فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۳۰، پاییز ۹۳

قابلیت کرم‌های خاکی در مدیریت پسماندهای آلی

فرزاد مهرجو [1*]
farzadmehrjo@gmail.com
محسن رستاخیز [2]

چکیده

پسماندهای آلی شامل پسماند خانگی، ضایعات زراعی و باغی، ضایعات صنایع تبدیلی کشاورزی و غذایی، فضولات دامی و مرغی، فضولات انسانی، پسماند میوه و تره بار، باغات و مزارع می‌باشند. یکی از روش‌های موثر و مقرون به صرفه در مدیریت پسماندهای آلی استفاده از کرم‌های خاکی برای تولید کود ورمی کمپوست می‌باشد که علاوه بر کاهش خطرات محیط زیستی آن، روند بازگردش آن‌ها را به طبیعت به صورت کود مصرفی تسریع می‌نماید. تولید ورمی کمپوست از طریق تجزیه مواد زاید آلی به کمک گونه‌های خاصی از کرم‌های خاکی می‌باشد. به طور کلی حدود ۳۰۰۰ گونه مختلف از کرم‌های خاکی وجود دارد که اندازه آن‌ها از ۰/۶ تا ۳۳۰ سانتی‌متر متغیر است. تنها دو گونه *Eisenia foetida* و *Lumbricus rubellus* به دلیل راندمان تولید و سهولت در تکثیر بیشترین کاربرد را در تولید ورمی کمپوست دارند. با توجه به محدودیت مکان‌های مناسب دفع پسماندهای آلی و از سویی اثرات نامطلوب دفن پسماند و سوزاندن بر سلامت عمومی و محیط زیست، تولید ورمی کمپوست با استفاده از فناوری زیستی کرم‌های خاکی گزینه مناسبی برای مدیریت پسماندهای آلی می‌باشد.

کلمات کلیدی: پسماند آلی، کرم خاکی، ورمی کمپوست.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
۲- دانشجوی کارشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، واحد دهدشت.

