دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک
شاپا ٤٦٦٨-٢٠٠٨
http://jer.iau-arak.ac.ir

فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی
(علمی- پژوهشی)
جلد ۹، شماره٤، سال ۱۳۹٦، (۳۵۸-۳٤۷)

سمیت تنفسی و دورکنندگی چند اسانس گیاهی بر لاروهای سنین پنجم، ششم و حشرات کامل سوسک شپشه آرد *Tribolium confusum* Duval.

*سروش کریمی[۱]، اکبر قاسمی کهریزه[۲]، محمد حسین کاظمی[۳]**

۱-فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، گروه گیاه‌پزشکی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
۲-استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران
۳-استاد، گروه گیاه‌پزشکی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

چکیده

اثرات کشندگی و دورکنندگی اسانس‌های چهار گیاه مورد، زیرفون، چای کوهی و برگ گردو روی لاروهای سنین پنجم و ششم و حشرات کامل سوسک شپشه آرد *Tribolium confusum* Duval. (Col.: Tenebrionidae) بررسی شد. اسانس گیاهان مورد بررسی با استفاده از دستگاه اسانس‌گیر (Clevenger) به روش تقطیر با آب استخراج شد. آزمایشات زیست‌سنجی در دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس و در رطوبت نسبی ٥±٦٥ درصد در تاریکی و در بازه‌های زمانی ۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت انجام گرفت. اثرات دورکنندگی با استفاده از دستگاه بویایی‌سنج Y-tube در شرایط تاریکی بررسی شد. نتایج نشان داد گیاه مورد بر روی هر سه مرحله زیستی ذکر شده آفت اثر کشندگی دارد ولی سه گیاه دیگر حتی در غلظت ۲۱۷٤ میکرولیتر بر لیتر هوا هیچ تلفاتی بر روی آفت ندارند. میزان LC_{50} محاسبه شده برای گیاه مورد روی حشره کامل و لاروهای سن ٥ و ٦ در بازه زمانی ۲٤ ساعت به‌ترتیب ۱۸۱/٥، ٤۰۰/٥ و ۳۸۳/۱ میکرولیتر بر لیتر هوا، در بازه زمانی ٤۸ ساعت ۱٦۳/۹، ۳۷۸/۱ و ۳٦۲/٥ میکرولیتر بر لیتر هوا و در بازه زمانی ۷۲ ساعت ۱٥۳/۰۸، ۳٦٦/۷ و ۳٤۲/۰٥ میکرولیتر بر لیتر هوا بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اثر دورکنندگی اسانس‌های مورد بررسی نشان داد که در هر دو غلظت ۱۰۰۰ و ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام، در مورد هر سه مرحله زیستی، اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بوده است (P <۰/۰٥). نتایج تحقیق نشان داد که حساسیت حشرات کامل این آفت نسبت به اسانس گیاه مورد بیشتر از لاروهای سنین ٥ و ٦ بود.

واژه‌های کلیدی: سوسک شپشه آرد، اثر دورکنندگی، سمیت تنفسی، اسانس گیاهی

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: mhkazemi@iaut.ac.ir
تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۱۱/۹- تاریخ پذیرش مقاله: ۹٦/۱۰/٦

مقدمه

به‌طور متوسط هر ساله ۱۰ تا ۲۵ درصد از محصولات انباری در اثر حمله حشرات آفت در جهان از بین می‌روند (McDonuld *et al*., 1970). شپشه آرد، *Tribolium confusum* Duval. (Col.: Tenebrionidae) یکی از آفات انباری مهم است که به مواد غذایی و دانه‌های انباری حمله می‌کند. حشرات کامل و لاروها از دانه‌های شکسته، آرد آسیاب، دانه‌های انبارشده در سیلوها و فرآورده‌های آن‌ها تغذیه می‌کنند (Rees, 2004). این آفت شایع‌ترین و مخرب‌ترین آفت انباری غلات انباری در دنیا می‌باشد (Freeman, 1973). برای کنترل آفات انباری بیشتر از سموم شیمیایی گازی استفاده می‌شود (Rafiee Karahroudi *et al*., 2010). در حال حاضر فسفین و متیل بروماید از پرکاربردترین سموم شیمیایی برای کنترل آفات انباری هستند (Shaaya & Kostyukovsky, 2006). استفاده گسترده از حشره‌کش‌های با طیف وسیع مشکلاتی از قبیل بروز مقاومت به سموم مصرفی، آلودگی‌های زیست‌محیطی، مسمومیت کاربران و موجودات غیرهدف را به همراه دارد (Isman, 2000). این امر نیاز به استفاده از ترکیبات تدخینی جایگزین را ضروری می‌نماید. در حال حاضر تعداد کمی مواد شیمیایی برای استفاده به‌عنوان سموم تنفسی در دسترس است (Janatan & Zaki, 1998; Philips *et al*., 2000; Isman, 2006; Negahban *et al*., 2007). با توجه به خسارت آفات انباری و اثرات سوء سموم شیمیایی، تحقیق به‌منظور دست‌یابی به ترکیبات کم‌خطر و جایگزین سموم شیمیایی جهت کنترل آفات انباری اجتناب‌ناپذیر است (Haque *et al*., 2000).

استفاده از ترکیبات گیاهی یکی از بهترین روش‌های کنترل آفات انباری محسوب می‌شود (Hill & Schoonoven, 1981; Desmarchelier, 1994; Keita *et al*., 2000; Papachristos & Stamopulos, 2002). تعداد زیادی از گیاهان و متابولیت‌های ثانویه آن‌ها دارای اثرات فیزیولوژیک و رفتاری مانند دورکنندگی و بازدارندگی روی حشرات آفت می‌باشند. (Moralle *et al.,* 1984). اسانس‌های گیاهی که به‌عنوان ترکیبات ثانوی به‌وسیله بسیاری از گونه‌های گیاهی تولید می‌شوند (Campolo *et al*., 2014)، حاوی ترکیباتی هستند که اثرات تخم‌کشی، دورکنندگی ضد تغذیه‌ای، عقیم‌کنندگی و سمی روی حشرات دارند. اسانس‌های گیاهی علاوه بر این که برای انسان و سایر پستانداران کم‌خطر هستند، دارای خواص دارویی و غذایی بوده و در طبیعت نیز به سرعت تجزیه می‌شوند (Tamas., 1990; Isman., 2006). استفاده از عصاره و اسانس‌های گیاهی به‌عنوان حشره‌کش‌های تماسی یا تدخینی (فومیگانت‌ها) بر علیه آفات انباری (Shaaya *et al*., 1991) و بیماری‌های گیاهی از موضوعات قدیمی کشف شده می‌باشند (Singh *et al*., 1980).

