نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ص. ۵۳-۴۲

Journal of Plant Protection
Vol. 30, No. 1, Spring 2016, P. 42-53

کنترل بیماری‌زایی نماتد ریشه گرهی گوجه فرنگی *Meloidogyne javanica* با استفاده از فرآورده‌های کرم خاکی *Eisenia foetida* در شرایط گلخانه

مهسا رستمی[۱*]- مجید اولیاء[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۰۴

چکیده

امروزه کنترل زیستی نماتدهای ریشه‌گرهی با هدف کاهش اثرات خطرناک سموم شیمیایی از جمله تهدید سلامت بشر و آلودگی محیط زیست یک اولویت به شمار می‌رود. در این راستا استفاده از پتانسیل ضد میکروبی فرآورده‌های گوناگون کرم خاکی طی سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش، فرآورده‌های جامد (ورمی‌کمپوست) و مایع (ورم‌تی، ورمی‌واش، مایع سلومی) مشتق از کرم خاکی *Eisenia foetida* علیه نماتد ریشه-گرهی *Meloidogyne javanica* بر اساس بررسی شاخص‌های رشد گوجه‌فرنگی و تکثیر نماتد در شرایط گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفت و نیز اثر ورمی‌کمپوست بر بیماری‌زایی سطوح مختلف مایه تلقیح نماتد بررسی گردید. با اضافه‌سازی این فرآورده‌ها به گلدان‌ها و بررسی شاخص رشدی گیاه و بیماری‌زایی نماتد مشخص شد که تمامی تیمارها با شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بوده و به خوبی تعداد گال‌ها و جمعیت نماتد را کاهش داده‌اند. بهترین ترکیب برای کنترل بیماری، ورم‌تی ۱۰۰ درصد می‌باشد و بیش‌ترین میزان رشد گیاه مربوط به تیمار ورمی‌کپوست همراه با ورمی‌واش است. با بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست بر بیماری‌زایی سطوح مختلف نماتد مشخص شد که ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمارهای بدون این فرآورده باعث افزایش رشد گیاه بیمار و نیز باعث کاهش تکثیر نماتد می‌گردد و خسارت ناشی از نماتد را کاهش می‌دهد. نتایج کلی این تحقیق حاکی از پتانسیل بالای این فرآورده‌های کرم خاکی در کنترل زیستی نماتدهای ریشه‌گرهی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *Eisenia foetida*، *Meloidogyne javanica*، مایع سلومی، ورم‌تی، ورمی‌واش

مقدمه

نماتد ریشه‌گرهی، جنس .*Meloidogyn* spp دامنه وسیعی از محصولات که شامل سبزیجات، گیاهان زراعی، باغی و علف‌های هرز می‌باشد را آلوده می‌کند (۱۶). پراکندگی جهانی، وسعت دامنه میزبانی و تعامل با سایر عوامل بیمارگر گیاهی در بیماری‌های پیچیده، آن‌ها را در ردهٔ مهم‌ترین عوامل بیماری‌زای گیاهی قرار داده است که تأمین منابع غذایی جهان را تهدید می‌نمایند و در این بین گونهٔ *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood دومین گونه معمول در جهان است که در ایران از نظر پراکندگی و فراوانی در درجه اول اهمیت قرار دارد (۲).

به دلیل اهمیت اقتصادی خسارت‌های وارده از سوی این نماتدها، تدابیر فراوانی در جهت مدیریت و کنترل آن‌ها از جمله استفاده از ارقام مقاوم، به کارگیری عملیات زراعی، استفاده از سموم شیمیایی و روش‌های مهار زیستی به کار گرفته شده، که نتایج گوناگونی را به همراه داشته‌اند.

در چند دههٔ اخیر، محققان با توجه به مسائل اقتصادی و زیست محیطی سعی در استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک در کنترل جمعیت نماتدهای پارازیت نموده‌اند (۱). یکی از انواع کودهای موثر، فرآورده‌هایی می‌باشند که کرم‌های خاکی با هضم و عبور خاک و مواد آلی از رودهٔ خود تولید می‌کنند. این فرآورده‌ها علاوه بر تأثیری که بر جمعیت میکروبی خاک می‌گذارند، باعث بهبود ساختمان خاک و حاصل‌خیزی آن می‌شوند (۱۸). گزارش‌های متعددی در مورد کنترل بیماری‌های خاک‌زاد چون فیتوفتورا، فوزاریوم، پلاسمودیوفورا، رایزوکتونیا و ورتیسیلیوم به وسیله ورمی‌کمپوست وجود دارد (۶). آنتی‌بیوتیک‌های طبیعی و اکتینومیست‌ها موجود در درون ورمی-کمپوست نیز موجب از بین رفتن برخی عوامل بیماری‌زای گیاهی

۱ و ۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*-نویسنده مسئول: Email: Mahsarostami127@gmail.com)

می‌گردند (۲۹). بررسی‌های میکروبی نشان داده که بیش‌تر باکتری-های موجود در ساختار ورمی‌کمپوست مربوط به ردهٔ اکتینومیست‌ها و پرتئوباکتریا می‌باشند (۳۳). این جمعیت میکروبی به دلیل توانایشان در تجزیهٔ مولکول‌های پیچیده به ویژه سلولز، لیگنین و لیگنوسلولز در تهیه کمپوست حائز اهمیت می‌باشند (۱۹). داش و همکاران (۷) گزارش نموده‌اند که خاک‌های واجد کرم خاکی، جمعیت نماتدهای انگل گیاهی را کاهش داده است، آرانکون و همکاران (۴) علت این کاهش جمعیت را افزایش تعداد نماتدهای قارچ‌خوار و باکتری‌خوار و بوجود آمدن رقابت مکانی برای آن‌ها عنوان کرده‌اند. در پژوهشی دیگر مشخص گردید که استفاده از ورمی‌کمپوست به میزان kg/m^2 ۱ باعث کاهش خسارت ناشی از نماتد *M. Incognita* در توتون می‌گردد (۳۰). مورا و همکاران (۲۲) برای کنترل خسارت ناشی از *M. incognita* در تناوب گوجه و کدو استفاده از ورمی‌کمپوست را توصیه کرده‌اند. هم‌چنین ریبرو و همکاران (۲۳) نشان دادند که نتیجهٔ اضافه-سازی این کود به خاک، کاهش تعداد گال و تودهٔ تخم نماتد *M. javanica* است. فرآورده‌های مشتق شده از کرم خاکی با کاهش pH محیط موجب افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و جمعیت‌های میکروبی شده که در مقابله احتمالی با هجوم نماتدها موثرند می‌باشند (۱۱). بیش‌تر پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه مربوط به تأثیر ورمی‌کمپوست بر میزان و عملکرد محصولات است و شاخص‌های رشدی گیاه و شاخص‌های مربوط به بیماری‌زایی عوامل بیماری‌زا و هم‌چنین تأثیر سایر فرآورده‌های کرم خاکی کم‌تر مورد بررسی قرار گرفته است.

هدف از این پژوهش، بررسی اثرات فرآورده‌های مشتق از کرم خاکی (Savigny) *Eisenia foetida* (ورمی‌کمپوست، ورم‌تی، ورمی-واش، مایع سلومی) بر بیماری‌زایی نماتد ریشه گرهی *M. javanica* در گیاه میزبان گوجه فرنگی و نیز برآورد تأثیر ورمی‌کمپوست روی جمعیت‌های مختلف نماتد بر روی میزبان گیاهی می‌باشد.

