تحقیقات آفات گیاهی
جلد ۲/شماره ۲/سال ۱۳۹۱

اثرنماتد *Steinernema carpocapsae* (Weiser) بر مرگ و میر لارو سن آخر و شفیره شب‌پره هندی *Plodia interpunctella* (Huebner) در شرایط آزمایشگاهی

مهرناز رودکی[۱]، مصطفی حقانی[۲*]، مریم فلاحی[۳]، محمد عبدالهی[۴]
۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، استادیار، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

(تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۳۱)

چکیده

در سال ۱۳۸۹ تعدادی نمونه خاک جهت بررسی وجود نماتدهای بیمارگر حشرات، از سراسر استان کهگیلویه و بویراحمد جمع‌آوری شد. نماتد *Steinernema carpocapsae* (Weiser) از خاک‌های جمع‌آوری شده جدا گردید. با توجه به محدودیت کاربرد سموم شیمیایی در مبارزه با آفات انباری، یک بررسی به منظور تعیین کارآیی این نماتد روی شب‌پره هندی، که آفت مهم محصولات انبار است، انجام شد. در این آزمایش، لارو و شفیره شب‌پره هندی در شرایط آزمایشگاهی در ۲۷ درجه سانتی‌گراد در برابر غلظت‌های صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ نماتدهای بیمارگر در هر میلی‌لیتر آب مقطر قرار گرفتند. حشرات به مدت دو روز روی کاغذ صافی آغشته به ۱ میلی‌لیتر از سوسپانسیون نماتد داخل ظرف‌های پتری ۹ سانتی‌متری قرار داده شد و هر ۲۴ ساعت تعداد حشرات مرده یادداشت‌برداری شد. بیشترین مرگ و میر ایجاد شده پس از ۴۸ ساعت، برای شفیره در غلظت ۱۰۰۰، به میزان ۹۹ درصد در حالی‌که برای لارو در غلظت ۲۰۰۰، به میزان ۱۰۰ درصد بود. در این تحقیق شفیره نسبت به لارو به غلظت پایین‌تری از نماتدهای بیمارگر، حساس بود.

واژه‌های کلیدی: شب‌پره هندی، *Plodia interpunctella*، نماتد بیمارگر حشرات، *Steinernema carpocapsae*

*نویسنده مسئول: Haghanima@yahoo.com

مقدمه

طبق گزارش سازمان‌های علمی و پژوهشی، حشرات زیان‌آور انباری هر سال مقدار قابل توجهی (۱۰ تا ۱۵ درصد کل تولید دانه‌های انباری) از محصولات غذایی را در جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه از بین می‌برند (Bagheri Zonouz, 1996). قدرت تکثیر بالا، همه جازی و چند خوار بودن بسیاری از آفات انباری علت عمده خسارت بالای آن‌ها بوده تا جایی که در انبارهایی با شرایط سنتی، میزان خسارت ۱۰ تا ۸۰ درصد گزارش شده است (Modarres Najaf Abadi, 2002). این آفات با زیان‌های کمی، کیفی و بهداشتی به محصولات انباری، منجر به خسارت‌های سنگینی می‌شوند (Bagheri Zonouz, 1996). یکی از مهم‌ترین آفات انباری شب پره هندی *Plodia interpunctella* Huebner (Pyralidae) است که در تمام دنیا و از جمله در ایران در انبارهای خرما، پسته و بادام شیوع دارد. این حشره از آفات مهم انباری روی خشکبار، غلات، بذور مختلف، حشرات خشک شده و کندوی عسل می‌باشد و خسارت آن از ۸۳ نوع ماده غذایی گزارش شده است (Sepasgozarian, 1987). لارو این شب پره همه چیز خوار می‌باشد و یک شبکه ابریشمی در داخل و روی سطح غذا می‌تند و داخل این شبکه توری تغذیه می‌کند. شبکه شامل پوسته لاروی و فضولات لاروی است و به محصول آلوده شده بوی نامطبوعی می‌دهد. گاهی اوقات محصول آلوده با شبکه ابریشمی پر می‌شود. آلودگی‌های ایجاد شده می‌تواند سبب خسارت مستقیم و هزینه‌های اقتصادی غیر مستقیم مثل هزینه‌های کنترل آفت، کاهش کیفیت و شکایت مصرف کننده باشد (Mohandass *et al.,* 2007).

