نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۷۸-۱۷۲

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 172-178

سمیت تنفسی اسانس گیاهی زیره سیاه (*Carum carvi*) روی شب‌پره مینوز برگ گوجه‌فرنگی، *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)

سمیرا گودرزوند چگینی[1*]- حبیب عباسی پور[2]- جابر کریمی[3]- علیرضا عسکریان زاده[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۳۰

چکیده

شب پره مینوز برگ گوجه فرنگی، *Tuta absoluta* (Meyrick)، یکی از آفات مهم گیاهان خانواده Solanaceae خصوصا گوجه فرنگی در دنیا و ایران محسوب می‌شود. استفاده بیش از حد از حشره کش های شیمیایی به سرعت منجر به بروز مقاومت آفت می‌شود. استفاده از ترکیباتی با منشا طبیعی مانند اسانس‌های گیاهی در کنترل آفت جایگزین مناسبی برای حشره کش‌های شیمیایی محسوب می‌شوند. در این تحقیق، سمیت تنفسی اسانس زیره سیاه روی مراحل تخم، لارو سن دوم و حشره کامل مورد بررسی قرار گرفت. اسانس گیاه با استفاده از دستگاه کلونجر (Clevenger) به روش تقطیر با آب استخراج شد. غلظت‌های مختلف اسانس در دامنه بین۲۰ تا ۱۰۰، ۳ تا ۷ ، ۰/۱ تا ۱ و ۰/۵ تا ۱ میکرولیتر بر لیتر هوا به ترتیب روی مراحل تخم، لارو سن دوم درون تونل برگ، لارو سن دوم به صورت مستقیم و حشره کامل هر کدام با سه تکرار به همراه شاهد آزمایش شد و میزان تلفات بعد از ۴۸ ساعت محاسبه گردید. نوع و میزان درصد ترکیبات گیاهی در هر کدام از اسانس ها با استفاده از دستگاه GC/MS تعیین گردید. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اسانس، مرگ و میر هم افزایش یافت. تجزیه و تحلیل پروبیت داده‌ها نشان داد میزان LC_{50} برای تخم، لارو سن دوم درون برگ، لارو سن دوم بیرون برگ و حشره کامل به ترتیب ۴۴/۲۴، ۴/۶۵۲، ۰/۳۳۵ و ۰/۶۲۴ میکرولیتر بر لیتر هوا بود. در اسانس زیره سیاه ترکیبات (c) – (1- methylethyl) -4- ,Benzaldehyde (۲۱/۲۹ درصد) و P- cymene (۱۸/۰۲ درصد) جزو ترکیبات شیمیایی عمده بودند. نتایج حاصل نشان داد اسانس زیره سیاه پتانسیل بالایی برای کنترل شب پره مینوز گوجه فرنگی در محیط‌های بسته دارد و برای حفاظت از محیط زیست و سلامت کاربران توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی: دز کشنده، کلونجر، گیاهان دارویی

مقدمه

مینوز برگ گوجه فرنگی، *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)، آفت بومی آمریکای جنوبی است که روی محصولات گوجه فرنگی خسارت قابل توجهی ایجاد می‌کند و برای اولین بار در اروپا در اواخر سال ۲۰۰۶ شناسایی شد (۷). در ایران در سال‌های گذشته به عنوان آفت قرنطینه‌ای به حساب می‌آمد ولی در دی ماه ۱۳۸۹ از ترکیه وارد کشور شد و امروزه در بیشتر مناطق ایران انتشار یافته است (۴). مینوز گوجه فرنگی به گیاهان خانواده Solanaceae از جمله گوجه فرنگی (میزبان اصلی)، سیب زمینی، فلفل شیرین، بادمجان و در درجه بعد روی علف‌های هرز این خانواده مثل تاتوره (*Datura stramonium*) و تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*) خسارت وارد می‌نماید (۶). این آفت به طور عمده به برگ ها و میوه‌ها خسارت می‌زند اما می‌تواند روی ساقه، جوانه ها، گل‌ها سبب از دست رفتن محصول تا حد صد درصد شود (۲۳). خسارت مستقیم آفت منجر به کاهش ظرفیت فتوسنتز و سطح تولید شده و خسارت غیر مستقیم توسط پاتوژن‌هایی که در بافت گیاه و میوه وجود دارند باعث آلودگی‌های ثانویه می‌شود (۳۴). کنترل مینوز گوجه فرنگی مخصوصاً در مزارع کشت گوجه فرنگی دشوار است (۳۳، ۱۴و ۱۳). یکی از ابزارهای اصلی مدیریت این آفت استفاده از حشره کش های شیمیایی می‌باشد (۱۵). ولی اتکای بیش از حد به استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی به سرعت منجر به بروز مقاومت آفت به آفت‌کش ها می‌شود (۱۵ ،۱۲و ۱۴). محققین امروزه فعالیت‌های خود را برای یافتن منابع جدیدی از حشره کش‌ها متمرکز نموده اند که علاوه بر سازگاری با محیط زیست دارای اثرات کنترلی موثری باشند. ترکیبات گیاهی در طبیعت زودتر تجزیه می‌شوند، سمیت کم‌تری برای انسان و سایر پستانداران دارند و اثرات مخرب کم‌تری در محیط زیست بر جای می‌گذارند (۱۷). گیاهان به ویژه

