



علمی پژوهشی

سمیت تدخینی سه اسانس گیاهی روی *Phthorimaea operculella* (Zeller) و تأثیر آن روی درصد پارازیتسم زنبور *Trichogramma brassicae* (Bezdenko)

مینا جعفری^۱، هوشنگ رفیعی دستجردی^{۱*}، قدیر نوری قنبلانی^۱، علی اصغر فتحی^۱، مهدیحسن پور^۱ و عسگر عباداللهی^۲^۱- گروه گیاه پزشکی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، ۲- گروه علوم گیاهی، دانشکده

کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۸)

چکیده

در پژوهش حاضر، اثرات کشندگی و زیرکشندگی اسانس های گیاهان مرزنجوش، ریحان و نعنای روی بید سیب زمینی (*P. operculella*) مورد مطالعه قرار گرفت. درصد پارازیتسم زنبور پارازیتوئید *T. brassicae* روی تخم های بید سیب زمینی تیمار شده با غلظت زیرکشنده اسانس ها هم در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. تجزیه اجزای شیمیایی اسانس ها توسط گاز کروماتوگرافی- طیف سنج جرمی نشان داد که کارواکرون (۲۶/۰۲ درصد)، استراگون (۶۲/۲۷ درصد) و کاروتاناستون (۵۷/۴۷ درصد) به ترتیب ترکیبات اصلی اسانس های مذکور می باشند. بر اساس مقادیر LC₅₀ برای اسانس های مرزنجوش، ریحان و نعنای (به ترتیب ۳/۵۹، ۲/۵۳ و ۲/۳۷ میکرولیتر بر لیتر هوا)، اسانس نعنای بالاترین مقدار سمیت را در مقایسه با سایر اسانس های گیاهی برای تخم بید سیب زمینی داشت. غلظت کشنده ۳۰ درصد (LC₃₀) اسانس های گیاهی (به ترتیب ۲/۶۱، ۱/۲۰ و ۱/۸۱ میکرولیتر بر لیتر هوا) برای بررسی اثرات زیرکشندگی استفاده شدند. غلظت زیرکشنده اسانس های گیاهی به طور معنی داری روی پارامترهای زیست بید سیب زمینی تأثیر گذاشت. کوتاه ترین و طولانی ترین طول دوره پیش از تخمگذاری کل (TPOP) به ترتیب در تیمار شاهد (۱۹/۶۰ روز) و اسانس ریحان (۲۲/۱۹ روز) مشاهده شد. مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) در تیمارهای شاهد و اسانس های گیاه مرزنجوش، ریحان و نعنای به ترتیب ۰/۱۹، ۰/۱۱ و ۰/۱۲ و ۰/۱۰ بر روز بود. هم چنین، بیشترین درصد پارازیتسم زنبور پارازیتوئید تریکوگراما روی بید سیب زمینی بعد از تیمار شاهد (۸۱/۱۱ درصد) در اسانس گیاهی ریحان (۶۴/۴۴ درصد) ثبت شد. نتایج نشان می دهد که کاربرد همزمان زنبور پارازیتوئید و اسانس های گیاهی گزینه مناسبی برای مدیریت جمعیت بید سیب زمینی در انبارها می باشد.

واژه های کلیدی: اسانس های گیاهی، زنبور پارازیتوئید، سمیت تدخینی، بید سیب زمینی، اثرات زیرکشندگی

مقدمه

بید سیب‌زمینی [*Phthorimaea operculella*] Zeller (Lep.: Gelechiidae) از آفات کلیدی گیاه سیب‌زمینی در مزارع و انبارهای مناطق معتدل گرمسیری، نیمه گرمسیری در مناطق معتدله جهان است (Naimov and Dukjandjiev, 2003). خسارت این آفت مربوط به مرحله لاروی آن است و در انبار با تغذیه از غده‌های سیب‌زمینی و ایجاد دالان‌های تغذیه‌ای به غده‌های انبار شده خسارت می‌زند. علاوه بر خسارت کمی مربوط به تغذیه لاروها، انباشته شدن فضولات لاروی در داخل غده‌ها نیز باعث ورود انواع عوامل بیماری‌زای قارچی، باکتریایی و ویروسی به غده‌ها شده و به این ترتیب کیفیت و بازاریابی محصول به شدت کاهش می‌یابد (Faraji et al., 1390).

در سال‌های اخیر، استفاده بعضی سموم تدخینی متداول به دلیل زیان‌های جانبی آن‌ها به محیط زیست، لایه ازون و انسان ممنوع شده است. متیل بروماید از جمله سموم تدخینی می‌باشد که سبب تخریب لایه ازون می‌شود و به همین سبب توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا در دسته اول تخریب‌کننده‌های لایه ازون طبقه‌بندی شد (Lee et al., 2001). امروزه در سراسر جهان تلاش برای یافتن حشره‌کش‌های تدخینی با منشأ گیاهی مورد توجه قرار گرفته است. بر همین اساس، خواص حشره‌کشی تعداد زیادی از اسانس‌های گیاهی در تحقیقات متعددی مورد مطالعه قرار گرفته است (Jafarbeigi et al., 2012; Regnault-Roger et al., 2012; Isman and Grieneisen, 2014; Ebadollahi et al., 2020). علاوه بر پتانسیل بالای حشره‌کشی، اسانس‌های گیاهی به دلیل اثرات جانبی کمتر برای انسان و محیط زیست و احتمال مقاومت پایین‌تر آفات در برابر آنها به جهت داشتن ترکیبات متنوع ناشی از تکامل متقابل ارتباط میان گیاه-گیاهخوار، از جایگزین‌های مناسب برای ترکیبات شیمیایی مصنوعی تلقی می‌شوند (Rajenderan et al., 2008; Roger et al., 2012).

تنها راه کنترل موفق و پایدار بسیاری از آفات استفاده توأم از عوامل کنترل بیولوژیک و ترکیبات شیمیایی در قالب

برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات است، زیرا استفاده از هریک از این روش‌ها در اغلب موارد نمی‌تواند اهداف مدیریت تلفیقی آفات را تأمین نمایند (Saber et al., 2005). زنبور *Trichogramma brassicae* Bezdenko یکی از مهم‌ترین گونه‌های زنبورهای پارازیتوئید در ایران محسوب می‌شود که به ویژه در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات بالپولکدار به صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (Iranipour et al., 2010).

جداول زندگی امروزه جدول زندگی به عنوان یک روش قابل اطمینان برای تعیین اثرات سمی آفت‌کش‌ها و بهترین زمان مبارزه با آفات و ابزار مهم در مطالعه جمعیت آن‌ها پیشنهاد شده‌اند (Sakai et al., 2001). جداول زندگی به روش سنتی بر اساس جنس ماده، تنها با در نظر گرفتن سن موجودات و بدون در نظر گرفتن جنس نر تنظیم می‌شوند (Carey, 1993). در نظر نگرفتن جنس نر باعث ناکافی بودن اطلاعات بدست آمده می‌شود. بنابراین، با روش جدول زندگی سن - مرحله زیستی و احتساب هر دو جنس نر و ماده می‌توان خطاها را برطرف نمود و اختلاف بین مراحل زیستی و نیز اطلاعات مربوط به جنس نر را نیز نشان داد (Chi and Liu, 1985). به همین منظور، در تحقیق حاضر برای تعیین اثرات زیرکشدگی اسانس‌های مورد آزمایش روی بید سیب‌زمینی، از روش جدول زندگی دو جنسی استفاده شد (Chi and Su, 2006).

