

اثر چهار اسانس برگ اکالیپتوس، گل اکالیپتوس، برگ رزماری و برگ نعنا بر تفریح تخم و طول دوره لاروی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات

اعظم امیری

استادیار دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

(تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۰۷ - تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۱۶)

چکیده

در این پژوهش، سمیت تنفسی چهار اسانس برگ اکالیپتوس، گل اکالیپتوس، برگ رزماری و برگ نعنا بر تخم‌های با کمتر از ۲۴ ساعت عمر سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات (*Callosobruchus maculatus*) و تأثیر آن بر درصد تفریح تخم و طول دوره لاروی ارزیابی شد. نتایج بیانگر سمیت تنفسی این اسانس‌ها بر تخم *C. maculatus* بود؛ به طوری که در همه اسانس‌های آزمایش شده، با افزایش دوز، مرگ و میر جنین نیز افزایش پیدا کرده و درصد تفریح تخم کاهش پیدا کرد. اسانس نعنا نسبت به بقیه سمیت بیشتری برای تخم داشت و فقط ۳/۳ درصد از تخم‌ها تفریح پیدا کردند. همچنین اسانس نعنا باعث افزایش طول دوره لاروی از ۲۳/۶ روز در شاهد به ۲۷ روز شد؛ اما اسانس‌های گل اکالیپتوس، برگ اکالیپتوس و رزماری تغییر معنی‌داری در طول دوره لاروی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات ایجاد نکردند و جنین‌های زنده مانده توانستند در زمان مساوی با شاهد (از لحاظ آماری) دوران لاروی را کامل کنند. استفاده از اسانس‌های گیاهان به‌ویژه اسانس نعنا برای کنترل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات در مرحله تخم بسیار کارآمد بوده و می‌تواند جایگزین مناسبی برای سموم تدخینی رایج در انبارها شود.

واژه‌های کلیدی: اکالیپتوس، رزماری، نعنا، *Callosobruchus maculatus*.

Effect of four essential oils, including eucalyptus leaf, eucalyptus flower, rosemary leaf, and mint leaf on hatching and larval duration of the cowpea weevil

Azam Amiri

Assistant Professor, College of Geography and Environmental Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

(Received: January 27, 2020 - Accepted: March 6, 2020)

ABSTRACT

In this study, the fumigant toxicity of four essential oils, including eucalyptus leaf, eucalyptus flower, rosemary leaf, and mint leaf, was determined on the eggs (with less than 24 h) and the life span of the cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus*). Results showed fumigant toxicity of these essential oils on the eggs in a dose-dependent manner showing the higher embryo mortality and the lesser hatching rate. Mint essential oil had the highest toxicity against the eggs with the 3.3% of eggs hatchability. Mint essential oil also increased the larval duration from 23.6 days in control to 27 days; however, the essential oils of eucalyptus leaf, eucalyptus flower, and rosemary showed no significant change in the larval duration as the survived embryos could complete larval stages in the equal time (statistically) with control. The use of herbal essential oils, especially mint essential oil, is very effective in controlling the cowpea weevil at the egg stage, and those may be a good substitute for common pesticides in warehouses.

Keywords: Eucalyptus, Rosemary, Mint, *Callosobruchus maculatus*.

مقدمه

سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) اصلی حبوبات به‌خصوص لوبیا چشم‌بلبلی است و می‌تواند تا ۷۰ درصد محصول را در عرض شش ماه انبارداری از بین ببرد. از بین رفتن بذر توسط این حشره غالباً به حدی است که دانه‌ها برای مصرف انسان نامناسب می‌شوند. این حشره تخم خود را بر روی بذر گذاشته و تأثیرات منفی اقتصادی ناشی از این آفت مربوط به نفوذ لارو به داخل دانه و تغذیه از آن است که سبب کاهش قابل‌توجه وزن بذر، مواد مغذی و پتانسیل جوانه‌زنی بذر می‌شود. ذخیره حبوبات نیازمند کاهش خسارات ناشی از آسیب این حشره است (Pourya et al., 2018; Alves et al., 2019). برای کنترل این آفت از مبارزه شیمیایی با پیرتروئیدها، فسفره‌های آلی یا مواد تدخینی مانند فسفین (که فسفید آلومینیوم پیشرو آن است) استفاده می‌شود. استفاده بیش‌ازحد از آفت‌کش‌های شیمیایی می‌تواند باعث ایجاد سمیت برای سلامت انسان و آلودگی محیط‌زیست شود و برای حشرات شکارگر و پارازیتوئید نیز مضر باشد. همچنین ممکن است به دنبال استفاده بیش‌ازحد از آفت‌کش، مقاومت به آن به‌سرعت ایجاد شود. حشره‌کش‌های با منشأ گیاهی برای مدیریت حشرات موجود در محصولات انباری بررسی شده است. استفاده از مواد گیاهی به‌جای سموم دفع آفات برای کنترل این آفات، جایگزین امیدوارکننده‌ای برای حشره‌کش‌های شیمیایی است و به‌طور قابل‌توجهی تهدیدات مرتبط با حشره‌کش‌های مصنوعی را کاهش می‌دهد (Mirkazemi et al., 2010; Heydarzade et al., 2011; Moura et al., 2019). برخی پژوهش‌ها اثر سمیت تنفسی اسانس‌های مختلف مثل رزماری یا اکلیل کوهی، رازیانه، ترخون، کلپوره، اسطوخودوس، پونه، نعنا و مرزه را روی حشره کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات گزارش کرده‌اند (Mirkazemi et al., 2010; Heydarzade et al., 2011; Zandi Sohani and Ramezani, 2012). همچنین سمیت تنفسی، تماسی و دورکنندگی اسانس‌های صمغ، میوه و برگ‌های بنه یا پسته کوهی

