نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 3، پاییز 1396، ص. 487-475

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 3, Fall 2017, P. 475-487

اثر کودهای آلی در تراکم جمعیت نماتد سیستی چغندرقند *Heterodera schachtii* Schmidt 1871

ندا هلالات[1]- مهدی نصر اصفهانی[2*]- مجید اولیا[3]

تاریخ دریافت: 1395/07/10
تاریخ پذیرش: 1396/06/06

چکیده

جهت بررسی کنترل غیر شیمیایی نماتد سیستی چغندر قند، آزمایشی با استفاده از کودهای آلی در دو سطح مزرعه و گلخانه صورت پذیرفت. در این آزمایش، از کودهای نپوسیده دامی، در مقادیر 20، 40 و 60 تن در هکتار، مرغی 10، 20 و 40 تن در هکتار; کود سبز (ضایعات برگ کلم); دو نوع کمپوست 08 (0/8 میلی‌متر) و 015 (0/15 میلی‌متر)، و ورمی‌کمپوست، هر کدام به میزان 20، 40 و 60 تن در هکتار انجام گردید. جمعیت نهایی، تعداد تخم و لارو سن دوم موجود، در هر گرم خاک، مبنای تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. هم‌چنین، فاکتور تولیدمثل و درصد کاهش و یا افزایش جمعیت نماتد سیستی چغندرقند محاسبه گردید. نتایج حاصله نشان داد، تیمار کود مرغی با 93/32 در صد، بیشترین اثر را در کاهش جمعیت نماتد سیستی چغندرقند و کمترین مقدار، در کود حیوانی 20 تن در هکتار با 44/77 درصد کاهش داشته است. کمترین میزان فاکتور تولیدمثل، در تیمار کود مرغی بود. تیمارهای کود کمپوست 015، کمپوست 08، ورمی کمپوست، برگ کلم و کود گاوی در رده‌های بعد قرار گرفتند. نتایج، در خصوص میزان محصول، عیار قند و سایر شاخص‌ها در تیمارهای مختلف چغندرقند مورد بررسی، نشان داد که تفاوت قابل‌توجه در بین تیمارها وجود دارد. به طوری‌که کود مرغی 20 و 40 تن در هکتار، به ترتیب با 27/55 و 26/93 تن محصول در هکتار، بیشترین مقدار و کمترین آن، در تیمارهای شاهد و برگ کلم 20 تن در هکتار، به ترتیب با 13/77 و 14/20 تن در هکتار بود.

واژه‌های کلیدی: برگ کلم، کمپوست، کود دامی، کود سبز، کود مرغی، ورمی کمپوست

مقدمه

چغندرقند یکی از محصولات اساسی و ماده اولیه صنایع قند و شکر کشور می‌باشد. این گیاه، یکی از دو محصول مهم تأمین کننده‌ی قند، در جهان است که حدود یک چهارم شکر جهان در مناطق معتدل، یعنی مناطقی که نیشکر در آن‌ها کشت نمی‌شود، به وسیله‌ی آن تولید می‌شود (14).

در بین عوامل بیماری‌زا، نماتدهای انگل گیاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. در ایران، علاوه بر گزارشات پراکنده، مطالعاتی در مورد شناسایی نماتدهای انگل گیاهی مزارع چغندرقند در برخی از مناطق صورت گرفته است. گونه‌های *H. schachtii*، *M. incognita*، *M.arenari* و هم‌چنین، جنس‌های *Aphelenchus*، *Tylenchorhynchus*، *Pratylenchus*، به عنوان نماتدهای انگل گیاهی مهم ایران از سال 1342 تا 1346 توسط کارشناسان از مزارع چغندرقند جمع‌آوری و شناسایی گردیده است (30). اخیانی و همکاران (1372)، 26 گونه نماتد از مزارع چغندرقند استان اصفهان جمع‌آوری و شناسایی کردند و در بین همه‌ی نماتدها، گونه‌های *H. schachtii*، *M. incognita* و *M. javanica* را به علت پراکندگی وسیع و درصد خسارت وارده، از جمله مهم‌ترین نماتدهای زراعت چغندرقند در استان اصفهان معرفی کرده‌اند (30). کاهش عملکرد چغندرقند در اثر حمله نماتدها حدود 10 در صد برآورد شده که در این میان نماتد مولد سیست چغندرقند (*Heterodera schachtii*) مسئول کاهش بیش از 90 درصد این مقدار است و بر همین اساس، به عنوان مهمترین بیماری چغندرقند در جهان شناخته شده است (8، 24 و 33).

1 و 3- کارشناس ارشد و دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه شهرکرد
2- دانشیار بیماری شناسی گیاهی، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: mne2011@gmail.com)
DOI: 10.22067/jpp.v31i3.57891

نماتد سیستی چغندرقند: نماتد سیستی چغندرقند، *Heterodera schachtii* Schmidt 1871 سال 1850 توسط هرمان شاخت (Herman Schacht) در آلمان به عنوان آفت چغندرقند مشاهده و در سال 1871 به وسیله آدولف اشمیت Adolf (Schmidt) نامگذاری گردید. نماتد سیستی چغندرقند، مهم‌ترین نماتد چغندرقند است که به طور وسیعی در اکثر مناطق چغندرکاری جهان گسترش دارد و باعث ضعف، زردی، کاهش عملکرد و کیفیت محصول در چغندرقند می‌شود (30). مبارزه با این نماتد، در اواخر قرن 19 در اروپا، سبب ورشکستگی 24 کارخانه قند شد (34). از آن روز تاکنون، مبارزه با این نماتد، مبتنی بر ممنوعیت کشت در اراضی شدیدا" آلوده، کشت زود هنگام (فرار)، تغذیه کامل، تناوب زراعی، ترکیبات شیمیایی، گیاهان تله بوده که هر یک دارای محدودیت‌های خاص خود می‌باشد. با توجه به مشکلات و محدودیت‌های سایر روش‌های کنترل نماتد چغندرقند، نظیر طولانی بودن دوره تناوب، مسائل بازده اقتصادی زراعت‌های جانشین، اقتصادی نبودن مصرف سموم نماتدکش، مسمومیت شدید آن‌ها برای انسان و دام و آلودگی محیط زیست و کاستی ارقام مقاوم، نسبت به نماتد چغندرقند، سعی بر آن شده که روش‌های کنترلی دیگر، از جمله استفاده از مواد آلی نیز به مرحله‌ی اجرا گذاشته شود. عملیات زراعی، مثل اصلاح خاک با بقایای آلی حیوانی یا گیاهی، در کاهش بیماری‌های گیاهی مختلف، کاربرد دارد و اثرات آن‌ها بر پاتوژن‌های خاک به خوبی مشخص شده است (23، 24، 28 و 41). در بسیاری از نظام‌های کشاورزی پایدار، به خصوص در کشاورزی زیستی، از کمپوست‌ها و کودهای آلی و عصاره‌های آن‌ها در جهت بهبود شرایط و حاصلخیزی خاک و نیز پیشگیری و کنترل امراض و آفات گیاهی استفاده می‌شود (1، 8 و 20).

جهت بررسی امکان کنترل نماتد سیستی چغندرقند در مزارع آلوده، آزمایش‌هایی با استفاده از روش آفتابدهی و استفاده از کود حیوانی نپوسیده در مزارع آلوده اطراف کارخانه قند اصفهان در منطقه جی و قهاب صورت پذیرفته است (26). چهار تیمار این آزمایش شامل، استفاده از روش آفتابدهی خاک با به کارگیری ورقه‌های پلاستیکی شفاف، استفاده از کود حیوانی تازه، تلفیق پوشش ورقه‌های پلاستیکی و کود حیوانی بوده که طی دو سال انجام گردید. تیمارهای کود حیوانی و آفتابدهی به تنهایی از لحاظ آماری تفاوتی با یکدیگر نداشتند. ولی، تیمار تلفیق کود حیوانی و آفتابدهی، کمترین فاکتور تولیدمثل را داشته و با 99/85 درصد، بیشترین درصد کاهش جمعیت را نشان داده است (26). رنکو و همکاران (2011) نشان دادند که تیمار کود مرغی توانسته است، تولید مثل نماتد سیست چغندرقند را به طور قابل توجهی کاهش دهد و مؤثرترین تیمار باشد که البته، کاهش فاکتور تولیدمثل بستگی به میزان مواد آلی استفاده شده در خاک دارد (33). کودهای مرغی و کمپوست سبز روی محصول سیب زمینی، باعث کاهش جمعیت تخم و لارو نماتد سیست سیب زمینی در حدود 85-50 درصد شده، ضمن این‌که کود مرغی مؤثرتر گزارش شده است (36).

