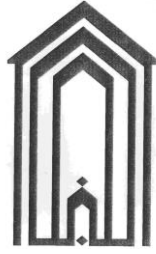


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارت علوم تحقیقات و فناوری

دانشگاه گنبد کاووس

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی

گروه تولیدات گیاهی

پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد (M.Sc) رشته کشاورزی اکولوژیک

تأثیر کرم خاکی (*Eisenia Foetida*) در تولید ورمی کمپوست از مواد آلی

مختلف

محمد عثمان امراء

اساتید راهنما

دکتر عباس بیابانی دکتر عبداللطیف قلی زاده

اساتید مشاور

دکتر موسی الرضا وفائی تبار مهندس ابوالفضل حسینی

تیرماه ۱۳۹۳

تعهد نامه

به نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه گنبد کاووس مبین بخشی از فعالیت‌های علمی-پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات و امکانات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به منظور رعایت حقوق دانشگاه، کلیه دانش‌آموختگان نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب مجوز نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان نامه در قالب مقالات مجلات علمی پژوهشی، همایش‌ها و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه گنبد کاووس، اساتید راهنما و مشاوران الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان نامه به هر شکلی (مقاله، کتاب، ثبت اختراع و ابداع) باید با کسب اجازه استاد راهنما و صورت گیرد.

اینجانب محمد عثمان امراء دانشجوی رشته کشاورزی اکولوژیک مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه گنبد کاووس تعهدات فوق را قبول کرده و ملزم به رعایت کلیه مفاد آن می‌باشم.

نام و نام خانوادگی دانشجو

محمد عثمان امراء

امضا

تاریخ

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم

آن دو فرشته‌ای که از خواسته‌هایشان گذشتند، سختی‌ها را به جان خریدند و خود را سپربلای

مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده‌ام برسم.

تقدیر و پاسگذاری :

صد هافرشته بوسه بر آن دست می زند

کز کار خلق یک کره بسته واکند

پاس مخصوص خداوند مهربان که به انسان توانایی و دانایی بخشد تا به بندگانش شفقت ورزد، مهربانی کند و در حل مشکلاتشان یاری شان نماید. از راحت خویش بگذرد و آسایش هم نوعان را مقدم دارد، با او معامله کند و در این خلوص انباز نکند و خوش باشد که پروردگار سمیع و بصیر است. پاس ایزد منان که به من این فرصت را داد تا به این مرحله از علم رسیده و از بیچ محبتی دریغ نکرد و در تمام مراحل زندگیم مراقبت قلب بود. آنچه در این مجموعه کرد آمده است حاصل نمی شود مگر به یاری عزیزانی که مرا یاری رسانند که به رسم ادب مراتب پاس و قدر دانی خود را تقدیمشان می نمایم.

استاد راهنمای محترم، جناب آقای دکتر عباس بیابانی و دکتر عبداللطیف قلی زاده که راهنمایی های ارزنده شان در تمام مراحل پژوهش باعث شد که این رساله را با موفقیت به اتمام برسانم پاس را دارم. از اساتید مشاورم آقایان دکتر موسی الرضا و فانی و ابوالفضل حسینی بواسطه کمک های بی دریغ شان تشکر می نمایم.

در پایان هم از تمامی دوستان عزیزم، آقایان مهندسین، خوانساری، ربیانی، آسیابری، بلوچ، صنایعی، حاملی، مددی، کریم که به نحوی در بهتر اجرا شدن این تحقیق به منده یاری نموده اند تقدیرم تشکر فراوان به عل می آید.