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد حشره شناسی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: s.gudarzich@gmail.com)
۲- استاد گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
۳- استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
۴- دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
DOI: 10.22067/jpp.v31i1.51361

اسانس آن‌ها به علت دارا بودن خواص حشره‌کشی و هم چنین توانمندی برخی از آن‌ها در بازدارندگی تغذیه، خاصیت دورکنندگی و تغییر مسیر رشد طبیعی آفات توانسته اند به عنوان منابع جدید کنترل کننده آفات مورد توجه قرار بگیرند (۲۵، ۲۰، ۸). بررسی اثر حشره کشی اسانس گیاه (*Artemisia absinthium*) و گیاه افسنطین (*Eupatorium buniifolium*) از خانواده Asteraceae روی آفات و بیماری‌های گوجه فرنگی نشان داده که این دو اسانس، هم فعالیت حشره کشی خوبی روی لاروهای سن دوم مینوز گوجه‌فرنگی از طریق تماسی و تنفسی و هم فعالیت ضد قارچی دارند (۳۵). فعالیت حشره کشی اسانس پوست میوه نارنج (*Citrus aurantium*) علیه لاروهای سن سوم شب‌پره مینوز (به صورت مستقیم و به صورتی که درون تونل لاروی بودند) مورد بررسی قرار گرفت؛ در صورتی که درون تونل لاروی بودند غلظت ۲۰۰ میکرولیتر بر لیتر هوا و در صورتی که به طور مستقیم در معرض اسانس بودند غلظت ۵۰ میکرولیتر بر لیتر هوا باعث ۱۰۰ درصد تلفات در لاروها شد. نتایج نشان دهنده اثر حشره کشی قابل توجه این اسانس بود. ترکیبات موجود در نارنج شامل: لیمونن، لینالول، B-pinene، B-ocimene، Myrcene به ترتیب ۶۷/۳۷۱، /۸، ۴/۰۲، ۲/۳۶ و ۳/۱۷ درصد می‌باشد. جزء اصلی که در این اسانس وجود دارد لیمونن می‌باشد که باعث فعالیت حشره کشی این اسانس شده است (۲۲). اثر گلوکوزینولات استخراج شده از گیاه (*Brassica carinata*) و اسانس‌های رزماری (*Rosmarinus officinalis*)، آویشن باغی (*T. vulgaris*)، پونه کوهی (*Origanum vulgare*)، زیره سیاه (*Carum carvi*)، بادرنجبویه (*Melisa officinalis*) طی دو سال متوالی روی وضعیت رویشی گیاهان و تولید گوجه فرنگی در سطح مزرعه مورد بررسی قرار گرفت که در میان این تیمارها، اسانس رزماری و گلوکوزینولات در وضعیت رویشی گیاهان و شاخص حاصلخیزی گیاه عملکرد بالایی داشت، ضمن این که در کنترل آفات مهم گوجه فرنگی از جمله آفت مینوز گوجه‌فرنگی نقش بسزایی را ایفا کردند(۲۴).

اثر دو عصاره گیاهی چریش (*A. indica*) و جاتروفا (*Jatropha curcus*) روی تخم و لاروهای مینوز برگ گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت که میزان تلفات تخم‌ها در غلظت ۱۰۰۰mg/L برای عصاره چریش و جاتروفا به ترتیب ۲۴/۵ و ۲۰/۴ بعد از چهار روز به دست آمد و میزان تلفات لاروها در غلظت ۸۰۰۰mg/L برای عصاره چریش و عصاره جاتروفا ۱۰۰ درصد به دست آمد (۲۱).

