



مقاله کوتاه پژوهشی

تأثیر کاربرد ورمی کمپوست بر حرکت پوره سن دو نماتد ریشه‌گرهی

* (Meloidogyne incognita) در خاک

پریسا ظهراپی^۱، زهرا کلاهیچی^۱، لیلا کاشی^۲* و محبوبه ضرابی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۴)

چکیده

حرکت نماتدهای انگل گیاهی در خاک، تحت تأثیر محیط و ریزموجودات درون آن است و شرایط خاک در شروع بیماری مؤثر است. این مطالعه با هدف بررسی حرکت لاروهای سن دو نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne incognita* ۱۸ هفته پس از انکوباسیون با ورمی کمپوست، تحت جریان اشباع ماندگار، ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از افزودن نماتد به خاک درون یک لوله افقی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. نماتدها به روش سینی استخراج و شمارش شدند. نتایج نشان داد ۲۴ ساعت پس از تزریق نماتد درون خاک شاهد، بیشترین جمعیت لاروها در نقطه تزریق مشاهده شد و نماتدها بیشتر در جهت جریان آب حرکت کردند. در حالی که ۷۲ ساعت پس از تزریق، درصد بیشتری از آنها حرکت کرده و جمعیت نماتد در نقطه تزریق کاهش یافت (۱/۵۲ درصد). هم‌چنین در خاک تیمار شده با ورمی کمپوست به مدت ۱۸ هفته، ۲۴ ساعت پس از تزریق، نماتدها در جهت و در خلاف جهت جریان آب حرکت کرده و در تمام نقاط لوله پراکنده شدند. بیشترین میزان حرکت نماتدها ۱۴٪ در نقطه ۴- دیده شد. هم‌چنین، ۷۲ ساعت پس از تزریق، نماتدها به‌طور یکنواخت در تمام لوله پراکنده شده و تعداد نماتدهایی که وارد زهاب شدند بیشتر بود.

کلیدواژه: انتشار نماتد، کود آلی، نماتد ریشه‌گرهی

*قسمتی از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول

** مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: l.kashi@basu.ac.ir

۱. گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران.
۲. گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران.
۳. گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.



Short Research Article

Effect of using of vermicompost on movement of second stage juveniles of the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in soil*

P. Zohrabi¹, Z. Kolahchi¹, L. Kashi^{2**}, and M. Zarrabi³

(Received: 25.11.2022; Accepted: 4.1.2023)

Abstract

The movement of plant-parasitic nematodes in soil is influenced by the soil environment and the microorganisms present in it, and soil conditions affect disease incidence. The objective of this study was to investigate the movement of second-stage juveniles of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* 18 weeks after incubation with vermicompost under constant saturation flow 24 and 72 hours after the nematodes were added to the soil in a horizontal pipe. The experiment was conducted as a factorial experiment with a completely randomized design in three replicates. The nematodes were extracted by the tray method and then counted. The results showed that 24 hours after the nematodes were injected into the control soil, the highest nematode population was observed at the injection site and the nematodes moved more toward the water flow. 72 hours after injection, a higher percentage of them moved and the nematode population decreased at the injection site (1.52%). Also, in the soil treated with vermicompost for 18 weeks, nematodes moved both in and against the direction of water flow 24 hours after injection and were distributed at all points of the pipe. The highest rate of nematode movement was observed at point (-4) at 14%. At 72 hours after injection, the nematodes were also very evenly distributed in the pipe and the number of nematodes that entered the wastewater was higher.

Keywords: Nematode distribution, organic fertilizer, root knot nematode

* part of m.s thesis of the first author

** Corresponding author's E-mail: l.kashi@basu.ac.ir

1. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

2. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

3. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran.