چکیده

به منظور تعیین مناسب‌ترین بستر و تیمار جهت پرورش کرم خاکی گونه ایزینا فوتتیدا در تولید ورمی‌کمپوست از کودهای آلی مختلف آزمایشی بصورت طرح کاملاً تصادفی در ۱۰ تیمار و ۴ تکرار در یک دوره سه ماهه در بسترهای کود گوسفندی، کود اسبی و کود مرغی به همراه بقایای کاه گندم و یونجه در نسبت‌های مختلف (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰) در سال ۱۳۹۲ در دانشگاه گنبد کاووس انجام گرفت. در این تحقیق تعداد کرم بالغ، جوان، نوزاد کرم، تعداد کوکون، وزن کرم بالغ، جوان، نوزاد، وزن کوکون و وزن نهایی کرم خاکی ایزینا فوتتیدا و تغییرات pH و EC قبل و بعد از تولید ورمی‌کمپوست، میزان کربن و نیتروژن و نسبت C/N ورمی‌کمپوست حاصل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بیانگر اختلاف معنی دار بین تیمارها از لحاظ نسبت تکثیر و زاد آوری، افزایش وزن کرم خاکی ایزینا فوتتیدا و تغییرات شیمیایی در بسترهای مختلف بود. بالاترین میزان نسبت تکثیر و تعداد کرم در تیمار ۵۰ درصد کاه + ۵۰ درصد کود گوسفندی و کمترین نسبت تکثیر و تعداد کرم در تیمار ۲۵ درصد کود مرغی + ۷۵ درصد کاه قرار داشت و بیشترین تعداد کوکون (تخم کرم) در تیمار ۵۰ درصد یونجه + ۵۰ درصد کود گوسفندی مشاهده شد. بیشترین وزن کرم بالغ در تیمار کود گوسفندی و بقایای یونجه به نسبت ۱:۱ و بیشترین وزن کرم جوان در تیمار کاه به همراه کود گوسفندی به نسبت ۱ به ۳ حاصل شد همچنین بیشترین وزن نوزاد کرم و وزن نهایی کرم‌ها در تیمار کاه به همراه کود گوسفندی به نسبت ۱:۱ به دست آمد. بیشترین تغییرات EC در تیمار ۲۵ درصد یونجه + ۷۵ درصد کود گوسفندی مشاهده شد که EC از ۱۲/۸ دسی‌زیمنس بر متر به ۱۸/۶ دسی‌زیمنس بر متر افزایش پیدا کرده بود. بیشترین تغییرات pH نیز در تیمار کود دامی اسبی ۱۰۰ درصد و ۵۰ درصد کاه + ۵۰ درصد کود اسبی، مشاهده گردید. که این تغییرات در حدود ۱/۵ و به سمت pH خنثی تا اسیدی بود. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که pH مواد در طی فرآیند ورمی‌کمپوست به مرور کاهش یافته و EC این مواد به مرور زمان افزایش می‌یابد. در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که بستر یونجه و کاه به همراه کود گوسفندی بهترین شرایط را برای رشد و تکثیر کرم خاکی فراهم کردند.

کلمات کلیدی: کرم خاکی، ایزینا فوتتیدا، ورمی‌کمپوست، تغییرات pH و EC، نسبت C/N

فصل اول: مقدمه

- ۱-۱- کلیاتی در مورد ورمی کمپوست و اهمیت آن..... ۲
- ۲-۱- تاریخچه شناسایی و کاربرد کرم‌های خاکی در جهان و ایران..... ۳
- ۳-۱- کرم خاکی..... ۴
- ۴-۱- مورفولوژی و فیزیولوژی کرم‌های خاکی..... ۴
- ۵-۱- دوره زندگی و رشد کرم‌ها..... ۵
- ۶-۱- شرایط زندگی کرم‌ها..... ۶
- ۷-۱- مناسب‌ترین گونه کرم خاکی برای تولید ورمی کمپوست..... ۶
- ۸-۱- خصوصیات مهم گونه‌های مناسب جهت تولید ورمی کمپوست..... ۶
- ۹-۱- ورمی کمپوست..... ۷
- ۱۰-۱- فرایند تولید ورمی کمپوست..... ۸
- ۱۱-۱- مدفوع کرم خاکی..... ۹
- ۱۲-۱- ویژگی‌های ورمی کمپوست..... ۹
- ۱۳-۱- تاثیر ورمی کمپوست روی خاک..... ۱۰
- ۱۴-۱- مواد آلی در تولید ورمی کمپوست..... ۱۱