با توجه به اثرات حشره‌کشی تعدادی از اسانس‌های گیاهی، مطالعات زیادی در این زمینه صورت گرفته است. شاکرمی و همکاران خواص حشره‌کشی و دورکنندگی گیاه مریم‌گلی، *Salvia bracteata* Banks & Sol را روی حشرات کامل چهار گونه آفت انباری بررسی کردند (Shakarami *et al*., 2005). ایشیکبر و همکاران سمیت تنفسی اسانس گیاه برگ‌بو، *Laurus nobilis* L. و اکلیل کوهی، *Rosmarinus officinalis* L. را روی تمامی مراحل زیستی (تخم، لارو، شفیره و حشره کامل) شپشه آرد بررسی نمودند (Isikber *et al*., 2006). سمیت تنفسی اسانس گیاه درمنه، *Artemisia sieberi* Besser روی سه گونه آفت انباری توسط نگهبان و همکاران مورد بررسی قرار گرفت (Negahban *et al*., 2007). کیتا و همکاران اثرات حشره‌کشی اسانس گیاه نوش آمریکایی، *Thuja occidentalis* L. را روی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات بررسی کردند (Keita *et al*., 2001). در یک بررسی سمیت تنفسی و اثر دورکنندگی اسانس مریم گلی کاروآندری بر روی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات و شپشه آرد بررسی شد (Nikoui & Moharramipour, 2010). در تحقیقی دیگر سمیت تنفسی ۱۰ اسانس معطر گیاهی روی شپشه قرمز آرد، *Tribolium castaneum* Herbst و سوسک لوبیا، *Acanthoscelides obtectus* Say در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد (Karaborklu *et al.,* 2010). خاصیت دورکنندگی و سمیت تنفسی ۱۸ گونه اسانس گیاهی روی شب‌پره هندی، *Plodia interpunctella* Hubner مورد بررسی قرار گرفت (Rafiee Karahroudi *et al*., 2010).

تحقیقات دیگری نیز در زمینه اثرات کشندگی و دورکنندگی عصاره‌ها و اسانس‌های مختلف گیاهی بر روی آفات انباری از جمله شپشه آرد صورت گرفته است (Khani & Basavand, 2012; Haouas *et al*., 2012; Mohammed, 2013; Bagheri *et al*., 2014; Hamzavi *et al*., 2014; Senfi *et al*., 2014; Campolo *et al*., 2014).

با توجه به ضرورت استفاده از جایگزین‌های مناسب برای حشره‌کش‌های شیمیایی، تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثرات کشندگی و دورکنندگی اسانس چهار گونه گیاهی مورد، زیرفون، چای کوهی و برگ گردو روی سنین پنجم و ششم لاروی و حشرات کامل سوسک شپشه آرد انجام گرفت و امید است حاصل این پژوهش راهکار مناسبی در جهت استفاده از اسانس‌های گیاهی به جای سموم شیمیایی در کنترل آفات انباری باشد.

مواد و روش‌ها

گونه‌های گیاهی مورد استفاده

در این تحقیق چهار گونه گیاهی به اسامی مورد با نام علمی *Myrtus comminus* L. از تیره Myrtaceae، چای کوهی *Stachys lavandulifolia* V. از تیره Lamiaceae، زیرفون *Tilia cordata* M. از تیره Tiliaceae و گردو *Juglans regia*L. از تیره Juglandaceae مورد بررسی قرار گرفت. گیاهان مورد مطالعه با توجه به وضعیت فنولوژی آن‌ها در طول فصول بهار و تابستان ۱۳۹۵ جمع‌آوری شدند. اندام مورد نظر از هر گیاه در شرایط سایه در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد خشک گردید.

اسانس‌گیری

با توجه به تنوع روش‌های اسانس‌گیری گزارش شده، جهت استخراج اسانس گیاه مورد بررسی از روش تقطیر با بخار آب و طبق تحقیقات گزارش شده توسط Corticchiato *et al*. (1998) استفاده شد.

برای اسانس‌گیری، نمونه گیاهی کاملا خشک شده و به‌وسیله دستگاه آسیاب خانگی خرد گردید، به علت فرار بودن اسانس گیاه، این کار دقایقی قبل از شروع آزمایشات انجام شد. هر نمونه گیاهی در بالون ژوژه یک لیتری دستگاه اسانس‌گیری ریخته شد. سپس به‌میزان ۱۱-۱۰ برابر وزن خشک گیاه خرد شده آب مقطر ریخته شد و میزان آب و گیاه طوری انتخاب شد که حداکثر از سه چهارم حجم بالن بیشتر نشود تا در حین جوشیدن آب به داخل دستگاه اسانس‌گیر وارد نشود. از آب مقطر برای نرم شدن نمونه‌های گیاهی استفاده شد. مدت اسانس‌گیری از موقع خروج اولین قطره چهار ساعت در نظر گرفته شد.

برای استخراج اسانس از گیاهان مورد بررسی، در مجموع ۱۰۰ گرم برگ مورد، ٤۰۰۰ گرم گیاه خشک شده زیرفون، ۵۰۰ گرم چای کوهی و ٤۰۰ گرم برگ خشک شده گردو مصرف گردید. علت متفاوت انتخاب شدن مقادیر گیاهان مورد بررسی جهت اسانس‌گیری تفاوت در میزان اسانس موجود در آن‌ها بوده است. در هر بار اسانس‌گیری ۷۰۰ سی‌سی آب داخل بالون دستگاه کلونجر ریخته شد و اسانس جمع شده در مبرد کلونجر جمع‌آوری گردید.

پرورش حشره

شپشه آرد از آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد جمع‌آوری و مورد تایید قرار گرفت. برای پرورش حشره از دو ظرف پلاستیکی در ابعاد ۲٦×۱۸ سانتی‌متر استفاده شد. در هر یک از ظروف مقدار ۲ کیلوگرم آرد نانوایی ریخته شد. آرد قبلا در دمای ۲۰- درجه سلسیوس به‌مدت یک هفته قرار داده شد تا حشرات یا عوامل بیماری‌زای احتمالی آن از

بین برود. تعداد ۲۰۰ عدد حشره کامل در داخل هر ظرف قرار داده شد. ظروف حاوی آرد و شپشه در دستگاه انکوباتور و در دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس و در رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد قرار داده شدند. برای تولید رطوبت، در داخل دستگاه سه ظرف آب قرار داده شد و دستگاه دماسنج و رطوبت سنج نصب گردید.