مقدمه

رشد جمعیت و افزایش مصرف منابع در سال‌های اخیر، مساله مدیریت پسماندهای آلی را به یک بحران جدی به خصوص برای شهرهای بزرگ تبدیل کرده است. روش‌های دفن در خاکچال و سوزانش، مخاطرات جدی را برای محیطزیست به دنبال دارند. ولی این دو روش به عنوان دو روش رایج برای دفع، از حجم زیادی از پسماندها در بسیاری از کشورها استفاده می‌شوند. یکی از روش‌های موثر و مقرون به صرفه در مدیریت پسماندهای آلی استفاده از فناوری زیستی کرم‌های خاکی برای تولید کود ورمی کمپوست می‌باشد (۱). در فرآیند تولید ورمی کمپوست برای کمک به انجام فرآیند کمپوست و تبدیل پسماندهای آلی به کمپوست، از گونه‌های انتخابی کرم خاکی استفاده می‌شود. کرم‌های خاکی تولید کننده کمپوست، از مواد آلی تغذیه کرده و در اثر این فرآیند محصولی به نام ورمی کمپوست تولید می‌شود که به دلیل کیفیت بسیار بالا در بخش کشاورزی و باغداری کاربرد فراوانی دارد. با افزایش آگاهی از توانایی کرم‌های خاکی در تجزیه و کمپوست نمودن دامنه وسیعی از ضایعات و زباله‌ها، دید جهانی از صنعت تولید کرم به صنعت تولید ورمی کمپوست تغییر یافته است. از این رو در بسیاری از کشورهای جهان مانند ایالات متحده آمریکا، استرالیا و چندین کشور اروپایی صنعت ورمی کمپوست پیشرفت قابل توجهی داشته است (۲). تولید ورمی کمپوست از طریق تجزیه مواد زاید آلی به کمک گونه‌های خاصی از کرم های خاکی، کود آلی بسیار مغذی، بی‌بو و با توانایی اصلاح خاک تولید می‌گردد که علاوه بر کاهش خطرات بهداشتی و محیطزیستی ناشی از زایدات آلی، سبب بازگردش مواد زاید آلی به طبیعت می‌شود. تاکنون مطالعات زیادی برای تولید ورمی کمپوست با استفاده از کرم‌های خاکی صورت گرفته است (۳). پیر صاحب و همکاران در سال ۱۳۹۱ تولید ورمی کمپوست در مقیاس خانگی با کرم خاکی *Eisenia foetida* را مورد بررسی قراردادند و نتیجه گرفتند که با استفاده از امکانات ساده و محلی، می‌توانند ورمی کمپوست با کیفیت بالا و مطابق با استاندارد تولید نمایند که از نظر محیط-زیستی و اقتصادی کمک شایانی به مدیریت مواد زاید و جامد شهری نماید (۴). قیصری و همکاران در سال ۱۳۸۹ در شهر مشهد کاربرد فرآیند ورمی کمپوست در بازیافت زباله‌های شهری را مورد بررسی 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 (۵). 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 (۶). Guptaو همکاران در سال ۲۰۰۷ از مخلوط بقایای نی‌های آبی با کود گاوی به عنوان مواد اولیه برای تولید ورمی کمپوست استفاده کردند. نتایج نشان داد که بستر مخلوط بقایایی نی‌های آبی با کود گاوی به عموان بستر اولیه می‌تواند مفید واقع شود (۷). Bharadwaj در سال۲۰۱۰ مدیریت پسماندهای آشپزخانه را از طریق ورمی کمپوست انجام داد. نتایج نشان داد که ورمی کمپوست علاوه بر کاهش توده زباله، استفاده از کرم-های خاکی را برای پروتئین حیوانی می توانیم داشته باشیم (۸). Wani و Mamta در سال ۲۰۱۳ تبدیل بیولوژیکی از زباله‌های باغ، ضایعات آشپزخانه و سرگین گاو را در ارزش افزوده محصولات با استفاده از کرم خاکی *Eisenia foetida* را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که علاوه بر تولید ورمی کمپوست از زباله‌های ذکر شده، می‌توان مقدار زباله را نیز کاهش داد (۹). Dominguez و Brandon در سال ۲۰۱۳ تاثیر کرم‌های خاکی بر پویایی مواد غذایی در طول فرآیند ورمی کمپوست را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که فعالیت کرم‌های خاکی موجب افزایش کلسیم، پتاسیم، آهن، فسفر، روی و نیتروژن شده است (۱۰).

استفاده از کرم‌های خاکی از لحاظ اقتصادی و اجتماعی قابل دوام و قابل قبول است. لذا هدف این مقاله بررسی قابلیت کرم-های خاکی برای تولید ورمی کمپوست و مدیریت پسماندهای آلی می‌باشد.