روش بررسی

جمع‌آوری، شناسایی و تهیه مایه تلقیح نماتد *M. javanica*

به منظور تهیه مایه تلقیح نماتد، تعدادی ریشه آلوده به نماتد ریشه‌گرهی از گلخانه‌های آلوده گوجه‌فرنگی استان اصفهان و چهار محال و بختیاری جمع‌آوری گردید و روی گوجه‌فرنگی رقم روتگرز (Rutgers) به روش تک کیسه تخم خالص‌سازی صورت پذیرفت (۲۱). شناسایی مورفولوژیکی نماتد تکثیر یافته با تهیه اسلاید میکروسکوپی از شبکه کوتیکولی انتهای بدن نماتدهای ماده بالغ به روش تیلور و نتسچر (۳۱) انجام شد. پس از شناسایی گونه مورد نظر، با استفاده از لارو و تخم، جمعیت نماتد هدف روی گیاهان گوجه-فرنگی رقم مذکور تکثیر شد. برای به دست آوردن مایه تلقیح آزمایش، تخم‌های نماتد *M. javanica* از ریشه‌های آلوده گوجه-فرنگی با استفاده از هیپوکلریت سدیم استخراج گردید (۱۴).

تهیه فرآورده‌های مشتق از کرم خاکی

شناسایی نوع کرم خاکی: کرم‌های خاکی *E.foetida* تهیه شده از شرکت سروش محیط سبز مستقر در شهرکرد، با استفاده کلید شناسایی مرفولوژیکی (۲۰) مورد شناسایی قرار گرفتند.

نگهداری از کرم های خاکی: به این منظور کرم‌های خاکی در تشت‌های پلاستیکی بزرگ و در محیط حاوی خاک معمولی و ضایعات گیاهی با آبیاری یک روز در میان در اتاق ویژه پرورش کرم‌های خاکی نگهداری گردیدند.

تهیه ورمی کمپوست جامد: این کود بیولوژیک به میزان لازم و به صورت کیسه‌های آماده از شرکت سروش محیط سبز مستقر در شهرکرد، تهیه گردید.

تهیه ورمی کمپوست مایع یاورم‌تی (Worm tea): برای تهیه ورم‌تی، دویست گرم ورمی‌کمپوست جامد در یک کیسه نخی گذاشته شد و کیسه مذکور در درون یک بشکه یک لیتری از آب معمولی به مدت سه الی شش روز و در دمای اتاق قرار داده شد. به منظور فعال‌سازی و ازدیاد جمعیت میکروب‌های مفید هوازی عملیات هوادهی با پمپ هوای آکواریومی حداقل به مدت یک روز صورت پذیرفت (۲۵).

تهیه ورمی‌واش (Vermiwash): بدین منظور، ابتدا پنجاه گرم کرم خاکی (حدود هفتاد نخ کرم) را از توده خاک جدا گردید و در ششصد میلی‌لیتر آب معمولی وارد شد و به مدت سه دقیقه و در سه نوبت به صورت دورانی هم زده شد. مایع زرد کم رنگ حاصله به عنوان ورمی‌واش در طی آزمایشات مورد استفاده قرار گرفت. کرم‌های مورد استفاده نیز دوباره به بستر پرورش منتقل گردیدند (۲۵).

تهیه مایع سلومی (Coelomicfluid): پنجاه گرم کرم خاکی پس از جداسازی و شست‌و شو، در یک ظرف حاوی سرم فیزیولوژیک (دو میلی‌لیتر سرم به ازای یک گرم از کرم‌های خاکی) وارد شدند. سپس به کمک یک باتری ۹ ولتی به کرم‌ها هفت بار شوک الکتریکی و هر بار به مدت سه ثانیه به توده کرم‌های خاکی درون ظرف وارد گردید. کدر شدن مایع درون ظرف به معنی خراج شدن مایع سلومی از بدن کرم‌های خاکی می‌باشد. مایع زرد رنگ حاصله به عنوان مایع سلومی خالص در نظر گرفته شد (۲۵).

بررسی تاثیر فرآورده‌ها بر بیماری‌زایی نماتد در شرایط گلخانه‌ای

تعداد ۱۶ تیمار جهت بررسی تأثیر فرآورده‌های مایع و جامد کرم های خاکی و نیز تلفیق آن‌ها مورد استفاده واقع شد (جدول ۲). بذر گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای رقم فلات در خاک استریل نشاء گردیده و

سپس نهال‌های چهار برگی به گلدان‌های دو کیلوگرمی که با خاک استریل پر شده بودند، منتقل شدند. در این آزمون گلدان‌ها به دو دستهٔ تلقیح شده با نماتد و بدون تلقیح آن تقسیم شدند. در تیمارهای واجد ورمی‌کمپوست، گلدان‌ها با۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست مخلوط شدند. جهت بررسی تیمارهای ذکر شده فرآورده‌های مایع، هر هفته یک مرتبه به همراه آب آبیاری (۵۰۰ سی‌سی) به خاک گلدان‌ها اضافه شد. تیمارهای واجد نماتد با ۵۰۰۰ عدد تخم و لارو نماتد تلقیح گردیدند و پس از ۹۰ روز از تلقیح نماتد شاخص‌های رشدی گیاه میزبان و تولید مثلی نماتد اندازه‌گیری و مورد مقایسه قرار گرفتند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی برای بررسی شاخص‌های رشدی گیاه و طرح کاملاً تصادفی برای بررسی شاخص‌های تکثیر نماتد با ۴ تکرار انجام پذیرفت (۲۱).

بررسی تأثیرسطوح مختلف مایه تلقیح نماتد روی گوجه فرنگی تیمار شده باورمی کمپوست در شرایط گلخانه‌ای

بذر گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای رقم فلات در خاک استریل نشاء گردیده و سپس نهال‌های چهار برگی به گلدان‌های دو کیلوگرمی که با خاک استریل پر شده بودند، منتقل شدند. در این آزمون گلدان‌ها به دو دستهٔ تیمار شده با ورمی‌کمپوست و بدون تیمار آن تقسیم شدند و ۲۰۰gr ورمی‌کمپوست برای تیمارهای واجد آن استفاده شد. گیاهان با تعداد صفر، هزار، دو هزار، چهار هزار و ده هزار تخم و لارو نماتد تلقیح شدند و پس از ۹۰ روز از تلقیح نماتد شاخص‌های رشدی گیاه و تولید مثلی نماتد اندازه‌گیری و مورد مقایسه قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام گرفت.

نتایج و بحث

شناسایی گونه نماتد ریشه‌گرهی

با بررسی خصوصیات مورفولوژیکی نماتد ماده و لارو سن دو (J_2) و با استفاده از کلید شناسایی ایسنباک و تریانتافیل (۱۰)، گونه نماتد *M. javanica* شناسایی گردید.

