

بررسی اثرات زیستی اسانس ۱۴ گونه گیاهی روی شپشک آردآلود پنبه *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hem.: Pseudococcidae) در شرایط آزمایشگاهی

الهام روزدار^۱، بهزاد حبیب پور^{۲*}، محمد سعید مصدق^۳ و محمد محمودی سروسستانی^۴

- ۱- دانشجوی دکتری رشته حشره شناسی، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
- ۲- *نویسنده مسوول: دانشیار، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، اهواز، ایران (habibpour_b@gmail.com)
- ۳- استاد، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، اهواز، ایران
- ۴- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۰۶

چکیده

اخیراً تحقیقات زیادی در رابطه با کاربرد اسانس های گیاهی یا اجزای سازنده آنها به عنوان جایگزین ایمن برای سموم شیمیایی متداول انجام شده است. در این مطالعه اثرات زیستی اسانس ۱۴ گونه گیاهی شامل نعنای فلفلی، کلپوره، رزماری، نعنای گربه ای، پونه، ریحان، نعنای خوراکی، بادرشبویه، مرزه خوزستانی، مرزنگوش، مورد، اکالیپتوس، شیشه شور و جاشیر روی پوره سن یک و حشرات بالغ شپشک آردآلود پنبه در شرایط آزمایشگاهی در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی ارزیابی شد. اسانس های گیاهی با استفاده از دستگاه کلونجر و با روش تقطیر با آب استخراج شدند. در این پژوهش مشخص شد که اسانس پونه، نعنای فلفلی، نعنای خوراکی و نعنای گربه ای روی پوره سن یک با LC_{50} معادل ۱۱۳/۴۹، ۱۲۹/۷۴، ۱۶۳/۰۴ و ۱۹۳/۰۵ پی پی ام بیشترین کشندگی را داشتند. همچنین اسانس گیاهان پونه، نعنای فلفلی، جاشیر و مرزه خوزستانی به ترتیب با LC_{50} معادل ۳۷۰/۱۲، ۴۰۰/۵۸، ۴۱۳/۸۷ و ۴۳۰/۸۱ پی پی ام بیشترین کشندگی را روی بالغین شپشک داشتند. اسانس پونه در غلظت LC_{30} و LC_{40} به ترتیب با ۸۳/۳۳ و ۹۳/۳۳ درصد دورکنندگی دارای بیشترین خاصیت دورکنندگی روی حشرات بالغ بود. در آزمایش بررسی دوام اسانس ها روی پوره سن یک و حشرات بالغ شپشک آردآلود پنبه، مشخص شد که با گذشت زمان اثر سمیت اسانس ها کاهش می یابد. اسانس گیاه پونه بالاترین دوام را روی پوره سن یک (۹/۹۷ روز) و حشرات بالغ شپشک (۱۷/۷۴ روز) داشت. بر اساس نتایج به دست آمده، در بین اسانس های مورد مطالعه، بیشترین اثر حشره کشی در اسانس پونه مشاهده گردید.

کلیدواژه ها: شپشک آردآلود پنبه، اسانس های گیاهی، زیست سنجی، دورکنندگی

مقدمه

می شود (Wang et al., 2010). شپشک آردآلود پنبه *P. solenopsis* اولین بار از ایران توسط مقدم و باقری در میناب و بندرعباس از روی درختچه های ختمی چینی *Hibiscus rosa-sinensis* (L.) گزارش گردید

شپشک آردآلود پنبه *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) یکی از آفات جدی محصول پنبه و برخی گیاهان مهم زراعی مناطق گرمسیری دنیا محسوب

فعالیت حشره کشی اسانس های خارج شده از برگ گیاهان *Satureja thymbra* (L.)، *Mentha piperta* (L.)، *Ocimum* و *Lavandula angustifolia* (Mill.)، *Citrus limon* (L.) و پوست میوه های *basilicum* (L.) (Sapindales: Rutaceae) و *C. sinensis* (L.) بر علیه شپشک *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae) مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که اسانس های استخراج شده از پوست میوه در کنترل شپشک موثرتر از اسانس های خارج شده از برگ های گیاهان بوده است؛ ولی در کل کاربرد اسانس ها در کنترل شپشک علامت گیاه سوزی ایجاد نکرد و از نظر زیست محیطی ایمن بود (Karamaouna et al., 2013). عصاره استخراج شده از درختان مرکبات Limonene (لیمو و پرتقال) بر علیه شپشک های آردآلود و سایر حشرات مکنده نشان داد که اسپری کردن اسانس به عنوان حشره کش، ۹۹ درصد سفیدبالک ها و ۶۹ تا ۱۰۰ درصد شپشک های آردآلود و سایر شپشک ها را کنترل کرده و با اضافه کردن سورفکتانت ها این اثرات کشندگی افزایش یافت (Hollingsworth, 2005). بر اساس تحقیقات (Sardar et al., 2018)، از بین عصاره های گیاهی به کار برده شده علیه شپشک آردآلود پنبه در شرایط آزمایشگاهی، عصاره *Azadirachta indica* (A. Juss) بیشترین اثر حشره کشی را داشت. هدف از این پژوهش، بررسی اثرات زیستی اسانس ۱۴ گونه گیاهی از خانواده های مختلف روی شپشک آردآلود پنبه *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) (Hem.: Pseudococcidae) در شرایط آزمایشگاهی می باشد.

مواد و روش ها

جمع آوری و تهیه نمونه های گیاهی

مشخصات گیاهان مورد آزمایش در این تحقیق در جدول ۱ ذکر شده است. به طور کلی گیاهان

(Moghadam and Bagheri, 2010)؛ سپس از صفی آباد دزفول و متعاقب آن در سایر نقاط استان خوزستان توسط مصدق و همکاران از روی ۲۸۹ گونه میزبان گیاهی گزارش شد (Mossadegh et al., 2015b). ختمی چینی با نام علمی *H. rosa-sinensis* از شاخه گیاهان گلدار، زیرشاخه نهاندانگان، رده دولپه ای ها، راسته پنیرک سانان، تیره پنیرکیان و سرده ختمی است که اولین بار به نام کارل فن لینه نام گذاری شده است (Pahlavani et al., 2017). این گیاه از جمله گیاهانی است که با شرایط آب و هوایی خوزستان سازگاری خوبی دارد. ویژگی های درختچه های ختمی چینی از قبیل سازگاری با گرما و آفتاب سوزان خوزستان، گلدهی در اوج گرما و پر پشت شدن در اثر هرس، موجب شده است که این گیاه در پارک ها و فضای سبز شهر اهواز و مناطق دیگر استان بسیار مورد استفاده قرار گیرد. خسارت این شپشک روی ختمی چینی به حدی است که منجر به قطع درختچه های آلوده و وارد شدن خسارت قابل توجه به فضای سبز شهری می گردد (Mossadegh et al., 2012). تحقیقات اخیر (Mossadegh et al., 2015a)، در خصوص رهاسازی کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) در شمال خوزستان برای کنترل شپشک آردآلود پنبه *P. solenopsis* در این منطقه نشان داد که استفاده از دشمنان طبیعی به خصوص کفشدوزک ها می تواند نقش بسیار موثری در کنترل این آفت داشته باشد. استفاده از کنترل شیمیایی به دلیل تاثیر مضر آن بر سلامتی انسان و محیط زیست مطلوب نیست و موجودات مفید غیر هدف را نیز تهدید می کند (Ahmad and Akhtar, 2016). اسانس ها و عصاره های گیاهی یکی از کاندیداهای مناسب به عنوان جایگزین ترکیبات شیمیایی سنتزی هستند (Ramzi et al., 2018). اسانس های گیاهی علاوه بر این که برای انسان و سایر پستانداران کم خطر هستند، دارای خواص دارویی و غذایی بوده و در طبیعت نیز به سرعت تجزیه می شوند (Isman, 2000).

