



به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۱

صفحه‌های ۷۱۴-۷۰۱

DOI: 10.22059/jci.2021.312965.2472

مقاله پژوهشی:

اثر برخی از کودهای آلی و زیستی در کاهش جمعیت نماتد مولد گره ریشه (*Meloidogyne spp.*)

روی انار

- راضیه اسدی^۱، مصطفی درویش‌نیا^{۲*}، مهدی نصرافشانی^۳، عیدی بازگیر^۴، سمیرا پاکباز^۴
۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
 ۲. دانشیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
 ۳. بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، اصفهان، ایران.
 ۴. استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
- تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۸/۱۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۱۶

چکیده

یکی از عوامل بیماری‌زای گیاهان از جمله انار، نماتدهای مولد گره ریشه (*Meloidogyne spp.*) هستند که خسارت‌های قابل توجهی به این محصول مهم صادراتی وارد می‌سازند. با توجه به اهمیت موضوع در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان پژوهشی با تیمارهایی شامل کودهای آلی کمپوست (۴۰، ۶۰ و ۸۰ تن در هکتار)، ورمی‌کمپوست (۴۰ تن در هکتار) و ماده تجاری ماری‌گلد (۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ گرم در مترمربع) روی گونه غالب *Meloidogyne javanica* در شرایط گلخانه، به‌صورت طرح کاملاً تصادفی روی نهال‌های انار انجام شد. شاخص‌های اندازه‌گیری، شامل تعداد گال روی ریشه، تعداد کیسه تخم و جمعیت نهایی تعداد تخم و لارو سن دوم موجود در گرم خاک و ریشه و فاکتورهای رشدی نهال‌های انار بودند. فاکتور تولیدمثل و درصد کاهش و یا افزایش جمعیت نماتد مولد گره ریشه، در هر تیمار نسبت به جمعیت اولیه همان تیمار محاسبه شد. نتایج نشان داد تیمار ورمی‌کمپوست (۴۰ تن در هکتار) با کاهش جمعیت ۹۴/۳۵ درصد تعداد تخم و لارو بیش‌ترین اثر را در کاهش جمعیت نماتد مولد گره ریشه نسبت به سایر تیمارها داشته است. تیمارهای ماری‌گلد ۴۰۰، ۳۰۰ و ۲۰۰ گرم در مترمربع به‌ترتیب با ۹۳/۴۷، ۹۱/۲۱ و ۹۲/۶۵ درصد کاهش جمعیت نماتد و تیمارهای کمپوست ۸۰، ۶۰ و ۴۰ تن در هکتار به‌ترتیب با ۸۹/۶۷، ۸۶/۵۵ و ۸۶/۸۱ درصد کاهش در مراتب بعدی قرار گرفتند.

کلیدواژه‌ها: کمپوست، ماری‌گلد، مبارزه بیولوژیک، ورمی‌کمپوست، *Meloidogyne javanica*.

The Effect of Some Organic and Biological Fertilizers on Depopulation of Root-Knot Nematode (*Meloidogyne spp.*) in Pomegranate

Razieh Assadi¹, Mostafa Darvish nia^{2*}, Mehdi Nasr Isfahani³, Eidy Bazgir⁴, Samira Pakbaz⁴

1. Former M.Sc. Student, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, KhorramAbad, Iran.
2. Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, KhorramAbad, Iran.
3. Associate Professor, Department of Plant Protection Research Division, Research Center for Agriculture and Natural Resources, Esfahan, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, KhorramAbad, Iran.

Received: November 7, 2020

Accepted: June 6, 2021

Abstract

One of the most important pathogens in plants such as pomegranate, are root-knot nematodes (*Meloidogyne spp.*) which cause considerable damage to this important export product. Due to the importance of this subject, an study has been conducted between 2018 and 2019 in the Faculty of Agriculture of Lorestan University. The treatments include organic fertilizer (40, 60, and 80 t/ha.), vermicompost (40 t/ha.) and Marygld product (200, 300 and 400 g/m²) with the study, itself, being in a completely random design on the dominant root-knot nematodes species, *M. javanica* under greenhouse conditions on pomegranate seedlings. The measurement indicators include gall index, the number of egg sacs, and the final population of egg and J² larvae in the soil and the roots, as well as growth factors of pomegranate seedlings. Reproduction factor and the percentage of increase/decrease of root knot nematode population, have been calculated in each treatment compared to the initial population of the same treatment. Results show vermicompost (40 t/ha.) with 94.35% reduction in population of egg and larvae has had the highest effect on reducing the nematode population compared to other treatments. Marygld 400, 300, and 200 g/m² treatments are ranked next, with a reduction of 93.47%, 91.21%, and 92.65% in nematode population, respectively followed by by nematode reduction of the composts of 80, 60, and 40 t/ha by 89.67%, 86.55%, and 86.81% respectively.

Keywords: Biological control, compost, Marigold, *Meloidogyne javanica*, vermicompost.

۱. مقدمه

نماتد مولد گره ریشه *Meloidogyne spp.* یکی از مهم‌ترین نماتدهای انگل گیاهی، دارای دامنه میزبانی بسیار وسیع بوده و از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار است. این نماتد در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری از اهمیت بالایی برخوردار است. مبارزه با این نماتد به دلیل دامنه میزبانی گسترده و تعداد بالای تولید نسل و نرخ بالای باروری، امری دشوار محسوب می‌شود (Nasr et al., 2015; Nasr & Ansari, 2007). هرچند، نماتدکشی‌های متنوعی در بازار یافت می‌شوند، اما علاوه بر این که گاهی مؤثر واقع نمی‌شوند، از لحاظ اقتصادی، مقرون به صرفه نیستند و نیز باعث صدمه‌های جبران‌ناپذیری به محیط زیست می‌شوند. در چند دهه اخیر پژوهش‌های زیادی برای یافتن روش‌های غیر شیمیایی و بیولوژیکی مناسب و امن و سازگار با محیط زیست، برای کنترل نماتدهای انگل گیاهی صورت گرفته است (El-Sayed & Mahdy, 2015; Moatamedi et al., 2018). بررسی‌های مزرعه‌ای نشان داده است که ورمی‌کمپوست جامد، محلول ورمی‌کمپوست به تنهایی و یا همراه با کود شیمیایی اوره تأثیر به‌سزایی در کاهش جمعیت نماتد مولد سیست سیب‌زمینی (*Globodera rostochiensis*) و *G. pallida* و سبب افزایش فاکتورهای رشدی و افزایش محصول شده است. این اصلاح‌کننده خاک سبب کاهش تعداد سیست در هر دو گونه، کاهش تعداد تخم و لارو در ریشه و خاک شده و همچنین، این مواد اثر مثبت بر وزن ساقه تر، ارتفاع بوته و ارتفاع ساقه و ازدیاد محصول داشته است (Renco & Kovacic, 2015). مشخص شده است که استفاده از ورمی‌کمپوست و کود مرغی در کشت محصولات سبزی و صیفی، سبب افزایش نماتدهای شکارگر و آزادزی و کاهش نماتدهای انگل گیاهی شده که در نهایت سبب افزایش بازدهی محصول و رشد بهتر گیاه موردنظر می‌شود (Wang et al., 2014). در بررسی بقا و استقرار نماتدها

گزارش نمودند که این نماتدها در روند تجزیه کودهای آلی، بقا خود را حفظ می‌کنند و افزودن مواد آلی کمپوست به خاک سبب افزایش نماتدهای آزادزی و نماتد شکارگر شده و در نهایت جمعیت نماتد انگل در خاک را کاهش داده است (Steel et al., 2013). در پژوهش انجام شده در سطح مزرعه مشخص شد که کمپوست، فعالیت نماتدهای مولد گره ریشه و مولد زخم ریشه را کاهش می‌دهد (Everts et al., 2006). پژوهش انجام شده در رابطه با کنترل نماتد *Meloidogyne incognita* نشان داده است که استفاده از کودهای آلی سبب کاهش جمعیت نماتد به میزان ۴۵/۳۳ درصد و هم‌چنین تعداد کیسه تخم به میزان ۴۹/۴۵ درصد شد (Ramazani, 2013).

