



بررسی مقدار پسماند دفنی، کمپوست تولیدی، هزینه تولید کمپوست و مشخصه‌های کیفی کمپوست در کارخانه‌های کمپوست خمین و تهران

سعید صالحی

کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی ایران

احمد عامری

دکتری بهداشت محیط و عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی ایران

مهدی فرزاد کیا

دکتری بهداشت محیط و عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی ایران

احمد جنیدی جعفری

دکتری بهداشت محیط و عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی ایران

رامین نبی زاده

دکتری بهداشت محیط و عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران

تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۶

تاریخ ارسال: ۸۷/۱۲/۲۶

چکیده

امروزه دفع نامناسب و غیراصولی مواد زائد جامد یکی از دلایل مهم آلودگی محیط زیست می‌باشد و مقوله بازیافت و کمپوست می‌تواند جهت مدیریت بهتر مواد زائد جامد و کاهش مشکلات زیست محیطی آن به کار برده شوند. این مطالعه در مدت ۹ ماه در کارخانه کمپوست خمین و تهران انجام شده است و اطلاعات مورد نیاز از طریق توزین زباله ورودی و کمپوست تولیدی و همچنین با نمونه برداری از کمپوست و بررسی هزینه‌های کمپوست جمع آوری شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ۱۵٫۸۴ درصد از زباله به کمپوست تبدیل می‌شود و ۶۵٫۵ درصد کاهش در میزان پسماند دفنی رخ داده و هزینه تولید هر کیلوگرم کمپوست حدود ۹۲۶ ریال خواهد بود (کود کمپوست در حال حاضر بفروش نمی‌رود) این در حالیست که هزینه تولید کمپوست در کارخانه کمپوست تهران حدود ۶۲۰ ریال خواهد بود. همچنین نتایج این بررسی نشان می‌دهد که کیفیت کمپوست در محدوده استانداردها قرار دارد و با ایجاد تدابیری همچون تفکیک از مبدأ می‌توان مقدار تولید کمپوست و کیفیت کمپوست را ارتقا بخشید.

واژه‌های کلیدی: مواد زائد جامد - بازیافت - کمپوست - خمین - تهران

مقدمه

با توجه به درصد بالای مواد فسادپذیر در داخل زباله های خانگی و شهری، توجه به مقوله کمپوست نمودن این مواد به عنوان یک استراتژی کاهش و بازیافت زباله، در برنامه ریزی و مدیریت زیست محیطی کشورها قابل تحقق است. مواد آلی درون زباله مسئول بسیاری از مشکلات زیست محیطی در اماکن دفن می باشند خصوصاً به خاطر ایجاد رواناب های شیرابه زباله که اگر به درستی کنترل نگردد می تواند سبب آلودگی منابع آب و سفره های آب زیرزمینی شود (۱۳).

طبق تعریف چوبانوگلاس کمپوست کردن یکی از اجزای سیستم یکپارچه مدیریت مواد زائد جامد می باشد که می تواند در زائدات شهری مخلوط، زائدات باغبانی و غذایی و زائدات تفکیک شده به کار رود (۵). در سالهای اخیر شاهد افزایش کارخانه های کمپوست در کشور بوده ایم که با توجه به ضرورت بهره برداری صحیح و مطابق اصول زیست محیطی و بهداشتی در این کارخانه ها و همچنین استفاده از محصول کمپوست در موارد مختلف بررسی کیفیت و کمیت کمپوست تولیدی و مطالعه در این زمینه ضرورت می یابد (۳).

کارخانه کمپوست خمین

موقعیت جغرافیایی شهرستان خمین در جنوب استان مرکزی در طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵ دقیقه و ۱۷ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۸ دقیقه و ۴۰ ثانیه و در شرق رشته کوه های زاگرس در حد فاصل مناطق نیمه خشک و مناطق خشک کشور قرار گرفته است و جمعیتی حدود ۶۵۰۰۰ نفر را دارا می باشد (۱۵). کارخانه کمپوست

شهر خمین توسط شهرداری خمین در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ راه اندازی گردید سیستم تولید کمپوست ویندرو می باشد و بعد ورود زباله های جمع آوری شده از سطح شهر به کارخانه توسط بیل تراکتور زباله ها به درون هاپر دستگاه سرد ۸۰ میلیمتری تخلیه شده و سپس زباله ها به دو دسته بزرگتر و کوچکتر از ۸۰ میلیمتر تقسیم می شوند. مواد با قطر بالاتر از ۸۰ میلیمتر (مواد روسرندی) عمدتاً شامل مواد قابل بازیافت می باشند که به روی تسمه نقاله منتقل شده و توسط کارگران جداسازی دستی می گردد ضمن اینکه هر دو خروجی دستگاه سرد مجهز به مگنت بوده و فلزات آهنی را جدا می نماید. مواد کوچکتر از ۸۰ میلیمتر که بیشتر شامل مواد غذایی فساد پذیر می باشند به سایت تخمیر متقل شده و بعد از تخلیه شدن توسط دستگاه همزن تاپ ترن که به تراکتور متصل است بصورت گرده ماهی مرتب می شوند. عمل زیرو رو کردن یا هوادهی توده ها نیز توسط دستگاه همزن انجام می گیرد و در مواقع لزوم برای افزایش رطوبت توده، توده ها آب پاشی می گردند و در مواردی همچون بارندگی یا روز های خیلی گرم توده ها با کاورهای نمدی پوشانده می شوند.

