شناسایی گونهٔ *Eisenia foetida* بومی برخی از مناطق شمالی ایران و ارزیابی توان این گونه در تولید ورمی کمپوست

کاظم هاشمی مجد[۱]، محمود کلباسی[۱]، احمد گلچین[۲]، حسین شریعتمداری[۱]

چکیده

قابلیت کرم‌های خاکی برای بازیافت محدوده وسیعی از ضایعات آلی به خوبی شناخته شده است. معدودی از گونه‌های کرم‌های خاکی برای تولید تجاری ورمی کمپوست‌ها مناسب‌اند و از این میان دو گونه Eisenia foetida و Lumbricus rubellus در مناطق معتدله یافت می‌شوند. نمونه‌های کرم‌های خاکی از مناطق شمال و شمال‌غرب کشور و از داخل توده‌های قدیمی کود دامی و لاشبرگ‌های سطحی جمع‌آوری و در شرایط گلخانه‌ای نگه‌داری شدند. برای شناسایی گونه‌های کرم‌های خاکی از ویژگی‌های ظاهری شامل شمار حلقه‌های بدن، شماره حلقه‌های کمربند جنسی، شماره حلقه‌های برآمدگی بلوغ، رنگ بدن، ابعاد بدن کرم‌های بالغ، شکل سر و پیش دهان و شماره نخستین حلقه دارای سوراخ پشتی استفاده شد.

تمامی نمونه‌های کرم‌های کمپوستی جمع‌آوری شده، متعلق به گونه Eisenia foetida بودند. این کرم‌ها برای تولید ورمی کمپوست از کود دامی، بقایای گیاهی، لجن فاضلاب، زباله شهری، فیلتر کیک و باگاس حاصل از کارخانه‌های نیشکر قابلیت خوبی داشتند. در شرایط انکوباسیون درون کود دامی با رطوبت ۷۰ درصد وزنی و در دمای ۲ ±۲۴ درجه سانتی‌گراد، هر کرم در هفته، یک الی دو کپسول تخم تولید کرده و در هر کپسول تخم دو الی هفت عدد نوزاد کرم وجود داشت. در طی فرآیند تولید ورمی کمپوست، نسبت کربن به نیتروژن مواد کاهش یافت که نشان‌دهنده پیشرفت تجزیه مواد و پایداری بیشتر ورمی کمپوست تولید شده‌است.

واژه‌های کلیدی: کرم‌های کمپوستی، Eisenia foetida، ورمی کمپوست، ضایعات آلی

مقدمه

خاک محیط زندگی انواع مختلفی از جانوران است و کرم‌های خاکی بیش از نیمی از وزن جانوران خاک را تشکیل می‌دهند. از لحاظ طبقه‌بندی، کرم‌های خاکی متعلق به شاخه Annelida، راسته Haplotaxina، رده Clitellata و زیر رده Oligochaeta هستند (۱۲). در این شاخه حدود ۱۸۰۰ گونه کرم خاکی متعلق به پنج خانواده وجود دارد. کرم‌های خاکی که در مناطق آمریکای شمالی، اروپا و آسیای‌غربی یافت

۱. به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و استادیار خاک‌شناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. دانشیار خاک‌شناسی، دانشگاه زنجان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.6.6]

می‌شوند، اغلب متعلق به خانواده Lumbricidae هستند. در این خانواده حدود ۲۲۰ گونه کرم خاکی وجود دارد. مهم‌ترین کرم‌های خاکی در خانوادهٔ Lumbricidae متعلق به جنس Lumbricus است. در این جنس، گونه‌های بسیاری مانند کرم‌های شبنم (Dew worms) (*L. trerrestris*) که در خاک‌های مرتعی مناطق مرطوب یافت می‌شوند و کرم‌های قرمز(*L. rubellus*) که در توده‌های کود دامی یافت می‌شوند، وجود دارد.

جنس دیگر در این خانواده *Eisenia* است که گونه‌های مهم این جنس، کرم‌های ببری (*E. foetida*) و کرم‌های ببری قرمز(*E. anderi*) هستند (۵). بسیاری از گونه‌های کرم‌های خاکی برای تولید ورمی کمپوست استفاده شده‌اند، ولی فقط دو گونه *L. rubellus* و *E. foetida* به‌دلیل مقاومت به تغییر شرایط محیطی و سرعت زیاد تغذیه و تکثیر، در واحدهای بزرگ تجاری پرورش داده می‌شوند (٤). گونه‌های مهم دیگری که در بازیافت ضایعات آلی به‌کار برده شده‌اند شامل کرم‌های بزرگ آفریقایی (*Euderilus eugeniae*) و کرم‌های آبی هندی(*Perionyx excavatus*) هستند که بومی مناطق گرم آسیا و آفریقا بوده و در دماهای پایین از بین می‌روند (۹). گونه کرم شبنم اروپایی (*Denderobaena veneta*) بیشتر برای طعمهٔ ماهی پرورش داده می‌شود.

