Archive of SID

مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJMAPR.2021.353970.2965
جلد ۳۷، شماره ۵، صفحه ۸۷۱-۸۵۹ (۱۴۰۰) | شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350905.1400.37.5.11.0

بررسی سمّیت تدخینی اسانس پوست لیموترش (*Citrus limon* L.)، پرتقال (*Citrus sinensis* L.) و نارنج (*Citrus aurantium* L.) روی سه گونه آفت مهم انباری

الیناز استوار[۱]، سمیرا خدایاری[۲*] و شهرام آرمیده[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

پست الکترونیک: khodayari@maragheh.ac.ir

۳- دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۴۰۰ | تاریخ اصلاح نهایی: آبان ۱۴۰۰ | تاریخ پذیرش: آبان ۱۴۰۰

چکیده

سالیانه بخش قابل توجهی از تولیدات کشاورزی توسط آفات انباری از بین می‌روند. به‌طور معمول برای کنترل آفات از سموم شیمیایی استفاده می‌شود. خطرات باقیمانده سموم روی محصولات انباری و نیز افزایش مقاومت آفات، انتخاب روش‌های کنترل امن و مؤثر را ایجاب می‌کند. ترکیب‌های گیاهی می‌توانند زمینه تحقیق در مورد کنترل آفات انباری با روش‌های کم خطر باشند. بنابراین در این تحقیق تأثیر اسانس پوست سه گونه مرکبات شامل لیموترش (*Citrus limon* L.)، پرتقال (*C. sinensis* L.) و نارنج (*C. aurantium* L.) روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات (*Callosobruchus maculatus* (F.))، سرخرطومی گندم (*Sitophilus granarius* L.) و شپشه آرد (*Tribolium confusum* Duv.)، ارزیابی شد. جهت ارزیابی تأثیر اسانس‌ها روی آفات از تجزیه پروبیت بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت استفاده گردید. بعد از تعیین LC_{50} و LC_{25}، جهت ارزیابی اثر ترکیبی اسانس‌ها، ترکیب‌های LC_{25} لیموترش+LC_{25} نارنج، LC_{25} لیموترش+LC_{25} پرتقال و LC_{25} پرتقال+LC_{25} نارنج بررسی شدند. هر تیمار در سه تکرار و هر تکرار روی ده حشره کامل دو روزه در قالب طرح کاملاً تصادفی بررسی شد. همچنین، تجزیه اسانس‌ها با GC/MS برای بررسی اجزای اصلی آنها صورت گرفت. بیشترین ترکیب موجود در اسانس پوست هر سه گونه مورد مطالعه لیمونن بود. شاخص LC_{50} اسانس لیموترش، پرتقال و نارنج روی حشرات کامل سرخرطومی گندم بعد از ۲۴ ساعت به‌ترتیب ۳/۸۰، ۲/۶۵، ۳/۱۱ و بعد از ۴۸ ساعت به‌ترتیب ۲/۴۸، ۱/۹۳، ۲/۸۸ میکرولیتر بر لیتر، روی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات بعد از ۲۴ ساعت به ترتیب ۰/۲۳، ۲/۴۱، ۲/۶۶ و بعد از ۴۸ ساعت به‌ترتیب ۰/۱۳، ۱/۳۸، ۲/۳۵ میکرولیتر بر لیتر و روی شپشه آرد بعد از ۲۴ ساعت به‌ترتیب ۵/۳۳، ۲/۷۶، ۱/۳۵ و بعد از ۴۸ ساعت به‌ترتیب ۲/۲۴، ۲/۴۹، ۰/۸۹ میکرولیتر بر لیتر بدست آمد. بررسی اثر ترکیبی اسانس‌ها نشان داد که اثر تیمار LC_{25} لیمو+LC_{25} پرتقال روی هر سه آفت از اثر هر یک از اسانس ها به‌تنهایی بیشتر است. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، اسانس پوست مرکبات به‌ویژه لیموترش در تولید آفتکش‌های زیستی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آفات انباری، کشندگی، پوست مرکبات، اسانس.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

انبار کردن محصولات کشاورزی به‌منظور استفاده در سایر فصول سال و یا برای انتقال به سایر مناطق امری ضروریست. آمار و ارقام سازمانهای رسمی و بین‌المللی و محلی نشان می‌دهد که هر سال مقدار قابل توجهی از تولیدات کشاورزی در کشورهای در حال توسعه به‌وسیله آفات در انبارها از بین می‌روند. خسارت ناشی از حشرات انباری طبق آمارهای جهانی بین ۱۰ تا ۳۰ درصد محصولات مختلف برآورد می‌شود. آفات انباری نه تنها از نظر کمّیت بلکه از نظر کیفیت نیز به محصولات انباری خسارت وارد کرده و گاهی اوقات این مواد را غیرقابل مصرف می‌کنند (Rees, 2004). پراکنش گسترده در جهان، قدرت تکثیر بالا و چندخوار بودن بسیاری از آفات، علت عمده بروز خسارت بالای آنها بوده تا جایی که در انبارهای سنتی که روش‌های کنترل کارایی چندانی ندارند، میزان خسارت ایجاد شده توسط آنها تا ۱۰۰٪ نیز گزارش شده است (Manoj *et al.*, 2020).

کنترل آفات انباری توسط سموم شیمیایی تدخینی مهمترین روش کنترل بوده ولی مشکلات عمده‌ای مانند باقی‌مانده سموم در محصولات غذایی، بروز مقاومت در آفات و اثر سوء زیست‌محیطی را بوجود آورده است (Lee *et al.*, 2001؛ Tapandjou *et al.*, 2002). ازجمله این سموم متیل بروماید بوده که در سال‌های اخیر در کشورهای پیشرفته از رده خارج شده‌است (Rasooli *et al.*, 2006). در راستای جایگزینی سموم تدخینی، اسانس‌های گیاهی که از گیاهان معطر استخراج می‌شوند بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (Neiro *et al.*, 2010). ثابت شده گیاهان معطر دارای ترکیب‌های فوق‌العاده قوی هستند که علاوه‌بر خاصیت دورکنندگی و بازدارندگی تخم‌ریزی، در مدت کوتاهی منجر به مرگ حشره می‌گردند (Rajendran & Sriranjini, 2008).