کل پسماند خانگی تولیدی در شهر به کارخانه کمپوست منتقل می شود (به طور متوسط ۳۰-۳۵ تن در روز).

دوره رسیدگی کود کمپوست در این روش (ویندرو) ۶ تا ۸ هفته می باشد بعد از تثبیت مواد آلی و کامل شدن فعالیت های بیولوژیکی و رسیدگی کمپوست عملیات سردن توسط سردن با قطر ۵ و ۱۰ میلیمتر انجام می گیرد. در حال حاضر از کمپوست تولید شده شهرداری در بخش فضای سبز شهر استفاده می نماید (۳).



شکل ۱- توده‌های کمپوست در کارخانه کمپوست خمین و استفاده از کاورهای نمدی

نمونه‌های ۱ کیلوگرمی به آزمایشگاه ارسال شده است. نمونه‌های ارسالی به آزمایشگاه را درون کیسه پلاستیکی مقاوم قرار داده و آن را با فویل آلومینیومی پوشانده و قبل از درب ظرف نیز فویل آلومینیومی قرار داده شده است (جهت جلوگیری از دوباره گرم شدن نمونه). آزمایشات بر روی نمونه‌ها در آزمایشگاه خاک آزمانگین انجام شده است (۳، ۷، ۱۰).

همچنین تعداد ۲۰ عدد نمونه کمپوست از لحاظ مواد خارجی مورد بررسی قرار گرفته و بصورت دستی اقدام به جدا سازی مواد خارجی از داخل نمونه شده است و با استفاده از ترازوی دیجیتال برحسب گرم محاسبه و توزین شده است. تعداد ۱۰ عدد نمونه کمپوست (۵ نمونه از کارخانه خمین و ۵ نمونه از کارخانه تهران) جهت آنالیز به آزمایشگاه خاک شناسی خاک آزمانگین در ورامین ارسال شده است و در آزمایشگاه آزمایشات لازم بر روی نمونه‌ها انجام گردیده. جهت تعیین هزینه هر کیلوگرم کمپوست می‌بایست مقدار کل کمپوست تولیدی را محاسبه نماییم و با تعیین هزینه های تولید کمپوست که شامل هزینه‌های در گردش و هزینه‌های سرمایه‌گذاری طرح می‌باشد هزینه هر کیلوگرم کمپوست را محاسبه نماییم (۳).

مواد و روش‌ها

در انجام این مطالعه در طول ۹ ماه با مراجعه به کارخانه کمپوست خمین موارد مختلف مورد بررسی قرار گرفته و با کارخانه کمپوست تهران مقایسه شده است. جهت تعیین میزان کاهش پسماندهای دفنی با استفاده از فرآیند کمپوست پسماندهای ورودی و خروجی از کارخانه مورد بررسی قرار گرفته است. جهت نمونه برداری از کمپوست به روش (Test Methods TMECC for the Examination of Composting and Compost) که یک روش نمونه برداری مرکب است عمل شده است. بدین ترتیب جهت نمونه برداری از هر توده در ۵ قسمت توده برش ایجاد نموده (۳ برش در یک طرف و ۲ برش در طرف دیگر) و در هر برش ۱۰-۱۵ نمونه ۱ کیلوگرمی برداشته و آنها را کاملاً مخلوط می‌نماییم و این عمل را برای هر ۵ برش انجام داده و سپس تمام نمونه‌ها را مخلوط می‌نماییم و سپس حجم نمونه را به یک چهارم کاهش داده تا به حدود ۱۲ کیلوگرم برسد حال می‌توانیم از این نمونه ۱۲ کیلوگرمی نمونه‌های ۱ تا ۱,۵ کیلوگرمی را به آزمایشگاه منتقل نماییم که در این مطالعه

در جدول شماره یک روش‌های آزمایش پارامترهای مختلف آمده است.

