Archive of SID

تحقیقات آفات گیاهی
۱۰(۴): ۴۱-۵۷ -۱۳۹۹

علمی پژوهشی

اثرهای کشندگی و زیرکشندگی اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی (*Artemisia khorassanica*)، زیره‌ی سیاه (*Carum carvi*) و فلفل سیاه (*Piper nigrum*) روی بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella*

معصومه ندائی[1*]، قدیر نوری قنبلانی[1]، هوشنگ رفیعی دستجردی[1] و عسگر عباداللهی[2]

۱- گروه گیاه‌پزشکی، 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: ۱۳۹۹/۷/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۱)

چکیده

در تحقیق حاضر اثرهای کشندگی و زیرکشندگی اسانس‌های گیاهان درمنه‌ی خراسانی، زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه روی تعدادی از پراسنجه‌های بید سیب‌زمینی ارزیابی شد. غلظت‌های کشنده‌ی (LC_{50}) اسانس‌ها روی حشره‌ی کامل آفت تعیین شدند. غلظت-های زیرکشنده‌ی (LC_{20}) اسانس‌ها موجب کاهش مقدار امید به زندگی (e_x) و ایجاد تغییرات متفاوتی در نرخ زنده‌مانی (l_x) و نرخ تولیدمثلی(v_x) نسبت به شاهد شدند. اسانس درمنه‌ی خراسانی نسبت به دو اسانس دیگر به‌طور معنی‌داری باعث کاهش مقدارهای پراسنجه‌های رشد جمعیت مانند نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) و افزایش در میانگین مدت زمان طول یک نسل (T) شد. اسانس درمنه‌ی خراسانی بیشترین تأثیر را روی پراسنجه‌های زیستی مانند طول دوره‌های لاروی، مراحل نابالغ، طول عمر ماده، تعداد تخم‌های گذاشته شده و درصد تفریخ آن‌ها داشت. اسانس درمنه‌ی خراسانی باعث کاهش معنی‌داری در مقادیر ذخایر پروتئین (۲۰/۸۶ ± ۴۸۹/۲ میکروگرم بر شفیره)، لیپید (۴۸/۷۰ ± ۸۱۲/۴ میکروگرم بر شفیره) و گلیکوژن (۵/۵۱ ± ۹۶/۴ میکروگرم بر شفیره) شفیره‌ها در مقایسه با شاهد (به‌ترتیب ۲۸/۳۸ ± ۶۰۶/۸، ۵۴/۹۷ ± ۹۴۱/۸ و ۱۵/۰۹ ± ۱۵۰/۴ میکروگرم بر شفیره) شد. بررسی اجزای شیمیایی اسانس‌ها نشان داد که ترکیبات کامفور و ۸،۱- سینئول در درمنه‌ی خراسانی و ۲- متیل-۳- فنیل پروپان در زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه بیشترین مقدار را داشتند. با توجه به اثرهای کشندگی و زیرکشندگی اسانس‌ها روی بید سیب‌زمینی، انجام تحقیقات تکمیلی جهت مدیریت آفت پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسانس‌های گیاهی، اثرهای کشندگی، زیرکشندگی، بید سیب‌زمینی

نویسنده مسئول: masoumehnedaei94@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بید سیب‌زمینی، (Zeller) (Lep.: Gelechiidae) *Phthorimaea operculella*، از مخرب‌ترین آفات سیب‌زمینی در انبار و مزرعه می‌باشد. لاروهای این حشره در طول فصل رشد با ایجاد سوراخ در برگ و با ظهور لکه‌های سفید و روشن به برگ‌های سیب‌زمینی خسارت می‌زنند و با تغذیه از دمبرگ‌ها و ساقه‌های سیب‌زمینی سبب خشک شدن آن‌ها می‌شوند. تغذیه‌ی اصلی لاروها از غده‌های سیب‌زمینی می‌باشد که پس از ورود به غده با تغذیه از بافت داخل غده‌ها، دالان‌هایی در داخل آن ایجاد می‌کند. انباشته شدن فضولات لاروی داخل غدّه‌ها نیز شرایط ورود بیمارگرها را فراهم می‌کند و به این ترتیب میزان خسارت وارده تشدید می‌شود (Horgan *et al*., 2007; Rondon, 2010; Vaneva-Gancheva and Dimitrov, 2013). با وجود این‌که کنترل شیمیایی روش اصلی کنترل بید سیب‌زمینی محسوب می‌شود، ولی مشکلات جانبی ناشی از کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی از قبیل آلودگی محیط زیست، تهدید سلامتی انسان و مقاوم شدن آفات، استفاده از روش‌های جایگزین کم‌خطر را ضروری ساخته است (Mohammad *et al*., 2000; Dograma and Tingey, 2008).

اسانس‌های گیاهی به‌عنوان متابولیت‌های ثانویه می‌توانند شامل صدها ترکیب مختلف باشند که اغلب دارای ساختار ایزوپرنوئیدی[1] با ۱۰ (مونوترپن‌ها[2])، ۱۵ (سسکوئی‌ترپن‌ها[3]) و یا ۲۰ اتم کربن (دی‌ترپن‌ها[4]) هستند (Regnault-Rager *et al*., 2012). در سال‌های اخیر، اسانس‌های گیاهی به خاطر داشتن اثرهای زیستی گوناگونی از قبیل خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی، آنتی‌اکسیدانتی و حشره‌کشی کاربردهای گسترده‌ای پیدا کرده‌اند (Isman, 2006; Isman and Grieneisen, 2014). حساسیت بید سیب‌زمینی به اسانس‌های گیاهی در برخی از پژوهش‌های اخیرگزارش شدند. برای مثال، اثرهای حشره‌کشی اسانس مرزنجوش (*Majorana Hortensis* L.) روی مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی، به‌صورت ایجاد لاروهای بدشکل و افزایش معنی‌دار محتوای پروتئین و تری‌آسیل گلیسرول[5] لاروها گزارش شدند (Abd El-Aziz, 2011). رفیعی‌دستجردی و همکاران (Rafiee-Dastjerdi *et al*., 2013) اثر اسانس اسطوخودوس (*Lavandula stoechas* L.) را روی بید سیب‌زمینی ارزیابی کرده و نشان دادند که فقط ۱۹/۳ درصد از لاروهای سن اول توانستند به غده‌های سیب‌زمینی آغشته شده با اسانس نفوذ کنند و بقیه‌ی آن‌ها تلف شدند. در تحقیقی دیگر، سمیت تدخینی بالای اسانس سرو (*Juniperus foetidissima* Willd) روی مراحل تخم، شفیره و حشره‌ی کامل بید سیب‌زمینی به‌ترتیب با غلظت‌های کشنده‌ی پنجاه‌درصد ۲/۹۰، ۴/۹۷ و ۰/۳۰ میکرولیتر بر لیتر گزارش شدند (Tayoub *et al*., 2019).

پراسنجه‌های جدول زندگی، به‌خصوص نرخ ذاتی افزایش جمعیّت (r) عوامل مهمی هستند که در ارزیابی سطح مقاومت گیاه به حشرات مورد استفاده قرار می‌گیرند (Zeinalzadeh *et al*., 2016). جدول زندگی پایه‌ی پژوهش‌های تجزیه و تحلیل کمّی جمعیّت و بررسی زیست‌شناسی حشرات بوده و با استفاده از آن، پراسنجه‌هایی نظیر دوره‌ی رشد، پراسنجه‌های زیستی مختلف، نرخ زنده‌مانی هر مرحله‌ی رشد، طول عمر حشرات و میزان باروری روزانه‌ی ماده‌ها ثبت می‌شود و از داده‌های به‌دست آمده به منظور مقایسه‌ی اثرهای سمی حشره‌کش‌های مصنوعی و حشره‌کش‌های با منشأ گیاهی استفاده می‌شود (Liedo *et al*., 1994; Ebadollahi and Mahdavi, 2019). اندازه‌ی بدن پراسنجه‌ی مهمی است که برخی از خصوصیات حیاتی حشره از قبیل زنده‌مانی، افزایش باروری، موفقیّت در جفت‌گیری و مقاومت در برابر تنش‌های محیطی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بین اندازه‌ی بدن حشره، وزن و اندوخته‌ی غذایی نوعی همبستگی مستقیم وجود دارد که میزان منابع پروتئینی و ذخایر انرژی

[1]. Isoprenoides
[2]. Monoterpene
[3]. Sesquiterpene
[4]. Diterpene

[5]. Triacylglycerole

www.SID.ir

Archive of SID

آن را تعیین می‌کند و عامل زنده‌مانی حشره است. به‌عبارت دیگر، از آنجاکه میزان زنده‌مانی حشرات در شرایط نامساعد محیطی به مقادیر ذخایر انرژی و اندازه‌ی بدن آن‌ها بستگی دارد، یکی از مهم‌ترین روش‌های مطالعه‌ی تأثیر آفت‌کش‌ها روی حشرات آفت اندازه‌گیری ذخایر انرژی آن‌ها می‌باشد (Rinehart *et al*., 2007; Pruitt and Lu, 2008). هدف از انجام پژوهش حاضر ارزیابی اثرهای کشندگی و زیرکشندگی اسانس درمنه‌ی خراسانی (*Artemisia khorassanica* Podi)، زیره‌ی سیاه (*Carum carvi* L.) و فلفل سیاه (*Piper nigrum* L.) روی ویژگی‌های زیستی، پراسنجه‌های جدول زندگی و ذخایر انرژی بید سیب‌زمینی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری گیاهان مورد مطالعه و تهیّه‌ی اسانس‌ها

بذر زیره‌ی سیاه، میوه‌های فلفل سیاه و اندام‌های هوایی درمنه‌ی خراسانی از شرکت پاکبان (تهران، ایران) تهیّه شدند. گیاهان مذکور با آب مقطر شستشو داده شدند و در آزمایشگاه در شرایط سایه خشکانده شدند. نمونه‌های گیاهی با استفاده از دستگاه خردکن برقی به طور کامل پودر شدند و مقدار ۵۰ گرم همراه با ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به داخل بالن شیشه‌ای یک‌لیتری ریخته شدند. اسانس‌گیری با استفاده از دستگاه کلونجر و روش تقطیر آبی به‌مدت سه ساعت انجام گرفت. اسانس به‌دست آمده پس از آبگیری با سولفات سدیم به میکروتیوب‌های دو میلی‌لیتری منتقل شد. میکروتیوب‌ها داخل فویل‌های آلومینیومی پیچیده شدند و تا زمان انجام آزمایش در داخل یخچال در دمای چهار درجه‌ی سلیسیوس نگهداری شدند.