جدول ۱- مشخصات گیاهان جمع آوری شده برای اسانس گیری

Table 1. Characteristics of collected plants for essential oil extraction

Scientific name	Family	English name	Wild/Cultivated	Collection place
<i>Mentha piperita</i> L.	Lamiaceae	Peppermint	Cultivated	Dezful
<i>Teucrium polium</i> Boiss.	Lamiaceae	Poleigamander	Wild	Ilam
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae	Rosemary	Cultivated	Ahvaz
<i>Nepeta cataria</i> L.	Lamiaceae	Catmint	Cultivated	Ahvaz
<i>Mentha longifolia</i> L.	Lamiaceae	Wild mint	Cultivated	Ahvaz
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiaceae	Sweet basil	Wild	Ilam
<i>Mentha spicata</i> L.	Lamiaceae	Spearmint	Cultivated	Ahvaz
<i>Dracocephalum moldavica</i> L.	Lamiaceae	Moldavian balm	Cultivated	Dezful
<i>Satureja khuzistanica</i> Jamzad.	Lamiaceae	Marzeh khuzestani	Cultivated	Ahvaz
<i>Origanum vulgare</i> L.	Lamiaceae	Oregano	Wild	Ilam
<i>Myrtus communis</i> L.	Myrtaceae	Myrtle	Wild	Ilam
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Myrtaceae	River redgum	Cultivated	Fars
<i>Callistemon viminalis</i> Gaertn.	Myrtaceae	Weeping bottle-brush	Cultivated	Dezful
<i>Prangos ferulacea</i> L.	Apiaceae	Ribbed Cachrys	Cultivated	Ahvaz

پرورش حشرات

جهت پرورش شپشک آردآلود پنبه از غده‌های سیب‌زمینی جوانه‌زده (*Solanum tuberosum* (L.) به عنوان میزبان گیاهی استفاده شد. غده‌های سیب‌زمینی پس از شستشو و به منظور شکستن دوره خواب و جوانه‌زنی در یخچال در دمای ۸-۵ درجه سلسیوس نگهداری و پس از جوانه‌زدن به منظور تغذیه شپشک‌ها مورد استفاده قرار گرفت (Khodaman, 1993). جهت تشکیل کلنی آزمایشگاهی، نمونه‌هایی از ماده‌های بالغ شپشک آردآلود پنبه *P. solenopsis* در اوایل فروردین، از روی درختچه‌های ختمی چینی در محوطه دانشگاه شهید چمران جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. این ماده‌ها در کنار جوانه‌های سیب‌زمینی قرار داده شد تا پس از تخم‌ریزی و ظهور پوره‌های سن یک، این پوره‌ها به روی جوانه‌های سیب‌زمینی منتقل شوند. کلنی شپشک در ظروف پرورش به ابعاد ۲۹×۲۹×۴۲ سانتی‌متر که درپوش آن‌ها به منظور تهویه با پارچه مش ریز پوشیده شده بود، در انکوباتور در دمای ۱±۲۵ درجه

جمع‌آوری شده متعلق به خانواده‌های نعنائیان (Lamiaceae)، موردیان (Myrtaceae) و چتریان (Apiaceae) بودند. گیاهان جهت اسانس‌گیری در شرایط سایه در آزمایشگاه گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، خشک شدند. سپس برگ‌های آن‌ها به طور کامل جداسازی و با آسیاب برقی خرد گردید.

تهیه اسانس گیاهی

اسانس‌گیری توسط دستگاه کلونجر در آزمایشگاه گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه چمران اهواز انجام شد. در هر مرتبه اسانس‌گیری ۱۰۰-۵۰ گرم گیاه خرد یا پودر شده به همراه ۱۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در دستگاه ریخته شد و اسانس‌گیری به مدت ۳ ساعت انجام گردید. اسانس‌های جمع‌آوری شده تا زمان استفاده در ظروف شیشه‌ای به حجم ۵ میلی‌لیتر قرار داده شده و پس از آبگیری با سولفات سدیم، برای جلوگیری از تجزیه نوری با آلومینیوم فویل پوشانده و در دمای ۴ درجه سلسیوس در یخچال نگهداری گردید.

سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شد.

آزمایش‌های زیست‌سنجی

به منظور تعیین LC_{50} اسانس گیاهان مختلف، آزمایش‌های مقدماتی با استفاده از غلظت‌های مختلف از اسانس‌ها که ۲۰ تا ۹۰ درصد تلفات ایجاد نمودند (Robertson et al., 2007)، روی پوره سن یک و حشرات بالغ شپشک آردآلود پنبه مورد بررسی قرار گرفت. بدین ترتیب آزمایش‌های اصلی روی پوره‌های سن یک برای اسانس پونه *M. longifolia* و نعنای فلفلی *M. piperita* با چهار غلظت ۳۰۰، ۲۰۰، ۱۵۰ و ۱۱۰؛ نعنای گربه‌ای *N. cataria* و نعنای خوراکی *M. spicata* با چهار غلظت ۴۰۰، ۲۸۰، ۱۹۰ و ۱۳۰؛ رزماری *C. viminalis*، مرزنگوش *O. vulgare* و بادرشبویه *D. moldavica* با چهار غلظت ۵۰۰، ۴۰۰، ۳۳۰ و ۲۶۰؛ مرزه خوزستانی *S. khuzistanica* اکالیپتوس *E. camaldulensis*، جاشیر *P. ferulacea* و مورد *M. communis* با چهار غلظت ۵۰۰، ۳۳۰ و ۲۲۰ و ریحان *O. basilicum*، کلپوره *T. polium* و شیشه‌شور *C. viminalis* با چهار غلظت ۵۰۰، ۴۴۰، ۳۹۰ و ۳۵۰، بر حسب پی‌پی‌ام انجام شد. این آزمایش‌ها برای هر اسانس در ۴ غلظت و ۳ تکرار انجام گرفت و در تیمار شاهد از متانول استفاده شد. همچنین برای تهیه محلول‌های اسانس از متانول به عنوان حلال استفاده شد. برای زیست‌سنجی شپشک آردآلود پنبه از روش غوطه‌ور کردن برگ‌ها در تیمارها استفاده شد. جهت انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی، دیسک‌های برگ‌ها به قطر ۸ سانتی‌متر به مدت ۱۵ ثانیه در غلظت‌های مورد نظر از هر یک از تیمارها غوطه‌ور شده و اجازه داده شد تا پس از گذشت نیم ساعت، سطح برگ‌ها خشک شوند. در ادامه جهت مرطوب نگه‌داشتن برگ‌ها، در کف پتری‌ها (قطر ۸ سانتی‌متر)، آگار ۱ درصد به ارتفاع ۱ سانتی‌متر ریخته، و هر یک از برگ‌ها به صورت انفرادی به داخل پتری انتقال داده شد؛ سپس برای هر

تکرار، ۱۰ عدد پوره سن یک شپشک آردآلود پنبه (پوره‌های هم‌سنی که بعد از گذشت ۲۴ ساعت به دست آمد) با قلم مو به روی برگ‌های تیمار شده درون پتری انتقال داده شد. تشتک‌های پتری درون انکوباتور با شرایط ثابت ذکر شده نگهداری شد. درپوش پتری‌ها دایره‌وار و به قطر ۳ سانتی‌متر سوراخ و برای تهویه، توری چسبانده شد. تعداد تلفات بعد از ۴۸ ساعت شمارش شد (Kaveh et al., 2014). در صورتی که با تحریک پاها و شاخک‌های حشرات توسط قلم مو، هیچ عکس‌العملی دیده نشود، حشره مرده در نظر گرفته می‌شود. این آزمایش‌ها روی حشرات بالغ شپشک آردآلود پنبه مشابه پوره سن یک انجام شد. بدین ترتیب برای حشرات بالغ، اسانس پونه و نعنای فلفلی با چهار غلظت ۵۰۰، ۴۴۰، ۳۹۰ و ۳۵۰؛ نعنای گربه‌ای و نعنای خوراکی با چهار غلظت ۶۰۰، ۵۱۰، ۴۳۰ و ۳۷۰؛ رزماری، مرزنگوش و بادرشبویه با چهار غلظت ۷۰۰، ۶۶۰، ۶۱۰ و ۵۷۰؛ مرزه خوزستانی، اکالیپتوس، جاشیر و مورد با چهار غلظت ۷۰۰، ۵۳۰، ۴۰۰ و ۳۰۰؛ ریحان، کلپوره و شیشه‌شور با چهار غلظت ۷۰۰، ۶۱۰، ۵۳۰ و ۴۶۰، بر حسب پی‌پی‌ام مورد آزمایش قرار گرفتند.

