تحقیقات آفات گیاهی
۱۷-۱۱: (۲) ۴- ۱۳۹۳

مقایسه سمیت نیمارین® روی لاروهای شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، *Ephestia kuehniella* Zell. (Lep.: Pyralidae) و شب‌پره هندی، *Plodia interpunctella* Hübner (Lep.: Pyralidae)

نسیبه مؤذنی[۱]، حمزه ایزدی*[۲] و جهانگیر خواجه‌علی[۳]

۱ و ۲ به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان، ۳، استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۲۸)

چکیده

نگرانی در رابطه با حفظ سلامت و مشکلات محیطی مربوط به کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی در انبارها موجب تمرکز تحقیقات برای پیدا کردن جایگزینی امن با کارایی بالا برای سموم شیمیایی شده‌است. در این تحقیق سمیت نیمارین روی لاروهای شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، *Ephestia kuehniella* و شب‌پره هندی، *Plodia interpunctella* مورد بررسی قرار گرفت. برای محاسبه غلظت کشنده پنجاه درصد (LC_{50})، داده‌ها با شیوه پروبیت تجزیه و تحلیل شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که در مورد هر دو آفت بین غلظت نیمارین و حساسیت لارو آفت رابطه مستقیم وجود دارد. اثرگذاری سم روی هر دو آفت با گذشت زمان رابطه مستقیم نشان داد و پس از ۱۴ روز میزان مرگ و میر نسبت به ۷ روز افزایش یافت. به‌طوری‌که دز کشنده پنجاه درصد شب‌پره آرد پس از هفت روز ۱/۴ و شب‌پره هندی ۱/۱۲ برابر بیش از چهارده روز بود. در مجموع حساسیت هر دو آفت نسبت به سم نیمارین تقریبا برابر و خیلی کم بود به طوری‌که میزان دز کشنده پنجاه درصد برای لاروهای شب‌پره آرد بعد از ۷ روز ۴۲۵۲ و بعد از ۱۴ روز ۲۹۹۴ پی‌پی‌ام محاسبه شد. این میزان در مورد شب‌پره هندی به‌ترتیب ۴۰۲۹ و ۳۵۸۱ پی‌پی‌ام بود.

واژه‌های کلیدی: آفات انباری، آزادی راختین، حشره‌کش‌های گیاهی

*نویسنده مسئول: izadi@vru.ac.ir

مقدمه

آمار و ارقام سازمان‌های رسمی بین‌المللی نشان دهنده این است که هر سال مقدار قابل توجهی از تولیدات کشاورزی جهان به وسیله آفات در انبارها از بین می‌رود. در کشورهایی که فنآوری پیشرفته انبارداری ندارند خسارت آفات انباری در برخی مناطق به ۱۰ تا۴۰ درصد محصول می‌رسد. محصولات کشاورزی انباری توسط گونه‌هایی از قاب‌بالان، بال‌پولک‌داران و کنه‌ها دست‌خوش خسارت‌های کمی و کیفی فراوانی می‌شوند. به‌دلیل آلودگی محصولات غذایی به این آفات و نگرانی دولت‌ها برای تأمین غذای کافی، یافتن روش‌های کنترل مناسب برای از بین بردن آن‌ها از موضوعات اصلی جوامع علمی قرار گرفته‌است (Rajendran and Sriranjini, 2008).

در بین آفات انباری، بال‌پولک‌داران خانواده Pyralidae قرار دارند که مهم‌ترین آن‌ها متعلق به جنس‌های *Plodia* و *Ephestia* می‌باشند. این آفات در مناطق مختلف جهان به ویژه مناطق حاره‌ای آسیا، آفریقا، اروپا و آمریکا پراکنش دارند و از بیش از ۲۰ نوع از انواع مغزها، میوه‌های خشک و مواد قندی تغذیه می‌کنند. این حشرات در شرایط اکولوژیک بهینه، با زادآوری زیاد و تولید نسل‌های پی‌درپی می‌توانند در مدت زمانی کوتاه زیان‌های هنگفت به‌وجود آورند (Mohandass *et al*., 2007).

