Archive of SID

بررسی کارآئی نماتودهای بیماریزای حشرات درکنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی*

رحیم پرویزی[1]

چکیده

نماتودهای بیماریزای حشرات (Rhabditidae:Heterorhabditidae ,Steinernematidae) از پارازیت‌های اجباری طیف وسیعی از حشرات بوده و با باکتری‌های جنس *Photorhabdus* و *Xenorhabdus* رابطه همزیستی دارند. پوره‌های سن سوم این نماتودها عفونت زا بوده و باکتری ها را در روده خود حمل می‌کنند. این پوره ها از طریق منافذ طبیعی(دهان، مخرج و منافذ تنفسی)به هموسل میزبان وارد شده و باکتری‌های همزیست را آزاد می‌کنند و سپس این باکتری‌هاتکثیر یافته و در ظرف ۴۸ ساعت میزبان را از بین می‌برد و شرایط برای رشد و تکثیر نماتود مساعد می‌شود. طی سالهای ۷۸-۱۳۷۷ برای بررسی کارآیی نماتودهای بیماریزای حشرات در کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی آزمایشاتی با دو نماتود *Heterorhabditis* sp. و *Steinernema* sp. هر کدام در مقادیر (۱۰،۰، ۴۰، ۸۰، ۱۶۰ نماتود در هر سانتی‌متر مربع خاک ، در قالب طرح کرت‌های کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام گردید. آزمایش ها در گلدان‌های ۱۹×۹ سانتی‌متری و با خاک شنی لومی انجام شد. نماتودها در مقادیر مورد اشاره و بعد از غروب آفتاب همراه با ۲۰ سانتی‌متر مکعب آب مقطر به سطح خاک گلدان‌ها محلول‌پاشی شد و سطح گلدان‌ها بعد از قرار دادن بیست لارو سن آخر بر روی هر یک‌از آنها باتوری بسته شد. بعد از ۱۵ روز حشرات کامل ظاهر شده در گلدان‌ها شمارش شد. نتایج محاسبات آماری نشان داد که نماتودهای *Steinernema* sp. و *Heterorhabditis* sp. به میزان ۱۶۰ نماتود در سانتی‌متر مربع بهترین نتیجه را داده و به ترتیب ۸۵/۶۳٪ و ۹۰٪ لاروها پارازیته شده بودند. اختلاف آنها با مقادیر ۲۰ و ۱۰ نماتود در سانتی‌متر مربع در سطح ۱٪ معنی دار بود.

واژه‌های کلیدی: نماتودهای بیماریزای حشرات، سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، کنترل بیولوژیکی.

مقدمه

سوسک کلرادوی سیب‌زمینی *Leptinotarsa decemlineata* (Say) یکی از مخرب‌ترین آفات سیب‌زمینی در بسیاری از مناطق دنیا است . تحت شرایط آب وهوائی مناسب لاروهای حاصل از سوسک‌های زمستان گذران وهمچنین حشرات کامل و لاروهای نسل اول می‌توانند باعث کاهش ۱۰۰ - ۸۰ درصد محصول شوند (۹).

این آفت نسبت به‌اغلب حشره‌کشهای متداول مقاومت نشان داده‌است(۸). نماتودهای بیماریزای حشرات (Rhabditidae : Heterorhabditidae, Steinernematidae) انگل‌های اجباری حشرات هستند. این نماتودها با باکتری‌های جنس *Photorhabdus* و *Xenorhabdus* که درقسمت ابتدای روده پوره‌های نماتود زندگی می‌کند رابطه همزیستی دارند(۲).نماتودها بعد از ورود به داخل هموسل میزبان، باکتری همزیست را آزاد می‌کنند و سپس این باکتری‌ها تکثیر یافته و ظرف ۴۸-۲۴ ساعت میزبان را می‌کشند و شرایط مساعدی را برای رشد و تکثیر نماتود فراهم می‌آورد واز طرفی وجود باکتری از رشد سایر میکروارگانیسم‌ها جلوگیری می‌کند(۱۲) . علیرغم واکنش‌های دفاعی میزبان، بیماریزائی باکتریها به ورود نماتودها و توانائی تکثیر در داخل هموسل بستگی دارد(۱).

