مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره دوم، شماره سوم، پاییز ۱۳۸۸، صفحات ۱۶۰ تا ۱۶۹

بررسی کیفی و مقایسه کمپوست تولیدی در کارخانه های کمپوست خمین و تهران

مهدی فرزادکیا[۱]، سعید صالحی[۲]، احمد عامری[۳]، احمد جنیدی جعفری[۴]، رامین نبی زاده[۵]
نویسنده مسئول: تهران، دانشگاه علوم پزشکی ایران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط *mehdi_farzadkia@yahoo.com*

دریافت: ۸۸/۰۲/۰۲ پذیرش: ۸۸/۰۵/۲۷

چکیده

زمینه و هدف: *بیش از ۷۰ درصد از ترکیب زباله های شـهری ایران را پسـماندهای مواد غذایی با درصد فسـادپذیری بالا تشکیل می دهند. بر این اساس احداث کارخانه های کمپوست به منظور دفع بهداشتی و تولید کودی ارزشمند از این مواد، از الویت های اصلی مدیریت زباله های شهری در کشور به شمار می آید. هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه کیفیت کمپوست تولیدی در کارخانه های کمپوست خمین و تهران است.*

روش بررسی: *این مطالعه به مدت ۹ ماه بر روی کمپوست تولیدی در کارخانه های کمپوست خمین و تهران انجام شد. به منظور تعیین خصوصیات شیمیایی کمپوست تولیدی دراین دو کارخانه فاکتورهایی نظیر درصد موادآلی، کربن، ازت، فسفر، پتاسیم و فلزات سنگین سرب، کادمیوم، جیوه و کروم مورد ارزیابی قرار گرفت. خصوصیات میکربی کمپوست تولیدی نیز با تعیین مقادیر کلیفرم، سالمونلا وتخم انگل مشخص گردید.*

یافته ها: *فاکتورهای مورد ارزیابی در کمپوست خمین و تهران به ترتیب عبارتند از: میانگین درصد مواد آلی (۲۹/۸۰ ppm، ۳۷/۷۷)، درصد کربن (۱۸/۱۲ ppm، ۲۲/۱۴)، درصد ازت (۱/۶ ppm، ۲/۰۸)، میزان سـرب (۵۹/۴۴ ppm، ۹۶/۲۲)، میزان کروم (۱۹/۷۵ ppm، ۷۰/۲). کیفیت میکربی نمونه های کمپوست تولیدی در سطح کلاس B سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا قرارداشت.*

نتیجه گیری: *نتایج این تحقیق نشـان داد که درصد موادآلی در کمپوسـت تهران کیفیت بهتری داشـته اما هر دو نمونه کیفیتی پایین تر از کمپوست درجه ۲ دارند. درصد کربن، ازت و پتاسیم در نمونه ها در محدوده قابل قبول و درصد فسفر درآنها پایین تر ازحد مطلوب بود. میزان فلزات سنگین خصوصا سرب و کروم در کمپوست تهران به مراتب بیشتر بوده اما هر دو نمونه در اکثر موارد استانداردهای کمپوست را تامین می نمایند. با استناد به کیفیت میکربی به دست آمده، هر دو نمونه کمپوست قابلیت کاربرد به عنوان عامل اصلاح کننده خاک های ضعیف را دارند.*

واژگان کلیدی: کمپوست، زباله های شهری، تهران، خمین

۱- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی ایران
۲- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی ایران
۳- دکترای بهداشت محیط، استاد دانشکده بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی ایران
۴- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی ایران
۵- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10]

مقدمه

آنالیـز زباله های شـهری در ایران نشـان می دهد که بیش از ۷۰ درصـد از ترکیب این زباله ها را پسـماندهای غذایی با فسادپذیری بالا تشکیل می دهند. دفن غیر بهداشتی حدود ۸۵ درصد از زباله های شـهری در ایران مشکلات زیست محیطی زیادی را در پی داشـته است. تولید شـیرابه های بسیار آلوده، ایجاد گازهای گلخانه ای، تخریب کیفیت آب، خاک و هوا و از بین بردن منابع تجدیدپذیر موجود در زباله از جمله این مسایل به شمار می روند (۱).

براین اسـاس مدیریت مواد زاید جامد شـهری در کشـور ما می تواند بـا احداث کارخانه های کمپوسـت ضمن بازیابی و استفاده مجدد از این مواد، مخاطرات زیست محیطی دفن غیر بهداشـتی آنها را به حداقل برساند. کمپوست تولیدی به خوبی می تواند در زمین های کشـاورزی به عنوان کود و در اراضی نامرغـوب بـه عنوان عامل اصـلاح کننده بافت خـاک به کار گرفته شـود. بدین ترتیب با توجه به ضرورت کنترل بهداشتی و بازیافت موادآلی فسـادپذیر در زباله های شـهری کشور از یـک طرف و نیاز روزافزون به کود و عامل اصلاح کننده خاک در زمیـن های کشـاورزی از طرف دیگر، تولید کمپوسـت از زباله های شهری در ایران از توجیهات فنی و اقتصادی مطلوبی برخورداراست. کمپوست کردن یکی از اجزای سیستم یکپارچه مدیریت مواد زاید جامد اسـت که می تواند به خوبی در مورد زباله های شـهری، زایدات باغبانی و غذایی و زایدات تفکیک شده به کار گرفته شود (۱و۲).

