Comparison of static and agitated aerated composting efficacies in the stabilization of industrial slaughterhouse solid wastes

Zohreh Ebraheempoor[1], Mohammad Taghi Samadi[2*], Reza Shokuhi[3], Ghorban Asgari [4]

1- MSc of Environmental Health Engineering, Mashhad Health Center, Mashhad, Iran
2- Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health and Center for Health Research, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
3- Associated Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health and Center for Health Research, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
4- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health and Center for Health Research, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

ABSTRACT

Background and Aims: Slaughterhouse waste contains putrescible intestinal wastes as well as organic solids with high levels of pathogenic microorganisms. The management of these wastes is therefore necessary to succeed in preventing the spread of infectious agents. This study set out with the aim of assessing the static aerated pile and agitated aerated pile in the composting of industrial slaughterhouse wastes.

Materials and Methods: At every stage of this research, basic parameters such as Carbon: Nitrogen ratio (C:N), were measured. The influence of carbon-to-nitrogen (C:N) ratio, phosphorus (P) and potassium (K) concentrations, pH, electrical conductivity (EC), Ash content, and temperature in the composting pile was studied.

Results: On the question of studied variables, this study found that static aerated pile achieved a C: N ratio of 15.59, P 3.16%, K 2.16%, pH 7.08, EC 1586 µS/cm, and Ash content of 16.88% by weight. The corresponding values in the case of agitated aerated pile were respectively as 18.68, 3.02%, 2.35%, 7.2, 1423 µS/cm and 20.78%.

Conclusion: In general, it seems that both static aerated pile and agitated aerated pile well performed in composting and stabilization of slaughterhouse solid wastes. Both processes produced suitably qualified compost as well.

Key words: Composting, Static, Agitated, Slaughterhouse, Hamedan

***Corresponding Author:**
Faculty of Public Health & Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences
Tel: +98 811 8260661
Email: samadi@umsha.ac.ir

Received: 8 February 2014
Accepted: 30 January 2015

فصلنامه بهداشت در عرصه
دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ـ دانشکده بهداشت
دوره ۲، شماره ۳، پائیز ۱۳۹۳، صفحات ۱۶ تا ۲۴

مقایسه روش کمپوست هوازی ساکن و هوازی توأم با اختلاط جهت تثبیت زائدات جامد فاضلاب کشتارگاه صنعتی همدان

مهندس زهره ابراهیم پور[۱]، دکتر محمدتقی صمدی*[۲]، دکتر رضا شکوهی[۳]، دکتر قربان عسگری[۴]

[۱] کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز بهداشت شهرستان مشهد
[۲] استاد دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
[۳] دانشیار دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
[۴] استادیار دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

چکیده

زمینه و هدف: زائدات جامد کشتارگاهی، حاوی زائدات روده‌ای دام و جامدات آلی دیگر می‌باشد که فسادپذیر بوده و دارای مقادیر بالای میکروارگانیزم‌های پاتوژن می‌باشد. از این رو برای اجتناب از انتشار عوامل عفونت‌زا، مدیریت زائدات مذکور ضرورت دارد. هدف از مطالعه حاضر تولید کود کمپوست با استفاده از زائدات کشتارگاه صنعتی همدان به روش هوادهی ساکن و توأم با اختلاط می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در کلیه مراحل انجام تحقیق پارامترهای اساسی نظیر نسبت کربن به ازت، فسفر، پتاسیم، pH، هدایت الکتریکی(EC)، درصد خاکستر و درصد مواد آلی فرار اندازه گیری شد.

یافته‌ها: در روش هوادهی ساکن، نسبت کربن به ازت معادل ۱۵/۵۹، فسفر برابر ۳/۱۶ درصد وزنی، پتاسیم برابر ۲/۱۶ درصد وزنی، pH برابر ۷/۰۸، EC برابر ۱۵۸۶ µS/cm و خاکستر معادل ۱۶/۸۸ درصد وزنی بود. همچنین در روش هوادهی توأم با اختلاط، نسبت کربن به ازت معادل ۱۸/۶۸، فسفر برابر ۳/۰۲ درصد وزنی، پتاسیم برابر ۲/۳۵ درصد وزنی، pH برابر ۷/۲، EC برابر ۱۴۲۳ µS/cmو خاکستر معادل ۲۰/۷۸ درصد وزنی حاصل شد.

نتیجه گیری: بنابراین هر دو روش کمپوست هوازی ساکن و هوازی توأم با اختلاط سبب تثبیت زائدات جامد کشتارگاه و تولید کود کمپوست شدند. کود تولیدی از هر دو روش از کیفیت رضایت بخشی برخوردار بود.

کلید واژه‌ها: کمپوست، ساکن، اختلاط، کشتارگاه، همدان

*آدرس نویسنده مسئول:
همدان، دانشگاه علوم پزشکی همدان، دانشکده بهداشت. تلفن: ۰۸۱۱-۸۲۶۰۶۶۱

Email: samadi@umsha.ac.ir

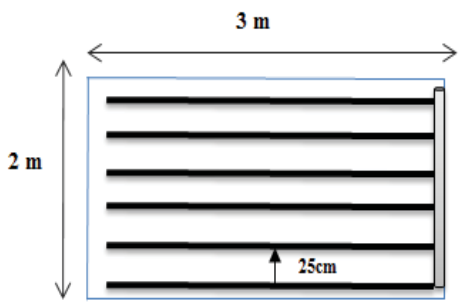
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۱/۱۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۱۰