جدول ۱- روش آزمایش پارامترهای کمپوست

روش آزمایش	پارامتر
تیتراسیون روش سرد یا والکیل بلاک	درصد مواد آلی
وزن سنجی	درصد رطوبت
متر PH	PH
روش سرد یا والکیل بلاک	درصد کربن
کجدال	درصد ازت
اسپکنزوفتومتر	درصد فسفر
فیلم فتومتر (نشر شعله)	درصد پتاس
جذب اتمی	سرب
جذب اتمی	کادمیوم
جذب اتمی	جیوه
جذب اتمی	کروم
کشت در محیط کشت و شمارش تعداد	سالمونلا
تغلیظ	تخم انگل
تخمیر چند لوله‌ای	کلیفرم

نتایج

۱۵/۸۴ درصد از کل زباله ورودی به کود کمپوست تبدیل می‌شود (۱۳۱,۲۲ تن کمپوست در ماه در کارخانه کمپوست خمین تولید می‌گردد). همچنین مقدار تولید کمپوست نسبت به زباله‌های ورودی به فرآیند کمپوست در کارخانه کمپوست تهران ۲۵ درصد می‌باشد که نسبت به کل زباله ورودی به کارخانه ۱۳ درصد می‌باشد.

طبق نتایج حاصل از این تحقیق مشاهده گردید ۲۸/۳ درصد از مواد آلی انتقال داده شده به سایت تخمیر به کود کمپوست تبدیل می‌گردد و ۷۱/۷ درصد کاهش در جرم توده در طول فرآیند کمپوست و سرند کردن کمپوست رخ می‌دهد و نسبت به کل زباله ورودی به کارخانه کمپوست

جدول ۲- بررسی اقتصادی پروژه کمپوست خمین (۳)

ارقام به میلیون ریال	درآمد سالیانه	ارقام به میلیون ریال	هزینه سالیانه
۴۷۰۲۱۴۰۰۰	درآمد حاصل از فروش ۱۵۷۳/۸ تن کود کمپوست سالیانه با قیمت کیلویی ۳۰۰ ریال	۱۴۵۸۰۰۰۰۰۰	سرمایه در گردش
۲۷۰۵۵۲۰۰۰	درآمد ناشی از کاهش هزینه‌های سالیانه دفن		
۲۲۰۶۰۰۰۰۰	درآمد حاصل از فروش مواد بازیافتی جدا شده در کارخانه	۵۰۰۰۰۰۰۰	بازگشت سرمایه با محاسبه استهلاک ماشین آلات در ۸ سال
۹۷۰۳۶۶۰۰۰	جمع	۱۹۵۸۰۰۰۰۰۰	جمع

در تهران هزینه تولید هر کیلوگرم کمپوست حدود ۶۲۰ ریال می‌باشد .

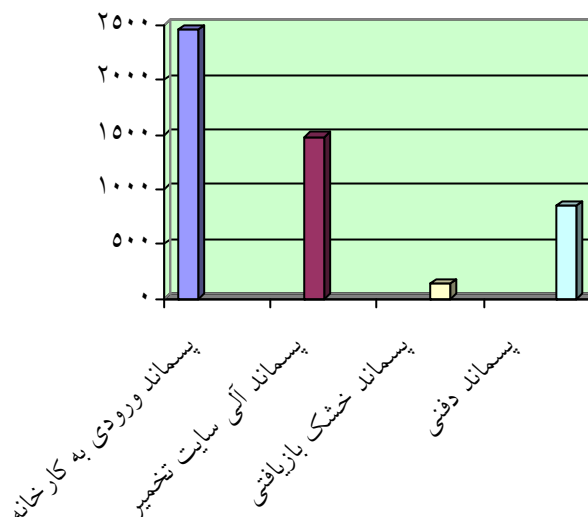
با کسر جمع درآمد سالیانه از جمع هزینه سالیانه مبلغ ۹۸۴۳۴۰۰۰۰ ریال هزینه خالص کارخانه کمپوست در سال می‌باشد که چنانچه با مقدار کل کمپوست تولیدی سالیانه مقایسه نماییم (۱۵۷۳۸۶۰ کیلوگرم) هزینه خالص هر کیلوگرم کمپوست حدود ۶۲۵ ریال خواهد بود و هزینه هر کیلوگرم کمپوست نسبت به کل هزینه (بدون در نظر گرفتن درآمدها) ۱۲۴۴ ریال می‌باشد. البته درآمدها، با فرض فروش

کمپوست کیلویی ۳۰۰ ریال برآورد شده است. که چنانچه فروش کمپوست از درآمدها کسر شود (کمپوست به فروش نرسد) قیمت تمام شده هر کیلوگرم کمپوست ۹۲۶ ریال خواهد بود.

طبق نتایج حاصل از این تحقیق مشخص گردید که در شهر خمین با استفاده از فرآیند کمپوست ۶ / ۶۵ درصد کاهش در میزان پسماندهای دفنی رخ داده است. و در کارخانه کمپوست تهران ۲ / ۶۱ درصد کاهش برآورد گردیده است.