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

- ۱۵-۱- نکات مورد نظر در تهیه ورمی کمپوست..... ۱۲
- ۱۶-۱- تعریف مسأله و بیان سوال‌های اصلی تحقیق..... ۱۲
- ۱۷-۱- اهداف..... ۱۳

فصل دوم: بررسی منابع

- ۱-۲- کرم مورد استفاده ورمی کمپوست..... ۱۵
- ۲-۲- دلیل استفاده از کرم در کمپوست سازی..... ۱۵
- ۳-۲- فعل و انفعالات کرم خاکی در توده کمپوست..... ۱۶
- ۴-۲- تراکم و افزایش وزن کرم خاکی..... ۱۷
- ۵-۲- اسیدیته ورمی کمپوست (PH)..... ۱۷
- ۶-۲- هدایت الکتریکی (EC)..... ۱۸
- ۷-۲- نیتروژن کل..... ۱۹
- ۸-۲- کربن آلی (OC)..... ۱۹
- ۹-۲- نسبت کربن به نیتروژن (C/N)..... ۱۹

فصل سوم : مواد و روش ها

- ۳-۱- موقعیت مکانی و زمان اجرای آزمایش.....۲۲
- ۳-۲- معرفی تیمارها و نوع طرح آزمایشی مورد استفاده.....۲۲
- ۳-۳- تهیه کودهای آلی، کاه گندم و بقایای یونجه.....۲۳
- ۳-۴- آماده سازی کودها.....۲۳
- ۳-۵- عملیات پیش فراوری (per composting).....۲۳
- ۳-۶- تهیه کرم خاکی مورد نظر آزمایش.....۲۴
- ۳-۷- مرحله قرار دادن کرم در تیمارهای مد نظر.....۲۴
- ۳-۸- کنترل رطوبت و دما در طی انجام آزمایش.....۲۴
- ۳-۹- فرا رسیدن زمان برداشت کودها و جداسازی کرمها.....۲۴
- ۳-۱۰- شمارش و تعیین وزن کرمها.....۲۵
- ۳-۱۱- تشخیص کوکون (تخم کرم خاکی)، جداسازی، شمارش و اندازه گیری وزن آن.....۲۵
- ۳-۱۲- اندازه گیری عملکرد و میزان کود تولید شده.....۲۵
- ۳-۱۳- آماده سازی کودهای ورمی کمپوست جهت آنالیز خصوصیات فیزیکی شیمیایی آنها.....۲۵

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۲۶	۱۴-۳- تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کود تولیدی.....
۲۶	۱-۱۴-۳- اندازه‌گیری EC و PH.....
۲۷	۲-۱۴-۳- اندازه‌گیری درصد مواد آلی و کربن.....
۲۷	۳-۱۴-۳- اندازه‌گیری نیتروژن به روش کج‌لدال.....
۲۸	۱۵-۳- روابط مورد نیاز برای اندازه‌گیری شاخص‌های رشد کرم خاکی.....
۲۹	۱۶-۳- نرم افزارهای مورد استفاده در طرح.....
	فصل چهارم: نتایج و بحث
۳۱	۱-۴- تکثیر و زادآوری کرم خاکی.....
۳۱	۱-۱-۴- تعداد کرم بالغ.....
۳۲	۲-۱-۴- تعداد کرم جوان.....
۳۲	۳-۱-۴- تعداد کرم نوزاد.....
۳۳	۴-۱-۴- تعداد کرم نهایی.....
۳۴	۵-۱-۴- تعداد کوکون (کپسول تخم).....