به کارگیری سموم تدخینی (Fumigants) به دلیل انتشار و نفوذ آن‌ها به درون توده محصول، در میان روش‌های متعدد کنترل با آفات انباری، مهم‌ترین روش بوده است. در چند سال اخیر به کارگیری تعداد زیادی از سموم تدخینی کنار گذاشته شده است. متیل بروماید از جمله سموم تدخینی می‌باشد که سبب تخریب لایه استراتوسفری اُزون شده و توسط سازمان حفاظت محیط زیست (Environmental Protection Agency [EPA]) ایالت متحده آمریکا در دسته اول تخریب کننده‌های لایه اُزون طبقه بندی شده است و طبق برنامه‌ریزی جهانی در کشورهای توسعه یافته تا سال ۲۰۰۵ و در کشورهای در حال توسعه تا سال ۲۰۱۵ باید مصرف این سم متوقف شود (EPA, 2006). پس از آن استفاده از فسفین افزایش یافت و عدم توجه به استانداردهای تدخین، باعث بروز مقاومت‌های بیشتری در آفات نسبت به فسفین شد. به طوری که در ۴۵ کشور جهان گزارش‌هایی از مقاومت آفات انباری در برابر سم فسفین وجود دارد و از این‌رو مطالعه جهت جایگزینی مناسب برای سموم فوق اجتناب ناپذیر است (Fields, 1998).

با توجه به اهمیت اقتصادی آفات انباری و مقاوم شدن آن‌ها نسبت به حشره‌کش‌های متداول شیمیایی، یافتن یک روش ایمن، مناسب، اقتصادی و بادوام جهت کنترل و کاهش خسارت این آفات ضروری به نظر می‌رسد. روش‌های متعددی جهت این منظور وجود دارد. موجودات زنده‌ای که در کنترل بیولوژیک استفاده می‌شوند عبارتند از: شکارگرها، پارازیتوئیدها، عوامل بیماری‌زا و علف‌خوارها. یکی از عوامل بیماری‌زا که در کنترل بیولوژیک استفاده می‌شود نماتدهای بیمارگر حشرات می‌باشند. از بین نماتدهای مرتبط با حشرات، تنها نماتدهای جنس‌های *Steinernema* و *Heterorhabditis* نماتدهای بیمارگر هستند. این نماتدها دارای همزیستی با باکتری بیماری‌زا بوده، بدین جهت به عنوان عامل کنترل بیولوژیک برخی از حشرات قابل استفاده هستند و این در حالی است که این باکتری‌ها اثر نامطلوبی روی سایر موجودات زنده ندارند. این درجه‌ی بالای اطمینان باعث می‌شود که در کاربرد آن بر خلاف سموم شیمیایی و یا حتی *Bacillus thuringiensis* نیازمند استفاده از ماسک نباشد و از طرف دیگر مشکلاتی چون بقایای سم، آلودگی آب‌های زیرزمینی، انتشار نامطلوب و اثرات منفی روی حشرات گرده‌افشان وجود ندارد و به علاوه نیاز به کاربرد مجدد آن نیست (Abdollahi, 2009). تاکنون گونه‌های زیادی از جنس *Steinernema* به عنوان نماتدهای مهم بیماری‌زا گزارش شده است و تعداد بسیار زیادی نیز ناشناخته‌اند. یکی از مهم‌ترین گونه‌های این جنس

Steinernema carpocapsae Weiser می‌باشد که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. هدف اصلی از انجام این تحقیق، تعیین میزان کارآیی نماتد بیمارگر *S. carpocapsae* علیه لارو سن آخر و شفیره شب‌پره هندی و از اهداف جنبی می‌توان به مقایسه میزان حساسیت لارو سن آخر و شفیره اشاره نمود.