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 همگی به طور نسبی در کاهش جمعیت نماتدهای ریشه گرهی مؤثر بوده است (9 و 25). هم‌چنین، در آزمایشی که توسط رنکو و همکاران (2007) صورت گرفت، تأثیر مثبت کود مرغی بر فاکتور تولیدمثل به اثبات رسیده است. در گزارشی، توسط نصر و همکاران (1384) اثر کودهای آلی، شامل کودهای نپوسیده دامی، مرغی، کود سبز (ضایعات برگ کلم)، کمپوست (کودهای تولیدی شهرداری از جمع‌آوری زباله‌های شهری)، کودهای شیمیایی (NPK) به‌طور جداگانه و در تلفیق با کودهای آلی در کنترل نماتدهای ریشه گرهی گونه‌ی غالب *Meloidogyne javanica* نشان داده است که تلفیق کود مرغی و شیمیایی (NPK) از مؤثرترین تیمارها در کاهش تعداد تخم و نوزاد نماتد در خاک و ریشه بوده است (24 و 27).

بررسی نتایج جمعیت نماتدهای آزادزی درون خاک، قبل از اعمال کود مرغی نشان از وجود نماتدهای انگلی از جنس‌های *Heterodera*، *Tylenchus*، *Paratylenchus* و نماتدهای آزادزی از جنس‌های *Rhabditis*، *Cephalobulus* بوده که حاکی از افزایش جمعیت نماتدهای آزادزی بوده است (4، 7، 39 و 40).

هدف اصلی در این تحقیق، بررسی اثر کودهای آلی، شامل کودهای حیوانی و مرغی، کمپوست (زباله شهرداری)، ورمی کمپوست و ضایعات برگ کلم، در مقادیر مختلف، روی جمعیت نماتد سیستی چغندرقند، در دو سطح مزرعه و گلخانه بوده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه

1- انتخاب زمین آلوده: جهت اجرای این تحقیق، در شروع آزمایش، ابتدا مزرعه‌ای با سابقه کشت چغندرقند وآلودگی به نماتد سیستی چغندرقند، در منطقه جی و قهاب، در اطراف کارخانه قند اصفهان انتخاب شد. جهت تأیید آلودگی این مزرعه، تعداد 10 نمونه، به صورت تصادفی از نقاط مختلف مزرعه مذکور، انتخاب و طبق روش مندرج در بند 2، سیست‌ها از خاک استخراج و میزان جمعیت تخم و لارو سن دوم نماتد مذکور، در هر گرم خاک مزرعه محاسبه گردید (5، 10 و 13).

2- تعیین جمعیت اولیه (Pi) نماتد سیستی چغندرقند در خاک: برای تعیین جمعیت اولیه‌ی نماتد سیستی چغندرقند در خاک، ابتدا زمین انتخابی، قبل از اعمال تیمارها، بر حسب تیمار و

تکرارها، به کرت‌هایی به مساحت 8 متر مربع، تقسیم و از 5 نقطه هر کرت نمونه‌هایی از عمق صفر تا 30 سانتی‌متر جمع‌آوری و پس از مخلوط کردن آن‌ها، به صورت یک نمونه‌ی مرکب دو کیلوگرمی به آزمایشگاه منتقل گردید (15، 18، 21 و 23).

سپس، 200 گرم از خاک هر نمونه، در هوای معمولی خشک و سیست‌های موجود در آن با روش فنویک استخراج شد. کلیه‌ی سیست‌های حاوی تخم و لارو سن دوم، با بررسی در زیر بینوکولار جدا و سیست‌های هر نمونه، پس از خرد کردن آن‌ها با سیست خردکن، جمعیت اولیه‌ی تخم و لارو سن دوم موجود در 200 گرم خاک و در نهایت در یک گرم خاک محاسبه گردید (6 و 18).

3- اعمال تیمارها: کلیه مواد آلی مربوطه، شامل کود مرغی و ورمی‌کمپوست و کودهای گاوی، برگ کلم و کمپوست شهرداری، در مقایسه با شاهد، یعنی فاقد هر گونه تیمار، قبل از کاشت چغندرقند، به شرح ذیل به خاک اضافه، شخم و آبیاری گردید (24 و 31).

تیمارها

1- کود مرغی نپوسیده (CYM) در سه مقدار مختلف شامل 10، 20 و 40 تن در هکتار، در سه تیمار جداگانه

2- کود گاوی نپوسیده (FYM) در سه مقدار مختلف شامل 20، 40 و 60 تن در هکتار (یعنی کود حیوانی تازه‌ای که در دامداری تولید و جمع‌آوری شده بود)، در سه تیمار جداگانه.

3- کود سبز (ضایعات برگ کلم) (G) در سه میزان مختلف شامل 20 ، 40 و 60 تن در هکتار (منظور آن برگ‌هایی است که پس از برداشت محصول کلم به‌صورت بقایای گیاهی در مزرعه باقی می‌ماند)، در سه تیمار جداگانه.

4- کود کمپوست 015(CO)(0/15 میلی‌متری)، در سه مقدار مختلف شامل 20، 40 و 60 تن در هکتار (کودهای تولیدی شهرداری از جمع‌آوری زباله‌های شهری)، در سه تیمار جداگانه.

5- کود کمپوست 08 (0/8 میلی‌متری)، در سه مقدار مختلف شامل 20، 40 و 60 تن در هکتار در سه تیمار جداگانه.

کود ورمی‌کمپوست در سه میزان مختلف شامل 20، 40 و 60 تن در هکتار در سه تیمار جداگانه.

شاهد (فاقد هر گونه تیمار).

تیمارها، هرکدام در 3 تکرار، در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی، در مزرعه به اجرا در آمد. در واقع، کلیه مواد (تیمارها) در نیمه دوم بهمن ماه، به خاک اضافه و هر تکرار به طور جداگانه شخم و پس از حدود یک ماه، یعنی در نیمه دوم اسفند ماه، اقدام به کشت چغندر شد. لازم به ذکر است که وضعیت جمعیت نماتد، قبل و پس از انجام تیمارها، به صورت فوق، برای هر تکرار مشخص گردید (11 و 23).

کاشت چغندرقند: عملیات کاشت چغندرقند رقم 005، رقم دریافتی از بخش چغندرقند، در مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، یک ماه پس از اعمال تیمارها به روش سنتی انجام شد. در طول دوره رشد چغندرقند، عملیات داشت از جمله آبیاری صحیح، کوددهی، مبارزه با علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها و سایر عملیات لازم صورت گرفت.

4- تعیین جمعیت نهایی (PF): جهت تعیین جمعیت نهایی، طبق روش اشاره شده در بند یک و دو، سیست‌های پر (سیست‌های حاوی تخم و لارو) موجود در خاک، در اواخر فصل، استخراج شد. سیست‌های هر نمونه، پس از خرد کردن با سیست خردکن، جمعیت تخم و لارو سن دوم موجود در 200 گرم خاک و در نهایت در یک گرم خاک محاسبه گردید (11، 24 و 32).

5- محاسبه فاکتور تولیدمثل و درصد کاهش جمعیت نسبت به جمعیت اولیه: فاکتور تولیدمثل، بر اساس میانگین جمعیت نهایی و اولیه هر تیمار، برای هر آزمایش محاسبه شد. بر آن اساس، درصد کاهش و یا افزایش جمعیت نماتد سیستی چغندرقند، در هر تیمار نسبت به جمعیت اولیه‌ی همان تیمار در آزمایش مذکور محاسبه گردید (29).

محاسبات آماری: ابتدا با استفاده از نرم افزار SAS، آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها بررسی شد. یک نواختی واریانس‌های درون تیمار نیز با استفاده از آزمون بارتلت تعیین شد. با توجه به یک نواخت نبودن واریانس‌های درون تیمار، تبدیل زاویه‌ای (Arc Sin x) انجام شد و داده‌های تبدیل شده، نرمال بودن با استفاده از نرم‌افزار SAS مجدداً مورد آزمون قرار گرفت. نهایت، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین، با روش دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام شد (38).

آزمایش گلخانه‌ای

آزمایش در گلخانه‌های بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی اصفهان انجام یافت. در گلخانه نیز پس از اعمال تیمارها به همان میزان، به گلدان‌هایی با گنجایش 5 کیلوگرمی خاک، از نوع سفالی، حاوی خاک همان مزرعه و کاشت چغندرقند و تعیین جمعیت قبل و در پایان رشد، مانند روش مزرعه‌ای انجام و فاکتور تولیدمثل به همان روال با خاک آلوده محاسبه گردید. در نهایت، میانگین فاکتور تولیدمثل و درصد کاهش و یا افزایش جمعیت مجموع دو آزمایش محاسبه شد. بررسی‌ها، در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با چهار تکرار برای گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفت.