اثر حشره‌کش های گیاهی (*Melia azedarach* و *Azadirachta indica*) که از گیاه چریش گرفته شده اند، روی مراحل مختلف مینوز گوجه فرنگی بررسی شد و اسانس *M. azedarach* با بیشترین اثر کشندگی روی لارو مینوز گوجه فرنگی گزارش شد (۵).

با توجه به اینکه حشره کش‌های گیاهی روی این آفت فعالیت حشره کشی مناسبی نشان دادند و در ایران اثرات اسانس های گیاهی روی این آفت خیلی کم مورد بررسی قرار گرفته است لذا در این مطالعه اثر حشره‌کشی اسانس زیره سیاه روی مراحل مختلف مینوز برگ گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش

پرورش مینوز گوجه‌فرنگی

جهت پرورش آفت، از گلدان‌های حاوی گیاه گوجه‌فرنگی رقم هیبرید کلودیوس (Hybrid Claudius)، که در اتاقک رشد، (دمای ۲±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) نگهداری شدند (شکل۲-۱)، استفاده شد.

برگ‌های محتوی تونل لاروی و حشرات بالغ شب پره مینوز برگ گوجه‌فرنگی از گلخانه‌های گوجه‌فرنگی آلوده واقع در همدان جمع-آوری گردید. حشرات بالغ مینوز گوجه‌فرنگی جمع‌آوری شده و نیز حشرات بالغ حاصل از لاروهای جمع‌آوری‌شده، به درون قفسه‌های پلاستیکی حاوی گلدان‌های گوجه‌فرنگی انتقال داده شد تا شروع به تخم‌ریزی روی گیاه گوجه‌فرنگی نمایند. تخم‌ها در اتاقک نگهداری گردید تا به حشره بالغ تبدیل شوند. شرایط آزمایش برای کلیه مراحل و نگهداری از کلنی در دمای ۲±۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ (تاریکی:روشنایی) بود. بعد از گذشت ۲ نسل شروع به انجام آزمایشات و ثبت نتایج گردید. برای تغذیه حشرات بالغ از محلول آب و عسل۱۰ درصد استفاده شد. بعد از تخم-ریزی حشرات بالغ، گلدان‌های حاوی تخم را به قفس دیگری انتقال داده شد و گلدان‌های بدون تخم جایگزین آنها گردید، تا با این کار تخم‌های هم سن و در نتیجه لاروهای هم سن بدست بیاید.

استخراج اسانس

بذر گیاه دارویی زیره سیاه، *Carum carvi* L.، مورد استفاده به صورت تجاری تهیه گردید. اسانس توسط دستگاه تقطیر با آب (Clevenger) (ساخت واحد شیشه گری سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران) استخراج شد. برای اسانس گیری بذرهای زیره سیاه توسط آسیاب برقی پودر گردید. در هر بار اسانس گیری مقدار ۱۰۰ گرم از گیاه خرد شده را به بالن منتقل نموده و مقدار ۱۰۰۰ میلی لیتر آب به آن اضافه شد و به مدت سه تاچهار ساعت اسانس گیری صورت گرفت. اسانس بدست آمده با سولفات سدیم آبگیری شد و تا زمان استفاده ظروف شیشه ای به حجم ۲ میلی لیتر با رو پوش آلومینیومی داخل یخچال در دمای چهار درجه سلسیوس و دور از نور

نگهداری شد.