مقدمه

حرکت نماتد در خاک زمانی اتفاق می‌افتد که رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه‌ای باشد، یعنی منافذ خاک تا حدی تخلیه شده باشد (Wallace 1968). زمانی که لاروهای سن دو نماتد ریشه‌گرهی با شرایط سخت مانند یک جریان سریع آب مواجه می‌شوند به داخل خاک‌دانه‌ها فرار می‌کنند. احتمالاً لاروهای سن دو این نماتد فعالانه به داخل خاک‌دانه‌ها یا منافذ باریک آن مهاجرت می‌کنند و این مساله مانع حرکت سریع آن‌ها می‌شود (Fujimoto *et al.* 2010). اطلاعات کمی در مورد حرکت نماتدهای بیماری‌زای گیاهی تحت جریان آب وجود دارد. بنابراین در این مطالعه تأثیر ورمی‌کمپوست بر حرکت مرحله مهاجم نماتد ریشه‌گرهی مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌های بررسی

نمونه خاک

نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری انجام شد. نمونه خاک ابتدا هواخشک شده و سپس از الک با قطر منافذ دو میلی‌متری عبور داده شد. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر اساس روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری گردید (Pansu & Gautheryou 2006).

انکوباسیون خاک توسط ورمی‌کمپوست

پس از اعمال تیمار ورمی‌کمپوست به میزان ۳٪ وزنی به نمونه‌های خاک یک کیلوگرمی، نمونه‌ها در شرایط انکوباسیون (۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت در سطح ظرفیت مزرعه‌ای) به مدت ۱۸ هفته نگهداری شدند. هم‌چنین خاک شاهد (بدون ورمی‌کمپوست) نیز به مدت ۱۸ هفته در همین شرایط نگهداری گردید.

کودهای آلی با افزودن مواد غذایی و مواد آلی باعث بهبود خواص فیزیکی و حاصلخیزی خاک می‌شوند و علاوه بر تغییراتی که در چرخه عناصر شیمیایی خاک ایجاد می‌کنند، روی ریزموجودات درون آن از جمله نماتدها تأثیر می‌گذارند (Wyss & Zunke 1998). خسارت نماتدهای ریشه‌گرهی (*Meloidogyne spp.*) به محصولات اصلی کشاورزی بیش از ۵٪ کل خسارت ناشی از نماتدها را شامل می‌شود (Sasser & Freckman 1987). از بین بردن نماتدها و یا غیرفعال کردن آن‌ها، توسط اصلاح‌کننده‌های خاک از طریق سازوکارهای مختلفی از جمله بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، رهاسازی ترکیبات نماتدکش مثل اسیدهای آلی، ترکیبات فنولیک، آمونیوم و نیز بهبود رشد گیاه ایجاد می‌شود (Oka 2010). رطوبت خاک که خود نیز تحت تأثیر بافت و ساختار خاک قرار دارد، بر جمعیت اولیه نماتدها، بقاء و حرکت آن‌ها اثر می‌گذارد (Wallace 1958, Hassink *et al.* 1993). هم‌چنین محتوای آب خاک (Towson & Apt 1983)، اسیدیته (Melakeberhan *et al.* 2004) و ساختمان خاک نیز بر نماتدها مؤثر هستند.

لارو سن دو کرمی‌شکل مرحله مهاجم نماتد *M. incognita* است. متوسط اندازه طول و قطر بدن این لارو بر اساس شرح اصلی گونه به ترتیب ۳۶۰-۳۹۳ و ۱۰/۶-۱۳/۶ میکرومتر می‌باشد. لاروهای سن دو این نماتد قبل از ساکن شدن در ریشه، به آرامی درون خاک حرکت می‌کنند. دانه‌بندی ذرات و توزیع آن‌ها در خاک بسیار متفاوت بوده و یکی از فاکتورهای تعیین‌کننده حرکت نماتدها می‌باشد. زمانی که رطوبت خاک از بین می‌رود ضخامت غشاهای آب روی ذرات خاک کاهش می‌یابد. سریع‌ترین حالت

هدایت هیدرولیکی خاک در شرایط اشباع ماندگار

هدایت هیدرولیکی اشباع نمونه خاک شاهد و تیمار شده به روش بار ثابت اندازه گیری شد. با استفاده از معادله داریسی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک محاسبه گردید.

