Original Article

A study on the variations of temperature, moisture, pH and carbon to nitrogen ratio in producing compost by stack method

Dehghani R[1], Charkhloo E[1*], Mostafaii GH[1], Asadi MA[2], Mousavi GA[3], Saffari M[4], Pourbabaei M[4]

1- Department of Environmental Health, Faculty of Health, Kashan University of Medical sciences, Kashan, I. R. Iran.
2- Department of Parasitology, Faculty of Paramedicine, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, I. R. Iran.
3- Department of Biostatistics and Public Health, Faculty of Health, Kashan University of Medical sciences, Kashan, I. R. Iran.
4- Department of Microbiology and Immunology, Faculty of Medicine, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, I. R. Iran.

Received July 5, 2011; Accepted September 20, 2011

Abstract:

Background: Considering the importance of chemical and physical parameters such as temperature, moisture, pH and carbon to nitrogen (C:N) ratio in producing compost, the purpose of this study was to evaluate these parameters in producing compost by stack method.

Materials and Methods: This descriptive study was carried out on municipal solid waste generated in Kashan during a 63-day period from Oct 3 to Dec 4, 2010. Compost samples were taken from the top one-third, the center and also the bottom of the compost pile and mixed; the compost pile was aerated (if necessary). Thereafter, samples were analyzed for carbon and nitrogen content using Fourti method.

Results: The initial temperature of the compost pile was 38°C and then increased to 65°C at the 9th day, and reached to 26°C at the last day of composting. The moisture at the beginning of the process was 67.5%, increased to 73% at the 5th day and decreased to 38% at the last day. The initial pH of the compost was 5.5, increased during the compost process, and reached an optimal value of 7.7 at the end of the process. The C:N ratio at the beginning of the process was 35:1 and in mature compost decreased to 12.5:1.

Conclusion: Presence of actinomycetes and the dark-brown color of the prepared compost on the 63rd day of composting indicate that the compost meets the required standards. Consequently, the implementation of this method is suitable for tropical cities like Kashan.

Keywords: Compost, Temperature, Moisture, pH, Carbon to nitrogen ratio

* **Corresponding Author.**
Email: echarkhloo@yahoo.com
Tel: 0098 912 684 2965
Fax: 0098 361 555 0111

Conflict of Interests: ***No***

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, Winter, 2012; Vol. 15, No 4, Pages 359-365

Please cite this article as: Dehghani R, Charkhloo E, Mostafaii GH, Asadi MA, Mousavi GA, Saffari M, et al. A study on the variations of temperature, moisture, pH and carbon to nitrogen ratio in producing compost by stack method. ***Feyz*** 2012; 15(4): 359-65.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-04]

بررسی تغییرات دما، رطوبت، pH و نسبت کربن به نیتروژن در تولید کمپوست به‌روش توده سطحی

روح‌اله دهقانی [۱]، اسماعیل چرخلو [۲*]، غلامرضا مصطفائی [۳]، محمدعلی اسدی [٤]، سید غلامعباس موسوی [٥]، محمود صفاری [٦]، محمد پورربابایی [۷]

خلاصه:

سابقه و هدف: در تولید کمپوست، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی از قبیل دما، رطوبت، pH و نسبت کربن به نیتروژن نقش کلیدی ایفا می‌نمایند. لذا، هدف از این مطالعه بررسی پارامترهای فوق در تولید کمپوست به روش توده سطحی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه توصیفی بر روی زباله‌های تجزیه‌پذیر خرد شده کاشان در پاییز ۱۳۸۹ انجام شد. نمونه‌ها از ۱/۳ سطح وسط و کف توده تشکیل شده در هوای آزاد تا ٦۳ روز برداشت شده و مخلوط و توده، بر حسب ضرورت هوادهی شدند. نمونه‌ها برای تعیین کربن و نیتروژن با روش Fourti مورد آزمایش قرار گرفتند.

