

کارآیی نماتدهای بیماری‌زای حشرات *Steinernema sp* و *Heterorhabditis bacteriophora* در کنترل لاروهای پروانه زنبورنمای *Synanthedon myopaeformis* چوبخوار تنه درختان سیب

رحیم پرویزی

استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی

تاریخ پذیرش مقاله ۸۱/۸/۸

خلاصه

پروانه زنبورنمای چوبخوار درختان سیب (*Synanthedon myopaeformis* Borkh (Aegeridae: Lep.) از جمله آفات است که کنترل آن به دلیل طولانی بودن دوره خروج حشرات کامل و فعالیت لاروها در عمق پوست و ناحیه کامبیوم به روش شیمیایی موفقیت‌آمیز نمی‌باشد. کنترل بیولوژیکی با استفاده از نماتدهای بیماری‌زای حشرات از جمله روشهای قابل بررسی در مدیریت این آفت می‌باشد. بدین منظور طی سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ جهت بررسی کارآیی نماتدهای بیماری‌زای حشرات بر علیه آفت چوبخوار درختان سیب آزمایش‌هایی در دو نوبت، اوایل و اواخر فصل رشد بطور جداگانه در یکی از باغ‌های سیب شدیداً آلوده انجام شد و مایه تلقیحی نماتدهای *Heterorhabditis bacteriophora* پoinar و *Steinernema sp.* در مقادیر 10^6 لارو سن سوم نماتد در ۳۰۰ سانتی‌متر مکعب آب مقطر روی تنه درختان آلوده محلول‌پاشی شد. در این آزمایشات در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ نماتد *Steinernema sp.* به ترتیب در بیست و پنجم اردیبهشت ماه و پانزدهم شهریور ماه ۶۳٪، ۷۵٪، ۶۳٪ و ۶۹٪ و نماتود *H. bacteriophora* در سال ۱۳۷۶، ۳/۳٪ و ۵٪ لاروهای آفت را بیمار نمودند. با توجه به نتایج به دست آمده این امیدواری وجود دارد که در صورت تولید انبوه جدایه‌های مؤثر و همچنین ایجاد شرایط مساعد جهت فعالیت گونه *Steinernema sp.* این نماتدها می‌توانند در مدیریت تلفیقی لارو پروانه زنبورنمای چوبخوار تنه درختان سیب با موفقیت مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: نماتدهای بیماری‌زای حشرات، لارو پروانه زنبورنمای چوبخوار درختان سیب، مبارزه

بیولوژیکی

مقدمه

لارو پروانه زنبورنمای چوبخوار درختان سیب *Synanthedon myopaeformis* Borkh (Aegeridae, Lep.) یکی از آفات مهم درختان سیب در استان آذربایجان غربی است (۱). این حشره در استانهای تهران، مرکزی، لرستان، اصفهان و کرمانشاه وجود دارد و از نقطه نظر نباتات میزان این آفت در روی سیب، به، گیلاس و زردآلو مشاهده شده و در بین نباتات میزبان سیب بیش از همه مورد حمله واقع می‌شود (۵). سیکل زندگی این آفت یک الی دو سال طول می‌کشد و لاروهای این حشره دارای فعالیت تغذیه‌ای در عمق پوست و ناحیه کامبیوم

تنه و گهگاه شاخه‌های قطور بوده و باعث ضعف شدید درختان میزبان می‌شود (۵). ماده‌های بارور این حشره در قسمت‌های صدمه دیده و ضعیف شده مستقر شده و به طرف شیره‌های مترشحه که اغلب در اثر هرس ایجاد می‌شود جلب شده و تخم‌های خو را در محل زخم‌ها قرار می‌دهند (۱۱).

کنترل این آفت اغلب با سموم کلره‌وفسفره آلی و پیروتیروئیدهای مصنوعی صورت می‌گیرد و مصرف این سموم با اصول مدیریت تلفیقی آفات (IPM) در امر تولید میوه سازگار نیست (۱۹).

کنترل شیمیایی چوبخوار تنه سیب (*Synanthedon spp.*) با حشره‌کش‌های شیمیایی به دلیل خطر باقی ماندن سم در

دیم نماتد *Mermis sp.* از خانواده *Mermitidae* گزارش کردند. همچنین از ۴٪ لاروهای طوقه خوار متعلق به گونه‌های *Agrotis segetum* و *Agrotis ipsilon* زراعت‌های آبی استان، نماتدهای بیماری‌زای حشرات به نام‌های *H. bacteriophora* و *Steinernema anomali* جمع‌آوری و گزارش کردند. نامبردگان همچنین در ادامه بررسی‌های خود، در ۳۵ درصد نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان با استفاده از روش *Galleria trap*، نماتد *H. bacteriophora* و گونه‌های مختلف جنس *Steinernema* را جمع‌آوری و گزارش کردند.