استفاده از کودهای آلی و کودهای شیمیایی به‌طور جداگانه و در تلفیق با یکدیگر در کنترل نماتدهای ریشه گرهی گونه غالب *M. javanica* مورد بررسی قرار گرفته است و مشخص شده است که تلفیق کود مرغی و کود شیمیایی ازت، فسفر و پتاس (NPK) از مؤثرترین تیمارها در کاهش تعداد تخم و لارو نماتد در خاک و ریشه بوده است. هم‌چنین، کاهش جمعیت تعدادی از نماتدهای انگلی دیگر و نیز ازدیاد جمعیت نماتدهای آزادزی، نسبت به شاهد شده و بیش‌ترین میزان رشد و نمو گیاه در این تیمار بود (Nasr & Ahmadi, 2005).

ماری‌گلد^۱ یا هی یکساله از خانواده گل آفتابگردان^۲ و دارای خاصیت نماتدکشی فعال روی جنس‌های مختلف نماتدها می‌باشد و به‌عنوان جایگزین مناسب سموم نماتدکشی معرفی شده است (El-Hamawi et al., 2004; Hosseini et al., 2018). بنابراین، یکی از استراتژی‌های کنترل نماتدهای گیاهی انگل، کاشت گل جعفری^۳ مخلوط

1. *Tagetes spp.*
2. *Astraceae*
3. *Tagetes erecta*

انتقال داده شد. پس از جداکردن تک کیسه تخم‌ها توسط اسکالپل، زیر بینوکولر این تک کیسه‌ها به نشاهای گوجه‌فرنگی رقم گیلاسی منتقل و در نهایت ریشه گلدان‌ها پس از ۶۰-۷۰ روز، برای نمونه برداری جهت شناسایی نماتد آماده شدند (McClure et al., 1973).

۲.۲. شناسایی نماتد

شناسایی نماتد، براساس مشخصات مورفولوژیک و مورفومتریک لاروهای سن دوم و ماده‌های بالغ و مشخصات الگوی کوتیکول انتهای بدن ماده‌ها (Sasser & Carter, 1985) انجام و گونه مورد آزمایش *M. javanica* تشخیص داده شد. تخم‌های نماتد، طبق روش Hussey & Barker (1973) و با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم، جداسازی شدند.

جهت تهیه مایه تلقیح لازم برای تلقیح گلدان‌های حاوی نهال انار دوساله (رقم نادری)، از نماتدهای خالص گونه *M. javanica* تکثیرشده روی گوجه‌فرنگی استفاده شد. بدین منظور ریشه‌های حاوی گره گوجه‌فرنگی تلقیح‌شده نماتد از خاک استخراج و پس از شست‌وشو توسط روش McClure et al. (1973)، تخم و نوزاد سن دوم نماتد مذکور از ریشه‌ها استخراج شد. سپس تعداد تخم و نوزاد در هر میلی‌لیتر محلول حاوی تخم و نوزاد شمارش شد. پس از تعیین تعداد تخم و نوزاد سن دوم در هر میلی‌لیتر، حجمی از سوسپانسیون که محتوی دو تا سه هزار تخم و لارو سن دوم بود، محاسبه و در گلدان‌های حاوی نهال انار کشت‌یافته در خاک سترون، با ایجاد دو چاهک به عمق سه سانتی‌متر در اطراف ریشه هر نهال و اضافه‌کردن نماتدها انجام و روی آن‌ها پوشانده شد و سپس آبیاری صورت پذیرفت (Sasser et al., 1984). جهت تأیید نتایج، آزمایش‌ها دوباره تکرار شدند.

این پژوهش، در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در

با محصول موردنظر می‌باشد که سبب کنترل نماتد و افزایش رشد محصول می‌شود. ریشه گل جعفری، تراوشاتی حاوی ترکیباتی توکسینی به نام آلفا-ترتینیل^۱ ترشح کرده که به دلیل داشتن خاصیت آلوپاتی، از تفریح تخم و ادامه رشد و تکامل لارو نماتد ممانعت می‌نماید (Hooks et al., 2010). این ماده، هم‌اکنون به‌طور تجاری (محصول شرکت ABPL کشور هندوستان) در دسترس می‌باشد و باعث از بین رفتن نماتدها می‌شود. همچنین، عصاره این گیاه باعث کاهش تعداد گال در ریشه گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد مولد گره ریشه شده است (Natarajan et al., 2006). ترکیبات موجود در شاخه و برگ گونه *Tagetes patula* جهت از بین بردن گونه *M. incognita* به کار برده شده است (Dias et al., 2003).

هدف از انجام این پژوهش، کاهش جمعیت نماتد مولد گره ریشه انار به‌روش غیرشیمیایی، در راستای کاهش اثرات سوء مواد شیمیایی بر محیط زیست می‌باشد. به این منظور، از کودهای آلی شامل ورمی‌کمپوست و کمپوست در مقادیر مختلف و نیز کود زیستی ماری‌گلد در مقایسه با شاهد استفاده شده است.

۲. مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، در ابتدا ریشه‌های آلوده به نماتد گونه احتمالی *M. javanica* جمع‌آوری شد و پس از خالص‌سازی و تکثیر نماتد، اقدام به اعمال تیمارها با کودهای آلی و زیستی مورد مطالعه در مقایسه با شاهد‌ها به ترتیب زیر شد.

۲.۱. تهیه زادمایه نماتد *M. javanica*

ریشه‌های آلوده بوته گوجه‌فرنگی، با علایم آلودگی به نماتد مولد گره ریشه از مزارع آلوده جمع‌آوری و به آزمایشگاه

1. Alpha terthieny

گیاه از قبیل طول، وزن تر و خشک ریشه، طول ساقه و تعداد برگ‌های رشد کرده اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش‌های آماری به‌کمک نرم‌افزار SAS, 9.1.3 انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد محاسبه شد. پس از نرمال کردن داده‌ها، تجزیه واریانس براساس طرح کاملاً تصادفی انجام شد.

۳. نتایج

بررسی‌های انجام شده در خصوص اثر کودهای زیستی و آلی در میزان‌های مختلف در این آزمایش‌ها بر جمعیت نماتد گرهی ریشه روی انار نشان داد که مواد مورد استفاده، در سطح آماری یک درصد اثرات قابل توجه و معنی‌داری در کاهش این نماتد در برداشته است و هم‌چنین مواد مربوطه اثرات متفاوتی در رشدونمو گیاه انار داشته است.

۳.۱. آزمایش اول

نتایج حاصله از آزمایش اول، نشان داد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در بین تیمارها وجود دارد ($P=0/01$ ؛ جدول ۱).

گلخانه با ۱۰ تیمار شامل ماده تجارته ماری گلد با ترکیب آلفا- ترتینیل (Allianz Biosciences Private Limited Company, NewDehli, India) با مقادیر ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ گرم در مترمربع، ورمی‌کمپوست (متشکل از ورمی (کرم خاکی) و کمپوست (کود آلی) به معنای نوعی کود آلی است که از فعالیت کرم خاکی حاصل می‌شود) ۴۰ تن در هکتار در یک سطح، کمپوست شهرداری (زباله‌های شهری که هم‌اکنون به‌صورت کود عالی در دسترس است) در سه سطح با مقادیر ۴۰، ۶۰ و ۸۰ تن در هکتار به‌ترتیب از هر کدام و تیمار نماتدکش تیمیک به میزان ۰/۱۲ گرم و تیمارهای شاهد با نماتد و بدون نماتد در چهار تکرار برای هر آزمایش در گلدان‌های چهار لیتری به‌اجرا در آمد. پس از گذشت سه ماه، گلدان‌ها تخلیه و ریشه‌ها در هر تکرار به‌طور مجزا شسته شده و تعداد گره‌ها، تعداد کیسه تخم و تعداد گال بر طبق روش Taylor & Sasser (1978) شمارش شد. هم‌چنین برای هر تکرار به‌طور مجزا، جمعیت تخم و لارو نماتد در گرم ریشه را براساس روش Bridge et al. (1982) و سپس جمعیت تخم و لارو نماتد در خاک با روش Jenkins (1964) محاسبه شد. هم‌چنین جمعیت نهایی نماتد و فاکتور تولیدمثل و درصد کاهش جمعیت نماتد نسبت به تیمار شاهد محاسبه شد. سپس اندازه‌گیری شاخص‌های رشدی

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای محاسبه شده در آزمایش اول

میانگین مربعات													
تعداد برگ	طول ساقه	طول ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر ریشه	درصد کاهش	فاکتور تولید مثل	کل نماتد	تعداد تخم و لارو در کل خاک	تعداد تخم و لارو در کل ریشه	تعداد کیسه تخم	تعداد گال	درجه آزادی	منبع تغییرات
۳/۳۴**	۲/۶۷**	۴/۲۲**	۳/۶۲**	۳/۳۲**	۴/۳۱**	۴/۳۱**	۴/۳۱**	۳/۶۴**	۴/۳۲**	۴/۲۷**	۳/۹۶**	۹	تیمار
۰/۲۹	۰/۴۹	۰/۰۳	۰/۲۱	۰/۳۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۲۰	۰/۰۰۳	۰/۰۱	۰/۱۱	۳۰	خطا

