فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۲۸، بهار ۹۳

بررسی تغییرات فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و زیستی در فرآیند تولید ورمی کمپوست با استفاده از بستر کود گاوی و کرم خاکی *Eisenia foetida*

فرزاد مهرجو [۱]

مجتبی برزه کار [۱]

افسانه شهبازی [۲*]

a_shahbazi@sbu.ac.ir

سید حسین هاشمی [۲]

الهام محمدی [۳]

چکیده

ورمی کمپوست که طی فرآیند تجزیه زیستی مواد زاید آلی توسط گونه‌های خاصی از کرم‌های خاکی تولید می‌گردد؛ کود آلی بسیار مغذی، بی‌بو و با قابلیت زیاد اصلاح کنندگی خاک است. هدف از این تحقیق تولید ورمی کمپوست با استفاده از بستر کود گاوی و کرم خاکی *Eisenia foetida* و بررسی روند تغییرات پارامترهای فیزیکوشیمیایی و زیستی در فرآیند تولید ورمی کمپوست و دستیابی به تولید بهینه کود و کرم است. در طول دوره چهار ماهه تولید کمپوست، پارامترهای دما، pH، هدایت الکتریکی، درصد رطوبت، تعداد کرم و کوکون، وزن کرم و کوکون، درصد کربن، فسفر و نیتروژن اندازه‌گیری گردید. برای ارتباط بین پارامترها در روند تولید ورمی کمپوست از آزمون همبستگی با استفاده از نرم افزار spss ورژن ۲۲ استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که در شرایط مورد مطالعه، تعداد کوکون ۷/۳ برابر، وزن کوکون ۲/۷ برابر، تعداد کرم ۱/۲ برابر و وزن کرم ۲/۰۸ برابر گردید. pH محصول نسبت به کود خام یک واحد کاهش یافت و از حدود ۹ به ۸ رسید. EC[۴] محصول ۳/۴ میلی زیمنس بر سانتی‌متر، درصد کربن ۱۱/۸، میزان فسفر و نیتروژن ورمی کمپوست به ترتیب ۴/۱۸ گرم بر کیلوگرم و ۰/۲ گرم بر کیلوگرم بدست آمد. آلودگی میکروبی نیز به دلیل عبور مواد زاید آلی از دستگاه گوارش کرم‌های خاکی و تجزیه آن‌ها کاهش یافته است. با توجه به نتایج، پارامترهایی زیستی مانند تعداد کوکون، وزن کوکون، تعداد کرم و وزن کرم در طی فرآیند تولید کمپوست به طور قابل توجهی افزایش یافت. لذا برقراری شرایط فیزیکوشیمیایی و زیستی ارایه شده در این تحقیق منجر به تولید مناسب ورمی کمپوست و بهینه‌سازی تولید کرم خواهد شد.

کلمات کلیدی: ورمی کمپوست، کود گاوی، *Eisenia foetida*، پارامترهای فیزیکوشیمیایی، پارامترهای زیستی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

