع میکروارگانیسم‌ها ۲۰
۱-۱۲-٥-۱. باکتری‌ها ۲۰

۱-۱۲-۵-۲. قارچ‌ها ۲۱

فصل دوم. روش‌های تولید کمپوست و نقش افزودنی‌ها

۲-۱. مقدّمه ۲۳
۲-۲. روش ساخت توده کمپوست ۲۳
۲-۳. روش‌های نظری کمپوست سازی ۲۳
۲-۳-۱. تجزیه هوازی ۲۳
۲-۳-۲. روش هوازی ۲۴
۲-۳-۲. تجزیه بی هوازی ۳۴
۲-۳-٤. روش بی هوازی ۲۵
۲-٤. انتخاب فرایند بیولوژیکی ۲۵
۲-۵. تبدیل بیولوژیکی هوازی MSW ۲۵
۲-۶. انواع سامانه‌های هوازی ۲۶
۲-۶-۱. روش توده‌ای سطحی ۲۷
۲-۶-۲. روش توده‌ای سطحی با هوادهی برگشتی ۲۸
۲-۶-۳. روش ویندرو ۲۸
۲-۶-٤. توده‌های تحت فشار ۲۹
۲-۶-۵. سامانه محفظه‌ای ۲۹
۲-۶-۶. سامانه حوضچه‌ای ۲۹
۲-۶-۷. سامانه محفظه دانو ۲۹
۲-۷. افزودنی‌ها و فعّال‌کننده‌های میکروبی ۳۰
۲-۷-۱. فعّال‌کننده‌ها ۳۰
۲-۷-۱-۱. خاک ۳۰
۳-۷-۱-۲. کودهای دامی ۳۰
۲-۸. اصلاح‌کننده‌ها ۳۰
۲-۸- ۱. اصلاح‌کننده‌های معدنی ۳۰
۲-۸-۲. اصلاح‌کننده‌های شیمیایی ۳۲

فصل سوم. هدایت الکتریکی و روش‌های کاهش آن

۳-۱. مقدّمه ۳۴

۳-۲. هدایت الکتریکی ۳۴
۳-۳. کلّ جامدات حل شده (TDS) ۳۴
۳-۴. واحد هدایت الکتریکی ۳۵
۳-۵. اندازه‌گیری نمک‌ها ۳۵
۳-٦. ارزیابی شوری با فاکتور SAR ۳۶
۳-۷. روش‌های عمومی تعیین شوری ۳۶
۳-۷-۱. هدف از کاهش شوری ۳۷
۳-۷-۲. بررسی روش‌های اجرایی کاهش شوری ۳۸
۳-۷-۲-۱. شستشو ۳۸
۳-۷-۲-۲. افزودن زئولیت ۳۹
۳-۷-۲-۳. افزودن نیترات‌ها ۳۹
۳-۷-۲-٤. افزودن گچ و آهک ۳۹
۳-۸. تنش شوری ۴۰
۳-۸-۱. عوامل مؤثر در شوری ۴۰
۳-۹. اثرات شوری بر رشد گیاهان ۴۰
۳-۹-۱. حساسیّت گیاهان ۴۱
۳-۹-۲. طبیعت و اثرات بیولوژیکی ۴۲
۳-۹-۲-۱. فشار اسمزی ۴۲
۳-۹-۲-۲. سمیّت برای گیاهان ۴۳
۳-۹-۲-۳. پراکندگی ذرّات ۴۴

فصل چهارم. کاهش هدایت الکتریکی کمپوست با باطله‌های معدنی

٤-۱. مقدّمه ۴۶
۴-۲. موادّ مورد استفاده ۴۶
٤-۲-۱. کمپوست ۴۶
٤-۲-۲. خاک صنعتی کائولن ۴۶
٤-۲-۳. خاک صنعتی بنتونیت ۴۹
٤-۲-٤. سیلیس ۵۲
٤-۲-۵. زغال با باطله آرژیلیت ۵۳
۴-۳. آزمایشات انجام شده ۵۳
٤-۳-۱. تعیین هدایت الکتریکی ۵۴