نتایج: دمای توده کمپوست در شروع فرایند ۳۸، در روز نهم ٦٥ و در روز آخر به ۲٦ درجه سلسیوس رسید. میزان رطوبت در شروع فرایند ٦۷/٥ درصد و در روز پنجم ۷۳ درصد رسید و در روز آخر به ۳۸ درصد کاهش یافت. pH توده کمپوست در ابتدا ٥/٥ و در طول فرایند افزایش یافت و در پایان به pH ۷/۷ رسید. نسبت کربن به نیتروژن در ابتدای فرآیند ۳٥ به ۱ و در ادامه کاهش یافته و در روز آخر نمونه برداری به ۱۲/٥ به ۱ رسید.

نتیجه‌گیری: این بررسی نشان داد که کمپوست تولید شده از نظر خصوصیات بیولوژیکی پس از ٦۳ روز از ایجاد توده سطحی به استانداردهایی مانند وجود اکتینومیست‌ها و تغییر رنگ دست یافت. نتایج این تحقیق با سایر محققین مطابقت داشت و اجرای روش کمپوست در این شهر با شرایط اقلیمی مناسب می‌باشد.

واژگان کلیدی: کمپوست، دما، رطوبت، pH، نسبت کربن به نیتروژن

فصلنامه علمی– پژوهشی فیض، دوره پانزدهم، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۰، صفحات ۳٦٥-۳٥۹

مقدمه

افزایش جمعیت، توسعه بی‌رویه و غیراصولی شهرها، نامناسب بودن الگوی رایج مصرف و بسیاری از عوامل دیگر، باعث معضلات زیادی در جوامع انسانی بالاخص کشورهای در حال توسعه گردیده است. پسماندها یکی از بارزترین این معضلات بوده که در صورت عدم کنترل، اثرات سوء بهداشتی و زیست محیطی بسیاری به‌دنبال خواهد داشت [۱]. دفع پسماندهای عادی که در بین انواع پسماندها، بیشترین مقدار را به‌خود اختصاص می‌دهند، معمولا با روش‌هایی مانند بیوگاز، دفن بهداشتی، زباله سوزی، پیرولیز، و تولید کمپوست انجام می‌گیرد [۲]. اتحادیه اروپا قانونی وضع کرده است که زائدات آلی شهری قبل از دفع نهایی می‌بایست به‌صورت مستمر و با کیفیت خوب مدیریت شوند [۳]. استفاده از روش کمپوست می‌تواند راهکار مناسبی برای قانون وضع شده اتحادیه اروپا باشد. در طی این روش از تجزیه مواد آلی موجود در زباله‌های تجزیه پذیر در شرایط خاص و کنترل شده توسط عوامل زیستی، حرارت، دی اکسید کربن و بخار آب از توده کمپوست خارج شده و مواد پایداری مانند هوموس تولید می‌شوند [٤]. این تکنولوژی گسترده جهانی، عوامل پاتوژن را حذف کرده و مواد زائد با پتانسیل خطر بالا را به مواد بی‌بو و بی-ضرر تبدیل می‌کند. هم‌چنین، می‌تواند اثر مثبت بر پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و ضمن افزایش پوشش، از فرسایش خاک جلوگیری کند [۷-٥]. فرایند کمپوست به دو روش کلی هوازی و بی‌هوازی تقسیم می‌شود که روش هوازی توده سطحی، از متداول‌ترین فرایندهای زیستی کمپوست می‌باشد [۸]. پارامترهای مهمی در طی فرایند کمپوست شامل دما، رطوبت، نسبت کربن به نیتروژن، pH و اکسیژن لازم جهت حفظ شرایط هوازی دخالت دارند. این عوامل شرایط مساعدی را برای فعالیت ریزموجودات فراهم می‌کنند تا کمپوستی با کیفیت خوب تولید شود [۹،۸]. دما یک فاکتور کلیدی موثر در فعالیت

[۱] دانشیار، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

[۳] مربی، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

[٤] مربی، گروه انگل شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

[٥] مربی، مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

[٦] دانشیار، گروه میکروب شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

[۷] کارشناس علوم آزمایشگاهی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

***نشانی نویسنده مسوول:**

کاشان، کیلومتر ٥ بلوار قطب راوندی، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت محیط

تلفن: ۰۹۱۲ ٦۸۴۲۹٦٥ **دورنویس:** ۰۳٦۱ ٥٥٥۰۱۱۱

پست الکترونیک: echarkhloo@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۴ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۹۰/٦/۲۹

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-04]