۲- استادیار پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

4- Electrical Conductivity

مقدمه

افزایش چشمگیر نیاز به مواد غذایی در پی افزایش جمعیت سبب تبدیل کشاورزی سنتی به صنعتی و در نتیجه افزایش مصرف روز افزون کودهای شیمیایی به منظور سرعت بخشیدن به تولید محصولات کشاورزی شده است. لذا استفاده بی رویه از کودهاو آفت‌کش‌های شیمیایی، تخریب ساختار فیزیکوشیمیایی خاک، کاهش مواد آلی خاک، تخریب محیط‌زیست و مشکلات بهداشتی برای انسان به ارمغان آورده است. یکی از روش‌های مقابله با چنین اثرات زیان‌باری در راستای اصلاح و تقویت خاک‌های کشاورزی و جلوگیری از تخریب زمین‌های کشاورزی، استفاده از ورمی کمپوست[1] به جای کودهای شیمیایی است (۱). ورمی (Vermi) معادل لاتین کلمه کرم است و تولید ورمی کمپوست نیز به فرآیندی اطلاق می‌گردد که در آن از کرم‌های خاکی برای تولید کمپوست استفاده می‌شود. در فرآیند تولید ورمی کمپوست، از طریق تجزیه مواد زاید آلی به کمک گونه‌های خاصی از کرم‌های خاکی، کود آلی بسیار مغذی، بی‌بو و با توانایی اصلاح خاک تولید می‌گردد که علاوه بر کاهش خطرات بهداشتی و محیط زیستی ناشی از زایدات آلی، سبب بازگردش مواد زاید آلی به طبیعت می‌شود. بنابراین ورمی کمپوست می‌تواند جایگزین بسیار مناسبی برای کودهای شیمیایی در صنایع کشاورزی و باغداری باشد و از مشکلات محیط‌زیستی زیادی که در نتیجه مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی ایجاد می‌شود نیز جلوگیری نماید. به طور کلی حدود ۳۰۰۰ گونه مختلف از کرم‌های خاکی وجود دارد که اندازه آن-ها از ۰/۶ تا ۳۳۰ سانتی‌متر متغیر است. طبق تحقیقات انجام شده از میان این ۳۰۰۰ گونه کرم خاکی تنها دو گونه *Eisenia foetida* و *Lumbricus rubellus* به دلیل راندمان تولید، سهولت در تکثیر و انعطاف‌پذیری بیشترین کاربرد را در تولید ورمی کمپوست دارند (۲). تاکنون در کشورمان مطالعات و تحقیقاتی در زمینه ورمی کمپوست صورت گرفته است. در شهر مشهد کاربرد فرآیند ورمی کمپوست در بازیافت زباله‌های شهری را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که زباله‌های شهری بدون نیاز به اضافه کردن هیچ گونه مواد غذایی مکمل مانند کود گاوی، می‌توانند به نحو شایانی برای تولید ورمی کمپوست مورد استفاده قرار گیرند (۳). قیصری و همکاران در سال ۱۳۸۹ تولید ورمی کمپوست در مقیاس خانگی با کرم خاکی *Eisenia foetida* را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که با استفاده از امکانات ساده در خانه، می‌توان ورمی کمپوست با کیفیت بالا و مطابق با استاندارد تولید نمود که از نظر محیط‌زیستی و اقتصادی کمک شایانی به مدیریت پسماند فسادپذیر شهری نماید (۴). Suthar در سال ۲۰۰۶ امکان بازیافت زایدات درخت صمغ که در کارخانجات تولید چسب ایجاد می‌شود را از طریق تکنولوژی ورمی کمپوست مورد مطالعه قرار داد. نتایج این تحقیق نشان داد که این ماده زاید در ترکیب با کود گاوی و خاک اره با نسبت ۶۰:۲۰:۲۰ ، برای تولید ورمی کمپوست مناسب می‌باشد (۵). Gupta و همکاران در سال ۲۰۰۷ از مخلوط بقایای نی‌های آبی با کود گاوی برای تولید ورمی کمپوست استفاده نمودند (۶). Wani و Mamta در سال ۲۰۱۳ تبدیل بیولوژیکی از زباله‌های باغ، ضایعات آشپزخانه و فضولات گاو را در ارزش افزوده محصولات با استفاده از کرم خاکی *Eisenia foetida* را مورد بررسی قرار دادند (۷). Hongو همکاران در سال ۲۰۱۳ اثر میکروارگانیسم‌های تولید کننده آنزیم (آئروموناس، باسیلوس و کلستریدیوم) در زیست توده کرم‌های خاکی *Eisenia foetida* و تولید ورمی کمپوست را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که یک رابطه همزیستی میان کرم‌های خاکی و میکروارگانیسم‌ها به وجود آمده و منجر به افزایش تولید ورمی کمپوست شده است (۸). به طور متوسط در ایران سالانه ۶ میلیون تن کود گاوی تولید می‌گردد. بسیاری کشاورزان به منظور باردهی سریع محصولات ترجیح می‌دهند از کودهای شیمیایی به جای کود گاوی استفاده نمایند؛ زیرا حداقل ۲ ماه زمان لازم است تا کود گاوی