در کنترل آفات انباری، به‌کارگیری سموم تدخینی به دلیل انتشار و نفوذ آن‌ها به درون توده محصول، در میان روش‌های متعدد مبارزه، مهم‌ترین روش بوده است اما در چند سال اخیر به‌کارگیری 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 ایالت متحده آمریکا به عنوان دسته اول تخریب‌کننده‌های لایه اُزون طبقه بندی شده است (EPA, 2006). استفاده از این ترکیب در بیشتر کشورهای توسعه یافته بر اساس توافق‌نامه بین المللی پروتکل مونترال کنار گذاشته شده است (Mohandass *et al*., 2007). پس از ممنوعیت متیل بروماید، استفاده از فسفین زیادتر شد اما عدم توجه به استانداردهای تدخین باعث بروز مقاومت‌های بیشتری در آفات انباری نسبت به این سم شد (Benhalima *et al*., 2004; Rajendran and Sriranjini, 2008). به‌طوری‌که گزارش‌هایی از کشورهای متعددی در رابطه با شکست فسفین در کنترل آفات انباری به چاپ رسید. از این رو جستجو جهت جای‌گزینی مناسب برای سموم فوق اجتناب ناپذیر است (Rajendran and Sriranjini, 2008).

ترکیبات گیاهی دارای سمیت تنفسی، تماسی، خاصیت دورکنندگی و ضد تغذیه‌ای بوده و با توجه به تأثیر این ترکیبات روی پارامترهای زیستی حشره، خطرات کم آن‌ها برای انسان و پستانداران، تجزیه سریع‌تر آن‌ها در طبیعت و اثرات زیست محیطی به مراتب کم‌تر نسبت به سموم شیمیایی، جایگاه ویژه‌ای در کنترل آفات پیدا کرده‌اند (Negahban *et al*., 2007). با گسترش سموم آفت‌کش آلی مصنوعی نظیر فسفره، کاربامات و کلره، استفاده از ترکیبات گیاهی آفت‌کش به‌طور موقت منسوخ شد پس از نتایج خوبی که گیاه نیم یا چریش در امر کنترل آفات نشان داد، موج وسیعی از تحقیق را در سایر گیاهان جهت به‌دست‌آوردن مواد حشره‌کش جدید ایجاد نمود. آزادیراختین ماده‌ایست که در دفاع شیمیایی طبیعی توسط گیاه نیم تولید می‌شود. این ماده در درجه اول تغذیه حشره را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در مراحل بعد از طریق اعمال اثرات سمی باعث مرگ حشرات می‌شود (Rahman *et al*., 2005). این ترکیب نقش مهمی در کنترل بسیاری از آفات انباری ایفا می‌کند (Makanjuola, 1989).

با توجه به معایب استفاده از سموم شیمیایی، در جستجو برای رسیدن به روشی کاربردی و برگرفته از مواد طبیعی برای کنترل آفات انباری، در این پژوهش اثرات حشره‌کشی سم گیاهی نیمارین روی لاروهای شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، *E. kuehniella* و شب‌پره هندی، *P. interpunctella* مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

این پژوهش در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. پرورش حشرات در ژرمیناتور با دمای ۲±۲۷ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵ ± ۴۵ درصد و تاریکی دائم انجام شد. برای پرورش حشرات از ظروف پلاستیکی مستطیل شکل به ابعاد ۲۳×۱۵×۹ سانتی‌متر و سطل‌های یک‌بار مصرف به قطر ۱۲ سانتی‌متر استفاده شد. جهت ایجاد تهویه مناسب، قسمتی از درب ظروف با پارچه توری پوشانده شد. قبل از اقدام به پرورش، مواد غذایی مورد استفاده برای پرورش به مدت ۲۰ دقیقه در دمای منفی ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفت تا عوامل خارجی احتمالی مثل حشرات، قارچ‌ها و کنه‌ها به طور کامل از بین بروند. برای تغذیه شب‌پره آرد از مخلوط آرد گندم، سبوس و مخمر به نسبت وزنی ۲۰: ۱۰: ۱ و برای تغذیه شب‌پره هندی از مغز پسته خردشده استفاده شد. تخم‌گیری از شب‌پره‌ها با استفاده از قیف‌هایی که ته آن‌ها پارچه توری چسبانده شده بود و روی کاغذ سفید قرار گرفته بود، انجام شد. دهانه قیف‌ها با پارچه توری بسته می‌شد.