پرویزی در سال ۱۳۷۷ کارآئی نماتدهای بیماری‌زای حشرات بر علیه آفات متداول استان شامل سوسک برگ‌خوار تبریزی *Leptinotarsa decemlineata*، سفیده کلم *Pieris rapae*، خرطوم کوتاه چغندرقد *Conorhynchus brevirostis* هلیوتیس نخود *Heliothis virescens* کاردینا *Polyphylla olivieri* و کرم سفید ریشه *Caradrina exigua* را در شرایط آزمایشگاهی بررسی نموده و ۶۰-۱۰۰ درصد لاروهای مورد آزمایش توسط نماتدهای بیماری‌زای حشرات بیمار شدند.

روش بررسی

الف) جمع‌آوری نمونه‌ها

از تعدادی از اراضی زراعی، باغات میوه و بیشه‌زارهای درختان غیر مثمره که قبلاً نماتدهای بیماری‌زای حشرات جمع‌آوری شده بود نمونه‌برداری به عمل آمد و در هر مزرعه یا باغ از سطح حدود ۵۰ مترمربع و از عمق ۱۵ سانتی‌متری، پنج نمونه خاک در حدود ۲۰۰ سانتی‌متر مکعب نمونه‌برداری شد و نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه از هر نمونه ۲۵۰ میلی‌لیتر در جعبه‌های پلاستیکی قرار داده شد و با پنج لارو سن آخر پروانه موم‌خوار *Galleria mellonella* طعمه‌گذاری شدند (۶). جعبه‌ها در درجه حرارت ۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پنج روز بعد لاروهای مرده از جعبه‌های پلاستیکی جمع‌آوری شده و برای استخراج نماتدهای بیماری‌زای حشرات به ظروف پتری حاوی کاغذ صافی مرطوب منتقل شدند (۲۳). نوزادهای نماتدهای بیماری‌زای حشرات

میوه، دوره پرواز طولانی حشره و عادت تغذیه‌ای مخفی لارو غیر عملی است (۹).

دستو و کواکس (۱۹۸۲) گزارش می‌کنند که در شرایط آزمایشگاه لارو چوبخوار تنه سیب در مقابل یک گونه نماتد بیماری‌زای حشرات (*Heterorhabditis sp.*) حساسیت نشان می‌دهد ولی کنترل این آفت در باغات سیب با این نماتد موفقیت‌آمیز نبوده است. دستو و میلر (۹) در شمال ایتالیا برای کنترل چوبخوار تنه سیب از نماتدهای *Steinernema spp.* استفاده نموده و مرگ و میر لاروها را بین ۷۴ و ۹۴ درصد گزارش کرده‌اند.

در استرالیا نماتد *Steinernema feltiae = (bibionis)* به طور موفقیت‌آمیز برای کنترل آفت انگور فرنگی *S. tipuliformis Clerrk* به کار رفته و باعث تلفات متجاوز از ۹۰ درصد لاروها شده است (۷، ۱۸). نتایج مشابهی با نماتدهای *Steinernematid* علیه سایر آفات چوبخوار مثل کرم خراط زینتی در امریکا و کانادا صدمه می‌زند به دست آمده است (۱۷). در آلمان نماتد *Steinernema feltiae = (bibionis)* برای کنترل چوبخوار تنه سیب به کار رفته و میزان پارازیتسم لاروها توسط نماتدها ۷۵ درصد گزارش شده است (۱۹). در سالهای ۱۹۸۸ و ۱۹۸۹ در آزمایشاتی در جمهوری چک و در طول چهار هفته تلفات لاروهای چوبخوار توسط نماتد *Steinernema sp.* به ترتیب از ۳۲ درصد تا ۸۶ درصد و در سال ۱۹۸۹ از ۳۲ درصد تا ۴۰ درصد افزایش نشان داد (۱۴). مشکلاتی که کاربرد وسیع آفت‌کش‌ها در به هم خوردن تعادل بیولوژیکی و آلودگی محیط زیست ایجاد نموده، باعث شده که در مدیریت کنترل آفات از روش‌های بیولوژیکی بیشتر استفاده شود. در همین راستا در بسیاری از کشورها، در کنترل بیولوژیکی با آفات مختلف نماتدهای بیماری‌زای حشرات مورد استفاده قرار گرفته و گونه‌های دو جنس *Steinernema* و *Heterorhabditis* کارآئی لازم را نشان داده‌اند.