1- Vermicompost

در محیط خاک تجزیه شود و بتواند مواد مغذی را در اختیار گیاه قرار دهد. لذا در بسیاری از موارد از کود گاوی تنها برای تولید گرما استفاده می‌شود. بنابراین معدنی سازی کود گاوی از طریق فرآیند کمپوست سازی به روش ورمی کمپوست، نه تنها سبب تولید کود آلی حاوی ترکیبات معدنی قابل جذب برای گیاه می‌گردد بلکه با عبور آرام، مداوم و مکرر مواد آلی از مسیر دستگاه گوارش کرم‌های کمپوست‌ساز اعمال خرد کردن، ساییدن، بهم‌زدن و مخلوط کردن در بخش‌های مختلف این مسیر انجام می‌شود. آغشته کردن این مواد به انواع ترشحات سیستم گوارشی مانند ذرات کربنات کلسیم، آنزیم‌ها، مواد مخاطی، متابولیت‌های مختلف ترشح شده توسط میکروارگانیسم‌های دستگاه گوارشی موادی را تولید می‌کند که خصوصیاتی کاملاً متفاوت با مواد اولیه پیدا می‌کند. لذا سرعت اثر بخشی کود ورمی کمپوست در رشد و نمو گیاهان بسیار بالا است و امروزه در دنیا رقیب جدی برای کودهای شیمیایی محسوب می‌گردد. با بررسی دقیق تحقیقات صورت گرفته در زمینه تولید ورمی کمپوست مشخص گردید که تاکنون اثر پارامترهای فیزیکوشیمیایی بر بازدهی ورمی کمپوست حاصل از کود گاوی مورد مطالعه قرار نگرفته است و لذا در روند تکامل تحقیقات قبلی هدف از این تحقیق بررسی روند تغییرات پارامترهای مختلف مانند عناصر غذایی (شامل کربن، نیتروژن، فسفر)، هدایت الکتریکی، رطوبت، pH، پارامترهای زیستی (شامل تعداد و وزن کرم و کوکون) در فرآیند تولید ورمی کمپوست از بستر کود گاوی با استفاده از کرم خاکی *foetida Eisenia* است.

مواد و روش‌ها

آماده سازی بستر

بستر مخلوطی از کرم خاکی و کود گاوی با سه پشته و یک بار تکراربود. به منظور آماده سازی بستر ورمی کمپوست، ابتدا کود گاوی نیمه پوسیده با استفاده از الک ۵ سانتی‌متری سرند گردید. سپس کود الک شده به همراه کرم خاکی *foetida Eisenia* به صورت پشته‌هایی به طول ۱۲ متر، ارتفاع ۴۵ سانتی‌متر و عرض ۱ متر (شیب طولی ۶ درصد) در مزرعه سرپوشیده با سقف شیشه‌ای آماده شدند. شکل ۱ نمایی از بستر ورمی کمپوست مورد مطالعه را نشان می‌دهد. شرایط اولیه بستر pH در حدود ۹، EC ۱۲/۴۸ میلی زیمنس بر سانتی‌متر، دما ۱۲/۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۶۰/۳ درصد بود.

شکل ۱- بستر ورمی کمپوست مورد مطالعه

نگهداری بستر

آبیاری بستر با استفاده از شبکه آبیاری قطره‌ای به صورت روزانه و در اوایل صبح (بین ساعات ۸ الی ۱۰ صبح) صورت گرفت و رطوبت بستر در حدود ۷۰-۶۰ درصد نگه داشته شد. چرا که با افزایش بیشتر رطوبت کود مرگ و میر کرم‌های خاکی افزایش می‌یافت. همچنین کاهش رطوبت باعث کاهش تنفس و ایجاد مشکل در حرکت، انتقال و دیگر فعالیت‌های کرم‌ها می‌شود. در واقع سهولت حرکت و فعالیت کرم‌ها در محیط مرطوب ایجاد می‌گردد (۹). در این مطالعه کنترل مناسب رطوبت در محدوده مورد نظر جهت تولید مناسب ورمی کمپوست صورت گرفته است. همچنین بر اساس نتایج سایر تحقیقات در این درصد رطوبت، کرم خاکی مواد غذایی مورد نیاز خود را به راحتی فراهم می‌نمایند (۱۰). آبیاری پشته‌ها تا اواسط ماه سوم ادامه داشت و با مشاهده تغییر رنگ کود از قهوه‌ای به قهوه‌ای متمایل به سیاه و همچنین تغییر فرم پشته‌ها، آبیاری متوقف گردید. بر اساس نمونه برداری‌ها و