6- عملکرد میزان درصد قند محصول چغندر و درصد عناصر مهم چغندرقند: در زمان برداشت، در هر کرت (تکرار) با نمونه‌برداری از محصول تولیدی و با ارسال نمونه‌های محصول چغندر به کارخانه قند، وضعیت میزان درصد قند محصول چغندر و درصد

عناصر مهم در اثر هر یک از تیمارها تعیین گردید.

7- **محاسبات آماری**: داده‌های گلخانه و اجزای عملکرد نیز، مشابه شرایط در مزرعه انجام و تجزیه واریانس آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین، با روش دانکن در سطح احتمال یک در صد انجام شد (38).

8- **محاسبات اقتصادی**: هم اکنون، قیمت کودهای مورد استفاده، مشخص و معین می‌باشد. یعنی این که به ازای هر کیلوگرم کود مرغی 150-200 تومان، گاوی 50 تومان، کمپوست شهرداری 50 تومان، ورمی‌کمپوست 700 تومان، ضایعات برگ کلم (فعلا قیمت خاصی ندارد) می‌باشد. لذا، پس انجام آزمایش‌ها و اخذ نتایج نهایی، بر اساس قیمت‌های فوق، بررسی‌هایی در این خصوص انجام و اقتصادی بودن هر یک از تیمارهای مؤثر، تعیین و جمع‌بندی گردید.

نتایج

جمعیت اولیه (p_i): بررسی‌های حاصل از تجزیه واریانس نمونه‌های اولیه در مزرعه، نشان داد که در بین جمعیت اولیه تیمارهای مورد آزمایش در هر بلوک، تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. هم‌چنین، میانگین جمعیت اولیه در هر گرم خاک 85/ 4 عدد تخم و لارو محاسبه شد. جمعیت اولیه در آزمایش مزرعه و گلدان به دلیل استفاده از خاک مشابه، یکسان بود (جدول 1) (P= 0/01).

بررسی‌ها در سطح مزرعه

درصد کاهش جمعیت نماتد: مقایسه‌ی نتایج حاصل از تجزیه واریانس در این خصوص، نشان داد که از نظر کاهش جمعیت نماتد سیست چغندرقند، بین تیمارهای مورد آزمایش، تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت (جدول 1)(P=0.01). نتایج داده‌ها نشان داد که کاهش قابل توجهی نسبت به جمعیت اولیه، در هر تیمار و نیز در مقایسه با شاهد رخ داده است. نتایج حاصله نشان داد، تیمار کود مرغی به میزان 40 تن در هکتار با درصد کنترل 92/4، بیشترین اثر را در کاهش جمعیت نهایی نماتد سیستی چغندرقند، نسبت به سایر تیمارها و شاهد داشته است. تیمارهای کود مرغی 20 تن در هکتار با 88/4 درصد و کمپوست 015، به میزان 60 تن در هکتار با 87/51 درصد کنترل بودند و از لحاظ آماری تفاوتی با یکدیگر نداشتند و هر دو در یک گروه آماری نسبت به سایر تیمارها و نیز شاهد قرار گرفتند (جدول 1) (P=0/01). هم‌چنین، تیمار کود مرغی 10 تن در هکتار 85/97 درصد و کمپوست 08، 60 تن در هکتار با درصد کنترل 85/92 از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشتند. تیمارهای ورمی‌کمپوست به میزان 20 تن در هکتار با در صد کنترل 62/9، تیمار برگ کلم 20 تن در هکتار با درصد کنترل 60/79 و تیمار کود گاوی 40 و 20 تن در هکتار به ترتیب با 49/79 و 37/8 درصد، کمترین کاهش جمعیت را نشان دادند و در گروه‌های آماری جداگانه قرار گرفتند (جدول 2). در تمامی فاکتورهای جمعیت نهایی، تولیدمثل، درصد تکثیر جمعیت نماتد و درصد کاهش جمعیت، تیمار کود مرغی، کمپوست 015، کمپوست 08، ورمی‌کمپوست، ضایعات برگ کلم و کود گاوی به ترتیب دارای بهترین نتایج بودند.

درصد تکثیر جمعیت نماتد: بررسی‌های حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد که از نظر درصد تکثیر جمعیت نماتد سیست چغندرقند، بین تیمارهای مورد آزمایش، تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشته است (جدول 1)(P=0.01). بررسی‌ها، در اثر تیمارهای اعمال شده نشان داد که تیمار کود مرغی 40 تن در هکتار، با 7/59 درصد، دارای کمترین تکثیر جمعیت نماتد بود و تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها و شاهد داشته و در یک گروه آماری جداگانه قرار گرفت. تیمارهای کود مرغی20 تن در هکتار، کمپوست 015 به میزان 60 تن در هکتار، کود مرغی 10 و کمپوست 08 به میزان 60 تن در هکتار، به ترتیب با 11/56، 12/48، 14/02 و 14/07، در رده‌های بعدی قرار گرفتند (جدول 2)(P=0.01).

جدول 1- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای جمعیت نماتد، طول ریشه و وزن خشک ریشه در مزرعه وگلخانه

Table 1- Variance analysis of the various treatments on nematode population factors, root length and dry weight in the field and glass house

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات Mean Squre		ضریب تغییرات C.V.	
		مزرعه Field	گلخانه Glass-house	مزرعه Field	گلخانه Glass-house
جمعیت اولیه Initial population	18	0.062^{ns}	0.062^{ns}	4.81	4.81
کاهش جمعیت Popul. reduction	18	1449.16^{**}	1345.22^{**}	1.65	1.80
تولید مثلReproduction	18	0.5^{**}	0.49^{**}	5.33	5.29
جمعیت نهاییFinal population	18	12.06^{**}	11.92^{**}	13.08	12.01
طول ریشه Root Length	18	11.12^{**}	3.31^{**}	2.53	2.56
وزن خشکDry weight	18	1499.17^{**}	57.26^{**}	4.2	2.99

ns ، ** و * به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی دار در سطح یک در صد و پنج درصد

ns, ** and * non-significant, significant one percent and five percent respectively

فاکتور تولید مثل: نتایج حاصل از تجزیه واریانس، نشان داد که از نظر فاکتور تولیدمثل، بین تیمارها، تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود دارد (جدول 1)(P=0.01). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، تیمار کود مرغی به میزان 40 تن در هکتار با 0/14 عدد تخم و لارو در گرم خاک، دارای کمترین میزان فاکتور تولیدمثل بوده و از لحاظ آماری، تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها و شاهد داشته است (جدول 2)(P=0.01). تیمار کود مرغی 20 تن در هکتار، 015 کمپوست 60 تن در هکتار، کود مرغی 10 تن در هکتار و 08 کمپوست 60 تن در هکتار، در رده‌های بعدی گروه آماری قرار داشته و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشتند (جدول 2).

نتایج تحقیق حاضر در خصوص کاهش جمعیت نماتد و نیز ازدیاد رشد در اثر کودهای مورد استفاده، نشان داد که اثر قابل توجه و با اثر معنی‌دار در این امر مهم از خود نشان داده‌اند (جداول 1 و 2).

ارزیابی آزمایش در گلخانه: ارزیابی آزمایش در گلخانه، براساس محاسبه جمعیت نهایی نماتد و فاکتورهای رشدی گیاه صورت گرفت که نحوه ارزیابی به صورت ذیل ارایه شده است.

محاسبه درصد کاهش جمعیت نماتد: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که از نظر کاهش جمعیت نماتد سیست چغندرقند، بین تیمارها تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود دارد (جدول 1) (P=0.01). هم‌چنین، نتایج نشان داد، تیمار کود مرغی 40 تن در هکتار با 94/24 درصد کاهش، دارای بیشترین میزان کاهش جمعیت بود و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها و شاهد داشت. تیمار کود مرغی 20 تن در هکتار و کمپوست 015 در 60 تن در هکتار، کود مرغی 10 تن در هکتار، کمپوست 08 و دامی در 60 تن در هکتار به ترتیب با 90/46، 89/90، 89/32، 12/ 89 و 74/60 درصد، در رده‌های بعدی قرار داشته و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشتند (جدول 2) (P=0.01).

درصد تکثیر جمعیت نماتد: بررسی‌های حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در این خصوص، نشان داد که از نظر درصد تکثیر جمعیت نماتد، بین تیمارهای مورد آزمایش تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشته است (جدول 3) (P=0.01). بررسی‌ها در اثر تیمارهای اعمال شده نشان داد، تیمار کود مرغی 40 تن در هکتار با 5/76 درصد، دارای کمترین تکثیر جمعیت نماتد بود و تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها و شاهد داشته و در یک گروه آماری جدا قرار گرفت. تیمارهای کود مرغی 20 تن در هکتار، کمپوست 015 به میزان 60 تن در هکتار، کود مرغی 10 تن در هکتار و کمپوست 08 به میزان 60 تن در هکتار به ترتیب با 9/53، 10/1، 10/68 و 10/88 درصد، در رده‌های بعدی قرار گرفتند (جدول 2).

