مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و سوم، شماره ده، دی ماه ۱۴۰۰(۲۴۵-۲۳۳)

بررسی اثرات نوع و مقدار ماده اولیه و روش عمل‌آوری کمپوست بر سرعت تجزیه و کیفیت آن

محی الدین گوشه [1*]

amgoosheh@gmail.com

ابوالفضل آزادی [1]

فاطمه مسکینی ویشکایی [1]

تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۲۷ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۴**

چکیده

زمینه و هدف: از بین بقایای گیاهی تولید شده در استان خوزستان دو منبع باگاس نیشکر و کاه گندم فراوان‌ترین هستند. باگاس نیشکر از جمله بقایای گیاهی است که می‌توان از آن به عنوان مواد اولیه تشکیل دهنده کمپوست، بهره جست. یکی از فوائد تهیه کمپوست از این ماده جلوگیری از دپوی آن در محل تولید است زیرا به دلیل خاصیت خوداشتعالی باعث بروز آتش‌سوزی و آلودگی محیط‌زیست می‌شود. ارائه روشی که بتواند روند تبدیل این ماده به یک ترکیب مثمر و بی‌خطر را تسریع نماید، حائز اهمیت است. بنابراین این تحقیق با هدف مقایسه کیفیت کمپوست حاصل از دو نوع بقایای گیاهی باگاس و گندم و میزان مصرف آن‌ها و همچنین به حداقل رساندن دوره زمانی تهیه کمپوست با استفاده از روش‌های مختلف انجام گرفته است.

روش بررسی: برای این منظور، پروژه‌ای به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب آماری بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور (خوزستان) اجرا شد. در این آزمایش، اثر دو نوع ماده اولیه (کاه گندم، و باگاس نیشکر) و دو مقدار ماده اولیه (۲۰ و ۴۰٪)، و همچنین سه روش تهیه کمپوست شامل، ۱) روش مرسوم، ۲) روش سریع، و ۳) روش غنی شده بر مدت زمان تهیه و کیفیت کمپوست بررسی گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که، زمان تهیه کمپوست در روش غنی شده نصف دو روش دیگر (۲ ماه در مقایسه با چهار ماه) است. و بهترین ترکیب نیز استفاده از ۴۰٪ باگاس نیشکر، ۴۰٪ فیلترکیک نیشکر و ۲۰٪ کود گاوی است.

بحث و نتیجه گیری: لذا توصیه می‌گردد برای تهیه کمپوست از کاه گندم و یا باگاس نیشکر و از روش غنی شده یعنی استفاده از قارچ تریکودرما و باکتری ازتوباکتر استفاده گردد. بهتر است از ترکیب ۴۰٪ کاه یا باگاس، ۴۰٪ فیلترکیک نیشکر، کمتر از ۲۰٪ کود گاوی و

۱- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران. *(مسوول مکاتبات)

بقیه از کود گوسفندی و یا کود مرغی استفاده شود. تبدیل باگاس نیشکر از خطرات خوداشتعالی این ماده در محل دپو و در نتیجه آلودگی زیست‌محیطی ناشی از آن جلوگیری می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: بقایای آلی، روش تهیه کمپوست، ضایعات کشاورزی

J. Env. Sci. Tech., Vol 23, No. 10, January, 2022

Evaluation the effects kind and amount of raw materials and preparing methods of compost on decomposition rate and compost quality

Mohiaddin Goosheh [1]*
amgoosheh@gmail.com
AbolfazlAzadi [1]
Fatemeh Meskini-Vishkaee [1]

Admission Date:August 9, 2021 Date Received: June 3, 2021

Abstract

Background and objective: Baggass of sugarcane and wheat straw are the most available material for composting in Khuzestan province. Baggass has the self-inflammable property. This baggass property is a source of environmental pollution. It is important that a method is introduced to proper baggass compost as fast as possible in order to make it to a usefull and safe production. Therefore, this study was conducted to compare the quality of compost from two types of plant residues bagasse and wheat and their consumption and also to minimize the time period of compost preparation using different methods.

Material and Methodology: for this purpose, a trail was carried out in a factorial CRB design at three replications during two years in Shavoor (Khuzestan) Agricultural Research Station. In this experiment, preparing duration and compost quality were investigated in two kinds (wheat straw and baggass of sugarcane) and two amounts (20 and 40%) of raw materials and the three preparing methods (Traditional, Rapid, and Bio-enriched).

Findings: Results showed that the bio-enriched method was the fastest method to propering in comparison with the others (2 months vs. 4 months). And the best composition also is 40% baggass, 50% filtercack of sugarcane and 10% cow manure.

Discussion and Conclusion: Therefore, it is recommended to use wheat straw or sugarcane bagasse to prepare compost and the enriched method, ie using Trichoderma and Azotobacter bacteria. It is better to use a combination of 40% straw or bagasse, 40% sugarcane filter cake, less than 20% cow manure and the rest of sheep manure or poultry manure. Conversion of sugarcane bagasse prevents the self-igniting dangers of this substance in the depot and as a result of the resulting environmental pollution.

Keywords: agricultural wastage, composting method, manure.

1- Soil and Water Research Department, Khuzestan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran. *(*Corresponding Author*)

مقدمه

امروزه بحث روند افزایشی ضایعات کشاورزی، یکی از چالش‌های جدی اکثر کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه است. گزارش شده‌است ضایعات کشاورزی در ایران ۳۰ تا ۳۵ درصد با ارزشی معادل ۵ میلیارد دلار در سال می‌باشد که حدود ۶ برابر متوسط جهان و معادل ۲۵ درصد درآمد نفتی کشور است (۱). از آنجایی که مهمترین عامل افزایش میزان ضایعات و پسماندهای کشاورزی مسئله تخریب محیط زیست است و از سویی دیگر لزوم حفظ محیط زیست و بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی، از ضرورت‌های برنامه‌ریزی توسعه است. اهمیت حفظ محیط زیست و حفاظت از منابع طبیعی برای بقای تداوم و پایداری زندگی انسان، ارتقای شرایط زندگی و معیشت در نواحی روستایی، زمینه حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی کشور را فراهم می‌آورد (۲). مشکل دفع ضایعات آلی کشاورزی، چه به صورت بقایای گیاهی و یا ضایعات ناشی از فراوری محصولات کشاورزی یکی از مشکلاتی است که فعالان در این بخش با آن مواجهند (۳). مواد آلی عموماً در شکل اصلی خود ارزش غذایی اندکی دارند، اما در اثر تجزیه بیولوژیکی، بستر مناسبی برای میکروارگانیسم‌ها ایجاد می‌کنند. تجمع این مواد در هر محیطی به دلیل ماهیت دیرتجزیه‌پذیری آن‌ها، سبب آلودگی‌های جبران‌ناپذیر زیست محیطی می‌شوند. استفاده از مواد کمپوست شده به عنوان بستر کشت قارچ های خوراکی، به صورت تبدیل به یک زیست توده خوراکی به عنوان یک جریان اقتصادی عملی و مقرون بصرفه در جهت کاهش ضایعات کشاورزی پیشنهاد شده است (۴). کمپوست‌سازی راه حلی پایدار برای برخورد با این ضایعات است، چرا که از طرفی مشکل دفع ضایعات را منتفی می‌کند و از طرف دیگر به تولید فراوردهای ارزشمند برای استفاده در کشاورزی منجر می‌شود. کمپوست به عنوان فراورده نهایی تجزیه کنترل شده ضایعات آلی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک را بهبود می‌دهد. کاربرد کمپوست میزان مواد آلی خاک را افزایش می‌دهد و میزان مواد آلی خاک از مهمترین عوامل در تعیین کیفیت و باروری خاک‌های زراعی است(۶). بنـابراین جهـت حفـظ خـاک و بهبـود خصوصیات فیزیکی آن و حفظ تعادل عوامل زیست محیطی، ضرورت مصرف مواد آلی و افزایش درصد آن در خاک‌های کشور امری اجتناب ناپذیر است (۷).

