

بررسی ضدعفونی خاک‌های برگشتی از کارخانه‌های قند آلوده به نماتود سیستی
چغندر قند به روش آفتاب‌دهی و کود حیوانی
Studies on disinfection of the depot soil infested with sugar beet cyst
nematode by soil solarization and manure

مهدی نصرافهانی^{۱*}، علیرضا احمدی^۲ و هادی کریمی پورفرد^۲

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۴؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۲۰

م. نصرافهانی، ع.ر. احمدی و ه. کریمی پورفرد. ۱۳۸۹. بررسی ضدعفونی خاک‌های برگشتی از کارخانه‌های قند آلوده به نماتود سیستی چغندر قند به روش آفتاب‌دهی و کود حیوانی. مجله چغندر قند (۲): ۱۲۶-۱۱۷

چکیده

نماتود سیستی چغندر قند (*Heterodera schachtii* Schmidt) همراه ریشه‌ی چغندر قند و خاک‌های اطراف آن به کارخانه‌های قند انتقال می‌یابد که به خاک برگشتی موسوم است. ضدعفونی نمودن خاک‌های برگشتی به دلیل آلودگی بالا و احتمال انتقال و انتشار آلودگی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. جهت بررسی امکان ضدعفونی خاک‌های برگشتی کارخانه‌قند اصفهان، آزمایشی با چهار تیمار، شامل استفاده از روش آفتاب‌دهی خاک، استفاده از کود حیوانی تازه، تلفیق آفتاب‌دهی و کود حیوانی و شاهد (بدون انجام هیچ گونه عملیات)، در چهار عمق ۱۵-، ۳۰-، ۴۵- و ۶۰- سانتی‌متر در سه تکرار در دو سال متوالی ۱۳۷۸ و ۷۹ انجام شد. قبل و بعد از انجام آزمایش تعداد تخم و نوزاد سن دوم نماتود شمارش گردید. نتایج نشان داد تیمار تلفیق کود حیوانی و آفتاب‌دهی بیشترین اثر را در کاهش جمعیت نهایی نماتود سیستی چغندر قند به خصوص در عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متری، نسبت به سایر تیمارها و شاهد داشته است. به طوری که به ترتیب در چهار عمق فوق در تلفیق آفتاب‌دهی و کود حیوانی کاهش جمعیت به میزان ۹۹/۲۸، ۹۸/۵ و ۹۶/۱۸ درصد و در تیمار شاهد ۱۸/۴۱، ۳۶/۱۴، ۵۲/۹۷ و ۴۹/۰۶ درصد مشاهده شد. تیمارهای کود حیوانی و آفتاب‌دهی تفاوت معنی‌دار آماری با یکدیگر نداشتند ولی اختلاف آن‌ها با شاهد معنی‌داری بود.

واژه‌های کلیدی: آفتاب‌دهی، خاک‌های برگشتی کارخانه‌های قند، کود دامی، نماتود سیستی چغندر قند

* - نویسنده مسئول

۱- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان - بخش تحقیقات گیاهپزشکی
m_nasresfahani@yahoo.com

۲- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان - بخش تحقیقات گیاهپزشکی

مقدمه

نماتود سیستی چغندر قند (*Heterodera schachtii* Schmidt) اولین نماتود بیماری‌زای شناخته شده در محصول چغندر قند و یکی از خسارت‌زاترین عوامل بیماری‌زای چغندر قند به‌شمار می‌آید (Cooke 1993). در ایران این نماتود یکی از مسائل و مشکلات مهم محصول چغندر قند است که خسارت فراوان و جبران‌ناپذیر را به این محصول با ارزش وارد می‌سازد. نتایج بررسی‌ها طی سال‌های ۱۳۷۱-۷۶ نشان داد که جمعیت نماتود در ۲۶/۵ درصد از مزارع استان اصفهان بالاتر از سطح زیان اقتصادی است و احتمالاً یکی از عوامل کاهش سطح زیرکشت و پایین بودن عملکرد محصول چغندر قند در این استان نماتود سیستی چغندر قند می‌باشد (اخیانی و همکاران ۱۳۷۹). با توجه به این که سیستم‌های حاوی تخم نماتود در خاک و بقایای ریشه‌ی گیاهان آلوده در خاک به‌سر می‌برند، انتشار نماتود از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر به‌وسیله خاک حاوی سیست این نماتود صورت می‌پذیرد که عوامل مختلفی از قبیل باد، حیوانات، ادوات کشاورزی، آب آبیاری و به‌خصوص فاضلاب کارخانجات قند و خاک آلوده همراه محصول چغندر قند برداشت شده از مزارع و باقی‌مانده در کف کامیون‌ها در گسترش آن بسیار مؤثر است (دامادزاده ۱۳۸۶). این نماتود، همراه ریشه‌ی چغندر قند و خاک‌های اطراف آن به کارخانجات قند انتقال می‌یابد. در کارخانجات قند خاک اطراف ریشه جدا می‌شود که به خاک برگشتی موسوم است. اخیانی و همکاران میزان آلودگی این