آنالیزهای صورت گرفته در این تحقیق، فعالیت کرم‌های خاکی و تولید کوکون در دمای پایین‌تر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد به شدت کاهش می‌یافت و همچنین در دمای بیش از ۲۵ درجه سانتی‌گراد شاهد افزایش چشمگیر مرگ و میر کرم‌ها بودیم؛ لذا دمای بستر با استفاده از سیستم‌های گرمایش و سرمایش در حد مطلوب و بین ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد حفظ گردید.

اندازه گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی و زیستی

به منظور بررسی تغییرات فیزیکوشیمیایی در فرآیند تولید ورمی کمپوست به مدت ۴ ماه از پشته‌ها به صورت ترکیبی نمونه برداری شد. برای بررسی پارامترهای زیستی، نمونه‌برداری در ماه دوم و سوم صورت گرفت. در هر مرحله نمونه‌برداری، برخی از پارامترها مانند دمای پشته‌ها و وضعیت شیرابه در محل ثبت گردید. پس از هر مرحله نمونه برداری، نمونه‌ها سریعاً به آزمایشگاه منتقل و پارامترهای فیزیکوشیمیایی و زیستی مانند تراکم کرم و کوکون در بستر، وزن کرم و کوکون، pH (pH متر مدلPB-11) ، هدایت الکتریکی (هدایت سنج Mettler Toledo)، درصد رطوبت، درصد کربن با استفاده از روش تیتراسیون، فسفر و نیتروژن (به صورت نیتراتی) با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل DR 2800 اندازه گیری شدند.

برداشت ورمی کمپوست

پس از گذشت ۴ ماه کود کمپوست شده یا ورمی کمپوست برداشت شد. با توجه به اینکه روش مکانیکی روشی کم هزینه، بی‌ضرر و آسان است؛ لذا عمل برداشت ورمی کمپوست و جداسازی کرم و کود با استفاده از روش‌های مکانیکی لایه‌برداری و سرند انجام گرفت. بدین منظور توسط شن‌کش سطح بستر جدا شده و کرم‌ها برای فرار از نور خورشید به لایه-های پایین‌تر بستر مهاجرت می‌نمودند. به همین صورت هر ۳۰ دقیقه مقداری از کود رویی را برداشته تا زمانی که بستر رویی فاقد کرم خاکی باشد. به منظور جداسازی نهایی کرم و کوکون از ورمی کمپوست از دستگاه سرند دوار استفاده شد. شکل ۲ دستگاه سرند دوار را نشان می‌دهد که برای جداسازی کرم و کوکون از ورمی کمپوست استفاده گردید.

شکل ۲- دستگاه سرند دوار برای جداسازی کرم و کوکون از ورمی کمپوست

آزمون همبستگی برای مقایسه نتایج

برای مقایسه نتایج و تغییرات پارامترها در روند تولید ورمی کمپوست از آزمون همبستگی با استفاده از نرم افزار spss ورژن ۲۲ استفاده شد.

نتایج و بحث

تغییرات تراکم کرم و کوکون

در طی این فرآیند چهار ماهه تولید ورمی کمپوست در هر یک از پشته‌ها تراکم کرم خاکی در بستر افزایش یافت. با توجه به نتایج آنالیز زیستی مربوط به کرم و کوکون که در جدول ۱ آورده شده است، با گذشت زمان و طی فرآیند ورمی کمپوست تعداد کوکون ۷/۳ برابر، وزن کوکون ۲/۷ برابر، تعداد کرم ۱/۲ برابر و وزن کرم ۲/۰۸ برابر گردید. که هر چهار پارامتر دارای ارتباط معنی‌دار و همبستگی مثبت با هم بودند. رشد و تکثیر کرم و کوکون بیانگر شرایط مناسب زیستی در روند تولید ورمی کمپوست در این تحقیق بوده است. چرا که یکی از ارزش‌های اقتصادی تولید ورمی کمپوست تولید حداکثری کرم و کوکون به منظور تهیه خوراک دام و طیور و استخراج پروتئین از آن است.

