

اثر دورکنندگی و بازدارندگی تخم‌ریزی عصاره و پودر سیر و فلفل قرمز روی شب‌پره هندی *Plodia interpunctella* Hübner در شرایط آزمایشگاهی

سیما اطمینان^۱، زهرا شیبانی تدرجی^{۲*} و محمدرضا حسنی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه حشره‌شناسی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران
۲- نویسنده مسئول، استادیار، گروه حشره‌شناسی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران، پست الکترونیک: zsheibani2001@yahoo.com
۳- استادیار، گروه حشره‌شناسی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۸

تاریخ اصلاح نهایی: شهریور ۱۳۹۸

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۷

چکیده

با توجه به اهمیت اقتصادی آفات انباری و معایب حشره‌کش‌های شیمیایی، در این تحقیق اثر دورکنندگی عصاره سیر و فلفل (تنداکسیر[®]) و پودر سیر و فلفل روی شب‌پره هندی (*Plodia interpunctella* Hubner (Lep.: Pyralidae)) بررسی شد. اثر دورکنندگی غلظت‌های مختلف تنداکسیر (۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) و پودر سیر و فلفل روی حشره کامل و لارو سن چهارم با استفاده از لوله شیشه‌ای Y شکل و روی لارو سن اول با استفاده از دو روش لیوان منفذدار و پتری‌دیش و همچنین اثر بازدارندگی این ترکیب‌ها روی تخم‌ریزی حشره کامل ارزیابی شد. نتایج نشان داد که غلظت ۲۰٪ تنداکسیر و پودر سیر به ترتیب با ۶۳/۹۷٪ و ۵۸/۹۰٪ بیشترین اثر دورکنندگی را روی حشرات کامل دارند. اثر دورکنندگی تیمارها روی لارو سن چهارم نسبت به حشره کامل کمتر بود و پودر سیر و غلظت ۲۰٪ تنداکسیر به ترتیب به میزان ۵۷/۵٪ و ۴۰٪ بیشترین دورکنندگی را روی لارو سن چهارم داشتند. پودر فلفل (۸۲/۵٪) بیشترین دورکنندگی را روی لارو سن اول در روش لیوان منفذدار نشان داد. میزان دورکنندگی روش پتری‌دیش کمتر بود و بیشترین میزان آن (۶۷/۵٪) در غلظت ۲۰٪ تنداکسیر ثبت شد. بیشترین اثر بازدارندگی روی تخم‌ریزی حشره کامل مربوط به پودر سیر و غلظت ۲۰٪ تنداکسیر به ترتیب با ۴۷/۸۹٪ و ۴۷/۶۵٪ بود. نتایج این تحقیق کارایی عصاره و پودر سیر و فلفل را در دور کردن ممانعت از تخم‌ریزی شب‌پره هندی نشان داد.

واژه‌های کلیدی: *Plodia interpunctella* دورکنندگی، تنداکسیر، پودر سیر، پودر فلفل.

مقدمه

درون شبکه لاروی بوی نامطبوعی به مواد غذایی می‌دهند. این آفت سبب خسارت مستقیم و هزینه‌های اقتصادی غیرمستقیم مانند هزینه‌های کنترل آفت، کاهش کیفیت و شکایت مصرف‌کننده می‌شود (Phillips & Throne, 2010). تدخین ترکیب‌های شیمیایی یک روش مهم در کنترل شب‌پره هندی است که قادر است همه مراحل زیستی این آفت را در

شب‌پره هندی (*Plodia interpunctella* Hubner (Lep.: Pyralidae)) یکی از آفات مهم محصولات انباری به‌ویژه انواع خشکبار در مناطق مختلف جهان است. لارو این حشره داخل یک شبکه ابریشمی که در داخل و روی سطح مواد غذایی می‌تند تغذیه می‌کند. فضولات لاروی

انبارها کنترل کند. به دلیل تهدید امنیت محیط زیست، هزینه بری، سرطان زایی، تخریب لایه ازن و عوامل دیگر، استفاده از بسیاری ترکیب های تدخین شونده ممنوع شده است (Shaaya & Kostyukovysky, 2006). همچنین این ترکیب ها سبب ایجاد جنین های ناقص، اختلال در تعادل هورمونی، اثر عقیم کنندگی، سمیت های حاد و مزمن، تجزیه طولانی مدت و وجود بقایا در مواد غذایی می شوند. آفت کش های گیاهی یک گروه از آفت کش های زیستی تجزیه پذیر هستند که می توانند به عنوان جایگزین مناسب ترکیب های شیمیایی در کنترل آفات استفاده شوند (Navarro et al., 2002). عصاره های گیاهی به صورت تدخینی و تماسی عمل می کنند و فعالیت حشره کشی، دورکنندگی، اثر ضد تغذیه ای، تنظیم کنندگی رشد و گیج کنندگی روی آفات دارند (Singh & Saratchandra, 2005). ترکیب های گیاهی مختلفی در کنترل شب پره هندی نقش دارند که می توان به اسانس گیاه *Achillea wilhelmsii* (Koch), *Rosmarinus officinalis* L., *Artemisia absinthium* L., *C. Koch* (Salehi et al., 2009)، اسانس رزماری و شوید (Rafiei et al., 2010) و عصاره الکلی و هگزانی پودر اسطوخودوس، ترخون، شوید و جعفری (Bakhtiari et al., 2008) اشاره نمود. در پژوهشی تأثیر دورکنندگی عصاره های خرزهره، اسطوخودوس و آنگوزه روی لارو شب پره مدیترانه ای آرد نشان داد که بیشترین و کمترین درصد دورکنندگی به ترتیب مربوط به عصاره آنگوزه (۸۸/۴٪) و عصاره اسطوخودوس (۵/۸٪) بود (Nazemi & Moharrampour, 2008). همچنین میزان دورکنندگی پودر بذر و برگ اکالیپتوس برای لمبه گندم به ترتیب ۶۷٪ و ۵۰٪ و برای شیشه آرد ۷۵٪ و ۶۵٪ ذکر شده است (Modarres Najafabadi et al., 2006). آغشته کردن سطوح مختلف انبارهای حبوبات با عصاره های گیاهی به ویژه عصاره گیاه اسطوخودوس نقش مهمی در کاهش یا جلوگیری از تخم ریزی سوسک چهارنقطه ای حبوبات (تا ۹۰٪ در غلظت یک میکرولیتر بر لیتر) داشته است (Mobarakian et al., 2016). اثر اسانس