جدول ۳- وضعیت پسماند ورودی به کارخانه و درصد کاهش پسماندهای دفنی (خمین)

ماه	پسماند ورودی به کارخانه ton/month	پسماند آلی انتقال داده شده به سایت تخمیر ton/month	پسماندهای خشک بازیافتی جدا شده در کارخانه ton/month	پسماندهای دفنی ton/month	درصد کاهش پسماندهای دفنی
اردیبهشت	۵۵۰	۳۳۰/۲	۲۷/۳	۱۹۲/۵	۶۵
خرداد	۴۴۵	۲۷۸	۲۵	۱۴۲	۶۸
تیر	۵۶۳/۵۶	۳۴۰/۵۶	۲۶/۵	۱۹۶/۵	۶۵/۱۴
مرداد	۴۰۰	۲۲۵/۶	۳۶/۴	۱۳۸	۶۵/۵
شهریور	۵۰۰	۳۰۰	۲۲	۱۷۸	۶۴/۴
جمع	۲۴۵۸/۵۶	۱۴۷۴/۳۶	۱۳۷/۲	۸۴۷	



نمودار ۱ - وضعیت پسماند ورودی به کارخانه کمپوست خمین (۳)

جدول ۴- آنالیز زباله ورودی به کارخانه کمپوست خمین

نوع مواد	مواد آلی	کاغذ و کارتن	شیشه	فلز	پلاستیک	کیسه پلاستیک	لاستیک	چوب	منسوجات	پت	نان	ضایعات ویژه	خاکرو به	جمع کل
درصد	۷۰	۴,۵	۱,۵	۱,۴	۱,۱	۴,۵	۸۲	۸	۳,۸	۰,۲	۵,۵	۵,۷۳	۵	۹۹,۹

جدول های ۵ و ۶ به ترتیب نتایج آنالیز کمپوست تولیدی در کارخانه کمپوست خمین و تهران را نشان می دهند.

جدول شماره ۵ - نتایج آنالیز کمپوست تولیدی کارخانه کمپوست خمین

شماره نمونه	درصد مواد آلی	PH	کربن درصد	ازت درصد	فسفر درصد	پتاس درصد	سرب (ppm)	کادمیوم (ppm)	جیوه (ppm)	کرم (ppm)	سالمونلا تعداد	تخم انگل لیتر / تعداد	کلی فرم MPN/100 ml	کلی فرم مدفوعی MPN/100ml
۱	۳۹,۳۷	۸,۳۱	۲۳,۱۶	۱,۵۹	۰,۴	۱,۱۳	۶۱,۵۵	<۰/۱	<۰/۱	۲۱	۰	>۵	۷	<۳
۲	۳۰,۱۴	۸,۴۸	۱۷,۷۴	۱,۷۹	۰,۳۸	۱,۱۹	۵۵,۲	<۰/۱	<۰/۱	۲۱	۰	۰	۴۶۰	۹۳
۳	۲۶,۸۲	۸,۶۷	۱۵,۷۸	۱,۵۹	۰,۴۴	۱,۰۴	۶۶	<۰/۱	<۰/۱	۱۸	۰	>۷	>۱۱۰۰	۲۴۰
۴	۲۲,۸۶	۸,۷۲	۱۵,۸	۱,۴۳	۰,۳۹	۰,۹۲	۵۵	<۰/۱	<۰/۱	۱۹	۰	>۵	>۱۱۰۰	۳۳
میانگین	۲۹,۸	۸,۵۵	۱۸,۱۲	۱,۶	۰,۴	۱,۰۷	۵۹,۴۴	<۰/۱	<۰/۱	۱۹,۷۵	۰			
انحراف معیار	۷,۰۴	۰,۱۹	۳,۴۸	۰,۱۵	۰,۰۳	۰,۱۲	۵,۳۳	۰	۰	۱,۵	۰			