اثر فرآورده‌های مشتق از کرم‌های خاکی روی شاخص‌های رشد گیاه گوجه‌فرنگی

نتایج تأثیر فرآورده‌های مشتق شده از کرم‌های خاکی روی شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی با بررسی اثر متقابل دو فاکتور حضور نماتد و نوع فرآورده صورت گرفت. اثر متقابل ذکر شده در مورد دو شاخص وزن تر و خشک ساقه از شش شاخص بررسی شده در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشده است و برای بررسی آن‌ها فاکتور نوع فرآورده مورد مقایسه قرار گرفته است. با توجه به شکل ۱ می‌توان مشاهده نمود که مقایسه‌ی میانگین وزن تر ریشه، گیاهان تیمار شده با فرآورده‌ها و بدون تلقیح (به استثنای ورمی‌کمپوست همراه ورمی‌واش ۱۰ درصد)، با گیاهان تیمار شده با فرآورده‌ها و تلقیح شده با نماتد تفاوت معنی‌دار ندارند و هم‌چنین تمام تیمارها به جز تیمار مایع سلومی با شاهد (تلقیح شده با نماتد) تفاوت معنی‌دار دارند. شکل ۲ که به طور کلی تأثیر نوع فرآورده را مشخص می کند، نشان داده است که بیش‌ترین میانگین وزن تر ساقه، مربوط به گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست به همراه ورمی‌واش و کم‌ترین میانگین مربوط به گیاهان تیمار شده با مایع سلومی بوده است. تیمار گیاهان با فرآورده-های مشتق شده از کرم‌های خاکی و تلقیح شده با نماتد در مقایسه با تیمار گیاهان با فرآورده‌ها و بدون نماتد به غیر از تیمار ورم‌تی۱۰ درصد از نظر وزن خشک ریشه تفاوت معنی‌دار ندارند و تمامی تیمارها نسبت به میانگین گیاهانی که فقط با نماتد تلقیح شده‌اند تفاوت معنی‌دار دارند (شکل ۳). بیش‌ترین میانگین وزن خشک ساقه، مربوط به تیمار گیاهان با فرآورده ورمی‌واش به همراه ورمی‌کمپوست و به ترتیب ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش در مرحله بعدی قرار گرفته‌اند. این نتیجه نشان داده که استفاده همزمان این دو فرآورده باعث هم افزایی تأثیر آن‌ها بر رشد گیاهان می‌شوند. میانگین وزن خشک ساقهٔ گیاهان تیمار شده با مایع سلومی و ورم‌تی ۱۰۰ درصد نسبت به سایر فرآورده‌ها کاهش یافته است (شکل ۴). گیاهان تلقیح شده با نماتد دارای میانگین طول ریشهٔ کم‌تری نسبت به گیاهان بدون تلقیح هستند و این نتیجه به علت کاهش رشد ریشه در اثر حمله نماتد می-باشد. گیاهان تیمار شده با ورم‌تی ۱۰درصد، ورمی‌کمپوست به همراه ورمی‌واش، ورمی‌کمپوست به همراه ورم‌تی (تلقیح شده با نماتد) با تیمارهای نظیر خود که بدون تلقیح با نماتد هستند تفاوت معنی‌دار ندارند. این نتیجه نشان داده که این فرآورده با وجود بیماری‌زایی نماتد باعث رشد ریشه و جبران خسارت می‌گردند (شکل ۵). گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست همراه ورمی‌واش، ورمی‌واش، ورم‌تی ۱۰ درصد و ورم‌تی ۱۰۰ درصد در مقایسه با تیمار گیاهان با این فرآورده‌ها و بدون تلقیح نماتد، از نظر طول ساقه تفاوت معنی‌دار ندارند، بنابراین اثر کاهش طول ساقه توسط نماتد، در نتیجهٔ تیمار با فرآورده‌های مذکور خنثی شده است. تیمارهای ورمی‌کمپوست، ورمی‌کمپوست به همراه ورم‌تی و مایع سلومی با گیاهان تیمار شده با این فرآورده‌ها و بدون تلقیح نماتد تفاوت معنی‌دار دارند (شکل ۶).

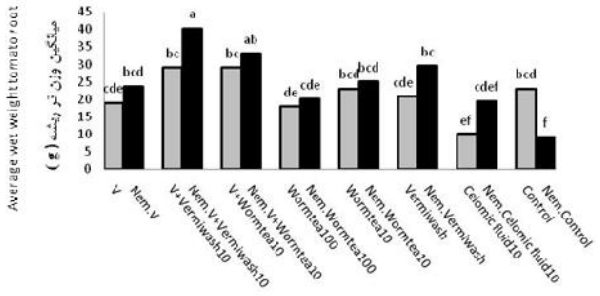
به طور کلی با توجه به نتایج، فرآوردهٔ ورمی‌واش باعث افزایش رشد گیاه شده است و استفاده همزمان آن بر گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست موجب خاصیت هم افزایی اثر این فرآورده‌ها بر رشد گیاهان می‌شود. تیمار گیاهان با ورم‌تی ۱۰۰ درصد و نماتد در مورد شاخص‌های وزن تر و خشک ساقه، طول ساقه و طول ریشه تفاوت معنی‌دار با گیاه تیمار شده با نماتد نداشته است و هم‌چنین تیمار گیاهان با مایع سلومی و نماتد در مورد شاخص‌های وزن تر و خشک ساقه و طول ریشه تفاوت معنی‌دار با گیاه تیمار شده با نماتد نداشته است. بنابراین ورم‌تی با غلظت ۱۰۰ درصد و مایع سلومی باعث

افزایش رشد نشده‌اند.

تأثیر جمعیت‌های مختلف مایه تلقیح اولیه نماتد روی شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی تیمار شده با ورمی‌کمپوست

نتایج تأثیر ورمی کمپوست و جمعیت‌های مختلف مایه تلقیح نماتد روی شاخص‌های رشدی گوجه فرنگی با بررسی اثر متقابل این دو فاکتور انجام گرفت. اثر متقابل ذکر شده در مورد دو شاخص وزن خشک و طول ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشده است و از ذکر آن‌ها در جدول خودداری شده است (جدول ۱). با افزایش جمعیت نماتد وزن تر، وزن خشک و طول ساقه در تیمارهای بدون ورمی‌کمپوست و نیزدارای ورمی‌کمپوست کاهش یافته است.

بیش‌ترین میزان وزن تر ساقه مربوط به تیمار گیاهان با ورمی کمپوست و بدون تلقیح با نماتد می‌باشد که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار دارد و کم‌ترین میانگین در بررسی این شاخص به ترتیب مربوط به تیمار گیاهان با جمعیت‌های اولیهٔ ده هزار، چهار هزار و دو هزار نماتد می‌باشد. تیمار گیاهان با ورمی کمپوست و بدون تلقیح نماتد و نیز تیمار ورمی‌کمپوست به همراه مایه تلقیح اولیه هزار عدد نماتد بیش‌ترین وزن خشک ساقه را داشته‌اند و کم‌ترین میزان مربوط به تیمارهای جمعیت اولیهٔ ده هزار و چهار هزار نماتد و ورمی کمپوست به همراه ده هزار عدد نماتد است که با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۱- تأثیر فرآورده‌های کرم خاکی *E. foetida* بر میانگین وزن تر ریشه درگیاه گوجه فرنگی