و اسانس‌های میوه و برگ خینجوک (*Pistacia khinjuk*) بر سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات تأیید شده است (Pourya et al., 2018). قرار گرفتن حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات در معرض اسانس علف لیمو *Cymbopogon citratus* سبب افزایش مرگ‌ومیر، تغییر رفتارهای تولیدمثلی، کاهش تخم‌گذاری و کاهش درصد ظهور حشره کامل شد (Alves et al., 2019). اسانس‌های میخک (*Syzygium aromaticum*) و دارچین (*Cinnamomum zeylanicum*) فعالیت حشره‌کشی شبیه به سم دلتامترین را به نمایش گذاشتند و با افزایش دوز اسانس، نرخ رشد سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات و خسارت ناشی از کم شدن وزن دانه لوبیا کاهش یافت. همچنین با قرار گرفتن هر دو جنس نر و ماده در معرض دوز زیر کشنده اسانس، تقریباً ظهور حشرات کامل نسل بعد مشاهده نشد (Viteri Jumbo et al., 2018). پژوهش‌های انجام‌شده روی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، اکثراً اثر اسانس‌های مختلف روی حشره کامل را بررسی کرده‌اند و معمولاً به تعیین اثر اسانس روی تخم این آفت نپرداخته‌اند؛ اگرچه سمیت تنفسی اسانس برگ بو (*Myrtus nobilis*) و اسانس مورد (*Myrtus communis*) بر تخم سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات مطالعه و گزارش شده است (Senfi et al., 2014). هدف از این پژوهش ارزیابی سمیت تنفسی چهار اسانس برگ اکالیپتوس، گل اکالیپتوس، برگ رزماری و برگ نعنا روی تخم‌های سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات و تأثیر آن بر درصد تفریح تخم و طول دوره لاروی بود.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، *C. maculatus*، در شرایط دمایی 30 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 50 ± 5 درصد، و تحت شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی پرورش داده شد. از لوبیای چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata*) به‌عنوان غذا، سطحی برای تخم‌گذاری حشره و محیطی برای رشد

عمر برای تعیین سمیت تنفسی اسانس‌ها استفاده شد. برای به دست آوردن تخم‌های هم‌سن، داخل ظرف پرورش حشرات، لوبیا چسم بلبلی ریخته شد و اجازه داده شد حشرات کمتر از ۲۴ ساعت (حدود ۲۰ ساعت) تخم‌ریزی کنند. سپس لوبیاهای جمع‌آوری و لوبیاهای حاوی یک عدد تخم برای آزمایش استفاده شد. در صورتی که بیشتر از یک تخم روی لوبیا بود، تخم‌های اضافی از روی لوبیا حذف شدند. بر اساس آزمایش‌های اولیه انجام‌شده، غلظت‌های ۳۷/۸۵، ۷۵/۷، ۱۱۳/۵۵ و ۱۵۱/۴ میکرولیتر بر لیتر هوا اسانس خالص برگ اکالیپتوس، گل اکالیپتوس، برگ رزماری و برگ نعنا به کار رفت. آزمایش‌ها در سه تکرار و هر تکرار با ۱۰ حشره انجام شدند و شاهد هیچ اسانسی دریافت نکرد. برای انجام آزمایش از پتری‌های درب‌دار به قطر ۶۰ میلی‌متر استفاده شد. بدین شکل که پس از پوشاندن قسمت داخلی در پتری با کاغذ صافی و چسباندن آن به درب، غلظت‌های مربوط به هر اسانس، با سمپلر روی کاغذ صافی ریخته شد تا از تماس مستقیم اسانس با حشرات جلوگیری شود. سپس برای اطمینان از عدم نشتی اسانس، اطراف دهانه هر پتری با نوارهای پارافیلیم پوشانده شد. هفت روز پس از تیمار، تعداد تخم‌های تفریح شده، ثبت شد. تخم‌های تفریح شده سوسک چهار نقطه‌ای حیوانات به رنگ سفید تغییر رنگ می‌دهند، در حالی که تخم‌های بدون تفریح شفاف و شیشه‌ای باقی می‌مانند (Watanabe 1990). سپس هر روز مشاهدات انجام شدند و تعداد ظهور حشرات کامل و طول دوره لاروی تا ظهور آخرین حشره ثبت شدند. تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون توکی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ در محدوده اطمینان ۹۵ درصد جهت مقایسه تفریح تخم و طول مدت لاروی انجام شد.