بررسی اجزای شیمیایی اسانس‌ها

شناسایی ترکیبات اسانس‌ها با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی[1] (Agilent 7890B) متصل به طیف‌سنج جرمی (Agilent 5977A) با ستونی به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS انجام گرفت. دمای محفظه تزریق ۲۸۰ درجه‌ی سیلسیوس بود و برنامه دمایی ستون از ۶۰ تا ۳۵۰ درجه‌ی سیلسیوس تنظیم شدند. از گاز هلیم[2] (۹۹/۹۹۹ درصد) به‌عنوان گاز حامل به میزان یک میلی‌لیتر در هر دقیقه استفاده شد. شناسایی ترکیبات با مقایسه پیک‌های هر نمونه در زمان‌های بازداری (Retention Time) مختلف با پیک‌های موجود در کتابخانه دستگاه (NIST: National Institute of Standards Technology) انجام گرفت (Adams, 2001).

پرورش بید سیب‌زمینی

بید سیب‌زمینی از آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه محقق اردبیلی تهیه شد و در دمای ۲ ± ۲۵ درجه‌ی سلیسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی نگهداری شد (Symington, 2003). برای پرورش جمعیت مورد نیاز بید سیب‌زمینی از ظرف پلاستیکی نیمه‌شفاف به ابعاد ۹×۱۷×۲۴ سانتی‌متر استفاده شد. کف این ظرف‌ها جهت ایجاد بستر مناسب برای ظهور مرحله‌ی شفیرگی با لایه‌ی نازکی از خاک سترون پوشانده شد. داخل هر ظرف پرورش تعداد هشت غدّه‌ی سیب‌زمینی با اندازه‌ی متوسط قرار داده شد و در هر ظرف ۱۵ جفت (نر و ماده) حشرات کامل بید سیب‌زمینی رهاسازی شدند. به‌منظور تغذیه‌ی حشرات کامل از محلول آب و عسل ۱۰ درصد استفاده شد. برای تأمین تهویه، در قسمت درب ظرف‌های پرورش دریچه‌ای به اندازه ۱۰×۱۵ سانتی‌متر ایجاد و با پارچه‌ی توری ۵۰ مش پوشانده شد. به‌منظور تخم‌گیری، حشرات کامل نر و ماده‌ی تازه‌ظهور به داخل ظروف پلاستیکی شفاف استوانه‌ای به قطر ۱۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۱ سانتی‌متر انتقال داده شدند. برای تأمین تهویه در قسمت سرپوش ظرف‌های تخم‌گیری دریچه‌ای به قطر ۱۱ سانتی‌متر ایجاد و با پارچه‌ی توری ۵۰ مش پوشانده شد و سپس، روی توری یک کاغذ صافی به همراه یک برش از غدّه‌ی سیب‌زمینی برای تحریک تخم‌ریزی قرار داده شد.

[1]. Cromatography

[2]. Halim

www.SID.ir

Archive of SID

حشرات کامل روی کاغذ صافی تخم‌ریزی کردند و از تخم‌های حاصل برای تداوم نسل و نیز انجام آزمایش‌ها استفاده شد (Naghizadeh *et al*., 2016).

بررسی اثرهای کشندگی اسانس‌های گیاهی

پس از انجام آزمایش‌های مقدماتی، غلظت‌های اصلی اسانس درمنه‌ی خراسانی (۶، ۸/۲۰، ۱۱/۲۲، ۱۵/۳۵ و ۲۱ میکرولیتر بر لیتر)، فلفل سیاه (۱۰، ۱۳/۹۶، ۱۹/۴۹، ۲۷/۲۱ و ۳۸ میکرولیتر بر لیتر) و زیره‌ی سیاه (۱۷/۲۱، ۲۱/۱۸، ۲۶/۴۰، ۳۲/۹۰ و ۴۱ میکرولیتر بر لیتر) به کمک سرنگ همیلتن[1] روی کاغذ صافی واتمن[2] شماره‌ی یک به قطر دو سانتی‌متر ریخته شدند. سپس، کاغذهای صافی که به اندازه‌ی سطح داخلی درب شیشه‌های آزمایشی (۵۰ میلی‌لیتری) بریده شده بودند، در این قسمت نصب و تعداد ۳۰ حشره‌ی کامل نر و ماده به‌صورت تصادفی به هر ظرف منتقل شدند. بعد از بستن درب شیشه‌ها، محل قرارگیری درب با استفاده از نوار پارافیلم پوشانده شدند، تا مانع از نفوذ اسانس به فضای بیرون شود. تلفات در مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد (Izakmehri *et al*., 2013). لازم به ذکر است که قبل از بستن درب شیشه‌ها، ۱۵ جفت حشره‌ی کامل (نر و ماده) بید سیب‌زمینی به هر ظرف منتقل شدند. برای تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد و آزمایش در سه تکرار انجام شد.

بررسی پراسنجه‌های زیستی و جدول زندگی

برای بررسی اثرهای غلظت‌های زیرکشنده‌ی اسانس‌های گیاهی مورد نظر از ظروفی به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر در ۶۰ تکرار استفاده شد. در هر تکرار ۵۰ عدد حشره‌ی کامل نر و ماده‌ی یک‌روزه قرار داده شدند و مشابه آزمایش قبل، حشرات در معرض غلظت کشنده‌ی ۲۰ درصد اسانس‌ها قرار گرفتند. سپس، تعداد ۳۰ حشره‌ی کامل ماده‌ی زنده‌مانده به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و هر کدام جداگانه به همراه یک نر به داخل یک ظرف تخمریزی رهاسازی شدند تا جفت‌گیری کرده و تخمریزی نمایند. سپس، تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط هر حشره‌ی ماده، تا زمان مرگ شمرده شد. از آب و عسل ۱۰ درصد برای تغذیه‌ی حشرات کامل استفاده شد. سپس، تعداد ۱۰۰ غده‌ی سیب‌زمینی (رقم آگریا[3]) تقریباً هم‌اندازه انتخاب و به‌صورت تک‌تک داخل ظروف پرورش دایره‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر که کف آن به ارتفاع نیم سانتی‌متر خاک ریخته شدند و بالای آن سوراخ شدند و با توری ۵۰ مش مسدود شدند، قرار داده شدند. تعداد ۱۰۰ عدد از تخم‌های گذاشته شده انتخاب و به‌صورت انفرادی داخل ظرف پرورش قرار داده شدند. بازدید از ظروف به‌صورت روزانه انجام و طول دوره‌های جنینی تخم، لاروی و شفیرگی ثبت شدند. حشرات کامل پس از ظهور به ظرف‌های تخمریزی منتقل شدند تا با یکدیگر جفت‌گیری کنند و سپس میزان تخم‌ریزی آن‌ها بررسی شد.

تعیین ذخایر انرژی بید سیب‌زمینی

به‌منظور بررسی تأثیر اسانس‌ها روی ذخایر انرژی از مرحله‌ی شفیرگی بید سیب‌زمینی استفاده شد. این آزمایش برای هر یک از اسانس‌های گیاهی در پنج تکرار انجام شد. بدین منظور ابتدا شفیره‌ها روی یخ قرار داده شدند و سپس با ۳۵۰ میکرولیتر آب مقطر همگن شدند. سپس، نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰ دور بر دقیقه و در دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس سانتریفیوژ شدند و محلول رونشین برای آزمایش‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفت. ارزیابی غلظت پروتئین کل به روش لوری و همکاران (Lowry *et al*., 1951) و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر انجام شد. از سرم آلبومین گاوی به عنوان استاندارد استفاده شد. ارزیابی محتوای گلیکوژن به‌وسیله‌ی آنترون (۱۰۰ میکروگرم آنترون در ۹۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۵۴ درصد) (Bemani *et al*., 2012) و از طریق مقایسه با منحنی استاندارد اندازه‌گیری شد. محتوای لیپید در نمونه‌ها مطابق با روش وان هندل (Van Handel, 1985) اندازه‌گیری شد و به‌وسیله‌ی منحنی استاندارد اسیدهای چرب کلسترول سنجیده شد.