Ziziphora clinopodioides روی شب پره مدیترانه ای آرد نشان داد که این اسانس در غلظت های ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۸۰۰۰ ppm به ترتیب باعث ۵۱/۱۱، ۷۲/۰۲ و ۸۹/۸۹ درصد کاهش تخم ریزی می شود (Kheirkhah et al., 2015). فلفل تند حاوی مقدار زیادی تانن است که برای بیشتر حشرات سمی می باشد (Antonious et al., 2007). کپسایسین که ماده مؤثره فلفل تند است، در کنترل آفاتی مانند *Trichoplusia ni* (Hubner) (Antonious et al., 2007) و *Tetranychus urticae* Koch، *Aphis gossypii* Glover (Kazem & El-Shereif, 2010) نقش دارد. تأثیر فلفل روی *T. urticae* و *T. ni* نشان داد که برخی واریته های فلفل تا ۹۴٪ تلفات در لاروهای *T. ni* ایجاد کردند و برخی که ضعیف تر عمل کردند روی کنه تار عنکبوتی اثر دورکنندگی داشتند (Antonious et al., 2007). گزارش شده است که مهمترین ترکیب سیر (دی آیل دی سولفاید) در کنترل آفاتی مانند *A. gossypii* و *T. urticae* (Kazem & El-Shereif, 2010) موفق عمل نموده است. اثر دورکنندگی سیر روی آفت انباری *Prostephanus truncates* (Horn) (Osipitan & Mohammed, 2008). همچنین بررسی قدرت دورکنندگی عصاره سیر روی لاروها و حشرات کامل *Oryzaephilus surinamensis* و *T. castaneum* (Herbst) (L.) نشان داد که غلظت ۱۰٪ بیشترین میزان دورکنندگی را روی حشرات کامل (به ترتیب ۸۱/۵٪ و ۷۱/۹۵٪) نسبت به لارو (به ترتیب ۶۷٪ و ۶۹/۱۹٪) داشت (Ghane et al., 2013). عصاره سیر در غلظت ۲/۱۳ میکرولیتر بر سانتی متر مربع بعد از ۴ ساعت در معرض قرارگیری، ۹۵٪ دورکنندگی روی *T. castaneum* داشته است (Mobki et al., 2014).

امروزه توسعه صادرات غیر نفتی یک ضرورت به شمار می آید، زیرا باعث کاهش اتکا به درآمدهای نفتی و اقتصاد تک محصولی می شود و درآمدهای ارزی را افزایش می دهد. در حال حاضر پسته به عنوان یکی از مهمترین محصولات

خارج شده، توسط آسپیراتور جداسازی شد. قسمت مخزن آسپیراتور برای مدت کوتاهی (۵ دقیقه) درون یخچال نگهداری شد تا حشرات بی‌حرکت شوند، سپس حشرات کامل به درون قیف‌های تخم‌گیری منتقل و تخم‌گیری انجام شد. بعد از دو نسل پرورش حشرات روی مغز پسته از مراحل مختلف زندگی حشره برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد. پس از تفریح تخم‌ها، لاروهای یک‌روزه برای انجام آزمایش‌های مورد نظر استفاده شد (Rafiei *et al.*, 2010).

ترکیب‌ها و غلظت‌های مورد استفاده

در این تحقیق از عصاره فلفل و سیر (تنداکسیر[®]) و پودر سیر و فلفل قرمز استفاده شد. تنداکسیر (عصاره روغنی فلفل قرمز و سیر، EC 85% و LD50 > 5000 mg/kg) از شرکت کیمیا سبزآور تهران تهیه شد. غلظت‌های مختلف تنداکسیر (۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) تهیه شد. فلفل قرمز و حبه‌های سیر، خشک و آسیاب شدند. پودر فلفل قرمز و سیر به‌طور خالص درون کپسول‌های دارو منفذدار قرار گرفتند و در آزمایش‌ها استفاده شدند.

اثر دورکنندگی عصاره و پودر سیر و فلفل روی حشره کامل شب‌پره هندی

برای این آزمایش از لوله شیشه‌ای Y شکل استفاده شد. در یک بازوی دستگاه عصاره یا پودر و بازوی دیگر بدون عصاره یا پودر و در هر بار آزمایش یک حشره کامل ماده منفرد مورد ارزیابی قرار گرفت (Hurlbert, 1984).

اثر دورکنندگی عصاره و پودر سیر و فلفل روی لارو سن آخر شب‌پره هندی

در این آزمایش، لوله شیشه‌ای Y شکل به‌صورت عمودی قرار گرفت و در یک بازو، غذای آلوده به عصاره یا پودر و در بازوی دیگر غذای بدون عصاره یا پودر قرار داده شد. در هر بار آزمایش یک لارو در لوله گذاشته شد و بعد اثر دورکنندگی پس از ۶۰ دقیقه بررسی

صادراتی بخش کشاورزی، رتبه اول را در میان دیگر محصولات این بخش به‌خود اختصاص داده است. اما متأسفانه خسارت آفات، به‌ویژه در انبارها، صادرات این محصول را محدود نموده است. همچنین در فرایند انتقال این محصول صادراتی از ایران به کشورهای خریدار توسط کامیون‌ها، کشتی‌ها و غیره، احتمال حمله آفات انباری و ایجاد خسارت زیاد است. نظر به اهمیت اقتصادی شب‌پره هندی و مضرات حشره‌کش‌های شیمیایی مانند فستوکسین که مقاومت شب‌پره هندی نسبت به آن نیز گزارش شده است (Mohandas *et al.*, 2010)، یافتن روش‌های ایمن، بادوام و اقتصادی برای کنترل و کاهش خسارت این آفت ضروریست. از این رو با توجه به اینکه تاکنون تأثیر سیر و فلفل قرمز (به‌عنوان دو ترکیب ارزان، در دسترس و با کاربرد آسان) روی شب‌پره هندی ارزیابی نشده است، بنابراین این تحقیق با هدف بررسی اثر دورکنندگی و بازدارندگی عصاره و پودر گیاه سیر و فلفل قرمز برای جلوگیری از خسارت مهمترین آفت انباری پسته یعنی شب‌پره هندی انجام شد.

مواد و روش‌ها

پرورش شب‌پره هندی

مراحل مختلف رشدی شب‌پره هندی از مغازه‌های خواروبارفروشی شهرستان سیرجان جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید. شب‌پره هندی در اتاقک رشد با دوره نوری ۱۳ ساعت روشنایی و ۱۱ ساعت تاریکی و دمای 28 ± 2 درجه سانتی‌گراد، روی مغز پسته (*Platanus vera*) پرورش داده شد. برای پرورش حشرات از ظروف مستطیل شکل به‌طول ۲۵، عرض ۱۵ و ارتفاع ۱۳ سانتی‌متر استفاده گردید. برای تهویه مناسب، قسمتی از درب ظروف با پارچه توری پوشانیده شد. سپس لاروهای سن آخر با استفاده از مقوای چین‌دار جمع‌آوری گردیدند و تا زمان تبدیل شدن به حشره کامل در ظرف جداگانه‌ای نگهداری شدند (Mohandass *et al.*, 2007). حشرات کامل تازه

توسط توری پوشانده شد (Chaubey, 2007). با توجه به اینکه بیشترین میزان تخم ریزی حشرات کامل در چهار تا پنج روز اول پس از خروج حشرات کامل از شفیره مشاهده می‌شود، بنابراین چهار روز بعد از شروع آزمایش تعداد تخم‌های گذاشته شده در هر لیوان شمارش شد (Rafiei et al., 2011a). تیمار شاهد بدون عصاره یا پودر در نظر گرفته شد. برای تعیین درصد دورکنندگی هر یک از تیمارها از فرمول $P_R = [(NC-NT)/(NC+NT)] \times 100$ (که در آن P_R = درصد دورکنندگی، Nt = تعداد حشره در بازوی تیمار و Nc = تعداد حشره در بازوی شاهد) استفاده شد (Janatan & Zaki, 1998). پس از تعیین میانگین درصد دورکنندگی، تیمارها براساس طبقه‌بندی قراردادی (جدول ۱) گروه‌بندی شدند (Viglaianco et al., 2008).

