

10.22092/ijmapr.2023.359735.3227

شناسه دیجیتال (DOI):

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران

20.1001.1.17350905.1402.39.2.3.0

شناسه دیجیتال (DOR):

جلد ۳۹، شماره ۲، صفحه ۲۰۲-۱۸۸ (۱۴۰۲)

## سمیت تنفسی و اثر زیرکشنده اسانس های *Mentha pulegium* L. و *Achillea millefolium* L. روی پارامترهای جدول زیستی شته جالیز (*Aphis gossypii* Glover)

سمانه اکبری<sup>۱</sup> و شهرام آرمیده<sup>۲\*</sup>

۱- دانش آموخته دکتری حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران، پست الکترونیک: shahramaramideh@gmail.com

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۴۰۱

تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۴۰۱

تاریخ دریافت: مرداد ۱۴۰۱

### چکیده

شته جالیز (*Aphis gossypii* Glover.) از آفات مهم کدوپیان است. امروزه برای کنترل جمعیت این آفت، به ترکیب‌های سازگار با محیط‌زیست بیشتر توجه می‌شود. در این تحقیق سمیت تنفسی اسانس دو گیاه بومادران (*Achillea millefolium* L.) و پونه (*Mentha pulegium* L.) روی حشرات کامل آفت مذکور، در غلظت و زمان‌های مختلف بررسی شد. همچنین، اثر زیرکشنده این دو اسانس روی پارامترهای زیستی شته جالیز بالغ بررسی شد. نتایج نشان داد که اسانس‌های موجود در این گیاهان باعث مرگ و میر معنی‌دار حشرات بالغ می‌شوند. مقدار LC<sub>50</sub> اسانس گیاه بومادران و پونه روی شته جالیز به ترتیب معادل ۳۴/۹۰ و ۲۳/۳۴ میکرولیتر بر لیتر هوا بود. مقدار LT<sub>50</sub> اسانس‌ها با غلظت ۳۴/۹۰ میکرولیتر بر لیتر هوا برای اسانس بومادران برابر با ۱۲/۳۰ ساعت و در غلظت ۲۳/۳۴ میکرولیتر بر لیتر هوا برای اسانس پونه برابر با ۱۲/۰۲ ساعت بدست آمد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r<sub>m</sub>) به‌عنوان مهم‌ترین پارامتر جدول زندگی آفت، در تیمار اسانس پونه برابر با ۰/۲۸ (ماده/ماده/روز)؛ تعداد افراد ماده تولید شده به‌ازای هر فرد ماده در هر روز) و در تیمار اسانس بومادران ۰/۲۷ (ماده/ماده/روز) بود که نسبت به شاهد (۰/۳۴) کاهش معنی‌دار داشت. نتایج بررسی اثر زیرکشنده این اسانس‌ها روی پارامترهای رشد جمعیت نشان داد که نرخ بقای وابسته به سن برای شته جالیز تیمار شده با اسانس‌ها نسبت به شاهد کاهش یافت. تیمارهای شاهد و پونه به ترتیب بیشترین (۲۰/۷۳ روز) و کمترین (۱۰/۹۷ روز) امید به زندگی را داشتند. نرخ خالص تولیدمثل در شته‌های تیمار شده با بومادران، پونه و کنترل به ترتیب برابر با ۱۵/۶۴، ۹/۳۸، و ۳۵/۷۶ (ماده/ماده/نسل) محاسبه شد. این یافته‌ها نشان داد که اسانس دو گیاه مطالعه شده، پتانسیل بالایی از نظر سمیت تنفسی و کاهش جمعیت شته جالیز برای استفاده در برنامه‌های کنترل تلفیقی آفت مذکور در گلخانه‌ها را دارا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اسانس‌های گیاهی، سمیت تنفسی، شته جالیز (*Aphis gossypii* Glover.)، پارامترهای جدول زندگی، اثر زیرکشنده.

### مقدمه

انتقال ویروس‌های گیاهی از طریق غیرمستقیم نیز موجب خسارت زیاد به گیاهان میزبان می‌شود. شته جالیز عامل انتقال حدود ۶۰ ویروس گیاهی روی گونه‌های زیادی از گیاهان است (McLaughlin, Blackman & Eastop, 2006). کنترل شیمیایی یک روش مؤثر و گسترده در

شته جالیز (*Aphis gossypii* Glover.) یک گونه همه‌جازی با دامنه میزبانی وسیع است که در نواحی گرمسیری، نیمه‌گرمسیری و معتدل کره زمین انتشار دارد. این شته علاوه بر خسارت مستقیم، با ترشح عسلک فراوان و



کنترل آفات است (Guedes et al., 2016؛ Pavela, 2009). این ترکیب‌ها دارای عوارض نامطلوب از قبیل آلودگی محیط‌زیست، سمیت برای موجودات غیر هدف، ایجاد مقاومت در آفات و بجا گذاشتن باقیمانده هستند (Ogendo et al., 2003؛ Cloyd & Bethke, 2011). این مشکلات موجب شده که محققان به دنبال استفاده از روش‌های کنترلی جایگزین و سازگار با محیط‌زیست برای کنترل آفات باشند (Torkamand et al., 2013؛ Tapondjou et al., 2005). این میان، می‌توان به کاربرد اسانس‌های گیاهی اشاره کرد. مواد مؤثره استخراج شده از اسانس‌های گیاهی دارای اثر تدخینی روی حشرات آفت است (Maciel et al., 2010). این اسانس‌ها که از گیاهان معطر استحصال می‌شوند به دلیل داشتن بوی تند و سمیت کم برای پستانداران، عدم تأثیر سوء بر محیط‌زیست و مقبولیت در میان عامه مردم، از جمله ترکیب‌های بسیار مفید برای کنترل آفات به‌شمار می‌آیند (Stenger et al., 2021؛ Isman, 2000). در حال حاضر بیش از ۳۰۰۰ اسانس شناسایی شده است که ۳۰۰ اسانس و برخی از ترکیب‌های آنها در داروسازی، کشاورزی، غذا، بهداشت و صنایع آرایشی و عطرسازی اهمیت تجاری پیدا کرده‌اند (Bakkali et al., 2008). اسانس‌های گیاهی دارای خواص دورکنندگی (Ogendo et al., 2003)، حشره‌کشی (Kotan et al., 2008)، قارچ‌کشی (Azeem et al., 2019)، ضد باکتریایی (Matasyoh et al., 2007)، ویروس‌کشی (Schuhmacher et al., 2003)، بازدارندگی تخم‌گذاری، بازدارندگی رشد و نمو (Papachristos & Stamopoulos, 2002) و خواص ضد تغذیه‌ای (Garcia et al., 2007) هستند.