خاک‌ها را ۲/۳۷ برابر بیشتر از آلودگی خاک واقعی همان مزارع تعیین نموده‌اند (اخیانی و همکاران ۱۳۷۲). با توجه به این که میزان خاک برگشتی ناشی از تخلیه هر کامیون ۰/۵-۲ تن برآورد گردیده، تجمع این گونه خاک‌ها در کارخانجات قند و اطراف آن‌ها به‌عنوان یک منبع مهم آلودگی و انتشار نماتود به مزارع سالم قلمداد می‌گردد.

حجم قابل توجه خاک‌های برگشتی و انتقال خاک و سیست‌های محتوی آن توسط انسان، دام و طیور و قابلیت ادامه حیات سیست پس از دفع از سیستم گوارشی حیوانات (Kontaxis et al. 1976)، از دلایل اهمیت و ضرورت ضدعفونی خاک‌های مذکور است.

پوشاندن خاک آلوده با استفاده از ورقه‌های شفاف پلاستیک یا آفتاب‌دهی (Soil- solarization) در گرم‌ترین فصل سال به‌مدت ۴-۸ هفته یکی از روش‌های غیرشیمیایی برای کنترل عوامل بیماری‌زای گیاهی است (Katan 1987) و گزارش‌های متعددی نیز پیرامون استفاده از این روش در کنترل نماتودهای انگل گیاهی و به‌ویژه نماتودهای مولد گره‌ی ریشه به‌تنهایی و در تلفیق با سایر روش‌ها انتشار یافته است. (Stapleton and Devay 1983; Nasr-Esfahani and Akhiyani 1993)

تحقیقات صورت گرفته پیرامون استفاده از روش آفتاب‌دهی روی سایر گونه‌های نماتودهای مولد سیست از جمله *H. carotae*, *Heterodera trifolii*, *Globodera rostochiensis* نیز نتایج موفقیت‌آمیزی

مواد و روش‌ها

روش آفتاب‌دهی خاک جهت کنترل عوامل بیماری‌زای خاکزی صرفاً در مناطقی که دمای سطحی خاک در فصل گرما و در ساعات گرم روز به حداقل ۳۵ درجه سانتی‌گراد برسد، قابل اجرا است. لذا در بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که گرمای مذکور در اصفهان از اوایل تیرماه آغاز و تا اواخر مرداد ماه ادامه دارد، اما اوج گرما از اواسط تیرماه و تا اواسط مردادماه می‌باشد. بنابراین، آزمایشها (جهت ضدعفونی خاک‌های آلوده به نماتود سیستی چغندرقد) اوایل تیرماه لغایت اواخر مرداد ماه در نظر گرفته شد.

آزمایش در محل دپوی اطراف کارخانه‌قند اصفهان طی دو سال ۱۳۷۸-۷۹ متوالی به اجرا در آمد. کلیه‌ی مراحل آزمایش در سال اول، عیناً در سال دوم در مکانی دیگر از محل مذکور در کارخانه‌قند اعمال گردید. ابتدا خاک‌های برگشتی آلوده به نماتود سیستی چغندرقد موجود در کارخانه‌ی قند اصفهان (خوراسگان) جمع‌آوری و جهت یکنواختی آلودگی به‌خوبی مخلوط گردید. در زمین محل آزمایش، ۱۲ گودال به مساحت $۸ \times ۳ \times ۰/۶$ متر حفر گردید. گودال‌ها در سه بلوک و هر بلوک حاوی چهار تیمار تقسیم‌بندی شده و تیمارهای مختلف به‌صورت تصادفی در هر بلوک جای گرفتند.