طی چند سال اخیر تحقیقات علمی گسترده‌ای در مورد تأثیر بیولوژیک اسانس‌های گیاهی و اجزاء آنها علیه آفات و کاربرد آنها به‌عنوان حشره‌کش‌های گیاهی انجام شده‌است. تأثیر اسانس پوست انواع میوه مرکبات شامل گریپ‌فروت (*Citrus paradisi* Macf.)، نارنج، لیموشیرین و پرتقال توسط Moravvej و Abbar (۲۰۰۸) روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات بررسی شد. طبق بررسی انجام شده توسط Saeidi و همکاران (۲۰۱۱)، اثر حشره‌کشی اسانس نارنج (*C. aurantium*)، لیموترش (*C. limon*) و نارنگی (*Citrus reticulata* Blanco) روی حشرات بالغ سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات (*Callosobruchus maculatus* (F.)) تعیین گردید. سمّیت تدخینی اسانس پوست میوه نارنگی (*C. reticulate*) روی شپشه قرمز آرد توسط Safavi و Mobki (۲۰۱۲) مورد بررسی قرار گرفت. درصد مرگ و میر شپشه آرد بر اثر استفاده از اسانس‌های پوست پرتقال و خوردن پودر حاصل از آن توسط Ibrahim Yunis (۲۰۱۴) مطالعه و بررسی شد. سمّیت تنفسی و اثر دورکنندگی اسانس پوست میوه لیموشیرین (*Citrus limetta* (L.)) روی چهار آفت شپشه دندانه‌دار، شپشه برنج (*Sitophilus oryzae* L.)، سوسک کشیش (*Rhizopertha dominica*) (Fabricius, 1972) و شپشه آرد (*Tribolium confusum*) توسط Mohammadi Sharif و Kabiri Raisabbad (۲۰۱۵) بررسی شد. سمّیت تدخینی اسانس پوست پرتقال، نارنگی و لیموترش و اثر دورکنندگی آنها علیه حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات توسط Ghaderi و همکاران (۲۰۱۸) بررسی گردید.

مشکلات ناشی از کاربرد ترکیب‌های شیمیایی برای کنترل آفات تلاش‌ها را برای یافتن ترکیب‌های مؤثر و کم‌خطر افزایش داده است. برخی مزایای حشره‌کش‌ها با منشأ گیاهی ازجمله سمّیت کمتر برای انسان و موجودات غیرهدف، تجزیه سریع و طیف وسیع اثر آنها باعث شده که به‌عنوان جایگزین مناسب حشره‌کش‌های شیمیایی مورد توجه قرار گیرند (Tapandjou *et al.*, 2002). ازاین‌رو در این تحقیق اثر سمّیت تدخینی اسانس پوست پرتقال (*C. sinensis* L.)، لیموترش (*C. limon* L.) و نارنج (*C. aurantium* L.) روی حشرات کامل شپشه قرمز آرد

www.SID.ir

Archive of SID

(*T. confusum*)، سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات (*C. maculatus*) و سرخرطومی گندم (*S. granarius* L.) بررسی شد.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

سه گونه آفات انباری شامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات (*C. maculatus*) از خانواده Bruchidae، شپشه قرمز آرد (*T. cunfusum*) از خانواده Tenebrionidae و سرخرطومی گندم (*S. granaries*) از خانواده Curculionidae از اتاق پرورش آفات انباری بخش حشره‌شناسی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه ارومیه تهیه شد. سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات روی لوبیا چشم‌بلبلی، سرخرطومی گندم روی گندم رقم زرین و شپشه آرد روی آرد سبوس‌دار به نسبت (۱:۳)، در اتاق پرورش و دمای ۳±۲۷ درجه سیلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۰٪ با دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در سه نسل پرورش داده شد. برای استفاده از حشرات کامل دو روزه و کاهش خطا در نتاج، جمع‌آوری و تکثیر آفات در شرایط آزمایشگاهی یکسان انجام شد. برای از بین بردن آلودگی‌های احتمالی مواد غذایی استفاده شده در پرورش آفات به سایر حشرات، بذرها به مدت ۷۲ ساعت در فریزر در دمای ۱۰- درجه سیلسیوس قرار داده و پس از خارج کردن آنها تا پایان انجام تحقیق در محیط یخچال نگهداری گردید.

اسانس‌های گیاهی

برای اسانس‌گیری اقدام به جمع‌آوری پوست لیموترش، نارنج و پرتقال شد. برای خشک کردن، مواد به‌طور جداگانه روی سطح صاف، در دمای محیط و دور از تابش نور قرار گرفت. پس از خشک شدن، برای تهیه اسانس، پوست مرکبات آسیاب شد. برای استخراج اسانس هر نمونه از پوست مرکبات، ۵۰ گرم نمونه خشک خرد شده همراه با ۴۰۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر به درون بالون ریخته شده و با روش تقطیر با آب در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۴ ساعت اسانس‌گیری انجام شد. اسانس بدست‌آمده توسط سولفات سدیم آبگیری شد و تا زمان استفاده در میکروتیوب‌هایی به حجم ۲ میلی‌لیتر که با فویل آلومینیومی پوشیده شده بود، در یخچال نگهداری گردید.

آنالیز اسانس‌ها

شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها با استفاده از شاخص بازداری، بررسی طیف‌های جرمی ترکیب‌ها و مقایسه آنها با طیف‌های جرمی استاندارد در مرکز جهاد دانشگاهی ارومیه انجام شد. برای این کار، ابتدا نمونه آماده شده اسانس به دستگاه گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌نگار جرمی نیز تزریق شد و طیف جرمی ترکیب‌ها بدست آمد. سپس با تزریق اسانس به GC، استفاده از شاخص بازداری، بررسی طیف‌های جرمی و مقایسه آنها با طیف‌های مرجع شناسایی هر یک از اجزای اسانس انجام شد. در این مطالعه دستگاه GC/MS از نوع Agilent 6890 با ستون مویینه به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه داخلی ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود. برنامه دمایی ستون در ابتدا به صورت ۷۰ درجه سلسیوس با توقف ۲ دقیقه در این دما، سپس افزایش دما تا ۲۲۰ درجه سلسیوس با سرعت ۱۵ درجه در هر دقیقه و افزایش دمای ستون تا ۳۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۲ دقیقه بود (Adams, 2001).