Figure 1- Effect of *E. foetida*-products on average wet weight tomato root

V= ورمی کمپوست، Nem.= تلقیح شده با نماتد

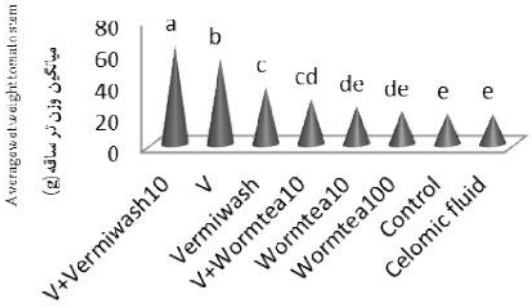
داده‌ها بر اساس میانگین چهار تکرار در هر تیمار می‌باشند

اعداد دارای حروف مشابه در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نیستند

v = vermicompost, Nem. = inoculated with the nematode

The data are based on the average of four replications per treatment

Numbers with the same letters are not significant at the 5% level by LSD test



شکل ۲- تأثیر فرآورده‌های کرم خاکی *E. foetida* بر میانگین وزن تر ساقه درگیاه گوجه فرنگی

Figure 2- Effect of *E. foetida*- productson average wet weight tomato stem

V= ورمی کمپوست

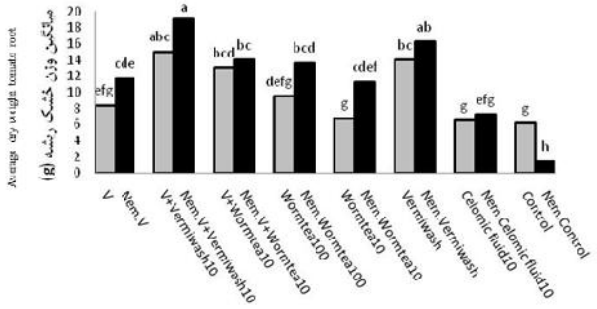
داده‌ها بر اساس میانگین چهار تکرار در هر تیمار می‌باشند

اعداد دارای حروف مشابه در سطح ۵ درصد بر اساس آزمونLSD معنی‌دار نیستند

v = vermicompost, Nem. = inoculated with the nematode

The data are based on the average of four replications per treatment

Numbers with the same letters are not significant at the 5% level by LSD test



شکل ۳- تأثیر فرآورده‌های کرم خاکی *E. foetida* بر میانگین وزن خشک ریشه درگیاه گوجه فرنگی

Figure 3- Effect of *E. foetida*- productson average dry weight tomato root

V= ورمی کمپوست،.Nem=تلقیح شده با نماتد

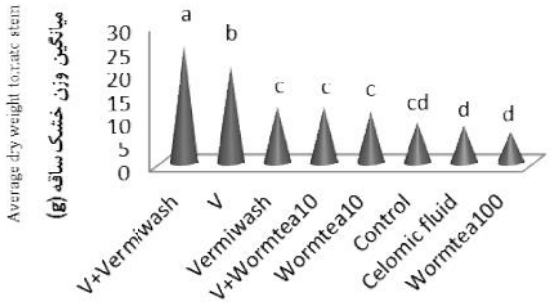
داده‌ها بر اساس میانگین چهار تکرار در هر تیمار می‌باشند.

اعداد دارای حروف مشابه در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نیستند.

v = vermicompost, Nem. = inoculated with the nematode

The data are based on the average of four replications per treatment

Numbers with the same letters are not significant at the 5% level by LSD test



شکل ٤- تأثیر فرآورده‌های کرم خاکی *E. foetida* بر میانگین وزن خشک ساقه درگیاه گوجه فرنگی

Figure 4- Effect of earthworm *E. foetida* on average dry weight tomato stem plant

V= ورمی کمپوست

داده‌ها بر اساس میانگین چهار تکرار در هر تیمار می‌باشند

اعداد دارای حروف مشابه در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نیستند

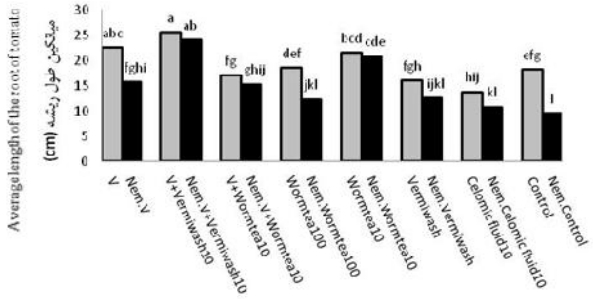
v = vermicompost, Nem. = inoculated with the nematode

The data are based on the average of four replications per treatment

Numbers with the same letters are not significant at the 5% level by LSD test

تیمار ورمی‌کمپوست و بدون تلقیح نماتد بیش‌ترین طول ساقه را داشته است و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار دارد و تیمار جمعیت ده هزار و چهار هزار نماتد به ترتیب کم‌ترین طول ساقه را داشته است و پس از این تیمارهای ورمی کمپوست به همراه جمعیت اولیهٔ چهار هزار و ده هزار نماتد و تیمار جمعیت اولیهٔ دو هزار نماتد کم‌ترین طول ساقه را داشته‌اند و با یکدیگر نیز تفاوت معنی‌دار ندارند. این نتیجه نشان می‌دهد طول ساقه گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست با افزایش جمعیت از چهار هزار به ده هزار مایه تلقیح اولیه کاهش نداشته است. برخلاف شاخص‌های مربوط به اندام هوایی، وزن تر ریشه با افزایش جمعیت، افزایش یافته است و این نتیجه به علت افزایش گال‌های روی ریشه است ولی به علت کاهش حجم ریشه در دو تیمار ورمی کمپوست به همراه جمعیت ده هزار نماتد و تیمار ده هزار نماتد وزن تر ریشه کاهش یافت. بررسی تأثیر جمعیت‌های مختلف مایه تلقیح نماتد روی شاخص‌های رشدی گیاه نشان داده است که علی‌رغم افزایش جمعیت نماتد، ورمی‌کمپوست باعث افزایش رشد گیاه شده است.

فرآورده‌های کرم‌های خاکی به خصوص ورمی‌کمپوست با ترشح آنزیم‌های خاص، عناصر غذایی نامحلول در خاک را مانند فسفر به شکل محلول و قابل جذب در آورده و به درون ریشه منتقل و آن را در اختیار گیاه قرار می‌دهند (۲۳). تنش عناصر غذایی در گیاه آسیب دیده هنگامی که میزان عناصر پائین تر از حد مورد نیاز برای رشد باشد، تشدید می‌گردد. چنین حالت ممکن است ناشی از کمبود ذاتی یک عنصر و یا تحرک کم عنصر غذایی در خاک باشد.