*- تاریخ دریافت ۷۹/۱۲/۶ تاریخ پذیرش ۸۰/۸/۵

۱- مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجانغربی

www.SID.ir

Archive of SID

این نماتودها دارای خواص مطلوبی نظیر تولید انبوه آسان، سهولت مصرف، توانائی جستجوی میزبان، بی‌خطر بودن برای موجودات زنده غیرهدف و معاف بودن از محدودیت ثبت توسط سازمان‌های حفاظت محیط زیست می‌باشند(۱۱).

ولچ درسال ۱۹۸۵ برای اولین بار حساسیت سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را به نماتود *Steinernema feltiae* گزارش نمود (۱۸). به دنبال آن با محلول‌پاشی سوسپانسیون حاوی نماتود بر روی شاخ وبرگ سیب‌زمینی موفقیت‌هایی درکنترل این حشره زمینی بدست آمد (۲۰-۱۹) ولی تاثیر محلول‌پاشی در مزرعه بر روی شاخ و برگ به دلیل پائین بودن میزان بقای نماتودها در برابر خشکی (۱۹) و حساسیت آنها به نورآفتاب (۱۰) مورد تردید می‌باشد . مک‌وین و همکاران (۱۴) بقای نماتودها را با افزودن مواد ضدخشکی افزایش دادند. محلول‌پاشی نماتودها به خاک مرطوب محیط مناسبی را برای تداوم و ایجاد آلودگی مهیا می‌کند و در آزمایشات انجام شده با لاروهای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی این موضوع به اثبات رسیده است (۱۷،۱۶ و ۱۸).

مواد و روشها

الف) پرورش نماتودها و تعیین رقت‌های مورد نظر

سه گونه نماتود *Heterohabditis* و دو گونه *Steinernema* مورد آزمایش روی لاروهای پروانه مومخوار *(Galleria mellonella)* طبق روشی که توسط Dutkey و همکاران در سال ۱۹۶۴ توصیف شده‌است(۶)، در دمای اطاق (۲۲ درجه سانتی‌گراد)پرورش داده شدند. لاروهای پارازیته شده به ظروف پتری حاوی کاغذ صافی مرطوب منتقل شدند. لاروهای سن سوم نماتود که از لاروهای پارازیته حشره خارج می‌شدند به ظرف‌های ۵۰ میلی‌لیتری حاوی آب مقطر استریل منتقل شده وتا زمان آزمایش در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. قبل از آزمایش تعداد نماتودهای زنده موجود در یک سانتی‌مترمکعب از نماتودهای ذخیره شده در ظروف شمارش گردید و رقت‌های مورد نظر از طریق رقیق کردن سوسپانسیون‌های غلیظ بدست آمد. زنده بودن نماتودها موقع تهیه رقت‌ها مشخص گردید و ۹۵ درصد نماتودها هنگام انجام آزمایش زنده بوده و حرکت می‌کردند.