سایر گونه‌هایی که در توده‌های کمپوست یافت می‌شوند از اهمیت کمتری برخوردارند و در بعضی از مواقع به صورت مخلوط با دو گونه اصلی ذکر شده به‌کار می‌روند (٤). دو گونه *E. foetida* و *E. anderi* تمایل کمی به زندگی درون خاک دارند، در حالی‌که *L. rubellus* در خاک کانال ایجاد کرده، کپسول‌های تخم و فضولات خود را در خاک می‌گذارد و در فصول سرد در عمق ۰/۴۵ متری خاک به شکل گلوله غیرفعال در می‌آید (۱). کرم‌های خاکی براساس محیط زیست ترجیحی خود معمولاً به سه گروه Epigeic، Endogeic و Anecic تقسیم‌بندی می‌شوند (۱۰). کرم‌های کمپوستی در توده‌های کود دامی قدیمی و لاشبرگ‌های سطحی زندگی می‌کنند و جزو کرم‌های Epigeic هستند (۵).

سرعت تکثیر کرم‌های کمپوستی بسیار زیاد است و تکثیر از طریق جنسی وتخم‌گذاری صورت می‌گیرد. بین گونه‌های کرم‌ها از نظر سرعت تکثیر تفاوت زیادی وجود دارد. برای سرعت تکثیر کرم‌ها، ارقام متفاوتی در منابع ذکر شده است. ادوارد (۷) گزارش کرد که حداکثر سرعت تکثیر گونه *E. foetida* در فضولات حیوانی ۳/۸ کرم به ازای هر کرم در هفته است. رینیک و همکاران نیز رقم ۰/۳۵ به ازای هر کرم در روز را گزارش کردند (١٤). گونه *E. foetida* حدود ۹۰۰ عدد کپسول تخم در سال تولید می‌کند، در حالی‌که گونه *L. rubellus* در سال، بین ۷۹ الی ۱۰۹ کپسول تخم تولید می‌کند (۱). هر کپسول تخم حاوی ۹-۱ عدد کرم است ولی معمولاً از هرکپسول تخم ۱ الی ۲ کرم خارج می‌شود (١٤). هر چند در کرم‌های کودی گاهی تا ۱۱ عدد جنین کرم در یک کپسول تخم دیده شده است (۱۸). اسمیت اظهار داشت هر کرم از گونه *E. foetida* در مدت ۷ الی ۱۰ روز یک کپسول تخم تولید می‌کند و در هر کپسول از ۲ الی ۲۰ عدد جنین کرم وجود دارد (١٦).

با توجه به اعداد ذکر شده در صورتی که شرایط مساعد باشد، کرم‌های کودی می‌توانند با سرعت زیادی تکثیر یابند. تاملین (۱۸) گزارش کرد در شرایط کنترل نشده و در محیط بیرون، شمار کرم‌های کودی در مدت ۵۰ الی ۶۰ روز، ۲ الی ۳ برابر می‌شود، ولی حفظ شرایط مطلوب به خصوص در واحدهای تجاری بزرگ و در مدت زمان طولانی بسیار مشکل است. بنابراین میزان تکثیر کرم‌ها در محیط بیرون بسیار کمتر از محیط‌های کنترل شده است.

دما و رطوبت از مهم‌ترین عوامل محیطی موثر در تولید ورمی کمپوست هستند (۷، ۸ و۹). شرایط محیطی مطلوب تقریباً برای تمامی گونه‌های مناسب برای تولید ورمی کمپوست یکسان است. منظور از دما، دمای داخل توده کمپوست است و دمای هوا از این نظر اهمیت زیادی ندارد. دمای مناسب برای گونه‌های *Eisenia spp.* معمولاً ۲۰ درجه سانتی‌گراد است (۹) هر چند گونه *E. foetida* تحمل زیادی به تغییر دما از

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.6.6]

خـود نشـان مـی‌دهد (١٦). کرم‌های کمپوستی برای حرکت در داخـل مواد بستری و پیش‌گیری از هدر رفتن آب بدن خود نیاز به محیط مرطوب دارند ولی رطوبت بیش از حد باعث به‌وجود آمـدن شـرایط ماندابـی و نامناسـب می‌شود. کرم‌های کمپوستی قادرنـد در رطـوبت‌هـای حدود ۴۰ درصد به فعالیت خود ادامه دهنـد. رطـوبت منـاسب بـرای گـونـه *E. anderi* بیـن ۸۰ تـا ۹۰ درصـد است ولـی بیشترین سرعت رشد و تکثیر در رطـوبت ۸۵ درصـد دیده می‌شود. رطوبـت مناسب برای رشد گـونه *E. foetida*، ۷۰ الـی ۸۰ درصـد و بـرای گـونـه *P. excavatus*، ۷۶ تـا ۸۳ درصـد است (۲).