پرویزی و همکاران (۱۳۷۳ و ۱۳۷۷) در بررسی نماتدهای پارازیت آفات طوقه‌خوار محصولات زراعی در استان آذربایجان غربی از ۲۳ درصد لاروهای طوقه‌خوار *Scotia crssa*، *S. Obesa* و *S. tenera* جمع‌آوری شده از مزارع نخود، آفتابگردان و غلات

باغ سیب شدیداً آلوده به چوبخوار تنه سیب با سه تیمار شاهد، نماتد *H. bacteriophora* و نماتد *Steinernema sp.* هر کدام در پنج تکرار و هر تکرار با یک اصله درخت انجام شد. در این آزمایشات تنه هر درخت به عنوان واحد آزمایشی در نظر گرفته شد و مایه تلقیحی 10^6 عدد نوزاد سن سوم نماتدها در ۳۰۰ سانتی‌متر مکعب بوده، که بعد از غروب آفتاب روی تنه هر کدام پاشیده و درختان شاهد تنها با آب محلولپاشی شدند. جهت جلوگیری از تبخیر و ایجاد شرایط مناسب، بعد از محلولپاشی قسمت تنه درختان مورد نظر با نایلون پوشانده شد. درختان آزمایشی اوایل و اواخر فصل رشد متفاوت بوده و در هر مرحله از درختان دیگری استفاده شد. ده روز بعد از تلقیح نماتدها از قسمت تنه درختان آزمایشی نمونه‌برداری شد. به این ترتیب که بسته به سطح تنه تعداد ۲۵-۱۰ عدد لارو را از زیر پوست، کامبیوم و دالانها خارج کرده و تعداد لاروهای زنده و مرده مورد شمارش قرار می‌گرفت. لاروهای مرده که تغییر رنگ داده و متورم می‌شوند جهت اطمینان از پارازیت شدن توسط نماتدها به ظروف پتری حاوی کاغذ مرطوب انتقال داده شدند. پارازیت‌سوم لاروهای مرده با خروج نماتدها و مشاهده آنها در زیر میکروسکوپ تعیین و یادداشت شدند.

نتایج و بحث

۱- بررسی‌های بیماری‌زائی نماتدهای بیماری‌زای حشرات در شرایط آزمایشگاه

در بررسی‌های آزمایشگاهی و در ظروف پتری دو گونه نماتد *H. bacteriophora* و *Steinernema sp.* باعث مرگ و میر ۱۰۰٪ لاروهای چوبخوار تنه سیب شدند و نماتدها در داخل بدن لاروهای پارازیت شده به مرحله بلوغ رسیده و نوزادان سن سوم نسل جدید ۷-۱۲ روز بعد از بدن لارو خارج شدند.

مشخصات جنس *Steinernema*

افراد این جنس از خانواده *Steinernematidae* و پارازیت اجباری حشرات بوده و از خصوصیات مهم آنها زندگی همزیستی با باکتری جنس *Xenorhabdus* می‌باشد. نماتد جهت تولید مثل و تکثیر نیازمند جنس‌های نر و ماده (دو جنسی) هستند. در ماده‌های این جنس فاسمید غیر واضح، دم کوتاهتر از پهنای

جمع‌آوری شده و سپس بیماری‌زائی آنها توسط لاروهای پروانه موم‌خوار مورد بررسی مجدد قرار گرفت. نمونه‌های نماتدهای بیماری‌زای حشرات جهت تشخیص به انستیتوی تولید و فرآوری گیاهی استرالیا ارسال شد.