ریزموجودات می‌باشد که با تنظیم آن می‌توان عوامل پاتوژن، لارو حشرات و بذر دانه‌های بی‌ارزش را از بین برد. به‌طور مثال حفظ توده کمپوست در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت حداقل ۳ روز باعث تحقق این امر می‌شود؛ در صورتی‌که باکتری سالمونلا می‌تواند در کمپوست استریل نشده ۸ و ۱۲ هفته‌ای وجود داشته باشد [۱۱،۱۰]. تهیه کمپوست به‌روش توده سطحی بر اساس دما به چهار مرحله مزوفیلیک، ترموفیلیک، کولینگ و کامل شدن تقسیم می‌شود [۱۲]. نتایج مطالعات نشان می‌دهند که در شروع فرایند، باکتری‌های مزوفیل که در محدوده دمایی ٤٥-۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌توانند حضور داشته باشند، غالب هستند. مرحله بعد، ترموفیلیک می‌باشد که باکتری‌های گرم مثبت که در محدوده دمای۷۵-٤٥ درجه سانتی‌گراد می‌توانند حضور داشته باشند، در این مرحله غالب هستند [۸،۳]. بعد از مرحله ترموفیلیک توده کمپوست خنک-تر می‌شود و باکتری‌های مزوفیل دوباره شروع به فعالیت کرده و مرحله آخر مرحله رسیدن و یا کامل شدن کمپوست می‌باشد که اکتینومیست‌ها و کپک‌ها و برخی قارچ‌ها نمایان می‌شوند [۱۲،۸،۷]. دمای بهینه در طول کمپوست ٦۰-۳۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد [۱۰]. برای اغلب پسماندهای آلی قابل تجزیه زیستی وقتی مقدار رطوبت به یک سطح مناسب ٦۰-۵۰ درصد برسد، سوخت و ساز میکروبی تسریع می‌گردد [۸]. در رطوبت زیر ٤۰ درصد تجزیه بیولوژیکی به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا کرده و مقدار زیاد رطوبت نیز می‌تواند باعث اشغال کردن فضاهای خالی و تولید شرایط بی‌هوازی گردد، بنابراین مقدار مطلوب رطوبت بین ٦۰-٤۰ درصد می‌باشد [٤]. رطوبت بیشترین تاثیر را در ارزیابی بلوغ دارد [۱۳]. ریزموجودات هوازی که اکسیژن مصرف می‌کنند، از مواد آلی تغذیه کرده و بافت سلولی خود را از نیتروژن، بعضی از انواع کربن و سایر مواد مغذی ضروری می‌سازند. بیشتر کربن به‌عنوان یک منبع انرژی برای موجودات زنده عمل کرده و به‌دلیل اینکه کربن می‌تواند هم به‌عنوان منبع انرژی و هم منبع ساخت سلولی عمل کند، مقدار مورد نیاز آن در مقایسه با نیتروژن بیشتر می‌باشد. نسبت کربن به نیتروژن نقش مهمی را در طی فرآیند کمپوست بازی می‌کند و محدوده مطلوب این نسبت در طول فرایند از ۲۰ به ۱ تا ۲۵ به ۱ می‌باشد [۱٤،۸]. به‌طور معمول در شروع فرایند، مقدار pH کم می‌باشد که این عمل باعث کند شدن فعالیت ریزموجودات گردیده و افزایش دما را به تاخیر می‌اندازد [۳]. باکتری‌ها در pH ۷/۵-٦ و قارچ‌ها ۸-۵/۵ بهتر رشد می‌کنند و در کل، تجزیه موثر در میزان pH ۸-٦ انجام می‌گیرد [٤]. از آنجایی که فرایند کمپوست به‌روش توده سطحی یک فرایند هوازی است، بنابراین در طول آن باید شرایط هوازی حفظ شده و اگر شرایط بی‌هوازی غالب شود، زمان رسیدن کمپوست به تاخیر افتاده و انتشار بو از توده سطحی در برخی موارد خیلی شدید می‌شود، بنابراین اکسیژن لازم جهت حفظ شرایط هوازی ۲۱ درصد توصیه می‌گردد [٤،۳]. تولید کمپوست از زباله‌های خانگی از موارد رایج است که هم‌اکنون در کشورهای گوناگون از جمله ایران مورد توجه قرار گرفته است. کاشان یکی از شهرهای مرکزی استان اصفهان با جمعیت در حدود ۲۷۰۰۰۰ نفر می‌باشد. نرخ تولید زباله خانگی در شهرکاشان بالغ بر ۱٦۰ تن در روز بوده که ۷۱/٦٦ درصد از این مقدار یعنی ۱۱٤/٦٦ تن در روز شامل مواد قابل بازیافت جهت تهیه کمپوست است [۱۵]. با وجود این مقدار زباله، می‌توان با تولید کمپوست بخشی از مهمترین مشکل دفع زباله در این شهر را برطرف کرد. با توجه به این مسئله طرح بررسی دما، رطوبت، pH، نسبت کربن به نیتروژن در تولید کمپوست به‌روش توده سطحی در شهر کاشان با توجه به شرایط اقلیمی منطقه انجام گردید تا سازمان‌های مختلف درگیر مسئله زباله و همچنین سیستم-های بهداشتی بتوانند از نتایج آن بهره‌مند شوند.