جدول ۱- طبقه‌بندی ترکیب‌های مختلف براساس میزان

دورکنندگی آنها	
گروه	درصد دورکنندگی
0	$< 0.1 - > 0.1$
I	$0.1 - 20$
II	$20.1 - 40$
III	$40.1 - 60$
IV	$60.1 - 80$
V	$80.1 - 100$

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. برای هر تکرار ۲۰ عدد حشره در نظر گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا درصد دورکنندگی هر تیمار (فرمول ۱) محاسبه شد. آنگاه تجزیه واریانس درصدهای دورکنندگی با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح ۵٪ استفاده گردید.

گردید. اگر لاروی به میزان ۲ سانتی‌متر در یک بازو وارد می‌گردید، آن بازو انتخاب حشره در نظر گرفته می‌شد (Rafiei et al., 2010).

اثر دورکنندگی عصاره و پودر سیر و فلفل روی لارو سن اول با استفاده از دو روش پتری‌دیش و لیوان منفذدار

در روش پتری‌دیش، نصف یک کاغذ صافی با استفاده از یک میلی‌لیتر از هر یک از غلظت‌های مختلف عصاره تنداکسیر توسط پیپت آغشته شد و نیمه دیگر کاغذ صافی آغشته به یک میلی‌لیتر آب مقطر گردید. بعد از هوادهی، از پشت به هم چسبانده شدند و کف پتری‌دیش قرار گرفتند. سپس ۲۰ عدد لارو سن یک در مرکز پتری‌دیش قرار گرفت و درب پتری‌دیش با استفاده از پارافیلیم محکم شد (Ajayi & Olonisakin, 2011). در روش دوم از لیوان‌های منفذدار پلاستیکی استفاده شد. سوراخ‌های روی لیوان‌ها به اندازه‌ای بود که لاروها بتوانند از آنها خارج شوند. دیواره لیوان سوراخ‌دار آغشته به غلظت‌های مختلف این ترکیب‌ها شد و بعد از چند دقیقه هوادهی، درون لیوان دیگری قرار گرفتند و بعد ۲۰ عدد لارو سن یک رهاسازی شد. درب لیوان‌ها با استفاده از توری پوشانده شد. در هر دو روش اثر دورکنندگی بعد از ۱۲ ساعت بررسی گردید (Mohan & Fields, 2002).

اثر بازدارندگی عصاره و پودر سیر و فلفل بر تخم‌ریزی حشرات کامل شب‌پره هندی

برای انجام این آزمایش، از لیوان‌های یک بار مصرف به ارتفاع ۸، قطر قاعده ۵/۵ و قطر دهانی ۵/۶ سانتی‌متر استفاده شد. دیواره هر لیوان به ۲ میلی‌لیتر از غلظت‌های مختلف عصاره آغشته گردید. پودر سیر و فلفل درون کیسول‌های دارو منفذدار در کف لیوان‌ها به‌طور جداگانه قرار گرفت. در هر لیوان یک جفت حشره کامل نر و ماده تازه از شفیره خارج شده قرار داده شد و درب لیوان

نتایج

تأثیر غلظت‌های مختلف تنداکسیر و پودر سیر و فلفل بر

دورکنندگی حشره کامل شب‌پره هندی

تیمارهای مورد آزمایش از نظر میانگین درصد اثر دورکنندگی روی حشره کامل تفاوت معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان دادند ($F= 12.91$; $df= 6, 21$; $P < 0.0001$ (جدول ۲). مقایسه میانگین درصد اثر دورکنندگی غلظت‌های مختلف تنداکسیر، بیشترین اثر دورکنندگی را در غلظت ۲۰٪ ($63/97$ ٪) و کمترین اثر دورکنندگی را در غلظت ۱٪ ($24/86$ ٪) نشان داد (جدول ۲). پودر سیر با $58/90$ ٪ دورکنندگی نسبت به پودر فلفل ($17/94$ ٪) به‌طور معنی‌داری تأثیر بیشتری در دور کردن حشرات کامل شب‌پره هندی داشت (جدول ۲). علاوه‌براین با مقایسه میانگین درصد اثر دورکنندگی پودرهای مورد آزمایش با غلظت‌های مختلف تنداکسیر، مشخص شد که اگرچه غلظت ۲۰٪ تنداکسیر بیشترین اثر را بر دورکنندگی ($63/97$ ٪) داشت اما با پودر سیر ($58/90$ ٪) تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲). همچنین پودر فلفل با میانگین $17/94$ ٪ دورکنندگی، کمترین تأثیر را در مقایسه با همه تیمارهای مختلف مورد آزمایش نشان داد (جدول ۲). 2 محاسباتی (جدول ۲) نشان داد که در تیمارهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد تنداکسیر و تیمار پودر سیر تفاوت معنی‌داری بین شاهد و تیمار از نظر میزان دورکنندگی حشرات کامل در سطح ۱٪ وجود دارد. از نظر میزان دورکنندگی حشرات کامل در تیمارهای ۱٪ و ۵٪ تنداکسیر تفاوت معنی‌داری بین شاهد و تیمار در سطح ۵٪ وجود دارد. در تیمار پودر فلفل بین تیمار و شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

تأثیر غلظت‌های مختلف تنداکسیر، پودر سیر و فلفل بر

دورکنندگی لارو سن چهارم شب‌پره هندی

نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف از نظر میانگین درصد اثر دورکنندگی، تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ دارند ($F= 13.99$; $df= 4, 15$; $P < 0.0001$). مقایسه میانگین درصد اثر دورکنندگی غلظت‌های مختلف تنداکسیر نشان داد که بیشترین و کمترین اثر دورکنندگی به ترتیب مربوط به غلظت ۲۰٪ (40 ٪) و غلظت ۱٪ تنداکسیر ($2/5$ ٪) بود (جدول ۳). پودر سیر با $57/5$ ٪ اثر دورکنندگی نسبت به پودر فلفل ($12/5$ ٪) به‌طور معنی‌داری کارایی خیلی بیشتری در دور کردن لاروهای سن چهارم نشان داد (جدول ۳). مقایسه میانگین درصد اثر دورکنندگی پودرهای مورد آزمایش با غلظت‌های مختلف تنداکسیر نشان داد که پودر سیر ($57/5$ ٪) بیشترین تأثیر را در دور کردن لاروهای سن چهارم دارد، گرچه با غلظت ۲۰٪ تنداکسیر (40 ٪ دورکنندگی) تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). همچنین میانگین درصد اثر دورکنندگی پودر فلفل ($12/5$ ٪) با غلظت‌های ۵٪ (14 ٪) و ۱۰٪ تنداکسیر ($27/5$ ٪) تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). طبق 2 محاسباتی (جدول ۳)، در تیمارهای ۱۵٪ و ۲۰٪ تنداکسیر و تیمار پودر سیر تفاوت معنی‌داری بین شاهد و تیمار از نظر میزان دورکنندگی لاروهای سن چهارم در سطح ۱٪ وجود داشت. در تیمار ۱۰٪ تنداکسیر، تفاوت معنی‌داری بین تیمار و شاهد در سطح ۵٪ مشاهده شد. در تیمارهای تنداکسیر ۱٪ و ۵٪ و پودر فلفل تفاوت معنی‌داری بین تیمار و شاهد مشاهده نشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های درصد (\pm خطای معیار) اثر دورکنندگی تیمارهای مختلف روی حشره کامل شب‌پره هندی