شناسـایی کـرم‌هـای خاکـی از روی ویژگـی‌هـای ظاهـری (مـرفولوژیک) کـرم‌هـای بالـغ صـورت مـی‌گیـرد، هرچند که شناسـایی از روی کپسـول‌های تخم و کرم‌های نابالغ نیز انجام مـی‌شود ولی این کار به وسایل ویژه و بهره‌گیری از باینو کولر نـیاز دارد. ویـژگی‌های لازم برای شناسایی کرم‌ها شامل: اندازه ابعـاد بـدن کـرم‌هـای بالـغ، رنگ بدن قسمت پشتی و شکمی (رنـگ بـین سـر و کمـربند جنسـی (Clitellum) از اهمـیت بیشـتری بـرخوردار اسـت)، شمارهٔ حلقه‌های کمربند جنسی و بـرآمـدگی بلـوغ (Tubercula pubertatis) (TP)، شمارهٔ حلقه حفـره‌هـای جـنسی (Genital tumessens) (GT) و الگـوی این اندام‌هاست (۱۱ و ۱۲).

کـرم‌ها از محـدوده وسیعی از مـواد آلی تغذیه می‌کـنند. از جملـه، کودهای دامی تازه (شسته شده) و نیمه پوسیده، بقایای گیاهـی، ضـایعات کارخانجـات کاغذسـازی و قند، خاک اره، ضـایعات آشپزخانه‌ای، زباله شهری و لجن فاضلاب قابل ذکر هسـتند (۸). مخلـوط نمـودن مـواد غنی ازنیتروژن مانند لجن فاضـلاب بـا بقایـای گیاهـی، باعـث افـزایش سـرعت عمـل کمپوسـت‌سـازی، ایجـاد شرایط تهویه‌ای و رطوبتی مناسب و تولـید محصـول بـا کیفـیت بهتـر می‌شود (۷ و ۹). اگر ارتفاع تـوده‌هـای تولید کمپوست بیش از ۴۵ سانتـی‌متر باشد، شرایط بـی‌هـوازی در داخـل تـوده‌هـا ایجاد شده و رشد کـرم‌ها کند خـواهد شـد. قـبل از اضـافه کردن کرم‌ها، هضم اولیه مواد در شرایط هوازی و شستشوی املاح ضروری است (۱۷).

سیستم‌های مختلـفی برای تولید ورمی کمپوست در سطوح کـوچک و بـزرگ پیشـنهاد شده است. هر یک از سیستم‌ها در شـرایط خاصی کاربرد داشته و نیاز به فن آوری ویژه‌ای دارند. سیسـتم تولـید ورمـی کمپوسـت در جعـبه (batching) بـرای مقـیاس‌هـای کـوچـک و مـنـازل مناسب بوده و طرحی ساده دارد (۱۵). سیسـتم تـوده‌ای در محـوطه بـاز (windrow) سیستمی قدیمی با فن آوری پایین بوده که برای سطوح بزرگ قابـل اسـتفاده است. در این سیستم مواد آلی در سطح زمین به صـورت تـوده‌های طویل با ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر پخش شده و کـرم‌هـای خاکـی بـه تـوده‌ها اضافه می‌شود. این سیستم نسبتاً ناکارآمـد اسـت، زیـرا مقـدار زیـادی از عناصـر غذایی در اثر تصـعید و شستشـو از دست می‌رود (۷). اشغال فضای زیاد و نـیاز به مدت زمان طولانی برای تولید ورمی کمپوست (۶ الی ۱۸ ماه) از معایب دیگر این روش است (۹).

سیستـم رآکتوری یا جریان پیـوسته (contineous flow) به هـر دو شـکل سـاده و بـا فـن‌آوری پیشـرفته وجـود دارد و مـی‌تـوانـد بـه صـورت دستی یا اتوماتیک طراحـی شود. نـوع اتوماتـیک شـامل تسمه‌های نقاله و سرندهای مخصوصی است. در ایـن سیستم جعبه‌های حاوی ورمی کمپوست روی پایه‌هایی بـالا بـرده می‌شوند. سطح پایینی جعبه‌ها مشبک است. در هنگام برداشـت، قسمت پایینی ورمی کمپوست توسط میله مخصوصی خرد شده و سرند می‌شود و مواد تازه به قسمت فوقانی جعبه‌ها اضـافه مـی‌شـود. درایـن سیسـتم سرعت تولید ورمی کمپوست زیـاد بـوده و در مدت ۳۰ روز ورمی کمپوست تهـیه مـی‌شود (۹). این سیستم نیاز به سرمایه‌گذاری زیادی دارد.