زیست شناسی کرم خاکی

کرم‌های خاکی، موجوداتی دو جنسی (هرمافرودیت) بوده و دارای هر دو اندام تولید مثلی نر و ماده در بدنشان هستند. برای تولید مثل هر دو کرم با پیچیدن سرشان و ایجاد یک کانال پوستی موقت، اسپرم‌ها از یک کرم به کرم دیگر منتقل شده و تخم‌ها داخل حلقه برجسته که کمربند جنسی نامیده می‌شود و جایگاهی برای نگهداری تخم‌های بالغ و اسپرم‌ها است، تشکیل می‌شود (۱۱). در زمان تخم‌گذاری، کرم-های بالغ دارای یک حلقه اپیدرمی متمایز که به شکل ناحیه‌ای در آمده است و به آن Clitellum می‌گویند. کوکون‌ها دارای ساختار حلقوی و کوچک هستند که با توجه به گونه اندازه آن‌ها متفاوت است. رنگ کوکون به تدرج تغییر می‌کند. گرچه تعداد تخم بارور شده در هر محدوده کوکون از ۱ تا ۲۰ برای کرم‌های Lumbricidae است. تولید کوکون در سن ۶ هفتگی شروع و تا پایا سن ۶ ماهگی هم‌چنان ادامه دارد. در شرایط مطلوب یک جفت کرم‌های خاکی می‌توانند ۱۰۰ کوکون در ۶ هفته تا ۶ ماه تولید کنند. دوره نهفتگی کوکون در کرم‌های مناطق معتدل بین سه تا ۳۰ هفته و در کرم‌های مناطق گرمسیری یک تا ۸ هفته می‌باشد. زمان دو برابر شدن، یعنی زمانیکه جمعیت کرم‌خاکی با توجه به تعداد یا بیومس آن دو برابر می‌شود. که به نوع گونه‌های کرم خاکی، غذا و شرایط آب و هوایی وابسته است. بیشترین استفاده موثر از کرم‌های خاکی در مدیریت پسماند آلی نیاز به درک دقیق زیست شناسی از تمام دینامیک جمعیتی گونه های مفید، توانایی و مطالعه چرخه زندگی آن‌ها دارد. کرم‌های خاکی تغذیه خود را از مواد آلی، میکروارگانیسم-ها و با تجزیه موجودات بدست می‌آورند. کرم‌های خاکی که در سطح زندگی می‌کنند دارای تغذیه انتخابی هستند، درحالیکه کرم‌هایی که در عمق خاک زندگی می‌کنند فقط خاک مصرف می‌کنند. نوع و میزان کارایی مواد آلی در دسترس به اندازه کرم‌های خاکی، جمعیت، تنوع گونه‌ای، سرعت رشد و جمعیت کوکون بستگی دارد. کرم‌های خاکی خیلی گرسنه در پسماندهای آلی تغذیه می‌کنند، در حالی که تنها بخش کوچکی از سنتز بدن خود را برای دفع بخش بزرگی از پسماندهای آلی مصرف شده به یک شکل نیمه هضم استفاده می‌کنند. روده کرم‌های خاکی به دامنه وسیعی از میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌ها پناه می‌دهد. این مواد نیمه هضم شده به سرعت در حال تجزیه است و به شکل ورمی کمپوست در مدت زمان کوتاه تبدیل می‌شود (۳).

گونه‌های کرم خاکی

خاک محیط زندگی انواع مختلفی از جانوران است و کرم‌های خاکی بیش از نیمی وزن خاک را تشکیل می‌دهند. از لحاظ طبقه‌بندی، کرم‌های خاکی متعلق به شاخه Annelida، راسته Haplotaxima، رده Clitellata و زیر رده Oligochaeta هستند. کرم‌های خاکی که در مناطق امریکای شمالی، اروپا و آسیای غربی یافت می‌شوند، اغلب متعلق به خانواده Lumbricidae هستند. در این خانواده حدود ۲۲۰ گونه کرم‌خاکی وجود دارد. مهم‌ترین کرم‌های خاکی در این خانواده متعلق به جنس Lumbricus است. در این جنس، گونه‌های بسیاری مانند کرم‌های شبنم (*Lumbricus trerrestris*) که در خاک‌های مرتعی مناطق مرطوب یافت می‌شوند و کرم‌های قرمز (*Lumbricus rubellus*) که در توده‌های کود دامی یافت می‌شوند، وجود دارد. جنس دیگر این خانواده Eisenia است که گونه های مهم این جنس، کرم‌های ببری (*Eisenia foetida*) و کرم‌های ببر قرمزی (*Eisenia anderi*) هستند (۱۲). به طور کلی حدود ۳۰۰۰ گونه مختلف از کرم‌های خاکی وجود دارد که اندازه آن‌ها 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 و سهولت در تکثیر بیشترین کاربرد را در تولید ورمی کمپوست دارند (۳). گونه‌های مهم دیگری که در بازیافت پسماندهای آلی به کار 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. کرم‌های خاکی براساس محیط‌زیست ترجیحی خود معمولا به سه گروه Epigeic، Endogeic و Anecic تقسیم‌بندی می‌شوند. کرم‌های کمپوستی در توده‌های کود قدیمی و لاشبرگ‌های سطحی زندگی می‌کنند و جزو کرم‌های Epigeic هستند (۱۲).