جدول شماره ۶- نتایج آنالیز کمپوست تولیدی تهران

شماره نمونه	درصد مواد آلی	PH	کربن درصد	ازت درصد	فسفر درصد	پتاس درصد	سرب (ppm)	کادمیوم (ppm)	جیوه (ppm)	کرم ppm	سالمونلا تعداد	تخم انگل لیتر / تعداد	کلی فرم MPN/100 ml	کلی فرم مدفوعی MPN/100ml
۱	۳۰,۹۶	۸,۰۵	۱۷,۸۲	۲,۲۱	۰,۴۲	۰,۹۹	۲۱۳,۵	۲	۰,۱۹	۶۹,۵	۰	>۱	۴۶۰	۹۳
۲	۲۵,۲۴	۸,۰۷	۱۴,۸۵	۲,۰۵	۰,۴۳	۰,۹۵	۲۵۸,۵	۲	۰,۱۸	۶۲	۰	>۱	۴۳	۴
۳	۳۰,۹۷	۸,۱۲	۱۸,۲۲	۱,۸۵	۰,۴۳	۱,۰۲	۲۷۵,۵	۲	۰,۲۲	۹۶	۰	>۱	>۱۱۰۰	۳۹
۴	۵۴,۵۷	۸,۰۶	۳۲,۱	۲	۰,۴۳	۱,۰۲	۱۷۵,۵	۲	۰,۲	۵۹,۵	۰	>۱	۲۳	۲۳
۵	۴۷,۱۲	۸,۰۶	۲۷,۷۲	۲,۳۱	۰,۴۲	۰,۹۹	۲۲۵	۲	۰,۱۸	۶۴	۰	>۱	>۱۱۰۰	۴
میانگین	۳۷,۶۳	۸,۰۷	۲۲,۱۴	۲,۰۸	۰,۴۲	۰,۹۹	۲۲۹,۶	۲	۰,۱۹	۷۰,۲	۰	>۱	---	---
انحراف معیار	۱۲,۴۴	۰,۰۳	۷,۳۷	۰,۱۸	۰,۰۰۵	۰,۰۳	۳۹,۲۱	۰	۰,۰۲	۱۴,۸۹	۰			

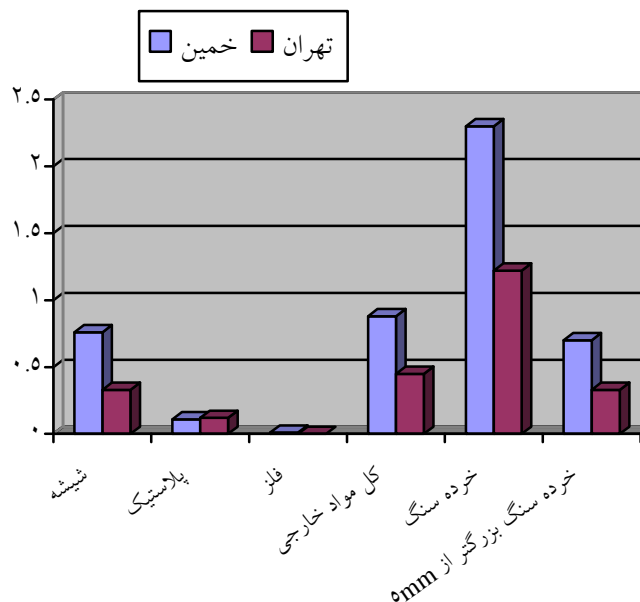
جدول شماره 7- مقایسه مقادیر فلزات سنگین در نمونه‌های کمپوست خمین و تهران با استانداردهای کانادا (ppm)

فلز	طبقه بندی CCME, BnQ,(AA,A)	طبقه بندی B براساس AAFC	مقدار در کمپوست تولیدی خمین	مقدار در کمپوست تولیدی تهران	مقدار در بیوکمپوست خمین
سرب	۱۵۰	۵۰۰	۵۲/۶	۲۲۹/۶	۲۵/۵
کادمیوم	۳	۲۰	< ۰/۱	۲	< ۰/۱
جیوه	۰/۸	۵	< ۰/۱	۰/۱	< ۰/۱
کرم	۲۱۰	۱۰۶۰	۱۸/۲	۷۰/۲	۱۲

تهران به ترتیب ۸۸٪ و ۴۵٪ درصد تعیین گردید. همچنین درصد خرده سنگ بزرگتر از ۵ میلیمتر در کمپوست تولیدی خمین و تهران به ترتیب ۷٪ و ۳۳٪ درصد تعیین گردید.

مقدار مواد خارجی موجود در کمپوست تولیدی کارخانه های کمپوست خمین و تهران به ترتیب ۱/۳۶ و ۰/۸۴ درصد تعیین گردید و با عبور دادن مواد خارجی جدا شده از داخل سرنده ۲ میلیمتری مقدار مواد خارجی بزرگتر از ۲ میلی متر در کمپوست تولیدی کارخانه‌های کمپوست خمین و

نمودار ۲- مقدار مواد خارجی موجود در کمپوست تولیدی کارخانه‌های کمپوست خمین و تهران



می‌توان به مقدار زیادی در هزینه‌های تولید کمپوست کاهش ایجاد نمود، زیرا مقدار زیادی از هزینه‌های کارخانه کمپوست صرف جداسازی مواد قابل بازیافت در کارخانه می‌گردد. همچنین یکی از مشکلات حال حاضر کمپوست در

بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایج این تحقیق هزینه تولید کمپوست به مراتب بیشتر از هزینه دفن زباله می‌باشد و با ایجاد تدابیری همچون تفکیک از مبدأ و جداسازی زباله‌های تر و خشک