٤-٣-٢. تعیین میزان SAR ٥٥
٤-٣-٣. تعیین میزان pH ٥٩
٤-٣-٤. تعیین درصد رطوبت ٥٩
٤-٤. نتایج ٦٠
٤-٥. کاشت بذر ٦١
۴-۵-۱. اندازه‌گیری هدایت الکتریکی ۶۲
٤-٥-٢. درصد رطوبت ۶۲
٤-٥-٣. وزن ریشه ۶۳
٤-٥-٤. طول ساقه ۶۳
٤-٥-٥. کلروفیل ۶۳
۴-۴. نتایج حاصل از کاشت بذر ۶۶

فصل پنجم. آلودگی ناشی از فلزات سنگین

٥-١. مقدّمه ۶۹
٥-٢. عناصر سنگین ۶۹
٥-٣. روش‌های جذب یون‌های فلزّی ۷۱
٥-٣-١. تبادل کاتیونی ۷۱
٥-٣-٢. جذب مخصوص ۷۱
٥-٣-٣. ترسیب ۷۱
٥-٣-٤. ترسیب غیر حلالی ۷۲
٥-٣-٥. ترکیبات آلی ۷۲
٥-٤. جذب فلزّات سنگین ۷۲
٥-٤-١. نحوه ورود عناصر سنگین ۷۲
٥-٥. استانداردها ۷۳
٥-٦. تجزیه عناصر سنگین موجود در کمپوست و باطله‌ها ۷۴

فصل ششم. بررسی مسائل زیست‌محیطی و تحلیل اقتصادی

٦-١. مقدّمه ۷۷
٦-٢. قوانین و توصیه‌نامه‌های کمپوست‌سازی ۷۷
٦-٣. استانداردهای کیفی محیطزیست ۷۷

٦-٤. ویژگی‌ها و تبعات مصرف کمپوست ۷۸
٦-٤-١. آلودگی‌های محیط زیستی ۷۸
٦-٤-٢. حجم زباله‌ها ۷۹
٦-٤-٣. کیفیت هوا ۷۹
٦-٤-٤. آلودگی صوتی ۸۰
٦-٤-٥. سمیّت توده ۸۰
٦-٤-٦. شیرابه ۸۰
٦-٤-٧. آتش‌سوزی ۸۱
٦-٤-٨. بو ۸۱
٦-٥. تحلیل اقتصادی و محاسبه قیمت تمام شده ۸۲
٦-٥-١. برآورد هزینه‌ها ۸۲
٦-٥-٢. محاسبات اقتصادی ۸۴

فصل هفتم. بحث و نتیجه گیری
نتیجه گیری ۸٦
پیشنهاد ۸۷
مراجع
منابع فارسی ۸۸
منابع انگلیسی ۸۸
چکیده انگلیسی ۹۴