پونه (*Mentha pulegium*) گیاهی از خانواده Lamiaceae می‌باشد که متتول یکی از ترکیب‌های اصلی آن بوده که دارای خاصیت حشره‌کشی است. مهاجرین اولیه در آمریکا از پودر خشک شده این گیاه برای دفع حشرات استفاده می‌کردند. بومادران (*Achilla mellifolium*) نیز از خانواده Asteraceae است. این گیاه نیز دارای مصارف پزشکی، خواص ضد قارچی، ضدباکتریایی و ... می‌باشد

(Upton et al., 2011). بررسی‌ها، فعالیت شته‌کشی روغن‌های استخراج شده از ۱۲ گیاه مدیترانه‌ای علیه شته نخود (*Acyrtosiphon pisum* Harris) و شته سبز هلو (*Myzus persicae* Sulzer) را نشان داد (Digilio et al., 2008). نتایج آزمایش‌های Klingauf و همکاران (۱۹۸۳) نشان داد که اسانس گیاهان *Pimpinella anisum* L. و *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. در غلظت ۳۱/۴ میکرولیتر بر لیتر هوا و زمان ۹۳ ساعت، باعث ۱۰۰٪ مرگ و میر شته سبز رز (*Metopolophium dirhodum* Walk) می‌شوند. بررسی فعالیت حشره‌کشی اسانس *Eucalyptus globulus* علیه شته جالیز *Aphis gossypii* نشان داد که غلظت ۲۰۰۰ ppm از این اسانس در ۴ تا ۶ ساعت می‌تواند ۵۰٪ جمعیت شته مذکور را کاهش دهد. در این تحقیق ترکیب اصلی اسانس *E. globulus* که مرگ و میر را سبب شده است، ۸۰،۱-سینتول معرفی شد (Mareggiani et al., 2008). اثر تدخینی اسانس‌های زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)، بادیان رومی (*Pimpinella anisum*)، پونه کوهی (*Origanum syriacum*) و اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis*) علیه شته جالیز و کنه (*Tetranychus cinnabarinus* M.) و دو آفت گلخانه ثابت شده است (Tunç & Sahinkaya, 1998). در تحقیقی اثر تدخینی اسانس پونه (*pulegium*) روی پشه (*Culex pipiens* L.) بررسی گردید و مقدار LC<sub>50</sub> بعد از ۲۴ ساعت ۷۲/۹۴ میکرولیتر بر لیتر هوا بدست آمد (Ramzi et al., 2022).

لازمه مدیریت آفات و تصمیم‌گیری درست در مبارزه با آنها، آگاهی از شاخص‌های رشد جمعیت حشرات آفت است. تغییر جمعیت را می‌توان توسط یک جدول زندگی باروری نشان داد که ظرفیت توانایی تولیدمثلی حشرات ماده را در زمان‌های متفاوت بیان می‌کند (Southwood & Henderson, 2000). پارامترهای مختلفی از جدول زندگی باروری برآورد می‌شوند که از جمله آنها می‌توان از نرخ ذاتی افزایش طبیعی ( $r_m$ )، نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0$ )، میانگین طول مدت یک نسل ( $T$ )، زمان دو برابر شدن ( $DT$ ) و نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) را نام برد (Maia et al.,

درصد ترکیب‌های تشکیل دهنده آن معلوم شود، همچنین اسانس با استفاده از دستگاه GC/MS آنالیز شد تا نوع ترکیب‌های تشکیل دهنده آن مشخص شود. شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس به کمک شاخص بازداري (Retention index) آنها و مقایسه با شاخص‌های بازداري گزارش شده در منابع، مقایسه طیف جرمی هر یک از اجزای اسانس با طیف جرمی موجود در کتابخانه‌های دستگاه GC/MS و نیز تزریق هم‌زمان نمونه‌های استاندارد از ترکیب‌های شناخته شده اسانس‌ها انجام شد (Adams, 2001).

#### پرورش حشرات

شته جالیز روی گیاه گوجه فرنگی رقم سوپرستارین، در شرایط دمایی  $27 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی  $65 \pm 5\%$ ، با دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، در گلخانه پرورش داده شد.

#### تعیین غلظت کشنده $50\%$ (LC<sub>50</sub>)

برای محاسبه غلظت کشنده  $50\%$ ، غلظت‌های اصلی بعد از آزمایش‌های مقدماتی برای پونه (۱۱/۱۳، ۶۱/۱۷، ۷۴/۲۲، ۰۳/۳۲ و ۲۱/۴۳ میکرولیتر بر لیتر هوا) و برای بومادران (۶۷/۱۹، ۶۶/۲۶، ۹۳/۳۵، ۴۹/۴۸ و ۴۱/۶۵ میکرولیتر بر لیتر هوا) به همراه شاهد براساس روش Keita و همکاران (۲۰۰۱) با ۳ تکرار روی کاغذهای صافی ریخته شد و درون درپوش ظروف شیشه‌ای ۳۰۵ میلی‌لیتری که هر یک حاوی ۲۰ حشره بالغ هم‌سن شده و همراه با ماده غذایی (برگ گوجه فرنگی متصل به پنبه استریل خیس شده از انتهای دمبرگ) و تیمار شاهد ماده غذایی بدون اسانس قرار گرفت، سپس درپوش ظروف از اطراف با نوارهای مخصوص (پارافیلیم) محکم شد و تلفات تیمارها بعد از ۲۴ ساعت شمارش گردید.

#### تعیین زمان کشنده $50\%$ (LT<sub>50</sub>)

تعداد ۲۰ حشره بالغ هم‌سن شده همراه با ماده غذایی

(2000). مهمترین پارامتر رشد جمعیت، نرخ ذاتی افزایش طبیعی است. محاسبه  $I_m$  می‌تواند برای پیشگویی وضعیت آفت ارزشمند باشد و به‌عنوان یک ابزار کمی یا شاخص اکولوژیک برای مقایسه واکنش گونه‌های مختلف به شرایط محیطی و فاکتورهای متعدد باشد (Saber et al., 2005; Taghizadeh et al., 2008).

با در نظر گرفتن مزایای استفاده از متابولیت‌های ثانویه گیاهی در کنترل آفات زراعی، باغی و گلخانه‌ای، هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر کنترلی اسانس‌های تهیه شده از گیاهان پونه و بومادران روی شته جالیز و تأثیر مقادیر زیرکشنده اسانس این گیاهان روی فراسنجه‌های زیستی همین شته می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

##### جمع‌آوری و خشک کردن نمونه گیاهی

اندام‌های هوایی گیاهان پونه و بومادران در زمان گلدهی از شهر ارومیه، روستای بند جمع‌آوری شد و با کمک کارشناس گیاه‌شناسی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی شناسایی گردید. نمونه‌ها در شرایط سایه با تهویه مناسب خشک و در اسانس‌گیری استفاده شد.

##### استخراج اسانس

قبل از تهیه اسانس، اندام‌های خشک شده گیاهان پونه و بومادران بجز ساقه‌های خشبی کاملاً خرد شدند. در هر نوبت اسانس‌گیری، ۵۰ گرم گیاه خرد شده، همراه با ۶۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر، با استفاده از دستگاه کلونجر به روش تقطیر با آب اسانس‌گیری شد. زمان اسانس‌گیری برای هر نمونه ۳ ساعت بود. اسانس‌های جمع‌آوری شده با کمک سولفات سدیم آب‌گیری و به‌وسیله دستگاه GC/MS و GC در مرکز جهاد دانشگاهی- ارومیه آنالیز شد (Negahban et al., 2006).

##### شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس

اسانس پس از آماده‌سازی به دستگاه GC تزریق شد تا

از طریق اثر تدخینی تیمار شدند و در شرایط دمایی  $27 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی  $65 \pm 5\%$ ، با دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری و پارامترهای زیستی به صورت جداگانه هر روز بررسی و تعداد پوره‌های آنها تا مرگ آخرین شته شمارش شدند. برای تهیه جدول زندگی، داده‌ها براساس سن ( $x$ ) و تعداد افراد زنده مانده در  $x$  ( $N_x$ ) در یک جدول سازمان داده شد.

#### جدول رشد جمعیت

برای محاسبه پارامترهای تولیدمثل، جدول زندگی باروری تنظیم گردید، پارامترهای آن با استفاده از روش Chi محاسبه شد که توضیحات پارامترها در جدول ۱ آمده است (Chi, 2021).