مواد و روش‌ها

به منظور تشکیل کلونی پرورش شب‌پره هندی مقداری کشمش را در ظروف پرورش ریخته و تعداد ۵۰ عدد حشره بالغ را روی آن رها کرده و در دمای ۲±۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۰±۵۰ درصد نگه داری شدند و پرورش یافتند.

جهت جداسازی نماتد بیمارگر حشرات، تعدادی نمونه خاک از مناطق مختلف استان کهگیلویه و بویراحمد از نقاط مختلف اعم از مزارع، مراتع و حواشی جویبارها جمع‌آوری شد. نمونه‌برداری به صورت تصادفی، پس از کنار زدن خاک سطحی از عمق ۱۰-۱۵ سانتی‌متری با بیلچه انجام شد. در مجموع تعداد ۶۰ نمونه خاک در طول مدت آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. پس از انتقال خاک به آزمایشگاه، نمونه‌ها به صورت مجزا در دمای مناسب نگه‌داری شدند.

نماتدهای بیماری‌زا در حشرات از خاک به روش طعمه‌گذاری جداسازی شدند. طعمه‌گذاری با استفاده از دو روش انجام شد. در روش اول از روش بدینگ و آکورست Bedding and Akhurst (1975) استفاده شد. به این صورت که ۲-۳ عدد لارو سن آخر پروانه‌ی مومخوار با استفاده از پنس و بدون آسیب رساندن به آن‌ها درون ظروف پلاستیکی درپوش‌دار مجزا قرار داده شده، به مقدار کافی از خاک‌های جمع‌آوری شده روی این لاروها ریخته و درپوش ظروف که دارای سوراخ‌های ریزی به منظور تبادل هوا بود، روی آن‌ها قرار داده شد. روش دیگر با استفاده از تیوب‌های ۱/۵ میلی‌تری انجام شد. بدین منظور درون ان تیوب‌ها که از قبل چند سوراخ روی آن‌ها ایجاد شده بود، یک عدد لارو سن آخر پروانه‌ی مومخوار قرار داده شد. سپس تیوب‌ها در ظروف پلاستیکی حاوی خاک‌های جمع‌آوری شده قرار داده شد (Laznik and Trdan, 2012). ظروف به مدت ۵-۷ روز در دمای تقریبی ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. اگر در این مدت لاروها تغییر رنگ داده و تلف می‌شدند، نشان از وجود نماتد داشت. به منظور اطمینان از وجود آن‌ها، لاروهای مرده پروانه با استفاده از روش وودرینگ و کایا Woodring and Kaya (1988)، به تله‌ی وایت منتقل شدند. نماتدهای خارج شده از لاشه برای انجام مراحل بعدی آزمایش جمع‌آوری و در دمای ۸-۷ درجه سانتی گراد، در یخچال نگه‌داری شد. پس از انجام مراحل فوق، یک گونه نماتد بیماری‌زای حشرات، *S. carpocapsae* از نمونه‌های خاک، استخراج شد و روی پروانه موم خوار بزرگ تکثیر یافت. با استفاده از مشخصات مورفولوژیکی و مورفومتریکی نماتد و کلید شناسایی لوکسکایی نماتد شناسایی شد (Lucskai, 1999).

آزمایش زیست‌سنجی تاثیر نماتد بر لارو و شفیره شب-پره هندی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور زمان (۲۴ و ۴۸ ساعت) و غلظت نماتد (در پنج غلظت ۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ نماتد در هر میلی‌لیتر سوسپانسیون)، در یک طرح کاملاً تصادفی، در پنج تکرار انجام شد. برای به دست آوردن غلظت‌های لازم نماتدها، از روش رقیق کردن متوالی استفاده شد. برای هر غلظت و هر تکرار، یک ظرف پتری شیشه‌ای ۱۰ سانتی‌متری در نظر گرفته شد. کف هر ظرف پتری با یک عدد کاغذ صافی نه سانتی‌متری پوشیده شد و تعداد ۲۰ عدد لارو سن آخر و ۲۰ عدد شفیره هم سن (کوهورت) در هر پتری دیش قرار گرفت. پتری‌ها به مدت دو روز در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. هر ۲۴ ساعت میزان مرگ و میر لارو و شفیره‌های شب‌پره هندی یادداشت‌برداری شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمون توکی تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل داده‌های آماری مربوط به اثرنماتد *S. carpocapsae* روی لارو و شفیره شب‌پره هندی در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که اثر تیمارهای مورد آزمایش (زمان و غلظت‌های متفاوت) در سطح ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار

هستند. اثر متقابل زمان در غلظت‌های نماتد اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ نشان داد. با توجه به معنی‌دار بودن اختلافات، مقایسه میانگین‌های تیمارهای مورد آزمایش انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است (حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ با اختصار LSD نیز در این جدول نشان داده شده است).

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس، در مرحله لاروی، پس از ۲۴ ساعت، بیشترین درصد مرگ و میر به ترتیب ۹۲، ۸۶ و ۸۲ درصد در غلظت‌های ۲۰۰۰، ۱۰۰۰ و ۵۰۰ بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. پس از ۴۸ ساعت، درصد مرگ و میر غلظت ۲۰۰۰ به ۱۰۰ درصد رسید و غلظت ۱۰۰۰ و ۵۰۰ نماتد به ترتیب ۹۱ و ۸۶ درصد مرگ و میر را نشان دادند که غلظت ۲۰۰۰ و ۱۰۰۰ با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی غلظت ۲۰۰۰ و ۵۰۰ تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. شاهد هم با تمامی تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت و مرگ و میر شاهد پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب ۲ و ۵ درصد بود.

در مرحله شفیرگی، پس از گذشت ۲۴ ساعت، بیشترین مرگ و میر مربوط به غلظت‌های ۲۰۰۰ و ۱۰۰۰ نماتد (به ترتیب ۵۱ و ۴۶ درصد) بود که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. پس از ۴۸ ساعت، درصد مرگ و میر در غلظت ۲۰۰۰ به ۹۴ درصد و در غلظت ۱۰۰۰ به ۹۹ درصد و غلظت ۵۰۰ به ۹۶ درصد رسید که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. مرگ و میر در شاهد پس از گذشت ۲۴ و ۴۸ ساعت (به ترتیب ۱ و ۴ درصد) با تمامی تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت.