لیست جداول

جدول۱-۱. میزان زباله‌ی قابل بازیافت ۴
جدول۱-۲. عناصر موجود در کمپوست با درصدهای مناسب ۷
جدول۱-۳. دستورالعمل مصرف کمپوست در کشاورزی ۱۶
جدول۱-۴. انواع باکتری‌ها ۲۰
جدول۲-۱. مقایسه فرآیند کمپوست هوازی و هضم بی‌هوازی تبدیل بخش آلی ۲۵
جدول۲-۲. نمایش تعداد و نوع ارگانیسم‌ها بر اساس شرایط دمایی ۲۷
جدول۲-۳. اصلاح‌کننده‌های معدنی ۳۱
جدول۲-۴. اصلاح‌کننده‌های شیمیایی افزوده شده به کمپوست ۳۲
جدول۳-۱. تعیین میزان α بر اساس درصد وزنی انواع نمک‌ها ۳۶
جدول۳-۲. روش‌های استفاده شده جهت تعیین هدایت الکتریکی (EC) برای کمپوست ۳۷
جدول ۳-۳ . تحمّل درختچه‌ها و درختان زینتی نسبت به شوری ۳۸
جدول۳-۴. مقدارEC برای محیط‌های کشت مختلف ۴۲
جدول۳-۵. کاهش مقادیر محصول بر اساس میزان بازدهی ۴۲
جدول۴-۱. تجزیه مواد جامد شهری ۴۷
جدول ۴-۲. تجزیه شیمیایی خاک صنعتی کائولن معدن قازانداغی ۴۸
جدول ٤-۳. تجزیه شیمیایی خاک صنعتی بنتونیت معدن نیاق ۵۲
جدول ٤-٤. تجزیه شیمیایی کانی‌های سیلیسی با باطله‌های آهنی و رسی ۵۳
جدول ٤-۵. تجزیه شیمیایی زغال‌سنگ معدن سنگرود ۵۴
جدول ٤-٦. میزان هدایت الکتریکی کمپوست خام و باطله‌های معدنی ۵۶
جدول ٤-۷. میزان هدایت الکتریکی برای مخلوط کمپوست و باطله‌ها ۵۷
جدول ٤-۸. میزان جذب سدیم در کمپوست و باطله‌های معدنی ۵۸
جدول ٤-۹. درصد رطوبت کودهای مختلف ۵۹
جدول ٤-۱۰. میانگین هدایت الکتریکی و pH برای بذرهای مختلف پس از سپری‌شدن دوره رشد ۶۲
جدول ٤-۱۱. پارامترهای رشد و توسعه بذرهای جو، گندم و ذرت بر روی کود کمپوست، خاک و کودهای اصلاح شده در مدّت ۸ هفته ۶۵
جدول ۵-۱. مقایسه مقادیر فلزّات سنگین در کمپوست آمریکا و اروپا ۷۴
جدول ۵-۲. حدود فلزات سنگین در شرایطی که به میزان زیاد از کود استفاده می‌شود ۷۴
جدول ۵-۳. تجزیه حاصل از جذب اتمی کمپوست ۷۵

جدول ٥-٤. تجزیه حاصل از جذب اتمی باطله‌ها ٧٥
جدول ٥-٥. حدّاکثر غلظت عناصر سنگین در کمپوست ٧٥
جدول ٦-١. اثرات مؤثر زیست‌محیطی کمپوست ٧٩
جدول ٦-٢. حد آستانه غلظت‌های بو و نقطه‌ی جوش برای بعضی از ترکیبات بودار ٨٢
جدول ٦-٣. برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری احداث خط اصلاح شوری کمپوست ٨٣
جدول ٦-٤ . هزینه کرایه حمل باطله‌های معدنی از سر معدن ٨٤

لیست اشکال

شکل ۱-۱. نمایش فرآیند کمپوست‌سازی ٦
شکل ۱-۲ . شمای کلی از مراحل بازیافت زباله‌های شهری ۹
شکل ۱-۳ . تغییرات زمان به دما در فرآیند کمپوست‌سازی ۱۳
شکل ۲-۱. مراحل تولید کمپوست از MSW ۲۷
شکل ۲-۲. نمودار مراحل فرآیند کودسازی هوازی ۲۸
شکل ۲-۳ . انواع سامانه‌های کمپوست‌سازی ۳۲
شکل ٤-۱. مراحل عصاره گیری کمپوست ۵۶
شکل ٤-۲. نمودار جذب اتمی سه عنصر (سدیم ، کلسیم و منیزیم) جهت تعیین فاکتور SAR ۵۷
شکل ۴-۳ . مقایسه بین افزودنی‌های کمپوست و نرخ تغییرات آن‌ها ٦۱
شکل ٤-٤. مقایسه بین هدایت الکتریکی نمونه‌های کود قبل و بعد از کاشت ٦۳
شکل ٤-۵. اندازه‌گیری طول ساقه گیاهان جهت بررسی عوامل رشد ٦٤
شکل ۴-۶. مقایسه بین پارامترهای مختلف رشد برای سه بذر ذرّت، گندم و جو ٦۷
شکل ۵-۱. ارتباط حرکتی عناصر سنگین بین اجزای خاک و گیاه ۷۳

