

به نام آن که هستی نام از او یافت

فناوری تولید کود از کرم خاکی

(ورمی کمپوست)

مؤلف:

مهندس رضا سرلاک

تقدیم به

پدر و مادر و همسر

عزیزتر از جانم

که به لطف الهی

موفقیت های زندگی ام را اولادار حضور سبز و پربرکت ایشان می دانم.

در ادامه از افرادی که من را در نوشتن این کتاب راهنمایی کردند، کمال تشکر و قدردانی

را دارم، همچنین به تمامی مهندسين اين مرز و بوم که برای عمران و آبادانی این

مملکت تلاش می کنند خدا قوت عرض می کنم.

فهرست

XVII	..... سخنی با خوانندگان
XVIII	..... پیشگفتار
۱	..... فصل اول
۱	..... هدف از صنعت پرورش کرم
۱	..... فواید کرم خاکی
۲	..... افزودن این کرم‌ها به صورت کرم زنده و فعال به خاک
۳	..... تولید ورمی کمپوست به عنوان یکی از مناسب‌ترین کودهای کشاورزی
۴	..... تولید کرم به صورت خشک و منجمد برای تغذیه دام و طیور و موجودات آبی
۴	..... کرم خاکی بهترین غذا برای ماهی
۵	..... کاربرد کرم‌ها در تولید مواد آرایشی و بهداشتی
۶	..... کاربرد کرم‌ها در علم پزشکی
۶	..... مصرف پروتئینی انسانی

۶	مزایای صنعت پرورش کرم خاکی
۶	هزینه کم جهت اجرا و ارزش افزوده بالا
۷	بهره برداری زود و سریع
۷	اشتغال زایی (در شهر و روستا)
۷	تولید ورمی کمپوست به عنوان یک کار جانبی
۷	محدودیت‌ها
۹	فصل دوم
۹	مواد آلی و ورمی کمپوست
۹	فواید مواد آلی
۱۱	کود های دامی، معایب و محاسن
۱۲	ورمی کمپوست
۱۳	خواص ورمی کمپوست
۱۴	مواد اولیه برای تهیه کمپوست
۱۵	استفاده از زباله جهت تولید ورمی کمپوست
۱۷	عناصر موجود در ورمی کمپوست
۲۲	تاثیر ورمی کمپوست بر روی گیاهان مختلف
۲۴	تاثیر ورمی کمپوست در افزایش گیاهان
۲۵	تاثیر ورمی کمپوست در افزایش ریشه
۲۵	تاثیر ورمی کمپوست در ضخامت و کلفتی ساقه گیاهان
۲۵	تاثیر ورمی کمپوست بر اندازه گل‌ها
۲۶	تاثیر ورمی کمپوست در سرعت رشد و نمو گل و گیاه

نتیجه.....	۲۶
مقدار مصرف ورمی کمپوست.....	۲۶
فصل سوم.....	۲۸
شرایط نگهداری کرم‌ها و تولید ورمی کمپوست.....	۲۸
مشخصات کرم خاکی.....	۲۸
ویژگی های کرم (<i>Eisenia fetida saviny</i> (Lumbricidae).....	۲۸
عوامل تاثیرگذار در رشد و تولیدمثل کرم‌ها.....	۳۰
نسبت کربن به نیتروژن.....	۳۰
درجه حرارت.....	۳۲
رطوبت.....	۳۳
اسیدیته.....	۳۴
تهویه بستر رشد کرم‌ها.....	۳۵
تاریکی.....	۳۶
فصل چهارم.....	۳۸
فرایند تولید.....	۳۸
دستگاه خردکن.....	۳۹
کف بستر.....	۴۰
افزودنی‌ها.....	۴۰
مراقبت از بستر پرورش.....	۴۰
مسقف کردن.....	۴۰
روش‌های پرورش کرم خاکی.....	۴۱

۴۱	پرورش کرم خاکی به روش بارت
۴۲	طرح انبارک دوتایی برای پرورش کرم خاکی
۴۳	انواع کف بستر برای تولید کرم خاکی
۴۴	سیمانی
۴۶	جعبه‌ای
۴۸	روش دو جعبه‌ای
۴۹	بشکه کوچک
۴۹	بشکه بزرگ
۵۰	مخزن سه محفظه‌ای
۵۱	سیستم های تجاری تهیه ورمی کمپوست (مقیاس بزرگ)
۵۱	سیستم های راکتوری
۵۲	انواع سطل‌های ورمی کمپوست در کشورهای پیشرفته
۵۳	ساخت یک سیستم بازیافت خانگی با استفاده از کرم خاکی
۵۵	غلتنکی
۵۶	مش
۵۸	سفال
۵۸	گونی
۵۸	آسفالت
۵۹	هزینه کف بسترها
۵۹	معایب و مزایای هر کدام از کف بسترها
۶۱	فصل پنجم

۶۱	پرورش نوین کرم خاکی
۶۱	ورمی کالچر
۶۱	ورمی تکنولوژی
۶۲	تفاوت بین ورمی کمپوستینگ و ورمی کالچر
۶۳	تفاوت الگوی سرباز و سرپوشیده
۶۳	الگوی سرباز
۶۴	الگوی سرپوشیده
۶۴	تل بندی
۶۵	ناپیوسته
۶۵	پیوسته
۶۶	تزریق کرم خاکی
۶۷	تولیدمثل
۷۰	پرور بندگی کرم خاکی
۷۰	بسته بندی و انبار کردن
۷۲	فصل ششم
۷۲	کرم‌های خاکی و تغذیه آنها
۷۳	تغذیه‌ی کرم‌ها
۷۶	غذاهای قابل قبول برای کرم‌ها
۷۷	غذاهای غیر قابل قبول برای کرم‌ها
۷۷	مواد بستر
۷۹	روش نگهداری کرم‌های خاکی در بسته‌های پرس شده گاه

۸۱	پسماندها کشاورزی و جنگلی
۸۱	ضایعات صنعتی
۸۲	مواد اصلاح کننده معدنی در تولید ورمی کمپوست
۸۴	فصل هفتم
۸۴	جداسازی کرم از ورمی کمپوست
۸۵	جمع آوری کرمها از طبیعت
۸۵	تخمین جمعیت کرمهای خاکی در تل
۸۵	جمع آوری کرمها در مزرعه
۸۷	اهداف جداسازی
۸۷	انواع روشهای جداسازی
۸۸	ریختن مواد غذایی پوسیده در کنار بستر کرمها
۸۸	استفاده از کود دامی پوسیده
۸۸	استفاده از نور
۸۹	روش الکتریکی
۸۹	استفاده از سرندها و غربال
۹۰	سرندها
۹۱	سرندها چند مرحله ای
۹۲	غرقاب
۹۲	روش جدا کردن کرمهای مسن
۹۳	جمع آوری کرم های خاکی از خاک
۹۴	فصل هشتم

مشکلات پیش رو در تولید ورمی کمپوست	۹۴
واکنش در مقابل عوامل نامساعد	۹۴
فرار کرم خاکی از تل	۹۷
آفات و بیماری‌های کرم خاکی	۹۸
مگس سرکه	۹۸
مایت ها	۹۹
مایت های قهوه ای یا سفید	۱۰۰
مایت های قرمز	۱۰۰
مورچه	۱۰۰
کرم های سفید	۱۰۰
دیگر آفات	۱۰۱
فصل نهم	۱۰۳
نکات کاربردی در تولید ورمی کمپوست	۱۰۳
عمده فروشی، خرده فروشی و به طور کلی ترویج، توزیع، فروش و حمل و نقل محصولات مربوط به پرورش کرم ...	۱۰۳
فراوری و بسته‌بندی کود	۱۰۳
ساخت تجهیزات تولید و برداشت ورمی کمپوست	۱۰۳
ریسک‌های مرتبط با این صنعت	۱۰۴
ریسک خرید	۱۰۴
ریسک تولید	۱۰۵
ریسک فروش	۱۰۵
مزایای صنعت پرورش کرم	۱۰۵

۱۰۵.....	تهدیدها.....
۱۰۷.....	راه‌حل‌های پیشنهادی برای رفع تهدیدها.....
۱۰۸.....	فصل دهم.....
۱۰۸.....	رابطه‌ی این صنعت با انرژی و اقتصاد.....
۱۰۸.....	انرژی.....
۱۰۸.....	انرژی ورودی و خروجی.....
۱۰۹.....	انرژی تولید.....
۱۱۰.....	انرژی مصرفی.....
۱۱۰.....	انرژی‌های مستقیم و غیر مستقیم.....
۱۱۱.....	محتوای انرژی نهاده‌های مصرفی.....
۱۱۳.....	انرژی نیروی انسان.....
۱۱۴.....	انرژی آب.....
۱۱۴.....	محاسبه اقتصاد.....
۱۱۵.....	فصل یازدهم.....
۱۱۵.....	ورمی کمپوست مایع.....
۱۱۵.....	ورمی کمپوست مایع.....
۱۱۵.....	چای کمپوست.....
۱۱۵.....	روش‌های کاربرد چای کمپوست.....
۱۱۶.....	روش تولید چای کمپوست.....
۱۱۷.....	ورمی واش.....
۱۱۹.....	فصل دوازدهم.....

۱۱۹.....	طرح توجیهی اقتصادی پرورش کرم خاکی و تولید ورمی کمپوست
۱۱۹.....	اهداف طرح.....
۱۱۹.....	ماهیت طرح.....
۱۲۰.....	ویژگی های محصول نهایی
۱۲۰.....	فرصت ها.....
۱۲۱.....	نیازمندی های طرح.....
۱۲۲.....	مشتریان اصلی این محصول
۱۲۲.....	رقابت در این صنعت
۱۲۳.....	قیمت گذاری و فروش
۱۲۳.....	تبلیغات.....
۱۲۴.....	طرح مالی.....
۱۲۴.....	هزینه ها.....
۱۲۵.....	درآمدها.....
۱۳۲.....	جمع بندی و نتیجه گیری
۱۲۷.....	منابع.....

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱ تاثیر کرم‌های خاکی برای تهویه‌ی خاک ۳
- شکل ۲ موارد مصرف کرم خاکی ۴
- شکل ۳ کرم خاکی قرمز رنگ ۱۱
- شکل ۴ آناتومی بدن کرم خاکی ۲۹
- شکل ۵ ایجاد پایه برای تهویه از زیر ۳۶
- شکل ۶ کف بستر سیمانی ۴۵
- شکل ۷ مخزن سیمانی ۴۵
- شکل ۸ مخزن سیمانی ۴۶
- شکل ۹ سبذ استفاده شده ۴۷
- شکل ۱۰ جعبه‌ای (سبذی) ۴۸
- شکل ۱۱ جعبه دو قسمتی ۴۹
- شکل ۱۲ روش بشکه‌ای ۵۰
- شکل ۱۳ مخزن سه محفظه‌ای ۵۱
- شکل ۱۴ انواع سبدهای خانگی برای پرورش کرم ۵۳
- شکل ۱۵ سطل خانگی ۵۴
- شکل ۱۶ خاک کوبیده شده در روش غلتکی ۵۶
- شکل ۱۷ روش مش ۵۷
- شکل ۱۸ مش استفاده شده ۵۸
- شکل ۱۹ ورمی کالچر ۶۲
- شکل ۲۰ الگوی روباز ۶۴
- شکل ۲۱ تل بندی ۶۶
- شکل ۲۲ تل بندی و تزریق کرم خاکی ۶۷

- شکل ۲۳ چرخه تولیدمثل ۶۸
- شکل ۲۴ تولیدمثل کرم خاکی ۶۹
- شکل ۲۵ تخم کرم خاکی ۶۹
- شکل ۲۶ کنسرو کرم خاکی ۷۱
- شکل ۲۷ بسته‌بندی یک کیلویی و سه کیلویی ۷۲
- شکل ۲۸ تولید آزمایشی ورمی کمپوست پنبه دانه، علف‌های هرز، باگاس، دستمال کاغذی، تفاله چغندر قند و... .. ۷۵
- شکل ۳۰ بسترسازی با پرس‌های کاه و کلش ۷۹
- شکل ۳۱ نحوه‌ی آب‌پاشی ۸۰
- شکل ۳۲ بستر پرس کاه ۸۱
- شکل ۳۳ بستر مکانیزه با جداساز متحرک ۸۷
- شکل ۳۴ سرند دوار ۹۰
- شکل ۳۵ سرند دوار ۹۱
- شکل ۳۶ سرند ورمی کمپوست ۹۲
- شکل ۳۷ فرار کرم خاکی از تل ۹۸
- شکل ۳۸ حیوانات مشکل‌ساز برای کرم خاکی ۱۰۲
- شکل ۳۹ کرم خاکی ۱۰۴
- شکل ۴۰ ورمی‌واش در افشانه ۱۱۸

فهرست جدول‌ها

جدول ۱	غلظت عناصر غذایی در ورمی کمپوست و کود دامی	۱۷
جدول ۲	مقایسه‌ی کمپوست و ورمی کمپوست	۱۷
جدول ۳	ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست	۱۹
جدول ۴	نسبت کربن به نیتروژن مواد اولیه در تولید ورمی کمپوست	۳۱
جدول ۵	مواد غذایی مناسب برای کرم‌ها و نسبت کربن و نیتروژن آن‌ها	۳۱
جدول ۶	پاسخ کرم ایزینیا فتیدا در برابر تغییرات اسیدیته	۳۴
جدول ۷	مقایسه‌ی کف بسترها	۶۰
جدول ۸	خصوصیات شیمیایی مواد مصرفی برای تولید ورمی کمپوست	۷۳
جدول ۹	خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست تولید شده از مواد جدول قبل	۷۴
جدول ۱۰	خصوصیات کمپوست‌های حاصل از ضایعات گیاهی	۷۵
جدول ۱۱	مواد قابل استفاده برای ورمی کمپوست	۸۲
جدول ۱۲	خصوصیات شیمیایی انواع کودهای دامی بر حسب درصد وزن خشک	۸۲
جدول ۱۳	خصوصیات شیمیایی برخی از کودهای دامی در هندوستان	۸۳
جدول ۱۴	برخی مشکلات رایج در تولید ورمی کمپوست	۹۵
جدول ۱۵	خوراک کرم به صورت پودر بر حسب درصد	۱۰۹
جدول ۱۶	محتوای انرژی نهاده‌ها در ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی	۱۱۱
جدول ۱۷	هزینه زمین و ساختمان	۱۲۶
جدول ۱۸	هزینه تاسیسات	۱۲۶
جدول ۱۹	هزینه تجهیزات در مدل مکانیزه	۱۲۶
جدول ۲۰	هزینه حقوق و دستمزد پرسنل	۱۲۷
جدول ۲۱	هزینه مواد اولیه و قطعات مصرفی سالانه	۱۲۷
جدول ۲۲	هزینه استهلاک سالیانه طرح	۱۲۸
جدول ۲۳	هزینه نگهداری و تعمیرات سالانه	۱۲۹

جدول ۲۴ بررسی هزینه نهاده های مصرف شده در تولید کود ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی در کف بستر سیمانی و روش دستی ۱۳۰

سخنی با خوانندگان

در این کتاب سعی شده به تولید پرورش کرم خاکی به صورت بومی سازی پرداخته تا به ابهاماتی که در این صنعت برای تولیدکنندگان بوجود می آید، پاسخ داده شود و به خوانندگان عزیز مطلب را به صورتی برسانند که صرفه‌ی اقتصادی و بهینگی انرژی را داشته باشد و خواننده را ترغیب کند که به دنبال این صنعت برود، در ضمن علم و عمل با هم ترکیب شده تا این صنعت کاربردی به نظر برسد.

در سامانه‌ی تولید ورمی کمپوست دو محصول کرم و ورمی کمپوست از اهمیت بسزایی برخوردار هستند. برای تولید این دو باید به دو عامل اساسی کف بستر پرورش کرم و جداسازی کرم توجه شود. در فاکتور کف بستر انرژی نیروی انسانی، آب، مقدار کرم خاکی، هزینه ساخت و در فاکتور روش‌های جداسازی انرژی نیروی انسانی، تلفات کرم خاکی، مدت زمان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

اگر کسی بخواهد وارد صنعتی شود ابتدا چند سوال به ذهنش می‌رسد: این صنعت را چطور باید راه‌اندازی کرد؟ این صنعت سودآور است؟ هدف از این صنعت چیست؟ قدرت ریسک‌پذیری در این صنعت چقدر است؟ و سؤالاتی از این قبیل

تکمیل کننده‌ی این کتاب چند حلقه دی وی می‌باشد، که مطالب کاربردی این کتاب را از ابتدا تا انتها به صورت عملی شرح داده است، برای سفارش این دی وی دی‌ها به وبسایت رسمی شرکت تعاونی کوار مراجعه شود: www.vermi.ir

به امید آنکه مردم کشور ایران بتوانند قدر این نعمت خدادادی را بدانند تا ضمن سودآوری اقتصادی، خدمتی به مملکتشان داشته باشند. این کتاب برگرفته از تجربیات عملی مولف می‌باشد، لطفاً در هنگام استفاده از مطالب این کتاب، اصل امانتداری رعایت و نام منبع ذکر شود.

پیشگفتار

با افزایش جمعیت انسان تولید ضایعات کشاورزی، صنعتی و شهری در حال افزایش است. بخش زیادی از این ضایعات مواد آلی هستند که از بین بردن آنها برای حفظ سلامت انسان و محیط زیست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در بخش کشاورزی نیز سالانه چند میلیون تن ضایعات محصولات کشاورزی مانند کاه و کلش تولید می‌شود که بخش قابل توجهی از آن سوزانده می‌شود. نتیجه این عمل آلودگی‌های زیست محیطی و کاهش توان تولید اراضی کشاورزی و در نهایت مرگ میلیون‌ها میکروارگانیزم و موجوداتی است که برای خاک مفید هستند. یکی از روش‌های فراوری ضایعات، بازیافت آنها است که علاوه بر این که در حفظ محیط زیست و کاهش آلودگی موثر است می‌تواند مواد زائد را به مواد مفید تبدیل نماید و بخشی از مشکلات ذکر شده را برطرف کند. یکی از مهم‌ترین روش‌های فراوری زباله‌های شهری بازیافت آنها به صورت ورمی کمپوست است. فرایند تولید ورمی کمپوست با کمک کرم‌های خاکی انجام می‌شود، به این صورت که کرم‌های خاکی غذاهای فاسد شده را خورده و مدفوع بجا مانده ورمی کمپوست نامیده می‌شود. ورمی کمپوست، عبارت است از کود آلی بیولوژیک که در اثر عبور مداوم و آرام مواد آلی در حال پوسیدگی از دستگاه گوارش گونه‌هایی از کرم‌های خاکی (معمولاً *Eisenia fetida saviny* (Lumbricidae) و دفع این مواد از بدن کرم، حاصل می‌شود (علیخانی و همکاران، ۱۳۸۵).

برای افزایش باروری زمین‌های کشاورزی به طور متوسط سالانه به یک هکتار از زمین کشاورزی ۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم کود شیمیایی اضافه می‌شود، که در برخی کشورها این عدد به هفت برابر این مقدار می‌رسد، پرمصرف‌ترین کودهای شیمیایی، کودهای ازته و فسفات می‌باشند (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۸). استفاده زیاد از کود ازته، موجب تجمع ازت در ریشه گیاه، برگ‌های سبز و اندام‌های سبز گیاه می‌شود (بنی جهان، ۱۳۸۰). تجمع ازت در گیاهان علوفه‌ای منجر به سقط جنین و کاهش شیر دامها و اختلال در رشد نوزادان دامها می‌شود و ممکن است موجب سرطان معده در انسان شود و در صورت انتقال از

طریق شیر مادر به نوزاد، موجب اختلال در اکسیژن رسانی خون و حتی مرگ نوزادان گردد (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۸). با توجه به موارد ذکر شده عدم مصرف بی‌رویه‌ی کودهای شیمیایی بسیار ضروری می‌باشد.

کودهای دامی نیز همواره در باغ‌ها و مزارع استفاده می‌شود، اما استفاده از کود دامی در مزارع و باغ‌های معیبه نیز به همراه دارد، به طور مثال حاوی تخم علف هرزی است که در بدن دام و طیور هضم نشده است، به علاوه کود دامی نمی‌تواند آب را درون خود نگه‌داری کند و کاربرد آن در اطراف محل زندگی انسان‌ها به دلیل بوی نامطبوع با محدودیت‌هایی روبرو است.

استفاده از کودهای ارگانیک می‌تواند یک راه حل مطمئن برای حل مشکلات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی و کودهای دامی باشد. یکی از کودهای ارگانیک که در این کتاب به آن پرداخته شده کود ورمی کمپوست می‌باشد. ورمی کمپوست عاری از تخم علف هرز می‌باشد زیرا به دلیل گرمایی که در بدن کرم به وجود می‌آید تخم علف هرز از بین می‌رود همچنین ورمی کمپوست به علت شرایط اسفنجی، ظرفیت بالایی برای نگهداری آب دارد.

کرم‌های خاکی به جز تولید ورمی کمپوست کاربردهای دیگری نیز دارند از جمله افزودن آن‌ها به صورت کرم زنده فعال به خاک، مصرف آن به صورت خشک و منجمد برای تغذیه دام، طیور، موجودات آبی و استفاده از آن در تولید مواد آرایشی و بهداشتی اشاره کرد. کرم خاکی در علم پزشکی نیز کاربردهایی دارد. به طور کلی می‌توان گفت بعضی از مهمترین مشکلات موجود در کشاورزی امروزه را می‌توان به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، با بکارگیری کرم‌های خاکی مرتفع کرد.

هدف از نوشتن این کتاب پی بردن به اهمیت کرم‌خاکی و سپس کاربرد کرم خاکی در تولید محصولات مفید است. در بدو ورود به این صنعت تصور می‌شود که کار راحتی می‌باشد، غافل از اینکه این کار سرشار از ظرافت‌هایی است که رعایت نکردن هر کدام ضربه‌ای مهلک به سرمایه‌گذاران و تولید کنندگان وارد می‌کند که در بعضی موارد سختی قابل جبران است.

فصل اول

هدف از صنعت پرورش کرم

فواید کرم خاکی

بیش از ۳۰۰۰ گونه کرم خاکی در جهان شناسایی شده است. این موجودات تقریباً در اکثر نقاط این کره خاکی وجود دارند (ریاحی و همکاران، ۱۳۸۱). در این میان کرم خاکی گونه‌ی *Eisenia fetida saviny* (Lumbricidae) به دلیل رشد، تولیدمثل و قدرت خوراک دهی بالایی که دارد بیشتر از گونه‌های دیگر مورد توجه تولید کنندگان ورمی کمپوست قرار گرفته است و به عنوان مناسب‌ترین گونه برای تولید ورمی کمپوست، شناخته شده است. این کرم برای اولین بار در اروپا، سیبری، جنوب روسیه، فلسطین اشغالی و شمال امریکا یافت شد. سایر نام‌های این کرم شامل: کرم صورتی، کرم ارغوانی، کرم قرمز، کرم ببری، کرم کود یا کرم کمپوست می‌باشد. این کرم به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز بوده و کوچک‌تر از کرم‌های خاکی معمولی می‌باشد (علیخانی و همکاران، ۱۳۸۵). این گونه در بیش از ۲۷ نقطه از کشور ایران دیده شده است. مهم‌ترین مناطقی که این کرم‌ها در آن‌جا وجود دارند شامل: اصفهان، تهران، شهرکرد و شمال ایران شامل: رشت، ولی آباد، انزلی، ساحل غازیان، کیور، چال، بابل، تنکابن، قاسم‌آباد و رودبار می‌باشند (هاشمی و همکاران، ۱۳۸۲). این کرم‌ها بیشترین کاربرد را در تولید ورمی کمپوست از مواد زائد دارند. کرم‌های قرمز در توده‌های غنی از مواد آلی تجمع می‌یابند و این مواد را مصرف می‌نمایند و مدفوعی که دفع می‌کنند، باعث بهبودی کیفیت خاک می‌شود. این کرم‌ها علاوه بر تولید ورمی-کمپوست مصارف و فواید متنوع دیگری نیز دارند که در ادامه به بعضی از آن‌ها اشاره می‌شود:

افزودن این کرم‌ها به صورت کرم زنده و فعال به خاک

این موجودات زنده در شخم زدن زمین در طول میلیون‌ها سال نقش داشته‌اند. وجود کرم‌ها برای خاک بسیار اهمیت دارند و در بازگردش مواد آلی برای رشد بهینه گیاهان اهمیت زیادی دارند. در مزارع کرم‌های خاکی عملاً با شخم زدن زمین باعث هوادهی زمین‌های کشاورزی می‌شود. امروزه کشاورزان با مصرف بی‌رویه‌ی کودهای شیمیایی همه‌ی میکروارگانیزم‌ها و جانداران درون خاک از جمله این کرم‌ها را از بین می‌برند و باعث سفت شدن خاک زمین‌های کشاورزی می‌شود و به ناچار از تراکتور برای شخم و هوادهی زمین استفاده می‌کنند. وجود این کرم‌ها در زمین‌های کشاورزی علاوه بر مزایای ذکر شده می‌تواند در بهبود بافت فیزیکی خاک نیز نقش داشته باشند. کرم‌ها با فعالیت خود، زمین کشاورزی را سست و پوک کرده و کشاورز را از استفاده از تراکتور برای شخم زمین بی‌نیاز می‌سازد. به علاوه کرم‌ها با بلعیدن ذرات خاک آن‌ها را به ورمی-کمپوست تبدیل می‌کنند و در طی این عمل با تغییر ساختار خاک بافت فیزیکی آن را نیز اصلاح و خاک را در مقابل فرسایش محافظت می‌کند.

از مزایای دیگر وجود کرم‌های خاکی در خاک می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- هوادهی خاک
- تفکیک خاک جهت دسترسی آسان‌تر توسط ریشه گیاهان
- کمک به خاک جهت نگهداری آب بیشتر
- تصفیه و پاکسازی مواد آلی مرده از طریق مصرف آن‌ها و بازگرداندن آن‌ها به زنجیره غذایی طبیعت
- تبدیل نیتروژن و کربن به فرم قابل جذب برای گیاه (علیخانی و ثوابی، ۲۰۰۵).



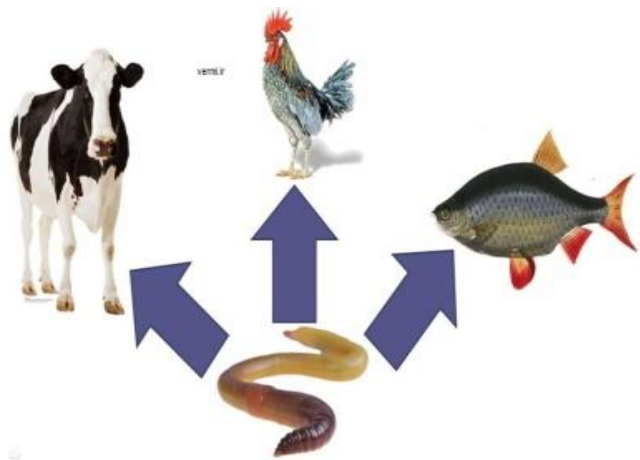
شکل ۱ تاثیر کرم‌های خاکی برای تهویه‌ی خاک

تولید ورمی کمپوست به عنوان یکی از مناسب‌ترین کودهای کشاورزی

کرم‌های خاکی (*Eisenia fetida saviny* (Lumbricidae) مواد آلی را به طور مستمر و آرام از دستگاه گوارشی خود عبور داده و مخلوطی را تولید می‌کنند که خصوصیات آن با مواد اولیه متفاوت بوده و از لحاظ کیفی ماده‌ای با انواع ویتامین‌ها و هورمون‌های محرک رشد گیاه و همچنین سرشار از عناصر غذایی است. این خصوصیات باعث می‌شود تا کود ورمی کمپوست به عنوان بی‌رقیب‌ترین و مطلوب‌ترین کود برای مصارف فضای سبز، گلکاری، نشاکاری، تولید محصولات گلخانه‌ای و گل‌های آپارتمانی مورد استفاده قرار گیرد. کیفیت بسیار بالا، عدم وجود بو، نبود عوارض جانبی کودهای شیمیایی، تثبیت خاک و جلوگیری از فرسایش آن از مزیت‌های برجسته ورمی کمپوست است. کود ورمی کمپوست که در کشاورزی نوین به عنوان یکی از نهاده‌های مهم توسعه به شمار می‌رود.

تولید کرم به صورت خشك و منجمد براي تغذيه دام و طیور و موجودات آبی

اولین بار در قرن ۱۸ میلادی از کرم خاکی برای تغذیه دام و طیور استفاده شد. امروزه نیز بعضی از تولیدکنندگان کرم-ها به صورت پودر تبدیل می کنند و آن را در جیره ی دام و طیور به کار می برند. کرم خاکی به عنوان یک ماده غذایی با مقدار پروتئین زیاد باعث افزایش کیفیت محصولات تولید شده از دام ها شده و نیاز کشور به واردات محصولاتی چون دان مرغ، انواع مکمل های غذایی دام و آرد ماهی کاهش می دهد. از این کرم ها به عنوان طعمه در ماهیگیری نیز استفاده می شود.



شکل ۲ موارد مصرف کرم خاکی

کرم خاکی بهترین غذا برای ماهی

در نگهداری و پرورش ماهی های زینتی و غیرزینتی همواره باید سعی نمود تا حد امکان به آن ها غذاهایی داده شود که مشابه یا مترادف غذای آن ها در محیط طبیعی باشد. از ویژگی های مهم غذاهای تهیه شده از کرم خاکی ، مشابه بودن ترکیبات آن با نیازهای غذایی آبزیان است که از مهمترین این ترکیبات می توان به پروتئین اشاره کرد. انواع جلبک، کرم، دافنس، روتیفر، آرتمیوا و گاماروس به عنوان غذای زنده استفاده زیادی در تغذیه آبزیان دارند، اما مهمترین غذای زنده مصرفی، کرم خاکی است که درصد پروتئین آن بیش از سایر گونه هاست. از آنجایی که زندگی شهری خصوصا در پرورش

ماهیان زینتی امکان تولید و جمع‌آوری غذای زنده را تاحدی غیر ممکن نموده است لذا استفاده از محصولات هم‌چون کپسول‌های کرم خاکی که به رورش بسیار بهداشتی و اصولی تهیه شده برای رفع نیازهای پنهان غذایی از سوی صاحب-نظران توصیه می‌شود. ارزش غذایی کرم خاکی به علت بالا بودن مقدار پروتئین آن است که معمولا ۴۵ تا ۷۰ درصد وزن ماده خشک کرم ها را تشکیل می‌دهد. از ویژگی‌های کپسول‌های کرم خاکی ضریب تبدیل بالای آن است به شکلی که مصرف هر یک کیلو از آن مساوی با تولید ۸۰۰ گرم عضله خالص در ماهیان زینتی و غیرزینتی است. کرم خاکی پروتئین قابل جذب فوق‌العاده زیادی نسبت به گوشت سفید و قرمز دارد و از طرفی توان بالایی در حفظ ارزش غذایی نسبت به دیگر انواع گوشت‌ها را حائز است. کرم خاکی یک منبع حیوانی بسیار مناسب بوده که ترکیب اسیدآمینهای آن به همراه قابلیت هضم آسان آن از سوی آبزیان، خواهد توانست جیره مناسبی برای تغذیه آبزیان قرار گیرد. استفاده از کرم خاکی به جای آرد ماهی علاوه بر افزایش درصد رشد و کیفیت گوشت آبزیان، از نظر اقتصادی نیز باصرفه‌تر است. در سال ۲۰۰۲ میلادی میانگین پودر ماهی تولید شده برای استفاده در جیره آبزیان در دنیا شش میلیون تن بوده که این میزان در سال ۲۰۰۳ به ۵/۳ میلیون تن رسیده است و تغییر روند تولید تا سال ۲۰۰۷ به حدی مشهود و قابل اندازه‌گیری است که کاهش ۵۰ درصدی جایگزینی کرم خاکی را به پودر ماهی در مجلات معتبر را مطرح می‌کنند. بیش از ۳۰ درصد جیره غذایی آبزیان را منابع حیوانی تشکیل می‌دهند و کرم خاکی می‌تواند جایگزین مناسبی برای پودر ماهی باشد. توجه به ارزش غذایی بسیار بالای کرم خاکی در ایران به قدری بالاست که شیلات ایران با راه‌اندازی مزارع پرورش کرم خاکی در سطوح وسیع اقدام به تولید آن برای تغذیه ماهیان خاویاری کرده است و نتایج شگرف آن کاملا قابل مشاهده است. استفاده از کرم خاکی به جای کرم سفید، هزینه تولید ماهیان خاویاری را تا شش برابر کاهش می‌دهد و این کاهش هزینه‌های تولید و نیز افزایش کیفیت ماهیان تولیدی در سایر ماهیان نیز با تفاوتی اندک موضوعیت عملی و کاربردی دارد.

