

تأثیر هوادهی و تخلخل بر روند تغییرات دما و خصوصیات کمپوست تولیدی از مواد زاید جامد

رسول خسروی^۱، مرتضی الماسی^۲، حسین باخدا^۳، حسین قنواتی^۴

Rasool_khosravi84@yahoo.com

چکیده

برای تولید کمپوست روشهای متفاوتی وجود دارد که می توان برگرداندن توده، سیستم راکتوری، ورمی کمپوست، همرفت طبیعی، هوادهی فعال، و غیره را برشمرد. روش مورد استفاده در این تحقیق برگرداندن توده بوده است، در واقع این طرح مبتنی بر ارائه یک برنامه مناسب برای هوادهی با دستگاه ویندروتورنر برای کوتاه کردن مدت زمان تولید کمپوست با کیفیت مناسب می باشد. با توجه به بالا بودن رطوبت و کمبود تخلخل در توده جهت رفع این معضل از تراشه های چوب برای کاهش رطوبت و افزایش میزان خلل و فرج در تعدادی از توده ها استفاده شد و اثر آن بررسی گردید.

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد آزمایش و مقایسه قرار گرفت. با توجه به فاکتورهای نسبت کربن به ازت، اسیدیته، درصد مواد آلی، درجه حرارت سری دوم توده ها (توده در هفته اول و دوم سه بار، هفته سوم دو بار، هفته چهارم و پنجم یک بار و از آن پس هر دو هفته یک بار زیورور شدند) با مواد زباله به همراه تراشه چوب بهترین سری از توده ها بوده است.

کلید واژه ها : کمپوست، دستگاه برگرداننده، ارگانیزم های مزوفیلیک، ارگانیزم های ترموفیلیک، تثبیت، ویندرو

۱- مقدمه

با افزایش شهرنشینی و افزایش جمعیت هر روز بر مشکلات زیست محیطی شهرها افزوده می شود. یکی از مشکلات، انبوه زباله ایست که روزانه بایستی از سطح شهر جمع آوری و با شیوه های اصولی و بهداشتی دفع گردند. زباله های شهری به علت آلودگی های زیست محیطی (آلوده کردن آب های زیر زمینی، ایجاد گازهای سمی، بوی بد و زنده ای که از آنها متصاعد می شود و غیره) همواره برای انسان مشکل ساز بوده اند. روش های متفاوتی در زمینه دفع زباله های شهری وجود دارد، که از آن جمله میتوان به دفن کردن زباله، استفاده از زباله سوزها، کمپوست کردن و ... اشاره نمود. یکی از روشهای مدیریت زباله های شهری، بازیافت آنها و تهیه کود آلی (کمپوست) از مواد آلی موجود در زباله ها میباشد. این روش در خنثی نمودن اثرات نامطلوب مواد زائد جامد و استفاده مجدد از مواد زائد آلی به عنوان کود و اصلاح کننده خاک بسیار موثر است، همچنین ترکیب مواد زائد جامد شامل مقدار زیادی مواد لازم برای تغذیه گیاهی است (۷۰٪ مواد آلی) (۱). که به طریق اقتصادی و بهداشتی قابل احیا بوده و می تواند برای تغذیه گیاهان مورد استفاده قرار گیرد.

در ایران با توجه به اینکه حدود حداقل ۵۰ درصد جمعیت شهرنشین می باشند، در بسیاری از شهرها حتی ساده ترین روش دفع زباله یعنی دفن بهداشتی نیز انجام نشده و زباله های شهری و صنعتی به صورت روباز و اغلب در اماکن عمومی یا فضاهای اطراف شهرها انباشته می شوند که در صورت فراهم نمودن وسایل و امکانات لازم می توان زباله های شهری را کوچک و بزرگ را به کمپوست تبدیل و در مزارع مصرف نمود. مواد غذایی اصلی گیاهان عبارتند از: ازت، فسفر و پتاس. عناصر کم مصرف نیز برای محصولات کشاورزی قابل اهمیت بوده و در کود حاصل از زباله وجود دارند. بدین ترتیب استفاده از مواد زائد جامد در کود و کودسازی می تواند نقش بسیار مهمی در تولیدات کشاورزی و اقتصاد جامعه داشته باشد.