در هر گودال در چهار عمق مختلف صفر تا ۱۵، ۱۵-۳۰، ۳۰-۴۵ و ۴۵-۶۰ سانتی‌متر گلدان‌های شب‌بویی به ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری بر حسب نوع تیمار قرار داده شدند. هر تیمار شامل پنج گلدان در هر لایه (عمق) و مجموعاً ۲۰ گلدان در هر بلوک استفاده شد.

در پی داشته است (Lammondia et al. 1986) اما (Hadar et al. 1983 ; Greco et al. 1985)؛ تاکنون تحقیقاتی با استفاده از ورقه‌های شفاف پلاستیک و انرژی خورشیدی بر روی نماتود سیستی چغندرقد انجام نگردیده است. همچنین تحقیقات، تأثیر مثبت کودهای حیوانی در کنترل نماتودهای سیستی *Heterodera spp.* و به‌خصوص نماتود سیستی طلائی سیب‌زمینی *Globodera rostochiensis* را به اثبات رسانده است (Singh and Sitaramaiah 1973).

استفاده از پوشش ورقه‌های شفاف پلاستیک به ضخامت ۳۰ میکرون به مدت پنج هفته در ماه‌های تیر و مرداد جهت آفتاب‌دهی در مزرعه خیار آلوده به نماتود مولد غده ریشه *Meloidogyne javanica* به تنهایی و یا با تلفیق کود حیوانی گاوی پوسیده به مقدار ۴۰ تن در هکتار به ترتیب ۵۲ و ۸۳ درصد جمعیت نماتود مولد غده ریشه را کاهش داده است (نصر اصفهانی و احمدی ۱۳۷۶).

تاکنون گزارش مستندی در خصوص استفاده از کودهای دامی جهت کنترل نماتود چغندرقد ارایه نگردیده است. لذا با توجه به گزارشات فوق و معضل آلودگی خاک‌های برگشتی آلوده به نماتود مولد سیست چغندرقد در اصفهان، مطالعاتی در دو سال متوالی در خصوص ضدعفونی خاک‌های برگشتی کارخانه‌قند اصفهان (خوراسگان) با استفاده از روش آفتاب‌دهی به تنهایی و یا به صورت تلفیقی با کودهای حیوانی نپوسیده در اعماق مختلف خاک انجام پذیرفت.

جمعیت نماتود قبل و بعد از اعمال تیمارها با استخراج سیستم‌ها از خاک تعیین شدند. برای این منظور قبل از آزمایش از مخلوط خاک دپو شده نمونه برداری به صورت تصادفی انجام و حدود پنج کیلوگرم خاک به آزمایشگاه منتقل و ۱۰۰ گرم از آن جهت استخراج توزین شد. پس از اعمال تیمارها نیز از هر گلدان ۱۰۰ گرم خاک برداشت و استخراج و شمارش نماتودهای مذکور از آن‌ها صورت پذیرفت. نمونه‌های خاک از هر تیمار، در هوای معمولی خشک و سپس با استفاده از روش (Fenwick 1940) و الک ۲۵۰ میکرون شسته شد و در زیر استریومیکروسکوپ سیستم‌های موجود در خاک با استفاده از نوارهای کاغذی مناسب جدا و پس از خرد کردن به وسیله سیستم خردکن (Homogenizer) جمعیت تخم و نوزادان سن دوم توسط اسلاید شمارش، تعیین شد. جهت تعیین درصد کاهش جمعیت نماتود در هر تیمار، جمعیت نهایی تقسیم بر جمعیت اولیه گردید و پس از محاسبه‌ی فاکتور تولید مثل، درصد کاهش جمعیت هر تیمار نسبت به جمعیت اولیه محاسبه و سپس میانگین درصد کاهش جمعیت در مجموع هر دو سال برای هر تیمار محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مربوط به جمعیت نهایی نماتود در سال اول، دوم و تجزیه مرکب هر دو سال با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت پذیرفت. گروه‌بندی میانگین تیمارها و اثرات متقابل احتمالی با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن با کمک نرم‌افزارهای SAS و MSTATC انجام گردید.