بررسی حرکت نماتدها در خاک درون لوله های افقی

برای بررسی حرکت نماتدها در خاک، دستگاهی با اقتباس از فوجیموتو و همکاران (Fujimoto et al 2009) ساخته شد. به این منظور لوله هایی از جنس پلی اتیلن با قطر داخلی ۳/۵ و طول ۱۱ سانتی متر انتخاب و به صورت افقی بر روی پایه نصب گردید. با توجه به جرم مخصوص ظاهری خاک تیمار شده با ورمی کمپوست و نیز شاهد (بدون ورمی کمپوست)، وزن خاک مورد نیاز برای پر شدن لوله ها به ترتیب ۱۴۲/۷ و ۱۳۲/۱۳ گرم محاسبه گردید. از یک لایه کاغذ صافی واتمن ۴۲، یک لایه پارچه با منافذ ریز و یک قطعه توری فلزی برای نگهداری خاک و جلوگیری از خروج نماتد استفاده گردید. در نقطه وسط لوله ها یک سوراخ کوچک برای تزریق نماتدها تعبیه گردید. ستون های عمودی تا ارتفاع ۲۵ سانتی متر از آب پر شدند و خاک درون لوله ها تحت شرایط اشباع ماندگار قرار گرفتند.

جداسازی لارو سن دو *M. incognita* از ریشه آلوده

ریشه های گوجه فرنگی آلوده به *M. incognita* که قبلاً خالص سازی شده بود به کمک قیچی به قطعات کوچکی تقسیم شده و همراه با محلول ۰/۵ درصد هیپوکلریت سدیم به مدت ۴۰ ثانیه درون مخلوط کن خرد و ضد عفونی گردید. برای جداسازی لاروهای سن دو از روش سینی استفاده گردید (Whitehead & Haemming 1965).

تزریق نماتدها به خاک درون لوله ها

لاروهای سن دو در یک ارلن ۵۰۰ میلی لیتری جمع آوری شده و به هر لوله خاک تعداد 66 ± 1000 عدد نماتد توسط سرنگ تزریق گردید. ستون های عمودی از آب پر شده و یک ارلن به منظور جمع آوری زهاب خاک درون لوله در سمت خروجی جریان قرار داده شد.

استخراج نماتدها از خاک درون لوله ها

لوله های حاوی خاک به ۱۱ قسمت یک سانتی متری تقسیم شدند (نقاط قبل از نقطه ی تزریق به صورت اعداد منفی و نقاط بعد از نقطه ی تزریق به صورت اعداد مثبت علامت گذاری شده بودند) و خاک هر یک سانتی متر از لوله روی یک صافی ریخته شده و نماتدهای آن به روش سینی استخراج شدند (Whitehead & Haemming 1965).