۱) کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی

۲) استاد گروه مکانیزاسیون و ماشین های کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و دانشگاه شهید چمران اهواز

۳) عضو هیئت علمی گروه مکانیزاسیون کشاورزی-دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۴) کارشناس ارشد آزمایشگاه کارخانه تولید کمپوست اصفهان

تهیه کمپوست علاوه بر اینکه از نظر کشاورزی برای کشور ما حائز اهمیت است، در بعضی شهرهای کشور که با کمبود زمین جهت دفن زباله نیز مواجه می باشند، با تبدیل نمودن بخش عظیمی از زباله های شهری به کمپوست می توان مشکلات ناشی از دفع بهداشتی زباله را به حداقل ممکن کاهش داد.

بازیافت مواد ارزشمند موجود در زباله های شهری و تهیه کمپوست از مواد فساد پذیر آن می تواند باعث صرفه جویی در مصرف ماده و انرژی گردد. روش هایی نظیر سوزاندن و یا دفن در زیر خاک هر چند که با دقت و مطالعه کافی صورت گیرد، آلودگی هوا، خاک و آب را موجب خواهد شد در حالی که با استفاده اصولی از روشهای تهیه کمپوست می توان میزان آلودگی را به نحو قابل توجهی کاهش داد(۲).

نظر به اینکه مواد زاید جامد و شرایط در هر جامعه ای با جامعه اقلیمی دیگر متفاوت است لذا نمی توان از داده های حاصله جهت تولید کود در سایر نقاط دنیا برای ایران استفاده نمود تا بتوان از نتایج حاصل گامی اساسی در جهت بالا بردن کیفیت کود تولیدی برداشت. بنا براین ضرورت دارد تا با کنترل هوادهی و اثر آن بر دما جهت تثبیت کود و کاهش پاتوژن ها عملیات تولید کود را مورد بررسی قرار داد و تحقیقی برای بالا بردن کیفیت کود صورت گیرد.

۲- مواد و روشها :

۲-۱) **ساخت پایلوت:** این مطالعه در فصل تابستان سال ۱۳۸۷ در کارخانه تولید کود کمپوست شهرستان اصفهان برای مشخص کردن یک برنامه هوادهی مناسب جهت تولید کود آلی مرغوب کشاورزی انجام شد. عمل جداسازی مواد آلی از غیر آلی به روش دستی صورت گرفت. در جهت آماده سازی و کاهش اندازه ذرات تشکیل دهنده ماده آزمایشی، زباله پس از خرد شدن از یک سرند مشبک از جنس فولاد عبور داده شد. این تحقیق شامل دو فاکتور بود، هوادهی (سه سطح) و افزودن تراشه های چوب (دو سطح)، بنابراین تیمارها اینگونه تعریف شدند:

۱) تودها در هفته اول به صورت یک روز در میان و از هفته دوم تا پایان عملیات بصورت هفته ای یکبار زیرورو شدند.
۲) توده در هفته اول و دوم سه بار، هفته سوم دو بار، هفته چهارم و پنجم یک بار و از آن پس هر دو هفته یک بار زیرورو شدند.
۳) توده در روزهای سوم، هفتم و هفده ام و بعد از آن هر سه هفته یک بار زیرورو شدند.

این تیمارها یکبار با افزودن تراشه چوب به نسبت ۱:۱ (رسیدن تخلخل به ۶۰٪) و یکبار فقط مواد زائد(زباله) مورد هوادهی قرار گرفتند. جمعا ۶ تیمار و هر تیمار در سه تکرار انجام گرفت(نتایج تکرارها بصورت میانگین گزارش شده است). ابعاد توده های مربوطه به صورت ۲/۵متر عرض، ۱/۲متر ارتفاع و ۵ متر طول بود. در این تحقیق سه سطح هوادهی و دو سطح افزودن تراشه چوب آزمایشی به شکل فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی مورد آزمایش و مقایسه قرار گرفت. هوادهی توده ها به وسیله دستگاه برگرداننده(ترنر) مدل X53 صورت گرفت .

نمونه برداری از توده ها از فواصل یک سوم ارتفاع از بالا، مرکز و یک سوم ارتفاع از کف صورت پذیرفت. برای مشخص شدن اثر تیمارها مواردی شامل شرایط دستگاه ترنر از جمله دور موتور، دور هلیس، فشار هیدرولیک، سرعت کارکرد دستگاه و ارتفاع، عرض و شرایط فیزیکی و شیمیایی همه تیمارها در این تحقیق ثابت در نظر گرفته شدند. هر گاه رطوبت توده ها به زیر حد ۴۰ درصد کاهش پیدا کرد اقدام به آبپاشی توده نمودیم.

