

تأثیر اسانس‌های گیاهان دارویی مرزه، *Satureja hortensis* L.، ترخون، *Artemisia dracunculus* L. و آویشن باغی، *Thymus vulgaris* L. بر شاخص‌های تغذیه‌ای سوسک کلرادوی سیب زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)

قدیر نوری قنبلانی^{۱*}، اکرم تقی زاده ساروکلانی^۲ و هوشنگ رفیعی دستجردی^۱

۱- استاد و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه محقق اردبیلی.

۲- دانشجوی دکتری گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه محقق اردبیلی.

*مسئول مکاتبه gadirnouri@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۱۲

چکیده

سیب‌زمینی، *Solanum tuberosum* L. یکی از محصولات کشاورزی بسیار مهم در جهان می‌باشد. این محصول مورد حمله آفات مختلفی از جمله سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Say) قرار می‌گیرد. با توجه به این‌که خاصیت حشره‌کشی و ضد تغذیه‌ای بعضی از ترکیبات گیاهی روی آفات متعددی به اثبات رسیده است، لذا در این تحقیق تأثیر اسانس سه گیاه دارویی مرزه، *Satureja hortensis* L.، ترخون، *Artemisia dracunculus* L. و آویشن باغی، *Thymus vulgaris* L. بر شاخص‌های تغذیه‌ای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار (سه اسانس گیاهی) و چهار غلظت (در لارو سن دوم و سوم ۴، ۶، ۸ و ۱۰ پی‌پی‌ام و در لارو سن چهارم و حشرات کامل ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۶ پی‌پی‌ام) و با ۱۵ تکرار در اتاقک رشد تنظیم شده در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنائی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت. اسانس‌های مورد بررسی روی شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سنین دوم، سوم، چهارم و حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی اثر مطلوبی داشتند، ولی اسانس مرزه در تمامی غلظت‌های مورد بررسی نرخ رشد نسبی، نرخ مصرف نسبی، کارایی تبدیل غذای خورده شده مراحل لاروی و حشره کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را در مقایسه با اسانس دو گیاه دیگر به طور معنی‌داری بیشتر کاهش داد و تأثیر منفی بیشتری بر شاخص تغذیه‌ای مراحل رشدی داشته است. بنابراین، اگر بتوان اسانس گیاه مرزه را به روشی فرموله کرده و دوام آن را در مزرعه افزایش داد می‌توان از آن در کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی استفاده نمود. واژه‌های کلیدی: سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، اسانس‌های گیاهی، شاخص‌های تغذیه‌ای

مقدمه

سال سیب‌زمینی نامیده است. این محصول در بیش از ۱۴۰ کشور جهان کشت و زرع می‌شود. تقریباً یک سوم این محصول در کشورهای در حال توسعه و عمدتاً در کشورهای آسیایی تولید می‌شود. تولید جهانی سیب‌زمینی در سال ۲۰۱۳ در حدود ۳۷۶ میلیون تن و میزان تولید سالیانه آن در ایران در حدود پنج میلیون تن می‌باشد (بی نام ۲۰۱۳). با توجه

سیب‌زمینی به دلیل دارا بودن کربوهیدرات، پروتئین و ویتامین‌ها از جمله محصولات مهم کشاورزی در سراسر جهان به شمار می‌رود. این گیاه چهارمین محصول استراتژیک و تامین‌کننده منابع غذایی پس از گندم، برنج و ذرت محسوب می‌شود. سازمان خوار و بار و کشاورزی جهان سال ۲۰۰۸ را

(۲۰۰۶) نشان دادند که ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس برگ و گل گیاه اسطوخودوس، *Lavandula* -Mart Riv. (Rozeira) *duisieri* که شامل ۱ و ۸- سینئول^۱ و سیس-لینالول اکسید^۲ می‌باشد، تغذیه حشرات کامل سوسک کلرادو را به ترتیب ۳۰ و ۲۶ درصد کاهش می‌دهند. اردوغان و تورس (۲۰۰۷) نشان دادند که عصاره استخراج شده از میوه گیاه *Xanthium strumarium* L. بر لارو و حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی اثر سمی و بازدارندگی تغذیه‌ای داشته است. با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیقات هیسار و همکاران (۲۰۰۹) امولسیون ۰/۳ درصدی از حشره کش گیاهی نیم آزال تی-اس^۳ بر میزان تغذیه سوسک کلرادو موثر واقع گردیده است به طوری که بعد از هفت روز میزان تغذیه ۲۰ درصد کاهش یافت. نوری قنبلانی و همکاران (۱۳۸۹) اثرات دورکنندگی اسانس پنج گیاه *Teucrium polium* L.، ترخون، *Artemisia dracunculus* L.، لیموترش، *Citrus limonium* Risso و شمعدانی عطری، *Pelargonium roseum* Andr. را بر حشرات کامل و لاروهای سوسک کلرادو مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که اسانس‌های گیاهان درمنه، ترخون و کلپوره نسبت به حشرات کامل و اسانس‌های گیاهان درمنه، لیموترش، شمعدانی عطری و کلپوره نسبت به لاروهای درشت سوسک کلرادوی سیب‌زمینی خاصیت دورکنندگی داشتند. بررسی اثر بازدارندگی تغذیه‌ای عصاره متانولی ۷۵ گونه گیاهی از منطقه اوراسیا روی لارو سوسک کلرادو نشان داد که گیاهان سنبل ختایی، *Angelica archangelica* L.، *Boiss & Balansa* و *Grindelia camporum* E. بیشترین تاثیر دورکنندگی را داشتند که این گیاهان با دارا بودن ترکیباتی مانند