بررسی اثرات دورکنندگی اسانس‌های گیاهی روی حشرات بالغ

قابلیت دورکنندگی اسانس‌ها بر مبنای ترجیح حشرات برای یک ناحیه خاص برآورد گردید (Chopa and Descamps, 2012). به منظور یافتن میزان دورکنندگی حدود ۵۰ درصد، غلظت‌های LC_{40} و LC_{30} اسانس‌ها با استفاده از نرم افزار POLO-PC در آزمایش استفاده شد (Hosseini amin et al., 2013). بر اساس روش (Riazi et al., 2015) با اندکی تغییرات، دیسک‌های برگ‌های ختمی‌چینی به قطر ۸ سانتی‌متر تهیه و از وسط به دو قسمت مساوی بریده شد. نصف برگ با هر یک از غلظت‌ها آغشته شد؛ نصف دیگر فقط با متانول (شاهد) تیمار شد. دیسک‌های برگ‌ها به مدت نیم ساعت در معرض هوا خشک شده و سپس

حداکثر زمانی که پس از اسانس دهی هیچ مرگ و میری مشاهده نشد ادامه یافت.

تحلیل داده ها

غلظت کشندگی ۵۰ درصد (LC₅₀) و آماره های مربوط به آن و نیز PT₅₀ برای بررسی دوام اسانس های مورد مطالعه، به روش پرویت (Finney (1971) توسط نرم افزار POLO-PC انجام شد. مقایسه سمیت نسبی (Relative Potency) اسانس ها، بر اساس روش (Robertson et al. (2007) و نرم افزار POLO-PC انجام شد. برای تجزیه داده های درصد دور کنندگی از آنالیز واریانس یکطرفه (One-way Analysis of Variance) و مقایسه میانگین با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد با نرم افزار SPSS Version 22 انجام شد. نمودارها به کمک نرم افزار EXCEL 2013 رسم شدند.

نتایج بررسی زیست سنجی اسانس های گیاهی روی پوره سن یک و حشرات بالغ

نتایج این پژوهش نشان داد که اسانس گیاهان مختلف روی پوره سن یک شپشک آردآلود پنبه اثر کشندگی دارند. با توجه به مقادیر LC₅₀ در مورد پوره سن یک، کمترین میزان LC₅₀ مربوط به دو اسانس پونه و نعنای فلفلی به ترتیب با LC₅₀ معادل ۱۱۳/۴۹ و ۱۲۹/۷۴ پی پی ام بود. بعد از این دو اسانس، بیشترین تلفات در اسانس های نعنای خوراکی و نعنای گربه ای با LC₅₀ معادل ۱۶۳/۰۴ و ۱۹۳/۰۵ پی پی ام مشاهده شد. کمترین میزان تلفات بعد از ۴۸ ساعت مربوط به اسانس های ریحان، کلپوره و شیشه شور به ترتیب با LC₅₀ معادل ۳۵۷/۸۴، ۳۶۳/۷۵ و ۳۷۱/۹۰ پی پی ام بود. (جدول ۲). همچنین، مقایسه LC₅₀ اسانس ها توسط محاسبه سمیت نسبی نشان داد که پونه نسبت به نعنای فلفلی (۱/۱۶ برابر) و نعنای خوراکی نسبت به نعنای گربه ای (۱/۱۹ برابر) سمی تر بود (جدول ۳).

مقادیر LC₅₀ به دست آمده از تاثیر اسانس های مختلف روی حشرات بالغ شپشک آردآلود پنبه نشان داد

روی لایه نازکی از آگار ۱ درصد در پتری های به قطر ۸ سانتی متر کنار هم قرار داده شدند. تعداد ۲۰ حشره بالغ به وسیله قلم مو در مرکز دیسک های برگی رهاسازی شدند و سپس درپوش پتری بسته شد. درپوش پتری های آزمایش دایره وار و به قطر ۳ سانتی متر سوراخ و توری چسبانده شد. هر تیمار ۳ بار تکرار شد. تعداد حشرات مشاهده شده در نیمه ی شاهد (Nc) و نیمه ی تیمار (Nt) پس از ۲۴ ساعت شمارش شدند. درصد دور کنندگی (PR) طبق معادله (۱) محاسبه شد (Obeng-Ofori and Reichmuth, 1997).

$$PR = [(Nc - Nt)/(Nc + Nt)] \times 100 \quad (1)$$

بررسی دوام اسانس های گیاهی روی پوره سن یک و حشره بالغ

میزان دوام سمیت اسانس ها روی پوره سن یک و حشره بالغ شپشک آردآلود پنبه بر اساس روش Louni et al. (2018)، با اندکی تغییرات مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور، ابتدا با استفاده از نرم افزار POLO-PC، غلظت LC₇₀ سمیت تماسی اسانس ها برای پوره ها و LC₈₀ برای حشرات بالغ مشخص و در آزمایش دوام استفاده شد. این آزمایش با ۳ تکرار اجرا شد. ابتدا دیسک های برگی ختمی چینی به قطر ۸ سانتی متر در غلظت های مورد نظر از هر اسانس غوطه ور شده و پس از خشک شدن سطح برگ، روی لایه نازکی از آگار ۱ درصد درون پتری های به قطر ۸ سانتی متر انتقال داده شدند. پس از ۳ روز از تاریخ اسانس دهی تعداد ۱۰ پوره سن یک و ۱۰ حشره بالغ شپشک به داخل پتری های آزمایش گذاشته شد. درپوش پتری ها قبل از انتقال حشرات بسته بود، بعد از این که حشرات به داخل پتری ها گذاشته شد، درپوش پتری دوباره بسته شد و در تمام طول این مدت بسته باقی ماند. درپوش پتری های آزمایش دایره وار و به قطر ۳ سانتی متر سوراخ و توری چسبانده شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت تعداد حشرات مرده شمارش شد. همین آزمایش برای ۵، ۷ و ۹ روز تا

جدول ۲- مقادیر LC₅₀ چهارده اسانس گیاهی روی پوره سن یک شپشک آردآلود پنبه *Phenacoccus solenopsis*
 Table 2. LC₅₀ values for the fourteen essential oils against first instar nymphs of *Phenacoccus solenopsis*

Essential oils	n	LC ₅₀ (ppm)	X ² (df=3)	Slope ± SE	95% confidence interval
<i>Mentha piperita</i>	120	129.74	1.38	2.55±0.77	89.99-155.01
<i>Teucrium polium</i>	120	363.75	2.11	8.62±2.25	315.74-385.74
<i>Rosmarinus officinalis</i>	120	282.10	1.84	3.87±1.19	213.07-320.96
<i>Nepeta cataria</i>	120	193.05	2.24	2.99±0.69	158.90-225.06
<i>Mentha longifolia</i>	120	113.49	0.71	3.19±0.85	80.48-134.92
<i>Ocimum basilicum</i>	120	357.84	1.87	8.40±2.26	304.93-380.69
<i>Mentha spicata</i>	120	163.04	1.20	2.76±0.69	121.16-194.08
<i>Dracocephalum moldavica</i>	120	308.39	1.57	4.78±1.20	254.88-349.24
<i>Satureja khuzistanica</i>	120	205.25	2.35	2.84±0.66	151.64-242.18
<i>Origanum vulgare</i>	120	292.93	1.08	3.89±1.18	230.00-339.98
<i>Myrtus communis</i>	120	211.07	1.11	2.66±0.64	154.59-261.47
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	120	215.03	2.26	2.59±0.64	156.04-266.23
<i>Callistemon viminalis</i>	120	371.90	2.53	7.65±2.16	331.63-395.94
<i>Prangos ferulacea</i>	120	205.74	2.20	2.85±0.66	151.26-242.36

n: Number of insects tested

جدول ۳- مقایسه نسبت LC₅₀ در بررسی سمیت اسانس چهارده گونه گیاهی روی پوره سن یک شپشک آردآلود پنبه
Phenacoccus solenopsis در غلظت‌های مختلف

Table 3. The comparison of LC₅₀ ratios for toxicity of the fourteen essential oils on the first instar nymphs of *Phenacoccus solenopsis* at different concentrations