فاکتور تولیدمثل: مقایسه نتایج حاصل از تجزیه واریانس، نشان داد که از نظر فاکتور تولیدمثل، بین تیمارهای مورد آزمایش، تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود دارد (جدول 3) (P=0.01). هم‌چنین، نتایج حاصل، نشان داد که تیمار کود مرغی 40 تن در هکتار با 0/1 عدد تخم و لارو در هر گرم خاک، دارای کمترین میزان فاکتور تولیدمثل بوده و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها و شاهد داشته است. تیمار کود مرغی 20 تن در هکتار ، کمپوست 015، 60 تن در هکتار، کود مرغی 10 تن در هکتار وکمپوست 08، 60 تن در هکتار با 0/18، 0/19، 0/2 و 0/2 عدد تخم و لارو در هر گرم خاک در رده‌های بعدی گروه‌های آماری قرار داشته و از لحاظ آماری، تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشتند (جدول 2) (p= 0.01).

تعیین میزان محصول، قند و سایر فاکتورهای تجزیه‌ی ریشه‌های چغندرقند

نتایج حاصل از داده‌ها، در خصوص میزان محصول، عیار قند و سایر شاخص‌ها در تیمارهای مختلف چغندرقند مورد بررسی، نشان داد که تفاوت قابل‌توجه در بین تیمارها وجود دارد (جدول 3) (P=0.01). به طوری‌که کود مرغی 40 و 20 تن در هکتار، به ترتیب با 27/55 و 26/93 تن در هکتار، در یک گروه آماری، بیشترین مقدار محصول را به اختصاص داده و کمترین آن، در تیمارهای شاهد و برگ کلم 20 تن در هکتار، به ترتیب با 13/77 و 14/20 تن در هکتار بود که در یک گروه آماری با اثر معنی‌دار با سایر تیمارها قرار گرفتند. در خصوص عیار قند، تیمارهای کود کمپوست 015 به میزان 60 تن در هکتار با 18/06 درصد و کود کمپوست 08 به میزان 60 تن در هکتار با 17/97 درصد، بیشترین میزان عیار قند را دارا بودند. هم‌چنین، کمترین میزان عیار قند، مربوط به تیمارهای برگ کلم 20 تن در هکتار و شاهد به ترتیب با 14 و 13,35 درصد بود. سایر تیمارها، در خصوص عیار قند، درحد واسط این دو گروه با اثر معنی‌دار واقع شدند (جدول 4) (P=0.01). از نظر میزان عناصر مورد بررسی، شامل عناصر پتاسیم، سدیم و نیترات مشخص گردید، بیشترین میزان عنصر پتاسیم، مربوط به تیمارهای کود گاوی 60 تن در هکتار با 7/13 میلی‌گرم، کمپوست 015 به میزان 40 تن در هکتار با 7 میلی‌گرم و ورمی کمپوست 40 تن در هکتار با 6/97 میلی‌گرم بود. هم‌چنین، بیشترین میزان عنصر سدیم، مربوط به تیمارهای کمپوست 08 و 015 به میزان 60 تن در هکتار به ترتیب با 4/71 و 4/55 میلی‌گرم تعیین شد. کمترین میزان عنصر سدیم مربوط به تیمارهای شاهد و کلم 20 تن در هکتار به ترتیب با 2/28 و 2/48 میلی‌گرم و در مورد عنصر نیترات، بیشترین میزان مربوط به تیمارهای کود مرغی 10 تن در هکتار با 3/41 و کود گاوی 20 تن در هکتار با 3/35 و کمترین میزان، مربوط به شاهد با 1/98 میلی‌گرم تعیین شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای درصد کاهش جمعیت نماتد ، تولید مثل ، جمعیت نهایی در مزرعه و گلخانه

Table 2- Mean comparison of various treatments on nematode population reduction, reproduction and final population in the field and glass house

تیمار Treatments	درصد کاهش جمعیت نماتد Population reduction (%)		تولیدمثل** Reproduction		جمعیت نهایی** Final population	
	مزرعه Field	گلخانه Glass-house	مزرعه Field	گلخانه Glass-house	مزرعه Field	گلخانه Glass-house
کود مرغ40t/ha Chichen manure	92.40a	94.24a	0.14j	0.1j	0.7i	0.53h
کودمرغی20t/ha Chichen manure	88.44b	90.46b	0.21i	0.18i	1.11i	0.91h
کود کمپوست 60 t/ha o15 Compost	87.51bc	89.90b	230.i	0.19i	1.09i	0.88h
کودمرغی10 t/ha Chichenmanure	85.97c	89.32b	0.26i	0.2i	1.27 hi	0.96gh
کود کمپوست 60 t/ha o8 Compost	85.92c	89.12b	0.26i	0.2i	1.26hi	0.97gh
کود ورمی کمپوست 60t/ha Vermicompost	80.20de	84.29c	0.37h	0.29h	1.76 gh	1.38fg
کود کمپوست 40 t/ha o15 Compost	80.62d	83.58cd	0.36h	0.3gh	1.82 gh	1.54f
کود کمپوست 20 t/ha o15 Compost	79.32de	83.29cd	0.38gh	0.3gh	1.88 g	1.52 f
کود کمپوست 40 t/ha o8 Compost	79.54de	82.93cd	0.38gh	0.32gh	1.85 g	1.54 f
کود ورمی کمپوست 40t/ha Vermicompost	78.62ef	82.16cd	0.4fgh	0.33g	1.87 g	1.56 f
برگ کلم60t/ha Cabbage leaves	76.98fg	82.06d	0.42fg	0.33g	2.05 fg	1.6 f
کود کمپوست 20 t/ha o8 Compost	76.40g	81.72d	0.44f	0.34g	2.13fg	1.65f
برگ کلم40t/ha Cabbage lesves	70.31h	75.45e	0.55e	0.45f	2.62ef	2.16e
کود گاوی60t/ha. Farm manure	67.95i	74.90e	0.59e	0.46f	2.85e	2.23e
کود ورمی کمپوست 20t/ha Vermicompost	62.92j	72.60f	0.69d	0.5e	3.11de	2.27e
برگ کلم20t/ha Cabbage lesves	60.79k	69.21g	0.72d	0.57d	3.46d	2.72d
کود گاوی40t/ha. Farm manure	49.79l	59.17h	0.93c	0.76c	4.53c	3.68c
کود گاوی20t/ha. Farm manure	37.80m	51.74i	1.15b	0.89b	5.57b	4.31b
شاهد(no any treatment) Control	0n	٠j	1.85a	1.9a	9.20a	9.43a

** تخم و لارو در هر گرم خاک Eggs and larvae per gram of soil

- اعداد با حروف مشابه در ستون‌ها فاقد اثر معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند.The numbers with the same letters in the column are not significant at 1% level -

همچنین، سایر شاخص‌ها، شامل میزان ضریب قلیایی، از نظر میزان درصد شکر قابل استحصال، بیشترین راندمان و در مورد قند ملاس، تفاوت‌های قابل ملاحظه و معنی‌دار در بین تیمارها وجود داشت که در جدول مربوطه درج گردیده است (جدول 4) (P=0.01). از نظر میزان اقتصادی بودن نتایج فوق، مشخص گردید که کود مرغی، کمپوست (زباله شهرداری)، ورمی‌کمپوست، کود حیوانی و

ضایعات برگ کلم، در مقادیر مختلف با کمی اختلاف، نماتد سیستی چغندرقند را به خوبی کنترل نمایند. هم‌چنین، بیشترین محصول را تولید کنند (جداول 3 و 4) (P= 0.01). البته، در خصوص کود مرغی در مقادیر 10، 20 و 40 تن در هکتار، این که چندان تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نگردید. لذا، جهت استفاده بهینه و از نظر اقتصادی، مقدار 20 تن در هکتار، مقدار مناسب و قابل قبولی است که از نظر اقتصادی مبلغ 3 میلیون تومان محاسبه می‌گردد. ولی، در خصوص سایر کودها، مثل کمپوست 015 و 08، ورمی کمپوست، برگ کلم وکود گاوی به میزان 40 الی 60 تن در هکتار بین 2 الی 3 میلیون تومان نیز از نظر کنترل و نیز اقتصادی بودن، قابل استفاده می‌باشند. هر چند که، با توجه به قیمت کود ورمی‌کمپوست با هر کیلوگرم 700 تومان و معادل هفت میلیون تومان در هکتار، اقتصادی به نظر نمی‌رسد. ولی، در مورد کمپوست شهرداری 015 و 08 و کود حیوانی نپوسیده 40 تن در هکتار، به میزان هر کیلو 50 تومان، با 2 میلیون تومان در هکتار خواهد بود

بحث

میانگین جمعیت اولیه، قبل از آزمایشات، 4/85 عدد تخم و لارو در هر گرم خاک بود که میزان خسارت در مزرعه مورد آزمایش حدود 20 درصد برآورد شد. این میزان، از حد آستانه خسارت تعیین شده نماتد سیست چغندرقند بیشتر بوده است. در شرایط ایران، حد آستانه خسارت نماتد سیستی چغندرقند، متوسط یک عدد تخم و یا لارو در هر گرم خاک می‌باشد (7 و 30). نتایج این آزمایش، حدود پنج برابر مقدار گزارش شده است که این میزان، می‌تواند حدود 20 درصد خسارت محصول چغندرقند را در بر داشته باشد (2 و 12).