پودر		تنداکسیر					
پودر فلفل	پودر سیر	%۲۰	%۱۵	%۱۰	%۵	%۱	غلظت
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	تعداد تکرار
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	تعداد حشره در هر تکرار
۱۷/۹۴ \pm ۲/۸۴a	۵۸/۹۰ \pm ۸/۸۲cd	۶۳/۹۷ \pm ۴/۹۹d	۴۳/۸۲ \pm ۳/۸۸bc	۳۷/۷۹ \pm ۲/۹۴abc	۲۸/۳۳ \pm ۲/۰۴ab	۲۴/۸۶ \pm ۴/۸۹ab	میانگین دورکنندگی
I	IV	IV	III	II	II	II	گروه دورکنندگی
۲/۴۵ns	۲۸/۸۰**	۳۳/۸۰**	۱۴/۴۵**	۱۱/۲۵**	۶/۰۵*	۵/۰۰*	χ^2 (1)

میانگین‌های با حروف متفاوت اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ دارند (آزمون توکی). ** و *، اختلاف معنی‌داری بین شاهد و تیمار به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ وجود دارد. ns، عدم اختلاف معنی‌دار را بین شاهد و تیمار در سطح ۵٪ نشان می‌دهد.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های درصد (\pm خطای معیار) اثر دورکنندگی تیمارهای مختلف

روی لارو سن چهارم شب‌پره هندی

پودر		تنداکسیر					
پودر فلفل	پودر سیر	%۲۰	%۱۵	%۱۰	%۵	%۱	غلظت
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	تعداد تکرار
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	تعداد حشره در هر تکرار
۱۲/۵ \pm ۴/۷۸ab	۵۷/۵ \pm ۲/۵d	۴۰ \pm ۴/۰۸cd	۳۵ \pm ۲/۸۸c	۲۷/۵ \pm ۴/۷۸bc	۱۴ \pm ۶/۳۵ab	۲/۵ \pm ۱/۲۵a	میانگین دورکنندگی
I	III	II	II	II	I	I	گروه دورکنندگی
۱/۲۵ns	۲۶/۴۵**	۱۲/۸۰**	۹/۸۰**	۶/۰۵*	۱/۸۰ns	۰/۰۵ns	χ^2 (1)

میانگین‌های با حروف متفاوت اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ دارند (آزمون توکی).

** و *، اختلاف معنی‌داری را بین شاهد و تیمار به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ نشان می‌دهند. ns، عدم اختلاف معنی‌دار را بین شاهد و تیمار در سطح ۵٪ نشان می‌دهد.

که پودر فلفل (۸۲/۵٪) نسبت به پودر سیر (۶۰٪) اثر دورکنندگی بیشتری دارد (جدول ۴) اما تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. علاوه بر این، مقایسه میانگین درصد اثر دورکنندگی پودرهای مورد آزمایش با غلظت‌های مختلف تنداکیسیر نشان داد که پودر فلفل و پودر سیر با هیچ‌یک از غلظت‌های تنداکیسیر تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). طبق χ^2 محاسباتی (جدول ۴) در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری بین شاهد و تیمار از نظر میزان دورکنندگی لاروهای سن اول در سطح ۱٪ وجود داشت.

تأثیر غلظت‌های مختلف تنداکیسیر بر میزان دورکنندگی لارو سن اول با استفاده از روش لیوان منفذدار تیمارهای مختلف از نظر میانگین درصد دورکنندگی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($P = 0.166$; $F = 1.72$; $df = 6, 21$). مقایسه میانگین درصد اثر دورکنندگی غلظت‌های مختلف تنداکیسیر، بیشترین و کمترین اثر دورکنندگی را به ترتیب در غلظت ۲۰٪ (۷۰٪) و غلظت ۵٪ (۵۲/۵٪) نشان داد (جدول ۴). مقایسه میانگین درصد اثر دورکنندگی پودر سیر و فلفل نشان داد

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های درصد (\pm خطای معیار) اثر دورکنندگی تیمارهای مختلف تنداکیسیر و پودر سیر و فلفل با استفاده از لیوان

منفذدار روی لارو سن یک شب‌پره هندی

پودر		تنداکیسیر					غلظت	تعداد تکرار
پودر فلفل	پودر سیر	۲۰٪	۱۵٪	۱۰٪	۵٪	۱٪		
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	تعداد حشره در هر تکرار	
۸۲/۵۰±۷/۹۹a	۶۰±۹a	۷۰±۷/۰۷a	۶۷/۵۰±۷/۵a	۶۰±۷/۰۷a	۵۲/۵±۷/۵a	۶۰±۹a	میانگین دورکنندگی	
V	III	IV	IV	III	III	III	گروه دورکنندگی	
۵۴/۴۵**	۲۸/۸۰**	۳۹/۲۰**	۳۶/۴۵**	۲۸/۸۰**	۲۲/۰۵**	۲۸/۸۰**	χ^2 (1)	

میانگین‌های با حروف متفاوت اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ دارند (آزمون توکی). **: اختلاف معنی‌داری بین شاهد و تیمار در سطح ۱٪ وجود دارد.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های درصد (\pm خطای معیار) اثر دورکنندگی غلظت‌های مختلف تنداکیسیر

با استفاده از روش پتری‌دیش روی لارو سن یک شب‌پره هندی

غلظت تنداکیسیر		۲۰٪	۱۵٪	۱۰٪	۵٪	۱٪	تعداد تکرار
تعداد تکرار	تعداد حشره در هر تکرار	۴	۴	۴	۴	۴	
میانگین دورکنندگی	گروه دورکنندگی	۶۷/۵±۶/۴۵b	۵۵±۲/۸۸ab	۵۲/۵±۹/۴۶ab	۳۵±۹/۵۶a	۳۲/۵±۴/۷۸ a	II
χ^2 (1)		۳۶/۴۵**	۲۴/۲۰ ns	۲۲/۰۵**	۹/۸۰**	۸/۴۵**	

میانگین‌های با حروف متفاوت اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ دارند (آزمون توکی).

ns: عدم اختلاف معنی‌دار بین شاهد و تیمار در سطح ۵٪ نشان می‌دهد.

بازدارندگی مربوط به غلظت ۲۰٪ (۴۷/۶۵٪) و کمترین اثر بازدارندگی در غلظت ۱٪ (۹/۱٪) مشاهده شد (جدول ۶). مقایسه میانگین درصد اثر بازدارندگی پودر سیر و فلفل روی تخم‌ریزی حشرات کامل نشان داد که پودر سیر (۴۷/۸۹٪) نسبت به پودر فلفل (۴۱/۵٪) اثر بیشتری دارد (جدول ۶) اما تفاوت معنی داری ندارد. علاوه بر این با مقایسه میانگین درصد اثر بازدارندگی تیمارهای مختلف روی تخم‌ریزی حشرات کامل مشخص شد که پودر سیر بیشترین تأثیر را در ممانعت از تخم‌ریزی حشرات کامل دارد (۵۷/۵٪)، اگرچه تفاوت معنی داری با غلظت ۲۰٪ تنداکسیر (۴۷/۶۵٪) نشان نداد (جدول ۶). همچنین میانگین درصد اثر بازدارندگی پودر فلفل (۴۱/۵٪) با پودر سیر (۵۷/۵٪) و غلظت های ۱۰٪ (۳۳/۵۸٪)، ۱۵٪ (۲۷/۵٪) و ۲۰٪ تنداکسیر (۴۷/۶۵٪) تفاوت معنی داری روی تخم‌ریزی حشرات کامل نشان ندادند. کمترین بازدارندگی تخم‌ریزی در غلظت ۱٪ تنداکسیر (۹/۱٪) مشاهده گردید. مقادیر χ^2 (جدول ۶) نشان داد که در تیمارهای مختلف، تفاوت معنی داری بین شاهد و تیمار از نظر میزان بازدارندگی تخم‌ریزی حشرات کامل شب‌پره هندی در سطح ۱٪ وجود داشت. به طوری که تنها در تیمار تنداکسیر ۱٪، شاهد و تیمار از نظر میزان دورکنندگی تفاوت معنی داری با هم نداشتند.