کشور ما عدم تبلیغ مناسب جهت محصول کمپوست و کاربردهای آن می‌باشد که چنانچه در این زمینه برنامه‌ریزی گردد و با توجه به موقعیت مطلوب کشاورزی و فقر مواد آلی در اغلب خاکهای کشور می‌توان بازار مناسبی جهت مصرف کمپوست ایجاد نمود و کمپوست تولیدی را با قیمت مناسب عرضه نمود که این خود می‌تواند در رشد و بهبود کمپوست مؤثر واقع شود. در پروژه‌های بنام "آیا کمپوست از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است؟" که توسط میچ رنکو و روبرت رابین در کارولینای شمالی ایالات متحده انجام گرفته است ذکر شده است، جوامعی که درصدد هستند کمپوست مواد زائد جامد شهری به عنوان قسمتی از سیستم یکپارچه مدیریت مواد زائد جامد باشد باید این واقعیت را بپذیرند که کمپوست حدود ۵۰ دلار در هر تن زباله هزینه در برخواهد داشت. و در همین پروژه ذکر شده است که از ۹ کارخانه کمپوست بررسی شده ۶ کارخانه هزینه خالص حدود ۵۰ دلار در تن دارند و هزینه یک کارخانه ۷۹ دلار در تن و ۲ کارخانه دیگر که در هر دو مورد، سالانه مقدار کمی مواد زائد جامد دریافت می‌کردند هزینه‌های نسبتاً بالایی داشتند. فقط در یک کارخانه عایدات قابل توجهی از فروش کمپوست گزارش شده است و در اکثر موارد کمپوست اقتصادی نبوده است و در نتایج این تحقیق نیز مشخص گردید کمپوست هزینه‌ای به مراتب بیشتر از دفن دارد. در همین مطالعه آمده است که مشکل عمده کمپوست های تولیدی بو و باقیمانده‌های پلاستیکی می‌باشد. در پایان نامه‌ای تحت عنوان مقایسه آلودگی های زیست محیطی محل دفن پسماند و کمپوست در شهر خمین (هدیه رضایی- پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست - واحد علوم و تحقیقات تهران) هزینه تولید هر کیلوگرم کمپوست ۱۲۸۵ ریال (۱۲۸ تومان) برآورد شده است و درآمد ناشی از هر کیلوگرم کمپوست را ۳۰ تومان در نظر گرفته شده است (تومان هزینه تمام شده کمپوست = ۹۸ - ۳۰ = ۱۲۸) (۱۲).

در مقایسه‌ای که بین دو کارخانه ۱۰۰ و ۱۰۰۰ تنی انجام گرفته است مشخص شده است که هزینه خالص کمپوست برای تأسیسات کوچکتر ۵۷/۳ دلار در تن بوده است و برای تأسیسات بزرگتر ۴۳/۶ دلار و به عبارتی با افزایش سایز و ظرفیت کارخانه هزینه آن کاهش یافته است (۵).

در همین گزارش آمده است که هزینه بهره‌برداری و نگهداری یک کارخانه ۳۰ تنی به روش هوادهی توده‌های ایستا ۲۶۶۰۰۰ دلار در سال بوده است که تقریباً مشابه

هزینه‌های سالیانه کارخانه کمپوست خمین می‌باشد. همچنین در گزارشی از سوی پیتروایت و مارین فرانک آمده است که کمپوست تولیدی در بمبئی هند به قیمت ۱۰ دلار در تن به فروش می‌رود (کیلویی حدوداً ۱۰ تومان) که نشان دهنده قیمت پایین کود کمپوست می‌باشد. در بعضی از کشورها خاکی که برای ایجاد محل دفن استفاده می‌شود بیشتر از کمپوست ارزش دارد در بخش‌هایی از کشور آرژانتین (اطراف بوئنوس آیرس) که خاک کیفیت بالایی دارد ممکن است فروش کمپوست اقتصادی نباشد اما می‌توان از کمپوست به جای خاکی که باید روی زمین محل دفن پوشش داد استفاده شود و خاک برداشته شده را با قیمت مناسب‌تری نسبت به کمپوست به فروش رساند.

طبق گزارش چوبانو گلاس هزینه بهره‌برداری و نگهداری سالیانه کارخانه کمپوست با افزایش سایز تأسیسات کمتر شده است به عنوان مثال کارخانه‌های ۱۰ تنی، ۳۰ تنی و ۶۰۰ تنی به ترتیب هزینه بهره‌برداری سالیانه ۶۰، ۵۱، ۲۱ دلار در تن داشته‌اند.