تجزیه‌ی داده‌ها

[1]. Hemilton
[2]. Watman
[3]. Agria

www.SID.ir

Archive of SID

آزمون نرمال بودن داده‌ها به روش کالموگراف – اسمیرنو[1] و تجزیه‌ی آماری داده‌های حاصل از زیست‌سنجی مرحله‌ی حشره‌ی کامل با استفاده از تجزیه‌ی پروبیت با نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۴) انجام شد. نتایج حاصل از اثرهای زیرکشندگی شامل بررسی جدول زندگی، دوره‌های زیستی و ذخایر انرژی بید سیب‌زمینی با استفاده از روش تجزیه‌ی واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) در نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه شدند و در صورت معنی‌دار شدن اختلاف‌ها، میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفت (SAS, 2003). داده‌های به‌دست آمده از مراحل زیستی بید سیب‌زمینی تحت تأثیر اسانس‌های گیاهان درمنه‌ی خراسانی، زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه به‌منظور محاسبه‌ی جدول زندگی دوجنسی طبق روش چی و سو (Chi and Su, 2006) و با نرم‌افزار TWOSEX-MSChart تجزیه‌ی آماری شد (Chi, 2013). برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel 2013 استفاده شد. از آنجاکه پراسنجه‌های رشد جمعیت فاقد تکرار هستند و امکان مقایسه‌ی آماری آنها وجود ندارد، لذا جهت تکراردار کردن پراسنجه‌های فوق از روش بوت استرپ استفاده شد (Meyer *et al.*, 1986; Chi, 2013).

نتایج و بحث

اجزای شیمیایی اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه

نتایج حاصل از تجزیه‌ی شیمیایی اسانس‌ها نشان داد که ترکیبات کامفور[2] (۲۴/۱۰ درصد)، ۸-۱، سینئول[3] (۱۱/۵۸ درصد)، آلفا-بیسابولول[4] (۱۰/۶۲ درصد)، ۳-کارن[5] (۹/۳۱ درصد) و بورنئول[6] (۸/۵۷ درصد) اجزای اصلی اسانس درمنه‌ی خراسانی هستند (جدول ۱). ۲-متیل-۳-فنیل پروپان[7] (۴۵/۹۶ درصد)، بتا-پینن[8] (۹/۴۲ درصد)، پنتا-سایمن[9] (۹/۲۳ درصد)، فنیل پروپانول[10] (۵/۳۲ درصد) و کومینیک اسید[11] (۴/۸۳ درصد) در اسانس زیره‌ی سیاه بیشترین مقدار را داشتند (جدول ۲). در اسانس فلفل سیاه ترکیبات ۲-متیل -۳ –پروپانال (۴۴/۲۱ درصد)، کاریوفیلن اکساید[12] (۱۵/۹۵ درصد)، او –سایمن[13] (۸/۱۸ درصد)، کومینیک اسید (۵/۲۵ درصد) و بتا –پینن (۲/۷۵ درصد) به عنوان اجزای اصلی شناسایی شدند (جدول ۳).

برزویی و همکاران (Borzoui *et al.*, 2016) ترکیبات شیمیایی اسانس درمنه‌ی خراسانی را بررسی و دریافتند که کامفور (۲۳/۴۲ درصد)، ۱،۸-سینئول (۱۳/۰۶ درصد)، لومنول[14] (۱۱/۶۴ درصد)، دلتا-۳-کارن (۸/۵۶ درصد) و بورنئول (۸/۲۴ درصد) بیشترین ترکیبات موجود در این اسانس بودند. در تحقیق حاضر، از بین ترکیبات مذکور لومنول در اسانس درمنه‌ی خراسانی شناسایی نشد، اما سایر ترکیبات با نسبت‌های متفاوت از ترکیبات عمده‌ی این اسانس بودند. بررسی اجزای شیمیایی اسانس زیره‌ی سیاه نشان داده است که کاروون[15] (۳۷/۹۸ درصد)، لیمونن[16] (۲۶/۵۵ درصد)، آلفا-پینن[17] (۵/۲۱ درصد) و بتا-میرسن[18] (۴/۶۷ درصد) بیشترین ترکیبات موجود در این اسانس بودند (Fang *et al*,. 2010). از بین ترکیبات مذکور آلفا-پینن، بتا- پینن و لیمونن در اسانس زیره‌ی سیاه در تحقیق حاضر شناسایی شدند. در مقابل، در تحقیق حاضر۲-متیل-۳-فنیل پروپان و فنیل پروپانول در اسانس زیره‌ی سیاه به‌عنوان ترکیبات اصلی شناسایی شدند که در

1. Kalmograph-Smirnov
2. Camphor
3. 1,8-Cineole
4. α-Bisabolol
5. 3-Caren
6. Borneol
7. 2-Methyl-3-phenylpropanal
8. B-Pinen
9. *p*-Cymen
10. phenylpropanol
11. Quiminic acid
12. Caryophyllene oxide
13. o-Cymene
14. Lomenole
15. Caroon
16. Limonan
17. α.pinen
18. β-mirsen

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج تجزیه‌ی شیمیایی اسانس درمنه‌ی خراسانی *Artemisia khorassanica* با استفاده از گاز کروماتوگرافی طیف-سنج جرمی

Table 1. Results of the chemical analysis of the *Artemisia khorassanica* essential oil by Gas Chromatography - Mass Spectrometry

Components	**Retention Time (minute)**	**Percentage**
α-Pinene	5.339	4.95*
Camphene	5.625	5.15
β –Pinene	6.140	1.29
3-Carene	6.798	9.31
Limonene	7.141	1.06
1,8-Cineole	7.227	11.58
Camphor	9.882	24.10
Borneol	10.397	8.57
Fenchyl alcohol	11.044	1.44
Caryophyllene	19.318	1.43
β-Selinene	20.382	1.35
α-Cadinene	21.773	1.30
Δ-Cadinene	22.436	1.18
2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-bicyclo[4.4.0]dec-1-ene	25.520	2.51
α-Bisabolol	26.613	10.62
Total		86.45

*Ingredients less than 1% are not listed.

جدول ۲- نتایج تجزیه‌ی شیمیایی اسانس زیره‌ی سیاه *Carum carvi* با استفاده از گاز کروماتوگرافی طیف سنج جرمی

Table 2. Results of the chemical analysis of the *Carum carvi* essential oil by Gas Chromatography - Mass Spectrometry

Components	**Retention Time (minute)**	**Percentage**
β-Pinene	6.203	9.42*
p-Cymene	7.090	9.23
2-Octen-4-ol	10.357	1.04
2-Methyl-3-phenylpropanal	12.921	45.96
3-Phenylacrylaldehyde	13.819	1.44
Phenylpropanol	14.706	5.22
2-Thiophenecarboxaldehyde	15.856	1.71
Carveol	17.933	1.73
2-Fluorobenzoic acid, 2-tetrahydrofurylmethyl ester	18.408	1.13
Cuminic Acid	20.348	4.83
Total		81.71

*Ingredients less than 1% are not listed.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج تجزیه‌ی شیمیایی اسانس فلفل سیاه *Piper nigram* با استفاده از گاز کروماتوگرافی طیف‌سنج جرمی

Table 3. Results of the chemical analysis of the *Piper nigrum* essential oil through Gas Chromatography - Mass Spectrometry

Components	Retention Time (minute)	Percentage
α-Pinene	5.356	1.53*
β-Pinene	6.163	2.75
3-Carene	6.781	1.14
o-Cymene	7.062	8.18
2-Methyl-3-phenylpropanal	12.789	44.21
3,4-Dimethylthiophene	15.799	2.71
Cuminic Acid	20.073	5.25
Caryophyllene oxide	24.113	15.95
Total		81.72

*Ingredients less than 1% are not listed.

تحقیق مذکور یافت نشدند. لیمونن (۳۵/۰۶ درصد)، بتا-پینن (۱۲/۹۵ درصد) و لینالول (۱۲/۹۵ درصد) اجزای اصلی اسانس میوه‌ی فلفل سیاه معرفی شدند (Fan *et al*., 2011). در بررسی حاضر، لیمونن (۰/۷۷ درصد) و بتا-پینن (۲/۷۵ درصد) با نسبت‌های بسیار کمتری در اسانس فلفل سیاه مشاهده شدند، اما ترکیب لینالول[1] دیده نشد. در مقابل ۲-متیل-۳-پروپانال، کاریوفیلن اکساید[2] و کومینیک اسید به‌عنوان ترکیبات اصلی اسانس فلفل سیاه در تحقیق حاضر، مشاهده نشدند. تفاوت‌های مشاهده شده در ترکیبات شیمیایی اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه در پژوهش حاضر و تحقیقات مذکور می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی از قبیل شرایط متفاوت آب و هوایی محل جمع‌آوری گیاهان، نحوه‌ی استخراج ترکیبات، زمان برداشت و حتی عوامل ژنتیکی باشد (Cheng *et al*., 2009; Ben Jemâa et al., 2012).