آزمایش‌های زیست‌سنجی

پس از انجام آزمایش‌های مقدماتی، غلظت‌های اصلی تعیین شد. غلظت‌های بدست‌آمده اسانس‌ها (۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵ و ۱/۵ میکرولیتر بر لیتر هوا) توسط سمپلر روی کاغذهای صافی به قطر ۲ سانتی‌متر قرار داده و درون شیشه‌های درپوش‌دار به حجم ۲۸۰ میلی‌لیتر که حاوی ماده غذایی و حشرات کامل میزبان‌ها به تعداد ۱۰ عدد در

www.SID.ir

Archive of SID

۳ تکرار بود، منتقل شد. از آنجایی که اسانس‌ها فرّار هستند درپوش شیشه‌ها محکم و با پارافیلم غیرقابل نفوذ گردید. سپس نتایج حاصل از تأثیر غلظت‌های مختلف هر ترکیب بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت یادداشت‌برداری و با برنامه پروبیت تجزیه‌وتحلیل و توسط رابطه‌های ۱ و ۲ سمّیت نسبی و شاخص سمّیت بدست آمد (Sun, 1950).

$$\text{سمّیت نسبی} = \left(\frac{\mathbf{LC50}\ \text{کم اثرترین سم}}{\mathbf{LC50}\ \text{ترکیب دیگر}}\right) \qquad \text{رابطه ۱}$$

$$\text{شاخص سمّیت} = \left(\frac{\mathbf{LC50}\ \text{قوی ترین سم}}{\mathbf{LC50}\ \text{ترکیب دیگر}}\right) \times 100 \qquad \text{رابطه ۲}$$

بررسی اثر ترکیبی اسانس‌ها

در این آزمایش اثر مخلوط دوبه‌دوی ترکیب‌های پوست گیاهان پرتقال، لیموترش و نارنج و خاصیت اثر مخلوط این ترکیب‌ها روی حشرات کامل چند روزه سرخرطومی گندم، سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات و شپشه آرد بررسی شد. به این منظور بعد از تعیین مقادیر LC_{50} و LC_{25} اسانس گیاهان پرتقال، لیموترش و نارنج در سه تیمار شامل: LC_{25} لیموترش+LC_{25} نارنج، LC_{25} لیموترش+LC_{25} پرتقال، LC_{25} پرتقال+LC_{25} نارنج و تیمار شاهد (آب‌مقطر) که هر تیمار در سه تکرار و هر تکرار روی ده حشره کامل چند روزه انجام شد. نتایج بدست‌آمده از اثر ترکیبی اسانس‌ها با میزان کشندگی LC_{50} تک‌تک اسانس‌ها مورد مقایسه قرار گرفت و تلفات بعد از ۲۴ ساعت شمارش شد.

تجزیه آماری داده‌ها

داده‌های حاصل از مرگ و میر و تلفات حشرات کامل بعد از اصلاح با فرمول ابوت به روش تجزیه Probit در نرم‌افزار (SPSS ver. 24) آنالیز و مقادیر LC_{25} و LC_{50} در برنامه پروبیت محاسبه شد. همچنین مرگ و میر ناشی از تیمارهای مختلف، تجزیه واریانس یک‌طرفه one-way ANOVA و مقایسه میانگین‌ها به روشTukey's HSD در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از برنامه Excel-2010 استفاده شد.

نتایج

آنالیز اسانس‌ها

بازده اسانس پوست لیموترش، پرتقال و نارنج به‌ترتیب ۰/۲±۳/۸، ۰/۴±۳/۹ و ۰/۱±۳/۹٪ بود که اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد. اسانس پوست گیاهان مورد استفاده در تحقیق، از نظر نوع و میزان ترکیب‌های تشکیل دهنده متفاوت از یکدیگر بودند. تعداد ۱۶ ترکیب اصلی در اسانس شناسایی گردید (جدول ۱). به‌نحوی که بیشترین ترکیب موجود در پوست اسانس‌های گیاهی هر سه گونه مورد مطالعه لیمونن بود.

تعیین سمّیت تدخینی

تجزیه پروبیت حاصل از تأثیر غلظت‌های مختلف اسانس پوست مرکبات شامل پرتقال، لیموترش و نارنج بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت روی حشره کامل سرخرطومی گندم، سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات و شپشه آرد مطابق جدول‌های ۲، ۳ و ۴ حاصل شد. با توجه به سمّیت نسبی و شاخص سمّیت بر پایه LC_{50} حاصل از ترکیب‌های مرکبات روی حشره کامل سرخرطومی گندم بعد از ۲۴ ساعت نتایج نشان داد که اسانس پوست پرتقال دارای بیشترین سمّیت نسبت به سایر اسانس‌ها می‌باشد. در ۴۸ ساعت نیز اسانس پوست لیموترش به‌عنوان مؤثرترین اسانس علیه این آفت شناخته شد. در مورد حشره کامل سوسک چهارنقطه‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

حبوبات بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت نتایج نشان داد که اسانس پوست لیموترش دارای سمّیت بیشتری نسبت به دیگر اسانس‌ها می‌باشد. بررسی سمّیت حاصل از پوست مرکبات روی حشره کامل شپشه آرد بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت نشان داد که اسانس پوست نارنج مؤثرترین ترکیب است.