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۳۷.....	۲-۴- افزایش وزن کرم خاکی در بسترهای مختلف کود آلی.....
۳۸.....	۲-۴-۱- وزن کرم بالغ.....
۳۸.....	۲-۴-۲- وزن کرم جوان.....
۴۰.....	۲-۴-۳- وزن نوزاد کرم.....
۴۰.....	۲-۴-۴- وزن نهایی کرم‌ها.....
۴۱.....	۲-۴-۵- وزن کوکون کرم‌ها.....
۴۱.....	۲-۴-۶- عملکرد (وزن کود تولیدی).....
۴۲.....	۴-۳- بررسی شاخص‌های رشد کرم خاکی.....
۴۳.....	۴-۳-۱- تکثیر و بازدهی.....
۴۴.....	۴-۳-۲- نرخ زایشی.....
۴۷.....	۴-۳-۳- نرخ بازماندگی مولدین.....
۴۷.....	۴-۳-۴- تعداد نوزاد به ازای هر مولد.....

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۴۸.....	۵-۳-۴- نرخ وزن نسبی بدست آمده.....
۴۸.....	۶-۳-۴- نرخ رشد ویژه تعداد
۴۹.....	۷-۳-۴- نرخ رشد ویژه وزنی.....
۴۹.....	۸-۳-۴- نرخ تعداد نسبی بدست آمده.....
۵۰.....	۴-۴- بررسی تغییرات شیمیایی در ورمی کمپوست.....
۵۱.....	۱-۴-۴- تغییرات pH
۵۳.....	۲-۴-۴- هدایت الکتریکی (EC).....
۵۵.....	۳-۴-۴- کربن آلی (OC).....
۵۶.....	۴-۴-۴- نیتروژن کل (TN).....
۵۸.....	۵-۴-۴- نسبت کربن به ازت (C/N).....
۵۹.....	۶-۴- نتیجه گیری کلی.....
۶۱.....	۷-۴- پیشنهادات.....
۶۲.....	منابع.....

فهرست جداول

صفحه

عنوان

-
- جدول ۴-۱- تجزیه واریانس تعداد کرم بالغ، جوان، نوزاد و تعداد کوکون..... ۳۱
- جدول ۴-۲- مقایسه میانگین تعداد کوکون، کرم‌های نوزاد و بالغ در هر تیمار در طول سه ماه..... ۳۵
- جدول ۴-۳- تجزیه واریانس تغییرات وزنی..... ۳۷
- جدول ۴-۴- مقایسه میانگین تغییرات وزنی..... ۳۹
- جدول ۴-۵- تجزیه واریانس شاخص‌های رشد کرم خاکی..... ۴۲
- جدول ۴-۶- مقایسه میانگین شاخص‌های رشد کرم خاکی ایزینا فوتیدا..... ۴۵
- جدول ۴-۷- تجزیه واریانس تغییرات شیمیایی در ورمی کمپوست حاصل..... ۵۰
- جدول ۴-۸- تغییرات pH و EC قبل و بعد از تولید ورمی کمپوست..... ۵۱
- جدول ۴-۹- مقایسه میانگین تغییرات شیمیایی ورمی کمپوست..... ۵۴
- جدول ۴-۱۰- مقایسه تغییرات شیمیایی در ابتدا و انتهای آزمایش..... ۵۷

فصل اول

مقدمه

۱-۱- کلیاتی در مورد ورمی کمپوست و اهمیت آن

خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک که بیش از ۸۰ درصد زمین‌های کشاورزی را در ایران تشکیل می‌دهند، از نظر مواد آلی فقیر می‌باشند. افزودن مواد آلی به آن‌ها ضروری است، اما منابع محدود سستی مواد آلی هم چون کودهای حیوانی، جوابگوی نیاز روز افزون بخش کشاورزی به کود آلی نیست (بای بوردی و همکاران، ۱۳۷۹). کمپوست یکی از مهمترین مواد آلی بوده که به خاطر مزایای متعدد آن امروزه به شدت مورد توجه قرار گرفته است (اشراقی، ۱۳۵۵). اخیراً فرآیند کمپوست با استفاده از کرم‌های خاکی کمپوست کننده، به عنوان یک فناوری آسان و یک فرآیند طبیعت دوست، برای به دست آوردن کود آلی از مواد زائد و تثبیت مواد زائد به ویژه لجن فاضلاب خانگی و شهری و صنایع مورد توجه قرار گرفته است (جیبیل و کوپوسامی، ۲۰۰۱).