مواد و روش‌ها

ابتدا با هماهنگی شهرداری کاشان مقدار ٤/۵ تن زباله خام مخلوط خانگی به سایت تحقیقاتی زباله حمل گردید، سپس اجزای قابل کمپوست آن جدا سازی شده و پس از خرد نمودن اجزای توده زباله در اندازه‌های کمتر از ۵ سانتی‌متری، به‌صورت گنبدی در محل ریخته شد. توده سطحی با ارتفاع ۱/۵ و عرض۲/۵ متر ایجاد گردید. عوامل مختلف در روند تولید کمپوست از توده مزبور از تاریخ ۱۱ مهرماه الی ۱۳ آذر ماه ۱۳۸۹ به‌مدت ٦۳ روز مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در ۲ هفته اول ٤ مرتبه و در هفته-های بعدی ۱ مرتبه و در کل ۱۱ مرتبه نمونه برداری از توده انجام شد. در مدت ٦۳ روز، جهت تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی به‌شرح ذیل ۳۳ نمونه برداشته شده و جهت بررسی به آزمایشگاه مربوطه ارسال گردید. جهت تعیین رطوبت، نسبت کربن به نیتروژن و pH از نمونه‌برداری طبقه‌ای که روش اصلاح شده نمونه‌برداری مرکب می‌باشد، استفاده شد [۱]. ابتدا طول توده سطحی به‌صورت مقاطع عرضی در نواحی مشخص تا عمق توده برش داده شده و از هر مکان سه ناحیه در فواصل یک سوم سطح، وسط و یک سوم از کف انتخاب شد. از هر ناحیه تعداد ۵ نمونه به حجم‌های مساوی و به‌صورت نقطه‌ای برداشته شد. نمونه‌ها در یک سطل پلاستیکی تمیز باهم مخلوط شدند تا نمونه کاملا همگن به‌دست آید. یک چهارم از نمونه مرکب شده را جدا کرده و تقسیم کردن نمونه به-همین صورت ادامه داده شد تا حجم مورد نظر از نمونه به‌دست

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-04]

آید. سپس، نمونه داخل ظرف پلاستیکی درب‌دار ریخته شده و به آزمایشگاه منتقل گردید. جهت تعیین دمای توده کمپوست، دماسنج را تا عمق ۵۰ سانتی‌متر از سطح داخل توده کمپوست قرار داده و بعد از ۵ دقیقه درجه حرارت قرائت شد و هم‌چنین، برای اندازه-گیری دمای فضای بیرون توده نیز از دماسنج استفاده شد [۱]. در آزمایشگاه جهت تعیین رطوبت از فور در دمای ۱۰۵ درجه سانتی-گراد به‌مدت ۴۸-۲۴ ساعت استفاده گردید و برای تعیین pH، دوغ‌آب ۱ به ۱۰ از نمونه کمپوست تهیه شده و سپس با استفاده از دستگاه pH متر بررسی شد [۱۱]. جهت تعیین نسبت کربن به نیتروژن ابتدا مقدار کربن از روش والکی بلاک و برای اندازه‌گیری نیتروژن از روش نیتروژن کل استفاده شد [۱۶]. جهت تامین اکسیژن درتوده کمپوست در طول فرآیند در ماه اول هفته‌ای یک مرتبه و در ماه دوم هر دو هفته یک مرتبه توده کمپوست به‌صورت دستی زیر و رو شد [۱]. نسبت پارامترهای فیزیکی و شیمیایی به-صورت جداول و نمودارها ترسیم شده و مقایسه گردیدند.