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

در خصوص درصد کاهش جمعیت، تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با ۹۷/۰۲ درصد کاهش جمعیت بیشترین اثر را بر کاهش جمعیت نهایی تخم و لارو، نسبت به سایر تیمارها داشته، پس از آن تیمار ورمی کمپوست (۴۰ تن در هکتار) با ۹۴/۳۵ درصد کاهش در گروه بعدی قرار گرفت (P=۰/۰۱). تیمار ماری گلد ۴۰۰ گرم با ۹۳/۴۲ درصد کاهش، تیمار ماری گلد ۲۰۰ گرم با ۹۲/۸۲ درصد کاهش و تیمار ماری گلد ۳۰۰ گرم با ۹۰/۶۲ درصد کاهش با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشته و هر سه در یک گروه آماری قرار می گیرند. سایر تیمارها در مراتب بعدی قرار گرفتند. در خصوص فاکتور تولیدمثل نماتد *M. javanica* (از طریق فرمول $Rf = Pi/Pf$ که در آن R برابر با فاکتور تولیدمثل، Pf برابر جمعیت نهایی و Pi جمعیت اولیه است، محاسبه شد (Oostenbrinks, 1966))، تیمار شاهد، نماتدکش تیمیک با کمترین فاکتور تولیدمثل تفاوت معنی داری با سایر تیمارها داشته و در اولین گروه آماری قرار گرفت. تیمار ورمی کمپوست و ماری گلد ۴۰۰ پس از شاهد نماتدکش تیمیک در گروه بعدی قرار گرفتند. تیمار ماری گلد ۲۰۰ گرم و ۳۰۰ گرم به ترتیب در مراتب بعدی قرار گرفتند. پس از این تیمارها، تیمار کمپوست ۸۰، کمپوست ۶۰ و کمپوست ۴۰ به ترتیب در مراتب بعدی قرار گرفتند (P=۰/۰۱).

از نظر وزن تر ریشه، تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با ۳۲/۶۵ گرم وزن، دارای کمترین وزن تر ریشه بوده و با شاهد کنترل با ۳۰/۵۵ گرم در یک گروه آماری قرار داشته و در بین سایر تیمارها، کمپوست ۴۰ با کمترین مقدار افزایش وزن در گروه بعدی قرار گرفت و پس از آن به ترتیب ماری گلد ۴۰۰ گرم، کمپوست ۶۰، ورمی کمپوست، ماری گلد ۳۰۰ گرم، کمپوست ۸۰، ماری گلد ۲۰۰ گرم و شاهد بدون نماتدکش کمترین مقدار افزایش از نظر وزن تر ریشه را داشته اند. از نظر وزن خشک ریشه شاهد نماتدکش تیمیک با ۲۶/۳ گرم و شاهد

تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با شاخص گال ۱/۲۵ (تعداد گال روی ریشه) در گروه اول قرار گرفت (محاسبه طبق روش Taylor & Sasser (1978)) و تفاوت معنی داری با سایر تیمارها داشته و پس از آن، تیمارهای ورمی کمپوست، ماری گلد ۴۰۰ گرم در مترمربع و تیمار کمپوست ۸۰ گرم در مترمربع با تعداد گال ۲/۲۵ روی ریشه در یک گروه نسبت به سایر تیمارها قرار گرفتند. سایر تیمارها در مراتب بعدی قرار گرفتند. از نظر تعداد کیسه تخم تیمار شاهد نماتدکش تیمیک کمترین تعداد کیسه تخم در گروه اول قرار گرفت، پس از آن تیمار کمپوست ۸۰ و ۶۰ تن در هکتار، ورمی کمپوست و ماری گلد ۴۰۰ گرم در مترمربع در یک گروه قرار می گیرند. سایر تیمارها در حد واسط بین تیمار شاهد و تیمارهای ذکر شده قرار می گیرند. از نظر تعداد تخم و لارو در گرم ریشه شاهد نماتدکش تیمیک با ۱/۲ عدد تخم و لارو در گرم ریشه در گروه اول قرار داشته و سپس تیمار ورمی کمپوست با ۱/۷ عدد تخم و لارو در گروه بعدی قرار گرفت. پس از آن تیمارهای ماری گلد ۴۰۰ گرم با ۲/۵۹ عدد تخم و لارو، و تیمار ماری گلد ۳۰۰ گرم با ۳/۰۴ عدد تخم و لارو در گروه بعدی و سایر تیمارها در گروه های بعدی قرار گرفتند، تیمار کمپوست ۴۰ با ۴/۸۷ عدد تخم و لارو در گرم ریشه، نسبت به سایر تیمارها تعداد تخم و لارو بیش تری داشته و در رتبه قبل از تیمار شاهد قرار گرفت (P=۰/۰۱). در خصوص تعداد تخم و لارو در ۲۰۰ گرم خاک تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با یک عدد تخم و لارو در خاک در یک گروه قرار داشته و پس از آن تیمار ورمی کمپوست (۴۰ تن در هکتار) و ماری گلد ۴۰۰ گرم هر کدام با ۱/۵ عدد تخم و لارو و تیمار ماری گلد ۳۰۰ گرم با ۱/۸ عدد تخم و لارو با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشته و در یک گروه قرار گرفتند، سایر تیمارها به ترتیب در مراتب بعدی قرار می گیرند (P=۰/۰۱).

می‌باشد و پس از آن کمپوست ۶۰، کمپوست ۴۰ ورمی‌کمپوست و تیمار شاهد سم تیمیک در یک گروه قرار گرفتند. سایر تیمارها در مراتب بعد قرار داشته و در نهایت شاهد بدون سم با ۱۲/۲۵ عدد برگ افزایش یافته، در آخرین گروه با کم‌ترین میزان افزایش تعداد برگ قرار گرفت (جدول ۲).

۲.۳. آزمایش دوم

نتایج به‌دست‌آمده از تکرار آزمایش نشان داد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در بین تیمارها وجود دارد ($P=0/01$; جدول ۳).

تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با تعداد گال ۱/۲۵ روی ریشه در گروه اول قرار می‌گیرد و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری دارد. پس از آن تیمارهای ورمی‌کمپوست، ماری‌گلد ۳۰۰ گرم، تیمار کمپوست ۸۰، کمپوست ۶۰ و کمپوست ۴۰ با تعداد گال ۲/۲۵ روی ریشه در یک گروه قرار گرفتند. سایر تیمارها در حد واسط بین تیمارهای نام‌برده و تیمار شاهد بدون سم با تعداد گال پنج قرار گرفتند.

کنترل با ۲۵/۱۲ گرم، کم‌ترین وزن ریشه در اولین گروه قرار می‌گیرند و پس از آن ورمی‌کمپوست و ماری‌گلد ۴۰۰ گرم در یک گروه آماری نزدیک به قبلی قرار گرفتند و سایر تیمارها در مراتب بعدی واقع شدند. درخصوص طول ریشه شاهد نماتدکش تیمیک با ۱۱۳/۲۵ سانتی‌متر، بیش‌ترین میزان افزایش طول ریشه در گروه اول آماری قرار داشته و پس از آن کمپوست ۸۰، ماری‌گلد ۳۰۰ گرم، ماری‌گلد ۴۰۰ گرم در یک گروه و بعد ماری‌گلد ۲۰۰ گرم در گروه بعد قرار گرفتند. از نظر افزایش طول ساقه شاهد کنترل با ۳۶/۲۵ سانتی‌متر، بیش‌ترین میزان افزایش طول در گروه اول و پس از آن شاهد سم تیمیک در گروه دوم قرار می‌گیرد و تیمارهای ورمی‌کمپوست، ماری‌گلد ۴۰۰ گرم کمپوست ۴۰ و ۶۰ در یک گروه آماری قرار گرفته و پس از آن تیمارهای کمپوست ۸۰، ماری‌گلد ۲۰۰ گرم و ۳۰۰ گرم و شاهد بدون سم با ۸ سانتی‌متر، در یک گروه آماری با کم‌ترین افزایش طول ساقه قرار داشتند و در خصوص افزایش تعداد برگ (افزایش تعداد برگ پس از زمان اعمال تیمارها) گروه اول در برگیرنده تیمار کنترل با ۴۶/۷۵ عدد برگ افزایش یافته،