پس از استقرار هر سری از گلدان‌ها در هر لایه تا لبه گلدان‌ها از خاک آلوده به نماتود سیستمی چغندر قند پر گردید و سپس سری بعدی گلدان‌ها روی آن‌ها قرار داده شد و به همین ترتیب تا استقرار چهار لایه (عمق) عمل گردید. در مورد تیمارهایی که در آن‌ها می‌بایست کود حیوانی تازه (نیپوسیده) به میزان ۴۰ تن در هکتار در آن‌ها مصرف گردد، ابتدا میزان کود حیوانی مورد نیاز جهت مساحت ۲۴ متر مربع (مساحت هر تکرار) برای عمق ۳۰ سانتی متری خاک محاسبه و با خاک‌های مربوطه مخلوط و گلدان‌ها با همین ترکیب پر و در اعماق مذکور قرار داده شدند. تیمارها شامل:

- استفاده از ورقه‌های پلاستیک شفاف به ضخامت ۳۰ میکرون (آفتاب‌دهی خاک).
- استفاده از کود حیوانی تازه (نیپوسیده) به میزان ۴۰ تن در هکتار.
- تلفیق پوشش ورقه‌های پلاستیک و کود حیوانی (۴۰ تن در هکتار).
- شاهد بدون انجام هیچ‌گونه عملیات و یا به کارگیری مواد مذکور در سایر تیمارها.

پس از استقرار گلدان‌ها، خاک کرت‌ها کاملاً تسطیح و تا عمق ۶۰ سانتی متری مرطوب گردیدند سپس دو تیمار پوشش پلاستیک و تلفیق پوشش پلاستیک و کود حیوانی در اول تیرماه توسط ورقه‌های پلاستیک به ابعاد ۹×۴ متر مربع کاملاً پوشش داده شد و با قرار دادن نیم متر پلاستیک اضافی در هر طرف به‌طور محوری اطراف کرت‌ها مسدود گردید و به مدت دو ماه به حال خود رها گردید.

تیمار آفتاب‌دهی و تلفیق کود حیوانی و آفتاب‌دهی دارای هم پوشانی بودند.

بررسی اثرات متقابل تیمارها در اعماق مختلف روی جمعیت نهایی تخم و نوزاد سن دوم نشان داد که در سال اول، دوم و مجموع دو سال آزمایش، تیمار تلفیق آفتاب‌دهی و کود حیوانی در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری کمترین جمعیت و بیشترین اثر کاهش نسبت به تیمار شاهد در همین عمق بود (جدول ۴). هم‌چنین، میانگین چهار عمق به کار رفته تیمار تلفیق کود حیوانی و آفتاب‌دهی در چهار عمق به کار رفته، تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۴).

بحث

بررسی داده‌ها نشان داد که تیمارهای مورد آزمون، نتایج متفاوتی بر کاهش جمعیت تخم و نوزاد نematod سیستمی چغندرقد داشته‌اند. همان‌گونه که در نتایج دو سال ملاحظه گردید، اگرچه تیمار تلفیق آفتاب‌دهی و کود حیوانی نپوسیده با برخی از تیمارها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت، اما بیشترین اثر را در کاهش جمعیت نematod سیستمی چغندرقد به خصوص در عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متری داشته است. در این راستا و به ترتیب اعماق مربوطه، میانگین کاهش جمعیت در این تیمار ۹۹/۵۸، ۹۹/۲۸، ۹۸/۵۰ و ۹۶/۸ درصد بود. در تحقیق مشابهی که روی کنترل نematod مولد گره ریشه *Meloidogyne javanica* در مزرعه خیار آلوده با روش تلفیق کود حیوانی در استان اصفهان انجام پذیرفت، مشخص شد که استفاده از

نتایج

نتایج حاصله در تعیین آلودگی اولیه به نematod سیستمی چغندرقد در خاک‌های برگشتی از کارخانه‌قد اصفهان (خوراسگان) که جهت انجام آزمایش در هر دو سال مورد استفاده قرار گرفت، نشان داد که میزان آلودگی خاک‌های مذکور به نematod سیستمی چغندرقد در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب ۱۳/۶ و ۹/۸ و با میانگین ۱۱/۷ تخم و نوزاد در یک گرم خاک بود که نشان از آلودگی بالای خاک‌های برگشتی از کارخانه‌قد اصفهان (خوراسگان) بود.