از بین بقایای گیاهی تولید شده در استان خوزستان دو منبع باگاس نیشکر و کاه و کلش گندم فراوان ترین هستند. باگاس ماده‌ای فیبری (تفاله) است که پس از استخراج شکر از نیشکر به صورت قطعات ریز تراشهٔ چوب و به رنگ زرد کاهی به‌دست آمده، حدوداً ۳۰ تا ۳۲ درصد وزن آن راتشکیل می دهد و عموماً دارای رطوبت حدود ۵۰-۵۵ درصد می باشد(۸و۹). کاربرد مستقیم بقایای نیشکر و کاه گندم به دلیل نسبت کربن به نیتروژن بالای آنها (بیش از ۱: ۶۰)، نیاز به مدیریت خاص دارد (۶) و به همین دلیل چنانچه این مدیریت خاص اعمال نگردد، نه تنها اثر مثبت نداشته بلکه تاثیر سوء بر زراعت بعدی خواهد گذاشت. از این رو تبدیل این مواد به کمپوست (با نسبت کربن به نیتروژن کمتر از ۳۰:۱ و سپس مصرف بی ضرر آنها در خاک توصیه می‌گردد (۱۰). در سطح جهان روشهای مختلفی جهت تهیه کمپوست ارائه شده است برخی از آنها ساده و مرسوم بوده و برخی دیگر از ریزجانداران و فعالیتهای بیولوژیکی خاص بهره مند میگردند. هرکدام از این روش‌ها با توجه به اقلیم منطقه و نوع مواد خام مصرفی دارای محاسن و معایبی است و همین امر باعث می‌شود که نتوان یک روش و دستورالعمل خاصی را حتی برای مناطق ظاهرا مشابه بکار برد.

در گزارش فنی موسسه تحقیقات برنج فیلیپین سه روش تولید کمپوست شرح داده شده و به صورت، روش مرسوم (Traditional Method)، روش سریع (Rapid Method) و روش غنی شده زیستی (Bio-Enriched Method) نامگذاری گردیده اند (۱۱). در واقع روش مرسوم همان روش سنتی رایج بوده و دو روش دیگر از روش‌های زیستی می‌باشند به طوریکه استفاده از قارچ تریکودرما به تنهایی، روش سریع و کاربرد قارچ و باکتری ازتوباکتر، روش غنی شده نامیده شده است. در تحقیقی فرمول ۷۰٪ بقایای ذرت، ۱۰ تا ۳۰٪ کود مرغی و ۱ تا ۲٪ آهک و گچ برای تولید کمپوست مناسب توصیه شده است (۱۲).

لذا ارائه روشی که بتواند روند تبدیل این ماده به یک ترکیب مثمر و بی‌خطر را تسریع نماید، حائز اهمیت است. لذا هدف از این تحقیق مقایسه کیفیت کمپوست حاصل از دو نوع بقایای گیاهی باگاس نیشکر و گندم و میزان مصرف آن‌ها و همچنین به حداقل رساندن دوره زمانی تهیه کمپوست با استفاده از روش‌های مختلف می‌باشد.

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش:

محل اجرای طرح دراراضی ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور واقع در۶۰ کیلومتری شمال شهرستان اهواز با موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و صفردقیقه عرض شمالی و۴۸ درجه و۲۷ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۳۲ متر از سطح دریا می باشد. میزان موادآلی این خاکها به‌طورکلی کم بوده و به‌دلیل مصرف کودهای شیمیایی معمولادرغالب اراضی میزان فسفر، پتاس و مس درحدکافی وجوددارد (۱۳). آزمایش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب آماری بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور استان خوزستان اجرا گردید. نوع (فاکتور اول) و ترتیب عملیات (فاکتور دوم) ترکیب‌های مختلف تیمارها به قرار زیر است:

فاکتور اول:

الف) روش مرسوم (بدون استفاده از فعال‌کننده): ۴۰۰ کیلوگرم مواد خام (تیمارهای اصلی) + ۲۵ کیلوگرم کود گوسفندی (حاوی فعال کننده های زیستی) + ۲۵ کیلوگرم خاک (حاوی فعال کننده های زیستی طبیعی).

ب) روش سریع (استفاده از فعال کننده قارچی): ۴۰۰ کیلوگرم مواد خام (تیمارهای اصلی) + ۵ کیلوگرم کود گوسفندی (به عنوان بستر اولیه رشد قارچ) + ۱۰کیلوگرم کود اوره. در این روش قارچ تریکودرمای خالص‌سازی شده از خاک (*Trichoderma harzianum*) را به میزان ۵ تا ۱۰ کیلوگرم به ازاء هر تن ماده خام با کود گوسفندی مخلوط نموده و در همین مرحله تشکیل تلنباره، روی هر لایه پخش گردید.

ج) روش غنی شده (استفاده از فعال کننده قارچی و باکتری تثبیت کننده نیتروژن): ۴۰۰ کیلوگرم مواد خام (تیمارهای اصلی) + ۵ کیلوگرم کود گوسفندی (به عنوان بستر اولیه رشد قارچ) + ۱۰ کیلوگرم کود اوره. در این روش علاوه بر قارچ تریکودرما از باکتری ازتوباکتر (*Azetobacter sp.*) خالص سازی شده از خاک، استفاده گردید. میزان مصرف قارچ و باکتری ۲/۵ کیلوگرم به ازاء هر تن ماده خام بود.