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای محاسبه‌شده در آزمایش اول

تیمار	تعداد گال	تعداد کیسه تخم	تعداد کل تخم و لارو در ریشه	تعداد کل تخم و لارو در خاک	جمعیت نهایی	فاکتور تولیدمثل
کمپوست ۶۰	۲/۵b	۱۱/۷۵b	۱۷/۴۲b	۷۵ab	۲۷۲/۴۲b	۰/۱۳b
کمپوست ۸۰	۲/۵b	۷/۰۰b	۱۴۱/۳۷cb	۷۰b	۲۱۱/۳۷bc	۰/۱۰bc
ماری‌گلد ۳۰۰ گرم	۲/۵b	۹/۵۰b	۱۵۳/۰۹bc	۳۵cd	۱۸۸/۰۹dbc	۰/۰۹dbc
ماری‌گلد ۲۰۰ گرم	۲/۲۵b	۸/۷۵b	۸۸/۰۳dbc	۵۵cb	۱۴۳/۰۳dbec	۰/۰۷dbec
ماری‌گلد ۴۰۰ گرم	۲/۲۵b	۹/۵۰b	۱۰۱/۶۲dbc	۳۰cd	۱۳۱/۶۲dbec	۰/۰۶dbec
کمپوست ۴۰	۲/۲۵b	۷/۷۵b	۱۹۷/۵۹b	۶۰bc	۲۵۷/۵۹bc	۰/۱۲bc
ورمی‌کمپوست	۲bc	۷/۲۵b	۸۳/۳۷dbc	۳۰cd	۱۱۳/۳۷dec	۰/۰۶dec
سم تیمیک	۱/۲۵c	۱c	۳۹/۷۷dc	۲۰ed	۵۹/۷۲de	۰/۰۳ed
شاهد بدون سم	۵a	۴۶۱/۲۵	۳۴۳۷/۵۴a	۱۰۰a	۳۵۳۷/۵۴a	۱۷/۷a
شاهد (فاقد نماتد)	۰d	۰d	۰d	۰e	۰e	۰e

اعداد با حروف مشابه از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

اثر برخی از کودهای آلی و زیستی در کاهش جمعیت نماتد مولد گره ریشه (*Meloidogyne spp.*) روی انار

ادامه جدول ۲. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای محاسبه شده در آزمایش اول

تیمار	درصد تغییرات جمعیت	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	طول ریشه (cm)	افزایش طول ساقه (cm)	افزایش تعداد برگ
کمپوست ۶۰	-۸۶/۳۷b	۴۶/۶۸dec	۴۲/۶۲bc	۳۳/۵۰f	۱۹/۷۵c	۴۱/۵۰ab
کمپوست ۸۰	-۸۹/۴۵bc	۵۱/۶۷bc	۴۴/۰۰bc	۶۹/۲۵b	۱۲/۵۰d	۴۰/۵۰b
ماری گلد ۳۰۰ گرم	-۹۰/۶۲dec	۵۰/۱۶dbc	۴۳/۷۷bc	۶۷/۷۵b	۱۲/۵۰۰d	۳۰/۲۵c
ماری گلد ۲۰۰ گرم	-۹۲/۸۲dbec	۵۵/۱۱b	۴۹/۴b	۶۵/۰۰bc	۹/۷۵d	۲۰/۵۰d
ماری گلد ۴۰۰ گرم	-۹۳/۴۲dbec	۴۴/۷۶de	c۳۹/۸۷	۷۱/۵b	۲۱/۷۵c	۳۲/۷۵c
کمپوست ۴۰	-۸۷/۱۲bc	۴۲e	۳۱/۴۷d	۴۸/۵۰e	۱۹/۵۰c	۴۲/۵۰ab
ورمی کمپوست	-۹۴/۳۵dec	۴۷/۱۷dec	c۳۹/۸۷	۵۷/۵۰۰d	۱۹/۷۵c	۴۱/۲۵ab
سم تیمیک	-۹۷/۰۲de	۳۲/۶۵f	۲۶/۳d	۱۱۳/۲۵a	۳۰/۰۰b	۴۲/۵۰۰ab
شاهد بدون سم	۷۶/۹۰a	۷۰/۵۰a	a۶۴/۶۷	۲۹/۵۰۰e	۸/۰۰d	۱۲/۲۵e
شاهد (فاقد نماتد)	-۱۰۰e	۴۳/۰۵۵	۲۵/۱۲d	۶۰/۵۰dc	۳۶/۲۵a	۴۶/۷۵a

اعداد با حروف مشابه از نظر آماری فاقد اختلاف معنی دار هستند.

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای محاسبه شده در آزمایش دوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد گال	تعداد کیسه تخم	تعداد ریشه کل	تعداد تخم و لارو در کل خاک	تعداد تخم و لارو در فاکتور تولید مثل	درصد کاهش	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	طول ریشه	طول ساقه	تعداد برگ
تیمار	۹	۳/۸۵**	۴/۱۹**	۱/۶۰**	۳/۲۶**	۱/۶۱*	۳/۴۳**	۳/۵۵**	۳/۵۶**	۳/۷۷**	۳/۷۷**	۳/۹۱**
خطا	۳۰	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۸۱	۰/۳۱	۰/۸۱	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۲

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

لارو، تیمار ماری گلد ۲۰۰ گرم با ۲/۷ عدد تخم و لارو و تیمار کمپوست ۸۰ با ۲/۷ عدد تخم و لارو در گروه بعد قرار گرفتند. در خصوص تعداد تخم و لارو در ۲۰۰ گرم خاک تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با ۰/۸۱ عدد تخم و لارو در خاک در گروه اول قرار داشته و پس از آن تیمار ورمی کمپوست با ۱/۴۱ عدد تخم و لارو و ماری گلد ۴۰۰ گرم ۱/۷۱ عدد تخم و لارو و تیمار ماری گلد ۳۰۰ گرم با ۱/۶۳ عدد تخم و لارو با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشته و در یک گروه قرار می گیرند ($P=0/01$). در خصوص کاهش جمعیت، تیمار شاهد نماتدکش

از نظر تعداد کیسه تخم تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با کمترین تعداد کیسه تخم در گروه اول قرار گرفته و پس از آن تیمار کمپوست ۸۰ و تیمار ورمی کمپوست به ترتیب در مراتب بعدی قرار می گیرند ($P=0/01$). سایر تیمارها با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشته و در یک گروه قرار می گیرند. از نظر تعداد تخم و لارو در گرم ریشه شاهد نماتدکش تیمیک با ۱/۲ عدد تخم و لارو در گرم ریشه، در گروه اول و سپس تیمار ورمی کمپوست با ۱/۸ عدد تخم و لارو، تیمار ماری گلد ۴۰۰ گرم با دو عدد تخم و لارو، تیمار ماری گلد ۳۰۰ گرم با ۲/۴ عدد تخم و

قرار داشته و سایر تیمارها در مراتب بعد قرار گرفتند. در خصوص فاکتور تولیدمثل، تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با کم‌ترین فاکتور تولیدمثل در اولین گروه آماری قرار گرفت. سپس تیمار ورمی‌کمپوست، تیمار ماری‌گلد ۴۰۰ گرم و تیمار ماری‌گلد ۲۰۰ گرم در یک گروه آماری نسبت به سایر تیمارها و قرار داشته و با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند. سایر تیمارها در مراتب بعد قرار گرفتند (جدول ۴).