Essential oils	LC ₅₀ Ratio (RMP) ¹	95% confidence interval
<i>M. piperita</i> : <i>M. longifolia</i>	1.16	0.79-1.70
<i>N. cataria</i> : <i>M. spicata</i>	1.19	0.87-1.64
<i>O. vulgare</i> : <i>R. officinalis</i>	1.02	0.79-1.33
<i>D. moldavica</i> : <i>R. officinalis</i>	1.08	0.86-1.37
<i>D. moldavica</i> : <i>O. vulgare</i>	1.06	0.85-1.33
<i>E. camaldulensis</i> : <i>S. khuzistanica</i>	1.04	0.75-1.44
<i>P. ferulacea</i> : <i>S. khuzistanica</i>	1.00	0.73-1.33
<i>M. communis</i> : <i>S. khuzistanica</i>	1.03	0.75-1.42
<i>E. camaldulensis</i> : <i>P. ferulacea</i>	1.05	0.76-1.45
<i>E. camaldulensis</i> : <i>M. communis</i>	1.01	0.73-1.41
<i>M. communis</i> : <i>P. ferulacea</i>	1.03	0.63-1.71
<i>T. polium</i> : <i>O. basilicum</i>	1.02	0.89-1.17
<i>C. viminalis</i> : <i>O. basilicum</i>	1.05	0.92-1.20
<i>C. viminalis</i> : <i>T. polium</i>	1.03	0.90-1.16

1-RMP= Relative Median Potency

LC₅₀ معادل ۴۱۳/۸۷، ۴۳۰/۸۱ و ۴۵۹/۳۷ پی‌پی‌ام
 بیشترین تلفات را داشتند. اسانس‌های نعنای گربه‌ای و
 نعنای خوراکی به ترتیب با LC₅₀ معادل ۴۶۱/۸۲ و
 ۴۸۰/۳۹ پی‌پی‌ام نسبت به مرحله پوره سن یک، روی
 حشره بالغ تلفات کمتری را ایجاد کردند. کم‌ترین میزان
 تلفات در مورد اسانس مرزنگوش با LC₅₀ معادل

که همه‌ی اسانس‌ها اثر کشندگی روی این مرحله از
 زندگی آفت داشتند. در مورد حشرات بالغ هم مانند
 مرحله پوره سن یک، اسانس‌های پونه و نعنای فلفلی به
 ترتیب با LC₅₀ معادل ۳۷۰/۱۲ و ۴۰۰/۵۸ پی‌پی‌ام
 بیشترین تلفات را ایجاد کردند. بعد از این دو،
 اسانس‌های جاشیر، مرزه خوزستانی و مورد به ترتیب با

۶۳۳/۷۵ پی پی ام مشاهده شد و پس از آن اسانس های
 بادر شبویه، رزماری، شیشه شور و کلپوره تلفات کمتری
 داشتند (جدول ۴). مقایسه LC₅₀ اسانس ها توسط محاسبه
 سمیت نسبی نشان داد که پونه نسبت به نعنای فلفلی (۱/۰۸)
 برابر، جاشیر نسبت به مرزه خوزستانی (۱/۰۵) برابر،
 مرزه خوزستانی نسبت به اکالیپتوس (۱/۱۱) برابر، مرزه
 خوزستانی نسبت به مورد (۱/۰۶) برابر، جاشیر نسبت به
 اکالیپتوس (۱/۱۷) برابر، مورد نسبت به اکالیپتوس (۱/۰۴)
 برابر و جاشیر نسبت به مورد (۱/۱۲) برابر) سمی تر بود
 (جدول ۵).

جدول ۴- مقادیر LC₅₀ چهارده اسانس گیاهی روی بالغین شپشک آردآلود پنبه *Phenacoccus solenopsis*

Table 4. LC₅₀ values for the fourteen essential oils on the adults of *Phenacoccus solenopsis*

Essential oils	n	LC ₅₀ (ppm)	X ² (df=3)	Slope ± SE	95% confidence interval
<i>Mentha piperita</i>	120	400.58	1.61	8.83±2.15	375.86-422.06
<i>Teucrium polium</i>	120	552.90	2.01	7.72±1.83	505.31-596.06
<i>Rosmarinus officinalis</i>	120	621.38	2.06	13.80±3.60	586.59-642.98
<i>Nepeta cataria</i>	120	461.82	2.32	6.68±1.58	417.28-505.02
<i>Mentha longifolia</i>	120	370.12	1.04	8.64±2.23	326.38-392.28
<i>Ocimum basilicum</i>	120	541.44	1.93	6.74±1.79	486.48-579.73
<i>Mentha spicata</i>	120	480.39	3.68	7.10±1.59	449.11-526.06
<i>Dracocephalum moldavica</i>	120	631.41	2.25	15.72±3.67	601.89-650.27
<i>Satureja khuzistanica</i>	120	430.81	1.78	3.32±0.89	364.96-495.76
<i>Origanum vulgare</i>	120	633.75	3.07	13.92±3.61	600.16-666.41
<i>Myrtus communis</i>	120	459.37	2.55	3.81±0.90	403.89-522.62
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	120	481.57	1.55	3.39±0.89	408.11-563.65
<i>Callistemon viminalis</i>	120	556.23	2.89	8.20±1.84	512.11-590.11
<i>Prangos ferulacea</i>	120	413.87	1.72	3.61±0.90	351.45-468.49

n: Number of insects tested

جدول ۵- مقایسه نسبت LC₅₀ در بررسی سمیت اسانس چهارده گونه گیاهی روی بالغین شپشک آردآلود پنبه *Phenacoccus solenopsis* در غلظت های مختلف

Table 5. The comparison of LC₅₀ ratios for toxicity of the fourteen essential oils on the adults of *Phenacoccus solenopsis* at different concentrations

Essential oils	LC ₅₀ Ratio (RMP) ¹	95% confidence interval
<i>M. piperita</i> : <i>M. longifolia</i>	1.08	0.97-1.20
<i>M. spicata</i> : <i>N. cataria</i>	0.98	0.87-1.10
<i>O. vulgare</i> : <i>R. officinalis</i>	1.02	0.97-1.08
<i>D. moldavica</i> : <i>R. officinalis</i>	1.02	0.96-1.07
<i>D. moldavica</i> : <i>O. vulgare</i>	1.01	0.96-1.05
<i>E. camaldulensis</i> : <i>S. khuzistanica</i>	1.11	0.88-1.41
<i>S. khuzistanica</i> : <i>P. ferulacea</i>	1.05	0.58-1.89
<i>M. communis</i> : <i>S. khuzistanica</i>	1.06	0.85-1.33
<i>E. camaldulensis</i> : <i>P. ferulacea</i>	1.17	0.65-2.10
<i>E. camaldulensis</i> : <i>M. communis</i>	1.04	0.84-1.30
<i>M. communis</i> : <i>P. ferulacea</i>	1.12	0.62-2.00
<i>T. polium</i> : <i>O. basilicum</i>	1.02	0.92-1.15
<i>C. viminalis</i> : <i>O. basilicum</i>	1.03	0.93-1.15
<i>C. viminalis</i> : <i>T. polium</i>	1.01	0.91-1.11

1- RMP= Relative Median Potency

نتایج آزمایش دورکنندگی اسانس‌های گیاهی روی حشرات بالغ

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که همه اسانس‌های مورد آزمایش روی حشرات بالغ شپشک آردآلود پنبه دارای اثر دورکنندگی بودند، ولی میزان این اثر در اسانس‌های مختلف متفاوت بود (جدول ۶). براساس نتایج به دست آمده قدرت دورکنندگی اسانس گیاه پونه به طور معنی‌داری در LC₃₀ (F=3.139; df=13; p=0.005) و LC₄₀ (F=7.133; df=13; p=0.000) از سایر اسانس‌های مورد آزمایش بیشتر بود. به طوری که در LC₄₀ باعث دور شدن ۹۳/۳۳ درصد حشرات مورد مطالعه شد که این اثر نشان دهنده پتانسیل بالای این ترکیب برای استفاده به عنوان عامل دورکننده برای شپشک آردآلود پنبه می‌باشد. اسانس گیاهان نعناع گربه‌ای و ریحان دارای قدرت دورکنندگی بالایی روی شپشک آردآلود پنبه بودند و هر دو در بالاترین غلظت (LC₄₀) باعث دور شدن ۷۶/۶۶ درصد از حشرات شدند.