آزمایشات زیست سنجی

پس از انجام تست های مقدماتی، از اسانس زیره سیاه غلظت‌های (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میکرولیتر بر لیتر هوا) برای مرحله تخم، غلظت‌های (۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ میکرولیتر بر لیتر هوا) برای مرحله لارو سن دوم درون برگ، غلظت‌های (۰/۱، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۸ و ۱ میکرولیتر بر لیتر هوا) برای لارو سن دوم بیرون برگ و برای حشرات کامل نیز غلظت‌های (۰/۵، ۰/۶، ۰/۷، ۰/۸ و ۱ میکرولیتر بر لیتر هوا) استفاده شد. پس از هم سن سازی مراحل مختلف آفت، غلظت های مورد نظر، به کمک سمپلر روی کاغذ صافی تعبیه شده در درب ظروف ریخته می‌شد. ظروفی که برای انجام آزمایشات زیست سنجی برای مراحل لارو سن دوم بیرون برگ و حشره کامل مورد استفاده قرار گرفت، ظروف شیشه ای ۶۰۰ میلی لیتری بودند و برای مراحل تخم و لارو سن دوم درون برگ نیز از ظروف پلاستیکی ۱۸۰۰ میلی لیتری برای انجام آزمایشات زیست سنجی استفاده شد. درب ظروف پس از تزریق اسانس به کاغذ صافی، از اطراف با نوار پارافیلم مسدود شد تا مانع از نفوذ اسانس به بیرون شود. سپس، حشرات تیمار شده در اتاقک رشد با دمای ۲±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۸:۱۶ (روشنایی: تاریکی) قرار داده شد. ۲۴ ساعت پس از اسانس‌دهی، حشرات به ظروف تمیز و عاری از اسانس انتقال داده شد. برای بررسی میزان تلفات در مرحله تخم تا زمان تفریخ تخم (حدود ۴ روز) صبر کرده و در نهایت تعداد تخم های تفریخ شده ثبت شد. تخم‌هایی که تحت تاثیر اسانس قرار گرفته بودند به نارنجی تیره تغییر رنگ پیدا کرده بودند. میزان تلفات تا تفریخ آخرین تخم در شاهد مورد بررسی قرار گرفت و همچنین میزان تلفات برای مراحل لاروی و حشره کامل تا ۴۸ ساعت بعد از اسانس‌دهی ارزیابی شد. در این آزمایش حشرات کاملی که قادر به حرکت سر، پا، شاخک و شکم خود نبودند، و لاروهایی که بعد فشار دادن قلم مو بر روی کمر و کپسول سرشان، واکنشی از خود نشان نمی‌دادند مرده تلقی می‌شدند.

شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس‌ها

جهت شناسایی ترکیبات شیمیائی اسانس گیاهان مورد مطالعه، از دستگاه GC/MS مدل HP-5973 مجهز به MS و با ستون DB-5 fused silica (طول ۳۰ m، قطر داخلی ۲۵۰nm و ضخامت فاز ساکن ۰/۲۵ µm، گاز حامل He، با سرعت جریان یک میلی لیتر در دقیقه؛ دمای قسمت تزریق ۱۲۰–۱۰۰ درجه سانتی گراد) استفاده شد (۲).

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

برای به دست آوردن مقادیر غلظت‌های LC_{20}، LC_{50} و LC_{90} از نرم افزار SAS استفاده شد(SAS Institue, 1997).

جدول۱- مقادیر محاسبه شدهLC_{90} ،LC_{50} ،LC_{20} اسانس زیره سیاه علیه شب‌پره میوز برگ گوجه فرنگی

Table 2- Calculated values of LC_{20}, LC_{50}, LC_{90} of *C. carvi* essential oil against *T. absoluta a*

Stage	X^2 (df)	P-Value	intercept ± SE	slope ± SE	*LC_{20} (µL/L air)	*LC_{50} (µL/L air)	*LC_{90} (µL/L air)
تخم (egg)	2.39 (3)	0.49	-7.08 ± 1.24	4.30 ± 0.72	28.21 (19.90 – 34.61)	44.24 (36.42 – 95.51)	87.77 (72.03 – 122.3)
لارو سن دوم(درون برگ) (2nd larval (inside leaf))	1.128 (3)	0.77	-3.82 ± 1.128	5.734 ± 1.633	3.318 (1.979 – 3.989)	4.652 (3.810 – 5.534)	7.783 (6.274 – 14.99)
لارو سن دوم(بیرون برگ) (2nd larval (outside leaf))	1.927(3)	0.58	1.026 ± 0.376	2.165 ± 0.573	0.137 (0.041– 0.222)	0.335 (0.200 – 0.531)	1.311 (0.748 – 5.938)
حشره کامل (Adult)	0.43 (3)	0.932	1.464 ± 0.426	7.173 ± 2.165	0.476 (0.281 – 0.560)	0.624 (0.510 – 0.711)	0.942 (0.800 – 1.607)

اطمینان ۹۵ درصد در پرانتز آورده شده اند *

*95% lower and upper confidence intervals are shown in parenthesis

نتایج و بحث

نتایج زیست سنجی اسانس زیره سیاه

نتایج مربوط به بررسی میزان LC_{50} نشان داد که اسانس زیره سیاه دارای سمیت بالایی برای مرحله لارو سن دوم بیرون برگ و حشره کامل شب‌پره مینوز برگ گوجه فرنگی می‌باشد. میزان LC_{50} برای تخم، لارو سن دوم درون برگ، لارو سن دوم بیرون برگ و حشره کامل به ترتیب ۴۴/۲۴، ۴/۶۵۲، ۰/۳۳۵ و ۰/۶۲۴ میکرولیتر بر لیتر هوا به دست آمد. این تفاوت در میزان LC_{50} مراحل مختلف، تفاوت حساسیت مراحل مختلف را نشان می‌دهد، که در بین مراحل مختلف شب‌پره مینوز لارو سن دوم درون برگ بیش‌ترین حساسیت را نسبت به اسانس نشان دادند (جدول ۱).