جدول ۱- تعداد و وزن کرم و کوکون در یک کیلوگرم

زمان نمونه‌برداری	تعداد کوکون	وزن کوکون (گرم)	تعداد کرم	وزن کرم (گرم)
ماه دوم	۹	۰/۲۸	۱۶۴	۱۷/۸۴
ماه سوم	۶۶	۰/۷۶	۱۹۶	۳۷/۱۵

روند تغییرات میزان عناصر غذایی

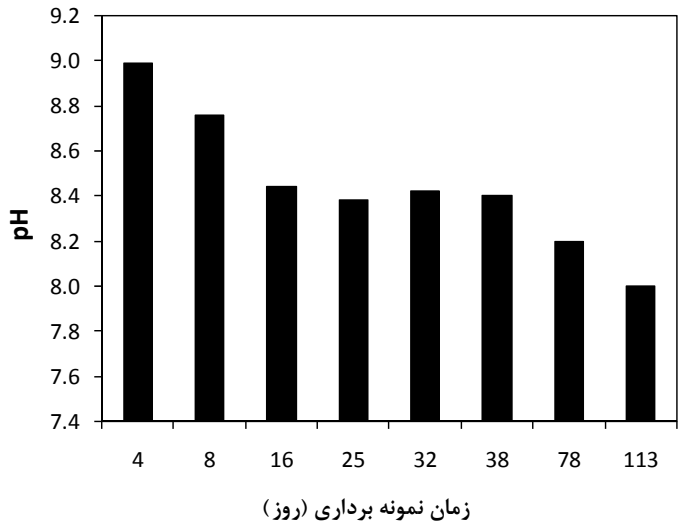
روند تغییرات عناصر از جمله کربن، نیتروژن و فسفر طی فرآیند چهار ماهه تولید ورمی کمپوست در جدول ۲ آورده شده است. در فرآیند ورمی کمپوست درصد کربن کاهش یافته و به ۱۱/۸ درصد رسیده است که دلیل آن فعالیت کرم‌های خاکی می‌باشد که برای تأمین انرژی و ماده اولیه سلول‌های جدید نیازمند کربن هستند. کربن نیز دارای ارتباط معنی‌داری و همبستگی مثبت با فسفر بود. همچنین کاهش نیتروژن ورمی کمپوست نسبت به کود گاوی را می‌توان به دلیل تأمین نیتروژن برای پروتئین‌سازی کرم‌های خاکی دانست. میزان فسفر کل در ورمی کمپوست اندازه‌گیری شده تا حدودی با تحقیق (۱۱) در مورد تولید و نقش ورمی کمپوست در کاهش آلودگی‌های محیط هم‌خوانی دارد. در صورتی که نیتروژن کمتر از نیتروژن اندازه‌گیری شده در این تحقیق بوده است. درصد کربن نیز در مقایسه با تحقیق (۱۲) در مورد تأثیر کرم‌های خاکی بر پویایی مواد غذایی در طول فرآیند ورمی کمپوست کمتر بوده است. میزان عناصر غذایی در این تحقیق در مقایسه با تحقیق (۴) نیز متفاوت بود.

جدول ۲- آنالیز عناصر غذایی در ورمی کمپوست

زمان نمونه‌برداری	درصد کربن (٪)	فسفر (گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن (گرم بر کیلوگرم)
ماه دوم	۲۰/۴۷	۵/۹۵	۰/۳۵
ماه سوم	۱۹/۶۲	۵/۷۳	۰/۰۹
ماه چهارم	۱۱/۸	۴/۱۸	۰/۲