فصل اوّل

مقدّمه‌ای بر مواد زائد و کمپوست

۱-۱. مقدّمه

موادّ زائد جامد دورریز به کلّیه موادّی اطلاق می‌شود که به شکل جامد، در اثر فعّالیّت‌های روزمره انسان وارد متعلقات زندگی می‌شود. در حقیقت MSW در اثر افزایش رشد سریع جمعیّت، توسعه و پیشرفت تکنولوژی و تمایل بشر به افزایش موادّ مصرفی تولید می‌شود. همچنین تولید روزافزون زباله و چگونگی دفع مناسب آن از چالش‌های زیست‌محیطی عمده جوامع انسانی می‌باشد. از جمله روش‌های بازیافت موادّ جامد شهری تهیّه کود آلی (کمپوست) است[۲و۱]. کودهای زیستی به موادّ حاصل‌خیز کننده‌ای اطلاق می‌شود که حاوی تعداد کافی از یک یا چند گونه از ارگانیسم‌های مفید خاکزی باشد. کودهای زیستی[۲] میکروارگانیسم‌هایی (ریزاندام‌واره) هستند که قادرند عناصر غذایی را از شکل غیر قابل استفاده به صورت قابل استفاده تبدیل کنند و این تبدیل تحت یک فرآیند زیستی انجام می‌گیرد. در این فصل، به کارگیری موادّ آلی، موادّ زائد در کمپوست و کاربردهای مختلف آن در کشاورزی و خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. خلاصه بررسی کارهای گذشته مربوط به تجزیه موادّ آلی جهت تشکیل کمپوست و کاربرد آن در کشاورزی است. همچنین توجّه بر فواید و پتانسیل‌های محیط زیستی و اثرات آن بر روی خاک و سامانه آب - خاک - گیاه مورد توجّه قرار می‌گیرد[۱۱].

۱-۲. مدیریّت موادّ زائد

با رشد روزافزون جمعیّت، افزایش سطح رفاه، تنوّع کمّی و کیفی در مصرف موادّ غذایی، توسعه صنایع تبدیلی و رشد پدیده شهرنشینی، دفع زباله و موادّ زائد آلی به مشکلی، به ویژه در شهرهای بزرگ تبدیل شده است. امروزه فرآوری موادّ زائد آلی به سه روش سوزاندن، دفن در محل‌های خاص و بازیافت یا استفاده مجدّد انجام می‌پذیرد. روش بازیافت علاوه بر اینکه در حفظ محیط زیست و کاهش آلودگی مؤثر است، می‌تواند موادّ زائد را به عنوان موادّ خام، مجدّداً در چرخه مصرف قرار دهد و از تخریب بیشتر محیط زیست پیشگیری کند. زباله‌های شهری متشکّل از موادّی هستند که توسّط منازل و صنایع دور ریخته می‌شود. این مواد شامل کاغذ، موادّ پلاستیکی و سایر موادّ ارگانیکی می‌باشد. بعضی از آن‌ها را می‌توان از طریق کمپوست‌سازی بازیافت کرد و مابقی را سوزانیده و یا در چاله‌های دفن زباله مدفون نمود.

آمایش زباله، به عنوان یکی از راه‌های بهینه‌سازی مدیریّت موادّ زائد معرفی شده است. اهداف آمایش زباله عبارتند از:

---

[۲] □□□□□□□□□

- کاهش حجم و وزن موادّی که باید دفع شوند.
- کاهش نشرها از قبیل بو و شیرابه
- بازیافت منابع همراه با کاهش احتمالی هزینه‌های دفع[۱].