تیمیک با ۹۷/۲۲ درصد کاهش جمعیت، و پس از آن تیمار ورمی‌کمپوست با ۹۴/۲۵ درصد کاهش جمعیت، بیش‌ترین اثر را بر کاهش جمعیت نهایی نماتد نسبت به سایر تیمارها داشته و در گروه‌های اول واقع شدند. تیمار ماری‌گلد ۴۰۰ گرم با ۹۳/۵۰ درصد کاهش، تیمار ماری‌گلد ۲۰۰ گرم با ۹۲/۵۰ درصد کاهش و تیمار ماری‌گلد ۳۰۰ گرم با ۹۱/۵۲ درصد کاهش با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشته و هر سه در یک گروه آماری

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای محاسبه‌شده در آزمایش دوم

تیمار	تعداد گال	تعداد کیسه تخم	تعداد تخم و لارو در ریشه	تعداد تخم و لارو در خاک	جمعیت نهایی	فاکتور تولید مثل
شاهد بدون سم	۵a	a۸۰/۵۰	۳۷۰۶/۶۳a	۱۰۲/۵۰a	۳۸۰۹/۱۳a	۱/۹۰a
ماری‌گلد ۲۰۰ گرم	۲/۵b	۹/۵۰b	۸۷/۳۱bc	۶۳/۷۵b	۱۵۱/۰۶dbc	۰/۰۷dbec
ماری‌گلد ۴۰۰ گرم	۲/۵b	۱۰/۲۵b	۹۵/۱۷bc	۳۴/۲۵c	۱۲۹/۴۲dbc	۰/۰۶dbec
ماری‌گلد ۳۰۰ گرم	۲/۲۵b	۱۱/۵۰b	۱۳۰/۹۱bc	۳۲/۵۰c	۱۶۳/۴۱dbc	۰/۰۸dbc
کمپوست ۴۰	۲/۲۵b	۹/۲۵b	۲۰۶/۳۶b	۶۳/۷۵b	۲۷۰/۱۱b	۰/۱۳bc
کمپوست ۶۰	۲/۲۵b	۱۰/۷۵b	۲۰۱/۲۲b	۶۲/۵۰b	۲۶۵/۷۲b	۰/۱۳b
کمپوست ۸۰	۲/۲۵b	۷/۰dbc	۱۴۰/۶۵bc	۶۱/۲۵b	۲۰۱/۹۰bc	۰/۱۰bc
ورمی‌کمپوست	۲/۲۵b	۷/۲۵bc	۸۵/۷۴bc	۲۸/۲۵c	۱۱۳/۹۹dbc	۰/۰۶dec
سم تیمیک	۱/۲۵c	۱dc	۳۷/۲۰c	۲۵/۱۶cd	۵۳/۴۵dc	۰/۰۲ed
شاهد (فاقد نماتد)	۰d	۰d	۰d	۰d	۰d	۰e

اعداد با حروف مشابه از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

ادامه جدول ۴. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای محاسبه‌شده در آزمایش دوم

تیمار	درصد تغییرات جمعیت	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	طول ریشه (cm)	افزایش طول ساقه (cm)	افزایش تعداد برگ
شاهد بدون سم	۹۰/۵۰a	۷۴/۸۵a	a۶۴/۶۷	۲۹/۵۰e	۹/۲۵d	۱۱/۲۵e
ماری‌گلد ۲۰۰ گرم	-۹۲/۵۰dbc	۴۵/۱۰bc	۴۴/۹۲b	۶۵/۰۰bc	۱۲/۸۰cd	۲۰/۵۰b
ماری‌گلد ۴۰۰ گرم	-۹۳/۵۰dbc	۳۸/۸۲bc	bc۳۸/۳۵	۷۱/۵b	۱۸/۲۰b	۳۱/۵۰cb
ماری‌گلد ۳۰۰ گرم	-۹۱/۵۲dbc	۴۱/۴۲b	۴۴/۱۵bc	۶۷/۷۵b	۱۵/۷۵c	۲۸/۵۰cd
کمپوست ۴۰	-۸۶/۲۵b	۴۲/۶۲c	۳۶/۹۵c	۴۸/۵۰e	۱۸/۸۰b	۴۳/۷۵a
کمپوست ۶۰	-۸۶/۵۰b	۳۸/۶۲bc	۴۲/۴۲bc	۳۳/۵۰f	۱۹/۲۵b	۴۴/۰۰a
کمپوست ۸۰	-۸۹/۷۵Bc	۳۵/۵۰bc	۴۴/۲۵bc	۶۹/۲۵b	۱۳/۲۵c	۴۲/۰۰a
ورمی‌کمپوست	-۹۴/۲۵dbc	۳۲/۷۵bc	bc۳۸/۷۲	۵۷/۵۰d	۱۹/۷۵b	۳۸/۷۵ab
سم تیمیک	-۹۷/۲۲dc	۲۵/۶۵d	۲۵/۶۵d	۱۱۳/۲۵a	۳۰/۲۹a	۴۰/۰۰ab
شاهد (فاقد نماتد)	-۱۰۰d	۲۲/۷۲d	۲۱/۳۷d	۶۰/۵۰dc	۱۱/۵dc	۲۶/۲۵cd

اعداد با حروف مشابه از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

شدند. از نظر افزایش طول ساقه شاهد نماتدکش تیمیک با ۳۰/۲۹ سانتی‌متر، بیش‌ترین افزایش طول در گروه اول و پس از آن شاهد کنترل در گروه دوم قرارگرفت و تیمارهای ورمی‌کمپوست، کمپوست ۴۰ و ۶۰ در یک گروه آماری قرار می‌گیرند و ماری‌گلد ۴۰۰ گرم پس از این تیمارها در گروه بعد قرار گرفت. درخصوص افزایش تعداد برگ ابتدا تیمار کمپوست ۴۰ با ۴۳/۷۵ عدد افزایش برگ، در گروه اول قرار گرفت. سپس تیمارهای نماتدکش تیمیک، ورمی‌کمپوست، کمپوست ۶۰ و کمپوست ۸۰ در گروه دوم قرار گرفتند. سایر تیمارها در مراتب بعد قرار می‌گیرند ($P=0/01$ ؛ جدول ۴).

۳.۳. تجزیه مرکب بین دو آزمایش

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه مرکب این دو آزمایش نشان داد (جدول ۵) که از نظر تعداد گال روی ریشه، تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با کم‌ترین تعداد گال ۱/۲۵ در گروه اول و تیمار کمپوست ۸۰ و ورمی‌کمپوست با تعداد گال ۲/۱۲ در گروه بعد واقع شدند ($P=0/01$).

از نظر وزن‌تر ریشه، تیمار نماتدکش تیمیک با ۳۰/۷۷ گرم، دارای کم‌ترین وزن‌تر ریشه و با شاهد کنترل با ۲۸ گرم، در یک گروه آماری قرار داشته و در بین سایر تیمارها کمپوست ۴۰ ورمی‌کمپوست و ماری‌گلد ۴۰۰ گرم با کم‌ترین افزایش وزن در گروه بعدی قرار داشته و سپس کمپوست ۶۰ و ماری‌گلد ۳۰۰ گرم به‌ترتیب در گروه‌های بعدی قرار گرفتند ($P=0/01$).

از نظر وزن خشک ریشه شاهد نماتدکش تیمیک با ۲۵/۶۵ گرم و کنترل با ۲۱/۳۷ گرم با کم‌ترین وزن ریشه در اولین گروه قرار می‌گیرند. پس از آن، ورمی‌کمپوست در گروه بعد قرار گرفته و پس از آن کمپوست ۶۰ و سپس ماری‌گلد ۴۰۰ گرم و ورمی‌کمپوست در گروه‌های بعد قرار گرفتند. درخصوص طول ریشه شاهد نماتدکش تیمیک با ۱۱۳/۲۵ بیش‌ترین افزایش طول ریشه در گروه اول آماری قرار می‌گیرد و پس از آن ماری‌گلد ۴۰۰ گرم با ۷۱/۵۰ گرم در یک گروه و بعد ماری‌گلد ۲۰۰ گرم در گروه دیگر قرار گرفت. پس از این تیمارها، کمپوست ۸۰ و ماری‌گلد ۳۰۰ گرم در یک گروه قرار گرفته و تیمار ورمی‌کمپوست و شاهد کنترل هم در گروه دیگر واقع

جدول ۵. تجزیه واریانس تجزیه مرکب اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای محاسبه‌شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	ضریب تغییرات
تعداد گال روی ریشه	۲۵	۱۱۲/۷۱	۴/۵۰	۲۴/۹۱**	۱۹/۰۱
تعداد کیسه تخم	۲۵	۳۱۰۴۰/۲۱	۱۲۴/۶۰	۱۴۵/۲۳**	۲/۵۹
تعداد تخم و لارو در ریشه	۲۵	۸۶۷۴۶۶۵۰/۹۰	۳۴۹۸۶۶/۰۴	۶۴۹/۸۶۱**	۱۶/۰۰
تخم و لارو در خاک	۲۵	۶۵۳۶۹/۵۰	۲۶۱۴/۷۸	۱۷/۲۶**	۲۶/۱۸
جمعیت نهایی	۲۵	۹۰۰۳۹۹۳/۰۰	۴۰۴۰۱۹۷/۷۱	۶۱۳/۱۶**	۱۵/۲۱
فاکتور تولید مثل	۲۵	۲۲/۵۰	۳۶۰۰۵۹/۷۴	۵۸۸/۷۶**	۱۵/۴۲
درصد تغییرات جمعیت	۲۵	۲۴/۱۱	۰/۹۰	۱۵۲۱/۹۵**	-۶/۲۴
وزن‌تر ریشه	۲۵	۱۰۵۹۷/۲۷	۸۶۱۵/۶۴	۳۸/۹۶**	۶/۹۲
وزن خشک ریشه	۲۵	۹۸۳۱/۱۱	۴۲۳/۸۹	۳۲/۶۱**	۸/۵۹
طول ریشه	۲۵	۳۹۳۰۳/۲۰	۳۹۳/۲۴	۱۴۸/۵۳**	۵/۲۷
افزایش طول ساقه	۲۵	۴۳۱۶/۰۵	۱۷۲/۶۴	۲۴/۹۴**	۱۴/۵۷
افزایش تعداد برگ	۲۵	۹۰۳۵/۱۰	۳۶۱/۴۰	۱۵/۰۲**	۱۴/۴۸

