Journal of Research in Environmental Health

Volume 5, Issue 4, Winter 2020

Investigation of Compost Quality of Babol (Mazandaran), Aq Qala (Golestan) and Rasht (Gilan) Compost Plants and Comparison with the Standards

Mohammad Ali Zazouli
Professor, Faculty of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences and Health Services,Sari,Iran

Jamshid Yazdani
Associate Professor, Faculty Member, Department of Biostatistics, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences and Health Services,Sari,Iran

Mohsen Khanbabaee
* MSc of Environmental Health Engineering, Mazandaran University of Medical Sciences and Health Services, Sari, Iran (* Corresponding Author:
Email: mohsenkhanbabaee65@gmail.com

Received: 2019/01/09
Accepted: 2020/01/15

Type of paper: Research paper

ABSTRACT

Background and Aim: A big part of the municipal solid waste produced in Iran is composed of organic matter. Composting is the best option for management of such wastes.That's why a lot of compost industries have been built in the country. The quality of the produced composts as a fertilizer should meet the enacted standards to improve soil quality. Therefore, the purpose of this study was to study the physical, chemical and biological properties of the manure compost produced by compost industries in Mazandaran, Golestan and Guilan provinces in 2016 and compare their qualities with standards.

Materials and methods: In this descriptive-analytic study, sampling and analyses of physical, chemical and biological parameters were conducted once a month during the three months of spring. Data were analyzed using SPSS 16 statistical software.

Results: The results showed that pH, particulate matter, phosphorus, percentage of foreign matter and heavy metals in Babol, Rasht and Aq Qala samples were lower than the standards of Iran, WHO and Guttos theory. In terms of moisture and C/N properties, they were compost grade II . However, in terms of carbon dioxide, organic matter and nitrogen they were classified in grade I based on the standards of WHO, and were acceptable according to the standards of Iran and Gotthes theory. In addition, in terms of fecal coliforms and Salmonella they were in Class A, and according to the parasite eggs, they were in Class B.

Conclusion: This study showed that the quality of the compost produced is grade II; therefore, in order to produce compost grade 1, it is need to highly consider some effective factors such as separation at source and more optimization of the composting processes.

Keywords: standards, Heavy metals, composting, organic materials, Solid waste, humus

▶ **Citation:** Zazouli MA, Yazdani J, Khanbabaee M. Investigation of Compost Quality of Babol (Mazandaran), Aq Qala (Golestan) and Rasht (Gilan) Compost Plants and Comparison with the Standards. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Winter 2020;5 (4):341-352.

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی کیفیت کود صنایع کمپوست بابل (مازندران)،آق‌قلا (گلستان) و رشت (گیلان) و مقایسه با استانداردها

محمدعلی زززولی
استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.
جمشید یزدانی
دانشیار، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.
محسن خانبابایی
* کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران (نویسنده مسئول):
پست الکترونیک:
mohsenkhanbabaee65@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۵
نوع مقاله: مقاله پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: بخش اعظم پسماندهای شهری کشورمان را مواد فسادپذیر تشکیل می‌دهد. کمپوست، بهترین گزینه جهت مدیریت این جزء پسماند می‌باشد. به همین دلیل تعداد زیادی صنایع کمپوست در کشور احداث شده است. کود کمپوست تولیدی باید مطابق استانداردها باشد تا قابلیت استفاده جهت اصلاح و بهبود کیفیت خاک را داشته باشد؛ لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی کود کمپوست تولیدی صنایع مستقر در استانهای مازندران، گلستان و گیلان و مقایسه آنها با استانداردها انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی- تحلیلی، عملیات نمونه‌برداری و آنالیز پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی ماهیانه یک‌بار در طی ۳ ماه فصل بهار انجام شد. نمونه‌ها توسط بیلچه باغبانی به‌صورت مخلوط در داخل کیسه پلاستیکی به میزان ۵ کیلوگرم در هر بار نمونه‌برداری شد که این‌کار در ساعت‌های مختلف از دستگاه تولید کود نمونه برداشت شد تا نمونه واقعی‌تر باشد؛ تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ورژن ۱۶ انجام شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج، میانگین،pH، قطر ذرات، فسفر، درصد مواد خارجی و فلزات سنگین در کمپوست‌های این شهرها پایین‌تر از حد مجاز استاندارد ایران، سازمان جهانی بهداشت و نظریه گوتاس بود. از نظر رطوبت و نسبت کربن به ازت، مطابق کمپوست درجه ۲ بود. از نظر درصد کربن، مواد آلی و ازت در محدوده کمپوست درجه ۱ استاندارد ایران و نظریه گوتاس و قابل قبول بود. از نظر کلیفرم‌های مدفوعی و سالمونلا در کلاس A و از نظر تخم انگل در کلاس B قرار داشت.

نتیجه‌گیری: کیفیت کمپوست تولیدی در رده درجه ۲ است، لذا جهت دستیابی به کمپوست درجه ۱ نیاز است اقداماتی نظیر جداسازی در مبدأ و بهره‌برداری اصولی‌تر از فرآیند کودسازی به عمل آید.