نتایج

سمیت تنفسی اسانس‌ها بر تخم

نتایج تیمار تخم سوسک چهار نقطه‌ای حیوانات با غلظت‌های ۳۷/۸۵، ۷۵/۷، ۱۱۳/۵۵ و ۱۵۱/۴ میکرولیتر بر لیتر هوا اسانس برگ اکالیپتوس، گل

لاروها استفاده شد. برای اطمینان از اینکه از قبل لوبیاهای آلودگی به آفت نداشته باشند، قبل از استفاده، دانه‌های لوبیا به مدت ۲۴ ساعت در دمای منفی ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شدند تا آلودگی‌های احتمالی از بین برود. پس از شکل‌گیری کلنی، تخم‌های با کمتر از ۲۴ ساعت عمر، برای آزمایش به کار برده شد. شرایط آزمایش همانند شرایط پرورش حشره بود.

جمع‌آوری گیاه

برگ‌های سرشاخه‌های درخت اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis*)، گل‌های درخت اکالیپتوس، و برگ‌های رزماری (*Rosmarinus officinalis*) از شهرستان زاهدان، محوطه فضای سبز دانشگاه سیستان و بلوچستان، واقع در استان سیستان و بلوچستان جمع‌آوری شد (عرض جغرافیایی: ۲۹،۴۵۱۹، طول جغرافیایی: ۶۰،۸۸۴۲ و ارتفاع از سطح دریا: ۱۳۵۲ متر). برگ‌های نعنا (*Mentha spicata*) از مغازه همین شهر خریداری شد. قبل از استخراج، نمونه‌های گیاهی به مدت یک هفته در دمای اتاق خشک شده و سپس برای استخراج اسانس به کار برده شدند.

استخراج اسانس

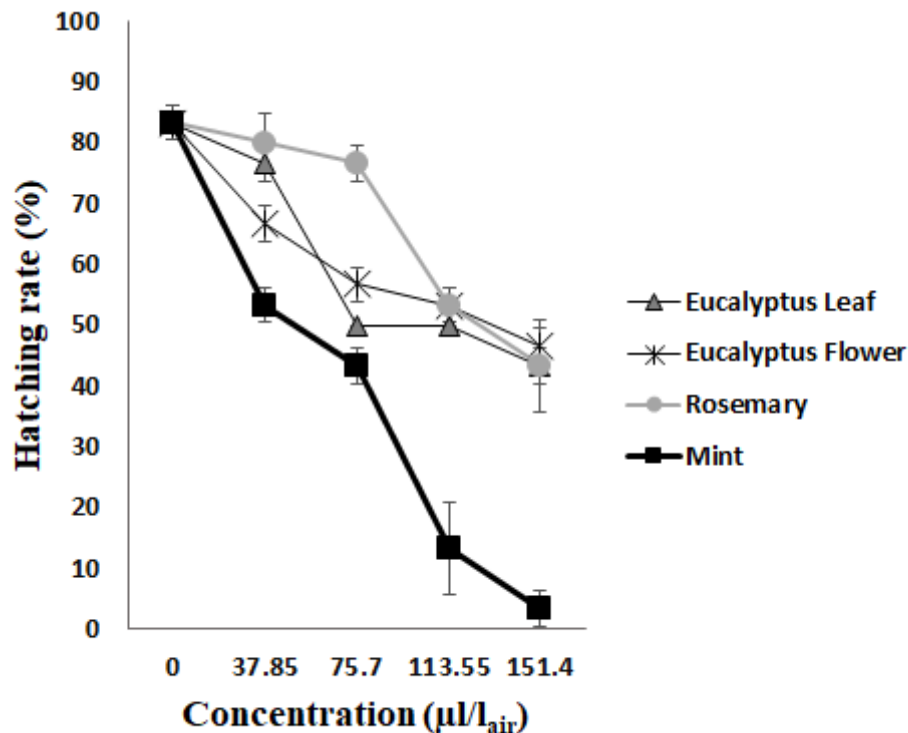
برای استخراج و اسانس‌گیری، از حدود ۲۰۰ گرم نمونه گیاهی خشک خردشده و دستگاه کلونجر (Clevenger) استفاده شد. به این شکل که نمونه گیاهی به همراه ۶۰۰ میلی‌لیتر آب داخل بالن ریخته شده و اجازه داده شد مخلوط به جوش بیاید. سپس به مدت حدود ۳ ساعت توسط دستگاه کلونجر عمل اسانس‌گیری انجام شد. برای حذف آب اسانس‌ها پس از استخراج از سولفات سدیم استفاده شد. اسانس استخراج‌شده برای نگهداری تا زمان آزمایش، در یک شیشه که دور آن فویل آلومینیوم پیچیده شده بود، ریخته شده و به جعبه تاریکی در یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس منتقل شد.