کاربرد کرم‌ها در تولید مواد آرایشی و بهداشتی

این کرم به دلیل داشتن پروتئین و امگا ۳ فراوان به عنوان یکی از مواد اصلی تشکیل دهنده محصولات آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در سال ۱۹۸۵ شرکت DOVE برای اولین بار استفاده از این کرم‌ها را در محصولات خود آغاز

نمود و اولین سری محصولات خود با عنوان جوان کننده پوست را در سال ۱۹۸۷ به بازار عرضه نمود، اما هم اکنون بیشتر شرکت‌های معتبر در این صنعت با تولید انواع شامپو، صابون، کرم، انواع پودرهای روشن کننده و تقویتی و ... استفاده از کرم را در دستور کار خود قرار داده‌اند. در این بین می‌توان به محصول شرکت Face-Lift با نام تجاری G2G اشاره نمود که یکی از گران قیمت‌ترین محصولات آرایشی جهان می‌باشد.

کاربرد کرم‌ها در علم پزشکی

از جمله یکی از مهمترین مصارف این کرم‌ها که به کمک صنعت داروسازی و پزشکی آمده، تولید داروهای مکمل غذایی، انواع آرام‌بخش‌ها، داروهای ضدسرطان از این کرم می‌باشد.

مصرف پروتئینی انسانی

در سایر کشورها از جمله در کشور آمریکا این کرم به دلیل داشتن پروتئین بالا (۷۰ درصد) به عنوان یک ماده غذایی مورد استفاده مردم قرار می‌گیرد. به عنوان مثال ساندویچ کرم از گرانترین غذاهای فروشگاه‌های زنجیره‌ای مک‌دونالد می‌باشد، اما با توجه به فرهنگ ما این نوع استفاده از کرم‌ها عملاً در کشور امکان‌پذیر نمی‌باشد.

مزایای صنعت پرورش کرم‌خاکی

هزینه کم جهت اجرا و ارزش افزوده بالا

چون این صنعت در ابتدا نیاز به سرمایه‌ی نسبتاً اندکی دارد، در شروع کار به سهولت می‌توان منابع مالی مورد نیاز را تامین کرد. با تولید کرم خاکی می‌توان مواد ضایعاتی بی‌ارزش و کم‌ارزش مانند کود دامی را به ورمی کمپوست تبدیل کرد که از نظر قیمت ده‌ها برابر کود دامی ارزش دارد. همچنین با توجه به رشد و تولیدمثل کرم خاکی می‌توان کرم‌های تولید شده را نیز فروخت و از این راه نیز سود کسب کرد. طرح‌های توجیهی نیز سودآوری این صنعت را تأیید می‌کنند. در مزارع بزرگ چند منظوره بسیاری از مواد اولیه مورد استفاده در این صنعت، در دسترس است که این امر باعث کاهش چشمگیر هزینه‌ها و افزایش سود می‌شود. این مزایا باعث می‌شود افراد علاقه‌مند بتوانند به صورت فردی کار تولید را شروع کنند و از شراکت

با افراد دیگر خودداری کنند، که خود مزیت بزرگی برای پیشرفت در امر کسب و کار می باشد. از طرف دیگر هر چه تولید کننده در امر پرورش کرم خاکی و تولید ورمی کمپوست مهارت بیشتری داشته باشد، از پرداخت هزینه اضافی برای آزمون و خطا در روند تولید جلوگیری و هدر رفت انرژی به دلیل مدیریت نامطلوب جلوگیری به عمل می آورد.

بهره برداری زود و سریع

در نهایت می توان این گونه بیان داشت که بازگشت سرمایه در این صنعت بسیار سریع تر از صنایع مشابه می باشد و در یک دوره کوتاه می توان به سود دهی دست یافت. به این صنعت می توان به چشم یک طرح کار آفرینی پردرآمد نگریست، در صورتی که بعد از تولید ورمی کمپوست، تولید کننده از نظر بازاریابی فعالیت خوبی داشته باشد، در طی یک سال می توان به اصل پول سرمایه گذاری شده (نقطه ی سر به سر) در این صنعت دست یافت. از زمان تولد تا بلوغ و تولید مثل یک کرم ۵۵ تا ۶۰ روز زمان لازم است. هر چه مقدار کرم خاکی در کود دامی بیشتر باشد، آن کود دامی در مدت زمان کوتاه تری به ورمی کمپوست تبدیل می شود.

اشتغال زایی (در شهر و روستا)

با توجه به مشاغل مرتبط به این صنعت، می توان بسیاری از جوانان میهن عزیزمان را در این راه مشغول به فعالیت کرد و سهمی در کاهش آمار بیکاری در کشور داشت.

تولید ورمی کمپوست به عنوان یک کار جانبی

تولید در این صنعت به نیروی کارگری کمی احتیاج دارد، همچنین کرم ها به مراقبت دائمی نیاز ندارند و کارهای مربوط به تولید ورمی کمپوست نسبتاً آسان است، البته ذکر این نکته ضروری است، که فوت کوزه گری در این کار مانند هر حرفه دیگر وجود دارد. به دلیل این ویژگی ها می توان تولید ورمی کمپوست را به عنوان یک شغل جانبی در کنار شغل دیگر ادامه داد.

محدودیت ها

تولید ورمی کمپوست علی رغم مزایای فراوان دارای محدودیت هایی نیز می باشد:

- نبود بازار فروش مناسب و سندیکا به خاطر نداشتن یک قیمت ثابت
- تمام زباله‌های شهری قابل تبدیل به کمپوست نیستند .
- حمل و نقل مازاد آن‌ها به محل دفن، هزینه‌های ویژه‌ی خود را در پی دارد.
- اغلب کارخانه‌های کمپوست به دلیل تولید بوهای نامطبوع مورد اعتراض مردم قرار می‌گیرند.
- فقدان آگاهی کشاورزان از مزایای ورمی کمپوست
- مقاومت کشاورزان در برابر یک محصول جدید
- احساس عدم نیاز به ورمی کمپوست تهیه شده از سوی مزرعه داران
- تغییرات فصلی فرایند تولید ورمی کمپوست به واسطه تغییر شرایط محیط
- نبود تشکیلات سازمانی جهت انتشار اطلاعات درست در زمینه تکنولوژی تولید ورمی کمپوست (فریبورگ^۱ و همکاران، ۲۰۰۶).
- در بسیاری موارد و به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، احداث صنایع کمپوست سبب وابستگی به کشورهای توسعه یافته می‌شود.
- در کشور ایران، گذشته از کشاورزان که مصرف کننده اصلی محصولات ورمی کمپوست هستند، بسیاری از مهندسين کشاورزی و متخصصین این حوزه نیز از مزایا و کاربردهای وسیع این صنعت بی‌اطلاع یا کم اطلاع هستند.

فصل دوم

مواد آلی و ورمی کمپوست

کلیه جانوران و گیاهان موجود در خاک نیاز به مواد غذایی و محیط مناسب برای رشد خود دارند. در محیط خاک، هر چه میزان مواد آلی افزایش یابد، فعالیت موجودات زنده در آن زیادتر شد و فعالیت این موجودات باعث افزایش حاصلخیزی و توان باروری خاک می‌شود. گیاهان زراعی و باغی مورد نظر کشاورزان نیز از این امر جدا نیستند و به محیط مناسب رشد و غنی از مواد غذایی نیاز دارند.

فواید مواد آلی

برای تامین مواد غذایی مورد نیاز برای رشد گیاه می‌توان از کودهای مختلفی استفاده کرد که در این میان کودهای آلی از اهمیت خاصی برخوردار هستند. کود آلی یا ارگانیک به کودهای گفته می‌شود که منشا زیستی داشته باشند. کود آلی به چهار گروه حیوانی، سبزی، ضایعات کشاورزی و زباله‌های شهری تقسیم می‌شوند. میزان مصرف کودهای آلی بر اساس نوع محصول، نوع خاک، نوع کمپوست در دسترس و شرایط اقلیمی محل مورد استفاده، می‌تواند متفاوت باشد (خاوازی، ۱۳۸۴)، به طور مثال با افزودن ۳۰ تن کود دامی مرغوب به یک هکتار خاک زراعی، حدوداً ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن، ۹۰ کیلوگرم فسفر ۱۶۰ کیلوگرم پتاسیم به خاک افزوده می‌شود که تقریباً با نیاز گیاه مطابقت دارد، البته بسته به نوع خاک و گیاه باید کمبودها را توسط کودهای شیمیایی جبران کرد (واحدی و همکاران، ۱۳۸۵). همچنین کود گاوی وزن مخصوص خاک را کاهش می‌دهد و شرایط مناسب را برای رشد گیاه فراهم می‌کند (بزدان پناه، ۱۳۸۲). باید در نظر داشت بین کودهای دامی نیز

تفاوت هایی از نظر میزان عناصر مورد نیاز گیاه وجود دارد. از نظر عناصر مورد نیاز گیاه درصد نیتروژن کود گاوی بیشتر از کود مرغی است، ولی درصد فسفر و پتاسیم کود مرغی از کودهای گاوی بیشتر است (فریبورگ^۲ و همکاران، ۲۰۰۶). در هر حال باید به این نکته توجه داشت که هیچ گاه نباید کود تازه حیوانی را در اختیار گیاه قرار داد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۲).

مصرف کودهای آلی به خصوص کمپوست و ورمی کمپوست موجب افزایش ماده زیستی خاک شده این امر خود موجب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی در خاک و افزایش عملکرد گیاهان می شود (میرزایی و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین ثابت شده که با افزایش مواد آلی، نفوذ پذیری خاک افزایش می یابد. در طبیعت ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ سال طول می کشد تا ۲/۵ سانتی متر هوموس در سطح خاک تشکیل شود ولی کرم های این زمان را به پنج سال تقلیل می دهند (سماوات و همکاران، ۱۳۸۳). ثابت شده استفاده از کمپوست کود دامی در خاک به میزان ده تن بر هکتار به صورت مخلوط با کودهای شیمیایی علاوه بر تاثیر معنی دار بر کاهش جرم مخصوص ظاهری، منجر به افزایش عملکرد گندم و برنج می گردد (بت^۳ و همکاران، ۱۹۹۵). اما یکی از معایب کمپوست، عدم تناسب عناصر غذایی موجود در آن با نیاز غذایی گیاهان است، به طوری که ۱۰ تن در هکتار کمپوست می تواند نیاز پتاسیم گندم را بر طرف کند، در صورتی که ۱۰۰ تن از همین کمپوست حاصل از مواد زائد شهری نمی تواند تمام نیاز نیتروژن گندم را رفع کند (بنی جهان و همکاران، ۱۳۸۰).

همچنین مصرف بیش از اندازه ی ورمی کمپوست نیز به دلیل غلظت بالای فلزات می تواند کاهش رشد گیاه و حتی مشکلات زیست محیطی را به دنبال داشته باشد (تاملین^۴، ۲۰۰۰). اگر ورمی کمپوست بیش از ۴۰ درصد به بستر خاک ذرت افزوده شود، تاثیرات مفیدی نداشته بلکه ممکن است منجر به کاهش رشد یا عملکرد گیاه ذرت شود (مونرو^۵، ۲۰۰۵).

Friborg^۲
Butt^۳
Tomline^۴
Munroe^۵



شکل ۳ کرم خاکی قرمز رنگ

کود های دامی، معایب و محاسن

منظور از کود دامی یا حیوانی مجموعه‌ای از مواد بستری، ادرار، مدفوع گاو، گوسفند، مرغ یا هر حیوان دیگری است که از محل نگهداری آن‌ها به دست می‌آید. درصد مواد غذایی کود حیوانی و کیفیت فیزیکی آن به عواملی مثل نوع حیوان، کیفیت مواد بستری، میزان پوسیدگی کود، تغذیه دام، میزان سدیم و مقدار بذر علف‌های هرز، لارو و تخم حشرات، شن و خاک بستگی دارد.

اگر چه دپو و انباشته کردن کود های دامی تا اندازه‌ای می تواند باعث از بین رفتن بذر علف‌های هرز گردد اما از بین رفتن بذرها به دو عامل مهم بستگی دارد. یکی زمان دپو شدن و دیگری دمای درون دپو

برخی از بذرها برای از بین رفتن به دمای بالای ۵۵ درجه سانتی‌گراد آن هم به مدت حدود ۳۰ روز نیاز دارند به همین دلیل است که میزان بذر علف هرز در بسیاری از نقاط سرد دپوی کود های حیوانی و حتی کمپوست بسیار بالا است. بنابراین مشاهده می گردد که پروسه پوساندن کود دامی و کمپوست پروسه ای طولانی و زمان بر می باشد. شایان ذکر است که بذور علف‌های هرز به راحتی از درون سیستم گوارشی حیوان دست نخورده عبور کرده و دفع می شود و در صورتی که کود دامی و مرغی دپو نشده و پوسیده نیز نگردد، تخم علف هرز در فاصله زمانی مناسب شروع به رشد و نمو می نماید و همیشه این نگرانی برای کشاورز وجود دارد که گونه‌های جدیدی از علف هرز در مزرعه ظهور کند. این امر به خصوص

زمانی بیشتر نمود پیدا می کند که کشاورز هر ساله کود خود را از مناطق مختلفی خریداری نماید. در مناطق مختلف، دامها و طیور با علوفه و غذاهای متفاوت تغذیه می گردند بنابراین با مصرف کود دامی همیشه خطر ظهور یک نوع علف هرز جدید در مزارع و باغات وجود دارد.

ورمی کمپوست

کود ورمی کمپوست که در کشاورزی عصر نوین یکی از نهادهای مهم توسعه به شمار می رود. کمبود مواد آلی در خاک را به بهترین شکل ممکن جبران کرده و یکی از مناسبترین روشها برای زنده نگه داشتن سیستم حیاتی خاک است. یکی از مهمترین گونه های کرم مورد استفاده کرم های خاکی (*Eisenia fetida* saviny (Lumbricidae) است. این کرم حداقل معادل وزن خود در روز غذا می خورد و ۷۰ درصد آن را به کود تبدیل می کند و مابقی غذای خورده شده برای تکثیر، افزایش وزن کرم، سوخت و ساز بدن کرم مصرف می شود. وقتی مواد در سنگدان کرم خاکی خرد شود، اندازه ی آن به یک تا دو میکرون کاهش می یابد (پنت، ۲۰۰۹). ورمی کمپوست باعث بهبود ساختمان و بافت خاک هوادهی و نگهداری بهتر آب در خاک می شود. وقتی ورمی کمپوست به خاک های رسی اضافه می شود باعث سبک شدن این خاکها شده و زمانی که به خاک های شنی اضافه شود، باعث نگهداری بهتر آب می شود. ورمی کمپوست دارای خاصیت نگهداری آب به میزان ۲ الی ۸ برابر حجم خود بوده و از هدر رفتن آب در این نوع خاکها جلوگیری می نماید (کاپلان^۷ و همکاران، ۱۹۸۰). مخلوط کردن ورمی- کمپوست با خاک به جلوگیری از فرسایش نیز کمک فراوانی می کند و باعث حاصلخیزی خاک، حفظ تعادل PH و سلامت توسعه ریشه ها درون خاک می شود. این کود آلی سبک، فاقد هر گونه بو و عاری از بذر علف های هرز است، فراوری آن نسبت به بیو کمپوست آسان تر بوده و در مدت زمان کوتاه انجام می گیرد (عطیه و همکاران، ۲۰۰۲). طبق مطالعات، رشد محصول در خاک های دارای کرم خاکی حدود ۲۵٪ تا ۳۰۰٪ نسبت به خاک های بدون کرم بیشتر است. کرم های خاکی می توانند محصول گندم بهاره را تا ۹۶٪، چمن را تا ۴۰۰ درصد، محصول شبدر را تا ۱۰۰ درصد و لوبیا را تا ۷۰٪ افزایش

Pant^۶
Kuplan^۷

دهند. فرایند تولید ورمی کمپوست روشی برای تهیه کود آلی با استفاده از نوعی کرم خاکی است که در فرآیند تهیه آن سرعت تجزیه سریع تر بوده و محصول از نظر عناصر غذایی غنی تر می باشد. کرم های مزبور مواد آلی را به طور مستمر و آرام از دستگاه گوارشی خود عبور داده و مخلوطی را تولید می کنند که خصوصیات آن با مواد اولیه متفاوت بوده و از لحاظ کیفی ماده ای با انواع ویتامین ها و هورمون های محرک رشد گیاه و سرشار از عناصر غذایی است. این عناصر باعث می شود تا کود ورمی کمپوست به عنوان بی رقیب ترین و مطلوب ترین کود برای مصارف فضای سبز، گلکاری، نشاکاری، محصولات گلخانه ای و گل های آپارتمانی مورد استفاده قرار گیرد. کیفیت بسیار بالاتر، بی بو و بهداشتی بودن، فاقد عوارض جانبی کودهای شیمیایی، تثبیت کننده خاک، جلوگیری از فرسایش و خاصیت شوره زدایی از مزیت های برجسته ورمی کمپوست می باشد. مرتودت^۱ و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که کود دهی با ورمی کمپوست بر سرعت پایداری مواد آلی در خاک می افزاید. حسن دوست و مستوی (۱۳۸۴) در بررسی اثر کاربرد کمپوست ضایعات کشاورزی بر عملکرد کاهوی گلخانه ای نشان دادند که افزایش میزان کمپوست، سبب بهبود در رشد گیاه گردید و کاربرد کمپوست ضایعات کشاورزی تاثیر مثبتی در زودرسی گیاهان داشته و بین عملکرد و کاربرد کمپوست رابطه مثبت و معنی داری دیده می شود. در بررسی درصد جوانه زنی بذر تره تیزک مشخص شد که این گیاه در کمپوست معمولی کمتر از ۸۰ درصد جوانه زنی داشته، در حالی که در ورمی کمپوست بیش از ۹۰ درصد جوانه زنی داشت (سماوات، ۱۳۸۰).

خواص ورمی کمپوست

- ۱- سبک و فاقد هر گونه بو می باشد.
- ۲- عاری از علف های هرز بوده و از ورود علف های هرز جدید به مزرعه جلوگیری می کند.
- ۳- حاوی میکروارگانیزم های مفید مانند ازتوباکتری ها می باشد.
- ۴- بالا بودن میزان عناصر اصلی مورد نیاز گیاه در مقایسه با سایر کودهای آلی

^۱ Mortvedt

- ۵- دارا بودن عناصر میکرو مانند آهن، روی، مس و منگنز
- ۶- دارا بودن مواد محرک رشد گیاه نظیر ویتامین‌ها، به ویژه ویتامین B12 و اکسین
- ۷- عاری بودن از باکتری‌های هوازی، قارچ‌ها و میکروارگانیسم‌های پاتوژن
- ۸- اصلاح کننده خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک
- ۹- ورمی کمپوست خود به تنهایی تمام این خواص ارزشمند برای گیاه را دارا می‌باشد. استفاده از ورمی کمپوست همچنین می‌تواند میزان EC را در خاک کاهش دهد.
- ۱۰- افزایش کمی و کیفی محصول
- ۱۱- مشکلات مربوط به باقیمانده کودهای شیمیایی را ندارد.
- ۱۲- جاذب رطوبت است و قادر است ۲-۴ برابر وزن خود رطوبت نگه دارد.
- ۱۳- با استفاده از این کود می‌توان محصول سالم و ارگانیک تولید نمود.
- ۱۴- در حفظ محیط زیست مؤثر است.
- ۱۵- تعدیل درجه حرارت خاک (زمین را در شب گرم و در روز سردتر از اراضی مجاور نگه می‌دارد)

مواد اولیه برای تهیه کمپوست

کمپوست حاصل یک پروسه بیولوژیکی است که مواد آلی را به وسیله میکروارگانیسم‌های هوازی، باکتری‌ها، قارچ‌ها و سایر موجودات در داخل توده به مواد ساده‌تری می‌شکنند، که در نتیجه فعالیت آن‌ها گرمای تولید شده موجب افزایش درجه حرارت و بروز یک مرحله ترموفیلیک می‌گردد و در نهایت به تولید محصول پایداری شبیه هوموس تبدیل شده که وارد

چرخه زیست محیطی می‌شود. این فرایند طبیعی، مواد آلی را به ماده‌ای غنی مبدل کرده و مکملی بسیار سودمند برای خاک ایجاد می‌نماید. این ترکیبات هوموسی تولیدشده به راحتی توسط گیاهان قابل جذب است که باعث بهبود وضعیت خاک‌های اراضی زیر کشت و در نتیجه کاهش استفاده از کودهای شیمیایی می‌شود. کمیت، مشخصات و ترکیب مواد زائد قابل کمپوست‌شدن با تغییر فصل و شرایط جغرافیایی به طور گسترده تغییر می‌کند. به طور کلی برای تهیه کمپوست از بقایای چوب بری‌ها، سرشاخه‌ها و برگ‌های پاییزی باغ‌ها، بقایای محصولات کشاورزی، فضولات دامی، زباله‌های شهری، بقایای کشتارگاه‌ها، کارخانه‌های کنسرو ماهی، لجن فاضلاب و حتی بقایای گیاهان به تنهایی یا مخلوطی از این ضایعات استفاده می‌شود. حتی در مواردی ضایعات صنعتی: مواد ضایعات لبنیات سازی، آجوسازی، کارخانه‌های آب میوه و ... نیز قابل استفاده برای تولید کمپوست است (پرورش و شاه منصوری، ۱۳۷۷). استفاده از کرم‌های خاکی برای تبدیل لجن فاضلاب به کود آلی برای اولین بار توسط هرتسیتین در سال ۱۹۷۰ پیشنهاد گردید (دومینگوئیز^۹ و همکاران، ۲۰۱۰). این نوع از مواد زائد پس از مدتی کوتاه حدود شش هفته تبدیل به کمپوست می‌شوند، در حالی که کمپوست شدن بسیاری از مواد دیگر مانند خاک اره گاهی تا چندین ماه طول می‌کشد (پیس^{۱۰}، ۲۰۱۰).

استفاده از زباله جهت تولید ورمی کمپوست

هزینه‌ی دفع بسیاری از مواد زائد آلی که توسط صنایع مختلف تولید می‌شوند گران تمام شده و مسائلی از قبیل بوی نامطبوع و آلودگی آب‌های سطحی را موجب می‌شوند. در اصطلاح پسماند یا زباله به مواد جامد، مایع و گاز (غیر از فاضلاب) گفته می‌شود که به طور مستقیم یا غیرمستقیم به صورت ناخواسته حاصل فعالیت انسان بوده است، از نظر تولید کننده و مصرف کننده زاید تلقی می‌گردد و اثرات مخرب زیست محیطی دارد. با عمل بازیافت می‌توان این سرمایه‌های ارزشمند را به منابع مفیدتری تبدیل کرد. بازیافت مواد زاید علاوه بر حفظ محیط زیست در کاهش آلودگی هوا نیز موثر است. بازیافت علاوه بر برطرف کردن بخشی از مشکلات ذکر شده مواد زائد را نیز به مواد مفید تبدیل می‌نماید. یکی از مهم‌ترین روش-

Dominguez^۹
Pace^{۱۰}

های فرآوری مواد زاید آلی، بازیافت آن به صورت ورمی کمپوست است (دومینگوئیز^{۱۱}، ۲۰۱۰). از دهه ۱۹۹۰ میلادی موج خروشان از علاقه‌مندان به بازیافت در سراسر دنیا مشاهده گردید. در این راستا فرایند تولید کمپوست با استفاده از کرم‌های خاکی به عنوان یک فناوری حامی طبیعت برای تولید کودهای آلی از مواد زائد، بسیار مورد توجه قرار گرفته است (آیتی^{۱۲}، ۱۹۸۷) و امروزه بسیاری از ضایعات صنعتی کشاورزی و شهری به ورمی کمپوست غنی از مواد مغذی برای مصارف مختلف مانند کشاورزی تبدیل می‌شود (سازار^{۱۳}، ۲۰۰۶). از مزایای دیگر این نوع بازیافت این است که در هنگام تولید، بوی نامطبوع کمپوست را تولید نکرده و مشکل تجمع مگس‌ها در حین تولید در آن مرتفع می‌شود (واحدی و بهشتی‌الی‌ااقا، ۱۳۸۵).

چون این کرم‌ها توانایی دارند تا روزانه معادل نیمی از وزن خود از زباله‌های آلی مصرف نمایند امروزه در غالب نقاط جهان در محل‌های دفن زباله مورد استفاده قرار گرفته‌اند (اسپرینگ^{۱۴} و همکاران، ۲۰۰۹). در برخی ایستگاه‌های دفن زباله استفاده از فناوری‌های پیشرفته موجب شده در مدت زمان کوتاهی چندین تن زباله به ورمی کمپوست تبدیل شود. محصول نهایی یعنی همان ورمی کمپوست نیز به عنوان کود ارگانیک به مراکز پرورشی گیاهان، متخصصان احداث پارک‌ها و باغچه منازل فروخته می‌شود. در کشور ایران سالانه از مناطق شهری چهار میلیون تن زباله تولید می‌شود (فرجی، ۱۳۸۴) و استفاده از این روش می‌تواند در بهبود شرایط زندگی مردم کشور هم از نظر بهداشتی (بازیافت زباله) و هم از نظر اقتصادی (کار آفرینی) موثر باشد. اگر کل جمعیت شهر نشینی کشور ۶۰ میلیون نفر و سرانه تولید زباله ۳۵۰ گرم در روز باشد. مقدار زباله تولید شده بالغ بر ۲۱ هزار تن در روز و ۷/۷ میلیون تن در سال خواهد بود. بدیهی است که جمع‌آوری و دفع چنین مقداری از زباله علاوه بر هزینه زیاد، مدیریت و تدارکات گسترده‌ای را می‌طلبد. از آن جا که حدود ۵۰ درصد زباله‌های شهری قابل تبدیل به کود آلی مرغوب می‌باشد، از این طریق می‌توان سالانه بیش از ۸/۳ میلیون تن کود آلی ورمی کمپوست ساخت که نقش

^{۱۱} Dominguez

^{۱۲} It

^{۱۳} Suthar

^{۱۴} Spring

قابل توجهی در افزایش غلظت عناصر غذایی و باروری خاکها دارد. امروزه کود ورمی کمپوست در بازارهای آمریکا، ایتالیا، فیلیپین و ... عرضه می‌شود و از استقبال خوبی توسط مصرف کنندگان برخوردار است.

عناصر موجود در ورمی کمپوست

کود ورمی کمپوست دارای عناصر ازت، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز می‌باشد. این در حالی است که هر یک از انواع کودهای شیمیایی موجود تنها حاوی یک یا چند عنصر خاص می‌باشد، در صورت کمبود نیتروژن می‌توان ورمی-کمپوست را با کود سبز ترکیب کرد. کودهای ورمی کمپوست دارای درصد بالایی از عناصر مفید موجود در خاک برگ (هوموس) می‌باشند.

جدول ۱ غلظت عناصر غذایی در ورمی کمپوست و کود دامی

غلظت عناصر غذایی	ورمی کمپوست	کود گاوی
نیتروژن کل (درصد)	۰/۶	۰/۵۵
فسفر کل (درصد)	۱/۳۴	۰/۷۵
پتاسیم کل (درصد)	۰/۴	۲/۳
PH	۷/۴	۷/۲

پارامترهای موجود در ورمی کمپوست و کمپوست معمولی در جدول مقایسه شده‌اند.

جدول ۲ مقایسه‌ی کمپوست و ورمی کمپوست

پارامتر	کمپوست معمولی	ورمی کمپوست
PH	۷/۸	۶/۸
بار الکتریکی	۳/۶	۱۱/۷
نیتروژن کل ماده	۰/۸	۰/۵۱
نیترات نیتروژن	۰/۰۰۱۵۶	۰/۰۰۹۰۲
فسفر	۰/۳۵	۱/۰۲
پتاسیم	۰/۴۸	۰/۶
کلسیم	۲/۲۷	۵/۲
سدیم	>۰/۰۱	۰/۵۸
منیزیم	۰/۵۷	۰/۰۹۳
آهن	۱/۱۶۹۰	۱/۳۳۱۳
روی	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۴
منگنز	۰/۰۰۴۱	۰/۰۱۰۵
مس	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۴۸

بور	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۳۴
آلومینیم	۰/۰۰۷۳۸	۰/۰۰۷۰۱۲
کربن آلی	۱۲/۲	۱۰

جدول ۳ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست

ردیف	ویژگی	حدود قابل قبول
		درجه دو
1	وضعیت ظاهری	دارای رنگ قهوه‌ای متمایل به سیاه، بدون بوی نامطبوع
2	کربن آلی، درصد جرمی ماده خشک	کمینه 10
3	نیتروژن کل، درصد جرمی ماده خشک	کمینه ۰/۵
4	نسبت کربن به نیتروژن (C/N)	15-10

کمپینه ۰/۵	کمپینه ۱	فسفر بر حسب P2O5	5
		درصد جرمی ماده خشک	
کمپینه ۰/۵	کمپینه 1	پتاسیم بر حسب K2O	6
		درصد جرمی ماده خشک	
بیشینه 10 ds/m	بیشینه	هدایت الکتریکی	7
	8 ds/m	محلول (m/v) 10 % (ماده خشک)	
۸/۵-۶/۵	۸/۵-۶/۵	pH	8
		محلول (m/v) 10 % (ماده خشک)	
30-20	30-20	رطوبت، درصد جرمی	9
بیشینه	بیشینه 1	مواد خارجی با قطر بیشتر از 4mm	10
1		درصد جرمی ماده	

خشک	
بیشینه 10	بیشینه 4 ، آرسنیک (As) ، میلی گرم در کیلوگرم
بیشینه 5	بیشینه 2 جیوه (Hg) ، میلی گرم در کیلوگرم
بیشینه 2800	بیشینه 1400 روی (Zn) ، میلی گرم در کیلوگرم
بیشینه 300	بیشینه 150 سرب (Pb) ، میلی گرم در کیلوگرم
بیشینه 10	بیشینه 5 کادمیم (Cd) ، میلی گرم در کیلوگرم
بیشینه 35	بیشینه 25 کبالت (Co) ، میلی گرم در کیلوگرم
بیشینه 200	بیشینه 100 کروم (Cr) ، میلی گرم در کیلوگرم
بیشینه 600	بیشینه 18 مس (Cu) ، میلی گرم در کیلوگرم

	300	گرم در کیلوگرم
بیشینه 200	بیشینه	19 نیکل (Ni) ، میلی
	100	گرم در کیلوگرم
بیشینه	بیشینه 5	20 مولیبدن (Mo) ،
۵		میلی گرم در کیلوگرم

تاثیر ورمی کمپوست بر روی گیاهان مختلف

ورمی کمپوست از طرفی، حاوی میکرو ارگانسیم‌های هوازی مفید مانند ازتوباکتری‌ها بوده و از طرف دیگر، عاری از باکتری-های غیرهوازی، قارچ‌ها و میکروارگانسیم‌های پاتوژن می‌باشد در مقایسه با مواد مادری اولیه، ورمی کمپوست دارای نمک محلول کم‌تر، ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر و میزان اسید هیومیک بیشتری می‌باشند (عطیه و همکاران، ۲۰۰۰). ورمی کمپوست دارای خاصیت نگهداری آب به میزان دو الی هشت برابر حجم خود بوده و از هدر رفتن آب جلوگیری می‌نماید (کاپلان^{۱۵} و همکاران، ۱۹۸۰) و شرایط مناسب جهت دانه بندی و قدرت نگهداری مواد غذایی مورد نیاز گیاهان را فراهم می‌نماید (شرمان^{۱۶}، ۲۰۰۰). در نهایت می‌توان گفت ورمی کمپوست بهترین خاک گلدانی قابل تصور برای گلخانه یا گیاهان خانگی است و می‌توان از آن در کاشت درختان، بوته‌ها و سبزیجات نیز استفاده کرد. کومار^{۱۷} (۲۰۰۶) با افزودن ۲۰ و ۴۰ درصد ورمی کمپوست در محیط کشت گوجه‌فرنگی، فلفل و کلم کاهش معنی‌داری در جمعیت بندپایان و کاهش متعاقب در آسیب‌گیاهی را ایجاد می‌کند. سهم ورمی کمپوست در تأمین مواد غذایی کم مصرف گیاهان بسیار مهم می‌باشد (علیخانی و ثواقبی، ۱۳۸۵). با افزایش سطوح کاربرد ورمی کمپوست در خاک، غلظت عناصر روی، مس و بور در خاک افزایش پیدا می

^{۱۵} Kaplan
^{۱۶} Sherman
^{۱۷} Kumar

کند (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۵). هنگامی که مدفوع کرم‌های خاکی با خاک بدون کرم مقایسه شود. نتایج جالب توجه زیر به دست می‌آید: فسفر قابل دسترس مدفوع کرم خاکی هفت برابر بیشتر است. نیتروژن قابل دسترس مدفوع کرم خاکی شش برابر بیشتر است. منیزیم قابل دسترس مدفوع کرم خاکی سه برابر بیشتر است. کربن قابل دسترس برای زمین در خاکی که در آن مدفوع کرم خاکی وجود داشت، دو برابر بیشتر است و کلسیم قابل دسترس مدفوع کرم خاکی پنج برابر افزایش داشته است (الله دادی، ۱۳۸۴).

در رابطه با اثرات ورمی کمپوست روی محصولات مختلف تحقیقات زیادی انجام شده است که در قسمت زیر تعدادی از تحقیقات داخلی و خارجی بطور خلاصه ذکر می‌شود.