فاکتور دوم

۱) ۴۰٪ باگاس + ۴۰٪ فیلترکیک + ۲۰٪ کود گاوی

۲) ۲۰٪ باگاس + ۵۰٪ فیلترکیک + ۳۰٪ کود گاوی

۳) ۴۰٪ کاه گندم + ۴۰٪ فیلترکیک + ۲۰٪ کود گاوی

۴) ۲۰٪ کاه گندم + ۵۰٪ فیلترکیک + ۳۰٪ کود گاوی

انتخاب ماده خام بر اساس فراوانی، ارزانی و سهل الوصول بودن آنها انتخاب شده است. لذا در شرایط کنونی استان خوزستان فقط دو ماده آلی همه این شرایط را دارا می باشند که عبارتند از باگاس نیشکر و کاه و کلش گندم. فیلترکیک نیشکر نیز اگرچه به فراوانی باگاس نیست (تقریبا یک چهارم آن)، ولی به دلیل آنکه بدون استفاده خاص در اراضی بایر اطراف کارخانجات نیشکر رها می گردد و همچنین به دلیل ارزش غذایی بالایی که دارد می تواند مکمل خوبی برای تولید کمپوست باشد. فضولات گاوی نیز اگرچه به فراوانی منابع نامبرده شده نیست، ولی به دلیل ارزش غذایی زیاد آن می‌تواند مکمل مناسبی باشد. از روش ردیفی برای چیدن مواد خام استفاده گردید و محل قرار گرفتن توده ها در مکانی سایه‌دار (به دور از تابش مستقیم خورشید و بارندگی) و با بستر سیمانی موجود در ایستگاه می باشد.

تهیه سویه‌های میکروبی

قارچ تریکودرما:

نمونه خاک یک کیلوگرمی جمع آوری شده از اطراف رایزوسفر گیاهان مختلف به آزمایشگاه منتقل و سپس نمونه های ۲۰ گرمی به‌صورت تصادفی از مخلوط این نمونه های خاک تهیه شد. سپس این نمونه ها را در ۵۰۰ میلی لیتر محلول اسید سیتریک ۲ درهزار ریخته و بهم زده شد تا به صورت

سوسپانسیون در آمد. سپس ۱۰ میلی لیتر از سوسپانسیون نمونه و ۱۰ میلی لیتر آب آگار۲/۵٪ را درون یک پتری استریل ریخته و به آرامی تکان داده تا منعقد گردید. برای هر نمونه خاک ده عدد پتری در نظر گرفته شد. پتری ها در شرایط تاریکی و درجه حرارت ۲۷ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور قرار گرفت، پس از ۲۴ ساعت قطعاتی از این پتری ها به قطر ۲ سانتی متر بر روی یک محیط کشت انتخابی که حاوی املاح و قند و آلیل الکل و فرمالدهید بود، قرار داده شد. پتری های محیط کشت انتخابی به انکوباتور منتقل و با دریافت نور متناوب ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی بتدریج کلنی های قارچ تریکودرما را نشان داد. این ایزوله ها سپس بر روی محیط کشت جدید منتقل و در مراحل بعدی به روش تک اسپور کردن خالص گردید. (۱۲).

ازتوباکتر:

از روش محلول خاک در پتری دیش استفاده گردید به این صورت که در یک ارلن ۲۵۰ سی سی ۱۰ گرم نمونه خاک (از مزرعه بقولات) ریخته و با ۹۰ میلی لیتر آب استریل مخلوط کرده تا سوسپانسیون یکنواختی حاصل شد. ۱۰ میلی لیتر از این سوسپانسیون توسط پی پت به ارلن بعدی منتقل و حجم آن با افزودن آب استریل به حجم ۱۰۰ رسانده شد. از ارلن اخیر نیز ۱۰ میلی لیتر به ارلن سوم منتقل کرده و به حجم ۱۰۰ رسانده شد. عمل رقیق سازی آنقدر ادامه پیدا کرد تا محلول ارلن انتهایی صدهزار برابر رقیق تر از ارلن اول گردید. سپس محلول غذایی آگار فاقد نیتروژن (محلول غذایی اختصاصی ازتوباکتر) تهیه و درون تعدادی پتری دیش ریخته و پس از استریل کردن و سرد شدن آنها، به هر کدام از آنها ۱ میلی لیتر از محلول ارلن آخر به طور یکنواخت اضافه گردید. پتری ها در حرارت (۲±) ۲۸ درجه سانتی‌گراد درون انکوباتور نگهداری شد. پس از مدت سه روز توده ای یکنواخت، شیری رنگ و لزج از ازتوباکتر بر روی آگار موجود در پتری ها پدید آمد. این نمونه های خالص سازی شده را می توان جهت نگهداری تا زمان مصرف به لوله های آزمایش محتوی محیط کشت PDA منتقل و در یخچال قرار داد.

مراحل اجرایی تحقیق:

تلنبارهها مطابق روش هر تیمار تشکیل گردیدند. در ابتدا جهت حفظ گرمای توده روی آنها با پلاستیک شفاف پوشانده شد و تقریبا هر ۷ تا ۱۰ روز یکبار جهت حفظ رطوبت آنها، آبپاشی شدند. اما با گرم تر شدن هوا دوره آبدهی کوتاه‌تر گردید. سپس به تیمارهای روش غنی شده ازتوباکتر افزوده شد و بعد از آن زیر و رو کردن تلنباره ها در دو نوبت صورت گرفت.

قرائت دمای درون توده ها به دفعات مختلف انجام شد که تقریبا اکثر قرائت‌ها برای دو روش غنی شده و سریع در دامنه ۲۴ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد و در روش سنتی حدود ۲۹ درجه سانتی‌گراد بود. سومین برهم زدن، تقسیم هر توده به سه تکرار و آغاز نمونه برداری از تیمارها یک ماه و نیم بعد از تشکیل تلنبارهها انجام گرفت. دومین و سومین نمونه برداری از تیمارها و در نهایت برداشت کمپوست انجام شد.