در سیستـم سینـی‌های روی هـم (tray system) ۳ عـدد از سـینی‌هـای چوبـی روی هـم قـرار می‌گیرند. نخست، مواد در سینی پایینی ریخته شده و کرم‌های خاکی اضافه می‌شوند. بعد از رسـیدن ورمـی کمپوسـت، مـواد تازه به سینی بالایی اضافه شده، کرم‌های خاکی خود به سینی بالایی برده می‌شوند، سینی پایینـی برداشـت می‌شود و روند به همین ترتیب ادامه می‌یابد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.6.6]

ایـن سیستم با وجود اشغال فضای کم و سرعت مناسب تولید ورمـی کمپوسـت، نـیاز بـه نیـروی انسـانی زیاد و تنظیم دقیق رطـوبت دارد (۲). دو سیسـتم اسـتفاده از جعـبه و توده‌ای در محوطه باز به‌خاطر نیاز کم به فن‌آوری و سهولت اجرا در این پژوهش ارزیابی شدند.

معیارهای مختلفی از جمله: تبدیل رنگ مواد بستر به قهوه‌ای تیـره، دانه‌ای شدن ساختمان مواد، کاهش فعالیت کرم‌های خاکی، کـاهش میـزان خـروج CO_2 و کاهش نسبت C:N برای رسیدگی ورمـی کمپوسـت به‌کار می‌رود. نسبت C:N کمتر از ۲۰:۱، نشان دهـنده مـرحله پیشـرفته‌ای از تثبـیت مـواد آلی و منعکس کننده درجـه مناسـبی از رسـیدگی ورمی کمپوست است (۳). هدف از انجـام ایـن پژوهش شناسایی گونه *Eisenia foetida* بومی برخی از مـناطق شـمال ایـران و ارزیابـی تـوان ایـن گـونه در تولـید ورمی‌کمپوست است.

مواد و روش‌ها

بـرای جمـع‌آوری نمـونه‌های کرم‌های خاکی به مناطق شمال، شـمال‌غـرب، مرکـز و جـنوب‌غربـی کشـور شامل استان‌های گـیلان، مازنـدران، گلسـتان، آذربایجان شرقی و غربی، اردبیل، اصـفهان، چهارمحـال بختیاری و خوزستان مراجعه شد. شمار زیـادی از کـرم‌هـای کمپوسـتی از داخل توده‌های قدیمی کود دامـی و لاشـبرگ‌هـای سـطحی و لجـن حاشـیه رودخانـه‌هـا جمـع‌آوری شـده و همـراه بـا بسـتر زیست آنها (کود دامی و لاشـبرگ) داخل گلدان‌های پلاستیکی ۳ کیلوگرمی قرار گرفته و بـه گلخانـه دانشگاه صنعتی اصفهان برده و تا زمان شناسایی در رطوبت و دمای مناسب نگه‌داری شدند.

ده عـدد کرم بالغ از هر منطقه به‌طور تصادفی انتخاب و در الکـل اتیلـیک ۷۵ درجـه تثبـیت شـدند. در زیـر باینوکولـر ویژگی‌های ظاهری کرم‌های بالغ برآورد و برای شناسایی گونه کـرم‌هـا از آنهـا بهـره‌گیـری شـد. هم‌چنین ابعاد کرم‌های بالغ، شـامل طـول و قطـر بـدن بـا کولـیس اندازه‌گیری و شمار کل حلقـه‌هـای بـدن، شـمارهٔ حلقه‌های کمربند جنسی و برآمدگی بلـوغ، شماره نخسـین حلـقه با سـوراخ پشتـی، شـکل سـر و پـیش‌دهـان (Prestomium) رنگ قسمت پشتی و شکمی بین سـر و کمـربند جنسی، ترشح مایع زرد هنگام تحریک فیزیکی ویکسان بودن رنگ دم با رنگ بدن مشخص شد (جدول ۱).

برای تخمین سرعت تکثیر کرم‌ها، نمونه‌های جمع‌آوری شده از ۴ مـنطقه بـه‌طـور تصادفی انتخاب و ۱۰ عدد کرم بالغ از هر مـنطقه، در گلـدان‌هـای یـک کیلوگرمـی پـر شـده از کود دامی پوسـیده، در سـه تکـرار قـرار داده شدند. رطوبت در حدود ۷۰ درصـد وزنـی و دمـا در ۲ ± ۲۴ درجـه سـانتی‌گراد تنظیم شد. شـمار کپسـول‌های تخم تولید شده در هفته شمرده شدند و این کـار بـه‌مـدت سـه هفـته انجام گرفت (جدول ۲). برای شمارش تعـداد جنـین‌هـای کرم، در زیر باینوکولر پوسته کپسول‌های تخم شکافته و شمار جنین‌های کرم در داخل کپسول‌ها شمرده شدند.