در دهه های اخیر تعداد کارخانه های کمپوست در کشور روند رو به رشـدی داشته با این وجود کیفیت کمپوست تولیدی در ایـن کارخانه ها به نـدرت مورد ارزیابی و پایـش قرار گرفته اسـت (۱). کارخانه های کمپوست تهران و خمین ازجمله این کارخانه هاسـت. هـدف از انجام این مطالعه بررسـی کیفی و مقایسـه کمپوست تولیدی در کارخانه های کمپوست خمین و تهران بوده است.

کارخانه کمپوست خمین

شهرسـتان خمین در جنوب اسـتان مرکزی و در شـرق رشته کوه های زاگـرس درحد فاصل مناطق نیمه خشـک و مناطق خشـک کشـور قرار گرفته و جمعیتی حدود ۶۵۰۰۰ نفر را در خود جای داده اسـت. کل پسماند خانگی تولیدی این شهر به طور متوسط ۳۰ تا۳۵ تن در روز است که به کارخانه کمپوست منتقل می شود. کارخانه کمپوست شهر خمین توسط شهرداری خمین در اردیبهشـت ماه ۱۳۸۶ راه اندازی گردید. روش تولید کمپوست در این کارخانه سیستم ویندرو است.

قیف های تغذیه، سـرند ۸۰ میلی متری وآهن ربای مغناطیسی از تاسیسـات اصلی این کارخانه است. هر دو خروجی دستگاه سرند مجهز به آهن ربای مغناطیسی بوده و فلزات آهنی را جدا می نماید. مواد با قطر بالاتر از ۸۰ میلی متر (مواد روسـرندی) عمدتا شامل مواد قابل بازیافت بوده که به روی تسمه نقاله منتقل شده و توسط کارگران به طوردستی جداسازی می گردند. مواد کوچکتر از ۸۰ میلی متر که بیشتر شامل مواد غذایی فسادپذیرند به سایت تجزیه منتقل شده و بعد از تخلیه شدن توسط دستگاه همزن تاپ ترن به صورت گرده ماهی مرتب می شـوند. زمان تولید کمپوست در این کارخانه ۶ تا ۸ هفته است. بعد از تثبیت مواد آلی و رسـیدگی کمپوست، غربال کردن محصول تولیدی توسـط سـرند با قطر ۱۰ و ۵ میلی متر انجام می گیرد. در حال حاضر شهرداری خمین از کمپوسـت تولیدی این کارخانه در بخش فضای سبز شهری استفاده می نماید (۱).

کارخانه کمپوست تهران

کارخانه کمپوسـت تهران در منطقه کهریزک واقع شـده است. کل پسماند خانگی تولیدی تهران حدود ۷۰۰۰ تن در روزست که از این مقدار ۱۰۰۰ تن آن وارد کارخانه کمپوست می شود. تولید کمپوسـت دراین کارخانه به روش تـوده های هوادهی است. حوضچه ورودی زباله، قیف تغذیه، سرند ۵۰ میلی متری و آهن ربای مغناطیسی از تاسیسات اصلی کارخانه است. زباله

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10]

پس از عبور از سرند ۵۰ میلی متری به دو دسته روسرندی و زیر سرندی تقسیم می شود. روسرندی ها را عمدتا مواد قابل بازیافت و حجیم تشکیل می دهند و مواد زیر سرندی با قطر کمتر از ۵۰ میلی متر عمدتا مواد آلی قابل کمپوست است. مواد قابل کمپوست وارد۲ سالن با ۱۶ کانال تجزیه می شوند. در درون کانال ها عمل زیرو رو کردن مواد توسط همزن مکانیکی انجام می گیرد و هوادهی توسط کمپرسور های هوا که در طول کانال قرار دارند انجام می شود. بعد از ۴ هفته کمپوست وارد سالن رسیدگی (maturation) می گردد و بعد از طی مراحل رسیدگی با سرند های ۱ و ۲ سانتی متری عملیات سرند انجام می گیرد. کود تولیدی توسط شهرداری به فروش می رسد (۱).

مواد و روش ها

این مطالعه در طول ۹ ماه با مراجعه به کارخانه های کمپوست خمین و تهران انجام شد. نمونه برداری از کمپوست به روش TMECC (Test Methods for the Examination of Composting and Compost) که یک روش نمونه برداری مرکب است انجام گردید (۳و۴). 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 ۱۵-۱۰ نمونه ۱ کیلوگرمی برداشته و آنها را کاملا مخلوط و سپس حجم نمونه را به یک چهارم کاهش داده تا مقدار نمونه به حدود ۱۲ کیلوگرم برسد. از نمونه ۱۲ کیلوگرمی نمونه های ۱ کیلوگرمی کاملا مخلوط تهیه گردید. این نمونه ها درون کیسه پلاستیکی مقاوم با پوشش فویل آلومینیومی قرار داده و به آزمایشگاه منتقل شد.