۱-۳. بازیابی زباله‌های جامد

روش‌های متعدّدی جهت بازیابی موادّ زائد جامد وجود دارند که از نظر فنیّ و اقتصادی عملی می‌باشند. هرچه تعداد موادّی که باید از زوائد جامد جدا شوند، بیشتر شود، بر هزینه جداسازی نیز افزوده می‌گردد. ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش بازیابی موادّ زائد جامد که از نظر جمع‌آوری کم‌ترین کارآیی را دارد روشی است که اجزاء مختلف هر منبع زائد از یکدیگر جدا شود. این روش اقتصادی نیست و به جای آن از روش‌های جداسازی کامل استفاده می‌گردد. بیشتر جداسازی کاغذ، فلزّات و احتمالاً شیشه مورد نظر است و کاغذ، فلزّات آهنی و آلومینیومی بیشترین ارزش را دارند در صورتی که سایر فلزّات به مقدار جزئی وجود دارند که بازیابی آن‌ها خیلی مشکلّ و غیراقتصادی است. سامانه‌های بازیابی زوائد موجود یا پیشنهادی عموماً چندین قسمت مشابه دارند. قسمت خردکننده یا کاهش‌دهنده اندازه ذرّات، مهم‌ترین قسمت این سامانه است. اندازه زباله‌ها قبل از جداسازی باید کاهش یابد تا ترکیبی یکنواختی به وجود آمده و امکان جداسازی اجزاء مختلف زوائد جامد ممکن گردد. از تیغه‌های تیز و برّنده برای ریزکردن کاغذ، تکه پارچه، مقوّا و پلاستیک، از ماشین‌های برش برای بریدن چوب، از چکش‌های سنگین برای خردکردن شیشه و سرامیک و از ادوات قیچی مانند برای ریزکردن فلزّات و لاستیک استفاده می‌شود[۴و۱].

۱-۳-۱. روش‌های حذف و دفع موادّ زائد

۱-۳-۱-۱. روش دفن در زمین

این روش در اغلب شهرها به کار گرفته می‌شود بدین صورت که زباله توسّط سامانه حمل ونقل جمع‌آوری و به محلّ دفن هدایت می‌گردد و در زمینی که درنظرگرفته شده دفن می‌شود. البتّه در کلان شهرهایی همچون تهران این عمل نمی‌تواند به صورت روزانه انجام گیرد و از نظر اقتصادی نیز دفن نزدیک به ۷۰۰۰ تن زباله شهری مقرون به صرفه نیست و به ناچار ترانشه‌های عظیمی حفر می‌گردد که تا به عوامل عملیّاتی و اجرایی اجازه برنامه‌ریزی و کار را بدهد که همین اجبار کم کم دفن بهداشتی در زمین را به صورت انباشت‌های روباز تبدیل می‌نماید. روش غیربهداشتی و مطرود تلنبار پرهزینه بودن سامانه، آلودگی خاک، هوا و سفره‌های زیرزمینی آب – بالا رفتن سختی آب و ورود فلزّات سنگین به سفره‌های زیرزمینی آب از معایب این روش می‌باشد.

۱-۳-۱-۲. روش سوزاندن

سوزاندن در کشور ما به دو روش سوزاندن در محیط باز و به کمک دستگاه‌های زباله‌سوز انجام می‌شود.

الف – سوزاندن در محیط باز

مهم‌ترین دلیل برای ردّ این روش ایجاد آلودگی هوا و رهاسازی گازهای سمّی می‌باشد ولی متأسّفانه همچنان در روستاها و جوامع کوچک از این روش استفاده می‌شود.

ب – سوزاندن به وسیله دستگاه‌های زباله سوز

در این روش زباله پس از جمع‌آوری و حمل و انتقال، به طور مخلوط به دستگاه‌های زباله‌سوز منفرد و کوچک و یا بزرگ و متمرکز شهری انتقال می‌یابد. امحاء زباله بدون بازیابی موادّ مورد نیاز آن ازخصوصیّات این روش می‌باشد. این روش معمولاً محتاج تکنولوژی وارداتی و گران است و راهبری آن نیازمند افراد متخصّص می‌باشد زیرا برای جلوگیری از آلودگی هوا و پخش گازهای سرطان‌زا کنترل رطوبت، زمان احتراق، نسبت سوخت به اکسیژن و انتخاب و جدا سازی بسپارها ضروری است[۳و۱].