بـه‌مـنظور ارزیابـی قابلیت کرم‌ها در تولید ورمی کمپوست محـدوده وسیعی از ضایعات آلی شامل کاه گندم (خرد نشده) و کـود گـاوی از مزرعه لورک دانشگاه صنعتی اصفهان، پوسته شـلتوک بـرنج از بـرنج‌کـاری‌هـای اصـفهان، بـرگ درختان از محـوطه دانشگاه، لجن فاضلاب از تصفیه‌خانه جنوب اصفهان، زبالـه شـهری از کارخانـه بازیافت زباله اصفهان، فیلتر کیک و باگـاس از کارخانه نیشکر هفت تپه تهیه و در جعبه‌های چوبی به ابعاد ۳۰×۷۰ × ۴۰ سانتی‌متر ریخته شدند. رطوبت توده کود دامـی در حدود۷۰ درصد وزنی تنظیم شد. دمای گلـخانه بین ۲۰ تـا ۳۰ درجـه سـانتی‌گـراد متغیـر بـود. بعـد از شستشوی اولـیه مـواد (بـه‌جـز تـیمار کـاه گـندم) با آب لوله‌کشی شهری و خوابانـیدن مواد به مدت ۱۰ روز، ۲۰۰ عدد کرم بالغ به هر جعبه اضـافه شـد. قبل از ریختن مواد داخل جعبه‌ها، نسبت C:N تیمار کـاه گـندم بـا اسـتفاده از اوره به ۲۰:۱ کاهش یافت و تیمار لجن فاضلاب با نسبت ۱:۱ حجمی با خاک اره مخلوط شد.

بعـد از حـدود ۴ مـاه، ورمـی کمپـوست‌های تولیـد شده، برداشت و ارزیابی شدند. میزان رشد و تکثیـر کرم‌ها، کاهـش حجـم، تغییر رنگ و ماهیت مواد، به عنوان شاخصی از کارآیی تولیـد ورمی کمپوسـت به صـورت مشاهـده‌ای ارزیابـی شد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.6.6]

جدول ۱. مناطق نمونه‌برداری و ویژگی‌های مرفولوژیک نمونه‌های کرم‌های خاکی جمع‌آوری شده

نام محل	نام استان	نوع بستر در محل جمع آوری	میانگین طول بدن cm	میانگین قطربدن mm	میانگین تعداد حلقه‌های بدن	شمارهٔ حلقه‌های ابتدا و انتهای کمربند جنسی	شمارهٔ حلقه‌های ابتدا وانتهای TP
ننه کران	اردبیل	کود دامی	٤/٧	٤	٩٦	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
بهمبر	گیلان	کود دامی	٣/٢٩	٢/٧	١٠٥	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
ارجق	اردبیل	لجن حاشیه رودخانه	٤/٦٥	٣/٦	١١٢	٢٦–٣٢	٢٨–٣٠
جمادی	اردبیل	کود دامی	٣/٦٨	٣/٥	١٠٨	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
فخرآباد	اردبیل	لاشبرگ	٤/١٦	٣/٢	١٠٣	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
آغمیان سراب	آ.شرقی	کود دامی	٢/٦٩	٢/٩	٨٨	٢٧–٣٢	٢٨–٣١
انوی محله	گیلان	کود دامی	٥/٥٥	٣/٢	١٠٩	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
نصرت‌آباد	مازندران	کود دامی	٣/٤٩	٣/٧	٩٨	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
نوجه ده	اردبیل	کود دامی	٤/٥	٣/٤	١٠٠	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
قصابه	اردبیل	کود دامی	٣/٣٢	٣/٤	١٠٦	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
تازه‌آباد	مازندران	کود دامی	٣/٣٦	٣/١	١٠٨	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
قاضی محله	مازندران	کود دامی	٢/١	٢/٧	٨٤	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
ارجستان	اردبیل	کود دامی	٥/٢٦	٣/٩	١٠٦	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
خاله سرا	گیلان	کود دامی	٢/٨٤	٢/٧	٩٢	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
لوندویل	گیلان	کود دامی	٣/٩	٢/٩	١٠٤	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
یوربند	آ.شرقی	لجن حاشیه نهر آب	٤/٧	٣/٢	١٠١	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
گرجان	اردبیل	کود دامی	٣/٤٨	٣/٤	٩١	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
دورجین	اردبیل	کود دامی	٣/٢٧	٢/٧	١١٦	٢٦–٣٢	٢٨–٣١
حومه گرگان	گلستان	کود دامی	٣/١٥	٣/٣	١٠٢	٢٦–٣٢	٢٨–٣١

هم‌چنین نسبت C:N مواد اولیه و ورمی کمپوست‌های حاصل نیز برآورد گردید. درصد کربن با روش اکسیداسیون تر (Walkley Black) و درصد نیتروژن با روش کجلدال با بهره‌گیری از دستگاه اتوماتیک مدل ۲۳۰۰ Foss Tecator اندازه‌گیری شد. به‌دلیل سرعت کم فرآیند تولید ورمی کمپوست از خاک اره و پوسته شلتوک برنج، زمان برداشت ورمی کمپوست این مواد ۶ ماه در نظر گرفته شد.