اکبریان و همکاران (۱۳۸۰) از کمپوست و ورمی کمپوست کاه و کلش گندم به منظور بررسی این دو نوع کود بر قابلیت جذب آهن و روی توسط گیاه گوجه فرنگی استفاده کردند و نتایج حاصل نشان داد که میزان، عملکرد گیاه و مقدار جذب کل عناصر مورد نظر، به میزان ۱۰ و ۱۵ درصد افزایش نشان دادند.

سماوات و همکاران (۱۳۸۰) گزارش دادند با افزایش ۵۰٪ - ۱۰ ورمی کمپوست به محیط کشت، وزن نهال‌های گوجه فرنگی افزایش می‌یابد. همچنین در تیمارهای ۱۰۰ درصد ورمی کمپوست وزن افزایش می‌یابد، تعداد میوه ۵ برابر، وزن اندام هوایی ۵ برابر و وزن ریشه ۹ برابر نسبت به تیمار بدون ورمی کمپوست افزایش یافت و عملکرد از ۶ تن در هکتار در شاهد به ۹ تن در تیمار ورمی کمپوست افزایش یافت. جوانه زنی بذرها، گوجه فرنگی، کلم پیچ و تربچه در ورمی کمپوست خیلی بهتر از کمپوست ضایعات حیوانی و محیط‌های تجاری مرسوم انجام می‌شود.

وال لال و همکاران در سال ۱۹۸۸ در آزمایشی با استفاده از ۲/۵ تن ورمی کمپوست به همراه نیمی از میزان معمول پیشنهادی کودهای نیتروژن، فسفر، پتاسیم در زمان بذر پاشی، مقدار عملکرد گندم را حفظ کردند (الله دادی و همکاران، ۱۳۸۶).

عطیه^{۱۸} و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند که گلدان‌هایی با نسبت ۴۰٪ ورمی کمپوست در محیط کشت بیشترین ارتفاع، تعداد جوانه گل و تعداد گل در گیاه همیشه بهار را در بین نسبت‌های مختلف ورمی کمپوست داشت همچنین با افزایش درصد ورمی کمپوست در محیط کشت، میزان رشد ریشه افزایش یافت.

در طی آزمایش‌هایی از علف هرز، ورمی کمپوست تهیه شد. نتایج حاصل از کاربرد آن نشان داد که این نوع ورمی کمپوست افزایش غلظت ازت، فسفر، میزان اسیدیته و تغییر پتاسیم و کلسیم قابل دسترس را سبب شد. اما در میزان منیزیم قابل دسترس تغییر ایجاد نمی‌کند (آیسی^{۱۹} و همکاران، ۲۰۰۸).

تاثیر ورمی کمپوست در رشد و نمو گیاهان

گیاهانی که از کود ورمی کمپوست تغذیه می‌کنند دارای ظاهری بلندتر و رشدی سریعتر می‌باشند. بر اساس آزمایشات و تحقیقات انجام شده، استفاده ورمی کمپوست با غلظت کمتر در رشد و نمو گیاهان تاثیر بیشتری دارد. این نتایج علمی بر اساس یافته‌های دانشگاه ایالتی اوهایو (Ohio state university) و توسط دکتران آتیه، ادوارد، سابلر و متزگر انجام شده است. گزارشات این نتایج به شرح زیر می‌باشد:

کود ورمی کمپوست به عنوان یکی از اجزا مغذی گیاهان در باغبانی و گل کاری تاثیر مستقیمی در خواص فیزیکی و شیمیایی و رشد و نمو گیاهان دارد. افزایش در میزان رشد و نمو گیاهان همیشه به عنوان یک مزیت و برتری محسوب نمی‌شود. اما کود ورمی کمپوست فعالیت و عملکرد بیولوژیکی دارد و خود مواد دفع کننده قارچی دارد که از رشد بی رویه و منفی محصول جلوگیری می‌کند و به گونه‌ای روند رشد گیاهان را کنترل می‌کند.

تاثیر ورمی کمپوست در افزایش گیاهان:

افزایش جمعی گیاهان پس از تغذیه از کود ورمی کمپوست در هر سانتی متر افزایش می‌یابد.

Atiyeh^{۱۸}
Ic^{۱۹}

تاثیر ورمی کمپوست در افزایش ریشه:

در هر آزمایش علمی انجام شده، گیاهانی که از کود ورمی کمپوست تغذیه نمودند تاثیر قابل توجهی در رشد و افزایش ریشه گیاهان داشتند. افزایش ریشه گیاهان، ظرفیت جذب آب و مواد مغذی دیگر را بالا برده و از لحاظ علمی گیاهان را قوی تر و سالم تر می سازد. در صورتی که اگر رویش شاخه ها به طور نامناسبی افزایش یابد، خطر ایجاد چسبندگی و به هم فشردگی در ریشه گیاهان وجود دارد که در این صورت گیاهان احتیاج به پیوند زنی و نشا دارند. آزمایشات نشان داد که چسبندگی در ریشه گیاهان باعث کاهش رشد آن ها خواهد شد. پس از این تحقیقات، اهمیت و ارزش سلامتی و قوت در ریشه گیاهان برای محققان و کشاورزان آشکار شد.

تاثیر ورمی کمپوست در ضخامت و کلفتی ساقه گیاهان:

طی آزمایشات انجام شده توسط محققان، ضخامت ساقه گیاهان پس از تغذیه از کود آلی ورمی کمپوست افزایش قابل توجهی داشته است گرچه ایجاد ضخامت بیشتر در ساقه از اهمیت کمتری نسبت به دیگر عوامل در رشد گیاهان برخوردار است اما در بعضی گل ها و گیاهان اهمیت بسزایی دارد مانند گل های میمون که ضخامت در ساقه آن ها تاثیر آشکاری بر زیبایی ظاهری این گل دارد.

تاثیر ورمی کمپوست بر اندازه گل ها:

زمان برداشت گل های میمون آزمایش شده، محققان دریافتند نکته بسیار ارزشمند این آزمایشات این است که گل هایی که از کود ورمی کمپوست تغذیه نمودند، رشد بیشتری از لحاظ ساقه و گلبرگ داشتند و در مقایسه با گل های دیگری که از کودهای معمولی (کودهای شیمیایی و ...) تغذیه نمودند رشد ظاهری قابل توجهی داشتند. در نتیجه ظاهر متفاوت و زیبای گل ها نظر خریداران و ناظران را به خود جلب نمود به طوری که به مرور بر میزان بهای آن گل ها افزوده شد.

تاثیر ورمی کمپوست در سرعت رشد و نمو گل و گیاه:

گیاهانی که در بستری با کود آلی ورمی کمپوست پرورش می‌یابند معمولاً رشد و نموی بیشتر و سریعتری نسبت به گیاهان دیگر دارند. در آزمایشات تحقیقاتی که بر روی گل میمون و کلم بروکلی انجام شد، نشان داد که دوره کامل رشد و نمو گل‌های میمون ۲ تا ۳ روز کمتر از دیگر گل‌ها و گیاهان است و گل کلم بروکلی نیز در زمان نشا و جوانه زنی، برگ‌های بیشتری تولید کرده است.

نتیجه:

عکس‌العمل گیاهان مختلف به کود آلی ورمی کمپوست بر اساس چند عامل مهم می‌باشد. اولین و مهمترین عامل این است که نتایج آزمایشات مختلف در پرورش گیاهان با استفاده از کود ورمی کمپوست در مناطق آب و هوایی مختلف متفاوت است. پیشرفت مراحل رشد برای هر گیاه در مناطق آب و هوایی مختلف یکسان نمی‌باشد و مسلماً واکنش گیاهان به سامانه کود ورمی کمپوست نیز متغیر خواهد بود. گیاهانی که در شرایط مطلوب آب و هوایی و تغذیه‌ای مناسب رشد می‌کنند، عکس‌العمل کندتری نسبت به افزایش میزان کود و دیگر افزودنی‌های شیمیایی به بستر خاک نشان می‌دهند. در حالی که گیاهانی که در شرایط غیر مطلوب آب و هوایی و تغذیه‌ای نامناسب رشد و پرورش پیدا می‌کنند، عکس‌العمل سریعتر و مطلوبتری در افزودن کود ورمی کمپوست به خاکشان نشان می‌دهند.

مقدار مصرف ورمی کمپوست

در برخی از منابع در زراعت‌های رایج میزان مصرف ورمی کمپوست سه الی پنج تن در هکتار، در گیاهان گلدانی پنج تا بیست درصد وزن خاک گلدان و در باغ‌های میوه دو الی پنج کیلوگرم به ازای هر درخت توصیه شده است (اکبریان، ۱۳۸۰). پنج تن این کود به علاوه کود دامی به ازای هر هکتار برای زراعت بسیار مناسب است و بهترین زمان استفاده از آن در زمان بذراپی می‌باشد (رینک^{۲۰} و همکاران، ۱۹۹۰). در زراعت گندم نیز می‌توان ورمی کمپوست را به میزان ۵ تا ۱۰ تن در هکتار

در هنگام کاشت به همراه نیمی از مقدار توصیه کودی منطقه استفاده نمود (پیتوی^{۲۱} و همکاران، ۲۰۰۳). برای مصرف این کود در گلدان ۳۰ تا ۴۰ درصد کود مورد نظر را با خاک مخلوط می‌کنند. در کشت سبزی و صیفی مثل گوجه فرنگی، پیاز، سیر و ... قبل از نشاکاری یا بذرپاشی به میزان ۷۵۰ تا ۱۲۵۰ کیلوگرم در هکتار می‌توان استفاده نمود (تاباجا^{۲۲}، ۱۹۸۰). اما باید توجه داشت مصرف بیش از اندازه ورمی کمپوست به دلیل غلظت بالای فلزات در این کود زیستی می‌تواند کاهش رشد، سوزش گیاه و حتی مشکلات زیست محیطی را به دنبال داشته باشد لذا این امر توجه به مسئله میزان مصرف بهینه از آن را نشان می‌دهد (تاملین^{۲۳} و همکاران، ۲۰۰۰).

^{۲۱} Pittaway
^{۲۲} Taboga
^{۲۳} Tomline

فصل سوم

شرایط نگهداری کرم‌ها و تولید ورمی کمپوست

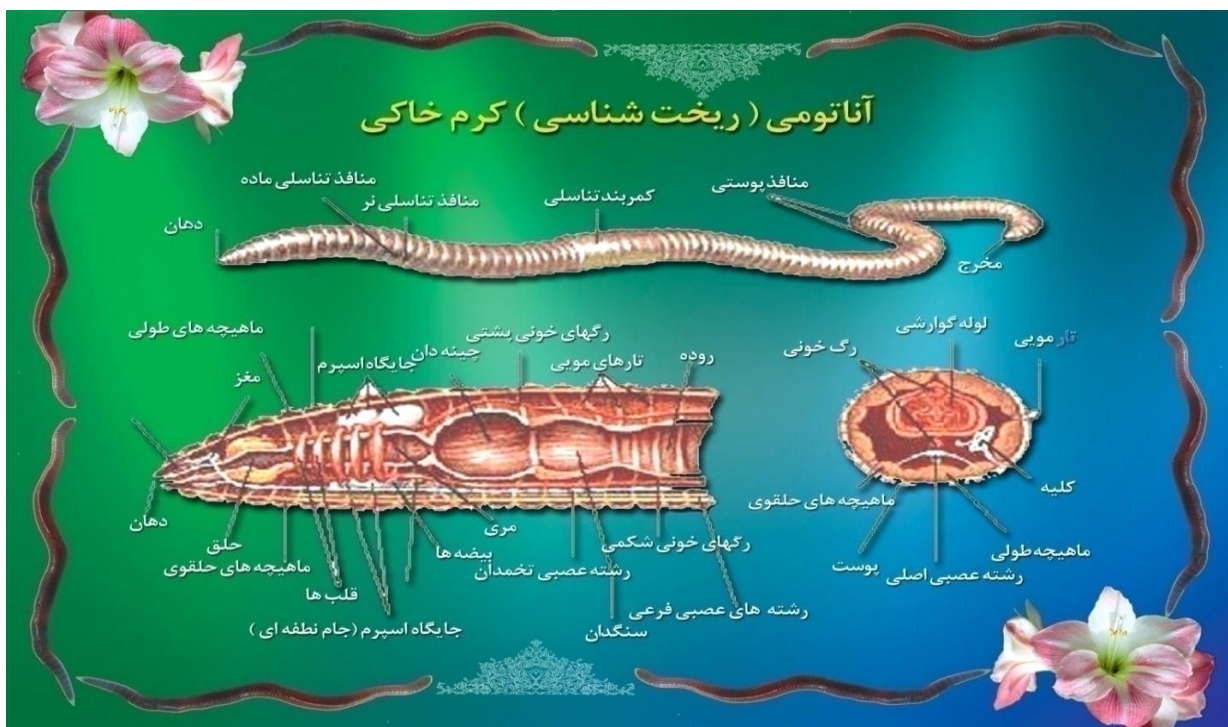
برای پرورش حیوان یا هر جاندار دیگر ابتدا باید مکان مناسبی بدین منظور ایجاد کرد و شرایط ایده‌آل پرورش را برای رسیدن به حداکثر بازده ایجاد شود. طبیعی است که پرورش کرم خاکی از این قاعده مستثنی نیست. ورمی کمپوست حاصل فعالیت نوعی کرم با نام علمی *Eisenia fetida saviny* (Lumbricidae) می‌باشد که در زبان فارسی معروف به کرم قرمز حلقوی بارانی و در سطح بین‌المللی به کرم قرمز کالیفرنمایی معروف است. کرم نیز مانند هر جاندار دیگر برای ادامه‌ی حیات به یک سری شرایط محیطی احتیاج دارد، هر چه این عوامل بهینه‌تر باشد کرم می‌تواند تغذیه و تولیدمثل بهتری انجام دهد.

مشخصات کرم خاکی

ویژگی‌های کرم *Eisenia fetida saviny* (Lumbricidae)

کرم خاکی براساس نوع گونه در رنگ‌های متنوعی از سیاه متمایل به قهوه‌ای تا قرمز مشاهده می‌شوند. بدن کرم خاکی استوانه‌ای و در دو انتها نازک است، سطح شکمی پهن و رنگ‌پریده است، در سطح پشتی تیره‌تر است، بدن یک کرم خاکی از ۸۰ تا ۱۰۰ حلقه تشکیل شده است، طول کرم بالغ، هفت و نیم سانتی‌متر است. کرم‌ها سر چندان مشخصی ندارند، دهان آن در حلقه اول قرار دارد، مخرج کرم خاکی بیضی شکل و به طور عمودی در حلقه آخر قرار دارد. در هر حلقه از بدن کرم خاکی به جز حلقه اول و آخر چهار جفت تار مویی ابریشم مانند وجود دارد. هر تار عبارت از یک میله کیتینی نوک تیز است که در یک کیسه اپیدرمی مخصوص واقع در درون دیواره بدن جای گرفته‌است. کرم‌ها می‌توانند به وسیله ماهیچه‌های منقبض‌کننده تار را در هر جهت حرکت داده و به جلو و عقب بکشند. این تارها هنگامی که کرم در سوراخش قرار دارد و یا روی زمین حرکت می‌کند مانند گره یا میخ عمل می‌کند. طول عمر کرم خاکی را از یک تا هشت سال برآورد کرده‌اند. گفته می‌شود که بخش‌هایی از بدن کرم خاکی قدرت ترمیم داشته و در صورت تخریب‌شدن دوباره رشد می‌کند. کرم‌های خاکی

دوجنسی هستند بدین معنی که هر جانور به تنهایی دارای اندام تولید مثل نر و ماده بوده و نحوه ازدیاد آنها از طریق تخم- گذاری صورت می‌گیرد. خشکسالی باعث از بین رفتن کمر بند تناسلی در کرم خاکی می‌شود، پس از مناسب شدن شرایط دوباره رشد خواهد کرد. کرم‌های بسیار مسن هم کمر بند تناسلی خود را از دست می‌دهند.



شکل ۴ آناتومی بدن کرم خاکی

کرم‌ها بسیار به شرایط محیط زندگی خود حساس هستند، اگر این شرایط نامناسب باشد مانند وقتی که رطوبت بستر بیش از حد یا خیلی کم باشد، محیط اسیدی یا بازی باشد اقدام به فرار می‌کنند. کرم‌های خاکی نسبت به ارتعاش نیز بسیار حساس هستند (راوم^{۲۴}، ۱۹۵۹) و همچنین از نور آفتاب و بارندگی گریزان می‌باشند، پس باید آنها را از این دو عامل محافظت نمود.

عوامل تاثیرگذار در رشد و تولیدمثل کرم‌ها

هشت عامل اساسی و ضروری برای رشد، تکثیر و ادامه زندگی کرم‌های تولید کننده کمپوست وجود دارد که اختلال در یکی از آن‌ها منجر به مرگ آن‌ها می‌شود:

۱- نسبت کربن به نیتروژن مناسب در بستر

۲- دمای مناسب

۳- رطوبت کافی

۴- میزان اسیدیته خاک

۵- تهویه مناسب

۶- تاریکی

۷- منبع غذایی جهت تأمین انرژی برای رشد و تکثیر

۸- بستر به عنوان محل رشد و تکثیر کرم‌ها (مرتودت^{۲۵} ۲۰۰۷).

نسبت کربن به نیتروژن

یکی از عواملی که در تغذیه کرم‌های خاکی بسیار موثر است نسبت کربن به نیتروژن (نسبت C/N) در بستر پرورش کرم-های خاکی می‌باشد. نسبت کربن به نیتروژن (C/N) مناسب در مواد غذایی برای کرم‌ها به این صورت است که به ازای هر ۲۰ تا ۲۵ واحد کربن یک واحد نیتروژن بر اساس وزن خشک وجود داشته باشد. در این محدوده نیتروژن به صورت گاز آمونیاک خارج خواهد شد در صورتی که در نسبت‌های بیشتر کربن به نیتروژن، پروسه کمپوست‌سازی در اثر محدودیت نیتروژن بسیار کند صورت خواهد گرفت. نسبت کربن به نیتروژن در ورمی کمپوست رسیده برابر ۲۰ و یا کمتر از آن می‌باشد در صورتی که در ورمی کمپوست نارس نسبت C/N بالا می‌باشد. درصد زیاد کربن باعث تجزیه آهسته مواد شده در صورتی که درصد زیاد نیتروژن، باعث تولید پروتئین بیشتر می‌شود.

²⁵ Mortvedet

برای رسیدن به نسبت مناسب کربن به نیتروژن، توده ورمی کمپوست به نسبت مناسبی از مواد غنی کربنی یا مواد قهوه‌ای رنگ و مواد نیتروژنی یا مواد سبز رنگ احتیاج دارد. در بین مواد قهوه‌ای رنگ برگ‌های خشک، کاه و خرده‌های چوب وجود دارد. مواد نیتروژنی سبز رنگ و تازه هستند، مانند علف‌های کوتاه شده و ته مانده غذای آشپزخانه که علف‌های کوتاه شده سریع تجزیه می‌شوند. یونجه مقدار نیتروژن بیشتری نسبت به کاه دارا می‌باشد در استفاده از این مواد باید توجه داشت که کاه و یونجه ممکن است دارای بذره‌های علف‌های هرز باشند. در خاک‌های قلیایی استفاده از برگ‌های سوزنی کاج برای تولید ورمی کمپوست مفید است زیرا به دلیل خاصیت اسیدی خود می‌توانند PH خاک‌های قلیایی را به PH خنثی نزدیک‌تر کنند.

جدول ۴ نسبت کربن به نیتروژن مواد اولیه در تولید ورمی کمپوست

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

جدول ۵ مواد غذایی مناسب برای کرم‌ها و نسبت کربن و نیتروژن آن‌ها

تراکم ^۳ Kg/m	ماده خشک	C:N	N%	%C	مواد
417	61	511:1	1/0	2/56	خاک اره
80	82	80:1	7/0	56	کاه

688	30	44:1	1	8/43	سیلاژ ذرت
592	39	30:1	5/1	3/44	کود اسب
320	60	15:1	8	120	کود طیور

درجه حرارت

منظور از درجه حرارت، درجه حرارت در مواد غذایی کرم‌ها می‌باشد که با درجه حرارت در هوای آزاد متفاوت است. درجه حرارت بین ۱۸ تا ۲۵ درجه سلسیوس برای کرم‌ها مناسب است. کرم‌ها در درجه حرارت خیلی پایین مثلاً صفر درجه سلسیوس نمی‌میرند ولی قدرت تولید مثل و فعالیتشان کاهش می‌یابد و برای بقای خود به اعماق می‌روند. کرم‌ها هرگز نباید در درجه حرارت انجماد قرار گیرند چون در درجه حرارت‌های پایین یعنی حدود دو درجه سلسیوس بدن خود را جمع کرده و حالت طبیعی خود را از دست می‌دهند ولی تخم‌های کرم می‌توانند درجه حرارت زیر صفر را مدتی تحمل کنند.

کرم‌ها تا ۴۳ درجه سلسیوس حرارت محیط را می‌توانند تحمل می‌کنند، اما بهتر است که دمای بستر پرورش از ۳۰ درجه بیشتر نشود. زیرا در دمای بیشتر از ۳۰ درجه اغلب خواهند مرد تعداد کرم‌ها رو به کاهش خواهد رفت. به همین دلیل در بستر پرورش نباید از کود دامی، کود مرغی و زباله‌های تازه برای کرم‌ها استفاده شود، زیرا در این گونه مواد درجه حرارت داخل بستر به طور ناگهانی افزایش می‌یابد و باعث تلفات کرم‌ها خواهد شد. نسبت سطح به حجم توده کمپوست نیز نقش مهمی در تعدیل درجه حرارت دارد، با ایجاد بستر مناسب با سطح بزرگ‌تر، که نسبت سطح به حجم بیشتر را موجب می‌شود، خروج گرمای اضافی از توده بسیار آسان‌تر انجام می‌شود (شاهورانی، ۱۳۸۸).

رطوبت

یکی از نیازهای فیزیولوژیک سلول‌های زنده آب می‌باشد. ۷۵ تا ۹۵ درصد وزن بدن کرم‌های خاکی را آب تشکیل می‌دهد و در پرورش این موجودات رطوبت یک عامل مهم در تولید ورمی کمپوست بوده و تاثیر عمده‌ای بر روی رشد کرم خاکی دارد (بومن، ۱۹۹۱).^{۲۶} کرم‌های خاکی برای رشد و زنده ماندن نیاز به رطوبت کافی دارند. رطوبت اضافی سبب شرایط بی‌هوایی درون توده می‌شود و رطوبت خیلی کم نیز بی‌آب‌شدن مواد غذایی کرم‌ها را به دنبال دارد. کرم‌های خاکی از طریق پوست تنفس می‌کنند به همین دلیل نیاز دارند همیشه در محیط مرطوب باشد، بنابراین بسیار مهم است که محتویات بستر کرم خشک نباشد و حتی الامکان محیط رشد مرطوب باشد. در بستر پرورش روباز، ممکن است نور آفتاب باعث خشک‌شدن بستر شود و تأثیرات منفی روی کرم‌ها داشته باشد حتی ممکن است باعث متوقف‌شدن تولید مثل آن‌ها گردد. البته رطوبت خیلی زیاد مانع تبادل اکسیژن می‌شود زیرا، اکسیژن موجود در آب بسیار کم بوده و برای کرم‌ها قابل استفاده نیست و محیط را با کمبود اکسیژن مواجه می‌کند. اگر محیط خیلی مرطوب یا خشک باشد کرم‌ها از بستر خارج خواهند شد. بسترها باید رطوبت ملایم داشته باشند و نباید دارای رطوبت خیلی زیاد (خیس) باشند. طبق گزارش ادوارد در سال ۱۹۸۰ رطوبت بهینه برای حداکثر رشد در بسترهایی که از زباله سبزی‌ها به همراه فضولات حیوانی تهیه شده باشد، ۷۵ تا ۹۰ درصد می‌باشد، اما در بسترهای مختلف مقدار رطوبت برای حداکثر رشد، تغییر می‌کند. به طور مثال بیشترین سرعت رشد این کرم در بستر کود گاوی در سطح رطوبتی ۹۰٪ و کم‌ترین سرعت رشد آن در سطح رطوبتی ۷۰٪ بوده است. در کود خاکی بیشترین رشد آن در سطح رطوبتی ۷۵٪ و کم‌ترین آن در ۷۰٪ بود (گاندی^{۲۷}، ۲۰۰۳). بهتر است بستر مانند اسفنجی که خیس شده و آب اضافی آن در اثر فشردن خارج می‌شود، رطوبت داشته باشد. برای اندازه‌گیری رطوبت به صورت دستی، یک مقدار از بستر را در دست گرفته و فشار داده شود. آبی که از آن بین انگشت‌ها خارج می‌شود، نه به صورت شرشر باشد و نه قطره قطره، به این حالت لجن کش کردن می‌گویند. به استثنای گرما یا سرمای شدید هیچ عاملی کرم‌ها را زودتر از قرار گرفتن کرم‌ها در

²⁶ Bowman

²⁷ Gundi

محیط خشک نمی‌کشد. در صورت وجود رطوبت کافی در درون بستر رشد، درجه حرارت میانگین بستر در همه جای آن بین ۵ تا ۱۰ درجه کمتر از هوای محیط اطراف آن خواهد بود (علیخانی و ثواقبی، ۲۰۰۵).

اسیدیته

کرم‌ها در مقابل غلظت یون هیدروژن (pH) حساس هستند، کرم‌های خاکی در محدوده pH، حدود پنج (اسیدی) تا هشت (قلیایی) رشد خواهند کرد. برای تولید مطلوب بهترین pH که بسترها باید در آن نگهداری شوند، pH حدود خنثی (هفت) است. pH باید به‌طور مرتب به وسیله کاغذهای تورنسل یا کیت‌های سنجش pH که در دسترس است اندازه‌گیری شود. برای این منظور، ابتدا کود دامی را شسته، یک کاغذ تورنسل را انتخاب کرده و آن را داخل شیرابه‌ای که از کود جاری شده، به مدت ۶۰ الی ۱۲۰ ثانیه قرار داده می‌شود، سپس رنگ کاغذ که تغییر کرده است مقابل هر یک از الگوهای راهنما گرفته و pH مطلوب خوانده می‌شود. اگر بستر اسیدی باشد کرم‌ها یا از بستر فرار می‌کنند یا اگر پتانسیل فرار نداشته باشند در بستر تلف می‌شوند. اگر بستر قلیایی باشد میل به جفتگیری کرم‌ها کاهش می‌یابد و سرعت تکثیر آن‌ها کاهش خواهد یافت. در صورتی که اسیدیته خیلی بالا باشد برای پایین آوردن اسیدیته محیط از خزپیت، آناناس، مرکبات و گوجه فرنگی استفاده می‌شود در بسترهای اسیدی نیز از سنگ آهک یا پوسته تخم‌مرغ برای افزایش میزان اسیدیته بستر می‌توان استفاده کرد (سماوات، ۱۳۸۳).

نتایج به دست آمده از تحقیقات کاپالان^{۲۸} و همکاران در سال (۱۹۸۰) که بر روی نیازهای فیزیکی و شیمیایی ۲۲۰ نخ کرم انجام گرفته است در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۶ پاسخ کرم ایزینیافتیدا در برابر تغییرات اسیدیته

تغییرات زیست توده	اسیدیته نهایی	زنده بودن بر حسب روز	اسیدیته ابتدایی
-------------------	---------------	----------------------	-----------------

Kapalan^{۲۸}

۲	۶	۷	همگی مردند
۳	۷	۸	همگی مردند
۴	۷	۸	همگی مردند
۵	۱۴	۴/۵	۱۴۶
۶	۱۴	۴/۵	۱۸۷
۷	۱۴	۶/۴	۲۳۴
۸	۱۴	۶/۶	۲۲
۹	۱۴	۷	۲۲۰
۱۰	۷	۸/۷	همگی مردند

تهویه بستر رشد کرم‌ها

در سیستم تولید ورمی کمپوست، باید به تهویه بستر به عنوان یکی از ضروریات رشد کرم‌ها توجه کافی داشت (خاورزی، ۱۳۸۷). کرم‌ها اکسیژن را از راه پوست خود جذب می‌کنند و در در مقادیر پایین اکسیژن و یا مقادیر بالای دی اکسید کربن می‌توانند زنده بمانند، اما هر چه تهویه و اکسیژن رسانی بیشتر باشد فعالیت و تولید مثل آن‌ها بیشتر می‌باشد. عمق بستر بیش از ۴۵ سانتی‌متر، سبب متراکم شدن مواد غذایی درون بستر، ایجاد محیط کم اکسیژن و کم شدن فعالیت کرم‌ها می‌شود. به همین دلیل در عمق ۴۵ سانتی‌متری باید روش حلاجی بستر به منظور هوادهی آن استفاده شود (سوبارائو، ۱۳۷۵). کف بستر نیز باید به نحوی بنا شود که تهویه و زهکشی زیر بستر مطلوب باشد. استفاده از کودهای سرند شده به دلیل تراکم بیشتر و فضای خالی کمتری عمل هوادهی را به صورت بسیار ضعیف انجام می‌دهند. اگر سیستم تولید ورمی- کمپوست در ظرف انجام می‌شود، در انتخاب ظرف باید از موادی استفاده شود که هوا بهتر بتواند در آن نفوذ نماید، همچنین

این ظروف بایستی نسبت سطح به حجم بالایی داشته باشند به همین دلایل استفاده از ظروف کم عمق مناسب تر می باشد. اگر از ظروف پلاستیکی استفاده می شود، حتماً بایستی منافذی در ظرف ها تعبیه شود تا هوادهی بهتر صورت بگیرد. بوی متصاعد شده از بستر رشد می تواند به عنوان شاخصی که نشان دهنده خروج سامانه تولید از حالت توازن است و علامت رخداد شرایط بی هوازی در توده کمپوست در نظر گرفته شود. کرم ها ظرف مدت کوتاهی قادر به برطرف کردن بوی نامطلوب حاصل از تجزیه مواد زائد هستند. فعالیت خود کرم های خاکی هم باعث ورود هوا به سیستم می شود. امتیاز ورمی کمپوست به کمپوست های معمولی این است که نیازی به زیر و رو کردن بستر برای هوادهی نیست. برای تهویه بهتر می توان با ایجاد پایه در قسمت زیر بستر تهویه مناسب را برای بستر ایجاد کرد به قسمی که هوا از زیر تل عبور کند.



شکل ۵ ایجاد پایه برای تهویه از زیر

تاریکی

کرم های خاکی از نور و روشنایی بیزارند (راوم ۱۹۵۹، ۲۹). اگر مدت زمانی در معرض نور خورشید قرار بگیرند کرم ها خواهند مرد در این حالت اجساد آن ها مثل چوب کبریت سوخته شده می باشند. می توان از رفتار نورگریزی کرم ها برای ورود کرم ها

به بستر جدید استفاده کرد و جهت نگهداری کرم‌ها در محل پرورش نگهداری و ممانعت از خروج آن‌ها از بستر پرورش استفاده کرد. باید توجه داشت کرم خاکی از نور قرمز فرار نمی‌کنند. اما نور آفتاب می‌تواند باعث خشک شدن بستر شده و تأثیرات نامطلوبی روی کرم‌ها داشته و حتی باعث متوقف شدن تولید مثل آن‌ها گردد.

فصل چهارم

فرایند تولید

این فصل فرایند و روش‌های مختلف تولید ورمی کمپوست اختصاص یافته است، با توجه به هدف، سرمایه و امکانات، روش تولید متفاوت است.

مکان تولید ورمی کمپوست

قبل از هر چیز برای تولید باید مکان مناسبی را تدارک دید که این مکان باید دارای ویژگی‌هایی باشد:

الف) محل تولید ورمی کمپوست باید فاصله کم و مناسبی از منابع آبی همانند رودخانه، چشمه، چاه و... داشته باشد و محدوده مالکیت زمین کشاورزی نیز رعایت شود. و به دلیل وجود بوی نامطلوب در ابتدای امر تولید باید از مناطق مسکونی فاصله داشته باشد.

ب) پسماندهای آلی به طریقی کمپوست شوند که سبب آلودگی آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی و خاک منطقه نگردند.

ج) واحدها و فرآیند تولید کمپوست مورد قبول و تأیید کارشناسان ذیصلاح قرار گرفته و یا منطبق بر مفاد دستورالعمل ارسال شده از طرف حوزه معاونت امور دهیاری‌ها باشند.