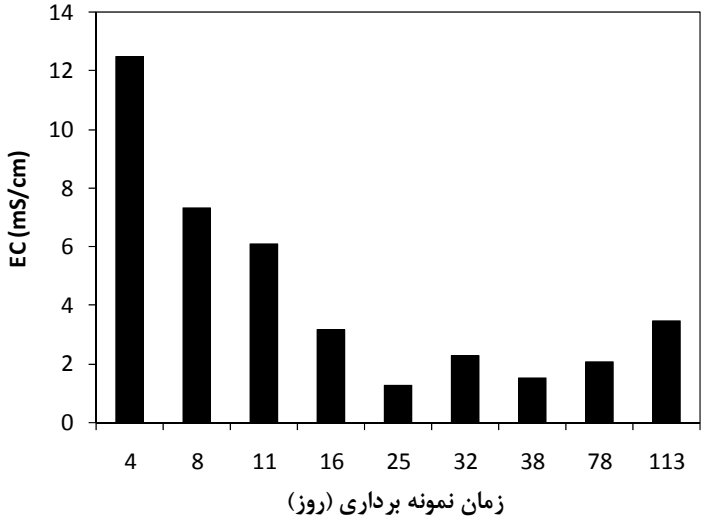
پارامترهای فیزیکوشیمیایی

در بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی بررسی شده هیچ کدام از این پارامترها دارای ارتباط معنی‌دار با هم نبودند. pH بستر طی فرآیند تشکیل ورمی کمپوست در حدود ۹ بوده است. با گذشت زمان و طی فرآیند تولید ورمی کمپوست pH کود گاوی کاهش یافته و به ۸ رسیده است. تغییرات pH طی فرآیند تولید کمپوست در شکل ۳ نشان داده شده است.



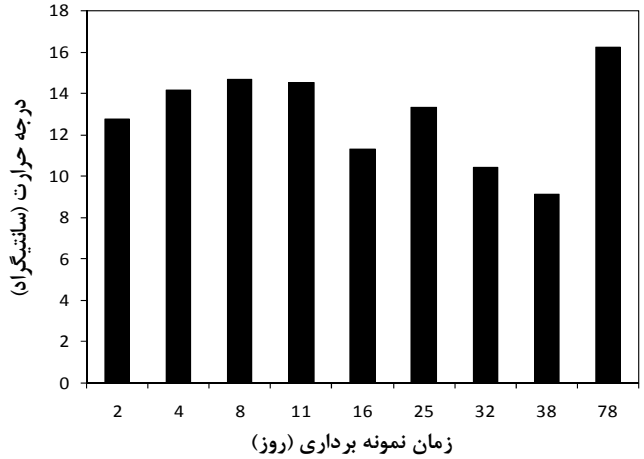
شکل ۳- تغییرات pH طی فرآیند تولید کمپوست

دلیل کاهش pH را می‌تواند تشکیل اسیدهای ضعیف طی فرآیند تثبیت مواد غذایی توسط کرم‌های خاکی دانست که Manaf و همکاران در سال ۲۰۰۹ نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. آن‌ها همچنین اظهار داشتند pH مناسب برای رشد کرم‌ها pH خنثی و در محدوده ۶/۵ تا ۸/۶ است. که در خارج از این محدوده رشد کرم‌های خاکی کاهش می‌یابد. شکل ۴ تغییرات EC طی فرآیند تولید کمپوست را نشان می‌دهد. تغییرات EC بین ۱/۲۸ تا ۱۲/۴۸ میلی زیمنس بر سانتی‌متر بوده است. هرچند طی فرآیند تولید ورمی کمپوست EC تقریباً به صورت سینوسی تغییر نموده است اما EC کمپوست تقریباً ۳/۵ برابر کمتر از EC کود خام شده است. به طوری که در طی فرآیند ورمی کمپوست به دلیل آبیاری روزانه و کاهش شوری توسط کرم‌های خاکی، EC نسبت به کود گاوی اولیه کاهش یافته و به ۳/۴۶ میلی زیمنس بر سانتی‌متر رسیده است. هرچند نوع ماده آلی اولیه به منظور تولید ورمی کمپوست اثر زیادی بر تغییرات EC دارد. به طوری که نتایج تحقیق یوسفی و همکاران در سال ۱۳۹۰ که در آن با استفاده از پسماندهای خانگی به تولید ورمی کمپوست پرداختند تغییرات EC محدود بوده است (۱۴).