شکل ۵- تأثیر فرآورده‌های کرم خاکی *E. foetida* بر میانگین طول ریشه درگیاه گوجه فرنگی

Figure 5- Effects of *E. foetida*- products on the average length of the roots of tomato

V= ورمی کمپوست،.Nem= تلقیح شده با نماتد

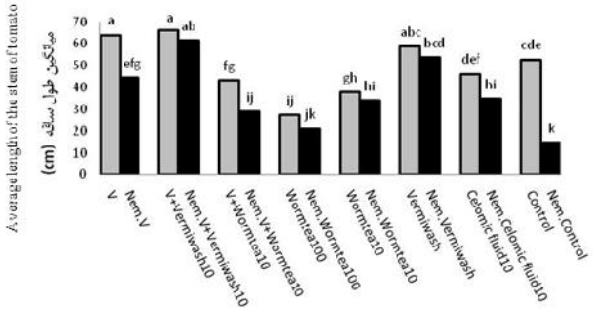
داده‌ها بر اساس میانگین چهار تکرار در هر تیمار می‌باشند

اعداد دارای حروف مشابه در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نیستند

v = vermicompost, Nem. = inoculated with the nematode

The data are based on the average of four replications per treatment

Numbers with the same letters are not significant at the 5% level by LSD test



شکل ٦- تأثیر فرآورده‌های کرم خاکی *E. foetida* بر میانگین طول ساقه درگیاه گوجه فرنگی

Figure 6- Effects of *E. foetida*- products on the average length of the stem of tomato

V= ورمی کمپوست،.Nem= تلقیح شده با نماتد

داده‌ها بر اساس میانگین چهار تکرار در هر تیمار می‌باشند

اعداد دارای حروف مشابه در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نیستند

v = vermicompost, Nem. = inoculated with the nematode

The data are based on the average of four replications per treatment

Numbers with the same letters are not significant at the 5% level by LSD test

در میان عناصر غذایی فسفر به عنوان یکی از عناصر پر مصرف، نقشی اساسی و مهم در رشد گیاه و ایجاد مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها دارد. گوتیرز–بوم و توماس (۱۳) با اشاره به نقش فسفر بر سرعت ظهور برگ و سطح برگ، گزارش نمودند که کمبود فسفر سرعت ظهور برگ را کاهش می‌دهد و از طریق ممانعت از توسعه سلول‌ها، سطح برگ را هم کاهش می‌دهد. بنابراین فرآورده‌های کرم-های خاکی با در دسترس قرار دادن این عنصر برای گیاه می‌توانند خسارت حاصل از نماتد را با تأمین سطح برگ فتوسنتز کننده تا حدودی جبران کنند.

با توجه به نتایج بررسی‌ها بر روی ریشه‌های گیاه گوجه‌فرنگی مشاهده شد که رشد ریشه در گیاهان تیمار شده با فرآورده‌های مشتق شده از کرم‌های خاکی افزایش یافته است. مطالعات محققان بر هورمون‌های موجود در این فرآورده‌ها نشان داده که آن‌ها دارای سیتوکنین و اکسین می‌باشند که باعث افزایش طول ساقه و ریشه و تولید ریشه‌های جدید می‌شوند (۲۷). تماتی و همکاران (۳۲) گزارش کردند جیبرلینی که کرم‌ها به کمپوست و خاک اضافه می‌کنند باعث افزایش طول گیاه شده است و شرایط فتوسنتز را برای آن بهبود می-بخشد. اسیدهای آلی که از بدن کرم دفع می‌شوند و در فضولات کرمی موجودند به عنوان مواد تحریک کننده رشد گیاه عمل می‌کنند.

جدول ۱- مقایسه شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی در سطوح مختلف مایه تلقیح نماتد *M. javanica*

Table 1- Comparison of tomato growth parameters at different levels of *M. javanica*

تیمار Treatment	طول ساقه Length stem	وزن خشک ساقه Dry weight stem	وزن تر ساقه Weight stem	وزن تر ریشه Weight root
0Nem.	60.75 b	17.7 bc	29.75 cd	14.25 e
1000Nem.	44 d	13.6 cd	19.4 f	17.5 cde
2000Nem.	31.25 e	11.31 cde	14 fgh	20.25 c
4000Nem.	25.75 f	5.5 ef	10.25 gh	25.25 b
10000Nem.	14.75 g	1.5 f	7.5 h	16.5 de
Vermicompost	70.25 a	28 a	61.75 a	18.5 cd
Vermicompost+1000Nem.	55 c	25 ab	48.75 b	24.5 b
Vermicompost + 2000Nem.	46.25 d	18 bc	32.75 c	27.75 b
Vermicompost+ 4000Nem.	33 e	13.4 cd	23 de	37.5 a
Vermicompost+ 10000Nem.	22 e	7 def	15.5 fg	35.25 a

داده‌ها بر اساس میانگین چهار تکرار در هر تیمار می‌باشند

عداد دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نیستند

The data are based on the average of four replications per treatment

Numbers with the same letters are not significant at the 5% level by LSD test

به‌طوری‌که نتایج مثبتی در درصد جوانه زنی بذر، رشد ریشه و استحکام نسوج گیاهان کاشته شده دارند (۱۷) و این فرآورده‌ها دارای عناصر ضرروی برای رشد گیاه می‌باشند. نتایج این مطالعات با نتایج تاثیر فرآورده‌های مشتق از کرم‌های خاکی بر شاخص‌های رشدی مطابقت دارد.

بررسی تأثیر فرآورده‌های مشتق از کرم‌های خاکی بر شاخص‌های نماتد ریشه گرهی گوجه فرنگی آلوده به نماتد

با بررسی شاخص گال در تیمارهای مختلف می‌توان مشاهده کرد که تمامی آن‌ها با شاهد تفاوت معنی‌دار دارند و به ترتیب مایع سلومی ۱۰درصد، ورمی‌واش، بیش‌ترین میزان میانگین و کم‌ترین میانگین مربوط به ورم‌تی ۱۰۰ درصد بوده است و سایر تیمارها با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند. تعداد کیسه تخم در تیمار مایع سلومی بیش‌ترین میانگین و بعد از آن به ترتیب تیمارهای ورمی‌واش، ورمی‌کمپوست، ورم‌تی ۱۰درصد، ورمی‌کمپوست همراه ورمی‌واش، ورمی‌کمپوست همراه ورم‌تی و ورم‌تی ۱۰۰ درصد کمترین میانگین را دارند. بیش‌ترین تعداد تخم در کیسه تخم مربوط به شاهد بوده است و سایر تیمارها با آن تفاوت معنی‌دار داشته است. به ترتیب بیش‌ترین تعداد مربوط به تیمار مایع سلومی ۱۰ درصد، ورمی‌واش، ورم‌تی ۱۰ درصد، ورمی‌کمپوست همراه ورمی‌واش، ورمی‌کمپوست، ورمی‌کمپوست همراه ورم‌تی و ورم‌تی ۱۰۰ درصد بوده است. تعداد لاور در ۲۰۰ گرم خاک در تیمار مایع سلومی ۱۰ درصد بیش‌ترین و در تیمار ورم‌تی ۱۰۰ درصد کم‌ترین میانگین را نشان داده است. به طور کلی با توجه به نتایج فرآورده ورم‌تی کم‌ترین شاخص‌های آلودگی نماتد را داشته است و تیمار گیاهان با فرآورده مایع سلومی علارغم تفاوت معنی‌دار با شاهد بیش‌ترین شاخص آلودگی را نشان داده است (جدول ۲).