دیگر ملاحظات آنکه باید در نظر گرفته شوند عبارتند از: شرایط خاک محل و زهکشی آن، جهت باد و توجه به زیبایی محل

فرایند تولید ورمی کمپوست

برای تولید ورمی کمپوست لازم است مواد آلی قابل تجزیه در اختیار کرم‌های خاکی قرار داده شود و سپس شرایط مناسب برای تکثیر و نگهداری کرم‌های خاکی فراهم آورد و از آن‌ها در برابر دشمنان طبیعی محافظت نمود. در مرحله آماده‌سازی بستر مورد نیاز کرم‌های خاکی لازم است ابتدا ذرات آلی به قطعات کوچکتر تقسیم و سپس آماده‌سازی اولیه بر روی آن‌ها انجام شود. توده ماده آلی در مجاورت رطوبت، اکسیژن و دمای مناسب و در حضور میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده ماده اولیه برای کرم‌های خاکی را فراهم نموده و در ادامه در اثر عبور مواد از دستگاه گوارش کرم خاکی مواد آلی به ماده‌ای قهوه‌ای تا سیاه رنگ به نام ورمی کمپوست تبدیل می‌شوند (تریپتی و همکاران، ۲۰۰۵). برای پرورش کرم خاکی و تولید ورمی کمپوست باید تدارک لازم را انجام داد که در زیر اشاره می‌شود:

مواد اولیه

در تولید صنعتی باید از کود دامی (گاو) یا کود گوسفندی به‌عنوان مواد اولیه برای کرم‌های خاکی استفاده شود، اما کود اسبی به دلیل وجود بیماری‌های مشترک اسب با انسان توصیه نمی‌شود. در سطح کوچک خانم‌های خانه‌دار می‌توانند از ضایعات منازل به عنوان غذایی برای کرم‌ها، بهره ببرند و در نهایت از ورمی کمپوست تولیدی به عنوان کود گیاهی برای گلدان و باغچه استفاده کنند.

دستگاه خردکن

کرم‌ها تکه‌های بزرگ غذا را باید به مواد نرم تبدیل تا بتوانند آن‌ها را بلعند. اگر از دستگاه‌های کمپوست خردکن در این حرفه استفاده شود، علاوه بر بر طرف شدن این مشکل می‌توان تولید ورمی کمپوست را سرعت بخشید زیرا مواد ریز توسط

کرم‌ها سریع‌تر به کمپوست تبدیل می‌شود. در مورد کود دامی می‌توان با آب دادن تا حدودی عمل خرد کردن را انجام داد، زیرا کود در اثر رطوبت، نرم می‌شود.

کف بستر

کف بستر یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت در تولید ورمی کمپوست است. برای اینکه بتوان به نحو احسن از کرم‌ها نگهداری کرد، باید در انتخاب کف بستر مناسب دقت داشت. در انتخاب کف بستر باید به چند فاکتور اساسی دقت کرد، از جمله: تهویه، جلوگیری از تجمع آب، ماندگاری رطوبت و... از جمله این کف بسترهای مورد استفاده در تولید ورمی کمپوست می‌توان به سیمان، آسفالت، چوب، پلاستیک، مش و... اشاره کرد که به تناسب محیط کار، آب و هوا و... قابل پیش نهاد است. همچنین شیب دهی کف یکی از مهم‌ترین عواملی است که تولیدکنندگان را به کف‌سازی مناسب ترقیب می‌کند. شیب مد نظر باید تا حدی باشد که پس‌آب خروجی از بستر را از محیط تولید خارج کند. این شیب به صورت تقریبی ۱۰ درجه در نظر گرفته می‌شود.

افزودنی‌ها

امروزه در سراسر دنیا بر روی تأثیر بعضی از ضایعات کشاورزی، صنعتی و منازل تحقیقات مختلفی انجام شده است و به این نتیجه رسیده‌اند که برخی از ضایعات بر روی میزان زاد و ولد کرم‌ها، تحریک میل جنسی و میزان خوراک‌دهی کرم‌ها تأثیر زیادی دارد و حتی بر روی ورمی کمپوست تولید شده نیز اثر می‌گذارد، بطور مثال می‌تواند روی میزان Ec تأثیرگذار بوده و آن‌را کاهش دهد.

مراقبت از بستر پرورش

مسقف کردن

داشتن سقف یا نداشتن آن، ضرورتی است که به خود تولیدکننده مرتبط است. عواملی همچون استطاعت مالی، هدف تولید، شرایط محیطی و... از جمله عوامل موثر در تصمیم تولیدکننده است. به طور مثال در مناطقی مانند یزد و سیستان و

بلوچستان که تابش آفتاب مستقیم بوده و به تناسب دمای هوا بالاتر است هدف از ایجاد سقف کاهش هدر رفت رطوبت از بستر که ناشی از تابش آفتاب آن مناطق می باشد است ولی در منطقه ای مثل گیلان که بارش زیاد باران مهمترین ویژگی این منطقه است هدف از ایجاد سقف می تواند در امان ماندن کرم ها از بارش مستقیم باران باشد.

حصارکشی

هدف از حصارکشی، در امان ماندن محوطه تولیدی شما از گزند موجوداتی همچون موش، گراز، جوجه تیغی، بزمجه و ... می باشد. ارتفاع این حصار بسته به نوع حیوانات مزاحم در منطقه می تواند از ۳۰ سانتی متر تا ۱ متر باشد. بعد از تزریق کرم به تل (در فصل های بعدی اشاره شده است)، کارها آسان تر از قبل پیش می رود. اما هر چند روز یک بار میزان دما، رطوبت و PH چک شود. سروصدا، نور آفتاب و تهویه بستر پرورش باید تحت کنترل باشد.

روش های پرورش کرم خاکی

پرورش کرم خاکی به روش بارت

در روشی که برای پرورش کرم خاکی توسط بارت پیشنهاد شده، کف بستر توسط لایه ای نازک از علفه خشک یونجه یا ۲-۳ لایه از گونی پوشیده می شود. سپس جعبه ها با کمپوستی حاوی فضولات، هوموس و خاک اره با نسبت ۱ به ۱ تا دو سوم از ارتفاع جعبه پر می گردند. در این روش اندازه جعبه های چوبی حدوداً ۵۰×۳۵×۱۵ سانتی متر می باشد، از آرد به میزان ۰/۵ کیلوگرم در هر جعبه جهت تحریک تخم گذاری کرم ها استفاده می شود. خاک اره و فضولات باید کاملاً مرطوب شده و با خاک مخلوط شوند، نیم کیلوگرم کرم بالغ را بر سطح بستر قرار داده و با لایه ای نازک از ماده بستر پوشانده می شوند. سپس محتویات جعبه ها با ۲ یا ۳ لایه گونی پوشیده می شوند تا از خشک شدن، جلوگیری و یک توزیع منظم رطوبت ایجاد نماید. جعبه ها با ماده ی بستر و کرم های خاکی در محیطی تاریک نگهداری می شوند. جعبه ها بر روی یکدیگر قرار گرفته و توسط تخته های چوبی به ضخامت ۵ سانتی متر از یکدیگر جدا می گردند. جعبه های قرار گرفته بر کف، بر روی قاب هایی چوبی

گذاشته می‌شوند و در فاصله ۱۵ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین قرار می‌گیرند. ماده بستر باید مرطوب نگهداری شود، بسته به وضعیت آب و هوا در هفته باید یک یا دوبار به آن‌ها آب داد، به شرط آن که تغییرات دما بین ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد تغییر کند و رطوبت مواد بستر مناسب باشد. پس از رسیدن به سن بلوغ، بیشتر کرم‌ها باید خارج شوند و تنها ۵۰۰ کرم در هر جعبه باقی می‌ماند.

طرح انبارك دوتايي براي پرورش كرم خاكي

یک سامانه پرورشی که شامل دو عدد انبارک مربعی قابل جابجایی است که این دو جعبه به وسیله‌ی یک صفحه‌ی دیسک مانند کنترل حرکت (باز و بسته کردن) قابل تفکیک از هم می‌باشند. هر دو انبارک در یک سینی جای داده می‌شود که در جمع‌آوری و توزیع مایع بارورکننده (حاصلخیزکننده) برای استفاده در گیاهان خانگی به کار می‌آید. صفحه‌ی دیسک مانند، کنترل حرکت طبیعی (Migration) کرم‌ها را برعهده دارد. حرکت طبیعی (Migration) کرم‌ها در بین انبارک‌ها، به وسیله‌ی باز کردن یا بسته کردن انتخابی راه عبوری بین هر انبارک صورت می‌گیرد. جریان کمپوست سازی در یکی از دو انبارک با حالت بسته‌ی صفحه‌ی دیسک مانند، بین دو انبارک شروع می‌شود. این کار همه کرم‌های خاکی را در انبارک کار محبوس می‌کند، در نتیجه آنها سریعاً، مواد زائد خانگی را بصورت کودی مفید برای گیاهان بازیافت می‌کنند؛ که همان ورمی کمپوست یا مدفوعات کرم خاکی نامیده می‌شود. در طول مدت این جریان انبارک دومی از مواد تازه و زائد آشپزخانه‌ای پر می‌شود. وقتی که مواد زائد، در انبارک کار به کمپوست کامل تبدیل شدند، اجازه حرکت آزاد به کرم‌ها داده می‌شود، تا به منبع جدید خوراک در انبارک دوم انتقال یابند. با جدا شدن کرم‌ها از انبارک اول و خالی شدن آن از کرم‌ها ورمی کمپوست آماده‌ی برداشت است. این چرخه آن قدر ادامه می‌یابد تا به طور پایان ناپذیری، برای هر چه حاصلخیزتر شدن زمین‌ها، ورمی کمپوست را تأمین کند. روش تغذیه و نگهداری کرم‌ها در این روش هم به مانند روش بارت می‌باشد این نکته را باید مد نظر داشت که تجمع کرم‌ها در کنار جعبه‌ها، به معنی نامناسب بودن شرایط پرورش است. که ممکن است ناشی از عوامل زیر باشد:

۱- فقدان خلل و فرج

۲- رطوبت خیلی زیاد

۳- بیش از حد بودن بقایای غذا در ماده بستر

پژوهش‌های وسیع نشان داده است که برای دست یافتن به یک مزرعه کرم، ایجاد محیط و شرایط طبیعی و غیر مختل شده بسیار مهم می‌باشد، برای اینکه کرم‌ها بتوانند در آن محیط، مواد غذایی را مصرف کرده و تولیدمثل نمایند. روش کنترل حرکت طبیعی تنها روش مطمئن برای رسیدن به این هدف می‌باشد. روش جداسازی کرم‌ها از بستر در طرح بارت و طرح انبارک دوتایی همان‌طور که ذکر شد اضافه کردن مواد آلی تازه‌تر در انبارک خالی می‌باشد. البته در این طرح‌ها، چون موضوع و هدف اصلی تهیه‌ی ورمی کمپوست می‌باشد نه کرم، در نتیجه کرم‌ها برای تهیه ماده غذایی جدید به انبارک دوم مراجعت می‌کنند و در نهایت کمپوست انبارک پرورش خالی از کرم‌ها می‌ماند. ولی برای جداسازی کرم‌ها از کمپوست، مابین انبارک اول و دوم ظرفی قرار می‌دهیم که علاوه بر داشتن عمق مناسب برای تجمع کرم‌ها، از یک طرف سمت انبارک بستر بدون توری دانه‌ریز و از طرف دیگر سمت انبارک خالی با محافظ توری دانه‌ریز باشد. کرم‌ها حین مراجعت از انبارک بستر به سمت انبارک خالی یا حاوی مواد آلی جدید، برای دستیابی به مواد غذایی بهتر به درون ظرف می‌افتند و چون ظرف از سمت انبارک مواد آلی جدیدتر، دارای پوشش توری شکل می‌باشد، در همان جا به دام می‌افتند و نمی‌توانند به انبارک مواد آلی جدیدتر مراجعت کنند. سپس ظرف حاوی کرم‌ها پس از چند ساعت به صورت خالی تعویض می‌شود. پس از برداشت مقداری از کرم‌ها، ظرف را برداشته و اجازه‌ی عبور کرم‌ها از انبارک بستر به انبارک مواد آلی تازه داده می‌شود.

انواع کف بستر برای تولید کرم خاکی

انواع کف بستر برای پرورش کرم‌های خاکی عبارتند از ۱- سیمان ۲- سبذ ۳- خاک کوبیده شده ۴- مش ۵- سفال ۶-

گونی

شخص تولید کننده با توجه به امکانات و سرمایه ای که دارد می تواند هر کدام از کف بسترهای بالا را که در اکثر نقاط دنیا نیز مورد استفاده قرار می گیرد، را به منظور پرورش کرم خاکی و تولید کود ورمی کمپوست استفاده کند.

سیمانی

در این نوع کف بستر یک مخزن سیمانی به طول دو متر و عرض یک متر با عمق ۵۰ سانتی متر روی زمین یا کمی پایین تر از سطح زمین آماده می شود. در لایه زیرین این مخزن سیمانی یک لایه به ضخامت پنج سانتی متر از آجرهای شکسته و سنگریزه درشت آماده می شود. این لایه به خروج آب اضافی از عمق مخزن کمک می کند و نقش زهکش را ایفا می کند. این مخزن در قسمت انتها دارای یک خروجی برای تخلیه آب اضافی است. در برخی موارد می توان از دیواره مخزن چشم پوشی کرد و فقط کف بستر را از جنس سیمان انتخاب کرد (گوپتا، ۲۰۰۳). این روش بسیار ماندگار است و هزینه احداث نسبتاً کمتری نسبت به روش های دیگر دارد. تولیدکنندگان بزرگ ورمی کمپوست از این روش استفاده می کنند. در صورتی که در روند تولید از تراکتور به جای کارگر استفاده می شود، کف بستر سیمانی (بتن) باید مقاوم تر احداث شود. اما یکی از عیب های روش سیمان این است که در فصول سرد سال، دمای آن پایین و در فصول گرم سال دمای آن بالا می رود.



شکل ۶ کف بستر سیمانی



شکل ۷ مخزن سیمانی



شکل ۸ مخزن سیمانی

جعبه‌ای

روش جعبه‌ای یا سبدی شبیه روش‌های خانگی تولید ورمی کمپوست می‌باشد با این تفاوت که این روش جعبه‌ای می‌تواند در مقیاس وسیع‌تر انجام شود. طرح جعبه‌ها می‌تواند متفاوت باشد مانند: سبد، صندوق، بشکه. در طرح سبد یا جعبه‌ای باید مدیریت بالایی در نگهداری و مراقبت از هر کدام از سبدها داشت. در این روش کود دامی و مواد قابل کمپوست شدن در جعبه ریخته می‌شود. جعبه‌ها می‌تواند دارای درپوش نیز باشد تا هم مانع نفوذ نور شود و هم از کاهش رطوبت خاک جلوگیری کند. نور شدید، سرمای زیاد، ضربه و ارتعاش، کاهش رطوبت و ... از عواملی هستند که موجب نامناسب شدن شرایط رشد کرم‌ها می‌شود. اگر از جعبه‌های پلاستیکی استفاده شود، باید سوراخی برای خروج آب اضافی و همچنین سوراخی برای جریان هوا در آن ایجاد شود. اما جعبه‌های چوبی معمولاً این مشکل را ندارند ولی بهتر است در جعبه‌های

چوبی قبل از کود ریزی، دیواره‌های آن با پارافین یا موم در مقابل هدر رفتن رطوبت، عایق شود. یکی از معایب جعبه‌های چوبی، پوسیدگی چوب و زنگ‌زدگی میخ اتصال کننده‌ی چوب است.



شکل ۹ سبد استفاده شده

در این روش برای پر کردن و خالی کردن جعبه‌ها نیاز به نیروی انسانی زیادی می‌باشد، در ضمن تنظیم دقیق رطوبت در این سیستم الزامی است (عطیه، ۲۰۰۰). یکی دیگر از عیب‌های سبد علاوه بر هزینه بالای سبد، نیاز به مکان زیادی دارد. در صورت قرار دادن سبدها بر روی هم کرم‌ها از سبدهای بالایی به سبدهای پایینی می‌رود و ممکن است کرم‌های خاکی با مشکل تهویه و کمبود اکسیژن مواجه شوند.



شکل ۱۰ جعبه‌ای (سبزی)

روش دو جعبه‌ای

این سیستم دارای دو سطل است که توسط یک دیوار از هم جدا شده است، کرم‌ها وارد سطل اول می‌شوند و شروع به تغذیه می‌کنند، سطل دوم بستری حاوی زباله و مواد غذایی لایه‌لایه است. پس از دو هفته، دیواره بین دو سطل حذف شد، و به کرم‌ها اجازه داده می‌شود تا از سطل اول به سطل دوم حاوی زباله‌های جدید حرکت کنند. سطح پایینی این جعبه‌ها مشبک است. در هنگام برداشت قسمت پایینی ورمی کمپوست توسط میله مخصوصی خرد و سرد می‌شود و مواد اولیه تازه به قسمت فوقانی جعبه اضافه می‌شود (هاشمی مجد و همکاران، ۱۳۸۲). البته می‌توان دو جعبه را بر روی هم قرار داد که در جعبه بالایی مواد اولیه تولید می‌شوند.



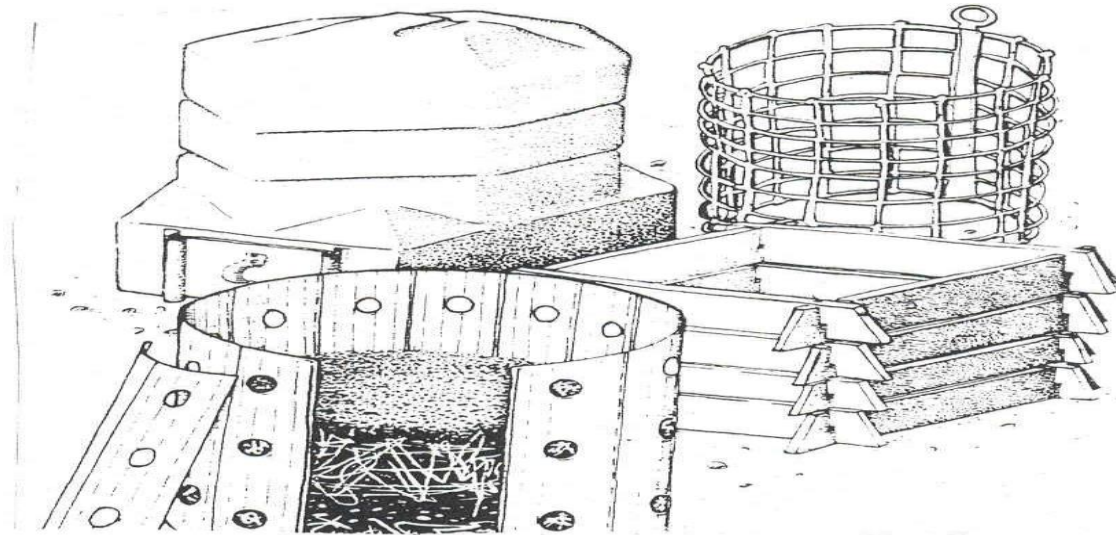
شکل ۱۱ جعبه دو قسمتی

بشکه کوچک

بشکه باید دارای سرپوش مطمئن باشد و برای هوادهی و زهکشی رطوبت اضافی باید ۶-۹ ردیف سوراخ به قطر ۳۰ میلی متر در دیواره بشکه ایجاد نمود. باید اطمینان حاصل شود که قبلا از این بشکه برای نگهداری مواد شیمیایی استفاده نشده است.

بشکه بزرگ

می توان با استفاده از تعدادی تور سیمی که دارای منافذ کوچک می باشند مخزنی مدور ساخت و لبه هایش را قفل و بست نمود. این مخزن باید حدود ۹۰-۱۵۰ سانتی متر قطر و حداقل ۱۲۰ سانتی متر ارتفاع داشته باشد.



شکل ۱۲ روش بشکه‌ای

مخزن سه محفظه‌ای

یک مدل بادوام برای تولید سریع کمپوست، استفاده از صندوق‌های سه محفظه‌ای است که قادر به تولید مقادیر قابل توجه کمپوست است و همچنین گردش خوب هوا را میسر می‌سازد. شیوه بارگذاری و عملکرد آن به این صورت است که ابتدا مواد کمپوست شونده در محفظه اول بارگذاری می‌شوند، شرایط مناسب عمل تبدیل مواد رخ می‌دهد و در مدت ۳ تا ۵ روز گرمای آن‌ها افزایش می‌یابد. سپس آن‌ها به محفظه‌ی دوم انتقال داده شده و به مدت ۴-۷ روز در این محفظه نگهداری می‌شوند و همزمان محفظه اول مجدداً با مواد جدید بارگذاری می‌شود. وقتی که عمل کمپوست در محفظه دوم کامل یا تقریباً کامل شد مواد موجود در آن به محفظه سوم انتقال داده می‌شود. برای ساخت این مخازن می‌توان از چوب‌های مقاوم در برابر پوسیدگی نظیر صنوبر چوب‌های فراوری شده یا چوب‌هایی که با مواد نگهدارنده مقاوم سازی شده اند استفاده نمود. ابعاد مخزن باید حداقل ۹۰-۱۵۰ سانتی‌متر باشد تا بتواند حجم کافی برای تولید کمپوست فراهم آورد. استفاده از تخته‌های باریک متحرک قابل برداشت در جلوی صندوقچه، دسترسی به محتویات داخل صندوقچه را جهت عملیات زیر و رو کردن تسهیل می‌نماید.



شکل ۱۳ مخزن سه محفظه‌ای

سیستم های تجاری تهیه ورمی کمپوست (مقیاس بزرگ)

سیستم های تجاری تهیه ورمی کمپوست محفظه‌ای برای اولین بار در دهه ۱۹۹۰ در امریکا پدیدار شد. در فیلیپین نیز از گلدان‌های رسی سر بسته استفاده می‌شود، به طوری که یک خانواده روستایی می‌توانست ۱۰ - ۱۰۰۰ گلدان نگهداری کند. در هر گلدان ۵۰۰ گرم قرار داده می‌شد و از هر تن زباله مرطوب حدود ۴۰۰ کیلوگرم ورمی کمپوست خشک تولید می‌شد.

سیستم های راکتوری

منظور از سیستم‌های راکتوری، بسترهایی هستند که ارتفاع آن‌ها افزایش یافته و در کف آن‌ها یک توری قرار داده شده است. مواد غذایی به صورت روزانه بر روی لایه‌ای که در بالای توری قرار دارد ریخته می‌شود. این سیستم‌ها می‌توانند نسبتاً ساده و به صورت دستی یا کاملاً اتوماتیک همراه با کنترل درجه حرارت و رطوبت باشند. برای دستیابی به حداکثر راندمان، راکتور-ها باید در مکانی سرپوشیده قرار داده شوند.

انواع سطل‌های ورمی کمپوست در کشورهای پیشرفته

در کشورهای کانادا، آمریکا و اروپا، سطل‌هایی مخصوص تولید ورمی کمپوست طراحی شده است که زباله را در محل تولید زباله یعنی منازل شهروندان، به کود ورمی کمپوست تبدیل می‌کنند، و کمپوست تولیدی جمع‌آوری شده و در باغچه‌ها استفاده شده و یا فروخته می‌شود. از این طریق هزینه جمع‌آوری، دفن، حمل و نقل زباله علاوه بر هزینه‌های بهداشتی، محیط زیستی و... به جامعه تحمیل نمی‌شود یا به حداقل می‌رسد، از جمله این سطل‌ها می‌توان به سطل‌های زیر اشاره نمود:



محل سکونت دوستانه کرم
(Worm Friendly Habitat)



تولیدکننده پوسانه اصلی
(Vermicomposter)



کارخانه کرم
(Worm Factory)



کرمدانی قوطی
(Can-O-Worms)



کرمدانی تاج خروس
(Tumbleweed Worm Bin)



کرمدانی دایره وار
(Worm-A-Round)



کارخانه خاک
(Soil Factory)



ورمی کندو
(Vermicondo)



میز گوارشی
(Digestive Table)



ورم ارو
(Worm-A-Roo)

شکل ۱۴ انواع سبدهای خانگی برای پرورش کرم

ساخت یک سیستم بازیافت خانگی با استفاده از کرم خاکی

خانم‌های خانه دار با استفاده از کرم خاکی می‌توانند، زباله‌های خانگی خود را تبدیل به کود ورمی کمپوست کنند. البته از دادن زباله‌ی تازه به کرم خاکی باید پرهیز شود و زباله‌ها را باید در ظرف جداگانه‌ای به میزان یک هفته نگه داشت تا خوب پوسیده شود. هر روز باید آب خارج شده از زباله‌ها را خارج کرد تا زودتر پوسیده شود.

برای این کار نیاز به مواد زیر داریم:

- یک مخزن پلاستیکی به ابعاد ۴۵ × ۵۰ × ۳۰ سانتی‌متر
- سطل پلاستیکی برای نگهداری زباله‌ها
- مخلوط مقوای نازک، کاغذ روزنامه ریز شده، برگ خشک و مواد فیبری دیگر که به عنوان بستر استفاده می‌شود.
- کمپوست یا خاک معمولی همراه با مقداری شن ریزه
- مته برای ایجاد سوراخ در مخزن
- کرم خاکی
- زباله خانگی

مخزن‌های بازیافت می‌تواند از چوب یا پلاستیک تهیه شود. از آنجایی که این گونه کرم تمایل به تغذیه در سطح دارد مخزن نباید بیشتر از ۲۰ تا ۳۰ cm عمق داشته باشد. به منظور تهویه، در سرپوش و لبه‌های بالایی دیواره‌ی مخزن پلاستیکی با مته سوراخ ایجاد می‌شود. تعدادی سوراخ هم در کف مخزن برای خروج آب اضافی ایجاد شود. روزنامه‌ها را در کف مخزن قرار داده و خاک کمپوست به همراه مقداری شن به مخزن اضافه و زمانی که مواد فاسد و پوسیده شدند، کرم‌ها به مخزن اضافه می‌شود. هنگام قرار دادن پسماندها دقت شود که کاملاً درون بستر پنهان شود و روی آن با بستر پوشانده شود تا موجب جلب مگس و پشه نشود، پس از ریختن زباله‌ها بهتر است روی آنها را با یک تکه مقوا یا روزنامه که تقریباً هم

اندازه سطح داخلی ظرف است پوشاند، این عمل علاوه بر اینکه باعث حفظ رطوبت سطح مواد می شود باعث می شود نور کمتری به کرم ها بتابد و کرم ها بتوانند از ظرف پایینی به ظرف بالایی مهاجرت کرده و سطحی ترین مواد را بخورند. سپس هر دو روز یکبار به میزانی بستر را آب داده که روی بستر نمناک باشد. خرد کردن غذا به تکه های ریزتر به روند بازیافت سرعت می بخشد. هر گاه پسماندها کاملا توسط کرم خاکی خورده شد می توان ورمی کمپوست را جدا کرد و بطور مجدد کار را تکرار کرد، زمانی که مقدار کرم های خاکی زیاد شود، می توان تعداد سبدها را زیاد کرد.



شکل ۱۵ سطل خانگی

ظرف زباله دچار بوی نامطبوع در آشپزخانه و منزل نمی شود، زیرا کرم ها با حرکات دودی شکل، بالا و پایین، چپ و راست خود باعث می شوند هوا به خوبی در لابه لای زباله ها گردش کند و تجزیه هوازی صورت پذیرد. بوی ظرف که مطبوع است به دلیل آنزیمی است که در سطح بدن کرم ها ترشح می شود و این ماده علاوه بر تجزیه زباله ها بویی شبیه بوی مطبوع جنگل مرطوب را ایجاد می کند. از آنجایی که ارتعاش، تغییرات دما و رطوبت بر عملکرد کرم ها اثر گذار است پیشنهاد می شود جای مناسبی برای ظرف ها در نظر گرفت که از نور مستقیم خورشید، باران، سرما و یخبندان در امان باشد. هر کرم روزانه هم وزن خود غذا می خورد به همین دلیل نباید در هر وعده روزانه بیشتر از وزن کل کرم ها برای آنها غذا ریخت. از ریختن گوشت مرغ، گوسفند، مخصوصا ماهی، چربی، مواد چرب و استخوان پرهیز شود. زیرا این مواد زمانی برای کرم ها

قابل استفاده است که دچار پوسیدگی شوند و تا آن زمان باعث بوی نامطبوع در ظرف شما خواهند شد. پوست مرکبات باعث اسیدی شدن محیط و پایین آمدن PH محیط می شوند بنابراین یا باید آن‌ها را کم کم اضافه کرد یا با موادی مثل خاک اره و مواد قلیایی PH را در محدوده عدد ۷ تثبیت کرد. از آنجایی که کرم‌ها نمی‌توانند مواد سخت و بزرگ مثل پوست تخم مرغ را به راحتی بخورند بنابراین صبر می‌کنند تا این مواد بپوسند و نرم شوند. برای تسهیل در خوردن و رشد خوب آن‌ها پیشنهاد می‌شود مواد را ابتدا در حد امکان خرد و کوچک نماییم.

غلتکی

در این روش از خاک رس به عنوان کف بستر استفاده می‌شود، به این صورت که یک زمین مسطح بدون کلوخ سنگ و خرده شیشه انتخاب شده، خاک رس به ضخامت ۳۰ سانتی‌متر در سطح زمین ریخته می‌شود، سطح آن مرطوب و سپس با غلتک دستی کاملاً کوبیده می‌شود و بر روی آن کود دامی ریخته می‌شود. علت این امر جلوگیری از ایجاد هیبرید کرم‌های مورد استفاده در تولید ورمی کمپوست با کرم‌های خاکی معمولی درون خاک و زایل شدن نژاد آن‌ها است. کرم‌ها از بارندگی و نور آفتاب گریزان می‌باشند پس در اینجا بهتر است از یک محیط سرپسته استفاده شود. البته بهتر است از خاک به عنوان کف بستر استفاده شود تا خود بستر، چون تجربه نشان داده است که کرم‌های خاکی کود دامی را خیلی بیشتر از خاک دوست دارند، در ضمن خاک وقتی خیس می‌شود تبدیل به گل شده و کرم‌های خاکی را از نظر تهویه با مشکل مواجه می‌کند.



شکل ۱۶ خاک کوبیده شده در روش غلتکی

مش

یکی از شرایطی که کرم خاکی برای رشد و تولید مثل بیشتر به آن احتیاج دارد، تهویه و هوادهی می باشد. روش مش شرایطی فراهم می آورد که عمل تهویه بسیار خوبی برای کرمها فراهم می شود.



شکل ۱۷ روش مش

در این روش توری‌های پلاستیکی مقاوم با سوراخ‌هایی به قطر دو سانتی‌متر بر روی آجرهایی قرار می‌گیرند. بر روی این توری‌های پلاستیکی، توری‌هایی به قطر یک میلی‌متر (توری پشه بند) قرار داده می‌شود.



شکل ۱۸ مش استفاده شده

در مش گذاری باید به این نکته توجه کرد، که اندازه‌ی قطر مش باید ریز باشد به نحوی که کرم‌ها نتوانند از آن عبور کنند، به‌همین دلیل برای این کار از توری پشه بند استفاده می‌شود. از معایب این روش هزینه‌ی کارگری و مصرف انرژی بالا در این روش می‌باشد.

سفال

از سفال نیز به عنوان کف بستر برای پرورش کرم خاکی استفاده می‌شود، اما هزینه استفاده از سفال به عنوان کف بستر بسیار گرانتر از سیمان می‌باشد. همچنین باید مراقب بود که بند کشی بین سفال‌ها به صورت دقیق انجام شود و شیب مناسبی نیز داشته باشد.

گونی

گونی ارزان‌ترین کف بستری می‌باشد که می‌تواند، استفاده شود اما در موقع جداسازی کرم خاکی از کود بسیار مشکلات ایجاد می‌شود. همچنین از منافذ گونی ممکن است بچه کرم‌ها عبور کنند.

آسفالت

اگر از آسفالت به عنوان کف بستر استفاده شود، باید دقت شود که بوی نفت کاملاً برطرف شود و حد اقل یکسال بعد از ایجاد آسفالت اقدام به تولید کود ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی در این نوع کف بستر شود.

هزینه کف بسترها

هزینه کف بستر همان هزینه‌ای است که برای ساخت و نصب کف بستر در محل مورد نظر مصرف می‌شود و هزینه‌های کارگری (مربوط به ساخت کف بستر)، مصرف آب برای ساخت کف بستر و حمل و نقل را شامل می‌شود. در روش مش عمده هزینه‌ها مربوط به آجر، مش پلاستیکی و توری پشه بند است، در روش سفال عمده هزینه‌ها نیروی انسانی، سفال و بندکشی بین سفال‌ها می‌باشد. در روش سبد چون قیمت سبد با کیفیت را باید در نظر گرفت، تقریباً هزینه بالایی را شامل می‌شود. در روش سیمان هزینه نیروی انسانی، ماسه و سیمان عمده هزینه‌ها می‌باشد. در روش گونی عمده هزینه گونی می‌باشد و در روش خاک کوبیده شده قیمت خاک و هزینه انسانی برای تهیه کف بستر در نظر گرفته می‌شود. در مجموع می‌توان گفت که روش مش بیشترین و روش کف بستر گونی و خاک کمترین هزینه انسانی را دارند.