زیست‌سنجی

از تخم‌های هم‌سن‌سازی‌شده با کمتر از ۲۴ ساعت

تخم کاهش پیدا کرد. اما اسانس نعنا نسبت به بقیه سمیت بیشتری برای تخم داشت و درصد تفریخ تخم را بسیار کاهش داد و فقط ۳/۳ درصد از تخم‌ها تفریخ پیدا کردند (شکل ۱؛ $P < 0.05$). در اسانس گل اکالیپتوس و نعنا، همه غلظت‌های آزمایش شده درصد تفریخ را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش دادند ولی در اسانس برگ اکالیپتوس در سه غلظت ۷۵/۷، ۱۱۳/۵۵ و ۱۵۱/۴ میکرولیتر بر لیتر هوا، و در اسانس رزماری در غلظت‌های ۱۱۳/۵۵ و ۱۵۱/۴ میکرولیتر بر لیتر هوا کاهش درصد تفریخ تخم معنی‌دار بود (شکل ۱؛ $P < 0.05$).

اکالیپتوس، رزماری و نعنا بیانگر سمیت تنفسی این اسانس‌ها برای تخم این حشره بود؛ در نتیجه مرگ‌ومیر جنین افزایش پیدا کرده و درصد تفریخ تخم‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (شکل ۱). برای نمونه، در غلظت ۱۱۳/۵۵ و ۱۵۱/۴ میکرولیتر بر لیتر هوا درصد تفریخ به ترتیب برای اسانس‌های برگ اکالیپتوس (۵۰ و ۴۳/۳)، گل اکالیپتوس (۵۳/۳ و ۴۶/۶)، رزماری (۴۳/۳ و ۵۳/۳) و نعنا (۳/۳ و ۱۳/۳) درصد بود؛ در حالی که این میزان در شاهد ۸۳/۳ درصد مشاهده شد. در همه اسانس‌های آزمایش شده، با افزایش دوز، مرگ‌ومیر جنین نیز افزایش پیدا کرده و درصد تفریخ



شکل ۱. درصد تفریخ تخم‌های *C. maculatus* در معرض غلظت‌های مختلف اسانس‌های برگ اکالیپتوس، گل اکالیپتوس، رزماری و نعنا.

Figure 1. Hatching rate of *C. maculatus* eggs exposed to different concentrations of eucalyptus leaf, eucalyptus flower, rosemary, and mint essential oils.

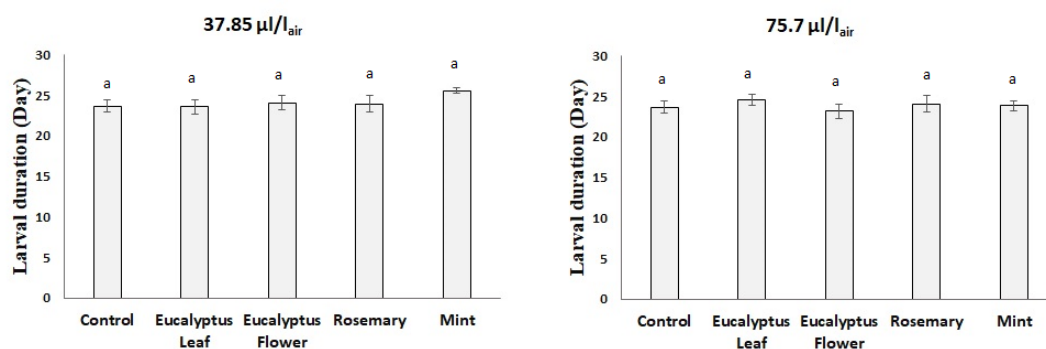
۱۵۱/۴ میکرولیتر بر لیتر هوای اسانس نعنا، غلظت‌های پایین‌تر اسانس نعنا و تمامی غلظت‌های آزمایش شده اسانس‌های گل اکالیپتوس، برگ اکالیپتوس و رزماری تغییر معنی‌داری در طول دوره لاروی سوسک چهار نقطه‌ای ایجاد نکردند و