سمّیت تدخینی اسانس‌ها

نتایج حاصل از تجزیه پروبیت داده‌های حاصل از بررسی سمیت تدخینی اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، فلفل سیاه و زیره‌ی سیاه روی حشرات کامل بید سیب‌زمینی در جدول ۴ نشان داده شده است. بیشترین مقدار LC_{50} در اسانس زیره‌ی سیاه (۲۷/۹۳ میکرولیتر بر لیتر) و کمترین مقدار آن در اسانس درمنه‌ی خراسانی (۱۱/۵۲ میکرولیتر بر لیتر) مشاهده شد. با توجه به عدم همپوشانی حدود اطمینان ۹۵ درصد مربوطه، اسانس درمنه‌ی خراسانی سمّیت تدخینی بیشتری روی حشرات کامل بید سیب‌زمینی نسبت به زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه دارد (جدول ۴). پیش از این نیز سمیت اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، فلفل سیاه و زیره‌ی سیاه روی برخی از آفات انباری بررسی شده است. برای مثال، برزویی و همکاران (Borzoui *et al*., 2016) سمیت تدخینی اسانس درمنه‌ی خراسانی را روی حشرات کامل شب‌پره‌ی هندی آرد (*Plodia interpunctella* (Hubner)) بررسی و مقدار غلظت کشنده‌ی پنجاه‌درصد آن را ۹/۶۰ میکرولیتر بر لیتر برآورد کردند. در تحقیقی دیگر، اوپادیای و جیسوال (Upadhyay and Jaiswal, 2007) سمیت اسانس فلفل سیاه را روی لارو و حشرات کامل شپشه‌ی آرد (*Tribolium castaneum* Herbst) بررسی کردند و مقادیر غلظت کشنده‌ی پنجاه‌درصد را برای آنها به‌ترتیب ۱۴/۰۲ و ۱۵/۲۶ میکرولیتر بر لیتر ثبت کردند. همچنین، فانگ و همکاران (Fang *et al*., 2010) حساسیت

[1]. Linalool
[2]. Caryophyllen oxide

www.SID.ir

Archive of SID

حشرات کامل شپشه‌ی آرد و سرخرطومی ذرت (*Sitophilus zeamais* Mots) را به اسانس زیره‌ی سیاه با غلظت‌های کشنده‌ی پنجاه‌درصد ۳/۳۷ و ۲/۵۳ میلی‌گرم بر لیتر گزارش کردند. با وجود تفاوت در مقدار غلظت‌های کشنده‌ی محاسبه شده، که می‌تواند ناشی از نوع حشرات آزمایشی، روش‌های مختلف زیست‌سنجی و حتی اجزای شیمیایی متفاوت اسانس‌ها باشد، تحقیقات مذکور نتایج تحقیق حاضر مبنی بر پتانسیل حشره‌کشی قابل توجه اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه را تأیید می‌کنند.

جدول ۴- سمیت تدخینی اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی (*Artemisia khorassanica*)، فلفل سیاه (*Piper nigrum*) و زیره‌ی سیاه (*Carum* carvi) روی حشرات کامل *Phthorimaea operculella*

Table 4. Fumigant toxicity of *Artemisia khorassanica*, *Piper nigrum*, and *Carum carvi* essential oils on the adults of *Phthorimaea operculella*

Essential oil	Slope ± SE	Intercept	χ^2 (df = 3)	Lethal Concentrations (µl/l air)	
				LC_{50} (95% fiducial limits)	LC_{20} (95% fiducial limits
Artemisia khorassanica	5.09 ± 0.58	0.41	3.32^{ns}	11.52 (10.55 – 12.62)	7.88 (6.84 – 8.74)
Piper nigrum	5.07 ± 0.57	- 1.76	0.36^{ns}	21.49 (19.65 – 23.60)	14.67 (12.77 – 16.27)
Carum carvi	7.03 ± 0.82	- 5.16	1.07^{ns}	27.93 (26.22 – 29.83)	21.20 (19.14 – 22.84)

Lethal concentrations and 95% fiducial limits (FL) were estimated using logistic regression (SAS Institute 2002). The LC_{20} were selected for sub-lethal bio-assays. Ns: non-significant

پراسنجه‌های جدول زندگی بید سیب‌زمینی تحت تأثیر اسانس‌ها

نتایج حاصل از آزمایش‌های بررسی پراسنجه‌های جدول زندگی بید سیب‌زمینی تحت تأثیر غلظت‌های زیرکشنده‌ی ۲۰ درصد اسانس‌ها در جدول ۵ نشان داده شده است. در مورد پراسنجه‌ی نرخ ناخالص تولیدمثل (*GRR*) که نشان‌دهنده‌ی تعداد کل ماده‌های تولید شده توسط یک ماده در طول عمر می‌باشد، اختلاف آماری معنی‌داری بین میانگین‌ها در اسانس‌های زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه مشاهده نشد، اما تفاوت بین این دو اسانس با اسانس درمنه‌ی خراسانی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (F = 377.93; df = 4, 2495; P < 0.0001). در مورد پراسنجه‌ی نرخ خالص تولیدمثلی (R_0) که نشان‌دهنده‌ی تعداد کل ماده‌های تولید شده توسط یک ماده در طول عمر با دخالت عامل زنده‌مانی می‌باشد، بین تیمارهای اسانس‌ها با شاهد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (F = 1963.18; df = 4, 2495; P < 0.0001). همچنین اختلاف معنی‌داری بین اسانس‌ها مشاهده شد. پراسنجه‌ی نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) مهم‌ترین پراسنجه در تعیین نوع و میزان رشد جمعیت‌ها است که نشان‌دهنده‌ی رشد مثبت، منفی یا ثابت جمعیت می‌باشد. در بررسی این پراسنجه بین تیمارهای غلظت‌های زیرکشنده‌ی اسانس‌ها با شاهد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (F = 7125.65; df = 4, 2495; P < 0.0001). همچنین، اختلاف معنی‌دار بین تیمارها هم مشاهده شد. در پراسنجه‌ی نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) که نشان‌دهنده‌ی میزان افزایش جمعیّت در هر روز نسبت به روز قبل می‌باشد، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها با شاهد مشاهده شد (F = 7100.95; df = 4, 2495; P < 0.0001) و بین تیمارها هم اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در مورد پراسنجه‌ی میانگین مدّت زمان یک نسل (T) که زمان لازم برای تکمیل رشد جمعیّت در یک نسل را نشان می‌دهد، اختلاف بین میانگین‌های تمام اسانس‌ها و شاهد معنی‌دار بود. همچنین، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای اسانس‌ها هم مشاهده شد (F = 18724.1; df = 4, 2495;

www.SID.ir

Archive of SID

($P < 0.0001$) (جدول ۵). در تحقیق حاضر در مورد مقادیر به‌دست آمده نرخ‌های ناخالص و خالص تولیدمثلی بید سیب‌زمینی اختلاف معنی‌داری بین شاهد و تیمارها مشاهده شد، ولی در تحقیق انجام شده توسط خرّمی و همکاران (Khorrami *et al*., 2014) در نرخ ناخالص تولیدمثلی بین تیمارهای اسانس‌های اسطوخودوس و مرزنجوش اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و در مقادیر نرخ خالص تولیدمثلی اختلاف شاهد با تیمارهای اسانس‌های اسطوخودوس و مرزنجوش معنی‌دار و اختلاف بین دو اسانس معنی‌دار نبود. همچنین، در تحقیق مذکور پراسنجه‌های نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت در بید سیب‌زمینی در گروه‌های شاهد و تیمارهای تحت تأثیر غلظت‌های زیرکشنده‌ی اسانس‌های مرزنجوش و اسطوخودوس به‌ترتیب به‌صورت ۰/۱۰۷، ۰/۱۰۴ و ۰/۱۰۱ ماده/ماده/روز و ۰/۱۱۳، ۰/۱۱۰ و ۰/۱۰۷ بر روز بود. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که اسانس مرزنجوش تأثیر معنی‌داری در پراسنجه‌های مذکور بین گروه‌های شاهد و تیمار نداشت، اما اسانس اسطوخودوس روی هر دو پراسنجه اثر معنی‌داری داشته و کمتر از شاهد و مرزنجوش بود. مقادیر به‌دست آمده برای این پراسنجه‌ها در بررسی حاضر بیشتر از مقادیر گزارش شده در گزارش خرمی و همکاران (Khorrami *et al*., 2014) بود. در مطالعه‌ی انجام شده توسّط خرّمی و همکاران (Khorrami *et al*., 2014) میانگین مدّت‌زمان یک نسل بید سیب‌زمینی در شاهد و تیمارهای اسانس‌های اسطوخودوس و مرزنجوش به‌ترتیب ۲۷/۷۸، ۱۸/۸۶ و ۲۲/۷۷ روز به‌دست آمد که از مقادیر به‌دست آمده در بررسی حاضر کمتر می‌باشد. تفاوت‌های مشاهده شده می‌تواند ناشی از تفاوت در نوع اسانس‌ها و یا تفاوت در شرایط انجام آزمایش در دو تحقیق باشد. به‌طور کلی در بررسی حاضر مشخّص شد که غلظت زیرکشندگی اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، فلفل سیاه و زیره‌ی سیاه در مقایسه با شاهد موجب کاهش معنی‌دار نرخ ذاتی افزایش جمعیّت بید سیب‌زمینی شد. نتایج نشان داد که به علّت پایین بودن نرخ خالص تولیدمثل در تیمارهای مورد آزمایش نسبت به شاهد، مقدار r این تیمارها کمتر از شاهد می‌باشد. به علّت پایین بودن نرخ ذاتی افزایش جمعیّت در غلظت زیرکشنده‌ی هر سه اسانس، نرخ متناهی افزایش جمعیّت که نشان‌دهنده‌ی سرعت رشد جمعیّت نیز است، در تیمارهای مورد بررسی به طور معنی‌داری کمتر از شاهد شد.