بر اساس نتایج به دست آمده و جدول مقایسه میانگین، بیشترین درصد مرگ و میر مربوط به غلظت ۲۰۰۰ نماتد و ۱۰۰۰ نماتد، پس از ۴۸ ساعت (به ترتیب ۱۰۰ و ۹۹ درصد) در لارو و شفیره بود. در این مطالعه، درصد مرگ و میر لارو و شفیره تقریباً مشابه است، اما شفیره در مقایسه با لارو به غلظت پایین‌تری از نماتد حساس بود. همچنین، زمان نیز تأثیر معنی‌داری بر مرگ و میر آفت داشته و با افزایش مدت زمان تلقیح نماتد، مرگ و میر حشره در هر دو مرحله نیز افزایش یافت. به نحوی که بیشترین مرگ و میر در هر دو مرحله، ۴۸ ساعت بعد از آزمایش اتفاق افتاد. با توجه به جداول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود که تیمار غلظت نیز تأثیر معنی‌داری بر مرگ و میر آفت داشته و نتایج تأثیر غلظت نیز نشان می‌دهد که در مرحله اول غلظت ۲۰۰۰ و در مرحله بعد غلظت ۱۰۰۰ باعث بیشترین مرگ و میر شدند. این نتایج با نتایج حاصل از بررسی کارآیی نماتد *Steinernema riobrave* توسط رامزردریگز و همکاران (Ramos-Rodriguez *et al.* 2006; 2007) که باعث بیش از ۸۰ درصد مرگ و میر در شب‌پره هندی شده است، مطابقت دارد. در همین رابطه در بررسی صورت گرفته توسط گلزر و ناون (Glazer and Navon, 1990) روی قدرت آلوده‌سازی نماتدهای Hetrorhabditidae و Steinernematidae روی سنین لاروی پروانه هلیتوس نتایج نشان داده که لاروهای سنین بالا نسبت به لاروهای سنین پایین به غلظت‌های نماتد حساس‌تر می‌باشند. همچنین بررسی گاگلر و مولی (Gaugler and Molly, 1981) روی قدرت تأثیر نماتدهای Sterinernemamtidae بر چهار سن لاروی مگس *Simulim vittatum* نشان داد که لاروهای سن آخر در مقایسه با لاروهای سن پایین، نسبت به غلظت نماتد حساس‌تر می‌باشند. همچنین در مطالعه‌ای دیگر توسط استرگارد (Oestergaard, 2006) اثر نماتدهای جنس *Steinernema* sp. را روی لاروهای *Tipula paludosa* بررسی کرد که در این تحقیق، *S. carpocapsae* بیش از ۸۰٪ آفت مذکور را کنترل کرد. اونروه و لاسی (Unruh and Lacey, 2001) اثر رطوبت و محل قرارگیری شفیره‌ها را در کارآیی *S. carpocapsae* علیه *Cydia pomonella* مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که آبیاری قبل و پس از کاربرد نماتد سبب کنترل حدود ۱۰۰٪ آفت می‌شود. همچنین لاروها در پیله‌های آشکار روی تنه درخت تا حدود ۸۶٪ به نماتد آلوده شدند. با توجه به این بررسی‌های سایر محققین، می‌توان نتیجه گرفت که نماتد *S. carpocapsae* پتانسیل بالایی در کنترل آفات مختلف، مخصوصاً شب‌پره هندی دارد. با توجه به اینکه غلظت ۲۰۰۰ در تمامی موارد اختلاف معنی‌داری با یک سطح پایین‌تر از خود نداشته است، فواصل بین تیمارها با مقدار مشخص مثلا ۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰

بهتر می تواند گویا باشد. در این مطالعه، تأثیر دما بر میزان مرگ و میر مورد بررسی قرار نگرفت که می‌توان در تحقیقات بعدی از این تیمار نیز استفاده نمود و آزمایش را در دماهای مختلف انجام داد. همچنین این تحقیق روی مراحل شفیرگی و لاروی صورت گرفت. با توجه به اثر بیشتر Heterorhabditids بر حشره کامل شب پره هندی (Mbata and Shapiro-Ilan, 2005)، چون در این آزمایش مراحل مختلف زندگی آفت مقایسه نشده‌اند، لازم است که در آزمایش‌های بعدی اثر این نماتد بر حشره کامل شب پره هندی نیز ارزیابی شود.

تلفیق نماتدهای بیماری‌زا با سایر روش‌ها شامل کنترل شیمیایی، جلب کننده‌ها مانند فرمون‌ها و طعمه مسموم و دیگر عوامل کنترل بیولوژیک شامل دشمنان طبیعی مانند پارازیتوییدها و تنظیم کننده‌های رشد حشرات (Insect Growth Regulators [IGRs]) یکی دیگر از راهکارهای پیشنهادی در استفاده از نماتد به عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک می‌باشد. همچنین جهت افزایش کارآیی این عامل بیولوژیک، می‌توان نماتد را با دیگر فرمولاسیون‌ها و عوامل مرطوب‌کننده ترکیب نمود. نماتدها را می‌توان در مقدار مشابهی محلول مایع (مقدار محلولی که در حشره‌کش‌های شیمیایی مخلوط می‌شوند) مخلوط نمود تا رطوبت کافی را برای مدت کافی نگه دارد و اجازه دهد که نماتدها حشره هدف را شناسایی و آلوده نمایند.