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

کمپوست ۸۰، کمپوست ۶۰ و کمپوست ۴۰ به ترتیب در گروه‌های بعد قرار گرفتند. درخصوص فاکتور تولیدمثل تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با کم‌ترین فاکتور تولیدمثل تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشته و در یک گروه آماری قرار گرفت تیمار ورمی‌کمپوست، تیمارهای ماری‌گلد ۴۰۰ گرم و ماری‌گلد ۲۰۰ گرم در گروه بعدی قرار گرفتند ($P=0/01$).

درخصوص وزن تر ریشه، تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با ۳۱/۷۱ گرم وزن دارای کم‌ترین وزن تر ریشه بوده و با شاهد کنترل با وزن ۲۹/۲۷ گرم، در یک گروه آماری قرار داشته و در بین سایر تیمارها کمپوست ۴۰، ماری‌گلد ۴۰۰ گرم و ورمی‌کمپوست با کم‌ترین افزایش وزن در گروه بعدی قرار گرفتند. درخصوص وزن خشک ریشه شاهد نماتدکش تیمیک با ۲۵/۹۷ گرم و شاهد کنترل با ۲۳/۲۵ گرم، کم‌ترین وزن ریشه در اولین گروه جای گرفتند و پس از آن تیمار کمپوست ۴۰ در یک گروه آماری نزدیک به قبلی واقع شدند و سپس ماری‌گلد ۴۰۰ گرم و ورمی‌کمپوست در گروه بعدی قرار می‌گیرند. درخصوص طول ریشه شاهد نماتدکش تیمیک ۱۱۰/۲۵ با بیش‌ترین افزایش طول ریشه در گروه اول آماری قرار گرفتند. پس از آن ماری‌گلد ۴۰۰ گرم در یک گروه و سپس تیمار ماری‌گلد ۳۰۰ گرم و کمپوست ۸۰ در یک گروه و بعد ماری‌گلد ۲۰۰ گرم در گروه دیگر قرار داشتند. درخصوص افزایش طول ساقه شاهد سم تیمیک ۲۹/۷۰ سانتی‌متر و شاهد کنترل در گروه‌های اول و دوم قرار گرفتند. سپس ماری‌گلد ۴۰۰ گرم در یک گروه قرار گرفت و سپس کمپوست ۴۰ و کمپوست ۶۰ و ورمی‌کمپوست در یک گروه قرار گرفتند. درخصوص افزایش تعداد برگ، تیمار کمپوست ۴۰ با ۴۳/۱۲ عدد افزایش برگ، در گروه اول بیش‌ترین افزایش تعداد برگ را داشته است و پس از آن تیمارهای کمپوست ۶۰ و ۸۰ و ورمی‌کمپوست و شاهد سم تیمیک در یک گروه قرار گرفتند ($P=0/01$ ؛ جدول ۶).

سایر تیمارها با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشته و در یک گروه قرار گرفتند. از نظر تعداد کیسه تخم تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با کم‌ترین تعداد کیسه تخم در گروه اول و پس از آن، تیمارهای ورمی‌کمپوست و کمپوست ۸۰ به ترتیب در گروه بعدی قرار می‌گیرند. تیمار شاهد بدون سم دارای بیش‌ترین تعداد کیسه تخم بوده و در گروهی جداگانه قرار گرفت. سایر تیمارها در حد واسط گروه‌های ذکرشده قرار گرفت.

از نظر تعداد تخم و لارو در گرم ریشه شاهد نماتدکش تیمیک با ۱/۲ عدد تخم و لارو در گروه اول و سپس تیمار ورمی‌کمپوست با ۱/۸ عدد تخم و لارو، تیمار ماری‌گلد ۲۰۰ گرم با ۱/۶۵ عدد تخم و لارو در گروه بعدی قرار گرفتند ($P=0/01$). تیمار ماری‌گلد ۴۰۰ گرم با ۱/۸ عدد تخم و لارو در یک گروه قرار گرفته و کمپوست ۸۰ با ۲/۷ و ماری‌گلد ۳۰۰ گرم با ۲/۷ عدد تخم و لارو در یک گروه قرار می‌گیرند. درخصوص تعداد تخم و لارو در ۲۰۰ گرم خاک تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با ۰/۰۹ تخم و لارو در یک گروه و سپس تیمارهای ماری‌گلد ۳۰۰ گرم با ۱/۷ عدد، ماری‌گلد ۴۰۰ گرم با ۱/۸۵ عدد و ورمی‌کمپوست با ۱/۲ عدد تخم و لارو در گروه بعد قرار داشته و سپس کمپوست ۶۰ با ۳/۵ عدد، کمپوست ۸۰ با ۳/۲۵ عدد، کمپوست ۴۰ با ۳/۱ عدد و ماری‌گلد ۲۰۰ گرم با سه عدد تخم و لارو با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشته و در یک گروه قرار گرفتند ($P=0/01$). تیمار شاهد نماتدکش تیمیک با ۹۷/۱۷ درصد کاهش جمعیت بیش‌ترین تأثیر را نسبت به سایر تیمارها داشته و در اولین گروه قرار داشت. تیمار ورمی‌کمپوست با ۹۴/۲۵ درصد کاهش جمعیت، تیمار ماری‌گلد ۴۰۰ گرم با ۹۳/۴۷ درصد کاهش جمعیت، تیمار ماری‌گلد ۲۰۰ گرم با ۹۲/۶۵ درصد کاهش جمعیت، تیمار ماری‌گلد ۳۰۰ گرم با ۹۱/۲۱ درصد کاهش جمعیت به ترتیب در گروه‌های بعدی واقع شدند. پس از آن تیمارهای

اثر برخی از کودهای آلی و زیستی در کاهش جمعیت نماتد مولد گره ریشه (*Meloidogyne spp.*) روی انار

جدول ۶. مقایسه میانگین تجزیه مرکب اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای محاسبه شده

تیمار	تعداد گال	تعداد کیسه تخم	تعداد تخم و لارو در ریشه	تعداد تخم و لارو در خاک	جمعیت نهایی	فاکتور تولیدمثل
شاهد بدون سم	a5	a70/87	3572/09a	101/25a	3673/34a	1/83a
کمپوست ۶۰	2/37b	11/25b	200/32b	68/75b	269/07b	0/13b
کمپوست ۸۰	2/37b	7/00c	141/01bc	65/62b	206/63bc	0/10bc
ماری گلد ۲۰۰ گرم	2/37b	9/12bc	87/67edc	59/37b	147/05dc	0/70 dc
ماری گلد ۳۰۰ گرم	2/37b	10/50bc	142/00bc	33/75c	175/75bc	0/80bc
ماری گلد ۴۰۰ گرم	2/37b	9/87bc	98/40dc	32/12c	130/52dc	0/06 dc
ورمی کمپوست	2/12b	7/25c	84/55edc	29/12c	113/69dc	0/06dc
کمپوست ۴۰	2/12b	8/50bc	201/97b	61/87b	263/85b	0/13b
سم تیمیک	1/25c	1d	38/48ed	18/12c	56/61de	0/02ed
شاهد فاقد نماتد	0d	0d	0e	0d	0e	0e

اعداد با حروف مشابه از نظر آماری فاقد اختلاف معنی دار هستند.