جدول ۱- نتایج حاصل از آنالیز ترکیب‌های اسانس‌های نارنج، پرتقال و لیموترش

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری (**RI**)	درصد		
			نارنج	پرتقال	لیموترش
۱	α-thujene	۹۲۹	-	–	۰/۵
۲	α-pinene	۹۳۴	۰/۸	۰/۹	۳/۱
۳	sabinene	۹۷۰	۰/۲	۰/۵	۲/۷
۴	β-pinene	۹۷۸	۰/۹	۰/۱	۱۴/۷
۵	β-myrcene	۹۹۰	۲/۳	۲/۳	۱/۳
۶	octanal	۱۰۰۲	–	۰/۳	۰/۱
۷	δ-3-carene	۱۰۱۲	–	۰/۲	–
۸	*p*-cymene	۱۰۲۵	–	–	۱/۶
۹	limonene	۱۰۳۰	۹۳/۷	۹۴/۸	۶۱
۱۰	γ-terpinene	۱۰۶۰	۰/۲	–	۱۱/۳
۱۱	linalool oxide	۱۰۷۳	۰/۲	–	–
۱۲	α-terpinolene	۱۰۹۰	۰/۴	۰/۳	۰/۴
۱۳	α-terpineol	۱۱۹۳	۰/۲	–	۰/۱
۱۴	neral	۱۲۴۵	–	–	۱/۱
۱۵	geranial	۱۲۷۱	–	–	۱/۶
۱۶	geranyl acetate	۱۳۸۲	۰/۱	–	۰/۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- اثر کشندگی (LC_{50}) اسانس پوست پرتقال، لیموترش و نارنج بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت روی حشرات کامل سرخرطومی گندم

اسانس	زمان (hr)	Slop± SE	X^2 (df)	LC_{25} (95% CLs)	LC_{50} (95% CLs)	LC_{90} (95% CLs)	شاخص سمّیت*	سمّیت نسبی*
پرتقال	۲۴	۲/۰۸±۰/۷۹	۰/۱۶ (۳)	۱/۲۵ (۰/۹۶-۲/۷۶)	۲/۶۵ (۱/۶۸-۴۵/۶۹)	۱۰/۹۶ (۶/۷۸-۲۰/۶۶)	۱۰۰	۱/۴۳
	۴۸	۱/۵۱±۰/۷۱	۰/۶۷ (۳)	۰/۸۶ (۰/۱۸-۲/۶۱)	۱/۹۳ (۱/۶۳-۵/۵۰)	۷/۹۳ (۳/۶۸-۲۵/۶۳)	۱۰۰	۱
لیموترش	۲۴	۰/۸۴±۰/۳۶	۰/۱۵ (۳)	۲/۵۱ (۰/۵۸-۵/۶۹)	۳/۸۰ (۱/۳۲-۷/۶۰)	۲۲/۹۳ (۱۶/۰۸-۴۵/۱۵)	۶۹./۷	۱
	۴۸	۰/۶۰±۰/۳۰	۰/۶۸ (۳)	۱/۱۰ (۰/۱۱-۱/۸۹)	۲/۴۸ (۰/۶۲-۲/۵۴)	۹/۹۳ (۶/۶۸-۱۵/۶۲)	۷۷/۸	۰/۷۷۸
نارنج	۲۴	۲/۳۴±۰/۹۳	۰/۰۷ (۳)	۲/۱۱ (۱/۹۸-۴/۰۹)	۳/۱۱ (۱/۸۷-۱۳۸/۶۴)	۱۸/۰۳ (۸/۲۱-۳۵/۳۹)	۸۵/۲	۱/۲۲
	۴۸	۱/۷۳±۰/۷۴	۰/۴۹ (۳)	۱/۸۵ (۱/۳۱-۵/۱۳)	۲/۸۸ (۱/۶۹-۷۲۳/۲۰)	۱۲/۹۴ (۷/۱۸-۲۱/۰۹)	۶۷/۰	۰/۶۷۰

*: سمّیت نسبی و شاخص سمّیت براساس دوز کشنده ۵۰٪ (LC_{50})

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اثر کشندگی (LC_{50}) اسانس پوست پرتقال، لیموترش و نارنج بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات

اسانس	زمان (hr)	Slop± SE	X^2 (df)	LC_{25} (95% CLs)	LC_{50} (95% CLs)	LC_{90} (95% CLs)	شاخص سمّیت*	سمّیت نسبی*
پرتقال	۲۴	۲/۰۸±۰/۷۹	۰/۱۶ (۳)	۱/۳۳ (۰/۱۲-۱۰/۰۷)	۲/۴۱ (۱/۵۲-۱۰۲/۴۵)	۱۳/۱۲ (۰/۵۵-۱۷/۲۵)	۹/۵	۱/۱۰
	۴۸	۱/۵۱±۰/۷۱	۰/۶۷ (۳)	۰/۸۸ (۰/۱۴-۴/۲۳)	۱/۳۸ (۱/۰۴-۴/۱۳)	۷/۱۵ (۱/۰۴-۱۴/۰۳)	۹/۴	۱/۷۰
لیموترش	۲۴	۰/۸۴±۰/۳۶	۰/۱۵ (۳)	۲/۷۳ (۰/۲۹-۵/۲۸)	۰/۲۳ (۰/۰۰۹-۰/۴۸)	۱۵/۰۱ (۰/۸۱-۲۳/۴۲)	۱۰۰	۱۱/۵۶
	۴۸	۰/۶۰±۰/۳۰	۰/۶۸ (۳)	۱/۰۷ (۰/۰۴-۲/۲۴)	۰/۱۳ (۰/۰۶-۰/۲۰)	۶/۱۳ (۲/۱۶-۱۲/۲۱)	۱۰۰	۱۸/۰۷
نارنج	۲۴	۲/۳۴±۰/۹۳	۰/۰۷ (۳)	۱/۳۶ (۱/۱۴-۵/۰۶)	۲/۶۶ (۱/۷۴-۲۵/۸۶)	۱۴/۳۲ (۳/۰۴-۲۰/۸۶)	۸/۶	۱
	۴۸	۱/۷۳±۰/۷۴	۰/۴۹ (۳)	۱/۲۵ (۰/۷۱-۸/۰۸)	۲/۳۵ (۱/۶۱-۱۳/۸۸)	۹/۴۲ (۴/۲۱-۳۳/۱۳)	۵/۰	۱

*: سمّیت نسبی و شاخص سمّیت براساس دوز کشنده ۵۰٪ (LC_{50})

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- اثر کشندگی (LC_{50}) اسانس پوست پرتقال، لیموترش و نارنج بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت روی حشرات کامل شپشه آرد