استفاده از نماتد بیماری‌زا در کنترل آفات انباری می‌تواند راه چاره‌ای برای کاهش وابستگی به مواد شیمیایی باشد. با توجه به بررسی حاضر و با نگرش صحیح به امر کنترل بیولوژیک امید است در آینده نزدیک این روش، جایگاه و نقش مهمی در کنترل آفات گیاهی داشته باشد و در زمینه به کارگیری نماتدها نیز با بررسی‌های بیشتر به‌توان در امر کنترل آفات به عنوان یک عامل بالقوه در کنترل بیولوژیک استفاده نمود. البته باید در نظر داشته باشیم که نتایج به دست آمده از تحقیقات آزمایشگاهی نمی‌تواند به طور کامل به شرایط طبیعی تعمیم داده شود، زیرا بسیاری عوامل محدود کننده وجود دارد که بقای نماتدهای بیماری‌زا را تحت تأثیر قرار می‌دهد. آزمایش تعیین حساسیت حشرات به نماتدهای بیماری‌زا، مانند آنچه اینجا گزارش شد، اولین قدم در راه پیشرفت یک برنامه کنترل بیولوژیک است و جهت حصول نتایج بهتر و دقیق‌تر آزمایش‌های گسترده در شرایط طبیعی‌تر و روی دیگر آفات مهم نیز باید اجرا شوند.

جدول ۱- مقایسه اثر نماتد *Steinernema carpocapsae* برمیزان مرگ و میر لارو و شفیره شب‌پره هندی *Plodia interpunctella*

Table 1. Comparison of the effect of *Steinernema carpocapsae* on the rate of mortality of larva and pupa of *Plodia interpunctella*

Mortality (٪)		No. IJs	Time (Hrs)
Pupal stage	Larval stage		
51(8.20) b 45-55	92(6.20) ab 85-100	2000	24
46(9.09) bc 40-50	86(7.58) b 80-95	1000	
37(15.41) cd 30-45	82(10.20) b 75-95	500	
32(17.82) d 25-40	54(15.21) c 45-65	250	
1(23.61) e 0-5	2(36.93) d 0-5	Control	
94(6.94) a 85-100	100(0.00) a 100-100	2000	48
99(2.26) a 95-100	91(4.60) ab 85-95	1000	
96(4.36) a 90-100	86(4.86) b 80-90	500	
45(13.61) bc 40-55	57(14.68) c 50-70	250	
4(44.58) e 0-10	5(40.71) d 0-10	Control	
12.029			LSD (5%)
14.2895			LSD (1%)

Different letters in same columns illustrate significant differences at the 0.05 level l (Tukey, HSD)

References

Abdollahi, M. 2009. A survey on entomopathogenic nematodes in Kohgiluyeh and Boyerahmad province. Final Report of Research Project. Yasouj University, Yasouj, Iran. pp 115. (In Farsi)

Bagheri Zonouz, E. 1996. The pest of the stored products and the methods of their control. Vol. I: Harmful Coleopterean pests of food and industrial products. Sepehr Publisher, Tehran, Iran. pp. 309. (In Farsi)

Bedding, R. A. and Akhurst, R. J. 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. **Nematologica** 21**:** 109-110.

EPA. 2006. U.S. Environmental Protection Agency, Ozone Depletion Rules & Regulations. Available in: http://www.epa.gov/ozone/mbr.

Fields, P.G., 1998. Diatomaceous earth: Advantages and limitations. In Proc. 7th Int. Working Conf. on Stored-Product Protection. Beijing, China. pp. 781-784.

Gaugler, R. and Molly, D. 1981. Instar susceptibility of *Simulium vittatum* (Diptera: Simulidae) the entomopathogenous nematode *Neoplectana carpocapsae*. **Journal of Nematology** 13: 1-5.

Glazer, I. and Navon, A. 1990. Activity and persistence of entomoparasitic nematodes tested against *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology** 83: 1795-1800.

Laznik, Z. and Trdan, S. 2012. Entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) in Slovenia: from Tabula Rasa to implementation into crop production systems. In Farzana Perveen (Ed.). Insecticides –Advances in Integrated Pest Management. InTech Press, pp. 627-656.