بررسی اثر حشره‌کشی نیمارین®

در این تحقیق، فرمولاسیون تجاری آزادیراختین با نام تجاری نیمارین® (امولسیون حاوی ۰/۱۵ درصد ماده مؤثره آزادیراختین) ساخت شرکت Biotech International کشور هند مورد استفاده قرار گرفت. برای بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف نیمارین® روی آفات مورد نظر، از روش رحمان و همکاران (Rahman *et al*., 2005) استفاده شد. به این صورت که مقدار معینی ماده غذایی را که با غلظت‌های مختلف سم تیمار شده بود، در ظرف‌های پتری شیشه‌ای ریخته و پس از خشک‌شدن سم، تعداد ثابتی از لارو حشره روی آن قرار گرفت. سپس ظروف در انکوباتور با دما و رطوبت معین قرار داده شد و مرگ و میر لاروها پس از ۷ و ۱۴ روز شمارش شد.

برای بررسی سمیت نیمارین® روی لاروهای یک‌روزه شب‌پره مدیترانه‌ای آرد و شب‌پره هندی از گندم استفاده شد. ابتدا برای این‌که لاروهای یک‌روزه به‌توانند روی گندم به رشد خود ادامه دهند، مقدار مشخصی گندم به وسیله آسیاب برقی کمی آسیاب شد تا به حالت نیم‌کوب درآید. برای انجام آزمایش از ظرف‌های پتری شیشه‌ای با قطر ۹ و ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر استفاده شد. هر واحد آزمایشی متشکل از ۲۰ گرم گندم بود که با ۲ میلی‌لیتر محلول سم تیمار شده بود. پس از تیمار گندم با غلظت‌های مختلف سم، ظروف آزمایش به مدت ۲ روز در دمای اتاق قرار گرفتند تا محلول سم، به‌طور کامل خشک شود. سپس در هر تیمار ۱۰ عدد لارو یک‌روزه قرار گرفت. آزمایش شامل ۵ تیمار آفت‌کش و ۱ تیمار شاهد بود و برای هر تیمار، ۳ تکرار در نظر گرفته شد. در این آزمایش غلظت‌های ۲۵۰۰، ۳۲۰۰، ۴۲۰۰، ۵۴۰۰ و ۷۰۰۰ پی‌پی‌ام برای شب‌پره مدیترانه‌ای آرد و غلظت‌های ۲۰۰۰، ۳۲۰۰، ۴۴۰۰ و ۵۶۰۰ پی‌پی‌ام برای شب‌پره هندی مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه غلظت‌های مختلف از روش رقیق‌سازی متناوب غلظت‌ها استفاده شد. تیمار شاهد با ۲ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد. ظروف آزمایش در اتاق حرارت ثابت با دمای ۲±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵± ۴۵ درصد و تاریکی دائم قرار گرفت. درصد تلفات پس از گذشت ۷ و ۱۴ روز محاسبه شد.

محاسبه LC_{50} و تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت تعیین غلظتی از حشره‌کش که موجب مرگ‌ومیر ۵۰ درصد از افراد مورد آزمایش می‌شود، LC_{50} محاسبه شد. مقادیر LC_{50} با استفاده از برنامه Proc probit نرم‌افزار SAS محاسبه شد و سپس جهت کشیدن خط دز- پاسخ از نرم افزار Excel استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.0 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین‌ها از روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. قبل از تجزیه آماری، برای تثبیت واریانس داده‌های درصد مرگ‌ومیر با تبدیل شدن به $Arcsin\sqrt{x}$ (تبدیل زاویه‌ای) نرمال شدند.

نتایج و بحث

سمیت نیمارین روی لاروهای شب‌پره آرد

نتایج نشان داد بالاترین میزان تلفات ایجادشده پس از ۷ روز، مربوط به غلظت ۷۰۰۰ پی‌پی‌ام بود که موجب ۸۰ درصد مرگ‌ومیر در لاروها شد. این تلفات با تلفات به دست

آمده در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد. همچنین در پایین‌ترین غلظت استفاده شده (۲۵۰۰ پی‌پی‌ام)، ۲۰ درصد مرگ‌ومیر مشاهده شد. تلفات حاصل از این غلظت با غلظت ۳۲۰۰ پی‌پی‌ام تفاوت معنی‌داری نداشت ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد. پس از ۱۴ روز، افزایش زمان در معرض قرار گرفتن موجب افزایش مرگ‌ومیر شد. به طوری که بالاترین غلظت موجب ۹۰ درصد مرگ‌ومیر و پایین‌ترین غلظت ۳۷/۵ درصد مرگ‌ومیر نشان داد.

نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل پروبیت داده‌های مربوط به پاسخ حشره نسبت به غلظت‌های مختلف سم نشان داد که با گذشت زمان در معرض قرار گرفتن و همچنین افزایش غلظت، مرگ‌ومیر ناشی از اثر نیمارین در لاروها افزایش می‌یابد. نتایج سایر محققین نیز این مطلب را تأیید می‌کند (Liang *et al.*, 2003; Alouani *et al.*, 2009; Greenberg *et al.*, 2005). استفاده از ۴/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم فرمولاسیون آگرونیم آزادیراختین (محتوی ۰/۱۵ درصد ماده خالص) روی لاروهای نوزاد *S. exigua* بعد از ۷ روز موجب مرگ‌ومیر ۳۵ درصدی در لاروها شد (Greenberg *et al.*, 2005). با توجه به مشابه بودن درصد ماده خالص در این فرمولاسیون با فرمولاسیون نیمارین، می‌توان نتیجه گرفت که حساسیت لاروهای شب‌پره آرد کمتر است. چون لاروهای شب‌پره آرد در غلظت‌های بالاتری مرگ‌ومیر ۳۵ درصدی نشان دادند. مرگ‌ومیر افراد بالغ *Tribolium castaneum* وقتی به مدت ۱۴ روز در معرض غلظت‌های ۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام از نیم‌آزال (محتوی ۱۰ درصد آزادیراختین) قرار گرفتند، به ترتیب برابر با ۲۲/۲، ۹۷/۸ و ۱۰۰درصد بود (Rahman *et al.*, 2005). پژوهش‌های انجام‌شده در رابطه با تاثیر سم نیمارین روی آفات انباری به‌ویژه خانواده بال‌پولک‌داران محدود است. با توجه به نحوه اثر آزادیراختین، بیشتر آزمایش‌ها مطالعه روی اثرات ضد تغذیه‌ای و جلوگیری از تخم‌ریزی است. به همین دلیل نتایج به دست‌آمده در این پژوهش با نتایج سایر محققین به درستی قابل مقایسه نمی‌باشد.

سمیت نیمارین روی لاروهای شب‌پره هندی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر غلظت سم پس از ۷ روز (P=۰/۰۰۰۱ و $F_{(۳,۱۲)}$ = ۱۷/۴۸) و ۱۴ روز (۰/۰۰۰۱ >P و $F_{(۳,۱۲)}$ = ۲۰/۲۲) در سطح احتمال ۰/۰۰۱ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. نتایج نشان داد بالاترین میزان تلفات ایجادشده پس از ۷ روز، مربوط به غلظت ۵۶۰۰ پی‌پی‌ام بود که موجب ۷۵ درصد مرگ‌ومیر در لاروها شد. این تلفات با تلفات به دست آمده در غلظت ۴۴۰۰ پی‌پی‌ام تفاوت معنی‌داری نداشت ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد. همچنین در پایین‌ترین غلظت استفاده شده (۲۰۰۰ پی‌پی‌ام)، ۱۲/۵ درصد مرگ‌ومیر مشاهده شد. تلفات حاصل از این غلظت با غلظت ۳۲۰۰ پی‌پی‌ام تفاوت معنی‌داری نداشت ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد. پس از ۱۴ روز، افزایش زمان در معرض قرار گرفتن موجب افزایش مرگ‌ومیر شد. به طوری که بالاترین غلظت موجب ۸۰ درصد مرگ‌ومیر و پایین‌ترین غلظت ۱۵ درصد مرگ‌ومیر نشان داد.

نتایج این تحقیق نشان داد که در مورد هر دو آفت بین غلظت نیمارین و حساسیت لارو آفت رابطه مستقیم وجود دارد به طوری که با افزایش غلظت میزان مرگ و میر لاروها افزایش یافت. مقایسه میزان LC_{50} به‌دست آمده در مورد دو آفت مورد مطالعه نشان دهنده این است که پس از ۷ روز حساسیت لاروهای شب‌پره هندی در برابر نیمارین بیشتر از لاروهای شب‌پره آرد بوده‌است. اثرگذاری سم روی هر دو آفت با گذشت زمان رابطه مستقیم نشان داد به‌طوری‌که پس از ۱۴ روز میزان مرگ و میر نسبت به ۷ روز افزایش یافت ولی با گذشت زمان از ۷ به ۱۴ روز در لاروهای شب‌پره آرد مرگ‌ومیر بیشتری نسبت به لاروهای شب‌پره هندی مشاهده شد به‌طوری‌که دز کشنده پنجاه درصد شب‌پره آرد پس از هفت روز ۱/۴ بیش از چهارده روز بود درحالی که این میزان در مورد شب‌پره هندی ۱/۲ بود. گرچه سمیت نیمارین روی لاروهای شب پره هندی بیشتر از شب پره آرد بود اما مقایسه محدوده اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که این اختلاف معنی‌دار نیست. در مجموع حساسیت هر دو آفت نسبت به سم نیمارین تقریبا برابر و خیلی کم بود. عدم کارایی مناسب نیمارین در