شکل ۴- تغییرات EC طی فرآیند تولید کمپوست

دمای بستر ورمی کمپوست در زمان نمونه‌برداری طی فرآیند تولید کمپوست در شکل ۵ نشان داده شده است. بر اساس نمونه برداری و آنالیزهای صورت گرفته در این تحقیق، فعالیت کرم‌های خاکی و تولید کوکون در دمای پایین‌تر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد به شدت کاهش می‌یافت و همچنین در دمای بیش از ۲۵ درجه سانتی‌گراد شاهد افزایش چشمگیر مرگ و میر کرم‌ها بودیم؛ لذا دمای بستر با استفاده از سیستم‌های گرمایش و سرمایش در حد مطلوب و بین ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد حفظ گردید. با توجه به این که در این تحقیق نمونه برداری در ساعات اولیه صبح بوده است مسلماً انتظار می‌رود که در طی روز دمای پشته‌ها تا حدی بیش از اعداد گزارش شده باشد. در طی فرآیند تهیه ورمی کمپوست توسط کرم خاکی *Eisenia foetida* به علت هوادهی و نور خورشید، درجه حرارت پشته‌ها افزایش یافته است. بر اساس نتایج تحقیقات دمای مناسب برای رشد و تکثیر کرم‌های خاکی ۳۰-۱۰ درجه سانتی‌گراد است (۱۵).



شکل ۵- تغییرات دما طی فرآیند تولید کمپوست

نتیجه گیری

در تحقیق حاضر ورمی کمپوست با استفاده از بستر کود گاوی و کرم خاکی Eisenia foetida تولید و روند تغییرات فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و زیستی به منظور تولید بهینه کرم و کود آلی بررسی گردید. همبستگی بین پارامترها نشان داد که تراکم کرم و کوکون دارای ارتباط معنی‌داری با هم بودند. در بین مواد غذایی نیز کربن دارای همبستگی با فسفر بود و پارامترهای فیزیکوشیمیایی دارای ارتباط معنی‌داری با هم نبودند. با گذشت زمان و طی ۱۲۰ روز پارامترهایی زیستی مانند تعداد کوکون، وزن کوکون، تعداد کرم، وزن کرم افزایش یافته و پارامترهای فیزیکوشیمیایی مانند درصد کربن، نیتروژن، فسفر، pH، EC و رطوبت کاهش یافته است. تنها پارامتر فیزیکوشیمیایی دما در طی فرآیند ورمی کمپوست افزایش یافت که دلیل آن می‌توان فعالیت‌های کرم‌های خاکی در بستر در طی این فرآیند باشد. با گذشت زمان به دلیل آبیاری روزانه و کاهش شوری توسط کرم‌های خاکی EC کاهش یافته است. دلیل کاهش pH می‌تواند تشکیل اسیدهای ضعیف در مقایسه با ترکیبات غالب قلیایی در طی فرآیند تثبیت مواد غذایی توسط کرم‌های خاکی باشد. با توجه به نیاز کرم‌ها به عناصر غذایی در طی فرآیند ورمی کمپوست میزان فسفر، درصد کربن و نیتروژن کاهش یافته است. دلیل کاهش کربن نیازمند بودن کرم‌های خاکی به کربن برای فعالیت‌های خود، تأمین انرژی و ماده اولیه سلول‌های جدید می‌باشد. همچنین کاهش نیتروژن ورمی کمپوست نسبت به کود گاوی را می‌توان به دلیل تأمین نیتروژن برای پروتئین‌سازی کرم‌های خاکی دانست. در اواسط ماه سوم با توجه به این که رنگ کود به صورت رنگ قهوه‌ای متمایل به سیاه تبدیل شد و فرم پشته‌ها نسبت به فرم اولیه آن‌ها در هنگام تزریق کود گاوی نیمه پوسیده تغییر کرده بود، به منظور کاهش رطوبت آبیاری قطع گردید و در ماه چهارم برداشت ورمی کمپوست با استفاده از روش مکانیکی انجام شد. با عبور زایدات از دستگاه گوارش کرم‌ها و تجزیه زایدات آلودگی میکروبی کاهش یافته است. با توجه به مشاهدات و آزمایش‌های انجام گرفته می توان نتیجه گرفت که با استفاده از بستر کود گاوی و کرم خاکی foetida Eisenia می‌توان کود آلی ورمی کمپوست که مرغوب‌ترین کود آلی و فاقد آلودگی میکروبی، بی‌بو، بسیار مغذی، توانایی در اصلاح خاک، دارای ترکیبات معدنی قابل جذب برای گیاه نسبت به کود گاوی و جایگزین بسیار مناسبی برای کودهای شیمیایی باشد تولید کرد. همچنین از آلودگی محیط‌زیست که در نتیجه مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی ایجاد می‌شود نیز می‌توان جلوگیری نمود.