اثر اسانس‌ها بر طول دوره لاروی

طول دوره لاروی در سوسک چهار نقطه‌ای حیوانات تحت تأثیر ۲۴ ساعت تنفس اسانس‌های گل اکالیپتوس، برگ اکالیپتوس، نعنا و رزماری در دوران جنینی، بررسی شد. نتایج نشان دادند که به‌جز غلظت

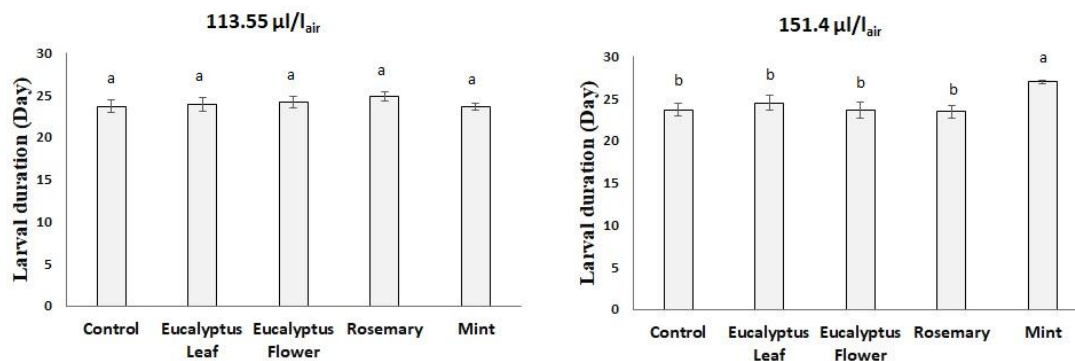
شکل ۳؛ $P < 0.05$). طول دوره لاروی برای اسانس‌های گل اکالیپتوس، برگ اکالیپتوس و رزماری در همین غلظت به ترتیب ۲۳/۵، ۲۴/۵ و ۲۳/۴ روز بود.

جنین‌های زنده مانده توانستند در زمان مساوی با شاهد (از لحاظ آماری) دوران لاروی را کامل کنند (شکل‌های ۲ و ۳). طول دوره لاروی در غلظت ۱۵۱/۴ میکرولیتر بر نعنا لیتر هوا اسانس افزایش پیدا کرد و از مقدار ۲۳/۶ روز در شاهد به مقدار ۲۷ روز رسید



شکل ۲. تأثیر غلظت‌های ۳۷/۸۵ و ۷۵/۷ میکرولیتر بر لیتر هوای اسانس‌های برگ اکالیپتوس، گل اکالیپتوس، رزماری و نعنا بر طول دوره لاروی *C. maculatus* (روز). بارها بیانگر SE و حروف مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها هستند ($P < 0.05$).

Figure 2. Effects of 37.85 and 75.7 µl/l_{air} concentrations of essential oils from eucalyptus leaf, eucalyptus flower, rosemary, and mint on *C. maculatus* larval duration (day). Error bars indicate SE and different letters indicate significant differences between the treatments ($P < 0.05$).



شکل ۳. تأثیر غلظت‌های ۱۱۳/۵۵ و ۱۵۱/۴ میکرولیتر بر لیتر هوای اسانس‌های برگ اکالیپتوس، گل اکالیپتوس، رزماری و نعنا بر طول دوره لاروی *C. maculatus* (روز). بارها بیانگر SE و حروف مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است ($P < 0.05$).

Figure 3. Effects of 113.55 and 151.4 µl/l_{air} concentrations of essential oils from eucalyptus leaf, eucalyptus flower, rosemary, and mint on *C. maculatus* larval duration (day). Error bars indicate SE and different letters indicate significant differences between the treatments ($P < 0.05$).

دسترس بودن در منطقه، جایگزین‌های مناسب و مؤثری برای سموم رایج باشند (Isman, 2016; Stevenson *et al.*, 2017). نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان می‌دهند که تخم‌های سوسک چهار

بحث

ترکیبات طبیعی گیاهان می‌توانند به دلیل ایمنی بالا و سمیت کم برای پستانداران، سازگاری با محیط‌زیست به خاطر خواص تجزیه‌پذیری سریع، و ارزان و در