(برگ گوجه فرنگی) در شیشه‌های ۳۰۵ میلی‌لیتری قرار داده شد. غلظت  $LC_{50}$  بدست آمده در سه تکرار روی کاغذ صافی ریخته شد و درون درپوش ظروف شیشه‌ای قرار گرفت و از اطراف با نوارهای مخصوص (پارافیلیم) محکم شد. مرگ و میر حشرات در زمان‌های ۳، ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ساعت شمارش گردید.

#### تهیه جدول زندگی

برای بررسی اثر زیرکشدگی دو اسانس پونه و بومادران، ۲۰ حشره بالغ یک روزه انتخاب شدند، هر یک جداگانه روی برگ‌های گیاهان گوجه فرنگی قرار گرفتند و بعد از پوره‌زایی، شته‌های مادر حذف و بعد ۲۰ پوره هم‌سن انتخاب و توسط غلظت  $LC_{30}$  اسانس‌های پونه و بومادران

جدول ۱- فرمول‌های مربوط به پارامترهای رشد جمعیت (Chi & Liu, 1985)

Table 1. Formulas related to reproductive parameters

Parameter	Formula	Identification
$R_0$ (NRR)	$\sum l_x m_x$	Average females produced in each age group of females during their lifetime
$r_m$	$1 = \sum_x^b = \alpha^{e-rx} l_x m_x$	Maximum rate of increase by a growing population, under specified environmental conditions
$\lambda$	$\lambda = e^r$	Finite population growth rate
T	$T = (\ln R_0 / r)$	Average duration of a generation
DT	$DT = (\ln 2 / r)$	Doubling time

#### تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمایش حشراتی که با نزدیک کردن سوزن داغ به پاها و شاخک‌هایشان حرکتی نمی‌کردند، مرده محسوب شدند. داده‌های بدست آمده با نرم‌افزار SPSS (V. 19) تجزیه و تحلیل شده و مقادیر  $LC_{50}$  برای غلظت‌های مختلف و  $LT_{50}$  برای زمان‌های مختلف محاسبه گردید. برای مقایسه میانگین میزان تأثیر غلظت‌های مختلف اسانس و زمان‌های مختلف کشندگی از آزمون توکی در سطح آماری ۵٪ استفاده شد.

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار (۵ تیمار اصلی به همراه شاهد) در غلظت و زمان‌های مختلف برای بررسی میزان  $LC_{50}$  و  $LT_{50}$  انجام شد. تلفات برای تعیین مقدار  $LC_{50}$  بعد از ۲۴ ساعت اسانس‌دهی و برای تعیین مقدار  $LT_{50}$  در زمان‌های ۳، ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ساعت بررسی و تعداد حشرات مرده در ظروف تیمار و شاهد شمارش و درصد مرگ و میر طبق فرمول Abbott تصحیح گردید (Abbott, 1925). در این

## نتایج

ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس‌های بومادران و پونه جدول‌های ۲ و ۳ ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس‌های بومادران و پونه را نشان می‌دهد. در اسانس بومادران

ترکیب‌های لاواندولیل استات (Lavandulyl acetate) با ۲۷/۹٪، کامفور با ۱۹/۱٪ و ۱،۸-سینئول با ۱۰/۴ بیشترین مقدار ترکیب‌های اسانس را به خود اختصاص دادند.

جدول ۲- ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس بومادران (*Achillea millefolium*)Tabel 2. *Achillea millefolium* essential oil compounds

Number	Compound	Retention Index	Percentage
1	$\alpha$ -thujene	930	0.1
2	$\alpha$ -pinene	939	3.3
3	sabinene	975	5.7
4	<i>p</i> -cymene	1026	1.3
5	1,8-cineole	1031	10.4
6	$\gamma$ -terpinene	1060	0.2
7	artemisia ketone	1062	0.3
8	chrysanthenone	1128	2.9
9	trans-pinocarveol	1139	2.1
10	camphor	1146	19.1
11	terpinen-4-ol	1177	9.3
12	lavandulyl acetate	1290	27.9
13	trans pinocarvyl acetate	1298	0.4
14	linalool isobutyrate	1375	2.3
15	E-caryophyllene	1420	0.2
16	$\alpha$ -humulene	1455	0.1
17	cubebol	1514	0.2
18	caryophyllene oxide	1583	5.9
19	cubenol	1648	0.2
20	valerianol	1658	0.1
21	chamazulene	1732	4.8
Total identified constituents (%)			98.6

در اسانس پونه نیز ترکیب‌های پولگون (Pulegone) با ۳۶/۲٪، پیریتنون (piperitenone) با ۲۰/۸٪ و پیریتون (piperitone) با ۱۸/۲۰٪ بیشترین مقدار ترکیب‌های اسانس را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

تعیین کشندگی اسانس‌های بومادران و پونه روی حشرات کامل شته جالیز نتایج بدست آمده از این تحقیق حکایت از آن دارد که اسانس *A. mellifolium* و *M. pulegium* آفت شته

جالیز *A. gossypii* را در مدت ۲۴ ساعت به خوبی کنترل کرده است. مقدار LC<sub>50</sub> برآورد شده پس از ۲۴ ساعت ۲۳/۳۴ و ۳۴/۹۰ میکرولیتر بر لیتر هوا بود (جدول ۴).

اسانس دهی برای پونه و بومادران به ترتیب برابر با

جدول ۳- ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس پونه (*Mentha pulegium*)

Table 3. *Mentha pulegium* essential oil compounds

Number	Compound	Retention Index	Percentage
1	limonene	1033	1.2
2	sabinene	984	0.1
3	$\alpha$ -terpineol	1175	7.6
4	pulegone	1220	3.1
5	piperitenone	1223	18.8
6	neomenthol	1159	2.6
7	piperitone	1237	14.2
8	E-caryophyllene	1415	0.2
9	isomenthone	1192	1.5
10	menthofuran	1155	1.2
11	menthol	1171	2.4
12	geranyl acetate	1352	0.8
13	piperitone oxide	1230	4.2
14	menthone	1142	3.1
15	1,8-cineole	1034	0.1
16	pulegone	1231	36.2
17	eucalyptol	1044	2.1
18	$\alpha$ -terpinene	1058	0.1
Total identified constituents (%)			99.5

جدول ۴- مقادیر LC اسانس پونه (*Mentha pulegium*) و بومادران (*Achillea millefolium*).

روی حشرات کامل شته جالیز (*Aphis gossypii*) بعد از ۲۴ ساعت

Table 4. LC values of *Mentha pulegium* and *Achillea millefolium* essential oils on *Aphis gossypii* adults after 24 h

Treatment	d.f.	$\chi^2$	Intercept $\pm$ SE	LC <sub>90</sub> (95% Confidence limits) ( $\mu\text{L}^{-1}$ )	LC <sub>50</sub> (95% Confidence limits) ( $\mu\text{L}^{-1}$ )	LC <sub>30</sub> (95% Confidence limits) ( $\mu\text{L}^{-1}$ )
<i>A. millefolium</i> essential oil	3	0.676	4.49 $\pm$ 0.48	67.29 (58.80-81.83)	34.90 (32.07-37.91)	26.68 (23.69-29.23)
<i>M. pulegium</i> essential oil	3	0.642	5.12 $\pm$ 0.52	41.53 (36.95-48.93)	23.34 (21.64-25.16)	18.43 (16.67-19.98)

نتایج تجزیه و تحلیل آماری این بررسی نشان داد که *F* بدست آمده در سطح آماری ۵٪ برای هر دو اسانس پونه (*M. pulegium*) ( $F_{5, 12}=55.93, P=0.001$ ) و بومادران (*A. millefolium*) ( $F_{5, 12}=58.62, P=0.001$ ) معنی‌دار گردید و بین تیمارهای آزمایشی با اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در مورد اثر غلظت‌ها (برای هر دو

معنی‌دار وجود داشت. در مورد اثر غلظت‌ها (برای هر دو

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی نشان می‌دهد که بین میانگین تلفات ناشی از غلظت‌های مختلف هر دو اسانس روی حشرات کامل شته جالیز در سطح آماری ۵٪ اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود (جدول‌های ۵ و ۶).