ب) بررسی بیماری‌زائی نماتدهای بیماری‌زای حشرات در شرایط آزمایشگاه

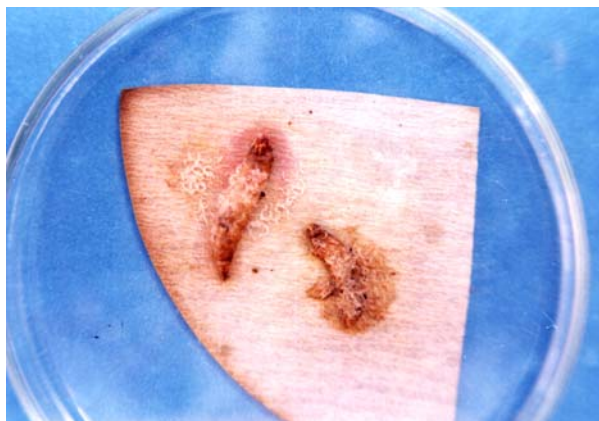
بیماری‌زائی شش نمونه نماتد جمع‌آوری شده از استان آذربایجانغربی، در ظروف پتری حاوی کاغذ صافی مرطوب بررسی شد. برای این منظور حدود ۲۰۰۰ لارو سن سوم نماتدهای مورد نظر در ظروف حاوی کاغذ صافی مرطوب در سه تکرار قرار داده شدند و سپس ۵ لارو پروانه چوبخوار به هر ظرف منتقل شده و به مدت سه روز در درجه حرارت آزمایشگاه ۲۴-۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در نتیجه از میان نمونه‌ها دو گونه نماتد *Steinernema sp.* و *Heterorhabditis bacteriophora* که باعث مرگ ۱۰۰ درصد لاروها شدند جهت انجام آزمایشات در شرایط باغ انتخاب شدند (۱۹).

ج) پرورش و تکثیر نماتد

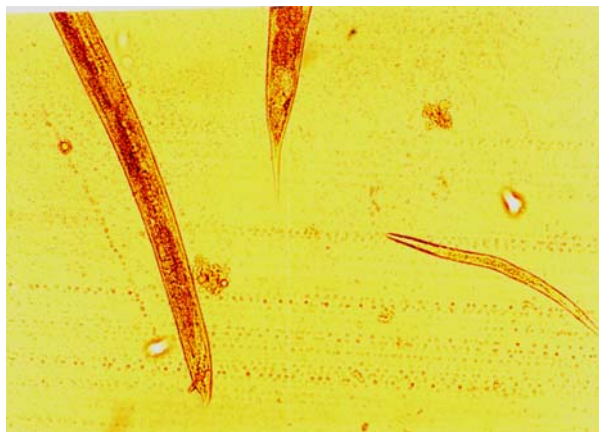
نماتدهای مورد نظر طبق روشی که توسط دات کی در سال ۱۹۶۴ توصیف شده است (۱۲) تکثیر شدند و لاروهای سن آخر پروانه موم‌خوار به جعبه‌های پرورش حاوی خاک رسی لومی استریل که قبلاً حدود ۵۰۰۰ پوره در آنها رها شده بود منتقل شده و به مدت چهار روز در درجه حرارت ۲۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند، پنج روز بعد لاروهای مرده از جعبه‌های پرورشی جمع‌آوری شده و به ظروف پتری حاوی کاغذ صافی مرطوب منتقل شدند (۲۳). در این آزمایش نوزادان سن سوم نسل جدید که از لاروهای بیمار خارج می‌شوند به ظروف ۵۰ میلی‌لیتری حاوی آب مقطر استریل منتقل شده و تا زمان آزمایش در درجه حرارت ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند (شکل ۱ و ۲).

د) آزمایش در باغ آلوده

در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ جهت بررسی کارآیی نماتدهای بیماری‌زای حشرات علیه آفت چوبخوار تنه سیب آزمایشاتی در دو نوبت، اوایل و اواخر فصل رشد انجام شد. این آزمایش در یک



شکل ۲- لاشه لاروهای پارازیت شده پروانه موم خوار توسط نماتد *H. bacteriophora* و تجمع نوزادان سن سوم در اطراف آن



شکل ۳- قسمت انتهایی بدن نماتد، نر و ماده لارو سن سوم جنس *Steinernema* sp. درشت نمائی $\times 40$ (عکس اصلی)



شکل ۴- نماتد نر جنس *Steinernema* sp. درشت نمائی $\times 40$ (عکس اصلی)

ناحیه مخرجی بدن بوده (شکل ۳)، ماده‌های تخمگذار و اغلب تعدادی از تخم‌ها را در محفظه تخم نگه می‌دارند، نرها کوچک‌تر از ماده بوده و در ناحیه انتهایی بدن دارای یازده جفت پاپیل تناسلی و یک پاپیل تناسلی دیگر به صورت منفرد می‌باشد. فاسمیدها غیر واضح و انتهایی دم گرد و یا نوک تیز می‌باشد. لاروهای سن سوم دارای فاسمید کوتاه و یا غیر مشخص می‌باشند و لاروهای دارای دم مخروطی بوده (شکل ۴) و کوتاه از طول مری می‌باشد (حدود ۶۵ درصد طول مری)، این جنس دارای هیجده گونه می‌باشد (۲۲).