در پژوهش‌های مختلف، به امکان تلفیق استفاده از اسانس‌های گیاهی و دشمنان طبیعی در مدیریت آفات اشاره شده است. برای مثال، در تحقیق انجام شده توسط اسدی و همکاران (Asadi et al., 2018)، از کاربرد توأم اسانس گیاه مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) و زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* Say به عنوان روشی سازگار با فعالیت‌های زیستی زنبور پارازیتوئید در مدیریت آفات استفاده شده است. احمدپور و همکاران (Ahmadpour et al., 2021) نیز با بررسی کارایی اسانس‌های مختلف گیاهی بیان نمودند که اسانس‌های بومادران *Achillea millefolium* L. و آویشن شیرازی

مقایسه پیک‌های هر نمونه در زمان‌های بازداری (Retention Time) مختلف با پیک‌های موجود در کتابخانه دستگاه (NIST: National Institute of Standards Technology) انجام گرفت.

پرورش بید سیب‌زمینی

جمعیت اولیه بید سیب‌زمینی از کلنی موجود در گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه محقق اردبیلی تهیه و در اتاقک رشد در دمای 22 ± 26 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی پرورش داده شد. برای پرورش بید سیب‌زمینی از ظروف پلاستیکی نیمه شفاف به ابعاد $9 \times 17 \times 24$ سانتی‌متر استفاده گردید. کف این ظروف جهت ایجاد بستر مناسب برای ظهور مرحله سفیرگی با لایه نازکی از خاک استریل پوشانده شد (El-Sinary, 1995). جهت تغذیه حشرات کامل از محلول آب عسل ۵ درصد استفاده شد و برای تهویه در قسمت درپوش ظروف پلاستیکی دریچه‌ای به ابعاد 10×15 سانتی‌متر ایجاد و با توری ۵۰ مش پوشانده شد.

به منظور تخم‌گیری از بید سیب‌زمینی، حشرات کامل نر و ماده تازه ظاهر شده به ظروف پلاستیکی شفاف استوانه‌ای به قطر ۱۲ و ارتفاع ۲۱ سانتی‌متر انتقال یافته و در قسمت درب آن‌ها دریچه‌ای به قطر ۱۱ سانتی‌متر ایجاد و با توری پارچه‌ای ۵۰ مش محکم بسته شد. سپس، روی توری یک تکه کاغذ صافی به همراه یک برش از غده سیب‌زمینی برای جلب حشرات ماده برای تخم‌ریزی قرار داده شد. پس از تخم‌ریزی حشرات کامل، از تخم‌های هم سن یک روزه به منظور انجام آزمایش‌ها استفاده شد (Rafiee-Dastjerdi et al., 2013).

پرورش زنبور تریکوگراما

برای ایجاد کلنی اولیه زنبور پارازیتوئید *T. brassicae*، ابتدا تخم‌های پارازیت شده بید غلات *S. cerealella* از اینسکتاریوم سبزین شهرستان بیله سوار تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس، تخم‌های پارازیت شده بید غلات درون ظروف پلاستیکی به قطر ۱۲ و ارتفاع ۲۱ سانتی‌متر که حاوی تخم بید سیب‌زمینی بودند، قرار داده شدند. بعد از چهار روز، زنبورهای بالغ خارج و تخم‌های بید سیب‌زمینی پارازیت شدند

Zataria multiflora Boiss سمیت پایینی روی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* دارند.

بنابراین، در تحقیق حاضر اثرات کشندگی و زیرکشندگی اسانس‌های مستخرج از گیاهان مرزنجوش، ریحان و نعناع در راستای کنترل بید سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این، میزان پارازیتسم تخم‌های بید سیب‌زمینی توسط زنبور پارازیتوئید *T. brassicae* در شرایط آزمایشگاهی پس از تیمار تخم‌های بید سیب‌زمینی با اسانس‌های گیاهی نیز بررسی شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری گیاهان مورد مطالعه، استخراج اسانس‌ها و تجزیه شیمیایی آنها

به منظور تهیه اسانس‌های گیاهی، اندام‌های هوایی گیاهان ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، مرزنجوش (*Mentha spicata* L.) و نعناع (*Origanum vulgare* Mill.) از بازار محلی شهر اردبیل تهیه شد. بعد از خشک شدن گیاهان در شرایط سایه و در دمای اتاق، با استفاده از یک دستگاه آسیاب برقی به صورت پودر درآورده شد. برای استخراج اسانس‌ها مقدار ۵۰ گرم از پودر هر یک از گیاهان مورد بررسی با ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به داخل دستگاه اسانس‌گیر کلونجر ریخته شد و به مدت سه ساعت به روش تقطیر با آب اسانس آن‌ها استخراج شد (Baser and Buchbauer, 2010). اسانس‌های تهیه شده با استفاده از سولفات سدیم آبگیری و به طور مجزا به میکروتیوب‌های دو میلی‌لیتری منتقل شدند. میکروتیوب‌ها داخل فویل‌های آلومینیومی پیچید شده و تا زمان انجام آزمایش درون یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند (Negahban et al., 2006).

به منظور تعیین اجزای شیمیایی اسانس‌های گیاهی مورد مطالعه از دستگاه گاز کروماتوگرافی مدل Agilent 7890B متصل به طیف سنج جرمی Agilent 5977A با ستونی به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. محدوده‌ی دمایی دستگاه از ۳۵۰-۶۰ درجه سلسیوس تنظیم شد. شناسایی ترکیبات با

زمینی (رقم آگریا) قرار داده شدند. بازدید از ظروف به صورت روزانه انجام و طول دوره‌های جنینی، لاروی و شفیرگی ثبت شد. هم‌چنین، میزان زنده مانی تا زمان مرگ آخرین حشره کامل به صورت روزانه ثبت شد. بعد از خروج حشرات کامل، به طور تصادفی ۳۰ عدد از حشرات ماده و نر زنده مانده جفت شدند و هر جفت در داخل یک لیوان پلاستیکی به قطر ۱۰ و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر قرار داده شد. درب لیوان‌ها با توری ۵۰ مش بسته شد. روزانه تعداد تخم‌های گذاشته شده هر جفت ثبت شد و این کار تا زمان مرگ آخرین جفت نر و ماده ادامه پیدا کرد. بدین ترتیب طول هر یک از دوره‌های رشد قبل از بلوغ، طول عمر حشرات کامل نر و ماده، زادآوری و طول دوره تخم‌گذاری محاسبه شدند.

اثرات زیرکشدگی اسانس‌های مورد مطالعه روی درصد پارازیتسیم زنبور تریکوگراما

به منظور بررسی تأثیر اسانس‌های مختلف مورد مطالعه روی درصد پارازیتسیم و درصد ظهور زنبور تریکوگراما روی تخم بید سیب‌زمینی، ابتدا ۲۰ عدد تخم یک روزه بید سیب‌زمینی برای هر یک از تیمارها و شاهد انتخاب و تحت تأثیر غلظت زیرکشنده (LC₃₀) هر سه اسانس قرار گرفت. مقدار لازم از اسانس‌های مربوط به هر یک از غلظت‌ها به وسیله میکروپیت روی کاغذ صافی داخل درپوش ریخته شد و بلافاصله درپوش ظروف بسته شد. جهت جلوگیری از خروج اسانس، اطرف درپوش‌ها با نوار پارافیلیم به صورت کامل بسته شدند. پس از ۲۴ ساعت تعداد ۱۰ جفت زنبور بالغ تریکوگراما در هر ظرف آزمایش رهاسازی شده و به مدت ۲۴ ساعت درون ظروف حاوی تخم‌های تیمار شده نگهداری شدند. آزمایش برای هر اسانس در چهار تکرار انجام گرفت. ارزیابی نهایی ظهور پارازیتوئیدها پس از ۱۴ روز با بررسی کوریون تخم از بین رفته انجام شده و تعداد سوراخ‌هایی که بالغین از آن خارج می‌شدند، تعداد کل تخم، تعداد تخم‌های سیاه شده (نشانه پارازیت شده) و تعداد زنبورهای بالغ خارج شده از تخم ثبت گردید. زنبورهای بالغی که در تخم مرده بودند یا به صورت ناقص خارج شده بودند، به عنوان عدم خروج در نظر گرفته شدند (Saber, 2011).