مجموع نتایج، به طور میانگین در مزرعه و گلخانه، بدین گونه بود که تیمار کود مرغی به میزان 40 و 20 تن در هکتار، با اختلاف بسیار جزیی، بیشترین اثر را بر فاکتورهای جمعیت نهایی، تولیدمثل، درصد تکثیر نماتد و درصد کاهش جمعیت نماتد سیستی چغندرقند، نسبت به سایر تیمارها و شاهد داشته است. هم‌چنین، در همین راستا، کود مرغی سبب کاهش جمعیت نماتدهای *M.incognita* ، *Hoplolaimus columbus* و *Pratylenchus penetrans* شده است (24). تحقیقات روی نماتد *M. incognita* کاکائو نشان داد که جمعیت نماتد در ریشه، با استفاده از کود مرغی، کاهش چشم‌گیری داشته است (33). هم‌چنین، 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 گردیده است (13، 37 و 40).

در کشور استرالیا نیز استفاده از کود مرغی در مقادیر 24، 36 و 48 تن در هکتار و در تلفیق با کود شیمیایی اوره، به میزان 1800 کیلوگرم در هکتار، موجب کاهش قابل توجهی از نماتدهای ریشه گرهی گونه‌ی *M. incognita* و افزایش رشد و تولید محصول بیشتری گردیده و با افزایش کود مرغی، کنترل بیشتری مشاهده شده است. کودهای مرغی و کمپوست سبز روی محصول سیب زمینی، باعث کاهش جمعیت تخم و لارو نماتد سیست سیب زمینی در حدود 85-50 درصد شده، ضمن این‌که کود مرغی مؤثرتر گزارش شده است (36). با توجه به این که بیشترین درصد کنترل توسط تیمار کود مرغی بوده است، برسکی و دان (1969) نشان دادند که کاهش قابل توجه در این خصوص، می‌تواند در نتیجه تولید مواد سمی، شامل گازهای فرار آمونیاک، نیترات، گازهای سولفور و اسیدهای آلی باشد که به طور مستقیم برای نماتدها کشنده بوده و نیز به طور غیرمستقیم در تفریخ تخم‌ها و تحریک نوزادها اثر می‌گذارند (26).

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 همگی به طور نسبی در کاهش جمعیت نماتدهای ریشه گرهی مؤثر بوده است (28). کارمانی و همکاران (2011) نشان دادند که تیمار کود مرغی توانسته است، تولید مثل نماتد سیست چغندرقند را به طور قابل توجهی کاهش دهد و مؤثرترین تیمار باشد که البته، کاهش فاکتور تولید مثل بستگی به میزان مواد آلی استفاده شده در خاک دارد (33). هم‌چنین، در آزمایشی که توسط رنکو و همکاران (2007) صورت گرفت، تأثیر مثبت کود مرغی بر فاکتور تولید مثل به اثبات رسیده است. در گزارشی، توسط نصر و همکاران (1384) اثر کودهای آلی، شامل کودهای نپوسیده دامی، مرغی، کود سبز (ضایعات برگ کلم)، کمپوست (کودهای تولیدی شهرداری از جمع‌آوری زباله‌های شهری)، کودهای شیمیایی (NPK) به‌طور جداگانه و در تلفیق با کودهای آلی در کنترل نماتدهای ریشه گرهی گونه‌ی غالب *Meloidogyne javanica* روی خیار رقم P.S نشان داد که تلفیق کود مرغی و شیمیایی (NPK) از مؤثرترین تیمارها در کاهش تعداد تخم و نوزاد نماتد در خاک و ریشه بوده است. کود دامی، تلفیق ضایعات برگ کلم و کودهای شیمیایی و کود کمپوست نیز در رده‌های بعد قرار گرفتند (23).

در این تحقیق، استفاده از کودهای آلی، شامل کمپوست (زباله شهرداری)، ورمی کمپوست، کودهای حیوانی و ضایعات برگ کلم، در مقادیر مختلف، در مقایسه با شاهدها، روی جمعیت نماتد سیستی چغندرقند، در دو سطح مزرعه و گلخانه و در مجموع نشان داد که پس از کود مرغی، توانستند با کمی اختلاف و در حد بسیار قابل قبولی نماتد سیستی چغندرقند را کنترل نمایند (21 و 36). این نتایج، با اکثر گزارشات در این خصوص، همخوانی و مطابقت داشته است. در این راستا، در آزمایشی دیگر که توسط کارمانی و همکاران (2011) روی نماتد ریشه‌گرهی انجام شد، استفاده از کودهای آلی شامل، کود گاوی توانست به ترتیب، جمعیت نماتد ریشه‌گرهی را 52/58، 49/02 و 46/6 درصد کاهش دهد.

جدول ۳- جزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای عملکرد، میزان شکر قابل استحصال، عیار قند، پتاسیم، سدیم، ضریب قلیایی، نیتروژن، راندمان، ملاس

Table 3- Analysis of variance effect of different treatments on the yield, the amount of recoverable sugar, sugar content, potassium, sodium, alkalinity factor, nitrogen, efficiency and molasses

منابع تغییر S.V.O.	درجه آزادی DF	میانگین مربعات MS								
		عملکرد Yield	شکر قابل استحصال Recoverable sugar	عیار قند Sugar content	پتاسیم Potassium	سدیم Sodium	ضریب قلیایی Alkalinity	نیتروژن Nitrogen	راندمان Efficiency	ملاس Molasses
تکرار Replicate	2	0.026**	9.33**	15.93**	0.14**	1.27**	1.42**	0.07**	47.13**	0.2**
تیمار Treatments	18	1.60**	8.43**	6.54**	0.87**	0.05**	0.04**	0.03**	18.63**	0.06**
خطا Error	36	0.0005	0.61	1.06	0.00005	0.00008	0.00009	0.00004	0.003	0.00001
		1.03	7.08	6.64	0.11	0.02	0.026	0.022	0.07	0.09

ns ، ** و * به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی دار در سطح یک در صد و پنج درصد

ns** and * respectively non-significant, significant one percent and five percent

در تحقیقی که به منظور بررسی ضدعفونی خاک‌های برگشتی آلوده به نماتد سیستی چغندرقند مربوط به کارخانه قند اصفهان، با استفاده از روش آفتاب‌دهی، کود حیوانی و تلفیق آن‌ها در چهار عمق مختلف صورت پذیرفته، نشان دهنده تأثیر بسیار خوب تیمار تلفیق آفتاب‌دهی و کود حیوانی، به خصوص در عمق صفر تا 15 سانتی-متری بوده و باعث کاهش 99/85 درصدی جمعیت نماتد سیستی چغندرقند در خاک‌های برگشتی آلوده گردیده است (23). در این گزارش، تیمار کود حیوانی به تنهایی نیز کنترل قابل توجهی را در پی داشته که با نتایج این آزمایش‌ها همخوانی و مطابقت دارد. هم‌چنین، بررسی در سطح مزرعه، نشان داده است که کود کمپوست، فعالیت نماتدهای ریشه گرهی و نماتدهای زخم ریشه را کاهش می‌دهد. در این آزمایش، کیمپینسکی و همکاران (2003) در مزرعه‌ای که مورد کشت سیب زمینی بود، اثبات نمودند که کود کمپوست، می‌تواند جمعیت نماتدهای *M. hapla* را به شدت کاهش دهد.