جدول ۲- تأثیر فرآورده‌های کرم خاکی *E. foetida* در کاهش آلودگی نماتد ریشه گرهی *M. javanica* روی گوجه‌فرنگی

Table 2- Effect of *E. foetida* products to reduce pollution *M. javanica* on tomato

تیمار	تعداد گال در یک گرم ریشه No. of gall/1 g Root	تعداد کیسه تخم در یک گرم ریشه No. of egg mass/1g root	تعداد تخم داخل هر کیسه تخم No. ofeggs/eggmass	جمعیت لارو(J_2) سن دوم در ۲۰۰ گرم خاک J_2 soil population/200 g soil
Nem.	57 a	31.5 a	344.5 a	402.5 a
Vermicompost+ Nem.	16.2 d	12.7 cd	106.7 c	27 cde
Vermicompost + Wormtea10%+ Nem.	14 d	3.5 e	63.7 cd	16.25 de
Vermicompost+ Vermiwash10%+ Nem.	16 d	8.7 d	112.5 c	30.2 cd
Wormtea100%+ Nem.	7.7 e	2.2 e	35 d	10.5 e
Wormtea10%+ Nem.	12.7 ed	10.2 d	102.7 c	22 cde
Vermiwash+ Nem.	27.5 c	16 c	114 c	38 bc
Coelomic fluid10%+ Nem.	40.2 b	22.2 b	182 b	52.5 b

داده ها بر اساس میانگین چهار تکرار در هر تیمار می باشند

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی دار نیستند

The data are based on the average of four replications per treatment

Numbers with the same letters are not significant at the 5% level by LSD test

جدول ۳- تأثیر فرآورده‌های کرم خاکی *E. foetida* روی شاخص‌های جمعیت نماتد ریشه گرهی *M. javanica* در شرایط گلخانه

Table 3- Effect of *E. foetida* products on population parameter *M. javanica* under greenhouse conditions

تیمار	جمعیت نهایی PF	شاخص تولیدمثل[1] RF	درصد تکثیر نماتد[2] Mr %	درصد کنترل نماتد[3] Nematode control %
Nem.	193518 a	38.53a	100 a	0 e
Vermicompost+ Nem.	24925 bc	4.9 bcd	12.7 bcd	87 bc
Wormtea10%+ +Vermicompost Nem.	6639 c	1.3 cd	3.4 cd	96.2 ab
Vermiwash10%+ +Vermicompost Nem.	16902 bc	3.3 bcd	8.7 bcd	91.2 ab
Wormtea100%+ Nem.	2515 c	0.5 d	0.8 d	99 a
Wormtea10%+ Nem.	17816 bc	3.5 bcd	9.2 bcd	93 ab
Vermiwash+ Nem.	38098 bc	7.6 bc	19.6 bc	78.7 cd
Coelomic fluid10%+ Nem.	48359 b	9.4 b	24.9 b	75.2 d

داده‌ها بر اساس میانگین چهار تکرار در هر تیمار می‌باشند

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نیستند

The data are based on the average of four replications per treatment

Numbers with the same letters are not significant at the 5% level by LSD test

۱-RF: نسبت جمعیت نهایی به اولیه نماتد، جمعیت اولیه ۵۰۰۰ تخم و لارو سن دوم(J_2) است. $Rf = \frac{Pf}{Pi}$

۲- Mr%:نسبتPfهر تیمار به Pfتیمار فقط نماتد در صد

۳- درصد کنترل نماتد: ۱۰۰- درصد تکثیر نماتد

گیاهان تیمار شده با فرآورده‌های مشتق شده از کرم‌های خاکی و تلقیح شده با نماتد، در مقایسه با تیمار فقط نماتد میانگین کم‌تری از جمعیت نهایی، شاخص تولید مثل و درصد تکثیر نماتد را نشان دادند و هم‌چنین تمامی تیمارها در سطح ۵ درصد با تیمار فقط نماتد تفاوت معنی‌دار دارند. تأثیر بسزای این فرآورده‌ها را بر کنترل جمعیت نماتد با بررسی فاکتور درصد کنترل نماتد که تمامی تیمارها را از نظر جمعیت نهایی با شاهد مقایسه می‌کند، مشخص می‌گردد. جمعیت نماتد در شرایط گلخانه تا ۹۰ درصد توسط این فرآورده‌ها مهار گردیده است، که تفاوت آنان با شاهد در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۳).

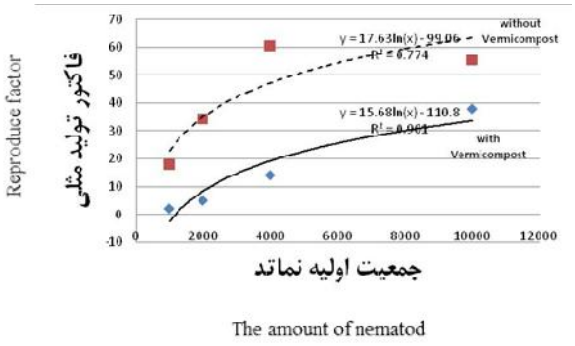
بررسی تأثیر جمعیت‌های مختلف مایه تلقیح نماتد روی شاخص‌های نماتد ریشه گرهی گوجه فرنگی آلوده

با افزایش جمعیت نماتد شاخص‌های تعداد گال، کیسه تخم، تخم در هر کیسه تخم و تعداد لارو در تیمارهای بدون ورمی‌کمپوست و دارای ورمی‌کمپوست افزایش یافته است. در تمامی شاخص‌های بررسی شده تیمار ده هزار نماتد بدون ورمی‌کمپوست بیش‌ترین میزان میانگین را داشته است. کم‌ترین میانگین در شاخص‌های تعداد گال، کیسه تخم و تعداد لارو مربوط به تیمارهای هزار و دو هزار نماتد به همراه ورمی‌کمپوست می‌باشد و هم‌چنین کم‌ترین تعداد تخم در کیسه تخم مربوط به تیمار هزار نماتد به همراه ورمی‌کمپوست است (جدول ۴).

شاخص تولید مثلی نماتد *M. javanica* در گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست با افزایش سطوح تلقیح نیز افزایش می‌یابند، به طوری که بیش‌ترین مقدار شاخص تولید مثل برای نماتد ریشه گرهی در این تیمارها (دارای ورمی‌کمپوست) در گلدان‌هایی با بیشترین مایه تلقیح (ده هزار نماتد) و نیز کم‌ترین مقدار این شاخص مربوط به تلقیح گیاهان با هزار نماتد است و اما همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌گردد مقدار شاخص تولید مثلی نماتد در گیاهان تیمار شده با نماتد و بدون تیمار ورمی‌کمپوست در تمامی سطوح تلقیح بیش‌تر از میانگین آن در گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست می‌باشد. شاخص تولید مثلی برای سه سطح هزار، دو هزار و چهار هزار نماتد در گیاهان تیمار شده با نماتد و بدون ورمی‌کمپوست رو به افزایش است اما در ده هزار نماتد کاهش یافته است و این به علت کاهش حجم ریشه و از بین رفتن سیستم ریشه در اثر بیماری‌زایی نماتد در این سطح می باشد .