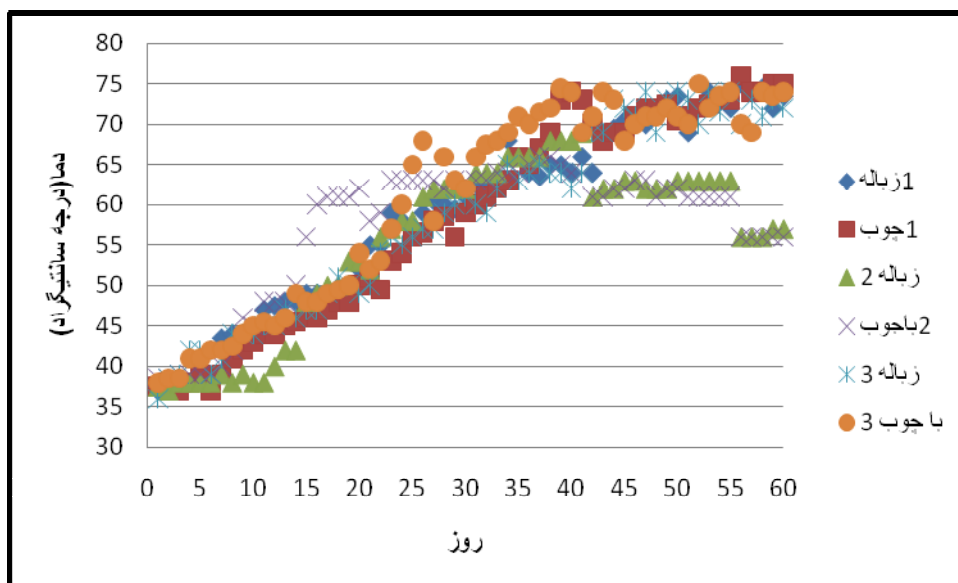
۲-۲) **پارامترهای اندازه گیری شده:** برای تعیین درجه حرارت توده کمپوست، از دماسنج(ترمومتر) ساعتی میله دار که درازای میله آن برای سیستم ویندرو ۶۰ یا ۹۰ سانتیمتر است، در نقاط یک چهارم فوقانی توده، یک چهارم تحتانی توده و مرکز توده استفاده شد. نسبت کربن به ازت بیانگر نیتروژن و کربن قابل دسترس برای فرایند تجزیه میکروبی است. نسبت C:N، میزان کربن آلی کل به ازت کل می باشد. کربن آلی کل، قسمت کربنی مواد آلی و جامدات فرار قابل تجزیه است(۳). مقدار مواد آلی فرار موجود در نمونه های کمپوست نیز پس از خشک شدن نمونه ها در دمای ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه به مدت یک ساعت در دمای ۵۵۰ درجه در کوره الکتریکی قرار داده شدند و اختلاف وزن آنها بیانگر درصد مواد آلی فرار بود. هدایت الکتریکی با EC متر به روش KCl ۰/۱ نرمال اندازه گیری شد. از نمونه های تازه دوغابی به نسبت ۵:۱ از کمپوست و آب مقطر تهیه شده، سپس ارلن را به مدت ۲۰ دقیقه با ۱۸۰ دور در دقیقه شیکر و در نهایت توسط دستگاه EC متر اندازه گیری صورت گرفت. برای تعیین pH توده کمپوست در مراحل مختلف آن ابتدا سوسپانسیون ۵ به ۱ حجم کمپوست به آب مقطر تهیه شد.

سپس این سوسپانسیون به مدت ۲۰ دقیقه با شدت ۱۲۰ دور در دقیقه شیکر و در نهایت توسط دستگاه pH متر اندازه گیری انجام شد (۳).

۳- نتایج :

۳-۱) روند تغییرات دما

باتوجه به اینکه میزان مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی در ابتدای فرآیند تهیه کمپوست زیاد بوده، دما روند افزایشی نسبتاً سریعی را در ابتدا پیدا کرده و شیب ابتدایی نمودار دما شدید می باشد. طبق بیان سازمان بهداشت جهانی برای بهبود کیفیت بهداشتی توده، درجه حرارت می بایست در روزهای اول سریعاً افزایش یابد. جهت ارزیابی پایلوت های مختلف، از نقطه نظر سرعت افزایش درجه حرارت (رسیدن به ۵۵ درجه سلسیوس) ملاک قرار داده شد که در سری اول پایلوت ها حدوداً ۲۱ روز بطور میانگین برای توده های بدون تراشه چوب و ۲۰ روز برای توده های همراه چوب، در سری دوم پایلوت ها ۱۷ روز برای توده های بدون تراشه چوب و ۱۵ روز برای توده های همراه تراشه چوب و در سری سوم پایلوت ها ۲۲ روز برای هر دو نوع توده در این گروه به طول انجامیده که دما از حدود ۳۷ درجه سلسیوس به ۵۵ درجه سلسیوس ارتقا یابد. دما پس از شش هفته در توده های اول و سوم یک روند ثابت و در توده های دوم یک روند کاهشی پیدا کرد که این مورد می تواند به علت کاهش بیشتر مواد آلی در این دو سری از پایلوت ها باشد. دما در انتهای فرایند در توده های بدون زباله به طور میانگین به ترتیب شماره (۱-۲ و ۳) ۷۴، ۵۸ و ۷۳ بوده است و در توده های زباله همراه چوب ۷۳، ۵۶ و ۷۴ اندازه گیری شد.