نقش کرم‌های خاکی در تولید ورمی کمپوست

ورمی از لغت لاتین ورمیس گرفته شده که به معنی کرم‌ها می‌باشد. بنابراین ورمی کمپوست بطوریکه پیشوند این اصطلاح اشاره می‌دارد، نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرم‌های خاکی است که در نتیجه تغییر و تحول و هضم پسماندهای آلی در ضمن عبور از دستگاه گوارشی این جانوران بوجود می‌آید. بنابراین ورمی کمپوست، شامل فضولات کرم به همراه مواد آلی تجزیه شده و نیز اجساد کرم ها بوده که برای گیاه ارزش غذایی فراوانی دارد. ورمی کمپوست، تکنولوژی استفاده از انواع خاصی از کرم‌های خاکی است و توان رشد و تکثیر سریع و پتانسیل قابل توجه آن‌ها در مصرف انواع مواد آلی زاید، باعث می‌شود مواد آلی که غالباً مزاحم و آلوده کننده محیط می‌باشند را به یک کود آلی با کیفیت و ممتاز تبدیل کنند. عبور آرام، مداوم و مکرر این مواد از مسیر دستگاه گوارش کرم خاکی، همراه با اعمال خرد کردن، سائیدن، بهم زدن و مخلوط کردن که در بخش‌های مختلف این مسیر انجام می‌شود، آغشته کردن این مواد به انواع ترشحات سیستم گوارشی مانند ذرات کربنات کلسیم، آنزیم‌ها، مواد مخاطی، فرآورده‌های مختلف میکروارگانیسم‌های دستگاه گوارشی و بالاخره ایجاد شرایط مناسب برای ساخت اسیدهای هومیک، در مجموع مخلوطی را تولید می‌کند که خصوصیاتی کاملا متفاوت با موادفرو برده‌شد، پیدا کرده است. کرم‌های خاکی یکی از اجزای مهم وزن زنده خاک را تشکیل می‌دهند و در فرآیند چرخه عناصر غذایی در خاک نقش اساسی را بازی می‌کنند. کرم‌های خاکی تأثیر بسیار فراوانی در بهبود ساختمان، حاصلخیزی و باروری خاک، تخلخل و نفوذ آب، قابلیت استفاده عناصر غذایی، توزیع موجودات ریز خاک و کاهش شیوع بیماری‌های گیاهی و عملکرد مراتع دارند. ورمی کمپوست تأثیر مهمی بر قابلیت جذب عناصر در خاک دارد. این کود از عناصر ضروری برای رشد گیاه مثل نیترات، فسفر، منیزیم، پتاسیم و کلسیم تشکیل شده است و همچنین حاوی آهن، منگنز، روی، مس و بور نیز می‌باشد. مهم‌تر از همه، این که کلیه این عناصر به فرم قابل استفاده برای گیاه و محلول درآب هستند. در روده کرم‌های خاکی میلیون‌ها میکروارگانیسم که قادر به تجزیه بقایای گیاهی هستند زندگی می‌کنند. این میکروارگانیسم‌ها با تجزیه مواد آلی کودهای با کیفیت عالی حاوی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر غذایی دیگر را تولید می‌کنند که برای گیاهان قابل جذب می‌باشند. فضولات کرم‌های خاکی حاوی پنج برابر نیتروژن، یازده برابر پتاسیم، و هفت برابر فسفر، نسبت به مواد اولیه است و تعداد باکتری‌ها در فضولات کرم‌ها هزار برابر است. مهم‌ترین گونه مورد استفاده برای تولید ورمی کمپوست، *Eisenia foetida* است که به دلیل سرعت رشد، تکثیر و پتانسیل کافی برای مصرف انواع مواد آلی زاید می‌باشد. غذای کرم‌ها می‌تواند خرده‌های کاغذ و مقوا، خرده برگ‌های درختان، ساقه گندم و بقایای گیاهی، علف‌های هرز دریایی و خاک اره، پیت اسفنجی، کمپوست و کود دامی پوسیده شده باشد. کرم‌ها در شرایط مناسب سریعا تکثیر می‌یابند و از مواد غذایی استفاده می‌کنند. بعد از حدود هشت تا دوازده هفته، بسترها تیره رنگ شده و با مواد زاید کرم‌ها مخلوط می‌شود و رنگ آن کمی متمایل به قهوه‌ای می‌شود. ورمی کمپوست تولید شده نسبت به مواد اولیه غنی می‌باشد. گیاهان کاشته شده در خاک‌های مخلوط شده با ورمی کمپوست عملکرد بیشتری داشته‌اند و عکس العمل گیاهان مختلف، متفاوت بوده است (۱۱).