(Mandour et al., 2012). به این ترتیب، زنبور تریکوگراما روی بید سیب‌زمینی به مدت ۳ نسل تکثیر شد و از زنبورهای تازه ظاهر شده برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد. پرورش زنبور تریکوگراما در اتاقک رشد با شرایط گفته شده در قسمت‌های پیشین انجام پذیرفت.

بررسی سمیت تدخینی اسانس‌ها روی تخم بید سیب‌زمینی

آزمایش‌های زیست‌سنجی سمیت تدخینی به روش نگهبان و همکاران (Negahban et al., 2006) در ظروف شیشه‌ای ۲۵۰ میلی‌لیتری انجام گرفت. بدین ترتیب که به داخل هر ظرف شیشه‌ای تعداد ۲۰ تخم یک روزه منتقل شد. قطعات دایره‌ای شکل از کاغذ صافی به قطر ۳ سانتی‌متر تهیه و داخل سرپوش ظرف آزمایش قرار داده شدند. بعد از محاسبه غلظت‌های مورد نیاز بر اساس آزمایش‌های مقدماتی، غلظت‌های اسانس مرزنجوش (۴/۸، ۴، ۳/۲، ۲/۴، ۱/۲ و میکرولیتر بر لیتر هوا)، ریحان (۴/۸، ۴، ۲/۸، ۱/۶ و ۰/۸ میکرولیتر بر لیتر هوا) و نعناع (۴، ۳/۲، ۲/۸، ۲/۴ و ۱/۶ میکرولیتر بر لیتر هوا) برای انجام آزمایش‌های اصلی انتخاب شدند و به وسیله میکروپیت روی کاغذ صافی متصل به بخش داخلی سرپوش‌ها ریخته شد و بلافاصله درپوش‌ها روی ظروف بسته شد. جهت جلوگیری از خروج بخار اسانس، اطرف سرپوش‌ها با نوار پارافیلیم به صورت محکم بسته شدند. تمام مراحل آزمایش بدون اضافه کردن غلظتی از اسانس‌ها در گروه‌های شاهد تکرار شد. تعداد تخم‌های تفریخ شده در ظروف شاهد و تیمار، پس از طی دوره جنینی، شمارش و ثبت شدند. این آزمایش‌ها برای هر اسانس در چهار تکرار انجام گرفت.

تأثیر اسانس‌ها روی پارامترهای جدول زندگی دوجنسی بید سیب‌زمینی

برای توصیف مرگ و میر مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی در شاهد و تیمارها، ۱۵۰ عدد تخم برای هر یک از تیمارها و شاهد انتخاب و به صورت جداگانه تحت تأثیر غلظت زیرکشنده LC₃₀ هر سه اسانس قرار گرفت. تخم‌ها به صورت انفرادی داخل ظرف پرورش حاوی غده سیب-

تجزیه آماری داده‌ها

تجزیه پروبیت داده‌های مربوط به آزمایش‌های زیست-سنجی جهت محاسبه غلظت‌های کشنده و زیرکشنده و اطلاعات مربوط به خطوط رگرسیونی توسط نرم افزار SPPS نسخه ۱۶ انجام شد. داده‌های حاصل از پارامترهای جدول زندگی بید سب‌زمینی با استفاده از نرم‌افزار TWOSEX-MSChart آنالیز شدند (Chi, 2016). جهت تکراردار کردن پارامترهای جدول زندگی از روش بوت-استرپ^۱ ۱۰۰۰۰۰ تکرار استفاده شد. هم‌چنین، وجود اختلاف آماری بین پارامترهای زیستی با استفاده از آزمون بوت‌استرپ جفت شده (paired bootstrap test) مورد بررسی قرار گرفت ($P < 0.05$). مقایسه اختلاف آماری درصد پارازیتسم زنبور تریکوگراما نیز با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه

(one-way ANOVA) و آزمون LSD در سطح احتمال ۵

درصد انجام پذیرفت (SAS Institute, 2002).

نتایج

تجزیه شیمیایی اسانس‌های گیاهی

نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی اسانس‌های مستخرج از اندام‌های هوایی گیاهان مرزنجوش، ریحان و نعناع به ترتیب در جداول ۱ تا ۳ نشان داده شده است. در اسانس گیاهی مرزنجوش کارواکرو^۲ (۲۶/۰۲ درصد) و تیمول^۳ (۱۵/۳۳ درصد) به عنوان ترکیبات اصلی شناسایی شدند. در اسانس ریحان استراگول^۴ (۶۲/۲۷ درصد) و لینالول^۵ (۳/۳۸ درصد) بیشترین مقدار را داشتند. در اسانس استخراج شده از گیاه نعناع نیز کاروتاناستون^۶ (۵۷/۴۷ درصد) و لیمون^۷ (۲۶/۸۱ درصد) ترکیبات اصلی را تشکیل دادند.

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی اسانس گیاه نعناع (*Mentha spicata*) با استفاده از گاز کروماتوگرافی-طیف سنج جرمی

Table 1. Results of the chemical analysis of the mint (*Mentha spicata*) essential oil by Gas Chromatography-Mass Spectrometry

Components	Retention time (minute)	Percentage
β -Myrcene	6.323	1.11
dl-Limonene	7.164	26.81
1,8-Cineole	7.193	2.07
(+)-Carvotanacetone	12.138	57.47
Germacrene-D	21.097	1.37
Total		88.83

*Ingredients less than 1% are not listed.

1. Bootstrap
2. Carvacrol
3. Thymol
4. Estragol
5. Linalool
6. Carvotanacetone
7. Limonene

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی اسانس گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) با استفاده از گاز کروماتوگرافی-طیف سنج جرمی

Table 2. Results of the chemical analysis of the basil (*Ocimum basilicum*) essential oil by Gas Chromatography-Mass Spectrometry

Components	Retention time (minute)	Percentage
1,8-Cineole	7.113	1.61
1,3,6-Octatriene	7.410	1.60
Linalool	8.538	3.38
Estragole	11.428	62.27
Methylisoeugenol	18.723	1.40
Caryophyllene	19.175	1.43
α -Bergamotene	19.724	3.09
β -Farnesene	20.371	1.28
Germacrene-D	21.097	1.88
Bicyclgermacrene	21.544	1.19
α -Amorphene	21.047	1.31
δ -Cadinene	25.400	2.80
Total		83.24

* Ingredients less than 1% are not listed.