ب) آزمایش بیماریزائی

برای بررسی کارآیی نماتودهای جمع آوری شده از مناطق مختلف استان، کارآیی پنج گونه نماتود در لیوان‌های کوچک پلاستیکی به قطر ۷ و به ارتفاع ۷ سانتی‌متر هر یک در ده تکرار آزمایش شدند و لیوان‌ها با خاک شنی لومی (شن ۵۸/۴٪ ،رس ۱۵/۶٪ و pH=۷/۹) ضدعفونی شده که از ایستگاه تحقیقاتی دکتر نخجوانی در چهل و پنج کیلومتری ارومیه جمع آوری شده بود پر شدند. ۵۰ لارو سن آخر سوسک کلرادوی سیب‌زمینی از مزرعهٔ آزمایش جمع‌آوری و قبل از انتقال لاروهای سن آخر به لیوان‌ها ۵۰۰ پوره نماتود همراه با ۱ سانتی‌متر مکعب آب مقطر به سطح خاک ریخته شد، سپس یک لارو بالغ سن چهار در سطح خاک قرار داده شده و لیوان‌ها بمدت دو هفته در دمای اطاق (۲۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. تعداد حشرات کامل ظاهر شده در لیوان ها ثبت گردید. همچنین ضمن بررسی خاک گلدان‌ها، لاروهای مرده به ظروف پتری حاوی کاغذهای مرطوب منتقل شده و با مشاهده خروج نماتودهااز لاشه لاروها ، لاروهای پارازیته شده یادداشت شدند.

ج) آزمایشات آزمایشگاهی و مزرعه‌ای

طی سالهای ۷۸-۱۳۷۷ برای بررسی کارآیی نماتدهای بیماریزای در کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی آزمایشاتی در شرایط آزمایشگاه و مزرعه انجام شد و برای این منظور به ترتیب از گلدان‌های پلاستیکی ۶×۱۵ و ۹×۱۹ سانتی‌متر استفاده شد. گلدان‌ها با خاک شنی لومی جمع‌آوری شده از ایستگاه دکتر نخجوانی پر شدند. خاک مزرعه از نظر آلودگی به نماتودهای بیماریزای حشرات طبق روش Liu و

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران در سال ۱۹۹۵ (۱۲) ارزیابی و عاری از آلودگی بود. آزمایشات با دو تیمار *Steinernema* sp. و *Heterorhabditis* sp. هر کدام با شش رقت دز ۰، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۶۰ نماتود در سانتی‌متر مربع در قالب طرح کرتهای کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد و نماتودها با ۲۰-۱۰ سانتی‌متر مکعب آب مقطر به ترتیب در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای و با رقت‌های فوق‌الذکر به سطح خاک محلول‌پاشی شد. برای پرورش سوسک کلرادوی سیب‌زمینی اقدام به کشت سیب‌زمینی رقم آئولا در زمینی به مساحت ۲۰۰ مترمربع گردید سوسک‌های کلرادو سیب‌زمینی از مزرعهٔ آلوده‌ای در نازلو چای جمع‌آوری و به مزرعه آزمایشی منتقل گردید. لاروهای سن آخر سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، از مزرعه آزمایشی جمع‌آوری شده و پس از اندازه‌گیری طول لارو و عرض کپسول سر(۳) و در سطح هر گلدان در مطالعات آزمایشگاهی پنج لارو و در مطالعات مزرعه‌ای بیست لارو قرار داده شدند. تمام لاروها، ظرف ۱۵-۱۰ دقیقه به زیر خاک رفتند و گلدان‌ها به مزرعه سیب‌زمینی در محوطه مرکز تحقیقات کشاورزی منتقل شده و سطح آنها با توری بسته شد. به منظور حفظ رطوبت، مزرعه بطور مرتب به روش بارانی آبیاری می‌شد. بعد از پانزده روز سوسک‌های بالغ ظاهر شده در گلدان‌ها مورد شمارش قرار گرفتند. براساس داده‌های بدست آمده، با استفاده از فرمول آبوت درصد تلفات محاسبه شده و بعد از انجام تبدیلات لازم میزان تأثیر تیمارها با استفاده از آزمون جدید چنددامنه‌ای دانکن با هم مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

آزمایشات بررسی کارائی نماتودهای بیماریزای حشرات

کارآیی نماتودهای بیماریزای حشرات جمع‌آوری شده در استان آذربایجان غربی بر علیه لاروهای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی بررسی شد و در نتیجه دو گونه نماتود *Steinernema* sp. و *Heterorhabditis* sp. که در آزمایشات بیماریزایی نماتودها باعث مرگ و میر ۱۰۰-۹۰ درصد لاروهای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی شد جهت انجام آزمایشات انتخاب شدند. سپس کارآئی هر یک از این گونه‌ها بطور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت.