گونه‌های با بیشترین سمیت اعلام شد (Farashiani et al., 2016). تأثیر اسانس اکالیپتوس بر مرحله تخم و لارو شب‌پره خرنوب (*Ectomyelois ceratoniae*) یکی از آفات مهم محصولات انباری بررسی و نتایج نشان داد که این اسانس برای هر دو مرحله خاصیت سمی و کشندگی داشته و باعث کاهش تفریح تخم‌ها شد (Arian Nezhad and Jabaleh, 2017). اثرات زیستی اسانس ۱۴ گونه گیاهی مختلف روی پوره‌های سن یک و حشره کامل شپشک آردآلود پنبه (*Phenacoccus solenopsis*) مطالعه و مشاهده شد اسانس نعنا و اکالیپتوس بر این حشره اثر کشندگی داشتند (Roozdar et al., 2019). فرمولاسیون استیک اسانس نعنا و اکالیپتوس علیه حشره کامل شپشه دنداندار (*Oryzaephilus surinamensis*) و لارو لمبه غلات (*Trogoderma granarium*) به کار برده و اثرات حشره‌کشی آن‌ها اثبات شد (Atapour et al., 2017). سمیت تنفسی نعنا و وحشی روی حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای و لاروهای شب‌پره مدیترانه‌ای آرد (*Ephestia kuehniella*) و شب‌پره هندی (*Plodia interpunctella*) گزارش شده است (Maroufpoor et al., 2017). همچنین اسانس نعنا روی تخم، پوره و حشره کامل سفید بالک گلخانه (*Trialetrodes vaporariorum*) سمیت تنفسی داشت؛ به‌طوری‌که تخم‌ها تا ۸۶ درصد مرگ‌ومیر داشتند ولی حساسیت پوره سن یک بیشتر از حساسیت تخم و حشره کامل بود (Fahim et al., 2012). کاربرد تدخینی اسانس نعنا و فرمولاسیون آن در پوره‌ها و حشره کامل شسته جالیز (*Aphis gossypii*) نیز مرگ‌ومیر بالایی ایجاد کرد (Riazi et al., 2016). بررسی سمیت تنفسی اسانس رزماری روی حشرات کامل شپشه دنداندار غلات (*O. surinamensis*) نشان‌دهنده مرگ‌ومیر وابسته به دوز این اسانس بود (Roozbehani et al., 2013). تنفس دوزهای مختلف اسانس رزماری توسط لاروهای سن یک شب‌پره آرد (*Ephestia kuehniella*) سبب مرگ‌ومیر این حشره و افزایش دوره لاروی و دوره شفیرگی شد (Heydari Moghadam et al., 2018). اسانس رزماری روی لارو سن سوم شب‌پره

نقطه‌ای حیوانات نسبت به هر چهار اسانس برگ و گل اکالیپتوس، برگ رزماری و برگ نعنا حساس هستند ولی اسانس نعنا سمیت تنفسی بیشتری برای تخم‌ها دارد؛ به‌طوری‌که تحت تأثیر این اسانس، هم درصد تفریح تخم‌ها بسیار کاهش یافته و به درصد ناچیزی رسید و هم طول دوره لاروی افزایش پیدا کرد. دلیل سمیت این اسانس‌ها با ترکیبات آن‌ها مرتبط است. پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که آلفا-پینن (α -pinene) و α -سینئول (1,8-cineole) ترکیبات عمده اسانس رزماری (Malakootian and Hatami, 2013; Amin Afshar et al., 2016) و کارون (*carvone*) و لیمونن (*limonene*) ترکیبات عمده اسانس نعنا (Azizi Tabrizad et al., 2019; Dadkhah et al., 2019) و α -سینئول ترکیب عمده اسانس اکالیپتوس هستند (Su et al., 2006; Batish et al., 2008). ترکیب اصلی اسانس نعنا (کارون) به‌عنوان ترکیبی با فعالیت حشره‌کشی قوی گزارش شده است (López and Pascual-Villalobos, 2010). در پژوهشی دیگر، ترکیب α -سینئول و کامفور (*camphor*) موجود در اسانس رزماری و اثر سینرژیستی (هم‌افزایی) آن‌ها، دلیل فعالیت حشره‌کشی اسانس رزماری بیان شده است (Tak et al., 2016). وجود لیمونن در اسانس نعنا، رزماری و اکالیپتوس گزارش و خاصیت حشره‌کشی قوی برای آن‌ها مشاهده شده است (Batish et al., 2008; López and Pascual-Villalobos, 2010; Amin Afshar et al., 2016). همچنین برای α -سینئول و آلفا-پینن که هم در اسانس رزماری و هم در اسانس اکالیپتوس وجود دارند، نیز خاصیت حشره‌کشی قوی ثبت شده است (Batish et al., 2008). به‌طور کلی می‌توان گفت اسانس‌های استفاده‌شده در این پژوهش به خاطر داشتن ترکیباتی مثل آلفا-پینن، α -سینئول، کارون و لیمونن دارای خاصیت حشره‌کشی قوی هستند. سمیت تنفسی ۵۳ گونه از اکالیپتوس‌های ایرانی روی شپشه برنج (*Sitophilus oryzae*) بررسی و گونه‌های *E. camaldulensis*، *E. fraxinoides*، *Eucalyptus flocktoniae*، *globulus*، *E. macarthurii* و *Eucahyptus stricklandii*

نقطه‌ای حبوبات در مرحله تخم بسیار کارآمد بوده و می‌تواند جایگزین مناسبی برای سموم تدخینی رایج در انبارها باشد. اسانس نعنا علاوه بر کارایی بسیار بالا، به دلیل خوراکی بودن، مشکل به جای گذاشتن باقی‌مانده بر مواد غذایی را نداشته و می‌تواند در برنامه‌های کنترل تلفیقی آفات استفاده شود.