کلید واژه‌ها: استانداردها، فلزات سنگین، کمپوست، مواد آلی، مواد زائد جامد، هوموس

◀ **استناد:** زززولی م ع، یزدانی ج، خانبابایی م. بررسی کیفیت کود صنایع کمپوست بابل (مازندران)،آق‌قلا (گلستان) و رشت (گیلان) و مقایسه با استانداردها. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. زمستان ۱۳۹۸؛۵ (۴): ۳۴۱-۳۵۲.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بخش اعظم پسماندهای شهری را مواد آلی با قابلیت تجزیه زیستی تشکیل می‌دهند که اگر این مواد آلی از دیگر ترکیبات مواد زائد جدا شده و مورد تجزیه باکتری‌ها قرار گیرند، محصول نهایی کود ترکیبی یا هوموس گفته می‌شود. این کود علاوه بر داشتن مواد مغذی برای رشد و نمو گیاهان، می‌تواند با جذب میزان قابل توجهی آب، در مواقع لزوم آب مورد نیاز گیاه را تأمین نماید. در صورتی‌که فرآیند کمپوست به‌طور صحیحی بهره‌برداری شود، کود حاصله عاری از پاتوژن‌ها و بذر علف‌های هرز می‌باشد. کاربرد کمپوست غیر استاندارد، مسائل و مشکلاتی عدیده‌ای ایجاد می‌کند. استفاده کود با نسبت کربن به ازت زیاد موجب پدیده دزدی ازت خاک خواهد شد؛ بالعکس استفاده کود با نسبت کربن به ازت پایین برای تبدیل ازت موجود به پروتئین، ارگانیسم‌ها تمامی کربن را مصرف نموده و موجب انتشار آمونیاک به اتمسفر شده که نقصان ازت در توده کمپوست را نشان می‌دهد. اگر میزان فلزات سنگین موجود در کود بیشتر از حد مجاز باشد، موجب می‌شود میزان زیادی از آن توسط گیاهان جذب شود که هم برای گیاه و هم برای انسان‌هایی که از آن استفاده می‌کنند، می‌تواند آلوده کننده و سرطان‌زا باشد. بدیهی است فسفر، پتاسیم و عناصر غذایی دیگر نیز برای رشد گیاهان مورد نیاز است که این مواد نیز در کود کمپوست یافت می‌شود. مقادیر فلزات سنگین مانند کادمیم، مس، سرب و روی در تمام کمپوست پیدا شده است و نگرانی‌هایی در مورد وجود عناصر سمی که با ورود به زنجیره غذایی از طریق مواد غذایی حاصل از محصولات کمپوست که به عنوان کود استفاده شده، وجود دارد. روش‌های مختلف تولید با استفاده از تجهیزات مکانیکی و ماشین‌آلات پیشرفته با راندمان‌های بالا در کشورهای اروپایی و سایر نقاط جهان در حال توسعه می‌باشد. این روش را می‌توان یکی از بهترین روش‌ها جهت جلوگیری از دفن مواد آلی و همچنین تبدیل آن مواد به یک محصول باارزش از نظر اقتصادی و محیط زیستی دانست. تولید کود آلی و جداسازی مواد بازیافتی، بایستی در زمره مهم‌ترین برنامه‌های مدیریت مواد زائد جامد قرار گیرد؛ چون اگر کنترل کیفی کود آلی به دقت انجام شود، می‌توان به اهداف اصلی که تولید کود از زباله و کاهش حجم و وزن مواد، شیرابه، انتشار بو و با استفاده در خاک‌ها باعث حاصل‌خیزی بیشتر آنها می‌شود، دست یافت (۱). در مطالعه سبحانی که با هدف ارزیابی پارامترهای کیفیت فیزیکی و شیمیایی در طی کمپوست نمودن اجزای تشکیل دهنده آلاینده‌های زباله شهری در مدت ۴۰ روز که شامل یک نمونه زباله مواد غذایی، مخلوط کاغذ و مخلوط زباله حیاط بود، انجام شد، مقادیر اسیدیته (pH) [1] به ۷/۴-۷/۵ کاهش یافت. مقادیر مربوط به نسبت کربن به ازت (C/N) [2] در ترکیبات نهایی کاهش یافت و به ۲۲-۲۸ درصد رسید. محتوای نهایی مواد مغذی در مقایسه با میزان اولیه افزایش یافت؛ در نتیجه مشخص شد که کمپوست به‌عنوان یک روش مدیریت برای احیای فلزات سنگین موجود در زباله شهری می‌باشد (۲). مطالعه جکلاین و همکاران نشان داد که مدیریت زباله شهری، یک نیاز جهانی بوده و کمپوست جهت به حداقل رساندن مشکلات ناشی از زباله به‌عنوان یک جایگزین ساده و خوب برای آلودگی ناشی از زباله می‌باشد و با مواد آلی کم تولید شده از زباله به‌عنوان جایگزینی مناسب جهت احیای خاک آلوده به روی، کادمیوم و سرب می‌باشد(۳). در مطالعه مونتج و همکاران که خواص فیزیکی و شیمیایی ۳۰ نمونه از کمپوست مواد زائد جامد شهری از ۱۰ کارخانه مورد بررسی قرار گرفت و با استانداردهای مجاز مورد آنالیز قرار گرفت، مقدار فلزات سنگین در کمپوست مواد زائد جامد شهری در زیر محدودیت‌های مجاز در تمام نمونه به‌جز یکی قرار داشت، در بسیاری از آنها درصد سرب بالا بود. در کودهای کمپوست مواد زائد جامد شهری غلظت مواد مغذی آن بالا و به‌خصوص موادی مانند ازت، فسفر، کلسیم و منیزیم نشان داده شد. با این وجود درصد مواد بی‌اثر با اندازه بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر مانند پلاستیک یا شیشه در بخش آلی بیش از حد مجاز مشاهده شد (۵). مطالعه یوسفی و سعیدی نشان داد برای تولید کمپوست مرغوب و بازارپسند باید شرایط لازم برای تولید