الف - آزمایشات آزمایشگاهی

جدول ۱، تجزیه واریانس داده‌های آماری اثر *Steinernema* sp. بر روی لاروهای سوسک کلرادو را در شرایط آزمایشگاهی در سال ۱۳۷۷ نشان می‌دهد

بطوریکه از آن جدول معلوم می‌گردد، اثر تیمار مورد آزمایش در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. مقایسه میانگین‌های میزان تأثیر تیمارهای مورد آزمایش در سطح احتمال ۱٪ در جدول ۲ درج شده است.

جدول ۱ـ تجزیه واریانس داده‌های آماری سال ۱۳۷۷

	درجه آزادی	میانگین مربعات	مربع میانگین	ارزش F.	سطح احتمال
بین گونه ها	۴	۴۸۰۰	۱۲۰۰	۴/۶۱۵	۰/۰۱۲۵
داخل گونه ها	۱۵	۳۹۰۰	۲۶۰		
جمع	۱۹	۸۷۰۰			

ضریب تغییرات = ۲۴/۸۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های درصد تأثیر تیمار مورد آزمایش در سطح ۱٪ در شرایط آزمایشگاه

Steinernema sp. میزان تأثیر	میزان مصرف نماتود در هر سانتی‌متر مربع
۵۰b	۱۰
۵۰b	۲۰
۶۰ab	۴۰
۷۵ab	۸۰
۹۰a	۱۶۰

ضریب تغییرات = ۲۳/۶۰

مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای مورد آزمایش در سطح احتمال ۱٪ نشان می‌دهد که تعداد ۱۶۰ نماتود در سانتی‌متر مربع بیشترین تأثیر در کنترل لاروهای سوسک کلرادو را داشته و در ضمن با تعداد ۸۰ و ۴۰ نماتود در سانتی‌متر مربع در یک گروه قرار گرفتند.

تجزیه واریانس داده‌های آماری اثر *Heterorhabditis* sp. در کنترل لاروهای سوسک کلرادو در جدول ۳ مندرج می‌باشد.

بطوریکه از جدول تجزیه واریانس معلوم می‌گردد اثر تیمارهای مورد آزمایش در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است، لذا بمنظور تعیین اختلاف میزان تأثیر تیمارهای مورد آزمایش، میانگین‌های میزان تأثیر تیمارها مورد مقایسه قرار گرفته اند که نتایج آن در جدول ۴ درج شده است.

مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای مورد آزمایش در سطح‌احتمال ۱٪ نشان میدهد که تعداد ۱۶۰ و ۸۰ نماتود در سانتی‌متر مربع بیشترین تأثیر را داشته و با تعداد ۴۰ و ۲۰ نماتود در سانتی‌متر مربع در یک گروه قرارگرفته‌اند.

ب) آزمایشات مزرعه ای:

بررسی کارائی نماتود *Steinernema* sp. در کنترل لاروهای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی:

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های آماری اثر *Steinernema* sp. در کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در شرایط مزرعه‌ای مربوط به سالهای ۷۸-۱۳۷۷ در جدول ۵ درج شده است.

بطوریکه از جدول تجزیه واریانس معلوم می‌گردد، اثر تیمارهای مورد آزمایش در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است. بمنظور تعیین اختلاف اثر تیمارهای مورد آزمایش، میانگین‌های میزان تأثیر تیمارها مورد مقایسه قرار گرفته‌اند که نتایج آن در جدول ۶ درج شده است:

مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای مورد آزمایش در سطح احتمال ۱٪ نشان میدهد که تعداد ۱۶۰ و ۸۰ نماتود در سانتی‌متر مربع بیشترین تأثیر را داشته و در یک گروه واقع شده اند. تیمارهای ۲۰ و ۱۰ نماتود در سانتی‌متر مربع با کمترین تأثیر در یک گروه جداگانه و در انتهای گروه‌بندی قرار گرفته است و تیمار ۴۰ نماتود در سانتی‌متر مربع در یک گروه و در حد وسط قرار گرفته است.