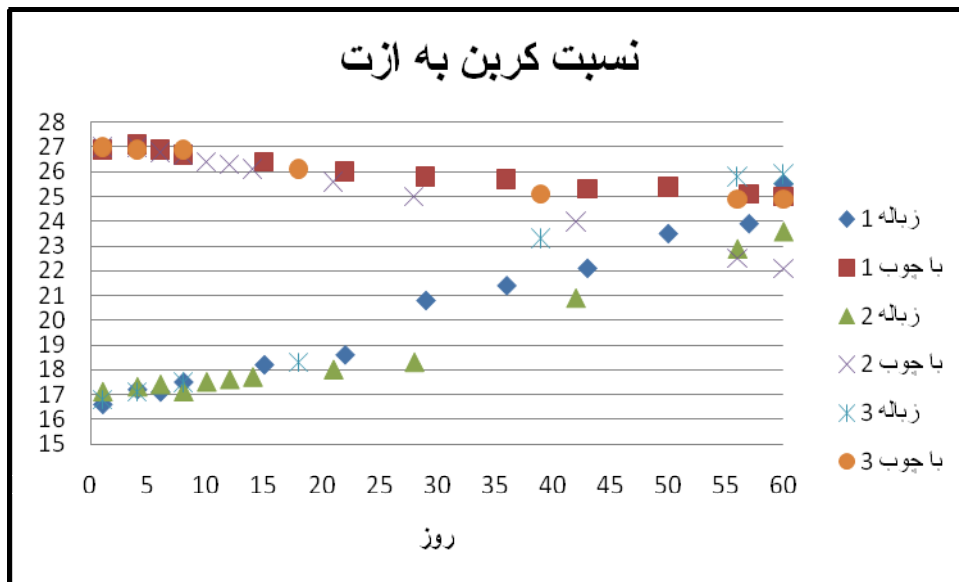
۱-۱- نمودار دما (بصورت میانگین در توده ها)

۳-۲) روند تغییرات نسبت کربن به ازت

تغییرات نسبت C:N یکی از مهمترین فاکتورها در تشخیص کیفیت کمپوست می باشد. نتایج نشان داد نمونه هایی که تراشه چوب به آنها اضافه شد افزایش نسبت C:N در آنها حاصل گردید و بطور کلی نمونه هایی که در معرض هوادهی بیشتر قرار گرفتند روند بهتری در تغییرات نسبت C:N در آنها مشاهده شد. در توده هایی که فقط از زباله استفاده شده است از ابتدا تا انتهای فرایند تبدیل زباله به کود، نسبت C:N یک روند افزایشی را طی کرده است و به طور کلی هر چقدر تعداد دفعات هوادهی در توده ها زیادتر بوده این افزایش کمتر بوده است.

در این سری (فقط زباله) از توده ها به صورت میانگین نسبت C:N از حدود ۱۷:۱ در ابتدای فرایند در سری اول پایلوت ها به ۲۵/۵، در سری دوم ۲۳/۵ و در سری سوم به ۲۶ به یک رسیده است. روند افزایش در ماه اول شیب ملایمی داشته و حدوداً پس از چهار هفته شیب نمودار افزایش می یابد. با توجه به نمودار ترسیم شده از روند تغییرات نسبت C:N مشخص گردید که در محدوده زمانی که تعداد هوادهی بیشتر بوده است افزایش این نسبت کمتر بوده که احتمالاً به علت در اختیار قرار گرفتن اکسیژن لازم برای میکرو ارگانیسم ها بوده است.