1. Power Hydrogene
2. Carbon/ Nitrogen ratio

www.SID.ir

Archive of SID

آن را فراهم کرد. پارامترهای گوناگونی بر کارایی و بازدهی فرآیند کودسازی و کیفیت محصول تولیدی مؤثر می‌باشند. در برخی از منابع، سهم پارامتر اکسیژن، رطوبت و نسبت C/N را از عوامل اساسی و تعیین کننده معرفی کردند. با بهینه‌سازی فرآیندهای تولید کمپوست، علاوه بر بهره اقتصادی، می‌توان به خنثی‌سازی اثرات نامطلوب زباله‌ها مبادرت ورزید و هرچه کنترل پارامترهای کمپوست بهتر و دقیق‌تر صورت گیرد، کیفیت کمپوست بهتر و فرآیندها کامل‌تر و سریع‌تر انجام می‌شود (۷). در حال حاضر بسیاری از کشورها از جمله آمریکا، سوئیس، اتریش، آلمان، فرانسه، دانمارک، هلند و ... دارای استانداردهای گسترده‌ای برای مراحل مختلف تولید و همچنین مصارف گوناگون کمپوست هستند (۱). در حال حاضر در ایران چندین کارخانه تولید کمپوست در شهرهای مختلف از جمله بابل، رشت و آق‌قلا احداث و مشغول فعالیت می‌باشند. همچنین در چندین شهر کشور از جمله شهر بابل در استان مازندران، شهر آق‌قلا در استان گلستان و شهر رشت در استان گیلان کارخانه کمپوست احداث شده و در حال بهره‌برداری‌اند. بر اساس بررسی‌های انجام شده، گزارشی از کیفیت کمپوست تولیدی در کارخانه‌های کمپوست صنایع مستقر در بابل، آق‌قلا و رشت منتشر نشده است. بنابراین شناخت استانداردهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی کمپوست برای مسئولین و دست‌اندرکاران مواد زائد جامد در کشور الزامی است. بابل از نظر موقعیت جغرافیایی در طول ۵۲ درجه و ۴۴ دقیقه و ۲۰ ثانیه و عرض ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه و ۱۵ ثانیه جغرافیایی در شمال ایران قرار دارد و مساحت آن ۱۵۷۸/۱ کیلومتر مربع است. کارخانه کمپوست بابل نخستین واحد تولید کمپوست بود که در استان‌های شمالی به بهره‌برداری رسید. کل زباله‌های خانگی از سطح شهر جمع‌آوری شده و به کارخانه کمپوست منتقل می‌شود. پذیرش زباله همه روزه صورت می‌گیرد. مقدار تولید زباله در بابل ۲۱۰ تن در روز بوده و در حال حاضر شهرداری بابل از کمپوست تولیدی در فضای سبز شهر استفاده می‌کند، همچنین مقداری از کمپوست توسط کشاورزان خریداری و به عنوان کود آلی برای تقویت درختان مرکبات مورد استفاده قرار می‌گیرد. آق‌قلا از نظر موقعیت جغرافیایی بین ۵۴ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی در شمال استان واقع شده است. این شهرستان از شمال به کشور ترکمنستان، از جنوب به شهرستان گرگان و علی‌آباد، از شرق به شهرستان گنبد و از غرب به شهرستان ترکمن محدود می‌شود. وسعت این شهرستان بالغ بر ۱۷۶۳/۵ کیلومتر مربع معادل ۸/۶٪ از مساحت استان را شامل می‌شود. در حال حاضر کارخانه کمپوست زون غربی استان (آق قلا) با ظرفیتی بالغ بر ۲۵۰ تن در ۳ شیفت کاری مشغول به فعالیت می‌باشد. کود تولیدی طی عملیات خالص‌سازی به کمپوست مرغوب‌تر یا فاین تبدیل شده و سپس با ترکیب مواد مغذی مورد نیاز طی فرآیند گرانول‌سازی، تبدیل به کمپوست غنی شده گرانوله می‌شود که این کمپوست در بسته‌بندی‌های ۲۵ و ۵۰ کیلوگرمی آماده عرضه به کشاورزان و باغداران می‌شود. رشت از نظر موقعیت جغرافیایی در طول ۳۷ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی از خط استوار و ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳ دقیقه طول جغرافیایی از نصف‌النهار مبدأ در بین ارتفاعات تالش و دریای خزر قرار دارد و مساحتی حدود ۶۰۳/۱۲۵۱ کیلومتر مربع دارد. این کارخانه در منطقه لاکان و در حدود ۱۰ کیلومتری شهر رشت واقع شده است. در حال حاضر به‌طور متوسط حدود ۲۶۰ تن زباله در طول روز از شهر رشت (۱۸۰ تن) و شهرستان‌های اطراف (۸۰ تن) به این کارخانه حمل می‌گردد و با ظرفیت اسمی ۵۰۰ تن بهره‌برداری شده است.کود تولیدی طی عملیات خالص‌سازی به کمپوست مرغوب‌تر یا فاین تبدیل می‌شود، لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی کود کمپوست صنایع کمپوست استان‌های مازندران، گلستان و گیلان و مقایسه آنها با استانداردها انجام شد. در این زمینه استانداردهای بسیاری از سوی کشورها و سازمان‌های مختلف ارائه شده است که در جداول ۱ به آن اشاره شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. آنالیزکود کمپوست بر اساس استانداردهای سازمان جهانی بهداشت، نظریه گوتاس و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کمپوست (مؤسسه استاندارد ایران) و همچنین استاندارد کاربرد و فروش محصولات کمپوست طبق پیشنهاد دپارتمان اکولوژی واشنگتن (۱)

ردیف	پارامتر	واحد نظریه گوتاس	سازمان جهانی بهداشت	پارامتر	حدود قابل قبول برای رده «یک»	حدود قابل قبول برای رده «دو»	پارامتر	کلاس *A	کلاس *B	پارامتر	کلاس ۱	کلاس ۲	کلاس ۳
۱	مواد آلی، گرم در ۱۰۰ گرم	۵۰-۲۵	۲۰-۱۰	مواد آلی (بر اساس وزن ماده خشک)	کمینه ٪۳۵	کمینه ٪۲۵	مواد خارجی حداکثر (درصد)	۲	۵	کادمیوم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۵	۱۰	۵۰
۲	کربن، گرم در ۱۰۰ گرم	۵۰-۸	-	کربن آلی (بر اساس وزن ماده خشک)	کمینه ٪۲۵	کمینه ٪۱۵	میزان رطوبت درصد	۴۰-۶۰	۳۰-۷۰	سرب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰
۳	رطوبت، درصد	۵۰-۳۰	۵۰-۳۰	میزان ازت کل (بر اساس وزن ماده خشک)	-۱/۶۶ ٪۱/۲۵	٪۱ -۱/۵	ترکیبات آلی حداقل درصد	۵۰	۴۰	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰
۴	بدون واحد، pH	۹-۶	۹-۶	نسبت کربن به نیتروژن	۱۵-۲۰	۱۰-۱۵	(C/N) ماکزیمم	۱۵	۲۰	نیکل (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
۵	میزان فسفر P_2O_5	۳/۵-۰/۳	۳/۸-۰/۲	میزان فسفر برحسب (بر اساس وزن ماده خشک) P_2O_5	٪۱-۳/۸	٪۰/۳-۳/۸	اندازه ذرات اینچ	< ۱/۲	< ۷/۸				
۶	میزان ازت کل N	۳/۵-۰/۴	۱/۵-۰/۴	pH (در محلول ۱۰ درصد از ماده خشک)	۶-۸	۶-۸	pH	۶/۵- ۵/۵	۵ -۸				
۷	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	-	۸۰۰- ۱۲۰۰	رطوبت	بیشینه ٪۱۵	بیشینه ٪۳۵	نیتروژن حداقل درصد	۱	۰/۵				
۸	سرب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	-	۴۰۰-۲۰۰	قطر ذرات	بیشینه ۸ میلی‌متر	بیشینه ۲۰ میلی‌متر							
۹	کادمیوم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	-	۴۰-۱۵	مواد خارجی با قطر بیشتر از ۴ میلی‌متر (بر اساس وزن خشک ماده)	بیشینه ٪۶	بیشینه ٪۱۲							
۱۰	نیکل (میلی‌گرم در کیلوگرم)	-	-	-	-	-							

کلاس A* برای محصولاتی که در زنجیره‌های غذایی انسان و محصولات خام و تمام استفاده‌های دیگر کاربرد دارد.
کلاس B* کمپوست را نمی‌توان برای این محصولات به کاربرد برد، اما می‌توان برای جنگل‌ها و فضای سبز به‌کار برد.