همچنین بر اساس آزمون T-test، بین دو غلظت LC₃₀ و LC₄₀ از نظر میزان دورکنندگی روی حشرات بالغ، اختلاف معنی‌داری وجود داشت و میزان دورکنندگی در LC₄₀ بیشتر از LC₃₀ بود (t=2.247, df=26, p=0.033).

نتایج آزمایش دوام اسانس‌های گیاهی روی پوره سن یک و حشرات بالغ

بر اساس مقادیر PT₅₀ محاسبه شده برای دوام ۱۴ اسانس گیاهی روی پوره‌های سن یک شپشک آردآلود پنبه، اسانس‌های پونه، نعناع خوراکی، نعناع فلفلی و نعناع گربه‌ای به ترتیب ۹/۹۷، ۷/۹۱، ۷/۲۲ و ۷/۲۰ روز بیشترین و اسانس جاشیر با PT₅₀ معادل ۵/۲۲ روز کمترین دوام را داشت (جدول ۷). در مورد حشرات بالغ، اسانس‌های پونه، نعناع فلفلی، جاشیر و نعناع گربه‌ای به ترتیب با PT₅₀ معادل ۱۷/۷۴، ۱۴/۹۹، ۱۴/۹۸ و ۱۳/۷۷ روز بیشترین و اسانس رزماری با PT₅₀ معادل ۱۰/۷۱ روز کمترین دوام را داشت (جدول ۸). همچنین بر اساس نتایج، با گذشت زمان میزان تاثیر اسانس‌ها روی پوره‌های سن یک و حشرات بالغ شپشک آردآلود پنبه کاهش یافت (شکل ۱ و ۲).

جدول ۶- درصد دورکنندگی (میانگین ± خطای معیار) چهارده اسانس گیاهی روی حشرات بالغ شپشک آردآلود پنبه

Phenacoccus solenopsis

Table 6. The repellency percentage (mean±SE) for fourteen essential oils on adults of *Phenacoccus solenopsis*

Essential oils	Concentration (ppm)	
	LC ₃₀	LC ₄₀
<i>Mentha piperita</i>	66.66±5.77 ^{ab}	68.33±5.77 ^b
<i>Teucrium polium</i>	53.33±5.77 ^b	63.33±5.77 ^b
<i>Rosmarinus officinalis</i>	63.33±11.54 ^{ab}	70.0±0.0 ^b
<i>Nepeta cataria</i>	63.33±5.77 ^{ab}	76.66±5.77 ^b
<i>Mentha longifolia</i>	83.33±5.77 ^a	93.33±5.77 ^a
<i>Ocimum basilicum</i>	66.66±5.77 ^{ab}	76.66±5.77 ^b
<i>Mentha spicata</i>	56.66±5.77 ^b	66.66±5.77 ^b
<i>Dracocephalum moldavica</i>	70.0±10.0 ^{ab}	66.66±5.77 ^b
<i>Satureja khuzistanica</i>	60.0±10.0 ^b	70.0±0.0 ^b
<i>Origanum vulgare</i>	63.33±5.77 ^{ab}	73.33±5.77 ^b
<i>Myrtus communis</i>	70.0±10.0 ^{ab}	70.0±0.0 ^b
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	66.66±5.77 ^{ab}	73.33±5.77 ^b
<i>Callistemon viminalis</i>	60.0±0.0 ^b	63.33±5.77 ^b
<i>Prangos ferulacea</i>	60.0±0.0 ^b	66.66±5.77 ^b

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (P>0.05, Tukey's test)

جدول ۷- مقادیر PT_{50} محاسبه شده برای دوام چهارده اساس گیاهی روی پوره سن یک شپشک آردآلود پنبه *Phenacoccus solenopsis* در LC_{70}

Table 7. PT_{50} values of the fourteen essential oils against first instar nymphs of *Phenacoccus solenopsis* at LC_{70}

Essential oils	n	PT_{50} (day)	X^2	Slope \pm SE	95% confidence interval
<i>Mentha piperita</i>	210	7.22	14.06	-2.866 \pm 0.397	6.112-8.305
<i>Teucrium polium</i>	210	5.48	08.81	-2.595 \pm 0.389	4.313-6.494
<i>Rosmarinus officinalis</i>	180	6.07	11.20	-2.853 \pm 0.438	4.990-7.070
<i>Nepeta cataria</i>	180	7.20	11.03	-4.050 \pm 0.505	6.363-8.057
<i>Mentha longifolia</i>	240	9.97	22.09	-2.860 \pm 0.374	8.709-11.421
<i>Ocimum basilicum</i>	210	6.98	16.10	-2.591 \pm 0.382	5.794-8.141
<i>Mentha spicata</i>	240	7.91	04.77	-2.672 \pm 0.357	6.679-9.132
<i>Dracocephalum moldavica</i>	210	6.03	10.14	-3.060 \pm 0.405	5.028-6.943
<i>Satureja khuzistanica</i>	210	6.03	09.72	-2.813 \pm 0.395	4.942-7.011
<i>Origanum vulgare</i>	240	6.74	15.37	-2.765 \pm 0.357	5.629-7.779
<i>Myrtus communis</i>	240	6.66	09.66	-2.877 \pm 0.369	5.571-7.673
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	210	5.53	09.59	-2.928 \pm 0.374	4.498-6.445
<i>Callistemon viminalis</i>	180	6.63	17.69	-3.151 \pm 0.449	5.635-7.614
<i>Prangos ferulacea</i>	180	5.22	11.88	-2.464 \pm 0.384	4.005-6.253

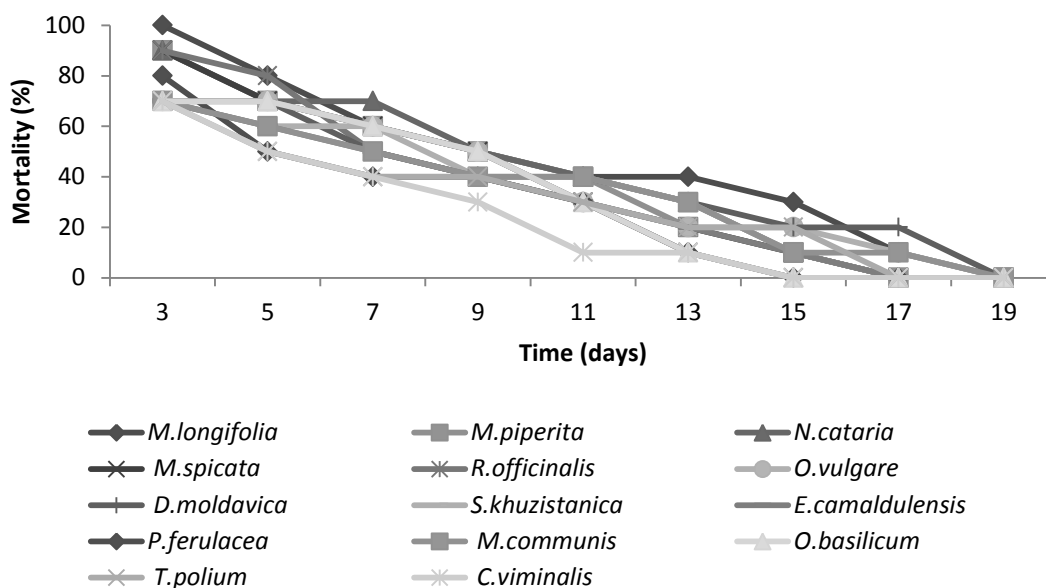
n: Number of insects tested

جدول ۸- مقادیر PT_{50} محاسبه شده برای دوام چهارده اساس گیاهی روی بالغین شپشک آردآلود پنبه *Phenacoccus solenopsis* در LC_{80}

