



## بررسی تأثیر هوادهی و مخلوط کردن بر فرآیند تولید کمپوست و کیفیت کمپوست تولیدی از زباله‌های شهری مهدی کریمی زارچی و محمود کلباسی<sup>۱</sup>

مواد آلی به علت اثرات سازنده‌ای که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک دارند یکی از ارکان مهم باروری خاک شناخته شده‌اند. این در حالی است که بیش از ۶۰٪ خاک‌های ایران کمتر از یک درصد ماده آلی دارند. اگر کل جمعیت شهرنشین کشور حدود ۴۰ میلیون و سرانه تولید زباله ۵۰۰ گرم در روز در نظر گرفته شود، مقدار زباله تولید شده در کشور ۲۰۰۰۰ تن در روز و ۷۳۰۰۰۰۰ تن در سال خواهد شد. بدیهی است جمع‌آوری و دفع چنین مقداری از زباله در روز، علاوه بر انرژی و هزینه زیاد، مدیریت و تدارکات گسترده‌ای را طلب می‌کند. یکی از روش‌های دفع زباله‌های شهری تبدیل آنها به کود آلی (کمپوست) می‌باشد که در این تحقیق نقش هوادهی و مخلوط کردن بر فرآیند تبدیل زباله‌های شهری به کمپوست بررسی شده است. به طور کلی با کمپوست کردن زباله‌های شهری می‌توان منبع خوبی برای افزایش ماده آلی خاک و حفظ خاک معرفی نمود، واردات و مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد، از مشکلات بهداشتی و محیط زیستی آن در امان بود.

هدف این مطالعه بررسی تأثیر مقادیر مختلف هوادهی تحت فشار بر فرآیند کمپوست‌سازی و کیفیت محصول نهایی این فرآیند بود. مرحله اول این تحقیق شامل ساخت و آماده‌سازی سلول‌های تهیه کودهای آلی است که در این مرحله ۵ سلول تهیه کودهای آلی ساخته شد. طول، عرض و ارتفاع این سلول‌های مکعب مستطیلی شکل به ترتیب ۱، ۲ و ۱/۲ متر می‌باشد. در مرحله دوم مقدار مشخصی از زباله‌های شهری در ۵ سلول تهیه کودهای آلی قرار داده شد و سپس ۵ تیمار مختلف هوادهی (برای هفته اول به ترتیب هر ۱۰، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ ساعت، ۲۰-۱۵ دقیقه هوادهی و برای هفته‌های دوم، سوم و چهارم، هر ۱۰، ۱۶، ۳۲، ۶۴ ساعت، ۲۰-۱۵ دقیقه هوادهی) اعمال شد. سیستم هوادهی مورد استفاده در این تحقیق شامل یک دستگاه وزنده با قدرت ۳/۴ اسب بخار می‌باشد که با انتقال هوا توسط تعدادی لوله‌های رابط موجبات فشرده شدن هوا را در محفظه زیرین توده کمپوست فراهم می‌آورد. محفظه زیر توده‌های کمپوست توسط تعدادی شبکه‌های فلزی مخصوص از توده کمپوست مجزا شده است. هوای فشرده شده از محفظه مذکور و از طریق شبکه فلزی و با عبور از سر تا سر توده کمپوست، از سطح توده به هوای اطراف انتقال می‌یابد. با تعبیه لوله‌های زهکشی، شیرابه‌های حاصل از هر سلول به طور مجزا، جمع‌آوری و دفع می‌شوند.

<sup>۱</sup> به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد گروه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان

جهت بررسی نقش مخلوط کردن بر سرعت تجزیه مواد زائد، هر ۱۰ روز یکبار عمل اختلاط توده‌های کمپوست توسط کارگر انجام شد. مرحله رسیدن پس از گذشت ۱ ماه از ابتدای آزمایش و با خارج کردن توده‌های کمپوست از سلولهای تهیه کودهای آلی شروع شد. فرایند کمپوست شدن در هر سلول تهیه کود آلی با اندازه‌گیری تغییرات روزانه دما و تغییرات هفتگی رطوبت، EC، pH، کربن آلی، نیتروژن آلی، نسبت C/N، P، K و ... شناسایی و پی‌گیری شد. تغییرات دما بوسیله دماسنج‌های ویژه در ۴ نقطه از هر سلول و در ۲ عمق ۲۰ و ۴۰ سانتیمتری از سطح توده‌های کمپوست اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که تغییرات دما یکی از مهمترین شاخص‌های چگونگی پیشرفت فرایند تجزیه و فعالیت انواع ریز جانداران در بخش قابل تجزیه زباله‌های شهری می‌باشد. با توجه به نقش رطوبت در فعالیت عوامل تجزیه کننده زباله‌ها با اضافه کردن آب از افت رطوبت به کمتر از ۴۰ درصد جلوگیری شد. مرحله نهای این تحقیق، تعیین نقش هوادهی بر کیفیت کمپوست‌های تولید شده در مراحل مختلف فرایند تولید کمپوست بود. بدین منظور با نمونه‌گیری از تیمارهای مختلف هوادهی و تهیه عصاره‌های ۱:۱۰ و ۱:۲۰ از کمپوست، درصد جوانه‌زنی بذر تره تیزک در این ۱۵ عصاره اندازه‌گیری و مقایسه شد.

نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر تأثیر مثبت عمل هوادهی همراه با مخلوط کردن توده‌های کمپوست در تجزیه موفق‌تر و سریعتر زباله‌های شهری می‌باشد. در حالیکه هوادهی بدون اختلاط، شرایط کندتری از تجزیه مواد آلی را فراهم می‌سازد. این حقیقت را می‌توان از مقایسه تغییرات دما در تیمارهای مختلف هوادهی نتیجه گرفت. عمل هوادهی به مدت ۱۰ روز موجب افزایش میانگین دما از ۲۰ به ۴۰ درجه سانتیگراد شده است (دما در دهمین روز هوادهی برای تیمارهای هر ۰، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ ساعت ۲۰-۱۵ دقیقه به ترتیب مساوی ۴۵، ۴۴، ۴۰/۵، ۳۹، ۴۳ درجه سانتیگراد بود). در حالیکه مخلوط کردن کمپوست‌ها در دهمین روز پس از آغاز آزمایش با افزایش شدید دما و سپس کاهش تدریجی آن در تمام تیمارها همراه بود. نکته قابل توجه اینکه افزایش دما بر اثر مخلوط کردن، برای تمام تیمارها روند مشابهی نداشته بلکه تیماری که از بیشترین میزان هوادهی تحت فشار (هر ۴ ساعت، ۱۵-۱۰ دقیقه هوادهی) برخوردار بوده است بیشترین افزایش دما را از خود نشان داد. متوسط بیشترین دما پس از گذشت ۳ روز از اولین مرحله مخلوط کردن برای تیمارهای مختلف به ترتیب افزایش میزان هوادهی (هر ۰، ۳۲، ۱۶، ۸، ۴ ساعت ۲۰-۱۵ دقیقه) عبارتند از ۵۰، ۴۸، ۴۷، ۴۸، ۷۱ درجه سانتیگراد. مخلوط کردن توده‌های کمپوست برای دومین بار (در بیستیمین روز پس از شروع آزمایش) موجب افزایش کمتر دما نسبت به مرحله اول مخلوط کردن گردید. قرائت دما در اعماق مختلف توده‌های کمپوست قبل از مخلوط کردن بیانگر این حقیقت‌اند که هرچه از سطح توده کمپوست، پایین‌تر برویم ابتدا دما افزایش و سپس کاهش می‌یابد. این در حالی است که مخلوط کردن باعث یکنواخت‌تر شدن دما در اعماق توده کمپوست می‌گردد. این پدیده می‌تواند فرضیه یکنواخت شدن جمعیت و فعالیت ریز جانداران در نقاط مختلف توده کمپوست بر اثر مخلوط شدن را تقویت کند زیرا که مهمترین منبع تولید گرما و افزایش دما چیزی جز فعالیت ریز جانداران نمی‌تواند باشد. با اندازه‌گیری تغییرات ارتفاع کمپوست در سلولها، درصد کاهش

حجم زباله‌های شهری در مراحل مختلف کمپوست‌سازی اندازه‌گیری شد. براساس این اندازه‌گیری‌ها بیشترین درصد کاهش حجم توده کمپوست (۴۲ درصد) مربوط به تیماری است که بیش از همه هوادهی گردید. این حقیقت گویای نقش مثبت هوادهی در افزایش سرعت تجزیه مواد آلی و فعالیت ریزجانداران در طول فرآیند کمپوست‌سازی می‌باشد. نتایج حاصل از آزمون جوانه‌زنی نیز بیانگر تاثیر مثبت هوادهی بیشتر بر کاهش فیتوتاکسین‌ها در کمپوست تولیدی می‌باشد. همچنین رقیق‌تر شدن عصاره کمپوست موجب افزایش درصد جوانه‌زنی و کاهش اثر عوامل مزاحم بر جوانه‌زنی بذرهای ترمه‌تیزک گردید.