تجزیه‌ی واریانس سال اول و دوم حاکی از آن بود که در سال اول اثر تیمارها و در سال دوم تیمارها، عمق و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. در تجزیه مرکب دو ساله نیز اثر سال، تیمار، اثر متقابل تیمار در عمق، اثر متقابل سال در عمق و اثر متقابل سال در تیمار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جداول ۱ و ۲).

تیمار تلفیق کود حیوانی و آفتاب‌دهی بیشترین تأثیر بر کاهش جمعیت نسبت به تیمار شاهد را نشان داد (جدول ۳). گروه‌بندی میانگین تیمارها براساس آزمون دانکن نشان داد که در سال اول کلیه تیمارها در یک گروه مجزا از شاهد قرار گرفتند ولی در سال دوم کلیه تیمارها در دسته‌های جداگانه گروه‌بندی شدند. براساس تجزیه‌ی مرکب دو ساله، اگرچه تیمارها در گروه‌های مجزا واقع شدند، اما تیمار کود حیوانی و

روش آفتاب‌دهی به مدت پنج هفته در ماه‌های تیر و مرداد در مجموع دو سال باعث ۵۲ درصد کاهش جمعیت و تلفیق روش آفتاب‌دهی با کود حیوانی نپوسیده به میزان ۴۰ تن در هکتار باعث ۸۳ درصد کاهش جمعیت نماتود مولد غده ریشه گردید (نصراصفهانی و احمدی ۱۳۷۶) که نتایج این تحقیق مبنی بر افزایش تأثیر روش آفتاب‌دهی در تلفیق با کود حیوانی نپوسیده در کنترل نماتود سیستی را تأیید می‌نماید. مکانیزم گرما به انضمام رطوبت (Hydrothermal) و همچنین تجمع گازهای فرار از جمله عواملی هستند که به صورت تلفیقی همراه با مکانیزم‌های کنترل بیولوژیک از طریق افزایش جمعیت میکروبی خاک، توأمأ در کاهش جمعیت نماتود مولد غده ریشه در خاک مؤثر هستند. کودهای آلی در هنگام پوسیدن موادمسی، از جمله گازهای فرار آمونیاک، نیترات، سولفید هیدروژن و اسیدهای آلی تولید می‌کنند که به‌طور مستقیم برای نماتودها کشنده است و از طریق غیرمستقیم نیز در تفریح تخم‌ها و حرکت لاروهای نماتود در خاک اختلال ایجاد می‌نماید که منجر به کاهش جمعیت نماتود می‌گردد (Stirling 1991).

تیمار شاهد در سال اول و دوم و بر اساس تجزیه مرکب و مقایسه آماری دو سال، کمترین تأثیر را در کاهش جمعیت نماتود مذکور داشت. در این تیمار میانگین کاهش جمعیت به ترتیب اعماق، ۱۸/۴۱، ۳۶/۱۴، ۵۲/۹۷ و ۴۹/۰۶ درصد بود. البته، مقایسه میانگین جمعیت نهایی نماتود در سال دوم و مجموع دو سال (جدول ۵) نشان داد که جمعیت نماتود در اعماق

پایین‌تر در تیمارهایی که در آن‌ها آفتاب‌دهی به کار نرفته است (تیمارهای شاهد و استفاده از کود حیوانی به تنهایی)، کاهش بیشتری نسبت به عمق سطحی صفر تا ۱۵ سانتی‌متر داشت. این مساله می‌تواند به علت آبیاری اولیه کلیه تیمارها در شروع آزمایش و بروز شرایط نیمه‌هوایی و بی‌هوایی در اعماق پائین‌تر و در نتیجه ایجاد شرایط مناسب جهت رشد میکروارگانیزم‌های کاهش‌دهنده جمعیت و همچنین وجود پایداری بیشتر رطوبت در اعماق پائین‌تر و تفریح بیشتر تخم‌های نماتود و در نهایت مرگ آن‌ها باشد. همان‌طور که اشاره گردید، در تیمارهایی که در آن‌ها آفتاب‌دهی به‌کار برده شده بود شامل آفتاب‌دهی به تنهایی و یا تلفیق آفتاب‌دهی و کود حیوانی در اعماق سطحی‌تر یعنی صفر تا ۱۵ یا ۱۵ تا ۳۰، جمعیت نماتود سیستی چغندر قند نسبت به اعماق پائین‌تر کاهش بیشتری داشت که این موضوع به بالاتر بودن دما در اعماق سطحی‌تر خاک در موارد استفاده از ورقه‌های پوشش پلاستیک ارتباط دارد. در بررسی‌های انجام شده پیرامون آفتاب‌دهی خاک توسط نصراصفهانی و احمدی (۱۳۷۶) نیز با افزایش عمق، دما در تیمارهای دارای پوشش پلاستیکی پائین آمده و بنابراین اثر کشندگی دما روی نماتود کاهش یافت.

همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه گردید، پس از تیمار تلفیق آفتاب‌دهی و کود حیوانی، به ترتیب تیمارهای کود حیوانی نپوسیده به تنهایی با کاهش جمعیت در اعماق مربوطه به ترتیب ۸۶/۳۵، ۸۵/۸۷، ۹۱/۵۷ و ۹۴/۰۸ درصد و تیمار آفتاب‌دهی به ترتیب با

سال، به طور میانگین ۵۷ درصد جمعیت نماتود مذکور کاهش می‌یابد (نصرافهانی و احمدی، ۱۳۷۶) که با تأثیر مطلوب کود حیوانی در این تحقیق هم‌خوانی دارد. با توجه به این که سیستم‌های نماتود سیستمی چغندر قند به وسیله ریشه چغندر قند و خاک‌های اطراف آن به کارخانجات قند منتقل و تجمع این گونه خاک‌ها در کارخانجات قند و اطراف آن‌ها به عنوان یک منبع آلودگی مهم جهت انتشار نماتود و آلودگی مزارع سالم به شمار می‌رود. بنابراین، قابل استفاده نمودن خاک‌های برگشتی از کارخانجات قند به دلیل آلودگی بالا به این نماتود زیان‌آور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان با استفاده از روش غیر شیمیایی و بی‌خطر برای محیط زیست از جمله تلفیق آفتاب‌دهی و کود حیوانی نپوسیده و یا در صورت مهیا نبودن امکانات با استفاده از کود حیوانی نپوسیده و تازه به میزان ۴۰ تن در هکتار اقدام به ضد عفونی و سالم‌سازی خاک‌های آلوده برگشتی نموده و از انتشار و توسعه آلودگی به نماتود سیستمی چغندر قند در مزارع سالم توسط این خاک‌ها جلوگیری کرد.

۹۸/۷۱، ۸۱/۳۹، ۷۶/۲۱ و ۶۵/۸۴ درصد کاهش، بیشترین تأثیر را بر کاهش جمعیت نماتود سیستمی چغندر قند داشتند. تیمار کود حیوانی نپوسیده می‌تواند بعد از تیمار تلفیق آفتاب‌دهی و کود حیوانی نپوسیده، جایگزین مناسبی جهت کنترل این نماتود در خاک‌های برگشتی از کارخانجات قند باشد.

آفتاب‌دهی به تنهایی و در تلفیق با کود حیوانی نپوسیده در کنترل نماتود سیستمی در این آزمایش نشان داد که استفاده از آن در کنترل این نماتود مؤثر است که این نتایج با یافته‌های سایر محققان در کنترل نماتود مولد سیست سیب‌زمینی، *Globodera rostochiensis* (Lamondia and Brodie 1984)، نماتود مولد سیست چغندر قند (Hadar et al. 1983) *Heterodera trifolii* و نماتود مولد سیست هویج *H. carotae* (Greco et al. 1985) موافقت دارد. همچنین در تحقیقات صورت گرفته در ایران که در مورد کنترل نماتود مولد گره ریشه *M. javanica* در خیار با استفاده از کود گاوی پوسیده به میزان ۴۰ تن در هکتار انجام گرفت، مشخص شد که در مجموع دو

جدول ۱ تجزیه واریانس جمعیت نهایی نماتود سیستمی چغندر قند برای تیمارها و عمق‌های مختلف

(سال ۱۳۷۹ و ۱۳۷۸)