مقدمه

پساب تولید شده از کشتارگاه‌های صنعتی، دارای چربی، خون و مایعات و محتویات احشاء حیوانی می‌باشد که در مجموع از بار آلودگی نسبتاً بالایی برخوردار است. این نوع فاضلاب‌ها به طور کلی از مواد آلی تشکیل شده‌اند و حاوی مواد معلق و جامد بسیار زیادی هستند و همچنین از BOD_5 بسیار بالایی برخوردارند [۱،۲]. از سوی دیگر زائدات حاصله از این صنایع حاوی پسماندهای روده‌ای و جامدات آلی دیگری می‌باشند. این محتویات دارای مقادیر بالای میکروارگانیسم‌های پاتوژن بوده و بنابراین برای انسان و حیوان خطرناک می‌باشد، لذا به منظور اجتناب از انتشار عوامل عفونت‌زا، مدیریت زائدات حاصله از کشتارگاه امری ضروری است [۳،٤]. زائدات کشتارگاه‌ها جزء مواد آلی فسادپذیر طبقه بندی می‌شود. این ترکیبات عمدتاً غنی از مواد مغذی بوده و می‌تواند با انجام فراوری‌های مناسب به عنوان کود در کشاورزی مورد استفاده قرار بگیرد و متعاقباً باعث کاهش تخلیه اینگونه زائدات در محیط و کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در کشاورزی شوند. همچنین انجام فراوری مناسب می‌تواند سبب بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و کاهش سمیت آنها شود [۵]. از سوی دیگر تخلیه این زائدات بدون انجام فراوری‌های لازم ممکن است باعث ایجاد خطرات بهداشتی، بو، آلودگی‌های محیطی و تأثیر بر جنبه‌های زیبا شناختی گردند [٦]. کمپوست سازی یکی از فرایندهای زیستی است که با استفاده از میکروب‌های ساکن در پسماند خام سبب تغییر و تبدیل مواد آلی قابل تجزیه زیستی به مواد پایدار می‌گردد که از جمله مزایای این فرایند می‌توان به کاهش حجم اولیه پسماند، از بین بردن عوامل بیماری‌زا، تخم حشرات و سایر ارگانیسم‌های بیماری‌زا، حفظ مواد مغذی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و تولید محصولات مفید برای رشد گیاهان و اصلاح خاک اشاره نمود [۷]. تولید کمپوست به دو روش هوازی و بی‌هوازی انجام می‌گیرد. امروزه روش‌های هوازی به دلیل مدت عمل‌آوری کود کوتاه‌تر در مقایسه با روش‌های بی هوازی، عدم نیاز به روش‌های تکمیلی و تولید مواد آلی پایداری که می‌تواند به عنوان ماده آلی مغذی در کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد، مورد توجه بسیاری قرار گرفته‌اند [۸،۹]. همچنین در روش هوازی از دو سیستم کلی هوادهی ساکن و هوادهی توأم با اختلاط استفاده می‌شود که هر یک دارای مزایا و معایب خاص خود می‌باشد. از جمله مزایای روش هوادهی ساکن نسبت به روش توأم با اختلاط : نیاز به زمین کمتر، عدم نیاز به تجهیزات همزن زباله، هوادهی قابل تنظیم و توزیع هوادهی یکنواخت می‌باشد. از جمله معایب آن نسبت به روش توأم با اختلاط، می‌توان به ایجاد شرایط مناسب برای رشد تخم حشرات، نیاز به دما و رطوبت بسیار بالا، نیاز به مصرف انرژی بالا، احتمال گرفتگی لوله‌های هوادهی و محدودیت هوادهی اشاره کرد [۱۰،۱۱]. کشتارگاه صنعتی همدان با میانگین تعداد کشتار روزانه ٤٥ تا ۷۰ گاو و ۱۵۰ تا ۲۰۰ گوسفند، دارای میزان زائدات تولیدی قابل توجه‌ای بوده و لذا نیاز به مدیریت صحیح خواهد داشت. در این کشتارگاه زائدات حاوی خون و امحاء و احشاء بدن دام وارد سیستم تصفیه خانه فاضلاب از نوع لجن فعال می‌شود. در نهایت فاضلاب از آشغالگیر عبور کرده و زائدات درشت آن در پشت میله‌های آشغالگیر به دام افتاده، جمع آوری و در محوطه کشتارگاه تلنبار می‌شود. در این راستا مطالعه حاضر با هدف استفاده از روش کمپوست هوازی ساکن و هوازی توأم با اختلاط، جهت تبدیل زائدات جمع آوری شده در آشغالگیر تصفیه خانه فاضلاب کشتارگاه صنعتی همدان به حالت پایدار انجام شد تا ضمن داشتن ارزش کودی، قابل دفع به محیط نیز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پایلوت مورد استفاده در مقابل آشغالگیر و در محلی در قسمت پشتی تصفیه خانه نصب گردید. در روش هوادهی ساکن با استفاده از لوله‌های PVC، شبکه‌ای از لوله‌های منفذدار مطابق شکل ۱ ساخته شد و بر روی آن ماسه درشت ریخته شد و بر روی شبکه فوق توده‌ای با حجم ٦ متر مکعب ایجاد گردید. در روش هوداهی توأم با اختلاط، توده‌ای به حجم ٦ متر مکعب بر روی زمین شیب دار ایجاد گردید و در فواصل زمانی معین زیر و رو شد. به منظور تنظیم نسبت کربن به ازت با افزودن زائدات سبزی به زائدات کشتارگاه با نسبت معین میزان کربن به ازت اولیه به ۲۷/۱ رسید (شکل ۱).