روش کار

این مطالعه توصیفی- تحلیلی در بهار سال ۱۳۹۵ به‌مدت ۳ ماه در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد به فاصله زمانی هر ماه یک‌بار انجام شد؛ چون بهترین فصل برای ارزیابی صحیح‌تر کیفیت کمپوست این سه شهر از لحاظ آب‌وهوایی خواهد بود و همچنین عوامل ثانویه کمترین تأثیر را روی کمپوست تولیدی خواهد گذاشت و فرآیند کمپوستینگ برای تمامی نمونه‌ها در فاز

www.SID.ir

Archive of SID

بلوغ و رسیدگی[1] جمع‌آوری شده است که در هر مرحله یک نمونه از هر کارخانه کمپوست مورد مطالعه جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها توسط بیلچه باغبانی به‌صورت مخلوط در داخل کیسه پلاستیکی به میزان ۵ کیلوگرم در هر بار نمونه‌برداری شد که این‌کار در ساعت‌های مختلف از دستگاه تولید کود نمونه برداشت شد تا نمونه واقعی‌تر باشد (۸). نمونه‌ها در داخل کیسه‌های پلاستیکی جهت آنالیز و آزمایش به آزمایشگاه دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران منتقل گردید. حجم نمونه در مجموع ۹ نمونه از کود نهایی کمپوست‌های تولیدی بابل، رشت و آق‌قلا بود تا با آنالیز پارامترهای موجود بتوان کیفیت کود نهایی تولیدی این کارخانجات را مورد ارزیابی قرار داد و با استانداردهای موجود داخلی و خارجی مقایسه کرد. پارامترهای مورد بررسی در نمونه‌ها بر اساس روش‌های استاندارد ملی شماره ۱۳۳۲۰ و ۱۳۳۲۱ آنالیز شدند. فلزات بعد از هضم با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل PerkinELMER اندازه‌گیری شد. پس از انجام آزمایشات، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS، ورژن ۱۶ و آزمون آنووای یک‌طرفه[2] انجام شد. برای محاسبه میانگین و انحراف معیار پارامترها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد. در پایان میانگین نمونه‌ها با استانداردهای موجود ایران و استانداردهای بین‌المللی مقایسه گردید.

یافته‌ها

کیفیت فیزیکی کمپوست

نتایج آنالیز فیزیکی کود کمپوست تولیدی در کارخانه‌های مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است که بر اساس نتایج این جدول، میانگین درصد مواد خارجی هر سه کارخانه کمتر از حد استاندارد بود، اما در این میان وضعیت کود کمپوست بابل بهتر بود. از نظر درصد رطوبت نیز هر سه کارخانه پایین‌تر از حد استاندارد بوده که در این بین کود کمپوست بابل از این لحاظ در شرایط مطلوب‌تری نسبت به بقیه بود.

جدول ۲. نتایج آنالیز فیزیکی کود کمپوست تولیدی در کارخانه‌های کمپوست بابل، رشت و آق‌قلا

نام کارخانه کمپوست	درصد مواد خارجی			درصد رطوبت			سطح معنی‌داری
	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	
رشت	۱/۲۵	۰/۵۳ ± ۱/۷۶	۲/۳۱	۱۲/۳۵	۲/۰۳ ± ۱۴/۴۶	۱۶/۳۹	p < ۰/۰۵
بابل	۴/۱۵	۳۱/۱ ± ۳۷/۵	۶/۷۵	۴۵/۱۷	۶۰/۳ ± ۳۲/۲۱	۵۷/۲۴	p < ۰/۰۵
آق‌قلا	۱/۴۶	۰/۵۱ ± ۲/۰۱	۲/۴۶	۱۳/۴۴	۱/۶۰ ± ۱۴/۹۸	۱۶/۶۴	p < ۰/۰۵

جدول ۳. نتایج آنالیز شیمیایی کود کمپوست تولیدی در کارخانه‌های کمپوست بابل، رشت و آق‌قلا

نام کارخانه کمپوست	pH			کربن آلی (درصد)			مواد آلی (درصد)			سطح معنی‌داری
	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	
رشت	۶/۶۵	۰/۳۲ ± ۹۶/۶	۷/۲۸	۱۳/۵۹	۱۵/۶۳ ±۲/۰۲	۱۷/۶۲	۲۳/۴۲	۹۱/۲۶ ±۳/۴۸	۳۰/۳۷	p < ۰/۰۵
بابل	۶/۸۰	۰/۲۸±۷/۱۰	۷/۳۵	۱۶/۳۰	۱۷/۵۵ ±۱/۳۰	۱۸/۸۹	۲۲/۹۱	۲۶/۲۲±۳/۱۱	۲۹/۰۹	p < ۰/۰۵
آق قلا	۷/۵۸	۰/۱۹ ± ۷/۷۹	۷/۹۵	۱۸/۱۵	۱۹/۹۷ ±۱/۵۸	۲۱/۰۲	۳۱/۲۹	۳۴/۴۲ ±۲/۷۲	۳۶/۲۳	p < ۰/۰۵
نام کارخانه کمپوست	فسفر (درصد)			ازت کل (درصد)			C/N			سطح معنی‌داری
	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	
رشت	۱/۹۴	۲/۲۸ ± ۰/۳۴	۲/۶۱	۹/۷۷	۱۰/۳۰ ±۰/۶۵	۱۱/۰۲	۱/۳۹	۱/۵۱ ±۰/۱۱	۱/۶۰	p < ۰/۰۵
بابل	۱/۲۰	۱/۶۸ ±۰/۵	۲/۲۰	۱۰/۳۲	۱۰/۵۸ ±۰/۳۱	۱۰/۹۳	۱/۴۹	۱/۶۶ ±۰/۱۶	۱/۸۰	p < ۰/۰۵
آق قلا	۲/۹۷	۳/۱۲ ± ۰/۱۴	۳/۲۴	۱۲/۱۸	۱۲/۶۸ ±۰/۶۲	۱۳/۳۸	۱/۴۹	۱/۵۷ ±۰/۰۹	۱/۶۶	p < ۰/۰۵

1. maturation phase

2. One-way anova

www.SID.ir

Archive of SID

کیفیت شیمیایی کمپوست

نتایج آنالیز شیمیایی کود کمپوست تولیدی در کارخانه‌های مورد مطالعه در جدول ۳ آمده است که بر اساس نتایج آن، میانگین pH هر سه کارخانه در محدوده خنثی و قلیایی بود، اما در کود کمپوست آق‌قلا میانگین درصد کربن آلی، مواد آلی، میزان فسفر و ازت کل بیشتر بود. از نظر نسبت C/N نیز کود کمپوست بابل میانگین بیشتری داشت.

نسبت فلزات سنگین کمپوست

نتایج آنالیز نسبت فلزات سنگین کود کمپوست تولیدی در کارخانه‌های مورد مطالعه در جدول ۴ آمده است که بر اساس نتایج جدول ۴، میانگین غلظت فلز سرب در کود کمپوست آق‌قلا بیشتر از بقیه شهرها بود، اما در کود کمپوست رشت میانگین غلظت کادمیوم و نیکل بیشتر بود. از نظر غلظت فلز روی کود کمپوست بابل میانگین بیشتری داشت.