مشخصات گونه *Heterorhabditis bacteriophora* poinar, 1976

این گونه از خانواده *Heterorhabditidae* بوده و باکتری همزیست از جنس *Photorhabdus* را درون روده خود حمل می‌کنند. در این خانواده علاوه بر ماده‌های جنسی، ماده‌های هرمافرودی هم وجود دارد و مشخص گردیده که لاروهای آلوده کننده (II) بعد از نفوذ به بدن میزبان به ماده‌های هرمافرودیت تبدیل می‌گردند. مشخصات مرفومتیک گونه *H. bacteriophora* به شرح زیر می‌باشد (۲۱ و ۲۰).

طول لارو سن سوم = (۶۷۱-۵۲۱) ۵۸۸ میکرومتر، طول اسپیکول = (۳۶-۴۴) ۴۰ میکرومتر
 طول جسم هادی = (۲۵-۱۸) ۲۰ میکرومتر، (۱۰۳-۱۳۰)
 $E=112$ ، طول دم لارو سن سوم = ۹۸ میکرون.
 $GS\% = 50$ ، $C6/2(5/5-7)$ ، عرض لارو سن سوم = ۳۱-
 ۲۳(۱۸)، عرض نماتد نر = (۳۸-۴۶) ۴۳ میکرومتر.



شکل ۱- لاروهای پارازیت شده پروانه موم خوار توسط نماتد *H. bacteriophora*

۲- آزمایش‌ها در باغ آلوده (سال ۱۳۷۶)

در اثر محلول‌پاشی قسمت تنه درختان آلوده با سوسپانسیون حاوی نماتد در بیست و پنجم اردیبهشت ماه (میانگین رطوبت ۷۰٪ و درجه حرارت ۱۵/۶ درجه سانتی‌گراد) ۶۷٪ لاروها توسط نماتد *Steinernema sp.* و ۳/۳٪ لارو توسط نماتد *H. bacteriophora* پارازیته شدند و نتایج در جدول ۱ درج شده است.

در اثر محلول‌پاشی قسمت تنه درختان آلوده در ۱۵ شهریور ماه (میانگین رطوبت نسبی ۴۲/۵٪ و درجه حرارت ۲۰/۹ درجه سانتی‌گراد) ۷۵/۹ درصد لاروها توسط نماتد *Steinernema sp.* و ۵٪ لاروها توسط نماتد *Heterorhabditis sp.* پارازیته شدند و نتایج در جدول ۲ درج شده است.



شکل ۵- لارو سن سوم نماتد *H. bacteriophora* (درشت نمائی × ۴۰) (عکس اصلی)

جدول ۱- درصد پارازیتیسیم لاروهای پوستخوار تنه سیب ده روز بعد از محلول‌پاشی با نماتدهای بیماری‌زای حشرات (۱۰^۶ لارو سن سوم نماد به ازاء هر تنه) ۲۵ اردیبهشت ماه ۱۳۷۶.

تیمار تکرار	Steinernema sp.			Heterorhabditis bacteriophora			شاهد	
	تعداد کل نمونه	تعداد لارو پارازیته	درصد پارازیتیسیم	تعداد لارو	لارو پارازیته	درصد پارازیتیسیم	تعداد لارو	لارو پارازیته
R ₁	۱۹	۱۲	۶۳/۱	۱۱	۱	۹٪	۱۷	-
R ₂	۱۷	۱۰	۵۸/۸	۱۰	-	-	۱۲	-
R ₃	۱۵	۱۱	۷۳/۳	۱۳	۱	۷/۶	۱۴	-
R ₄	۲۱	۱۵	۷۱/۴	۱۵	-	-	۱۳	-
R ₅	۱۶	۱۱	۶۸/۷	۱۷	-	-	۱۵	-
جمع	۸۸	۶۳		۶۶	۲		۷۱	
میانگین			۶۷٪			۳/۳٪		

جدول ۲- درصد پارازیتیسیم لاروهای پوستخوار تنه سیب ده روز بعد از محلول‌پاشی با نماتدهای بیماری‌زای حشرات (۱۰^۶ لارو سن سوم نماتد به ازاء هر تنه) ۱۵ شهریور ماه ۱۳۷۶

تیمار تکرار	Steinernema sp.			Heterorhabditis bacteriophora			شاهد	
	تعداد کل نمونه	تعداد لارو پارازیته	درصد پارازیتیسیم	تعداد لارو	لارو پارازیته	درصد پارازیتیسیم	تعداد لارو	لارو پارازیته
R ₁	۱۹	۱۵	۷۸/۹	۱۵	۱	۶/۶	۱۸	-
R ₂	۱۷	۱۳	۷۶/۴	۱۴	-	-	۱۵	-
R ₃	۱۴	۱۰	۷۱/۴	۱۹	۲	۱۰/۵	۱۳	-
R ₄	۲۳	۱۷	۷۳/۹	۱۲	۱	۸/۳	۱۴	-
R ₅	۲۵	۲۰	۸۰	۱۶	-	-	۱۷	-
جمع	۹۷	۷۵		۷۶	۴		۷۷	
میانگین			۷۵/۹٪			۵٪		