شکل ۱- شمایی از پایلوت مورد استفاده در روش ساکن

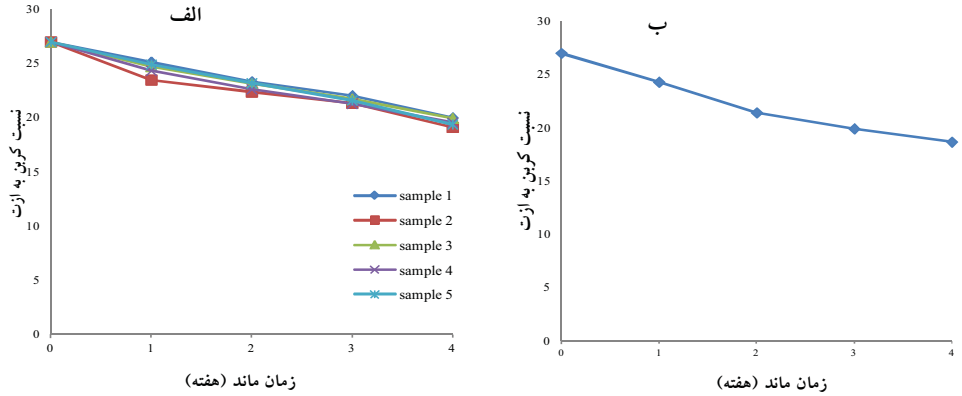
در مطالعه حاضر دو روش تولید کمپوست هوازی و توأم با اختلاط جهت تثبیت زائدات کشتارگاه صنعتی همدان مورد مقایسه قرار گرفت. در روش توأم با اختلاط به دلیل اختلاط دائمی مواد در هر نوبت نمونه برداری، یک نمونه از توده مخلوط گرفته شد. نمونه‌ها به صورت هفتگی برداشت شد. در روش توأم با اختلاط، با توجه به اینکه زمان رسیدن کود ٤ هفته، تعداد متغیرهای مورد مطالعه ۱۱ مورد و بعلاوه ۲ مورد جهت شاخص OUR بود، در مجموع ٤٦ نمونه جهت بررسی فرآیند برداشته شد. در روش ساکن، به دلیل عدم اختلاط و یکسان نبودن مواد در بخش‌های مختلف توده، ۵ نمونه از نواحی مختلف توده انتخاب و نمونه برداری هفتگی از نواحی تعیین شده صورت گرفت، بنابراین ۲۲۲ نمونه در روش ساکن برداشته شد. در نتیجه در مطالعه حاضر مجموعاً ۲۸٦ نمونه برداشت شد و حجم هر نمونه در حدود یک کیلوگرم بود. نمونه برداری از زائدات در شروع فرایند، انتهای هفته اول، دوم، سوم و انتهای فرایند کمپوست (هفته چهارم) انجام گرفت. نمونه‌های مورد نیاز جهت انجام آزمایشات شیمیایی، درون نایلون پلاستیکی قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل گردید و در حداقل فاصله زمانی مورد آنالیز قرار گرفت. در کلیه مراحل از انجام تحقیق حاضر، پارامترهای اساسی نسبت کربن به ازت، درصد وزنی فسفر، درصد وزنی پتاسیم، pH، EC، درصد وزنی خاکستر و دما اندازه گیری شد. لازم به ذکر است که تعیین میزان فسفر کل به روش اولسن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۸۰ نانومتر انجام شد و به منظور تعیین مقدار پتاسیم موجود در نمونه‌ها از دستگاه فلیم فتومتر استفاده شد [۱۲،۱۳]. برای اندازه گیری میزان pH و EC در نمونه‌ها به ترتیب از دستگاه pH متر (Sension1) و EC متر (Sension Hatch-5) استفاده گردید. همچنین درصد وزنی خاکستر توسط قرار دادن نمونه‌ها در آون در ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۸ ساعت و محاسبه اختلاف وزن خاکستر و حالت خشک شده آن حاصل گردید [۱۳]. در نهایت به منظور تعیین شاخص OUR در نمونه‌های مورد نظر از فرمول ۱ استفاده شد [١٤].

$$OUR = \frac{C_0 - C_1}{T} \times 60 \quad (۱)$$

که در این فرمول C_0 میزان اولیه اکسیژن محلول و C_1 میزان نهایی اکسیژن محلول بر حسب میلی گرم در لیتر می‌باشد. همچنین T بیانگر مدت زمان ۱۵ دقیقه می‌باشد.

یافته‌ها

نتایج تغییرات نسبت کربن به ازت در طی فرایند کمپوست در هر دو توده هوازی ساکن و هوازی توأم با اختلاط، در شکل ۲ نمایش داده شده است. مطابق با نمودار نسبت کربن به ازت در انتهای فرایند در روش ساکن معادل ۲۰-۱۹ و در روش توأم با اختلاط، حدود ۱۹-۱۸ می‌باشد. همچنین درصد کاهش نسبت کربن به ازت در روش ساکن معادل ۲۹- ۲۵ و در روش توأم با اختلاط، حدود ۳۱ درصد می‌باشد.