تعداد ۹ عدد نمونه کمپوست (۴ نمونه از کارخانه خمین و ۵ نمونه از کارخانه تهران) به صورت ماهانه از توده های کمپوست رسیده تهیه و جهت آنالیز به آزمایشگاه ارسال شد. به منظور تعیین خصوصیات شیمیایی و ارزش کودی کمپوست تولیدی دراین دو کارخانه فاکتورهایی نظیر pH، درصد موادآلی، درصد کربن، درصد ازت، درصد فسفر و درصد پتاسیم در نمونه های تهیه شده مورد ارزیابی قرار گرفت (۸-۵). میزان آلودگی نمونه ها به فلزات سنگین با تعیین مقادیر سرب، کادمیوم، جیوه و کروم در آنها مورد بررسی قرار گرفت (۱۲-۹). خصوصیات و کلاس میکربی کمپوست تولیدی نیز با توجه به معیارهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) با تعیین مقادیر سالمونلا، تخم انگل و کلیفرم کل و مدفوعی مشخص گردید (۱۳). روش های انتخابی جهت انجام آزمایشات در جدول۱ ارایه شده است.

پس از تعیین مقادیر فاکتورهای فوق، کیفیت کمپوست تولیدی در دو کارخانه با هم و با معیارهای موسسه استاندارد ایران و نیز با رهنمودهای معتبر کمپوست در کشورهای آلمان، اتریش، کانادا، هلند و استرالیا مقایسه و ارزیابی گردید (۱۴-۵).

جدول ۱: روش آزمایش پارامترهای کمپوست

پارامتر	روش آزمایش
درصد مواد آلی	تیتراسیون روش سردیا والکیل بلاک
pH	pH متر
درصد کربن	روش سرد یا والکیل بلاک
درصد ازت	کجلدال
درصد فسفر	اسپکتروفتومتر
درصد پتاس	فلیم فتومتر(نشر شعله)
فلزات سنگین	جذب اتمی
سالمونلا	کشت درمحیط کشت وشمارش تعداد
تخم انگل	تغلیظ
کلیفرم	تخمیر چند لوله ای

یافته ها

نتایج آنالیزهای شیمیایی کمپوست تولیدی در کارخانه های خمین و تهران در جدول ۲ و ۳ و نتایج آنالیزهای میکربی کمپوست این کارخانه ها در جدول ۴ و ۵ درج شده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10]

جدول ۲: نتایج آنالیز شیمیایی کمپوست کارخانه خمین

شماره نمونه	مواد آلی (درصد)	pH	کربن (درصد)	ازت (درصد)	فسفر (درصد)	بتاسیم (درصد)	سرب (ppm)	کادمیوم (ppm)	جیوه (ppm)	کروم (ppm)
۱	۳۹/۳۷	۸/۳۱	۲۳/۱۶	۱/۵۹	۰/۴	۱/۱۳	۶۱/۵۵	<۰/۱	<۰/۱	۲۱
۲	۳۰/۱۴	۸/۴۸	۱۷/۷۴	۱/۷۹	۰/۳۸	۱/۱۹	۵۵/۲	<۰/۱	<۰/۱	۲۱
۳	۲۶/۸۲	۸/۶۷	۱۵/۷۸	۱/۵۹	۰/۴۴	۱/۰۴	۶۶	<۰/۱	<۰/۱	۱۸
۴	۲۲/۸۶	۸/۷۲	۱۵/۸	۱/۴۳	۰/۳۹	۰/۹۲	۵۵	<۰/۱	<۰/۱	۱۹
میانگین	۲۹/۸۰	۸/۵۵	۱۸/۱۲	۱/۶	۰/۴۰	۱/۰۷	۵۹/۴۴	<۰/۱	<۰/۱	۱۹/۷۵
انحراف معیار	۷/۰۴	۰/۱۹	۳/۴۸	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۱۲	۵/۳۳	۰	۰	۱/۵