جمع‌آوری حشرات کامل ۱ تا ۳ روزه

برای جمع‌آوری حشرات کامل یک تا سه روزه ابتدا آرد داخل ظروف با الک ۳۰ مش الک گردید و شفیره‌های موجود در داخل آن‌ها جدا شد و به یک ظرف دیگر حاوی آرد منتقل و بالغینی که حداکثر ۲٤ ساعت اختلاف سن داشتند در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

جمع‌آوری لاروهای سن ۵ و ٦

برای این‌کار ابتدا آردهای داخل ظروف با الک ۳۰ مش الک شد، سپس لاروها جداسازی و در یک ظرف جدا گانه قرارداده شدند، در مرحله بعد بر اساس اندازه‌گیری عرض کپسول سر سن لاروها تعیین شد. برای اندازه‌گیری عرض کپسول سر از لام مدرج نئوبار استفاده شد (Park, 1934).

نحوه انجام آزمایشات زیست‌سنجی

برای بررسی حساسیت حشرات کامل و لاروهای سنین ۵ و ٦ این آفت، مقادیر LC_{50} آن‌ها تخمین زده شد. بدین منظور در طی یک سری آزمایش‌های مقدماتی، غلظت‌هایی که به‌ترتیب حداقل ۱۰ و حداکثر ۹۰ درصد تلفات روی مراحل زیستی مورد بررسی داشتند بر حسب میکرولیتر بر لیتر هوا انتخاب گردید. سپس در فاصله این دو غلظت، ٤ غلظت به فاصله لگاریتمی انتخاب و در نهایت ٦ غلظت به‌همراه تیمار شاهد (آب مقطر) و در هر تیمار ۵ تکرار به‌کار برده شد.

ابتدا یک ظرف درب‌دار به حجم ۹۲ میلی‌لیتر و یک ظرف کوچکتر از آن انتخاب گردید. ده عدد حشره هم‌سن در داخل ظرف کوچکتر قرار داده شد و سر ظرف با توری ریز مسدود گردید تا حشرات نتوانند از ظرف کوچکتر خارج و با اسانس موجود در ظرف بزرگتر تماس پیدا کنند. سپس با توجه به غلظت مورد نظر، مقداری از اسانس‌ها با کمک سمپلر برداشته و دیواره و کف ظرف بزرگتر با حجم مورد نظر اسانس آغشته گردید. سر ظرف محکم گردید و با نوار پارافیلم عایق شد تا بخارات اسانس از آن خارج نشود. این کار برای تمام تیمارها در سه مرحله برای مدت زمان‌های ٢٤، ٤٨ و ۷۲ ساعت جداگانه انجام شد. معیار مرگ ومیر به‌ترتیب با عکس‌العمل لاروها و حشرات کامل به ضربات سوزن گرم به کپسول سر و شاخک سنجیده شد. داده‌های حاصل به‌وسیله نرم‌افزار SPSS19 و برنامه Probit تجزیه شده و برای سه مرحله زیستی مورد نظر مقادیر LC_{50} اسانس‌های مورد نظر تعیین گردید. همچنین در تجزیه پروبیت داده‌ها از روش .N.E.D و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excell-2007 استفاده شد.

اثرات دورکنندگی

به‌منظور بررسی اثرات دور کنندگی اسانس گیاهان مورد، زیرفون، چای‌کوهی و برگ گردو از دستگاه بوبایی‌سنج که به شکل لوله‌ی Y شکل می‌باشد، استفاده شد (Rafiei Karahroodi *et al*., 2010). در بازوی اصلی آن حشرات کامل و لاروهای سن ۵ و ٦ و در یکی از بازوهای فرعی آن غذای سالم و در دیگری غذای آغشته به اسانس قرار داده‌شد. آزمایش در دو غلظت ۱۰۰۰ و ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام انجام گرفت. برای این‌کار ابتدا مقدار یک گرم آرد را توزین کرده، سپس مقدار یک میکرولیتر اسانس برای غلظت ۱۰۰۰ و ۳ میکرولیتر برای غلظت ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام به آن اضافه شد و با میله شیشه‌ای خوب به‌هم زده شد

تا آرد کاملا به اسانس آغشته شود. مقدار ۰/۵ گرم از آرد سالم در یکی از بازوهای فرعی و همین مقدار از آرد آغشته به اسانس در بازوی فرعی دیگر قرار گرفت و سر بازوها با نایلون مسدود شد. بعد از ۳۰ دقیقه که بوی آرد سالم و آرد آغشته به اسانس در دو بازوی فرعی متصاعد شد از بازوی اصلی حشرات کامل و لاروهای سن ۵ و ٦ که به مدت ٢٤ ساعت گرسنه نگه داشته شده بودند رهاسازی گردیدند و دستگاه بویایی‌سنج در داخل انکوباتور قرار داده شد. بعد از یک ساعت اثرات دورکنندگی بررسی شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی در ۳ تکرار انجام گرفت و در هر تکرار ۲۰ عدد حشره کامل و لارو سن ۵ و ٦ که به‌طور انفرادی در دستگاه بویایی‌سنج قرار داده شدند مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به تعداد اسانس‌ها از چهار دستگاه بویایی‌سنج به‌طور هم‌زمان برای انجام آزمایشات استفاده شد. پس از پایان هر تکرار مربوط به یک اسانس، دستگاه ابتدا با استن و سپس با محلول آب و جوش شیرین کاملا شستشو شده و دوباره با استن به‌طور کامل شسته شد و با استفاده از هوای آزاد و در مقابل پنکه برقی کاملا خشک شد تا کلیه قسمت‌های دستگاه کاملا عاری از بوی اسانس گردد. سپس تکرار دیگر همان اسانس مورد آزمایش قرار گرفت. برای محاسبه اثر دورکنندگی از فرمول ۱۰۰ × $R = \frac{C-E}{T}$ استفاده شد (Liu *et al*., 2006)، که در آن R درصد دورکنندگی، C تعداد حشرات مستقر شده در آرد سالم، E تعداد حشرات مستقر شده در آرد آغشته به اسانس و T تعداد کل حشرات مورد بررسی در یک تکرار بود. برای تجزیه داده‌ها، نرم‌افزار SPSS19 مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

اثرات کشندگی

نتایج حاصل از بررسی تاثیر اسانس‌های چهار گیاه مورد بررسی روی لاروهای سن پنجم، ششم و حشره کامل سوسک شپشه آرد نشان داد که در غلظت‌های مورد استفاده تنها اسانس گیاه مورد *M. comminus* بر روی آفت اثر کشندگی داشته است (جدول‌های ۱، ۲ و ۳).