اسانس پونه و بابونه، با توجه به نتایج، با افزایش غلظت میزان کشندگی نیز افزایش یافته است. مرگ و میر بالاترین غلظت اسانس بومادران (۶۵/۴۱ میکرولیتر بر میلی‌لیتر هوا) ۸۹/۹۹٪ و بالاترین غلظت اسانس پونه (۴۳/۲۱ میکرولیتر بر میلی‌لیتر هوا) ۹۳/۳۳٪ تعیین شد.

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد تلفات حشرات کامل شته جالیز (*Aphis gossypii*)

تیمارشده با اسانس بومادران (*Achillea millefolium*)

Table 5. Means comparison of mortality percentage in *Aphis gossypii* adults treated with *Achillea millefolium* essential oil

Concentration ( $\mu\text{L.L}^{-1}$ )	65.41	48.49	35.93	26.66	19.67	Control
Mean mortality $\pm$ SE	89.99 $\pm$ 4.99 <sup>a</sup>	71.66 $\pm$ 4.40 <sup>ab</sup>	51.66 $\pm$ 4.40 <sup>bc</sup>	20 $\pm$ 2.88 <sup>cd</sup>	11.66 $\pm$ 1.66 <sup>de</sup>	1.67 $\pm$ 1.66 <sup>e</sup>

Columns with the same letters are not significantly different at 5% probability level (Tukey test).

جدول ۶- مقایسه میانگین تلفات حشرات کامل شته جالیز (*Aphis gossypii*) شته جالیز تیمارشده با اسانس پونه (*Mentha pulegium*)

Table 6. Means comparison of mortality percentage in *Aphis gossypii* adults treated with *Mentha pulegium* essential oil

Concentration ( $\mu\text{L.L}^{-1}$ )	43.21	32.03	22.74	17.61	13.11	Control
Mean mortality $\pm$ SE	93.33 $\pm$ 4.40 <sup>a</sup>	73.33 $\pm$ 4.40 <sup>b</sup>	50 $\pm$ 2.88 <sup>bc</sup>	28.33 $\pm$ 4.40 <sup>cd</sup>	10 $\pm$ 2.88 <sup>e</sup>	3.36 $\pm$ 1.66 <sup>e</sup>

Columns with the same letters are not significantly different at 5% probability level (Tukey test).

اسانس *A. mellifolium* در غلظت ۳۴/۹۰ میکرولیتر بر لیتر هوا در زمان ۱۲/۳۰ ساعت و اسانس *M. pulegium* در غلظت ۲۳/۳۴ میکرولیتر بر لیتر هوا در زمان ۱۲/۰۲ ساعت باعث مرگ و میر ۵۰٪ *A. gossypii* شده است (جدول ۷).

زمان کشنده ۵۰٪ ( $LT_{50}$ ) برای غلظت‌های مختلف اسانس‌ها روی شته جالیز نتایج حاصل از آزمایش‌های زیست‌سنجی غلظت  $LC_{50}$  استفاده شده از اسانس‌های *A. mellifolium* و *M. pulegium* در ساعات ۳، ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ نشان داد که

جدول ۷- مقادیر  $LT_{50}$  اسانس پونه (*Achillea millefolium*) و بومادران (*Mentha pulegium*)

روی حشرات کامل شته جالیز (*Aphis gossypii*)

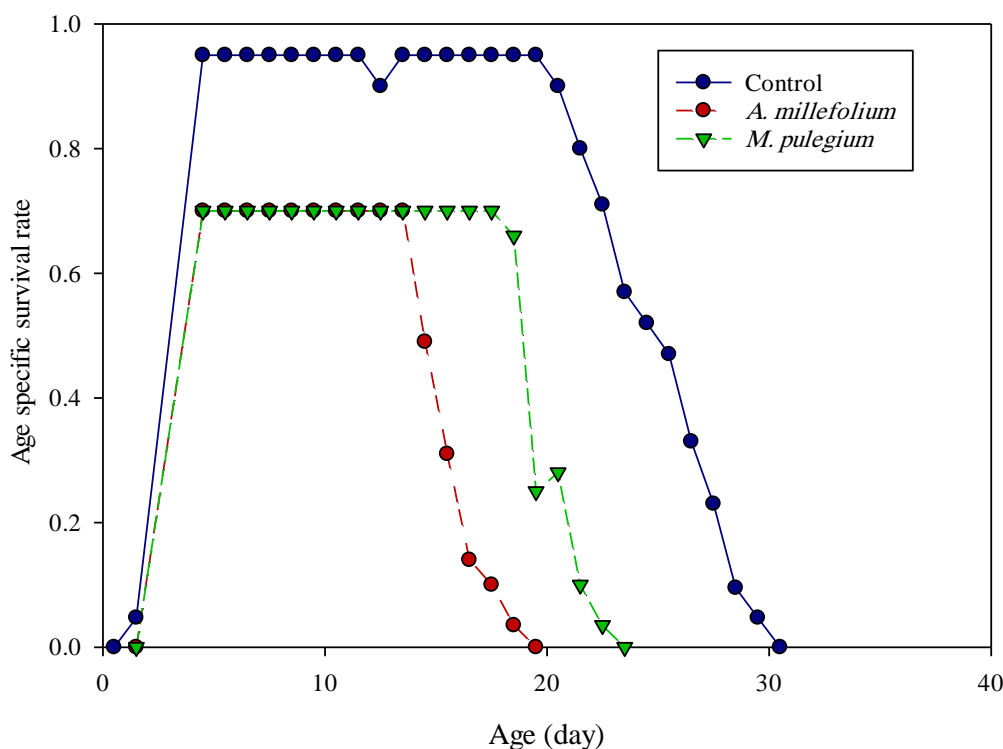
Table 7.  $LT_{50}$  values of *Mentha pulegium* and *Achillea millefolium* essential oils on adults of *Aphis gossypii*

Treatment	Intercept $\pm$ SE	$\chi^2$	$LT_{50}$ (h) (95% Confidence limits)
<i>M. pulegium</i> essential oil	2.84 $\pm$ .030	2.268	12.30 (10.75-14.11)
<i>A. millefolium</i> essential oil	2.75 $\pm$ 0.29	5.712	12.02 (10.48-13.85)

## منحنی بقاء

منحنی بقاء ویژه سنی ( $L_x$ ) و باروری روزانه ( $m_x$ ) شته جالیز تیمار شده با غلظت  $LC_{30}$  دو اسانس *A. millefolium* و *M. pulegium* در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. نرخ بقاء شته جالیز دارای روند متفاوتی در بین ۲ تیمار اسانس با شاهد بود. بقاء برای شته جالیز تیمار شده، مشخص شد که میزان بقاء در شاهد بیشتر از هر دو تیمار است و در حشرات تیمار شده با اسانس پونه به ۱۹ روز

کاهش یافته است. از دیگر تابع‌های جدول زندگی، امید به زندگی در سن  $x$  است. امید به زندگی شته جالیز در شاهد، *A. millefolium* و *M. pulegium* به ترتیب ۲۰/۷۳، ۱۵/۸۸ و ۱۰/۹۷ روز در حشرات کامل مشاهده شده است. محاسبه پارامترهای مرگ و میر، طول عمر و باروری شته جالیز نشان داد که این شته کمترین میزان طول عمر (۹/۵ روز) و کمترین میزان باروری (۰/۳۳) را زمانی داشته است که با اسانس *M. pulegium* تیمار شده است.