تشکر و قدر دانی

نویسندگان مقاله از آقای مهندس نوری و آقای مصطفی کریمی که در فراهم نمودن شرایط گلخانه کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

۱. عباسی، مهدی، خسرو منش، الهه، ۱۳۹۰، ورمی کمپوست غنی‌ترین کود آلی برای کشاورزی ارگانیک، همایش ملی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان.

2. Sharma, S., Pradhan, K., Satya, S., Vasudevan, P., 2005, Potentiality of Earthworms for Waste Management and in Other Uses – A Review, The Journal of American Science, 1(1): pp.4-16.

۳. قیصری، سعید و همکاران، ۱۳۸۹، کاربرد فرآیند ورمی کمپوست در بازیافت زباله‌های شهری (مطالعه موردی: زباله‌های شهر مشهد)، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، ۱۴ تا۱۶ اردیبهشت ۱۳۸۹، دانشگاه فردوسی مشهد.

۴. پیر صاحب، مقداد و همکاران، ۱۳۹۱، تولید ورمی کمپوست در مقیاس خانگی با کرم خاکی (Eisenia fetida). فصلنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد، سال ۱۱، شماره ۲، ص ۳۸-۴۶.

5. Suthar, S., 2006, Potentiol utilization of guar gum industrial waste in vermicompost production, Bioresource Technology, 97: pp. 2474-2477 .
6. Gupta, R., Mutiyar, P.K., Rawat, N.K., Saini, M.S., and Garg, V.K., 2007, Development of a water hyacinth based vermireactor using an epigeic aerthworm Eisenia fotida, Bioresource Technology, 98: pp.2605-2610.
7. Wani, K.A., Mamta, R.J., 2013, Bioconversion of garden waste, kitchen waste and cow dung into value-added products using earthworm Eisenia fetida, Saudi Journal of Biological Sciences, 20: pp.149–154 .
8. Hong, S.W., Lee, J.S., Chung, K.S, 2013, Effect of enzyme producing microorganisms on the biomass of epigeic earthworms (eisenia fetida) in vermicompos, Bioresource Technology, 102: pp. 6344–6347.

۹. عابدینی طرقبه، جواد، ۱۳۸۸، افزایش کیفیت کودهای آلی با استفاده از کرم‌های خاکی ایزونیا فوتیدا، سومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، انجمن مهندسی - محیط‌زیست ایران.

۱۰. جنیدی جعفری، و همکاران، ۱۳۸۴، بررسی تولید ورمی کمپوست vermicomposting، هشتمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان، ص ۱-۱۱.

۱۱. اصل هاشمی، احمد، ۱۳۸۷، تولید و نقش ورمی کمپوست در کاهش آلودگی‌های محیط‌زیستی، دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط‌زیست، دانشگاه تهران.

12. Dominguez, J., Gomez Brandon, M., 2013, the influence of earthworms on nutrient dynamics during the process of vermicomposting, Waste Management & Research, 31(8): pp.859–868.
13. Manaf, L.A., Che Jusoh, M.L., Kamil Yusoff, M., Tengku Ismail, T.H., Harun, T., Juahir, H ,.2009 , Influences of Bedding Material in Vermicomposting Process, International Journal of Biology, 1(1): pp.81-91.

۱۴. یوسفی، ذبیح الله و همکاران، ۱۳۹۰، قابلیت تولید کمپوست از پسماندهای خانگی توسط کرم‌های خاکی، مجله دانشکده علوم پزشکی بابل، دوره ۱۴، ویژه نامه ۱، ص ۳۰-۳۵.

15. Vasanthi, K., Senthilkumari, M., Chairman, K., Ranjit Singh, A.J.A., 2013, Influence of temperature on growth and reproduction of earthworm Eudrilus eugeniae. International Journal of Current Microbiology and Applied sciences, 2(7): pp. 202-206.