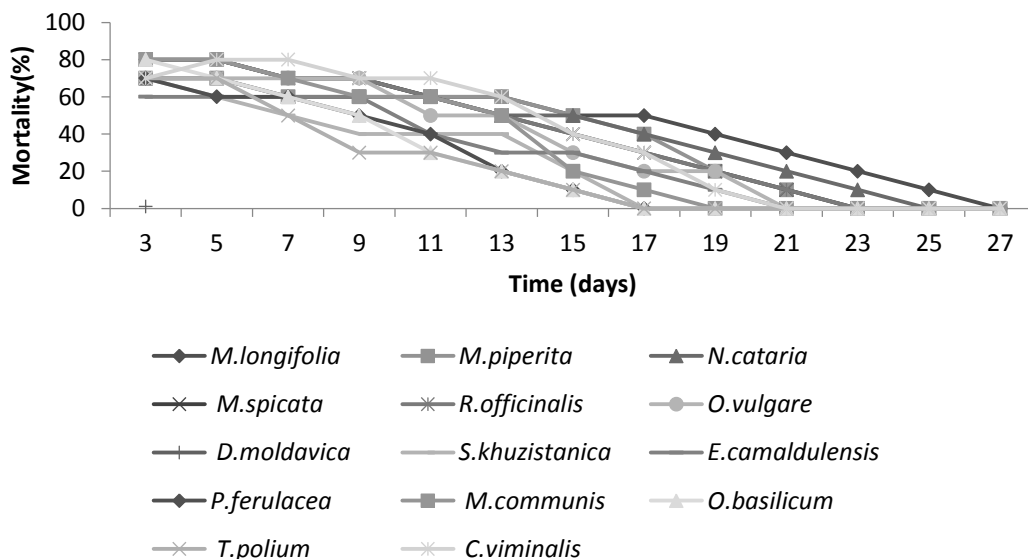
Table 8. PT_{50} values for toxicity of the fourteen essential oils on the adults of *Phenacoccus solenopsis* at LC_{80}

Essential oils	n	PT_{50} (day)	X^2	Slope \pm SE	95% confidence interval
<i>Mentha piperita</i>	210	14.99	07.45	-2.113 \pm 0.413	12.214-21.296
<i>Teucrium polium</i>	300	11.72	26.13	-2.680 \pm 0.321	10.292-13.345
<i>Rosmarinus officinalis</i>	300	10.71	30.35	-3.540 \pm 0.329	9.543-11.954
<i>Nepeta cataria</i>	330	13.77	29.32	-2.933 \pm 0.325	12.297-15.496
<i>Mentha longifolia</i>	360	17.74	39.24	-2.871 \pm 0.332	15.865-20.220
<i>Ocimum basilicum</i>	210	12.76	03.81	-2.203 \pm 0.403	10.659-16.627
<i>Mentha spicata</i>	330	12.79	26.07	-1.978 \pm 0.404	11.437-14.284
<i>Dracocephalum moldavica</i>	240	13.58	10.63	-2.173 \pm 0.364	11.447-17.181
<i>Satureja khuzistanica</i>	210	12.07	10.62	-3.277 \pm 0.427	10.734-13.759
<i>Origanum vulgare</i>	270	11.34	13.84	-2.313 \pm 0.328	9.733-13.314
<i>Myrtus communis</i>	240	12.59	05.71	-1.987 \pm 0.349	10.492-15.986
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	300	11.34	13.84	-3.132 \pm 0.328	9.733-13.314
<i>Callistemon viminalis</i>	270	13.27	06.37	-2.180 \pm 0.336	11.337-16.053
<i>Prangos ferulacea</i>	210	14.98	05.05	-3.220 \pm 0.340	12.067-21.948

n: Number of insects tested



شکل ۱- دوام سمیت تماسی اسانس ۱۴ گونه گیاهی روی پوره‌های سن اول شپشک آردآلود پنبه در LC₇₀
 Figure 1. Durability for contact toxicity of fourteen essential oils on the first instar nymphs of *Phenacoccus solenopsis* at LC₇₀



شکل ۲- دوام سمیت تماسی اسانس ۱۴ گونه گیاهی روی حشرات بالغ شپشک آردآلود پنبه در LC₈₀
 Figure 2. Durability for contact toxicity of fourteen essential oils on the adults of *Phenacoccus solenopsis* at LC₈₀

بحث

معنی دار باروری بالغین تریپس شدند. سمیت تماسی اسانس‌ها روی آفات مختلف گزارش شده است. از جمله سمیت تماسی اسانس اکلیل کوهی و *Schinus areira* بر شته *Metopolophium dirhodum* (Chopa and Descamps, 2012)، سمیت تماسی اسانس‌های پونه، نعناع فلفلی، رازیانه و خیار بر شته *Lipaphis pseudobrassicae* (Sampson et al., 2005) و سمیت تماسی اسانس‌های اسطوخودوس و سنبل هندی بر شته *Hyadaphis foeniculi* (Abramson et al., 2006). در این تحقیق میزان سمیت اسانس‌ها با توجه به مرحله زندگی حشره متفاوت بود. آزمایش‌های انجام شده روی پوره سن یک و بالغ شپشک آردآلود پنبه نشان داد که با توجه به مقادیر LC_{50} ، شپشک بالغ متحمل‌تر از پوره سن یک در برابر اسانس‌های گیاهی بود. زیرا با کاربرد غلظت‌های بالاتر از اسانس‌های مختلف (نسبت به غلظت‌های استفاده شده برای مرحله پوره سن یک) مرگ و میر مناسب به دست آمد. این موضوع احتمالاً با مواد مومی اطراف بدن حشرات بالغ ارتباط داشته باشد (Mostafa et al., 2018).

با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی اثر دورکنندگی اسانس گیاهان روی حشرات بالغ شپشک آردآلود پنبه، می‌توان گفت اسانس گیاهان مورد مطالعه و به ویژه اسانس گیاه پونه می‌تواند نقش مهمی در دور کردن حشرات کامل این آفت و در نتیجه کاهش خسارت آن داشته باشد. تاکنون تحقیقات زیادی در مورد اثرات دورکنندگی اسانس‌های گیاهی علیه آفات مختلف صورت گرفته است. از آن جمله می‌توان به خاصیت دورکنندگی اسانس‌های گیاهی رزماری *R. officinalis*، مرزه *Satureja hortensis* (L.) و نعناع فلفلی *M. piperita* روی کنه تارتن *Tetranychus Urticae* (Koch) (Sarraf Moayeri et al., 2013)، اسانس‌های نعناع، مریم گلی و مورد علیه *T. urticae* (Motazedian et al., 2012)، خاصیت دورکنندگی اسانس برگ بو *Laurus nobilis* (L.)

نتایج آزمایش زیست‌سنجی اسانس‌های مختلف روی پوره سن یک و حشرات بالغ شپشک آردآلود پنبه نشان داد که همه اسانس‌ها دارای سمیت بودند، ولی میزان سمیت در اسانس‌های مختلف متفاوت بود. تفاوت در میزان سمیت اسانس‌های مختلف روی یک گونه حشره توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Moawad and Al-Barty, 2011; Karamoana et al., 2013). تفاوت در سمیت اسانس‌های مختلف احتمالاً به دلیل تفاوت در متابولیت‌های استخراج شده، میزان ترکیبات غالب اسانس گیاهان مورد مطالعه و یا نحوه اثر متفاوت اسانس‌ها می‌باشد (Lee et al., 2006; Roh et al., 2011). میان اسانس‌های به کار برده شده در تحقیق حاضر، اسانس پونه با LC_{50} معادل $113/49$ و $370/12$ پی‌پی‌ام به ترتیب علیه پوره سن یک و حشرات بالغ موثرتر از سایر اسانس‌های مورد بررسی بود. Mostafa et al. (2018) سمیت اسانس پونه *M. longifolia* را روی بالغین شپشک آردآلود پنبه *P. solenopsis* بررسی کرده و LC_{50} آن را بعد از ۲۴ ساعت $34/32$ پی‌پی‌ام گزارش دادند که کمتر از LC_{50} اسانس پونه مورد بررسی در تحقیق حاضر روی بالغین شپشک می‌باشد. علت این اختلاف احتمالاً مربوط به تفاوت در نوع حلال به کار برده شده، مدت زمان در معرض بودن، جمعیت حشره و نیز تفاوت در روش زیست‌سنجی می‌باشد.