جدول ۳- نتایج تجزیه شیمیایی اسانس گیاه مرزنجوش (*Origanum vulgare*) با استفاده از گاز کروماتوگرافی طیف سنج

جرمی

Table 3. Results of the chemical analysis of the marjoram (*Origanum vulgare*) essential oil by Gas Chromatography - Mass Spectrometry

Components	Retention Time (minute)	Percentage
p-Cymene	6.999	6.50
γ -Terpinene	7.657	4.49
Borneol	10.214	1.64
Carvacrol methyl ether	12.652	14.76
Cinnamaldehyde, (E)	13.722	2.83
Thymol	14.569	15.33
Carvacrol	15.067	16.02
Caryophyllene	19.163	1.11
β - bisabolene	21.887	1.04
δ -Cadinene	22.299	1.45
Bisabolene (a-cis)	22.894	10.21
Total		75.38

* Ingredients less than 1% are not listed

می‌دهد که هر سه اسانس روی مرحله تخم آفت مؤثر هستند و به خوبی مانع تفریح تخم می‌شوند. میزان LC₅₀ اسانس‌های ذکر شده به ترتیب ۳/۵۹، ۲/۵۳ و ۲/۳۷ میکرولیتر بر لیتر هوا برآورد شد. به عبارتی سمیت اسانس مرزنجوش روی تخم-های بید سیب زمینی از اسانس‌های ریحان و نعناع کمتر بود.

نتایج حاصل از سمیت ندرخینی اسانس‌های گیاهی

روی بید سیب زمینی

مقادیر غلظت‌های کشنده ۵۰ درصد (LC₅₀) اسانس استخراج شده از اندام‌های هوایی گیاهان مرزنجوش، ریحان و نعناع روی تخم‌های یک روزه بید سیب زمینی *P. operculella* در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان

جدول ۴- سمیت تدخینی اسانس گیاهان مرزنجوش (*Origanum vulgare*)، ریحان (*Ocimum basilicum*) و نعناع

(*Mentha spicata*) روی تخم‌های یک روزه (*Phthorimaea operculella*)

Table 4. Fumigant toxicity of marjoram (*Origanum vulgare*), basil (*Ocimum basilicum*), and mint (*Mentha spicata*) essential oils on the egg of *Phthorimaea operculella*

Plants	Slope ± SE	n	χ^2 (df = 18)	Lethal Concentrations ($\mu\text{l/l}$ air)		
				LC ₃₀ (95% CL)	LC ₅₀ (95% CL)	LC ₉₀ (95% CL)
<i>O. vulgare</i>	0.544±0.027	480	11.73	2.63 (2.32±2.88)	3.59 (3.35±3.86)	5.95 (5.43±6.71)
<i>O. basilicum</i>	0.396±0.042	480	20.40	1.20 (0.69±1.58)	2.53 (2.21±2.82)	5.76 (5.17±6.62)
<i>M. spicata</i>	0.974±0.44	480	17.45	1.81 (1.57±2.05)	2.37 (2.21±2.51)	3.72 (3.51±4.02)

χ^2 : Chi-square value

CL: Confident limit

معنی داری بالاتر از سه اسانس گیاهی بود و کمترین مقدار این پارامتر نیز در تیمار اسانس نعناع به دست آمد. کمترین میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) در اسانس‌های گیاهی و بیشترین میزان مربوط به تیمار شاهد بود و بین اسانس‌های گیاهی اختلاف معنی داری وجود نداشت. مقادیر مقایسه شده نرخ متناهی افزایش جمعیت در تیمار شاهد و اسانس‌های گیاهی مورد مطالعه اختلاف معنی داری نداشت. بیشترین مقدار متوسط زمان یک نسل (T) بید سیب‌زمینی در اسانس مرزنجوش و نعناع و کمترین مقدار آن در اسانس ریحان و تیمار شاهد به دست آمد.

اثرات زیرکشدگی اسانس‌های گیاهی روی پارامترهای جمعیتی بید سیب‌زمینی

مقادیر مربوط به پارامترهای جمعیت در حشرات حاصل از تخم‌های تیمار شده با غلظت‌های زیرکشنده اسانس‌های گیاهی مورد مطالعه در پژوهش حاضر در جدول ۵ ارائه شده است. در مقادیر نرخ ناخالص تولید مثل (GRR) در جمعیت‌های تیمار شده و شاهد اختلاف معنی داری وجود داشت و بیشترین مقدار این پارامتر در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن در اسانس نعناع برآورد شد. هم‌چنین، از نظر نرخ خالص تولید مثل (R_0) نیز مقادیر ثبت شده در تیمار شاهد به طور

جدول ۵- اثرات غلظت زیرکشنده (LC_{30}) اسانس‌های گیاهان مرزنجوش (*Origanum vulgare*)، ریحان (*Ocimum*

basilicum) و نعناع (*Mentha spicata*) روی پارامترهای جدول زندگی *Phthorimaea operculella*

Table 5. Sublethal effects (LC_{30}) of essential oils of marjoram (*Origanum vulgare*), basil (*Ocimum basilicum*), and mint (*Mentha spicata*) on the egg of *Phthorimaea operculella*

Treatment	GRR (offspring)	R_0 (offspring)	r (day ⁻¹)	λ (day ⁻¹)	T (days)
Control	73.81±9.53 a	70.13±9.30 a	0.19±0.006 a	1.21±0.007 a	21.89±0.12 c
<i>O. vulgare</i>	23.19±4.15 b	16.17±3.13 b	0.11±0.008 b	1.12±0.009 b	23.23±0.23 a
<i>O. basilicum</i>	20.21±3.13 b	15.10±2.60 b	0.12±0.008 b	1.13±0.009 b	21.34±0.14 c
<i>M. spicata</i>	16.08±2.59 c	10.97±93.1 c	0.10±0.29 b	1.11±0.009 b	22.93±0.19 b

Mean values in each column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$; paired bootstrap test).

نشو و نمای بید سیب‌زمینی به صورت معنی داری تحت تأثیر اسانس‌های گیاهی مورد مطالعه قرار گرفت. بیشترین میانگین طول دوره تخم مربوط به اسانس مرزنجوش بود که با بقیه اسانس‌های گیاهی تفاوت معنی داری نداشت. هم‌چنین، طولانی‌ترین دوره لاروی مربوط به اسانس مرزنجوش و کوتاه‌ترین آن مربوط به ریحان و نعناع می‌باشد. مقایسه

اثرات زیرکشدگی اسانس‌های گیاهی روی دوره

زیستی، تولیدمثلی و طول عمر بید سیب‌زمینی

طول مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی تحت تأثیر غلظت زیرکشنده ۳۰ درصد اسانس‌های استخراج شده از اندام‌های هوایی گیاهان مرزنجوش، ریحان و نعناع در جدول ۶ نشان شده است. با توجه به نتایج به دست آمده، طول دوره

مطالعه از نظر طول دوره قبل از تخم‌ریزی افراد بالغ ماده و طول عمر حشرات کامل ماده و نر تفاوت معنی‌داری بین شاهد و اسانس‌ها وجود دارد. بیشترین و کمترین مجموع دوره قبل از تخم‌ریزی به ترتیب در اسانس ریحان و شاهد مشاهده شد. هم‌چنین، طول دوره تخم‌ریزی آفت به طور معنی‌داری تحت تأثیر اسانس‌های گیاهی قرار گرفت. طول این دوره در شاهد بیشترین مقدار را نشان داد. میزان زادآوری در شاهد به طور معنی‌داری بیشتر از اسانس‌ها بوده و در بین اسانس‌های گیاهی کمترین میزان زادآوری مربوط به نعناع مشاهده شد.