در توده هایی که علاوه بر زباله از تراشه چوب نیز استفاده شده است به علت بالا بودن نسبت C:N در تراشه چوب، این نسبت در کل توده بالا رفته است. نسبت C:N، به صورت میانگین در ابتدای فرایند در حدود ۲۷:۱ بوده است و پس از طی کردن فرایند هوادهی این نسبت در سری اول پایلوتها بطور میانگین به حد ۲۵:۱، در سری دوم پایلوتها ۲۲:۱ و در سری سوم پایلوت ها ۲۵:۱ بوده است. در این سری از توده ها یک روند کاهشی کلی دیده می شود. که این کاهش حدوداً پس از هفته اول آغاز شده است.



۲-۱- نمودار نسبت کربن به ازت (بصورت میانگین در توده ها)

۳-۳) روند تغییرات اسیدیته

بطور کلی در ابتدای فرآیند PH کاهش یافت که این کاهش احتمالاً به سبب هضم مواد آلی در اثر فعالیت قارچ ها در ابتدای فرایند و آزاد شدن و تجمع مواد اسیدی میباشد. در نمونه هایی که تعداد هوادهی کمتری دارند کاهش سریعتر بوده است. پس از آن PH رو به افزایش گذاشته و در محدوده مناسب برای فعالیت میکروارگانیسم ها (۶/۵-۷/۵) می رسد. افزایش مجدد اسیدیته نیز میتواند در اثر تجزیه اسیدها و بیشتر فعال شدن باکتری ها باشد. افزایش PH در یک توده کمپوست نشانه خوبی از رسیدن کمپوست میباشد (۶).

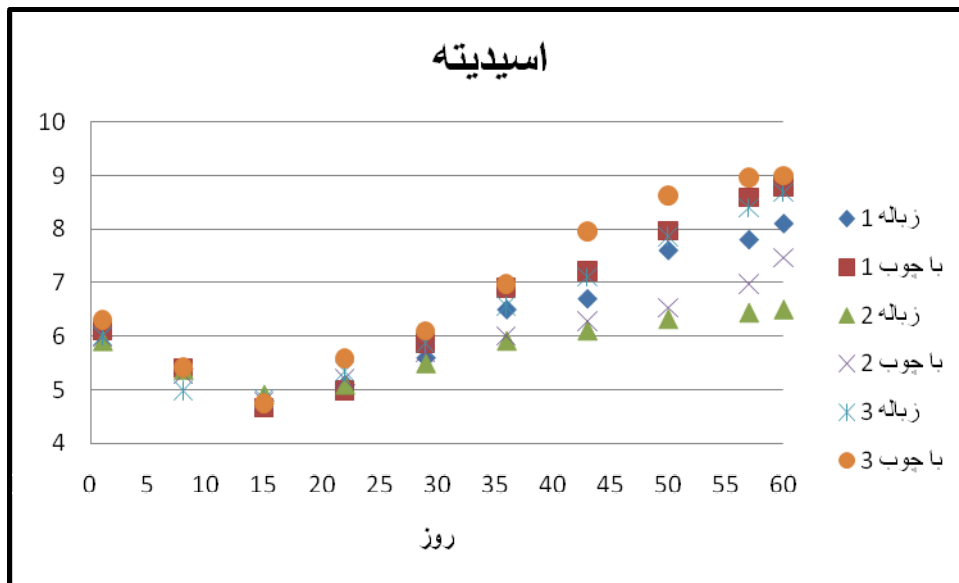
بطور کلی نمونه هایی که به همراه تراشه چوب بوده اند در انتهای فرایند میزان PH بالاتری نسبت به همان توده ها با روند هوادهی یکسان اما فقط تشکیل شده از زباله داشته اند.

PH مواد خام در ابتدای فرایند در حدود ۶ بوده است، که پس از یک افت در تمام توده ها نمودار این فاکتور روند افزایشی پیدا کرده است که این افزایش در تمام توده ها وجود داشته ولی شیب آن متفاوت بوده است.

در تیمار اول PH، از حدود میانگین ۶.۱ در انتهای فرایند در توده فقط زباله به ۸.۳ و در همان روند هوادهی با مواد زباله همراه چوب به ۸.۸ میرسد.

در تیمار دوم PH، از حدود میانگین ۵.۹ برای توده هایی که فقط از زباله تشکیل شده اند به ۶.۵۳ و میانگین ۶ به ۷.۴۵ در پایان فرایند رسیده است.

در تیمار سوم PH، با میانگین حدوداً ۶.۱ به ۸.۷ در توده های زباله و ۹ در توده های همراه چوب رسیده است. در سری دوم پایلوت ها به علت تعدد هوادهی ها میزان PH در محدوده های مناسب برای فعالیت میکروارگانیسم ها باقی مانده است. اما در سری سوم پایلوت ها که کمترین تعداد هوادهی بوده است PH حتی از ۹ هم فراتر رفته است که این میزان PH نشان دهنده بی هوازی شدن توده ها در این مقطع میباشد.