جدول ۳: نتایج آنالیز شیمیایی کمپوست کارخانه تهران

شماره نمونه	مواد آلی (درصد)	pH	کربن (درصد)	ازت (درصد)	فسفر (درصد)	بتاسیم (درصد)	سرب (ppm)	کادمیوم (ppm)	جیوه (ppm)	کروم (ppm)
۱	۳۰/۹۶	۸/۰۵	۱۷/۸۲	۲/۲۱	۰/۴۲	۰/۹۹	۲۱۳/۵	۲	۰/۱۹	۶۹/۵
۲	۲۵/۲۴	۸/۰۷	۱۴/۸۵	۲/۰۵	۰/۴۳	۰/۹۵	۲۵۸/۵	۲	۰/۱۸	۶۲
۳	۳۰/۹۷	۸/۱۲	۱۸/۲۲	۱/۸۵	۰/۴۳	۱/۰۲	۲۷۵/۵	۲	۰/۲۲	۹۶
۴	۵۴/۵۷	۸/۰۶	۳۲/۱	۲	۰/۴۳	۱/۰۲	۱۷۵/۵	۲	۰/۲	۵۹/۵
۵	۴۷/۱۲	۸/۰۶	۲۷/۷۲	۲/۳۱	۰/۴۲	۰/۹۹	۲۲۵	۲	۰/۱۸	۶۴
میانگین	۳۷/۷۷	۸/۰۷	۲۲/۱۴	۲/۰۸	۰/۴۳	۰/۹۹	۲۲۹/۶	۲	۰/۱۹	۷۰/۲
انحراف معیار	۱۲/۴۴	۰/۰۳	۷/۳۷	۰/۱۸	۰/۰۰۵	۰/۰۳	۳۹/۲۱	۰	۰/۰۲	۱۴/۸۹

جدول ۴: نتایج آنالیز میکربی کمپوست کارخانه خمین

شماره نمونه	سالمونلا تعداد در ۴ gr.ds	تخم انگل تعداد در ۴ gr.ds	کلی فرم تعداد در gr.ds	کلی فرم مدفوعی تعداد در gr.ds
۱	۰	> ۵	۷	< ۳
۲	۰	> ۱	۴۶۰	۹۳
۳	۰	> ۷	>۱۱۰۰	۲۴۰
۴	۰	>۵	>۱۱۰۰	۲۳

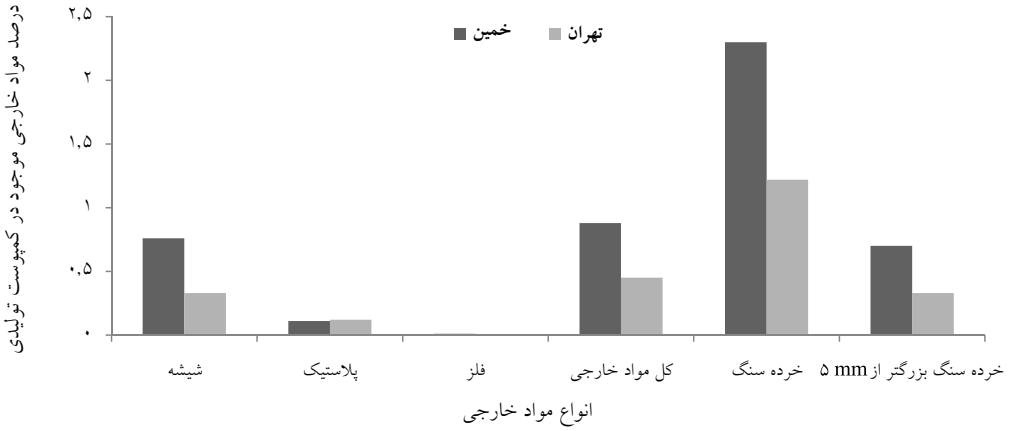
جدول ۵: نتایج آنالیز کمپوست کارخانه تهران

شماره نمونه	سالمونلا تعداد در ۴ gr.ds	تخم انگل تعداد در ۴ gr.ds	کلی فرم تعداد در gr.ds	کلی فرم مدفوعی تعداد در gr.ds
۱	۰	> ۱	۴۶۰	۹۳
۲	۰	> ۱	۴۳	۴
۳	۰	>۱	>۱۱۰۰	۳۹
۴	۰	> ۱	۲۳	۲۳
۵	۰	>۱	>۱۱۰۰	۴

انواع مواد خارجی و درصد آنها در کمپوست خمین و تهران در شکل ۱ نشان داده شده است. مقدار مواد خارجی موجود در کمپوست تولیدی کارخانه های کمپوست خمین و تهران به ترتیب ۱/۳۶ و ۰/۸۴ درصد تعیین گردید. با عبور دادن مواد خارجی جدا شده از داخل سرند ۲ میلی متری مقدار مواد خارجی بزرگتر از ۲ میلی متر در کمپوست تولیدی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10]

کارخانه های کمپوســت خمیــن و تهران به ترتیــب به مقادیر ۰/۸۸ و ۰/۴۵ درصد رســید. درصد خرده ســنگ بزرگتر از ۵ میلی متر در کمپوســت تولیدی خمین و تهران به ترتیب ۰/۷ و ۰/۳۳ درصد تعیین گردید.