میانگین داده‌ها نشان داد که طول دوره شفیرگی در شاهد به طور معنی‌داری پایین‌تر از اسانس‌های مرزنجوش و ریحان است. طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین طول مدت نشو و نمای بید سیب‌زمینی به ترتیب پس از تیمار با اسانس‌های مرزنجوش و ریحان به دست آمد. از نظر بقای دوره نابالغ، بین تیمار شاهد و اسانس‌های گیاهی اختلاف معنی‌دار وجود داشت. اثرات زیرکشنده گیاهی اسانس‌های گیاهی مورد مطالعه روی طول دوره تخم‌ریزی، زادآوری و طول عمر حشرات کامل بید سیب‌زمینی نیز در جدول ۶ نشان داده شده است. براساس نتایج به دست آمده، مشخص شد که بین اسانس‌های مورد

جدول ۶- مقایسه میانگین طول دوره‌های مختلف زیستی و باروری *Phthorimaea operculella* پرورش یافته روی تخم‌های تیمار شده با LC₃₀ اسانس گیاهان مرزنجوش (*Origanum vulgare*)، ریحان (*Ocimum basilicum*) و نعناع (*Mentha spicata*)

Table 6. The mean (\pm SE) duration (days) of different life stages and fecundity *Phthorimaea operculella* reared on eggs treated with LC₃₀ of marjoram (*Origanum vulgare*), basil (*Ocimum basilicum*), and mint (*Mentha spicata*) essential oils

Treatment	Control	<i>O. vulgare</i>	<i>O. basilicum</i>	<i>M. spicata</i>
Egg (days)	4.16 \pm 0.04 c	4.83 \pm 0.09 a	4.22 \pm 0.06 c	4.48 \pm 0.07 b
Larval (days)	10.54 \pm 0.08 b	11.11 \pm 0.10 a	10.33 \pm 0.08 c	10.38 \pm 0.11 c
Pupal (days)	4.75 \pm 0.07 c	8.08 \pm 0.10 a	4.26 \pm 0.07 d	5.42 \pm 0.07 b
Pre-adult (days)	19.45 \pm 0.08 c	21.25 \pm 0.19 a	19.95 \pm 0.13 c	20.32 \pm 0.12 b
Pre-adult survival	0.95 \pm 0.02 a	0.76 \pm 0.05 b	0.75 \pm 0.05 b	0.74 \pm 0.08 b
APOP (days)	0.10 \pm 0.01 c	0.26 \pm 0.08 a	0.19 \pm 0.09 b	0.30 \pm 0.10 a
TPOP (days)	19.60 \pm 0.10 c	20.27 \pm 0.14 b	22.19 \pm 0.19 a	20.96 \pm 0.25 b
Oviposition period (days)	4.76 \pm 0.17 a	1.23 \pm 0.14 b	1.31 \pm 0.15 b	1.50 \pm 0.30 b
Fecundity (no. eggs laid)	140.26 \pm 4.43 a	37.40 \pm 4.78 b	36.21 \pm 2.95 b	25.36 \pm 2.47 b
Female adult (days)	8.59 \pm 0.10 a	4.00 \pm 0.10 c	4.59 \pm 0.11 b	4.19 \pm 0.11 c
Male adult (days)	8.37 \pm 0.12 a	4.04 \pm 0.13 c	4.40 \pm 0.13 b	4.68 \pm 0.18 b

Mean values in each row followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$; paired bootstrap test). APOP: Adult pre-ovipositional period; TPOP: Total pre-ovipositional period.

یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. میزان پارازیتسم در تیمارهای تحت تأثیر اسانس‌های مرزنجوش، ریحان و نعناع نسبت به شاهد کاهش یافته و به ترتیب مقادیر ۶۱/۱۱، ۶۴/۴۴ و ۵۹/۹۸ درصد ثبت شد. با این حال، درصد پارازیتسم در مقایسه با شاهد با توجه به درصد تخم مرده در اثر استفاده از غلظت زیرکشنده اسانس‌های گیاهی قابل توجه بوده است (جدول ۷).

اثرات زیرکشنده گیاهی اسانس‌های گیاهی روی درصد پارازیتسم

با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی اثرات غلظت زیرکشنده ۳۰ درصد (LC₃₀) اسانس‌های استخراج شده از گیاهان مرزنجوش، ریحان و نعناع روی درصد پارازیتسم زنبور *T. brassicae* پس از ۱۴ روز، میانگین درصد پارازیتسم در اسانس‌های مورد مطالعه و تیمار شاهد با

جدول ۷- اثرات زیر کشندگی اسانس های گیاهان مرزنجوش (*Origanum vulgare*)، ریحان (*Ocimum basilicum*) و نعناع (*Mentha spicata*) روی میانگین درصد پارازیتسم زنبور پارازیتوئید *Trichogramma brassicae* در شرایط آزمایشگاه

Table 8. Sublethal effects of marjoram (*Origanum vulgare*), basil (*Ocimum basilicum*), and mint (*Mentha spicata*) essential oils on the mean parasitism rate of *Trichogramma brassicae*

Treatment	LC ₃₀ (µl/l air)	% Mean dead eggs ± SE	% Mean hatched eggs ± SE	% Mean parasitism ± SE
Control	---	6.37±0.15	12.15±0.11	81.11±4.01 a
<i>O. vulgare</i>	2.63(2.32±2.88)	26.66±0.25	12.21±0.18	61.11±2.93 b
<i>O. basilicum</i>	1.20(0.69±1.58)	21.11±0.18	13.14±0.19	64.44±2.93 b
<i>M. spicata</i>	1.81(1.57±2.05)	28.00±0.60	12.22±0.09	59.98±1.92 b

Mean values in each column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$: LSD)

بحث

که در بالاترین غلظت این اسانس، درصد تفریح تخم ۶۷/۳ درصد بوده است. نتایج تحقیقات مذکور از نظر حساسیت تخم های بید سیب زمینی به اسانس های گیاهی در راستای یافته های تحقیق حاضر می باشد. هم چنین، اسانس مرزنجوش اثرات کشندگی و تدخینی و تماسی قابل توجهی روی حشرات کامل بید سیب زمینی داشته و حتی باعث بد شکلی حشرات بالغ نیز شده است (Mona and Abd El- Aziz, 2011).

خاصیت حشره کشی اسانس های مورد مطالعه در تحقیق حاضر روی برخی از آفات دیگر به اثبات رسیده است. برای مثال، مرگ و میر مراحل لاروی سوسک چهار نقطه ای حبوبات درون بذر و جلوگیری از خروج حشرات کامل آفت تحت تأثیر اسانس ریحان گزارش شده است (Ketoh et al., 2002). میزان LC₅₀ اسانس گیاه ریحان روی تخم شب پره آرد ۲۵/۷۶ میکرو لیتر بر لیتر هوا گزارش شده است (Salehi et al., 2013). اسانس گیاه نعناع میزان تخم ریزی سوسک چهار نقطه ای حبوبات را کاهش داده و به صورت کامل مانع از خروج حشرات کامل از بذور حبوبات شده است (Raja et al., 2001). هم چنین، اسانس گیاه نعناع روی مرحله تخم، پوره و حشرات کامل سفیدبالک گلخانه، *Trialeurodes vaporariorum* Westwood، در غلظت ۰/۰۱ میکرو لیتر بر میلی لیتر به ترتیب ۷۲، ۸۶ و ۸۳ درصد تلفات ایجاد کرده است (Fahim et al., 2013).

نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر در خصوص بررسی سمیت تدخینی اسانس های گیاهی روی تخم بید سیب زمینی نشان داد که اگرچه هر سه اسانس مورد مطالعه روی مرحله تخم این آفت مؤثر می باشند، اما اسانس گیاه ریحان با داشتن کمترین میزان LC₅₀ مؤثرتر از اسانس گیاهان مرزنجوش و نعناع بوده است. رجا و همکاران (Raja et al., 2001) دلیل خاصیت تخم کشی اسانس های گیاهی را تأثیر بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مرتبط با نشو و نما جنین گزارش کردند. اگرچه لایه سطحی کوریون تخم نفوذ پذیری محدودی نسبت به اسانس ها دارد، اما برخی از مواد شیمیایی می توانند از آن عبور کنند. این ترکیبات بر رشد و نمو جنین اثرات مضر داشته و یا می توانند باعث مرگ آن می شوند (Trisyono et al., 2000). در زمینه خواص تخم کشی اسانس های گیاهی روی تخم های بید سیب زمینی مطالعاتی در سال های گذشته صورت گرفته است. برای مثال، نقی زاده (Naghizadeh, 2012) در بررسی میزان سمیت اسانس های ترخون، بومادران و افسنتین روی تخم های یک روزه بید سیب زمینی گزارش کرد که اسانس های مذکور دارای خاصیت تخم کشی معنی داری می باشند بطوریکه مقادیر غلظت کشنده ۵۰ درصد برای اسانس های ترخون، بومادران و افسنتین به ترتیب ۱/۰۸، ۲/۳۶ و ۲/۶۰ میکرو لیتر بر لیتر هوا به دست آمد. در تحقیقی دیگر، مونا و عبدالعزیز (Mona and Abd El- Aziz, 2011) سمیت تماسی و تدخینی اسانس مرزنجوش را روی تخم های یک روزه بید سیب زمینی بررسی کرده و نشان دادند

عمده‌ترین ترکیبات موجود در اسانس گیاه ریحان عبارت از لینالول^۱، ۱،۸-سینئول^۲ و اوژنول^۳ می‌باشند (Omid Beigi, 2006). کیم و همکاران (Kim et al., 2010) نشان دادند که اجزای اصلی اسانس مرزنجوش کارواکربول (۴/۶۷/۲)، سایمن^۴ (۱/۱۶/۸)، ترپین^۵ (۰/۵)، تیمول^۶ (۴/۹) و لینالول (۰/۲) می‌باشند. در این بررسی، LC₅₀ کارواکربول بعد از ۲۴ ساعت برای حشرات کامل شپشه آرد (*Tribolium castaneum* Herbst) ۰/۰۳ میکرولیتر بر - لیتر هوا بود. هم‌چنین، پارک و همکاران (Park et al., 2003) گزارش کردند که کارواکربول روی شپشه برنج و سوسک چینی حبوبات سمیت تدخینی داشته است. براساس بررسی‌های کردعلی و همکاران (Kordali et al., 2007)، مهم‌ترین ترکیبات اسانس نعناع کارون^۷ و کارواکربول می‌باشند. در این تحقیق، کارون در غلظت ۲۰ میکرولیتر بر لیتر هوا بعد از ۲۴ ساعت در لاروهای سنین دوم و سوم و حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی به ترتیب ۳۰، ۸۳/۳ و ۳۶/۷ درصد مرگ‌ومیر ایجاد کرد. بنابراین، سمیت اسانس‌های ریحان، نعناع و مرزنجوش می‌تواند به حضور چنین ترکیبات حشره‌کشی در آنها مرتبط باشد.

مطالعه اثرات زیرکشندگی حشره‌کش‌ها به منظور استفاده منطقی از آنها از اهمیت بالایی برخوردار است (Chen et al., 2016). اغلب حشره‌کش‌ها پس از کاربرد در معرض تجزیه شدن قرار می‌گیرند و آفات هدف و ارگانسیم‌های غیر هدف در معرض غلظت‌های زیرکشنده این ترکیبات قرار می‌گیرند (Guedes et al., 2016). بنابراین، در تحقیق حاضر علاوه بر بررسی اثرات کشندگی، اثرات زیرکشندگی اسانس استخراج شده از گیاهان ریحان، مرزنجوش و نعناع روی بید سیب‌زمینی مورد ارزیابی قرار گرفت. اسانس مرزنجوش باعث افزایش معنی‌دار طول دوره‌های تخم، لاروی و شفیرگی بید سیب‌زمینی شد. طول عمر حشرات نر

و ماده در برابر غلظت زیرکشنده اسانس هر سه گیاه مرزنجوش، ریحان و نعناع به طور معنی‌داری کاهش یافت. در مطالعه‌ای مشابه، موواد و عباده (Moawad and Ebadah, 2007) خواص اسانس‌های مرزنجوش، هل (*Elettaria cardamomum* L.) و رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) را روی بید سیب‌زمینی بررسی کرده و نشان دادند که هر سه اسانس در غلظت ۰/۰۲ میلی‌لیتر بر ۵۰۰ لیتر هوا، طول عمر حشرات کامل هر دو جنس نر و ماده را به طور معنی‌داری کاهش داده و هم‌چنین باعث کاهش درصد ظهور حشرات کامل و زادآوری آنها نیز شدند. در تحقیق حاضر نیز میزان زادآوری بید سیب‌زمینی پس از قرار گرفتن در معرض LC₃₀ اسانس‌های مرزنجوش، ریحان و نعناع به طور معنی‌داری کاهش یافت. از آن‌جا که میزان باروری حشره در تشکیل جمعیت نسل بعدی آن نقش عمده ای دارد، کاهش مقادیر این پارامتر می‌تواند از افزایش جمعیت آن‌ها جلوگیری کند (Naseri et al., 2017). این نتایج مطابق نتایج گزارش شده توسط رفیعی دستجردی و همکاران (Rafiee -Dastjerdi et al., 2013) است. این محققین نتیجه گرفتند که قرار دادن *P. operculella* در معرض اسانس گیاهان شیرین بیان و اسطوخودوس باعث کاهش میزان زادآوری آن می‌شود. هم‌چنین، شارابی (Sharabi, 1988) نشان داد که باروری بید سیب‌زمینی، هنگامی که حشرات کامل نر و ماده در معرض ۱۶۰ میکرولیتر بر میلی‌لیتر از روغن پوست پرتغال (*Citrus sinensis* L.) قرار گیرند، به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) یکی از پارامترهای مهم در تعیین نوع و میزان رشد جمعیت‌ها است که به نوبه خود بیانگر افزایش، ثبات یا کاهش جمعیت است. کاهش مقادیر عددی این پارامتر در حشراتی که در معرض اسانس‌های گیاهی قرار گرفته‌اند در مقایسه با تیمار شاهد می‌تواند مربوط به بقای

1. Linalool

2. 1,8-Cineole

3. Eugenol

4. Cymene

5. Terpinene

6. Thymol

7. Carvone

تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت و استفاده از عصاره آنگوزه نه تنها درصد پازیتیسیم را کاهش نداده، بلکه موجب افزایش آن نیز شده بود. در پژوهش حاضر نیز درصد پارازیتیسیم با اعمال غلظت زیرکشنده گیاهی اسانس‌های گیاهی مرزنجوش، ریحان و نعناع کاهش زیادی نداشت.