کنترل آفات انباری در مورد آفات دیگر نیز ثابت شده است. فرزان (Farzan 2013) دز کشنده پنجاه درصد نیمارین برای کنترل مراحل لاروی بید غلات را ۳۶۵۹ میلی‌گرم بر لیتر برآورد کرد. چاکرابورتی و چاکرابورتی (Chakraborty and Chakraborty, 2011) دز کشنده پنجاه درصد نیمارین علیه شب پره برنج (*Corcyra cephalonica*) را ۵۶۸۱ پی‌پی‌ام گزارش کردند. در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری کرد که نیمارین برای کنترل آفات راسته بال‌پولک‌داران مناسب نیست. این در حالی است که سمیت نیمارین با دز کشنده ۰/۲۲ میلی گرم بر لیتر برای کنترل پسیل معمولی پسته بسیار بالا گزارش شده است (Izadi et al., 2012). استفاده از سایر فرمولاسیون‌های نیم نتایج متفاوتی را نشان داده است. در آزمایش لیانگ و همکاران (Liang *et al.*, 2003)، استفاده از آگرونیم پس از ۷ روز موجب از بین رفتن همه لاروهای شب‌پره پشت الماسی شد ولی نتایج این تحقیق نشان می‌دهد حتی پس از ۱۴ روز در بالاترین غلظت به کار برده شده مرگ‌ومیر ۱۰۰ درصدی مشاهده نمی‌شود. نتایج تحقیقات اقبال و همکاران (Iqbal *et al.*, 2010) در بررسی میزان کشندگی عصاره‌ی مغز دانه‌ی نیم روی بید غلات نشان دادکه کاربرد غلظت ۱ میلی‌گرم بر گرم عصاره استونی نیم در جیره‌ی غذایی این حشره ظهور حدود ۵۳ درصد حشرات کامل را به همراه دارد. همچنین کاربرد عصاره‌ی اتانولی نیم با غلظت ۱ میلی‌گرم بر گرم ظهور ۴۰ درصد حشرات کامل را باعث شد. فعالیت بیولوژیکی حشره‌کش‌های حاوی نیم تنها به میزان آزادیراختین آن‌ها بستگی ندارد بلکه ترکیبات شیمیایی دیگری که در عصاره‌ی نیم وجود دارند نیز اثرات حشره‌کشی قابل توجهی دارند. به‌علاوه تفاوت در نحوه‌ی عصاره‌گیری، حلال‌ها و افزودنی‌های دیگر نیز در سمیت و فعالیت بیولوژیکی این ترکیبات مؤثرند (Liang *et al.*, 2002).

مقدار شیب خط در لاروهای شب‌پره آرد پایین‌تر از لاروهای شب‌پره هندی می‌باشد. این تفاوت به وجود اختلاف در لاروهای دو گونه در واکنش به این سم مرتبط می‌باشد. در بررسی نتایج حاصل از سمیت نیمارین، این نتیجه به دست آمد که غلظت‌های بالایی از این سم برای به دست‌آوردن مرگ‌ومیر مناسب شب‌پره آرد و شب‌پره هندی مورد نیاز است که با توجه به امولسیون بودن این سم و هزینه‌های بالا برای به‌کار بردن چنین غلظت‌هایی، استفاده از آن در انبارهای کوچک در این غلظت‌ها توصیه نمی‌شود.

جدول ۱- تجزیه پروبیت سمیت نیمارین روی لاروهای شب‌پره آرد و شب‌پره هندی بعد از ۷ و ۱۴ روز

Table 1. Probit analysis of neemarin against larvae of *Ephestia kuehniella* and *Plodia interpunctella* after 7 and 14 days

Pest	d	n	Slope ± SE	LC_{50} (ppm)	Fiducial limits (ppm)	X^2	df	*P*-value
E. kuehniella	7	30	0.62 ±3.60	4252	4828-3760	8.69	17	0.9663
	14	30	0.64±3.23	2994	3454 -2362	24.05	17	0.1533
P.interpunctella	7	30	0.71±4.13	4029	4621-3576	14.06	17	0.4440
	14	30	0.96±4.12	3581	4050-3156	11.41	17	0.6530

χ^2=Chi-square, df= degree of freedom, n=number of treated larvae, d= Days after treatment

References

Alouani, A., Rehimi, N. and Soltani, N. 2009. Larvicidal activity of a neem tree extract (*Azadirachtin*) against mosquito larvae in the republic of Algeria. **Jordan Journal of Biological Sciense** 2: 15-22.