تأثیر غلظت‌های مختلف تنداکسیر بر میزان دورکنندگی لارو سن اول با استفاده از روش پتری‌دیش غلظت‌های مختلف تنداکسیر از نظر میانگین درصد میزان دورکنندگی، تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ با یکدیگر داشتند (F= 6.35; df= 4, 15; P= 0.03). مقایسه میانگین درصد دورکنندگی غلظت‌های مختلف تنداکسیر نشان داد که بیشترین و کمترین اثر دورکنندگی به ترتیب مربوط به غلظت ۲۰٪ (۴۷/۵٪) و غلظت ۱٪ تنداکسیر (۳۲/۵٪) است (جدول ۵). براساس χ^2 محاسباتی (جدول ۵) در تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری بین شاهد و تیمار از نظر میزان دورکنندگی لاروهای سن اول شب‌پره هندی در سطح ۱٪ وجود داشت. به طوری که فقط در تیمار ۱۵٪ تنداکسیر از نظر میزان دورکنندگی هیچ اختلاف معنی داری بین شاهد و تیمار مشاهده نشد.

اثر بازدارندگی تیمارهای مختلف روی تخم‌ریزی حشرات بالغ شب‌پره هندی نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف، از نظر میانگین درصد اثر بازدارندگی روی تخم‌ریزی حشرات کامل شب‌پره هندی تفاوت معنی داری در سطح ۱٪ دارند (F= 66.46; df= 6, 21; P< 0.0001). مقایسه میانگین درصد اثر بازدارندگی غلظت‌های مختلف تنداکسیر نشان داد که بیشترین اثر

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های درصد (\pm خطای معیار) اثر بازدارندگی تیمارهای مختلف تنداکسیر و پودر سیر و فلفل روی تخم‌ریزی حشرات کامل شب‌پره هندی بعد از ۹۶ ساعت

غلظت	تنداکسیر						پودر
	۱٪	۵٪	۱۰٪	۱۵٪	۲۰٪	پودر سیر	
تعداد تکرار	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
تعداد حشره در هر تکرار	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
میانگین بازدارندگی	۹/۱ \pm ۱/۲۴a	۳۳/۵۸ \pm ۱/۹۱b	۴۱/۴۸ \pm ۲/۲۶c	۴۱/۶۱ \pm ۲/۰۶c	۴۷/۶۵ \pm ۱/۳۴c	۴۷/۸۹ \pm ۱/۱۸c	۴۱/۵۰ \pm ۱/۰۸c
گروه دورکنندگی	I	II	III	III	III	III	III
χ^2 (1)	۰/۸۰ns	۱۴/۴۵**	۱۲/۸۰**	۱۲/۸۰**	۱۸/۰۵**	۱۸/۰۵**	۱۲/۸۰**

میانگین‌های با حروف متفاوت متفاوت اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ دارند (آزمون توکی).

** اختلاف معنی داری بین شاهد و تیمار به ترتیب در سطح ۱٪ وجود دارد. ns، عدم اختلاف معنی دار را بین شاهد و تیمار در سطح ۵٪ نشان می‌دهد.

بحث

تدخین یک روش مهم مدیریت آفات انباری از جمله شب‌پره هندی می‌باشد که قادر است همه مراحل زیستی این آفت را در انبارها کنترل کند (Mohandas et al., 2007). ولی تعداد مواد تدخینی ثبت شده محدود است و تنها تعداد اندکی از آنها قابل قبول هستند. از سویی آفت‌کش‌های شیمیایی گازی مورد استفاده، اثرهای جبران‌ناپذیری بر انسان و محیط‌زیست دارند. بروز مقاومت به فسفین در شب‌پره هندی، باعث کاهش کارایی این سم شده است (Mohandas et al., 2007). بنابراین در این تحقیق تأثیر دورکنندگی و بازدارندگی از تخم‌ریزی دو ترکیب سیر و فلفل بر کنترل شب‌پره هندی بررسی شد و نتایج نشان داد که تمامی تیمارها دارای اثر دورکنندگی روی حشرات کامل شب‌پره هندی بودند. پودر سیر و غلظت ۲۰٪ تنداکسیر دارای دورکنندگی قابل قبولی روی حشرات کامل شب‌پره هندی (به ترتیب ۵۸/۹۰٪ و ۶۳/۹۷٪) بودند. اثر دورکنندگی پودر سیر روی حشرات بالغ نسبت به پودر فلفل قرمز بیشتر بود. میزان اثر دورکنندگی این تیمارها نشان‌دهنده قابلیت بالای این ترکیب‌ها به‌عنوان دورکننده علیه شب‌پره هندی است. تأثیر دورکنندگی سیر به دلیل وجود آلیسین (جزء اصلی عصاره سیر) است (Rahman & Schmidt, 1999). سیر حاوی حداقل ۲۳ ترکیب گوگردی و شامل بیشترین ترکیب‌های گوگردی نسبت به دیگر گونه‌های *Allium* می‌باشد. ترکیب‌های گوگردی و آلیسین اثر ضد میکروبی در برابر بسیاری از ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و انگل‌ها دارند (Block, 1992). عصاره سیر در غلظت ۲/۱۳ میکرولیتر بر سانتی‌متر مربع بعد از ۴ ساعت در معرض قرارگیری، ۹۵٪ دورکنندگی روی *T. castaneum* داشته است (Mobki et al., 2014). نتایج پژوهشی در رابطه با اثر دورکنندگی اسانس زنجبیل روی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد و شب‌پره هندی نشان داد که بیشترین میزان دورکنندگی روی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد (۸۰٪) در غلظت‌های ۶/۴، ۰/۸ و ۳/۲ میکرولیتر بر لیتر هوا و در مورد شب‌پره هندی در غلظت ۰/۸ میکرولیتر بر لیتر هوا

(۹۵٪) بدست آمد (Mollaei et al., 2012). ذکر شده است که حبه‌های سیر، سیر رنده شده و ترکیب‌های فرار آن روی *Sitophilus zeamais Nilaparvata lugens* Stal و *Motschulsky Tribolium* sp. اثر دورکننده دارند. ترکیب‌های فعال و فرار سیر شبیه سولفید هیدروژن هستند که به دلیل تجزیه سریع آلیسین می‌باشد (Rahman & Motoyama, 2000). بررسی اثر دورکنندگی اسانس *Cinnamomum zelanicum* Bl. *Achillea wilhelmsii* و *Rosmarinus officinalis*. *Artemisia absinthium* و *Foeniculum vulgare* روی حشرات کامل شب‌پره هندی مشخص کرد که اسانس *R. officinalis* و *F. vulgare* به ترتیب با ۱۰۰٪ و ۳۴٪ دورکنندگی، بیشترین و کمترین اثر را دارند (Salehi et al., 2009). همچنین اثر دورکنندگی ۱۸ گونه اسانس گیاهی روی شب‌پره هندی نشان داد که بسیاری از این اسانس‌های گیاهی قابلیت بالایی در دورکنندگی این آفت در انبار دارند. اسانس رزماری و شوید با غلظت ۲ میکرولیتر اسانس در ۲ گرم غذا ۱۰۰٪ دورکننده حشرات کامل شب‌پره هندی بودند و اسانس جعفری و زوفا با ۱۴/۸٪ کمترین دورکنندگی را داشتند (Rafiei et al., 2010). تفاوت موجود به دلیل اختلاف گونه‌های گیاهی مورد استفاده و همچنین تفاوت عصاره و اسانس است.