Stepanychva et al. (2019) اثر سمیت تنفسی ۱۵ اسانس گیاهی را روی باروری و میزان مرگ‌ومیر تریپس *Frankliniella occidentalis* (Perg.) بررسی کردند. نتایج نشان داد گیاهان *Mentha pulegium* و *Thymus mastichina* به ترتیب با LC_{50} معادل $3/1$ و $3/6$ میلی‌گرم بر لیتر هوا بیشترین کشندگی را داشتند. همچنین دوزهای زیرکشنده اسانس‌ها باعث کاهش

Miresmailli and Isman (2006) دوام سمیت تنفسی اسانس رزماری *R. officinalis* روی ماده بالغ کنه تارتن دولکه‌ای ۲۱ روز بوده که در تحقیق حاضر نیز دوام اسانس رزماری روی حشرات بالغ شپشک آردآلود پنبه ۲۱ روز گزارش شده است. بررسی تحقیقات حاکی از آن است که تاکنون تحقیقاتی در مورد اثرات زیستی اسانس‌های گیاهی روی شپشک آردآلود پنبه در ایران صورت نگرفته است. به طور کلی از این پژوهش می‌توان دریافت که در بین اسانس‌های مورد مطالعه، اسانس پونه علاوه بر اثر حشره‌کشی مناسب، دارای خاصیت دور کنندگی و دوام زیاد روی شپشک آردآلود پنبه می‌باشد. همچنین پوره‌های سن یک شپشک آردآلود پنبه در مقایسه با حشرات بالغ در برابر اسانس‌ها حساس‌تر هستند. متحمل بودن حشرات بالغ نسبت به اسانس‌ها می‌تواند به فاکتورهایی از قبیل جثه بزرگتر، وزن بیشتر بدن، میزان اجسام چربی و پوشش اطراف بدن ارتباط داشته باشد (Javvi et al., 2005). هر چند تا جانشین نمودن ترکیبات گیاهی به جای آفت‌کش‌های شیمیایی پر قدرت در کنترل آفات راهی طولانی در پیش است اما تحقیقات در این زمینه می‌تواند در یافتن ترکیباتی با قدرت حشره‌کشی قابل توجه که فاقد اثرات مخرب زیست محیطی باشند، راه‌گشا باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از حمایت مالی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز در قالب پژوهانه (GNSCU.AP98.323) در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

اکالیپتوس *E. camaldulensis* روی شته مومی کلم Hosseini amin) *Brevicoryne brassicae* (L.) (et al., 2013 اشاره نمود که همگی بیانگر پتانسیل بالای اسانس‌های گیاهی در کنترل آفات محصولات کشاورزی می‌باشند.

نتایج بررسی میزان دوام اسانس‌ها روی پوره سن یک و حشرات بالغ شپشک آردآلود پنبه نشان دهنده روند کاهش غیر یکسان اثر تماسی اسانس‌ها است. (Miresmailli and Isman 2006) سمیت و دوام اسانس رزماری *R. officinalis* را روی کنه تارتن دولکه‌ای *T. urticae* در شرایط آزمایشگاه و گلخانه بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد اسانس رزماری در محیط ناپایدار بوده و اثرات کشندگی و زیر کشندگی آن در مدت ۱ تا دو روز از بین می‌رود. اسانس‌ها مخلوطی از ترکیبات بودار و فرار هستند که به راحتی در محیط از بین می‌روند (Isman 2000). دما و نور از جمله عوامل محیطی هستند که روی عملکرد اسانس‌ها اثر منفی می‌گذارند (Miresmailli and Isman, 2006). در این تحقیق دوام اسانس پونه روی حشرات بالغ بیشتر از پوره سن یک گزارش شد. در تحقیقات (Ebn-alelm et al. 2015) دوام سمیت تنفسی اسانس پونه *Mentha pulegium* (L.) روی لارو سن پنجم لمبه گندم ۲۱/۷۷ روز گزارش شد که بیشتر از دوام سایر اسانس‌ها بوده و همچنین دوام اسانس پونه با افزایش سن لاروی بیشتر شد. همچنین Louni et al. (2018) دوام اسانس پونه *M. longifolia* را روی مرحله تخم و لارو شب‌پره آرد *Ephestia kuehniella* (Zeller) بررسی کردند و گزارش دادند که دوام اسانس از مرحله تخم ۲/۵۸ روز به مرحله لارو ۳/۶۹ روز افزایش یافت. بر اساس مطالعات انجام شده توسط

REFERENCES

- Abramson, C. I., Wanderley, P. A., Wanderley, M. J. A., Miná, A. J. S., and de Souza, O. B. 2006. Effect of essential oil from citronella and alfazema on fennel aphids *Hyadaphis foeniculi* Passerini (Hemiptera: Aphididae) and its predator *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera: Coccinelidae). American Journal of Environmental Sciences, 3: 9–10.
- Ahmad, M., and Akhtar, S. 2016. Development of resistance to insecticides in the invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Pakistan. Crop Protection, 88: 96-102.
- Chopa, C. S., and Descamps, L. R. 2012. Composition and biological activity of essential oils against *Metopolophium dirhodum* (Hemiptera: Aphididae) cereal crop pest. Pest Management Science, 68: 1492-1500.
- Ebn-alelm, N., Kocheily, F., Sabahi, Gh., and Mosadegh, M. S. 2015. Evaluation Fumigant toxicity and essential oil durability *Mentha pulegium* L., *Juglans regia* L. and *Eucalyptus microtheca* F.Muell on adult insects *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera; Dermestidae). Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 38(3): 75-84. (In Farsi with English abstract).
- Finney, D. J. 1971. Probit Analysis, 3rd Edition. Cambridge University Press, London, UK.
- Hollingsworth, R. G. 2005. Limonene, a citrus extract, for control of mealybugs and scale insects. U.S. Pacific Basin Agricultural Research Center, Entomology. 98(3): 772-779.
- Hosseini amin, S. B., Shahrokhi, Sh., Alinia, F., and Khosroshahli, M. 2013. Insecticidal and repellent effects of essential oils from laurel, *Laurus nobilis* and eucalyptus, *Eucalyptus camaldulensis* against cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*. Biocontrol in Plant Protection, 1(1): 1-11. (In Farsi with English abstract).
- Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection, 19: 603-608.
- Javvi, E., Safar Ali zadeh, M. H., and Pourmirza, A. A. 2005. Studies on the effect of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* on different larval instars of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), and the role of synergists in enhancement of its efficiency under laboratory conditions. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, 8(4): 199-199.
- Karamaouna, F., Kimbaris, A., Michaelakis, A., Papachristos, D., Polissiou, M., Papatsakona, P., and Tsora, E. 2013. Insecticidal activity of plant essential oils against the vine mealybug, *Planococcus ficus* (Signoret). Journal of Insect Science, 13, 142.
- Kaveh, M., Poorjavand, N., and Khajehali, J. 2014. Evaluation of contact toxicity of ten essential oils from Lamiaceae plants against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Plant Pests Research, 4 (3): 39-49. (In Farsi with English abstract).