در مجموع نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر نشان می‌دهد که اسانس حاصل از سه گیاه مرزنجوش، ریحان و نعناع خاصیت کشندگی و زیرکشنده‌گی قابل توجهی روی مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی دارند. در بین این سه اسانس گیاهی نیز اثرات اسانس نعناع بیشتر از سایر گیاهان مورد مطالعه بود. هم‌چنین، در بررسی اثرات اسانس‌های مذکور بر درصد پارازیتیسیم زنبور تریکوگراما نیز نتایج قابل ملاحظه‌ای به دست آمد که می‌تواند در برنامه‌های کنترل تلفیقی این آفت مورد استفاده قرار گیرد. با این وجود، توصیه می‌شود قبل از وارد کردن اسانس‌های گیاهی به برنامه مدیریت تلفیقی این آفت، بررسی‌های بیش‌تری در خصوص ارزیابی میزان سازگاری این ترکیبات با سایر دشمنان طبیعی انجام شود. ضرورت چنین آزمایش‌هایی به این دلیل است که اثرات کشندگی یا زیرکشنده‌گی برخی ترکیبات گیاهی ممکن است پارامترهای زیستی و رفتاری دشمنان طبیعی را تحت تأثیر قرار داده و توانایی آن‌ها برای کاهش جمعیت بید سیب‌زمینی را کاهش دهند.

سپاسگزاری

این تحقیق به عنوان بخشی از پایان‌نامه نویسنده اول در گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی به انجام رسیده که بدینوسیله قدردانی می‌گردد.

کم‌تر مراحل نابالغ، طولانی بودن دوره رشدی مراحل نابالغ و پایین بودن میزان باروری آن‌ها باشد. در تحقیق حاضر، مقدار این پارامتر و هم‌چنین مقدار فراسنجه نرخ متناهای افزایش جمعیت در تیمارهای اسانس به طور معنی‌داری پایین‌تر از تیمار شاهد بود در حالی که طول دوره قبل از تخم‌ریزی در تیمارهای اسانس‌های گیاهی بالاتر از تیمار شاهد ثبت شد. بررسی این پارامترها نشان می‌دهد که غلظت‌های زیرکشنده اسانس گیاهان ریحان و مرزنجوش می‌تواند رشد جمعیت بید سیب‌زمینی را با اختلال مواجه نمایند. مشابه با یافته‌های پژوهش حاضر، خرمی (Khorrami, 2013) نتیجه گرفت که استفاده از غلظت زیرکشنده اسانس گیاهان اسطوخودوس و مرزنجوش باعث کاهش معنی‌دار نرخ‌های خالص و ناخالص تولید مثل در بید سیب‌زمینی می‌شود.

گرچه روش‌های متفاوتی برای کنترل بید سیب‌زمینی پیشنهاد شده است، اما به نظر می‌رسد بهترین روش کنترلی استفاده از ترکیبات طبیعی در راستای حفظ دشمنان طبیعی می‌باشد. در تحقیق حاضر مشاهده شد که اسانس گیاهی مورد مطالعه علاوه بر دارا بودن خاصیت تخم‌کشی و تأثیر معنی‌دار بر پارامترهای زیستی بید سیب‌زمینی، روی درصد پارازیتیسیم زنبور تریکوگراما نیز اثرات منفی قابل توجهی نداشتند. خرمی و همکاران (Khorrami et al., 2019) گزارش کردند که غلظت زیرکشنده عصاره علف‌گره روی درصد پارازیتیسیم زنبور تریکوگراما اثر منفی نداشت و مقدار پارازیتیسیم را ۶۶/۶۶ درصد برآورد کردند. جعفری ندوشن و همکاران (Jafarinodooshan et al., 2012) تأثیر عصاره آنگوزه را بر میزان پارازیتیسیم و تلفات زنبور تریکوگراما و درصد پارازیتیسیم تخم کرم گلوگاه انار، مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی‌های این محققین نشان داد که بین درصد پارازیتیسیم این پارازیتوئید در تیمار شاهد و سایر

References

- Ahmadpour, R., Rafiee-Dastjerdi, H., Naseri, B., Hassanpour, M., Ebadollahi, A. and Mahdavi, V. 2021. Lethal and sublethal toxicity of some plant-derived essential oils in ectoparasitoid wasp, *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). *International Journal of Tropical Insect Science* 41: 601-610.
- Asadi, M., Nouri-Ganbalani, G., Rafiee-Dastjerdi, H., Hassanpour, M. and Naseri, B. 2018 The effects of *Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae) essential oils on

- demographic parameters of *Habrobracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae) on *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) Larvae. **Journal of Essential Oil Bearing Plants** 21: 713-731.
- Baser, K. and Buchbauer, G.** 2010. Handbook of essential oils, New York: Science, Technology and application. CPR press 980.
- Carey, J. R.** 1993. Applied Demography for Biologists with Special Emphasis on Insects. Oxford University Press Inc 205.
- Chen, X., Ma, K., Li, F., Lianq, P., Liu, Y., Guo, T., Song, D., Desneux, N. and Gao, X.** 2016. Sublethal and transgenerational effects of sulfoxafor on the biological traits of the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Ecotoxicology** 25: 1841-1848.
- Chi, H.** 2016. TWSEX-MSChart: A computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. [http:// 140. 120. 197. 173/ Ecology/ Download/ TWSEX-MSChart.zip](http://140.120.197.173/Ecology/Download/TWSEX-MSChart.zip)
- Chi, H. and Su, H. Y.** 2006. Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidea) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and their net reproductive rate. **Environmental Entomology** 35: 10-21.
- Chi, H., Liu, H.** 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. **Bulletin of the Institute Zoology Academia Sinica** 24: 225-240.
- Ebadollahi, A., Ziaee, M. and Palla, F.** 2020. Essential oils extracted from deferent species of the Lamiaceae plant family as prospective bioagents against several detrimental pests. **Molecules** 25: 1556.
- El-Sinary, N. H.** 1995. Magnitude and applicability of gamma radiation and controlled atmospheres to minimize the hazards of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). PhD. Thesis. The University Cario 187.
- Fahim, M., Safar Alizadeh, M. H. and Safavi, S. A.** 2013. 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 Knowledge and Sustainable Production** 3: 27-33. (In Farsi)
- Faraji, Z., Sarayelo, M. H., Ghaniania, M. and Sally, L.** 1390. Effect of Essential Essential Disposal and Powder of Three Plants on Potato tuberworm *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep: Gelechiidae) in Gorgan Laboratory Conditions. National Conference on Economic Jihad in Agriculture and Natural Resources. pp 46-55. (In Farsi)
- Guedes, R., Smagghe, G., Stark, J. and Desneux, N.** 2016. Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. **Annual Review of Entomology** 61: 43-62.
- Iranipour, S. h., Vaez, N., Nouri Ganbalani, G., Asghari Zakaria, R. and Mashhadi Jafarloo, M.** 2010. Effect of host change on demographic fitness of the parasitoid, *Trichogramma brassicae*. **Journal of Insect Science** 10: 200-220.
- Isman, M. B. and Grieneisen, M. L.** 2014. Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. **Trends in Plant Science** 19: 140-145.
- Jafarbeigi, F., Samih, M. A., Zarabi, M. and Esmaeily, S.** 2012. The effect of some herbal extracts and pesticides on the biological parameters of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hem: Aleyrodidae) pertaining to tomato grown under controlled conditions. **Journal of Plant Protection Research** 52: 391-396.
- Jafarinodooshan, A., Shamszadeh, M., Sami, M. A. and Khalili, M.** 2012. Effect of the stinking assa extract on parasitism and mortality rate of *Trichogramma* wasp as carob moth egg parasitoids (*Trichogramma brasicae*) in vitro. National Congress of Pomegranate .pp.605-609.
- Ketoh, CK., 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: 174-182.
- khorrani, F.** 2013. Effect of essential oils of *Lavandula angustifolia* L. and *Origanum vulgare* Mill on life table parameters of *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). Master's Thesis. The University Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. (In Farsi)
- Khorrani, F., Soleimanzadeh, A., Forouzan, M., Nouri, H. and Alikhani, M.** 2019. Lethal and deterrent efficacy of three plants extracts on the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller and influence on percent parasitism of *Trichogramma brassicae*. **Biological in Plant Protection** 6: 77-87. (In Farsi)