نتایج در رابطه با تأثیر دورکنندگی عصاره و پودر سیر و فلفل روی لارو سن چهارم شب‌پره هندی نشان داد که با افزایش غلظت تنداکسیر میزان درصد دورکنندگی افزایش یافت. بیشترین و کمترین درصد دورکنندگی به ترتیب در تیمار پودر سیر (۵۷/۵٪) و غلظت ۱٪ تنداکسیر (۲/۵٪) مشاهده شد. میزان دورکنندگی تیمارهای مختلف روی لارو سن چهارم کمتر از حشرات کامل بود که به احتمال زیاد، به دلیل تحرک کمتر لاروها نسبت به حشرات کامل می‌باشد. دورکنندگی این ترکیب‌ها روی لارو سن آخر که در جستجوی مکان مناسب برای شفیرگی هستند تأثیر بسزایی در جلوگیری از تجمع شفیره‌ها روی توده غذایی دارد و لارو تلاش می‌کند که از این محل دور شود. نتایج این تحقیق در رابطه با اثر ترکیب‌های گیاهی روی لارو سن

اسطوخودوس و آنگوزه روی لارو شب پره مدیترانه‌ای آرد نشان داد که بیشترین و کمترین درصد دورکنندگی به ترتیب مربوط به عصاره آنگوزه (۸۸/۴٪) در غلظت ۲۷/۸۷ میکرولیتر بر سانتی متر مربع و عصاره اسطوخودوس (۵/۸٪) در غلظت ۱/۹۹ میکرولیتر بر سانتی متر مربع بود (Nazemi & Moharramipour, 2008).

تأثیر دورکنندگی تیمارهای مختلف روی لارو سن اول شب پره هندی نشان داد که افزایش غلظت‌های مختلف تنداکسیر با استفاده از روش لیوان منفذدار تأثیر معنی داری روی میزان دورکنندگی لارو سن اول ندارد. همچنین بین پودر سیر و فلفل از نظر میزان دورکنندگی لارو سن اول با استفاده از روش لیوان منفذدار تفاوت معنی داری وجود نداشت. اما در مجموع بیشترین میزان دورکنندگی ترکیب‌های مورد استفاده روی این مرحله رشدی و به ویژه در استفاده از لیوان‌های منفذدار مشاهده شد (گروه بندی III تا V) که نشان از اثر دورکنندگی قابل قبول عصاره و پودر سیر و فلفل روی لارو سن اول دارد. با توجه به حساسیت بیشتر لاروهای سن اول نسبت به سایر مراحل رشدی، این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. در استفاده از روش پتری دیش با افزایش غلظت تنداکسیر میزان دورکنندگی لارو سن اول شب پره هندی افزایش یافت و در میان غلظت‌های مختلف تفاوت معنی داری وجود داشت، اما در کل تأثیر آن کمتر از روش لیوان‌های منفذدار بود. طبق نتایج، می‌توان از سطرها و ظروف منفذدار برای نگهداری محصول‌های انباری و دور کردن این آفت انباری استفاده نمود. در منابع مختلف در مورد اثر دورکنندگی ترکیب‌های گیاهی روی لارو سن اول منبعی یافت نشد و بیشتر محققان اثر کشندگی بالای ترکیب‌های گیاهی را روی لارو سن اول گزارش کردند (Shojaaddini et al., 2008; Rafiei et al., 2010).

در این تحقیق اثر بازدارندگی تمامی تیمارها روی تخم‌ریزی حشرات کامل شب پره هندی مشاهده شد. استفاده از این ترکیب‌ها منجر به عدم انتخاب محل آغشته شده به عصاره و پودر سیر و فلفل توسط حشره کامل برای تخم‌ریزی شد. بیشترین میزان بازدارندگی توسط پودر سیر

چهارم و حشرات کامل شب پره هندی با نتایج سایر محققان هماهنگی دارد. به طوری که اثر *Artemisia vulgaris* L. روی *Tribolium castaneum* (Herbest) نشان داد که حشرات کامل این آفت حساسیت بیشتری نسبت به لاروها دارند (Wang et al., 2006). همچنین بررسی قدرت دورکنندگی عصاره سیر روی لاروها و حشرات کامل *Oryzaephilus surinamensis* (L.) و *T. castaneum* نشان داد که غلظت ۱۰٪ بیشترین میزان دورکنندگی را دارد و مشابه این تحقیق روی حشرات کامل (به ترتیب ۸۱/۵ و ۷۱/۹۵٪) اثر دورکنندگی بیشتر نسبت به لارو (به ترتیب ۶۷ و ۶۹/۱۹٪) داشت (Ghane et al., 2013). البته طی تحقیقی روی شب پره هندی گزارش شده است که دورکنندگی عصاره‌ها روی لاروها به مراتب بیشتر از حشرات کامل است (Bakhtiari et al., 2008). مغایرت موجود به احتمال زیاد به دلیل تفاوت گونه‌های گیاهی مورد استفاده و روش انجام آزمایش در دو تحقیق است. اثر دورکنندگی اسانس‌ها روی لارو سن آخر شب پره هندی نشان داد که اسانس گیاه شوید، رزماری و زیره بیشترین اثر دورکنندگی را روی لارو سن چهارم این حشره دارد (Rafiei et al., 2010). نتایج این پژوهش نشان داد که پودر سیر دارای اثر بیشتری نسبت به پودر فلفل بوده و دارای بیشترین اثر دورکنندگی نسبت به غلظت‌های مختلف تنداکسیر روی لارو سن آخر شب پره هندی می‌باشد. اثر دورکنندگی سیر روی آفت انباری *P. truncates* نیز گزارش شده است (Osipitan & Mohammed, 2008). بررسی اثر دورکنندگی عصاره الکلی و هگزانی پودر چهار گونه گیاه دارویی اسطوخودوس، ترخون، شوید و جعفری روی شب پره هندی نشان داد که تمامی عصاره‌ها بجز اسطوخودوس هگزانی دارای خاصیت دورکنندگی تماسی روی لارو سن آخر بودند. علاوه بر این در آزمایش این محققان، اثر دورکنندگی پودر این گیاهان نسبت به عصاره روی حشرات کامل کمتر بود ولی روی لارو شب پره هندی اثر جلب‌کنندگی نشان داد (Bakhtiari et al., 2008). در پژوهشی تأثیر دورکنندگی عصاره‌های خرزهره،