منابع تغییرات	سال اول		سال دوم		درجه آزادی	میانگین مربعات	میانگین مربعات
	درجه آزادی	مجموع مربعات	مجموع مربعات	میانگین مربعات			
بلوک	۲	۸/۴۶۵	۱/۷۹۷	۰/۸۹۸ ns	۲	۴/۲۳۲ ns	۲
تیمار	۳	۱۳۷۵/۱۰۱	۱۳۰/۳۱۷	۴۲/۴۳۹**	۳	۴۵۸/۳۶۷**	۳
عمق	۳	۳۸/۸۸۲	۱۱/۹۱۸	۳/۹۷۲**	۳	۱۲/۹۶۰ ns	۳
تیمار × عمق	۹	۹۲/۳۶۷	۸۷/۶۲۲	۹۷/۳۵**	۹	۱۰/۲۶۳ ns	۹
خطا	۳۰	۱۸۲/۰۳	۲۵/۲۴۸	۰/۸۴۱	۳۰	۶/۰۶۸	۳۰

ns - غیر معنی‌دار؛ ** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۲ تجزیه مرکب دو ساله واریانس منابع تغییرات جمعیت نهایی نماتود سیستی چغندر قند (سال ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات
سال	۱	۱۲۲/۰۸۵	۱۲۲/۰۸۵**
خطای سال	۴	۱۰/۲۶۲	۲/۵۶۵ ns
تیمار	۳	۱۱۴۸/۵۶۴	۳۸۲/۸۵۴**
عمق	۳	۱۱/۱۲۱	۳/۷۰۷ ns
تیمار × عمق	۹	۱۲۰/۸۰۲	۱۳/۴۲۲**
سال × عمق	۳	۳۹/۶۷۹	۱۳/۲۲۶**
سال × تیمار	۳	۳۵۶/۸۵۴	۱۱۸/۹۵۱**
سال × تیمار × عمق	۹	۵۹/۱۸۶	۶/۵۷۶ ^{ns}
خطا	۶۰	۲۰۷/۳۰۱	۳/۴۵۵

ns - غیر معنی‌دار؛ ** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۳ گروه‌بندی میانگین جمعیت نهایی تخم و نوزاد سن دوم نماتود سیستی چغندر قند در تیمارهای مختلف طی دو سال آزمایش (۱۳۷۸ و ۱۳۷۹)

تیمار	میانگین جمعیت نهایی تخم و نوزاد سن دوم در یک گرم خاک		
	سال اول (۱۳۷۸)	سال دوم (۱۳۷۹)	میانگین دو سال (۱۳۷۸-۷۹)
شاهد	۱۲/۵ a	۴/۵۷ a	۹/۰۳ a
آفتاب دهی خاک	۲/۱۵ b	۲/۲۸ b	۲/۲۱ b
کود حیوانی	۱/۲ b	۱/۱۹ c	۱/۲ bc
آفتاب دهی + کود حیوانی	۰/۲۳ b	۰/۱۲ d	۰/۲۲ c

در هر ستون اعداد دارای حرف مشترک تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

جدول ۴ اثرات متقابل تیمارهای آفتاب‌دهی، کود حیوانی و ترکیب آن‌ها در اعماق مختلف، روی جمعیت نهایی تخم و نوزاد سن دوم (در یک گرم خاک) در سال‌های اجرای آزمایش (۱۳۷۸-۱۳۷۹)

عمق (سانتی متر)	تیمارها											
	سال اول (۱۳۷۸)			سال دوم (۱۳۷۹)			میانگین دو سال					
	شاهد	آفتاب دهی (S)	کود حیوانی (M)	شاهد	آفتاب دهی (S)	کود حیوانی (M)	شاهد	آفتاب دهی (S)	کود حیوانی (M)	تلفیق (M+S)	آفتاب دهی (S)	کود حیوانی (M)
۱۵-۱۰	۱۶/۱۱a	۰/۰۷d	۰/۲۳c	۱۶/۱۱a	۰/۰۷d	۰/۲۳c	۱۶/۱۱a	۰/۰۷d	۰/۲۳c	۱/۸۶ab	۱/۸۶ab	۱/۸۶ab
۱۵-۳۰	۱۵/۸۶a	۰/۸۸a	۱/۴۵ab	۱۵/۸۶a	۰/۸۸a	۱/۴۵ab	۱۵/۸۶a	۰/۸۸a	۱/۴۵ab	۰/۳۹b	۰/۳۹b	۰/۳۹b
۳۰-۴۵	۱۱/۲۱ab	۰/۲۶b	۱/۸۵a	۱۱/۲۱ab	۰/۲۶b	۱/۸۵a	۱۱/۲۱ab	۰/۲۶b	۱/۸۵a	۰/۴۵b	۰/۴۵b	۰/۴۵b
۴۵-۶۰	۱۰/۸۰ab	۰/۱۲c	۱/۰۴b	۱۰/۸۰ab	۰/۱۲c	۱/۰۴b	۱۰/۸۰ab	۰/۱۲c	۱/۰۴b	۲/۱۱a	۲/۱۱a	۲/۱۱a