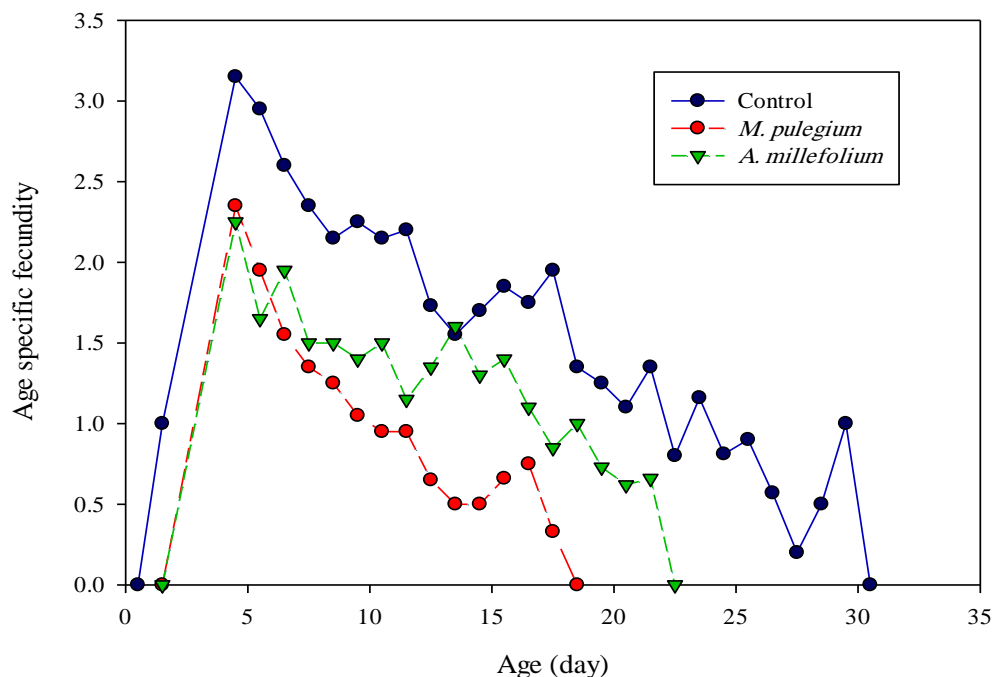
شکل ۱- نرخ بقای ویژه سنی شته جالیز (*Aphis gossypii*) تیمار شده با اسانس بومادران (*Achillea millefolium*) و پونه (*Mentha pulegium*)

Figure 1. Age-specific survival rate of *Aphis gossypii* treated with *Achillea millefolium* and *Mentha pulegium* essential oils

دخیل در تشکیل جمعیت حشرات، یعنی درصد بقاء پوره‌ها، طول دوره رشد و نمو پورگی و قدرت باروری می‌باشد (جدول ۸).

پارامترهای رشد جمعیت پایدار شته جالیز یکی از مهمترین پارامترهای رشد جمعیت، مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r_m$ ) است که تابع سه پارامتر مهم





شکل ۲- باروری روزانه سنی شته جالیز (*Aphis gossypii*) تیمار شده با اسانس

بومادران (*Achillea millefolium*) و پونه (*Mentha pulegium*)

Figure 2. Age-specific fecundity of *Aphis gossypii* treated with *Achillea millefolium* and *Mentha pulegium* essential oils

جدول ۸- مقایسه میانگین پارامترهای رشد جمعیت شته جالیز (*Aphis gossypii*) تیمار شده با اسانس

بومادران (*Achillea millefolium*) و پونه (*Mentha pulegium*)

Table 8. Means comparison of life table parameters in *Aphis gossypii* treated with *Achillea millefolium* and *Mentha pulegium* essential oils

Treatment	Doubling time (day)	Generation time (day)	Finite rate of population increase( $\lambda$ )(day <sup>-1</sup> )	Net reproductive rate( $R_0$ )(Offspring)	Intrinsic rate of increase( $r$ )(day <sup>-1</sup> )
<i>M. pulegium</i> essential oil	2.39±0.03a	7.74±0.30a	1.33±0.01a	9.38±1.37a	0.289±0.020a
<i>A. millefolium</i> essential oil	2.51±0.04a	9.99±0.40b	1.31±0.01a	15.64±1.38b	0.275±0.030a
Control	2.00±0.06b	10.36±0.30c	1.43±0.01b	35.76±1.82c	0.34±0.020b

Columns with the same letters are not significantly different at 5% probability level (Tukey test).

دارند که نشان می‌دهد دو اسانس باعث کاهش نرخ ذاتی افزایش جمعیت می‌شود. نرخ خالص تولید مثل شاهد با دو اسانس و همینطور دو اسانس با همدیگر دارای اختلاف

با توجه به نتایج حاصل از جدول ۶ نرخ ذاتی افزایش جمعیت در دو اسانس پونه و بومادران اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ولی هر دو جدایه با شاهد اختلاف معنی‌دار

کلیدی در اجرای یک عملیات موفق تدخین، مدت زمان و دوز مورد استفاده از ترکیب تدخینی می‌باشد. برخی محققان غلظت اسانس را عامل مهمی در میزان تلفات گزارش کرده‌اند (Ketoh *et al.*, 2002)، به طوری که در این بررسی غلظت‌های بکار رفته به لحاظ حجم مصرفی بسیار کم با قدرت اثر زیاد هستند و با افزایش غلظت، میزان مرگ و میر بیشتر شده است. برخی دیگر مدت زمان قرارگرفتن آفت در معرض اسانس را در میزان تلفات مهم دانسته‌اند (Park, 2000)، به طوری که در این تحقیق با افزایش مدت زمان اسانس‌دهی درصد مرگ و میر نیز افزایش یافته است. بنابراین نتایج این تحقیق با دستاوردهای پارک مبنی بر کنترل شته جالیز به وسیله اسانس‌های گیاهی مطابقت دارد. براساس منابع موجود تحقیقات گوناگونی در زمینه فعالیت حشره‌کشی اسانس‌های گیاهی روی گونه‌های مختلف شته‌های خانواده Aphididae انجام شده است که می‌توان به اثر کشندگی فرمولاسیون‌های مختلف اسانس و عصاره بذر چریش (*Azadirachta indica*) روی پوره‌های شته لوبیا (*A. glycyines*) (Kraiss & Eileen, 2008)، حشره‌کشی ۲۳ اسانس گیاهی روی شته‌های بالغ شلغم (*Lipaphis pseudobrassicae*) (Sampson *et al.*, 2005)، اثر کشندگی اسانس گیاه *A. indica* روی شته مومی کلم (*B. brassica*) (Pavela *et al.*, 2009)، سمیت تنفسی اسانس ۱۲ گونه گیاه مدیترانه‌ای علیه شته نخود (*M. persicae*) و شته سبز هلو (*Acyrtosiphon pisum*) (Digilio *et al.*, 2008)، اثر شته‌کشی ۷ اسانس گیاهی علیه شته مومی کلم (*B. brassicae*) (Işık & Görür, 2009) و فعالیت حشره‌کشی تعدادی از اسانس‌های گیاهی علیه شته گل‌انگشتانه (*Aulacorthum solani* Kalt.) (Górski & Tomczak, 2010) اشاره کرد. در بررسی آثار کشنده و زیرکشنده *Heracleum persicum* Desf. ex *M. pulegium* Fischer و *A. millefolium* روی شکارگر شته گندم *Hippodamia variegata* مشخص شد که اسانس پونه دارای بیشترین اثر کشندگی روی لارو سن یک و تخم کفشدوزک مذبور می‌باشد (Shaltoki *et al.*, 2023). در این