معایب و مزایای هر کدام از کف بسترها

کف بستر مش به علت اینکه توسط آجر از زمین جدا شده دارای تهویه بیشتری و مناسب‌تری نسبت به بقیه کف بسترها می‌باشد، اما مصرف آب و هزینه‌ی کارگری در این روش زیاد است. کف بستر خاک دارای هزینه کارگری و مصرف آب کم می‌باشد، اما رشد کرم‌ها در این روش کم می‌باشد. به علاوه کودهای زیری با خاک مخلوط شده که در کیفیت کود تولیدی تاثیر گذار است. در روش سیمان هزینه‌ی کارگری و مصرف آب پایین است، هزینه‌ی ساخت این روش متوسط و رشد کرم‌ها در این روش بالا می‌باشد.

جدول ۷ مقایسه‌ی کف بسترها (سرلک ، ۱۳۹۲)

کف بستر	انرژی انسانی	مصرف آب	مقدار کرم خاکی	مقدار ورمی کمپوست	هزینه کف بستر
سید	زیاد	کم	کم	کم	زیاد
مش	خیلی زیاد	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	خیلی زیاد
خاک	کم	زیاد	خیلی کم	خیلی کم	خیلی کم
سیمان	خیلی کم	خیلی کم	خیلی زیاد	خیلی زیاد	کم

همان طور که در جدول مشاهده می‌شود روش سیمان در انرژی انسانی، مصرف آب، هزینه و کف بستر هزینه کمتری صرف شده است و راندمان تولید نیز در این روش بسیار بالا می‌باشد.

فصل پنجم

پرورش نوین کرم خاکی

ورمی کالچر

ورمی کالچر کشت کرم خاکی است و هدف آن افزایش تعداد کرم‌های خاکی به منظور دستیابی به یک تولید پایدار کرم خاکی است. این کرم‌ها برای گسترش عملیات کمپوست‌سازی یا اهداف دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ورمی کالچر هدف اصلی تولید انبوه کرم به منظور استفاده‌های بعدی است. برای این کار باید نیازهای اولیه کرم را در حد مطلوب تأمین کرده و شرایط محیط پرورشی آن‌ها را در حد بهینه نگه داشت (گارج^{۳۰} و همکاران، ۲۰۰۵).

ورمی تکنولوژی

ورمی تکنولوژی عبارت است از فن‌آوری پرورش کرم‌های خاکی با استفاده از فضولات، زباله‌ها، بقایا و ضایعات آلی و به کاربردن کرم‌ها برای بهبود محیط زیست، اکوسیستم‌ها، حفاظت خاک و حاصل‌خیزی آن (اسمیل^{۳۱}، ۱۹۹۶). ورمی تکنولوژی از کرم‌های خاکی برای بهبود شرایط خاک و افزایش حاصل‌خیزی، پالایش خاک و تبدیل ضایعات و زباله‌های آلی به ورمی-کمپوست استفاده می‌کند. اما مهم‌ترین هدف ورمی تکنولوژی تولید ورمی کمپوست است (علیخانی و ثوابقی، ۱۳۸۵).

Garj^{۳۰}
Ismil^{۳۱}



شکل ۱۹ ورمی کالچر

تفاوت بین ورمی کمپوستینگ و ورمی کالچر

در سامانه‌ی ورمی کمپوستینگ هدف تولید ورمی کمپوست می‌باشد و بیشترین تراکم جمعیت کرم خاکی در هر مترمربع ریخته می‌شود تا کرم‌ها مواد زائد مورد نظر را استفاده کرده و سپس دفع نمایند، در این سامانه معمولاً ارتفاع تل را بیش از یک متر در نظر نمی‌گیرند. در سامانه‌ی ورمی کالچر هدف، تولید کرم خاکی می‌باشد، و تراکم جمعیت کرم خاکی در هر مترمربع باید آنقدر پایین باشد که کرم‌ها بتوانند در بهترین شرایط از نظر محیطی و تغذیه‌ای به سرعت رشد کرده و تولید مثل نمایند. در این سامانه ارتفاع تل را ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر در نظر می‌گیرند تا کرم‌های خاکی بیشترین تهویه را داشته باشند. در این زمینه کشور هند با استفاده از ورمی کالچر برای بازیافت زباله ظرفیت تولید ۴۰۰ میلیون تن ورمی کمپوست در سال ایجاد کرده است (لوهر و همکاران^{۳۲}، ۲۰۰۵).

در اکثر نقاط جهان شیوه‌ی پرورش کرم خاکی به صورت تل‌بندی یا پشته‌ای انجام می‌شود، زیرا رشد و تولیدمثل کرم خاکی در این روش مناسب بوده و همچنین با این روش می‌توان از حداقل فضا حداکثر استفاده را داشت.

Loher^{۳۲}

تفاوت الگوی سرباز و سرپوشیده

کرم خاکی را می توان در دو الگوی سرباز و سرپوشیده پرورش داد، که هر کدام از این دو الگو دارای معایب و مزایایی هستند.

الگوی سرباز

از جمله مزایای الگوی سرباز این است که بستر از نظر تهویه و هوادهی در شرایط خوبی قرار دارد و می توان به راحتی از بیل تراکتور به جای کارگر برای تل بندی استفاده کرد. معایب مکان های سرباز این است که در مکان های سرباز به خوبی نمی توان دما را کنترل نمود، که این مسئله باعث می شود در فصل تابستان گرمای شدید آفتاب بستر را با کمبود رطوبت روبرو کند که برای جلوگیری از این مشکل می توان تعداد دفعات آبیاری را بیشتر کرد. در فصول پاییز و زمستان نیز همراه با بارش برف و باران بیش از حد بر روی بستر خطر خفگی کرم ها در اثر اشباع شدن بستر با آب وجود دارد. سرما و یخبندان در شب های سرد فصل زمستان نیز ممکن است باعث یخ زدن بستر به علت داشتن رطوبت بالا شود که اثرات نامطلوبی روی رشد و تولید مثل کرم ها دارد. به منظور جلوگیری از این مشکل می توان بر روی بستر نایلون یا گونی پهن کرد اما باید مراقب تهویه مناسب بستر بود.



شکل ۲۰ الگوی روباز

الگوی سرپوشیده

در الگوی سرپوشیده می‌توان به راحتی دما را کنترل کرد و از نفوذ برف و باران در فصل زمستان بر روی بستر و تبخیر آب در تابستان جلوگیری می‌شود. اگر این برف و باران اسیدی باشند بارش کم آن‌ها نیز بر روی تل ضرر دارد و استفاده از الگوی سرپوشیده ضرورت پیدا می‌کند.

تل بندی

بهتر است برای محل زندگی کرم‌های خاکی کود دامی به شکل پشته‌ای بر روی کف بستر دلخواه پیاده شود، طول تل را می‌توان به دلخواه و بر اساس امکانات موجود انتخاب کرد، عرض تل بستگی به فشار آب دارد و ارتفاع تل نیز بستگی به

هدف تولید کننده دارد. اگر هدف پرورش کرم خاکی باشد ارتفاع تل را بین ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته می شود و اگر تولید کود ورمی کمپوست هدف باشد، ارتفاع تل را تا بیش از ۳۰ سانتی متر هم می توان افزایش داد.

نایبسته

در این روش هر تل به طور جداگانه ایجاد می شود و بعد از اتمام مواد غذایی کرم ها، تل جدیدی راه اندازی می شود، از مزایای این روش مدیریت مناسب هر یک از تل ها می باشد.

پیوسته

در این روش دو یا چند تل به هم مرتبط است و کرم ها به آسانی داخل تل ها رفت و آمد می کنند. از مزایای این روش جداسازی آسان کرم ها می باشد، زیرا کرم ها بعد از تمام شدن مواد غذا به تل بعدی هجوم می برند. این امر به این دلیل است که کرم ها بیشتر در تلی با مواد غذایی تازه ولی پوسیده تجمع می کنند. باید توجه کرد که بهتر است تل ها به عرض ۷۰ سانتی متر باشد تا مدیریت و نگهداری از تل آسان تر شود، زیرا کارگر باید بتواند به آسانی در بین دو تل رفت و آمد کند. تحقیقات ادوارد و دومینگز (۱۹۹۷) نشان می دهد وقتی تراکم کرم ها حدود ۱/۶ کیلوگرم در متر مکعب بستر پرورش و سطح تغذیه آن ها ۱/۲۵ کیلوگرم ماده غذایی در روز بود، بیشترین رشد کرم ها و بیشترین کاهش در ماده ی غذایی مشاهده می شد. تل ورمی کمپوست نیازی به برگرداندن و هم زدن ندارد، چون با این کار ککون ها از بین می روند و ممکن است خود کرم ها صدمه ببینند. اگر از درپوش برای تل استفاده شود، باید دارای منافذی برای عبور هوا باشد. درپوش بیشتر برای جلوگیری از ورود حیوانات، حشرات موزی به تل، تبخیر آب، قطرات برف، باران و کنترل دما استفاده می شود. همچنین اگر از گل به عنوان درپوش استفاده شود، دمای داخل کمپوست افزایش می یابد و کمپوستی سرشار از نیتروژن تشکیل می شود. معمولاً از فرش های ماشینی و یا پتوی کهنه به عنوان در پوش استفاده می شود.



شکل ۲۱ تل بندی

تزریق کرم خاکی

پس از اینکه مرحله‌ی تل بندی به اتمام رسید، بستر برای تزریق کرم به آن آماده می‌شود این مرحله‌ی در تولید ورمی-کمپوست بسیار حساس است. برای این کار باید شیاری به عمق پنج سانتی‌متر در قسمت بالایی تل ایجاد کرد، و کرم‌های خاکی همراه با بستر تل قبلی کرم که سرشار از تخم و نوزاد کرم می‌باشد در داخل شیار ریخته شود. قبل و بعد از تزریق کرم‌ها پاشیدن آب به روی تل نباید فراموش شود.

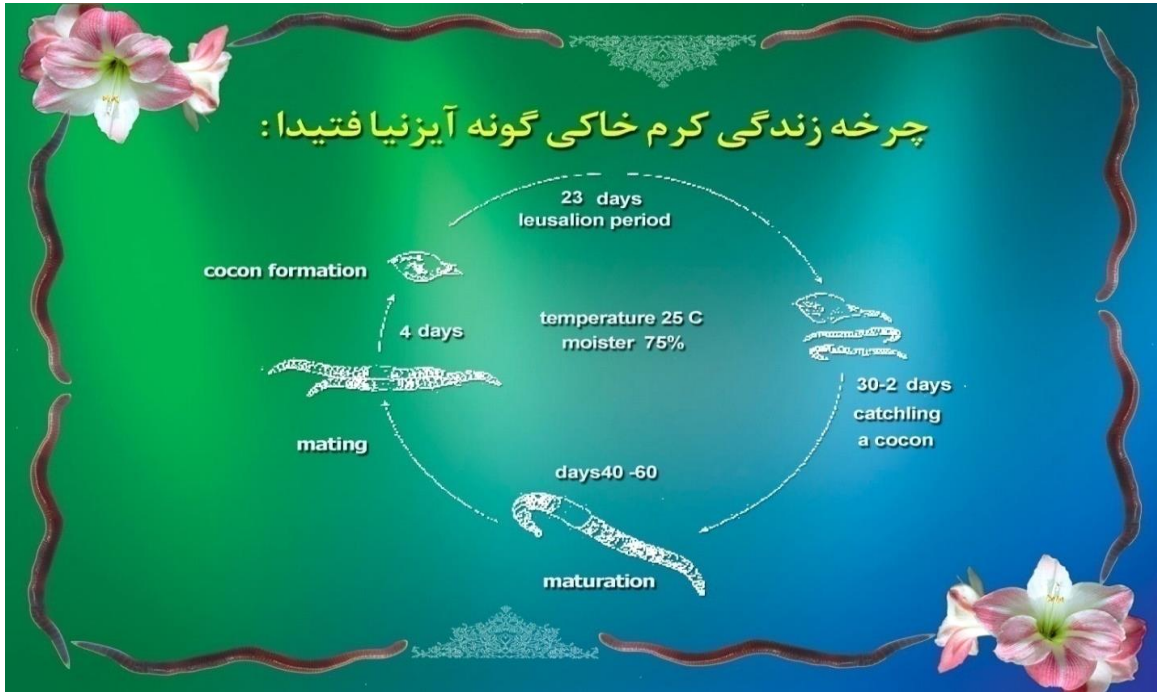


شکل ۲۲ تل بندی و تزریق کرم خاکی

تولیدمثل

کرم‌های خاکی در اکثر ماه‌های سال خصوصاً در ماه‌هایی که رطوبت هوا زیادتر است می‌توانند تولید مثل کنند. لقاح در کرم‌های خاکی از نوع تقاطعی بوده و معمولاً ۲ تا ۳ ساعت طول می‌کشد. در هنگام جفت‌گیری دو کرم از سطح شکمی بدن‌هایشان بر روی یکدیگر قرار می‌گیرند و طوری به یکدیگر می‌چسبند که سر هر یک مقابل دم دیگری و در جهت مخالف هم قرار می‌گیرد. پس از اتمام جفت‌گیری دو کرم از یکدیگر جدا می‌شوند. وقتی دو کرم با هم عمل جفت‌گیری را آغاز کردند، کپسول تخمی را از کمر بند جنسی آزاد می‌کنند و تعداد ۸-۱۶ تخمک و اسپرم درون آن قرار می‌گیرد، ولی معمولاً از هر کپسول کرم تنها یک کرم خارج می‌شود (زامبرو^{۳۳}، ۲۰۰۸). کرم‌ها در مدت ۷ الی ۱۰ روز یک کپسول تخم تولید می‌کند و در هر کپسول از ۲ الی ۲۰ عدد جنین کرم وجود دارد (مونرو، ۲۰۰۵). هر چند در کرم‌های تولید کننده کمپوست گاهی تا ۱۱ عدد نوزاد کرم در یک کپسول تخم دیده شده است (تاملین، ۲۰۰۰).

^{۳۳} Zambarev



شکل ۲۳ چرخه تولیدمثل

معمولاً یک کرم بالغ هر سه روز یک کوکون ایجاد می کند که بعد از ۲۳ روز هر کدام از این کوکون ها، خودشان یک تا سه نوزاد کرم تولید می کنند. رنگ کوکون در ابتدا به رنگ سبز زیتونی روشن است، با گذشت زمان بچه کرم ها از رنگ سفید به رنگ قرمز در می آیند. بچه کرم ها از یک انتهای تخم خارج می شوند و دارای رنگ زیتونی شفاف هستند. طول هر بچه ۰/۵ تا یک اینچ است، هر بچه کرم پس از گذشت ۳۰ تا ۹۰ روز به بلوغ جنسی می رسد.



شکل ۲۴ تولیدمثل کرم خاکی

پيله های (کوکون های) کرم خاکی را نیز می توان پودر نموده و در تغذیه دام و طیور و آبزیان از آن استفاده کرد. این پيله ها استریل بوده و سرشار از آلبومین است.



شکل ۲۵ تخم کرم خاکی

زمانی که مرحله‌ی جداسازی به پایان رسید، برای حمل و نقل کرم‌ها می‌توان آن‌ها را در سبدهای پلاستیک منفذ دار قرار داد و به ازای هر یک کیلوگرم کرم خاکی نه تا چهارده کیلوگرم مواد غذایی از همان بستر قرار داد که پر از تخم کرم می‌باشد، تا اولاً مواد غذایی در دسترس کرم باشد، ثانیاً نور آفتاب کرم‌ها را اذیت نکند. از کاغذ مرطوب می‌توان به عنوان درپوش و کف پوش استفاده کرد. ورمی کمپوست را نیز می‌توان در بسته بندی‌های یک، پنج و بیست کیلوگرمی قرارداد.

پروار بندی کرم خاکی

برای صنعت ماهیگیری و تولید لوازم آرایشی و بهداشتی هر چقدر کرم‌های خاکی بزرگتر و چاقتر باشند بهتر است. اگر کرم‌ها در یک سطح وسیع به اندازه‌ای کم باشد که احتمال تماس با کرم دیگری را نداشته باشند، شانس جفت‌گیری و تولید مثل نیز زیاد نمی‌باشد، لذا در این حالت کرم‌های خاکی بسیار بزرگتر و درشت می‌شوند.

بسته بندی و انبار کردن

پرورش دهندگان کرم خاکی از بسته بندی‌ها و ظروف متنوعی استفاده می‌کنند. ولی بیشتر پرورش دهندگان موفق از ظروفی که مخصوص برداشت و حمل و نقل کرم‌ها طراحی شده است، استفاده می‌کنند. ظروف باید از پلاستیک با روکش مومی ساخته شده باشند تا رطوبت را نگه دارند.



شکل ۲۶ کنسرو کرم خاکی

برای جلوگیری از تبخیر رطوبت ورمی کمپوست می توان آن را در کیسه های پلی اتیلنی قرار داد. رطوبت ورمی کمپوست در هنگام بسته بندی باید بیش از ۲۰ درصد وزنی باشد (سماوات، ۱۳۸۰). نکته بسیار مهم در این قسمت این است که کود اضافه را نباید دور ریخت زیرا پر از تخم و نوزاد کرم خاکی است و بهترین بستر برای شروع پرورش دوباره است. در موقع انتقال توده ی پر از کرم چه با سبد و چه با گونی باید سعی کرد حداقل امکان توده شکسته نشود.



شکل ۲۷ بسته بندی یک کیلویی و سه کیلویی

فصل ششم

کرم های خاکی و تغذیه آنها

کرم‌های خاکی هر روز به اندازه‌ی وزن بدن خود غذا مصرف می‌کنند (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۳). این غذای مصرف شده توسط کرم‌ها می‌تواند تا حدودی تعیین‌کننده ویژگی‌های ورمی کمپوست تولید شده باشد، به همین دلیل در تغذیه کرم‌های خاکی باید به نکاتی خاصی هنگام تهیه مواد غذایی برای تولید توجه داشت. نسبت کربن به نیتروژن مناسب در داخل مواد آلی در حدود ۳۰:۱ تا ۴۰:۱ باشد و پروتئین موجود در کل مواد غذایی باید بین ۹ الی ۱۵ درصد باشد. در صورت کمبود پروتئین، کرم‌ها خوب رشد نمی‌کنند و بستر آن‌ها برای تخم‌گذاری اسیدی می‌شود. استفاده زیاد مواد دارای پروتئین و دیگر ترکیبات آلی نیتروژنه قابل تجزیه نیز مضر است، زیرا این ترکیبات آمونیاک آزاد کرده و سبب افزایش موقتی PH بستر می‌شوند و مواد آلی بسترها را به سرعت تجزیه کرده و از بین می‌برند. استفاده از پسماندهای گیاهی و کودهای حیوانی، برای بسترسازی مناسب است. اگر مواد غذایی خیلی درشت باشند، کرم‌ها قادر به بلع آن نبوده، یا زمان طولانی برای خوردن آن‌ها و تبدیل به ورمی کمپوست صرف خواهد شد، در نتیجه رشد ناکافی خواهند داشت. از طرف دیگر مخلوط کردن مواد غنی از کربن با اندازه‌ی درشت با مواد غنی از نیتروژن باعث افزایش تخلخل بستر و تهویه می‌شود. غلظت‌های زیاد نمک ممکن است موجب کاهش پيله و وزن کرم‌ها شود، بنابراین مواد بستر باید برای برطرف کردن نمک اضافی آب شویی شود، اما رطوبت مواد بستر ثابت نگاه داشته شود و از روش غرقاب کردن بسترها نباید استفاده کرد. استفاده از مواد سلولزی (خاک اره) به دلیل ایجاد تهویه بهتر، به عمل تنفس و بقای کرم‌ها کمک می‌کند و اضافه کردن مقدار کمی ماسه ریز به توده ماده آلی، به عمل هضم غذا در سنگدان کرم کمک می‌کند. اگر بستر بیش از حد اسیدی باشد، مگس و حشرات به دور آن جمع می‌شود.

تغذیه‌ی کرم‌ها

خصوصیات شیمیایی برخی از ضایعات قابل استفاده برای تغذیه کرم‌های خاکی و تاثیر آن‌ها در ورمی کمپوست تولید شده در جدول‌های زیر آمده است (هاشمی مجد و همکاران، ۱۳۸۲).

جدول ۸ خصوصیات شیمیایی مواد مصرفی برای تولید ورمی کمپوست

کاه گندم	فیلتر کبک	کود گاوی	خاک اره	برگ درختان	زباله شهری	لجن فاضلاب	خصوصیات
۹/۷	۲/۷	۷/۸	۸/۷	۳/۷	۱/۸	۴/۶	PH
۵۴/۱	۹۶/۱	۳/۱۳	۹/۱	۴/۲	۹/۵۵	۶۱/۴	EC
۶۴	۱۶/۸۷	۱۶/۱۹	۷/۴۰۷	۲۶/۳۲	۳۵/۲۷	۶۹/۱۰	C/N

جدول ۹ خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست تولید شده از مواد جدول قبل

کاه گندم و اویره	فیلتر کبک	کود گاوی	خاک اره	برگ درختان	زباله شهری	لجن فاضلاب و تراشه چوب	خصوصیات
۸/۷	۲/۸	۱/۸	۲/۸	۱/۸	۸/۷	۹/۶	PH
۱۸	۷۸	۸۸	۳۲	۵۷	۸۵	۳۷/۱	EC
۳۲	۵۹	۴۳	۳/۴۸	۸۸	۷۶	۷۳/۱۴	C/N



شکل ۲۸ تولید آزمایشی ورمی کمپوست پنبه دانه، علف‌های هرز، باگاس، دستمال کاغذی، تفاله چغندر قند و..

اگر از کمپوست حاصل از ضایعات گیاهی برای تغذیه‌ی کرم استفاده شود، باید نسبت کربن به نیتروژن و EC آن‌ها معلوم باشد این نسبت در بعضی از مواد ضایعاتی در جدول زیر شرح داده شده است.

جدول ۱۰ خصوصیات کمپوست‌های حاصل از ضایعات گیاهی

کمپوست ضایعات	کمپوست	کمپوست رسیده	کمپوست نارس	ضایعات هرس	خصوصیات
حیاط منازل	ضایعات پنبه	ضایعات هرس	ضایعات هرس	تازه درختان	
۳۲/۲۷	49	40	59	68	مواد آلی (درصد)
۱۵/۴	10	14	20	25	نسبت کربن به

نیتروژن					
-	8	62	140	158	آمونوم (میلی گرم بر کیلوگرم)
-	۸/۲	۳/۹	4	۴/۲	Ec (دسی زیمنس بر متر)

غذاهای قابل قبول برای کرمها

کرمهای خاکی می‌توانند از تمام انواع ضایعات غذایی، حیاط، باغچه، کاغذ و مقوا تغذیه نمایند. ضایعات آشپزخانه مانند باقیمانده سبزیجات، ته مانده قهوه و پوست تخم مرغ نیز می‌توان استفاده کرد. ولی باید توجه کرد اگر این مواد در مرحله فساد به مصرف کرم خاکی برسد، مناسب‌تر می‌باشد. در صورت استفاده از کود به عنوان بستر ورمی کمپوست باید به این نکته توجه داشت که استفاده از کود آلی تازه، سبب افزایش دما در توده ماده آلی شده و ممکن است کرمها در اثر گرمای زیاد از بین می‌روند. در کل باید از موادی به عنوان افزودنی به کود استفاده کرد که سریعاً به کمپوست تبدیل شوند. نوزادان کرمها به مواد غذایی زیادی احتیاج ندارند و دو تا سه ماه زمان لازم است تا بالغ شوند. بهترین راه برای آگاه شدن از این که چه مقدار غذا باید به کرمها داده شود این است که به آنها چند روز پشت سر هم مواد غذایی داده و وقتی تقریباً همه مواد غذایی مصرف شد به آنها غذا داده شود. با این روش طی مدت کوتاهی می‌توان مقدار غذای مصرفی را تخمین زد. هنگام غذایی که کرمها باید توجه کرد که مایعات و شیرابه ناشی از پسماندها در کف جعبه تجمع نیافته باشند، اگر چنین بود باید از کاغذ برای جذب مایعات تجمع یافته استفاده نمود. کرمها از مواد فیبری مانند کاغذ نیز تغذیه نمایند. کرمها به میزان زیادی غذا می‌خورند خصوصاً اگر به بستر جدید عادت کرده باشند. اگر مواد غذایی خرد شده و به قطعات کوچک تبدیل شود کرمها مواد غذایی بیشتر مصرف می‌کنند و این امر به دلیل هضم آسان‌تر مواد غذایی توسط کرمها است. بهتر است غذاهای خرد

شده برای چند روز در حوضچه ریخته شود تا باکتری‌ها هم شروع به تجزیه پسماندها کنند قابل ذکر است که کرم‌ها از باکتری‌ها به عنوان منبع غذایی نیز استفاده می‌کنند.

در مبحث انبوه صنعتی از مواد غذایی برای کرم‌ها باید استفاده کرد که ارزان و قابل دسترس باشد. به همین دلیل اکثر مزارع تولید صنعتی ورمی کمپوست از کود دامی به عنوان مواد غذایی برای کرم‌ها استفاده می‌کنند. طی تحقیقات صورت گرفته کود اسبی مناسب‌ترین کود برای تولید ورمی کمپوست است و بعد از آن کود گاوی مناسب‌ترین گزینه می‌باشد. کود-ها باید پوسیده یا عمری بالای شش ماه داشته باشند. کودهای تازه ممکن است دارای عوامل بیماریزا و مضر برای کرم‌ها باشند.

غذاهای غیر قابل قبول برای کرم‌ها

باید دقت نمود که چه چیزی برای خوردن به کرم‌ها داده می‌شود و از مصرف موادی از قبیل پوست پیاز، سیر، پرتقال، مواد لبنی، گوشت روغن و سایر مواد معطر جهت تغذیه کرم خودداری شود خصوصاً اگر از منشاء آن‌ها بی‌اطلاع باشیم (سماوات، ۱۳۸۰). غذاهای غیر قابل قبول دیگر برای کرم‌ها عبارتند از: پوست میوه‌های گازدار، سنگ، فلزات، شیشه، مواد شیمیایی، مواد اسیدی و بازی، الکلی. ذکر این نکته ضروری است که هر نوع موادی که در اثر کمپوست شدن تولید گرما کند، برای کرم خاکی مناسب نیست و این گونه مواد وقتی که کاملاً پوسیده شدند باید به مصرف کرم خاکی برسند.

مواد بستر

در بستر کرم‌ها می‌توان ترکیبی با نسبت‌های مشخص از موادی مانند کود دامی، کاه و... به دست آورده و به عنوان بستر پرورش کرم‌ها استفاده کرد. اما بهترین بستر برای تولید ورمی کمپوست، بستری با نسبت کربن به نیتروژن حدود ۲۵ است، تا با وجود عملکرد مناسب کرم‌ها، فرایند میکروبی تولید ورمی کمپوست نیز در بالاترین میزان خود باشد (گارج^{۳۴} و همکاران،

Garg^{۳۴}

۲۰۰۵). بستر کاغذ، مقوا خرد شده، کاه و یونجه نیز مناسب است (کوپر^{۳۵}، ۲۰۰۳). یکی دیگر از موادی که در بستر می‌تواند به کار رود لجن و فاضلاب می‌باشد (بت^{۳۶} و همکاران، ۱۹۹۴). برخی از گونه‌های کرم خاکی دامنه وسیعی از بقایای آلی مثل لجن فاضلاب، ضایعات دامی، بقایای محصولات و ضایعات صنعتی را تجزیه می‌کنند (ادواردز و همکاران، ۱۹۸۰). کاربرد کرم‌های خاکی برای مدیریت لجن مورد توجه زیادی بوده و برنامه‌های تحقیقاتی و پروژه‌های تجاری متعددی در بسیاری از کشورهای جهان در مورد آن به مرحله اجرا در آمده است. این تکنولوژی می‌تواند جایگزین بسیار خوبی برای سیستم‌های متداول تثبیت لجن باشد.

اگر برای تولید ورمی کمپوست از موادی استفاده شود که دارای جرم حجمی زیاد باشد یا مواد بستری با فشار زیاد در درون ظرف قرار گیرد، در این صورت تخلخل مواد بستر کم شده و در نتیجه کرم‌ها با کمبود اکسیژن مواجه می‌شوند. کرم‌ها در صورت ادامه یافتن چنین وضعی تلف خواهند شد. مواد مختلف که به عنوان بستر مورد استفاده قرار می‌گیرند دارای تخلخل متفاوتی هستند. بهترین مواد برای استفاده در بستر کرم‌های خاکی، باید موادی باشند که بتوانند رطوبت را در خود نگه دارند و در تل حالت سستی و پوکی ایجاد کنند. از خاک نمی‌توان به عنوان بستر پرورش استفاده کرد زیرا در کیفیت ورمی-کمپوست تولید شده تاثیر گذار است. موادی دیگر مانند کود دامی تازه که خیلی سریع پوسیده می‌شوند گاز آمونیاک تولید کرده و باعث ایجاد گرما در بستر می‌شوند که ممکن است برای کرم‌های خاکی کشنده باشد. در تهیه مواد بستر باید دقت شود که از موادی در آن‌ها از آمونیوم استفاده شده، برای خوراک استفاده نشود زیرا آمونیوم باعث اسیدی شدن بستر می‌شود. اما افزایش میزان کلسیم بستر باعث افزایش تولید مثل کرم‌های خاکی می‌شود. مواد بستری می‌تواند بریده‌های روزنامه‌ها، کاغذهای تایپ، کارتن، برگ‌های خرد شده، کاه، علوفه، گیاهان مرده، خاک اره، پیت ماس، کمپوست یا کود دامی پوسیده باشد. برای استفاده از پیت ماس باید آن‌را به مدت ۲۴ ساعت در آب قرار داده سپس کمی فشرده تا برای بستر به وضعیت مناسبی برسد.

روش نگهداری کرم‌های خاکی در بسته‌های پرس‌شده کاه

برای این کار پرس‌های کاه کنار هم به حالت ایستاده قرار داده می‌شوند به شکلی که فواصل بین هر سه پرس به اندازه یک پرس جهت تهویه و فعالیت کارگران خالی باشد.



شکل ۲۹ بسترسازی با پرس‌های کاه و کلش

آبپاش‌ها روی بسترها کار گذاشته می‌شوند و محیط به مدت یک هفته به طور دائم آبدهی می‌گردد تا رطوبت به مرکز بسترها نفوذ کند.



شکل ۳۰ نحوه‌ی آبیاشی

با اضافه کردن یک لایه کود گاوی به سطح بسترها نسبت کربن به ازت تنظیم می‌گردد. سپس آب‌پاش‌ها روی بسته‌های پرس شده کاه کار گذاشته می‌شوند تا کود به عمق بسترها نفوذ کند. تنظیم نسبت کربن به ازت جهت افزایش سرعت تجزیه الزامی است (سلجوقی، ۱۳۸۸).



شکل ۳۱ بستر پرس کاه

پسماندها کشاورزی و جنگلی

می‌توان از پسماندها کشاورزی که پس از برداشت محصول و خرمنکوبی به دست می‌آید نیز استفاده کرد. این پسماندها شامل موارد زیر می‌باشند: شاخه‌ها، برگ‌ها، سبوس، پوست، زباله سبزیجات، خرده برگ‌ها، زباله‌های فرآوری صنایع غذایی، تفاله نیشکر، تراشه‌های چوب، پوست، خاک اره و خمیر کاغذ زباله‌های فرآوری شده می‌باشند.

ضایعات صنعتی

ضایعات صنعتی مانند ضایعات حاصل از فرآوری مواد غذایی و زباله‌های کارخانه‌های نیز می‌توانند با کمی تغییر در پرورش کرم مورد استفاده قرار گیرند. اما شایان ذکر است به علت اینکه ضایعات کارخانه‌های صنعتی، شیمیایی، پتروشیمی، نساجی و معادن دارای فلزات سنگین از جمله سرب، جیوه، نیکل و کبالت می‌باشند و این عناصر برای انسان و محیط‌زیست بسیار خطرناک است، باید در استفاده‌ی آن‌ها محتاطانه عمل کرد. اگر هدف از این صنعت بازیافت ضایعات و زباله‌های صنعتی و فاضلاب نباشد، استفاده از این مواد توصیه نمی‌شود.

مواد اصلاح‌کننده معدنی در تولید ورمی کمپوست

عوامل متعددی بر چگونگی انجام فرآیند ورمی کمپوست تاثیرگذار هستند. یکی از این عوامل خود مواد آلی هستند که وارد فرآیند می‌شوند یکی دیگر از این عوامل که بر کیفیت مواد آلی حاصله نیز تاثیرگذار است، مدت زمان آماده‌سازی ورمی-کمپوست است (ریاحی، ۱۳۸۱).

جدول ۱۱ مواد قابل استفاده برای ورمی کمپوست (حامل ۳۷، ۲۰۰۶)

نسبت تقریبی C/N	مواد
۱:۴	خون خشک
۱:۱۰	کودمرغی
۱:۱۲	بریده چمن
۱:۱۲	ضایعات آشپزخانه
۱:۱۵	کود گاوی پرواربندی
۱:۲۰	ضایعات آلی باغی
۱:۸۰	کاه

جدول ۱۲ خصوصیات شیمیایی انواع کودهای دامی بر حسب درصد وزن خشک (سابلر ۳۸، ۲۰۰۸)

نوع کود دامی	خاکستر	نیتروژن	کلسیم
مرغی گوشتی	۳/۳۱	۲/۲	۹۷/۱
مرغی تخم‌گذار	۷/۴۲	۲	۴۲/۳

۶/۱	۷/۲	۶/۱۰	گاوی شیری
۵۵	۵/۳	۲/۱۰	گاوی گوشتی
۲	۲	۸/۲۸	خوک
۹/۲	۷/۱	۹/۲۷	اسبی
۹/۱	۴	۱۰	گوسفندی

اسمیث^{۳۹} و همکاران در سال ۲۰۰۸ در هندوستان در طی تحقیقاتی بر روی کودهای دامی چند حیوان نتایج ارزشمندی به شرح جدول زیر به دست آوردند.