جدول ۵- میانگین پراسنجه‌های رشد جمعیتی *Phthorimaea operculella* تیمار شده با LC_{20} اسانس‌های *Artemisia khorassanica*، *Piper nigrum* و *Carum carvi*

Table 5. The mean population growth parameters of *Phthorimaea operculella* treated with LC_{20} of *Artemisia khorassanica*, *Piper nigrum*, and *Carum carvi* essential oils

Treatments	*GRR* (offspring)	R_0 (offspring)	r (d^{-1})	λ (d^{-1})	T (d)
Control	63.87 ± 8.32^{a}	62.41 ± 7.93^{a}	0.15 ± 0.005^{a}	1.17 ± 0.006^{a}	26.23 ± 0.28^{a}
A. khorassanica	49.50 ± 6.96^{c}	41.53 ± 5.50^{d}	0.12 ± 0.004^{d}	1.13 ± 0.005^{d}	30.38 ± 0.31^{b}
C. carvi	57.54 ± 8.03^{b}	52.16 ± 6.91^{c}	0.14 ± 0.005^{b}	1.15 ± 0.006^{b}	27.99 ± 0.35^{d}
P. nigrum	58.42 ± 7.83^{b}	54.52 ± 7.09^{b}	0.13 ± 0.004^{c}	1.14 ± 0.005^{c}	28.91 ± 0.30^{c}

Mean values in a column followed by different letters are significantly different (LSD test, $P < 0.05$)

پراسنجه‌های زیستی بید سیب‌زمینی تحت تأثیر اسانس‌ها

در دوره‌های لاروی بین تیمارهای غلظت‌های زیرکشنده‌ی اسانس‌ها و شاهد اختلاف مشاهده شده معنی‌دار بود ($F = 114.57$; $df = 4, 295$; $P < 0.0001$). طولانی‌ترین دوره‌ی لاروی تحت تأثیر اسانس گیاه درمنه‌ی خراسانی و کوتاه‌ترین مقدار آن در گروه شاهد مشاهده شد. از نظر طول دوره‌ی شفیرگی بین میانگین تیمارها و شاهد اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد ($F = 3.92$; $df = 4, 2495$; $P = 0.0041$). تفاوت معنی‌داری بین

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای غلظت زیرکشنده‌ی اسانس‌ها و شاهد از نظر طول دوره‌ی رشدی نابالغ دیده شد ($F = 88.23$; $df = 4, 295$; $P < 0.0001$). بیشترین طول دوره‌ی رشدی افراد ماده مربوط به گروه شاهد و کمترین مقدارآن مربوط به تیمار اسانس درمنه‌ی خراسانی بود. بین تیمارهای اسانس‌های زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($F = 45.88$; df = 4, 145; $P < 0.0001$). در مورد تعداد تخم‌های گذاشته شده ($F = 47.16$; $df = 4, 145$; $P < 0.0001$) و درصد تفریخ تخم‌ها ($F = 24.60$; $df = 4, 145$; $P < 0.001$) نیز بین تیمارهای غلظت زیرکشنده‌ی اسانس‌ها با گروه‌های شاهد اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد و کمترین مقدار تخم‌های گذاشته شده و تفریخ شده مربوط به تیمار اسانس درمنه‌ی خراسانی بود (جدول ۶).

جدول ۶- اثرهای زیرکشندگی (LC_{20}) اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی *Artemisia khorassanica*، فلفل سیاه *Piper nigrum* و زیره‌ی سیاه *Carum carvi* روی پراسنجه های زیستی *Phthorimaea operculella*

Table 6. Sublethal effects (LC_{20}) of *Artemisia khorassanica*, *Piper nigrum*, and *Carum carvi* essential oils on the biological parameters of *Phthorimaea operculella*

Treatments	Larval period (d)	Pupal period (d)	Developmental time (egg to adult) (d)	Female longevity (d)	Fecundity (eggs)	Fertility (hatch rate) (%)
Control	11.95 ± 0.13^{a}	6.38 ± 0.09^{a}	22.60 ± 0.18^{a}	11.03 ± 0.28^{a}	124.10 ± 3.67^{a}	90.75 ± 0.96^{a}
A. khorassanica	15.06 ± 0.15^{c}	6.73 ± 0.10^{ab}	26.36 ± 0.18^{c}	7.33 ± 0.10^{c}	82.36 ± 3.83^{c}	73.64 ± 2.22^{c}
C. carvi	13.36 ± 0.17^{b}	6.35 ± 0.13^{a}	24.05 ± 0.27^{b}	9.53 ± 0.28^{b}	105.03 ± 3.70^{b}	84.80 ± 1.47^{b}
P. nigrum	13.81 ± 0.01^{b}	6.55 ± 0.09^{ab}	24.98 ± 0.18^{b}	9.00 ± 0.29^{b}	109.90 ± 4.29^{b}	84.51 ± 1.52^{b}

Mean values in a column followed by different lowercase letters are significantly different (LSD test, P<0.05)

اثر اسانس‌های گیاهی بر پراسنجه‌های زیستی بید سیب‌زمینی در برخی تحقیقات گذشته نیز گزارش شدند. برای مثال، اثر اسانس‌های سه گونه نعناع شامل *Minthostachys spicata* (Benth.) Epling، *Minthostachys glabrescens* (Benth.) Epling و *Minthostachys mollis* (Benth.) Griseb روی تفریخ تخم بید سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که هر سه اسانس به‌صورت معنی‌داری باعث کاهش تفریخ تخم‌های بید سیب‌زمینی تا حدود ۸۰ درصد می‌شوند (Guerra *et* al., 2007). همچنین، در بررسی اثرهای زیستی اسانس مرزنجوش (*Origanum vulgar* L.) بر مراحل بالغ و نابالغ بید سیب‌زمینی، مشاهده شد که اسانس مرزنجوش دارای خواص حشره‌کشی مناسبی در مراحل مختلف رشدی آفت بوده و حتی باعث ایجاد حشرات کامل بدشکل هم می‌شود (Abd El-Aziz, 2011). نتایج پژوهش مذکور حساسیت مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی به غلظت‌های زیرکشنده‌ی اسانس‌های گیاهی را نشان می‌دهد که نتایج تحقیق حاضر منطبق با نتایج فوق می‌باشد.

پراسنجه‌های امید به زندگی و زنده‌مانی

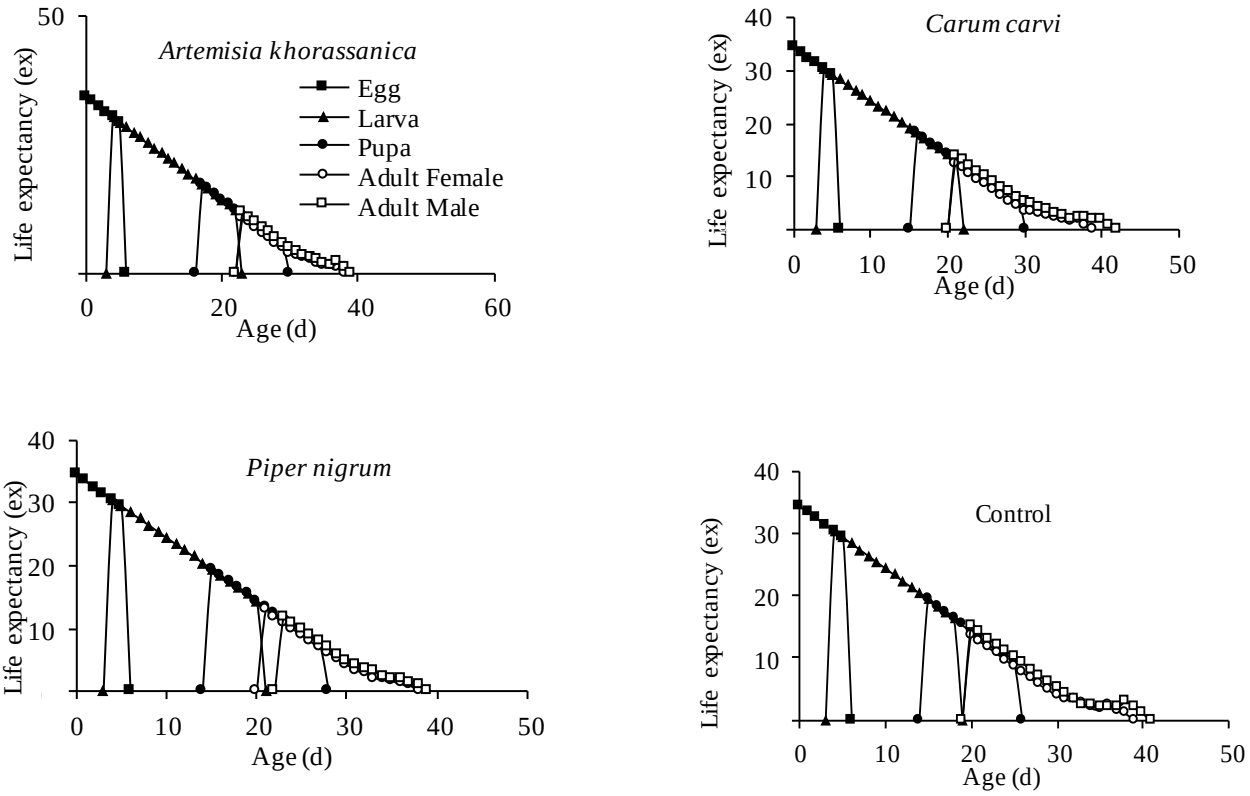
کمترین مقدار امید به زندگی مرحله‌ی تخم بید سیب‌زمینی در گروه‌های شاهد و تیمارهای اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه به‌ترتیب ۲۹/۳۶، ۲۹/۲۸، ۲۹/۲۸ و ۲۹/۴۳ در روز پنجم بود که نشان‌دهنده‌ی تأثیر بیشتر اسانس درمنه‌ی خراسانی در کاهش امید به زندگی مرحله‌ی تخم بید سیب‌زمینی می‌باشد. کمترین مقدار امید به زندگی مرحله‌ی لاروی در گروه‌های شاهد و تیمارهای اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه به‌ترتیب در روزهای هجدهم، بیست و دوم، بیست و یکم و بیستم بود. کمترین مقدار امید به زندگی بید سیب‌زمینی در مرحله‌ی شفیره در گروه‌های شاهد و تیمارهای اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه به‌ترتیب در روزهای بیست و پنجم، بیست و نهم، بیست و نهم و بیست و هفتم بود. کمترین مقدار امید به زندگی حشرات کامل در گروه‌های شاهد و تحت تأثیر اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی،