معنی‌دار است، به طوری که شاهد بیشترین و اسانس پونه کمترین میزان نرخ خالص تولید را نشان دادند. نرخ مثنایی افزایش جمعیت در دو اسانس اختلاف معنی‌دار با هم نداشتند ولی با شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند. از نظر طول مدت زمان یک نسل، اسانس پونه اختلاف معنی‌داری با شاهد و اسانس بومادران داشت.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت حشرات تیمار شده با اسانس پونه در مقایسه با شاهد ( $T\text{-student}=6/82, p<0/0001$ ) و حشرات تیمار شده با اسانس بومادران با شاهد ( $T\text{-student}=2/28, p<0/0001$ ) اختلاف معنی‌دار دارند. نرخ خالص تولیدمثل شاهد با دو اسانس پونه ( $T\text{-student}=20/48, p<0/0001$ ) و بومادران ( $T\text{-student}=2/35, p<0/0001$ ) و همین‌طور دو اسانس از همدیگر دارای اختلاف معنی‌دار است که در شاهد بیشترین میزان نرخ خالص تولید مشاهده گردید و کمترین میزان نرخ خالص تولید مربوط به اسانس پونه می‌باشد. نرخ مثنایی افزایش جمعیت در دو اسانس اختلاف معنی‌دار با هم ندارند ولی پونه با شاهد ( $T\text{-student}=114/78, p<0/0001$ ) و بومادران با شاهد ( $T\text{-student}=143/84, p<0/0001$ ) اختلاف معنی‌دار دارند. در مدت زمان یک نسل، شاهد اختلاف معنی‌داری با اسانس پونه ( $T\text{-student}=166/05, p<0/0001$ ) و اسانس بومادران ( $T\text{-student}=27/16, p<0/0001$ ) دارد.

## بحث

استفاده از اسانس‌های گیاهی برای کنترل شته جالیز به دلیل افزایش گزارش‌ها مبنی بر مقاومت این آفت به سموم شیمیایی و باقیمانده در محصولات و آلودگی محیط زیست یک موضوع ضروری به‌شمار می‌آید (Goh *et al.*, 2001؛ Pan & Gao, 2004؛ Li & Han, 2004؛ Kim & Kim, 2008). مطالعات در رابطه با نحوه اثر اسانس‌ها روی آفات مختلف نشان داد که سمیت اسانس‌های گیاهی برای حشرات بیشتر به صورت تنفسی است (Kim *et al.*, 2003). دو نکته

حشرات بالغ ماده در غلظت‌های زیرکشنده ۲۰٪ و ۴۰٪ کاهش یافته است (Ravan *et al.*, 2019). محققان در بررسی اثرهای زیرکشنده اسانس بذر گلپر (*H. persicum*) و انیسون (*P. anisum*) روی حشرات بالغ یک روزه شته جالیز به روش تدخینی، مشاهده کردند که در تیمار انیسون، گلپر و شاهد نرخ خالص تولید مثل ( $R_0$ ) ۳۹/۵۳، ۵۷/۳۹ و ۷۶/۱۶ ماده/ماده/نسل بدست آمد. همچنین نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r_m$ ) در غلظت زیرکشنده ۳۰٪ اسانس انیسون، گلپر و شاهد برابر با ۰/۳۸، ۰/۴۰ و ۰/۴۶ ماده/ماده/روز بود. نتایج این پژوهش نشان داد که کاهش معنی‌داری در پارامترهای رشد جمعیت شته جالیز در غلظت‌های زیرکشنده اسانس دو گیاه نسبت به شاهد مشاهده می‌شود (Naroei, 2016). در این تحقیق نیز نرخ ذاتی افزایش در اسانس پونه (۰/۲۸) و بومادران (۰/۲۷) (ماده/ماده/روز) است که نسبت به شاهد (۰/۳۴) کاهش معنی‌داری داشته است که با تحقیق Naroei (۲۰۱۶) مطابقت داشته است.

در بررسی اثرهای کشندگی و زیرکشنده اسانس‌های گیاهی کلپوره (*Teucrium polium* L. (Lamiaceae)) و به‌لیمو (*Lippia citriodora* Kunth (Verbenaceae)) روی حشرات بالغ یک روزه شته سیاه باقلا به روش تدخینی نتایج نشان داد که نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0$ ) در غلظت زیرکشنده ۲۰٪ به‌لیمو و کلپوره به ترتیب ۴۰/۴۸ و ۳۰/۱۵ ماده/ماده/نسل است؛ همچنین نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r_m$ ) در غلظت زیرکشنده ۲۰٪ اسانس به‌لیمو، کلپوره، شاهد با آب مقطر و تیمار استون برابر با ۰/۳۰۴، ۰/۲۸، ۰/۳۲ و ۰/۳۲ ماده/ماده/روز بدست آمد (Sufi, 2016).

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که اسانس‌های پونه و بومادران علاوه بر اثر کشندگی روی *A. gossypii*، به دلیل تأثیری که غلظت‌های زیرکشنده آنها روی طول عمر و باروری حشرات کامل دارد پارامترهایی مانند نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ خالص و ناخالص باروری، نرخ ذاتی مرگ و میر و نرخ متناهی افزایش جمعیت را در مقایسه با شاهد کاهش داده، از این رو از اسانس این دو گیاه در مدیریت تلفیقی این آفت می‌توان استفاده کرد.