شکل ۱: درصد مواد خارجی موجود در کمپوست تولیدی کارخانه های کمپوست خمین و تهران

بحث و نتیجه گیری

نتایج آنالیز شــیمیایی کمپوســت تولیدی در جدول ۲ و ۳ نشان می دهد که از لحاظ مواد آلی، کمپوست تولیدی خمین با متوسط۲۹/۸ درصد و کمپوست تولیدی تهران با متوسط ۳۷/۶ درصــد مواد آلی تقریبا در محدوده مناســبی قرار دارند. مقادیر مواد آلی موجود در کمپوست تولیدی در هر دو نمونه کمپوست، بــا مقادیر توصیه شــده مــواد آلی برای کمپوســت جهت کود گلدانی، انطباق دارد. در اســتاندارد تجارتی (marketability standard) درصــد مواد آلی جهت کود کمپوســت درجه ۱ و درجه ۲ به ترتیب ۴۰ و ۵۰ درصد تعیین شده است (۱۰و۱۱). براین اساس با توجه به متوسط مواد آلی نمونه های کمپوست، این کمپوســت ها درجه ۱و۲ را کســب نمی کنند (۲) اما بدین لحاظ کیفیت کمپوســت تهران نسبت به کمپوست خمین برتر اســت. درصد کربن آلی در اســتاندارد آلمان ۲۰ تا۴۰ درصد و دراستاندارد کشور سوییس ۳۲ تا۳۵ درصد است (۵ و۶). بدین لحاظ نمونه های کمپوســت تقریبا در محدوده های پایین این اســتانداردها قرار دارند اما درصد مواد آلی در کمپوست تهران نســبت به کمپوست خمین در مقادیر بالاتر قرار داشت. درصد نیتروژن در کمپوســت تولیدی خمین و تهران به طور متوســط ۱/۶ و ۲/۰۸ در صد بود. این مقادیر با توجه به استاندارد آلمان (۰/۸۱ تا۱/۸)و نشــان اروپایی اکو لابــل (کمتر از ۲ درصد) و اســتاندارد تجارتی ۰/۵ و۱ درصد، جهت کمپوست درجه ۱ و درجه ۲ در مقادیر قابل قبول قرار داشتند (۲و۵ و۱۰و۱۱).

استاندارد کشــور آلمان جهت فسفر مقدار۰/۶ تا۱/۲ را تعیین نموده است (۵). نمونه های کمپوست خمین و تهران به ترتیب ارقام ۰/۴ و۰/۴۳ را داشتند. میزان فسفردر هر دو نمونه کمپوست از مقــدار تعیین شــده کمتر بــود. از لحاظ پتاســیم موجود در کمپوست، استاندارد آلمان ۰/۸ تا ۲ می باشد (۵) که نمونه های کمپوســت خمین و تهران تقریبا در یک محدوده و قابل قبول بودند. همچنین از لحاظ درصد کربن، ازت، فســفر، پتاســیم و مواد آلی نمونه های کمپوست تولیدی کارخانه های کمپوست خمین و تهران معیارهای موسسه استاندارد ایران (۱۲) را کسب نمودند ولی کمپوست تولیدی تهران شرایط بهتری را دارا بود. همان طور که در نتایج نشان داده شده است درصد های کربن و مواد آلی و نیتروژن در کمپوســت تولیدی کارخانه کمپوست تهران میزان بالاتری داشــت. از دلایل این امر می توان به نرخ بالای زیرو روکردن توده های کمپوست در کارخانه کمپوست

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10]

خمین اشاره نمود. در کارخانه کمپوست خمین به طور متوسط توده های کمپوست ۱۶-۱۳ مرتبه توسط دستگاه تاپ ترن زیرو رو شده اند. مطالعه انجام گرفته در این زمینه نشان می دهد که افزایش فرکانس برگرداندن توده باعث کاهش درصد مواد آلی و نیتروژن کمپوست می گردد. با افزایش برگرداندن توده تصاعد گاز آمونیاک افزایش یافته و درصد نیتروژن کاهش می یابد (۱۵). مقدار پتاسیم موجود در کمپوست زباله معمولا بیشتر از یک و کمپوست لجن کمتر از یک است زیرا پتاسیم در آب محلول بوده و در تصفیه فاضلاب به همراه پساب خارج می گردد (۱۶و۱۷). مقادیر ازت، فسفر و پتاسیم در کود کمپوست معمولا در حد پایینی نسبت به کود های شیمیایی قرار دارند ازاین رو در مواردی نیاز است که این عناصر به کود کمپوست تولیدی افزوده شوند (۱۸).

نتایج آنالیزهای میکربی نمونه های کمپوست در جدول ۴ و ۵ ارایه شده است. از آنجایی که هیچگونه معیار میکربی جهت کنترل کیفیت کمپوست تولیدی در کشور وجود ندارد از معیارهای معتبر بین المللی در این مورد استفاده شده است. آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) معیارهایی را برای کمپوست جهت مصارف کشاورزی از نظر پاتوژن ها در نظر گرفته است. این استاندارد برای کاربرد کمپوست در زمین، توزیع، بسته بندی و فروش جهت استفاده در کشاورزی و گلکاری با حفظ محیط زیست و رعایت سلامت عموم تدوین شده اند. مقررات کاهش پاتوژن درکمپوست کلاس A درجدول ۶ ارایه شده است. این مقررات برای محصولاتی است که معمولا به صورت خام توسط انسان مصرف می شوند (۱۳).