جدول ۱۳ خصوصیات شیمیایی برخی از کودهای دامی در هندوستان

نسبت C/N	EC (دسی زیمنس بر متر)	PH	درصد رطوبت	کود دامی
۴/۸۹	۱/۲	۲/۸	۵۶	گاو
۹۳	۶/۲	۴/۸	۳/۷۲	گاو میش
۱/۱	۳/۲	۸	۵۴	اسب
۱/۹۷	۹۱/۳	۱/۸	۵/۴	الاغ
۸۸/۸	۹	۲/۸	۴/۷۳	گوسفند
۵/۹۳	۵۶/۲	۸/۷	۸/۲۱	بز

شتر	۵۸	۹	۵۶/۱	۱/۱۱۶
-----	----	---	------	-------

رینک^{۴۰} و همکاران (۱۹۸۶) مقدار رشد ۷ میلی گرم در هر روز را در مورد کرم‌هایی که از کود گاوی به مدت ۱۵۰ روز تغذیه کرده‌اند را گزارش کردند. از طرف دیگر بومون^{۴۱} (۱۹۹۱) که از کود دامی پوسیده استفاده کرده، مقدار رشد کرم‌ها را ۱۴ میلی گرم را در هر روز گزارش کرده است. آیر^{۴۲} و همکاران (۲۰۰۱)، دریافتند توانایی کرم گونه *saviny* (Lumbricidae) در فضولات ماکیان بیشتر از ضایعات کارخانجات نساجی و در کود گاوی بیشتر از کود مرغی می‌باشد. از کود سبز در صورتی می‌توان به عنوان بستر استفاده کرد که کاملاً به صورت کمپوست درآمده باشد چون ممکن است حاوی تخم علف هرز باشد. اگر از خاک اره یا کاه در بستر استفاده شود، باید به این نکته توجه کرد، این مواد باید حسابی پوسیده باشند وگرنه کیفیت کود تولیدی زیاد مرغوب نمی‌شود. این مواد بیشتر برای تولید کرم مناسب است و کاربرد آن‌ها می‌تواند در مصرف آب صرفه جویی کند.

فصل هفتم

جداسازی کرم از ورمی کمپوست

Reinecke^{۴۰}
Bouwmun^{۴۱}
Ir^{۴۲}

جمع‌آوری کرم‌ها از طبیعت

کرم‌های خاکی همیشه و در همه جا پراکندگی یکسانی ندارند. بهترین زمان جمع‌آوری هنگامی است که جهت تغذیه به سطح خاک می‌آیند مانند هنگام طلوع و یا غروب آفتاب و یا هنگامی که در اثر بارندگی زیاد جهت تنفس از بستر خود خارج می‌شوند. فصل‌های معتدل و مرطوب برای جمع‌آوری کرم‌های خاکی در جنگل‌ها و مرغزارها جای مناسبی می‌باشند، خاک‌هایی که مواد معدنی آن‌ها زیاد است نیز برای جمع‌آوری کرم مناطق مناسبی می‌باشند. نکته مهم قبل از جمع‌آوری کرم خاکی هدف از انجام نمونه برداری است. معمولاً چهار دلیل عمده برای نمونه برداری وجود دارد:

- تشخیص و شناسایی کرم‌های خاکی یک منطقه
- تعیین جمعیت کرم‌های خاکی و بررسی میزان و پراکندگی آن‌ها در واحد سطح
- بدست آوردن تعداد زیادی کرم خاکی جهت کشت و پرورش
- جمع‌آوری کرم‌های خاکی تکثیر شده در بسترهای مصنوعی (تولید انبوه یا نیمه صنعتی)

تخمین جمعیت کرم‌های خاکی در تل

برای تخمین جمعیت کرم‌های خاکی در تل باید به ترتیب زیر عمل کرد:

الف- چند منطقه از مکان‌های مختلف یک بستر انتخاب می‌شود.

ب- از بیلچه‌های استاندارد، برای جمع‌آوری استفاده شود، نباید نوک این بیلچه‌ها تیز باشد.

ت- کرم‌های ۵۰ سانتی‌متر بستر را وزن کش کرده و در متراژ تل ضرب می‌شود.

ث- کود ورمی کمپوست جدا شده در پوششی پلاستیکی، که رطوبت ناپذیر باشد، ریخته می‌شود.

جمع‌آوری کرم‌ها در مزرعه

هنگامی که ورمی کمپوست آماده شد، لازم است مرحله جداسازی کرم از ورمی کمپوست انجام شود. اگر برای مدت طولانی

این مواد به حال خود رها شوند، فضولات بجا مانده برای خود کرم‌ها سمیت خواهند داشت. هنگامی که رنگ کود تل به

قهوه‌ای تیره تبدیل شد، درجه حرارت ورمی کمپوست کم شده و ذرات کود به شکل خاک در می‌آید، در این مرحله مواد بستر به ورمی کمپوست تبدیل شده است. ذرات ورمی کمپوست با ذرات اولیه کود دامی بسیار متفاوت خواهند شد. در این مرحله مواد غذایی برای مصرف کرم‌ها تمام شده است. سه روز قبل از برداشت ورمی کمپوست اضافه کردن آب باید قطع شود. در اثر این کار کرم‌ها به عمق بستر رفته و در موقع برداشت کمپوست، آسیب نمی‌بینند. کمپوست برداشت شده را بر روی زمینی سخت و به صورت مخروطی در برابر تابش اشعه آفتاب قرار داده می‌شود با این کار کرم‌های باقی‌مانده به سمت لایه پایین توده حرکت می‌کنند (علیخانی و ثوابی، ۲۰۰۵). در فضای سر پوشیده کرم‌های خاکی با استفاده از چنگک زدن تحریک می‌شوند و به زیر می‌روند. بسترهای کرم خاکی باید بر اساس نظم خاصی برداشت شوند و این کار زمانی انجام می‌شود که از تولید حداکثر ورمی کمپوست اطمینان حاصل شود و کم‌ترین مزاحمت و اختلال در بسترها ایجاد شود. برداشت منظم ورمی کمپوست (معمولاً هر ۹۰ روز یک‌بار) امکان فراهم کردن فضای بیشتری برای کرم‌های بستر را ایجاد می‌کند و در بسترها حالت متخلخل (پوک) ایجاد می‌کند. در خلل و فرج ایجاد شده کرم‌ها می‌توانند به راحتی برای تغذیه و تولید مثل حرکت کنند.

ورمی کمپوست درجه یک به ورمی کمپوستی می‌گویند که تمام کود دامی توسط کرم خاکی تجزیه شده باشد و انسان در خرد یا سرنند کردن کود ورمی کمپوست دخل و تصرفی نداشته باشد. اگر هدف پرورش کرم خاکی باشد به دلیل این که کرم خاکی در ورمی کمپوست لاغر و بی تحرک می‌شود، باید زمانی که ۸۰ درصد کود دامی تبدیل به ورمی کمپوست شد، جداسازی را انجام داد و برای این که کود ورمی کمپوست یک دست و بازار پسند شود آن را سرنند کرد. ذکر این نکته ضروری است که کشاورزان نباید ورمی کمپوست خالص را به زمین بدهند و باید آن را با کودهای دامی مخلوط نمایند.



شکل ۳۲ بستر مکانیزه با جداساز متحرک

اهداف جداسازی

جداسازی کرم و مدفوعش نیاز به نیروی انسانی زیادی دارد، معمولاً اگر کرم و کود به صورت مستمر و به تدریج از هم جدا شود می‌توان از نیروی انسانی بهتر بهره‌برداری کرد تا اینکه به یکباره این کار را انجام داد. در این صورت هم کرم و کود به صورت صحیح جدا نمی‌شود، هم انرژی کارگری بیشتری صرف جداسازی می‌شود. جداسازی کرم از کود معمولاً یک فرایند زمان‌بر است، روشی که در آن بتوان مدت زمان جداسازی را کاهش داد و دارای کمترین تلفات کرم خاکی باشد، یک روش مناسب برای جداسازی می‌باشد.

انواع روش‌های جداسازی

به منظور جداسازی کرم‌های پرورش یافته از خاک بستر چندین روش وجود دارد که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

- ۱- ریختن مواد غذایی تازه در کنار بستر کرم‌ها ۲- استفاده از نور ۳- الکتريسته ۴- سرنده ۵- غرقابی

ریختن مواد غذایی پوسیده در کنار بستر کرم‌ها

اساس این روش استفاده از رفتار جابجایی کرم‌ها از مواد کمپوستی به سمت مواد غذایی جدید است. در این حالت کرم‌ها از ورمی کمپوست به عمل آمده، پس از وارد شدن به داخل مواد آلی تازه جدا می‌شود (سماوات، ۱۳۸۰). این روش به دلیل نیاز به زمین به مقدار زیاد در صورتی با صرفه است که زمین با قیمت ارزان در دسترس باشد. بازده جداسازی کرم‌ها در این روش بسیار زیاد بوده و درصد اتلاف کرم‌ها در حین برداشت محصول بسیار کم است (پرورشی و همکاران، ۱۳۷۷). در این روش باید جنس کف بستر در تل قدیم و جدید یکی بوده و بسترها هم تراز باشد، ثانیاً بهتر است طول تل جدید بزرگ‌تر باشد و غذاهای تازه در اطراف تل ریخته شود.

استفاده از کود دامی پوسیده

در این روش بسته به طول تل در چند قسمت تل کود تبدیل شده به ورمی کمپوست را برداشته و به جای آن کود دامی پوسیده ریخته می‌شود. قسمت‌های دیگر تل آبیاری نمی‌شود و فقط قسمت‌هایی که کود دامی پوسیده ریخته شده آب داده می‌شود. بعد از یک هفته مراکزی که کود دامی پوسیده ریخته شده حاوی کرم شده و بقیه‌ی قسمت‌ها از کرم خالی می‌شود.

استفاده از نور

یک روش پیچیده برداشت کرم این است که از بالا به سطح تل نور تابانده می‌شود. شیوه‌ی کار به این صورت است که با تابیدن نور به سطح بستر کرم‌ها به زیر بستر می‌روند، مدتی صبر کرده، ورمی کمپوست سطح را جمع کرده، دو مرتبه این کار تکرار می‌شود. در این روش از حرارت نیز کمک گرفته می‌شود، البته دما نباید بیش از ۲۵ تا ۲۹ درجه باشد زیرا تخم‌ها را از بین می‌برد. اگر برای بستر پرورش از مش استفاده می‌شود، می‌توان زیر بستر را با کمک فن خنک کرد. از آنجا که کرم‌ها از نور و گرمای زیاد فراری هستند به سمت ته تل می‌روند. قسمت بالای بستر همان ورمی کمپوست است. اگر این روش چندین مرتبه تکرار شود توده‌ای از کرم در کف بستر باقی می‌ماند. در الگوی روباز از نور خورشید و در الگوی سربسته از نور

لامپ می‌توان برای جداسازی کمک گرفت، اما تل‌ها نباید مدت طولانی در معرض تابش نور خورشید قرار گیرند زیرا نیتروژن موجود در بستر کاهش پیدا می‌کند، یکی از دلایل عدم استفاده از الگوی روباز برای پرورش کرم خاکی نیز همین نکته می‌باشد.

روش الکتریکی

دو الکترود با فاصله و جدا از یکدیگر در خاک گذاشته می‌شود و در زمان‌های پی‌درپی به خاک شوک الکتریکی داده می‌شود، در این هنگام کرم‌های خاکی تحریک شده و از خاک بیرون می‌آیند، پذیرفتن این روش از سوی پژوهندگان در آغاز چشم‌گیر بود. ولی از یک سو رسانایی خاک‌ها یکسان نیست و از سوی دیگر در این روش کرم‌هایی که نزدیک الکترود هستند بسیار برانگیخته شده و بیشتر آن‌ها فلج یا کشته می‌شوند و برخی از کرم‌ها نیز به عمق خاک پناه می‌برند و شوک الکتریکی ایجاد شده به اندازه‌ای نیست که کرم‌ها را وادار به بیرون آمدن از خاک در این فاصله کند. هدایت الکتریکی کود به رطوبت بستگی دارد و معمولاً نفوذ جریان برق به اعماق کود سبب بالا آمدن کرم‌ها از سوراخ‌های زیرزمینی می‌شود و اگر سطح کود خشک باشد کرم‌ها برعکس به سطح زیرین یا پایین‌تر فرو می‌روند. با این روش می‌توان کرم‌هایی که در حدود ۲۰ سانتی‌متری تا یک متری الکترود هستند را تحریک کرد. این روش برای کرم‌های خاکی که در مناطق عمیق خاک زیست می‌کنند، بیشتر استفاده می‌شود.

استفاده از سردند و غربال

سردند یا همان الک وسیله‌ای است که بر اساس اندازه، مواد را از هم جدا می‌کند. سرندهای صنعتی یا نیمه صنعتی دارای نیروی محرکه‌ای می‌باشند که به صورت مکانیکی و فارغ از نیروی انسانی عمل جداسازی را انجام می‌دهند. در صنعت ورمی کمپوست به منظور جداسازی کرم از کود ورمی کمپوست تولید شده از دو نوع سردند دوار و سردند چند مرحله‌ای استفاده می‌شود. در هنگام استفاده از سرندها برای جداسازی کرم، در اثر عبور کرم از منافذ سردند یا تکان‌های شدید و ایجاد تنش ممکن است حدود ۱۰ الی ۲۰ درصد از کرم‌ها از بین بروند.

سرند دوار

سرند های دواری که برای جداسازی کرم از کود و یا مواد زاید از کود مورد استفاده قرار می گیرند دارای منافذ سه یا چهار میلی متری می باشند. بهترین رطوبت برای جداسازی کرم به وسیله سرند ۳۰٪ می باشد (سماوات، ۱۳۸۰). قبل از سرند کردن باید آبیاری به مدت یک هفته قطع شود، این عمل باعث می شود کرمها به قسمت زیرین بستر بروند و پس از آن می توان به راحتی ورمی کمپوست را برداشت کرد. در این روش باید به این نکته توجه گردد که ارتعاش زیاد باعث می شود کمر بند تناسلی کرمها از بین برود و دیگر قادر به تولید مثل نباشند و برای تولید کود مناسب نمی باشد.



شکل ۳۳ سرند دوار



شکل ۳۴ سرند دوار

سرند چند مرحله ای

از سرندهای طبقه‌بندی شده در مواقعی استفاده می‌شود که کرم خاکی برای تغذیه‌ی دام، طیور و ماهی استفاده شود. این نوع سرندها را بیشتر در صنایع ساختمانی و مصالح مورد استفاده قرار می‌دهند این سرندها دارای سه ردیف از بالا به پایین می‌باشد که قطر سرندها از بالا به پایین کاهش پیدا کند. قطر سه، شش و ده میلی‌متری، می‌تواند کرم و تخم کرم را از کمپوست جدا کند. غربال توری سه میلی‌متری برای کود ورمی کمپوست بسیار مطلوب است و مواد با استفاده از این غربال به بهترین شکل در خواهند آمد ولی در صورت مرطوب بودن غربال توری شش میلی‌متری مناسب‌تر است. غربال توری ۱۰ میلی‌متری برای جدا سازی کرم‌های بزرگ به کار می‌رود. برای سرند کردن می‌توان از دستگاه سرند مکانیزه نیز استفاده کرد این دستگاه دارای یک سیلندر چرخنده بوده و یک صفحه‌ی غربالی توری مانند، در اطراف آن وجود دارد. برخی از دستگاه‌های جدا کننده‌ی کرم نیز با یک صفحه‌ی غربالی لرزنده یا تکان دهنده کار می‌کنند، غربال‌های سانتریفیوژ نیز کاربرد دارند که همانند کود پاش‌های سانتریفیوژ عمل می‌کند. این سرندها برای جداسازی کرم بسیار نامناسب می‌باشند و تلفات کرم در صورت استفاده از این سرند برای جداسازی حداکثر است ولی مزیت این سرندها آن است که می‌توان کود

ورمی کمپوست با رطوبت ۴۰ درصد را نیز سرند کرد. با توجه به تجربه های صورت گرفته در صورت استفاده از سرند بهتر است از سرند های دوار استفاده کرد.



شکل ۳۵ سرند ورمی کمپوست

غرقاب

با دادن آب بیش از حد به بستر کرمها پائین تر می روند یا روی سطح بستر می آیند که در این حالت می توان به راحتی کرمها را از تل جدا کرد. باید توجه داشت که در صورت دادن آب بیش از حد احتمال از بین رفتن کرمها وجود دارد و کود بدست آمده از این روش زیاد مرغوب نمی باشد.

روش جدا کردن کرمهای مسن

برای جدا کردن کرمهای مسن از بستر پرورش می توان بستر مواد غذایی کرمها را زیر و رو کرد. با انجام این روش کرمهای بالغ به زیر بستر می روند و کرمهای موجود در روی بستر کرمهای مسن می باشند. اما به دلیل احتمال آسیب به تخم کرمها این عمل زیاد توصیه نمی شود. تنها زمانی که هدف تغذیه ی موجودات آبزی و یا کنسانتره دام و طیور است از این روش برای جداسازی کرمهای مسن استفاده می شود.

جمع آوری کرم های خاکی از خاک

جهت بالا آمدن کرم های خاکی از عمق خاک از مواد شیمیایی نیز می توان استفاده کرد. به عنوان مثال محلول فرمالین، آب نمک، پرمنگنات پتاسیم جهت این کار مورد استفاده قرار گرفته است. اگر ۱/۵ گرم پرمنگنات پتاسیم در ۶/۸ لیتر آب حل شود، این مقدار محلول برای یک مترمربع خاک می تواند مورد استفاده قرار گیرد. همچنین می توان ۲۵ میلی لیتر فرمالین ۴۰٪ در ۴/۵۶ لیتر آب حل نموده و سپس در ۳۶ مترمربع بکار گرفت که رایج ترین و آسان ترین روش در بالا آوردن کرم ها می باشد. اگر کرم ها جهت پرورش و نگهداری مورد استفاده قرار می گیرند باید بلافاصله پس از جداسازی به وسیله ی آب شست و شو داده شوند تا اثر فرمالین از بدنشان پاک شود. یکی از مناسب ترین و بی ضررترین روش جهت بالا آمدن کرم های خاکی استفاده از آب نمک غلیظ (در حد اشباع) است. در این روش کرم های بدست آمده آسیبی ندیده و می توان برای اهداف مختلف از آن ها استفاده نمود، ولی بستر پرورش دیگر قابل استفاده مجدد یا قابل استفاده جهت کود و کمپوست نمی باشد.

فصل هشتم

مشکلات پیش رو در تولید ورمی کمپوست

در هر صنعت در طی روند تولید مشکلاتی پیش خواهد آمد که اگر به آن‌ها توجه نشود چه بسا که منجر به ورشکستگی سرمایه‌گذار شود، مشکلاتی که اگر از ابتدا به آن‌ها توجه شود، به راحتی هر چه تمام‌تر می‌توان آن‌ها را برطرف کرد. در صنعت ورمی کمپوست به دلیل سر و کار داشتن با یک موجود زنده باید به عواملی که موجب مرگ و میر یا کرم خاکی می‌شود، توجه خاصی داشت.

واکنش در مقابل عوامل نامساعد

کرم‌های خاکی در مقابل محیط سه نوع واکنش از خود نشان می‌دهند (سلجوقی، ۱۳۸۸).

- سکون موقت: در این حالت کرم مستقیماً در مقابل شرایط نامساعد محیط از خود واکنش نشان داده و به محض ایجاد شرایط مطلوب فعالیت خود را از سر می‌گیرد.
- خواب اختیاری: معمولاً به هنگام وقوع شرایط نامساعد صورت می‌گیرد ولی تا مدت محدود و مشخص پس از بازگشت شرایط مطلوب هم ادامه دارد.
- خواب اجباری: که همه ساله در مواقعی خاصی از سال به وقوع می‌پیوندد و معمولاً در پاسخ به یک نوع تغییرات متوالی محیطی یا برخی از مکانیسم درونی صورت می‌گیرد و مستقل از جریانات لحظه‌ای محیطی است.

جدول ۱۴ برخی مشکلات رایج در تولید ورمی کمپوست (ریچارد، ۲۰۰۸)

مشکل	علل احتمالی	راه حل
تولید بوی بد	مواد فاسد نشده	توقف افزودن مواد و هوادهی
	حضور مواد غیر قابل تبدیل شدن کمپوست	حذف مواد غیر قابل کمپوست
	مواد افزودنی خیلی مرطوبند	افزودن مواد خشک به لایه بستر برداشتن درپوش
	هوای ناکافی	اختلاط لایه‌ها ایجاد حفره و روزنه در جعبه
تجمع حشرات و ظاهر شدن مگس سرکه	محتویات غذایی روباز می‌باشند	دفن کامل مواد غذایی و یا بستن درب ظرف
	بارگذاری زیاد مواد غذایی خصوصاً مرکبات	بیش از اندازه به کرم غذا ندهید
		غذاهای متنوع به کرم دهید
		افزودن لایه‌ای از روزنامه مرطوب
کرم‌ها در حال مرگند	محتویات غذایی خیلی مرطوب	مواد خشک مخلوط گردد
		برداشتن درپوش
	محتویات غذایی خیلی خشک	کل لایه‌ها را مرطوب کنید
	دمای خیلی زیاد	جعبه‌های ورمی کمپوست را در جایی که درجه حرارت محیط بین ۲۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد است

نگهداری کنید

عدم وجود هوای کافی	جابه‌جا کردن و اختلاط لایه‌های بستری
	ایجاد حفره و روزنه در جعبه
	بهبود وضعیت بستر و افزودن توده‌های غذایی
غذای کرم‌ها کم است	بررسی دقیق کرم‌ها (کرم‌ها بدون غذا بلافاصله از بین خواهند رفت)
	افزودن کم‌کم و مداوم حداقل یک مشت مواد زائد
	ریز شده در هر هفته به بستر کرم‌ها
کرم‌ها در حال غرق شدن هستند	ظرف بسیار مرطوب است
	زهکشی رطوبت اضافی
	افزودن لایه‌هایی از روزنامه خرد شده یا کاه به مواد
کرم‌ها نمی‌توانند به راحتی حرکت کنند	ظرف بسیار خشک است
مهاجرت خروج یا فرار کرم‌ها	شرایط نامناسب جعبه‌ها
	راه حل‌های بالا را بررسی کنید
تشکیل کپک	محیط خیلی اسیدی است
خشک شدن بستر	تهویه خیلی زیاد
	با برداشتن درپوش کرم‌ها به داخل بستر خواهند رفت
	خودداری از ورود زائادات مرکبات
	مرطوب نمودن بستر
	گذاردن درپوش یا پوشش نهایی

تجمع آب در کف	تهویه ضعیف	برداشت درپوش به مدت چند روز
افزودن مواد بستری خشک		
خودداری از افزودن مواد با مقدار آب زیاد		

کرم خاکی می‌تواند در دمای زیر صفر که بستر کرم یخ زده باشد، زنده بماند. علاوه بر این آزمایشات، تحقیقاتی که جرج در سال ۲۰۰۴ در دانشکده کشاورزی نووا اسکاتین انجام داد، زنده ماندن کوکون‌ها پس از یک دوره طولانی در شرایط یخ‌زدگی طولانی، را نیز تایید کرد. بسیاری از کودهای حیوانی که در تغذیه کرم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند دارای نمک محلول بالای ۸٪ می‌باشد. اگر این کودها به عنوان بستر کرم‌ها استفاده شود، باید قبل از قرار دادن این کودها در بستر کرم آن را آبشویی کرد، تا میزان نمک آن پایین بیاید. در آزمایشی که توسط کاپالان و همکاران (۱۹۸۰) بر روی کرم‌های گونه *Eisenia fetida saviny* (Lumbricidae) انجام دادند متوجه شدند که اگر میزان نمک محلول در آب به بیش از ۵٪ برسد، کل کرم‌ها تلف خواهند شد (مونرو^{۴۳}، ۲۰۰۵). گادی و دو گلاس (۱۹۸۸) اظهار داشتند که اگر کودهای حیوانی به روی هم انباشته شده باشند، دارای اوره بسیار زیادی خواهند شد و این اوره در این کودها نمی‌تواند خارج شود یا به زمین نفوذ کند و باید شسته شوند چون زیادی اوره باعث تولید گاز آمونیاک شده که برای کرم‌ها مضر است.

فرار کرم خاکی از تل

ممکن است کنار تل پرورش کرم خاکی اشیایی مثل چوب کبریت سوخته دیده شود، غافل از این که این اشیاء اجساد کرم خاکی هستند که به دلیل نامساعد بودن شرایط تل از بستر فرار کردند. عده‌ای هم در داخل تل مرده‌اند و موفق نشدند به بیرون تل بروند. برای رفع این معضل باید ابتدا کود دامی خوب شسته و آبشویی شود، سپس بعد از تزریق کرم خاکی در تل

^{۴۳} Munroe

آب پاشی از بستر به طور مرتب ادامه یابد. هدف از آبخویی کود دامی علاوه بر پایین آوردن میزان اسیدیته، کاهش دمای کود دامی نیز می باشد.



شکل ۳۶ فرار کرم خاکی از تل

آفات و بیماری های کرم خاکی

دشمنان مهم کرم های خاکی عبارتند از مورچه ها، هزارپاها، کرم های ریز (کرم پنیر) و اسلاگ ها (slugs)، لارو بعضی از سوسک ها، پرنده ها، مارمولک، موش صحرائی، مارها، موش ها، موش کور، لاک پشت، غوک ها یا وزغ ها و حشرات و حیوانات دیگر که از کرم ها تغذیه می کنند. در این قسمت به آفت هایی اشاره می شود که دشمن کرم های خاکی نیستند ولی می توانند برای پرورش کرم ها مشکل و مزاحمت ایجاد کنند.

مگس سرکه

مگس سرکه را می توان با پوشاندن مواد غذایی یا ذخیره مواد در سرد خانه مخصوص زباله، کنترل نمود. در صورتی که از یک ظرف کوچک جهت ذخیره موقت مواد بستر ورمی کمپوست استفاده می شود، باید تا زمانی که مواد در ظرف ورمی-

کمپوست تخلیه نشده اند، درب آن بسته بماند. همچنین می‌توان از کارت‌های چسب‌دار زرد جهت به دام انداختن افراد بالغ پشه‌ها استفاده کرد همچنین می‌توان ظرف کودسازی را به جایی که پشه‌ها نمی‌توانند مزاحمت ایجاد کنند، انتقال داد. برای دور کردن پشه و مگس از تل می‌توان از شیرهی بذر زیتون نیز استفاده کرد.

مایت‌ها

اگر چه در تمام بسترهای کرم تعداد کمی از مایت‌ها وجود دارد اما تحت برخی شرایط ممکن است تعداد آن‌ها به حدی زیاد شود که مشکلاتی را ایجاد نماید. مراقبت از بستر کرم‌ها مانع از پیدایش و رشد مایت‌های مضر می‌گردد. تعداد زیاد جمعیت مایت‌ها معمولاً با شرایطی نظیر آب خیلی زیاد، تغذیه بیش از اندازه و غذای تازه یا خیلی مرطوب مرتبط می‌باشد و عمدتاً به محیط اسیدی و مرطوب جذب می‌شوند. روش‌های مختلفی برای حذف مایت‌ها از بستر کرم‌ها پیشنهاد شده است اما هرگونه روش حذف مایت‌ها اعم از فیزیکی یا شیمیایی موقتی خواهد بود مگر این که در مدیریت بستر کرم تغییری ایجاد شود تا شرایط برای حضور مایت‌ها نامساعد گردد.

از جمله این روش‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- باز کردن درب ظرف و تحت تابش قرار دادن ظرف به مدت چند ساعت
- ۲- کاهش مقدار غذا و آب
- ۳- انداختن روزنامه‌های مرطوب و کیسه‌های گونی بر روی بستر کرم‌ها و دور انداختن کیسه‌هایی که مایت‌ها روی آن تجمع یافته‌اند.
- ۴- ریختن پوست هندوانه یا طالبی و یا تکه‌های سیب زمینی بر روی بستر کرم‌ها و دور انداختن پوسته‌هایی که مایت‌ها روی آن تجمع یافته‌اند.

مایت‌های قهوه‌ای یا سفید

مایت‌های قهوه‌ای یا سفید شکارچی نیستند بلکه تمایل دارند که تنها از کرم‌های زخمی یا در حال فساد تغذیه کنند اما در صورت هجوم تعداد زیادی از آن‌ها به بستر کرم‌های خاکی مقادیری از مواد غذایی کرم‌ها را می‌خورند و سبب عدم دسترسی کرم‌ها به مواد مغذی مورد نیاز می‌شوند. این امر هزینه و زمان تغذیه کرم‌ها را افزایش می‌دهد. همچنین تعداد زیاد مایت‌ها سبب می‌شود که کرم‌ها به نقاط عمیق بستر رفته و برای تغذیه به سطح بستر نمی‌آیند در نتیجه رشد و تولید مثل آن‌ها کاهش می‌یابد.

مایت‌های قرمز

مایت‌های قرمز برای کرم‌های خاکی انگل محسوب می‌شوند، مایت‌های قرمز چسبیده و از خون و یا مایعات بدن آن‌ها تغذیه می‌کنند. همچنین قادر به سوراخ کردن و مکیدن مایعات داخل کپسول تخم‌ها نیز می‌باشند. این مایت‌ها در ابتدا به صورت خوشه سفید یا خاکستری شبیه به کپک می‌باشند و سپس مراحل بعدی رشد خوشه‌های قرمز مایت پدیدار می‌شود.

مورچه

مورچه‌ها برای کرم‌ها بسیار مشکل ساز هستند و غذایی که برای کرم‌ها در نظر گرفته شده را مصرف می‌کنند. وجود مورچه در بستر به دلیل این است که بستر خشک است یا اسیدی می‌باشد. به محض دیدن مورچه در بستر باید رطوبت را در حد مناسب بالا برد یا از پودر آهک در اطراف تل استفاده کرد. کرم‌ها قادرند قسمتی از بدن خود (بیشتر قسمت عقبی خود یعنی دم را می‌توانند ترمیم کنند) را بازسازی کنند، اما از بازسازی قسمت سر ناتوان هستند.

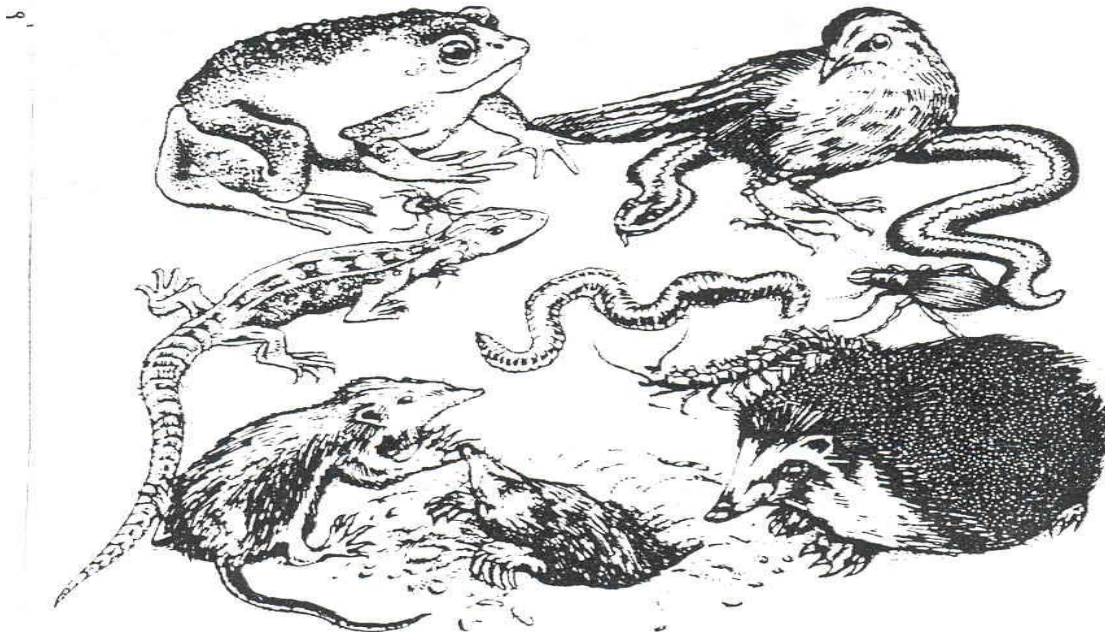
کرم‌های سفید

کرم‌های میوه خوار یا سفید از زباله‌های تازه استفاده می‌کنند و در صورت مشاهده‌ی آن‌ها در تل باید مواد غذایی تازه را مخفی کرد و از یک پوشش مناسب برای پوشاندن تل استفاده کرد. اما این کرم‌ها از این نظر مفید هستند که به خنثی‌سازی بستر رشد کمک می‌کنند. آب و تغذیه‌ی بیش از اندازه و بستر غذایی مرطوب باعث می‌شود تا محیطی مناسب برای کرم‌های

سفید و حتی کرم‌های ریز قرمز به وجود آید. کرم‌های سفید حتی به کرم‌های آسیب دیده نیز حمله می‌کنند. برای کنترل این کرم‌ها تل را در مقابل نور و حرارت قرار می‌دهند و باید میزان آبیاری را کاهش داد تا محیط برای فعالیت این کرم‌ها نامساعد شود. البته می‌توان تعدادی کاغذ یا روزنامه خیس در روی بستر قرار داد و پس از تجمع کرم‌های ریز در این روزنامه‌ها آن‌ها را برداشت. همچنین می‌توان چند تکه پوست هندوانه و طالبی را به عنوان تله روی بستر قرار داد تا با جلب کرم‌های سفید و سپس نابود کردن آن‌ها جمعیت مایت‌ها را کاهش داد.