S - آفتاب‌دهی؛ M : کود حیوانی؛ M+S : تلفیق آفتاب‌دهی و کود حیوانی

- در هر ستون اعداد دارای حرف مشترک تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند

References:**منابع مورد استفاده:**

- اخیانی، ا. دامادزاده، م و احمدی، ع. ۱۳۷۲. بررسی مناطق آوده، علل انتشار و افزایش جمعیت نماتود مولد سیست *Heterodera schachtii* در مزارع چغندرقد اصفهان. خلاصه مقالات یازدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. دانشگاه گیلان- رشت. ص ۱۲۴.
- اخیانی، ا. دامادزاده، م و احمدی، ع. ۱۳۷۹. پراکندگی و شدت آلودگی نماتود *Heterodera schachtii* در مزارع چغندرقد استان اصفهان. آفات و بیماری‌های گیاهی. ۶۸: ۱۳۷-۱۴۲.
- دامادزاده، م. ۱۳۸۶. نماتودشناسی در کشاورزی. انتشارات اندیشه گستر اصفهان - ۲۲۰ صفحه.
- نصراصفهانی، م و احمدی، ع. ۱۳۷۶. بررسی اثر پوشش ورقه‌های پلاستیک، کود حیوانی و تلفیق آن‌ها روی نماتود مولد گره ریشه خیار و جمعیت نماتودهای موجود در خاک. آفات و بیماری‌های گیاهی. ۶۵: ۷۹-۸۵.
- Cooke D. Nematode parasites of sugar beet. In: Evans K, Trudgill DL and Webster JM (ed) Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture. CAB International. 1993; PP: 133-169.
- Fenwick DW. Methods for the recovery and counting of cyst of *Heterodera Schachtii* from soil. J. Helminth. 1940;18:155- 172.
- Greco N, Brandonisio A, Elia F. Control of *Ditylenchus dipsaei*, *Heterodera carotae* and *Meloidogyne javanica* by solarization. Rev. Hort. 1985; 58: 99-102.
- Hadar E, Sofer S, Brosh S, Mordechai. M, Cohn E, Katan J. Control of clover cyst nematode on carnation. Hadesseh. 1983; 63:1698-1700.
- Katan J. Soil solarization. In: Ichet (ed.) Innovative Approaches to Plant Disease Control. John wiley and Sons. NewYork. 1987; PP:77-105.
- Kontaxis DG, Lofgren GP, Thomason IJ, MC Kinney HE. Survival of the sugarbeet cyst nematodes in the alimentary canal of cattle. Calif. Agric. 1976; 30:15.
- Lamondia JA, Brodie BB. Control of *Globodera rostochiensis* by solar heat. Plant Disease. 1984; 68:474-476.
- Nasr- Esfahani M, Akhiyanani A. Integrated contral of root – knot nematodes. 6th International Congress of Plant Pathology. 1993. Canada.

- Singh RS, Sitarmaiah, K. Control of plant parasitic nematodes with organic amendments of soil. Final Technical Report. B. Pant University of Agriculture & Technology, Research Bulletin. 1973; 6: 289.
- Stapleton JJ, Devay JE. Response of phytoparasitic and free living nematodes to soil-solarization and 1,3 – dichloropropen. California Phytopathology. 1983; 73:1429- 1436.
- Stirling GR. Biological Control of Plant Parasitic Nematodes. CAB International. Redwood Press Ltd. Melksham. 1991; 282.