جدول۶: مقررات کاهش پاتوژن در کمپوست کلاس A (۱۳)

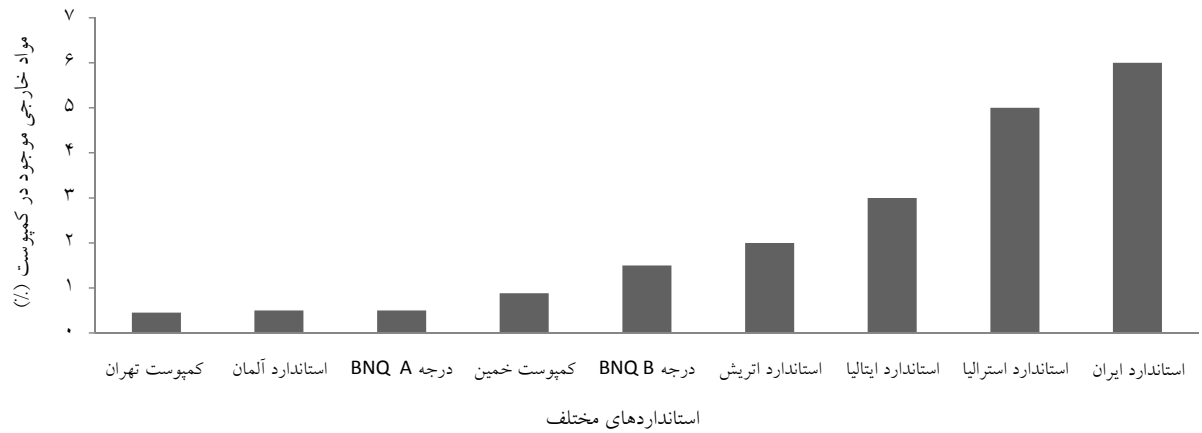
میکروارگانیسم ها	میزان کاهش پاتوژن
کلیفرم مدفوعی	کمتر از ۱۰۰۰ ام پی ان در هر گرم جامدات
سالمونلاها	در هر ۴ گرم از کل جامدات کمتر از ۳ ام پی ان
ویروس های روده ای	PFU ۱< در هر چهار گرم از کل جامدات
تخم انگل های بارور	۱< در هر چهار گرم از کل جامدات

در مقررات کاهش پاتوژن در کمپوست کلاس B توجه اصلی بر روی پایش و کنترل تعداد کلیفرم های مدفوعی است. در این مقررات میزان کلیفرم های مدفوعی باید کمتر از ۲ میلیون ام پی ان در هر گرم از کل جامدات خشک باشد. کمپوست کلاس B را فقط می توان برای باغ و جنگل کاری، کشت های صنعتی و یا اصلاح بافت خاک های ضعیف استفاده نمود (۱۳).

با توجه به نتایج آنالیزهای میکربی مندرج در جدول ۴ و ۵ مقایسه آنها با مقررات (USEPA)، کمپوست تولیدی در این دو کارخانه کلاس B را کسب می نمایند. از دلایل این امر می توان به عدم ایجاد شرایط ترموفیلیک در لایه های بیرونی توده های کمپوست اشاره کرد. این مشکل را می توان با توجه بیشتر به نرخ زیرو رو کردن توده ها و انتقال مواد سطحی به درون توده و قرار گرفتن در معرض دماهای بالاتر (۶۰ تا ۷۰ درجه سانتی گراد) اصلاح نمود (۱۹).

شکل ۱ نشان می دهد که بیشترین مقدار آلودگی به مواد خارجی در هر دو نمونه کمپوست تولیدی مربوط به شیشه است، اما در تحقیقی که روبرت رابین و میچ رنکو در ۷ کارخانه کمپوست در کارولینای شمالی در ایالات متحده آمریکا انجام داده اند باقی مانده های پلاستیکی در محصول پایانی به عنوان بیشترین عامل خارجی مطرح بوده اند. در هر صورت جهت اصلاح این مساله تفکیک و جداسازی بیشتر مواد ورودی بایستی مورد توجه قرار گیرد (۱۷و۲۰و۲۱). از لحاظ مواد خارجی موجود در کمپوست، با توجه به شکل ۲ کمپوست تولیدی در خمین و تهران هر دو کمتر از یک درصد مواد خارجی داشتند که با توجه به استاندارد های ارایه شده در این شکل از وضعیت مناسبی برخوردارند. نسبت به استاندارد BNQ کانادا کمپوست تولیدی تهران از لحاظ مواد خارجی درجه A کیفیت را کسب نموده و کمپوست تولیدی خمین درجه B را کسب می نماید (۱۰،۱۱،۱۵،۱۶و۲۲). از لحاظ مواد خارجی موجود در کمپوست، تمام نمونه ها در محدوده استانداردهای موسسه استاندارد قرار داشتند (حداکثر ۶ در صد مواد خارجی بزرگتر