پس از آماده شدن و تجزیه کمپوست حاصل از تیمارهای مختلف جهت ارزیابی آنها از نظر کیفیت محصول نهایی، مقادیر کربن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز، مس، شوری و اسیدیته آنها اندازه‌گیری گردید. به طور کلی خصوصیات اندزه‌گیری شده در این پژوهش بدین صورت انجام شد که: میزان رطوبت تیمارها با اندازه‌گیری وزن تر و کسر آن از وزن خشک (پس از سه روز نگهداری نمونه باگاس در آون تحت دمای ۷۰ درجه سلسیوس) اندازه گیری شد. برای اندازه گیری درصد کربن، در ابتدا درصد خاکستر مشخص شد. برای محاسبه درصد خاکستر مقداری از نمونه خشک در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۸ ساعت قرار داده شد . درصد خاکستر از تفریق وزن نمونه بعد از احتراق از میزان وزن نمونه خشک قبل از احتراق و تقسیم نتیجه بر وزن نمونه خشک قبل از احتراق ضرب در ۱۰۰ به‌دست آمد. پس از محاسبه درصد خاکستر میزان درصد کربن مساوی است با میزان درصد خاکستر ضربدر ۱۰۰ و تقسیم بر ۱/۸ (۱۴ و ۱۵). نسبت C/N نیز مطابق اندازه گیری شد. برای اندازه گیری میزان پتاسیم ، فسفر و سایر عناصر (میکرو) از روش هضم در اسیدهای قوی و آنالیز با دستگاه فلیم فوتومتر، اسپکتروفوتومتر و دستگاه جذب اتمی انجام شد (۱۶). در نهایت برای تجزیه و

تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار MSTAT-C استفاده شد. مقایسه میانگین نتایج به‌دست آمده با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن و در سطح احتمال ۵٪، انجام پذیرفت، نمودارها با استفاده از برنامه Excel و بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها رسم شد و سرانجام نتایج مقایسه شده و تیمار(ها)یی که هدف تحقیق را معلوم نمودند، توصیه گردید. نتایج آنالیز باگاس و کاه گندم در جدول(۲) آورده شده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه مواد اولیه تشکیل دهنده تیمارها

Table 2 . Results of decomposition of raw materials of treatments

تیمار	کربن به ازت	کربن	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	شوری	اسیدیته
		(٪)				Ppm				(dS/m)	
باگاس نیشکر	۵۰/۰	۲۷	۰/۵۳	۰/۰۵	۰/۲۸	۱۲۲۸	۸/۵	۳۷	۴/۰	۱/۶	۷/۱
فیلترکیک نیشکر	۱۱/۵۷	۲۵	۲/۱۶	۱/۰۳	۰/۵	۱۲۶۱۰	۱۱۶	۵۶۵	۲۹/۶	۲/۵	۷/۳
کود گاوی	۲۲/۳۱	۲۹	۱/۳۰	۰/۲۱	۲/۱	۷۲۱۵	۲۸/۵	۱۸۰	۹/۲	۲۰/۵	۷/۵
کود گوسفندی	۱۸/۵۰	۳۲	۱/۷۳	۰/۴۷	۲/۹	۶۸۹۰	۵۰/۵	۲۳۵	۱۴/۴	۲۴/۷	۷/۳
کاه گندم	۶۴/۷۹	۴۶	۰/۷۱	۰/۰۸	۱/۸	۳۱۰	۱۵	۶۰	۶	۱/۳	۷/۲

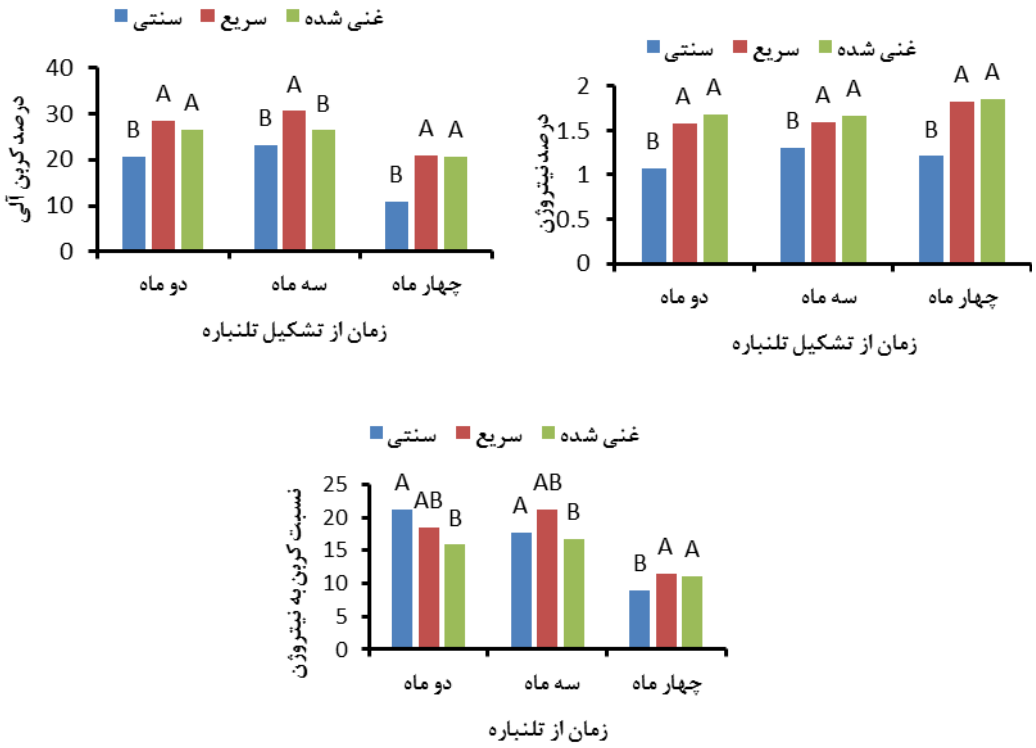
یافته‌ها و بحث

به منظور انتخاب تیمار برتر بر اساس هدف تحقیق، از دو دیدگاه نتایج مورد ارزیابی و بحث قرار می‌گیرند، الف) سرعت تجزیه مواد اولیه (تلنباره) یا همان دوره زمان تولید کمپوست در تیمارهای روش تهیه، ب) کیفیت کمپوست حاصل در تمام تیمارها.

الف) اثر تیمارهای روش تهیه بر سرعت تجزیه مواد اولیه و زمان تولید کمپوست:

ملاک تعیین سرعت تجزیه و تهیه کمپوست، کاهش میزان کربن‌آلی و افزایش نیتروژن مواد اولیه تشکیل دهنده و در نتیجه کاهش نسبت کربن به نیتروژن مواد اولیه به حد کمتر از ۲۰ می باشد. لذا برای رسیدن به این هدف، با استفاده از داده‌های به‌دست آمده از آزمایش‌ها، میانگین متغییرهای مورد نظر برای تیمارهای روش تهیه استخراج گردید که این مقادیر به همراه نتایج مقایسه میانگین آنها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ در نمودار ۱ آورده شده‌اند. تجزیه واریانس نتایج اثر این تیمار بر سه صفت مورد اندازه‌گیری در جدول ۳ درج گردیده است.