۱-۳-۱-۳. جداسازی ازمبداء یا تفکیک مواد

اجرای برنامه‌های تفکیک ازمبداء بدون در نظر گرفتن زمینه‌های فرهنگی مردم و کسب مشارکت آن‌ها توأم با شکست خواهد بود و در مراحل اوّلیّه لازم است به عنوان یک رویکرد زیست‌محیطی و فرهنگ‌ساز با این برنامه برخورد گردد. اجرای برنامه بدین صورت خواهد بود که با ارائه آموزش خود مردم نسبت به جداسازی زباله‌ها به دو صورت‌تر و خشک اقدام خواهند نمود [۳].

۱-٤. تهیّه کود از زباله

یکی از روش‌های تثبیت زیستی زباله روشی است که زباله‌ها تحت شرایط هوازی یا بی‌هوازی به موادّ آلی مفید برای گیاهان تبدیل می‌شوند. بعضی از موادّ غذائی باید به آن اضافه گردد تا مقدار ازت، پتاسیم و فسفر به حدّاقل غلظت لازم در کودها برسد. به دلیل بالابودن درصد موادّ فسادپذیر در زباله‌های شهری محصول به دست آمده از کمپوست می‌تواند به عنوان کود مورد نیاز کشاورزان منطقه مورد استفاده قرار گیرد. در ایران با محاسبه ۸۰۰ گرم زباله سرانه، هر روزه بالغ بر ۵۰۰۰۰ تُن موادّ زائد جامد تولید می‌شود که در مقایسه با سایر کشورهای جهان با ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم زباله هر نفر در سال در حدّ متعادلی قرار گرفته است. وجود ۷۰ % موادّ آلی قابل تبدیل به کمپوست و بیش از ۴۰ % رطوبت در زباله‌های خانگی از یک سو و تفاوت فاحش آب و هوا و شرایط زیستی در مناطق مختلف کشور با سبک و فرهنگ منحصر به فرد از سوی دیگر خود دلیلی بر عدم استفاده بی رویه از تکنولوژی‌های وابسته به خارج است. تهیّه کود از زباله علاوه بر کنترل زباله و بازیافت موادّ قابل فساد دارای ارزش اقتصادی ویژه‌ای است که از طریق فروش کمپوست به وجود

می‌آید و این درآمد می‌تواند به خوبی جواب‌گوی بسیاری از هزینه‌های جمع‌آوری و دفع باشد. امّا از طرفی توسعه صنایع کمپوست از زباله مخلوط در صورت عدم رعایت جنبه‌های بهداشتی و زیست‌محیطی و اقتصادی دارای پیامدهای زیست‌محیطی و بهداشتی متعدّدی خواهد بود که سلامت جامعه و محیط زیست را مورد تهدید قرار می‌دهد[۲]. جدول ۱-۱ میزان موادّ زائد قابل تبدیل به کمپوست را تا سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱ . میزان زباله قابل بازیافت [۲].

شرح	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	*۱۳۸۹	*۱۳۹۰
جمعیّت	۶۶ ۶۹۳۶۰۲	۷۰۴۷۰۰۰۰	۷۱۵۹۷۵۲۰	۷۲۷۴۳۰۸۰	۷۳۹۰۶۹۷۰	۷۵۰۸۹۴۸۱
میزان زباله قابل تبدیل به کمپوست (هزار تن)	۱۳۹۲۴	۱۴۱۴۶	۱۴۳۷۳	۱۴۶۰۳	۱۴۸۳۶	۱۵۰۷۴

نتایج نشان از تولید حجم قابل توجّهی از موادّ زائد به موادّ مفید (کمپوست) می‌باشد. نگاهی گذرا بر وضعیّت محیط زیست در دهه‌های اخیر نشان می‌دهد که فعّالیّت‌های انسانی مؤثرترین و مهم‌ترین علل تغییرات زیست محیطی است که ضمن ایجاد تغییرات مفید و مناسب موجبات تخریب را هم فراهم می‌آورد.