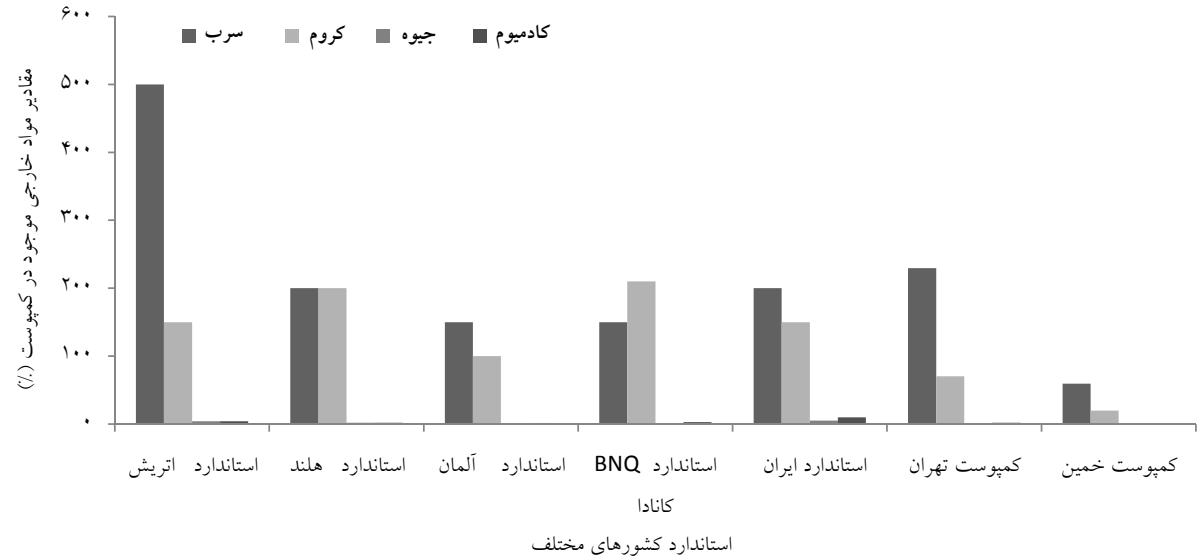
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10]



شکل۲: مقادیر مواد خارجی در نمونه های کمپوست خمین و تهران و مقایسه با استانداردها (بر حسب درصد)

از ۴ میلی متر) (۱۲).

میزان فلزات سنگین یکی از عوامل مهم و تعیین کننده در کیفیت کمپوست می باشد. با توجه به مضرات فلزات سنگین برای انسان و محیط زیست استانداردهایی در مورد غلظت این فلزات در کمپوست وضع شده است از جمله آنها می توان به استانداردهای اتحادیه اروپا، آمریکا، و کانادا (AAFC، CCME،



شکل۳: مقایسه مقادیر سرب، کروم،کادمیوم و جیوه نمونه های کمپوست خمین و تهران نسبت به استاندارد کشور های مختلف (برحسب PPM)

BNQ) اشاره نمود (۵، ۷، ۸، ۹، ۱۰،۱۱،۱۹،۲۰ و ۲۱).

بر اساس اطلاعات شکل مقادیر سرب، جیوه، کروم و کادمیوم در هر دو نمونه، از لحاظ استاندارد اتحادیه اروپا و آمریکا در حد مطلوبی قرار داشتند. براساس این نتایج بیشترین مقدار آلودگی به فلزات سنگین در هر دو نمونه مربوط به سرب است. با این وجود، مقدار فلزات سنگین در کمپوست تولیدی کارخانه کمپوست خمین نسبت به کمپوست تولیدی تهران و سایراستانداردها در حد مطلوبی قرار داشت. از دلایل این امر می توان به اجرای طرح تفکیک از مبدا در قسمت هایی از شهر خمین و همچنین تنوع بیشتر و مقدار بالای زباله های تجاری به همراه زباله های خانگی در زباله های شهر تهران اشاره نمود. طبق مطالعه کراس نیز مقدار آلودگی به فلزات سنگین در

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10]

بیوکمپوست حدود یک چهارم کمپوست مخلوط است(۱۸). چنانچه نتایج آنالیز را با استانداردهای ایران مقایسه نماییم از لحاظ کادمیوم، جیوه، و کروم نمونه های کمپوست در این محدوده قرار دارند اما از لحاظ سرب نمونه تهران با ۲۲۹/۶ میلی گرم در لیتر، کمی بیشتر از حد قابل قبول استاندارد ایران جهت سرب (حداکثر ۲۰۰ میلی گرم در لیتر) قرار دارد (۱۲). نتایج این تحقیق نشان دادکه کمپوست تولیدی در کارخانه های کمپوست خمین و تهران از لحاظ مواد مغذی و آلودگی های میکربی و مقدار فلزات سنگین در غالب موارد در محدوده استاندارد قرار داشته و قابلیت مصرف به عنوان عامل اصلاح کننده بافت خاک را داشتند. جهت ارتقای کیفیت کمپوست تولیدی به لحاظ کاهش فلزات سنگین و تامین کلاس A میکربی، عملیات تفکیک از مبدا درزباله ها، ایجاد شرایط کاملا ترموفیلیک در توده ها و خصوصیات میکربی به عنوان دو استراتژی تاثیرگذار بایستی مورد توجه قرار گیرد.