پشت الماسی (*Plutella xylostella*) نیز سمیت حاد تماسی گوارشی ایجاد کرد که منجر به مرگ‌ومیر لاروها شد (Nasr Esfahani et al., 2015). به‌طور خلاصه، استفاده از اسانس‌های گیاهان (چهار اسانس برگ اکالیپتوس، گل اکالیپتوس، برگ رزماری و برگ نعنا) به‌ویژه اسانس نعنا، برای کنترل سوسک چهار

REFERENCES

- Alves, M. D. S. et al. (2019). Efficacy of lemongrass essential oil and citral in controlling *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae), a post-harvest cowpea insect pest. *Crop Protection*, 119, 191-196.
- Amin Afshar, M. H., Mahasti, P. and Emam Jomeh, Z. (2016). Identification of constituents, minimum concentration of inhibition of growth and microtubule of rosemary essential oil cultivated in Shiraz. *Journal of Medicinal Plants*, 4 (60), 112-122. (In Farsi)
- Arian Nezhad, S. and Jabaleh, I. (2017). Efficacy of Eucalyptus essential oils fumigant control against *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) under various space occupation conditions. *Quarterly Journal of Experimental Animal Biology*, 6 (1), 35 – 39. (In Farsi)
- Atapour, M., Bolandnazar, A. and Memarzadeh, M. R. (2017). Insecticidal effects of stick formulation of five medicine plants essential oils against sawtoothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* and the khapra beetle, *Trogoderma granarium*. *Journal of Plant Pests Research*, 7 (1), 29 – 42. (In Farsi)
- Azizi Tabrizad, N., Seyedin Ardebili, S. M. and Hojjati, M. (2019). Investigation of chemical compounds and antibacterial activity of pennyroyal, mint and thyme essential oils. *Food Science and Technology*, 15(12), 447 – 457. (In Farsi)
- Batish, D. R., Singh, H. P., Kohli, R. K. and Kaur, S. (2008). Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*, 256, 2166–74.
- Dadkhah, A., Fatemi, F., Mohammadi Malayeri, M. R., Rasooli, A. and Karvin Ashtiani, M.H. (2019). The effects of *Mentha Spicata* on oxidative stress and COX-2 gene expression in prevention of sepsis. *Journal of Cellular and Molecular Research (Iranian Journal of Biology)*, 31(4), 567-581. (In Farsi)
- Fahim, M., Safaralizadeh, M. and Safavi, S. (2012). Evaluation of Susceptibility of egg, nymph and adult of Greenhouse Whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Hem. Aleyrodidae) to Two Plant Essential Oils (Spearment and Cumin) under Laboratory Conditions. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 22(3), 27-35. (In Farsi)
- Farashiani, E. F., Awang, R. M., Assareh, M. H., Omar, D. and Rahmanim, M. (2016). Fumigant toxicity of 53 Iranian Eucalyptus essential oils against stored product insect, *Sitophilus oryzae* L. *Iranian Journal of forest and Range Protection Research*, 13 (2): 132-139. (In Farsi).
- Heydari Moghadam S., Azimizadeh N., Mohammadi H. 2018. Effects of cumin extract and the essential oil of *Cuminum cyminum* L. and *Rosmarinus officinalis* L. on some immature life stages of *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep: Pyralidae). *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*, 34(4), 594 – 603. (In Farsi)
- Heydarzade, A., Moravej, G., Hatefi, S. and Shabahang, J. (2011). Fumigant Toxicity of Essential Oils Extracted from Three Medicinal Plants against *Callosobruchus maculatus* Adults (Coleoptera: Bruchidae). *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 42(2), 275-284. (In Farsi)
- Isman, M. B. (2016). *Pesticides Based on Plant Essential Oils: Phytochemical and Practical Considerations*. Medicinal and Aromatic Crops: Production, Phytochemistry, and Utilization: ACS Publications.
- López, M. D. and Pascual-Villalobos, M. J. (2010). Mode of inhibition of acetylcholinesterase by monoterpenoids and implications for pest control. *Industrial Crops and Products*, 31, 284–288.
- Malakootian, M. and Hatami, B. (2013). Survey of Chemical Composition and Antibacterial Activity of *Rosmarinus Officinalis* Essential oils on *Escherichia Coli* and Its Kinetic. *Tolue Behdasht*, 12 (1), 1-13. (In Farsi)