جهت تعیین اثر زمان در کارآئی تیمارهای آزمایشی، اثر متقابل تیمار × زمان در سطح ۱٪ مورد مقایسه قرار گرفته است (جدول ۷).

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تیمارها در زمان که تعداد ۱۶۰ نماتود در سانتی‌متر مربع بیشترین تأثیر را داشته و با تعداد ۸۰ نماتود در سانتی‌متر مربع در یک گروه قرار گرفته اند و اختلاف آنها با تیمارهای ۴۰ و ۲۰ و ۱۰ نماتود در سانتی‌متر مربع معنی دار است.

بررسی کارآئی نماتود *Heterorhabditis* sp. در کنترل لاروهای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی طی سالهای ۷۸-۱۳۷۷:

تجزیه واریانس مرکب داده‌های آماری بررسی کارآئی نماتود *Heterorhabditis* sp. در کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در شرایط صحرائی طی سالهای ۷۸-۱۳۷۷ در جدول ۸ درج شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس داده‌های آماری سال ۱۳۷۷

	درجه آزادی	میانگین مربعات	مربع میانگین	ارزش .F	سطح احتمال
بین گونه‌ها	۴	۷۱۲۰	۱۷۸۰	۶/۰۶۸	۰/۰۰۴۱
داخل گونه‌ها	۱۵	۴۴۰۰	۲۹۳/۳۳۳		
جمع	۱۹	۱۱۵۲۰			

ضریب تغییرات = ۲۳/۷۹٪

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثر تیمار مورد آزمایش در سطح ۱٪ در شرایط آزمایشگاه

میزان مصرف نماتود در هر سانتی‌متر مربع	*Heterorhabditis* sp. درجه تأثیر
۱۰	۴۰b
۲۰	۶۵ab
۴۰	۷۵ab
۸۰	۸۵a
۱۶۰	۹۵a

ضریب تغییرات = ۲۵/۶۹

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب سالهای ۷۸-۱۳۷۷

ارزش K	منبع	درجه آزادی	میانگین‌مربعات	مربع میانگین	ارزش .F	سطح احتمال
۲	فاکتورA	۱	۱۵/۶۲۵	۱۵/۶۲۵	۰/۳۴۲۵	
-۳	خطا	۶	۲۷۳/۷۵۰	۴۵/۶۲۵		
۴	فاکتورB	۴	۸۸۰۸/۷۵۰	۲۲۰۲/۱۸۸	۱۶/۱۰۱۳	
۶	AxB	۴	۲۱۸/۷۵۰	۵۴/۶۸۸	۰/۳۹۹۸	
-۷	خطا	۲۴	۳۲۸۲/۵۰۰	۱۳۶/۷۷۱		
	جمع	۳۹	۱۲۵۹۹/۳۷۵			

ضریب تغییرات = ۲۰/۳۸٪

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای مورد آزمایش در سطح ۱٪ احتمال در شرایط مزرعه

Steinernema sp. درجه تأثیر	میزان مصرف نماتود در هر سانتی‌متر مربع
۴۵/۶۳ c	۱۰
۵۱/۸۸ c	۲۰
۶۶/۲۵b	۴۰
۸۰a	۸۰
۹۰a	۱۶۰

ضریب تغییرات = ۱۱/۵۳

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تیمارها در سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ در سطح احتمال ۱٪

سال	*Steinernema*sp. درجه تأثیر	میزان مصرف نماتود در هر سانتی‌متر مربع
	۴۷/۵۰	۱۰
	۵۵ cd	۲۰
۱۳۷۷	۶۶/۲۵ bc	۴۰
	۸۱/۲۵ ab	۸۰
	۹۰ a	۱۶۰
	۴۳/۷۵ d	۱۰
۱۳۷۸	۴۸/۷۵ cd	۲۰
	۶۶/۲۵ bc	۴۰
	۷۸/۷۵ ab	۸۰
	۹۰ a	۱۶۰