امکان تولید ورمی کمپوست از کود دامی با سیستم توده‌ای (windrow) در محوطه باز با کف بتنی، بررسی شد. برای این منظور کود گاوی در توده‌هایی به عرض ۸۰ سانتی‌متر، طول ۶ متر، ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر و به فواصل یک متر انباشته شد و بعد از شستشو و خوابانیدن به مدت ۱۰ روز، کرم‌های خاکی به شمار تقریبی ۳۰۰ عدد به‌ازای هر متر طول به توده‌ها اضافه شدند. میزان رشد و تولیدمثل، تغییر ماهیت و رنگ ورمی کمپوست به‌طور مشاهده‌ای بررسی شد. بعد از حدود ۸ ماه ورمی کمپوست برداشت شد.

امکان زمستان گذرانی کرم‌های خاکی داخل توده‌های کمپوست در محوطه باز نیز بررسی گردید. به‌منظور جلوگیری از اشباع شدن توده‌ها به هنگام بارندگی، تغییرات شدید حرارتی و جلوگیری از یخ‌بستن کرم‌ها، روی توده‌ها با پلاستیک پوشانده شد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.6.6]

نتایج و بحث

در جستجوی اکتشافی که با مراجعه به مناطق روستایی و جنگلی برای یافتن کرم‌های کمپوستی در استان‌های آذربایجان غربی، اصفهان، چهارمحال و بختیاری و خوزستان صورت گرفت، کرم‌های کمپوستی یافت نشدند. در استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل در مناطقی که بارندگی سالیانه آنها بیش از ۳۵۰ میلی‌متر بود، کرم‌های کمپوستی یافت شدند ولی در مناطق خشک‌تر این کرم‌ها به‌طور طبیعی وجود نداشتند. در تمامی مکان‌های مراجعه شده در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان، کرم‌های کمپوستی در داخل لاشبرگ‌های سطحی و توده‌های قدیمی کود دامی دیده شدند.

مکان‌های جمع‌آوری و ویژگی‌های ظاهری اندازه‌گیری شده برای نمونه‌های کرم‌های خاکی در جدول ۱ نشان داده شده است. تمامی نمونه‌ها دارای کمربند جنسی حلقوی و برآمدگی بلوغ مستطیلی بودند. شکل پیش‌دهان epilobic، نخستین سوراخ پشتی بین حلقه‌های ۴ و ۵ قرار داشت. تمامی نمونه‌ها به هنگام تحریک، مایع زرد رنگ ترشح کردند و رنگ بین سر و کمربند جنسی در قسمت پشت بدن به‌صورت نوارهای متناوب زرد و قرمز بود. نواری بودن رنگ بین سر و کمربند جنسی در قسمت پشت بدن، ترشح مایع زرد رنگ و روشن بودن رنگ دم از مشخصات گونه *Eisenia foetida* است (۱۱).

با مقایسه داده‌های به‌دست آمده با اطلاعات کتاب زیست‌شناسی کرم‌های خاکی، گونه کرم‌های خاکی شناسایی شد. تمامی نمونه‌ها متعلق به گونه *Eisenia foetida* بودند (۱۱). نتایج شمار کپسول‌های تخم تولید شده توسط ۱۰ کرم در هفته در جدول ۲ نشان داده شده است. تفاوت معنی‌داری میان زمان‌های شمارش و مکان‌های جمع‌آوری وجود نداشت. دلیل آن ممکن است یکسان بودن گونه کرم‌های خاکی باشد. از ارقام جدول ۲ می‌توان به این نتیجه کلی دست یافت که هر کرم در هفته ۱ تا ۲ کپسول تخم تولید می‌کند.

شمار جنین‌های کرم در هر کپسول تخم از ۲ الی ۷ عدد بود. نتایج حاصل با ارقام گزارش شده توسط ادوارد (۷) و رینیک (۱٤) هماهنگی دارد.