ادامه جدول ۶. مقایسه میانگین تجزیه مرکب اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای محاسبه شده

تیمار	درصد تغییرات جمعیت	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	طول ریشه (cm)	افزایش طول ساقه (cm)	افزایش تعداد برگ
شاهد بدون سم	-83/67a	72/51a	a64/67	29/50f	8/62e	11/75e
کمپوست ۶۰	-86/55b	47/02dc	42/52dc	33/50f	16/52c	42/75ab
کمپوست ۸۰	-89/67dbc	52/26b	44/12bc	69/25cb	15/91d	41/25ab
ماری گلد ۲۰۰ گرم	-92/65dec	53/62b	47/16b	65/00c	13de	20/37e
ماری گلد ۳۰۰ گرم	-91/21dbc	52/03bc	43/96bc	67/75bc	16/08d	29/37d
ماری گلد ۴۰۰ گرم	-93/47de	45/83d	d39/11	71/5b	20/31bc	32/12cd
ورمی کمپوست	-94/35def	47/02d	d39/07	57/50d	16/68c	40/00ab
کمپوست ۴۰	-86/81bc	44/14d	34/21e	48/50e	20c	43/12a
سم تیمیک	-97/17ef	31/71e	25/97f	113/25a	29/70a	41/25ab
شاهد فاقد نماتد	-100f	29/27e	23/25f	60/50d	17/81b	36/50cb

اعداد با حروف مشابه از نظر آماری فاقد اختلاف معنی دار هستند.

۴. بحث

برابر نماتدهای انگل، اثر محافظتی روی گیاه داشته، مطابقت دارد (Moradi et al., 2014). نتایج به دست آمده از کنترل نماتد سیست چغندر قند *Heterodera schachtii* نشان داده است که تیمار کود مرغی بیشترین اثر را در کاهش جمعیت نماتد سیستی چغندر قند نسبت به سایر تیمارها و شاهد داشته است. همچنین، کمترین درصد

نتایج این پژوهش، نشان داد که تیمار ورمی کمپوست با ۹۴/۲۵ درصد کاهش جمعیت و کمترین فاکتور تولیدمثل بیشترین اثر را بر کنترل نماتد ریشه گرهی *M. javanica* داشته است که با نتایج حاصل از پژوهشی در سال ۲۰۱۴ که نشان داد استفاده از کمپوست و ورمی کمپوست در

همگی به‌طور نسبی در کاهش جمعیت نماتدهای ریشه گرهی مؤثر بوده است (Hyun *et al.*, 1999).

با توجه به نحوه عملکرد کودهای آلی در برابر نماتدهای خاک (Lazarovits *et al.*, 2001) گزارش کردند مواد آلی مانند کودهای مرغی، کمپوست و ورمی‌کمپوست که حاوی نیتروژن بالایی هستند، در نتیجه انتشار آمونیاک بلافاصله پس از شروع تجزیه میکروبی، دارای تأثیر کاهش فوری بر جمعیت نماتدهای خاک می‌باشند. هم‌چنین بیان داشتند که کاهش نسبت C/N از جمله اقدام‌های موفقیت‌آمیز در خاصیت نماتدکشی است و در ارتباط مستقیم با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند pH، به‌طوری‌که کودهای حیوانی در خاک‌های اسیدی نسبت به خاک‌های خنثی یا قلیایی مؤثرتر بودند، از سوی دیگر آمونیاک سمی در pH بالا به‌آسانی تبدیل به آمونیاک غیرسمی می‌شود. مواد آلی به هنگام تجزیه، ترکیبات نماتدکشی مثل اسیدهای ارگانیک، ترکیبات نیتروژنی و متابولیت‌های ثانویه آزاد می‌کنند، به‌ویژه زمانی که آمونیاک نقش غالب را بازی کند. این گزارش‌ها، کماکان نتایج حاصل از این پژوهش را در مورد کاهش جمعیت نماتدها با استفاده از مواد آلی تأیید می‌نماید.

براساس نتایج به‌دست‌آمده از بررسی حاضر، می‌توان گفت که شکل تجاری و گرانوله گل جعفری (ماری‌گلد) با توجه به ترکیبات تشکیل‌دهنده آن، در غلظت ۲۰۰ گرم در مترمربع، فاقد خاصیت توکسینی بالا بوده و نتوانست همانند شکل طبیعی این گیاه که قادر به تولید و ترشح مواد سمی است، در کنترل نماتد نقشی داشته باشد. همان‌طور که در نتایج این آزمایش مشهود است، فرم گرانوله این گیاه، به‌دلیل همراه داشتن مواد آلی و سایر مواد موردنیاز برای رشد گیاه در ترکیبات خود، توانسته در رشد رویشی گیاه و شادابی آن نقش داشته باشد. از نظر فاکتورهای رشدی، از قبیل وزن و طول ریشه،

تکثیر جمعیت نماتد و کم‌ترین میزان فاکتور تولیدمثل نیز در تیمار کود مرغی مشاهده شد. تیمارهای کود کمپوست ۱۵۰، کمپوست ۸۰، ورمی‌کمپوست، تیمار برگ کلم و تیمار کود گاوی در مراتب بعدی قرار گرفتند (Nasr *et al.*, 2007; Nasr, 2014).

تیمار ماری‌گلد ۴۰۰ گرم در مترمربع با ۹۳/۴۷ درصد کاهش جمعیت، پس از تیمار فوق در گروه دوم قرار گرفت. این تیمار به‌خوبی توانسته سبب کاهش جمعیت و فاکتور تولیدمثل نماتد شود. سایر تیمارهای ماری‌گلد در مراتب بعد واقع شدند. گل جعفری، به‌دلیل مواد توکسینی موجود در ترشحات ریشه و خاصیت سولفوروی، قادر است از تفریح تخم و تکثیر لارو نماتد در ریشه ممانعت به‌عمل آورد. به‌دلیل این‌که در جلب نماتد توسط ترشحات خود نقش گیاه تله را داراست، می‌تواند از این طریق در کاهش جمعیت نماتد نقش به‌سزایی داشته باشد. فرم گرانوله گیاه گل جعفری با نام تجاری ماری‌گلد، که براساس گواهی شرکت تولیدکننده آن حاوی ترکیباتی از جمله، ترکیب نیتروژن، پتاس، آهن، روی و مواد آلی به نسبت‌های تعیین‌شده می‌باشد، نقش تأثیرگذاری در کنترل جمعیت نماتد داشته است (Wang *et al.*, 2017).

سپس تیمار کمپوست ۸۰ تن در هکتار در گروه بعد قرار گرفت. Everts *et al.* (2006) در سطح مزرعه بررسی کردند که کمپوست، فعالیت نماتدهای مولد گره ریشه و نماتدهای زخم ریشه را کاهش می‌دهد (Everts *et al.*, 2006). هم‌چنین، تولید اندک تخم توسط نماتد ماده، کاهش تفریح لارو و از بین رفتن آنها قبل از رسیدن به ریشه‌های گیاه میزبان و نیز افزایش جمعیت قارچ‌های شکارگر و انگلی در کاهش نماتد ریشه گرهی مؤثر هستند (Mukerji & Garg, 1988). نتایج مطالعات در کره شمالی با کودهای دامی و کمپوست و نیز در تلفیق با کود شیمیایی اوره در مزرعه فلفل قرمز نشان داده است که

شیمیایی در باغ‌های انار بوده و نیز از نظر اقتصادی با توجه به ازدیاد رشد گیاه در کاهش مصرف کودهای شیمیایی و سلامت تولید، قابل توصیه می‌باشند.

۵. تشکر و قدردانی

از دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان و معاونت پژوهشی دانشگاه به دلیل حمایت‌های ایشان در راستای اجرای این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

- Bridge, J., PagGe, S., & Jordan, S. (1982). An improved method for staining nematodes in roots. Report. *Rothamst*, Part 1, 171pp.
- Dias, C. R., Schwan, A. V., Ezequiel, D. P., Sarmento, M. C., & Ferraz, S. (2003). Efeito de extratos aquosos de Plant a smedicinai nas obrevivencia de juvenis de *Meloidogyne incognita*. *Nematology*, 3, 115-126.
- El-Hamawi, M. H., Youssef, M. M. A. & Zawam, H. S. (2004). Management of *Meloidogyne incognita*, the root knot nematode, on soybean as affected by marigold and sea ambrosia (damsisa) plants. *Journal of Pest Science*, 77, 95-98.
- El-Sayed, S. M., & Mahdy, M. E. (2015). Effect of chitosan on root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, on tomato plants. *International Journal of ChemTech Research CODEN (USA)*. 7, 2014-2015.
- Everts, K. L., Sardaneli, S., Kratochvil, R. J., Armentrout, D. K., & Gallagher, L. E. (2006). Root-knot and lesion nematode suppression by cover crops, poultry litter, and poultry litter compost. *Plant Disease*, 90, 487-492.
- Hooks, C. R. R., Wang, K-H, Ploeg, A., & McSorley, R. (2010). Using marigold (*Tagetes spp.*) as a cover crop to protect crops from plant-parasitic nematodes. *Applied Soil Ecology*, 46, 307-320.
- Hosseini, M., Nasr Esfahani, M., & Ghorbani, M. (2018). Antagonistic effects of fungal isolates and two commercial bioproducts in the control of sugar beet cyst nematode, *Heterodera schachtii*. *Biocontrol in Plant Protection*, 5(2), 1-12.