ضریب تغییرات = ۱۶/۳۱

جدول ۸- تجزیه واریانس مرکب سالهای ۷۸-۱۳۷۷

ارزش K	منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات	مربع میانگین	ارزش F	سطح احتمال
	۲	فاکتور A	۱	۶۲/۵۰۰	۰/۸۲۴۲	
-۳	خطا	۶	۴۵۵	۷۵/۸۳۳		
۴	فاکتور B	۴	۱۱۰۷۱/۲۵۰	۲۷۶۷/۸۱۳	۴۰/۶۹۰۷	
۶	A×B	۴	۵۶/۲۵۰	۱۴/۰۶۳	۰/۲۰۶۷	
-۷	خطا	۲۴	۱۶۳۲/۵۰۰	۶۸/۰۲۱		
	جمع	۳۹	۱۳۲۷۷/۵۰			

ضریب تغییرات = ۱۲/۳۶٪

www.SID.ir

Archive of SID

بطوریکه از جدول تجزیه واریانس معلوم می‌گردد، اثر تیمارهای مورد آزمایش در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است ، بمنظور تعیین اختلاف اثر تیمارها ، میانگین میزان تأثیر تیمارها مورد مقایسه قرار گرفته اند که نتایج آن در جدول ۹ درج شده است .

مقایسه میانگین‌های میزان تأثیر تیمارهای مورد آزمایش در سطح احتمال ۱٪ نشان می‌دهد که تعداد ۱۶۰ نماتود در سانتی‌متر مربع بیشترین تأثیر را داشته و با تعداد ۸۰ نماتود در سانتی‌متر مربع در یک گروه قرار گرفته و اختلاف آن با تیمار ۴۰ و ۲۰و ۱۰ نماتود در سانتی‌متر مربع معنی داراست.

جهت تعیین اثر زمان در کارآئی تیمارهای آزمایشی ، اثر متقابل تیمار × سال مورد مقایسه قرار گرفته است که نتایج آن در جدول ۱۰ درج شده است .

جدول ۹- مقایسه میانگین‌های درجه تأثیر تیمارهای مورد آزمایش در سطح‌احتمال ۱٪

Heterorhabditis sp.	میزان مصرف نماتود
میزان تأثیر	در هر سانتی‌متر مربع
۴۱/۸۸ c	۱۰
۴۱/۸۸ c	۲۰
۵۶/۲۵ bc	۴۰
۶۶/۲۵ ab	۸۰
۸۰/۶۳ a	۱۶۰

ضریب تغییرات = ۱۶/۳۵

جدول ۱۰- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تیمارهادر سال‌های ۱۳۷۷و۱۳۷۸ درسطح احتمال ۱٪

سال	*Heterorhabditis* sp.	میزان مصرف نماتود
	میزان تأثیر	در هر سانتی‌متر مربع
	۴۲/۵۰ c	۱۰
	۴۰ c	۲۰
۱۳۷۷	۵۵ bc	۴۰
	۶۲/۵۰ abc	۸۰
	۸۳/۷۵ a	۱۶۰
	۴۱/۲۵ c	۱۰
	۴۳/۷۵ c	۲۰
۱۳۷۸	۵۷/۵۰ bc	۴۰
	۷۰ ab	۸۰
	۷۷/۵۰ ab	۱۶۰

ضریب تغییرات = ۲۳/۱۳

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تیمارها در سال نشان می‌دهد که تعداد ۱۶۰ نماتود در سانتی‌متر مربع بیشترین تأثیر را داشته و با تعداد ۸۰ و ۴۰ نماتود در سانتی‌متر مربع در یک گروه قرار گرفته‌اند و اختلاف آنها با تیمارهای ۲۰ و ۱۰ نماتود در سانتی‌متر مربع معنی دار است.