دیگر آفات

وجود انواع عنکبوت‌ها در تل مزاحمتی ندارند، فقط ممکن است برای انسان مزاحمت ایجاد کنند. وجود حلزون نیز در ورمی-کمپوستی که به عنوان مصارف صیفی استفاده شود، می‌تواند به عنوان آفت تلقی شود. این کرم‌ها غذای طبیعی موش‌های کور و پرندگان به حساب می‌آیند. به طوری که اگر وارد بستر کرم‌ها شوند میتوانند تعداد زیادی کرم را در مدت کوتاهی از بین ببرند.



شکل ۳۷ حیوانات مشکل ساز برای کرم خاکی

فصل نهم

نکات کاربردی در تولید ورمی کمپوست

مشاغل و فعالیت‌های مختلفی وجود دارد که وابسته به صنعت ورمی کمپوست هستند و می‌توانند در کنار کار تولید و به صورت مستقل و تخصصی به عنوان مشاغل پردرآمد و مفید در نظر گرفته شوند.

عمده فروشی، خرده فروشی و به طور کلی ترویج، توزیع، فروش و حمل و نقل محصولات مربوط به پرورش کرم

در این صنعت، یک مشاور تولید ورمی کمپوست موظف است، آن قدر در زمینه تبلیغات و بازاریابی مهارت داشته باشد، که به راحتی بتواند محصولی را که به دست می‌آورد بفروشد.

فراوری و بسته‌بندی کود

فراوری و بسته‌بندی کود ورمی کمپوست برای مصارف مختلف می‌تواند به عنوان یک شغل مناسب برای افرادی که از تجهیزات کافی در زمینه بسته‌بندی برخوردار بوده و از بازاریابی محصول سررشته دارند در نظر گرفته شود. بسته‌بندی این کود را می‌توان در بسته‌های ۱ تا ۷ کیلوگرمی برای مصارف خانگی و ۳۰ تا ۵۰ کیلوگرمی برای باغات و صیفی‌جات انجام داد.

ساخت تجهیزات تولید و برداشت ورمی کمپوست

نیروی کارگری قسمت عمده‌ای از انرژی را در اغلب فعالیت‌های صنعتی و تولیدی در برمی‌گیرد. هر چقدر یک فعالیت تولیدی مکانیزه‌تر شود از مقدار این انرژی کاسته می‌شود. این امر تا جایی مصداق دارد که مکانیزه کردن توجیه اقتصادی داشته باشد. در صنعت ورمی کمپوست این موضوع بستگی به عوامل زیادی از جمله مقدار زمین، سرمایه، بازارپسندی

محصول تولید شده دارد. از ابتدا کار یعنی کف بستر تا انتها یعنی جداسازی کود از کرم‌ها به تجهیزات زیادی احتیاج می‌باشد که تولید آن‌ها می‌تواند برای افراد دارای تخصص و سرمایه کافی مشاغل مناسبی باشد.

ریسک‌های مرتبط با این صنعت

موفقیت بیشتر در هر فعالیتی در گرو کاهش خطرات تهدید کننده برای تولید می‌باشد و تولید ورمی کمپوست نیز از این امر جدا نمی‌باشد. در اینجا ۳ ریسک یا تهدید که هر تولید کننده ورمی کمپوست با آنها مواجه است را مورد بررسی بیشتر قرار می‌دهیم.

ریسک خرید

برای شروع کار باید کرم‌ها را با قیمت مناسب خریداری کرد و باید توجه داشت که همه کرم‌ها از یک گونه (ایزینیا فوتیدا) باشد. باید مراقب بود که کرم‌ها آلوده به آفاتی که در فصول قبل به آن‌ها اشاره شد نباشد.



شکل ۳۸ کرم خاکی

ریسک تولید

برای پرورش کرم خاکی و تولید ورمی کمپوست باید بسیار دقت کرد که همه‌ی شرایط مناسب باشد چون در غیر این صورت کرم‌ها فرار می‌کنند یا می‌میرند که باید سعی شود از وجود مشاوران با تجربه در این صنعت استفاده کرد، البته اگر به صورت تضمینی و با عقد قرارداد این عمل صورت بگیرد بهتر است.

ریسک فروش

محصول ورمی کمپوست را می‌توان به گلخانه‌ها و گل‌فروشی‌ها فروخت، اما باید در این زمینه بازاریابی و تبلیغات گسترده‌ای انجام داد تا بتوان فروش محصول تولید شده را تضمین کرد و به سود مورد نظر تولید کننده دست یافت. در این صنعت حداقل از دو محصول یعنی کرم و ورمی کمپوست تولید شده می‌توان بهره‌برداری اقتصادی انجام داد.

مزایای صنعت پرورش کرم

- پرورش کرم در به عنوان یک نهاده مفید در کشاورزی (شامل کاربرد کرم‌های خاکی و محصولات مربوط به آنها در کشاورزی)
- تولید ورمی کمپوست به عنوان یک کودآلی ارگانیک بدون ایجاد آلاینده‌های مضر برای محیط زیست
- مدیریت محیط زیست (کاربرد کرم‌ها و محصولات مربوط به آنها در مدیریت و حفظ محیط زیست)
- مدیریت مواد زائد (کاربرد کرم‌های خاکی در مدیریت و بازیافت مواد زائد تا حدود زیادی یک فرایند مستقیم و مداوم است، مواد زائد از یک طرف وارد سامانه شده، توسط کرم‌ها تبدیل به کود گردیده و از سوی دیگر سامانه، محصولات خارج می‌گردند.

تهدیدها

عدم آشنایی مصرف‌کنندگان داخلی با محصولات ورمی کمپوست، عدم رعایت حق انحصاری تجاری و فناورانه، مشکلات اداری جهت تولید محصول، عدم انجام صحیح و به موقع تعهدات بنگاه‌های اقتصادی و بانک‌های داخلی در پرداخت

هزینه‌ها و تسهیلات، عدم همکاری مدیریت کلان و متولیان امور کشاورزی، ورود محصولات مشابه بی کیفیت داخلی و یا خارجی در بازار مصرف داخلی و عدم حمایت یا نظارت دولت در حفظ محصولات با کیفیت و وجود یارانه‌های دولتی به کودهای شیمیایی از عواملی هستند که مانع از رشد و ترقی این صنعت هستند. اگر سایر کشورهای جهان در زمینه تکثیر و پرورش کرم‌های خاکی و بکارگیری آن‌ها در صنایع موفق شده‌اند و وجود هزاران شرکت فعال در زمینه‌های ساخت وسایل، تولید و فروش محصولات آن که نشانی آن‌ها در وب‌گاه‌های مختلف اینترنت موجود می‌باشد، گواه بر آن است که این حرفه می‌تواند به عنوان یک شغل مطرح شده و از درآمدزایی خوبی نیز برخوردار باشد. ورود افراد کم اطلاع و فرصت طلب در این رشته و اقدام آنها جهت راه‌اندازی کارگاه‌های پرورش کرم خاکی باعث بروز مشکلاتی در شکل‌گیری این حرفه در کشور، خواهد شد که در ذیل به برخی از مخاطرات عمده آن اشاره می‌گردد:

- ۱- عدم موفقیت کاری آن‌ها و سپس اعلام اینکه این شغل و یا این حرفه صرفه اقتصادی ندارد
 - ۲- ذهنیت سایر افراد علاقمند را مخدوش ساخته و باعث دلسردی آنها می‌شوند
 - ۳- با ارائه محصولات با کیفیت پایین و عدم توانایی در جلب نظر مصرف کنندگان باعث صلب اعتماد مصرف کننده از این نوع کودها می‌شود
 - ۴- اطلاع نداشتن از بازارهای مصرف محصولات تولیدی و عدم بازاریابی مناسب که در نهایت منجر به ورشکستگی آن‌ها خواهد شد
- علاوه بر مشکلاتی که معطوف به نیروی انسانی و افراد تولید کننده این حرفه می‌باشد، سیاست‌های اجرایی کلان کشور نیز می‌تواند به عنوان آفت‌های این شغل محسوب شود که به برخی از آنها اشاره می‌گردد:

- ۱- فراهم نشدن زمینه صادرات محصولات تولیدی (همانند ورمی کمپوست) به خارج از کشور، بخصوص آنکه هزینه ارزی آن بسیار بالاتر از هزینه‌های ریالی بازار داخلی می‌باشد.

۲- اصرار بخش دولتی (وزارت جهاد کشاورزی) بر ارائه کودهای شیمیایی یارانه‌ای از خارج از کشور و یا پودر ماهی یارانه‌ای که پودر کرم خاکی می‌تواند جایگزین آن شود.

۳- نبود عزم جدی جهت حمایت عملی از کودهای بیولوژیک تولیدی و فقدان آئین‌نامه و یا دستورالعمل اجرایی در این خصوص.

راه‌حل‌های پیشنهادی برای رفع تهدیدها

۱- گسترش واحدهای تولیدی خود مصرف نظیر دامپروری‌ها و مزارع بزرگ

۲- افزایش میزان تولید در واحدهای بومی

۳- کاهش هزینه تولید

۴- سرمایه‌گذاری در بسته‌بندی

۵- تبلیغات وسیع و جلب اعتماد مصرف‌کنندگان

۶- ورود به بازارهای مطمئن‌تر خصوصاً در امر صادرات

۷- تلاش در جهت فرهنگ‌سازی تولید و مصرف مواد بیولوژیک کشاورزی و مستند سازی کلیه فعالیت‌ها

۸- رایزنی‌های منطقی جهت حذف یارانه کودهای شیمیایی و اخذ یارانه تولید کودهای بیولوژیک

فصل دهم

رابطه‌ی این صنعت با انرژی و اقتصاد

صنعت تولید ورمی کمپوست مانند هر صنعت دیگر دارای انرژی مصرفی و انرژی تولیدی می‌باشد. مجموعه محتوای انرژی نهاده‌های مصرف شده و تولید شده در طی فرایند تولید را انرژی ورودی و خروجی برای یک سیستم تولیدی گویند، انرژی ورودی برای انجام عملیات تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد و انرژی خروجی محتوای انرژی محصول است (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶).

انرژی

توانایی انجام کار را انرژی می‌گویند (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳). معادل در نظر گرفته شده برای نهاده‌ها وارد شده در امر تولید از محاسبه میزان انرژی مصرف شده برای تولید هر واحد آن‌ها به دست می‌آید. برای نمونه، هم ارز یا معادل در نظر گرفته شده برای هر لیتر گازوئیل ۴۷/۸ مگاژول و ساعت کار انسان برای شرایط کار در مزرعه، ۱/۹۶ مگاژول برای کارگر مرد می‌باشد (کیتانی، ۱۹۹۹).

انرژی ورودی و خروجی

مجموعه محتوای انرژی نهاده‌های مصرف شده و تولید شده در طی فرایند تولید را انرژی ورودی و خروجی برای یک سیستم تولیدی گویند، انرژی ورودی برای انجام عملیات مختلف زراعی یا تولید نهاده‌های مصرفی مورد استفاده قرار می‌گیرد و انرژی خروجی محتوای انرژی محصول است (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). محمدی و امید (۲۰۰۸) رابطه بین انرژی ورودی توسط نهاده‌های مختلف و میزان تولید را در کشت خیار گلخانه‌ای بررسی کردند و نشان دادند که انرژی نیروی

کارگری بیشترین تأثیر را بر عملکرد خیار دارند. ترکمانی و حاجی رحیمی (۱۳۷۸) به نیز با بررسی رابطه اندازه مزرعه و عوامل تولید در استان فارس، نشان دادند که با افزایش اندازه مزرعه، تولید آن افزایش می‌یابد.

انرژی تولید

تولید در واقع جریان تبدیل مواد اولیه یا نهاده‌ها به مواد دیگری به نام محصولات و خدمات می‌باشد (کوپاهی، ۱۳۸۵). میزان انرژی تولیدی کرم خاکی ۳۷۶۸ kcal/kg است که این میزان انرژی خام می‌باشد که میزان انرژی قابل هضم در آن صد در صد کمتر از این میزان می‌باشد.

جدول ۱۵ خوراک کرم به صورت پودر بر حسب درصد

مخمر ماء الشعیر خشک شده	خوراک به صورت پودر				ترکیب
	سویا	ماهی	گوشت	کرم خاکی	
۹۳	۸۹	۹۲	۹۲	۹۲/۹	ماده خشک
۶/۴	۵/۸	۱۹/۶	۲۱/۴	۴/۸	خاکستر
۱/۱	۹	۷/۷	۸/۱	۹	عصاره اتر
۳	۶	۱	۲	۳	کربوهیدرات‌ها
۴۴/۶	۴۵/۸	۶۱/۳	۵۹/۸	۶۱/۳	پروتئین
۱۳	۳۲	۵/۴۹	۵/۹۴	۵۱	کلسیم
۱/۴۳	۶۷	۲/۸۱	۳/۱۷	۷۷	فسفر

انرژی مصرفی

انرژی ورودی محصولات کشاورزی از ۳/۴۷ گیگاژول در هکتار در سیستم‌های اولیه به ۴۲/۳ گیگاژول برای سیستم‌های صنعتی امروزه در آمریکا افزایش یافته است (پیمنتال^{۴۴}، ۱۹۹۹). انرژی‌های عمده‌ای که برای راه اندازی صنعت ورمی-کمپوست مصرف می‌شوند، عبارتند از انرژی کارگری، انرژی کودها و انرژی آب. برای راه اندازی مزرعه‌ی پرورش کرم خاکی در یک مکان سرپوشیده ۲۰۰ متری در مدت شش ماه به ۳۰۰ متر مکعب آب لازم می‌باشد و به ۱۰ نفر کارگر روز مزد و یک ششم کارگر دائم نیاز می‌باشد.

انرژی‌های مستقیم و غیر مستقیم

انرژی نهاده‌های تولید در کشاورزی را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم نمود: انرژی مستقیم و انرژی غیر مستقیم (محمدی^{۴۵} و همکاران، ۲۰۰۸). منظور از انرژی مستقیم نوعی از انرژی است که به صورت مستقیم و بی‌واسطه منجر به انجام کار یا فعالیت در داخل مزرعه می‌شود. نیروی انسانی، محتوای انرژی سوخت‌ها، الکتریسیته و آبیاری جز منابع انرژی مستقیم به شمار می‌رود. منظور از انرژی غیر مستقیم نوعی از انرژی است که قبل از مزرعه برای تولید نهاده‌ها مصرف شده است، مانند انرژی مصرفی برای تولید ماشین، کود شیمیایی، سموم شیمیایی و عمده انرژی در تولیدات کشاورزی برای کودها به ویژه کودهای نیتروژن است. در صنعت ورمی کمپوست انرژی صرف شده تقریباً شبیه انرژی‌های مصرف شده در کودهای شیمیایی می‌باشد. انرژی کودهای شیمیایی شامل انرژی صرف شده در مراحل تولید، خشک کردن، گرانول کردن، بسته بندی، انتقال و کاربرد است. انرژی کودهای دامی بر اساس میزان ازت، فسفر و پتاسیم که دارند، در نظر گرفته می‌شود (سینگ و میتال^{۴۶}، ۱۹۹۲). برای محاسبه هزینه تولید هر واحد محصول باید قیمت نهاده‌هایی را به دست آورد که در تولید آن به کار رفته است. در مورد نهاده‌هایی مانند کود که کشاورزان از بازار تهیه می‌کنند، هزینه‌ها را می‌توان بر حسب ریال به دست آورد. اما ارزش نهاده‌هایی دیگر مانند نیروی کار افراد باید در تعیین هزینه‌های تولید منظور شوند، در این مورد باید

Pimentel^{۴۴}
Mohammadi^{۴۵}
Singh and Mital^{۴۶}

هزینه‌ی فرصت از دست رفته را در این موارد حساب کرد که برابر مبلغی است که این نهاد می‌توانست، پرسودترین کار را برای کشاورز ایجاد کند (کوپاهی، ۱۳۸۵). در طرح توجیهی این صنعت همه‌ی انرژی‌ها و هزینه‌هایی که مصرف می‌شود باید مو به مو آورده شود، حتی اگر بیشتر نهاده‌های مورد نیاز در این صنعت رایگان در دسترس باشد.

محتوای انرژی نهاده‌های مصرفی

محتوای انرژی که در تولید ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی به کار می‌رود در جدول زیر آمده است.

جدول ۱۶ محتوای انرژی نهاده‌ها در ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی

مرجع	محتوای انرژی (MJ/Unit)	واحد	عنوان
			نهاده‌ها
(بزوگلو و کیهان ^{۴۷} ، ۲۰۰۹).	۱/۹۶	H	نیروی کارگری
(رفیعی ^{۴۸} و همکاران، ۲۰۱۰).	۰/۳	Kg	کود حیوانی
(رفیعی ^{۴۹} و همکاران، ۲۰۱۰).	۱/۰۲	m ³	آب آبیاری
(قاسمی مبتکر و همکاران، ۲۰۱۰).	۱۱/۹۳	kWh	الکتریسیته

Bozoglu and Ceyhan^{۴۷}

Rafiee^{۴۸}

Rafiee^{۴۹}

Ghasemi Mobtaker^{۵۰}

انرژی هر کدام از این نهاده‌ها از طریق فرمول به دست می‌آید، مثلاً انرژی نیروی انسانی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$EL=WL*Eq_1$$

که در آن:

EL: انرژی کارگری در هکتار (MJ/ha)

WL: تعداد کارگر (نفر / ساعت) در هکتار (l/ha)

Eq₁: انرژی موجود به ازای هر نفر - ساعت نیروی کارگر که معادل MJ/L ۱/۹۶ در نظر گرفته شد (سینگ و میتال ، 1992).

انرژی برای تأمین آب مورد نیاز برای آبیاری در طی فصل رشد شامل انرژی مستقیم (DE) و انرژی غیر مستقیم (IE) می‌باشد. انرژی مستقیم شامل مصرف انرژی جهت بالا آوردن و ایجاد فشار H متناسب با نیاز سیستم آبیاری می‌باشد که از رابطه زیر محاسبه می‌شود (کیتانی^{۵۱}، ۱۹۹۹).

$$DE = \frac{\rho g H Q}{\eta_1 \eta_2}$$

در این رابطه:

DE : انرژی مصرفی مستقیم (J/ha)

ρ : چگالی آب (1000 kg/m^3)

g : شتاب جاذبه (9.8 M/s^2)

H : کل ارتفاع دینامیکی به علاوه افت اصطکاکی فشار (m)

Q : دبی کل آب مصرفی در فصل زراعی (m^3/h)

η_1 : بازده پمپ به صورت اعشار (تابع ارتفاع عمودی بالابر، سرعت و جریان آب)؛ معمولاً برابر (0.7-0.9) در نظر گرفته می شود.

η_2 : بازدهی کل تبدیل انرژی و توان به صورت اعشار؛ برای پمپ های برقی معمولاً برابر (0.2-0.18) در نظر گرفته می شود (کیتانی^{۵۲}، ۱۹۹۹).

انرژی غیرمستقیم آبیاری شامل انرژی تجهیزات مورد استفاده در عملیات پمپاژ آب، آبیاری، حفر چاه و به طور کلی شامل انرژی مواد خام مصرفی و همچنین ساخت و انتقال کلیه عواملی که در آبیاری دخالت دارند، می باشد که با توجه به طول عمر سامانه محاسبه می شود (خان^{۵۳} و همکاران، ۲۰۰۹).

انرژی نیروی انسان

در تولید ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی بیشترین انرژی که مصرف می شود، انرژی نیروی انسانی می باشد، چون کرم خاکی نسبت به ارتعاش خیلی حساس است به همین دلیل اگر بتوان از انرژی انسانی بیشتر از انرژی مکانیزه استفاده کرد از این نظر مناسب است. در روش ایجاد بستر پرورش بصورت مش بیشترین نیروی انسانی مصرف می شود و کمترین آن در روش بستر های سیمانی می باشد که با روش سفال، گونی، خاک تفاوت زیادی دارد. در روش مش چون بستر از سطح

Kitani^{۵۲}
Khan^{۵۳}

زمین فاصله دارد، کارگر در موقع ریختن کود باید انرژی بیشتری صرف اتمام کار نماید. اما در روش سفال، گونی و خاک کارگر می‌تواند، این کار را با انرژی کمتری انجام دهد.

انرژی آب

کرم‌های خاکی برای زنده ماندن بیش از هر چیز به آب نیاز دارند، به همین دلیل کف بستری که بتواند آب را در خود نگه دارد از اهمیت بالایی برای تولیدکننده برخوردار است. بیشترین مصرف آب در بستر گونی می‌باشد که با مش اختلاف چندانی ندارد. کمترین مصرف آب در روش سفال و سیمان می‌باشد. گونی و مش به خاطر اینکه دارای سوراخ هستند آب به راحتی از آن‌ها سرازیر می‌شود و نیاز به آب بیشتری دارند. در روش سفال آب کمتری از سیمان مصرف می‌شود، زیرا سیمان آب را بیشتر از سفال در خود جذب می‌کند.

محاسبه اقتصاد

از نظر اقتصادی در تولید ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی نهاده‌های زیادی شامل زمین، نیروی انسانی، کود حیوانی، آب و ... استفاده می‌شود که هر یک از این نهاده‌ها به نوبه خود هزینه‌بر هستند. بررسی تأثیر هر یک از این نهاده‌ها بر روی عملکرد اقتصادی در مدیریت بهینه مصرف نهاده‌ها و در نتیجه کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمدها تاثیرگذار است.

فصل یازدهم

ورمی کمپوست مایع

ورمی کمپوست مایع

ورمی کمپوست مایع به همان عصاره‌ای که از ورمی کمپوست جامد گرفته می‌شود، می‌گویند. در صنعت تولید ورمی کمپوست علاوه بر استفاده از کرم خاکی و مدفوع حاصل از کرم خاکی یعنی ورمی کمپوست کاربردهای دیگری دارد و آن استفاده از مایع حاصل از آب‌پاشی بر روی کرم خاکی و ورمی کمپوست می‌باشد. که به اولی ورمی‌واش و به دومی چای کمپوست می‌گویند. ورمی کمپوست به راحتی با آب مخلوط می‌شود، برای این منظور می‌توان یک کیلوگرم ورمی کمپوست را با پنج لیتر آب مخلوط کرد. عصاره این مخلوط را می‌توان به عنوان یک محلول بسیار خوب، به صورت برگ‌پاشی استفاده کرد.

چای کمپوست

عصاره‌ی بدست آمده از محلول آب و ورمی کمپوست آماده را چای کمپوست می‌گویند. ورمی کمپوست و فراورده‌های حاصل از آن یکی از بهترین جایگزین‌ها برای کودها و قارچ‌کش‌های شیمیایی هستند و در کشاورزی ارگانیک که هدف آن تولید محصولات عاری از مواد شیمیایی است یکی از بهترین نهاده‌ها تلقی می‌شود.

روش‌های کاربرد چای کمپوست

1- اسپری روی شاخ و برگ: هنگامی که چای کمپوست روی برگ اسپری می‌شود، سطح برگ بوسیله میکروارگانیزم‌های خاصی پوشانده می‌شوند و فعالیت آن‌ها در یک محیط رقابتی با عوامل بیماری‌زا باعث مقاومت گیاه به عوامل بیماری‌زا را سبب می‌شود.

2- کاربرد به عنوان کود مایع: ورمی کمپوست را می توان در خاک به عنوان کود نیز استفاده کرد، همچنین در کشت خزانه برای تقویت و رشد گیاهچه های جوان کاربرد دارد.

روش تولید چای کمپوست

با توجه به مکانیسم هوازی بودن ورمی کمپوست، دو نوع روش برای تولید چای کمپوست وجود دارد.
روش اول

در روش اول ورمی کمپوست آماده را در داخل آب غوطه ور کرده و عصاره ی بدست آمده به عنوان چای کمپوست استفاده می شود. در این روش مکانیسم تولید ورمی کمپوست بصورت هوازی می باشد.

روش دوم

در روش دوم درون سطل هایی با حجم های مختلف پس از اضافه نمودن ورمی کمپوست به آب از یک پمپ هوا برای هوا دهی محلول استفاده شود. برای تولید چای کمپوست لازم است ورمی کمپوست با نسبت ۱ به ۵ تا ۱ به ۸ (یک قسمت ورمی کمپوست و ۵، ۶، ۷ یا ۸ قسمت آب) با آب مخلوط شود. برای این کار می توان مقداری ورمی کمپوست رسیده بسته به حجم چای کمپوست که درست می شود، در داخل یک کیسه توری یا گونی ریخته و در آن محکم بسته شود. سپس کیسه در داخل یک ظرف پلاستیکی قرار داده شود. ظروف فلزی به علت خوردگی فلز توصیه نمی شود. البته ورمی کمپوست را می توان به طور مستقیم نیز به آب اضافه کرد که در این صورت محلول یکنواخت تر شده ولی نظافت آن مشکل تر است. لازم است محلول به طور مداوم مخلوط شود. این کار می تواند با استفاده از یک موتور هم زن و یا به طور دستی انجام گیرد. هوادهی محلول نیز برای فعالیت میکروارگانیسم ها ضروری است این کار را می توان با نصب یک پمپ تولید هوا انجام داد. مدت زمان لازم برای تهیه و آماده شدن چای کمپوست بین ۲ تا ۲۱ روز بسته به میزان هوادهی (هم زن) متفاوت است. دما در حدود ۱۵ تا ۲۵ درجه در محلول حفظ شود. بعد از اتمام کار محلول را با توری (به ضخامت ۲۲۲ یا ۷۵ میکرون) صاف

کرده و مورد استفاده قرار داده می‌شود. ورمی کمپوست رسیده و کامل می‌تواند چای کمپوست مرغوبی را به وجود آورد. اگر ورمی کمپوست از نظر برگ آنالیز دارای عناصر فقیر باشد به همان نسبت چای کمپوست ضعیفی تولید خواهد شد. بهتر است بلافاصله پس از تولید چای کمپوست از آن استفاده کرد. در صورتی که چای کمپوست تولید شده، مدت زیادی ذخیره شود نه تنها اثر منفی روی بقاء و تنوع میکروارگانیسم‌ها دارد بلکه باعث از بین رفتن مواد مغذی آن نیز می‌شود نگهداری محلول تنها به مدت کم و در یک مکان سایه دار و با تهویه مناسب باید انجام گیرد.

ورمی واش

از مواد لعابی کرم خاکی نیز استفاده می‌شود، کرم‌ها را در مقداری آب به مدت دو دقیقه تکان می‌دهند. در پایان کرم‌ها را شستشو می‌دهند و به بستر بر می‌گردانند. از عصاره‌ی کرم‌ها برای تغذیه‌ی طیور استفاده می‌شود. در یک بررسی توسط زامبرا^{۵۴} و همکاران (۲۰۰۸) جهت تهیه ورمی‌واش، کرم‌های خاکی (۱۰ گرم) در ۲۵ میلی‌لیتر آب گرم غوطه‌ور شدند و ۳۰ دقیقه در دمای اتاق باقی ماندند. عصاره به دست آمده برای حذف مواد نامحلول به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰ گردش در هر دقیقه سانتریفیوژ شده و با فیلتراسیون غشایی ۰/۲ میکرومتر فیلتر شد. ورمی کمپوست مایع باید در ۱۰ صبح یا سه بعد از ظهر به کار رود، زیرا اشعه‌ی فرابنفش در حداقل میزان خود در طی روز قرار دارد. در اینجا باید توجه داشت برگ‌پاشی و کاربرد خاکی ورمی‌واش را باید پنج روز بعد از جوانه‌زنی آغاز کرد. (پانت و همکارانش، ۲۰۰۹). ریسک استفاده از ورمی‌واش در این است که این محلول ورمی‌واش از موادالی در حال تجزیه حاصل می‌گردد و از فیلترهای میکروبی عبور داده نمی‌شوند و ممکن است حاوی میکروبی‌هایی باشد که اثر منفی بر روی رشد گیاه دارند.



شکل ۳۹ ورمی واتس در افشانه

فصل دوازدهم

طرح توجیهی اقتصادی پرورش کرم خاکی و تولید ورمی کمپوست

در این طرح توجیهی واحدهای دامپروری قادر می‌گردند تا با فراوری کود دامی خود، برای کشت انواع علوفه مورد نیاز دامپروری بجای کود دامی از ورمی کمپوست استفاده نمایند. نحوه فرآیند با توانایی‌های محلی افراد کاملاً تطبیق دارد و نیاز به تجهیزات و سرمایه‌گذاری زیادی ندارد. فراوری این کود در هر نوع آب و هوایی امکانپذیر است و در طی آن واحدهای کوچک خود اشتغال تأسیس می‌گردند. از کرم خاکی در صنایع شیلات و تولید لوازم آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود، لذا این طرح کاملاً کارآفرینانه است.

اهداف طرح

- تولید کود ورمی کمپوست در دامپروری‌های کوچک تا بزرگ
- جایگزین کردن کود ورمی کمپوست به جای کود شیمیایی و دامی
- کارآفرینی و اشتغال مفید در واحدهای کوچک
- اشاعه فرهنگ مصرف مواد بیولوژیک
- استفاده از کرم خاکی برای تغذیه دام و طیور و همچنین صنایع شیلات و تولید لوازم آرایشی و بهداشتی

ماهیت طرح

یک طرح تولیدی که با استفاده از فناوری زیستی، کود بیولوژیک با ارزشی از پسماندها و کود دامی تولید می‌شود.

ویژگی‌های محصول نهایی

کود بیولوژیک ورمی کمپوست: محصولی سالم و عاری از عوامل بیماری‌زای گیاهی، انسانی و دارای عناصر ریز مغذی مورد نیاز گیاهان

- پروتئین حیوانی: به شکل کرم که قابل مصرف در جیره غذایی دام، آبزیان و طیور است.

این طرح و ایده سابقه تولید در خارج کشور را دارد که در داخل کشور نیز واحدهایی در زمینه تولید آن فعالیت می‌نمایند. تولید محصولات سازگار با محیط زیست، ارزش افزوده اقتصادی بالا، تأمین ماده اولیه کافی و مطمئن برای صنایع غذایی و بهداشتی، کیفیت منطبق با استانداردهای بین‌المللی، رفع معضل بازیافت و حذف زباله‌های شهری، روستایی و ضایعات کشاورزی، ارائه فناوری‌های نوین ارزان قیمت و بومی شده، فرهنگ‌سازی در زمینه حفاظت منابع زیستی و کاربرد مواد آلی و بیولوژیک جایگزین مواد شیمیایی در راستای توسعه پایدار کشور از ویژگی‌های این طرح می‌باشد.

فرصت‌ها

ضرورت‌های کشور در زمینه حفظ محیط زیست، حل مشکلات پسماندها و تأمین امنیت غذایی در کنار قابلیت‌های موجود نظیر دانش فنی و تجربه اعضای شرکت، نیاز کشور به ایجاد اشتغال و کاربرد محصولات بیولوژیک متنوع از جمله فرصت‌های این کسب و کار است. بر طبق آمار و اطلاعات منتشر شده در منابع رسمی کود شیمیایی موجود در بازار مصرف ایران به دلیل یارانه‌ی پرداخت شده از سوی دولت بسیار ارزانتر از قیمت واقعی آن‌ها در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد، اگر دولت ترتیبی اتخاذ می‌نمود که مقداری از این یارانه به شرکت‌های تولید کننده کود بیولوژیک یا کود آلی تعلق می‌گرفت در نتیجه بسیاری از این گونه شرکت‌ها صرفه اقتصادی پیدا می‌کردند و دانش‌آموختگان دانشگاهی می‌توانستند در مدت کوتاهی با راه‌اندازی کارگاه‌های تکثیر و پرورش کرم خاکی، کود آلی مورد نیاز کشور را تأمین نمایند. در حال حاضر نام کود ورمی-کمپوست جزو کودهای دریافت کننده یارانه ثبت شده است، اما مشخص نیست که این یارانه باید به تولیدکننده یا به مصرف کننده پرداخت شود، شرکت حمایت از خدمات کشاورزی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی مسئولیت خرید و حمایت از

کودهای آلی را به عهده دارد، که در این زمینه تاکنون فعالیتی انجام نداده است. این موضوع برای پودر کرم خاکی نیز وجود دارد به دین ترتیب که قیمت غذای دان مرغ، پودر ماهی وارداتی نیز شامل دریافت یارانه می‌گردد لذا قیمت پودر ماهی وارداتی بسیار ارزاتر از قیمت واقعی خود می‌باشد. وزارت بهداشت نیز در امر استفاده از کودهای آلی غیر فرآوری شده مانند کود گاوی تازه که حاوی بسیاری از عوامل پاتوژن، تخم انگل بیماری‌ها و... می‌باشند، می‌تواند قوانینی وضع نماید تا مصرف کودهای بیولوژیک بیشتر محسوس گردد. همچنین ثابت گردیده است، در استان‌هایی که از کودهای شیمیایی بیشتر استفاده می‌نمایند بروز بیماری‌های غیر قابل علاج مانند سرطان بیشتر شده است.