با توجه به نتایجی که از نمودار (۱) استنتاج می گردد: اثر تیمار روش تهیه بر تغییرات میزان کربن آلی توده های در حال تجزیه با گذشت زمان بدین صورت می باشد که در روش سریع میزان کربن آلی در تمام مراحل تجزیه توده اولیه بیشتر از دو روش دیگر بوده است. میزان این عنصر در روش سنتی در هر سه مرحله تجزیه در کمترین حد بوده است. و در روش غنی شده در حد واسط بوده است. و میزان کربن آلی پس از گذشت ۴ ماه از تشکیل توده اولیه در هر سه روش، به کمترین میزان خود رسیده است. با توجه به نمودار ۱ و جدول ۳ برای تغییرات میزان نیتروژن توده‌های در حال تجزیه چنین نتیجه گرفته می‌شود که با گذشت زمان در دو روش سریع و غنی شده میزان نیتروژن تلنباره‌ها روند افزایشی طی کرده است به طوری که نسبت به روش سنتی اختلاف معنی‌داری داشته اند. اما در روش سنتی میزان نیتروژن در هر سه مرحله تجزیه کمترین مقدار را دارد.



نمودار۱- اثر تیمار روش تهیه بر تغییرات کربن، نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن توده‌های در حال تجزیه با گذشت زمان

Figure 1. Effect of preparation method treatment on carbon, nitrogen, the ratio of carbon to nitrogen changes of decomposing masses over time

پس از گذشت ۴ ماه (مرحله سوم تجزیه) در هر دو روش سریع و غنی شده، میزان نیتروژن در بالاترین حد خود قرار گرفته است. این موضوع ارزش کمپوست حاصل از نظر نیتروژن و در نتیجه کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه را در زراعت هایی که از این کمپوست ها بهره مند می‌شوند، نشان می‌دهد.

تغییرات نسبت کربن به نیتروژن توده‌های در حال تجزیه با گذشت زمان در نمودار ۱ قابل بررسی می باشد. نتایج بیانگر این موضوع می‌باشند که در مرحله اول تجزیه (۲ ماه بعد از تشکیل تلنبار ها) میزان این نسبت در روش سنتی نسبت به دو روش دیگر در بالاترین میزان بوده است. اما با گذشت زمان روند کاهشی داشته و سرانجام در سومین مرحله تجزیه (۴ ماه بعد) نسبت کربن به نیتروژن در روش سنتی به طور معنی داری کمتر از دو روش دیگر شده است. در هر سه روش، کمترین نسبت کربن به نیتروژن چهار ماه پس از تشکیل توده اولیه به‌دست آمده است. به طوری که در هر سه روش در حد قابل قبول و مناسب جهت بهره برداری (کمتر از ۲۰) می باشد . عموما میزان کربن به نیتروژن کمتر از ۲۰ و بیشتر از ۱۵ با پایداری و ثبات بالا در در پایان فرایند نشانگر بلوغ کمپوست می باشد(۱۷و ۱۸). اما شایان ذکر است که، این نسبت در روش غنی شده از همان مرحله اول در حد مجاز جهت مصرف بوده است.

ب) اثر تیمارهای آزمایش بر کیفیت کمپوست تولیدی:

از آنجایی که برای هر سه تیمار روش تهیه، مرحله سوم تجزیه (کمپوست ۴ ماهه) بهترین نسبت کربن به نیتروژن را داشته است، لذا مبنای ارزیابی و مقایسه میانگین نتایج تجزیه آماری کیفیت کمپوست تولیدی، این مرحله خواهد بود. بر این اساس، در جدول (۳) تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز و مس و همچنین شوری و اسیدیته کمپوست تولیدی در مرحله سوم تجزیه (۴ ماه بعد از تشکیل) درج گردیده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارها برای مرحله سوم تجزیه (۴ ماه بعد از تشکیل توده)

Table 3. Analysis of variance of the effect of treatments for the third stage of analysis (4 months after mass formation)

منبع	درجه آزادی	نسبت کربن به ازت	میانگین مربعات			
			نیتروژن	کربن آلی	فسفر	پتاسیم
			درصد			
نوع ماده اولیه	۱	۲۵/۰۰۰*	۰/۳۷۲**	۲۰۰/۶۹۴**	۰/۰۹۸**	۴/۱۳۴**
روش تهیه	۲	۲۳/۷۰۲*	۱/۶۰۰**	۳۸۹/۸۴۵**	۰/۱۱۱**	۴/۹۲۰**
نوع ماده×روش تهیه	۲	۱۰/۲۶۸$^{n.s}$	۰/۱۳۱*	۱۷/۶۵۹$^{n.s}$	۰/۰۸۴**	۲/۱۲۵**
درصد ماده اولیه	۱	۰/۰۰۱	۰/۲۲۴*	۲۱/۷۷۸$^{n.s}$	۰/۱۶۰$^{n.s}$	۰/۰۱۸
نوع ماده اولیه× درصد آن	۱	۱/۲۱۰	۰/۲۶۰**	۵۵/۷۵۱*	۰/۰۰۴	۰/۲۸۴*
روش تهیه× درصد ماده	۲	۴/۸۲۷$^{n.s}$	۰/۰۰۹	۶/۲۴۷$^{n.s}$	۰/۰۲۹*	۰/۳۵۰*
اثر تداخلی هر سه	۲	۱۱/۹۵۷$^{n.s}$	۰/۳۵۹**	۵۰/۱۰۰**	۰/۰۱۲$^{n.s}$	۰/۰۲۵**
خطا	۲۴	۴/۴۴۸	۰/۰۳۱	۸/۲۳۱	۰/۰۰۸	۰/۰۶۴
انحراف معیار (٪)		۱۹/۹۶	۱۰/۸۶	۱۶/۴۰	۱۸/۹۸	۱۹/۴۰

توجه: نشانه های * ، ** و ns به ترتیب به معنی اختلاف در سطح ۵٪، ۱٪ و عدم اختلاف معنی دار می باشند.