نتایج آزمایشات این بررسی نشان می‌دهد که در شرایط مزرعه‌ای زمانی که گونه‌های *Steinernema* sp. و *Heterorhabditis* sp. در اواخر مرحله لاروی به خاک محلول‌پاشی می‌شوند به ترتیب به میزان ۹۰ و ۸۰/۶۳ درصد باعث کاهش جمعیت می‌شوند. بنابر این نتیجه گیری می‌شود که در مدیریت کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، از نماتودهای بیماریزای حشرات بعنوان یک روش بیولوژیکی می‌توان استفاده کرد. با توجه به اینکه خاک محیط مناسبی را از نظر دما، رطوبت و حفاظت از اشعه ماوراء بنفش برای نماتودها تأمین می‌کند، در صورت وجود روش‌های پرورشی مناسب که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد، می‌توان امیدوار بود که این روش بتواند بعنوان یک روش بیولوژیکی مؤثر مورد استفاده قرار گیرد. واین نتایج موافق بامطالعات سایر محققین است. در یک آزمایش در شرایط مزرعه در روسیه 10^6 پوره نماتود *Steinernema carpocapsae* همراه با آب روی پنجاه گیاه پاشیده شد و ۴۲ درصد لاروهای سن دوم و سوم سوسک کلرادو توسط نماتودها پارازیته شدند(۵). در ایالت کلرادو نماتود *Steinernema carpocapsae* همراه با مواد ضد خشکی مورد بررسی قرار گرفته و میزان آلودگی پوره‌ها ۶۰-۳۰ درصد گزارش شده‌است (۱۴). در لهستان کارآئی نماتود *Steinernema carpocapsae* برای کنترل آفات مختلف آزمایش شد ومیزان پارازیتسم لاروهای سن آخر سوسک کلرادو بعد از ۹۶ ساعت ۸۰ درصد گزارش گردیده‌است (۱۵). درامریکا گونه‌های *Steinernema feltiae*, *Heterorhabditis bacteriophora* قبل از مرحله شفیرگی سوسک کلرادو وبه تعداد ۱۵۵-۹۳ نماتود در سانتی‌متر مربع آزمایش شده به ترتیب باعث کاهش ۶۶ و ۷۷ درصد جمعیت حشرات کامل شده است (۲۰). در آزمایشات مزرعه‌ای درامریکا نماتود *Steinernema feltiae* با مقادیر ۳۱۰ و ۱۵۵ نماتود در سانتیمترمربع برای کنترل لاروهای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی به سطح خاک پاشیده شد که به ترتیب باعث مرگ ۷۱و۵۹ درصد لاروهای اواخر سن چهار سوسک کلرادو گردید(۱۶). همچنین درامریکا کارآئی گونه‌ها و نژادهای مختلف نماتودهای بیماریزای حشرات برای کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گرفته و متجاوز از ۹۸ درصد پارازیتیسم با تعداد ۸۲/۳ نماتود در سانتیمترمربع بدست آمده است و لزوم استفاده از آنها برای کاهش جمعیت آفت مورد تأکید قرار گرفته است (۴).

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورداستفاده

1- Akhurst,R.J. and N.E.Boemare.1990.Biology and taxonomy of *Xenorhabdus* pp.75-90 .In R.Gaugler and H.K.Kaya(eds).Entomopathogenic nematodes in biological control .CRC.Boca Raton.FL.

2- Boemare,N.E,R.J.Akhurst,and R.C.Mourant.1993. DNA relatedness between *Xenorhabdus* spp.(Enterobacteriaceae).Symbiotic bacteria of entomopathogenic nematodes,and a proposal to tranferxeno *Rhabdus luminescens* to a new genus *Photorhabdus* gen nov.Int.J.Syst.Bact. 43:249-255.