اسانس	زمان (hr)	Slop± SE	X^2 (df)	LC_{25} (95% CLs)	LC_{50} (95% CLs)	LC_{90} (95% CLs)	شاخص سمّیت*	سمّیت نسبی*
پرتقال	۲۴	۱/۷۲±۰/۷۱	۱/۱۹ (۳)	۱/۲۲ (۰/۴۲-۱۲/۴۷)	۲/۷۶ (۱/۷۹-۳۱/۰۲)	۱۱/۱۱ (۳/۵۲-۱۷/۲۵)	۸/۳	۱
	۴۸	۱/۷۳±۰/۶۳	۳/۹۷ (۳)	۰/۹۵ (۰/۱۴-۳/۲۳)	۲/۴۹ (۱/۰۴-۴/۱۳)	۷/۳۵ (۵/۰۴-۲۴/۰۳)	۳۵/۷	۱
لیموترش	۲۴	۱/۶۴±۰/۳۲	۵/۶۵ (۳)	۰/۱۸ (۰/۱۰-۳/۱۸)	۰/۲۳ (۱/۵۹-۲۸/۱۰)	۴/۲۱ (۰/۸۱-۸/۴۲)	۱۰۰	۱۲
	۴۸	۱/۶۲±۰/۳۳	۴/۵۷ (۳)	۰/۰۷ (۰/۰۴-۰/۲۴)	۲/۲۴ (۱/۰۶-۱۰۴/۹۱)	۳/۱۸ (۱/۱۶-۰/۲۴)	۳۹/۷	۱/۱۱
نارنج	۲۴	۲/۵۰±۰/۹۰	۰/۵۶ (۳)	۱/۳۶ (۰/۵۴-۵/۶۶)	۱/۳۵ (۱/۰۸-۲/۳۵)	۹/۱۲ (۳/۰۴-۲۰/۶۶)	۱۷/۰	۲/۰۴
	۴۸	۲/۳۹±۰/۸۳	۰/۸۷ (۳)	۱/۱۱ (۰/۲۱-۱۰/۴۸)	۰/۸۹ (۰/۶۶-۱/۱۶)	۸/۲۲ (۴/۲۱-۱۳/۱۳)	۱۰۰	۲/۷۹

*: سمّیت نسبی و شاخص سمّیت براساس دوز کشنده ۵۰٪ (LC_{50})

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی اثر ترکیبی اسانس‌ها

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر ترکیبی اسانس‌ها روی حشرات کامل سرخرطومی گندم بعد از ۲۴ ساعت نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد (P=0.001, df=6,14, F=285). بیشترین تأثیر در میان تیمارها مربوط به LC_{25} لیموترش+LC_{25} نارنج، LC_{25} لیموترش+LC_{25} پرتقال و LC_{25} نارنج+LC_{25} پرتقال و کمترین کشندگی در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد تلفات سرخرطومی گندم، سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات و شپشه آرد تحت تیمارهای ترکیبی اسانس پوست پرتقال، لیموترش و نارنج با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۹۵٪

تیمارها	درصد تلفات سرخرطومی گندم±خطای استاندارد	درصد تلفات سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات±خطای استاندارد	درصد تلفات شپشه آرد±خطای استاندارد
LC_{50} لیموترش	۳۲/۲±۰/۳۲ab	۳۲/۲±۰/۳۳a	۲۶/۶۰±۰/۵۷ab
LC_{50} نارنج	۲۸/۸۶±۰/۳۵b	۳۳/۳±۰/۱۱a	۲۱/۱۰±۰/۳۳bc
LC_{50} پرتقال	۳۲/۲±۰/۳۳ab	۳۲/۲±۰/۳۳a	۲۵/۵۳±۰/۳۳abc
LC_{25} لیموترش و نارنج	۳۳/۳±۰/۲۰a	۳۳/۳±۰/۱۱a	۲۲/۲۰±۰/۶۶abc
LC_{25} نارنج و پرتقال	۳۳/۳±۰/۲۰a	۳۲/۲±۰/۳۳a	۱۸/۸۶±۰/۳۲c
LC_{25} لیموترش و پرتقال	۳۳/۳±۰/۲۰a	۳۳/۳±۰/۱۱a	۲۸/۸۶±۰/۳a
شاهد	۱/۶۶±۰/۱۱c	۱/۶۶±۰/۱۱b	۱/۶۶±۰/۲۲d

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر ترکیبی اسانس‌ها روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات بعد از ۲۴ ساعت و مقایسه آن با اثر LC_{50} سایر اسانس‌ها به تنهایی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد (P=0.02, df=6,14 F=3.7). نتایج نشان داد همه تیمارها به یک اندازه در کنترل این آفت نقش دارند (جدول ۵). نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر ترکیبی اسانس‌ها روی حشرات کامل شپشه آرد بعد از ۲۴ ساعت و مقایسه آن با اثر LC_{50} سایر اسانس‌ها به تنهایی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد (P=0.001, df=6,14, F=48.12). بیشترین تأثیر در میان تیمارها مربوط به ترکیب LC_{25} لیموترش و LC_{25} پرتقال می‌باشد (جدول ۵).

بحث

کاربرد گسترده سموم شیمیایی منجر به بروز مشکلات جدی مانند افزایش گونه‌های مقاوم به حشره‌کش‌ها، ایجاد بقایای سمّی روی فرآورده‌های انباری، مسمومیت مصرف‌کنندگان و افزایش هزینه‌های انبارداری شده است (Jbilou *et al.*, 2006). اسانس پوست، برگ و بذر واریته‌های مختلف مرکبات حاوی متابولیت‌های ثانویه هستند که دارای اثر حشره‌کشی روی راسته‌های مختلف حشرات می‌باشند. در زمینه استفاده از اسانس مرکبات در کنترل آفات انباری و همچنین باکتری‌های بیماری‌زای انسانی تحقیقات فراوانی انجام شده و اثر این ترکیب‌ها روی آفات و بیماری‌ها به اثبات رسیده است (Boussaada *et al.*, 2007؛ Caccioni *et al.*, 1998؛ Hosni *et al.*, 2010؛ Kumar *et al.*, 2012؛ Moraes *et al.*, 2009؛ Moravvej *et al.*, 2008؛ Rossi & Palacios, 2013؛ Siskos *et al.*, 2007؛ Siskos *et al.*, 2008) که در این تحقیق نیز اثر حشره‌کشی اسانس پوست تعدادی از مرکبات بررسی شد.