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارها برای مرحله سوم تجزیه (۴ ماه بعد از تشکیل توده)

منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		آهن	روی	منگنز	مس	شوری	اسیدیته
		ppm				dS/m	
نوع ماده اولیه	۱	۸۴۰۰۳۳۶/۱۱*	۱۱۵۳۸/۳۴۱**	۲۶۱۳۶/۱۱۱**	۲۷۷/۲۲۳**	۱۹۷/۹۶۵**	۰/۰۰۱
روش تهیه	۲	۵۹۹۹۳۹۴۸/۴۴**	۲۰۸۱/۵۳۱**	۴۱۹۲۵/۰۰۰**	۲۶/۴۲۶$^{n.s}$	۲۰۳/۱۰۵**	۰/۲۳۹**
نوع ماده×روش تهیه	۲	۲۷۵۸۰۱۴۴/۴۴**	۳۳۶۱/۴۷۲**	۱۴۷۰۲/۷۷۸**	۱۱۰/۶۴۳**	۸۱/۵۳۱**	۰/۰۲۹$^{n.s}$
درصد ماده اولیه	۱	۱۵۱۵۸۰/۴۴	۱۵۷۴/۷۶۷*	۱۴۶۹/۴۴۴$^{n.s}$	۲۶۸/۴۱۴**	۳/۰۱۶	۰/۰۱۸$^{n.s}$
نوع ماده اولیه× درصد آن	۱	۳۰۰۱۵۷۸۸/۴۴**	۲۱/۰۰۷	۲۶۱۳۶/۱۱۱**	۰/۲۳۴	۱۴/۱۱۳*	۰/۰۰۰
روش تهیه× درصد ماده	۲	۲۶۸۶۷۰۰/۴۴$^{n.s}$	۱۵۹/۹۸۷	۲۵۵۲/۷۷۸$^{n.s}$	۱۵۵/۶۵۰**	۲۰/۶۳۵*	۰/۰۴۲$^{n.s}$
اثر تداخلی هر سه	۲	۴۹۸۶۴۴۵/۷۸$^{n.s}$	۲۱/۷۰۲**	۴۲۱۹/۴۴۴*	۲۲/۷۹۴$^{n.s}$	۱۴/۱۶۵*	۰/۰۱۷$^{n.s}$
خطا	۲۴	۲۶۵۸۱۰۶/۸۳	۲۵۵/۰۷۸	۱۴۶۳/۸۸۹	۱۲/۳۰۱	۳/۷۲۵	۰/۰۱۷
انحراف معیار (٪)		۱۲/۴۸	۱۶/۱۲	۹/۸۳	۱۵/۸۰	۱۷/۸۰	۱/۸۱

اثر تیمار روش تهیه بر صفات مورد اندازه گیری در کمپوست نهایی:

در جدول ۴ مقایسه میانگین اثر تیمار روش تهیه بر میزان عناصر، شوری و اسیدیته کمپوست نهایی (مرحله سوم یا کمپوست ۴ ماهه) درج گردیده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تیمار روش تهیه بر صفات مورد اندازه گیری به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪

Table 4 . Comparison of the mean effect of treatment method on the measured traits by Duncan test at 5% level

تیمار روش تهیه	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	شوری
	درصد			ppm				dS/m
روش سنتی	B ۱/۲۱	B ۰/۳۷	C ۰/۶۳	A ۱۵۶۳۷	B ۸۸/۴۳	A ۴۵۶/۶۷	A ۲۰/۹۱	C ۶/۲۲
روش سریع	A ۱/۸۳	A ۰/۵۳	A ۱/۹۱	B ۱۱۶۳۳	B ۹۵/۰۰	B ۳۴۶/۶۷	A ۲۳/۸۲	A ۱۴/۱۰
روش غنی شده	A ۱/۸۵	A ۰/۵۴	B ۱/۳۸	B ۱۱۹۱۰	A ۱۱۳/۸۱	B ۳۶۴/۱۷	A ۲۱/۸۵	B ۱۲/۲۲

بررسی نتایج میزان محتویات نیتروژن و فسفر نشان می‌دهد که دو روش غنی شده و سریع نسبت به روش سنتی افزایش معنی داری در میزان این دو عنصر در کمپوست تولیدی داشته اند. در بررسی میزان پتاسیم و شوری روش سریع نسبت به دو روش دیگر در افزایش مقادیر پتاسیم و شوری در کمپوست به طور معنی داری (گروه A) موثر بوده است. بعد از آن تیمار غنی شده (گروه B) و در آخر تیمار سنتی (C) جای دارد. این نتایج با تحقیقات کوواس و اسپیریتو (۲۰۰۵) و رادمهر (۲۰۰۲) منطبق است. بی شک افزایش شوری کمپوست عامل محدودکننده‌ای درمصرف آن خواهد بود. روش سنتی افزایش معنی داری (A) نسبت به دو تیمار دیگر در مقادیر آهن و منگنز و اسیدیته کمپوست نهایی داشته است (B) (۱۹و ۲۲). بررسی دو عنصر روی و مس نیز نشان داد که میزان عنصر روی در روش غنی شده (A) افزایش معنی داری نسبت به دو تیمار دیگر داشته است(B). و اثر هر سه تیمار بر میزان مس کمپوست تولیدی تقریبا یکسان بوده و اختلاف معنی داری بین آنها دیده نشد. بنابراین می توان چنین نتیجه گرفت که، روش غنی شده به علت آنکه در کاهش نسبت کربن به نیتروژن و میزان اسیدیته کمپوست نهایی (با توجه به خاک های آهکی خوزستان) و همچنین در افزایش میزان عناصر ضروری نیتروژن، فسفر و روی، در محصول نهایی نسبت به دو روش دیگر برتری نشان داده است. این نتایج با تحقیقات رادمهر (۲۰۰۲) منطبق است (۱۱).

اثر تداخلی تیمارهای آزمایش بر صفات مورد اندازه گیری در کمپوست نهایی:

در جدول ۵ مقایسه میانگین اثر تداخلی هر سه تیمار آزمایش بر میزان عناصر کمپوست نهایی درج گردیده است. مقایسه نتایج نشان می دهد که که در رابطه با عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم، بیشترین میزان نیتروژن در تیمار کاه (۴۰٪) به روش غنی شده (گروه A) و سپس تیمار کاه (۲۰٪) به روش سریع (گروه AB) و کمترین به طور مشترک در ۵ تیمار کاه (۲۰٪ و۴۰٪) به روش سنتی، باگاس (۲۰٪ و۴۰٪) به روش سنتی و باگاس (۴۰٪) به روش غنی شده (گروه D) بدست آمده است. لذا می توان نتیجه گرفت که تغییرات نیتروژن کمپوست تابع روش تهیه بوده به طوری که روش غنی شده و سریع بیشترین تاثیر را داشته اند. نوع و درصد ماده اولیه نیز تاثیر معنی داری نداشته اند. همچنین بیشترین میزان فسفر به طور مشترک به تیمارهای باگاس (۲۰٪) به روش های سریع و غنی شده تعلق داشته (گروه A) و کمترین به تیمار باگاس (۴۰٪) به روش سنتی (گروه D). نتایج حاصل با تحقیقات کوواس و اسپیریتو (۲۰۰۵) از انطباق خوبی برخوردار است (۱۰و ۲۱). با مشاهده جدول ۵ یک نتیجه کلی به‌دست می‌آید که روش تهیه عامل اصلی معنی دار شدن تیمارها بوده و نوع و مقدار ماده اولیه در تغییرات آن تاثیر معنی داری نداشته اند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تداخلی تیمار روش تهیه، نوع و درصد ماده اولیه بر صفات اندازه گیری در آزمون دانکن در سطح ۵٪