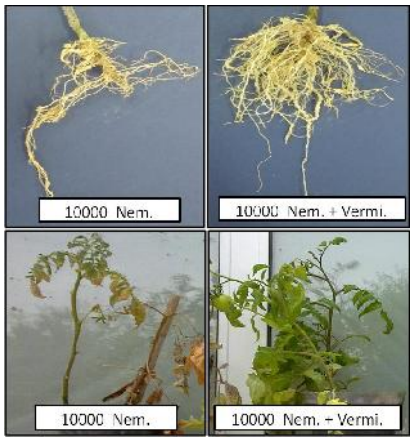
مطالعات اندکی در رابطه با اثرات متقابل کرم‌های خاکی و فرآورده‌هایشان بر نماتدهای انگل گیاهی صورت گرفته است و بیش‌تر گزارش‌ها و تحقیق‌های انجام شده در زمینه کاربرد ورمی-کمپوست و تأثیر آن بر نماتدها می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیق، با نتایج گوراخ (۱۲)، سرفوجی (۲۸) هم سو است. آن‌ها نیز ورمی-کمپوست را در جهت کنترل نماتدهای انگل گیاهی موثر دانسته‌اند و کاهش جمعیت نماتد و توده تخم آن‌ها در ریشه گیاهان تیمار شده را گزارش کرده اند. ادوارد (۹) گزارش کرده است که ورم‌تی حاصل از کرم *E. foetida* باعث کاهش حمله نماتدها به ریشه گیاهان شده است. مکانیسم عمل این فرآورده‌ها به طور دقیق مشخص نبوده اما با

این حال در برخی گزارشات احتمال تحریک سیستم دفاعی گیاه به نحوی که باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر عوامل بیماری‌زایی هم‌چون نماتدها و قارچها شود، وجود دارد (۴). توکسین‌ها، سولفید هیدروژن، آمونیوم، نیترات (۲۴) و اجتماع ریزوباکترها که در اثر استفاده از فرآورده‌های کرم‌های خاکی در اطراف ریشه گیاه افزایش می‌یابند و باعث از بین رفتن نماتدهای بیمارگر شده‌اند. ورمی-کمپوست ممکن است با ازدیاد و پراکنده ساختن قارچهای تله‌گذار نماتد باعث به دام انداختن لاروها و کاهش جمعیت نماتد شود (۸). این فرآورده‌ها با کاهش pH محیط موجب افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و جمعیت‌های میکروبی شده که در مقابله احتمالی با هجوم نماتدها موثرند می‌باشند(۱۱). بررسی‌های میکروبی نشان داده که بیش‌تر باکتری‌های موجود در ساختار ورمی‌کمپوست مربوط به رده‌ی اکتینومیست‌ها و پرتئوباکتریا می‌باشند (۳۳). اکتینومیست‌ها به عنوان اجزای اصلی میکروفلور بیش‌تر انواع کمپوست‌ها شناخته شده-اند. آن‌ها هم‌چنین به دلیل توانایشان در تجزیهٔ مولکول‌های پیچیده به ویژه سلولز، لیگنین و لیگنوسلولز در تهیه کمپوست حائز اهمیت می‌باشند (۱۵). بعضی از جدایه‌های اکتینومیست تا ۴۰ درصد لیگنین سوبسترا را به صورت محلول در آورده و بر اساس مطالعات انجام یافته سه چهارم از کل آنتی‌بیوتیک‌های شناخته شده درون کمپوست-ها را اکتینومیست‌ها تولید می‌کنند (۳) از سوی دیگر نیز اکتینومیست-ها به عنوان بزرگ‌ترین تولید کننده متابولیت‌های ثانویه، مواد ضد قارچی و ضد باکتریایی مطرح هستند (۵). اکتینومیست‌ها با تولید این مواد دیواره سلولی انگل‌های گیاهی را از بین برده و باعث از بین رفتن سلول آن‌ها می‌شود. در همین راستا در سال ۲۰۰۹ مشخص شد که برخی از جمعیت باکتری‌های موجود در فرآورده‌های کرم‌های خاکی با ترشح کیتیناز موجب تجزیه دیواره سلولی بسیاری از قارچ های بیماری‌زا و سطح بدن برخی انگل‌ها در محیط می‌شوند (۳۳). در هر حال مکانیسم‌های ناشناخته دیگری نیز می‌توانند در بروز این گونه نتایج دخیل باشند.



شکل ۷- رابطه بین مقدار مایه تلقیح *M. javanica* و تولیدمثل آن روی گوجه فرنگی ۹۰ روز پس از تلقیح

Figure 7- The relationship between the amounts of *M. javanica* and reproduce it after 90 days inoculation on tomato



شکل ۸- مقایسهٔ گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست و بدون ورمی‌کمپوست تحت تاثیر تلقیح ۱۰۰۰۰ نماتد *M. javanica* ۹۰ روز پس از تلقیح

Figure 8- Comparing the treated plants with vermicompost and vermicompost influenced by the inoculation of 10,000 *M. javanica* after 90 days inoculation

جدول ٤- مقایسه شاخص‌های رشد و نمو نماتد در سطوح مختلف مایه تلقیح نماتد *M. javanica*

Table 4- Comparison of reproduction in the nematode inoculum levels of *M. javanica*

تیمار	تعداد گال در یک گرم ریشه No. of gall/1 g Root	تعداد کیسه تخم در یک گرم ریشه No. of egg mass/1 g root	تعداد تخم داخل هر کیسه تخم No. of eggs/eggmass	جمعیت لارو(J_2) سن دوم در ۲۰۰ گرم خاک J2 soil population/200 g soil	جمعیت نهایی PF	شاخص تولیدمثل[1] RF
1000Nem.	12.25 d	10 edf	95.75 e	113 d	17960 ed	17.92 c
2000Nem.	28.5 c	16.25 d	200 d	213 c	68743 d	34.35 b
4000Nem.	49 b	30 c	308.5 b	382 b	242137 c	60.75 a
10000Nem.	98 a	64 a	522.5 a	533.25 a	555698 a	55.55 a
Vermicompost+1000Nem.	2.5 e	2.25 f	31.25 g	14 f	2103 e	2.05 d
Vermicompost + 2000Nem.	7.5 ed	5.5 ef	59.5 f	31.25 ef	9691 ed	4.92 d
Vermicompost+ 4000Nem.	10.5 d	13 ed	113.75 e	53.5 e	56314 ed	14.02 c
Vermicompost+ 10000Nem.	48 b	46 b	237 c	102.75 d	379236 b	37.85 b

داده‌ها بر اساس میانگین چهار تکرار در هر تیمار می‌باشند

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نیستند

The data are based on the average of four replications per treatment

Numbers with the same letters are not significant at the 5% level by LSD test

RF: نسبت جمعیت نهایی به اولیه نماتد، جمعیت اولیه ۵۰۰۰ تخم و لارو سن دوم(J_2) است. $Rf = \frac{Pf}{Pi}$

تیمارهای دارای ورم‌تی با مهار جمعیت نماتد ریشه‌گرهی در خاک، شاخص‌های آلودگی ریشه شامل تعداد گال و کیسهٔ تخم و شاخص‌گال در ریشه را کاهش داد. به همان نسبت هم شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی در تیمارهای شامل ورمی‌واش افزایش یافت و نشان دهندهٔ جبران خسارت ناشی از نماتد می‌باشد. قابل ذکر است هدف از مهار نماتد نزدیک شدن به حد آستانه اقتصادی خسارت نماتد بوده است، لذا در این ارتباط می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تمامی فرآورده‌های کرم‌های خاکی در شرایط گلخانه‌ای تا حد زیادی توانسته‌اند ما را در جهت نیل به این مقصود یاری نمایند.