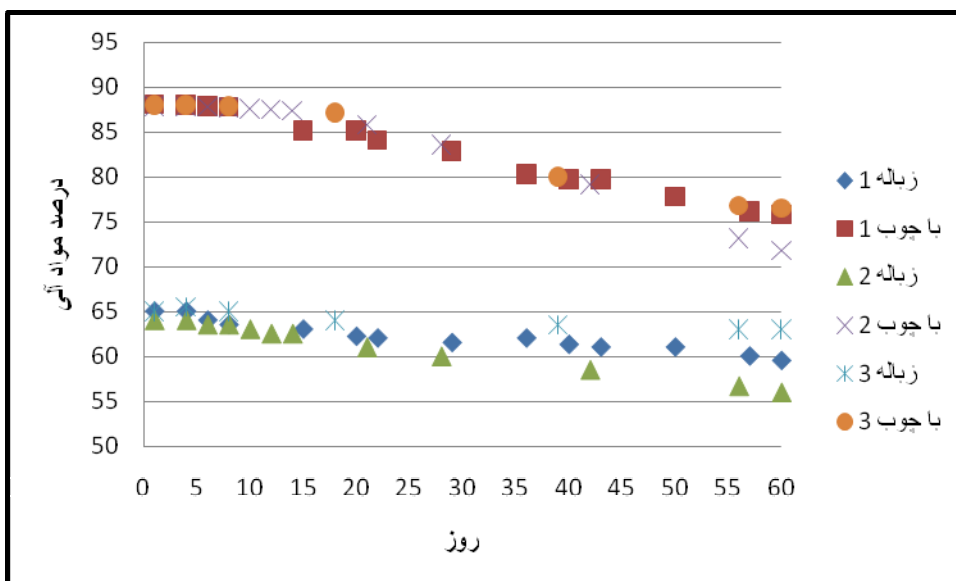


۳-۱- نمودار اسیدیته (بصورت میانگین در توده ها)

۳-۴) روند تغییرات درصد مواد آلی

درصد مواد آلی در طی فرآیند در تمام توده ها یک روند کاهشی را طی کرد. میانگین درصد مواد آلی توده هایی که از زباله تشکیل شده اند در ابتدای فرآیند حدود ۶۵ درصد میباشد. کاهش مواد آلی در سری اول پایلوت های بدون تراشه چوب حدوداً ۹ درصد، در سری دوم پایلوت ها ۱۴ درصد و در سری سوم پایلوت ها حدوداً ۴ درصد بوده است. در انتهای فرایند درصد مواد آلی به طور میانگین در توده اول حدوداً ۶۰، در توده دوم ۵۶ و در توده سوم ۶۳ درصد ثبت شده است.

درصد مواد آلی در توده هایی که به همراه تراشه چوب هستند در ابتدای فرایند ۸۸ درصد می باشد. کاهش درصد مواد آلی در پایلوت هایی که به همراه تراشه چوب هستند در سری اول بطور میانگین ۱۴ درصد، در سری دوم ۲۰ درصد و در سری سوم ۱۲ درصد بود. در پایان، در توده های اول حدوداً ۷۶، در توده های دوم ۷۱ و در توده های سوم ۷۷ درصد برای مواد آلی بدست آمده است.



۴-۱- نمودار درصد مواد آلی (بصورت میانگین در توده ها)

۳-۵) روند تغییرات هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی در سری اول توده ها (فقط زباله) از میانگین حدود ۷.۳ به ۸.۵ و در توده های زباله همراه چوب از ۶.۴ به ۷.۴ دسی زیمنس بر سانتیمتر بدست آمده است. در سری دوم به ترتیب از ۷.۱ و ۶.۴ به ۷.۵ و ۸.۱ دسی زیمنس بر سانتیمتر و در سری سوم در توده های زباله از ۷.۱ به ۸.۱ و در توده های همراه چوب از ۶.۹ به ۷.۳ دسی زیمنس بر سانتیمتر افزایش پیدا کرده است.