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 و دفع این مواد از بدن کرم، حاصل می‌شود (علیخانی، ۱۳۸۵ و گاپتا، ۲۰۰۳). این مواد هنگام عبور از بدن کرم آغشته به مخاط دستگاه گوارش ویتامین‌ها و آنزیم‌ها شده که در نهایت به عنوان یک کود آلی غنی شده و بسیار مفید برای ساختمان و بهبود عناصر غذایی خاک، تولید و مورد مصرف واقع می‌گردد. بنابراین، ورمی کمپوست فضولات کرم به همراه درصدی از مواد آلی و غذای بستر و لاشه کرم‌هاست (اسمال و همکاران، ۲۰۰۳). کود ورمی کمپوست حاصل از این فرآیند، متشکل از فضولات کرم‌های خاکی، مواد بستری، مواد زائد آلی در مراحل مختلف تجزیه، کرم‌های خاکی در مراحل مختلف تکامل، و همچنین میکروارگانیسم‌های مربوط به فرآیند کمپوست می‌باشد (دیکرسون، ۱۹۹۹). فرآیند تولید ورمی کمپوست با کمک

کرم‌های خاکی که یکی از مهم‌ترین موجودات خاک هستند انجام می‌شود (دمینگوئز و همکاران، ۲۰۰۰). کرم‌های خاکی نقش مهمی را در تنظیم فرآیندهای چرخه عناصر غذایی و تجزیه مواد آلی در اکوسیستم‌ها انجام می‌دهند (ادواردز ۱۹۸۸). کرم‌های خاکی بخشی از مواد آلی مصرفی را به فرم هضم شده‌ای به نام ورمی‌کمپوست دفع می‌کنند (لوح و همکاران، ۲۰۰۵). این فرایند شامل فعالیت‌های فیزیکی و بیوشیمیایی کرم‌ها می‌باشد که بخش فیزیکی شامل مخلوط کردن و خرد کردن مواد بوده و بخش بیوشیمیایی شامل تجزیه میکروبی در لوله گوارش کرم خاکی است (ندیگوا، ۱۹۹۹).

۱-۱- تاریخچه شناسایی و کاربرد کرم‌های خاکی در جهان و ایران

کرم‌های خاکی که به لاتین *Lumbricidae* و به عربی خراطین نامیده می‌شوند، از دیرباز مورد توجه محققان بوده‌اند (کریمی دردشتی، ۱۳۶۴). ارسطو برای نخستین بار به نقش کرم‌های خاکی در تجزیه و فساد بقایای گیاهی و جانوری و نگهداری ساختمان خاک توجه بیشتری کرد (عاشوری، ۱۳۷۷). داروین (۱۸۳۷) برای نخستین بار اثر برخی از کرم‌های خاکی را در حاصلخیزی خاک اعلام کرد. محققان دیگر، همزمان با داروین به تاثیر کرم‌های خاکی در تشکیل و اصلاح خاک اشاره کرده‌اند (داروین، ۱۸۸۱).

از نظر پیشینه تاریخی، کرم‌های خاکی در حدود ۶۰۰ میلیون سال پیش به وجود آمده و از آن زمان تا حال شاهد تکامل گونه مختلف گیاهی و جانوری بوده‌اند. شکل ظاهری این موجودات در طی این مدت تغییر چندانی پیدا نکرده و هم اکنون نیز بین گونه‌های مختلف آن‌ها از این نظر تفاوت قابل توجهی به چشم نمی‌خورد (ادواردز، ۲۰۰۴ و گاپتا ۲۰۰۳). بنابر گزارش‌های موجود، کشور ژاپن پژوهش‌های گسترده‌ای در دهه هفتاد، قرن گذشته بر روی کرم‌های خاکی ایزینا فوئیدا داشته و کاربردهای مختلف آن بررسی کرده است (فرمحمدی، ۱۳۶۸).