اختلاط لجن فاضلاب با خاک اره باعث افزایش سرعت تکثیرکرم‌ها و فرآیند تولید ورمی کمپوست شد. این موضوع ممکن است به دلیل کاهش میزان آمونیاک تولید شده و غلظت عناصر سنگین باشد. پوسته شلتوک برنج برای کرم‌های خاکی در کوتاه‌مدت قابل استفاده نبود ولی در درازمدت پس از آن‌که توسط میکروارگانیسم‌ها عمل تجزیه به‌طور جزئی انجام شد، کرم‌های خاکی شروع به فعالیت کردند. خاک اره به‌دلیل نسبت C:N بسیار بالا، محیط بسیار مناسبی برای رشد کرم نیست. بعد از حدود ٤ ماه خوابانیدن خاک اره، کرم‌ها شروع به فعالیت کردند. سرعت رشد و تولیدمثل کرم‌های خاکی در بسترهای تهیه شده از کود دامی، فیلتر کیک نیشکر و برگ درختان نیمه پوسیده بیشتر بود و کرم‌های خاکی در مدت ٤ ماه این مواد را به ورمی کمپوست تبدیل کردند. هر چند نخست فعالیت کرم‌های خاکی در کمپوست زباله شهری کم بود، ولی پس از رفع بوی نامطبوع این کمپوست در مدت حدود یک ماه، کرم‌های خاکی فعالیت مناسبی در این ماه داشته و در مدت ٤ ماه ورمی کمپوست آماده برداشت شد.

در زمان برداشت ورمی کمپوست‌ها، فعالیت کرم‌ها کاهش قابل ملاحظه‌ای یافته بود. برای مثال شمار کپسول‌های تخم تولید شده محدود بوده و از اندازه کرم‌ها نیز کاسته شده بود. رنگ مواد به قهوه‌ای تیره یا سیاه مبدل شده و ماهیت اولیه مواد تغییر کرده بود. حجم مواد نیز نسبت به زمان شروع فعالیت کرم‌ها کاهش محسوسی داشت و کاهش حجم در مراحل انتهایی تولید ورمی کمپوست ناچیز بود.

نسبت C:N مواد اولیه و ورمی کمپوست‌های حاصل در جدول ۳ آورده شده است. به‌دلیل مخلوط کردن لجن فاضلاب با خاک اره نسبت C:N ورمی کمپوست حاصل بیش از لجن فاضلاب بود. نسبت C:N ورمی کمپوست حاصل از کاه گندم + اوره اندکی بیشتر از ۲۰ بود. عدم تبدیل سریع نیتروژن معدنی به آلی و شستشوی مقداری از نیتروژن

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.6.6]

جدول ۲. میانگین شمار کپسول‌های تخم تولید شده توسط ۱۰ عدد کرم در هفته

مکان نمونه برداری	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم
حومه گرگان	۱۲/۶۷A*	۱۲/۰۰A	۱۳/۷۶A
ننه کران اردبیل	۱۳/۰۰A	۱۲/۰۰A	۱۵/۶۷A
امیدچه اردبیل	۱۴/۶۷A	۱۳/۶۷A	۱۳/۶۷A
حومه رشت	۱۱/۳۳A	۱۰/۶۷A	۱۳/۳۳A

* میانگین‌هایی که در یک حرف بزرگ مشترک هستند با آزمون دانکن در سطح ۵٪ فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

جدول۳. نسبت کربن به ازت مواد اولیه و ورمی کمپوست‌های حاصل

مواد زاید آلی	C:N	ورمی کمپوست	C:N
پوسته شلتوک برنج	۴۳/۰۰	پوسته شلتوک برنج	۲۳/۹۱
لجن فاضلاب	۱۰/۶۹	لجن فاضلاب + خاک اره	۱۴/۷۳
زباله شهری	۲۷/۳۵	زباله شهری	۱۶/۷۶
برگ درخت	۳۳/۲۶	برگ درخت	۱۸/۸۸
کاه گندم	۷۹/۲۰	کاه گندم + اوره (۲۰=C:N)	۲۷/۰۳
خاک اره	۴۰۷/۷۰	خاک اره	۴۸/۳۰
کود گاوی	۴۹/۶۸	کود گاوی	۱۸/۴۳
فیلتر کیک نیشکر	۷۷/۳۸	فیلتر کیک نیشکر	۱۵/۵۹