۱-۱- جدول وضعیت هدایت الکتریکی

توده	سری اول توده ها (فقط زباله)	سری دوم توده ها (فقط زباله)	سری سوم توده ها (فقط زباله)	سری اول توده ها (زباله و تراشه چوب)	سری دوم توده ها (زباله و تراشه چوب)	سری سوم توده ها (زباله و تراشه چوب)
ابتدای فرایند	۷.۳	۷.۱	۷.۱	۶.۴	۶.۴	۶.۹
انتهای فرایند	۸.۵	۷.۵	۸.۱	۷.۴	۸.۱	۷.۳

۴-۱- بحث و نتیجه گیری :

دما در همه توده ها در ابتدا یک روند افزایشی پیدا کرده، اما در دو توده شماره دو در پایان یک سیر نزولی طی میکنند. از لحاظ پاتوژنیک بالاتر بودن دما موجب کنترل بیشتر میشود ولی دمای خیلی بالا از لحاظ کیفی کمپوست ضعیف تری تولید میکند. دمای پایین مواد در انتهای فرایند باعث بلوغ شایان ذکری در کمپوست می شود (۳). از نظر بهداشتی ظرف مدت ۶ روز بایستی دما به ۶۵ درجه سلسیوس برسد هیچکدام از توده ها این شرایط را بدست نیاوردند. هوادهی کپه کمپوست برای حفظ شرایط هوازی و ایجاد درجات حرارت بالا ضروری است. وقتی کپه بی هوازی شود، درجه حرارت به سرعت سقوط می کند. حتی مناطق کوچکی که بیهوازی می شوند اغلب در معرض درجه حرارت پایین تری نسبت به مواد هوازی مجاورشان قرار می گیرند (۳). در سری دوم توده ها (توده در هفته اول و دوم سه بار، هفته سوم دو بار، هفته چهارم و پنجم یک بار و از آن پس

هر دو هفته یک بار زیرو رو شدند) با مواد زباله همراه چوب از لحاظ نسبت کربن به ازت (۲۲:۱) بهترین میزان را بین همه تیمارها داشته است. نسبت کربن به ازت ۲۰ در بسیاری از تحقیقات به عنوان بالاترین حد مورد قبول واقع شده است که خطر از دست رفتن ازت (چپاول ازت) خاک وجود ندارد. مقدار کربن به ازت در کشورهای آسیایی پس از ۸ هفته ۳۰ و در شرایط رسیدن کمپوست ۲۱ می باشد (۴). در رهنمودهای برای تولید کمپوست توسط NSDOE^۱ نسبت کربن به ازت ۲۲ توصیه شده است. همچنین تحقیقات نشان داده که با افزایش C:N روند معدنی شدن ازت آلی کاهش می یابد و اگر C:N کمتر از ۲۵ - ۲۰ باشد ازت ماده آلی توسط میکروارگانیسم ها تثبیت می گردد (ایموبیله شدن). و همچنین در نسبت های C:N کمتر از ۲۰، ازت آلی به فرم معدنی تبدیل می شود (۳). محققین نیوزلندی دریافتند که حداکثر سرعت کمپوست شدن با C:N تقریباً ۲۶، انجام می گیرد. با این وجود وقتی مواد با نسبت های کربن به ازت ۲۹-۲۲ کمپوست شوند تلفات ازت حدود ۵۰ درصد است. با توجه به این نسبت و نسبت های بدست آمده از تیمارهای مورد بررسی تفاوت نسبتاً زیادی دیده نمی شود.

بهترین تیمار از لحاظ اسیدیته تیمار شماره دو بدون استفاده از چوب و پس از آن همان تیمار به همراه چوب میباشد. اسیدیته در تیمارهای همراه چوب افزایش بیشتری داشته است. شرایط توصیه شده برای ایجاد شرایط بهینه در روند تولید کمپوست مطابق با استاندارد کانادا و آمریکا ۸-۵.۸ و حد قابل قبول آن ۹-۶ میباشد. همچنین اسیدیته مناسب طبق استاندارد کشورهای آسیایی ۶.۳ پس از ۸ هفته و ۷.۷ در حالت رسیده میباشد. افزایش PH در ۳-۲ هفته اول بیشترین میزان خود را در طول فرایند دارا می باشد. اما معمولاً کاهش در ابتدای کار دیده می شود. افزایش میزان PH در ماههای اول با نرخ بیشتری نسبت به ماههای آخر افزایش پیدا کرده است که دلیل عمده آن معدنی شدن نیتروژن آلی و همچنین فرایند آمونیفیکاسیون در ماههای اول می باشد. در تحقیقی که توسط حسین علیدادی و همکاران صورت گرفت به طور میانگین PH از ۷/۷ به ۷/۲ پس از گذشت مدت زمان ۴۰ روز رسید. همچنین ساندبرگ (۷) نیز متوجه افزایش اسیدیته در ابتدای فرایند و کاهش آن در پایان شد. PH نیز معمولاً در مراحل تولید کمپوست افزایش می یابد و به حالت قلیایی می رسد. در یک سیستم تولید کمپوست موفق PH نهایتاً بین ۹-۸ خواهد بود. PH یک نظام تولید کود آلی در ابتدا تا نزدیک محدوده خنثی (حدود ۴ الی ۵) کاهش می یابد، یعنی محدوده هایی که در آنها اسیدهای آلی تشکیل می شوند. سپس با مصرف شدن اسیدهای آلی در فاز گرما دوست PH تا حدود ۸/۵ افزایش خواهد یافت. کود آلی نهایی در خاکهای اسیدی به عنوان یک قلیا به خوبی عمل می کند (۵).