جدول ۴. نتایج نسبت فلزات سنگین کود کمپوست تولیدی در کارخانه‌های کمپوست بابل، رشت و آق‌قلا

نام کارخانه کمپوست	سرب (میلی‌گرم در کیلوگرم)			کادمیوم (میلی‌گرم در کیلوگرم)			نیکل (میلی گرم در کیلوگرم)			روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)		
	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر
رشت	۵۶/۶۸	۷/۴۰ ± ۶۴/۵۱	۷۱/۳۹	۴/۶۲	۱/۹۷ ± ۶/۸۵	۸/۳۵	۴۷/۸۴	۹/۱۴ ± ۵۴/۷۹	۶۵/۱۴	۴۶۹/۵۲	۲۱/۲۲ ± ۴۹۰/۶۱	۵۱۱/۹۵
بابل	۸۹/۵۰	۱۴/۱۷ ± ۱۰۴	۱۱۷/۸۲	۱/۴۶	۰/۷ ± ۲/۱۵	۲/۸۵	۴۰/۲۹	۵/۸۳ ± ۴۶/۱۹	۵۱/۹۵	۵۹۴/۴۹	۵۴/۲۳ ± ۶۵۰/۰۷	۷۰۲/۸۵
آق‌قلا	۱۵۱/۵۹	۱۲/۶۵ ± ۱۶۵/۶۴	۱۷۶/۱۱	۳/۹۵	۰/۴۳ ± ۴/۳۶	۴/۸۱	۴۸/۹۴	۳/۷۱ ± ۵۲/۴۷	۵۶/۳۳	۵۰۳/۳۳	۵۴/۶۸ ± ۵۳۸/۶۰	۶۰۱/۵۸

کیفیت میکروبی کمپوست

نتایج آنالیز میکروبی کود کمپوست تولیدی در کارخانه‌های مورد مطالعه در جدول ۵ آمده است که بر اساس نتایج آن، میانگین مقدار کلیفرم مدفوعی هر سه کارخانه کمتر از ۱۰۰ تخم انگل در هر گرم ماده خشک بود. میانگین مقدار سالمونلا در هر سه شهر صفر بود، اما در کود کمپوست رشت میانگین تعداد تخم انگل بیشتر از ۲ بود. بر اساس نتایج آزمون آنووای یک‌طرفه که برای مقایسه یک متغیر در بین چند جامعه استفاده می‌شود، مقدار احتمال ۰/۰۴ در بین متغیرهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی کارخانه‌های کمپوست مورد مطالعه که کمتر از ۰/۰۵ بود، میانگین اندازه‌گیری شده در این گروه‌ها اختلاف آماری معناداری داشت. جهت مقایسه پارامترهای به‌دست آمده از آنالیز کود کمپوست این شهرها با استاندارد ملی ایران از آزمون تی تست[1] با فاصله اطمینان ۹۵٪ استفاده شد که اگر مقدار احتمال کمتر از ۰/۰۵ باشد، فرضیه صفر رد می‌شود و در غیر این‌صورت این فرضیه صحیح است.

جدول ۵. نتایج آنالیز میکروبی کود کمپوست تولیدی در کارخانه‌های کمپوست بابل، رشت و آق‌قلا

نام کارخانه کمپوست	تعداد کلیفرم‌های مدفوعی درهرگرم وزن خشک			تعداد سالمونلا در هر ۴ گرم وزن خشک			تعداد تخم انگل در هر ۴ گرم وزن خشک			سطح معنی‌داری
	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین± انحراف معیار	حداکثر	
رشت	۷۵	۲۷/۱۰ ± ۱۰۰/۶۷	۱۲۹	۰	۰	۰	۱	>۲	۴	p<۰/۰۵
بابل	۸۸	۱۵/۳۷ ± ۹۸/۳۳	۱۱۶	۰	۰	۰	۰	>۱	۱	p<۰/۰۵
آق قلا	۸۴	۹/۰۷ ± ۹۳/۶۷	۱۰۲	۰	۰	۰	۰	>۱	۱	p<۰/۰۵

1. eOne-SampleT–test

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

کیفیت فیزیکی کمپوستنتایج حاصل از آنالیز کودهای کمپوست تولیدی بابل، رشت و آق‌قلا در جدول ۲ با مطالعه نیاتا و همکاران در بخارست رومانی و مطالعه دیگر که توسط اصغرنیا و همکاران مقایسه گردید که در پژوهش نیاتا و همکاران از لحاظ توزیع اندازه ذرات،در حدود ۲۹/۰۳٪ ذرات در محدوده اندازه‌های بیش از ۵ میلی‌متر و حدود ۴۹/۸٪ ذرات بین ۰/۵-۲ میلی‌متر بودند؛ وهمچنین میانگین رطوبت کمپوست در حدود ۳۳٪ که جهت تداوم فرآیند کمپوست مناسب می باشد (۴). در مطالعات پایلوت اصغرنیا و همکاران که در تولید کمپوست مخلوط پسماندهای روستایی با کودهای حاصل از زباله‌های خانگی و فضولات حیوانی انجام شد، ویژگی‌های فیزیکی انواع کودها با استانداردهای سازمان جهانی بهداشت (WHO) [1] مطابقت داشت. درصد مواد آلی مطابق نظریه گوتاس بین ۲۵-۵۰ درصد و طبق توصیه سازمان جهانی بهداشت بین ۱۰-۲۰ درصد می‌باشد (۱۰). ولی مقدار میانگین رطوبت نمونه‌های بابل ۲۱/۳۲ بود که تنها رده ۲ استاندارد ایران را کسب می‌کرد. میزان مواد خارجی ۵/۳۷ به‌دست آمد که در محدوده رده ۱ و ۲ استاندارد ایران بود، اما بالاتر از محدوده کلاس A و B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن بود. مقدار میانگین رطوبت نمونه‌های رشت ۱۴/۴۶ بود که تنها رده ۱ و ۲ استاندارد ایران را کسب می‌کرد. میزان مواد خارجی ۱/۷۶ به‌دست آمد که در محدوده رده ۱ و ۲ استاندارد ایران و در محدوده کلاس A و B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن بود. همچنین میانگین رطوبت نمونه‌های آق‌قلا ۱۴/۹۸ بود که تنها رده ۱ و ۲ استاندارد ایران را کسب می‌کرد. میزان مواد خارجی ۲/۰۱ به‌دست آمد که در محدوده رده ۱ و ۲ استاندارد ایران و در محدوده کلاس B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن بود؛ اما بالاتر از محدوده کلاس A استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن بود.