Table 5. Comparison of the mean interference effect of treatment method of preparation, type and percentage of raw material on the traits measured in Duncan test at 5% level

تیمار های آزمایش			نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	شوری
			درصد			قسمت در میلیون				dS/m
کاه	سنتی	٪۴۰	D ۱/۱۰	CD ۰/۲۷	FG ۰/۵۳	A ۱۵۶۹۶	CDE ۸۷/۳۳	A ۴۷۰/۰۰	F ۱۳/۷۷	D ۴/۱۱
		٪۲۰	D ۱/۳۲	AB ۰/۵۶	FG ۰/۵۷	A ۱۵۱۷۰	CD ۹۲/۱۳	A ۴۷۰/۰۰	AB ۲۷/۳۳	CD ۷/۴۵
	سریع	٪۴۰	BC ۱/۸۱	BC ۰/۴۲	A ۲/۹۰	D ۸۲۰۰	E ۵۸/۴۷	D ۲۶۳/۳۳	EF ۱۴/۵۰	A ۱۸/۹۷
		٪۲۰	AB ۲/۰۳	BC ۰/۴۲	B ۲/۴۳	CD ۱۰۸۲۷	DE ۸۰/۳۰	C ۳۳۰/۰۰	CDE ۲۰/۷۷	A ۱۸/۶۹
	غنی شده	٪۴۰	A ۲/۳۰	B ۰/۴۳	C ۱/۸۳	C ۱۱۲۹۰	DE ۷۵/۶۰	D ۲۵۳/۳۳	BCD ۲۲/۰۳	A ۱۷/۵۰
		٪۲۰	BC ۱/۸۳	B ۰/۴۸	CD ۱/۶۰	AB ۱۴۲۷۹	CD ۹۳/۲۳	BC ۳۸۶/۶۷	DEF ۱۸/۱۰	B ۱۲/۴۲
باگاس	سنتی	٪۴۰	D ۱/۱۵	D ۰/۲۳	G ۰/۴۳	A ۱۶۵۳۱	CDE ۸۴/۷۳	A ۴۶۰/۰۰	EF ۱۴/۷۳	D ۴/۷۶
		٪۲۰	D ۱/۲۶	BC ۰/۴۳	EF ۱/۰۰	A ۱۵۱۵۱	CD ۸۹/۵۳	AB ۴۲۶/۶۷	AB ۲۷/۸۰	C ۸/۵۵
	سریع	٪۴۰	C ۱/۶۳	AB ۰/۵۸	DE ۱/۳۰	A ۱۵۴۰۵	BC ۱۱۴/۳۳	AB ۴۱۶/۶۷	A ۲۹/۲۳	BC ۹/۷۲
		٪۲۰	BC ۱/۸۴	A ۰/۷۱	EF ۱/۰۰	BC ۱۲۰۹۹	AB ۱۲۶/۹۰	BC ۳۷۶/۶۷	A ۳۰/۷۷	BC ۹/۰۱
	غنی شده	٪۴۰	D ۱/۳۱	AB ۰/۵۶	EF ۰/۹۷	BC ۱۱۶۲۶	AB ۱۳۴/۳۳	AB ۴۳۳/۳۳	BCD ۲۲/۵۰	C ۸/۲۷
		٪۲۰	B ۱/۹۸	A ۰/۷۰	E ۱/۱۰	CD ۱۰۴۴۶	A ۱۵۲/۰۷	BC ۳۸۳/۳۳	ABC ۲۴/۷۷	BC۱۰/۶۸

تیمار کاه (۴۰٪) به روش سریع بیشترین مقدار پتاسیم را نسبت به سایر تیمارها دارد (گروه A) و بعد از آن نیز تیمار کاه (۲۰٪) به روش سریع می باشد. کمترین پتاسیم نیز به ترتیب به تیمارهای باگاس (۴۰٪) به روش سنتی (گروه G) و کاه (۲۰٪ و۴۰٪) به روش سنتی (مشترک در گروه EG) قرار دارند. لذا در مورد این عنصر نیز تیمار روش تهیه تنها تیمار موثر در تغییرات پتاسیم کمپوست تولیدی است. میزان پتاسیم محصول نهایی در روش سریع بیشتراز دو روش دیگر بوده است. بررسی میزان عناصر کم مصرف در بین تیمارهای اعمال شده نیز بیانگر این موضوع است که از نظر افزایش میزان عنصر آهن در کمپوست نهایی تیمارهای زیر به طور مشترک در گروه (A) قرار دارند که عبارتند از، تیمارهای کاه (۲۰٪ و۴۰٪) به روش سنتی، باگاس (۲۰٪ و۴۰٪) به روش سنتی و باگاس (۴۰٪) به روش سریع. کمترین میزان آن نیز در تیمار کاه (۴۰٪) به روش سریع (گروه D) حاصل آمده است. بنابراین روش سنتی عامل اصلی در افزایش آهن کمپوست می باشد و نوع و مقدار ماده اولیه تشکیل دهنده کمپوست در تغییرات آن تاثیر معنی داری نداشته است. بیشترین میزان منگنز در کمپوست به ترتیب به تیمارهای تیمارهای کاه (۲۰٪ و۴۰٪) به روش سنتی و باگاس (۴۰٪) به روش سنتی اختصاص دارد. کمترین میزان آن نیز در تیمار کاه (۴۰٪) به روش سریع (گروه D) حاصل آمده است. بنابراین روش سنتی عامل اصلی در افزایش منگنز کمپوست می باشد و نوع و مقدار ماده اولیه تشکیل دهنده کمپوست در تغییرات آن تاثیر معنی داری نداشته است. میزان عنصر روی در تیمار باگاس (۲۰٪) به روش غنی شده (گروه A) در بیشترین مقدار خود بوده است و کمترین مقدار در تیمار کاه (۴۰٪) به روش سریع (گروه E) بهدست آمده است. تغییرات این عنصر به تیمار روش تهیه (غنی شده) و همچنین نوع ماده اولیه (باگاس) وابسته است و مقدار ماده اولیه در آن تاثیر معنی داری نداشته است. در ارتباط با عنصر مس نیز تیمارهای باگاس (۴۰٪ و ۲۰٪) به روش سریع بیشترین میزان مس را در کمپوست نهایی تولید کرده اند (گروه A) که البته با سه تیمار دیگر (جدول ۸)

مشترک می باشند (گروه AB). کمترین میزان این عنصر نیز در تیمار کاه (۴۰٪) به روش سنتی (گروه F) به‌دست آمده که البته با تیمارهای دیگر وجه اشتراک دارد (گروه های EF وDEF). به طور کلی تیمار باگاس نسبت به کاه، کمپوستی با مقدار مس بیشتر تولید می نماید. لذا هر سه تیمار روش تهیه، نوع و مقدار ماده اولیه تاثیر معنی داری بر تغییرات این عنصر در کمپوست نهایی ندارند.