ترکیب‌ها است که بوی تندى دارد و به‌صورت یک حشره‌کش قوی عمل می‌کند (Kazem & El-Shereif, 2010). نقش فلفل نیز در دور کردن و ممانعت از تخم‌ریزی شب‌پره هندی، به‌دلیل وجود ترکیب‌های فرار و وجود مقدار زیادی تانن در آن است که حتی نقش مهمی در دفاع بوته فلفل در برابر حشرات دارد و برای حشراتی که قادر به تغذیه از مواد غذایی حاوی تانن نیستند مانند یک سم عمل می‌کند (Antonious et al., 2007). کپسایسین که ماده مؤثره فلفل تند است، اثر کشنده و ضد تغذیه‌ای روی جانوران مختلف دارد. همچنین ثابت شده است که عصاره سیر و فلفل روی تعدادی از آفات پنبه اثر دورکننده دارند (Kazem & El-Shereif, Antonious et al., 2007). تأثیر فلفل روی *T. ni* و *T. urticae* نشان داد که برخی واریته‌های فلفل تا ۹۴٪ تلفات در لاروهای *T. ni* ایجاد کردند و برخی که ضعیف‌تر عمل کردند روی کنه تار عنکبوتی اثر دورکنندگی داشتند (Antonious et al., 2007). در مجموع در این تحقیق، عصاره و پودر سیر و فلفل بیشترین اثر دورکنندگی خود را روی لاروهای سن اول شب‌پره هندی نشان دادند. البته بهتر است روش لیوان منفذدار به دلیل کارایی بالاتر مورد توجه قرار گیرد. حشرات کامل و لاروهای سن چهارم در رده‌های بعدی از نظر دورکنندگی قرار گرفتند. عصاره و پودر سیر و فلفل حداقل بیش از ۵۰٪ در دور کردن مراحل مختلف زیستی شب‌پره هندی نقش داشتند. اما سیر و فلفل تأثیر یکسانی بر بازدارندگی تخم‌ریزی حشره کامل شب‌پره هندی نشان دادند. میزان اثر پودر سیر بر دورکنندگی حشره کامل شب‌پره هندی به مراتب بیشتر از پودر فلفل بود. این تفاوت نشان‌دهنده میزان اثر بیشتر عصاره سیر موجود در تنداکسیر نسبت به فلفل بر دورکنندگی حشره کامل شب‌پره هندی می‌باشد. با توجه به نتایج بدست‌آمده، می‌توان این حشره‌کش‌های زیستی را به‌دلیل اینکه برای محیط‌زیست و انسان ایمن‌ترند و قیمت مناسبی دارند و در محیط تجزیه‌پذیرند به‌عنوان یک ابزار در مدیریت تلفیقی شب‌پره هندی در انبارها بکار برد.

۴۷/۸۹٪) ایجاد شد که احتمالاً به‌دلیل وجود مواد بازدارنده تخم‌ریزی در آن می‌باشد. افزایش غلظت تنداکسیر از ۱۰٪ به ۱۵٪ و ۲۰٪ تفاوت معنی‌داری را روی میزان بازدارندگی تخم‌ریزی ایجاد نکرد. پودر سیر و فلفل دارای اثر تقریباً یکسانی روی بازدارندگی تخم‌ریزی بودند و میزان اثر آنها مشابه اثر غلظت‌های بالای تنداکسیر بود. در پژوهشی بررسی اثر بازدارندگی تخم‌ریزی اسانس ۱۸ گیاه دارویی روی شب‌پره هندی نشان داد که همه اسانس‌ها دارای خاصیت بازدارندگی تخم‌ریزی بودند. از بین اسانس‌های مورد بررسی، ۱۴ نوع اسانس از جمله دارچین بیش از ۸۰٪ بازدارندگی از تخم‌ریزی داشتند. اما اسانس رزماری، شوید، ترخون و بومادران گل‌زرد به‌ترتیب با ۳۲/۵، ۲۸/۵، ۳۶/۱۶ و ۵۵ درصد کاهش تخم‌ریزی، کمترین میزان بازدارندگی را از تخم‌ریزی داشتند (Rafiei et al., 2011b). همچنین گزارش شده است که اسانس *Petroselinum* *Melissa officinalis* L. *sativum* Hoffmann *Mentha piperata* L. *Lavandula angustifolia* Mill. و *Ziziphora clinopodioides* Lam. به‌ترتیب باعث تخم‌ریزی در شب‌پره هندی می‌شوند (Rafiei et al., 2011a). آغشته کردن سطوح مختلف انبارهای حبوبات با عصاره‌های گیاهی به‌ویژه عصاره گیاه اسطوخودوس نقش مهمی در کاهش یا جلوگیری از تخم‌ریزی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات (تا ۹۰٪ در غلظت یک میکرولیتر بر لیتر) داشته است (Mobarakian et al., 2016). اثر اسانس *Z. clinopodioides* روی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد نشان داد که این اسانس در غلظت‌های ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۸۰۰۰ ppm به ترتیب باعث ۵۱/۱۱، ۷۲/۰۲ و ۸۹/۸۹ درصد کاهش تخم‌ریزی می‌شود (Kheirkhah et al., 2015). تفاوت نتایج این تحقیق و پژوهش‌های ذکرشده به‌دلیل تفاوت گونه‌ای، اسانس و عصاره بودن ترکیب و همچنین روش انجام آزمایش می‌باشد. نقش مثبت سیر در این تحقیق، می‌تواند به‌دلیل تولید ترکیب‌های فرار گوگردی باشد که اثر دورکننده روی شب‌پره داشته است. دی‌آلیل دی‌سولفاید یکی از این