۳- آزمایشات مزرعه (سال ۱۳۷۷)

خوبی را نشان نداد. میانگین مرگ و میر لاروها در آزمایشات اردیبهشت ماه و شهریور ماه به ترتیب ۳/۳ و ۵٪ ثبت گردید، گرچه در بررسی‌های آزمایشگاهی این علیه لاروهای پوستخوار بیماریزایی زیادی نشان داد.

دستو و همکاران (۱۹۸۴) و ناچتیگال و دیگر (۱۹۹۲) به ترتیب در شمال استرالیا و آلمان نتایج مشابهی با نژاد IH و HW جنس *Heterorhabditis* بر علیه پروانه فری و چوبخوار تنه سیب به دست آوردند و نتایج حاصله از این تحقیق نشان می‌دهد که گونه‌های *Heterorhabditis* بر خلاف زمانی که در خاک محلول‌پاشی می‌شوند در قسمت‌های بالای خاک خواص پارازیتی کافی نشان نمی‌دهند.

در اثر محلول‌پاشی قسمت تنه درختان آلوده با سوسپانسیون حاوی نماتد در بیست و پنجم اردیبهشت ماه (میانگین رطوبت ۷۰٪ و درجه حرارت ۱۵/۶ درجه سانتی‌گراد) ۶۳/۱۶٪ لاروها توسط نماتد *Steinernema sp.* پارازیت شده و نتایج در جدول ۳ درج شده است.

در اثر محلول‌پاشی قسمت تنه درختان آلوده در ۱۵ شهریور ماه (میانگین رطوبت نسبی ۴۲/۵٪ و درجه حرارت ۲۰/۹ درجه سانتی‌گراد) ۶۹/۳۳ درصد لاروها توسط نماتد *Steinernema sp.* پارازیت شدند و نتایج در جدول ۴ درج شده است. نماتدها *H. bacteriophora* در شرایط باغ خواص پارازیتی

جدول ۳- درصد پارازیت‌تیسیم لاروهای پوسته‌خوار تنه سیب ده روز بعد از محلول‌پاشی با نماتدهای بیماری‌زای حشرات (۱۰^۶ لارو سن سوم نماتد به ازاء هر تنه) ۲۵ اردیبهشت ماه ۱۳۷۷

تیمار تکرار	Steinernema sp.			شاهد	
	تعداد کل نمونه	تعداد لارو پارازیت	درصد پارازیت‌تیسیم	تعداد لارو	لارو پارازیت
R ₁	۱۳	۸	۶۱/۵	۱۵	-
R ₂	۱۷	۱۱	۶۸/۸	۱۱	-
R ₃	۱۹	۱۳	۶۸/۴	۱۷	-
R ₄	۱۴	۸	۵۷/۱	۱۰	-
R ₅	۱۴	۹	۶۰	۱۳	-
جمع	۷۸	۴۸		۶۶	-
میانگین			۶۳/۱۶		

جدول ۴- درصد پارازیت‌تیسیم لاروهای پوستخوار تنه سیب ده روز بعد از محلول‌پاشی با نماتدهای بیماری‌زای حشرات (۱۰^۶ لارو سن سوم نماتد به ازاء هر تنه) ۱۵ شهریور ماه ۱۳۷۷

تیمار تکرار	Steinernema sp.			شاهد	
	تعداد کل نمونه	تعداد لارو پارازیت	درصد پارازیت‌تیسیم	تعداد لارو	لارو پارازیت
R ₁	۱۷	۱۲	۷۰/۵	۱۳	-
R ₂	۱۵	۹	۶۶	۱۴	-
R ₃	۱۴	۱۰	۷۱/۴	۱۶	-
R ₄	۱۶	۱۱	۶۸/۷۵	۱۵	-
R ₅	۲۰	۱۴	۷۰	۱۷	-
جمع	۸۲	۵۶		۷۴	-
میانگین			۶۹/۳۳		

بطور فعال بدنبال میزان در حرکت بوده و میزبان خود را پارازیته نماید (۱۹). برای این منظور بهتر است محلول پاشی در عصر و بعد از غروب آفتاب و یا صبح زود انجام گیرد تا فرصت کافی برای ورود نوزادان نماتد به دالانهای محل تغذیه لاروها وجود داشته باشد. توصیه می‌شود جهت ایجاد شرایط ایده‌آل برای نماتدها، قسمت ته درختان بعد از محلول پاشی با نایلون پوشانده شود. نتایج این آزمایشات نشان می‌دهد که استفاده از نماتدهای بیماری‌زای حشرات جنس *Steinernema* برای کنترل بیولوژیکی در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفت چوبخوار تنه سیب روش مناسب و امیدوارکننده‌ای است.