1. World Health Organization

کیفیت شیمیایی کمپوست

نتایج حاصل از آنالیز کودهای کمپوست تولیدی بابل، رشت و آق‌قلا در جدول ۳ با مطالعه صادقی و همکاران در آنالیز شیمیایی کود کمپوست تولیدی مشهد و مطالعه دیگری که توسط اصغرنیا و همکاران مقایسه گردید که در پژوهش صادقی و همکاران، pH در محدوده قابل قبول، درصد کربن و ازت نسبتاً قابل قبول و درصد فسفر پایین‌تر از حد مطلوب بود. از نظر عوامل اصلی نیتروژن، pH و کربن، این پارامترها در مقایسه با استانداردهای ایران و استانداردهای جهانی از سطح بسیار خوبی برخوردار بود، لذا قابلیت مصرف به‌عنوان عامل بهبود دهنده بافت خاک را دارا بود (۹). همچنین در مطالعه پایلوتی اصغرنیا و همکاران در تولید کمپوست مخلوط پسماندهای روستایی بابل با کودهای حاصل از زباله‌های خانگی و فضولات حیوانی، درصد کربن در کمپوست طبق نظریه گوتاس در محدوده ۸-۵۰ درصد قرار گرفت. سازمان جهانی بهداشت درصد نیتروژن و فسفر را در کود کمپوست به ترتیب ۰/۴-۱/۵ درصد و ۰/۲-۳/۸ درصد تعیین نموده که نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نیز با آن همخوانی داشت. نسبت C/N نیز حائز شرایط مناسب بود و این میزان در کودهای کلاس A و B (۱۵ و ۲۰) بود (۱۰).در نتایج کود کمپوست بابل، میزان pH به‌طور متوسط ۷/۱ بود که این مقدار در محدوده رده ۱ و ۲ استاندارد ایران، استاندارد سازمان جهانی بهداشت و نظریه گوتاس و در محدوده کلاس B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن بود، اما این میزان بالاتر از کلاس A استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن (۵/۵-۶/۵) بود. میزان کربن ۱۷/۵۵٪ به‌دست آمد که در محدوده رده ۲ استاندارد ایران و نظریه گوتاس بود، اما این میزان پایین‌تر از رده ۱ استاندارد ایران و همچنین پایین‌تر از استاندارد سوئیس بود. مقدار ازت نیز با میزان ۱/۶۶ در محدوده نظریه گوتاس، استانداردهای رده ۱ ایران و کلاس A و B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن بود، اما استانداردهای WHO و رده ۲ استاندارد ایران را کسب نکرد. میزان فسفر در این مطالعه ۱/۶۸ بود که این مقدار در

www.SID.ir

Archive of SID

محدوده رده ۱ و ۲ استاندارد ایران، استاندارد WHO و نظریه گوتاس قرار گرفت. میانگین مواد آلی در این مطالعه ۲۶/۲۲ گرم بود که این مقدار در محدوده رده ۲ استاندارد ایران و نظریه گوتاس قرار گرفت، اما استانداردهای WHO، رده ۱ استاندارد ایران و کلاس A و B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن را کسب نکرد. میزان کربن به ازت این نمونه ۱۰/۵۸ بود که این مقدار در محدوده استانداردهای رده ۲ ایران و کلاس A و B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن قرار گرفت، اما این میزان پایین‌تر از رده ۱ استاندارد ایران بود. نتایج آنالیز شیمیایی کود کمپوست تولیدی رشت نیز نشان داد که میزان pH به‌طور متوسط ۶/۹۶ بود که این مقدار در محدوده رده ۱ و ۲ استاندارد ایران، استاندارد WHO و نظریه گوتاس و در محدوده کلاس B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن بود، اما این میزان بالاتر از کلاس A استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن (۶/۵-۵/۵) بود. میزان کربن ۱۵/۶۳٪ به‌دست آمد که در محدوده رده ۲ استاندارد ایران و نظریه گوتاس بود، اما این میزان پایین‌تر از رده ۱ استاندارد ایران و همچنین پایین‌تر از استاندارد سوئیس بود. مقدار ازت نیز با میزان ۱/۵۱ در محدوده نظریه گوتاس، استانداردهای رده ۱ ایران و کلاس A و B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن بود، اما استانداردهای WHO و رده ۲ استاندارد ایران را کسب نکرد. میزان فسفر در این مطالعه ۲/۲۸ بود که این مقدار در محدوده رده ۱ و ۲ استاندارد ایران، استاندارد WHO و نظریه گوتاس قرار گرفت. میانگین مواد آلی در این مطالعه ۲۶/۹۱ گرم بود که این مقدار در محدوده رده ۲ استاندارد ایران و نظریه گوتاس قرار گرفت، اما استانداردهای WHO، رده ۱ استاندارد ایران و کلاس A و B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن را کسب نکرد. میزان کربن به ازت در این مطالعه ۱۰/۳۰ بود که این مقدار در محدوده استانداردهای رده ۲ ایران و کلاس A و B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن قرار گرفت، اما این میزان پایین‌تر از رده ۱ استاندارد ایران بود. نتایج آنالیز شیمیایی کود کمپوست تولیدی آق‌قلا نشان داد که میزان pH به‌طور متوسط ۷/۷۹ بود که این مقدار در محدوده رده ۱ و ۲ استاندارد ایران، استاندارد WHO و نظریه گوتاس، استاندارد کانادا و در محدوده کلاس B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن بود، اما این میزان بالاتر از کلاس A استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن (۶/۵-۵/۵) بود. میزان کربن ۱۹/۹۷٪ به‌دست آمد که در محدوده رده ۲ استاندارد ایران و نظریه گوتاس بود، اما این میزان پایین‌تر از رده ۱ استاندارد ایران و همچنین پایین‌تر از استاندارد سوئیس بود. مقدار ازت نیز با میزان ۱/۵۷ در محدوده نظریه گوتاس، استانداردهای رده ۱ ایران و کلاس A و B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن بود، اما استانداردهای WHO و رده ۲ استاندارد ایران را کسب نکرد. میزان فسفر در این مطالعه ۳/۱۲ بود که این مقدار در محدوده رده ۱ و ۲ استاندارد ایران، استاندارد WHO و نظریه گوتاس قرار گیرد. میانگین مواد آلی در این مطالعه ۳۴/۴۲ گرم بود که این مقدار در محدوده رده ۲ استاندارد ایران و نظریه گوتاس قرار گرفت، اما استانداردهای WHO، رده ۱ استاندارد ایران و کلاس A و B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن را کسب نکرد. میزان کربن به ازت در این مطالعه ۱۲/۶۸ بود که این مقدار در محدوده استانداردهای رده ۲ ایران و کلاس A و B استاندارد فروش محصولات دپارتمان اکولوژی واشنگتن قرار گرفت، اما این میزان پایین‌تر از رده ۱ استاندارد ایران بود.