بیشترین میزان کاهش در درصد مواد آلی مربوط به توده شماره دو با استفاده از زباله و چوب میباشد. ولی کمترین میزان درصد مواد آلی مربوط به همان تیمار بدون استفاده از چوب میباشد. آقای بریتو طی آزمایشاتش متوجه کاهش مواد آلی شد (از ۹۰۵ به ۷۶۲ گرم در کیلوگرم). درصد مواد آلی طبق آزمایش آقای کایولا (۸) شاهد کاهش ۶۰ درصدی مواد آلی نسبت به ابتدای فرایند بوده است.

به علت کاهش حجم مواد آلی هدایت الکتریکی در همه توده ها افزایش یافته است. کمترین میزان EC و بالطبع بهترین توده از لحاظ این فاکتور توده شماره سه همراه چوب بوده است. شوری از عوامل محدود کننده تولیدات کشاورزی است که در اثر وجود غلظت زیاد املاح بوجود می آید. هدایت الکتریکی در کمپوست درجه دو در ایران کمتر از ۱۰ می باشد. هدایت الکتریکی مناسب در کشورهای آسیایی پس از ۸ هفته ۹.۴ دسی زیمنس بر متر در نظر گرفته میشود (۳). استاندارد کمپوست نهایی در کشور کانادا و همچنین NSDOE کمتر از ۳/۵، مطابق با استاندارد انگلستان ۲۰۰۰-۷۵۰ mmhos/cm و در ایران در استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست اوهایو محدوده مناسب نمک های محلول (EC) ۰.۶۴-۰.۳۵ mmhos/cm و در ایران در کمپوست درجه یک کمتر از ۵ دسی زیمنس بر سانتیمتر است. این نتایج، EC بدست آمده در تحقیق ذیل را چندان مطلوب نمیداند که بالا بودن میزان هدایت الکتریکی در در مواد اولیه میتواند یکی از دلایل بالا بودن این فاکتور در کمپوست نهایی باشد.

۵-سیاسگزاری

تشکر ویژه از کلیه پرسنل سازمان بازیافت اصفهان که این پژوهش با بودجه و امکانات ایشان انجام گرفت.

منابع :

- ۱- گزارشی از وضعیت زباله و تجزیه فیزیکی آن در محدوده خدمات شهری . شهرداری اصفهان . ۱۳۸۷ .
 - ۲- گودینی، ح. بررسی اثرات هوادهی(زیرورو کردن)کمپوست برگشتی، رطوبت و زمان روند تثبیت و کیفیت زباله های شهری. پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی بهداشت محیط دانشکده مهندسی بهداشت محیط دانشگاه اصفهان.۹۰-۲۰. ۱۳۷۳.
 - ۳-ابراهیمی، اصغر، پورعلاقه بندان، حمیدرضار، خزائلی، شهاب. شہسواری،علی،، صالحی، اعظم. اولین مرجع کامل مدیریت کیفیت کود آلی.۱۳۸۷.
 - ۴.گوتاس. تهیه کود کمپوست. ترجمه مهندس محمدرضا شاهمنصوری و مهندس عبدالرحیم پرورش. سری گزارش های سازمان بهداشت جهانی شماره۱۳. ۱۳۷۳.
 - ۵- عبدلی، محمدعلی. بازیافت و دفع مواد زائد جامد شهری.سازمان شهرداری های کشور.۱۳۸۰.
- 6-Amalendu, Bagchi. Design of landfills and Integrated Solid Waste Management. Third Edition. . 2004.
- 7- Sundberg, C. Food waste composting – Effect of heat,acids and size. Licentiate thesis.2003.
- 8.Koivoula, Niina. Raikkonen, Tarja. Urpilainen, Sari. Ranta, Jussi. Hanninen, Kari. Ash in composting of sourc- separated catering waste.2005.