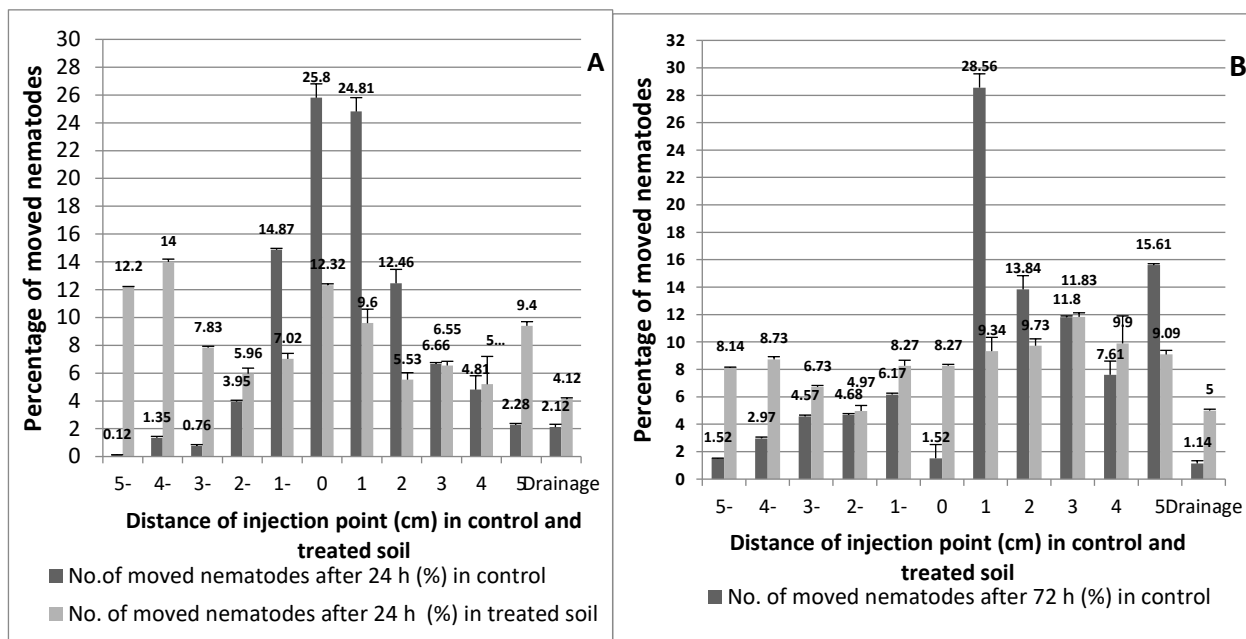
محاسبات آماری

آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در دو تیمار (خاک تیمار شده و شاهد)، هر تیمار در دو سطح زمانی (۲۴ و ۷۲ ساعت پس از افزودن نماتد) و هر یک در سه تکرار انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل نتایج از آزمون دانکن در برنامه SAS 9.0 استفاده گردید.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی کمپوست مورد آزمایش

میزان رس، سیلت و شن در خاک مورد آزمایش به ترتیب ۲۷، ۳۱/۲، ۴۱/۸ درصد و نوع خاک لومی تشخیص داده شد. قبل از انکوباسیون مقدار اسیدیته خاک ۷/۶،



شکل ۱. مقایسه میانگین درصد لارو سن دو *M. incognita* حرکت کرده در خاک شاهد و تیمار شده با ورمی کمپوست به مدت ۱۸ هفته، ۲۴ ساعت (A) و ۷۲ ساعت (B) پس از تزریق در خاک درون لوله‌های مورد آزمایش در شرایط اشباع ماندگار (آزمون دانکن ۵٪).

Fig 1. Comparison of the mean percentage of second-stage juveniles of *M. incognita* moved in the control soil and in the soil treated with vermicompost for 18 weeks, 24 hours (A) and 72 hours (B) after injection of the nematodes into the soil within the tested pipes, under permanent saturation conditions (Duncan Test 5%).

درصد تخلخل به طور معنی‌داری (۴۱ درصد در خاک شاهد در برابر ۵۲ درصد در خاک تیمار شده) افزایش یافت. در نتیجه با افزایش میزان تخلخل حرکت نماتدها در خاک تیمار شده بیشتر شد. هم‌چنین با افزایش هدایت هیدرولیکی (۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۰۵ سانتی‌متر بر ثانیه، به ترتیب در خاک تیمار شده و خاک شاهد)، جریان آب در خاک بیشتر شده و نماتدها بیشتر وارد زهاب شده و از نقطه تزریق خارج شدند.

بررسی حرکت لارو سن دو کرمی شکل *M. incognita* در لوله‌های حاوی خاک شاهد و تیمار شده به مدت ۱۸ هفته با ورمی کمپوست، تحت جریان اشباع ماندگار آب (شکل ۱)

نتایج نشان داد بین میزان حرکت نماتد در خاک شاهد

هدایت الکتریکی ۰/۰۹ دسی‌زیمنس بر متر، اسیدیته ورمی کمپوست ۷/۳۵، هدایت الکتریکی آن ۲/۰۲ دسی‌زیمنس بر متر تعیین گردید. درحالی‌که ۱۸ هفته پس از انکوباسیون هدایت الکتریکی در خاک تیمار شده با ورمی کمپوست به ۰/۳۴ دسی‌زیمنس بر متر و در خاک شاهد ۰/۱۹ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت. هم‌چنین اسیدیته خاک تیمار شده ۷/۳۳ و خاک شاهد ۷/۵۰ اندازه‌گیری شد. با گذشت زمان تفاوت معنی‌داری در میزان اسیدیته مشاهده نگردید.

کاربرد ورمی کمپوست در خاک باعث کاهش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری (۱/۲ در برابر ۱/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب به ترتیب در خاک تیمار شده و شاهد) و حقیقی (۲/۵ در برابر ۲/۶۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب به ترتیب در خاک تیمار شده و شاهد) گردید. از طرف دیگر