نسبت فلزات سنگین کمپوست

نتایج حاصل از آنالیز کودهای کمپوست تولیدی در شهر بابل، رشت و آق‌قلا از نقطه نظر میزان فلزات سنگین آنها در جدول ۴ ارائه شده است. عمویی و همکاران کود کمپوست تولیدی شهر بابل را ارزیابی نمودند که نتایج آنالیز شیمیایی آنها نشان داد که میانگین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های کمپوست به این‌صورت بود که میانگین غلظت کادمیوم ۲، سرب ۶۷ و روی ۶۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که این مقادیر در حد استانداردهای ملی ایران و همچنین کمتر از حد مجاز استاندارد WHO بود (۱۰).

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین در مطالعه ملکوتیان و همکاران در آنالیز شیمیایی کود کمپوست کارخانه کمپوست کرمان، میانگین غلظت فلز سرب از حد مجاز استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و از حد مجاز مؤسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران بیشتر بود. میانگین غلظت فلز نیکل از حد مجاز مؤسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران بیشتر بود. میانگین غلظت فلزات کادمیوم، کروم و روی از حد مجاز استانداردهای فوق کمتر بود (۶). میانگین فلز سنگین سرب کود کمپوست بابل در این مطالعه ۶۴/۵۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که این میزان در حد استانداردهای ملی ایران و همچنین کمتر از حد مجاز استاندارد WHO، کلاس ۱-۲-۳ دپارتمان اکولوژی واشنگتن، سوئد، آلمان، اتحادیه اروپا و آمریکا بود. میانگین فلز سنگین کادمیوم در این مطالعه ۲/۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که این میزان در حد استانداردهای ملی ایران و همچنین کمتر از حد مجاز استاندارد WHO، کلاس ۱-۲-۳ دپارتمان اکولوژی واشنگتن و آمریکا بود، ولی استانداردهای سوئد، آلمان، اتحادیه اروپا را نقض می‌کرد. میانگین فلز سنگین نیکل در این مطالعه ۴۶/۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که این میزان در حد استانداردهای ملی ایران و همچنین کمتر از حد مجاز استاندارد کلاس ۱-۲-۳ دپارتمان اکولوژی واشنگتن، سوئد، آلمان، اتحادیه اروپا و آمریکا بود. میانگین فلز سنگین روی در این مطالعه ۶۵۰/۰۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که این میزان در حد استانداردهای ملی ایران و همچنین کمتر از حد مجاز استاندارد WHO، کلاس ۲ و ۳ دپارتمان اکولوژی واشنگتن، سوئد و آمریکا بود، ولی استانداردهای کلاس ۱ دپارتمان اکولوژی واشنگتن، سوئد، آلمان و اتحادیه اروپا را نقض می‌کرد. در این مطالعه میانگین فلز سنگین سرب در کود کمپوست رشت ۱۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که این میزان در حد استانداردهای ملی ایران و همچنین کمتر از حد مجاز استاندارد WHO، کلاس ۱-۲-۳ دپارتمان اکولوژی واشنگتن، آلمان و اتحادیه اروپا بود، ولی استانداردهای سوئد و آمریکا را نقض می‌کرد. در این مطالعه میانگین فلز سنگین کادمیوم ۶/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که این میزان در حد استانداردهای ملی ایران و همچنین کمتر از حد مجاز استاندارد WHO، کلاس ۲ و ۳ دپارتمان اکولوژی واشنگتن و آمریکا بود، ولی استانداردهای کلاس ۱ دپارتمان اکولوژی واشنگتن، سوئد، آلمان و اتحادیه اروپا را نقض می‌کرد. در این مطالعه میانگین فلز سنگین نیکل ۵۴/۷۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که این میزان در حد استانداردهای ملی ایران و همچنین کمتر از حد مجاز استاندارد کلاس ۲ و ۳ دپارتمان اکولوژی واشنگتن و آمریکا بود، ولی استانداردهای کلاس ۱ دپارتمان اکولوژی واشنگتن، سوئد، آلمان و اتحادیه اروپا را نقض می‌کرد. میانگین فلز سنگین روی در این مطالعه ۴۹۰/۶۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که این میزان در حد استانداردهای ملی ایران و همچنین کمتر از حد مجاز استاندارد WHO، کلاس ۱-۲-۳ دپارتمان اکولوژی واشنگتن، سوئد و آمریکا بود، ولی استاندارد آلمان و اتحادیه اروپا را نقض می‌کرد. در این مطالعه میانگین فلز سنگین سرب در کود کمپوست آق‌قلا ۱۶۵/۶۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که این میزان در حد استانداردهای ملی ایران و همچنین کمتر از حد مجاز استاندارد WHO، کلاس ۱-۲-۳ دپارتمان اکولوژی واشنگتن بود، ولی استانداردهای سوئد، آلمان، اتحادیه اروپا و آمریکا را نقض می‌کرد. میانگین فلز سنگین کادمیوم در این مطالعه ۴/۳۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که این میزان در حد استانداردهای ملی ایران و همچنین کمتر از حد مجاز استاندارد WHO، کلاس ۱-۲-۳ دپارتمان اکولوژی واشنگتن و آمریکا بود، ولی استاندارد سوئد، آلمان و اتحادیه اروپا را نقض می‌کرد. میانگین فلز سنگین نیکل در این مطالعه ۵۲/۴۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که این میزان در حد استانداردهای ملی ایران و همچنین کمتر از حد مجاز استاندارد کلاس ۲ و ۳ دپارتمان اکولوژی واشنگتن و آمریکا بود، ولی استانداردهای کلاس ۱ دپارتمان اکولوژی واشنگتن، سوئد، آلمان و اتحادیه اروپا را نقض می‌کرد. میانگین فلز سنگین روی در این مطالعه ۵۳۸/۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که این میزان در حد استانداردهای ملی ایران و همچنین کمتر از حد مجاز استاندارد WHO، کلاس ۲ و ۳ دپارتمان اکولوژی واشنگتن، سوئد و آمریکا

www.SID.ir

Archive of SID

بود، ولی استانداردهای کلاس ۱ دپارتمان اکولوژی واشنگتن، آلمان و اتحادیه اروپا را نقض می‌کرد.