www.SID.ir

Archive of SID

زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه در ماده‌ها به‌ترتیب در روزهای سی و هشتم، سی و هفتم، سی و هشتم و سی و هفتم و در نرها به‌ترتیب در روزهای چهلم، سی و هشتم، چهل و یکم و سی و هشتم بود (شکل ۱).

کمترین مقدار نرخ زنده‌مانی مرحله‌ی تخم بید سیب‌زمینی در گروه‌های شاهد و تیمارهای اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه ۰/۲ در روز چهارم، ۰/۱ در روز پنجم، ۰/۰۵ در روز پنجم و ۰/۱۳ در روز پنجم مشاهده شد که نشان‌دهنده‌ی اثر قوی اسانس زیره‌ی سیاه بر روی کاهش نرخ زنده‌مانی تخم بید سیب‌زمینی می‌باشد. کمترین مقدار نرخ زنده‌مانی در مرحله‌ی لاروی در گروه‌های شاهد و تیمارهای اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه ۰/۱۶ در روز هفدهم، ۰/۱۰ در روز بیست و یکم، ۰/۱۵ در روز نوزدهم و ۰/۰۵ در روز بیستم مشاهده شد. به‌عبارتی، تیمار اسانس فلفل سیاه روی کاهش نرخ زنده‌مانی مرحله‌ی لاروی تأثیر بیشتری دارد. کمترین نرخ زنده‌مانی در مرحله‌ی شفیرگی در گروه‌های شاهد و تیمارهای اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه ۰/۰۵ در روز بیست و پنجم، ۰/۲ در روز هجدهم، ۰/۰۵ در روز بیست و هفتم و ۰/۱۳ در روز بیست و ششم به دست آمد.



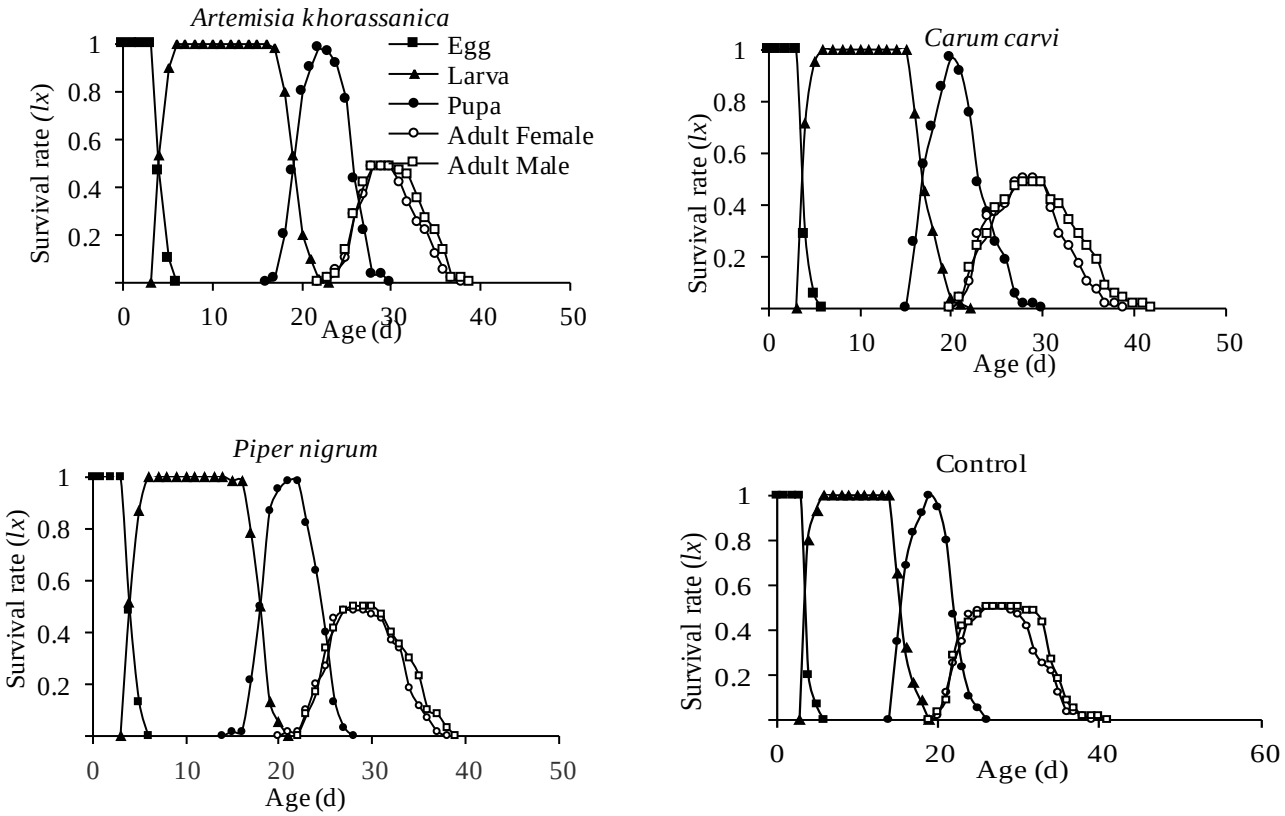
شکل ۱- امید به زندگی *Phthorimaea operculella* بعد از مواجه با غلظت کشنده‌ی ۲۰ درصد اسانس‌های *Artemisia khorassanica*، *Carum carvi*، *Piper nigrum* و شاهد

Figure 1. Life expectancy (e_x) of *Phthorimaea operculella* after exposure to LC_{20} of *Artemisia khorassanica*, *Carum carvi*, *Piper nigrum* essential oils and Control

www.SID.ir

Archive of SID

به‌عبارتی، شاهد و تیمار اسانس زیره‌ی سیاه روی کاهش نرخ زنده‌مانی مرحله‌ی شفیرگی تأثیر بیشتری دارد. کمترین مقدار نرخ زنده‌مانی حشرات بالغ ماده تحت تأثیر شاهد، اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه، ۰/۱۱ در روزهای بیست و یکم و سی و پنجم، ۰/۰۵ در روزهای بیست و چهارم و سی و ششم، ، ۰/۱۰ در روزهای بیست و دوم و سی و پنجم و ۰/۱۰ در روزهای بیست و دوم و سی و پنجم بود، به عبارتی میزان زنده‌مانی حشرات بالغ ماده تحت تأثیر اسانس درمنه‌ی خراسانی پایین می‌باشد. کمترین مقدار نرخ زنده‌مانی حشرات بالغ نر تحت تأثیر شاهد، اسانس درمنه‌ی خراسانی، زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه ۰/۱۸ در روزهای سی و پنجم، ۰/۱۳ در روزهای بیست و پنجم و سی و ششم، ۰/۰۵ در روز سی و هشتم و ۰/۱ در روز سی و ششم مشاهده شد، به‌عبارتی اثر اسانس زیره‌ی سیاه روی کاهش نرخ زنده‌مانی حشرات بالغ نر بیشتر می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲- نرخ زنده‌مانی *Phthorimaea operculella* بعد از مواجه با غلظت کشنده‌ی ۲۰ درصد اسانس‌های *Artemisia khorassanica*، *Carum carvi*، *Piper nigrum* و شاهد

Figure 2. Age-specific survival rate (l_x) of *Phthorimaea operculella* after exposure to LC_{20} of *Artemisia khorassanica*, *Carum carvi*, *Piper nigrum* essential oils and Control

خرمی و همکاران (Khorrami *et al*., 2014) امید به زندگی بید سیب‌زمینی را در اولین روز مرحله‌ی تخم در شاهد و تیمارهای اسانس‌های اسطوخودوس و مرزنجوش به‌ترتیب ۲۷/۳۸، ۱۶/۸۱ و ۲۰/۴۲ روز به‌دست آوردند که نشان‌دهنده‌ی بیشتر بودن امید به زندگی در شاهد در مقایسه با دو تیمار دیگر است. امید به زندگی در تحقیق آن‌ها در اولین روز ظهور حشرات کامل در شاهد و تیمارهای اسطوخودوس و مرزنجوش به‌ترتیب ۹/۴۱، ۷/۸۶ و ۸/۱ روز بود که نشان‌دهنده‌ی کاهش امید به زندگی آفت در زمان ظهور حشرات کامل تحت تأثیر هر دو اسانس است. در تحقیق حاضر هم کاهش امید به زندگی

www.SID.ir

Archive of SID

مراحل مختلف بید سیب‌زمینی تحت تأثیر اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی و زیره‌ی سیاه مشاهده شد.