با توجه به نحوه عملکرد کودهای آلی در برابر نماتدهای خاک، لازارویت و همکاران (2001) گزارش کردند که مواد آلی، مانند کودهای مرغی که حاوی نیتروژن بالایی هستند، دارای تأثیر کاهش فوری بر نماتدهای خاک بوده که در نتیجه انتشار آمونیاک، بلافاصله پس از شروع تجزیه میکروبی می‌باشند. هم‌چنین، بیان داشتند که کاهش نسبت C/N، از جمله اقدامات موفقیت‌آمیز در خاصیت نماتدکشی است که در ارتباط مستقیم با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند pH می‌باشد. به طوری‌که در خاک‌های اسیدی، کودهای حیوانی نسبت به خاک‌های خنثی یا قلیایی مؤثرتر بودند. از سوی دیگر، آمونیاک سمی در pH بالا، به آسانی تبدیل به آمونیاک غیرسمی می‌شود. مواد آلی به هنگام تجزیه، ترکیبات نماتدکشی مثل اسیدهای اورگانیک، ترکیبات نیتروژنی و متابولیت‌های ثانویه آزاد می کنند. به خصوص، زمانی که آمونیاک، نقش غالب را بازی می‌کند (9 و 25). این گزارشات، کماکان نتایج حاصل از این تحقیق را در مورد کاهش جمعیت نماتد سیستی چقندرقند با استفاده از مواد آلی مورد آزمون تأیید می‌نماید.

بررسی نتایج جمعیت نماتدهای آزادزی درون خاک، قبل از اعمال تیمارها توسط فریس و همکاران، 2004 و زیا و همکاران، 2010 نشان از وجود نماتدهای انگلی از جنس‌های *Heterodera*، *Tylenchus*، *Paratylenchus* و نماتدهای آزادزی از جنس‌های *Rhabditis*، *Cephalobulus* بوده که پس از اعمال تیمارها و اتمام آزمایش، نتایج ارزیابی حاکی از کاهش جمعیت نماتدهای انگل به خصوص، در نتیمار کود مرغی و افزایش جمعیت نماتدهای آزادزی در تیمارهای مربوطه بوده است. به طور کلی، افزودن هر گونه ماده آلی قابل تجزیه در خاک، یکی از روش‌هایی است که موجب تغییراتی در شرایط فیزیکوشیمیایی و زیستی خاک و فراهم شدن شرایط مساعد، برای آنتاگونیست‌های موجود و تکثیر و ازدیاد آن‌ها، در جهت برقراری کنترل بیولوژیک عوامل بیماری‌زای خاکزاد می‌گردد (39 و 40).

جدول -٤ میانگین عملکرد قند، عناصر، ضریب قلیایی، میزان شکر قابل استحصال، راندمان و قند ملاس در ریشه چغندرقند

Table 4- The mean of yield, amount of recoverable sugar, sugar content, potassium, sodium, alkalinity factor, nitrogen, efficiency and molasses

تیمارها Treatments	عملکرد Yield*	عیار چغندرقند Sugar content	پتاسیم Potassium	سدیم Sodium	ازت مضر Nitrogen	ضریب قلیایی Alkalinity	شکر قابل استحصال Recoverable sugar	راندمان Efficiency	قند ملاس Molasses
			(mq/100 gr beet)				(درصد)		
Cabbage lesves 40t/h برگ کلم	15.12d	15cdef	6/65f	2/48o	2/75k	3/68h	10/98bcdef	73/18j	4/02j
Compost 40 t/ha o8 کود کمپوست	19.00d	15.91abcde	6.56g	3.92g	2.42n	4.33b	11.8bc	74.15i	4.11h
Farm manure 20t/ha. کود گاوی	19.11d	15.33cdef	6.57g	4.5c	3.35c	3.3i	11.07bcdef	71.55n	4.4c
Farm manure 60t/ha. کود گاوی	25.15ab	15.93abcde	7.13a	3.23m	2.63l	4.09e	11.11bcdef	72.44l	4.22e
Chichen manure 40t/ha کود مرغ	27.55a	16.18abcd	5.97l	3.57j	2.89i	2.27o	12.22bc	75.54q	3.96k
Vermicompost 20t/ha کود ورمی کمپوست	19.00d	15.28cdef	6.14c	3.66l	2.99f	3.28j	11.35bcdef	74.26k	3.93g
Cabbage lesves 60t/h برگ کلم	20.09d	15.66abcde	6.41i	3.06n	3.12g	3.13l	11.73bcd	74.88g	3.93m
Compost 20 t/ha o15 کود کمپوست	16.66d	16.47abcd	5.85m	3.41k	3.17f	2.92m	12.71ab	77.15d	3.76o
Compost 60 t/ha o15 کود کمپوست	25.39ab	18.06a	5.69n	4.55b	3.31d	2.74n	14.37a	79.99a	3.71p
Compost 60 t/ha o8 کود کمپوست	25.37ab	17.97ab	5.28p	4.71a	3.2e	2.74n	14.35a	79.46b	3.6q
Compost 40 t/ha o15 کود کمپوست	22.64cb	17abcd	7.00b	3.7h	3.3d	3.69g	7.94h	78.2c	3.9n
Vermicompost 40t/ha کود ورمی کمپوست	23.68b	15.14cdef	6.97j	3.35i	3.17h	3.26ij	11.01bcde	72.94i	4.13m
Compost 40 t/ha o8 کود کمپوست	23.01cb	17.5abc	6.94d	3.9g	2.45m	3.74h	9.26fgh	76.6e	4.28d
Farm manure 40t/ha. کود گاوی	25.15ab	15.47bcdef	6.52h	3.23m	2.63l	4.09e	11.11bcdef	72.44l	4.22e
Chichen manure 10t/ha کود مرغ	23.68b	14.55def	6.06k	3.96f	3.41b	3.13l	10.5cdefg	71.74m	4.04i
Vermicompost 60t/ha کود ورمی کمپوست	23.84b	15.92cdef	6.15j	4.36d	2.63l	4.00f	8.78bc	67.94p	4.14f
Cabbage lesves 20t/h برگ کلم	14.20e	14.38ef	5.6o	3.4k	2.77j	5.10a	9.44efgh	70.58o	3.94l
Chichen manure 20t/ha کود مرغ	26.93a	15.79def	6.74e	3.90g	3.12g	3.21k	11.77gh	74.54h	4.02j
Control (no any treatment) شاهد	13.77e	13.35f	5.44o	2.28p	1.98o	4.27c	8.64gh	65.2r	4.61a

* تن در هکتار Tons/ hector

-The numbers with the same letters in the columns are not significant at 1% level. – اعداد با حروف مشابه در ستون‌ها فاقد اثر معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند.

همچنین، افزودن هر نوع مواد آلی به خاک، در نهایت با یک افزایش مشخص در جمعیت نماتدهای باکتری‌خوار و قارچ‌خوار همراه است. در این راستا، فراهم شدن بستر غنی تغذیه، توسط مواد آلی، افزایش جمعیت در نماتدهای Rhabditidae، Diplogastridae و نماتدهای باکتری‌خوار توسط پژوهشگران مختلف گزارش شده است (10، 33 و 36).

مواد آلی با نسبت C/N پایین (کودهای حیوانی و کودهای سبز)، منابع غذایی خوبی برای باکتری‌ها و در پی آن، برای جمعیت نماتدهای باکتری‌خوار هستند (14 و 22). افزایش جمعیت نماتدهای آزادزی، به چند دلیل می‌تواند سودمند باشد. نماتدهای تغذیه کننده باکتری‌ها، به طور فعال عناصری مانند N و P را دفع می‌کنند که باعث افزایش نسبت C/N و C/P می‌شود. بر این اساس، مطالعات متعدد، ارتباط مثبتی بین جمعیت نماتدهای باکتری خوار و مقدار N موجود در خاک نشان داده است (13 و 23). این نماتدها، علاوه بر دفع نیتروژن، این عناصر را به طور مستقیم در دسترس گیاه قرار می دهند. از طرفی، افزایش نسبت C/N همان‌گونه که قبلا اشاره شد، در جهت کنترل نماتدهای پارازیت اقدام مفیدی به شمار می‌رود. علاوه بر این، تعداد زیاد نماتدهای باکتری‌خوار، احتمالا با تغییر جوامع میکروبی و تولید هورمون‌های گیاهی، می‌تواند روی رشد ریشه و مورفولوژی گیاه تأثیر مثبت داشته باشد. نتایج مطالعات در کره شمالی، با کودهای دامی و کمپوست در مزرعه فلفل قرمز، نشان داده است که همگی به‌طور نسبی در کاهش جمعیت نماتدهای ریشه گرهی مؤثر بوده، ولی جمعیت نماتدهای آزادزی فقط در مورد کود کمپوست افزایش داشته است (6، 13 و 25).