3- Bounhiol, j.j. 1927. Contrribution á létude anatomique de la larve du *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Revue de zoologiie agricole et appliquée 26:163-182

4- Cantelo, W, WR. Nickle. 1992. Susceptibility of prepupae of the Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) to entomopathogenic nematodes (Rabditida. Steinernematidae, Heterorhabditidae). J.Entomol. Sci. 27:1.37-43.

5- Danilov. L.C. 1978. Susceptibility of the Colorado Potato Beetle(*Leptinotarsa decemlineata* Say)to the attacks of entomogenous nematodes *Neoplectana carpocapsae* Weiser strain *Agriotes*. Byuleto vesesoyuznogo- Nauchno issledovatel skogo-instituta-zashchity Rastenii. 1978.No.44:3-6.

6- Dunphy, C.B. and G.S. Thurston. 1990. Insect immunity, pp.301-323. In R. Gaugler and H.K. Kaya (eds). Entomopathogenic nematodes in biological control.CRC.Boca Raton,FL.

7- Dutky, S.R, J.V. Thompson, and G.E. Contwell.1964. A technique for mass propagation of the DD-136 nematode. J.Insect Pathol. 6:917-422.

8- Forgash, A.J. 1985. Insecticide resistance in the Colorado Potato Beetle. pp. 33-52. In D.N. Ferro and R.H. Vass(eds). Proceedings of the symposium on the Colorado Potato Beetle. XVIIth Inter,Congr.Entomol.Univ.Mass . Amherst Res.Bull.704.

9- Ferro, D.N., B.J. Morzuch, and D. Margolies. 1983. Crop loss assessment of the Colorado Potato Beetle (Coleoptera- Chrysomelidae) on potatoes in western Massachusetts. J. Econ. Entomol. 76:349-356.

10- Gaugler, R., and G.M. Boush. 1978. Effects of ultraviolet radiation and sunlight on the entomogenous nematode,*Neoaplectina carpocapsae*,J. Invertebr. Pathol.32:291-296.

11- Gaugler, R., and H.K. Kaya. 1990. Entomopathogenic nematodes in biological control. CRC. Boca Raton,FL.

www.SID.ir

Archive of SID

12- Kaya, H.K and R. Gaugler, 1993. Entomopathogenic nematodes.Ann. Rev. Entomol. 38:181-206.

13- Liu,J. and R.E.Berry. 1995. Natural distribution of entomopathogenic nematodes(Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernematidae) in Oregon soils.Envir.Entomol.24,(1):159-163.

14- Macvean, CM. JW. Brewer; JL, Capinera. 1982. Field tests of antidesiccants to extend the infection period of an entomogenous nematode, *Neoplectana carpocapsae*,against the Colorado Potato Beetle. J. Econ. Entomol. 75:1,98-101.

15- Sandner,H and H;E. Pezowicz. 1983. Attempts at using nematodes for the control of vegetable and orchard insect pests. Ochrona-Roslin. 27:(11/12),30-31.

16- Taba, H.H; J.E. Lindegeren, J.E.Turner and P.V. Vail. 1987. Susceptibility of the Colorado Potato Beetle and the sugarbeet wireworm to *Steinernema feltiae* and *Steinernema glasseri*.J, Nematol. 15:(4), 597-601.

17- Veremchuk, G.V and L.G. Danilov. 1976 Entomopathogenic nematodes Zashchita Rastenii. 8:22.(In Russian)

18- Welch, H.E. 1958. Test of a nematode and its associated bacterium for control of the Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. Ann. Rept. Entomol.Soc.Ontario 88:53-54.

19- Welch, H.E., and L.J. Briand. 1961. Tests of the nematode DD-136 and an associated bacterium for control of the Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Can. Entomol. 93:759-763.

20- Wright, F.J., F.Agudelo- silva, and R.Georgis. 1987. Soil applications of Steinernematid and Heterorhabditid nematodes for control of Colorado Potato Beetles, *Leptinotarsa decemlineata* (Say).J.Nematol. 19:201-206.

www.SID.ir