Archive of SID

Journal of Plant Protection
Vol. 23, No. 2, Fall-Winter 2009-10, p. 96-105

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۸۸، ص ۱۰۵-۹۶

سمیت تنفسی اسانس زیره سیاه (*Bunium persicum* Boiss. (Umbelliferae و هل (*Elletaria cardamomum* Maton. (Zingiberaceae روی حشرات کامل شپشه آرد *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae)

غلامحسین مروج[1*] – زهره اُف شهرکی[2] – مجید عزیزی ارانی[3] – فرنوش یغمایی[4]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱/۱۵
تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۰/۹

چکیده

اثر سمیت تنفسی دو گونه گیاهی هل *Elletaria cardamomum* Maton. و زیره سیاه کرمانی *Bunium persicum* Boiss. روی حشرات کامل شپشه آرد *Tribolium castaneum* (Herbst.) بررسی شد. اسانس‌ها از بذور گیاهان مذکور توسط دستگاه اسانس‌گیر شیشه‌ای مدل Clevenger استخراج شدند. نتایج حاصل از آزمایشات نشان داد که این دو اسانس روی حشرات کامل شپشه آرد سمیت تنفسی بالایی دارند. مرگ و میر حشرات کامل ۷-۱ روزه در هر دو جنس نر و ماده با افزایش غلظت و مدت زمان اسانس‌دهی افزایش یافت. حشرات کامل جنس نر در مقایسه با جنس ماده حساسیت بیشتری به سمیت تنفسی اسانس‌ها از خود بروز دادند. سمیت تنفسی اسانس زیره سیاه روی حشرات کامل شپشه آرد بیشتر از اسانس هل بود. میزان LC_{50} اسانس زیره پس از ۲۴ ساعت اسانس‌دهی برای حشرات کامل نر و ماده به ترتیب ۷/۵۹ و ۹/۹۰ میکرولیتر بر لیتر هوا ($\mu l.L^{-1}$) بود. میزان این شاخص در مورد اسانس هل برای افراد نر و ماده به ترتیب ۲۲/۹۱ و ۳۰/۶۳ میکرولیتر بر لیتر هوا ($\mu l.L^{-1}$) بدست آمد. نتایج این بررسی نشان داد که اسانس‌های هل و زیره سیاه منابع بیولوژیکی مؤثری هستند که می‌توانند برای حفاظت غلات انبار شده از آلودگی توسط شپشه آرد به کار برده شوند.

واژه‌های کلیدی: شپشه آرد، اسانس‌های گیاهی، هل و زیره سیاه

مقدمه

سالانه بطور متوسط ۱۰ تا ۴۰ درصد غلات انبار شده در دنیا توسط آفات انباری از بین می روند و این سبب بوجود آمدن زیان اقتصادی قابل ملاحظه‌ای می‌گردد (۶ و ۲۷). افزایش مداوم جمعیت جهان باعث بروز مشکل بحرانی کمبود غذا در دنیا گشته است. در چنین شرایطی به منظور حفاظت غلات انبار شده و سایر محصولات زراعی از آلودگی توسط آفات انباری، حشره‌کش‌های شیمیایی متفاوتی بکار برده شده‌اند (۶، ۱۳ و ۵۰). کاربرد بی رویه و مداوم این آفت‌کش‌ها سبب بوجود آمدن مشکلات جدی نظیر سمیت مستقیم برای پارازیتوئیدها، شکارگرها، گرده‌افشان‌ها، ماهی‌ها و انسان، بروز مقاومت در آفات نسبت به آفت‌کش‌ها (۲۴، ۲۵ و ۴۹)، افزایش میزان خسارت روی گیاهان زراعی ناشی از طغیان جمعیت حشرات آفت و کاهش کارایی آفت‌کش‌ها (۲۴ و ۳۶)، به جا ماندن بقایای سمی روی غلات انباری (۱۲) و بالا رفتن مخاطرات محیطی و اجتماعی (۲۴ و ۳۷) شده است. بنابراین توسعه جایگزین‌های جدید که از لحاظ اکولوژیکی فاقد اثرات باقیماندگی و جانبی روی موجودات زنده غیرهدف باشند، امری اجتناب ناپذیر است. به این منظور، سمیت تعداد زیادی از محصولات گیاهی علیه آفات انباری (۶، ۳۱ و ۴۶) بویژه به صورت اسانس‌های گیاهی (۶، ۳۳، ۴۵) مورد ارزیابی قرار گرفته است. اکثر تحقیقات انجام شده نشان داده‌اند که اسانس‌های گیاهی و یا ترکیبات موجود در آنها دارای پتانسیل بالقوه به عنوان ترکیبات جایگزین با تدخین‌کننده‌های رایج شیمیایی می‌باشند (۱۶، ۱۷، ۴۴ و ۴۷).

شپشه آرد *Tribolium castaneum* (Herbst.) یکی از مهم‌ترین آفات غلات انباری در سرتاسر دنیا محسوب می شود که حساسیت آن نسبت به برخی از اسانس‌های گیاهی گزارش شده است

۱، ۲ و ۴- به ترتیب استادیار، دانشجوی کارشناسی ارشد و مربی گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: Moravej@ferdowsi.um.ac.ir)
۳- دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

www.SID.ir

Archive of SID

(۶، ۸ و ۲۲). هل[1] با نام عمومی کاردامم[2] یکی از ادویه‌های بومی نواحی مرطوب آسیا محسوب می‌شود و گیاهی پایا است که به خانواده زنجبیلیان Zingiberaceae تعلق دارد (۲۳ و ۲۸). بذور هل بطور وسیع به عنوان طعم‌دهنده غذا به ویژه در سوئد، نروژ، انگلستان و آسیا استفاده می‌شوند. اسانس هل متشکل از ترکیبات منوترپن نظیر 1,8-cineole، α-terpinyl acetate، linalool، linalyl acetate، α-terpineol و α - terpin-4-ol می‌باشد (۲۳). به نظر می‌رسد اسانس هل دارای خواص ضد باکتریایی، ضدعفونی کنندگی، ضد انقباض و تشنج باشد (۱ و ۲۳). بعلاوه اثرات حشره‌کشی آن روی برخی آفات انباری از جمله شپشه آرد (۱۱) و سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* (F.) (۲۴) گزارش شده است. زیره سیاه *Bunium persicum* Boiss. با نام عمومی بلک‌کومین[3] متعلق به خانواده چتریان Umbelliferae، گیاهی پایا با گل‌های سفید یا صورتی و بذور کوچک مایل به قهوه‌ای است که در نواحی گرم ایران می‌روید (۹ و ۴۲). بعلاوه این گیاه در آسیای مرکزی، پاکستان، افغانستان، کشمیر و پامیر نیز پراکنده شده است (۴۲ و ۴۸). بذور زیره سیاه بطور وسیع به عنوان ادویه مورد استفاده قرار می‌گیرند و حاوی مقادیر قابل توجهی اسانس غنی از انواع منوترپن نظیر o-cymene، limonene، γ-terpinene، cuminaldehyde و α-methyl-benzenemethanol می‌باشند (۳۸). این گیاه دارای برخی اثرات درمانی روی اختلالات گوارشی و مثانه می‌باشد و به عنوان یک داروی ضد تشنج، دافع کرم روده، ضد آسم و ضد اختلالات تنفسی در میان ایرانیان شناخته شده است (۳، ۴۲). اثرات قارچ‌کشی بالای ترکیبات فرار از اسانس زیره سیاه توسط سکین و همکاران گزارش شده است (۴۳). گزارشی از اثر حشره‌کشی اسانس این گونه در منابع علمی یافت نشد اما خاصیت حشره‌کشی اسانس تعدادی گونه مشابه آن از خانواده چتریان علیه شپشه آرد گزارش شده است (۶). در بررسی حاضر، اثرات حشره‌کشی اسانس‌های بذور دو گونه گیاهی هل و زیره سیاه علیه حشرات کامل شپشه آرد مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

بذور خشک هل *E. cardamomum* در اواسط آبان ماه ۱۳۸۶ از بازار محلی مشهد خریداری شد. بذور زیره سیاه *B. persicum* در اوایل مهر ماه ۱۳۸۶ از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد جمع‌آوری و در شرایط آزمایشگاه (دمای ۳±۲۵ °C) به مدت یک هفته خشک گردید. جهت تهیه اسانس، بذور خشک به شکل پودر درآمدند. در هر بار اسانس‌گیری، ۱۰۰ گرم از مواد خشک هر گیاه به همراه ۶۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر با استفاده از دستگاه اسانس‌گیر شیشه‌ای مدل کلونجر[4] طی مدت زمان ۳ ساعت در دمای ۱۰۰°C اسانس‌گیری شد. از هر ۱۰۰ گرم ماده خشک گیاهی در حدود ۱/۵ میلی لیتر اسانس بدست آمد. اسانس‌های جمع‌آوری شده به وسیله سولفات سدیم آبگیری و تا زمان استفاده در ظروف شیشه‌ای تیره به حجم ۱۵ میلی‌لیتر در یخچال در دمای ۴°C نگهداری شدند.

شپشه آرد *T. castaneum* از بخش تحقیقات حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران تهیه و کلنی اولیه آن در دستگاه انکوباتور با شرایط دمای ۱±۳۰ °C، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره تاریکی ۲۴ ساعته روی محیط کشت شامل ترکیبی از ۱۰ قسمت وزنی آرد و ۱ قسمت مخمر پرورش یافت (۱۱). به منظور بدست آوردن حشرات کامل نر و ماده، جنسیت حشره در مرحله شفیرگی از روی شکل برجستگی‌های جنسی واقع در آخرین حلقه شکمی در زیر استرئومیکروسکپ مشخص گردید و شفیره‌های نر و ماده بطور جداگانه در ظروف پلاستیکی حاوی محیط کشت تا هنگام ظهور حشرات کامل نگهداری شدند.

آزمایش‌های زیست سنجی سمیت تنفسی بر اساس روش رحمان و اشمیت (۳۹) و کیتا و همکاران (۱۴) در ظروف شیشه‌ای به حجم ۲۷ میلی‌لیتر به قطر ۲/۳ و ارتفاع ۸/۱ سانتی‌متر انجام شد. تعداد ۱۰ حشره کامل نر و ماده ۷-۱ روزه بطور مجزا به داخل ظرف شیشه‌ای منتقل گردید. ۶ غلظت در مقادیر بین ۱-۰/۱ میکرولیتر از اسانس زیره سیاه معادل ۳۷-۳/۷ میکرولیتر بر لیتر هوا و ۹ غلظت در مقادیر بین ۳/۳۱-۰/۱ میکرولیتر از اسانس هل معادل ۱۲۲/۶-۳/۷ میکرولیتر بر لیتر هوا، بدون استفاده از حلال مورد آزمایش قرار گرفت. قطعات مربع شکل از کاغذ صافی (واتمن شماره ۲)[5] در ابعاد ۲×۲ سانتی‌متری تهیه شد و هر قطعه کاغذ صافی داخل درپوش یک ظرف آزمایش قرار داده شد. مقدار لازم اسانس مربوط به هر یک از غلظت‌های فوق‌الذکر به وسیله میکروسمپلر ساخت شرکت برند[6] آلمان روی کاغذ صافی داخل درپوش ریخته شد و بلافاصله دهانه ظرف آزمایش توسط درپوش مسدود گردید. در ظروف شاهد از اسانس استفاده نشد. جهت جلوگیری از نفوذ بخار اسانس به بیرون، اطراف درپوش با نوار میکروفیلم محکم بسته شد. تعداد حشرات مرده در ظروف تیمار و شاهد پس از ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۲۴ ساعت اسانس‌دهی شمارش و ثبت گردید. آزمایشات برای هر مدت اسانس‌دهی در واحدهای آزمایشی جداگانه و در شرایط مشابه پرورش حشرات انجام شد. حشراتی که فاقد حرکت در پاها، دو حلقه انتهایی شکم یا شاخک ها بودند، مرده تلقی شدند. درصد مرگ و میر حشرات کامل و

1 - *Elletaria cardamomum* Maton
2 - Cardamom
3 - Black cumin

4 - Clevenger
5 - Whatman No. 2
6 - Brand

www.SID.ir

Archive of SID

رگرسیون بین درصد مرگ و میر و مدت اسانس‌دهی در غلظت‌های مختلف با استفاده از نرم افزار رایانه‌ای Minitab Version13 محاسبه شد. سمیت اسانس‌ها توسط مدل پروبیت با استفاده از نرم افزار Polo- Pc آنالیز گردید و پارامترهای مختلف آن بین اسانس‌ها مقایسه شد. مقادیر LC_{50} و LC_{90} برای حشرات نر و ماده در هر دو اسانس پس از ۲۴ ساعت اسانس دهی ارزیابی و توسط روش روبرتسون و پریسلر[1] مورد مقایسه قرار گرفت(۴۱).

نتایج

سمیت تنفسی اسانس‌های هل و زیره سیاه روی حشرات کامل ۷-۱ روزه شپشه آرد بسته به غلظت اسانس و مدت اسانس‌دهی متغیر بود (شکل ۱). در ۳ و یا ۶ ساعت اولیه از شروع آزمایش در اسانس هل و در ۳ ساعت اولیه در اسانس زیره سیاه در تمام غلظت‌های مورد استعمال هیچ مرگ و میری مشاهده نشد. پس از ۹ ساعت اسانس‌دهی، بالاترین میزان مرگ و میر در افراد ماده (۳۶/۶٪) و نر (۴۰٪) در اثر اسانس هل با غلظت ۱۲۳ میکرولیتر بر لیتر هوا حاصل گردید.در حالیکه در همین مدت زمان در اثر اسانس زیره سیاه، بالاترین میزان تلفات در افراد ماده (۴۳/۳٪) و نر (۵۸/۳٪) با غلظت ۳۷ میکرولیتر بر لیتر هوا بدست آمد. در مدت ۱۲ ساعت، غلظت ۹ میکرولیتر بر لیتر هوا از اسانس هل تلفاتی در حشرات ماده ایجاد نکرد و در حشرات نر فقط ۳/۳٪ تلفات حاصل گردید. در حالیکه در مدت و غلظت مشابه، اسانس زیره سیاه در حشرات ماده و نر به ترتیب ۳۰ و ۳۸/۳٪ تلفات ایجاد نمود. همچنین در مدت ۲۴ ساعت، غلظت ۴ میکرولیتر بر لیتر هوا از اسانس هل روی حشرات ماده اثری نداشت و روی حشرات نر فقط ۳/۳٪ تلفات ایجاد کرد. در حالیکه در مدت و غلظت مشابه، اسانس زیره سیاه در حشرات ماده و نر به ترتیب ۱۰ و ۱۸/۳٪ تلفات ایجاد نمود. در مدت ۲۴ ساعت غلظت ۱۲۳ میکرولیتر بر لیتر هوا از اسانس هل تلفات حدود ۹۶٪ روی حشرات ماده ایجاد کرد ولی همین میزان تلفات روی حشرات نر با غلظت ۷۹ میکرولیتر بر لیتر هوا بوجود آمد. در مورد اسانس زیره سیاه در مدت ۲۴ ساعت، تلفات حدود ۹۶٪ روی حشرات ماده یا نر در اثر غلظت ۳۷ میکرولیتر بر لیتر هوا حاصل شد. در کلیه آزمایش‌های زیست‌سنجی این بررسی، هیچ مرگ و میری در ظروف شاهد مشاهده نشد.

نتایج آنالیز رگرسیون خطی بین میزان مرگ و میر و مدت اسانس‌دهی در غلظت‌های متفاوت اسانس نشان داد که در تمام غلظت‌های مورد مطالعه هر دو اسانس، روابط مثبت و معنی دار بین این دو متغیر وجود داشت. ضرایب همبستگی (R^2) این روابط نشان داد که بین ۷۵ تا ۹۵ درصد از تغییرات در میزان تلفات حشرات کامل ناشی از تغییر در مدت زمان قرار گرفتن در معرض اسانس بوده است.

در هر دو اسانس مورد مطالعه با افزایش غلظت اسانس، شیب خطوط رگرسیون بین دو متغیر فوق الذکر افزایش یافت (جدول۱).

آنالیز پروبیت روی داده‌های مرگ و میر حاصل پس از ۲۴ ساعت اسانس‌دهی، جهت مقایسه سمیت اسانس‌ها مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۲). مقادیر شیب خطوط پروبیت مرگ و میر برای افراد نر و ماده در اسانس‌ها بین ۲/۳۵ تا ۲/۸۲ متغیر بود. ولی مقایسه شیب خطوط بر اساس آزمون فرضیه موازی بودن خطوط نشان داد که شیب خطوط پروبیت در بین افراد نر و ماده در دو اسانس مورد مطالعه اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند (X^2=2.768, df=3, P=0.429). بنابراین شیب معادل (±۰/۱۱) ۲/۵۸ به عنوان شیب مشترک بین خطوط پروبیت مرگ و میر افراد نر و ماده برای اسانس‌های هل و زیره سیاه محاسبه گردید. با توجه به موازی بودن خطوط پروبیت، نتایج آزمون فرضیه یکسان بودن خطوط نشان داد که ثابت‌های رگرسیون پروبیت مرگ و میر افراد نر و ماده در اثر اسانس‌ها با هم اختلاف معنی دار داشتند (X^2=268.24, df=6, P<0.001).

نتایج آنالیز پروبیت نشان داد که در همه‌ی موارد فاکتور g کمتر از ۰/۵ و مقدار آزمون t بیشتر از ۱/۹۶ بود. فاکتور هتروژنیتی[2] در اسانس هل برای افراد ماده و در اسانس زیره برای افراد نر کمتر از ۱ بدست آمد. فاکتور هتروژنیتی بزرگتر از ۱ برای افراد نر در اسانس هل (۱/۲۶) و برای افراد ماده در اسانس زیره سیاه (۱/۱۸) در نتایج آنالیز پروبیت، نشان‌دهنده اعمال فاکتور g (۰/۹۵) در تصحیح مقادیر LC_{50} بود. شاخص‌های LC_{50} و LC_{90} نشان دادند که اسانس زیره سیاه در مقایسه با اسانس هل دارای سمیت تنفسی بالاتری علیه حشرات کامل شپشه آرد بود. کمترین میزان سمیت مربوط به اسانس هل علیه حشرات کامل ماده با LC_{50} معادل ۳۰/۶۳ میکرولیتر بر لیتر هوا و بیشترین میزان سمیت مربوط به اسانس زیره سیاه علیه حشرات نر با LC_{50} معادل ۷/۵۹ میکرولیتر بر لیتر هوا بود (جدول ۲).

مقایسه حساسیت حشرات نر و ماده نسبت به هر یک از اسانس‌ها با استفاده از نسبت LC_{50} و حدود اطمینان ۹۵٪ آن نشان داد که میزان LC_{50} اسانس هل علیه حشرات ماده بطور معنی‌داری بیشتر از میزان این شاخص علیه حشرات نر بود. نتیجه مشابه در مورد مقایسه LC_{50} اسانس زیره سیاه علیه حشرات ماده و نر نیز حاصل گردید. مقایسه سمیت اسانس‌ها با استفاده از نسبت LC_{50} و حدود اطمینان ۹۵٪ آن نشان داد که برای حشرات ماده، LC_{50} اسانس هل بطور معنی داری بزرگتر از LC_{50} اسانس زیره سیاه بود. نتیجه مشابه در مورد مقایسه LC_{50} دو اسانس علیه حشرات نر بدست آمد (جدول ۳).

به روش مشابه، مقایسه شاخص‌های LC_{90} اسانس‌ها نشان داد که میزان LC_{90} اسانس هل علیه حشرات ماده تفاوت معنی‌داری با

1 - Robertson and Preisler

2 - Heterogeneity factor

www.SID.ir

Archive of SID

میزان این شاخص علیه حشرات نر نداشت. همین نتیجه در مورد مقایسه LC_{90} اسانس زیره سیاه علیه حشرات ماده و نر نیز بدست آمد. مقایسه سمیت اسانس‌ها بر اساس شاخص LC_{90} برای هر یک از حشرات ماده یا نر نشان داد که LC_{90} اسانس هل بطور معنی داری بزرگتر از LC_{90} اسانس زیره سیاه بود. (جدول ۴).

(جدول ۱)- نتایج تجزیه رگرسیون خطی بین میانگین درصد تلفات حشرات کامل شپشه آرد *T. castaneum* و مدت اسانس‌دهی بر حسب جنس حشره در غلظت های مختلف از اسانس‌های هل و زیره سیاه¥

منبع اسانس	غلظت اسانس ($\mu l.L^{-1}$)	جنس حشره	شیب رگرسیون (خطای معیار ±)	ضریب همبستگی (R^2)	$F(1,3)$	P
هل *E. cardamomum*	۳/۷	ماده	—	—	—	—
	۵/۶		—	—	—	—
	۸/۹		—	—	—	—
	۱۳/۷		—	—	—	—
	۲۱/۱		—	—	—	—
	۳۳/۰		۲/۴۶۶±۰/۴۵۸	۰/۸۷۵	۲۸/۹۶	۰/۰۱۳
	۵۱/۱۱		۳/۵۳۵±۰/۵۵۳	۰/۹۰۹	۴۰/۷۹	۰/۰۰۸
	۷۹/۳		۴/۶۹۶±۰/۵۲۲	۰/۹۵۲	۸۱/۰۳	۰/۰۰۳
	۱۲۲/۶		۴/۹۳۲±۱/۱۴۲	۰/۸۱۵	۱۸/۶۴	۰/۰۲۳
	۳/۷	نر	—	—	—	—
	۵/۶		—	—	—	—
	۸/۹		۱/۱۸۷±۰/۲۳۳	۰/۸۶۲	۲۵/۸۹	۰/۰۱۵
	۱۳/۷		۱/۳۶۲±۰/۲۴۶	۰/۸۸۱	۳۰/۵۶	۰/۰۱۲
	۲۱/۱		۲/۰۷۸±۰/۳۲۹	۰/۹۰۶	۳۹/۷۵	۰/۰۰۸
	۳۳/۰		۳/۰۱۴±۰/۴۷۳	۰/۹۰۸	۴۰/۵۷	۰/۰۰۸
	۵۱/۱۱		۴/۰۵۶±۰/۶۵۷	۰/۹۰۳	۳۸/۱۱	۰/۰۰۹
	۷۹/۳		۴/۸۹۰±۰/۹۷۹	۰/۸۵۷	۲۴/۹۴	۰/۰۱۵
	۱۲۲/۶		۵/۰۸۴±۱/۱۷۲	۰/۸۱۷	۱۸/۸۰	۰/۰۲۳
زیره سیاه *B. persicum*	۳/۷	ماده	۰/۴۴۹±۰/۰۷۸	۰/۸۸۹	۳۳/۱۵	۰/۰۱۰
	۵/۹		۱/۶۰۲±۰/۲۶۸	۰/۸۹۷	۳۵/۷۰	۰/۰۰۹
	۹/۳		۲/۵۳۰±۰/۲۹۲	۰/۹۴۹	۷۵/۰۶	۰/۰۰۳
	۱۵/۰		۳/۱۲۰±۰/۳۸۹	۰/۹۴۱	۶۴/۴۱	۰/۰۰۴
	۲۳/۳		۳/۶۸۷±۰/۴۲۴	۰/۹۴۹	۷۵/۷۳	۰/۰۰۳
	۳۷/۰		۴/۴۷۵±۰/۶۵۲	۰/۹۲۰	۴۷/۰۸	۰/۰۰۶
	۳/۷	نر	۰/۹۵۱±۰/۱۷۲	۰/۸۸۱	۳۰/۶۴	۰/۰۱۲
	۵/۹		۲/۱۷۳±۰/۲۴۲	۰/۹۵۲	۸۰/۸۷	۰/۰۰۳
	۹/۳		۲/۹۴۵±۰/۳۷۸	۰/۹۳۷	۶۰/۷۲	۰/۰۰۴
	۱۵/۰		۳/۵۰۱±۰/۴۶۲	۰/۹۳۴	۵۷/۴۵	۰/۰۰۵
	۲۳/۳		۴/۰۰۳±۰/۴۹۲	۰/۹۴۲	۶۶/۱۴	۰/۰۰۴
	۳۷/۰		۴/۱۸۹±۱/۱۵۲	۰/۷۵۳	۱۳/۲۳	۰/۰۳۶

¥ قطعات کاغذ صافی با قطر ۲ سانتی متر آغشته به اسانس داخل درب ظروف مکارتی قرار داده شد.

— به دلیل عدم وجود تلفات حشرات کامل در اکثر مدت زمان‌های مورد مطالعه، رگرسیون غیر قابل محاسبه بود.

www.SID.ir

Archive of SID

(جدول ۲)- آنالیز پروبیت روابط مرگ و میر-غلظت پس از ۲٤ ساعت ناشی از سمیت تنفسی اسانس‌های هل و زیره سیاه روی حشرات کامل شپشه آرد *T. castaneum* به تفکیک جنس حشرات

منبع اسانس	جنس حشره	تعداد حشرات	پروبیت مرگ ومیر-غلظت		نسبت t	هتروژنیتی	فاکتور g (۰/۹۵)	غلظت های کشنده ($\mu l.L^{-1}$) (حدود اطمینان ۹۵٪)	
			(±SE) ثابت	(±SE) شیب				LC_{50}	LC_{90}
E. cardamomum و	ماده	۵۴۰	-۴/۱۹(±۰/۳۲)	۲/۸۲(±۰/۲۱)	۱۳/۳۸	۰/۷۵	۰/۰۲۱	۳۰/۶۳ (۲۷/۲۷-۳۴/۴۹)	۸۷/۲۶ (۷۳/۰۴-۱۰۹/۴۱)
	نر	۵۴۰	-۳/۲۰(±۰/۲۵)	۲/۳۵(±۰/۱۹)	۱۲/۵۹	۱/۲۶	۰/۰۴۸	۲۲/۹۱ (۱۹/۰۷-۲۷/۹۳)	۸۰/۲۵ (۵۹/۴۰-۱۲۴/۵۹)
زیره سیاه *B. persicum*	ماده	۴۲۰	-۲/۵۸(±۰/۲۷)	۲/۶۰(±۰/۲۵)	۱۰/۲۹	۱/۱۸	۰/۰۸۶	۹/۹۰ (۷/۹۳-۱۲/۱۴)	۳۰/۸۴ (۲۲/۹۰-۵۰/۴۷)
	نر	۴۲۰	-۲/۳۰(±۰/۲۷)	۲/۶۲(±۰/۲۶)	۹/۹۴	۰/۶۱	۰/۰۳۹	۷/۵۹ (۶/۵۱-۸/۶۸)	۲۳/۴۳ (۱۹/۳۲-۳۰/۵۶)

SE : خطای معیار

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که بر اساس شاخص LC_{50}، حشرات ماده نسبت به سمیت تنفسی بخار هر دو اسانس در مقایسه با حشرات نر حدود ۱/۳ برابر مقاوم‌تر بودند (جدول ۳). هر چند بر اساس شاخص LC_{90}، این تفاوت حساسیت بین حشرات ماده و نر نسبت به اسانس‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۴). حساسیت بیشتر افراد نر شپشه آرد در مقایسه با افراد ماده نسبت به ترکیبات خالص برخی از عصاره های گیاهی در نتایج تحقیقات خاتون و همکاران و پروین و همکاران نیز گزارش شده است (۱۵، ۳۴). میزان تلفات حشرات کامل ۷-۱ روزه با افزایش غلظت اسانس و مدت اسانس‌دهی از ۳ تا ۲۴ ساعت افزایش یافت (شکل ۱). وجود روابط مثبت بین درصد تلفات و مدت اسانس‌دهی توسط آنالیز رگرسیون خطی (جدول ۱) و بین درصد تلفات و غلظت اسانس‌ها به وسیله آنالیز پروبیت (جدول ۲) نیز تایید گردید. نظیر این قبیل روابط در نتایج آزمایشات زیست سنجی در مورد سمیت سایر اسانس‌های گیاهی روی آفات انباری اشاره شده است (۳۰، ۳۲).

نتایج بررسی حاضر نشان داد که اسانس زیره سیاه بسیار مؤثرتر از اسانس هل برای هر دو جنس ماده و نر شپشه آرد بود؛ میزان LC_{50} اسانس هل بیش از سه برابر میزان این شاخص در اسانس زیره سیاه بود (جدول ۳). در بررسی حاضر مقدار LC_{50} تنفسی اسانس هل پس از ۲۴ ساعت روی حشرات کامل نر و ماده شپشه آرد به ترتیب معادل ۲۲/۹۱ و ۳۰/۶۳ میکرولیتر بر لیتر هوا برآورد گردید (جدول ۲). سمیت اسانس هل روی برخی آفات انباری از جمله شپشه آرد در منابع علمی بررسی شده است. محفوظ و خالق‌الزمان میزان LC_{50} تنفسی اسانس هل در مدت ۲۴ ساعت علیه سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات *C. maculatus* را برابر ۳۰۴/۱۲ میکروگرم بر سانتی‌مترمربع گزارش کردند (۲۴). با استناد به حجم ظروف آزمایش در تحقیق فوق این میزان معادل ۲۷/۶۵ میکرولیتر بر لیتر هوا برآورد گردید که با نتایج تحقیق حاضر روی شپشه آرد تقریبا تطابق دارد. هوانگ و همکاران نشان دادند که مقدار LC_{50} تنفسی اسانس هل پس از ۲۴ ساعت اسانس‌دهی علیه حشرات کامل (سن ۴-۲ هفتگی) شپشه آرد و شپشه ذرت *Sitophilus zeamais Motsch.* به ترتیب ۱/۵۹ و ۰/۷۲ میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع بود (۱۱). موندال و خالق‌الزمان میزان LC_{50} تنفسی اسانس هل پس از ۲۴ ساعت اسانس‌دهی را برای حشرات کامل ۳-۱ روزه شپشه آرد ۰/۲۲۳ میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع گزارش کردند (۲۹). با استناد به حجم ظروف مورد استفاده در آزمایشات زیست‌سنجی، میزان LC_{50} اسانس هل علیه شپشه آرد که توسط هوانگ و همکاران و موندال و خالق الزمان گزارش گردیده بود، به ترتیب معادل ۲۰۰ و ۱۳ میکرولیتر بر لیتر هوا تخمین زده شد که با یکدیگر و همچنین با مقادیر LC_{50} در تحقیق حاضر (۲۲/۹۱ و ۳۰/۶۳ میکرولیتر بر لیتر هوا به ترتیب برای جنس نر و ماده) تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارند. نتایج تحقیقات ذکر شده به دلایل مختلف از جمله تفاوت در روش استخراج اسانس یا منبع تهیه آن، استفاده از حلال جهت رقیق کردن اسانس، تفاوت در روش کاربرد اسانس و حجم ظروف آزمایش، شرایط پرورش حشرات و سن، اندازه یا وزن حشرات کامل و نامشخص بودن جنسیت حشرات مورد آزمایش مستقیما با نتایج بررسی حاضر قابل مقایسه نمی‌باشد. به عنوان مثال هوانگ و همکاران از حلال n-هگزان برای استخراج اسانس و همچنین رقیق کردن آن استفاده کردند و پس از ۲۴ ساعت اسانس‌دهی، حشرات را به مدت یک هفته در ظروف فاقد اسانس و روی محیط غذایی تازه نگهداری نمودند و سپس میزان تلفات را ثبت کردند. در حالیکه در تحقیقات موندال و خالق الزمان، بدون ذکر روش

www.SID.ir

Archive of SID

استخراج، اسانس هل با درجه خلوص ۹۰ درصد از بازار تهیه شده بود و از استون جهت رقیق کردن آن استفاده گردید؛ پژوهشگران اخیر، مشابه تحقیق حاضر، مرگ و میر حشرات را بلافاصله پس از ۲۴ ساعت اسانس‌دهی ثبت کردند. معذالک در هر دو تحقیق مذکور، بر خلاف تحقیق حاضر، جنسیت حشرات مورد آزمایش نامشخص بود، ضمن اینکه سن حشرات و حجم ظروف آزمایش نیز متفاوت بود. در تحقیق حاضر، اسانس‌ها بدون رقیق کردن مورد استفاده قرار گرفتند. فاکتورهای فوق الذکر به ویژه عوامل مربوط به منبع اسانس یا روش استخراج آن (۲، ۲۶ و ۴۰) و شرایط پرورش حشرات در نتایج حاصل از یک آزمایش زیست‌سنجی تاثیر به سزایی دارند (۴ و ۳۵). علاوه بر این، در آزمایشات زیست‌سنجی ترکیبات گازی یا تدخینی عمدتا مقدار وزنی یا حجمی ترکیب سمی در واحد حجم هوا به عنوان واحد غلظت سم توصیه شده است ولی بیان وزن یا حجم سم در واحد سطح مورد سمپاشی به منظور بررسی اثر تماسی ماده سمی به کار می‌رود (۴).

سمیت تنفسی ترکیبات خالص منوترپن و نیز اسانس‌های گیاهی حاوی این ترکیبات روی آفات مختلف در منابع علمی تاکنون گزارش گردیده است (۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۴، ۲۹ و ۳۰). بر اساس تحقیقات لی و همکاران اسانس گونه‌های گیاهی *Eucalyptus nicholii* Blakely & Maiden و *Melaleuca fulgens* R.Br. (خانواده Myrtaceae) غنی از 1,8-cineole می‌باشد (۱۷). نامبردگان LC_{50} اسانس گونه‌های فوق‌الذکر علیه شپشه آرد را به ترتیب ۱۳/۷ و ۱۴/۱ میکرولیتر بر لیتر هوا گزارش کردند و نشان دادند که سمیت آنها با ترکیب خالص 1,8-cineole (LC_{50}= ۱۵/۳ میکرولیتر بر لیتر) مشابه بود. حدود ۳۵ تا ۵۲ درصد از اسانس هل حاوی 1,8-cineole می‌باشد (۲۳). سمیت تنفسی ترکیبات خالص linalool، terpineol، cineole، limonene، cymene و terpinene که از اجزای اسانس‌های زیره سیاه و هل نیز محسوب می‌شوند، روی حشراتی نظیر شپشه آرد، سرخرطومی برنج *S. oryzae* (L.)، شپشه دندانه‌دار غلات *Oryzaephilus surinamensis* (L.) و تعدادی آفات بهداشتی مانند مگس خانگی *Musca domestica* L. و سوسری آلمانی *Blattella germanica* (L.) توسط لی و همکاران بررسی گردید (۱۸، ۱۹ و ۲۱). بر اساس گزارش لی و همکاران ترکیب limonene در مدت ۱۴ ساعت باعث ۶۰٪ تلفات در حشرات کامل شپشه آرد و ۱۰۰٪ تلفات در سایر حشرات فوق‌الذکر گردید. در تحقیقات متعدد سمیت تماسی و تنفسی limonene که از اجزای عمده اسانس زیره سیاه می‌باشد علیه کک‌های مقاوم به سم مالاتیون و برخی پارازیت های دام نظیر کک گربه *Ctenocephalides felis* (Bouché) گزارش گردید (۷ و ۱۰). بنابراین منوترپن‌ها و سایر متابولیت‌های ثانویه ممکن است اثر سمیت تنفسی اسانس‌های زیره سیاه و هل روی شپشه آرد در بررسی حاضر را توجیه کند.

در بررسی حاضر مقادیر LC_{50} تنفسی اسانس زیره سیاه در مدت ۲۴ ساعت علیه حشرات کامل نر و ماده شپشه آرد به ترتیب معادل ۷/۵۹ و ۹/۹۰ میکرولیتر بر لیتر هوا بدست آمد که خیلی کمتر از میزان LC_{50} تنفسی اسانس گونه‌های مشابه از خانواده چتریان نظیر *Trachyspermum ammi* (L.) (LC_{50}=۱۳/۴۸)، *Anethum graveolens* L. (LC_{50}=۱۶/۶۶)، زیره سبز *Cuminum cyminum* L. (LC_{50}=۱۶/۲۶) و *Foeniculum vulgare* Mill. (LC_{50}=۱۸/۵۵) بود و نشان‌دهنده سمیت بیشتر اسانس زیره سیاه در مقایسه با گونه‌های خویشاوند می‌باشد (۵ و ۶). علاوه بر خاصیت حشره‌کشی، اسانس زیره سیاه علیه قارچ‌های بیماریزای گیاهی نیز موثر است. سکین و همکاران (۲۰۰۷) اثر قارچ‌کشی زیادتر ترکیبات فرار اسانس زیره سیاه را در مقایسه با زیره سبز و هل گزارش کردند (۴۳). علیرغم وجود مستندات علمی متعدد که سمیت تماسی و تنفسی اسانس‌های گیاهی و اجزای متشکله آنها را تایید می‌کند، مکانیسم عمل این ترکیبات هنوز بخوبی شناخته نشده است (۲۱).

(جدول ۳)- نسبت های LC_{50} و حدود اطمینان ۹۵٪[¥] آنها جهت مقایسه‌ی سمیت تنفسی اسانس‌های هل و زیره سیاه علیه حشرات کامل شپشه آرد *T. castaneum*

متغیر	نسبت LC_{50}	حدود اطمینان ۹۵٪
نوع اسانس	(LC_{50} نر : LC_{50} ماده)	مقایسه بین حساسیت حشرات ماده و نر نسبت به هر اسانس
هل	۱/۳۳۷	۱/۱۱۶–۱/۶۰۱ *
زیره سیاه	۱/۳۰۵	۱/۰۷۱–۱/۵۸۹ *
جنس حشره	(LC_{50} زیره‌سیاه : LC_{50} هل)	مقایسه بین سمیت اسانس ها روی هر جنس حشره
ماده	۳/۰۹۶	۲/۵۸۶–۳/۷۰۵ *
نر	۳/۰۲۱	۲/۴۷۹–۳/۶۸۲ *

¥ – حدود اطمینان ۹۵٪ بر اساس روش روبرتسون و پریسلر (۱۹۹۲) محاسبه شد.

* – اختلاف معنی دار بین LC_{50} های مقایسه شده در سطح ۵٪ وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

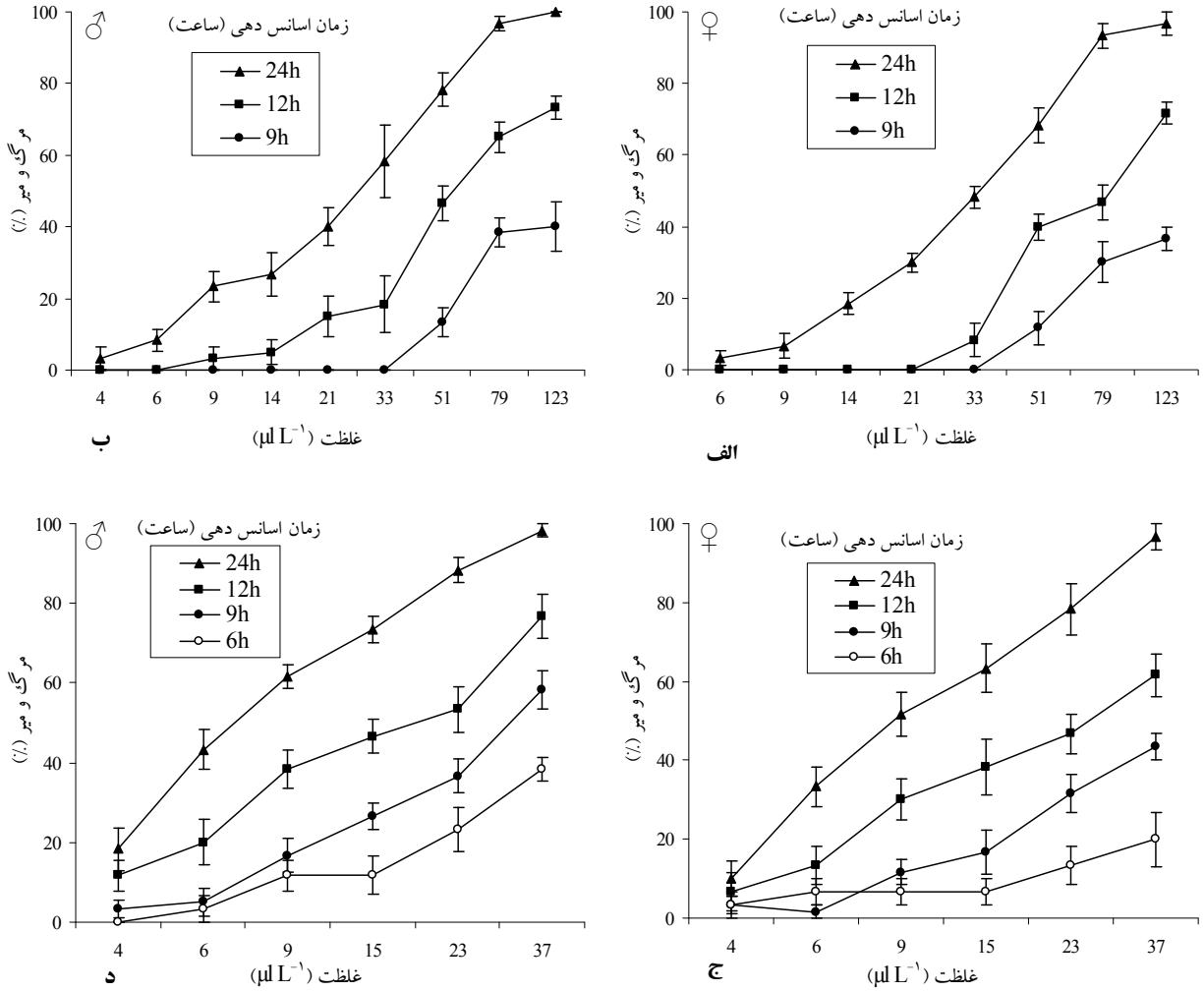
(جدول ٤)- نسبت های LC_{90} و حدود اطمینان ۹۵٪[¥] آنها جهت مقایسه‌ی سمیت تنفسی اسانس‌های هل و زیره سیاه علیه حشرات کامل شپشه آرد *T. castaneum*

متغیر	LC_{90}نسبت	حدود اطمینان ۹۵٪
نوع اسانس	(LC_{90} نر : LC_{90} ماده)	مقایسه بین حساسیت حشرات ماده و نر نسبت به هر اسانس
هل	۱/۰۸۸	۰/۷۸۳-۱/۵۱۰ NS
زیره سیاه	۱/۳۱۶	۰/۹۴۴-۱/۸۳۴ NS
جنس حشره	(LC_{90} زیره‌سیاه : LC_{90} هل)	مقایسه بین سمیت اسانس ها روی هر جنس حشره
ماده	۲/۸۳۰	۲/۰۶۳-۳/۸۸۳ *
نر	۳/۴۲۴	۲/۴۲۹-۴/۸۲۸ *

¥- حدود اطمینان ۹۵٪ بر اساس روش روبرتسون و پریسلر (۱۹۹۲) محاسبه شد.

NS - اختلاف معنی دار بین LC_{90} های مقایسه شده در سطح ۵٪ وجود ندارد.

* - اختلاف معنی دار بین LC_{90} های مقایسه شده در سطح ۵٪ وجود دارد.



(شکل ۱)- میانگین (±خطای معیار) درصد مرگ و میر حشرات کامل ۷-۱ روزه ماده (♀) و نر (♂) شپشه آرد *T. castaneum* بر حسب مدت اسانس‌دهی در اثر غلظت‌های مختلف اسانس‌های هل *E. cardamomum* (الف و ب) و زیره سیاه *B. persicum* (ج و د)

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد که اسانس‌های زیره سیاه و هل سمیت تنفسی بالایی علیه حشرات کامل شپشه آرد *T. castaneum* دارند و پتانسیل کاربرد به عنوان محافظت کننده غلات علیه آفات انباری را دارند. معذالک به منظور جداسازی و شناسایی ترکیبات فعال، حذف عطر یا بوی آنها، بررسی میزان جذب آنها به مواد انباری و دستیابی به فرمولاسیون مناسب جهت کاربرد آنها به عنوان حفاظت کننده‌های مواد انباری، انجام تحقیقات بیشتر ضروری است. در حال حاضر، بی‌خطر بودن یک آفت کش برای محیط زیست از اهمیت بیشتری برخوردار است. تحقیقاتی که در این زمینه تاکنون روی اسانس‌های گیاهی انجام گرفته امید بخش است. گونه‌های گیاهی مختلف با اثرات حشره کشی در سرتاسر دنیا وجود دارند. بنابراین به منظور دستیابی به آفت‌کش‌های ارزان‌تر با کمترین آلودگی زیست‌محیطی، نیاز به انجام تحقیقات بیشتر وجود دارد.

سپاسگزاری

پژوهش حاضر بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده دوم می‌باشد. از معاونت محترم پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر پشتیبانی مالی صمیمانه تشکر می‌کنیم. همچنین از سرکار خانم مهندس منفرد کارشناس آزمایشگاه گروه گیاه‌پزشکی آن دانشگاه به خاطر همکاری در پرورش حشرات در طی انجام آزمایشات زیست‌سنجی نهایت تشکر را داریم.

منابع

1- Al-Zuhair H., El-Sayeh B., Ameen H.A. and Al-Shoora H. 1996. Pharmacological studies of cardamom oil in animals. Pharmacological Research, 34(1-2): 79-82.

2- Angioni A., Barra A., Coroneo V., Dessi S. and Cabras P. 2006. Chemical composition, seasonal variability and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. stoechas essential oils from stem/leaves and flowers. Journal of Agricultural Food Chemistry, 54:4364-4370.

3- Boskabady M.H. and Moghaddas A. 2004. Antihistaminic effect of *Bunium persicum* on Guinea pig tracheal chains. Iranian Biomedical Journal, 8(3):149-155.

4- Busvine J.R. 1971. A Critical Review of the Techniques for Testing Insecticides. Commonwealth Agricultural Bureaux, London. pp. 345.

5- Chaubey M.K. 2006. Toxicity of essential oils from *Cuminum cyminum* (Umbelliferae), *Pipper nigrum* (Piperaceae) and *Foeniculum vulgare* (Umbelliferae) against stored-product beetle *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 34:1719-1727.

6- Chaubey M.K. 2007. Insecticidal activity of *Trachyspermum ammi* (Umbelliferae), *Anethum graveolens* (Umbelliferae) and *Nigella sativa* (Ranunculaceae) essential oils against stored-product beetle *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). African Journal of Agricultural Research, 2(11):596-600.

7- Collart M.G. and Hink W.F. 1986. Development of resistance to malathion in cat flea (Siphonaptera: Pulicidae). Journal of Economic Entomology, 79(6):1570-1572.

8- Emara T. and M. Ryan 1997. Effect of two crude botanical extracts on the red flour beetle, *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of the Egyptian German Society of Zoology, 23:125-140.

9- Ghahraman, A. 1993. Plant Systematics. Cormophytes of Iran. Nasher Daneshgahi Publisher, Tehran. pp. 671.

10- Hink W.F. and Fee B.J. 1986. Toxicity of D-limonene, the major component of citrus peel oil, to all life stages of cat flea, *Ctenocephalides felis* (Siphonaptera: Pulicidae). Journal of Medical Entomology, 23: 400-404.

11- Huang Y., Lam S.L. and Ho S.H. 2000. Bioactivities of essential oil from *Elletaria cardamomum* (L.) Maton. To *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). Journal of Stored Products Research, 36(2):107-117.

12- 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.

13- Jembere B., Obeng-Ofori D., Hassanali A. and Nyamasyo G. 1995. Products derived from the leaves of *Ocimum kilimanndscharium* (Labiatae) as post-harvest grain protectants against the infestation of three major stored product insect pests. Bulletin of Entomological Research, 85:361-367.

14- Kéita S.M., Vincent C., Schmit J.P., Arnason J.T. and Bélanger A. 2001. Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus*

www.SID.ir

Archive of SID

maculatus (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 37(4): 339-349.

15- Khatune N.A., Islam M.E., Rahman M.A.A., Baki M.A., Sadik G. and Haque M.E. 2002. Pesticidal activity of a novel coumestan derivative isolated from *Psoralea corylifolia* Linn. against *Tribolium castaneum* Herbst. Adults and larvae (Coleoptera: Tenebrionidae). Pakistan Journal of Agronomy, 1(4):112-115.

16- Klocke J.A. 1989. Plant compounds as source and models of insect control agents. Economic and Medicinal Plant Research. (ed. K. Hostettmann), pp. 103-144. Academic Press, London.

17- Lee B.H., Annis P.C., Tumaalii F. and Choi W.S. 2004. Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1,8-cineole against 3 major stored-grain insects. Journal of Stored Products Research, 40(5):553-564.

18- 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(4):317-320.

19- Lee B.H., Lee S.E., Annis P.C., Pratt S.J., Part B.S. and Tumaalii F. 2002. Fumigant toxicity of essential oils and monoterpenes against the red flour beetle, *Tribolium castaneum* Herbst. Journal of Asia-Pacific Entomology, 5(2):237-240.

20- Lee S.E., Lee B.H., Choi W.S., Park B.S., Kim J.G. and Campbell B.C. 2001. Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). Pest Management Science, 57: 548-553.

21- Lee S.E., Peterson C.J. and Coats J.R. 2003. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. Journal of Stored Products Research, 39(1):77-85.

22- Liu Z.L. and Ho S.H. 1999. Bioactivity of essential oils extracted from *Evodia rutaecarpa* Hook f. et Thomas against the grain storage insects, *Sitophilus zeamais* Motsch. and *Tribolium castaneum* (Herbst). Journal of Stored Products Research, 35(4):317-328.

23- Lucchesi M.E., Smadja J., Bradshaw S., Louw W. and Chemat F. 2007. Solvent free microwave extraction of *Elletaria cardamomum* L.: A multivariate study of a new technique for the extraction of essential oil. Journal of Food Engineering, 79(3):1079-1086.

24- Mahfuz I. and Khalequzzaman M. 2007. Contact and fumigant toxicity of essential oils against *Callosobruchus maculatus*. Journal of Zoology Rajshahi University, 26: 63-66.

25- Mahmud M.K., Khan M.M.H., Husain M., Alam M.I. and Afrad M.S.I. 2002. Toxic effects of different plant oils on pulse beetle *Callosobruchus chinensis* Linn. (Coleoptera: Bruchidae). Journal of the Asiatic Society of Bangladesh Science, 28(1):11-18.

26- Masotti V., Juteau F. and Viano J.M. 2003. Seasonal and phenological variations of the essential oils from the narrow endemic species *Artemisia molinieri* and its biological activities. Journal of Agricultural Food Chemistry, 51:7115-7121.

27- Matthews G.A. 1993. Insecticide application in stores. Application Technology for Crop Protection. (eds. G.A. Matthews and E.C. Hislop), pp. 305-315. CAB International, Wallingford, UK.

28- Mehra K. 2001. Indian system of innovation in biotechnology - A case study of cardamom. Technovation, 21: 15-23.

29- Mondal M. and Khalequzzaman M. 2006. Toxicity of essential oils against red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Biotechnology Sciences, 14: 43-48.

30- 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.

31- Mukherjee S.N. and Joseph M. 2000. Medicinal plant extracts influencing insect growth and reproduction. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 22: 38-47.

32- 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(2): 123-128.

33- Ngamo T.L.S., Goudoum A., Ngassoum M.B., Mapongmetsem P.M., Lognay G., Malaisse F. and Hance T. 2007. Chronic toxicity of essential oils of 3 local aromatic plants towards *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidae). African Journal of Agricultural Research, 2: 164-167.

34- Parvin M.S., Islam M.E., Rahman M.M. and Haque M.E. 2003. Pesticidal activity of pure compound Annotemoyin-1 isolated from chloroform extract of the plant *Annona squamosa* Linn. against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Pakistan Journal of Biological Sciences, 6(12): 1088-1091.

35- Perry A.S., Yamamoto I., Ishaaya I. and Perry R.Y. 1998. Insecticides in Agriculture and Environment: Retrospects

www.SID.ir

Archive of SID

and Prospects. Speringer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. pp. 261.

36- Pimentel D. 1977. Ecological basis of insect pest, pathogen and weed problems. Origin of Pest, Parasites Disease and Weed Problems. (eds. S.M. Cherrett and G.R. Sagar), pp. 3-6. Blackwell's Scientific Publications, Oxford, UK.

37- Pimentel D., Andow D., Dyson-Hudson R., Gallahan D., Jacobson S., Irish M., Croop S., Moss A., Schreiner I., Shepard M., Thompson T. and Vinzant B. 1980. Environmental and social costs of pesticides: a preliminary assessment. Oikos, 34(2):125-140.

38- Pourmortazavi S.M., Ghadiri M. and Hajimirsadeghi S.S. 2005. Supercritical fluid extraction of volatile components from *Bunium persicum* Boiss. (black cumin) and *Mespilus germanica* L. (medlar) seeds. Journal of Food Composition and Analysis, 18(5):439-446.

39- Rahman M.M. and Schmidt G.H. 1999. Effects of *Acorus calamus* (L.) (Aceraceae) essential oil vapours from various origins on *Callosobruchus phaseoli* (Gyllenhal) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 35(3):285-295.

40- Regnault-Roger C. and Hamraoui A. 1993. Efficiency of plants from the south of France used as traditional protectants of *Phaseolus vulgaris* L. against its bruchid *Acanthoscelides obtectus* (Say). Journal of Stored Products Research, 29(3):259-264.

41- Robertson J.L. and Preisler H.K. 1992. Pesticide Bioassays with Arthropods. CRC Press, Florida. pp. 127.

42- Salehi P., Mohammadi F. and Asghari B. 2008. Seed essential oil analysis of *Bunium persicum* by Hydrodistillation-Headspace solvent microextraction. Chemistry of Natural Compounds, 44(1):111-113.

43- Sekine T., Sugano M., Majid A. and Fujii Y. 2007. Antifungal effects of volatile compounds from black zira (*Bunium persicum*) and other spices and herbs. Journal of Chemical Ecology, 33(11):2123-2132.

44- Shaaya E., Kostjukovski M., Eilberg J. and Sukprakarn C. 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. Journal of Stored Products Research, 33(1):7-15.

45- 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(3):499-504.

46- Su H. 1990. Biological activities of hexane extract of *Piper cubeba* against rice weevils and cowpea weevils (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Entomological Science, 25:16-20.

47- Tewary D.K., Bhardwaj A. and Shanker A. 2005. Pesticidal activities in five medicinal plants collected from mid hills of western Himalayas. Industrial Crops and Products, 22(3):241-247.

48- Zargari A. 1996. Medicinal Plants. Tehran University Press, Tehran.

49- Zettler J.L. 1991. Pesticide resistance in *Tribolium castaneum* and *T. confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) from flour mills in the United States. Journal of Economic Entomology, 84(3):763-767.

50- Zettler J.L. and Cuperus G.W. 1990. Pesticide resistance in *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in wheat. Journal of Economic Entomology, 83(5):1677-1681.

www.SID.ir