نتایج

نتایج کلی حاصله از آزمایشات پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در جدول شماره ۱ آمده است. این مطالعه نشان داد که درجه حرارت توده در روز صفر ۳۸ درجه بود. در روز پنجم ۴۸ درجه و از این روز به‌بعد افزایش چشم‌گیر داشته و در روز نهم به حداکثر مقدار خود در طول فرآیند یعنی ۶۵ درجه سانتی‌گراد رسید. پس از هوادهی درجه حرارت در نمونه برداری روز سیزدم به حد مطلوب (۶۰ درجه سانتی‌گراد) رسید و به مرور زمان دمای کمپوست کاهش پیدا کرد و در روز آخر نمونه‌برداری دما ۲۶ درجه سانتی‌گراد بود (نمودار شماره ۱). رطوبت در ابتدای فرآیند در توده کمپوست ۶۸ درصد بود و در روز پنجم به ۷۳ درصد رسید که پس از هوادهی کاهش یافت و در روز نهم به ۵۶ درصد رسید (نمودار شماره ۲) و در روز آخر نمونه‌برداری به ۳۸ درصد رسید. در شروع فرآیند مقدار pH ۵/۵ بود که به مرور زمان افزایش یافت و در روز پنجاه و ششم pH به بیشترین مقدار خود یعنی ۸/۴ رسید و در روز آخر نمونه‌برداری به ۷/۷۲ تنزل یافت (نمودار شماره ۳). نسبت کربن به نیتروژن در روز صفر نمونه-برداری ۳۵ به ۱ بود که بر اثر فعالیت‌های عوامل زیستی در کمپوست و زیر و رو کردن توده جهت هوادهی، در روز آخر نمونه‌برداری به ۱۲/۵ به ۱ رسید (نمودار شماره ۴). در روز آخر نمونه‌برداری رنگ توده به سمت قهوه‌ای تا قهوه‌ای بسیار تیره تغییر یافت همچنین بوی مطبوع خاک از توده کمپوست قابل احساس بود. در همین مرحله طی نمونه‌برداری حضور اکتینومیست‌ها به اثبات رسید.

جدول شماره ۱- اطلاعات مربوط به پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در تولید کمپوست به روش توده سطحی بر حسب زمان نمونه برداری

زمان نمونه برداری			دما °c		رطوبت	pH	نسبت کربن به نیتروژن
شماره نمونه	روز نمونه‌برداری	ساعت	محیط	توده	(درصد)		
۱	شروع فرایند	۱۴:۱۵	۳۸	۳۸	۶۷/۵۰	۵/۵۰	۳۵
۲	۵	۹:۳۰	۳۰	۴۸	۷۳	۶/۸۵	۳۴
۳	۹	۱۰:۵۰	۲۹	۶۵	۵۵/۸	۶/۲۰	۲۹
۴	۱۳	۸:۴۵	۲۸	۶۰	۶۰	۷/۴۰	۲۷/۸۰
۵	۲۱	۱۱:۰۰	۲۵	۴۵	۵۳	۷/۲۵	۲۸/۶۰
۶	۲۸	۱۶:۰۰	۲۳	۴۳	۴۱/۸۰	۷/۶۵	۲۲
۷	۳۵	۸:۳۰	۱۴	۴۰	۴۲	۸	۲۰/۷۰
۸	۴۲	۱۰:۳۰	۱۹	۴۲	۴۵/۷۷	۷/۷۲	۱۸/۲۰
۹	۴۹	۱۰:۳۰	۱۹	۳۹	۴۴/۶۰	۸/۰۸	۱۵
۱۰	۵۶	۹:۰۰	۱۳	۳۷	۴۰/۱۰	۸/۴۰	۱۳/۶۰
۱۱	۶۳	۸:۲۰	۱۲	۲۶	۳۸	۷/۷	۱۲/۵۰