- Kim, S., Sun Yoo, J., Jung, W., Hong, K., Ahn, Y. and Wook Kwon, Y.** 2010. Toxicity and repellency of Origanum essential oil and its components against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults. **Journal of Asia-Pacific Entomology** 13: 369- 373.
- Kordali, S., Kesdek, M. and Cakir, A.** 2007. Toxicity of monoterpenes against larvae and adults of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). **Industrial Crops and Products** 26: 278-297.
- Lee, B. H., Choi, W. S., Lee, S. E. and Park, B.S.** 2001. Fumigation toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. **Crop Protection** 20: 317-320.
- Mandour, N. S., Sarhan A. and Atwa D.** 2012. The integration between *Trichogramma evanescens* west. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and selected bioinsecticides for controlling the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (zell.) (Lepidoptera: Gelechiidae) of stored potatoes. **Journal of Plant Protection Research** 52:40-46.
- Moawad, S. S. and Ebadah, I. M. A.** 2007. Impact of Some natural plant oils on some biological aspects of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*, (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Agriculture and Biological Sciences** 3: 119-123.
- Mona, F. and Abd El- Aziz, M. F.** 2011. Bioactivities and biochemical effects of marjoram essential oil used against potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep: Gelechiidae). **Life Science Journal** 8: 288-297.
- Naghizadeh, S.** 2012. Study of the Entomological Activities of Essence of Essence Ephemeral, Yarrow and Tarragon on potato tuberworm, Master's Thesis. The University Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. (In Farsi)
- Naimov, S. and Dukiandjiev, R.** 2003. A hybrid *Bacillus thuringiensis* delta endotoxin gives resistance against a coleopteran and a lepidopteran pest in transgenic potato. **Journal of Plant Biotechnology** 1: 51-57.
- Naseri, B., Abedi, Z., Abdolmaleki, A., Jafary-Jahed, M., Borzoui, E. and Mansouri. S. M.** 2017. Fumigant toxicity and sublethal effects of *Artemisia khorassanica* and *Artemisia sieberi* on *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Insect Science** 100: 1-7.
- Negahban, M., Moharramipour, S. and Sefidkon, F.** 2006. Chemical composition and insecticidal activity of *Artemisia scoparia* essential oil against three coleopteran stored-product insects. **Journal Asia-Pacific Entomology** 9: 1-8.
- Omid Beigi, R.** 2006. The country's capabilities in the production of medicinal plants and herbal medicines. International Conference on Traditional Medicine and Medical Terms, Tehran, 6. (In Farsi)
- Park, I.K., Lee, S.G., Choi, D.H., Park, J.D. and Ahn, Y.J.** 2003. Insecticidal activities of constituents identified in the essential oil from leaves of *Chamaecyparis obtuse* against *Callosobruchus chinensis* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.). **Journal of Stored Products Research** 39: 375-384.
- Rafiee-Dastjerdi, H., Khorrami, F., Razmjou, J., Esmailpour, B., Golizadeh, A. and Hassanpour, M.** 2013. The efficacy of some medicinal plant extracts and essential oils against potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Crop Protection** 2: 93-99.
- Raja, N., Albert, S., Ignacimuthu, S. and Dron, S.** 2001. Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L) against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. **Journal of Stored Products Research** 37: 127-132.
- Rajenderan, S. and Sriranjini, V.** 2008. Plant products as fumigants for stored-product insect control. **Journal of Stored Products Research** 44: 126-135.
- Regnault-Roger, C., Vincent, C. and Arnasson, J. T.** 2012. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. **Annual Review of Entomology** 57: 405-425.
- Saber, M.** 2011. Acute and population level toxicity of imidacloprid on an important egg parasitoid, *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ecotoxicology** 20: 1476-1484.
- Saber, M., Hejazi, M. J., Kamali, K. and Moharramipour, S.** 2005. Lethal and sublethal effects of fenitrothion and deltamethrin residues on egg parasitoid *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae). **Journal of Economic Entomology** 98:35-40.

- Sakai, A. K., Allendorf, F. W., Lodge, D. M., Molofsky, K. A., Baughman, S., Cabin, R. J., Cohen, J. E. and Ellstrand, N. C.** 2001. The population biology of invasive species. **Annual Review of Ecological System** 32: 305-332.
- Salehi, F., Mehrvar, A. and Ahani Azad, M.** 2013. Description of the establishment of ovicidal of four plant essential oils on *Ephestia kuehniella* Zell eggs. Twentieth congress of Iranian Specialized Universities, Shiraz. p. 240. (In Farsi)
- SAS Institute.** 2002. The SAS system for Windows. SAS Institute, Cary, NC.
- SPSS Inc.** 2007. SPSS base 16.0 user's guide. SPSS Incorporation, Chicago.
- Trisyono, A., Puttler, B. and Chippendale, G. M.** 2000. Effect of the ecdysone agonists, methoxyfenozide and tebufenozide, on the lady beetle, *Coleomegilla maculata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 94: 103–105.



Research paper

Fumigant toxicity of three essential oils on *Phthorimaea operculella* (Zeller) and their impacts on parasitism of *Trichogramma brassicae* (Bezdenko)

M. Jafari¹, H. Rafee-Dastjerdi^{*1}, G. Nouri-Ganbalani¹, A. Fathi¹, M. Hassanpour¹ and A. Ebadollahi²

1. Department of Plant Protection, College of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, 2- Department of Plant Sciences, Moghan College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

(Received: February 10, 2021- Accepted: May 29, 2021)

Abstract

In the present study, the lethal and sublethal effects of essential oils of marjoram, basil, and mint were evaluated on *P. operculella*. Also, the parasitism percentage of *T. brassicae* was assessed on the eggs of *P. operculella* treated with sublethal concentration (LC₃₀) of these essential oils under laboratory conditions. The gas chromatography-mass spectroscopy analysis indicated that carvacrol (26.02%), estragole (62.27%), and carvotanacetone (57.47%) were the major constituents of the studied essential oils, respectively. Based on the LC₅₀ values of marjoram, basil, and mint essential oils (3.59, 2.53, and 2.37 µl/liter air, respectively), the mint essential oil had the highest fumigant toxicity on the eggs of *P. operculella* compared to other essential oils. The LC₃₀ values of essential oils (2.61, 1.20, and 1.81 µl/liter air, respectively) were used to evaluate the sublethal effects. The sublethal concentrations of essential oils significantly affected the parameters of *P. operculella*. The shortest and longest total pre-oviposition period (TPOP) were observed on control (19.60 days) and *O. basilicum* essential oil (22.19 days). The values estimated for intrinsic rate of increase (*r*) in the control and marjoram, basil, and mint essential oils were 0.19, 0.11, 0.12, 0.10 day, respectively. Also, the parasitism rate of *T. brassicae* was recorded on control (81.11%) followed by basil essential oil (64.44%). These results suggested simultaneous usage of essential oils and parasitic wasps as a reliable option for sustainable management of potato tuber worm in the storage facilities.

Key words: Plant essential oils, egg parasitoid, fumigant toxicity, potato tuber worm, sublethal effects

* Corresponding author: rafiee@uma.ac.ir