به اهمیت این محصول حفاظت آن از خسارت آفات بسیار با ارزش تلقی می‌شود. سوسک کلرادوی سیب-زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Say) یکی از جدی ترین آفات این گیاه زراعی محسوب می‌شود. لارو و حشرات کامل این حشره از برگ‌ها و ساقه‌های گیاه میزبان تغذیه کرده و اغلب باعث بی‌برگی کامل گیاه می‌شوند (پدیگو ۱۹۹۹). برای کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی به طور معمول از حشره کش-های شیمیایی استفاده می‌شود. با توجه به عوارض جانبی متعدد حشره‌کش‌های مصنوعی استفاده از سایر روش‌های موثر کنترل جمعیت و بویژه یافتن آفت‌کش‌های طبیعی با منشأ گیاهی به عنوان جایگزین مصرف سموم شیمیایی به منظور کنترل آن ارزشمند می‌باشد. در این راستا اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی که از گیاهان معطر استخراج می‌شوند مورد توجه قرار گرفته‌اند (شایا ۱۹۹۷). تعدادی از گیاهان دارای ترکیباتی با خواص حشره‌کشی هستند و گاهی بعضی از این ترکیبات گیاهی عامل مقاومت گیاه در برابر آفت می‌باشند (نوری قنبلانی و همکاران ۱۳۹۱). همچنین بعضی از این ترکیبات گیاهی روی حشرات آفت خاصیت دورکنندگی و بازدارندگی تغذیه‌ای دارند (کیتا و همکاران ۲۰۰۰). تحقیقات متعددی در مورد تاثیر اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی روی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی انجام گرفته است. تحقیقات آنایا و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که ترکیبات شیمیایی موجود در گیاه تمشک سیاه زینتی، *Callicarpa acuminata* H. B. K. روی تغذیه حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی تاثیر بازدارندگی دارد. عصاره آبی استخراج شده از شمعدانی معمولی *Pelargonium hortorum* Bailey و شمعدانی وحشی *Geranium pusillum* L.، با داشتن ترکیباتی مثل فلاونوئید، پلی فنول و تانن سبب بازدارندگی تغذیه-ای می‌شوند و بر مراحل رشدی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی تاثیر منفی می‌گذارند (لامپاراسکی و اورزینیاک ۲۰۰۵). گونزالس کولوما و همکاران

¹1,8-cineole ² Cis-linalool oxide ³ Neem-Azal T/S

سانتی‌متر و در دمای 25 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی در داخل اتاقک رشد بیندر مدل کی.بی.دبلیو. ۷۲۰ لیتری^۱ نگهداری و با برگ‌های تازه سیب‌زمینی تغذیه شدند تا جفت‌گیری و تخم‌ریزی نمایند. تخم‌های همسن بر روی برگ‌های سیب‌زمینی در اتاقک رشد در داخل ظروف پرورش پلاستیکی $30 \times 20 \times 10$ سانتی‌متری نگهداری شدند تا تفریح شوند. به لاروهای سن یک اجازه داده شد تا به سن دوم تبدیل شوند و مراحل لاروی سن دوم، سوم و چهارم برای آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور تامین برگ‌های تازه سیب‌زمینی در طول آزمایش، در اوایل فصل بهار سال ۱۳۹۱ غده‌های سیب‌زمینی رقم آگریا در زمینی به مساحت ۱۰۰ مترمربع واقع در مجاورت دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی کشت شد. این زمین به سه قسمت تقسیم شده و هر قسمت به فاصله ۱۰ روز از یکدیگر کاشته شد تا در تمام طول مدت آزمایش برگ‌های تازه سیب‌زمینی مورد نیاز برای انجام آزمایش در دسترس باشد.

استخراج اسانس

نمونه‌های گیاهی خشکانده شده در شرایط سایه و در دمای 25 درجه‌ی سلسیوس با استفاده از دستگاه آسیاب مدل مولینکس پودر شد. برای استخراج اسانس ها مقدار ۵۰ گرم از هر گیاه مورد نظر با ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به داخل دستگاه اسانس‌گیر شیشه‌ای مدل کلونجر^۲ ریخته شد و اسانس‌گیری به مدت سه ساعت در دمای 80 درجه‌ی سلسیوس به روش تقطیر با آب انجام شد. اسانس ها در داخل شیشه‌های دو میلی‌لیتری با روپوش آلومینیومی در دمای چهار درجه‌ی سلسیوس جهت استفاده در آزمایشات زیست‌سنجی در داخل یخچال نگهداری

آلکالوئید، کومارین، فنول، ترپن و پلی‌فنول اثر بازدارندگی تغذیه‌ای و مانع‌شوندگی از رشد نیز نشان دادند (پاولا ۲۰۱۰). با توجه به مقاوم شدن جمعیت‌های سوسک کلرادوی سیب‌زمینی به آفت‌کش‌های شیمیایی متداول در کنترل آن (دیکنز ۲۰۰۲؛ موتاسانچز و همکاران ۲۰۰۶) و اثرات جانبی متعدد و زیان‌آور آفت‌کش‌های مصنوعی متداول، در سال‌های اخیر گرایش به استفاده از آفت‌کش‌های با منشأ گیاهی برای کنترل این آفت بیشتر شده است. به نظر می‌رسد ترکیبات با منشأ گیاهی می‌توانند به عنوان جایگزین یا مکمل حشره‌کش‌های شیمیایی جهت کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی مورد استفاده قرار گیرند. لذا در این تحقیق اثر حشره‌کشی و بازدارندگی تغذیه‌ای اسانس سه گیاه دارویی مرزه، ترخون و آویشن باغی بر سوسک کلرادوی سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه گیاهان دارویی

در این تحقیق سه گیاه دارویی شامل: مرزه، *L. Satureja hortensis*، ترخون، *Artemisia dracunculul* و آویشن باغی، *Thymus vulgaris* L. از باغ گیاه‌شناسی شهرستان شیراز در مرحله گل‌دهی و در فصل بهار، مرحله و فصل برخورداراز بیشترین میزان اسانس‌دهی، تهیه شد. بخش‌های مورد مطالعه گیاهان شامل برگ و گل آذین بودند که در شرایط سایه و دمای 25 درجه‌ی سلسیوس خشکانده شده و برای استفاده در مراحل بعدی در داخل کیسه پلاستیک‌های مخصوص تا زمان تهیه اسانس نگهداری شدند.

جمع‌آوری و پرورش حشرات

در فصل بهار و تابستان سال ۱۳۹۱ حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی از مزارع سیب‌زمینی دشت اردبیل جمع‌آوری شدند. حشرات کامل در داخل ظروف پلاستیکی نیمه شفاف به ابعاد $30 \times 20 \times 10$

کمپانی سارتوریوس گروپ^۲ تعیین شد. سپس ظروف پتری حاوی حشرات به داخل اتاقک رشد بیندر تنظیم شده به شرح ذکر شده منتقل شد. این آزمایش برای حشره کامل و هر یک از مراحل لاروی در چهار غلظت و ۱۵ تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. آزمایش طی سه روز انجام شد. میزان تغذیه سنین مختلف لاروی و حشره کامل از طریق توزین مجدد باقیمانده برگ‌ها تعیین شده و با شاهد مقایسه شد. شاخص‌های تغذیه‌ای به شرح زیر محاسبه گردید:

نرخ رشد نسبی (RGR) Relative Growth Rate

$$RGR = (A - B) / (B \times H)$$

A = وزن حشرات زنده بعد از آزمایش بر حسب میلی-گرم به ازای هر فرد

B = وزن اولیه حشرات زنده بر حسب میلی-گرم به ازای هر فرد

H = مدت زمان تغذیه حشره (سه روز)