منابع مورد استفاده

- maculatus*. Journal of Plant Protection, 29(4): 499-510.
- Mobki, M., Safavi, S.A., Safaralizadeh, M.H. and Panahi, O., 2014. Toxicity and repellency of garlic (*Allium sativum* L.) extract grown in Iran against *Tribolium castaneum* (Herbst) larvae and adults. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 47(1): 59-68.
 - Modarres Najafabadi, S.S., Fanai, H. and Ghalamian, Gh., 2006. Study of eucalyptus product uses (seed and leaf powder) on stored product pests on wheat and barley in Sistan region-Iran. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(2): 117-127.
 - Mohandass, S., Arthur, F.H., Zhu, K.Y. and Throne, J.E., 2007. Biology and management of *Plodia interpunctella* in stored products. Journal of Stored Products Research, 43: 302-311.
 - Mohan, S. and Fields, P.G., 2002. A simple technique to assess compounds that are repellent or attractive to stored product insects. Journal of Stored Products Research, 38: 23-31.
 - Mollaei, M., Izadi, H., Azizi, M. and Ranjbar, R., 2012. Bioactivity of essential oil from *Zingiber officinale* against stored-product insect species. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 15: 122-133.
 - Navarro, S., Finkelman, S., Donahaya, E., Dias, R., Rindner, M. and Azrieli, A., 2002. Integrated storage pest control methods using vacuum or CO₂ in transportable system. Integrated Protection of Stored Products, IOBC Bulletin, 25(3): 207-214.
 - Nazemi Rafih, J. and Moharrampour, S., 2008. Repellency of *Nerium oleander* L., *Lavandula officinalis* L. and *Ferula assafoetida* L. extracts on *Tribolium castaneum* (Herbst). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 23(4): 443-452.
 - Osipitan, A.A. and Mohammed, I.G., 2008. Evaluation of the potential of garlic (*Allium sativum* L.) for the management of the larger Grain Borer *Prostephanus truncates* (Horn) in Maize (*Zea mays* L.). International Journal of Agricultural Sciences, Environmental and Technology, 8: 51-60.
 - Phillips, T.W. and Throne, J.E., 2010. Biorational approaches to managing stored-product insects. Annual Review of Entomology, 55: 375-397.
 - Rafiei, Z., Moharrampour, S., Farazmand, H. and Karimzadeh Esfahani, J., 2010. Replency effect and inhalation toxicity of 18 plants essential oil on *Plodia interpunctella* Hübner. Iranian Journal of Plant Protection, 24(2): 165-172.
 - Rafiei, Z., Moharrampour, S., Farazmand, H. and Karimzadeh Esfahani, J., 2011a. Insecticidal effect of six native medicinal plants essential oil on Indian
 - Ajayi, F.A. and Olonisakin, A., 2011. Bio-activity of tree essential oils ex-tracted from edible seeds on *Tribolium castaneum* (Herbst.) infesting stored pearl millet. Trakia Journal of Sciences, 9: 28-36.
 - Antonious, G.F., Meyer, J.E., Rogers, J.A. and Hu, Y.H., 2007. Growing hot pepper for cabbage looper, *Trichopulsia ni* (Hubner) and spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) control. Journal of Environmental Science and Health, 42: 559-567.
 - Bakhtiari, M., Rafiei Karahroudi, Z. and Sanatgar, E., 2008. The effect of contact and respiratory repellency of four medicinal plant extract and powders on adults and last instar larvae of *Plodia interpunctella* (Hübner). Iranian Journal of Entomological Research, 7(1): 17-27.
 - Block, E., 1992. The organosulfur chemistry of the genus *Allium*-implications for the organic chemistry of sulfur. Angewandte Chemie International Edition in English, 31(9): 1135-1178.
 - Chaubey, M.K., 2007. Insecticidal activity of *Trachyspermum amm*, *Anethum graveolens* and *Nigella sativa* essential oils against *Tribolium castaneum*. African Journal of Agricultural Research, 2: 596-600.
 - Ghane, M., Poormirza, A. and Safaralizadeh, M., 2013. Replency effect of Sirinol on larvae and adults of *Tribolium castaneum* and *Oryzaephilus surinamensis* by three methods. Iranian Journal of Plant Protection, 27(2): 192-199.
 - Hurlbert, S.H., 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecological Monographs, 54: 187-211.
 - Janatan, I. and Zaki, Z., 1998. Development of environment-friendly insect repellents from the leaf oils of selected Malaysian plants. Asian Review of Biodiversity and Environmental Conservation, 6: 1-7.
 - Kazem, M.G. and El-Shereif, S.A.E.H.N., 2010. Toxic effect of capsicum and garlic xylene extracts in toxicity of boiled linseed oil formulations against some piercing sucking cotton pests. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 8(4): 390-396.
 - Kheirkhah, M., Ghasemi, V., Yazdi, A.K. and Rahban, S., 2015. Chemical composition and insecticidal activity of essential oil from *Ziziphora clinopodioides* Lam. used against *Ephestia kuehniella* Zeller. Journal of Plant Protection Research, 55(3): 260-265.
 - Mobarakian, M., Zamani, A., Karimzadeh, J., Moieni, N. and Emami, M.S., 2016. Insecticidal effect of medicinal plant extracts on *Callosobruchus*

- Shaaya, E. and Kostyukovysky, M., 2006. Essential oils: potency against stored product insects and mode of action. *Stewart Postharvest Review*, 2(4): 1-6.
- Shojaaddini, M., Moharramipour, S. and Sahaf, B.Z., 2008. Fumigant toxicity of essential oil from *Carum copticum* against *Plodia interpunctella*. *Plant Protection Research*, 48: 411-419.
- Singh, R.N. and Saratchandra, B., 2005. The development of botanical products with special reference to seri-ecosystem. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 3: 1-8.
- Viglialanico, A., Novo, R., Cragolini, C., Nassetta, M. and Cavallo, A., 2008. Antifeedant and repellent effects of extracts of three plants from Cordoba against *Sitophilus oryzae* (L.). *Bio Assay*, 3: 1-6.
- Wang, J., Zhu, F., Zhou, X.M., Niu, C.Y. and Lei, C.L., 2006. Repellent and fumigant activity of essential oil from *Artemisia vulgaris* to *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 42: 339-347.
- meal moth, *Plodia interpunctella* Hübner (Lep.: Pyralidae). *Munis Entomology and Zoology*, 6: 339-345.
- Rafiei, Z., Moharramipour, S., Farazmand, H. and Karimzadeh Esfahani, J., 2011b. Oviposition deterrence and ovicidal activity of eighteen medicinal plant essential oils on *Plodia interpunctella* Hübner. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 27(3): 460-470.
- Rahman, M.M. and Schmidt, G.H., 1999. Effect of *Acorus calamus* L. essential oil vapours from various origins on *Callosobruchus phaseoli*. *Journal of Stored Products Research*, 35: 285-295.
- Rahman, M.M. and Motoyama, N., 2000. Repellent effect of garlic against stored products pests. *Journal of Pest Science*, 25: 247-252.
- Salehi, M., Rafiei Karahroodi, Z., Rahbarpour, A.R. and Zahabi, P., 2009. Comparison repellency effect of 5 plant essential oil on adults of Indian moth and red flour beetle. 10th Iranian Congress of Toxicology and Poisoning, Tehran, Iran, 18-20 May.

Repellency and oviposition deterreny effects of garlic and red pepper extract and powder on *Plodia interpunctella* Hubner under laboratory conditions

S. Etminan¹, Z. Sheibani Tezerji^{2*} and M.R. Hassani³

1- M.Sc. student, Department of Entomology, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran

2*- Corresponding author, Department of Entomology, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran

E-mail: zsheibani2001@yahoo.com

3- Department of Entomology, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran

Received: January 2019

Revised: September 2019

Accepted: September 2019

Abstract

Due to the economic importance of stored product pests and disadvantages of chemical insecticides, in this study, the repellency and oviposition deterreny effect of garlic and pepper extract (Tondexir®) and powder was investigated on *Plodia interpunctella* Hubner (Lep.: Pyralidae). The repellency effect of different concentrations of tondexir (1, 5, 10, 15 and 20%) and garlic and pepper powders was evaluated using Y-shaped olfactometer on adult insects and fourth larval instars, and using leaky glass and petri dish methods on first larval instars, in addition to evaluating the oviposition deterreny effect of these compounds on adult insects. The results showed that 20% concentration of tondexir and garlic powder had the highest repellency effect (63.97% and 58.90%, respectively) on adult insects. The repellency effect of treatments on fourth larval instars was less than that of adult insects. Garlic powder and 20% concentration of tondexir had the highest repellency effect (57.5% and 40%, respectively) on fourth larval instars. Pepper powder showed the highest repellency rate (82.5%) on first larval instars in leaky glass method. The petri dish method had the lowest repellency rate and its highest rate (67.5%) was observed at 20% concentration of tondexir. The highest oviposition deterreny effect of adult insects was related to garlic powder (47.89%) and 20% concentration of tondexir (47.65%). The results of the present study indicated the efficacy of garlic and pepper extract and powder in repelling and the oviposition deterreny of *P. interpunctella*.

Keywords: *Plodia interpunctella*, repellency, tondexir, garlic, pepper.