نتایج آنالیز کمپوست تولیدی نشان می‌دهد که کیفیت کمپوست تولیدی در کارخانه‌های کمپوست خمین و تهران تقریباً در محدوده استاندارد قرار دارند به عنوان مثال از لحاظ مواد آلی کمپوست، کمپوست تولیدی خمین با متوسط ۳۶ درصد و کمپوست تولیدی تهران با متوسط ۳۷/۶ درصد مواد آلی تقریباً در محدوده مناسبی قرار دارند و طبق مقادیر توصیه شده مواد آلی برای کمپوست کود گلدانی، مقادیر مواد آلی موجود در کمپوست تولیدی در هر دو نمونه کمپوست قابل قبول می‌باشند. اما *marketability* standard درصد مواد آلی جهت کود کمپوست درجه ۱ و درجه ۲ را به ترتیب ۵۰ و ۴۰ درصد تعیین نموده است که چنانچه بخواهیم با این مقادیر مقایسه نمائیم متوسط مواد آلی نمونه‌های کمپوست درجه ۱ و ۲ را کسب نمی‌کنند اما خمین با ۶۱/۱۸ درصد مواد آلی درجه ۱ را نمونه بیوکمپوست کسب می‌کند و سایر نمونه‌ها از درجه ۲ پائین تر می‌باشند (۸). طبق آنالیز انجام گرفته نمونه بیوکمپوست تولیدی کارخانه کمپوست خمین که از مواد آلی تفکیک شده تشکیل شده است درصد مواد آلی، فسفر، پتاس، کربن و ازت آن بیشتر از تمام نمونه‌های دیگر می‌باشد. یکی از مشکلات محصول تولیدی در حال حاضر رطوبت کمپوست می‌باشد که در تمام نمونه‌ها در حد پایینی قرار دارد و از لحاظ استاندارد، در وضعیت مناسبی قرار ندارد و می‌بایست

نسبت به تامین رطوبت کمپوست تمهیدات لازم اندیشیده شود.

از عوامل مهم و تعیین کننده در کیفیت کمپوست فلزات سنگین می باشد (آرسنیک ، سرب، کادمیوم، جیوه ، کرم و ...) و با توجه به مضرات فلزات سنگین برای انسان و محیط زیست استانداردهایی در مورد غلظت این فلزات در کمپوست وضع شده است که از این استاندارد ها می توان به اتحادیه اروپا ، آمریکا ، و استانداردهای کانادا (AAFC, CCME, BNQ) اشاره نمود (۴,۶,۸,۹,۱۲).

طبق اطلاعات جدول شماره ۷ مقادیر سرب ، جیوه ، کرم و کادمیوم هر دو نمونه استاندارد کلاس های A و AA را کسب می کنند و فقط در مورد سرب نمونه کمپوست تولیدی تهران با ۲۲۹/۶ کلاس A و AA را کسب نمی کند . اما از لحاظ استاندارد اتحادیه اروپا و آمریکا تمام نمونه ها در حد مطلوبی قرار دارند و استانداردهای مربوط را کسب می نمایند . براساس نتایج بیشترین مقدار آلودگی به فلزات سنگین در هر دو نمونه مربوط به سرب می باشد و نمونه بیوکمپوست از لحاظ فلزات سنگین در حد مناسب تری قرار دارد. از لحاظ مواد خارجی موجود در کمپوست نیز، کمپوست تولید در خمین و تهران هر دو کمتر از یک درصد مواد خارجی دارا می باشند و نسبت به استاندارد BnQ کانادا کمپوست تولیدی تهران از لحاظ مواد خارجی درجه A کیفیت را کسب می نماید و کمپوست تولیدی خمین درجه B را کسب می نماید (3.4.6.8). قابل ذکر است که بیشترین مقدار آلودگی به مواد خارجی در هر دو کمپوست تولیدی مربوط به شیشه می باشد ، اما در تحقیقی که روبرت رایبن- میچ رنکو انجام داده اند ، در ۷ کارخانه کمپوست در ایالت کارولینای شمالی در ۱ یالات متحده باقی مانده های پلاستیکی در محصول پایانی به عنوان یک امر مشکل ساز مطرح بوده است. و این مسأله در بیشتر موارد منجر به تأکید بیشتر به تفکیک مواد ورودی شده است (۳).

چنانچه نتایج آنالیز را با استاندارد های سازمان استاندارد ایران مقایسه نماییم از لحاظ کادمیوم، جیوه، و کروم نمونه های کمپوست در این محدوده قرار دارند اما از لحاظ سرب نمونه تهران کمی بیشتر از حد استاندارد است (استاندارد سازمان استاندارد جهت سرب حداکثر ۲۰۰ می باشد). از لحاظ مواد خارجی موجود در کمپوست تمام نمونه ها در محدوده استانداردهای سازمان استاندارد قرار دارند (حداکثر ۶ در صد مواد خارجی بزرگتر از ۴ میلیمتر در استاندارد سازمان استاندارد تعیین شده است). از لحاظ کربن، اذت،

فسفر، پتاس و مواد آلی نمونه ها استاندارد سازمان استاندارد را کسب می نمایند (۱۵).