اضافه شده در طول فرآیند تولید ورمی کمپوست ممکن است دلیل این امر باشد. با وجود تجزیه نسبی خاک اره توسط کرم‌ها نسبت C:N ورمی کمپوست حاصل بسیار بیشتر از ۲۰ بود. شاید مدت زمان بیشتری برای رسیدن ورمی کمپوست خاک اره لازم باشد. دامینگز و همکاران (٦) نشان دادند که اضافه کردن موادی با C:N زیاد مثل بقایای گیاهی و خاک اره به لجن فاضلاب باعث افزایش سرعت تکثیر کرم‌های خاکی و بهبود رشد گیاهان در ورمی کمپوست تولید شده می‌شود نسبتC:N مناسب برای فرآیند تولید کمپوست ۳۰ (۱۳) و ورمی کمپوست ۲۰ تا ۲۵ است (۲). مخلوط کردن خاک اره با مواد غنی از نیتروژن یا کاهش نسبت C:N با بهره‌گیری از کودهای شیمیایی باعث تسریع فرآیند تولید و بهبود کیفیت ورمی کمپوست خواهد شد. نسبت C:N سایر مواد کاهش چشم‌گیری پیدا کرده که نشان دهنده پایداری نسبی ورمی کمپوست و پیشرفت فرآیند هوموسی شدن آنهاست.

به‌شرط این‌که رطوبت به حد کافی وجود داشته باشد کرم‌های خاکی جمع‌آوری شده قادر بودند که دمای هوای حدود ۴۰ درجه سانتی‌گراد را در تابستان در محیط بیرون تحمل نمایند. در دمای حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد کرم‌ها نسبت به کاهش رطوبت تا حدود ۳۰ درصد مقاوم بودند ولی رطوبت‌های بیش از ۸۰ درصد وزنی، این دما باعث خروج کرم‌ها از توده‌های کمپوست شد. در زمستان و در محیط زیر پلاستیک، کرم‌ها دمای محیط را تا ۱۰- درجه سانتی‌گراد تحمل نمودند و بنابراین امکان ایجاد سیستم‌های تولید ورمی کمپوست در محیط باز در طول سال وجود دارد.

تحقیقات بیشتری در زمینه امکان وجود سایر گونه‌های کرم‌های کمپوستی در مناطق دیگر باید انجام شود. هم‌چنین باید سیستم‌های مختلف تولید ورمی کمپوست برای دست‌یابی به روش مناسب برای راه‌اندازی واحدهای تجاری ارزشیابی شوند.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.6.6]

منابع مورد استفاده

1. Anonymous, 1998. Earthworms Profiles, Sustainable Agriculture Research and Education Program. University of California.
2. Anonymous, 2000. Literature Review. Green Waste Technology Unit (GTU) report. Sydney, Australia.
3. Atiyeh, R. M., J. Dominguez, S. Subler and C. A. Edwards. 2000. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia anderi*, Bouche) and the effects on seedling growth. Pedobiologic 44: 709-724.
4. Baker, G. and G. Kilpin. 1992. CSIRO's Double Helix Science Club, Earthworm Identifier. CSIRO publication, East Melborn.
5. Buckerfield, J. C. 1994. Appropriate earthworms for agriculture and vermiculture. Technical report, CSIRO Australia, Division of soil. Adelaide.
6. Dominguez, J., C. A. Edwards and S. Subler. 1997. A comparison of vermicomposting and composting. Biocycle 38: 57-59.
7. Edwards, C. A. 1995. Historical overview of vermicomposting. Biocycle. 36(6): 56-58.
8. Edwards, C. A. 1998. Earthworm Ecology. Luice Press, Boca Raton, Florida.
9. Edwards, C. A. 1999. Interview with Dr. Clive Edwards. part two. Casting calls 4 (2): 3-7.
10. Edwards, C. A. and J. P. Bohlen. 1996. Biology and Ecology of earthworms, 3rd ed. Chapman and Hall, London.
11. Edwards, C. A. and G. R. Lofty. 1977. Biology of Earthworms, 2nd ed. Chapman and Hall, London.
12. Fayolle, L., H. Michand, D. Cluzeau and J. Staweiski. 1997. Influence of temperature and food source on the life cycle of earthworm *Denderobaena veneta* (*Oligochaeta*). Soil Biol. Biochem. 29(3/4): 747-750.
13. Hirell, S. S., T. Riley and G. R. Anderson. 2000. Composting. University of Arkansas, Cooperative Extension Service. Pub. No. FSA 2087.
14. Reinecke, A. J., A. A. Viljoen and R. J. Saayman.1992. The suitability of *Eudrilus eugeniae, Perionyx excavatus* and *Eisenia foetida* (*Oligichaeta*) for vemicomposting in southern Africa in the term of their temperature requirements. Soil Biol. Biochem. 24(12): 1295-1307.
15. Slocum, K. 1998. Worm composting system management. Worm Digest 21:16-18.
16. Smith, K. 1998. Practical Guide to Raising Earthworm (Basic vermiculture information). K. W. Rabbit and Worm Farm, U. S. A.
17. Subler, S., C. A. Edwards and G. Metzger. 1998. Comparing vermicomposts and composts. Biocycle, 39 (7): 63-67.
18. Tomlin, A. D. 2000. Raising Earthworms. Agriculture and Agrifood, Canada.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.6.6]