نرخ مصرف نسبی (RCR) Relative Consumption Rate

$$RCR = D / (B \times H)$$

D = وزن غذای خورده شده بر حسب میلی-گرم به ازای هر فرد

H = مدت زمان تغذیه حشره (سه روز)

شاخص بازدارندگی تغذیه‌ای (FDI) Feeding Deterrence Index

$$FDI = [(C - T) / C] \times 100$$

C = وزن غذای خورده شده در شاهد (میلی-گرم به ازای هر فرد)

T = وزن غذای خورده شده در تیمار (میلی-گرم به ازای هر فرد)

H = مدت زمان تغذیه حشره (سه روز)

کارایی تبدیل غذای خورده شده Efficacy of Conversion of Ingested Food (ECI)

ECI = RGR / RCR × 100

$$ECI = RGR / RCR \times 100$$

در حشرات کامل فقط شاخص بازدارندگی تغذیه‌ای محاسبه شد. داده‌های بدست آمده از این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار شامل سه اسانس گیاهی و هر تیمار در چهار غلظت و هر غلظت

شد. به هر شیشه حاوی اسانس ۰/۱ گرم سولفات سدیم جهت خارج شدن آب آنها اضافه شد.

بررسی تأثیر اسانس‌ها بر شاخص‌های تغذیه‌ای

سنین مختلف لاروی و حشرات کامل

برای بررسی تأثیر اسانس‌ها روی شاخص‌های تغذیه‌ای سنین مختلف لاروی و حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی از تلفیقی از روش پاولا (۲۰۱۰) و هانگ و همکاران (۲۰۰۰) استفاده شد. در ابتدا آزمایش مقدماتی صورت گرفت تا غلظت زیر کشندگی تعیین گردد. سپس فاصله بین غلظت‌ها به صورت لگاریتمی تعیین شد. در این آزمایش لاروها و حشرات کامل ابتدا به مدت سه ساعت گرسنگی داده شد. کاغذ واتمن شماره یک با آب مقطر مرطوب و در کف ظروف پتری شیشه‌ای ۹ سانتیمتری قرار داده شد. سپس چهار دیسک برگی دو سانتیمترمربعی برای لاروهای سن دوم و سوم و شش دیسک برگی دو سانتیمترمربعی برای لارو سن چهارم و حشره کامل تهیه گردید. دیسک‌های برگی به اسانس‌های بررسی شده با غلظت‌های ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۰ پی پی ام برای لاروهای سنین دوم و سوم و غلظت‌های ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۶ پی پی ام برای لاروهای سن چهارم و حشرات کامل آغشته شده و روی کاغذ واتمن هر یک از ظرف‌های پتری قرار داده شد. به منظور آغشته کردن برگ‌های سیب‌زمینی به اسانس‌های مورد نظر، ابتدا با رقیق‌سازی اسانس‌ها با استون غلظت‌های مورد نظر تهیه گردید و سپس دیسک‌های برگی تهیه شده از سومین برگ سیب‌زمینی از بالا در داخل اسانس مورد نظر که با استون رقیق گردیده بود غوطه‌ور شدند. ۱۰ دقیقه بعد از خشکانده شدن برگ‌ها در شرایط آزمایشگاه دو عدد لارو و یا حشره کامل (برحسب مورد) درون هر ظرف قرار داده شد. وزن لاروها و حشرات قبل و بعد از آزمایش با استفاده از ترازوی دیجیتالی دقیق با دقت یک هزارم (مارک آکیولب^۱ و

²Sartorius group

¹Acculab

زمینی اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (جدول‌های ۱ تا ۹) و متناسب با افزایش غلظت اسانس‌ها نرخ مصرف نسبی کاهش یافت. اسانس گیاه مرزه در مقایسه با اسانس‌های ترخون و آویشن باغی بیشترین تأثیر منفی را بر نرخ مصرف نسبی در لاروهای سن دوم، سوم و چهارم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی نشان داد و سبب کمترین مصرف لاروهای این حشره از برگ‌های سیب‌زمینی گردید.

تأثیر اسانس گیاهان بر کارایی تبدیل غذای خورده شده

نتایج این تحقیق نشان داد که در بین غلظت‌های مختلف اسانس هر سه گیاه ترخون، آویشن باغی و مرزه از نظر تأثیر بر کارایی تبدیل غذای خورده شده تفاوت معنی‌داری وجود دارد و متناسب با افزایش غلظت اسانس‌های هر سه گیاه کارایی غذای بلعیده شده توسط مراحل مختلف رشدی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی کاهش یافته است (جدول‌های ۱ تا ۹). در بالاترین غلظت (۱۶ پی پی ام) کارایی غذای خورده شده در لارو سن چهارم برای اسانس‌های مرزه، آویشن باغی و ترخون به ترتیب ۰/۸۳، ۱/۳۵ و ۰/۵۵ درصد بود (جدول‌های ۳، ۶ و ۹). این روند کاهش در لاروهای سن دوم و سوم نیز مشاهده گردید (جدول‌های ۱، ۲، ۴، ۵ و ۷، ۸). میانگین غلظت اسانس گیاه ترخون و مرزه به ترتیب کمترین و بیشترین تأثیر را بر کارایی تبدیل غذای خورده شده داشته است، یعنی افزایش تأثیر سبب کاهش میزان غذای بلعیده شده توسط مراحل مختلف رشدی شده است (جدول ۱۱).

تأثیر اسانس گیاهان بر شاخص بازدارندگی تغذیه‌ای

متناسب با افزایش غلظت اسانس گیاهان مرزه، ترخون و آویشن باغی شاخص بازدارندگی تغذیه‌ای مراحل رشدی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی افزایش یافت. همچنین بین غلظت‌های مورد استفاده نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. با افزایش غلظت از

با ۱۵ تکرار تجزیه واریانس شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم افزار SPSS 16.0 و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج

تأثیر اسانس گیاهان بر نرخ رشد نسبی

تأثیر اسانس گیاهان مرزه، آویشن باغی و ترخون بر نرخ رشد نسبی مراحل رشدی مورد بررسی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در این تحقیق در غلظت‌های مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نشان دادند. همانطور که در جدول ۱ آمده است، غلظت‌های مختلف اسانس گیاه ترخون سبب کاهش رشد نسبی لاروهای سن دوم گردید و از این نظر بین غلظت‌های مختلف اسانس تفاوت معنی‌داری وجود داشت و همین روند در دو اسانس دیگر نیز مشاهده شد (جدول‌های ۴ و ۷). همچنین اسانس‌های گیاهی مورد آزمایش در کلیه غلظت‌ها با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. نتایج حاصل از تأثیر افزایش غلظت بر نرخ رشد نسبی نشان داد که غلظت ۱۰ پی پی ام در مراحل لاروی سنین دوم و سوم و غلظت ۱۶ پی پی ام در مرحله‌ی لارو سن چهارم به طور معنی‌داری بیشترین تأثیر را در مقایسه با غلظت‌های دیگر داشتند. همچنین غلظت چهار پی پی ام در مراحل لاروی سن دوم و سوم و ۱۰ پی پی ام در لارو سن چهارم کمترین تأثیر را بر نرخ رشد نسبی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی نشان دادند (جدول‌های ۱ تا ۹). البته اسانس گیاه مرزه نسبت به دو اسانس دیگر بیشترین تأثیر را بر هر سه مرحله‌ی لاروی نشان داد و سبب شد که نرخ رشد نسبی به میزان بیشتری کاهش یابد و کمترین رشد حشره نیز در تیمار اسانس مرزه بدست آمد.

تأثیر اسانس گیاهان بر نرخ مصرف نسبی

در بین غلظت‌های مختلف اسانس هر سه گیاه ترخون، آویشن باغی و مرزه از نظر تأثیر بر نرخ مصرف نسبی مراحل رشدی سوسک کلرادوی سیب-

مرحله‌ی لاروی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی داشته است و سبب شده است شاخص رشد نسبی به میزان بیشتری کاهش یافته و حشره رشد کمتری داشته باشد، در حالی که اسانس گیاه ترخون کمترین تأثیر را بر مراحل لاروی سنین دوم و چهارم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی داشته است. به همین ترتیب اسانس گیاه مرزه بیشترین تأثیر را بر نرخ مصرف نسبی در لاروهای سنین دوم و چهارم داشته است، یعنی سبب کمترین مصرف لاروهای این حشره از برگ‌های گیاه سیب‌زمینی گردیده است، ولی در لاروهای سن سوم بین تأثیر اسانس‌ها بر شاخص مصرف نسبی غذا اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. همچنین گیاه مرزه بیشترین تأثیر را بر کارایی تبدیل غذای خورده شده داشته، یعنی سبب کاهش میزان غذای بلعیده شده توسط مراحل مختلف رشدی شده است. در مجموع از نظر میزان بازدارندگی تغذیه‌ای تأثیر اسانس مرزه بر سه مرحله رشدی نسبت به دو اسانس دیگر بیشتر بوده است و بین دو اسانس دیگر اختلاف معنی‌داری از این نظر وجود نداشته است.

چهار پی پی ام به ۱۰ پی پی ام در اسانس مرزه، آویشن باغی و ترخون شاخص بازدارندگی در لارو سن دوم به ترتیب به میزان ۴۱/۷۵، ۳۵/۶۷ و ۳۷/۷۸ درصد افزایش یافت (جدول‌های ۱، ۴ و ۷). این روند در لاروهای سنین سوم و چهارم نیز مشاهده گردید. همچنین میزان بازدارندگی تغذیه‌ای در حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب زمینی با افزایش غلظت اسانس‌ها (۱۶ پی پی ام) میزان بازدارندگی تغذیه‌ای ایجاد شده توسط اسانس مرزه، ترخون و آویشن باغی به ترتیب ۵۷/۴۹، ۳۵/۱۶ و ۳۴/۸۴ درصد بود (جدول ۱۰). بدین ترتیب میزان بازدارندگی تغذیه‌ای اسانس مرزه بر همه مراحل رشدی نسبت به دو اسانس دیگر بیشتر بوده است.

مقایسه تأثیر کلی اسانس گیاهان بر شاخص‌های

تغذیه‌ای مراحل مختلف رشدی سوسک کلرادوی

سیب‌زمینی

اسانس گیاه مرزه نسبت به دو اسانس دیگر بیشترین تأثیر را بر شاخص‌های تغذیه‌ای هر سه

جدول ۱- تأثیر غلظت‌های مختلف اسانس ترخون بر شاخص‌های تغذیه‌ای لارو سن دوم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، L.

<i>decemlineata</i>				
FDI (%)	ECI (%)	RCR (mg/mg/day)	RGR (mg/mg/day)	غلظت (پی پی ام)
	۶/۲۰۲a	۰/۲۵۳a	۰/۰۱۵۷a	۰
۳۱/۸۵۷d	۵/۵۴۲a	۰/۱۷۱b	۰/۰۰۹۵b	۴
۴۸/۶۶۸c	۴/۲۹۶b	۰/۱۲۷c	۰/۰۰۵۵c	۶
۶۰/۵۱۴b	۳/۱۰۶c	۰/۰۹۹d	۰/۰۰۳۰d	۸
۶۹/۶۳۸a	۲/۳۳۱c	۰/۰۷۶d	۰/۰۰۱۶d	۱۰
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۱	P
۱۴۴/۲۶	۵۷/۷۳	۱۲۲/۱۸	۲۱۹/۲۱	F
۵۹	۷۴	۷۴	۷۴	Df

۱- حروف غیر مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون توکی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

۲- RGR: نرخ رشد نسبی، RCR: نرخ مصرف نسبی، ECI: کارایی تبدیل غذای خورده شده و FDI: شاخص بازدارندگی تغذیه.

جدول ۲- تاثیر غلظت‌های مختلف اسانس ترخون بر شاخص‌های تغذیه‌ای لارو سن سوم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، L.

<i>decemlineata</i>				
FDI (%)	ECI (%)	RGR (mg/ mg/ day)	RGR (mg/ mg/ day)	غلظت (پی پی ام)
	۶/۲۲۵a	۰/۰۹۱a	۰/۰۰۵۷a	۰
۳۴/۲۷۵d	۵/۶۶۱ab	۰/۰۵۶b	۰/۰۰۳۲b	۴
۳۹/۲۱۹c	۴/۶۱۴bc	۰/۰۵۳b	۰/۰۰۲۵c	۶
۵۳/۹۶۱b	۳/۸۷۲c	۰/۰۴۰c	۰/۰۰۱۶d	۸
۶۳/۲۴۶a	۲/۳۳۲d	۰/۰۳۱d	۰/۰۰۰۷e	۱۰
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	P
۱۰۹/۳۵	۲۳/۱۷	۲۵۹/۳۴	۱۰۸/۷۷	F
۵۹	۷۴	۷۴	۷۴	Df

۱- حروف غیر مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون توکی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

۲- RGR: نرخ رشد نسبی، RCR: نرخ مصرف نسبی، ECI: کارایی تبدیل غذای خورده شده و FDI: شاخص بازدارندگی تغذیه.