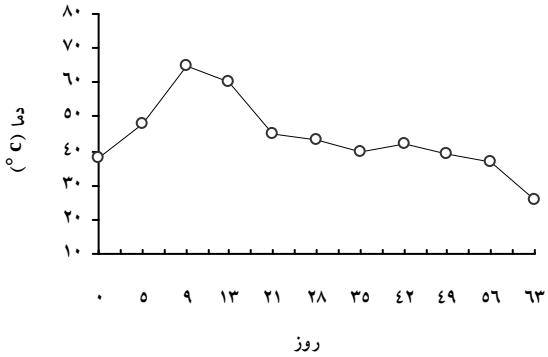
*در هیچ‌کدام از روزهای نمونه‌برداری بارندگی وجود نداشت.

بحث

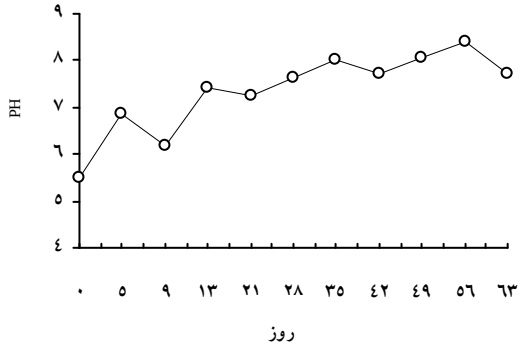
یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که پارامترهای اندازه-گیری شده در طول بررسی تغییرات نسبتا مناسب داشته است. درجه حرارت توده در روز صفر ۳۸ درجه، در روز پنجم ۴۸ درجه و از این روز به‌بعد افزایش چشم‌گیر داشته و در روز نهم ۶۵ درجه سانتی‌گراد ثبت گردید. با توجه به این موضوع، هوادهی زودتر از موعد صورت گرفت که در طی آن درجه حرارت به میزان ۶۰ درجه سانتی‌گراد رسید. نتایج به‌دست آمده از مطالعه Anastasi

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-04]

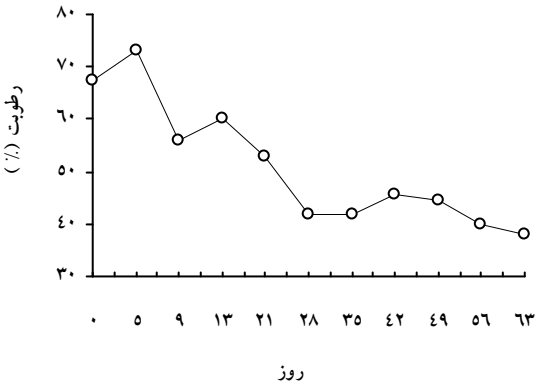
نشان می‌دهد که بیشینه دمای ثبت شده در طول فرآیند کمپوست ۶۰ درجه سانتی‌گراد است [۷]. می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که شرایط اقلیمی منطقه یکی از دلایل اصلی افزایش دما به بیش از حد استاندارد (۳۷ الی ۶۰ درجه سانتی‌گراد) بوده است. از این نظر نتایج مطالعه ما با تحقیق Anastasi هم‌خوانی دارد. افت دما از روز بیست و یکم به بعد قابل توجه بوده و در کمپوست نهایی به ۲۶ درجه سانتی‌گراد رسیده است. افت دما می‌تواند نشان دهنده روند حرکت کمپوست به‌سمت بلوغ باشد [۱۱].



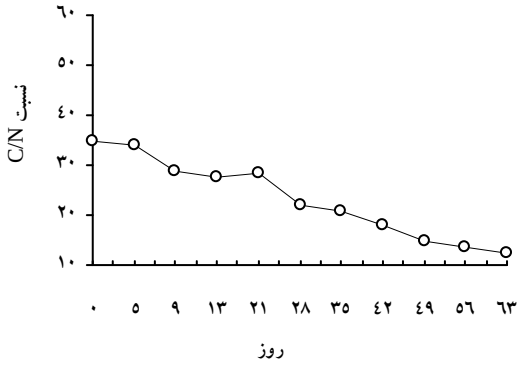
نمودار شماره ۱– تغییرات دمای توده کمپوست در طی فرایند کمپوست