نیازمندی‌های طرح

- ۱- تأمین زمین مورد نیاز به وسعت حداقل ۱۰۰۰ مترمربع در محلی مناسب که از دامپروری توسعه یافته باشد. برای محل مورد نیاز مسقف بودن آن الزامی نیست اما بنا به نظر مشاور می‌توان از فضاهای سرپوشیده نیز استفاده کرد.
- ۲- تأمین و انتقال کود دامی و ضایعات کشاورزی به کارگاه
- مواد ضایعاتی مورد نیاز با توجه به حجم اولیه قرارداد می‌تواند تا روزانه به میزان ۱۰ تن تأمین گردد که با اعلام آمادگی کارفرما قابل افزایش می‌باشد.
- ۳- تأمین آب، برق سه فاز ۲۵ آمپر و یک خط تلفن مورد نیاز کارگاه
- ۴- در اختیار گذاردن نیروی کارگری به تعداد مورد نیاز
- ۵- تهیه و تأمین دستگاه‌های مربوط به فرآوری و بسته بندی

نوع دستگاه‌ها می‌تواند شامل دستگاه‌های ساده و سامانه‌های دستی تا مکانیزه باشد. تجهیزات اصلی که با ظرفیت‌های متفاوت (تناژ روزانه) قابل تنظیم است شامل: نوار نقاله، خشک کن و سرنده است. سایر تجهیزات لازم برای بسته بندی به اختیار کارفرما تأمین می‌گردد.

مشتریان اصلی این محصول

تولیدکنندگان در بخش کشاورزی

گلخانه‌ها

گل فروشی‌ها

دامپروری‌ها (کنسانتره دام و طیور)

تولیدکنندگان مواد آرایشی و بهداشتی

رقابت در این صنعت

رقبای اصلی

واردکنندگان کودهای شیمیایی و زیستی و شرکت‌های تولید کمپوست

رقبای غیرمستقیم

بنگاه‌های بازرگانی (واسطه) و برخی بخش‌های دولتی خاص مانند شرکت خدمات حمایتی وزارت کشاورزی

قیمت‌گذاری و فروش

- پیش‌بینی قیمت فروش ورمی کمپوست:

هر کیلو کود کمپوست معمولی تا ۲۰۰۰ ریال و غنی شده به تناسب میزان تبدیل تا سقف ۱۰۰۰۰ ریال قیمت‌گذاری می‌شود.

شیوه قیمت‌گذاری به چه صورت است؟

با در نظر گرفتن قیمت تمام شده و مقایسه با قیمت فروش محصولات مشابه داخلی و خارجی

تبلیغات

شیوه اطلاع‌رسانی و تبلیغات

ارائه سخنرانی‌های علمی در مجامع ذی‌نفع جهت فرهنگ‌سازی

رایزنی با مصرف‌کنندگان، بازرگانان و مدیران ارشد کشور جهت معرفی فعالیت‌ها و اخذ مشارکت آنان

تهیه برنامه‌های رادیو تلویزیونی جهت اطلاع عمومی

تهیه کتب و بروشورهای

چاپ مقالات در روزنامه‌ها

آگهی تبلیغاتی از طریق رسانه‌ها

طرح مالی

در اینجا طرح توجیهی برای یک کارگاه تولیدی ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی به مساحت ۱۰۰۰ متر مربع گفته می-شود.

دوره‌ی اجرای طرح چهار ماهه، اجاره بها ماهانه یک میلیون تومان، هزینه کود دامی تنی با هزینه حمل و نقل ۲۵۰۰۰ تومان، هزینه کارگر روزی ۳۰۰۰۰ تومان، هزینه کارگر ثابت ماهانه یک میلیون، هزینه کرم خاکی هر کیلو ۱۰۰۰۰ تومان در نظر گرفته می‌شود.

هزینه‌ها

برای مساحت ۱۰۰۰ متر ۱۶۰ تن کود دامی، برای تل بندی کود دامی ۲۰ نفر کارگر روز مزد، برای آب‌پاشی ۰/۴ کارگر ثابت و ۹۰۰ کیلو کرم خاکی نیاز می‌باشد.

اجاره بها = $1000000 \times 4 = 4000000$ تومان

هزینه کود دامی = $25000 \times 160 = 4000000$ تومان

هزینه کارگر = $30000 \times 20 = 600000$ تومان

هزینه جانبی (شلنگ، بیل، فرغون، آب،...) = 1000000 تومان

کارگر ثابت = $1000000 \times 0/4 = 250000$ تومان

هزینه کرم خاکی = $10000 \times 900 = 9000000$ تومان

مجموع هزینه ها در دوره ۴ ماه می‌شود ۱۸۸۵۰۰۰۰ تومان

نکته: اگر مقدار کرم خاکی به نصف کاهش یابد، دوره‌ی انجام طرح ۲ برابر می‌شود.

درآمدها

با توجه به اینکه ۷۰ درصد کود دامی به ورمی کمپوست تبدیل می شود و قیمت کود ورمی کمپوست تنی ۳۰۰۰۰۰ تومان می -
باشد و کرم های خاکی نیز هر دو ماه دو برابر می شود داریم:

$$\text{کود ورمی کمپوست به دست آمده} = ۱۶۰ \times ۰.۷ = ۱۱۲ \text{ تن}$$

$$\text{درآمد کود ورمی کمپوست} = ۳۰۰۰۰۰ \times ۱۱۲ = ۳۳۶۰۰۰۰۰ \text{ تومان}$$

$$\text{کرم خاکی به دست آمده} = ۹۰۰ \times ۴ = ۳۶۰۰ \text{ کیلوگرم}$$

$$\text{درآمد کرم خاکی} = ۱۰۰۰۰ \times ۳۶۰۰ = ۳۶۰۰۰۰۰۰ \text{ تومان}$$

$$\text{مجموع درآمدها} = ۶۹۶۰۰۰۰۰ \text{ تومان}$$

$$\text{سود خالص} = \text{مجموع درآمدها} - \text{مجموع هزینه ها}$$

$$\text{سود خالص} = ۵۰۷۵۰۰۰۰$$

در یک دوره ی چهار ماه سود خالص پنجاه میلیون و هفتصد و پنجاه هزار تومان می شود، در دوره ی چهار ماهه ی دوم نیاز
به خرید مجدد کرم خاکی نمی باشد و می توان از کرم خاکی تولید شده در مرحله ی اول استفاده کرد و مازاد آن را فروخت.
طرح گفته شده برای عزیزانی می باشد که بخواهند سالی را اجاره کنند، بطور سنتی به کار تولید پردازند و خدمات جانبی
مثل بسته بندی کود انجام ندهند.

در ادامه طرح توجیهی مکانیزه گفته می شود و از ذکر قیمت ها خودداری می شود.

جدول ۱۷ هزینه زمین و ساختمان

شرح	مساحت	موقعیت جغرافیایی	هزینه کل
زمین	۱۰۰۰ مترمربع کارگاه فرآوری	در حاشیه دامپروری	از امکانات محلی
ساختمان	۲۰۰ متر مربع جهت بسته بندی	در محل کارگاه	از امکانات محلی

جدول ۱۸ هزینه تاسیسات

شرح	هزینه کل
تاسیسات زیربنایی: آب، برق، گاز و تلفن	از امکانات محلی

جدول ۱۹ هزینه تجهیزات در مدل مکانیزه

شرح	تعداد
سرنده دوار	۱
نوار نقاله	۱

۱ خشک کن

۱ تراکتور و متعلقات

۱ اخرد کن

۱ ترازو و باسکول

جمع

پیش بینی نشده

جدول ۲۰ هزینه حقوق و دستمزد پرسنل

تعداد	شرح
۱	کارشناس
۲	کارگر

جدول ۲۱ هزینه مواد اولیه و قطعات مصرفی سالانه

شرح

کود دامی

کرم خاکی

پلاستیک و پاکت بسته بندی

جمع

جدول ۲۲ هزینه استهلاک سالیانه طرح

شرح	درصد استهلاک
ساختمان	۷
ماشین آلات و تجهیزات	۱۰
تاسیسات زیربنایی	۷
دانش فنی و مهندسی	۲۰
پیش بینی نشده	۱۰
جمع	

جدول ۲۳ هزینه نگهداری و تعمیرات سالانه

شرح	درصد
ساختمان	۲
ماشین آلات و تجهیزات	۱۰
تاسیسات	۳
زیربنایی	
جمع	۱۸

قیمت تمام شده محصول:

الف) کمپوست بیولوژیک

قیمت فروش محصول

قیمت کالای مشابه در بازار داخل کمپوست بیولوژیک - ریال / کیلو

نقطه سر به سر

مدت برگشت سرمایه گذاری

استهلاک قبل از بهره برداری + استهلاک + سود = درآمد سالیانه

در جدول زیر محصول تولید شده برای زمینی به مساحت یک هکتار مربع آورده شده است.

بررسی هزینه نهاده‌های مصرف شده در تولید کود ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی

از نظر اقتصادی در تولید ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی نهاده‌های زیادی شامل زمین، نیروی انسانی، کود حیوانی، آب و ... استفاده می‌شود که هر یک از این نهاده‌ها به نوبه خود هزینه‌بر هستند. بررسی تأثیر هر یک از این نهاده‌ها بر روی عملکرد اقتصادی در مدیریت بهینه مصرف نهاده‌ها و در نتیجه کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمدها تأثیرگذار است. کل هزینه‌های پرداخت شده برای تولید کود ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی در کف بستر سیمانی به صورت تفکیک شده در جدول آمده است.

جدول ۲۴ بررسی هزینه نهاده‌های مصرف شده در تولید کود ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی در کف بستر سیمانی و روش دستی

عنوان	واحد	تولید کود ورمی کمپوست	کرم خاکی	مجموع
عملکرد محصول	کیلو گرم بر هکتار	۱۱۵۲۰۰۰	۱۲۱۱۰۰	-
قیمت فروش	ریال بر کیلوگرم	۲۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	-
ارزش تولید کل	ریال بر هکتار	۲۳۰۴۰۰۰۰۰	۱۲۱۱۰۰۰۰۰۰	۱۴۴۱۴۰۰۰۰۰۰
هزینه‌های متغیر	ریال بر هکتار	-	-	۴۷۴۳۳۹۷۰۰۰

۸۰۰۰۰۰۰۰	-	-	ریال بر هکتار	نیروی کارگری
۲۰۰۰۰۰۰۰۰	-	-	ریال بر هکتار	کرم خاکی اولیه
۲۵۱۹۰۰۰۰۰۰	-	-	ریال بر هکتار	کف بستر
۱۴۴۰۰۰۰۰۰	-	-	ریال بر هکتار	کود دام
۲۹۷۰۰۰	-	-	ریال بر هکتار	آب آبیاری
۳۰۰۰۰۰۰۰	-	-	ریال بر هکتار	هزینه‌های ثابت
۳۰۰۰۰۰۰۰	-	-	-	اجاره زمین
۴۷۷۳۳۹۷۰۰۰	-	-	ریال بر هکتار	کل هزینه تولید
۳/۰۲	-	-	-	نسبت فایده به هزینه
۱۴۴۱۴۰۰۰۰۰۰	۱۳۱۱۰۰۰۰۰۰۰	۲۳۰۴۰۰۰۰۰۰	ریال بر هکتار	سود ناخالص
۹۶۴۰۷۰۳۰۰۰	-	-	ریال بر هکتار	سود خالص
-	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۵	کیلوگرم بر ریال	بهره‌وری اقتصادی

در جدول ۴-۹ هزینه‌ی کارگر روزی ۲۰۰۰۰۰ ریال، هزینه هر متر مکعب آب ۳۰۰۰ ریال، هزینه کود دامی متر مکعبی ۱۲۰۰۰۰ ریال و هزینه کرم خاکی هر کیلو ۱۰۰۰۰۰ ریال در نظر گرفته شده است. چون این دو محصول هم‌زمان با هم به

دست می‌آیند، هزینه‌های تولید برای تولید ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی برابر ۴۷۷۳۲۹۷۰۰۰ ریال بر هکتار بوده که شامل هزینه‌های متغیر (نیروی کارگری، کف بستر، کود دام، آب آبیاری) و هزینه‌های ثابت (اجاره زمین) می‌باشد. هزینه‌های ثابت در مجموع ۳۰۰۰۰۰۰۰ ریال بر هکتار می‌باشد، نتایج همچنین نشان می‌دهد که ارزش تولید کل برای تولید ورمی کمپوست و پرورش کرم خاکی برابر ۴۷۴۳۲۹۷۰۰۰ ریال بر هکتار می‌باشد که در این صورت نسبت سود به هزینه برابر ۳/۰۲ به دست می‌آید.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با توجه به مطالب ارائه شده دوستان عزیز حتماً به مفید بودن ورمی کمپوست و کرم خاکی در رابطه با کشت ارگانیک آشنایی پیدا کرده و خواص فوق‌العاده آن‌ها را شناسایی کرده‌اند، همچنین با توجه به خشکسالی‌های پی در پی که در کشور پیش آمده است این کود بیولوژیک می‌تواند نجات دهنده کشور عزیزمان از این شرایط بحران کم‌آبی باشد. عزیزانی که مشتاق به تولید می‌باشند در مبحث گرانوله کردن آن نیز می‌توانند اقدام نمایند و با این کار علاوه بر بالا بردن ارزش اقتصادی محصولشان می‌توانند کود بیولوژیک تولید کنند که توان مقابله با کودهای شیمیایی را داشته باشد. امید است که هر چه سریع‌تر کودهای شیمیایی جای خود را به کودهای بیولوژیک داده و مردم عزیز از اثرات نامطلوب کودهای شیمیایی در امان باشند و تولیدکننده‌های عزیز علاوه بر اجر اخروی به سود مناسب و دلخواه دسترسی پیدا کنند.

منابع

۱. اکبریان، م. ۱۳۸۰. بررسی اثر کمپوست و ورمی کمپوست کاه و کلش بر قابلیت جذب آهن، منگنرو روی در خاک های آهکی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم خاک. دانشگاه تهران. تهران. ایران.
۲. بنی جهان، م.، ثامنی، ع. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر انواع کودهای آلی و نسبت کلش گندم بر فعالیت تنفسی چند نوع خاک، مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم خاک ایران.

۳. پرورش، ع.، منصور، م. ۱۳۷۷. تهیه کود آلی کمپوست (دفع بهداشتی و بازیابی مواد زائد آلی). چاپ دوم. نشر پرسش. اصفهان.
۴. ترکمانی، ج.، حاجی رحیمی، م.، ۱۳۷۸. رابطه اندازه مزرعه و بهره‌وری عوامل تولید، مطالعه موردی، زارعین استان فارس، بهره‌وری و کشاورزی. مقالات منتخب انتشارات موسسه پژوهش‌های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی.
۵. مکدونالد، ا.، ترجمه بهمن نویدشاد، علی‌رضا جعفری، ویرایش جدید. ۱۹۹۸. تغذیه دام
۶. حسن دوست، م.، مستوفی، ف. ۱۳۸۴. اثر کاربرد کمپوست ضایعات کشاورزی بر عملکرد کاهو گلخانه‌ای. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بررسی ضایعات کشاورزی ۳۱۷-۳۲۲.
۷. حسن زاده، م.، رستمی، ن. ۱۳۸۵. بازیافت. پروژه هنرستان گل یاس.
۸. خاوازی، ک.، ملکوتی، م. ۱۳۸۴. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیکی در کشور. نشر آموزشی کشاورزی.
۹. ریاحی، ح.، فخاری، ج. ۱۳۸۱. بررسی فیزیکی شیمیایی و بیولوژیکی کمپوست زباله شهری تهیه شده در مرکز تهیه کمپوست ۲۰۰۰ تنی کهریزک. پژوهش و سازندگی. ۳۱-۲۶:۱۵(۱)
۱۰. سرلک، ر. ۱۳۹۲. انتخاب روش مناسب ساختار کف بستر پرورش کرم و جداسازی کرم در سامانه ورمی کمپوستینگ از نظر بهره‌وری اقتصادی و انرژی مصرفی.
۱۱. سلجوقی، خ. ۱۳۸۸. برگزیده‌ای از کتاب تولید ورمی کمپوست برای کشاورزی پایدار، تالیف دکتر پی. کی. گوپتا، ترجمه دکتر حسینعلی علیخانی و دکتر غلامرضا ثواقبی اعضای هیات علمی دانشگاه تهران، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران، تابستان ۱۳۸۵.
۱۲. سلجوقی، خ. ۱۳۸۸. برگزیده‌ای از کتاب تولید ورمی کمپوست و فرآورده‌های جانبی آن، تالیف دکتر ایرج اله‌دادی - دکتر غلامعباس اکبری - مهندس زهرا قهرمانی، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۳. سلجوقی، خ. ۱۳۸۸. برگزیده‌ای از کتاب ورمی کمپوست (طراحی، ساخت و اجرا)، تالیف دکتر محمد علی عبدلی - محمد رضا روشنی، انتشارات دانشگاه تهران.
۱۴. سماوات، س.، ملکوتی، م. ۱۳۸۳. ضرورت تولید صنعتی ورمی کمپوست با استفاده از ضایعات آلی، موسسه تحقیقات کشاورزی. نشریه فنی، شماره ۳۱۷.
۱۵. سماوات، س.، ملکوتی، م. ۱۳۸۳. ضرورت تولید صنعتی ورمی کمپوست با استفاده از ضایعات آلی. موسسه تحقیقات کشاورزی، نشریه فنی شمالی. ۳۱۷.
۱۶. سماوات، س. ۱۳۸۰. چگونگی تولید ورمی کمپوست از ضایعات شهری و کشاورزی، تهران، دفتر خدمات و فناوری آموزشی نشر آموزش کشاورزی.
۱۷. سماوات، س.، ۱۳۸۰، چگونگی تولید ورمی کمپوست از ضایعات شهری و کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، نشریه فنی ۲۱۰.
۱۸. سماوات، س.، ۱۳۸۰، چگونگی تولید ورمی کمپوست از ضایعات شهری و کشاورزی، نشریه ۲۱۰، مؤسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی.
۱۹. سوبارائو، ان اس: ترجمه آستارایی، دکتر علی رضا، ۱۳۷۵، کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی پایدار، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد مشهد ۱۶۸ ص.
۲۰. صالح راستین، ن. ۱۳۷۷. ویژه نامه کودهای بیولوژیک مجله علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۳، صفحه ۲۳-۲۵.
۲۱. طالب، ن. ۱۳۷۲. گزارش طرح مطالعه و بررسی سامانه‌های مختلف تهیه کمپوست و انتخاب بهترین آنها، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی شریف، ۱۰۰ ص.
۲۲. علیخانی، ح.، ثوابقی، غ. ۱۳۸۵. تولید ورمی کمپوست برای کشاورزی پایدار. چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران.

۲۳. فاووزی، ک.، رجائی، ف. ۱۳۸۷. کرم های خاکی و نقش آن‌ها در باروری خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی، نشریه فنی ۴۱.
۲۴. فرجی، ذ. ۱۳۸۴. ارزیابی توانایی کرم های اپی ژیک بومی برخی از خاک های شمالی ایران در صنعت ورمی کالچر و فناوری ورمی کمپوست. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک شناسی. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه تهران.
۲۵. فرمحمدی، س.، بوجار، م. ۱۳۷۴. جزوه درسی دوره آموزش کارگاهی کرم خاکی، شاخه زیست شناسی جهاد دانشگاهی، واحد شهید بهشتی.
۲۶. فرمحمدی، س. ۱۳۶۸. بررسی و تحقیق در امکان جایگزینی کرم خاکی جهت پروتئین حیوانی غذای طیور، جهاد دانشگاهی واحد شهید بهشتی، ۸۸ ص.
۲۷. فندان، ا. ۱۳۸۴. تاثیر کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد. ایران.
۲۸. کریمی نیا، آ. ۱۳۸۱. درسنامه بیولوژی خاک، جلد اول (موجودات خاکزی)، انتشارات گروه خاک شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان ص ۱-۳۵.
۲۹. کوچکی، ع.، حسینی م.، ۱۳۷۳. کارایی انرژی در اکوسیستم های کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۳۰. کوچکی، ع.، حسینی، م.، خزایی، ح. ۱۳۷۶. نظام های کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۳۱. کوهپایی، م.، ۱۳۸۵. اصول اقتصاد کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران.
۳۲. الله دادی، ا.، اکبری، غ. ۱۳۸۶. تولید ورمی کمپوست و فرآورده های جانبی. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران.
۳۳. الله دادی، ا.، ۱۳۸۴. بررسی تولید ورمی کمپوست و محصولات جانبی آن، اولین همایش استفاده از زائدات کشاورزی، اصفهان.

۳۴. محمدی نیا، غ.، کلباسی، م. ۱۳۷۴. ترکیب شیمیایی شیرابه کمپوست زباله و اثر آن بر خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ص. ۱۸۴

۳۵. ملکوتی، م. ۱۳۷۴. بررسی وضعیت تعادل عناصر غذایی در خاک‌های ایران و جلوگیری از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، ماهنامه آب، خاک، ماشین، سال دوم شماره ۱۰ مهرماه ص ۱۲-۱۷

۳۶. ملکوتی، م. ۱۳۸۲. ضرورت تولید ورمی کمپوست با استفاده از ضایعات کشاورزی، نشریه فنی، دفتر برنامه ریزی رسانه های ترویجی، موسسه تحقیقات خاک و آب تهران.

۳۷. کاظم، ح. ۱۳۸۰. ضرورت تولید صنعتی کود های بیولوژیکی در کشور. مجموعه مقالات. نشر آموزشی کشاورزی، کرج.

۳۸. هاشمی مجد، ک.، کلباسی، م. ۱۳۸۲. شناسایی گونه *Eisenia foetida* بومی مناطق شمالی ایران و ارزیابی توان این گونه در تولید ورمی کمپوست. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هفتم، شماره چهارم، زمستان.

۳۹. واحدی، ح.، بهشتی ال اقا، ع. ۱۳۸۵. روش‌های تولید عوامل کنترل بیولوژیک آفات گیاهی، کودهای زیستی و ورمی کمپوست. چاپ اول. انتشارات دانشگاه رازی.

۴۰. یزدان پناه، ع. ۱۳۸۲. بررسی اثر مصرف کودهای آلی از منابع مختلف بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی، برخی خواص فیزیکی و عمل کرد دانه گندم. مجموعه مقالات سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی ایران.

1. Alves, W., Melo, J. & Ferreiru, M. E. 1999. Urban waste compost effects on sandy soil sorghum plants, Revisty Brasileira Ciencia do solo. 23, 729 – 736.

2. Anonymous. 2000. Literature review. Green waste technology unit (YTU) report. Sydney. Australia.
3. Anonymous. 2000. Your Source for pure Earthworm Casting. Vermicompost. Online published.
4. Atiyeh, R. M. & Edwards, C. A. 2000. Earthworm-Processed organic waste as Components of horticultural Potting medium for growing marigold & vegetable Seed lings. Compost SCI. & UTILI. 8 (3). 215- 253
5. Berry, E.C. & karlen D.C. 1993. Comparison of alternative farming Earthworm population density and species diversity, American of systems Agriculture. 8, no.1Alternative.
6. Bouwman, H. 1991. A defined medium for the study of growth and earth worm *Eisenia foetida*, Bio fertil. Soils, 10, 285-289.
7. Bowmun, H. & Reineck, A. 1991. A defined medium for the study of g growth & reproduction of earth worm. *Eiseniu fetida* vol. 10, 285 – 289.
8. Bozoglu, M., Ceyhan, V., 2009. Energy conversion efficiency of trout and sea bass production in the Black Sea, Turkey. Energy 34, 199-204.
9. Butt, K.R. 2010. The effect of temperature on the intensive production *lumbricus terrestris* (Oligochaeta: Lumbricidae), pedobiologia35, 257-264.
10. Butt, K.R., Fredrickson J. & Morris R.M.1995. An earthworm cultivation and soil inoculation technique for land restoration, Ecological Engineering 4, 1-9.
11. Butt, K.R., Fredrickson, J. & Morris, R.M.1994. Effect of earthworm density on the growth and reproduction of *Lumbricus terrestris* L. (Oligochaeta: lumbricidae) in culture / pedobiologia 38, 254 - 261.
12. Dominguez, J., Edwards, C. A. & Webster, M. 2010. Vermicompost of sewage sludge. Effects of bulking material on the growth & reproduction of the earth worm *Eisenia* and ri. Pedobiologiu. 44, 32-24.
13. Edwards, C. A. & Neuhauser, E. F. 1998. Earth worms in waste & environmental Management. The Hague. The Netherland.

14. Edwards, C. A. 1999. Interview with Dr. Clive Edwards. Part two. Casting Call. 4, 7-3
15. Edwards, F.N., Hartenstein R. & Kplan D.L. 1980. Growth of the earthworm *Eisenia foetida* in relation to population density and food rationing, *oikos*, 35:95- 98.
16. Erdal, G., Esengün, K., Erdal, H., Gündüz, O., 2007. Energy use and economic analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. *Energy* 32, 35-41
17. Friberg, L., Elinderc, G., Kjellstrom T., Nordberg G. F. 2006. Cadmium & health: A Toxicological & Epidemiological Appraisal, 45, 98-120.
18. Garg, S., Chand, A., Chhillar, A. 200 5. Growth & Reproduction of *Eisenia Foetida* in various animal wastes during vermicomposting.
19. Ghasemi Mobtaker, H.G., Keyhani, A., Mohammadi, A., Rafiee, S., Akram, A., 2010. Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 137, 367-372.
20. Ghorbani, R., Mondani, F., Amirmoradi, S., Feizi, H., Khorramdel, S., Teimouri, M., Sanjani, S., Anvarkhah, S., Aghel, H., 2011. A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dry land wheat production systems. *Applied Energy* 88, 283–288.
21. Gundi, B., Clivand, A. 2003. The influence of different moisture levels on the growth , fecundity & survival of *Eisenia foetida* in cattle & pig manure solids. *Europe journal of soil biology*. 39: 19 – 24
22. Halml, J. 1990. Growth and reproduction of the compost -earthworm *Eisenia andrei* and *E.foetida*, *Rev. Ecol.Biol.sol*, 27(4), 415-421.
23. Halml, J. 2006. Capacity of various organic residues support adequate earthworm biomass for vermicomposting, *Bio. Fertil soils*, 2, 23-27.
24. Ismil, S. 1996. Vermitech (Vermi Compost & Vermi wash). His. Of Veseur. In soil bio & biotech. Tamil Nadu. India.
25. Kaplan, D. 1980. Physicochemical requirement in the environment of the earth worm *Eisenia foetida*. *Soi bio. Biochim*. 12, 345-352

26. Khan, S., Khan, M.A., Hanjra, M.A., Mu, J. 2009. Pathways to reduce the environmental footprints of water and energy inputs in food production. *Food Policy* 34, 141–149.
27. Kitani, O. 1999. CIGR handbook of agricultural engineering, Volume 5: Energy and biomass engineering. ASAE Publications, St Joseph, MI.
28. Kuepper, G. 2003. Manures for organic crop production. *Ncat Agriculture Specialist*. Murch 2003.
29. Kuo, S. Ortiz- Escobar, N. V. 2005. Composting & compost utilization for agronomic & container crops.
30. Lee, K. 1985. Earth worms, Their Ecology & Relationships with soils & land use.
31. Loher, E. 2005. Factor affecting the vermin stabilization process Temperature, moisture content & poly culture. *Water Rus.* 19, 1311 – 1317
32. Mohammadi, A., Tabatabaeefar, A., Shahin, S., Rafiee, S., Keyhani, A. 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. *Energy Conversion and Management* 49, 3566–3570.
33. Mohammadshirazi, A., Akram, A., Rafiee, S., Mousavi Avval, S.H., Bagheri, E. 2012. An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield in tangerine production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, 4515–4521.
34. Mortvedt, J. 2007. Micro nutrients in Agriculture.
35. Munroe, G. 2005. Manual of on- Farm vermicomposting & vermiculture.
36. Pace, M. 2010. The composting process. Utah state University. Cooperative Extension Service. Utah.
37. Pimentel D. 1999. Energy inputs in production agriculture, In: R.C. Fluck (Ed), *Energy in Farm Production*, Elsevier, Amsterdam, 13 - 29.
38. Rafiee, S., Mousavi Avval, S.H., Mohammadi, A. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. *Energy* 35, 3301-3306.
39. Rawm F. 1959. Estimating earthworm populations by using formalin. *Naturo* (London) 1840, 1461-1662.

40. Reinecke, A.J. 1986. Moisture preferences, growth and reproduction of compost worm *Eisenia foetida*, Dep. zool., uni. CHE. Potche fstream, souththe Africa.
41. Reinecke, A.J. 1990. The influence of worm density on growth and production of the compost worm *Eisenia foetida*, Rev. Ecol. Biol. sol. Cocoon 27(2), 221-230.
42. Shahn, S., Jafari, A., Mobli, H., Rafiee, S., Karimi, M. 2008. Energy use and economical analysis of wheat production in Iran: A case study from Ardabil province. Journal of Agricultural Technology 4, 77–88.
43. Sherman – Huntoon, R. 2000. Medium- to- large SCLE Vermi composting Systems. Yplc composting in the south east Conference. Churlottc. Srilie, VA.
44. Shermun R. 1997, Snapshot’s of selected Large-Scale Vermi composting Operations.
45. Singh, S., Mittal, J.P. Energy in production agriculture. New Delhi: Mittol Pub; 1992.
46. Smith, K. 1998. Practical guide to raising Earth worm Basic Vermiculture information.
47. Springett, J. A., Gray, R. J. 1992. Effect of introducing earthworms into horticultural lamb previously denuded of earthworms. Soil Bio, Biochem. 24. 1615-1622
48. Subler, S., Edward, C. A. & Motzger, J. D. 1998. Comparing vermicompost & compost, Biocycle. 39, 63-68.
49. Suthar, S. 2006. Potential utilization of guar gum industrial waste in vermi compost production , Bio.tech. 97 (18). 2474- 2477
50. Taboga, L. 1980. The Nutritional value of earthworms for chickens, Britishpoultry science, 21: 405-410.
51. Tomline, A. D. 2000. Raising earth worms. Agriculture & agrifood, Canada.
52. Unakitan, G., Hurma, H., Yilmaz, F. 2010. An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. Energy 35, 3623–3627.
53. Upulan, I. & Itartenstein, D. L. 2008. Physicochemical requirement in the environment of the earth worm *Eisenia foetida* do. Soil bio. Biochim. 12 , 347 – 352
54. Yilmaz, I., Akcaoz, H., Ozkan, B. 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable Energy 30, 145–155.

55. Zajeno, C .1992.chov zizal avyrobu Vermi Kumpostu. A nim upress, povodu, okres DUNISKA Strdu, 59p.
56. Zambarev, P. 2008. Vermi wagh. Bio chemical & microbiological. ARPNI urnal of Agricultural & Bio logicd science 3 (4).
57. WWW. Bae. Ncsu. Edulpeople / fac ult // Sherman / Vermi culture / cusing. Htm, Earth worm casting us plant growth medid.
58. WWW. Ecoresources. Net/ main- text. Htm, “Earthworms are our friends”, Ecor esource Mission statement.
59. WWW. Kitsapazeath. Com/ pact.hmi- Easy eurth 100% Nuturul worm custing compost.
60. WWW.vurv. cz/czbiom/ clen/as/ engl- verm. Html, vermicomposting of westes from
61. Http:// WWW. Pr. Gori- jahd- ir / nashr / paper. Usp Ubstruct = 113
62. Http: //WWW. Oacc. Info / Docsl vermin culture. Farmers Munuul gm. Pdf.
63. Http: // Lan custer. Unl. Edu/ enviro/ pest/ fa. Ctsheets/ 107-97. Htm, composting with worm.
64. Http: // WWW. Nyworms. Com / vermin composting. Com
65. Http: // Terofima Hypermet. Net / app. Htmi, Application of nature’s gold organic Bio-fertilizer.
66. http://WWW.curth worm vietham. Com/ English- files/ benefit. Htm