جدول ۳- تاثیر غلظت‌های مختلف اسانس ترخون بر شاخص‌های تغذیه‌ای لارو سن چهارم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، L.

<i>decemlineata</i>				
FDI (%)	ECI (%)	RGR (mg/ mg/ day)	RGR (mg/ mg/ day)	غلظت (پی پی ام)
	۳/۵۷۱a	۰/۰۶۷a	۰/۰۰۲۴a	۰
۱۸/۴۰۱d	۲/۷۸۸b	۰/۰۵۴b	۰/۰۰۱۵b	۱۰
۲۵/۵۴۱c	۲/۱۹۵b	۰/۰۵۰c	۰/۰۰۱۱c	۱۲
۳۶/۵۸۹b	۱/۵۲۲c	۰/۰۴۳d	۰/۰۰۰۷d	۱۴
۴۴/۳۸۷a	۰/۵۵۲d	۰/۰۳۶e	۰/۰۰۰۲e	۱۶
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	P
۲۱۷/۰۲	۵۱/۶۳	۲۵۷/۱۷	۱۰۵/۲۳	F
۵۹	۷۴	۷۴	۷۴	Df

۱- حروف غیر مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون توکی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

۲- RGR: نرخ رشد نسبی، RCR: نرخ مصرف نسبی، ECI: کارایی تبدیل غذای خورده شده و FDI: شاخص بازدارندگی تغذیه.

جدول ۴- تأثیر غلظت‌های مختلف اسانس آویشن باغی بر شاخص‌های تغذیه‌ای لارو سن دوم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی. L.

<i>decemlineata</i>				
FDI (%)	ECI (%)	RGR (mg/ mg/ day)	RGR (mg/ mg/ day)	غلظت (پی پی ام)
	۵/۹۹۴a	۰/۲۶۲a	۰/۰۱۵۷a	۰
۳۳/۰۲۰d	۵/۴۱۵ab	۰/۱۷۹b	۰/۰۰۹۷b	۴
۴۵/۷۵۶c	۵/۰۱۳b	۰/۱۵۱c	۰/۰۰۷۶c	۶
۵۹/۳۷۵b	۳/۹۵۳c	۰/۱۱۶d	۰/۰۰۴۶d	۸
۶۸/۶۹۲a	۳/۱۲۸c	۰/۰۸۷e	۰/۰۰۲۸e	۱۰
۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۱	P
۲۶۴/۴۴	۲۳/۶۸	۲۲۵/۶۷	۲۱۵/۸۳	F
۵۹	۷۴	۷۴	۷۴	Df

۱- حروف غیر مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون توکی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

۲- RGR: نرخ رشد نسبی، RCR: نرخ مصرف نسبی، ECI: کارایی تبدیل غذای خورده شده و FDI: شاخص بازدارندگی تغذیه.

جدول ۵- تأثیر غلظت‌های مختلف اسانس آویشن باغی بر شاخص‌های تغذیه‌ای لارو سن سوم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی. L.

<i>decemlineata</i>				
FDI (%)	ECI (%)	RGR (mg/ mg/ day)	RGR (mg/ mg/ day)	غلظت (پی پی ام)
	۶/۲۳۵a	۰/۰۸۶a	۰/۰۰۵۴a	۰
۳۲/۰۰۶d	۵/۷۸۲ab	۰/۰۵۷b	۰/۰۰۳۳b	۴
۴۳/۳۷۳c	۵/۱۵۱b	۰/۰۴۶c	۰/۰۰۲۴c	۶
۵۲/۹۴۸b	۳/۸۷۰c	۰/۰۳۹d	۰/۰۰۱۵d	۸
۶۷/۲۳۴a	۲/۴۸۹d	۰/۰۲۶e	۰/۰۰۰۶e	۱۰
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	P
۲۴۹/۹۶	۴۲/۸۸	۴۰۷/۱۹	۲۶۲/۳۲	F
۵۹	۷۴	۷۴	۷۴	Df

۱- حروف غیر مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون توکی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

۲- RGR: نرخ رشد نسبی، RCR: نرخ مصرف نسبی، ECI: کارایی تبدیل غذای خورده شده و FDI: شاخص بازدارندگی تغذیه.

جدول ۶- تاثیر غلظت‌های مختلف آویشن باغی بر شاخص‌های تغذیه‌ای لارو سن چهارم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *L. decemlineata*

غلظت (پی پی ام)	RGR (mg/ mg/ day)	RCR (mg/ mg/ day)	ECI (%)	FDI (%)
۰	۰/۰۰۲۵a	۰/۰۶۷a	۳/۶۸۴a	
۱۰	۰/۰۰۱۷b	۰/۰۵۳b	۳/۱۵۱ab	۱۹/۱۴۵d
۱۲	۰/۰۰۱۳c	۰/۰۴۶c	۲/۸۳۴bc	۳۰/۹۷۴c
۱۴	۰/۰۰۰۹d	۰/۰۳۹d	۲/۳۱۶c	۴۰/۰۲۲b
۱۶	۰/۰۰۰۵e	۰/۰۳۵e	۱/۳۵۸d	۴۶/۱۲۱a
P	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱
F	۱۶۲/۳۶	۲۹۱/۵۶	۵۹/۰۵	۱۶۳/۲۹
Df	۷۴	۷۴	۷۴	۵۹

۱- حروف غیر مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون توکی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

۲- RGR: نرخ رشد نسبی، RCR: نرخ مصرف نسبی، ECI: کارایی تبدیل غذای خورده شده و FDI: شاخص بازدارندگی تغذیه.

جدول ۷- تاثیر غلظت‌های مختلف اسانس مرزه بر شاخص‌های تغذیه‌ای لارو سن دوم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *L. decemlineata*

غلظت (پی پی ام)	RGR (mg/ mg/ day)	RCR (mg/ mg/ day)	ECI (%)	FDI (%)
۰	۰/۰۱۶۸a	۰/۲۹۰a	۵/۷۷۳a	
۴	۰/۰۰۷۵b	۰/۱۵۲b	۵/۰۰۵a	۴۸/۶۸۵d
۶	۰/۰۰۳۴c	۰/۱۰۳c	۳/۲۳۲ab	۶۶/۰۰۷c
۸	۰/۰۰۰۸d	۰/۰۵۱d	۱/۵۵۸b	۸۳/۱۳۹b
۱۰	۰/۰۰۰۳d	۰/۰۲۹d	۱/۰۳۴b	۹۰/۴۳۱a
P	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۵
F	۲۵۷/۳۴	۳۳۶/۶۴	۱۱/۷۵	۳۱۳/۰۶
Df	۷۴	۷۴	۷۴	۵۹

۱- حروف غیر مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون توکی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

۲- RGR: نرخ رشد نسبی، RCR: نرخ مصرف نسبی، ECI: کارایی تبدیل غذای خورده شده و FDI: شاخص بازدارندگی تغذیه.