داده‌های حاصل از آزمایشات اسانس گیاه مورد نشان داد که میزان LC_{50} به‌دست آمده برای حشره کامل شپشه آرد در مدت زمان ٢٤ ساعت برابر با ۱۸۱/۵۰۵ میکرولیتر بر لیتر هوا شد (جدول ۱). این غلظت‌ها در بازه‌های زمانی ٤٨ و ۷۲ ساعت متفاوت بود و به‌ترتیب برابر ۱٦۳/۹۳۵ و ۱۵۳/۰۸۱ میکرولیتر بر لیتر هوا بود (جدول‌های ۲ و ۳). میزان LC_{50} به‌دست آمده برای لارو سن ششم در مدت زمان‌های ٢٤، ٤٨ و ۷۲ ساعت به‌ترتیب برابر با ٤۰۰/۵۲۵، ۳۷۸/۱۵۳ و ۳٦٦/۷٤٦ میکرولیتر بر لیتر هوا شد (جدول‌های ۳-۱). هم‌چنین میزان LC_{50} به‌دست آمده برای لارو سن پنجم در مدت زمان‌های ٢٤، ٤٨ و ۷۲ ساعت به‌ترتیب برابر با ۳۸۳/۱۸۰، ۳٦۲/۵٦۹ و ۳٤۲/۰۵۲ میکرولیتر بر لیتر هوا محاسبه گردید (جدول‌های ۳-۱). مقدار LC_{50} اسانس گیاه مورد بر روی حشرات کامل شپشه آرد بعد از ٢٤ ساعت برابر ۲٦۰/۷ میکرولیتر بر لیتر هوا گزارش شده است (Khani & Basavand, 2012)، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت ندارد. علت این اختلاف می‌تواند به سن حشرات کامل تیمار شده و متفاوت بودن محل جمع‌آوری گیاهان مورد که اسانس از آن استخراج شده است مربوط باشد. اگر چه در این تحقیق ترکیبات اسانس گیاه مورد بررسی نشد ولی مهم‌ترین ترکیبات موجود در اسانس مورد استخراج شده از گیاهان منطقه ایرانشهر ایران (27 15 N, 60 40 E; alt. 590 m)، آلفا پینن (۱۰/٤ درصد)، آلفا ترپینئول (۱۰/۱ درصد)، لینالول (۹ درصد)، ۱، ۸ سینئول (۷/٦ درصد)، جرانیل بوتیرات (٦/۳ درصد)، جرانیول (٦/۲ درصد)، اکسید کاریوفیلن (۵/۳ درصد) و استات نریل (۵ درصد) گزارش شده است (Khani & Basavand, 2012)، هرچه مدت زمان تماس حشره کامل با گاز اسانس بیشتر باشد میزان غلظت کمتری از اسانس برای اثرگذاری بر روی حشره لازم بود که با نتایج حاصل از تحقیق خانی و بساوند (Khani & Basavand, 2012) مطابقت دارد. طبق بررسی‌های صورت گرفته، سمیت تنفسی گیاه مورد بر روی

شپشه آرد کمتر گزارش شده است ولی تاثیر حشره‌کشی اسانس این گیاه بر روی آفات دیگر گزارش شده است. برای مثال مقدار LC_{50} اسانس گیاه مورد بر علیه حشرات کامل سوسک لوبیا، *Acanthoscelides obtectus* و شپشه قرمز آرد، *Tribolium castanum* به‌ترتیب ٤٥/٣١ و ٩٢/٨٠ میکرولیتر بر لیتر هوا گزارش شده است (Karaborklu *et al*., 2010). مقدار LC_{50} اسانس گیاه مورد بر علیه کنه دونقطه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch ٥٣/٢ میکرولیتر بر لیتر هوا بوده است (Khani *et al*., 2012). مقادیر LC_{50} و روی تخم، لارو، شفیره و حشره کامل لمبه گندم، *Trogoderma granarium* Everts، بعد از ٢٤ ساعت به‌ترتیب برابر ٥٤/٧، ٣٠٧/٤، ٣٢٨/٦ و ٦٨/٤ میکرولیتر بر لیتر هوا (Tayoub *et al*., 2012) و روی تخم و حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات به‌ترتیب ٣٨/٣٧١ و ٤٤/١٣٨ میکرولیتر بر لیتر هوا برآورد گردیده است (Senfi *et al*., 2014). همچنین اثرات حشره‌کشی اسانس گیاه مورد بر روی پشه‌ها توسط چراغی نیرومند و همکاران گزارش شده است (Cheraghi Niroumand *et al*., 2016).

نتایج حاصل از بررسی تاثیر اسانس گیاه مورد روی مراحل زیستی مورد بررسی نشان داد که در سوسک شپشه آرد *T. confusum* حشره کامل نسبت به دو سن لاروی پنجم و ششم حساسیت بیشتری نسبت به اسانس از خود نشان داد و در بین دو سن لاروی پنجم و ششم، لارو سن ششم از مقاومت بیشتری برخوردار بود، به‌طوری‌که میزان LC_{50} محاسبه شده برای لاروهای سن پنجم و ششم بعد از ٢٤ ساعت به‌ترتیب ٢/١١ و ٢/٢١ برابر میزان LC_{50} محاسبه شده برای حشره کامل بود. این نتایج با نتایج حاصل از بررسی ایشیکبر و همکاران (Isikber *et al*., 2006) در تضاد است به‌طوری‌که بر اساس بررسی آن‌ها میزان تحمل حشرات کامل شپشه آرد به بخارات سمی اسانس‌های رزماری و برگ بو بیشتر از لاروها بوده است. علت این تفاوت به سن حشرات کامل و لاروهای مورد بررسی مربوط است زیرا در بررسی آن‌ها از حشرات کامل ٧ تا ١٠ روزه و لاروهای ١٢ روزه استفاده شد، ولی در تحقیق حاضر حشرات کامل ١ تا ٣ روزه و لاروهای سن ٥ و ٦ یک تا دو روزه مورد آزمایش قرار گرفتند.

نتایج به‌دست آمده از آزمایشات اثر اسانس‌های گیاهان زیرفون، چای کوهی و برگ گردو حاکی از مقاومت بسیار بالای این آفت نسبت به این اسانس‌ها بود که این امر در هر سه مرحله حشره کامل، لارو سن ششم و لارو سن پنجم صادق بود به‌طوری‌که در غلظت‌های بالای ٥٤٤، ٧٦١، ٨٧٠، ٩٧٨، ١٠٨٧، ١٣٦١، ٢١٧٤ میکرولیتر بر لیتر هوا بدون تلفات بوده است. این نتایج با یافته‌های حاصل از تحقیقات محققین دیگر هم‌خوانی دارد. به‌طور مثال در آزمایشات نیکوئی و محرمی‌پور (Nikoui & Moharramipour, 2010) که اثر کشندگی اسانس مریم گلی را بر روی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* و سوسک شپشه آرد *Tribolium confusum* بررسی‌کرده بودند مقدار LC_{50} برای سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات را ٢/٥٨ میکرولیتر بر لیتر برآورد نمودند در حالی‌که در غلظت ٣٧٠٣/٧٠ میکرولیتر بر لیتر هوا، این اسانس بر روی سوسک شپشه آرد هیچ تلفاتی ایجاد نکرده بود. طبق گزارش شایا و همکاران شپشه آرد در مقایسه با سایر گونه‌های آفات انباری دارای تحمل بالایی نسبت به اسانس‌های گیاهان نعناع، مریم گلی، پونه کوهی، ریحان، رزماری، اسطوخودوس عادی و انیس می‌باشد (Shaaya *et al*., 1997). در تحقیق خانی و بساوند مقادیر LC_{50} اسانس گیاه مورد برای حشرات کامل شپشه آرد و سوسک چهار نقطه‌ای به‌ترتیب برابر ٢٦٠/٧ و ٩/٥ میکرولیتر بر لیتر هوا محاسبه شده است که حاکی از مقاومت ٢٧/٥ برابری شپشه آرد در مقایسه با سوسک چهار نقطه‌ای نسبت به اسانس گیاه مورد دارد (Khani & Basavand, 2012).

تحمل بالای شپشه آرد *T. castaneum* به اسانس گیاه اوودیا، *Evodia rutaecarpa* Bentham در مقایسه با سایر گونه‌ها توسط Liu & Hu نیز گزارش شده است (Liu & Hu, 1999). همچنین نگهبان و همکاران در تحقیق روی اثرات دورکنندگی و دوام اسانس گیاه درمنه *Artemisia sieberi* Besser دریافتند که از بین سه گونه آفت انباری شامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، *C. maculatus* F. ، شپشه برنج *Sitophilus oryzae* و شپشه قرمز آرد *T. castaneum*، سوسک چهار نقطه‌ای

حبوبات در مقایسه با شپشه برنج و شپشه آرد حساسیت بیشتری از خود نشان داده و سریع‌تر تلف می‌شود (Negahban *et al.*, 2007). همچنین دوام سمیت تنفسی یا نیمه عمر اسانس درمنه در سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات به‌طور معنی‌داری نسبت به شپشه برنج و آرد بیشتر بود. اما اثرات دورکنندگی اسانس درمنه به‌طور معنی‌داری روی حشرات کامل شپشه آرد بیشتر از شپشه برنج و سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات بود. تحقیقات صورت گرفته کارایی اسانس درمنه را برای کنترل آفات انباری به اثبات رسانده است (Theuo *et al.*, 2013). اثر سمیت تنفسی شش اسانس گیاهی سرو خمره‌ای *Thuja orientalis* L.، برگبو *Laurus nobilis* L.، لیمو ترش *Citrus limon* L.، پرتقال *C. sinesis* L.، مرزنجوش *Origanum vulgare* L. و اسطوخودوس تراریخته *Lavandula hybrid* روی لاروهای ۱۰ تا ۲۵ روزه و ۳۱ روزه، شفیره ۲ روزه و حشره کامل ۱۰ تا ٦٠ روزه نشان داد که LC_{50} اندازه‌گیری شده بین ۰/۲۷ تا ١٦٥ میکرولیتر بر لیتر هوا بوده است که تقریبا اثر کشندگی مرزنجوش از همه بیشتر بود و حساسیت لاروهای ۱۰ تا ۲۵ روزه در بین مراحل مختلف زندگی آفت از همه بیشتر و لارو های ۲۵ تا ۳۱ روزه مقاومت بیشتری از خود نشان داده‌اند.

جدول ۱- تجزیه پروبیت سمیت تنفسی اسانس مورد *M. communis* روی مراحل مختلف زیستی *T. confusum* بعد از ٢٤ ساعت

Table 1- Probit analysis of fumigant toxicity of the essential oil of Myrtus on different biological stages of *T. confusum* after 24 hours

Biological stage	Number of Insect	Chi-Square	Sig	d_f	LC_{50} Lower-Upper	LC95 Lower-Upper	Equation for estimating mortality
5th larval instar	60	2.659	0.616	4	383.180 (372.560-392.623)	475.092 (456.827-503.263)	Y=-40.508+17.616X
6th larval instar	60	3.726	0.444	4	400.525 (391.385-409.448)	486.499 (469.158-512.078)	Y=-45.690+19.477X
adult	60	5.834	0.212	4	181.505 (176.407-186.790)	228.709 (218.458-243.811)	Y=-32.009+16.384X

جدول ۲- تجزیه پروبیت سمیت تنفسی اسانس مورد *M. communis* روی مراحل مختلف زیستی *T. confusum* بعد از ٤٨ ساعت

Table 2- Probit analysis of fumigant toxicity of the essential oil of Myrtus on different biological stages of *T. confusum* after 48 hours

Biological stage	Number of Insect	Chi-Square	Sig	d_f	LC_{50} Lower-Upper	LC95 Lower-Upper	Equation for estimating mortality
5th larval instar	60	3.887	0.422	4	362.569 (350.630-371.820)	439.891 (423.899-466.772)	Y=-45.144+19.592X
6th larval instar	60	5.110	0.276	4	378.153 (369.683-385.925)	445.037 (430.619-467.704)	Y=-54.946+23.256X
adult	60	8.382	0.079	4	163.935 (153.483-174.089)	202.656 (187.381-242.480)	Y=-34.558+17.862X

جدول ۳- تجزیه پروبیت سمیت تنفسی اسانس مورد *M. communis* روی مراحل مختلف زیستی *T. confusum* بعد از ۷۲ ساعت

Table 3- Probit analysis of fumigant toxicity of the essential oil of Myrtus on different biological stages of *T. confusum* after 72 hours

Biological stage	Number of Insect	Chi-Square	Sig	d_f	LC_{50} Lower-Upper	LC95 Lower-Upper	Equation for estimating mortality
5th larval instar	60	0.707	0.950	4	342.052 (323.022-353.394)	413.453 (398.717-442.006)	Y=-45.625+19.978X
6th larval instar	60	2.130	0.712	4	366.746 (357.299-374.610)	430.988 (417.082-453.955)	Y=-55.171+23.464X
adult	60	11.968	0.018	4	153.081 (138.273-164.558)	184.094 (169.454-253.680)	Y=-39.858+20.531X

اثرات دورکنندگی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اثر دورکنندگی اسانس‌های مورد بررسی بر روی لاروهای سن پنجم، ششم و حشره کامل آفت نشان داد که در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام روی لاروهای سن پنجم، اختلاف بین تیمارها در سطح ۵ درصد و در مورد لاروهای سن ششم و حشره کامل اختلاف بین تیمارها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ٤). در غلظت ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام روی لاروهای سن پنجم و حشره کامل، اختلاف بین تیمارها در سطح ۵ درصد و در مورد لاروهای سن ششم در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده‌است (جدول ٤). بر اساس مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر دور کنندگی، در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام، اسانس چای کوهی با ۸۳/۳٤ درصد دورکنندگی بیشترین تاثیر را بر روی حشره کامل آفت داشت و بعد از آن اسانس گیاه زیرفون با ٥٦/٦٧ درصد و اسانس گیاهان مورد و برگ گردو به‌ترتیب ۳٦/٦۷ و ۳۰/۰۰ درصد، از لحاظ دورکنندگی در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. ولی در مورد لارو سن پنجم، چای کوهی و زیرفون هر کدام با ٦۳/۳۳ درصد اثر دورکنندگی، بیشترین اثر دورکنندگی را روی آفت داشتند و برگ گردو با میانگین ۲٦/٦۷ درصد کمترین اثر دورکنندگی را از خود نشان داد. در لارو سن ششم گیاه زیرفون با میانگین ۷۳/۳۳ درصد بیشترین اثر دورکنندگی را داشت و چای کوهی، برگ گردو و گیاه مورد به ترتیب با ٥٦/٦۷، ٥۰ و ۲۳/۳٤ درصد دورکنندگی در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (جدول ٥). در غلظت ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام، اسانس چای کوهی ۸٦/٦۷ درصد اثر دورکنندگی بر روی حشره کامل داشت و بعد از آن اسانس گیاه زیرفون، برگ گردو و مورد به‌ترتیب با میانگین ٦٦/٦۷، ٦۳/۳۳ و ٥۳/۳٤ درصد از لحاظ اثر دورکنندگی بر روی حشرات کامل در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. در غلظت ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام، بیشترین اثرات دورکنندگی بر روی لاروهای سن پنجم و ششم با میانگین ۸۰ درصد مربوط به اسانس زیرفون بود و کمترین اثرات دورکنندگی بر روی لاروهای سن پنجم و ششم به‌ترتیب با میانگین ٤۰ و ۳۳/۳٤ درصد مربوط به اسانس برگ گردو بود (جدول٥).

اثرات دورکنندگی اسانس‌های گیاهی بر روی برخی آفات انباری از جمله شپشه آرد گزارش شده است. اکرمی (Akrami, 2008) از دستگاه بویایی‌سنج برای مقایسه اثر دورکنندگی اسانس‌های گیاهی روی آفات انباری استفاده کرد و گزارش نمود که در غلظت ۰/٤ میکرولیتر، اسانس آویشن کوهی *Thymus kotschyanus* L.، روی سوسک حبوبات و شپشه آرد به‌ترتیب ۷۳/۳۳ و ۸۳/۳۳ درصد، و اسانس بابونه *Mentha longifolia* L.، نیز روی همین حشرات به‌ترتیب ۹۰ و ۹۳/۳۳ درصد دور کنندگی داشته‌اند. نیکویی و محرمی‌پور اثرات دورکنندگی اسانس مریم گلی کاروانداری را بر روی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات و شپشه آرد گزارش نمودند (Nikoui & Moharramipour, 2010). در بررسی خاصیت دورکنندگی ۱۸ گونه اسانس گیاهی بر روی شب‌پره هندی، اسانس‌های گیاهی به‌ویژه شوید و رزماری از نظر دورکنندگی اثرات خوبی را بر روی حشرات کامل این آفت نشان دادند (Rafiee Karahroudi *et al*., 2010). اثرات دورکنندگی اسانس گیاه مورد بر روی پشه‌ها توسط چراغی نیرومند و همکاران گزارش شده است (Cheraghi Niroumand *et al*., 2016).

نتایج به‌دست آمده از آزمایش اثر کشندگی (سمیت تنفسی) اسانس چهار گیاه مورد، زیرفون، چای کوهی و برگ گردو روی حشره‌کامل و لارو سن ٥ و ٦ سوسک شپشه آرد *T. confusum* نشان داد که این آفت مقاومت بسیار بالایی نسبت به اثر تدخینی اسانس‌های سه گیاه زیرفون، چای کوهی و برگ گردو دارد. اما بر اساس نتایج حاصل، اسانس گیاه مورد در غلظت‌های مختلف روی حشره کامل و لارو سن ٥ و ٦ اثر کشندگی داشت و لاروها در مقابل اسانس این گیاه از مقاومت بیشتری نسبت به حشره کامل برخوردار بودند. همچنین نتایج حاصل از بررسی اثر دورکنندگی اسانس گیاهان مورد بررسی روی حشرات کامل و لاروهای سن ٥ و ٦ سوسک شپشه آرد نشان داد که اسانس گیاه چای کوهی بیشترین اثر دورکنندگی را روی حشرات کامل داشته ولی برای لاروهای سن ٥ گیاه زیرفون و چای کوهی بیشترین اثر را داشت و در مورد لارو سن ٦ گیاه زیرفون بیشترین اثر دورکنندگی را داشت.

جدول ٤- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اثر دورکنندگی اسانس‌های مورد، زیرفون، چای کوهی، برگ گردو روی حشره کامل و لاروهای سن ٥ و ٦ *T. confusum* درغلظت‌های ١٠٠٠ و ٣٠٠٠ پی‌پی‌ام

Table 4- Analysis of variance for repellency effects of essential oils of Myrtus, Lindens, Stachys and Walnut leaf on 5th and 6th larval instars and adult insects of *Tribolium confusum* at 1000 and 3000 ppm concentrations

Source of Variance	Degree of Freedom	Mean Squares					
		1000 ppm			3000 ppm		
		Adult	5th Instar Larvae	6th Instar Larvae	Adult	5th Instar Larvae	6th Instar Larvae
Replication	2	0.005^{ns}	0.006^{ns}	0.084**	0.004^{ns}	0.018^{ns}	0.008^{ns}
Treatment	3	0.201**	0.108*	0.158**	0.079*	0.138*	0.161**
Error	6	0.014	0.017	0.006	0.008	0.018	0.013
C.V.		14.63%	16.97%	9.77%	9.17%	14.64%	12.46%

ns، * و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار و معنی‌دار بودن تفاوت‌ها در سطح پنج و یک درصد می‌باشد.

ns, * and ** are non significant and significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

جدول ٥- مقایسه میانگین± (خطای معیار) داده‌های مربوط به اثر دورکنندگی اسانس‌های مورد، زیرفون، چای کوهی، برگ گردو روی حشره کامل و لاروهای سن ٥ و ٦ *T. confusum* درغلظت‌های ١٠٠٠ و ٣٠٠٠ پی‌پی‌ام

Table 5- Mean (± SE) comparison for repellency effects of essential oils of Myrtus, Lindens, Stachys and Walnut leaf on 5th and 6th larval instars and adult insects of *Tribolium confusum* at 1000 and 3000 ppm concentrations

Treatment	Mean±SE					
	1000 ppm			3000 ppm		
	Adult	5th Instar Larvae	6th Instar Larvae	Adult	5th Instar Larvae	6th Instar Larvae
Walnut	30.00±5.78 b*	26.67±3.34 b	23.34±8.83 c	63.33±6.67 b	40.00±5.78 b	33.34±3.34 ab
Myrtus	36.67±3.34 b	40.00±5.78 b	50.00±5.78 b	53.34±3.34 b	50.00±5.78 b	56.67±3.34 b
Stachys	83.34±3.34 a	63.34±6.67 a	56.67±8.82 ab	86.67±3.34 a	76.67±8.82 a	76.67±6.67 a
Lindens	56.67±8.82 b	63.34±8.82 a	73.34±8.82 a	66.67±3.34 b	80.00±5.78 a	80.00±5.78 a

*وجود حداقل یک حرف مشترک در بین اعداد نشانه عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد می‌باشد.

*Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P = 0.05, Tukey's HSD).

References

Akrami, H. 2008. Insecticidal effects of essential oils from *Thymus kotschyanus* and *Mentha longifolia* on some stored product pest. M.Sc. Thesis. Islamic Azad University, Science and Research Branch, 102 pp.

Bagheri, F., Mohammadi Shrif, M. and Hadizadeh, A. R. 2014. Application of *Eucalyptus globulus* Labill essential oil against confused flour beetle *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30: 793-801.

Campolo, O., Malacrino, A., Zappala, L., Laudani, F., Chiera, E., Serra, D., Russo, M. and Palmeri, V. 2014. Fumigant bioactivity of five Citrus essential oils against *Tribolium confusum*. Phytoparasitica, 42: 223–233.

Cheraghi Niroumand, M., Farzai, M. H., Karimpour-Razkenari, E., Amin, G., Khanavi, M., Akbarzadeh, T. and Shams-Ardekani, M. R. 2016. An evidence-based review on medicinal plants used as insecticide and insect repellent in traditional Iranian medicine. Iranian Red Crescent Medical Journal, 18(2): e22361.

Corticchiato, M., Tomi, F., Bernardini, A. F. and Casanova, J. 1998. Composition and infraspecific variability of essential oil from *Thymus herba barona.* Biochemical Systematics and Ecology, 26: 915-932.

Desmarchelier, J. M. 1994. Grain protectants: Trends and developments, 722-728.

Dudai, N., Poljakaoff-Maybar, A., Mayer, A. M., Putievsky, E. and Lerner, H. R. 1999. Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. Journal of Chemical Ecology, 25: 1079–1089.

Freeman, J. A. 1973. Infestation and control of pests beetle of stored grain in international trade, pp. 99-136. In: Sinha, R. N. and Muir, W. D. E. (eds.), Grain Storage Part of a system. Avi Publ. Co.

Hamzavi, F., Moharramipour, S. and Talebi, A. A. 2014. Repellent activity and persistence of essential oils from *Eucalyptus camaldulensis* Dehna. and *Callistemon viminalis* (Gaertn.) G. Don on some species of stored-product beetle. Irannian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30: 332-341. (in Persian with English summary).

Haouas, D., Cioni, P. L., Halima-Kamel, M. B., Fiamini, G. and Ben Hamouda, M. H. 2012. Chemical composition and bioactivities of three Chrysanthemum essential oils against *Tribolium confusum* (du Val) (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Pest Science, 85: 367-379.

Haque, M. A., Nakakita, H., Ikenaga, H. and Sota, N. 2000. Development inhibiting activity of some tropical plants against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Col: Curculionidae). Journal of Stored Products Research, 36: 281-287.

Hill, J. M. and Schoonhoven, A. V. 1981. The use of vegetable oils in controlling insect infestations in stored grains and pulses. Recent Advances in Food Science and Technology, 1: 473-481.

Huang, M. T., Ferraro, T. and Ho, C. T. 1994. Cancer chemoprevention by phytochemicals in fruits and vegetables. American Chemical Society National Meeting, 546: 2–15.

Isikeber, A. A., Alma, M. H., Kanat, M. and Karci, A. 2006. Fumigant Toxicity of Essential Oils from *Laurus nobilis* and *Rosmarinus officinalis* against All Life Stages of *Tribolium confusum.* Phytoparasitica, 34: 167-177.

Isman, M. B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulate world. Annual Reviw of Entomology, 51: 45-66.

Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection, 19: 603-608.

Janatan, I. and Zaki, Z. 1998. Development of environment-friendly insect repellents from the leaf oils of selected malaysian plants. Asean Review of Biodiversity and Environmental Conservation, Article, 6: 17.

Karaborklu, S., Ayvaz, A. and Yilmaz, S. 2010. Bioactivities of different essential oils against the adults of two stored product insects. Pakistan Journal of Zoology, 42: 679-686.

Khani, A., Basavand, F. and Rakhshani, E. 2012. Chemical composition and insecticide activity of lemon verbena essential oil. Journal of Crop Protection, 1: 313-320.

Khani, A. and Basavand, F. 2012. Chemical composition and insecticidal activity of myrtle (*Myrtus communis* L.) essential oil against two stored-product pests. Journal of Medical Plants and By-products, 2: 83-89.

Keita, S. M., Vincent, C., Schmidt, J. P., Ramaswamy, S. and Belanger, A. 2000. Effect of various essentialoils on *Callosobruchus maculates* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 36: 355-364.

Keita, S. M., Vincent, C., Schmidt, J. P. and Arnason, J. T. 2001. Insecticidal effects of *Thuja occidentalis* (Cupressaceae) essential oil on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Canadian Journal of Plant Science, 81: 173-177.

Liu, Z. I. and Hu, S. H. 1999. Bioactivity of the essential oil extracted from *Evodia rutaecarpa* Hook against the grain storage insects, *Sitophilus zeamais* Motsch. And *Tribolium castaneum* Herbst. Journal of Stored Products Research, 35: 317-328.

Liu, C. H., Mishra, A. K., Tan, R. X., Tang, C., Yang, H. and Shen, Y. F. 2006. Repellent and insecticidal activities of essential oils from *Artemisia princeps* and *Cinnamomum camphora* and their effect on seed germination of wheat and broad bean. Bioresource Technology, 97: 1969-1973.

Mcdonuld, L. L., Guy, R. H. and Speris, R. D. 1970. Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractants against stored products insects. Marketing Research Report No. 882. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, Washington DC, 882 pp.

Mohammed, H. H. 2013. Repellency of ethanolic extract of some indigenous plants against *Tribolium confusum*. Journal of Agricultural and Veterinary Science, 2: 27-31.

Moralle-Rejesuss, M. B., Maini, H. A., Hsawa, K. and Yamamoto, J. 1984. Insecticions of several plant to *Callosbruchus chinensis* Bruchids and legumes. Economics, Ecology and Coevolution, 91-100.

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.

Nikooei, M. and Moharramipour, S. 2010. Fumigant toxicity and repellency effects of essential oil of *Salvia mirzayanii* on *Collosbruchus maculatus* (Col.: Bruchidae) and *Tribolium confusum* (Col.: Tenebrionidae). Journal of Entomological Society of Iran, 30: 17-30. (in Persian with English summary).

Papachristos, D. P. and Stamopoulos, D. C. 2002. Toxicity of vapors of three essential oils to the immature stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 38: 365-373.

Park, T. 1934. Observation on the general biology of thr flour beetle, *Tribolium cofusum*. Quarterly Review of Biology, 9: 36-54.

Peter, J., Landolt, R., Hofstetter, W. and Lisa, L. 1999. Plant essential oils as arrestants and repellents for neonate larvae of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). Physiology and Chemical Ecology, 12: 25-36.

Phlips, T. W., Berbert, R. C., and Cuperus, G. W. 2000. Post-harvest integrated pest management. pp. 2690-2701. In: Francis, F. J. (ed.), Encyclopedia of Food Science and Technology. 2nd ed. Wiley Inc., New York.

Rees, D. 2004. Insects of stored products. CSIRO Publishing, Australia, 371 pp.

Rafiei, Korahroodi, Z., Moharramipour, S., Farazmand, H. and Karimzadeh Esfahani, J. 2010. Repellent Activity and Fumigant Toxicity of 18 Essential Oil on Indian Meal Moth, *Plodia interpunctella* Hübner (Lep.: Pyralidae). Journal of Plant Protection, 24: 165-172. (in Persian with English summary).

Sangwan, N. K., Verma, B. S., Verma, K. K. and Dhindsa, K. S. 1990. Nematicidal activity of some essential plant oils. Pesticide Science, 28: 331-335.

Senfi, F., Safaralizadeh, M. H., Safavi, S. A. and Aramideh, SH. 2014. Evaluation of fumigant toxicity of *Laura nobilis* L. and *Myrtus communis* L. essential oils on eggs and adult stage of the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* F. (Col,: Bruchidae). Irannian Journal of Medical and Aromatic Plants, 30: 216-222. (in Persian with English summary).

Shaaya, E., Ravid, U., Paster, N., Juven, B., Zisman, U. and Pissarev, V. 1991. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. Journal of Chemical Ecology, 17: 499-504.

Shaaya, E., Kostjukovski, M., Eilberg, J. and Sukprakaran, C. 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insect. Journal of stored Products Research, 33: 7-15.

Shakarami, J. 2004. Insecticidal effects of essential oils, steroid and indol alkaloids of four plant species on some insects and determination of their chemical compositions. Ph. D. dissertation, Tarbiat Modares University, Tehran.

Singh, A. K., Dikshit, A., Sharma, M. L. and Dixit, S. N. 1980. Fungitoxic activity of some essential oils. Economic Botany, 34: 186-190.

Tamas, K. T. 1990. Study on the production possibilities of botanical pesticides in developing African countries. Unido Press, 98 pp.

Tayoub, G., Alnaser, A. A. and Ghanem, I. 2012. Fumigant activity of leaf essential oil from *Myrtus communis* L. against the Khapra Beetle. International Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 2: 207-213.

Theou, G. Papachristos, D. P. and Stamopoulos, D. C. 2013. Fumigant toxicity of six essential oils to the immature stages and adults of *Tribolium confusum*. Hellenic Plant Protection Journal, 6: 29-39.

Journal of Entomological Research

Volume 9, Issue 4, pages: 347-358

Islamic Azad University, Arak Branch
ISSN 2008-4668
http://jer.iau-arak.ac.ir

Fumigant toxicity and repellency effects of some plant essential oils on 5th and 6th larval instars and adults of *Tribolium confusum* (Col.: Tenebrionidae)

S. Karimi[1], A. Ghassemi-Kahrizeh[2], M. H. Kazemi[3*]

1- Graduated student, Department of Plant Protection, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
2- Assistant Professor, Department of Plant Protection, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran
3- Professor, Department of Plant Protection, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

Abstract

The mortality and repellency effects of essential oils of four plants including Myrtus (*Myrtus comminus* L.), Lindens (*Tilia cordata* M.), Stachys (*Stachys lavandulifolia* V.) and Walnut (*Juglans regia* L.) leaves against 5th and 6th larval instars and adults of *Tribolium confusum* Duval (Col.: Tenebrionidae) were studied. The essential oil were obtained by hydrodistillation method, using a modified Clevenger-type apparatus. The bioassay experiments were carried out at 27±1 °C and 65±5 % R.H. in dark condition. in Completely Randomized Design with 5 replications after periods of 24, 48, and 72 hours after exposure to essential oils. The repelling effect of the essential oils was tested under darkness condition using Y-tube Olfactometer. The results showed that the *Myrtus comminus* essence had mortality effects on all three stages, while the other essences had no mortality effects on the pest at very high concentration of 2174 µL/L air. The LC_{50} values of *Myrtus comminus* for adults and 5th and 6th larval instars after 24 hours was 181.505, 400.525 and 383.180 µL/L air and after 48 hours these values were 163.935, 378.153 and 362.569 µL/L air. These values after 72 hours were 153.081, 366.746 and 342.052 µL/L air for adults and 5th and 6th instars larvae, respectively. Analysis of variances of the data related to the repellency effects of the studied essential oils (in two concentration of 1000 and 3000 ppm) showed significant differences between three studied stages ($P < 0.05$). The results of this study showed that the susceptibility of adults to the essential oil of *Mirtus comminus* was higher than the 5th and 6th instars larvae.

Key words: *Tribolium confusum, repellency effect*, *respiratory toxicity*, *plants essential*

* Corresponding Author, E-mail*: mhkazemi@iaut.ac.ir*
Received:28 Jan. 2017 – Accepted: 27 Dec. 2017