نتایج این مطالعه نشان داد که اسانس پوست این سه گیاه غنی از مونوترپنوئیدها بوده و بیشترین ترکیب‌های حاصل

www.SID.ir

Archive of SID

براساس نتایج بدست‌آمده در اسانس‌های پوست لیموترش، پرتقال و نارنج به‌ترتیب شامل لیمونن (۶۱، ۹۴/۸ و ۹۳/۷٪)، بتا-پینن (۱۴/۷، ۰/۱ و ۰/۹٪)، گاما-ترپینن (۱۱/۳، صفر و ۰/۲٪) می‌باشد که با نتایج حاصل از تحقیقات Zarrad و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. طی مطالعات انجام شده توسط Hosni و همکاران (۲۰۱۰)، بیشترین ترکیب‌های موجود در پوست نارنج عمدتاً مربوط به ترکیب‌های مونوترپنوئید و بیشترین آنها لیمونن بود. در بررسی انجام شده توسط Boussaada و Chemli (۲۰۰۷) روی ترکیب‌های اسانس نارنج، بیشترین ترکیب موجود را لیمونن معرفی کردند. براساس یافته‌های Stamopoulos و همکاران (۲۰۰۷) لیمونن، ترپن، سینولول و لینالول به‌دلیل سمّیت بالا به‌عنوان حشره‌کشی قابل توجه در کنترل تخم‌ها، لاروها و حشرات کامل *T. confusum* هستند.

در این تحقیق اثر کشندگی اسانس پوست مرکبات شامل پرتقال، لیموترش و نارنج روی سه سخت بالپوش سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، شپشه آرد و سرخرطومی گندم بررسی شد. نتایج بدست‌آمده نشان داد که غلظت متوسط کشنده (LC_{50}) حاصل از پوست پرتقال، لیموترش و نارنج روی سرخرطومی گندم براساس تجزیه پروبیت در ۲۴ ساعت به‌ترتیب برابر با (۲/۶۵، ۳/۸ و ۳/۱۱) و در ۴۸ ساعت (۱/۹۳، ۲/۴۸ و ۲/۸۸) میکرولیتر بر لیتر هوا بدست آمد که نشان‌دهنده حساسیت بیشتر سرخرطومی گندم نسبت به اسانس پوست لیموترش می‌باشد. اثر کشندگی *Citrus sinensis* (L.) و *C. aurantium* (L.) بر شپشه برنج و سوسک کشیش توسط Rajasekharreddy و Rani (۲۰۱۰) بررسی شد. آنان پس از ۷۲ ساعت به‌ترتیب ۸۹٪ و ۷۶٪ مرگ‌ومیر مشاهده کردند. غلظت متوسط کشنده (LC_{50}) حاصل از پوست پرتقال، لیموترش و نارنج روی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات براساس تجزیه پروبیت در ۲۴ ساعت به‌ترتیب برابر با (۲/۴۱، ۰/۲۳ و ۲/۶۶) و در ۴۸ ساعت (۱/۳۸، ۰/۱۳ و ۲/۳۵) میکرولیتر بر لیتر هوا بود. نتایج حاصل بیان می‌کند که سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات نسبت به اسانس پوست لیموترش حساس‌تر می‌باشد. Ghaderi و همکاران (۲۰۱۸) سمّیت تدخینی (LC_{50}) پوست پرتقال، نارنگی و لیموترش را روی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات به‌ترتیب ۱۹۹/۶۸، ۱۲۱/۸۵ و ۲۴۰/۳ میکرولیتر بر لیتر هوا گزارش کردند که با نتایج حاصل از این تحقیق اختلاف زیادی دارد و احتمالاً به‌دلیل تفاوت در نحوه استخراج اسانس یا واریته مرکبات، میزبان و یا شرایط آزمایشی است. در مطالعات Saeidi و همکاران (۲۰۱۴) مشخص شد که اسانس نارنج با غلظت ۷۴ میکرولیتر بر لیتر هوا پس از ۶ ساعت ۱۰۰٪ مرگ‌ومیر در همه مراحل زندگی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات ایجاد می‌کند، در حالی‌که اسانس نارنگی و لیموترش در همان زمان و همان غلظت به‌ترتیب ۳۸٪ و ۶۲٪ کشندگی ایجاد کردند.

غلظت متوسط کشنده (LC_{50}) حاصل از پوست پرتقال، لیموترش و نارنج روی شپشه آرد براساس تجزیه پروبیت در ۲۴ ساعت به‌ترتیب برابر با (۲/۷۶، ۵/۳۳ و ۱/۳۵) و در ۴۸ ساعت (۲/۴۹، ۲/۲۴ و ۰/۸۹) میکرولیتر بر لیتر هوا بدست آمد. براساس نتایج بدست‌آمده مشخص شد که شپشه آرد نسبت به اسانس نارنج حساس است. Mohammadi Sharif و Kabiri Raisabbad (۲۰۱۵) سمّیت تنفسی لیموترش را روی شپشه آرد و شپشه برنج بررسی کردند و مقادیر LC_{50} برابر با ۲۵۷/۱۲ و ۲۴۸/۹۹ میکرولیتر بر لیتر هوا را گزارش کردند. همچنین Karamaouna و همکاران (۲۰۱۳) مقدار LC_{50} لیمو را علیه حشرات کامل(Signoret) *Planococcus ficus* برابر با ۲/۷ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر گزارش کردند. در بررسی Tripathi و همکاران (۲۰۰۳) خاصیت حشره‌کشی اسانس پوست پرتقال روی شپشه برنج (*S. oryzae*)، سوسک کشیش (*R. dominica*) و شپشه آرد (*T. castaneum*) مطالعه شد و ترکیب لیمونن را به‌عنوان ترکیب مؤثر روی آفات مذکور اعلام کردند. LC_{50} گزارش شده توسط این پژوهشگران به‌ترتیب ۵/۹۵، ۳/۶۱ و ۵/۲۴ میلی‌گرم بر لیتر هوا بود.