در یک مطالعه نشان داده شده است که ورمی کمپوست باعث افزایش نمک و در نتیجه هدایت الکتریکی خاک شده است (Ahmadabadi *et al.* 2011). تجدا و همکاران (Tejada *et al.* 2006) با کاربرد کودهای آلی کمپوست، ورمی کمپوست و کود دامی در خاک کاهش جرم مخصوص ظاهری و افزایش منافذ خاک را گزارش کردند و بیشترین اثر را به کمپوست نسبت دادند. ورمی کمپوست باعث افزایش خلل و فرج خاک و در نهایت کاهش جرم مخصوص ظاهری و اسفنجی شدن خاک می شود. با توجه به اطلاعات به دست آمده در آزمایش حاضر، می توان نتیجه گیری کرد که کاربرد ورمی کمپوست روی ویژگی های فیزیکی خاک اثر مثبت داشته و با بهبود توزیع اندازه منافذ خاک باعث کاهش جرم مخصوص حقیقی و ظاهری و افزایش تخلخل خاک شده و در نتیجه حرکت سریع تر نماتدها در خاک شده است.

نسبت به خاک تیمار شده با ورمی کمپوست ۲۴ ساعت پس از تزریق نماتد، در بیشتر نقاط به غیر از نقاط (+۳) و (+۴) تفاوت معنی داری وجود داشت. در خاک تیمار شده با ورمی کمپوست لاروهای سن دو کرمی شکل *M. incognita* در خلاف جهت جریان نیز به طور فعال حرکت کرده و نسبت به خاک شاهد پراکنندگی و حرکت بیشتری نشان دادند. در حالی که نماتدها در خاک تیمار شده ۷۲ ساعت بعد از تزریق، نسبت به خاک شاهد بیشتر حرکت کرده و به طور بسیار یکنواخت در تمام نقاط پراکنده شدند. همچنین، جمعیت بالایی از نماتدها از لوله انتهایی سیستم خارج شده و وارد زهاب گردیدند. در خاک شاهد بیشترین جمعیت در نقطه (+۱) و بسیار نزدیک به نقطه تزریق دیده شد. تفاوت معنی دار در همه نقاط به غیر از دو نقطه (-۲) و (+۳)، بین خاک شاهد و تیمار شده مشاهده گردید (شکل ۱-B).

Refereneces

منابع

- Ahmad Abadi Z., Ghajar Sepanlo M. and Rahimi Alashti S. 2011. Effect of vermicompost on physical and chemical properties of soil. *Journal of Water and Soil Science* 58: 125–137. (In Persian).
- Fujimoto T., Hasegawa S., Otake K. and Mizukubo T. 2010. The effect of soil water flow and soil properties on the motility of second-stage juveniles of the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). *Soil Biology and Biochemistry* 42(7): 1065–1072.
- Fujimoto T., Hasegawa S., Otake K. and Mizukubo T. 2009. Effect of water flow on the mobility of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in columns filled with glass beads, sand or andisol. *Applied Soil Ecology* 43: 200–205.
- Hassink J., Bouwman L. A., Zwart K. B. and Brussaard L. 1993. Relationships between habitable pore space, soil biota and mineralization rates in grassland soils. *Soil Biology and Biochemistry* 25(1): 47–55.
- Melakeberhan H., Dey J., Baligar V. C. and Carter Jr T. E. 2004. Effect of soil pH on the pathogenesis of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne incognita* on *Glycine max* genotypes. *Nematology* 6(4): 585–592.
- Oka Y. 2010. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments-a review. *Applied Soil Ecology* 44(2): 101–115.
- Pansu M. and Gautheyrou J. 2006. *Handbook of soil analysis. Mineralogical, organic and inorganic methods.* Springer, The Netherlands. 993 p.
- Tejada M., Hernandez M. T. and Garcia C. 2006. Application of two organic amendments on soil restoration: Effects on the soil biological properties. *Journal of Environment Quality* (35): 1010–1017.
- Towson A. J. and Apt W. J. 1983. Effect of soil water potential on survival of *Meloidogyne javanica* in fallow soil. *Journal of Nematology* 15(1): 110–115.
- Wallace H. R. 1968. The dynamics of nematode movement. *Annual Review of Phytopathology* 6(1): 91–114.
- Whitehead A. G. and Hemming J. R. 1965. A comparison of some quantitative methods of extracting small

- vermiform nematodes from soil. *Annals of Applied Biology* 55(1): 25–38.
- Wyss U. and Zunke U. 1998. Observations on the behavior of second juveniles of *Heterodera schachtii* inside host roots. *Revue de Nématologie* 9: 153–165.