- Khodaman, A. 1993. Evaluation of biological *Nipaecoccus viridis* (Newstead) and possibility of biological fighting by using *Cryptolaemus montrouzieri* Mul. and other dried fruits in khuzestan province. M. Sc. Thesis, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. P. 150.
- Lee, C., Sung L., and Lee, H. 2006. Acaricidal activity of fennel seed oils and their main component against *Thyrophagus putrescentiae* a stored food mite. Journal of Stored Products Research, 42: 8 – 14.
- Louni, M., Negahban M., and Shakarami, J. 2018. Comparison of durability of *Mentha longifolia* (Lamiaceae) essential oil and its nanoemulsion against *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae). Entomology and Phytopathology, 86(1), 104-114. (In Farsi with English abstract).
- Miresmailli, S., and Isman, M. B. 2006. Efficacy and persistence of Rosemary oil as an acaricide against two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. Journal of Economic Entomology, 99(6): 2015-2023.
- Moawad, S., and Al-Barty, A. 2011. Evaluation of some medicinal and ornamental plant extracts toward pomegranate aphid, *Aphis punicae* (Passerini) under laboratory conditions. Journal Agricultural Rerearch, 6: 2425-2429.
- Moghadam, M., and Bagheri, M. 2010. A new mealybug pest in the south of Iran, *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) (Hemiptera: Pseudococcidae). Journal of Entomological Society of Iran 30 (1): 67-69. (In Farsi with English abstract).
- Mossadegh, M. S., Vafaei, Sh., Zarghami, S., Farsi, A., Sedighi Dehkordi, F., Fazelinejad, A., Esfandiari, M., and Alizadeh, M. S. 2012. The mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Coccoidea: Pseudococcidae) in Khuzestan and Kish island. Proceedings of the 20th Iranian Plant Protection Congress, Shiraz, Iran. P. 174. (In Farsi with English abstract).
- Mossadegh, M. S., Vafaei, Sh., Rezaei, N., and Zarghami, S. 2015a. Inundation release of *Cryptolaemus montrouzieri* in order to biological control of cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* in north of Khuzestan. In: Proceedeengs of the National meeting on biocontrol in Agriculture and natural resources of Iran, Tehran. P. 70. (In Farsi with English abstract).
- Mossadegh, M. S., Vafaei, Sh., Farsi, A., Zarghami, S., Esfandiari, M., Dehkordi, F. S., Fazelinejad, A., and Seyfollahi, F. 2015b. *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) (Hemiptera: Pseudococcidae), its natural enemies and host plants in Iran. 1st Iranian International Congress of Entomology, Tehran, Iran, 159-167. (In Farsi with English abstract).
- Mostafa, M. E., Youssef, N. M., and Abaza, A. M. 2018. Insecticidal activity and chemical composition of plant essential oils against cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) (Hemiptera: Pseudococcidae). Journal of Entomology and Zoology Studies, 6(2): 539-543.

Motazedian, N., Ravan, S., and Bandani, R. 2012. Toxicity and repellency effects of three essential oils against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Journal of Agricultural Science Technology, 14: 275-284.

Obeng-Ofori, D., and Reichmuth, C. 1997. Bioactivity of eugenol, a major component of essential oil of *Ocimum suave* (Wild.) against four species of stored-product Coleoptera. International Journal of Pest Management, 43: 89-94.

Pahlavani, A. H., Amini Rad, M., and Sajedi, S. 2017. Trees and shrubs of Plant Protection Research Institute. Iranian Research Institute of Plant Protection Press. P. 179. (In Farsi with English abstract).

Ramzi, S., Seraji, A., Azadi Gonbad, R., Kimia Mirhaghparast, S., Mojib Haghghadam, Z., and Haghighat, Sh. 2018. Toxicity of *Artemisia annua* (Asteraceae) essential oil on the tea mealy bug, *Pseudococcus viburni* Sigornet (Hemiptera: Pseudococcidae). Archives of Phytopathology and Plant Protection, 1-16.

Riazi, M., Khajehali, J., Poorjavad, N., and Bolandnazar, A. 2015. The mortality and repellency effect of a formulation of spearmint essential oil on the cotton melon aphid under greenhouse conditions. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 6(24): 169-179.

Robertson, J. L., Russel, R. M., Perisler, H. K., and Savin, N. E. 2007. Bioassay with Arthropods. CRC Press London.

Roh, H. S., Lim, E. G., Kim, J., and Park, Ch. G. 2011. Acaricidal and oviposition deterring effects of santalol identified in sandalwood oil against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Journal of Pest Science, 84: 495-501.

Sampson, B. J., Tabanca, N., Kirimer, N., Demirci, B., Baser, K. H. C., Khan, I. A., Spiers, J. M., and Wedge, D. E. 2005. Insecticidal activity of 23 essential oils and their major compounds against adult *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) (Aphididae: Homoptera). Pest Management Science, 61: 1122-1128.

Sardar, M. U., Mamoon-ur-Rashid, M., and Naeem, M. 2018. Entomocidal efficacy of different botanical extracts against Cotton Mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Pseudococcidae). Journal of Entomology and Zoology Studies, 6(5): 2078-2084.

Sarraf Moayeri, H. R., Pirayeshfar, F., and Kavousi, O. 2013. Repellency effect of three herbal essential oils on the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Iranian Journal of Plant Protection Science, 44(1): 103-112. (In Farsi with English abstract).

Stepanycheva, E., Petrova, M., Chermenskaya, T., and Pavela, R. 2019. Fumigant effect of essential oils on mortality and fertility of thrips *Frankliniella occidentalis* Perg. Environmental Science & Pollution Research.

Wang, Y., Watson, G. W., and Zhang, R. 2010. The potential distribution of an invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* and its threat to cotton in Asia. *Agricultural and Forest Entomology*, 12: 403-416.



© 2019 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Evaluation of biological effects of essential oils of 14 plants species against cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Hem.: Pseudococcidae) under laboratory conditions

E. Roozdar¹, B. Habibpour^{2*}, M. S. Mossadegh³ and M. Mahmoodi Sourestani⁴

1. Ph.D. student, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. ***Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (habibpour_b@scu.ac.ir)
3. Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
4. Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

(DOI): 10.22055/ppr.2019.15139

Received: 28 September 2019

Accepted: 8 December 2019

Abstract

Background and Objectives

Phenacoccus solenopsis (Tinsley) (Hemiptera: Pseudococcidae) is an invasive polyphagous and rapid spread pest attacking cotton, vegetables, ornamentals and other plants. Plant essential oils may be a secure alternative approach than synthetic pesticides for *P. solenopsis* control because of their effectiveness and versatility. This study was directed to assess the biological effects of essential oils of 14 plants species including peppermint, poleigamander, rosemary, catmint, wild mint, sweet basil, spearmint, moldavian balm, marzeh khuzestani, oregano, myrtle, river redgum, weeping bottle-brush and ribbed cachrys against *P. solenopsis* under laboratory conditions.

Materials and Methods

Plants were collected from different areas. Their essential oils were extracted via steam distillation using a Clevenger apparatus. *P. solenopsis* adult females were fed on potato *Solanum tuberosum* (L.) buds. The toxicity of essential oils for first instar nymphs and adults of *P. solenopsis* were assayed by the leaf-dip method. Bioassay tests were conducted under laboratory conditions in petri dishes. Leaves of Chinese hibiscus of approximately the same size were dipped in desired concentrations for 15s and air-dried for 30 min. Control leaves were dipped only in Methanol (70%). Control and treated leaves were placed on a layer of agar in the petri dishes, then ten *P. solenopsis* first instar nymphs and ten adults were released at the center of leaf discs in the petri dishes. For each treatment, we applied four different concentrations in three replicates. After 48 h, mortality percentages of nymphs and adults were recorded. Repellency experiments were carried out with two treatments; the leaf discs were cut to two equal parts. Half of the leaf was dipped in desired concentrations and the other half was dipped only in Methanol. The dried treated leaf discs were laid on a layer of agar in the center of petri dishes and twenty adults were released in the petri dishes. Each treatment was repeated three times. Mortality was evaluated after 24 h. For persistency experiments, leaf discs of Chinese hibiscus of approximately the same size were dipped in

desired concentrations and after drying the treated leaf discs were placed on a layer of agar in the petri dishes. Three days later, ten *P. solenopsis* first instar nymphs and ten adults were released at the center of leaf discs in the petri dishes. Mortality was evaluated after 24 h. The same experiment continued for 5, 7 and 9 days later.

Results

The most efficacious essential oils against first instar nymphs came from *Mentha longifolia*, *Mentha piperita*, *Mentha spicata*, and *Nepeta cataria*, with LC₅₀s of 113.49, 129.74, 163.04 and 193.05 ppm, respectively. Essential oils from *Mentha longifolia*, *Mentha piperita*, *Prangos ferulacea*, and *Satureja khuzistanica*, with LC₅₀s of 370.12, 400.58, 413.87 and 430.81 ppm, respectively, were the most efficacious against adult mealybugs. The essential oil of *M. longifolia* showed the highest persistence and repellency on *P. solenopsis*.

Discussion

The results clearly indicated that essential oils possessed many useful properties to control insect pests. Also, the essential oil of *Mentha longifolia* might be used as either a safe compound or a model in construction of new synthetic compounds against *P. solenopsis*.

Keywords: *Phenacoccus solenopsis*, *Plant essential oils*, *Bioassay*, *Repellency*