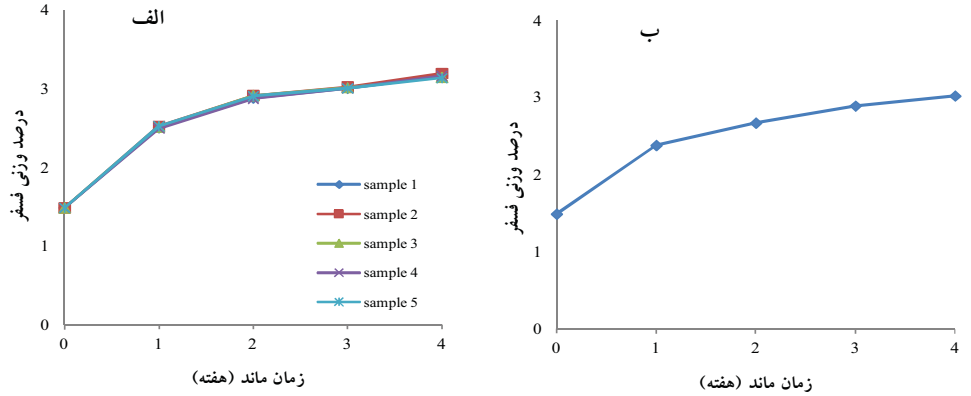


شکل۲- تغییرات نسبت کربن به نیتروژن در فرایند کمپوست، الف: توده کمپوست هوازی ساکن، ب: توده هوازی توأم با اختلاط

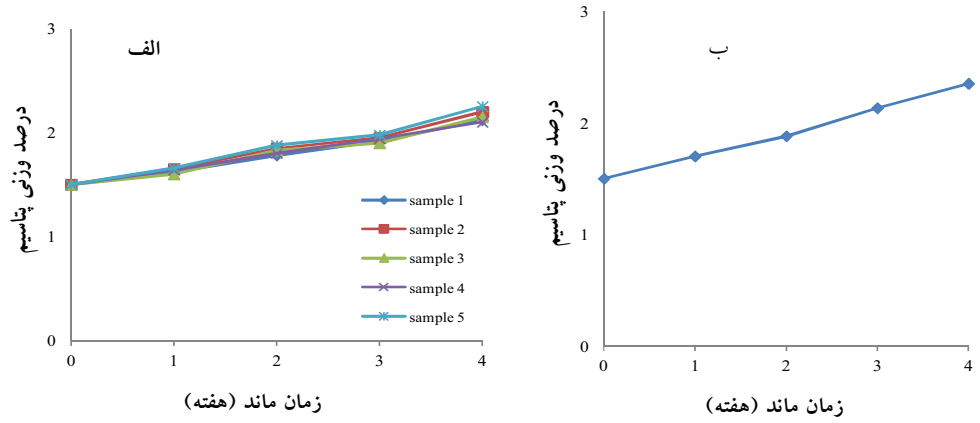
نتایج حاصل از اندازه گیری میزان فسفر در مراحل مختلف فرایند تولید کمپوست در هر دو روش مورد مطالعه، در شکل ۳ نشان داده شده است.

درصد وزنی فسفر در ابتدای فرایند ۱/٤۹ و درصد افزایش فسفر در روش ساکن حدود ۵۳ درصد وزنی و در روش توأم با اختلاط در حدود ۵۱ درصد وزنی بود.

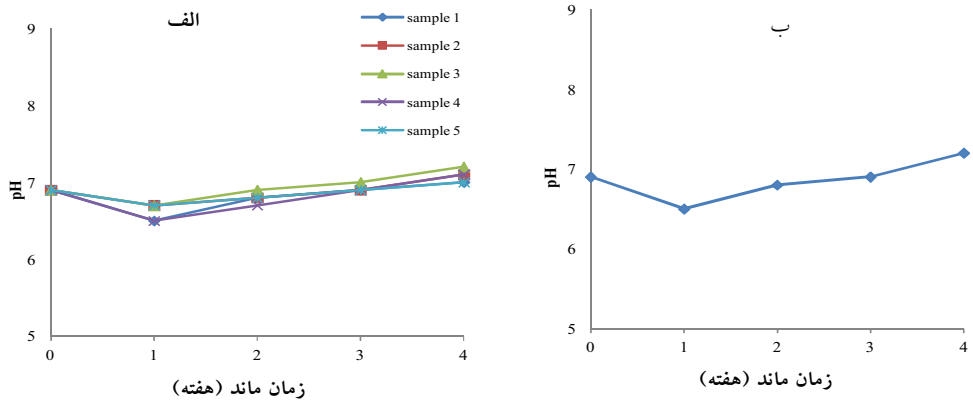
طبق نتایج بدست آمده، مقادیر فسفر در انتهای فرایند در روش ساکن ۳/۲ درصد وزنی و در روش توأم با اختلاط برابر با ۳ درصد وزنی می‌باشد. مطابق با نمودار ٤ میزان پتاسیم در مواد اولیه ۱/۵درصد وزنی بود و درصد افزایش پتاسیم در روش ساکن ۳۳–۲۸ درصد وزنی و در روش توأم با اختلاط برابر ۳٦ درصد وزنی می‌باشد. همچنین مقادیر پتاسیم در انتهای فرایند در روش ساکن ۲/۲ درصد وزنی و در روش توأم با اختلاط ۲/۳۵ درصد وزنی می‌باشد. در مطالعه حاضر با توجه به نمودار ۵ میزان pH در مخلوط اولیه ٦/۹ بود و در توده ساکن و توأم با اختلاط در انتهای فرایند به ترتیب در حدود ۷/۰۸ و ۷/۲ مشاهده شد.