جدول ۸- تاثیر غلظت‌های مختلف اسانس مرزه بر شاخص‌های تغذیه‌ای لارو سن سوم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *L. decemlineata*

غلظت (پی پی ام)	RGR (mg/ mg/ day)	RCR (mg/ mg/ day)	ECI (%)	FDI (%)
۰	۰/۰۰۵۳a	۰/۰۸۸ a	۵/۹۶۳a	
۴	۰/۰۰۲۶b	۰/۰۵۳b	۴/۸۶۶ab	۳۹/۳۵۷c
۶	۰/۰۰۱۱c	۰/۰۳۹c	۲/۹۸۳b	۵۴/۵۱۰b
۸	۰/۰۰۰۸cd	۰/۰۳۸c	۲/۲۲۳bc	۵۸/۸۰۲b
۱۰	۰/۰۰۰۳d	۰/۰۲۵d	۱/۱۸۵c	۷۰/۸۹۰a
P	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
F	۲۹۰/۳۷	۳۲۰/۷۱	۶۱/۴۲	۱۰۶/۶۰
Df	۷۴	۷۴	۷۴	۵۹

۱- حروف غیر مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون توکی در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

۲- RGR: نرخ رشد نسبی، RCR: نرخ مصرف نسبی، ECI: کارایی تبدیل غذای خورده شده و FDI: شاخص بازدارندگی تغذیه.

جدول ۹- تاثیر غلظت‌های مختلف اسانس مرزه بر شاخص‌های تغذیه‌ای لارو سن چهارم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *L. decemlineata*

غلظت (پی پی ام)	RGR (mg/mg/day)	RCR (mg/mg/day)	ECI (%)	FDI (%)
۰	۰/۰۰۲۸a	۰/۰۶۸a	۴/۰۸۷a	
۱۰	۰/۰۰۱۳b	۰/۰۴۹b	۲/۰۶۵b	۲۴/۵۵۷d
۱۲	۰/۰۰۰۷c	۰/۰۳۵c	۱/۹۲۳bc	۴۷/۰۰۰c
۱۴	۰/۰۰۰۴d	۰/۰۲۵d	۱/۶۰۱cd	۶۱/۲۰۳b
۱۶	۰/۰۰۰۲d	۰/۰۱۷e	۱/۱۷۶d	۷۲/۹۳۱a
P	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲
F	۴۰۷/۱۳	۵۸۳/۲۲	۶۱/۵۱	۲۵۹/۸۴
Df	۷۴	۷۴	۷۴	۵۹

۱- حروف غیر مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون توکی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

۲- RGR: نرخ رشد نسبی، RCR: نرخ مصرف نسبی، ECI: کارایی تبدیل غذای خورده شده و FDI: شاخص بازدارندگی تغذیه.

جدول ۱۰- تاثیر غلظت‌های مختلف اسانس‌های ترخون *A. dracunculus*، آویشن باغی *T. vulgaris* و مرزه *S. hortensis* بر

شاخص بازدارندگی تغذیه‌ای حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *L. decemlineata*

اسانس	<i>A. dracunculus</i>	<i>T. vulgaris</i>	<i>S. hortensis</i>	غلظت
اسانس	FDI (%)	FDI (%)	FDI (%)	(پی پی ام)
	۱۱/۹۵۲d	۱۷/۳۷۳c	۱۸/۶۵۶d	۱۰
	۲۱/۲۱۹c	۲۵/۰۸۰b	۲۹/۰۶۷c	۱۲
	۲۷/۳۱۶b	۳۲/۴۰۲a	۴۴/۵۰۸b	۱۴
	۳۵/۱۶۴a	۳۴/۸۴۲a	۵۷/۴۹۷a	۱۶
P	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۵	
F	۹۵/۳۱	۳۹/۸۵	۲۵۴/۲۹	
Df	۵۹	۵۹	۵۹	

۱- حروف غیر مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون توکی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

۲- df نشان دهنده درجه آزادی خطا می‌باشد.

جدول ۱۱- تاثیر میانگین غلظت‌های مختلف اسانس گیاهان ترخون، *A. dracunculus*، آویشن، *T. vulgaris* و مرزه، *S. hortensis* بر شاخص‌های تغذیه‌ای لارو سن دوم، سوم و چهارم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی *L. decemlineata*

اسانس			سنین لاروی	شاخص‌های تغذیه‌ای
<i>S. hortensis</i>	<i>T. vulgaris</i>	<i>A. dracunculus</i>		
۰/۰۰۵۸b	۰/۰۰۸۱ a	۰/۰۰۷۱ab	دوم	RGR (mg/ mg/ day)
۰/۰۰۲۰b	۰/۰۰۲۶a	۰/۰۰۲۷a	سوم	
۰/۰۰۱۰b	۰/۰۰۱۴a	۰/۰۰۱۲ab	چهارم	
۰/۱۲۵۴b	۰/۱۵۹۵a	۰/۱۴۵۶ab	دوم	RCR (mg/mg/day)
۰/۰۴۸۸a	۰/۰۵۱۰a	۰/۰۵۴۶a	سوم	
۰/۰۳۹۳ b	۰/۰۴۸۵a	۰/۰۵۰۴ a	چهارم	
۳/۲۲۹۲ b	۴/۷۰۱۱a	۴/۲۹۶۰a	دوم	ECI (%)
۳/۴۴۴۵ b	۴/۷۰۵۸a	۴/۵۴۱۱ a	سوم	
۲/۱۶۳۳ b	۲/۶۶۹۳ a	۲/۱۲۶۲b	چهارم	
۷۲/۰۶۵۶ a	۵۱/۷۱۳۰b	۵۲/۶۶۹۵b	دوم	FDI (%)
۵۵/۸۹۰۵ a	۴۸/۸۹۰۶b	۴۷/۶۷۵۸b	سوم	
۵۱/۴۲۳۰ a	۳۴/۰۶۵۸ b	۳۱/۲۳۰۰ b	چهارم	

حروف غیر مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون توکی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند

بحث

ماده غذایی مصرف شده توسط حشره سبب رشد بیشتر آن می‌گردد و با توجه به کیفیت ماده غذایی، کارایی این غذا برای حشره متفاوت است. بنابراین، اگر غذای مطلوب در اختیار حشره قرار گیرد میزان تغذیه افزایش می‌یابد. در این تحقیق تاثیر اسانس‌های سه گیاه دارویی ترخون، آویشن باغی و مرزه بر شاخص‌های تغذیه‌ای مراحل مختلف لاروی و حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اسانس هر سه گیاه مقادیر نرخ رشد نسبی، نرخ مصرف نسبی و کارایی تبدیل غذای خورده شده کاهش می‌یابد، که نمایانگر کاهش تمایل حشره برای تغذیه و به تبع آن کاهش رشد و نمو می‌باشد. همچنین با افزایش غلظت اسانس‌ها میزان بازدارندگی تغذیه‌ای افزایش یافت.