نمودار شماره ۳– تغییرات pH در طی فرایند کمپوست



نمودار شماره ۲– تغییرات رطوبت در طی فرایند کمپوست



نمودار شماره ٤– تغییرات C/N در طی فرایند کمپوست

در روز اول نمونه‌برداری دمای توده با دمای محیط یکسان بوده و در روز آخر نمونه‌برداری دمای توده کاهش چشم‌گیری داشته و به سمت دمای محیط میل کرده است. در مطالعه حاضر رطوبت در ابتدای فرآیند در توده کمپوست ۶۸ درصد و در روز پنجم به ۷۳ درصد رسید، که پس از هوادهی کاهش یافته و در روز نهم به ۵۶ درصد رسید؛ به‌طوری‌که فرایند تولید کمپوست دچار اختلال نگردید. در برخی موارد ممکن است به‌دلیل گسترش گرمای میکروبی، توده کمپوست کمی رطوبت خود را از دست بدهد [۱۱]. در ابتدای فرآیند کمپوست، مقدار pH ۵/۵ بوده که باکتری-های تشکیل دهنده اسید می‌تواند عامل این وضعیت باشند. سنتز مواد آلی با افزایش جمعیت میکروبی همراه است که از اسیدها به-عنوان سوبسترا استفاده می‌کنند و پیامد آن افزایش pH تا حدود ۸ الی ۹ می‌باشد که توده کمپوست قلیایی می‌شود [۱۷]. در روز پنجاه و ششم مقدار pH به بیشترین حد خود یعنی ۸/٤ رسید، ولی در نمونه‌برداری روز آخر به‌مقدار مطلوب ۷/۷ رسید. افت pH در فرایند ممکن است ناشی از تولید آمونیاک در اثر تاثیر باکتری‌ها بر روی نیتروژن مواد آلی (Ammonification) و یا تبدیل مواد آلی به مواد معدنی به‌وسیله ریزموجودات (Mineralisation) باشد [۱۱]. در مطالعات مختلف انجام شده بر روی کمپوست حاصل از زباله‌های شهری، pH نهایی ۷/۲ و ۷/۵ گزارش شده است [۱۱،۷]. در مجموع به‌نظر می‌رسد که روند تغییرات pH عادی بوده و با نتایج بررسی‌های پژوهشگران فوق هم‌خوانی دارد. نسبت کربن به نیتروژن به‌صورت تقریبا یکنواخت کاهش یافته و در طول فرایند کمپوست مصرف کربن توسط ریزمجودات به‌عنوان منبع انرژی و هم در ساخت بافت سلولی بیشتر شده و هم‌چنین تولید ترکیبات ازته مختلف در طی فرایند کمپوست افزایش یافته

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-04]

است [۱۷]. در تحقیقی که توسط Fourti و همکاران در شهر Beja در تونس بر روی کمپوست حاصل از زباله‌های شهری انجام گرفت، نسبت کربن به نیتروژن اولیه ۳۲ بوده که در انتها به ۱۸/٦ کاهش یافت [۱٦]. البته در تحقیق Silva و همکاران در اسپانیا بر روی کمپوست از زباله‌های شهری نسبت کربن به نیتروژن نهایی ۱۵ گزارش شده است [۱۸]. طبق استاندارد ملی کمپوست ایران این نسبت در کمپوست رسیده باید بین ۲۰-۱۰ باشد [۱۷]. از این نظر نتایج مطالعه با استاندارد ملی فرآیند تولید کمپوست ایران هم-خوانی دارد.

نتیجه گیری

با انجام هوادهی به‌موقع در طول فرآیند می‌توان پارامتر-های فیزیکی و شیمیایی به‌خصوص دما و رطوبت را در میزان مطلوب نگاه داشت و با توجه به این که بیش از ۷۰ درصد زباله-های شهر کاشان قابل تبدیل به کمپوست می‌باشند و مدیریت و نگه‌داری از توده کمپوست در این شهر با وجود شرایط اقلیمی مناسب، آسان بوده و به مواد کمکی جهت حفظ پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در طی تولید کمپوست نیاز ندارد، استفاده از این روش جهت دفع زباله در این منطقه پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کاشان و با اعتبارات طرح تحقیقاتی مصوب شماره ۸۹۳۹ انجام شده است. در ضمن مقاله قسمتی از پایان نامه کارشناسی ارشد می‌باشد. از مسئولین دانشکده بهداشت و مسوول محترم آزمایشگاه دانشکده خانم صباغیان و هم‌چنین از خانم معتمدالرعایا و آقای حسن زاده به‌خاطر همکاری در این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