نقش ورمی کمپوست در مدیریت پسماندهای آلی

مدیریت مطلوب پسماندهای خانگی، شهری و صنعتی با توجه به حجم بالای تولید روزانه آن‌ها در تمامی کشورها از اهمیت ویژه‌ای به خصوص از دیدگاه محیط‌زیستی و بهداشتی برخوردار است. با توجه به محدودیت مکان‌های مناسب دفع انواع پسماندها و از سویی اثرات نامطلوب دفن پسماند و سایر روش‌های حذف و یا کنترل پسماندها بر سلامت عمومی و محیط‌زیست، حرکت در جهت مدیریت بهینه آن‌ها با نگاهی به توسعه پایدار از اهداف اصلی جوامع توسعه یافته و در حال توسعه می‌باشد. در این راستا با استفاده از کرم خاکی و ایجاد ورمی کمپوست تولید کمپوست به طریق بیوتکنولوژ ی از کلیه منابع آلی از جمله پسماندهای خانگی، ضایعات کشاورزی، لجن تصفیه فاضلاب و غیره صورت می‌گیرد. در فرآیند تولید ورمی کمپوست از پسماند یک کود آلی بسیار مغذی تولید می‌گردد که علاوه بر کاهش خطرات محیط زیستی آن، روند بازگردش آن‌ها را به طبیعت به صورت کود مصرفی تسریع می‌نماید. در فرآیند تولید ورمی کمپوست روزانه امکان تبدیل ۵۰۰ کیلوگرم پسماند در هر متر مربع با ضریب تبدیل ۹۰ درصد، به ورمی کمپوست وجود دارد (۲). پسماندهای کشاورزی، باغبانی، فضولات حیوانی، بستر کرم ابریشم، زیست توده گیاهی (لاشبرگ)، علف‌های هرز، غذاهای اسیدی، تند و خراب آشپزخانه و ضایعات شهری را پس از بین بردن مواد زاید غیر قابل تجزیه مانند شیشه، پلاستیک، لاستیک و فلز را می‌توان به ورمی کمپوست تبدیل کرد (۳).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این مقاله به شرح زیر می‌باشد:

۱. استفاده از کرم‌های خاکی برای تولید کود ورمی کمپوست یک روش موثر و مقرون به صرفه در مدیریت پسماندهای آلی نسبت به روش های دفن و سوزاندن می‌باشد.
۲. نوع و میزان کارایی مواد آلی در دسترس برای تبدیل به ورمی کمپوست به اندازه کرم‌های خاکی، جمعیت، تنوع گونه‌ای، سرعت رشد و جمعیت کوکون بستگی دارد.
۳. تولید ورمی کمپوست از طریق تجزیه مواد زاید آلی به کمک گونه‌های خاصی از کرم‌های خاکی از جمله *Eisenia foetida* و *Lumbricus rubellus* ، کود آلی بسیار مغذی، بی‌بو و با توانایی اصلاح خاک تولید می‌گردد که سبب کاهش خطرات بهداشتی و محیط‌زیستی ناشی از پسماندهای آلی می‌شود.
۴. دو گونه کرم خاکی *Eisenia foetida* و *Lumbricus rubellus* به دلیل راندمان تولید، سهولت در تکثیر و انعطاف‌پذیری بیشترین کاربرد را در تولید ورمی کمپوست دارند برای مدیریت پسماندهای آلی دارند.
۵. پسماندهای آلی از جمله خانگی، کشاورزی، باغبانی، فضولات حیوانی، بستر کرم ابریشم، زیست توده گیاهی (لاشبرگ)، علف‌های هرز و ضایعات شهری را پس از بین بردن مواد زاید غیرقابل تجزیه مانند شیشه، پلاستیک، لاستیک و فلز را می‌توان به ورمی کمپوست تبدیل کرد.
۶. با توجه به محدودیت مکان‌های مناسب دفع پسماندهای آلی و از سویی اثرات نامطلوب دفن پسماند و سوزاندن بر سلامت عمومی و محیط‌زیست، حرکت در جهت مدیریت بهینه آن-ها با نگاهی به توسعه پایدار از اهداف اصلی جوامع توسعه یافته و در حال توسعه می باشد، تولید ورمی کمپوست با استفاده از فناوری زیستی کرم‌های خاکی می‌تواند برای مدیریت پسماندهای آلی مناسب باشد.

منابع

۱. فاطمی، محمد حسین، شایگان، جلال،۱۳۸۹، بررسی فرایند پوسش کرمی پسماندهای آلی با کرم

آیزینا فئوتیدا در بسترهای مختلف (مطالعه موردی: میدان میوه و تره بار جلال آل احمد تهران).محیط شناسی، سال سی و ششم، شمارۀ ۵۵، ص ۳۷-۴۲.

۲. صفرخانلو، لیلا، ترکمانی بجدنی، حسین، ۱۳۸۶، تولید ورمی کمپوست : روش نوین مدیریت پسماندها، سومین همایش ملی مدیریت پسماند، تهران، سازمان شهرداری‌ها و دهداری‌های کشور، سازمان حفاظت محیط زیست.ص۱-۱۰.

3. 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.

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.

۵. قیصری، سعید و همکاران،۱۳۸۹. کاربرد فرآیند ورمی کمپوست در بازیافت زباله‌های شهری (مطالعه موردی: زباله‌های شهر مشهد). پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران. ۱۴ تا 16 اردیبهشت ۱۳۸۹ . دانشگاه فردوسی مشهد.ص۱-۱۲.

6. Suthar ،S.2006.Potentiol utilization of guar gum industrial waste in vermicompost production.Bioresource Technology. 97:pp. 2474-2477.

7. Gupta ،R. ،Mutiyar ،P.K. ،Rawat ، N.K. ،Saini ،M.S. ،Garg ،V.K.2007. Development of a water hyacinth based vermireactor using an epigeic aerthworm *Eisenia fotida.* Bioresource Technology. 98:pp. 2605-2610.

8. Bharadwaj ، A.2010. Management of Kitchen Waste Material through Vermicomposting. Asian J. Eep. Biol. Scl., Vol 1 (1): pp.175-177.

9. 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.

10. Dominguez، J. ،Brandon ،M.G.2013. The influence of earthworms on nutrient dynamics during the process of vermicomposting. Waste Management & Research. 31(8): pp. 859–868.

۱۱. یحیی آبادی، مجتبی،۱۳۸۶، استفاده از کرم های خاکی در تولید ورمی کمپوست (مسائل و مشکلات).تهران. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران : نیم قرن مصرف کود.ص۱-۸.

۱۲. هاشمی مجد، کاظم،۱۳۸۲، شناسایی گونه *foetida Eisenia* بومی برخی از مناطق شمالی ایران و ارزیابی توان این گونه در تولید ورمی کمپوست.علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی.سال هفتم.شماره چهارم.ص۶۱-۶۸.