نقی‌زاده و همکاران (Naghizadeh *et al.*, 2016) روند نرخ زنده‌مانی بید سیب‌زمینی را تحت تأثیر اسانس‌های افسنطین، بومادران و ترخون بررسی کرده و نشان دادند که در تمام منحنی‌ها نرخ زنده‌مانی متناسب با افزایش سن کاهش یافت. روند کاهش زنده‌مانی بید سیب‌زمینی در افسنطین و ترخون بیشتر از بومادران و شاهد بود و این نشان می‌دهد که غلظت‌های زیرکشنده‌ی افسنطین و ترخون موجب کاهش بیشتر زنده‌مانی بید سیب‌زمینی شده‌اند. در بررسی حاضر نرخ زنده‌مانی تحت تأثیر اسانس‌ها و در شاهد در هر مرحله با افزایش سن تغییرات متفاوتی را نشان داد.

ذخایر انرژی شفیره‌های بید سیب‌زمینی

نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان داد که اثر غلظت-های زیرکشنده‌ی اسانس‌های زیره‌ی سیاه، فلفل سیاه و درمنه‌ی خراسانی در محتوای پروتئین ($F = 5.92$; $df = 4, 20$; $P = 0.0026$)، لیپید ($F = 3.92$; $df = 4, 20$; $P = 0.0165$) و گلیکوژن ($F = 3.92$; $df = 4, 20$; $P = 0.0165$) شفیره‌های بید سیب‌زمینی در مقایسه با گروه‌های شاهد معنی‌دار بود. در کل مقادیر پروتئین، لیپید و گلیکوژن مرحله‌ی شفیرگی بید سیب‌زمینی تحت تأثیر اسانس‌های زیره‌ی سیاه و فلفل سیاه با شاهد معنی‌دار نبود، اما اختلاف بین اسانس درمنه‌ی خراسانی و شاهد معنی‌دار بود (شکل ۳). اثر اسانس‌های گیاهی در محتوی ذخایر انرژی بید سیب‌زمینی بجز یک مورد بررسی نشده است. عبدالعزیز (AbdEl-Aziz, 2011)، مقدار پروتئین کل لاروهای بید سیب‌زمینی تحت تأثیر اسانس گیاه مرزنجوش در مقایسه با شاهد را افزایشی و در مرحله‌ی شفیرگی نسبت به شاهد را کاهشی گزارش کردند. در بررسی حاضر همانند نتایج تحقیق مذکور، مقدار پروتئین کل بید سیب‌زمینی در مرحله‌ی شفیرگی تحت تأثیر اسانس‌های زیره‌ی سیاه، فلفل سیاه و درمنه‌ی خراسانی در مقایسه با شاهد کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری

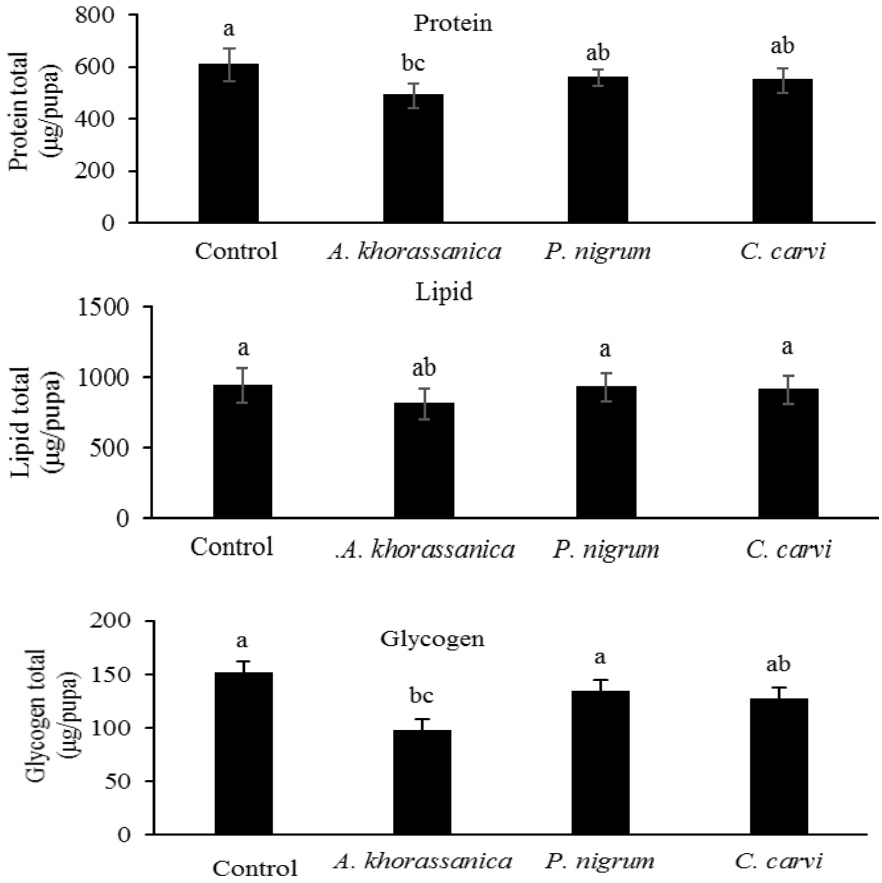
با توجه به اهمیت بید سیب‌زمینی به‌عنوان یکی از آفات مهم بسیاری از مناطق سیب‌زمینی‌کاری دنیا و با در نظر گرفتن آثار سوء آفت‌کش‌ها و مقاوم شدن آفات در برابر بسیاری از آن‌ها، در سه دهه‌ی گذشته محققین بسیاری به استفاده از ترکیبات مستخرج از گیاهان در مدیریت آفات روی آوردند. در این تحقیق، علاوه بر بررسی سمیت تدخینی اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، فلفل سیاه و زیره‌ی سیاه، اثرهای زیرکشندگی آن‌ها هم روی پراسنجه‌های زیستی، جدول زندگی و ذخایر انرژی بید سیب‌زمینی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، فلفل سیاه و زیره‌ی سیاه سمیت تدخینی مناسبی روی بید سیب‌زمینی داشتند. همچنین مقادیر به‌دست آمده برای نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، به‌عنوان مهم‌ترین پراسنجه در تعیین میزان رشد جمعیت، در تیمارهای تحت تأثیر غلظت‌های زیرکشنده در هر سه اسانس در مقایسه با شاهد کمتر بود. از طرف دیگر اسانس‌های مذکور به ویژه اسانس درمنه‌ی خراسانی اثرهای کنترلی قابل توجه در میزان زنده‌مانی، امید به زندگی و ذخیره‌ی گلیکوژن بید سیب-زمینی داشتند. بنابراین، اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی، فلفل سیاه و زیره‌ی سیاه می‌توانند به‌دلیل ایجاد تلفات مستقیم، کاهش جمعیت و کاهش سطح انرژی بید سیب‌زمینی به عنوان ترکیباتی کم‌خطر برای انسان و محیط‌زیست به منظور مدیریت آفت بید سیب‌زمینی در شرایط انبار مورد استفاده قرار گیرند. پیشنهاد می‌شود بررسی‌های تکمیلی در راستای معرفی فرمولاسیون‌های مناسب برای افزایش دوام اسانس‌ها در شرایط انباری که امکان کاربرد در کنار محصول سیب-زمینی را هم داشته باشند، انجام شود.

سپاسگزاری

تحقیق حاضر با حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شده است

www.SID.ir

Archive of SID



Mean values in a figure followed by different letters are significantly different (LSD test, P<0.05).

شکل ۳- مجموع پروتئین، لیپید و گلیکوژن مرحله‌ی شفیرگی *Phthorimaea operculella* تحت تأثیر اسانس‌های درمنه‌ی خراسانی *Artemisia khorassanica*، زیره‌ی سیاه *Carum carvi*، فلفل سیاه *Piper nigrum* و شاهد

Figure 3. Total protein, lipid and glygogen of stage of pupa of *Phthorimaea operculella* under the effect of *Artemisia khorassanica*, *Carum carvi*, and *Piper nigrum* essential oils and control

References

Abd El-Aziz, M. F. 2011. Bioactivities and biochemical effects of marjoram essential oil used against potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Life Science Journal** 8: 288-297.

Adams, R. P. 2001. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Carol Stream: Allured Publishing Co.

Bemani, M., Izadi, H., Mahdian, K., Khani, A. and Samih, M. A. 2012. Study on the physiology of diapause, cold hardiness and supercooling point of overwintering pupae of the pistachio fruit hull borer, *Arimania comaroffi* (Ragonot) (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Insect Physiology** 58: 897–902.