Lucskai, A. 1999. Identification key to entomopathogenic nematode species. **Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica** 34(4): 317-325.

Mbata, G. N. and Shapiro-Ilan, D. I. 2005. Laboratory evaluation of virulence of heterorhabditid nematodes to *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae). **Environmental Entomology** 34: 676-682.

Modarres Najaf Abadi, S. 2002. Evaluation of Stored product pests damage to wheat and barley in Sistan. 15th Plant Protection Congress of Iran. Kermanshah, Iran. p. 144. (In Farsi)

Mohandass, S., Arthur, F. H., Zhu, K. Y. and Throne, J. E. 2007. Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lep.: Pyralidae) in stored products. **Journal of Stored Products Research** 43: 302-311.

Oestergaard, J., Belau, C., Strauch, O., Ester, A., Rozen, K. V. and Ehlers, R. U. 2006. Biological controlof *Tipula poludosa* (Diptera: Nematocera) using entomopathogenic nematodes (*Steinernema* spp.) and *Bacillus thuringiensis* subsp. *Israelensis.* **Biological Control** 39: 525-531.

Ramos-Rodríguez, O., Campbell, J. F. and Ramaswamy, S. B. 2006. Pathogenicity of three species of entomopathogenic nematodes to some major stored-product insect pests. **Journal of Stored Products Research** 42: 241-252.

Ramos-Rodríguez, O., Campbell, J.F. and Ramaswamy, S. B. 2007. Efficacy of the entomopathogenic nematode *Steinernema riobrave* against the stored-product insect pests *Tribolium castaneum* and *Plodia interpunctella.* **Biological Control** 40: 15-21.

Sepasgozarian, H. 1978. Iran Store Pests and the Method of Contest with them. Publications of Tehran university, 278 pp. (In Farsi)

Unruh T. R. and Lacey, L. A. 2001. Control of Codling Moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), with *Steinernema carpocapsae* : Effects of Supplemental Wetting and Pupation Site on Infection Rat. **Biological Control** 20: 48-56.

Woodring, J. L. and Kaya, H. K. 1988. Steinernematid and Heterorhabditid Nematodes: A Handbook of Biology and Techniques. Southern Cooperative Bulletin 331, Arkansas Agricultural Experiment Station, Fayettville, Arkansas, 30 pp.

The effect of entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae* (Weiser) on mortality of the last instar larvae and pupae of *Plodia interpunctella* (Huebner) under laboratory conditions

M. Roodaki[1], M. Haghani[2*], M. Fallahi[3], M. Abdollahi[4]
1, 2, 3, 4. M.Sc. Student, Assistant Professor, M.Sc. of Plant Pathology and Associate Professor, respectively, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Yasouj University

(Received: July 22, 2012- Accepted: September 21, 2012)

Abstract

A number of soil samples were collected from different districts of Kohgiluyeh and Boyer Ahmad province to study the entomopathogenic nematodes in 2010. *Steinernema carpocapsae* (Weiser) was isolated from the collected soil. Due to limitations of chemical pesticides uses against storage pests, a study performed to determine the effectiveness of the isolated entomopathogenic nematode on Indian moth, *Plodia interpunctella* (Huebner), a major pest of stored products. In this experiment, larval and pupal stages of Indian moth were exposed to concentrations of 0, 250, 500, 1000 and 2000 infective juvenile/ml of distilled water at 27˚C. Insects were placed on filter paper impregnated with 1 ml of nematode suspension in Petri dishes (9 cm in diameter) for 2 days. Number of dead insects was counted every 24 hrs. The highest mortality was recorded after 48 hrs which was 99% pupal stage at the concentration 1000 infective juveniles (IJs), whereas it was 2000 IJs for the larval stage which caused a total mortality of the tested insect. In this study, pupal stage was more sensitive than larval stage to lower concentration of entomopathogenic nematodes.

Key words: Entomopathogenic nematode, Indian moth, *Plodia interpunctella*, *Steinernema carpocapsae*

*Corresponding author: Haghanima@yahoo.com