سپاسگزاری

از آقای دکتر بدینگ مدیر گروه بخش حشره‌شناسی انستیتوی تولید و فرآوری گیاهی استرالیا به خاطر تشخیص نماتد بیماری‌زای حشرات سپاسگزاری می‌گردد.

در آزمایشات بررسی کارایی نماتدهای بیماری‌زای حشرات بر علیه *Synanthedon tipuliformis* در استرالیا بدینگ و میلر (۷) گزارش کردند که در مقایسه با گونه *S. bibionis* تعداد کمی از افراد گونه *H. bacteriophora* وارد دالانها می‌شوند، به نظر می‌رسد که در مقایسه با گونه‌های *Steinernema* گونه‌های *Heterorhabditis* نیاز بیشتری به اکسیژن دارند (۱۹). نتایج این آزمایشات نشان می‌دهد نماتد *Steinernema sp.* در شهرستان ارومیه و در شرایط باغ کارایی خوبی بر علیه لاروهای چوبخوار تنه سیب داشته است که مؤید مطالعات محققین دیگر در مناطق مختلف دنیا است (۸، ۱۷، ۱۸). عدم وجود رطوب کافی و قرار گرفتن در معرض نور ماوراء بنفش و حداقل و حداکثر حرارت از جمله فاکتورهای محدود کننده موفقیت در کاربرد نماتدهای بیماری‌زای حشرات است (۱۴، ۱۵). زمانیکه نماتدها روی شاخ و برگ، شاخه‌ها و تنه مصرف می‌شوند، رطوبت نزدیک ۱۰۰٪ مورد نیاز می‌باشد تا پوره‌ها قادر باشند

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

۱. اکبرزاده شوکت، غ. رجبی، غ. و ر. پرویزی، ۱۳۷۹. بررسی پروانه‌های چوبخوار درختان سیب و مقایسه تراکم جمعیت گونه غالب در باغات سیب ارومیه. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، مشهد. شهریور. صفحه ۷۹.
۲. پرویزی، ر. باروتی، ش. و ح. عدلدوست، ۱۳۷۳. گزارش وجود نماتدهای پارازیت حشرات در ایران. مجله آفات و بیماریهای گیاهی. جلد ۶۲، صفحه ۱۰۹.
۳. پرویزی، ر.، باروتی، ش. و ح. عدلدوست، ۱۳۷۷. نماتدهای بیماری‌زای آفات طوقه‌خوار در استان آذربایجان غربی. خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران. شهریور. صفحه ۳۱۵.
۴. پرویزی، ر. کارائی نماتدهای *Steinernema sp.* و *Heterorhabditis bacteriophora* بر آفات متداول استان آذربایجان غربی. خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران. کرج. شهریور. صفحه ۲۰۶.
۵. رجبی، غ. ۱۳۶۵. حشرات زیان آور درختان میوه سردسیری ایران جلد دوم. از انتشارات مؤسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی - ۲۰۹ صفحه.
6. Bedding, R. A. & Akhursts, R. J. 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. *Nematologica* 21: 189-110.
7. Bedding R. A. & Miller L. A. 1981. Disinfesting black current cuttings of *Synanthedon tipuliformis*, using the insect parasitic nematode, *Neoaplectina bibionis*. *Envir. Entomol.*, 10: 449-453.
8. Deseo, K. V. & Kovacs, A. I. 1982. Observations on and experiments with entomopathogenous nematode in Italy (1988-1982). Third International Colloquium Invertebrate Pathology, Brighton, U. K. 2: 115.
9. Deseo, K. V. & Miller, L. A., 1985. Efficacy of entomopathogenous nematode, *Steinernema spp.*, against clearwing moths, *Synanthedon spp.*, in north Italian apple orchards. *Nematologica* 31: 100-108.
10. Deseo, K. V, Fosch., F. & Rovesti, L. 1984. Results of biological control experiments in apple and pear orchards against the larvae of *Zeuzera pyrina* (Lep.: Cossidae). Sip XVII Annual Meet in, UC Davis, U. S. A. Aug. Poster N – 17F-