نتیجه‌گیری

بر اساس آنچه که در این تحقیق به‌دست آمد می‌توان نتیجه گرفت که، در دو تیمار روش سنتی و سریع بعد از گذشت چهار ماه از تشکیل تلنباره ها و در روش غنی شده در همان مرحله اول (۲ ماه بعد از تشکیل تلنباره ها)، کمپوست حاصل قابل بهره برداری خواهد بود. روش تهیه تنها تیمار موثر بر تغییرات معنی دار عناصر ماکرو و میکرو، شوری و اسیدیته می باشد (به‌جز در مورد عنصر روی که نوع ماده اولیه نیز عامل موثر بوده است)، به نحوی که در مجموع، روش غنی شده در اولویت اول و سپس روش سریع توصیه می شود. نوع (باگاس یا کاه گندم) و مقدار ماده اولیه (۴۰ و ۲۰٪) تقریبا بر تغییرات کلیه صفات در کمپوست تولید شده، تاثیر معنی داری نداشته اند. لذا توصیه می‌گردد برای تهیه کمپوست از کاه گندم و یا باگاس نیشکر و از روش غنی شده یعنی استفاده از قارچ تریکودرما و باکتری ازتوباکتر استفاده گردد. بهتر است از ترکیب ۴۰٪ کاه یا باگاس، ۴۰٪ فیلترکیک نیشکر، کمتر از ۲۰٪ کود گاوی و بقیه از کود گوسفندی و یا کود مرغی استفاده شود. تبدیل باگاس نیشکر از خطرات خوداشتعالی این ماده در محل دپو و در نتیجه آلودگی زیست‌محیطی ناشی از آن جلوگیری می‌نماید.

References

1. Izady, N & Hayati, D. 2013.Waste reduction promotes a future approach. Agricultural and Natural Resources Engineering , 10(39), 24-30.
2. Peña, H., Mendoza, H., Diánez, F., & Santos, M. 2020. Parameter Selection for the Evaluation of Compost Quality. *Agronomy*, *10*(10), 1567.
3. Urestarazu, M., Salas, M.C., Padila, M.I., Moreno, J, Elorrieta, M.A. and Carasco, G.A. 2002. Evaluation of different composts from horticultural crop residue and their uses in greenhouse soilless cropping. Acta Horticulturae, 549: 147-152.
4. Adams, J.D.W., and Frostick, L.E. 2007. Investigation microbial activities in compost using mushroom (*Agaricus bisporus*) cultivation as an experimental system. University of Hull. Journal of Bioresource Technology 99: 1097- 1102.
5. Rivero, C., Chirenje, T., Ma, L. Q., & Martinez, G. 2004. Influence of compost on soil organic matter quality under tropical conditions. *Geoderma*, *123*(3-4), 355-361.
6. Malakouti, M. J. 2005.Sustainable agriculture and increasing yield by optimizing fertilizer consumption in Iran Ministry of Agriculture. Tehran.
7. Hemayati, S., Hamdi, H., Taleghani, D., & Amili, H. 2011. National strategic plan of sugarcane research. Sugar beet Seed Institute (SBSI) and Sugarcane and byproducts Research, Education and Development Institute. (In Persian)
8. Rezende, C. A., de Lima, M. A., Maziero, P., deAzevedo, E. R., Garcia, W., & Polikarpov, I. 2011. Chemical and morphological characterization of sugarcane bagasse submitted to a delignification process for enhanced enzymatic digestibility. *Biotechnology for biofuels*, *4*(1), 54.
9. Sharma, K.S. 2005. *A Handbook of Organic Farming*. New Delhi: Aliobe publication.

10. Cuevas,V.C. and Espiritu, B. 2005. 10 steps in compost production. Farming Tips - Techno guides. Philippines.
11. Radmehr, S .2002. Preparation of live organic fertilizer from the wastes of Haft Tappeh sugarcane sugar factory. Master Thesis. Islamic Azad University, Science and Research Branch. Ahwaz
12. Taherzadeh, M .1995. Detailed Soil survey of Shavar Soil and Water Research Station. Tehran: Soil and Water Research Institute Publications. Technical Journal No. 651.
13. Wu L, Ma LQ, Martinez GA .2001. Comparison of methods for evaluating stability and maturity of biosolids compost. J. Environ. Qual. 29: 424-429.
14. Tiquia SM. 2005. Microbiological parameters as indicators of compost maturity. J. Appl. Microbiol. 99: 816-828.
15. Nishanth D, Biswas DR .2008. Kinetics of phosphorus and potassium release from rock phosphate and waste mica enriched compost and their effect on yield and nutrient uptake by wheat (Triticum aestivum). Bioresour. Technol. 99: 3342- 3353.
16. Chang, J. I., & Hsu, T. E. 2008. Effects of compositions on food waste composting. *Bioresource technology*, *99*(17), 8068-8074.
17. Ghaffari, S., Sepahi, A. A., Razavi, M. R., Malekzadeh, F., & Haydarian, H. 2011. Effectiveness of inoculation with isolated Anoxybacillus sp. MGA110 on municipal solid waste composting process. *African journal of microbiology research*, *5*(30), 5373-5378.
18. Sarkamarian, F., Salehi Jouzani, G., Moradi, F. 2015. Fast production of enriched biocompost from sugarcane baggase using biotechnological process. Crop Biotechnology, 5(9), 49-64.
19. Pathak, A. K., Singh, M. M., Kumara, V., Arya, S., & Trivedi, A. K. 2012. Assessment of physico-chemical properties and microbial community during composting of municipal solid waste (Viz. KItchen waste) at Jhansi City, UP (India). *Recent Research in Science and Technology*. 4: 10-14.
20. Jeong, S., Moon, H. S., Nam, K., Kim, J. Y., & Kim, T. S. 2012. Application of phosphate-solubilizing bacteria for enhancing bioavailability and phytoextraction of cadmium (Cd) from polluted soil. *Chemosphere*, *88*(2), 204-210.
21. Abbasi, M. K., Musa, N., & Manzoor, M. 2015. Mineralization of soluble P fertilizers and insoluble rock phosphate in response to phosphate-solubilizing bacteria and poultry manure and their effect on the growth and P utilization efficiency of chilli (Capsicum annuum L.). *Biogeosciences*, *12*(15), 4607.