بررسی تأثیر سطوح مختلف جمعیت نماتد در گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست نشان داد که این گیاهان رشد بیشتر و تکثیر کم‌تر نماتد را نسبت به تیمارهای بدون این فرآورده داشته‌اند بطوری که گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست و تلقیح شده با بیش‌ترین تعداد نماتد (ده هزار) علی رغم تأثیر نماتد به رشد خود ادامه دادند ولی گیاهان بدون این فرآورده در این سطح از تلقیح نماتد از بین رفتند (شکل ۸).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان اظهار نمود که ورمی-کمپوست و ورمی‌واش تأثیر قابل ملاحضه‌ای بر افزایش شاخص‌های رشدی گیاه داشته و از سوی دیگر تلفیق ورمی‌کمپوست با ورم‌تی تأثیر بسزایی بر کاهش شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد داشته است. چنان‌چه تلفیق مناسبی از این فرآورده‌ها به عمل آید، می‌توان به هر دو هدف یعنی تأمین کود و سم برای گیاه دست یافت و در جهت تولید محصولات سالم و ارگانیگ گام برداشت. امید است با ادامه بررسی‌ها بتوان، کارایی این فرآورده‌ها را در کنترل جمعیت نماتد ریشه‌گرهی در شرایط مزرعه‌ای نیز به اثبات رسانید.

منابع

1- AddabdoT.D. 1995. The nematicidal effect of organic amendments: a review of the literature 1982–1994. Nematologia Mediterranea, 23: 299-305
2- Akhiani A., Mojtahedi H., and Naderi A. 1984. Species and physiological races of root-knot nematodes in Iran. Iranian Journal of Plant Pathology, 20: 1-4. (in Persian with English abstract)
3- Anderson A.S., and Wellington M.H. 2001. The taxonomy of Streptomyces and related genera.International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 51:797-814
4- Arancon N.Q., Edwards C.A., and Lee S. 2002.Management of plant parasitic nematode populations by use of vermicomposts. P. 705–716. In Proceedings Brighton Crop Protection Conference – Pests and Diseases, Brighton,Britain.
5- Bredhold H., Fjaervik E., and Zotchev B. 2008. Actinomycetes from sediments the trondheim Fjord,Norway: Diversity and BiologicalActivity. Marine. Drugs, 6(1): 12-24
6- Chaoui H., Edwards C.A., Brickner A., Lee S.S., and Arancon N.Q. 2002. Suppression of the plant parasitic diseases: *Pythium* (damping off), *Rhizoctonia* (root rot) and *Verticillium* (wilt) by vermicompost. P. 711–716. In Proceedings of Brighton Crop Protection Conference –Pest and Diseases, Brighton,Britain.
7- Dash M.C., Senapati B.K., and Mishra C.C. 1980. Nematode feeding by tropical earthworms .Oikos, 34:322-325
8- Edwards C.A., and Fletcher K.E. 1988.Interactions between earthworms and microorganisms in organic matter breakdown.Agriculture Ecosystems & Environment, 20: 235–249
9- Edwards C.A., Arancon N.Q., Dick R., and Dick L. 2007.Vermicompost tea production and plant growth impacts.BioCycle, 48(11):51-52
10- Eisenback J.D., and TriantaphyllouH.H. 1991. Root-knot nematode: *Meloidogyne* spp. and races. P.191-274. In: W.R. Nickle (ed) Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker, New York.
11- Garg P., Gupta A., and Satya S. 2006. Vermicomposting of different types of waste using*Eisenia foetida*: a comparative study. Bioresource Technology, 97(3): 391-395
12- Gorakh N., Singh D.K., and Singh K. 2011. Productivity enhancement and nematode management through vermicompost and biopesticides in brinjal(*Solanum melongena* L.). World Applied Sciences Journal,12(4):404-412
13- Gutierrez-Boem F.H., and Thomas G.W. 1998.Phosphorus nutrition affects wheat response to water deficit. Agronomy Journal, 90:166-171
14- Hussey R.S., and Barker K.R. 1973. A comparison of method of collecting inculation for *Meloidogyne* spp. including a new technique.Plant Disease Reporter Journal, 57: 1025-1028
15- Jang H.D., and Chen K.S. 2003.Production and characterization of thermostable cellulases from Streptomyces transformant T3-1.World Journal of Microbiology and Biotechnology,19:263-268
16- Jepson S.B. 1987.Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). CAB International, Wallingford Oxon, UK.

17- Kale R.D. 1998.Earthworm Cinderella of Organic Farming. Prism Book Pvt Ltd, Bangalore.
18- Ketterings Q.M., Blair J.M., and Marinissen J.C.Y. 1997. Effects of earthworms on soil aggregate stability and carbon and nitrogen storage in a legume cover crop agroecosystem. Soil Biology & Biochemistry,29(3/4):401-408
19- Lacey J. 1997.Actinomycetes in composting. Annals of Agricultural and Environmental Medicine, 4:113-121
20- Lee K.E. 1985. Earthworms: their ecology and relationships with soils and land Use. Academic press, Sydney.
21- Maleki ziarati H., Roostai A., Sahebai N., Etebarian H., and Aminian H.2010. Study of Biological Control of Root-Knot Nematode, *Meloidogyne javanica* (Trube) Chitwood, in Tomato by Trichoderma harzianum Rifai in Greenhouse and Quantitative Changes of Phenolic Compounds in Plant.Seed and Plant Production Journal,2:1-25.(in Persian with English abstract)
22- Morra L., Palumbo A.D., Bilotto M., Ovienoo P., and Picascia S. 1998. Soil solarization: organic fertilization and grafting contribute to build an integrated production system in atomato-succhini sequence. ColturеProtette, 27(7): 63-70
23- Ribero C.F., Miizobutsi E.H., Silva D.G., Pereira J.C.R., and Zambolim L. 1998.Control of *Meloidognye javanica* on lettuce with organic amendments. Fitopatologia Brasileira, 23: 42–44
24- Rodriguez-Kabana R. 1986.Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants.J. Nematology,18:129-135
25- Rostami M., Perayesh M., Olia M., and Arabi M. 2011. *Invitro* evaluation of two Erthworm (*Eiseniafoetida, Lumbericus luberus*) products liquid against some phytopathogenic fungi. Proceedings of the 6th new idea in agricultur,2-3 Jul. Esfahan.(in Persian with English abstract)
26- Satchel J.E., and Martin K. 1984.Phosphatase Activity in Earthworm Feces. Soil Biology & Biochemistry, 16: 191-194
27- Selvaraj A. 2011.Effect of Vermicompost Tea on the Growth and Yield of Tomato Plants and Suppression of Root Knot Nematode in the Soil.Dissertation, University of California.
28- Serfoji P., Rajeshkumar S., and Selvaraj T. 2010. Management of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on tomato cv. Pusa Rubyby using vermicompost, AM fungus, *Glomus aggregatum* and mycorrhiza helper bacterium, *Bacillus coagulans.* J. of Agricultural Technology, 6(1): 37-45
29- Singh R.D. 1993. Harnessing the Earthworms for Sustainable Agriculture. Institute of National Organic Agriculture, Pune, India.
30- Swathi P., Rao K.T., and Rao P.A. 1998. Studies on control of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in tobacco miniseries. Tobacco Research, 1:26-30
31- Taylor D.P., and Netscher C. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. Nematologica, 20: 268- 269
32- Tomati U., Grappelli A., and Galli E. 1988.The Hormone like Effect of Earthworm Casts on Plant Growth. Biology and Fertility of Soils, 5: 288-294
33- Yasir M., Aslam Z., Kim S.W., Lee S.W., Jeon C.O., and Chung Y.R. 2009.Bacterial community composition and chitinase gene diversity of vermicompost with antifungal activity. Bioresource Technology, 100: 4396–4403