طول ساقه و افزایش تعداد برگ به‌طور کلی تیمار کمپوست ۸۰ و ماری‌گلد ۴۰۰ گرم به‌خوبی توانسته سبب افزایش فاکتورهای رشدی فوق شود. نتایج حاصل از پژوهش‌ها بر روی کاکائو نشان داد که جمعیت نماتد *M. incognita* در ریشه با استفاده از کود مرغی کاهش چشم‌گیری داشته است و در ضمن باعث افزایش فاکتورهای رشدی گیاه شده است (Orisajo et al., 2008). استفاده از کودهای آلی شامل کودهای مرغی در کشور گابون در کنترل نماتدهای ریشه گرهی روی گیاه گوجه‌فرنگی بسیار مؤثر واقع گشته و حتی موجب ازدیاد رشد و محصول نیز شده است (Poswal & Faull, 1989). در آزمایش دیگری که توسط Meyer et al. (1988) با استفاده از کود مرغی بر روی نماتد *M. incognita* صورت گرفت نشان داد که بیش‌ترین میزان در فاکتورهای رشد شامل طول ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه و وزن تر و خشک ریشه در تیمار کود مرغی ۱۰ درصد دیده شده و دارای اختلاف معنی‌داری با سایر غلظت‌ها (۲/۵ و ۵ درصد) داشته است. با توجه به گزارش‌های فوق در رابطه با افزایش فاکتورهای رشدی در اثر استفاده از کودهای آلی، نتایج حاصل از این پژوهش تأیید می‌شود.

بدین ترتیب، نتایج به‌دست‌آمده در این بررسی نشان می‌دهد که استفاده از کودهای آلی و ماری‌گلد، نه تنها موجب کاهش نماتدهای ریشه گرهی می‌شود، بلکه موجب ازدیاد رشدونمو گیاه نیز می‌شود. کود ورمی‌کمپوست ۴۰ تن در هکتار توانایی بسیار بالایی در کنترل نماتد از خود نشان داد. در عین حال سایر تیمارها، اعم از کمپوست ۸۰ تن در هکتار، کمپوست ۶۰ تن در هکتار، کمپوست ۴۰ تن در هکتار، ماری‌گلد ۴۰۰ گرم در مترمربع، ماری‌گلد ۳۰۰ گرم در مترمربع و ماری‌گلد ۲۰۰ گرم در مترمربع نیز در این طیف قرار می‌گیرند و قابل توجه می‌باشند و در نتیجه به‌عنوان جایگزین سموم

- Hussey, R. S. & Barker, K. R. (1973). A comparison of methods of collecting inocula for *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter*, 57, 1025-1028.
- Hyun Gwan, G., Dongro, C., Hangsun, K., YongHwan, L., & Kwangnam, H. (1999). Survey on the micro-animals in crop fields organically. *Crop Protection*, 37(29), 371-375.
- Jenkins, W. R. (1964). A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, 48, 692-672.
- Lazarovits, G., Tenuta, M., & Conn, K.L. (2001). Organic amendments as a disease control strategy for soilborne disease of high-value agricultural crops. *Australas. Plant Pathology*, 30, 111-117.
- McClure, M. A., Krules, T. H., & Misaghi, I. (1973). A method for obtaining quantities of clean *Meloidogyne* eggs. *Journal of nematology*, 5, 230-238.
- Meyer, S. L., Sayre, R. M., & Huettel, R. N. (1988). Comparisons of selected stains for distinguishing between live and dead eggs of the plant parasitic nematode *Heterodera glycines*, proc. *Helminthool. Society Washington*, 55(2), 132-139.
- Moatamedi, M., Bazgir, E., Nasr Esfahani, M., & Darvishnia, M. (2018). Genetic variation of bread wheat cultivars in response to cereal cyst nematode, *Heterodera filipjevi* *Nematology* 20(9), 859-875.
- Moradi, H., Fahramand, M., Sobkhizi, A., Adibian, M., Noori, M., & Abdollahi, H. (2014). Effect of vermicompost on plant growth and its relationship with soil properties. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 3, 333-338.
- Mukerji, K. G., & Garg, K. L. (1988). *Biocontrol of plant diseases* Vol. 1, CRC, Press Florida U.S.A. 211p.
- Nasr Esfahani, M., & Ansari Pour, B. (2007). Efficacy of *Paecilomyces lilacinus* for controlling *Meloidogyne javanica* on tomato in greenhouse. *Pakistan Journal of Nematology*, Iran Agricultural Research 24(1.2), 67-76.
- Nasr, E. M., & Ahmadi, A. O. (2005). The effect of organic and chemical fertilizers on nematode *M. javanica* in cucumbers. *Journal of Plant Pathology*. 1(41), 1-17. (In Persian).
- Nasr, E. M. (2007). Integration of solar-heating and soil-amendment, an effective control measure against root-knot nematodes in cucumber fields. *Acta Horticulturae*, 731, 183-187.
- Nasr, E. M., Nasr, Esfahani, M., & Olia, M. (2014). The effect of organic fertilizers on sugar beet cyst nematode population density) *Heterodera schachtii*. *Plant Protection*, 31(3), 32-41.
- Nasr, E. M., Pourfard, H., & Ahmadi, A. (2015). Parasitic nematodes and plant pathogens of crops. *Publications and educational*, 19, 27-37.
- Natarajan, N., Cork, A., Boomathi, N., Pandi, R., Velvan, S., & Dhakshnamoorthy, G. (2006). Cold aqueous extracts of African marigold, *Tagetes erecta* for control tomato root-knot nematode. *Meloidogyne incognita*. *Crop protection*, 25, 1210-1213.
- Oostenbrink, M. (1966). Major characteristics of the relation between nematodes and plants. Meded Landbouwhoges. Wagenigen no.66-4pp.
- Orisajo, S. B., Afolami, S. O., Fademi, O., & Atungwu, J. (2008). Effects of poultry litter and carbofuransoil amendments on *Meloidogyne incognita* attacks on 162cacao. *Journal of Applied Biosciences*, 1, 214-22.
- Poswal, K. A., & Faull, J. L. (1989). Commercial approaches to the use of biological control agents. In Whipps, J.M. and Lumsden R.D., (eds), *Biotechnology of fungi for improving plant growth*, 4, 75-259.
- Ramazani, H. (2013). Management of Root-Knot nematode, *Meloidogyne incognita* with some organic amendments. *Plant Protection Journal*, 6, 191-197.
- Renco, M., & Kovacic, P. (2015). Assessment of the nematicidal potential of vermicompost, vermicompost tea, and urea application on the potato-cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *Journal of Plant Protection Research*, 55, 187.192.
- Sasser, J. N., Carter C. C., & Hartman, K. M. (1984). Standardization of Host Suitability Studies and Reporting of Resistance to Root-knot Nematodes. North Carolina State University, Raleigh and United States Agency for International Development.
- Sasser, J. N., & Carter, C. C. (1985). An advance treatise on *Meloidogyne*. *North Carolina State University Graphics*, 422 pp.
- Steel, H., Verdoordt, F., Cerevkov, A., Couvreur, M., Fonderie, P., & Moens, A. (2013). Survival and colonization of nematodes in a composting process Invertebrate Biology. *The American Microscopical Society*. Inc. DOI: 10.1111/ivb.12020.
- Taylor, A. L., & Sasser, J. N. (1978). Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) crop. Publ. Dep. Plant pathol, North carolina State univ. and U.S. Agency Int. Dev. Raliegh, N.C. 111pp.
- Wang, K. H., Hooks, C. R., & Ploeg, A. T. (2017). Protecting Crops from Nematode Pests: Using Marigold as an alternative to chemical nematicides. *Plant Disease*, 3, 1-6.
- Wang, K. H., Radovich, T., Pant, A., & Cheng, Z. (2014). Integration of cover crops and vermicompost tea for soil and plant health management in a short-term vegetable cropping system. *Applied Soil Ecology*, 82, 26-37.