نتایج شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس گیاهی زیره سیاه

طبق نتایج حاصل از GC-MS تعداد ۱۶ ترکیب شیمیایی در اسانس زیره سیاه، *C. carvi* شناسایی شد. ترکیبات γ. – terpinene ،Benzaldehyde, 4- (1- methylethyl) – (c)، P- cymene ،Limonene به ترتیب با ۲۱/۲۹، ۱۸/۰۲، ۹/۶۰، ۷/۳۴ درصد بیش‌ترین حجم اسانس را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۲ و شکل ۱).

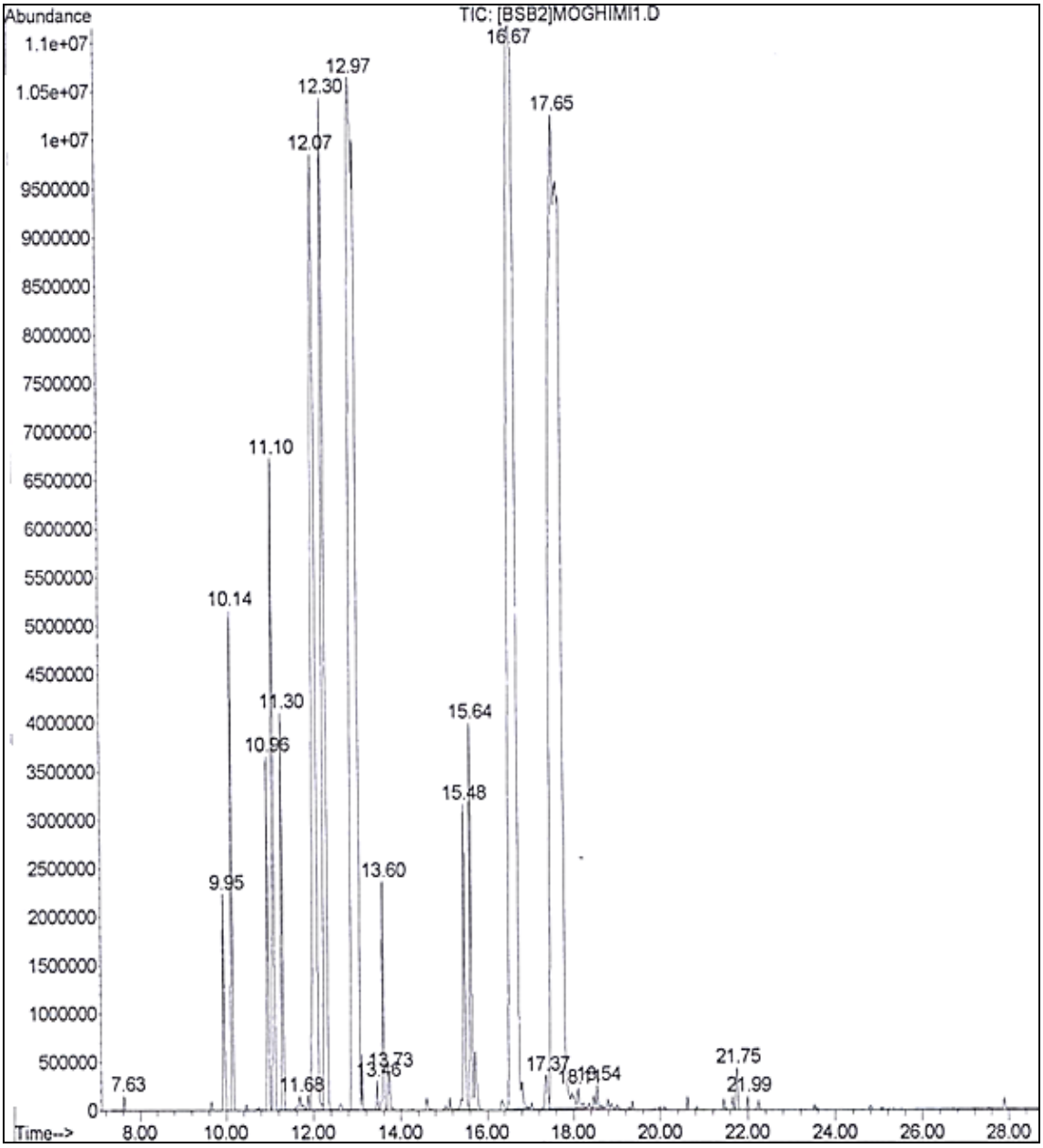
بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که اسانس زیره سیاه روی مراحل مختلف زیستی (تخم، لارو سن دوم و حشره کامل) خاصیت کشندگی دارد. همچنین میزان تلفات در مراحل مختلف زیستی مینوز گوجه فرنگی با افزایش غلظت افزایش یافت. طی مطالعه ای اثر ۱۸ گونه اسانس گیاهی روی شب پره هندی، *Plodia interpunctella* Hübner آزمایش شد که در نتیجه آن اسانس دارچین، زیره سیاه، بومادران گل سفید و بادرنجبویه به ترتیب با LC_{50} معادل ۲/۱۲، ۵/۰۶، ۵/۲۰ و ۵/۵۷ میکرولیتر بر لیتر هوا بیش‌ترین سمیت را روی این حشره داشتند (۲۶). که این گزارش اثر بخشی اسانس زیره