References:

[1] Ebrahimie A, PuerAlageBandan H, Khazaeelie Sh, Shahsavary A, Salehi A. The first full authority quality management high fertilizer production. 1th ed. Isfahan: The scientific Institute Danesh Pajohan Bareen; 2008. p. 55-86. [in Persian]

[2] Tchobanoglous G, Kreith F. Handbook of Solid waste Management. McGraw-Hill; 2002. p. 1-10.

[3] Partanen P, Hultman J, Paulin L, Auvinen P, Romantschuk M. Bacterial diversity at different stages of the composting process. ***BMC Microbiol*** 2010; 10: 94.

[4] DSM Environmental Services. Yard Waste CompostingOperator Training Manual. 2004. Available at: www.awm.delaware.gov/.../ Composting Operator's Manual.pdf

[5] Brandli RC, Bucheli TD, Kuppe T, Furrer R, Stadelmann FX, Tarradellas J. Persistent organic pollutants in source-separated compost and its feedstock materials-a review of field studies. ***J Environ Qual*** 2005; 34(3): 735-60.

[6] Labud VA, Semenas LG, Laos F. Diptera of sanitary importance associated with composting of biosolids in Argentina. ***Rev Saúde Pública*** 2003; 37(6): 722-8.

[7] Anastasi A, Varese GC, Marchisio VF. Isolation and identification of fungal communities in compost and vermicompost. ***Mycologia*** 2005: 97(1): 33-44.

[8] Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S. Integrated Solid Waste Management. McGraw-Hill; 1993. p. 39-122.

[9] Grigatti M, Cavani L, Ciavatta C. The evaluation of stability during the composting of different starting materials: Comparison of chemical and biological parameters. ***Chemosphere*** 2011; 83(1): 41-8.

[10] Lemunier M, Francou C, Rousseaux S, Houot S, Dantigny P, Piveteau P, et al. Long-Term Survival of Pathogenic and Sanitation Indicator Bacteria in Experimental Biowaste Composts. ***Appl Environ Microbiol*** 2005; 71(10): 5779–86.

[11] Rebollido R, Martinez J, Aguilera Y, Melchor K, Koerner I, Stegmann R. Microbial Populations During Composting Process of Organic Fraction of Municipal Solid Waste. ***Appl Ecol Environ Res*** 2008; 6(3): 61-7.

[12] Ishii K, Fukui M, Takii S. Microbial succession during a composting process as evaluated by denaturing gradient gel electrophoresis analysis. ***J Appl Microbiol*** 2000; 89(5): 768-77.

[13] Bueno P, Yanez R, Rivera A, Diaz MJ. Modelling of parameters for optimization of maturity in composting trimming residues. ***Bioresour Technol*** 2009; 100(23): 58-64.

[14] Jager B. Technology of composting. ***Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg B*** 1983; 178(1-2): 158-65.

[15] Ehsanifar M, Almasi H. Investigating of considerable recovery and composting of municipal wastes in kashan city. 10th national conference on environment health, 2007, Hamedan, Iran. [in Persian]

[16] Fourti O, Jedidi N , Hassen A. Behaviour of Main Microbiological Parameters And of Enteric Microorganisms During the Composting of Municipal Solid Wastes and Sewage Sludge in A Semi-Industrial Composting Plant. ***Am J Environ Sci***

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-04]

2008; 4(8): 103-10.
[17] Zazouli MA, Bagheri M, Ghahramani E, Ghorbanian M. Compost Production Technology. 1th ed. Tehran: Khaniran; 2009. p. 65-72. [in Persian]
[18] Silva MT, Menduina AM, Seijo YC, Viqueira FD. Assessment of municipal solid waste compost quality using standardized methods before preparation of plant growth media. ***Waste Manag Res*** 2007; 25(2): 99-108.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-04]