شکل۳- تغییرات درصد وزنی فسفر در فرایند کمپوست، الف: توده کمپوست هوازی ساکن، ب: توده هوازی توأم با اختلاط



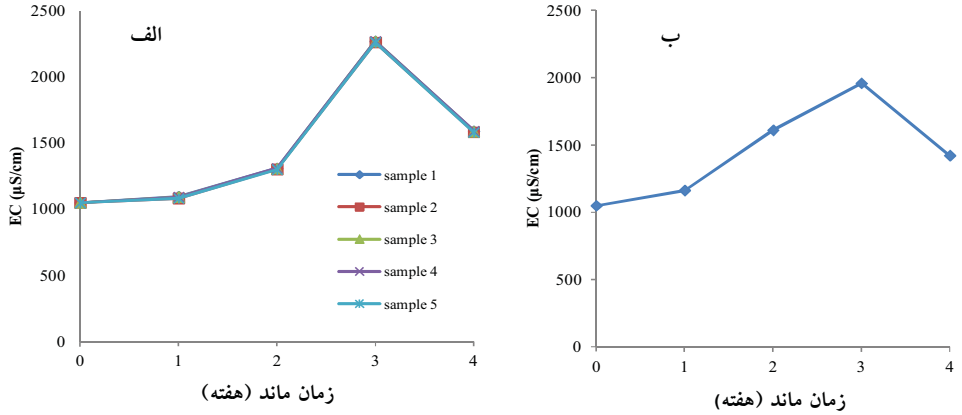
شکل٤- تغییرات درصد وزنی فسفر در فرایند کمپوست، الف: توده کمپوست هوازی ساکن، ب: توده هوازی توأم با اختلاط



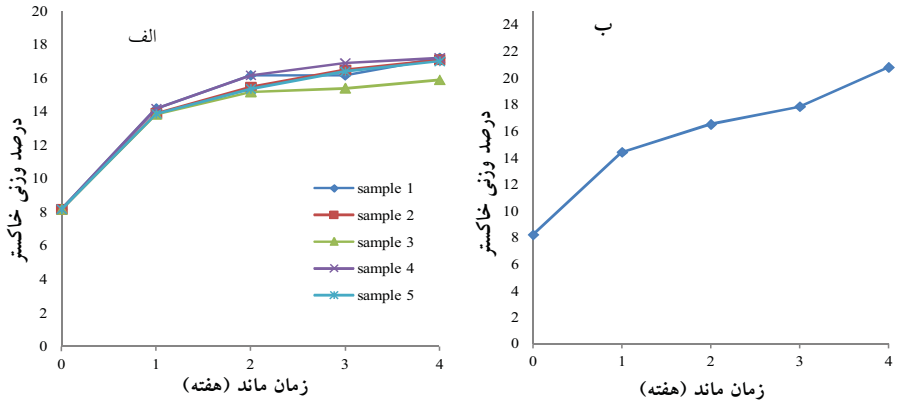
شکل۵- تغییرات مقادیر pH در فرایند کمپوست، الف: توده کمپوست هوازی ساکن، ب: توده هوازی توأم با اختلاط

همانگونه که در شکل ٦ ملاحظه می‌گردد، مقادیر هدایت الکتریکی در مواد اولیه ۱۰۵۰ µS/cm و در کمپوست حاصله در روش ساکن ۱۵۹۰-۱۵۸۰ µS/cm و در روش توأم با اختلاط ۱٤۲۰ µS/cm می‌باشد.

مطابق با نمودار ۷، درصد وزنی خاکستر در مواد اولیه ۸/۱۹ بود و همانطور که مشاهده می‌گردد درصد وزنی خاکستر در کمپوست رسیده در روش ساکن و توأم با اختلاط به ترتیب در حدود ۱۷ و ۲۱ درصد وزنی می‌باشد.



شکل٦- تغییرات مقادیر EC در فرایند کمپوست، الف: توده کمپوست هوازی ساکن ، ب: توده هوازی توأم با اختلاط

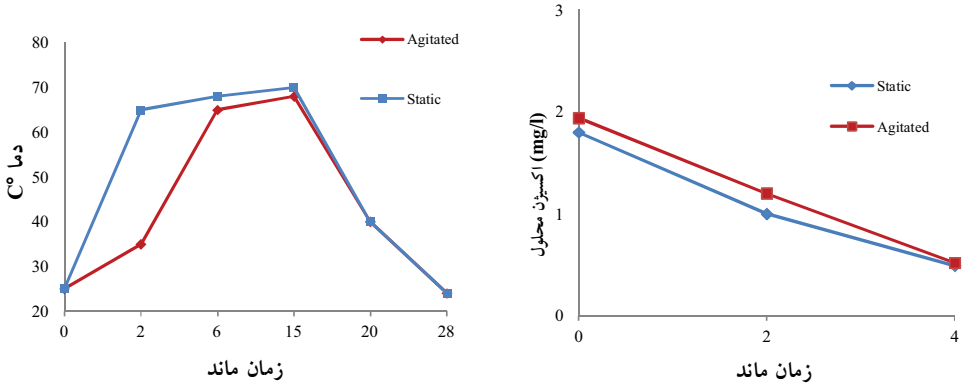


شکل۷- تغییرات مقادیر خاکستر در فرایند کمپوست، الف: توده کمپوست هوازی ساکن ، ب: توده هوازی توأم با اختلاط

در این مطالعه پس از توده گذاری، دمای توده‌ها در قسمت‌های مختلف به حدود ۲۵ درجه سانتی گراد رسید. در توده کمپوست توأم با اختلاط در روز ششم، دمای توده به حدود ٦٥ درجه سانتی گراد رسید و تا روز پانزدهم، دمای توده بین ٦٥ تا ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داشت. در این روش پس از هر بار اختلاط، دمای توده حدود ۵ درجه کاهش می‌یافت، اما پس از چند ساعت به مقدار اولیه افزایش می‌یافت.