Benhalima, H., Chaudhry M. Q., Mills K. A. and Price N. R. 2004. Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco. **Journal of Stored Products Research** 40: 241-249.

Chakraborty, A. and Chakraborti, S. 2011. Relative toxicity of some newer molecules against rice moth (*Corcyra cephalonica*). **The Journal of Plant Protection Sciences** 3: 57-60.

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

Farzan, R. 2013. The lethal effects of nanosilica (SiO_2), copper oxide (CuO) nanopowder and neemarin® against two stored-products moth species, *Sitotroga cerealella* and *Ephestia kuehniella*. Msc. thesis. Valie-Asr University of Rafsanjan.

Iqbal, J., Jilani, G. and Aslam, M. 2010. Growth inhibiting effects of Plant extracts against the grain moth, *Sitotroga cerealella* (Oliv.) (Gelechiidae: Lepidoptera). **Pakistan Journal of Zoology** 42: 597-601.

Izadi H., Sarnevesht M., Sadeghi R., Mahdian K. and Jalai M. A. 2012. Toxic effects of pyriproxyfen, neemarin, acetamiprid and *Ferula assafoetida* essential oil on the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*. **Archives of Phytopathology and Plant Protection** 45: 2236–2242

Greenberg, Sh. M., Allan, T. S. and Liu, T. 2005. Effects of neem-based insecticides on beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Insects science** 12: 17-23.

Liang, G. M., Chen, W. and Liu, T. X. 2003. Effects of three neem-based insecticides on diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). **Crop Protection** 22: 333-340.

Makanjuola W. A. 1989. Evaluation of extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) for the control of some stored product pests. **Journal of Stored Products Research** 25: 231-237.

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.

Negahban, M., Moharramipour, S. and Sefidkon, F. 2007. Fumigant toxicity of essential oil from *Artemisia sieberi* Besser against three stored-product insects. **Journal of Stored Products Research** 43: 123–128.

Rahman, M. M., Islam, W. and Sarker, P. K. 2005. Effect of azadirachtin on larvae and adults of *Cryptolestes Pusillus* (Schon.) (Coleoptera: Cucujidae). **Pakistan Journal of Entomology** 27: 13-17.

Rajendran, S. and Sriranjini, V. 2008. Plant products as fumigants for stored-product insect control. **Journal of Stored Products Research** 44: 126-135.

Plant Pests Research
2014 – 4 (2): 11-17

Evaluation the toxicity of Neemarin® against larvae of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zell. (Lep.: Pyralidae) and Indian meal moth, *Plodia interpunctella* Hübner (Lep.: Pyralidae)

N. Moazeni[1], H. Izadi[2]* and J. Khajeali[3]

1 and 2 M.sc. student of Entomology and Associate professor, respectively, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University, Rafsanjan, Iran, 3 Assistant professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

(Received: August 14, 2013- Accepted: January 18, 2014)

Abstract

Concerns over health and environmental problems associated with using synthetic insecticides in storages, have led to an intensification of efforts to find safe, effective and viable alternatives. In this research, susceptibility of larvae of *Ephestia kuehniella* and *Plodia interpunctella* was investigated to neemarin. Probit analysis of concentration-mortality data was conducted to estimate the LC_{50}. Our results showed that mortality of the both pests increased as concentration of the insecticide increased. Effectiveness of the insecticide against both pests was proportional to pesticide concentration and time of treatment. It was more effective in 14 than 7 days after treatments. The exposure time was comparatively increased neemarin efficacy against *E. kuehniella* more than *P. interpunctella*. In conclusion, susceptibility of both pests to neemarin was the same and relatively low. LC_{50}s of *E. kuehniella* larvae after 7 and 14 days were 4252 and 2994 ppm, respectively and for *P. interpunctella* larvae were 4029 and 3581 ppm, respectively.

Key words: Stored pests, Azadirachtin, Botanical insecticides

*Corresponding author: izadi@vru.ac.ir