سیاه را روی آفات تایید میکند. در بررسی فعالیت حشره کشی اسانس پوست میوه نارنج (*Citrus aurantium*) علیه لاروهای شب پره مینوز گوجه فرنگی، در صورتی که لاروها در تونل لاروی در معرض اسانس قرار گرفتند، دز بیش‌تری از اسانس باعث کشندگی در لاروها شد (۲۲). مشابه با این تحقیق، نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد که مرگ ومیر لاروهای درون تونل لاروی در دز بالاتری نسبت به لاروهای بیرون برگ اتفاق افتاد. در آزمایش دیگری نیز اثر اسانس بومادران روی مرحله لارو سن دوم آفت مورد بررسی قرار گرفت که مقادیر LC_{50} و LC_{90} آن به ترتیب ۱۸/۸ و ۴۸/۹ میکرو لیتر بر لیتر هوا به دست آمد (۲۸). در صورتی که در تحقیق انجام شده LC_{50} اسانس زیره سیاه در لاروهای سن دوم برابر با ۴/۶۵۲ دست آمد. در تحقیقات قبلی میزان LC_{50} اسانس‌های به کار گرفته شده بسیار بالاتر از LC_{50} به دست آمده در این تحقیق بود که نشان دهنده سمیت بیش‌تر این اسانس درغلظت کم‌تر نسبت به اسانس‌های مورد استفاده می‌باشد که استفاده از این اسانس را در سطح وسیع، از نظر اقتصادی مقدور و به صرفه می نماید.