دما در توده ساکن پس از دو روز به حدود ٦٥ درجه سانتی گراد رسید و تا روز پانزدهم، دمای توده به حدود ۷۰ درجه سانتی گراد رسید. به تدریج دمای هر دو توده کاهش یافت و روز بیستم به حدود ٤٠ درجه سانتی گراد و در انتهای فرایند به حدود ٢٤ درجه سانتی گراد رسید که نتایج آن در شکل ۸ نشان داده شده است.

نتایج اندازه گیری‌های مختلف مربوط به مقادیر OUR در دو پایلوت کمپوست ساکن و توأم با اختلاط در مدت ٤ هفته مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن در نمودار ۸ نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد در توده هوادهی ساکن، میزان OUR در ابتدای فرایند حدود ۱/۸ و در انتهای فرایند در حدود ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر تعیین گردید. در توده هوادهی توأم با اختلاط، میزان OUR در ابتدای فرایند در حدود ۱/۹٤ و در انتهای فرایند ۰/۵۲ تعیین گردید.



شکل۸- تغییرات دما و اکسیژن محلول در توده‌های کمپوست

بحث

نسبت کربن به ازت یکی از مهمترین فاکتورها در فرایند تولید کمپوست محسوب می‌شود و به شدت بر فعالیت میکروبی کمپوست تأثیر می‌گذارد. نسبت کربن به ازت بالا، می‌تواند فرایند تولید کمپوست را کند سازد و همچنین نسبت کربن به ازت خیلی پایین نیز منجر به از دست دادن مقادیر زیاد نیتروژن به صورت نیتروژن آمونیاکی می‌شود [۱۵]. در مطالعه حاضر با افزودن زائدات سبزی به زائدات کشتارگاه با نسبت معین، میزان نسبت کربن به ازت اولیه به ۲۷/۱ رسید که این نسبت در انتهای فرایند در هر دو روش مورد مطالعه به حدود ۱۹ تا ۲۱ کاهش یافت. این موضوع را می‌توان بدین صورت تفسیر نمود که در فرایند تولید کمپوست، کربن هم به عنوان منبع انرژی و هم در ساخت بافت سلولی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۶]. بنابراین مقادیر بسیار بالاتری از کربن در مقایسه با نیتروژن مورد استفاده میکروارگانیسم‌های موجود در توده کمپوست قرار می‌گیرد. طبق استاندارد کشور کانادا، نسبت کربن به ازت در توده کمپوست رسیده باید در محدوده ۱۳ تا ۲۲ باشد [۱۷]. بنابراین مقادیر حاصل از مطالعه حاضر در محدوده استاندارد قرار دارد. نتایج مطالعه حاضر با مطالعه Olufunke و همکاران همخوانی دارد [۱۸].

فسفر یکی از ماکرونوترینت‌های مورد نیاز جهت رشد و تکثیر میکروارگانیسم موجود در توده کمپوست می‌باشد. نقش فسفر در فرایند کمپوست، ذخیره انرژی و تا حدی سنتز پروتوپلاسم می‌باشد، لذا اندازه گیری این ماده در مراحل مختلف از فرایند کمپوست امری ضروری است [۱۹]. نتایج حاصل از اندازه گیری مقادیر فسفر طی فرایند تولید کمپوست در هر دو توده مورد بررسی نشاندهنده افزایش درصد وزنی فسفر طی فرایند است که این روند افزایش در هر دو روش مورد مطالعه بیانگر معدنی شدن ترکیبات آلی فسفر دار در طی فرایند می‌باشد [۱۹]. طبق استاندارد جهانی بهداشت، میزان فسفر برابر با ۰/۲ تا ۳/۸ درصد می‌باشد [۲۰]. بنابراین مقادیر حاصل از اندازه گیری فسفر در هر دو روش در محدوده استاندارد می‌باشد. در مطالعه‌ای که Iniguez و همکاران بر روی زائدات جامد کشتارگاه انجام دادند، میزان فسفر در کمپوست تولیدی ۱/۲٤ درصد حاصل شد [۲۱] و همچنین در مطالعه فرزادکیا و همکاران، درصد میزان فسفر حدوداً ۰/٤ بدست آمد [۲۲].

پتاسیم جزء عناصر مغذی ضروری است که در فرایند کمپوست برای میکروارگانیسم‌ها مصرف بالایی دارد [۱۹]. در استانداردی که توسط سازمان جهانی بهداشت ارائه شده است میزان پتاسیم باید بین ۲/۸-۰/۱ باشد [۲۰]. بنابر نتایج مطالعه حاضر، مقادیر مربوط به میزان پتاسیم در هر دو روش در محدوده استاندارد قرار دارد. در مطالعه Olufunke و همکاران، میزان پتاسیم در انتهای فرایند کمپوست مشترک (Co-composting) در محدوده ۱/٤۰-۱/۳۰ درصد وزنی قرار داشت [۱۸] که اندکی پایین‌تر از مقادیر کسب شده در مطالعه حاضر می‌باشد که این اختلاف را می‌توان به دلیل اختلاف در ترکیبات خام اولیه مورد استفاده در فرایند مرتبط دانست.

pH یکی از مهمترین پارامترها در فرایند کمپوست می‌باشد، زیرا فعالیت‌های بیولوژیکی موجود در توده کمپوست با pH ارتباط مستقیم دارد. این موضوع می‌تواند با فعالیت‌های بیولوژیکی موجود در توده کمپوست مرتبط باشد. زیرا در نتیجه فعالیت باکتری‌های سازنده اسید، بطور معمول سطح pH حین مراحل اولیه در فرایند تولید کمپوست شروع به کاستن می کند [۱۸]. این باکتری‌ها مواد پیچیده کربنی را به اسیدهای آلی تبدیل می‌کنند.