15. Maroufpoor, M., Vafae, Y., Ebadollahi, A. and Badiee, E. (2017). Susceptibility of Some Stored Product Pests to Essential Oils of Dill, Celery and Wild Mint. *Journal of Applied researches in Plant Protection*, 6(1), 65 – 76. (In Farsi)
16. Mirkazemi, F., Bandani, A. R. and Sabahi, GH. A. (2010). Fumigant toxicity of essential oils from five officinal plants against two stored product insects: cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (fabricius) and red flour beetle, *Tribolium castaneum* (herbest). *Plant protection (Scientific journal of agriculture)*, 32(2), 37-53. (In Farsi)
17. Moura, E. D. S., Faroni, L. R. A., Zanuncio, J. C., Heleno, F. F. and Prates, L. H. F. (2019). Insecticidal activity of *Vanillosmopsis arborea* essential oil and of its major constituent α -bisabolol against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Scientific Reports*, 9, 3723.
18. Nasr Esfahani, M., Jalali Sendi, J., Moharami pour, S. and Zibae, A. (2015). Effect of Thymus and Rosemary essential oil on toxicity and physiological parameters of diamondback moth *Plutella xylostella* L. *Journal of Animan Researches*, 27(4), 553 – 567. (In Farsi)
19. Pourya, M., Sadeghi, A., Ghobari, H., Nji Tizi Taning, C. and Smagghe, G. (2018). Bioactivity of *Pistacia atlantica* desf. Subsp. *Kurdica* (Zohary) Rech. F. and *Pistacia khinjuk* stocks essential oils against *Callosobruchus maculatus* (F, 1775) (Coleoptera: Bruchidae) under laboratory conditions. *Journal of Stored Products Research*, 77, 96-105.
20. Riazi, M., Khajehali, J., Poorjavand, N. and Bolandnazar, A. (2016). The mortality and repellency effect of a formulation of spearmint essential oil on the cotton-melon aphid under greenhouse conditions. *Journal of Greenhouse Culture Science and Technology*, 6(24), 169 – 180. (In Farsi)
21. Roozbehani, Z., Kechili, F., Shakarami, J. and Mosadegh, M. S. (2013). Fumigant toxicity of essential oils from four plant species on adult *oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae). *Plant Protection*, 36(4), 1-9.
22. Roozdar, E., Habibpour, B., Mossadegh, M. S. and Mahmoodi Sourestani, M. (2019). *Journal of Plant Protection*, 42 (3), 71 – 86.
23. Senfi, F., Safaralizadeh, M. H., Safavi, S. A. and Aramideh, Sh. (2014). Evaluation of fumigant toxicity of *Laurus nobilis* L. and *Myrtus communis* L. essential oils on eggs and adult stage of the Cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* F. (Col.: Bruchidae). *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*, 30(2), 216 – 222. (In Farsi)
24. Stevenson, P. C., Isman, M. B. and Belmain, S. R. (2017). Pesticidal plants in Africa: a global vision of new biological control products from local uses. *Industrial Crops and Products*, 110, 2-9.
25. Su, Y. C., Ho, C. L., Wang, I. C. and Chang, S. T. (2006). Antifungal activities and chemical compositions of essential oils from leaves of four eucalypts. *Taiwan Journal of Forest Science*, 21, 49–61.
26. Tak, J. H., Jovel, E. and Isman, M. B. (2016). Comparative and synergistic activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil constituents against the larvae and an ovarian cell line of the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest Management Science*, 72(3), 474-80.
27. Viteri Jumbo, L. O., Haddi, K., Faroni, L. R. D., Heleno, F. F., Pinto, F. G. and Oliveira, E. E. (2018). Toxicity to, oviposition and population growth impairments of *Callosobruchus maculatus* exposed to clove and cinnamon essential oils. *PLoS ONE*, 13(11), e0207618.
28. Watanabe, N. (1990). Diversity in life cycle patterns of bruchids occurring in Japan (Coleoptera: Bruchidae). In Fuji, K., Gatehouse, M. R., Johnson, C. D., Mitchel, R. and Yoshida, T. (Eds) *Bruchids and Legumes: Economics, Ecology and Coevolution*. (pp 141–147). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
29. Zandi Sohani, N. and Ramezani, L. (2012). Investigation into Insecticidal Activity of *Mentha arvensis* and *Mentha pulegium* Essential Oils on *Callosobruchus maculatus*. *Plant protection*, 35(2), 1-11. (In Farsi)