استفاده از کرم‌های خاکی برای تثبیت لجن فاضلاب و مواد زائد آلی در برخی از کشورها (آلمان، استرالیا، و آمریکا) متداول بوده و حتی در برخی کشورها (استرالیا) به صورت صنعتی و به طور گسترده از این روش استفاده می‌شود؛ به طوری که بستریایی به طول ۷۰ متر و عرض ۳/۶ متر برای پرورش کرم خاکی و تولید کمپوست کرمی در این کشورها به کار رفته است.

در ایران نیز کرم‌های خاکی از زمان‌های قدیم مصارف طبی و درمانی داشته و حمدالله مستوفی در کتاب خود که به چندین زبان دنیا ترجمه شده به مصارف آن اشاره کرده است (مستوفی، ۱۳۳۶). کرم‌های خاکی ایران نیز به طور پراکنده در برخی مناطق شناسایی و حدود ۱۹ گونه آن گزارش شده است؛ که از آن‌ها می‌توان به *Parva*, *Foetida*, *Tetraedra*, *Caliginiosa* و *Byblica* و ... اشاره کرد (عمرانی، ۱۳۷۳).

۳-۱- کرم خاکی

لقاب متعددی از قبیل، اندام گوارشی خاک، ریه‌های خاک و مجاری تنفسی خاک، آرواره و معده و لوله‌های گوارشی خاک، اولین شخم زنده‌ها و یا شخم زندگان طبیعی خاک و بالاخره معماران خاک برای توصیف این جانوران به کار برده شده است. این جانوران هنگامی که تعداد آن‌ها به ۱۰۰ عدد در متر مربع خاک برسد می‌توانند حدود ۲۵۰ تن خاک در سطح یک هکتار در سال را از معده خود عبور دهند و همچنین قادر به حفر ۴ تا ۵ هزار کیلومتر راه و کانال در هکتار در سال هستند (صالح راستین، ۱۳۷۷).

آرانکون و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که کرم‌های خاکی به عنوان ماشین آلات طبیعی به خوبی شناخته شده‌اند؛ آن‌ها می‌توانند برای تبدیل زباله‌های آلی به ورمی کمپوست برای برنامه‌های کشاورزی بکار برده شوند. مهم‌ترین فاکتور تأثیر گذار بر روی پراکندگی کرم‌های خاکی در سیستم‌های کشاورزی، کیفیت و کمیت غذا و میزان به هم خوردگی خاک است. همچنین استفاده از کود دامی و کمپوست باعث تحریک فعالیت‌های کرم خاکی می‌شود. شخم خاک دارای اثر منفی بر فعالیت کرم خاکی می‌باشد؛ لذا سیستم‌های شخم کاهش یافته دارای اثر تحریک کننده‌ای بر فعالیت کرم‌های خاکی می‌باشد و همچنین بعضی از گیاهان دارای اثرات پس از برداشت بر روی جمعیت و پراکندگی کرم‌های خاکی می‌باشند (سنا و همکاران، ۲۰۰۶). ایزینا فوئتیدا میکروارگانسمی است که با دارا بودن آنزیم‌های مانند آمیلاز، پروتئاز، لیپاز و سلولاز باعث افزایش تجزیه بیولوژیکی مواد آلی می‌شود (آریا و همکاران، ۲۰۰۵).