11. Dickler, E. 1977. Zur Biologie und Schadwirkung von *Synanthedon myopaeformis* Borkh. (Lep.: Aegeridae). Einem neuen Schädling in Apfeldichtpflanzungen. Z. Angew. Entomol. 82: 256-266.
12. Dutky, S. R., Thompson, J. V. and G. E. Cantwell. 1964. A technique for the mass propagation of the D. D-13 nematode, J. Insect Pathol. 6: 417-422.
13. Gaugler, R., Boush, G. M. 1978. Effect of ultraviolet radiation and sunlight on the entomopathogenic nematode, *Neoaplectana carpocapsae*. J. Invertebr. Pathol. 32, 291-269.
14. Kahounova, L. & Mracek, Z. 1991. Larval mortality of *Synanthedon myopaeformis* (Lep.: Sesiidae) in apple trees sprayed with *steinernema* sp. Strain Hylobius (Nematoda, Steinernematidae). Acta Entomol. Bohemoslov. 88: 205-210.
15. Kaya, H. K. 1977. development of the D. D. Strain of *Neoaplectina carpocapsae* at constant temperatures. J. of nematology 9, 346-349.
16. Lindegren, J. E., Yamashita, T. T. & Barnett W. W. 1981. Parasitic nematode may control carpenterworm in fig trees. Calif. Agric. 1: 25-26.
17. Lindegren, J. E., Agudelo, Silva, F., Valero, K. A., & Curtis, C. E. 1987. Comparative small scale field application of *steinernema feltiae* for nevel organe worm control. J. of Nematology 19(4): 503-504.
18. Miller, L. A. and Bedding, R. A. 1982. Field testing of the insect parasitic nematode, *Neoaplectina bibionis* (Nematoda: Steinernematidae) against currant borer moth *Synanthedon tipuliformis* (Lep. Sesiidae) in black currnts. Entomophaga 27(1): 109-114.
19. Nachtigall, G. & Dickler, 1992. Experiences with field applications of entomopathogenic nematodes for biological control of cryptic living insects in orchards. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 27(1-4): 485-490.
20. Nguyen, K. B., and G. C. Smart, J. R. 1995. Morphometrics of infective juveniles of *Steinernema* spp and *Heterorhabditis bacteriophora* (Nemata: Rhabditida). Journal of Nematology, 27: 206-212.
21. Nguyen, K. B. and G. C. Smart, J. R. 1996. Identification of entomopathogenic nematodes in the steinernematidae and Heterorhabditidae (Nemata: Rhabditidae). Journal of Nematology, 28: 286-300.
22. Nguyen, K. and G. C. Smart, Jr. 1997. Scanning electron microscope studies of spicules and gubernacula of *steinernema* spp. (Nemata: Steinernematidae). Nematologica, 43: 465-480.
23. White, C. F. 1927. A method for Obtaining infective larvae from cultures. Science (Washington, DC) 66: 302-303.

**An Evaluation of the Efficacy of the Entomopathogenic
Nematodes *Steinernema* sp. and *Heterorhabditis*
Bacteriophora in Controlling Immature Stages
of the Apple Clearwing *Synanthedon myopaeformis***

R. PARVIZI

Assistant professor, Agricultural Research Center, West Azarbaijan

Accepted Oct., 30, 2002

SUMMARY

Control of apple clearwing, *Synanthedon myopaeformis* Brkh., is of economic importance in apple orchards, West Azarbaijan. Application of toxic chemicals to control this pest is considered impractical due to the risk of residues on fruits, the long adult emergence period and the concealed feeding habit of larvae. As an alternative, biological control measures using entomopathogenic nematodes for pest and management have recently gone under more investigation. To evaluate the efficacy of entomopathogenic nematodes in pest control, experiments were carried out at the beginning and the end of the growing season in a heavily infested apple orchard during 1997 and 1998. As inoculum, third stage juveniles of *Steinernema* sp. and *Heterorhabditis bacteriophora* were sprayed onto the trunks of infested trees at a concentration of 10^6 L3 in 300 cm^3 of distilled water. As a result, 63%, 75%, 63% and 69% of the pest larvae were found to be parasitized by *Steinernema* sp. on April 25th and September 6th in 1997 and 98, respectively, whereas *H. bacteriophora* infected 3.3% and 5% of the pest larvae in 1997. Considering the results obtained, it is expected that in case of mass production of effective strains of *Steinernema* sp., and providing optimal conditions for their activity, this species may be successfully used in integrated management of apple clearwing larvae.

Key words: Entomopathogenic nematodes, *Synanthedon myopaeformis*, Biological control.