منابع

1. Salehi S. Technical and economical study of Khomein Compost Factory in compared with Tehran Compost Factory [dissertation]. Tehran: Iran University of Medical Sciences; 2008. (In Persian)
2. Tchobanoglous G, Kreith F. Handbook of Solid Waste Management. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2002.
3. Gerngross CA, Farland MC, Thompson WH. Compost sampling guideline dairy compost utilization. Prepared in cooperation with Texas commission on environmental quality and USA Environmental Protection Agency; 2006.
4. Test Method of composts and composting. Final release united state composting series G, 800 pp .University of Kassel; 2000.
5. RAL, Environmental label; blue angel product requirements – soil improve/ adjustment made from compost. RAL detaches institute fur gutesicherung und kennzeichnung (www.blauer-engelde); 1998.
6. Agency for water protection and waste management. technic verdung over refuse .(Swiss waste rule).3011 bern;1990.
7. Canadian T. Mindesqualitat von compost. (Minimum quality standard for compost). fac-edmz 3000 bern;1995.
8. Composting council of Canada. Setting the standard: a summary of compost standard in Canada. [Updated 2000; cited 2008 Jun 14]. Available from: www.compost.org/standard.
9. Compost council of Canada. Compost standard review. www.compost.org/standard..1999
10. Wiliam F, Brinton F. Compost quality standard guideline. New York: Association of Recyclers; 2002.
11. Europe union council regulation. Regulation organic forming. EEC no.martgarf verlug .1998
12. Institute of Standard and Industrial Research for Iran. Compost-physical and chemical specification. Tehran: ISIRI No. 10716; 2007 (In Persian)
13. United States of Environmental protection agency. Sludge guideline. Proposed rule. Federal registers and published as CFR 40 chap 503. Final rule. Feb 1993
14. DHV. Composting in European Union. DHV euro commission; 1999.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10]

15. Standard for compost. Briefing note. CAS 2. UK composting association; 2000.
16. Australian standard for composts, soil conditioner and mulches. as 454-1999. standard association of Australia. newbush;1999.
17. Renkow M, Rubin R. Municipal solid waste composting, does it make economic. North Carolina: North Carolina State University; 1996.
18. Kraus P. wilke M. Schadstoffe in bioabfall kompost. (contaminant in bio-compost) mull und abfall. 4-97. 211-219; 1999.
19. Compost workshop. Steps toward a European compost directive. fed. Ministry for environment. Vienna Austria. 2-3 nov; 1999.
20. ORCA. A review of compost standard in Europe. Tech Publishing; 1992.
21. SEPA. Compost quality and potential for use. Stockholm: Swedish EPA; 1997.
22. Hogg D, Barth J, Favoino E, Centemero M, Caimi V, Amlinger F, et al. Comparison of compost standards within the EU, North America and Australia. The Waste and Resources Action Program; 2002.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10]

Study on the Quality and Comparing of the Compost Produced by Khomain and Tehran Compost Factories

***Farzadkia M.[1], Salehi S.[1], Ameri A.[1], Joneidy Jafari A.[1], Nabizadeh R.[2]**

[1]Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[2]Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received 22 April 2009; Accepted 18 July 2009

ABSTRACT

Backgrounds and Objectives: Over than 70% of solid wastes is consisted of food wastes with high putrecibility in Iran. Due to this regard, construction of composting factories for sanitary disposal or fertilizer production from solid wastes was very appreciated in our country. The objective of this research was to study on the quality and comparing of the compost produced by Khomain and Tehran compost factories.

Materials and Methods: This study was accomplished on the compost produce from Khomain and Tehran compost factories about 9 months. For investigation of chemical qualities of these materials, some indexes such as percentage of organic materials, carbon, nitrogen, phosphorus, potash and heavy metals consists of lead, cadmium, mercury and chromium were measured. Microbial quality of these compost materials were defined by assessing of the amounts of coliforms bacteria, salmonella bacteria and parasites ova.

Results: The average amounts of some indexes in compost of Khomain and Tehran were been: organic materials % (37.77, 29.80), carbon %(22.14, 18.12), nitrogen% (2.08, 1.6), lead (229.6, 59.44 ppm), and chromium (70.2, 19.75), respectively. The microbial quality of these compost samples were agreement with class B of USEPA guidelines.

Conclusion: This study showed that quality of organic materials percent in Tehran's samples was better than Khomain's samples, but these indexes on these samples were lower than the grade No.2 of compost. The percentage of carbon, nitrogen and potash in these samples were desirable but, phosphorus amount were not in sufficient. The heavy metals especially lead and chromium in Tehran's samples were higher than Khomain's samples, but these samples were usually in agreement with guidelines of compost. Due to the defined microbial qualities, these samples could be used as well as amendment agents for poor soil.

Key words: Compost, Municipal Solid Waste, Tehran, Khomain

***Corresponding Author:** *mehdi_farzadkia@yahoo.com*
Tel: +98 21 88779118 ***Fax:*** +98 21 88779487

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-10]