۴-۱- مورفولوژی و فیزیولوژی کرم‌های خاکی

کرم‌های خاکی جانورانی استوانه‌ای و لوله‌ای شکل هستند. بدن آن‌ها از تعداد زیادی حلقه تشکیل شده است. تعداد حلقه‌ها و طول کرم‌های خاکی در گونه‌های مختلف متفاوت است. تعداد این حلقه‌ها در دامنه‌ای از ۸۰ تا ۱۹۰ تغییر می‌کند. آخرین حلقه، حلقه مقعدی^۱ نام دارد و در حلقه اول دهان قرار دارد که عمل گرفتن و فرو بردن غذا را بر عهده دارد. اندازه کرم خاکی از ۲۳ تا ۲۱۰ میلی‌متر متغیر است؛ حلقه‌های خاصی بر روی بدن کرم خاکی وجود دارد که به آن کلیتلوم یا حلقه جنسی می‌گویند که در قسمت جلویی بدن قرار دارد. این اندام بر خلاف دیگر حلقه‌های بدن که حاوی موهای سطحی است مویی ندارد. کار این اندام عمل تولید مثل است (ادوارز، ۲۰۰۴ و گاپتا ۲۰۰۳). شیارهای خارجی روی بدن کرم خاکی محل پرده‌های داخلی را مشخص می‌کنند که این پرده‌ها بدن را به یک رشته از اندام‌های مشابه به نام سومایت^۲ یا متامر^۳ تقسیم می‌کنند. شیارهای ثانویه خارجی اغلب شکلی متشکل از سه حلقه را در این جانداران به وجود می‌آورند (سیمس و جرارد، ۱۹۸۵). کرم‌های خاکی جزء جانوران هرمافرودیت می‌باشند؛ یعنی هر کرم اندام‌های نر و ماده را توأمان دارد، ولی نهایتاً کرم با اتصال به جفت دیگر از طریق دو کلیتلوم^۴ و تبادل اسپرم عمل جفت‌گیری را انجام می‌دهند. سپس هر کرم یک کیسه تخم ریزی در کلیتلوم خود تشکیل می‌دهد. کیسه‌های تخم ریزی یا همان کوکون‌ها به رنگ زرد کهربایی بوده و در داخل آن حدود ۷-۳ نوزاد لارو وجود دارد (ادوارز، ۲۰۰۴ و گاپتا ۲۰۰۳).

۵-۱- دوره زندگی و رشد کرم‌های خاکی

کرم‌های خاکی به طور پیوسته و نیمه پیوسته در بیشتر اوقات سال تولید مثل و تخم‌گذاری می‌کنند. تخم کرم‌های خاکی درون پیله قرار می‌گیرد که بسته به نوع گونه اشکال مختلفی دارد (ادواردز، ۱۹۹۶). تخم حاصل که ۴-۳ میلی‌متر طول دارد پیله یا کپسول نامیده می‌شود و درون هر کدام از آن‌ها

1 - Anus

2 - Somite

3 - Metamer

4 - Clitellum

۱۵-۲ عدد تخم کرم وجود دارد. بچه کرمها از یک انتهای تخم خارج می‌شوند و دارای رنگ شفاف هستند. طول هر کدام از آنها ۰/۵ تا یک اینچ است و پس از ۹۰-۳۰ روز به بلوغ جنسی می‌رسند (گرین و همکاران، ۱۹۹۹). مدت زمان کامل شدن پيله‌ها و پيله گذاري به عواملی همچون گونه کرم، دما، تراکم جمعیت کرمها، غذای در دسترس و مقدار رطوبت بستگی دارد (ادواردز، ۱۹۹۶).

۱-۶- شرایط زندگی کرمها

شرایط مورد نیاز برای تولید کمپوست کرمی، ایجاد محیطی امن با رطوبت مناسب، داشتن امکانات لازم برای تولید مثل و حفاظت شده از دشمنان طبیعی کرمهاست. بستر باید دارای عمق مناسب باشد تا در تابستان خنک و در زمستان گرم شود. بین حرارت ایجاد شده بر اثر فعالیت میکروبی تجزیه مواد زاید تازه و خنکی بستر، یک محدوده دمایی مناسب بین ۱۶ تا ۲۵ درجه سانتی گراد وجود دارد که برای جفت گیری و تولید کپسول کرمها مناسب است. به محیطی با pH خنثی و ننگه دارنده رطوبت نیاز دارند. نور نیز ممکن است برای کرمها کشنده باشد، به طوری که دو تا سه ساعت تماس پیوسته با نور آفتاب برای کرمها مرگ آور است. به هم زدن توده کمپوست نیز برای کرمها کشنده است و زیر و رو کردن توده، هزاران نوزاد کرم را از بین می‌برد. در صورت ایجاد شرایط مطلوب، که بطور معمول در بخش زیرین مواد غذایی زائد تازه یافت می‌شود؛ کپسولها در مدت دو هفته باز می‌شوند و اگر شرایط نامطلوب باشد؛ انجام این کار ماهها و حتی سالها به طول می‌انجامد (عبدلی و روشنی، ۱۳۸۶).