تحقیق نیز  $LC_{50}$  پونه برابر با ۲۳/۳۴ میکرولیتر بر لیتر هوا محاسبه گردید که در مقایسه با بومادران اثر کشندگی بیشتری را نشان می‌دهد. براساس تحقیقات Mareggiani و همکاران (۲۰۰۸) فعالیت بالای حشره‌کشی اسانس *E. globules* روی شته جالیز به اثبات رسید. در همین ارتباط، Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۳) اسانس گیاهان آزادیراختین (*A. indica*)، اکالیپتوس (*E. camaldulensis*) و برگ بو (*Laurus nobilis* L.) را برای کنترل شته جالیز مورد آزمایش قرار دادند. نتایج نشان داد آزادیراختین و اکالیپتوس اثر کشندگی بیشتری در مقایسه با برگ بو دارد. بررسی‌های آزمایشگاهی نشان داده است که اسانس گیاهان *P. amisium*، *C. cyminum*، *O. syriacum* و *E. camaldulensis* به صورت تدخینی علیه شته جالیز و شته سبز هلو مؤثر بودند (Isman, 2000). Soliman (۲۰۰۶) فعالیت حشره‌کشی اسانس دو گونه از جنس گیاه ترخون شامل *Artemisia herba-alba* (Asso) و *A. monosperma* (Delile) را روی ۳ گونه آفت مکنده شامل عسلک پنبه (*Bemisia tabaci* Gennadius)، شته جالیز (*A. gossypii*) و تریپس پیاز (*Thrips tabaci*) (Lindman) در شرایط گلخانه‌ای مورد بررسی قرار داد و نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که اسانس‌های مذکور فعالیت حشره‌کشی قابل توجهی روی آفات مورد مطالعه داشته‌اند که مؤید حساسیت شته جالیز به اسانس‌های گیاهی است. در بررسی اثرهای کشنده و زیرکشنده *H. persicum*، *M. pulegium* و *A. millefolium* روی شکارگر شته گندم *H. variegata* مشخص شد که اسانس پونه بیشترین تأثیر را بر میزان پارامترهای رشد جمعیت دارد و نرخ ذاتی رشد جمعیت را نسبت به شاهد کاهش داده است (Shaltoki *et al.*, 2023) که با نتایج این تحقیق مبنی بر کاهش پارامترهای رشد نسبت به شاهد همخوانی دارد. در بررسی اثرهای کشندگی و زیرکشنده اسانس گیاه *Teucrium polium* روی *A. fabae scopoli* میزان کشندگی با افزایش غلظت بیشتر شده است. میزان  $LC_{50}$  برابر با ۴/۵ میکرولیتر بر لیتر هوا گزارش شده است و طول عمر و میزان باروری

- natural essential oils in the control of foxglove aphid (*Aulacorthum solani* Kalt.) occurring on eggplant (*Solanum melongena* L.). *Ecological Chemistry and Engineering*, 17(3): 345-349.
- Guedes, R.N.C., Smagghe, G., Stark, J.D. and Desneux, N., 2016. Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. *Annual Review of Entomology*, 61: 43-62.
  - Işık, M. and Görür, G., 2009. Aphidicidal activity of seven essential oils against the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae). *Munis Entomology and Zoology*, 4(2): 424-431.
  - Isman, M.B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19: 603-608.
  - Keita, S.M., Vincentb, Ch., Schmita, J.P., Arnasonc, J.T. and Be' langerb, A., 2001. Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae]. *Journal of Stored Products Research*, 37: 339-349.
  - Ketoh, C.K., Glitoh, A.I. and Huignard, J., 2002. Susceptibility of the bruchid *Callosobruchus maculatus* (Col: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Hym: Pteromalidae) to three essential oils. *Journal of Economic Entomology*, 95(1): 174-182.
  - Kim, J.J. and Kim, K.C., 2008. Selection of a highly virulent isolate of *Lecanicillium attenuatum* against cotton aphid. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 11: 1-4.
  - Kim, M., Park, C., Ohh, M., Cho, H. and Ahn, Y., 2003. Contact and fumigant activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Lasioderma serricornis* (Coleoptera: Anobiidae). *Journal of Stored Products Research*, 37(3): 127-132.
  - Klingauf, F., Bestam, H.J., Vostrovski, O. and Michaelis, K., 1983. Wirkung von atherischen Olen auf Schadinsektem. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologia Experimentalis et Applicata*, 4: 123-126.
  - Kotan, R., Kordali, S., Cakir, A., Kesdek, M., Kaya, Y. and Kilic, H., 2008. Antimicrobial and insecticidal activities of essential oil isolated from Turkish *Salvia hydrangea* DC. *Ex. Biochemical Systematics and Ecology*, 36: 360-368.
  - Kraiss, H. and Eileen, C.M., 2008. Insect growth regulator effects of azadirachtin and neem oil on survivorship, development and fecundity of *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae) and its predator, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *University of Wisconsin Madison, Madison, WI*

## References

- Abbott, W.S., 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Adams, R.P., 2001. Identification of essential oil Components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy. *Carol Stream IL: Allured Publishing Crop*, 456p.
- Azeem, M., Zaman, T., Tahir, M., Haris, A., Iqbal, Z., Binyameen, M., Nazir, A., Shad, S.A., Majeed, S. and Mozūraitis, R., 2019. Chemical composition and repellent activity of native plants essential oils against dengue mosquito *Aedes aegypti*. *Industrial Crops and Products*, 140: 232-240.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. and Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils. A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2): 446-475.
- Blackman, R.L. and Eastop, V.F., 2006. *Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide*, 2nd ed, John Wiley and Sons, Chichester, UK., 466.
- Cloyd, R.A., and Bethke, J.A., 2011. Impact of Neonicotinoid insecticides on natural enemies in greenhouse and interiorscape environments. *Pest Management Science*. 67: 3-9.
- Chi, H. and Liu, H., 1985. Two new methods for study of insect population ecology. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica*, 24.
- Chi, H., 2021. TWSEX-MSChart: A Computer Program for the Age-Stage, Two-Sex Life Table Analysis. *National Chung Hsing University; Taichung, Taiwan*. [(accessed on 1 August 2021)]. Available online: <http://140120197173/Ecology/>
- Digilio, M.C., Mancini, E., Voto, E. and DeFeo, V., 2008. Insecticide activity of Mediterranean essential oils. *Journal of Plant Interactions*, 3(1): 17-23
- Ebrahimi, M., Safaralizade, M.H., Valizadegan, O. and Hosaini, A.B.H., 2013. Efficacy of three plant essential oils, *Azadirachta indica* (Adr. Juss.), *Eucalyptus camaldulensis* (Dehnh.) and *Laurus nobilis* (L.) on mortality cotton aphids, *Aphis gossypii* Glover (Hem: Aphididae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 46(9): 1093-1101.
- Garcia, F., Roldan, R.S., Ponxea, A. and Gomendio, M., 2007. The adaptive significance of male egg carrying in the golden egg bug: defining research avenues. *Ecological Entomology*, 32: 578-581.
- Goh, H.G., Kim, J.H. and Han, M.W., 2001. Application of *Aphidius colemani* Viereck for control of the aphid in greenhouse. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 4: 171-174.
- Górski, R. and Tomczak, M., 2010. Usefulness of