سپس در اثر تجزیه باکتریایی با تبدیل ترکیبات ازته به ازت آمونیاکی، قلیایی شدن در توده کمپوست مشاهده می‌گردد که با ادامه روند تجزیه میکروبی، آمونیاک در اتمسفر رها شده و یا به نیترات تبدیل می‌گردد. در ادامه نیترات‌ها توسط باکتری‌های نیتروزوموناس به نیتریت تبدیل می‌گردد و شرایط محیطی تا حدودی خنثی می‌شود [۱۵،۱۸]. مطابق با استاندارد سازمان جهانی بهداشت در مورد کمپوست میزان pH باید بین ٦ تا ۹ باشد [۲۰] و همچنین مطابق با استاندارد کشور کانادا میزان pH در توده کمپوست باید در محدوده ۵/۵ تا ۸/۵ باشد [۱۷]. لذا نتایج حاصل از اندازه گیری pH در مطالعه حاضر مطابق با استاندارد می‌باشد. در مطالعه Inigues و همکاران، میزان pH در توده کمپوست حاصل از زائدات کشتارگاه برابر ۷ بود [۲۱] که با نتایج حاصل از مطالعه حاضر همخوانی دارد.

افزایش میزان EC مشاهده شده در هر دو روش تولید کمپوست، می‌تواند به علت تجزیه مواد موجود در توده کمپوست باشد که نهایتاً منجر به تولید NO_3-N می‌گردد. از سوی دیگر افزایش میزان EC می‌تواند در نتیجه انحلال مقادیر بالای کلرید سدیم باشد که این امر می‌تواند از رشد گیاهان جلوگیری کند. مطابق با استاندارد آمریکا در کمپوست درجه ۱ و ۲ میزان هدایت الکتریکی به ترتیب کمتر از ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ می‌باشد [۱۷]. در نتیجه در هر دو روش میزان هدایت الکتریکی در محدوده استاندارد می‌باشد. در مطالعه Fang و Olufunke این افزایش در EC در طول فرایند کمپوست مشاهده شد [۱۵،۱۸].

مطابق با نتایج، افزایش قابل مشاهده‌ای در میزان خاکستر باقیمانده در هر دو توده کمپوست هوازی ساکن و توأم با اختلاط مشاهده شد که این موضوع می‌تواند در ارتباط با کاهش مقدار کربن موجود در توده کمپوست باشد، زیرا در فرایند کمپوست سازی کربن به عنوان منبع انرژی و کربن سلولی عمل می‌کند و همچنین مقدار زیادی از کربن از سوبسترا در طول فعالیت میکروبی به صورت CO_2 خارج می‌گردد [۱۵و۱۹]. بنابراین در طی فرایند کمپوست درصد کربن کاهش و متعاقباً درصد خاکستر افزایش می‌یابد. درجه حرارت موجود در توده کمپوست از دیگر پارامترهای حائز اهمیت در فرایند تولید کمپوست می‌باشد زیرا تنها عاملی است که سبب از بین بردن عوامل و میکروارگانیسم‌ها می‌شود.

دماهای پایین در توده کمپوست باعث می‌شود که بسیاری از میکروارگانیسم‌ها از بین نرود و سوی دیگر دماهای بسیار بالا منجر به تبخیر مواد آلی با ارزش کودی بالا می‌گردد، لذا تنظیم دما در فرایند تولید کمپوست امری ضروری است [۸]. دمای توده در روزهای اولیه توده گذاری به سرعت افزایش یافت. با توجه به اینکه میزان مواد قابل تجزیه بیولوژیکی در ابتدای فرایند توده کمپوست زیاد بوده، دما روند افزایش نسبتاً سریعی داشت.

این افزایش ناشی از واکنش‌های گرما زا می‌باشد. بعد از اینکه مواد آلی که به آسانی قابل تجزیه می‌باشند به اتمام رسید، مرحله رسیدگی شروع می‌شود. در این مرحله رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها کاهش می‌یابد و درجه حرارت توده به دمای محیط می‌رسد. کاهش درجه حرارت به یک حد پایدار، اغلب به عنوان یکی از علائم تثبیت در کمپوست به شمار می‌رود [۱۸].

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، روند تغییرات دما در توده‌های کمپوست، مطابق با استاندارد بوده است [۲۰]. در دسترس بودن اکسیژن، یک فاکتور بسیار مهم و زیست محیطی در تولید کمپوست است. به طوری که تولید کمپوست را یک فرایند هوازی می‌دانند. اکسیژن یک عنصر کلیدی در تنفس و فعالیت‌های متابولیکی میکروارگانیسم‌ها می‌باشد [۲۳]. در مطالعه حاضر، روند هوازی بودن سیستم کمپوست از طریق شاخص OUR بررسی گردید. مقادیر حاصل در محدوده استاندارد قرار داشته و لذا فرایند کمپوست به صورت هوازی پیش رفته است.