امروزه ترکیبات شیمیایی با منشأ گیاهی به عنوان حشره‌کش‌های گیاهی و همچنین به عنوان بازدارنده‌های تغذیه مورد توجه خاصی قرار گرفته‌اند. ترکیباتی که بر تغذیه حشرات تاثیر منفی می‌گذارند به عنوان مواد بازدارنده تغذیه یا ضد تغذیه نامیده می‌شوند (واروازی‌نیاک ۱۹۹۶). بازدارنده‌های تغذیه‌ای از تغذیه‌ی حشره جلوگیری می‌کنند بدون این که آن را از بین ببرند. تا سال ۲۰۰۳ بیش از ۱۰۰۰ مقاله پژوهشی در مورد بازدارنده‌های تغذیه‌ای در بی‌مهرگان و بیش از ۲۰۰ مقاله پژوهشی در مورد بازدارنده‌های تغذیه‌ای حشرات منتشر شده بود (اسپور و مک گرگور ۲۰۰۳) و تعداد مقالات منتشر شده در این زمینه همچنان در حال افزایش است.

همچنین بر اساس بررسی‌های گوکس و همکاران (۲۰۱۲) غلظت‌های متفاوت عصاره *Humulus lupulus* L. میزان بازدارندگی تغذیه‌ای حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را بعد از ۲۴ ساعت کاهش داده است. به طوری که در کمترین غلظت (۰/۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) میزان بازدارندگی تغذیه‌ای ۳/۵ درصد بوده، ولی در بالاترین غلظت (۴۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) هیچ گونه تغذیه‌ای مشاهده نشد.

بر طبق نتایج حاصل این تحقیق، افزایش غلظت اسانس گیاهان باعث کاهش میزان رشد نسبی و میزان مصرف نسبی مراحل رشدی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی شده است که در توافق با نتایج تقی‌زاده و بهزادی (۱۳۸۹) و بنزی و همکاران (۲۰۰۹) می‌باشد.

با توجه به اینکه بازدارنده‌های تغذیه‌ای فاقد خاصیت گیاه سوزی بوده و بر روی موجودات غیرهدف تأثیر قابل توجهی ندارند، لذا اگر این ترکیبات در غلظت‌های پایین تأثیرگذار بوده و بر ظاهر و طعم محصولات بی‌تأثیر باشند می‌توان از آنها به طور موثری در کنترل آفات استفاده نمود (اسپور و مک گرگور ۲۰۰۳). بنابراین، می‌توان اظهار داشت که ترکیبات گیاهی، جایگزین مناسبی برای سموم شیمیایی برای کنترل این آفت می‌باشند. در سال‌های اخیر به علت تغییر دیدگاه بشر در رابطه با محیط زندگی و افزایش توجه به سلامت محیط زیست و بهداشت مواد غذایی، گرایش به استفاده از ترکیبات گیاهی در کنترل آفات افزایش یافته است. در ایران نیز در زمینه استفاده از ترکیبات با منشأ گیاهی در کنترل آفات تاریخ و پیشینه‌ای درخشان وجود دارد. به همین دلیل پیشنهاد می‌شود از ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های موجود در کشور برای تهیه ترکیبات گیاهی حشره‌کش برای کنترل آفات استفاده شود.

البته میزان شاخص‌های تغذیه‌ای در لاروهای سنین پایین که از برگ‌های آغشته به اسانس تغذیه کردند بیشتر از لاروهای سنین بالاتر کاهش یافت. نیاز غذایی حشرات در طول مراحل نشو و نمو آنها تغییر می‌کند و این تغییر معرف تغییر در مصرف غذا و رفتار غذایی می‌باشد (بارتون برون و رابنهیمر ۲۰۰۳). میزان رشد به طور مستقیم به میزان غذای دریافتی وابسته است. میزان غذای مصرفی لاروهای سنین بالاتر بیشتر از لاروهای سنین پایین‌تر است، به همین دلیل بر اثر کاهش میزان تغذیه در اثر استفاده از اسانس‌ها میزان رشد نسبی، نرخ مصرف نسبی غذا و کارایی تبدیل غذای خورده شده کاهش می‌یابد (سنتیل ناتان ۲۰۰۶).

اسانس گیاه مرزه باعث کاهش بیشتری در مقادیر نرخ رشد نسبی، نرخ مصرف نسبی غذا و کارایی تبدیل غذای خورده شده گردید، در حالی که این اسانس باعث بازدارندگی بیشتری در تغذیه مراحل رشدی این آفت شد. بنابراین، اسانس مرزه بهتر از اسانس دو گیاه دیگر مورد بررسی در این پژوهش می‌تواند جهت استفاده در مدیریت تلفیقی مراحل رشدی این آفت مورد استفاده قرار گیرد.

در تحقیق حاضر متناسب با افزایش غلظت اسانس‌های گیاهی میزان تغذیه حشره کاهش یافت. این نتایج با یافته‌های سایر محققان منطبق می‌باشد. اردوغان و توروس (۲۰۰۷) گزارش کردند که در پایین‌ترین غلظت (پنج درصد) اسانس گیاه *Xanthium strumarium* L. مساحت برگ مورد تغذیه سوسک کلرادوی سیب‌زمینی آغشته به اسانس ۵/۷۰ سانتی-متر مربع بود و در بالاترین غلظت (۲۰ درصد) مساحت برگ مورد تغذیه این آفت ۰/۰۸ سانتی-متر مربع بوده است که نشان می‌دهد با افزایش غلظت عصاره گیاه میزان تغذیه این آفت کاهش یافته است.