مطالعه جمعیت نماتدهای آزادزی از گروه *Diplogasterid*, *Rabditid* و *Cephalobid* در تیمار تلفیقی کود مرغی و شیمیایی در آزمایش نصر و همکاران (1384)، افزایش 289 درصدی جمعیت آن‌ها را نسبت به شاهد نشان داده است. هم‌چنین، گزارش شده که تیمار تلفیقی ضایعات برگ کلم و کودهای شیمیایی، نسبت به سایر تیمارها در کاهش جمعیت نماتودهای انگل موثرتر بوده است (3). بلوک و همکاران (2002) گزارش کردند که جمعیت نماتدهای *Rhabditidae* و *Cephalobidae* با افزودن کودهای حیوانی و کودهای سبز به خاک افزایش چشم‌گیری داشته است. این گزارشات با نتایج تحقیقات کیمبینسکی و همکاران (2003) مبنی بر افزایش جمعیت نماتدهای آزادزی با افزودن مواد آلی مطابقت دارد. آرانکون و همکاران (2003) طی آزمایشاتی بر روی ورمی‌کمپوست و کودهای غیر اورگانیک، به این نتیجه رسیدند که افزایش شاخصی در جمعیت نماتدهای آزادزی، در تیمار ورمی کمپوست، نسبت به تیمار کودهای غیر اورگانیک وجود دارد. این تغییرات نشان می‌دهد که کودهای آلی بالاخص مرغی و دامی موجب افزایش جمعیت نماتدهای آزادزی می‌گردند و به‌طور غیرمستقیم در برقراری کنترل بیولوژیکی و کاهش نماتدهای انگل کمک می‌نمایند (13 و 20).

کود سبز باعث کاهش شدید نماتدهای *Bitylenchus*, *Paratylenchus*, *Heterodera*, *Helicotylenchus*, *Rotylenchus* روی محصول جو شده است که با نتایج این تحقیق، در خصوص نماتد سیستی، همخوانی و مطابقت دارد (12 و 25). گزارشات روی محصول توت فرنگی و انگور، توسط ورمی‌کمپوست، حاکی از کاهش جمعیت نماتدهای پارازیت به میزان 50 درصد است. در آمریکا نیز نشان داده شده است که با افزایش مقدار کود مرغی به خاک، کاهش بیشتری از نماتد مشاهده گردیده است در آمریکا نیز نشان داده شده است که با افزایش مقدار کود مرغی به خاک، کاهش بیشتری از نماتد مشاهده گردیده است هم‌چنین،کودهای دامی، باعث کاهش جمعیت نماتدهای پارازیت به میزان 50-30 درصد شده است (39). در کشور نیجریه نیز افزودن کود مرغی به خاک، در گوجه‌فرنگی موجب کاهش نماتد ریشه گرهی *M. incognita* و حتی ازدیاد رشد محصول این گیاه نیز گردیده است. هم‌چنین، نشان داده شده که این کاهش در اثر مواد سمی تولید شده از کود مرغی می‌باشد که وارد خاک می‌گردد. در یک آزمایش گلخانه ای با استفاده از کمپوست ناشی از بقایای گاوی، باعث از بین رفتن 80 درصد جمعیت *M. javanica* در گلدان‌های آلوده شده است (9). گزارش نمود که مواد آلی از جمله کودهای حیوانی، در کاهش جمعیت نماتد ریشه گرهی در خاک و ریشه مؤثر بوده و افزودن مواد آلی به خاک تأثیر به سزایی بر تنوع و جمعیت نماتدها داشته است. این گزارشات با نتایج تحقیق حاضر در خصوص کاهش جمعیت نماتد و نیز ازدیاد رشد در اثر کودهای مورد استفاده، موافقت و همخوانی نشان می‌دهد (18 و 22).

یائو و همکاران (2006) گزارش کردند که با افزودن کودهای سبز به خاک، جمعیت نماتدهای آزادزی بیشتر شده است. جمعیت نماتدهای آزادزی در سیستم‌های اورگانیک که در آن از کودهای مرغی و گاوی استفاده شده، افزایش می‌یابد (35 و 41).

در خصوص میزان محصول، عیار قند و سایر شاخص‌ها، در تیمارهای مختلف چغندرقند تفاوت قابل‌توجه در بین تیمارها وجود داشت. کود مرغی 20 و 40 تن در هکتار، بیشترین مقدار محصول و تیمارهای شاهد و برگ کلم 20 تن در هکتار، کمترین بودند. در خصوص عیار قند، تیمارهای کود کمپوست 015 و کود کمپوست 08 به میزان 60 تن در هکتار، بیشترین میزان عیار قند و کمترین میزان عیار قند، به ترتیب مربوط به تیمارهای برگ کلم 20 تن در هکتار و شاهد بود. از نظر میزان عناصر، شامل عناصر پتاسیم، سدیم و نیترات مشخص گردید، بیشترین میزان عنصر پتاسیم، مربوط به تیمارهای کود گاوی 60 تن در هکتار، کمپوست 015 به میزان 40 تن در هکتار

و ورمی کمپوست 40 تن در هکتار، بیشترین میزان عنصر سدیم، مربوط به تیمارهای کمپوست 08 و 015 به میزان 60 تن در هکتار و کمترین میزان عنصر سدیم مربوط به تیمارهای شاهد و کلم 20 تن در هکتار و در مورد عنصر نیترات، بیشترین میزان مربوط به تیمارهای کود مرغی 10 تن در هکتار و کود گاوی 20 تن در هکتار و کمترین میزان، مربوط به شاهد تعیین شد. همچنین، سایر شاخص‌ها، شامل میزان ضریب قلیایی، از نظر میزان درصد شکر قابل استحصال، بیشترین راندمان و در مورد قند ملاس، تفاوت‌های قابل ملاحظه در بین تیمارها وجود داشت. گزارشات اکثر پژوهشگران با نتایج تحقیق حاضر در خصوص ازدیاد رشد در اثر کودهای مورد استفاده، موافقت و همخوانی نشان می‌دهد (15، 20، 22 و 36).

از نظر میزان ا قتصادی بودن نتایج فوق، در این تحقیق، مشخص گردید که استفاده از کودهای آلی، شامل کود مرغی، کمپوست (زباله شهرداری)، ورمی‌کمپوست، کود حیوانی و ضایعات برگ کلم، در مقادیر مختلف، روی جمعیت نماتد سیستی چغندرقند، نشان داد که پس از کود مرغی، سایر مواد آلی توانسته‌اند، با کمی اختلاف و در حد بسیار قابل قبولی، نماتد سیستی چغندرقند را بخوبی کنترل نمایند و نیز بیشترین محصول را تولید نمایند. البته، در خصوص کود مرغی در مقادیر 10، 20 و 40 تن در هکتار، این که چندان تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نگردید. لذا، جهت استفاده بهینه و از نظر اقتصادی، مقدار 20 تن در هکتار، مقدار مناسب و قابل ملاحظه‌ای است که از نظر اقتصادی مبلغ 3 میلیون محاسبه می‌گردد. ولی، در خصوص سایر کودها، مثل کمپوست 015 و 08، ورمی کمپوست، برگ کلم وکود گاوی به میزان 40 الی 60 تن در هکتار نیز از نظر مقدار کنترل و نیز اقتصادی قابل اجرا می‌باشند. هر چند که، با توجه به قیمت کود ورمی کمپوست با هر کیلوگرم 700 تومان، این کود هم اکنون برای محصول چقندرقند، اقتصادی به نظر نمی‌رسد. ولی، در مورد کمپوست 015 و 08 و کود حیوانی نپوسیده به میزان هرکیلو 50 تومان، با مقدار 40 تن در هکتار، معادل قیمت کود مرغی 20 تن در هکتار محاسبه می‌گردد.

دریک جمع‌بندی از نتایج فوق، در این تحقیق، این که استفاده از کودهای آلی، شامل کود مرغی، کمپوست‌های شهرداری، ورمی‌کمپوست، کود حیوانی و ضایعات برگ کلم، در مقادیر مختلف، در مقایسه با شاهدها، روی جمعیت نماتد سیستی چغندرقند، در دو سطح مزرعه وگلخانه، در مجموع نشان داد که پس از کود مرغی، سایر مواد آلی توانسته‌اند، با کمی اختلاف و در حد قابل قبولی، نماتد سیستی چغندرقند را بخوبی کنترل نمایند. البته، در خصوص کود مرغی در مقادیر 10، 20 و 40 تن در هکتار، این که چندان تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نگردید. لذا، جهت استفاده بهینه و از نظر اقتصادی، مقدار 20 تن در هکتار، مقدار مناسب و قابل ملاحظه‌ای است. ولی، در خصوص سایر کودها، مثل کمپوست 015 و 08، ورمی کمپوست، برگ کلم وکود گاوی به میزان 40 الی 60 تن در هکتار نیز از نظر مقدار کنترل و نیز اقتصادی بودن، قابل اجرا می‌باشند.