در بررسی Oboh و همکاران (۲۰۱۷) خاصیت حشره‌کشی اسانس پوست پرتقال علیه آفات انباری به‌دلیل

www.SID.ir

Archive of SID

خاصیت بازدارندگی روی آنزیم استیل کولین استراز بیان شد و آنان نشان دادند که این ترکیب‌ها در کنترل تلفیقی آفات انباری می‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند. در بررسی انجام شده توسط Siskos و همکاران (۲۰۰۷ و ۲۰۰۸) روی تأثیر اسانس پوست نارنج در کنترل مگس میوه زیتون (*Bactrocera oleae* R.)، این ترکیب را به‌عنوان ترکیبی مؤثر و دارای اثر کشندگی معرفی کردند. آنان نشان دادند که اسانس نارنج حاوی متابولیت‌های ثانویه دارای خاصیت حشره‌کشی روی این آفت می‌باشد. طی مطالعات انجام شده توسط Ezeonu و همکاران (۲۰۰۱) روی خاصیت حشره‌کشی لیمونن روی آفات انباری و پشه‌ها، این ترکیب را به‌عنوان عامل حشره‌کشی اسانس‌های مرکبات معرفی کردند که نتایج این تحقیق تأییدکننده نتایج آنهاست. در مطالعات انجام شده توسط Koul و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر اسانس‌های موجود در پوست مرکبات روی آفات انباری مانند شپشه برنج (*S. oryzae*)، سوسک کشیش (*R. dominica*) و شپشه آرد (*T. castaneum*) ارزیابی شد و این ترکیب‌ها را به‌عنوان ترکیب‌هایی مؤثر در کنترل آفات انباری معرفی کردند که نتایج این تحقیق مطابق نتایج آنها می‌باشد.

نتایج این بررسی نشان داد که ماده لیمونن بیشترین ماده مؤثره اسانس پوست هر سه گیاه می‌باشد و همچنین نتایج ارزیابی کشندگی تک‌تک اسانس‌ها نشان داد در مجموع اسانس پوست لیموترش بیشترین کشندگی را روی سه آفت سرخرطومی گندم، سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات و شپشه آرد دارد. در بررسی اثر ترکیبی، نتایج نشان داد که LC_{25} لیموترش+LC_{25} پرتقال روی هر سه آفت مؤثر می‌باشد و تأثیر آن از LC_{50} تک‌تک اسانس‌ها بیشتر است. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق و با توجه به اثر سوء سموم شیمیایی اسانس پوست مرکبات و به‌ویژه لیموترش که به‌عنوان یک ماده دورریز می‌باشد می‌تواند در تولید ترکیب‌های آفت‌کش زیستی مورد استفاده و بهره‌برداری قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از حمایت مالی و امکانات گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Adams, R.P., 2001. Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured Publishing Co, Carol Stream, IL, USA, 456p.
- Boussaada, O. and Chemli, R., 2007. Seasonal variation of essential oil composition of *Citrus aurantium* L. var. *amara*. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 10(2): 109-120.
- Caccioni, D.R.L., Guizzardi, M., Biond, D.M., Renda, A. and Ruberto, G., 1998. Relationship between volatile components of citrus fruit essential oils and antimicrobial action on *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*. International Journal of Food Microbiology, 43: 73-79.
- Ezeonu, F.C., Chidume, G.I. and Udedi, S.C., 2001. Insecticidal properties of volatile extracts of orange peels. Bioresource Technology, 76: 273-274.
- Ghaderi, T., Arash Rad, F. and Hosseinzadeh, A., 2018. Comparison of respiratory toxicity and repellency effect of citrus essential oil against *Callosobruchus maculatus*. Second International and 25th Iranian Congress on Food Science and Technology, Sari, 24-25 April: 272.
- Hosni, K., Zahed, N., Chrif, R., Abid, I., Medfei, W., Kallel, M., Ben Brahim, N. and Sebei, H., 2010. Composition of peel essential oils from four selected Tunisian *Citrus* species: evidence for the genotypic influence. Food Chemistry, 123: 1098-1104.
- Ibrahim Yunis, M., 2014. Effect of orange peel (*Citrus sinensis*) (L.) extracts and powder on confused flour beetle *Tribolium confufum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Iraqi Journal of Science, 55(3B): 1164-169.
- Jbilou, R., Ennabili, A. and Sayah, F., 2006. Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). African Journal of Biotechnology, 5(10): 936-940.
- Karamaouna, F., Kimbaris, A., Michaelakis, A., Papachristos, D., Polissiou, M., Papatsakona, P. and Tsora, E., 2013. Insecticidal activity of plant essential oils against the vine mealybug, *Planococcus ficus*. Journal of Insect Science, 13: 142.
- Koul, O., Walia, S. and Dhaliwal, G.S., 2008. Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. Biopesticides International, 4: 63-84.
- Kumar, P., Mishra, S., Malik, A. and Satya, S., 2012. Insecticidal evaluation of essential oils of *Citrus sinensis* L. (Myrtales: Myrtaceae) against housefly,

www.SID.ir

Archive of SID

- Saeidi, M., Moharramipour, S., Sefidkon, F. and Aghajanzadeh, S., 2011. Insecticidal and repellent activities of *Citrus reticulata*, *Citrus limon* and *Citrus aurantium* essential oils on *Callosobruchus maculatus*. Integrated Protection of Stored Products, 69: 289-293.
- Saeidi, M., Moharramipour, S. and Sefidkon, F., 2014. Chemical composition and fumigant toxicity of three citrus essential oils against eggs, larvae and adults of *Callosobruchus maculatus* (Col: Bruchidae). Journal of Entomological Society of Iran, 34(3): 17-25.
- Safavi, A. and Mobki, M., 2012. Fumigant toxicity of essential oils from *Citrus reticulata* Blanco fruit peels against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Crop Protection, 1(2): 115-120.
- Siskos, E.P., Konstantopoulou, M.A., Mazomenos, B.E. and Jervis, M., 2007. Insecticidal activity of *Citrus aurantium* fruit, leaf and shoot extracts against adults of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology, 100: 1215-1220.
- Siskos, E.P., Mazomenos, B.E. and Konstantopoulou, M.A., 2008. Isolation and identification of insecticidal components from *Citrus aurantium* fruit peel extract. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(14): 5577-5581.
- Stamopoulos, D.C., Damos, P. and Karagianidou, G., 2007. Bioactivity of five monoterpenoid vapours to *Tribolium confusum* (du Val) (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Stored Products Research, 43: 571-577.
- Sun, Y. P. 1950. Toxicity indexes an improved method of comparing the relative toxicity of insecticides. Journal of Economic Entomology, 43(1): 45-53.
- Tapandjou, L.A., Adlen, C., Bouda, H. and Fontem, D.A., 2002. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six stored-product beetles. Journal of Stored Products Research, 38: 395-402.
- Tapandjou, L.A., Adlen, C., Bouda, H. and Fontem, D.A., 2002. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six stored-product beetles. Journal of Stored Products Research, 38: 395-402.
- Tripathi, A.K., Prajaoati, V., Khanuja, S.P. and Kumar, S., 2003. Effect of d-Lemonene on three stored product beetles. Journal of Economic Entomology, 96: 990-995.
- Zarrad, K., Chaieb, I., Ben Hamouda, A., Bouslama, T. and Laarif, A., 2017. Chemical composition and insecticidal effects of *Citrus aurantium* essential oil and its powdery formulation against *Tuta absoluta*. Tunisian Journal of Plant Protection, 12: 83-94.