کیفیت میکروبی کمپوست

در آنالیز کودهای کمپوست تولیدی بابل، رشت و آق‌قلا در جدول ۵، میانگین کلیفرم مدفوعی نمونه‌های بابل ۱۰۰/۶۷ به‌دست آمد که در محدوده مقررات کاهش عوامل بیماری‌زا در کلاس A و B استاندارد ایران قرار داشت. مقدار میانگین سالمونلا صفر به‌دست آمد که در محدوده مقررات کاهش عوامل بیماری‌زا در کلاس A استاندارد ایران قرار داشت. مقدار میانگین تخم انگل ۲ به‌دست آمد که در محدوده مقررات کاهش عوامل بیماری‌زا در کلاس A استاندارد ایران قرار نمی‌گرفت. مقدار میانگین کلیفرم مدفوعی نمونه‌های رشت ۹۸/۳۳ به‌دست آمد که در محدوده مقررات کاهش عوامل بیماری‌زا در کلاس A و B استاندارد ایران قرار داشت. مقدار میانگین سالمونلا صفر به‌دست آمد که در محدوده مقررات کاهش عوامل بیماری‌زا در کلاس A استاندارد ایران قرار داشت. مقدار میانگین تخم انگل کمتر از ۲ به‌دست آمد که در محدوده مقررات کاهش عوامل بیماری‌زا در کلاس A استاندارد ایران قرار می‌گرفت. مقدار میانگین کلیفرم مدفوعی نمونه‌های آق‌قلا ۹۳/۶۷ به‌دست آمد که در محدوده مقررات کاهش عوامل بیماری‌زا در کلاس A و B استاندارد ایران قرار داشت. مقدار میانگین سالمونلا صفر به‌دست آمد که در محدوده مقررات کاهش عوامل بیماری‌زا در کلاس A استاندارد ایران قرار داشت. مقدار میانگین تخم انگل ۱ به‌دست آمد که در محدوده مقررات کاهش عوامل بیماری‌زا در کلاس A استاندارد ایران قرار می‌گرفت.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج آزمون آنووای یک‌طرفه که برای مقایسه یک متغیر در بین چند جامعه استفاده می‌شود، مقدار احتمال ۰/۰۴ در بین متغیرهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی کارخانه‌های کمپوست مورد مطالعه که کمتر از ۰/۰۵ بود، میانگین اندازه‌گیری شده در این گروه‌ها اختلاف آماری معناداری داشت. همچنین کود کمپوست تولیدی این شهرها با توجه به یافته‌های بدست آمده به‌جز در مواردی محدود، دارای کیفیت قابل قبولی می‌باشد و قابلیت مصرف به‌عنوان عامل اصلاح کننده بافت خاک را خواهد داشت. پارامترها در مقایسه با استاندارد های ایران و استانداردهای جهانی در درجه ۲ کیفیت قرار داشت. کود تولیدی از زباله‌های خانگی با توجه به کیفیت مناسب، علاوه بر کاهش حجم مواد زائد جامد، باعث تولید یک محصول استراتژیک و باارزش در زمینه پرورش گل و گیاهان زینتی و نیز در باروری خاک‌های کم‌مغذی کشاورزی در استان‌های شمالی کشور، جایگزین بسیار مناسب کودهای شیمیایی آلاینده محیط زیست می‌گردد و نقش بسیار اساسی در توسعه پایدار و تأمین، حفظ و ارتقای سطح سلامت روستائیان خواهد داشت ، اما موارد و نکته‌هایی که می‌بایست به آن توجه شود، بحث ایمنی و بهداشت کود می‌باشد. رعایت ضوابط و استانداردها در تمام ابعاد مدیریتی مواد زائد جامد، یک اصل اساسی در حفظ محیط زیست و سلامتی موجودات آن بوده و لازم است با توجه خاص مدنظر قرار گیرد. رعایت این مسئله در ایجاد و توسعه صنایع تولید کمپوست از ابتدای خط تولید تا انتهای عرضه محصول به بازار، یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر بوده و لازم است در بخش‌های مدیریتی کمپوست در کشور اعم از تفکیک از مبدأ، مبانی طراحی، فرآیند تولید، تاسیسأت، تجهیزات و از همه مهم‌تر کنترل محصول و تجزیه مواد از نظر جنبه‌های تغذیه گیاهی و مواد بهداشتی با توجه و دقت خاص مدنظر قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی اساتید و دوستانی که ما را در نگارش این پژوهش یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

References

1. Zazouli M.A.Bagheri,M.Ghormani,A.Ghorbanian Elhabad,M. Principles of Compost Production Tehran: Khiniran Publication;Second Edition; 2012.(Persian)
2.Soobhany N.Assessing the physicochemical properties and quality parameters during composting of different organic constituents of Municipal Solid Waste.Journal of Environmental Management Volume 6,Issue 2, 2018;(10): 1979-1988
3. Jacqueline Z,LimaaIsabela M,Rodriguesa. Assessment of the use of organic composts derived from municipal solid waste for the adsorption of Pb,Zn and Cd.J Environmental Management Volume 226,15 November 2018:386-399
4. Neata G,Teodorescu R,Dinca L,Basaraba A.Physico-chemical and Microbiological Composition of Composts from Bucharest Municipal Waste.Journal of Agriculture and Agricultural Sci Procedia.2015;6:486-91
5. Montejo C,Costa C,Márquez MC.Influence of input material and operational performance on the physical and chemical properties of MSW compost.Journal of Environmental Management.2015;162:240-9
6. Malekotian M,Momenzade R.Investigation of concentration of heavy metals in lead,cadmium,chromium,nickel,and zinc in compost produced in Kermān plant.Iranian Journal of Ilam Univ Med Sci.Volume 23,Issue 1,2015:63-70. (Persian)
7.Yousefi D,Saeidi S.Evaluation of aeration parameters,Carbon to Nitrogen ratio and Humidity in improving composting process.Second National Conference on Environmental Engineering and Management,Tehran, Mazandab Environmental Research Center.2016.(Persian)
8. Zazouli M.A,Dehghan S.Guidance for sampling and analysis of waste and compost.Tehran:Avaya Kalam Publications; First Printing.2015.(Persian)
9. Sadeghi A,Kazemi A,Moheb Rad B,White labor A.Chemical Analysis of Mashhad Manure Compost and Comparison with Standards.Iranian Journal of North Khorasan Univ Med Sci.2013;5(4): 782-775.(Persian)
10. Amouei A,Asgharnia H,Khodadi A.Study of compost quality from rural solid wastes(Babol,Iran).Iranian Journal of Mazandaran Univ Medical Sci.2009;19 (74):55-61. (Persian)
11. Ghanayan M,Amouei A,Asgharzadeh F,Asgharnia H.Evaluation of the quality of compost from municipal waste from the viewpoint of heavy metals and comparison with standards.14th National Conference on Environmental Health,Yazd,Shaheed Sadoughi Univ Med Sci.2011.(Persian)
12. Omrani G.Principles of Sustainable Development in Waste Management of Iran,Quarterly Journal of Rescues,Number.8; 2007.(Persian)

www.SID.ir