۱-۵. فرآیند تجزیه موادّ باطله

۱-۵-۱. توصیف کلّی

به کارگیری باطله‌هایی که در بخش‌های خانگی و صنعت ایجاد می‌شوند، نیاز به مدیریّت متنوّعی نسبت به سایر باطله‌ها دارند، که به دلیل بیشترین تأثیر بر روی مسائل محیط زیست می‌باشد. پس استفاده مجدّد از پتانسیل‌ها و مدیریّت باطله‌ها دارای بالاترین اولویّت در بازیابی موادّ باطله جهت ساخت کمپوست خواهد داشت. به طور عمومی توصیف استفاده از باطله‌ها و مدیریّت آن‌ها جهت تجزیه باتوجّه به موارد زیر اولویّت‌بندی می‌شود :

۱ / جلوگیری از کاهش محصولات آلی قابل تجزیه و آلوده‌شدن توسّط آلاینده‌ها
۲ / استفاده مجدّد از باطله‌های قابل تجزیه
۳ / بازیابی موادّ جدا شده‌ی قابل تجزیه جهت تبدیل به موادّ خاص

*مقادیر پیش بینی شده ، آمار تا سال ۱۳۸۸

۴ / کمپوست‌کردن (مخلوط‌کردن) یا هضم هوازی که قابلیّت تبدیل به موادّ دیگر را دارند.
۵ / بررسی رفتار بیولوژیکی و فیزیکی و شیمیایی باطله‌ها و اثرات آن روی ترکیبات خاک
۶ / بازیابی انرژی [۱۶و۱۳] .

زباله‌هایی که جهت عملیّات کمپوست جمع‌آوری می‌شوند، بسیار متنوع بوده و شامل مخلوطی از موادّ معدنی و آلی موجود در زباله‌های شهری، کودهای هموژن گیاهی، باقی‌مانده محصولات کشاورزی و لجن فاضلاب است. در فرآیند تولید کمپوست بیشترین مقدار اکسیژن مصرف شده جهت تبدیل موادّ آلی به محصولات پایدارتر مانند هیومیک اسید، دی‌اکسید کربن و آب به مصرف می‌رسد. نکته قابل توجّه در افزایش محصولات کشاورزی، بالابردن مقدار موادّ مغذّی خاک است. یکی از روش‌های گسترش و بهبود ساختمان خاک و تهیّه موادّ غذایی استفاده از هوموس است، هوموس نیز محصول نهایی فرآیند ساخت کمپوست است. کمپوست محصول فرآیندی است که در آن واکنش‌هایی بین زباله‌ها، میکروارگانیسم‌ها، رطوبت و اکسیژن در می‌گیرد. موادّ آلی با انبوهی از میکروارگانیسم‌های موجود در خاک، آب و هوا به صورت مخلوط وجود دارند. زمانی که مقدار رطوبت زباله‌ها به حدّ مطلوب برسد و همچنین موادّ به میزان لازم هوادهی شوند فرآیند میکروبیولوژیکی تسریع می‌شود. علاوه بر اکسیژن و رطوبت میکروارگانیسم‌ها جهت رشد و تکثیر نیازمند منبع کربن (زباله‌های آلی) موادّ غذایی مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم و مقادیر ناچیزی از بعضی عناصر دیگر نیز هستند. در حمله میکروارگانیسم‌ها به موادّ آلی علاوه بر این که خود آن‌ها تکثیر یافته و رشد می‌کنند، دی‌اکسید کربن، آب، بعضی از محصولات آلی و انرژی نیز آزاد می‌شود. مقداری از این انرژی در فرآیند متابولیسم مصرف شده و باقی‌مانده آن به صورت گرما، آزاد می‌شود. محصول نهایی یا همان کمپوست متشکّل از موادّ آلی باقی‌مانده مقاوم، محصولات شکسته شده و میکروارگانیسم‌های زنده و مرده می‌باشد. خلاصه فرآیند تولید کمپوست در شکل ۱-۱ نشان داده شده است [۱۱] .