منابع

1- Abbasi P.A., Al-Dahmani J., Sahin F., Hoitink H.A.J., and Miller S.A. 2002. Effect of compost amendments on disease severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. Plant Dis. 86: 156-161.
2- Akhyani A., Damadzadeh M., and Ahmadi A.R. 1992. Evaluation of distribution and intensity of beet cyst nematode infection in sugar beet fields in Isfahan province. Abstracts, Iranian Plant Protection Congress, College of Agriculture, Karaj, page 123.
3- Barbosa P., Lima A.S., Vieira P., Dias L.S., Tinoco M.T., Barroso J.G., Pedro L.G., Figueiredo A.C., and Mota M. 2010. Nematicidal activity of essential oils and volatiles derived from Portuguese aromatic flora against the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. Journal of Nematology. 42:8–16.
4- Bulluck L.R., Barker K.R., and Ristaino J.B. 2002. Influences of organic and synthetic soilfertility amendments on nematode trophic groups and community dynamics under tomatoes. Applied Soil Ecology, 21 (3): 233-250.
5- Casper W., Quist C.W., Maarten Schrama M., Janjo J. de Haan J.J., Smant G., Bakker J., van der Putten W.H., and Helder J. 2016. Organic farming practices result in compositional shifts in nematode communities that exceed crop-related changes. Applied Soil Ecology. 98, 254–260.
6- D′Addabbo T., Papajová I., Sasanelli N., Radicci V., and Renčo M. 2011. Suppression of root-knot nematodes in potting mixes amended with different composted biowastes. Helminthologia. 48:278–287.
7- Douda O., Zouhar M., Mazáková J., Nováková E., and Pavela R. 2010. Using plant essences as alternative mean for root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) management. Journal of Pest Science. 83:217–221.
8- El-Zawahry A.M. 2000. Effect of organic manure on infection of faba bean by root knot nematode. Assiut J. Agri. Sci., 31 (4): 79-88.
9- Fenwick D.W. 1940. Methods for recovery and counting of *H. schachtii* from soil. J. Helminth. 18: 155-177.
10- Fourie H., Ahuja P., Lammers J., and Daneel M. 2016. Brassicacea-based management strategies as an alternative to combat nematode pests: A synopsis Review Article. Crop Protection, 80. 21-41.
11- Fourie H., McDonald A.H., De., and Waele D. 2010. Relationships between initial population densities

of *Meloidogyne incognita* race 2 and nematode population development in terms of variable soybean resistance. Journal of Nematology. 42:55–61.
12- Gilesm J. 2004. Is organic food better for us? Nat. (Lond.). 428: 796-797.
13- Giné A., Carrasquilla M., Martínez-Alonso M., Gaju N., and Sorribas F.J. 2016. Characterization of Soil Suppressiveness to Root-Knot Nematodes in Organic Horticulture in Plastic Greenhouse. Front. Plant Science. 7:164
14- Hauer M., Koch H.J., and Arender B.M. 2015. Water use efficiency of sugar beet cultivars (*Beta vulgaris* L.) susceptible, tolerant or resistant to *Heterodera schachtii* (Schmidt) in environments with contrasting infestation levels. Field Crops Research. 183, 356-364.
15- Hauer M., Koch M.H.J., Krüssel S., Mittler S., and Märländer B. 2016. Integrated control of *Heterodera schachtii* Schmidt in Central Europe by trap crop cultivation, sugar beet variety choice and nematicide application. Applied Soil Ecology. 99, 62–69.
16- Heijbroek W. 1977. Partial resistance of sugar beet to beet cyst eelworm. Euphytica 26: 257-262.
17- Hu C., and Qi Y.C. 2010. Abundance and diversity of soil nematodes as influenced by different types of organic manure. Helminthologia. 47:58–66.
18- Hyun Gwan G., Dongro C., Hangsun K., YongHwan L., and Kwangnam H. 1995. Survey on the micro-animals in crop fields organically. Crop Protection. 37:29, 371-375.
19- Jenkins W.R.1964. A rapid centrifugal floatation technique for separating nematodes from soil. Plant Dis.Rept. 48: 6999.
20- Kimpinski J., Gallant C.F., Henry R., Macleod J.A., Sanderson J.B., and Sturz A.V. 2003. Effect of compost and manure soil amendments on nematodes and on yields of potato and barley: a 7- year study. J. Nematol, 35, 289-293.
21- Lazarovits G., Tenuta M., and Conn K.L. 2001. Organic amendments as a disease control strategy for soil borne disease of high-value agricultural crops. Australasian Plant Pathology, 30: 111.
22- Leroy BL De Sutter N., Ferris H., Moens M., and Reheul D. 2009. Short-term nematode population dynamics as influenced by the quality of exogenous organic matter. Nematology 11, 23-38.
23- Litterick A.L., Harrier L., Walllace P., Watson C.A., and Wood M. 2004. The role of uncomposted materials, composts, manures, and compost extracts in reducing pest and disease incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production a review. Crit. Rev. Plant Sci. 23: 453-479.
24- Mahran A., Conn K.L., Tenuta M., Lazarovits G., and Daayf F. 2008. Effectiveness of liquid hog manure and acidification to kill *Pratylenchus* spp. in soil. Journal of Nematology. 40:266–275.
25- Nahar M.S., Grewal P.S., Miller S.A., Stinner D., Stinner B.R., Kleinhenz M.D., Wszelaki A., and Doohan D. 2006. Differential effects of raw and composted manure on nematode community and its indicative value for soil microbial, physical and chemical properties. Applied Soil Ecology. 34: 140-151.
26- Nasr Esfahani M., and Ahmadi A., and Karimi Pour Fard H. 2009. Disinfection of contaminated sugar beet cyst nematode depot soils from sugar factory by solarization and manure sugar beet Jounal, 26 (2) 126-117.
27- Nasr Esfahani M., and Ahmadi A. 2004. The effect of organic and chemical fertilizers on root nematodes. Journal of Plant Pathology 41 (1) 1 - 18.
28- Orisajo S.B., Afolami S.O., Fademi O., and Atungwu J.J. 2009. Effects of poultry litter and carbofuran soil amendments on *Meloidogyne incognita* attacks on 162 cacaos. Journal of Applied Biosciences 1: 214-22 1.
29- Oscar Grillo O., Maria Fe Andros M.F., and Moreno-Vezquez S. 2016. Quantitative evaluation of *Heterodera avenae* females in soil and root extracts by digital image analysis. Crop Protection, 81: 85-91.
30- Pakniyat M. 1999. Evaluation of sugar beet cyst nematode and its control methods in Iran. The final report of the research project. Fars Agriculture Research Center.
31- Pez-Robles J.L., Olalla C., Rad C., Pez-Rojo M.A.D., Lpez-Prez J.A., Bello A., and Rodreguez-Kabana A. 2013. The use of liquid swine manure for the control of potato cyst nematode through soil disinfestation in laboratory conditions. Crop Protection. 49: 1-7
32- Renčo M., Sasanelli N., and Šalamún P. 2009. The effect of two compost soil amendments based on municipal green and penicillin production wastes, on plant parasitic nematodes. Helminthologia. 46:190–197.
33- Renčo M., Sasanelli N., D'Addabbo T., and Papajová I. 2011. Soil nematode community changes associated with compost amendments. Nematology. 12: 681–692.
34- Renčo M., Sasanelli N., and Kováčik P. 2010. The effect of soil compost treatments on potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. Helminthologia. 3:184–194.
35- Renčo M., Sasanelli N., Papajová I., and Maistrello L. 2012. Nematicidal effect of chestnut tannin solutions on the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* (Woll.). Helminthologia. 49: 108–114.
36- Renco M., Daddabbo T., Sasanelli N., and Papajova I. 2007. The effect of five composts of different origin on the survival and reproduction of *Globodera rostochiensis*. Nematology 9: 537-543.
37- Riga E. 2011. The effect of Brassica green manures on plant parasitic and free living nematodes used in combination with reduced rates of synthetic nematicides. Journal of Nematology. 43: 118–120.

38- SAS Institute. 2004. SAS/STAT User's Guide. Version 9.1.3.Cary: SAS Institute Inc.
39- Westphal A., Kücke M., and Heuer H. 2016. Soil amendment with digestate from bio-energy fermenters for mitigating damage to Beta vulgaris subspp. by *Heterodera schachtii*. Applied Soil Ecology.99: 129–136.
40- Xiao H., Griffiths B., Chen X., Liu M., Jiao, Hu F., and Li H. 2010. Influence of bacterial-feeding nematodes on nitrification and the ammonia-oxidizing bacteria (AOB) community composition. Applied Soil Ecology 45: 131-137.
41- Yao S., Merwin I.A., Abawi G.S., and Thesis J.E. 2006. Soil fumigation and compost amendment alter soil microbial community composition but do not improve tree growth or yield in an apple replant site. Soil Biology and Biochemistry 38, 587-599.