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی اسانس زیره سیاه

Table 2- Chemical composition of *Carum carvi* essential oil.

Compound	Retention time	% Composition
Cyclotrisiloxane, hexamethyl	7.63	0.05
α. – Thujene	9.95	0.90
α. – Pinene	10.14	2.02
Sabinene	10.96	1.53
β. – Pinene	11.10	3.03
Myrcene	11.30	1.64
P- cymene	12.07	9.60
Limonene	12.31	7.34
γ. – terpinene	12.97	18.02
Benzene, 1 – methyl -2- (2- propenyl)	13.47	0.10
Terpinolene	13.60	0.87
3 – Cyclohexen -1- 01, 4- methyl -1 (1-me)	15.48	1.51
Benzaldehyde, 4- (1- methylethyl) – (c)	16.67	21.29
Carvacrol	18.11	0.14
Myristicin	21.75	0.26
Beta. – Bisabolene	21.99	0.05



شکل۱- کروماتوگرام اسانس زیره سیاه

Fig 1- chromatograms of *Carum carvi* essential oil

نتایج حاصل از GC-MS این اسانس نشان می‌دهد که این اسانس نیز همانند سایر اسانس‌های گیاهی عمدتاً از ترکیبات مونوترپنوئیدی تشکیل شده اند. ترکیبات مونوترپنوئیدی دارای قابلیت حشره‌کشی، سمیت تنفسی، بازدارندگی تخم‌ریزی و ضد تغذیه‌ای روی حشرات هستند (۶ و ۳). مونوترپنوئیدها ترکیبات فرار و چربی دوستی هستند که به داخل بدن حشرات نفوذ می کنند و باعث ایجاد اختلال در فعالیت های فیزیولوژیکی می گردند. باتوجه به این که این ترکیبات فرار هستند، می توانند به صورت تدخینی عمل کنند و محققین مختلف عامل اصلی حشره کشی اسانس های گیاهی را این ترکیبات می دانند (۹ و ۳) . طی تحقیقی ترکیبات موجود در اسانس زیره سیاه در کشورچین آنالیز گردید که در طی آن عمده ترکیباتی که در اسانس شناسایی شد شامل (*R*)-Carvone (۳۷/۹۸درصد)، D-limonene (۲۶/۵۵درصد)، α-Pinene (۵/۲۱ درصد)، Cis-Carveol (۵/۰۱ درصد) و β- Myrcene (۴/۶۷ درصد) بود (*et al.*,

Fang 2010). در گزارشی دیگر اسانس زیره سیاه جمع آوری شده از شانگهای چین شامل دو ترکیب عمده (*R*)-Carvone (۵۱/۶۲ درصد)، D-Limonene (۳۸/۲۶ درصد) بود (۱). در اروپا و آمریکای شمالی هم ترکیبات عمده موجود در اسانس زیره سیاه شامل (*R*)-Carvone و D-Limonene بود (۳۰،۱۹و ۱۶). در گزارشی دیگر در اسانس حاصل از زیره سیاه این دو ترکیب وجود نداشت و عمده ترکیبات موجود در اسانس شامل γ-Terpinene (۲۴/۴۰٪)، 2-Methyl-3-Phenylpropanal (۱۳/۲۰درصد) و 2,4(10)-Thujadiene (۱۴/۰۲درصد) بود (۱۷). در گزارشاتی دیگر در آنالیز ترکیبات موجود در اسانس بذر های زیره سیاه Cuminaldehyde (۲۲/۰۸ درصد) و γ-terpinene (۱۷/۸۶درصد) دو ترکیب عمده آن بودند (۲۶). در تحقیقی دیگر ترکیبات موجود در اسانس زیره سیاه آنالیز گردید که ترکیبات غالب آن شامل Carvone (۴۶/۶۲درصد) و Limonene (۴۵/۴۹ درصد) بودند (۳۲). در این تحقیق نیز ترکیبات Limonene و γ-Terpinene از جمله ترکیباتی بودند که در اسانس زیره سیاه حجم زیادی را به خود اختصاص داده بودند. ویژگی‌های محل رویش، موقعیت گیاه در طبیعت، تاثیر عوامل محیطی، زمان برداشت از عمده عواملی است که می‌تواند روی میزان و نوع ترکیبات اسانس تاثیر گذار باشد. شاید بتوان تفاوت در میزان ترکیبات اسانس‌های مورد مطالعه در این تحقیق با تحقیقات این محققین را به عوامل مذکور نسبت داد.

در تحقیقی سمیت تنفسی و تماسی اسانس زیره سیاه و دو ترکیب (*R*)-Carvone و D-Limonene که از زیره سیاه استخراج یافته بود روی بالغین *S. zeamais* و *T. castaneum* مورد بررسی قرار گرفت که که اسانس زیره سیاه و دو ترکیب استخراج یافته از آن سمیت تنفسی و تماسی مناسبی علیه این دو آفت از خود نشان دادند و ترکیب (*R*)-Carvone روی هر دو آفت اثر حشره کشی بالاتری نسبت به اسانس زیره سیاه و ترکیب D-Limonene داشته است (۱۰). طبق این گزارش نیز اثر حشره کشی اسانس زیره سیاه را می‌توان به ترکیب (*R*)-Carvone و D-Limonene نسبت داد که در این گزارش نیز در اسانس زیره سیاه ترکیب D-Limonene نیز حجم زیادی رو به خود اختصاص داده بود به نوعی نیز می‌توان خاصیت حشره کشی اسانس زیره سیاه را به این ترکیب نسبت داد.