Musca domestica L. (Diptera: Muscidae). Parasitology Research, 110: 1929-1936.
- Lee, B.H., Choi, W.S., Lee, S.E. and Park, B.S., 2001. Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). Crop Protection, 20: 317-320.
- Manoj, K.N., Gregory, J.D., Thomas, W.P. and Paul, R.E., 2020. Resistance to the fumigant phosphine and its management in insect pests of stored products: a global perspective toxicity and repellency of *Citrus limetta* (L.) peel essential oil on four coleopteran stored product pests. Plant Pests Research, 5(2): 61-72.
- Moraes, T.M., Kushima, H., Moleiro, F.C., Santos, R.C., Rocha, L.R.M., Marques, M.O., Vilegas, W. and Hiruma-Lima, C.A., 2009. Effect of limonene and essential Annual Review of Entomology, 65(1): 333-350.
- Mohammadi Sharif, M. and Kabiri Raisabbad, M., 2015. Fumigant oil from *Citrus aurantiumon* gastric mucosa: role of prostaglandins and gastric mucus secretion. Chemico-Biological Interactions, 180: 499-505.
- Moravvej, G. and Abbar, S., 2008. Fumigant toxicity of citrus oils against cowpea seed beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Pakistan Journal of Biological Sciences, 11(1): 48-54.
- Nerio, L.S., Olivero-Verbel, J. and Stashenko, E., 2010. Repellent activity of essential oils: A review. Bioresource Technology, 101: 372-378.
- Oboh, G., Ayokunle O.A., Tolulope A.O., Tosin A.O., Adedayo O.A. and Adenike C.A., 2017. Insecticidal activity of essential oil from orange peels (*Citrus sinensis*) against *Tribolium confusum*, *Callosobruchus maculatus* and *Sitophilus oryzae* and its inhibitory effects on acetylcholinesterase and Na^+/K^+-ATPase activities. Phytoparasitica, 45: 501-508.
- Rajasekharreddy, P. and Rani, P.U., 2010. Toxic properties of certain botanical extracts against three major stored product pests. Journal of Biopesticides, 3(3): 586-589.
- Rajendran, S. and Sriranjini, V., 2008. Plant products as fumigants for stored-product insect control. Journal of Stored Products Research, 44: 126-135.
- Rasooli, I., Rezaei, M.B. and Allameh, A., 2006. Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus eriocalyx* and *Thymus x-prolock*. Food Control, 17: 359-364.
- Rees, D., 2004. Insects of Stored Products. CSIRO publishing, Australia, 181p.
R- ossi, Y.E. and Palacios, S.M., 2013. Fumigant toxicity of *Citrus sinensis* essential oil on *Musca domestica* L. adults in the absence and presence of a P450 inhibitor. Acta Tropica, 127: 33-37.

www.SID.ir

Archive of SID

Fumigant toxicity of essential oils of *Citrus limon* L., *Citrus sinensis* L. and *Citrus aurantium* L. peels on three important stored products pests

E. Ostovar[1], S. Khodayari[2*] and Sh. Aramideh[3]

1- M.Sc. student of Entomology, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
2*- Corresponding author, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
E-mail: khodayari@maragheh.ac.ir
3- Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

Received: March 2021 Revised: October 2021 Accepted: October 2021

Abstract

Annually a significant portion of agricultural products is destroyed by the stored products pests. The chemical pesticides are commonly used to control pests. The residual hazards of pesticides on the storage products as well as increase in the pest resistance necessitate the selection of safe and effective control methods. The plant compounds can be the subject of researches on the storage pests control with the low-risk methods. Therfore, this experiment was conducted to study the effects of peel essential oil from three *Citrus* spp. including *Citrus limon* L., *C. sinensis* L., and *C. aurantium* L. on the adults of *Callosobruchus maculatus* F., *Sitophilus granarius* L., and *Tribolium confusum* Duv. The probit analysis was performed after 24 and 48 hours to evaluate the effects of essential oils on the pests. After determining the LC_{50} and LC_{25}, the combinations of *C. limon* LC_{25} + *C. aurantium* LC_{25}, *C. limon* LC_{25} + *C. sinensis* LC_{25}, and *C. sinensis* LC_{25} + *C. aurantium* LC_{25} were tested to evaluate the combined effects of essential oils. The treatments had three replications and each replicate was performed on ten two-days-old adult insects in a completely randomized design. Also, the essential oils were analyzed by GC/MS to evaluate their major constituents. The LC_{50} value ($\mu l.l^{-1}$) of essential oils of *C. limon, C. sinensis*, and *C. aurantium* was 3.8, 2.65, and 3.11 after 24 hours and 2.48, 1.93, and 2.88 after 48 hours on the *S. granaries* adults, 0.23, 2.41, and 2.66 after 24 hours and 0.13, 1.38, and 2.35 after 48 hours on *C. maculatus*, and 5.33, 2.76, and 1.35 after 24 hours and 24.2, 2.49, and 0.89 after 48 hours on *T. confusum*, respectively. The study on the combined effects of essential oils showed that the *C. limon* LC_{25} + *C. sinensis* LC_{25} treatment was more effective than the effect of each essential oil alone on all three pests. According to the results of this study, the use of *Citrus* peel essential oil, especially *C. limon*, could be recommended in the production of bio-pesticides.

Keywords: Stord product pests, lethality, citrus peel, essential oils.

www.SID.ir