- part B. Biochemistry & Molecular Biology, 152: 266-270.
- Papachristos, D.P. and Stamopoulos, D.C., 2002. Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 38(2): 117-128.
  - Park, C., 2000. Insecticidal activity of basarone derived from *Acorus gramineus* root against insect pests. MS. Thesis. Seoul National University.
  - Pavela, R., 2009. Larvicidal effects of some Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say larvae (Diptera: Culicidae). Parasitology Research, 105: 887-892.
  - Ramzi, A., Abdelhakim El Ouali Lalami, A.E.Q., Ez zoubi, Y., Assouguem, A., Almeer, R., Najda, A., Ullah, R., Ercisli, S. and Abdellah Farah, A., 2022. Insecticidal Effect of Wild-Grown *Mentha pulegium* and *Rosmarinus officinalis* Essential Oils and Their Main Monoterpenes against *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). Plants, 11 (1193): 1-12.
  - Ravan, S., Khani, A. and Sufi, S., 2019. Fumigant toxicity and sublethal effects of *Teucrium polium* essential oil on *Aphis fabae scopoli* A. Chinese Herbal Medicines, 11(2): 231-235.
  - Saber, K., Nahla, L., Ahmed, D. and Chedly, A., 2005. Effect of P on nodule formation and N fixation in bean, Agron. Sustainable Development, 25: 389-393.
  - Sampson, B.J., Tabanca, N., Kirimer, N. and Demirci, B., 2005. Insecticidal activity of 23 essential oils and their major compounds against adult *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) (Aphididae: Homoptera). Pest Management Science, 61: 1122-1128.
  - Schuhmacher, A., Reichling, J. and Schnitzler, P., 2003. Virucidal effect of peppermint oil on the enveloped viruses herpes simplex virus type 1 and type 2 in vitro. Phytomedicine, 10(6-7): 504-510.
  - Shaltoki, S., Rafiee Dastjerdi, H., Golizadeh, A., Hassanpour, M., Ebadollahi, A. and Mahdavi, V., 2023. Lethality and effects on biological and population growth parameters of ladybird predator *Hippodamia variegata* (Goeze) treated by some plant essential oils. Toxin Review, 42(1): 61-68.
  - Soliman, M.M., 2006. Phytochemical and toxicological studies of *Artemisia* L. (Compositae) essential oil against some insect pests. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 41: 395-406.
  - Stenger, L.D. Abati, R., Pawlak, I.G., Varpechoski, G.O., Vismara, E.De.S., Barbosa, L.R., Júnior, A.W., Lozano, E.R. and Potrich M., 2021. Toxicity of essential oil of *Eugenia uniflora* (L.) to *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: 53706. USA.
  - Li, F. and Han, Z., 2004. Mutations in acetylcholinesterase associated with insecticide resistance in the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 34: 397-405.
  - Maciel, L.F., da Silva Oliveira, C., da Silva Bispo, E. and da P. Spinola Miranda, M., 2010. Antioxidant activity, total phenolic compounds and flavonoids of mangoes coming from biodynamic, organic and conventional cultivations in three maturation stages. British Food Journal, 113: 1103-1113.
  - Maia, A.D.H., Luiz, A.J. and Campanhola, C., 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. Journal of Economic Entomology, 93(2): 511-518.
  - Mareggiani, G., Serafina, R. and Margarita, R., 2008. *Eucalyptus globulus* (Mirtaceae) essential oil: Efficacy against *Aphis gossypii* (Hemiptera: aphididae), an agricultural pest. Revista Latinoamericana de Química, 36: 16-21.
  - Matasyoh, L.G., Matasyoh, J.C., Wachira, F.N., Kinyua, M.G., Muigai Thairu, A.W. and Mukiyama, T.K., 2007. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. growing in Eastern Kenya. African Journal of Biotechnology, 6(6): 760-765.
  - McLaughlin, A., Conner, K., Bowen, K.L., Hagan, A.K., Groover, W., Lawrence, K. and Jacobson, A.L. 2020. Investigating the interaction between crop age and timing of cotton leafroll dwarf virus inoculation on disease severity and yield loss. beltwide cotton Conference, Austin, Texas, 358-360.
  - Naroei, S., 2016. Lethal and sub lethal effects of *Heracleum persicum* and *Pimpinella anisum* essential oils on *Aphis gossypii* Glover. Master's thesis. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol.
  - Negahban, M., Moharrampour, S. and Sefidkon, F., 2006. Chemical composition and insecticidal activity of *Artemisia scoparia* essential oil against three Coleoptera stored-product insects. Journal of Asia-Pacific Entomology, 9(4): 381-388.
  - Ogendo, J.O., Belmain, S.R., Deng, A.L. and Walker, D.J., 2003. Comparison of toxic and repellent effect of *Lantana camara* L. with *Tephrosia vogelii* Hook and a synthetic pesticide against *Sitophilus zeamais* in maize grain storage. Insect Science and Its Application, 23: 127-135.
  - Pan, y. and Gao, X., 2009. Carboxylesterase activity, cDNA sequence, and gene expression in malathion susceptible and resistant of the cotton aphid, *Aphis gossypii*. Comparative Biochemistry & Physiology, 152: 537-544.

- essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du val. *Journal of Stored Products Research*, 41: 91-102.
- Torkamand, M., Heidari, A., Ghajarieh, H. and Faravardeh, L., 2013. Comparison of susceptibility of melon aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), to pirimicarb and malathion in seven regions in Iran. *Journal of Crop Protection*, 2(2): 183-192.
  - Tunç, I. and Sahinkaya, S., 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapors of essential oils. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 86: 18-29.
  - Upton, R., Graff, A., Jolliffe, G., Länger, R. and Williamson, E., 2011. *American Herbal Pharmacopoeia: Botanical Pharmacognosy-Microscopic Characterization of Botanical Medicines*. CRC Press, 800p.
  - Southwood, R. and Henderson, P.A., 2000. *Ecological Methods*. 3<sup>rd</sup> edition. Blackwell Science, 592p.
  - Sufi, S., 2016. Lethal and sublethal effect of *Lippia citriodora* and *Teucrium polium* essential oils on bean aphid, *Aphis faba Scopoli* (Hemiptera: Aphididae). Master's thesis, University of Zabol, Zabol, 110pp.
  - Taghizadeh, R., Fathipour, Y. and Kamali, K., 2008. Influence of temperature on life table parameters of *Stethorus gilvifrons* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Applied Entomology*, 132(8): 638-645.
  - Tapondjou, A.L., Adler, C., Fontem, D.A., Bouda, H. and Reichmuth, C., 2005. Bioactivities of cymol and

## Fumigant toxicity and sublethal effects of *Achilla mellifolium* L. and *Mentha pulegium* L. essential oils on life table parameters of *Aphis gossypii* Glover

S. Akbari<sup>1</sup> and Sh. Armideh<sup>2\*</sup>

1- Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran

2\*- Corresponding author, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran

E-mail: shahramaramideh@gmail.com

Received: August 2022

Revised: January 2023

Accepted: February 2023

### Abstract

*Aphis gossypii* Glover. is one of the most important pests of Cucurbitaceae family. Nowadays, control of the pest population using the environmentally compatible compounds has been increased. In this study, fumigant toxicity of different concentrations and time intervals of *Achillea millefolium* L. and *Mentha pulegium* L. essential oils (EO) was studied in a completely randomized design on adults of mentioned pest. Also, sublethal effects of EOs were evaluated on life table parameters of adult aphids. The results showed that these plants EOs caused significant mortality of adult insects.  $LC_{50}$  of *A. millefolium* and *M. pulegium* EOs on *A. gossypii* were 34.90 and 23.34  $\mu\text{l.l}^{-1}$  of air, respectively.  $LT_{50}$  of EOs were obtained 12.30 h in 34.90  $\mu\text{l.l}^{-1}$  of air concentration of *A. millefolium* EO and 12.02 h in 23.34  $\mu\text{l.l}^{-1}$  of air concentration of *M. pulegium* EO. Intrinsic rate of population increase ( $r_m$ ) as the most important life table parameter of the pest was obtained 0.28 (female/female/day: the number of female individuals produced per female each day) in the *M. pulegium* EO treatment and 0.27 (female/female/day) in the *A. millefolium* EO one, which had a significant decrease compared to control (0.34). The study results of sublethal effects of these two essential oils on population growth parameters indicated that age-specific survival rate of the aphid was lower in the treatments compared to control. Life expectancy ( $e_x$ ) was the lowest in the *M. pulegium* treatment (10.97 days) and highest in control (20.73 days). Net reproductive rate was calculated 15.64, 9.38, and 35.76 (female/female/generation) for *A. millefolium*, *M. pulegium*, and control, respectively. Our results revealed that the plant EOs studied could be suggested to be used in the integrated *A. gossypii* management programs in greenhouses due to the high potential in fumigant toxicity and population decrease of this pest.

**Keywords:** Essential oil, fumigant toxicity, *Aphis gossypii* Glover., life table parameters, sublethal effects.