منابع

- تقی زاده ساروکلایی ا. و بهزادی ف، ۱۳۸۹. بررسی بازدارندگی تغذیه‌ای اسانس‌های آویشن ایرانی *Thymus persicus* و جاشیر کوتوله *Prangos acaulis* بر رفتار تغذیه‌ای شپشه آرد *Tribolium castaneum* خلاصه مقالات اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم، اصفهان. ۲۰ تا ۲۳ شهریور ۱۳۸۹، صفحه ۴۵۲.
- نوری قنبلانی ق، فتحی س ع ا. و برمکی م، ۱۳۸۹. تأثیر برخی از اسانس‌های گیاهی روی رفتارهای تخمگذاری و تغذیه‌ای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، (*Leptinotarsa decemlineata* Say (Col. Chrysomelidae)). گیاهپزشکی (علمی کشاورزی)، جلد ۳۳، صفحه‌های ۱ تا ۹.
- نوری قنبلانی ق، حسینی م و یغمائی ف، ۱۳۹۱. مقاومت گیاهان به حشرات. چاپ چهارم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- Anaya AL, Mata R, Sims JJ, Gonzalez-Coloma A, Cruz-Ortega R, Guadano A, Hernandez-Bautista BE, Midland SL, Rios G and Gomez-Pompa A, 2003. Allelochemical potential of *Callicarpa acuminata*. Journal of Chemical Ecology 29: 2761-2776.
- Anonymous, 2013. FAOSTAT database for agriculture. Available online at: <http://faostat.fao.org/faostat/collection=agriculture>.
- Barton Browne LB and Raubenheimer D, 2003. Ontogenetic changes in the rate of ingestion and estimates of food consumption in fourth and fifth instar *Helicoverpa armigera* caterpillars. Journal of Insect Physiology 49: 63-71.
- Benzi V, Stefanazzi N and Ferrero AA, 2009. Biological activity of essential oils from leaves and fruits of pepper tree (*Schinus molle* L.) to control rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.). Chilean Journal of Agricultural Research 69: 154-159.
- Dickens JC, 2002. Behavioural responses of larvae of Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) to host plant volatile blends attractive to adults. Agricultural and Forest Entomology 4: 309-314.
- Erdogan P and Toros S, 2007. Investigations on the effects of *Xanthium strumarium* L. extracts on Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). Munis Entomology and Zoology 2: 423-432.
- Gokce A, Isaacs R and Whalon M, 2012. Dose-response relationships for the antifeedant effects of *Humulus lupulus* extracts against larvae and adults of the Colorado potato beetle. Pest Management Science 68: 476-481.
- Gonzalez-Coloma A, Martin-Benito D, Mohamed M, Concepcion M, Garcia-Vallejo MC and Soria AC, 2006. Antifeedant effects and chemical composition of essential oils from different populations of *Lavandula luisieri* L. Biochemical Systematics and Ecology 34: 609-616.
- Hiiesaar K, Svilponis E, Metspalu L, Jogar K, Mand M, Luik A and Karise R, 2009. Influence of Neem-Azal T/S on feeding activity of Colorado potato beetles (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Agronomy Research 251-256.
- Huang Y, Lam SL and Ho SH, 2000. Bioactivities of essential oil *Elletaria cardamomum* to *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum*. Journal of Stored Products Research 36: 107-117.
- Keita SM, Vincent C, Schmit J, Remaswamy S and Belanger A, 2000. Effect of various essential oil on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research 37: 339-349.

- Lamparski R and Wawrzyniak M, 2005. Effect of water extracts from Geraniaceae plants on feeding and development of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Journal of Plant Protection Research 45: 115-123.
- Mota-Sanchez D, Hollingworth RM, Grafius EJ and Moyer DD, 2006. Resistance and cross-resistance to neonicotinoid insecticides and spinosad in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). Pest Management Science 62: 30-37.
- Pavela R, 2010. Antifeedant activity of plant extracts on *Leptinotarsa decemlineata* Say. and *Spodoptera littoralis* Bois. Larvae. Industrial Crops and Products 32: 213-219.
- Pedigo LP, 1999. Entomology and Pest Management. 3rd ed. Prentice Hall New Jersey.
- Sentil Nathan S, 2006. Effect of *Melia azedarach* on nutritional physiology and enzyme activities of the rice leaf folder *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenee) (Lepidoptera: Pyralidae). Pesticide Biochemistry and Physiology 84: 98-108.
- Shaaya E, Kostjukovsky M, Eilberg J and Sukprakarn C, 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. Journal of Stored Products Research 33: 7-15.
- Spurr EB and McGregor PG, 2003. Potential invertebrate antifeedants for toxic baits used for vertebrate pest control. A literature review. P 5-36. New Zealand Department of Conservation.
- Wawrzyniak M, 1996. The effect of selected plant extracts on the cabbage butterfly, *Pieris brassicae* L. (Lepidoptera). Polish Journal of Entomology 65: 93-98.

Effects of Essential Oils of *Satureja hortensis* L., *Artemisia dracuncululus* L. and *Thymus vulgaris* L. on Nutritional Indices of the Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Col: Chrysomelidae)

G Nouri-Ganbalani^{1*}, A Taghizadeh Saroukolai² and H Rafiee Dastjerdi³

¹Professor of Agricultural Entomology of University of Mohaghegh Ardabili.

²PhD. Student of Agricultural Entomology of University of Mohaghegh Ardabili.

³Assistant Professor of Agricultural Entomology of University of Mohaghegh Ardabili.

*Corresponding author: Gadir Nouri-Ganbalani

Abstract

Potato, *Solanum tuberosum* L. is an important vegetable crop throughout the world. This crop is attacked by various pests such as Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Since many plant compounds have been found with insecticidal and deterrent effects against many insect, in this research the effects of essential oils of three medicinal plants including: *Satureja hortensis* L., *Artemisia dracuncululus* L. and *Thymus vulgaris* L. were investigated on nutritional indices of Colorado potato beetle. This study was conducted in a completely randomized experiment with three treatments (three essential oils) and each treatment with four concentrations (4-10 ppm for 2nd and 3rd larvae and 10-16 ppm for 4th and adult) and each concentration with 15 replications in a growth chamber set at 25±1°C, 65±5 % RH in 16:8 (L:D) h conditions. Essential oils of all three medicinal plants in this research showed insecticidal and nutritional deterrence effects on 2nd, 3rd, 4th and adult of Colorado potato beetle but in all concentrations, essential oil of *S. hortensis* decreased relative growth rate, relative consumption rate and efficacy of conversion of ingested food of larval stages and adult of Colorado potato beetle significantly in comparison to the other oils and affected feeding deterrence index in all stages. Therefore, if a suitable formulation method of the essential oil of *S. hortensis* could be found and the persistence of the formulated material is increased under the field conditions, it could be used for applications in integrated management of the Colorado potato beetle.

Keywords: Colorado potato beetle, Essential oils, Nutritional indices.