Ben Jemâa, J. M., Tersim, N., Toudert, K. T. and Khouj, M. L. 2012. Insecticidal activities of essential oils from leaves of *Laurus nobilis* L. from Tunisia, Algeria and Morocco, and comparative chemical composition. **Journal of Stored Products Research** 48: 97-104.

Borzoui, E., Naseri, B., Abedi, Z. and Karimi-Pormehr, M. S. 2016. Lethal and sublethal effects of essential oils from *Artemisia khorassanica* Podi and *Vitex pseudo-negundo* Against *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae). **Environmental Entomology** 45: 1220-1226.

Cheng, S. S., Chua, M. T., Chang, E. H., Huang, C. G., Chen, W. J. and Chang, S. T. 2009. Variations in insecticidal activity and chemical compositions of leaf essential oils from *Cryptomeria japonica* (L. f.) at different ages. **Bioresource Technology** 100: 465–70.

Chi, H. and Su, H. Y. 2006. Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidea) and it's host *Mysuz persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with

www.SID.ir

Archive of SID

mathematical proof of the relationship between female fecundity and their net reproductive rate. **Environmental Entomology** 35: 10-21.

Chi, H. 2013. TWOSEX-MSChart: A computer program for the age-stage, two sex life. table analysis. http:// 140. 120. 197. 173/Ecology/.

Dogramaci, M. and Tingey, W. M. 2008. Comparison of insecticide resistance in a north American field population and laboratory colony of potato tuber moth (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Pest Science** 81: 17-22.

Ebadollahi, A. and Mahdavi, V. 2019 .Insecticidal effects of Moldavian dragonhead, *Dracocephalum moldavica* L. essential oil on the parasitoid wasp *Habrobracon hebetor* (Say) and its hosts *Anagasta Kuehniella* (Lapsus) and *Plodia interpunctella* (Hubner). **Plant Pest Research** 9: 49-61.

Fan, L. S., Muhamad, R., Omar, D. and Rahmani, M. 2011. Insecticidal properties of *Piper nigrum* L. fruit extracts and essential oils against *Spodoptera litura* Fabricius. **International Journal of Agriculture and Biology** 13: 517–522.

Fang, R., Jiang, C. H., Wang, X. Y., Zhang, H. M., Liu, Z. L., Zhou, L. and Du, S. S. 2010. Insecticidal activitis of essential oil of *Carum carvi* L. fruits from China and its main components against two grain storage insects. **Molecules** 15: 9391-9402.

Guerra, P. C., Molina, I. Y., Ya´ bar, E. and Gianoli, E. 2007. Oviposition deterrence of shoots and essential oils of *Minthostachys* spp. (Lamiaceae) against the potato tuber moth. **Journal of Applied Entomology** 131: 134-138.

Horgan, F. G., Quiring, D. T., Lagnaoui, A. and Pelletier, Y. 2007. Variable responses of tuber moth to the leaf trichomes of wild potatoes. **The Netherlands Entomological Society** 125: 1-12.

Isman, M. B. 2006. Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology** 51:45–66.

Isman, M. B. and Grieneisen, M. L. 2014. Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. **Trends in Plant Science** 19: 140–145.

Izakmehri, K., Saber, M., Mehrvar, A., Hassanpouraghdam, M. B. and Vojoudi, S. 2013. Lethal and sublethal effects of essential oils from *Eucalyptus camaldulensis* Dehn and *Heracleum persicum* Desf against the adults of *Callosobruchus maculatus* Fabricius. **Journal of Insect Science** 13: 152.

Khorrami, F., Rafiee –Dastjerdi, H., Hassanpour, M. and Esmaeilpour, B. 2014. The lethal and sub-lethal effect of essential oils of *Lavandula angustifolia* L. and *Origanum vulgare* Mill. on life table parameters of *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Agricultural Pest Management** 1: 41-51. (in Farsi)

Liedo, P., Carey, J. R. and Vargas, R. I. 1994. Mass rearing of fruit fliyes: A demographic analysis. In: Calkenis, C. O., Klassen, W., and Liedo, P. (eds): Fruit Fliyes and the Sterile Insect Technique. CRC Press, Boca Raton.

Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry** 193: 265–275.

Meyer, J. S., Igersoll, C. G., MacDonald, L. L. and Boyce, M. S. 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. **Ecology** 67: 1156-1166.

Mohammad, A., Douches, D. S., Pett, W., Grafius, E., Coombs, J., Liswidowati, J., Madkour, M. A. and Li, W. 2000. Evaluation of potato tuber moth (Lepidoptera: Gelechiidae) resistance in tubers of Bt-cry$_5$ transgenic potato lines. **Journal of Economic Entomology** 93: 472-476.

Naghizadeh, S., Rafiee-Dastjerdi, H., Golizadeh, A., Esmaielpour, B. and Mahdavi, V. 2016. The effects of essential oils of *Artemisia absinthium* L., *Achillea millefolium* L. and *Artemisia dracunculus* L. against potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Jordan Journal of Agricultural Sciences** 12(4): 1115-1123.

Pruitt, N. L. and Lu, C. 2008. Seasonal changes in phospholipid class and class specific fatty acid composition associated with the onset of freeze tolerance in third instar larvae of *Eurosta solidaginis* (Fitch). **Physiologycal and Biochemical Zoology** 81: 226–234.

Rafiee-Dastjerdi, H., Khorrami, F., Razmjou, J., Esmaielpour, 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.

www.SID.ir

Archive of SID

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.

Rinehart, J. P., Li, A., Yocum, G. D., Robich, R. M., Hayward, S. A. L. and Denlinger, D. L. 2007. Upregulation of heat shock proteins is essential for cold survival during insect diapause. **Proceeding of National Academy of Sciences of The United States of America** 104: 11130–11137.

Rondon, S. I. 2010. The potato tuber worm: a literature review of its biology, ecology and control. **American Journal of potato Research** 87: 149-166.

SAS, 2003. A Guide to Statistical and Data Analysis. Version 9.1. SAS Institute, Cary.

SPSS, 2015. IBM Spss Statistics for windows, Version 24.0. Armonk, N Y: IBM Crop.

Symington, C. A. 2003. Lethal and sublethal effects of pesticides on the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) and its parasitoid *Orgilus lepidus* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Crop Protection** 22: 513-519.

Tayoub, G., Alorfi, M. and Ismail, H. 2019. Fumigate efficacy of *Juniperus foetidissima* (Willd) essential oil and two terpenes against *Phthorimaea operculella* (Zeller). **Herba Polonica Journal** 65(2): 14-21.

Upadhyay, R. K. and Jaiswal, G. 2007. Evaluation of biological activities of *Piper nigrum* L. oil against *Tribolium castaneum*. **Bulletin of Insectology** 60: 57-61.

Van Handel, E. 1985. Rapid determination of glycogen and sugars in mosquitoes. **Journal of the American Mosquito Control Association** 1: 299–301.

Vaneva-Gancheva, T. and Dimitrov, Y. 2013. Chemical control of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) on tobacco. **Bulgarian Journal of Agricultural Science** 19: 1003-1008.

Zeinalzadeh, L., Karimi-Malatti, A. and Sahvagard, A. 2016. Effect of four commercial barley varieties on life table parameters of *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Crop Protection** 52: 293-305.

www.SID.ir

Archive of SID

Plant Pest Research
2020- 10(4): 41-57

Research paper

Lethal and sublethal effects of essential oils of *Artemisia khorassanica* Podi, *Carum carvi* L., and *Piper nigrum* L. on the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller)

M. Nedaei[1*], G. Nouri–Ganbalani[1], H. Rafiee–Dastjerdi[1] and A. Ebadollahi[2]
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: October 18, 2020- Accepted: January 30, 2021)

Abstract

In the present study, lethal and sublethal effects of essential oils of *Artemisia khorassanica* Podi, *Carum carvi* L. and *Piper nigrum* L. was assessed on number of parameters of *Phthorimaea operculella* (Zeller). The lethal concentrations (LC_{50}) of essential oils were determined on the adults. Sublethal concentration (LC_{20}) of essentials decreased the amount of life expectancy (e_x), and showed different changes on the survival rate (l_x) and reproductive value (v_x) in comparison with the control. *A. khorassanica* essential oil in comparison with two the other essential oils decreased the population growth parameters such as gross reproduction rate (*GRR*), net reproduction rate (R_0), intrinsic rate of increase (r), and finite rate of increase (λ) and increased the mean generation time (T) significantly. The essential oil of *A. khorassanica* had the most effective on biological parameters such as larval duration, immature stages, female longevity, the fecundity and fertility. The essential oil of *A. khorassanica* decreased the amounts of pupal protein (489.2 ± 20.86 µg/pupa), lipid (812.40 ± 48.70 µg/pupa) and glycogen (96.4 ± 5.51 µg/pupa) of pupae compared with the control (606.8 ± 28.38, 941.80 ± 54.97 and 150.40 ± 15.09 µg/pupa, respectively). Chemical composition analysis of the essential oils showed that camphor and 1,8-cineol in *A. khorassanica* and 2-methyl-3-phenyle propane in *C. carvi* and *P. nigrum* had the most amount. Considering the lethal and sublethal effects of essential oils, performing additional research achieving their application in the management of pest is recommended.

Key words: Botanical essential oils, lethal effects, sub-lethal, *Phthorimaea operculella*

* Corresponding author: masoumehnedaei94@gmail.com

www.SID.ir