در این تحقیق اسانس زیره سیاه روی مراحل مختلف شب‌پره مینوز برگ گوجه فرنگی سمیت قابل توجهی داشت و نسبت به اسانس‌های دیگری که در تحقیقات قبلی روی این آفت به کار گرفته شده، در غلظت کم‌تری باعث کشندگی قابل توجهی بوده و با توجه به کم خطر بودن ترکیبات گیاهی برای انسان و محیط زیست نسبت به سموم متداول آفت کش، استفاده از اسانس می‌تواند نقطه ی عطفی در تاریخ حشره کش‌ها و تولید اسانس از گیاهان دارویی باشد.

منابع

1- Adams R.P. 2001. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole . Mass Spectroscopy; Allured: Carol Stream, IL, USA.
2- Adams R.P. 2007 Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/ MassSpectrometery, 4th edn. Allured Publ. Corp., IL, p. 456.
3- Ahn Y. J., Lee, S. B., Lee, H. S. and Kim, G. H. 1998. Insecticidal and acaricial activity of carvacrol and β-thujaplcine derived from *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* sawdust. Journal of Chemical Ecology, 24: 81-90.
4- Baniameri V., and Cheraghian A. 2012. The first report and control of *Tuta absoluta* in Iran. Eppo Bulletin, 42(2):322- 324.
5- Branherotto, R. and Vendraim, J.J. 2010. Efeito de Genotipos de Tomateiro e de Extratos Aquosos de Folhas de (*Melia azedarach)* de Sementes de (*Azadirachta* indica) sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical* Entomology, 39(5): 784-791.
6- Coats J. R., Karr L. L. and Drewes C. D. 1991. Toxicity and neurotoxic effects of monoterpenoids in insects and cutworms. In: P. A. Hedin (Ed.), Naturally Occuring Pest Bioregultors. American Chemical Society, Washington, DC, pp. 305-316.
7- Desneux N., Wajnberg E., Wyckhuys K.A., Burgio G., Arpaia S., Narváez-Vasquez C.A., González-Cabrera J., Ruescas D.C., Tabone E., and Frandon J. 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. Journal of Pest Science, 83(3):197-215.
8- Duke O.S. 1990. Natural pesticides from plants: 511-517. In: Janick, J. and Simon, J.E., (Eds). Advances in New Crops. Timber Press, Portland, 560 p.
9- Enan E. 2001. Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. Comparative Biochem. Physiol, 130: 325-337.
10- Fang R., Jiang C. H., Wang X. Y., Zhang H. M., Liu Z. L., Zhou L. and Deng Z. W. 2010. Insecticidal activity of essential oil of *Carum carvi* fruits from China and its main components against two grain storage insects.*Molecules*, *15*(12): 9391-9402.
11- Galarza J. 1984. Laboratory assessment of some solanaceous plants. Possible food-plants of the tomato moth, *Scrobipalpula absoluta* (Meyr.)(Lepidoptera: Gelechiidae). Informativo de Investigaciones Agricolas, (421/424):30-32.

12- Gontijo P., Picanço M., Pereira E., Martins J., Chediak M., and Guedes R. 2013. Spatial and temporal variation in the control failure likelihood of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta*. Annals of Applied Biology, 162(1):50-59.
13- Guedes R., and Picanço M. 2012. The tomato borer, *Tuta absoluta* in South America: pest status, management and insecticide resistance. EPPO Bulletin, 42(2):211-216.
14- Guedes R., and Siqueira H. 2013. The tomato borer *Tuta absoluta*: insecticide resistance and control failure. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 7(005):245.
15- Haddi K., Berger M., Bielza P., Cifuentes D., Field L.M., Gorman K., Rapisarda C., Williamson M.S., and Bass C. 2012. Identification of mutations associated with pyrethroid resistance in the voltage-gated sodium channel of the tomato leaf miner (*Tuta absoluta*). Insect Biochemistry and Molecular Biology, 42(7):506-513.
16- Iacobellis N.S., Lo Cantore P., Capasso F., Senatore F. 2005. Antibacterial activity of *Cuminum cyminum* L. and *Carum carvi* L. essential oils. *Journal of Agricultural Entomology*, *53*: 57-61.
17- Isman M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection, 19:603-608.
18- Jalali-Heravi M., Zekavat N., Sereshti H. 2007. Use of gas chromatography–mass spectrometry combined with resolution methods to characterize the essential oil components of Iranian cumin and caraway. *Journal of Chromatography,* 1143: 215–222.
19- Kallio H., Kerrola, K., Alhonmaki, P. 1994. Carvone and limonene in caraway fruits (*Carum carvi* L.) analyzed by supercritical carbon dioxide extraction-gas chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 42, 2478-2485
20- Keita S.M., