

## حساسیت چندگونه آفت انباری به اسانس‌های گیاهان شوید، کرفس و نعناع وحشی

مصطفی معروف‌پور<sup>۱\*</sup>، یاور وفايي<sup>۲</sup>، عسگر عبداللهي<sup>۳</sup> و ادريس بديعي<sup>۴</sup>

۱- استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان.

۲- استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان.

۳- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی.

۴- دانشجوی دکتری حشره شناسی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه.

\* مسئول مکاتبه m.maroufpoor@uok.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۱۲

### چکیده

استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی علاوه بر تهدید سلامتی انسان، خطرات محیطی را هم به‌وجود آورده است. اسانس‌های گیاهان معطر به‌عنوان حشره‌کش‌های طبیعی و سالم برای کنترل حشرات آفت مطرح شده‌اند. در تحقیق حاضر، سمیت اسانس گیاهان شوید، کرفس و نعناع وحشی روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات (*Callosobruchus maculatus* F.)، لاروهای شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (*Ephestia kuehniella* Zeller) و شب‌پره‌ی هندی (*Plodia interpunctella* (Hübner)) بررسی شد. بر اساس نتایج تجزیه‌ی شیمیایی اسانس‌ها با دستگاه گاز کروماتوگرافی-طیف-سنج جرمی، (+)-کاروون (۴۸/۸۱ درصد)، آپیول (۲۲/۵۸ درصد) و لیمونن (۱۲/۶۱ درصد) در اسانس شوید، آپیول (۲۱/۸۲ درصد)، دی-لیمونن (۲۱/۲۱ درصد)، ۳-کارن (۱۱/۸۰ درصد) در اسانس کرفس و میریستیسین (۱۳/۳۵ درصد)، ۳-تریپنولون (۱۳/۳۳ درصد) و ۲-ایزوپروپیلدن سیکلوهگزانون (۹/۲۳۹ درصد) در اسانس نعناع وحشی به‌عنوان ترکیب‌های اصلی شناسایی شدند. اسانس‌ها سمیت تدخینی بالایی را روی هر سه گونه آفت نشان دادند. LC<sub>50</sub> اسانس‌های نعناع وحشی، شوید و کرفس روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات به‌ترتیب ۵۸/۹۵۸، ۶۷/۷۶۹ و ۹۴/۸۸۸ میکرولیتر بر لیتر برآورد شدند. لاروهای شب‌پره‌ی هندی نسبت به لاروهای شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد و حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات در برابر اسانس شوید حساستر بودند. اسانس نعناع وحشی سمیت تدخینی بیشتری نسبت به اسانس‌های شوید و کرفس روی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد نشان داد. همچنین لاروهای شب‌پره‌ی هندی نسبت به حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات حساسیت بیشتری در برابر اسانس نعناع وحشی نشان دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که اسانس‌های شوید، کرفس و نعناع وحشی دارای پتانسیل حشره‌کشی مناسبی بوده و می‌توانند در مدیریت سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای و شب‌پره‌ی هندی مد نظر قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: اجزای شیمیایی، اسانس‌ها، سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، شب‌پره‌ی هندی.

### مقدمه

(پایکو و کوتیاهو ۲۰۰۵)، شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella* Zeller (رییس ۲۰۰۷ و همکاران ۲۰۰۷) و شب‌پره‌ی هندی *Plodia interpunctella* Hubner (آزلمات و همکاران ۲۰۰۵، رییس ۲۰۰۷) از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زای فرآورده‌های انباری از قبیل بقولات، غلات و فرآورده‌های جانبی آنها می‌باشند. استفاده

کمبود مواد غذایی یکی از مشکلات عمده‌ی تغذیه در کشورهای جهان سوم می‌باشد. در اکثر کشورهای جهان، سالانه ۱۰ تا ۲۰ درصد محصولات کشاورزی در انبارها به‌وسیله آفات از بین می‌روند (رییس ۲۰۰۸). سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* F.

و بذر شناخته می‌شود (جانا و سخاوات ۲۰۱۰ و الشهری و همکاران ۲۰۱۵). اثرات ضد باکتریایی (آرورا و کاور ۲۰۰۷) و ضد قارچی (تیان و همکاران ۲۰۱۲) اسانس شوید در تحقیق‌های اخیر بررسی و ثبت شده است.

کرفس (*Apium graveolens* L. (Apiaceae)) به‌عنوان گیاهی که ترکیبات آروماتیک دارد از کاربرد گسترده‌ای در صنایع دارویی و غذایی برخوردار است (باون ۱۹۹۵). برخی از اثرات بیولوژیک اسانس کرفس از قبیل خواص باکتری‌کشی و قارچ‌کشی در بررسی‌های اخیر ثبت شده است (گوپتا و همکاران ۲۰۰۴، کیورشی و همکاران ۲۰۱۴). گیاه نعناع وحشی (*Mentha longifolia* L. (Lamiaceae)) بومی بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران است، با توجه به اهمیت گسترده‌ای که در صنایع دارویی و غذایی دارد، در بسیاری از نقاط دنیا از قبیل منطقه‌ی مدیترانه، اروپا، استرالیا و شمال آفریقا توسعه پیدا کرده است (باون ۱۹۹۵). اثرات زیستی مختلف این گیاه در کنترل عوامل میکروبی و تاثیر روی سیستم‌های گوارشی و عصبی در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (میکاییلی و همکاران ۲۰۱۳). از این رو، هدف اصلی پژوهش حاضر شناسایی ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس‌های گیاهان شوید، کرفس و نعناع وحشی و بررسی تاثیر این اسانس‌ها، روی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، شب‌پره‌ی هندی و شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

#### پرورش و هم‌سن‌سازی حشرات

کلنی اولیه‌ی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات از آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه کردستان و کلنی اولیه‌ی شب‌پره‌ی هندی و شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد از آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه ارومیه تهیه شدند. برای پرورش سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، از ظروف شیشه‌ای استوانه‌ای دهان گشاد به حجم دو لیتر که به منظور ایجاد تهویه‌ی مناسب دهانه آن با پارچه توری بسته شده بود، استفاده شد. جهت تغذیه از لوبیا چشم بلبلی استفاده

از روش کنترل شیمیایی با بکار بردن حشره‌کش‌های تدخینی موثرترین روش برای کنترل آفات فرآورده‌های انباری در سطح جهان به‌شمار می‌رود (استیدل و شولر ۲۰۰۲). مصرف گسترده‌ی سموم شیمیایی مشکلاتی همچون آلودگی محیط‌زیست، منابع آب‌های زیرزمینی و منابع تغذیه‌ای انسان و دام‌ها به سموم، طغیان آفات از طریق نابودکردن دشمنان طبیعی و مقاومت حشرات به برخی از سموم به‌دلیل کاربرد زیاد و مکرر آن‌ها را پدیدآورده است (ایسمان و همکار ۲۰۱۴، باقیو و ویلکینس ۲۰۰۴، کولینس و همکاران ۲۰۰۵). چنین مسائلی باعث شده محققین درصدد کشف و تولید سموم کم‌خطرتر از جمله سموم گیاهی باشند.

اسانس‌ها ترکیبات معطری هستند که در بخش‌های مختلف گیاهی از جمله سلول‌ها و کرک‌های ترش‌گی، غده‌ها و مجاری ترش‌گی، گل، برگ، بذر، میوه، جوانه و شاخه‌ها وجود دارند. اسانس‌ها از نظر کمیت و کیفیت و همچنین عناصر تشکیل‌دهنده از بخشی به بخش دیگر تفاوت دارند. این ترکیبات در دمای محیط و در معرض هوا تبخیر می‌شوند. به همین دلیل نیمه عمر آنها در محیط کم و حدود ۲۴ تا ۴۸ ساعت است (اینان ۲۰۰۱، راجندران و سیرانجینی ۲۰۰۸). حضور اسانس‌ها در گیاهان راه‌کاری مهم برای حفاظت از آنها به‌ویژه در مقابل حشرات گیاه‌خوار و قارچ‌های بیمارگر است. همچنین این ترکیبات در برهمکنش گیاهان با محیط اطراف نقش حیاتی بر عهده دارند و به‌عنوان جلب‌کننده برای گرده‌افشان‌ها هم به‌کار می‌رود (ثول ۲۰۰۶). حدود ۲۰۰۰ گونه گیاهی به‌عنوان منابع دارای ترکیبات طبیعی حشره‌کش معرفی شده‌اند (یاقوت نژاد ۲۰۱۳). از مهم‌ترین گیاهان حاوی اسانس که خواص آفت‌کشی آنها بررسی شده است، می‌توان به گیاهان نعناع وحشی، کاسنی، چتریان، سرو و مورد اشاره کرد (رگنالت راجر و همکاران ۲۰۱۲).

شوید (*Anethum graveolens* L. (Apiaceae))

گیاهی چندساله و بومی جنوب غربی آسیا و اروپا می‌باشد و به‌عنوان گیاهی با مقدار بالایی از اسانس در برگ، ساقه

در گروه علوم باغبانی دانشگاه کردستان مقایسه، شناسایی و تایید شدند. سپس قسمت‌های مدنظر از گیاهان در محیط آزمایشگاه و در شرایط سایه و تهویه مناسب به مدت سه روز خشک شدند. اندام‌های خشک شده توسط آسیاب IKA مدل A11B (آلمان) پودر شده و مقدار ۱۰۰ گرم از هر کدام برای اسانس‌گیری مورد استفاده قرار گرفت. جهت اسانس‌گیری از روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر استفاده شد. به این صورت که ۱۰۰ گرم از نمونه‌های پودر شده همراه با یک لیتر آب مقطر در بالن شیشه‌ای کلونجر قرار داده شد. اسانس‌گیری در دمای ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت صورت گرفت. اسانس‌های استخراج شده به تیوب‌های آزمایشی پیچیده شده با فویل آلومینیومی منتقل و در داخل یخچال با دمای چهار درجه‌ی سلسیوس در تاریکی نگهداری شدند. برای جلوگیری از هیدرولیز اجزای اسانس، عمل آب‌گیری توسط سولفات سدیم بدون آب ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) صورت گرفت. به ازای هر نمونه گیاهی، یک تا دو میلی‌لیتر اسانس استخراج شد.

#### تجزیه‌ی شیمیایی اسانس‌ها

شناسایی اجزای شیمیایی اسانس‌ها با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی-طیف‌سنج جرمی مدل Agilent7890 C5975، مجهز به ستون HPS به طول ۳۰ متر (قطر داخلی ۲۵۰ میکرومتر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر) انجام گردید. برنامه دمایی ستون ۵۰ تا ۲۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد با سرعت سه درجه بر دقیقه، گاز حامل، هلیوم با انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و مقدار اسانس تزریق‌شده به دستگاه ۱/۵ میکرولیتر بود. شناسایی اجزای فرار اسانس با استفاده از مطالعه طیف‌های جرمی هر یک از اجزای اسانس و مقایسه‌ی آنها با اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه توسط برنامه کامپیوتری و زمان بازداری آنها انجام شد. درصد نسبی هر کدام از ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگرام محاسبه گردید.

گردید. برای از بین بردن آلودگی احتمالی، لوبیا چشم بلبلی به مدت ۷۲ ساعت در فریزر در دمای ۱۰- درجه‌ی سلسیوس قرار داده شد. در داخل هر ظرف ۲۰۰ گرم لوبیا چشم بلبلی ریخته و به‌طور تصادفی ۵۰ جفت حشره نروماده بر روی محیط پرورش رها گردید. برای تغذیه شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای از آرد و سبوس گندم به نسبت سه به یک در داخل جعبه‌های مکعب مستطیل از جنس پلاستیک به ابعاد ۱۵×۲۵×۳۵ سانتی‌متر استفاده شد. ترکیب غذایی مصنوعی شب‌پره‌ی هندی شامل ۱۶۰ گرم مخمر، ۲۰۰ میلی‌لیتر گلیسرول، ۲۰۰ میلی‌لیتر عسل و ۸۰۰ گرم سبوس گندم بود. ظروف پرورش به داخل انکوباتور با شرایط دمایی  $28 \pm 1$  درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد و در شرایط تاریکی منتقل گردیدند.

حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات پس از تخم‌ریزی روی لوبیا توسط الکی با سوراخ‌های ۳۵ مش جداسازی شده و دانه‌های لوبیای حاوی تخم آفت به درون ظروف پرورش برگردانده شدند. برای تهیه حشرات کامل یک‌روزه سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، دانه‌های لوبیای دارای پنجره شفیره جدا شده و روز بعد حشرات کامل یک‌روزه از دانه‌های لوبیا خارج شدند و جهت آزمایش‌های زیست‌سنجی مورد استفاده قرار گرفتند. جهت تهیه‌ی لاروهای شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد و شب‌پره‌ی هندی، تخم‌های یک‌روزه از ظروف پرورشی برداشته شده و در ظروف دیگری روی مواد غذایی قرار گرفتند. بعد از حدود ۳-۴ روز تخم‌ها تفریح شده و لاروها خارج گردیدند. در نهایت، لاروهای سن سوم جمع‌آوری و جهت آزمایش‌های زیست‌سنجی مورد استفاده قرار گرفتند.

#### جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی و استخراج اسانس‌ها

برگ‌ها و ساقه‌های ژنوتیپ‌های محلی نعنای وحشی، کرفس و بذر شوید که فاقد هرگونه علائم آفات، بیماری و عوارض فیزیولوژیکی بودند، برای اسانس‌گیری مورد استفاده قرار گرفتند. نمونه‌های گیاهی از مزارع سطح شهر سنندج جمع‌آوری شده و با نمونه‌های هرباریومی موجود

مرده تلقی شدند. آزمایش‌ها در پنج تکرار و پنج غلظت همراه با شاهد انجام شدند. تیمار شاهد فقط حاوی حلال (استن) بود.

### تجزیه‌ی آماری داده‌ها

آزمایش‌ها بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی انجام شدند. در صورت مشاهده‌ی مرگ و میر در گروه‌های شاهد، مرگ و میر با استفاده از فرمول آبوت (آبوت ۱۹۲۵) اصلاح شد. داده‌های اصلاح شده توسط نرم‌افزار SPSS ver. 16.0 تجزیه‌ی واریانس شدند. تجزیه‌ی پروبیت داده‌ها هم با استفاده از همین نرم‌افزار انجام شد.

### نتایج

#### تجزیه‌ی شیمیایی اسانس‌ها

نتایج حاصل از تجزیه‌ی شیمیایی اسانس‌های مستخرج از گیاهان شوید، کرفس و نعنای در جدول ۱ آمده است. بر اساس نتایج، در اسانس شوید، در مجموع ۱۱ نوع ترکیب شناسایی شد که ۹۹/۹۹۳ درصد از حجم اسانس را شامل می‌شوند. (+)-کارون<sup>۱</sup> (۴۸/۸۱ درصد)، آپپول<sup>۲</sup> (۲۲/۵۸ درصد)، لیمونن (۱۲/۶۱ درصد) و ۳-کارن (۶/۹۲ درصد) به‌عنوان ترکیبات عمده‌ی موجود در اسانس شوید شناسایی شدند.

با تجزیه‌ی شیمیایی اسانس کرفس ۱۷ ترکیب به‌صورت ۹۹/۹۹۶ درصد از حجم کلی اسانس شناسایی شد. ترکیبات اصلی موجود در اسانس کرفس شامل آپپول (۲۱/۸۲ درصد)، دی-لیمونن (۲۱/۲۱ درصد)، ۳-کارن (۱۱/۸۰ درصد) و بتا-سلینن<sup>۳</sup> (۹/۰۹ درصد) بودند (جدول ۱). میریستیسین (۱۳/۳۵ درصد)، ۳-تریپنولنون<sup>۴</sup> (۱۳/۳۳۶ درصد)، ۲-ایزوپروپیلدن سیکلوهگزانون (۹/۲۳۹ درصد)،

این کار در آزمایشگاه نانو فیزیک دانشکده علوم دانشگاه کردستان صورت گرفت.

#### سمیت تدخینی اسانس‌ها

برای انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی، ظروف شیشه‌ای درپوش‌دار و غیرقابل نفوذ به هوا به حجم ۲۷ میلی‌لیتر (به قطر هفت سانتی‌متر و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر) به‌عنوان محفظه تدخین انتخاب شدند. در هر ظرف ۳۰ عدد حشره قرار داده شدند. حشرات در محفظه‌های استوانه‌ای به طول پنج و عرض سه سانتی‌متر که از یک طرف با تور پارچه‌ای ۴۰ مش پوشیده شده بودند، رها و در داخل ظروف شیشه‌ای مذکور قرار داده شدند. برای تعیین محدوده‌ی مناسب غلظت‌ها، ابتدا آزمایش‌های مقدماتی انجام گرفته و غلظت‌هایی که باعث ۲۵ و ۷۵ درصد تلفات در حشرات می‌شدند، انتخاب گردید. بر اساس روابط لگاریتمی پنج غلظت از هر اسانس برای هر حشره محاسبه شد. دامنه‌ی غلظت‌های محاسبه شده‌ی اسانس شوید شامل مقادیر ۴۵ تا ۱۰۰، ۴۴ تا ۱۰۳ و ۲۸ تا ۸۰ میکرولیتر بر لیتر به‌ترتیب روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات و لاروهای شب‌پره‌ی آرد و شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای بود. مقادیر متناظر برای اسانس کرفس به‌ترتیب ۵۵/۵ تا ۱۴۳/۵، ۶۰ تا ۱۲۰ و ۴۰ تا ۱۱۲ میکرولیتر بر لیتر و برای اسانس نعنای وحشی ۴۰ تا ۸۰، ۳۱ تا ۷۵ و ۲۵ تا ۷۱ میکرولیتر بر لیتر را شامل شد. غلظت‌های مورد نظر از اسانس گیاهان مورد مطالعه توسط میکروسمپلر روی کاغذهای صافی به قطر دو سانتی‌متر که از مرکز ظروف شیشه‌ای آویزان شده بودند، ریخته شدند. با این روش از تماس مستقیم حشرات آزمایشی با اسانس‌ها جلوگیری شد. برای جلوگیری از خروج احتمالی اسانس از ظروف آزمایشی، اطراف درپوش شیشه‌ها با نوار پارافیلیم مسدود شدند. تیمارها در دمای ۲۸±۱ درجه‌ی سانتی‌گراد در شرایط تاریکی به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. مرگ و میر حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات پس از ۲۴ ساعت به‌وسیله‌ی نزدیک کردن سوزن داغ به شاخک و پاهای حشرات آزمون گردید. حشراتی که قادر به حرکت پاها یا شاخک‌ها نبودند،

<sup>1</sup>(+)-Carvone

<sup>2</sup>Terpinolene

<sup>3</sup>Beta-selinene

<sup>4</sup>Isopropylidencyclohexanone

اسانس شوید به دلیل عدم همپوشانی حدود اطمینان مربوطه با اسانس کرفس اختلاف آماری معنی داری داشته و سمی تر است (جدول ۲).

نتایج بررسی سمیت تدخینی اسانس‌ها روی لاروهای شب‌پره‌ی هندی نشان می‌دهد که مقدار  $LC_{50}$  برابر با ۴۵/۸۴۶ میکرولیتر بر لیتر اسانس نعنای نسبت به اسانس-های شوید (با مقدار  $LC_{50}$  برابر با ۴۷/۰۱۶ میکرولیتر بر لیتر) و کرفس (با مقدار  $LC_{50}$  برابر با ۸۳/۶۱۱ میکرولیتر بر لیتر) کمتر است. به عبارتی اسانس کرفس نسبت به سایر اسانس‌ها سمیت کمتری روی لارو شب‌پره‌ی هندی دارد (جدول ۲).

بر اساس جدول ۴، لاروهای شب‌پره‌ی هندی نسبت به لاروهای شب‌پره‌ی آرد و حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات در برابر سمیت تدخینی اسانس شوید حساس‌تر بوده و از  $LC_{50}$  کمتری برخوردار بوده اند. در برابر اسانس نعنای هم لاروهای شب‌پره‌ی هندی نسبت به حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات حساس‌تر می‌باشند ولی نسبت به لاروهای شب‌پره‌ی آرد اختلاف معنی‌داری ندارند. سوسک چهارنقطه‌ای نسبت به لاروهای شب‌پره‌ی آرد و شب‌پره‌ی هندی در برابر این سه اسانس مقاومت بیشتری را نشان داده است.

#### بحث

اجزای شیمیایی اسانس‌های مورد مطالعه در پژوهش اخیر توسط محققین دیگر نیز بررسی شده است که نتایج حاصله دارای تفاوت‌های بارزی با نتایج حاصل از تحقیق حاضر هستند. برای مثال، سفید کن (۲۰۰۱) میزان کاوون را ۵۷/۳ درصد و مقدار لیمونن را ۳۳/۲ درصد از اجزای اصلی اسانس شوید معرفی کرده است که در مجموع ۹۰/۵ درصد از اسانس را شامل می‌شدند. سینگ و همکاران (۲۰۰۵) نیز کاروون (۵۵/۲ درصد)، کامفور<sup>۳</sup> (۱۱/۴۴ درصد)، لیمونن (۱۶/۶ درصد) و آپپول (۱۴/۴ درصد) را

پولژون (۹/۰۸۹ درصد)، دی- لیمونن (۸/۴۶۶ درصد)، (-)- منتون<sup>۱</sup> (۷/۴۸۶ درصد) و کاریوفیلین<sup>۲</sup> (۷/۰۸۷ درصد) در بین ۹۹/۹۹۸ درصد از ترکیبات شناسایی شده در اسانس نعنای بیشترین مقدار را داشتند (جدول ۱).

#### سمیت تدخینی اسانس‌ها

نتایج آزمایش‌ها نشان دادند که اسانس‌های شوید، کرفس و نعنای دارای سمیت تدخینی بسیار مناسبی روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات و لاروهای شب‌پره آرد و شب‌پره‌ی هندی هستند. نتایج تجزیه‌ی پروبیت داده‌های حاصل از سمیت تدخینی اسانس‌های شوید، کرفس و نعنای روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات و لاروهای شب‌پره‌ی آرد و شب‌پره-ی هندی شامل  $LC_{50}$  و اطلاعات مربوط به خطوط رگرسیونی در جدول ۲ نشان داده شده است.

بر اساس نتایج حاصل از سمیت اسانس‌ها روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، اسانس نعنای با  $LC_{50}$  برابر با ۵۸/۹۵۸ میکرولیتر بر لیتر هوا بیشترین سمیت را نشان داد و اسانس‌های شوید (با مقدار  $LC_{50}$  برابر با ۶۷/۷۶۹ میکرولیتر بر لیتر) و کرفس ( $LC_{50}$  برابر با ۹۴/۸۸۸ میکرولیتر بر لیتر) در مراتب بعدی قرار گرفتند. سمیت اسانس نعنای با اسانس شوید به دلیل همپوشانی حدود اطمینان مربوطه اختلاف معنی‌داری ندارد ولی نسبت به اسانس کرفس دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد. سمیت اسانس شوید روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات نسبت به اسانس کرفس دارای اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). با توجه به نتایج زیست‌سنجی بدست آمده روی لاروهای شب‌پره آرد، اسانس نعنای با مقدار  $LC_{50}$  برابر با ۴۷/۸۰۳ میکرولیتر بر لیتر قدرت حشره‌کشی بیشتری نسبت به اسانس‌های شوید (با مقدار  $LC_{50}$  برابر با ۶۹/۳۳۸ میکرولیتر بر لیتر) و کرفس (با مقدار  $LC_{50}$  برابر با ۸۸/۴۷۸ میکرولیتر بر لیتر) نشان داد.

<sup>۱</sup>(-)-Menthone

<sup>۲</sup>Caryophyllene

<sup>۳</sup>Camphor

جدول ۱- نتایج تجزیه‌ی شیمیایی اسانس‌های شوید، کرفس و نعناع وحشی با استفاده از دستگاه GC-MS.

اسانس نعناع وحشی		اسانس کرفس		اسانس شوید		ترکیبات
درصد	زمان بازداری (دقیقه)	درصد	زمان بازداری (دقیقه)	درصد	زمان بازداری (دقیقه)	
-	-	-	-	۰/۴۱۸	۱۰/۱۴۳	<b><math>\alpha</math>-Phellandrene</b>
۳/۶۴۱	۱۱/۰۸۲	-	-	-	-	<b>1,8-Cineole</b>
-	-	-	-	۱۲/۶۱۳	۱۱/۱۱۰	<b>Limonene</b>
۸/۴۶۶	۱۱/۰۱۳	۲۱/۲۱۰	۱۱/۱۶۲	-	-	<b>D-Limonene</b>
-	-	۱/۲۳۱	۱۱/۲۸۸	-	-	<b>beta-Ocimene</b>
-	-	-	-	۰/۳۱۴	۱۱/۹۰۰	<b><math>\gamma</math>-Terpinene</b>
۲/۹۰۹	۱۳/۲۶۸	-	-	-	-	<b><math>\beta</math>-Myrcene</b>
-	-	۱۱/۷۹۷	۱۳/۴۵۷	۶/۹۲۳	۱۴/۳۹۹	<b>3-Carene</b>
-	-	۱/۴۰۰	۱۵/۲۴۸	-	-	<b>2-Isopropyl-5-methylcyclohexanone</b>
۷/۴۸۶	۱۵/۳۱۶	-	-	-	-	<b>(-)-Menthone</b>
۲/۷۸۴	۱۵/۳۶۸	-	-	-	-	<b>Borneol</b>
۱/۶۹۱	۱۵/۶۲۵	-	-	-	-	<b>trans-P-Menth-8-en-3-one</b>
۰/۹۱۲	۱۶/۲۸۳	۳/۲۷۶	۱۶/۵۲۹	۰/۶۶۰	۱۶/۲۳۲	<b>Dihydrocarvone</b>
۵/۰۹۵	۱۶/۴۸۳	۱/۸۱۱	۱۶/۲۴۳	۰/۳۳۱	۱۶/۵۶۴	<b>(+)-Dihydrocarvone</b>
-	-	-	-	۴۸/۸۰۷	۱۷/۲۶۳	<b>(+)-Carvone</b>
۹/۰۰۸	۱۷/۶۱۱	۲/۲۴۸	۱۷/۵۰۸	-	-	<b>Pulegone</b>
-	-	۱/۱۴۰	۱۸/۵۸۴	۱/۸۶۰	۱۸/۶۲۹	<b>(E)-Cinnamaldehyde</b>
۱۶/۳۳۶	۲۰/۶۶۶	۱/۲۸۱	۲۰/۴۵۴	-	-	<b>3-Terpinolone</b>
۹/۲۳۹	۲۱/۳۱۸	-	-	-	-	<b>2-Isopropylidencyclohexanone</b>
-	-	-	-	۰/۲۷۶	۲۱/۴۶۷	<b>D-Carvone</b>
۱/۴۱۲	۲۱/۶۷۳	-	-	-	-	<b>(-)-<math>\beta</math>-Bourbonene</b>
۷/۰۸۷	۲۲/۶۵۷	۳/۵۱۴	۲۲/۵۸۹	-	-	<b>Caryophyllene</b>
۱/۶۰۰	۲۳/۴۷۶	-	-	-	-	<b><math>\alpha</math>-Caryophyllene</b>
۱/۲۱۹	۲۴/۳۲۸	۹/۰۹۰	۲۴/۳۹۷	-	-	<b>beta-selinene</b>
-	-	۱/۳۶۲	۲۴/۵۳۴	-	-	<b><math>\gamma</math>-selinene</b>
۱۳/۳۵۴	۲۵/۴۳۳	۱/۳۳۵	۲۵/۱۴۱	۱/۲۰۶	۲۵/۱۶۹	<b>Myristicin</b>
۴/۳۳۵	۲۶/۸۷۵	-	-	-	-	<b>Caryophyllene oxide</b>
۳/۰۲۴	۲۷/۹۴۵	۲۱/۸۲۲	۲۸/۱۲۸	۲۲/۵۸۵	۲۸/۳۴۵	<b>Apiol</b>
-	-	۳/۴۰۰	۲۸/۶۳۱	-	-	<b>Indol-4-ol</b>
-	-	۸/۵۳۲	۳۰/۸۴۰	-	-	<b>5,5-dimethyl-8-methylene-1,2-Epoxyoct-3-ene</b>
-	-	۵/۵۴۷	۳۳/۳۴۰	-	-	<b>3-(2-Methoxyethyl)-1-nonanol</b>
۹۹/۹۹۸		۹۹/۹۹۶		۹۹/۹۹۳		مجموع

لیمونن در اسانس نعناع مقدار قابل توجه ۸/۴۷ درصد را نشان داد اما سایر ترکیبات دیده نشدند.

ترکیب‌های موجود در اسانس‌ها، هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی متفاوت می‌باشند که به عوامل مختلفی از جمله شرایط فصلی حاکم بر منطقه، ساختار خاک، موقعیت جغرافیایی، نحوه استخراج ترکیب‌های گیاهی، ساختار ژنتیکی گیاه و مرحله‌ی رشدی مورد استفاده بستگی دارد (بن جما و همکاران ۲۰۱۲، رحیمی ناصرآبادی و همکاران ۲۰۱۳).

سمیت اسانس بذر شویید روی حشرات سوسری آمریکایی، مگس خانگی و شپشه‌ی قرمز آرد توسط ببری و همکاران (۲۰۱۲) ارزیابی شد و نتایج سمیت بالای اسانس شویید را نشان دادند. در تحقیقی دیگر سمیت اسانس بذر شویید (از اردبیل، ایران) روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات بررسی شده و LC<sub>50</sub> آن، ۱۲/۷۵ میکرولیتر بر لیتر به‌دست آمد (عباداللهی و همکاران ۲۰۱۲). سمیت اسانس کرفس روی حشرات کامل سوسک لوبیا (*Acanthoscelides obtectus* (Say)) (پاچریستوس و استاموپولوس ۲۰۰۲) و لاروهای پشه‌های آنوفل (*Anopheles dirus* و *Aedes aegypti*) (پیتاسوات و همکاران ۲۰۰۷) در سال‌های اخیر بررسی شده است. سمیت بسیار مناسب اسانس نعناع روی حشرات کامل شپشه‌ی قرمز آرد و سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات توسط خانی و عسگری (۲۰۱۲) برآورد شده است. در این تحقیق هم سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات با LC<sub>50</sub> ۲/۰۵ میکرولیتر بر لیتر حساس‌تر از شپشه‌ی قرمز آرد با LC<sub>50</sub> ۱۳/۰۵ بود. در تحقیقی دیگر سمیت اسانس نعناع روی حشرات کامل شپشه‌ی آرد بررسی شد و میزان LC<sub>50</sub> آن ۳۹/۹۶ میکرولیتر بر لیتر ارزیابی شد (سعیدی و محرمی‌پور ۲۰۱۳). نتایج تحقیق‌های مذکور با نشان دادن خواص حشره‌کشی اسانس‌های شویید، کرفس و نعناع، پتانسیل استفاده از این ترکیبات در مدیریت آفات را بیان می‌کند.

به‌عنوان ترکیب‌های غالب اسانس بذر شویید معرفی کردند. ترکیب‌های اصلی اسانس بذر گیاه شویید از هندوستان دارای آر-(-)-کاروون<sup>۱</sup> (۳۸/۸۹ درصد)، آپپول (۳۰/۸۱ درصد)، لیمونن (۱۵/۹۳ درصد) و ترانس-دهیدروکاروون<sup>۲</sup> (۱۰/۹۹ درصد) به‌عنوان ترکیبات اصلی بودند (ببری و همکاران ۲۰۱۲). در تحقیق حاضر هم کاوون و لیمونن به‌عنوان اجزای عمده‌ی اسانس شویید شناسایی شدند ولی مقدار آنها در اسانس متفاوت و به-ترتیب ۴۸/۸۱ و ۱۲/۶۱ درصد بود. تجزیه‌ی شیمیایی اسانس کرفس نیز نشان داده است که ترکیب‌هایی مثل (زد)-۳-بوتیلیدن فتالاید<sup>۳</sup> (۲۷/۸ درصد)، ۳-بوتیل-۵،۴-دهیدروفتالاید<sup>۴</sup> (۳۴/۲ درصد) و آلفا-توجن<sup>۵</sup> (۳۴/۲ درصد) بیشترین مقدار را دارا می‌باشند (سلامیا و همکاران ۲۰۱۲). هیچ کدام از ترکیب‌های مذکور در تحقیق حاضر در اسانس کرفس مشاهده نشدند. کاروون (۶۱/۸ درصد) و لیمونن (۱۹/۴ درصد) ترکیب‌های اصلی اسانس نعناع از استان تهران بود (منفرد ۲۰۰۲). پیپریتون (۴۳/۹ درصد)، لیمونن (۱۳/۵ درصد) و ترانس-پیپریتول<sup>۶</sup> (۱۲/۹ درصد) اجزای اصلی اسانس نعناع بودند (رسولی و رضایی ۲۰۰۲). در تحقیقی دیگر، خانی و عسگری اجزای شیمیایی اسانس نعناع را بررسی کرده و نشان دادند که پیپریتون<sup>۷</sup> (۴۳/۹ درصد)، تریپال<sup>۸</sup> (۱۴/۳ درصد)، اگزاتیان<sup>۹</sup> (۹/۳ درصد)، پیپریتون اکساید<sup>۱۰</sup> (۱۴/۳ درصد)، اگزاتیان<sup>۹</sup> (۵/۹ درصد) و دی-لیمونن (۴/۳ درصد) ترکیبات عمده‌ی این اسانس بودند (خانی و عسگری ۲۰۱۲). در تحقیق حاضر، از بین ترکیبات مذکور دی-

<sup>۱</sup>R-(-)-carvone

<sup>۲</sup>Trans- dihydrocarvone

<sup>۳</sup>(Z)-3-Butylidene-phthalide

<sup>۴</sup>3-Butyl-4,5-dihydrophthalide

<sup>۵</sup>α-thujene

<sup>۶</sup>Transpiperitol

<sup>۷</sup>Piperitenone

<sup>۸</sup>Tripal

<sup>۹</sup>Oxathiane

<sup>۱۰</sup>Piperitone oxide

جدول ۲- نتایج تجزیه‌ی پروبیت زیست‌سنجی‌های مربوط به سمیت تدخینی اسانس‌های نعناع، شوید و کرفس روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات و لاروهای شب‌پره‌ی آرد و شب‌پره‌ی هندی.

اسانس گیاهی	گونه‌ی آفت	LC <sub>50</sub> (حدود اطمینان ۹۵ درصد)	شیب	$\chi^2$ (درجه آزادی=۳)	$\rho$
شوید	سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات	۶۷/۷۶۹ (۵۷/۰۰۱-۷۹/۰۱۹)	۴/۲۸۳ ± ۰/۴۹۹	۵/۷۳۳	۰/۱۲۵
	شب‌پره آرد	۶۹/۳۳۸ (۶۵/۲۳۴-۷۳/۵۶۱)	۴/۵۹۸ ± ۰/۷۸۲	۱/۲۵۸	۰/۷۳۹
	شب‌پره هندی	۴۷/۰۱۶ (۴۱/۳۳۷-۵۲/۶۵۷)	۲/۳۰۸ ± ۰/۳۶۶	۱/۳۱۲	۰/۷۲۶
کرفس	سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات	۹۴/۸۸۸ (۸۲/۰۴۴-۱۰۹/۳۳۹)	۴/۹۵۴ ± ۰/۴۵۶	۶/۱۸۹	۰/۱۰۳
	شب‌پره آرد	۸۸/۴۷۸ (۸۲/۶۷۱-۹۴/۸۰۴)	۳/۹۷۰ ± ۰/۵۵۸	۰/۷۹۲	۰/۹۲۱
	شب‌پره هندی	۸۳/۶۱۱ (۷۵/۹۲۷-۹۴/۰۵۳)	۲/۷۳۹ ± ۰/۳۸۵	۰/۸۵۳	۰/۸۳۷
نعناع وحشی	سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات	۵۸/۹۵۸ (۵۵/۱۸۴-۶۳/۰۶۲)	۴/۰۷۳ ± ۰/۵۶۰	۰/۹۶۷	۰/۸۰۹
	شب‌پره آرد	۴۷/۸۰۳ (۴۴/۱۳۵-۵۱/۴۳۲)	۳/۶۲۱ ± ۰/۴۴۶	۲/۰۶۲	۰/۵۶۰
	شب‌پره هندی	۴۵/۸۴۶ (۴۲/۴۹۳-۴۹/۴۷۲)	۳/۶۱۰ ± ۰/۳۹۲	۲/۶۹۳	۰/۴۴۱

حشرات در برابر آنها بسیار ضعیف است. از این رو، در راستای جستجوی ترکیبات سالم و مناسب برای جایگزینی با سموم شیمیایی، خواص آفت‌کشی اسانس‌های شوید، کرفس و نعناع روی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، شب‌پره‌ی آرد و شب‌پره‌ی هندی بررسی شد. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق اثرات حشره‌کشی مناسب این اسانس‌ها را مشخص کرد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که اسانس‌های مذکور پتانسیل استفاده در مدیریت سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، شب‌پره‌ی آرد و شب‌پره‌ی هندی را دارند. با کاربرد چنین ترکیباتی از تخریب محیط زیست، آلودگی منابع آبی، خطر برای سلامتی پستانداران و احتمال بروز مقاومت در آفات جلوگیری خواهد شد.

#### تشکر و قدردانی

نگارندگان وظیفه خود می‌دانند که از حمایت مالی دانشگاه کردستان در مورد این تحقیق در قالب طرح پژوهشی شماره ۴/۳۷۳۶۲ به تاریخ ۱۳۹۴/۷/۲۲ تشکر و قدردانی نمایند.

نتایج مطالعات اخیر نشان داده است که خواص بیولوژیکی اسانس‌های گیاهی ارتباط نزدیکی با ترکیب‌های اصلی آن از جمله ترکیب‌های منتون، لیمونن، کاریوفیلن، آپپول، کاروون و برخی از ترکیب‌های دیگر دارد (رگنالت راجر و همکاران ۲۰۱۲ و ایسمان و گرینیسن ۲۰۱۴). از طرفی خواص حشره‌کشی برخی از ترکیب‌های مشاهده شده در اسانس‌های شوید، کرفس و نعناع وحشی در پژوهش‌های اخیر ارزیابی شده است. برای مثال خاصیت حشره‌کشی ترکیب‌های منتون (لی و همکاران، ۲۰۰۱)، لیمونن (عبدالجلیل و همکاران، ۲۰۰۹)، ۳-کارن (وانگ و همکاران، ۲۰۰۹) و کاروون (صفایی خرم و همکاران، ۲۰۱۱) بررسی شده است. لذا قدرت حشره‌کشی اسانس‌های شوید، کرفس و نعناع وحشی با این ترکیبات ارتباط دارد.

اسانس‌های گیاهی به‌عنوان متابولیت‌های ثانویه در گیاهان برای دفاع در برابر گیاه‌خواران و عوامل بیماری‌گر به‌وجود آمده‌اند. این ترکیب‌ها از نظر محیطی مضرات سموم شیمیایی متداول را ندارند. اسانس‌ها و ترکیبات خالص آنها اغلب روی پستانداران بی‌خطر یا کم‌خطر هستند و احتمال به‌وجود آمدن جمعیت‌های مقاوم



## منابع

- Abbott WS, 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Abd El-Galeil SA, Mohamed MI, Badawey ME and El-Arami SA, 2009. Fumigant and contact toxicities of monoterpenes to *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) and their inhibitory effects on acetylcholinesterase activity. *Journal of Chemical Ecology* 35: 518-25.
- Alshehri K, Aly MM, Abu-Zinadah OAH, Ameen H and Shaikh Omar AM, 2015. *In vivo* and *In vitro* studies of the inhibitory effect of *Anethum graveolens* essential oil on *Candida albicans* growth and infection. *Life Science Journal* 12: 31-34.
- Arora DS and Kaur GJ, 2007. Antibacterial activity of some Indian medicinal plants. *Journal of Natural Medicine* 61: 313-317.
- Azelmat K, Sayah F, Mouhib M, Ghailani N and Elgarrouj D, 2005. Effects of gamma irradiation on fourth-instar *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research* 41: 423-431.
- Babri RA, Khokhar I, Mahmood Z and Mahmud S, 2012. Chemical composition and insecticidal activity of the essential oil of *Anethum graveolens*. *Science International (Lahore)* 24: 453-455.
- Ben Jemâa JM, Haouel S, Bouaziz M and Larbi Khouja M, 2012. Seasonal variations in chemical composition and fumigant activity of five *Eucalyptus* essential oils against three moth pests of stored dates in Tunisia. *Journal of Stored Product Research* 48: 61-67.
- Bown D, 1995. *RHS encyclopedia of herbs and their uses*. Dorling Kindersley, London. pp.88.
- Bughio FM and Wilkins RM, 2004. Influence of malathion resistance status on survival and growth of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), when fed on flour from insect-resistant and susceptible grain rice cultivars. *Journal of Stored Products Research* 40: 65-75.
- Collins PJ, Daghish GJ, Pavic H and Kopittke RA, 2005. Response of mixed age cultures of phosphine-resistant and susceptible strains of lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica*, to phosphine at a range of concentrations and exposure periods. *Journal of Stored Products Research* 41: 373-385.
- Ebadollahi A, Nouri-Ganbalani G, Hoseini SA and Sadeghi GR, 2012. Insecticidal activity of essential oils of five aromatic plants against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) under laboratory conditions. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 15(2): 256-262.
- Enan E, 2001. Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. *Compounds Biochemistry Physiology Toxicology and Pharmacology* 130: 325-337.
- Gupta R, Rath CC, Dash SK and Mishra RK, 2004. *In vitro* antibacterial potential assessment of carrot (*Daucus carota*) and celery (*Apium graveolens*) seed essential oils against twenty one bacteria. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants* 7: 79-86.
- Isman MB and Grieneisen ML, 2014. Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. *Trends in Plant Sciences* 19: 140-145.
- Jana S and Shekhawat GS, 2010. *Anethum graveolens*: An Indian traditional medicinal herb and spice. *Pharmacogn Review* 4:179- 184.

- Khani A and Asghari J, 2012. Insecticide activity of essential oils of *Mentha longifolia*, *Pulicaria gnaphalodes* and *Achillea wilhelmsii* against two stored product pests, the flour beetle, *Tribolium castaneum*, and the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Insect Science* 12: 1-10.
- Lee SE, Lee BH, Choi WS, Park BS, Kim JG and Campbell BC, 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.
- Mikaili P, Mojaverrostami S, Moloudizargari M and Aghajanshakeri S, 2013. Pharmacological and therapeutic effects of *Mentha longifolia* L. and its main constituent, menthol. *Ancient Science of Life* 33: 131-138.
- Monfared A, Nabid MR and Rustaiyan A, 2002. Composition of a carvone chemotype of *Mentha longifolia* Huds from Iran. *Journal of Essential Oils Research*, 14: 51-55.
- Papachristos, DP and Stamopoulos, DC, 2002. Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 38: 117-128.
- Pauku S and Kotiaho JS, 2005. Cost of reproduction in *Callosobruchus maculatus* effects of mating on male longevity and the effect of male mating status on female longevity. *Journal of Insect Physiology* 51: 1220-1226.
- Pitasawat B, Champakaew D, Choochote W, Jitpakdi A, Chaithong U, Kanjanapothi D, Rattanachanpichai E, Tippawangkosol P, Riyong D, Tuetun B and Chaiyasit D, 2007. Aromatic plant-derived essential oil: An alternative larvicide for mosquito control. *Fitoterapia* 78: 205-210.
- Quershi K, Jahan S, Neelam MA and Ali A, 2014. Biological effects of indigenous medicinal plant (*Apium graveolens* L). *Journal of Natural Sciences Research* 4: 53-56.
- Rahimi-Nasrabadi M, Nazarian Sh, Farahani H, Fallah-Koohbijari GR, Ahmadi F and Batooli H, 2013. Chemical composition, antioxidant, and antibacterial activities of the essential oil and methanol extracts of *Eucalyptus largiflorens* F. *International Journal of Food Properties* 16: 369-381.
- 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 and Rezaei MB, 2002. Bioactivity and chemical properties of essential oils from *Zataria multiflora* Boiss and *Mentha longifolia* (L.) Huds. *Journal of Essential Oil Research* 14: 141-146.
- Rees D, 2007. *Insects of stored grain: a pocket reference*. Australia. CSIRO Publisher.
- Rees D, 2008. *Insects of stored products*. SBS Publishers and Distributors PVT. LTD 181 pp.
- Regnault-Roger C, Vincent C and Arnasson JT, 2012. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology* 57: 405-425.
- Saeidi M and Moharramipour S, 2013. Insecticidal and repellent activities of *Artemisia khorassanica*, *Rosmarinus officinalis* and *Mentha longifolia* essential oils on *Tribolium confusum*. *Journal of Crop Protection* 2: 23-31.

- Safaei-Khorram M, Jafarnia S and Khosroshahi S, 2011. Contact toxicities of oxygenated monoterpenes to different population of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Plant Protection Research* 51: 225-33.
- Sefidkon F, 2001. Essential oil composition of *Anethum graveolens* L. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plant* 8: 45-62.
- Sellamia IH, Bettaieba I, Bourgoua S, Dahmania R, Limama F and Marzouka B, 2012. Essential oil and aroma composition of leaves, stalks and roots of celery (*Apium graveolens* var. dulce) from Tunisia. *Journal of Essential Oil Research* 4: 513-521.
- Singh G, Maurya S, Lampasona MPD and Catlan C, 2005. Chemical constituents, antimicrobial investigations, and antioxidative potentials of *Anethum graveolens* L. essential oil and acetone extract: Part 52. *Journal of food science* 70: 208-215.
- Steidle JLM and Scholler M, 2002. Fecundity and ability of the parasitoid *Lariophagus distinguendus* (Hymenoptera: Pteromalidae) to find larvae of the granary weevil *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) in bulk grain. *Journal of Stored Products Research* 38: 43-53.
- Tholl D, 2006. Terpene synthases and the regulation, diversity and biological roles of terpene metabolism. *Current Opinion in Plant Biology* 9: 1-8.
- Tian J, Ban X, Zeng H, He J, Chen Y and Wang Y, 2012. The mechanism of antifungal action of essential oil from Dill (*Anethum graveolens* L.) on *Aspergillus flavus*. *Plos One* 7(1): e30147. doi:10.1371/journal.pone.0030147
- Wang JL, Li Y and Lei CL, 2009. Evaluation of monoterpenes for the control of *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Natural Product Research* 23: 1080-1088.
- Xu J, Wang Q and He, XZ, 2007. Influence of larval density on biological fitness of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *New Zealand Plant Protection* 60:199-202.
- Yaghout Nejad F, Radjabi R and Palvaneh N, 2013. A review on evaluation of plant essential oils against pests in Iran. *Persian Gulf Crop Protection* 2: 74-75.

## Susceptibility of Some Stored Product Pests to Essential Oils of Dill, Celery and Wild Mint

M Maroufpoor<sup>1\*</sup>, Y Vafae<sup>2</sup>, A Ebadollahi<sup>3</sup> and E Badiee<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan.

<sup>2</sup>Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan.

<sup>3</sup>Assistant Professor, Moghan College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

<sup>4</sup>Ph.D Student, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Urmia.

\*Corresponding author: [m.maroufpoor@uok.ac.ir](mailto:m.maroufpoor@uok.ac.ir)

Received: 31 Jan 2016

Accepted: 18 Sep 2016

### Abstract

Utilization of chemical pesticides has caused several problems such as raising serious concerns for human health and environmental hazards. Essential oils of aromatic plants have been proposed as safe and natural insecticides for control of insect pests. In this study, toxicity of essential oils of dill, celery and wild mint was tested against *C. maculatus* adults and *E. kuehniella* and *P. interpunctella* larvae. Based on chemical analysis by GC-Mass, (+)-carvone (48.81%), apiol (22.58%) and limonene (12.61%) in dill. apiol (21.82%), D-limonene (21.21%) and 3-carene (11.80%) in celery and myristicin (13.35%), 3-terpinolone (13.33%) and 2-isopropylidene cyclohexanone (9.23%) in wild mint essential oils were identified as main components. The essential oils indicated strong fumigant toxicity against all tested insect species. The LC<sub>50</sub> values of wild mint, dill and celery essential oils against *C. maculatus* were 58.958, 67.769 and 94.888 µl/l, respectively. *P. interpunctella* larvae were more susceptible than *E. kuehniella* larvae and *C. maculatus* adults to dill essential oil. The essential oil of wild mint showed more fumigant toxicity than dill and celery essential oils against *E. kuehniella* larvae. *P. interpunctella* larvae were also more susceptible than *C. maculatus* adults to mint essential oil. According to the results of present study, essential oils of dill, celery and mint have good potential to be utilized as natural insecticides in management of *C. maculatus*, *E. kuehniella* and *P. interpunctella*.

**Keywords:** *Callosobruchus maculatus*, chemical composition, *Ephesia kuehniella*, essential oils, *Plodia interpunctella*.