اما نکته ای که قابل تعمق است عدم نظارت دقیق و برنامه ریزی از سوی نهادهای بهداشتی و زیست محیطی کشور بر روی کار این کارخانه ها می باشد و نکته ای که می بایست به آن توجه شود بحث ایمنی و بهداشت کود می باشد . رعایت ضوابط و استانداردها در همه ابعاد مدیریتی مواد زائد جامد یک اصل اساسی در حفظ محیط زیست و سلامتی موجودات آن بوده و لازم است با توجه خاص مد نظر قرار گیرد رعایت این مسئله در ایجاد و توسعه صنایع تولید کمپوست از ابتدای خط تولید تا انتهای عرضه محصول به بازار یک ضرورت اجتناب ناپذیر بوده و لازم است در بخش های مدیریتی کمپوست در کشور اعم از تفکیک از مبدأ، مبانی طراحی، فرایند تولید، تاسیسات و تجهیزات و از همه مهمتر کنترل محصول و تجزیه مواد از نظر جنبه های تغذیه گیاهی و مواد بهداشتی با توجه و دقت خاص مد نظر قرار گیرد (۱).

پیشنهادات

- ۱- برنامه ریزی در جهت تفکیک از مبدأ پسماند قبل از راه اندازی پروژه های کمپوست که باعث تأثیر مثبت در کیفیت کمپوست، کاهش هزینه های تولید کمپوست، کاهش پسماندهای دفنی، افزایش تولید کمپوست میشود.
- ۲- اقدام به ساخت ماشین آلات مورد نیاز کمپوست در داخل کشور جهت کاهش وابستگی و کاهش هزینه های تولید کمپوست.
- ۳- بازاریابی و برنامه ریزی در مورد شناساندن کمپوست به بازارهای هدف برای افزایش درآمدهای کمپوست و پویاتر شدن این صنعت.

منابع

- 1- Omrani GH.A " principles and basic of sustainable strategy in Iran waste management. Waste management journal.number8.2007
- 2- Mith Renkow and A.Robert rubin,"municipal SoLiD waste composting "Does it make Economic",North Carolina state university, north carolina.1996
- 3- salehi s. . " technical and economical study of khimein compost in compared with Tehran compost factory " ; MSe thesis in environment health engineering .iran university of medical science.2008

13-the kindred association, , "A practical Recycling hand book" published by Thomas TelForD services LTD.1994

14-Sadraee M.H. : " Environmental view of Khomein city " : office of Khomein environment protection 2005

15-institute of standards and industrial research for iran." Compost-physical and chemical specification". isiri.10716.1st.edition

- ۱۶- عمرانی، قاسمعلی- اصول توسعه پایدار در مدیریت پسماندهای ایران- فصلنامه پسماند- شماره ۸- ۱۳۸۶
- ۱۷- صالحی، سعید" بررسی فنی و اقتصادی کارخانه کمپوست خمین و مقایسه آن با کارخانه کمپوست تهران" پایانامه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط- دانشگاه علوم پزشکی ایران- ۱۳۸۷
- ۱۸- صدرائی، محمد حسین- سیمای محیط زیست خمین- اداره حفاظت محیط زیست خمین- ۱۳۸۴
- ۱۹- رضائی، مهدیه- بررسی الودگی‌های زیست محیطی محل دفن و کمپوست- پایانامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست- واحد علوم تحقیقات تهران- ۱۳۸۶
- ۲۰- سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران- مشخصات فیزیکی شیمیایی کمپوست- استاندارد ملی ایران- ۱۰۷۱۶- چاپ اول- ۱۳۸۶

4- composting council of Canada ; "setting the standard ", a summary of compost standard in Canada. www.compost.org/standard.2000

5- Tchobanoglous . " hand book of solid waste management , second edition , MC Graw – Hill , international .2002

6- William F. Brinton. compost quality standard guideline ", final report wood end research laboratory, prepaid for New York state, association of recyclers.2002

7- Germgross, C.A , MC Farland and M.L and thompson W.H, "Compost sampling Guideline Dairy compost utilization", prepared in cooperation with the Texas Commission on Environmental Quality And u.s. Environmental protection Agency.

8- Dominic Hogg., Review of compost standard in the united state, warp published.2002

9- Dominic Hogg ,Review of compost standard in the Germany , warp published.2002

10-TMECC ,test method for examination of composts and composting . final release , united state composting council,series.g,800pp,university of Kassel .2000

11- Ral,Environment lable ,Blue angel product requirement, soil ameliorants, adja – nants, made from compost , Ral Deutsches in statute fur Gutesi herang and kennze ichnany.1998

12-REZAEI M."comparasion of environmental pollution in landfill and compost"..MSe thesis in environmental engineering.tehran azad university.2007