نتیجه گیری

در مجموع کمپوست تولیدی در هر دو روش، رنگی مایل به قهوه‌ای داشته و فاقد بوی نامطبوع بود. جاذب حشرات نبوده و از کیفیت رضایت بخشی برخوردار بود. همچنین پارامترهای مورد بررسی کود حاصله از هر دو روش هوازی ساکن و توأم با اختلاط، در محدوده استاندارد قرار داشتند. بنابراین می‌توان گفت که هر دو روش کمپوست هوازی ساکن و هوازی توأم با اختلاط سبب تثبیت زائدات جامد کشتارگاه شده و منجر به تولید کود مناسب جهت استفاده در کشاورزی می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی همدان به لحاظ تأمین هزینه‌های این تحقیق تشکر وقدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Edström M, Nordberg A, Thyselius L. Anaerobic treatment of animal byproducts from slaughterhouses at laboratory and pilot scale. Applied Biochemistry and Biotechnology 2003; 13 (109): 127-138.
2. Hejnfelt A, Angelidaki I. Anaerobic digestion of slaughterhouse by-products. Biomass and Bioenergy 2009; 33(8): 1046-1054.
3. Hossaini H, Fatehizadeh A, Yousefi N, Reshadat S, Rajabi Gilan N, Ghasemi S R. Application of enhanced softening process in slaughterhouse wastewater treatment. Indian Journal of Chemical Technology 2013; 20: 217-221.
4. Salminen E, Rintala J. Anaerobic digestion of organic solid poultry slaughterhouse waste – a review. Bioresource Technology 2002; 83: 13–26.
5. Banks CJ. Anaerobic digestion of solid and high nitrogen content fractions of slaughterhouse wastes. Environmentally Responsible Food Processing 1994; 90: 48–55.
6. Said-Pullicino D, Kaiser K, Guggenberger G, Gigliotti G. Changes in the chemical composition of water-extractable organic matter during composting: Distribution between stable and labile organic matter pools. Chemosphere 2007; 66: 2166–2176.
7. Cáceres R, Flotats X, Marfà O. Changes in the chemical and physicochemical properties of the solid fraction of cattle slurry during composting using different aeration strategies. Waste Management 2006; 26: 1081–1091.
8. Bolta SV, Mihelic R, Lobnik F, Lestan D. Microbial community structure during composting with and without mass inocula. Compost Science and Utilization 2003; 11: 6–15.
9. Mathur SP, Patni N K, Lvesque M P. Static Pile, Passive Aeration Composting of Manure Slurries Using Peat as a Bulking Agent. Biological Wastes 1990; 34: 323-333.
10. Fernandes L, Zhan W. Temperature Distribution And Variation In Passively Aerated Static Compost Piles. Bioresource Technology 1994; 48: 257-263.
11. Samadi M.T, Kashitrash Esfahani Z, Nadafi K. Comparison The Efficacy Of Fenton And nZVI+H2O2 Process in Municipal Solid Waste Landfill Leachate Treatment; Case Study Hamadan Landfill Leachate. Int. J. Environ. Res 2013; 7(1): 187-194.
12. Sellami F, Jarboui R, Hachicha S, Medhioub K, Ammar E. Co-composting of oil exhausted olive-cake, poultry manure and industrial residues of agro-food activity for soil amendment. Bioresource Technology 2008; 99: 1177–1188.
13. Zhu N. Composting of high moisture content swine manure with corncob in a pilot-scale aerated static bin system. Bioresource Technology 2006; 97: 1870–1875.
14. Sa´nchez-Arias V, Ferna´ndez FJ, Villasenr J, Rodrı´guez L. Enhancing the co-composting of olive mill wastes and sewage sludge by the addition of an industrial waste. Bioresource Technology 2008; 99: 6346–6353.
15. Fang M, Wong JWC, Li GX, Wong MH. Changes in biological parameters during co-composting of sewage sludge and coal ash residues. Bioresource Technology 1998; 64: 55–61.
16. Nair J, Okamitsu K. Microbial inoculants for small scale composting of putrescible kitchen wastes. Waste Management 2010; 30: 977–982.

17. Composting council of Canada. Setting the standard:a summary of compost standard in Canada. Available from: www.compost. org/standard. Accessed Jun 14, 2008.
18. Cofiea O, Koneb D, Rothenbergerb S, Moserb D, Zubrueggb C. Co-composting of faecal sludge and organic solid waste for agriculture: Process dynamics. Water research 2009; 43: 4665 – 4675.
19. Tchobanoglous G, Kreith F. Handbook of Solid Waste Management. 2nd ed. New York: McGraw- Hill. 2002.
20. World Health Organization, 2006. In: Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater, vol. 4. WHO, Geneva.
21. Iniguez G, Crohn D M. Utilization of by-products from the tequila industry. part 6: fertilization of potted geranium with a slaughterhouse waste compost. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 2004; 20(2): 53-58.
22. Farzadkia M, Salehi S, Ameri A, Joneidy Jafari A, Nabizadeh R. Study on the Quality and Comparing of the Compost Produced by Khomain and Tehran Compost Factories. Iran. J. Health & Environ 2009; 3: 160-169.
23. Schulze K. F. Rate of Oxygen Consumption and Respiratory Rate Quotients during the Aerobic Composting of Synthetic Garbage. Compost Science 1960; 36(1): 136-139.