۱-۷- مناسب ترین گونه کرم خاکی برای تولید ورمی کمپوست

به طور کلی در حدود ۲۷۰۰ گونه مختلف از کرم های خاکی وجود دارند که بسته به موضوع کار و هدف، گونه انتخابی متفاوت خواهد بود. یکی از مهم ترین گونه های کرم خاکی که در سطح جهان برای تولید ورمی کمپوست یا استفاده می‌شود کرم خاکی ببری یا ایزینا فوئتیدا (*Eisenia foetida*) می‌باشد. این جانور با تغذیه از مواد آلی موجود در طبیعت آن را به کود آلی مغذی تبدیل نموده به گونه ای که در حال حاضر این کود به عنوان یکی از غنی ترین کودهای آلی بیولوژیک شناخته شده در دنیا کاربرد دارد. همچنین گونه *Lampite mauritti* به منظور مدیریت و بهبود ساختمان خاک مورد

استفاده قرار می‌گیرد. ولی مناسب‌ترین گونه برای تولید ورمی‌کمپوست، گونه ایزینا فوئتیدا بوده که به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز و کوچک‌تر از کرم‌های خاکی معمولی می‌باشد (علیخانی، ۱۳۸۵).

۸-۱- خصوصیات مهم گونه‌های مناسب جهت تولید کمپوست

- گونه‌های کرم خاکی باید نسبت به بیماری‌ها مقاوم باشند.
- روش‌های پرورش باید به سادگی انجام پذیر باشند.
- کرم‌ها باید قابلیت تبدیل بیوماس حیوانی یا گیاهی را به پروتئین در بدن خود دارا بوده در نتیجه میزان رشد و نمویشان بالا باشد.
- کرم‌ها باید میزان مصرف مواد غذایی، هضم مواد و همانند سازی بالایی داشته باشند.
- مقاومت و سازش بسیاری با عوامل محیطی خود هم چون توانایی زندگی در شرایط دمایی متغییر داشته باشند.
- سرعت رشد و طی مراحل جوانی و بلوغ در آن‌ها بسیار زیاد باشد.
- وقتی کرم‌ها درون بستر قرار می‌گیرند باید دوره غیر فعالشان حداقل باشد. که به آن دوره پایداری کرم نیز گفته می‌شود (علیخانی و همکاران، ۱۳۸۸).

۹-۱- ورمی‌کمپوست

ورمی‌کمپوست همانگونه که پیشوند این اصطلاح اشاره دارد، نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرم‌های خاکی است که در نتایج تغییر و تبدیل و هضم نسبی بازمانده‌های آلی در ضمن عبور از دستگاه گوارش این جانوران بوجود می‌آید. تولید ورمی‌کمپوست فناوری استفاده از انواع خاصی از کرم‌های خاکی است که بدلیل توان رشد و تکثیر بسیار سریع و توانایی قابل توجه برای مصرف انواع مواد آلی زائد؛ این قبیل مواد غالباً مزاحم را به یک کود آلی با کیفیت بالا تبدیل می‌کنند عبور آرام؛ مداوم و مکرر از مسیر دستگاه گوارش کرم خاکی همراه با اعمال خرد کردن، سائیدن، بهم زدن و مخلوط کردن که در بخش‌های مختلف این مسیر انجام می‌شود (بوون و روویرا، ۲۰۱۰). گونادی و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که به کود حاصل از هضم ضایعات آلی، از قبیل لجن فاضلاب و کود دامی توسط برخی از کرم‌های خاکی ورمی‌کمپوست گویند.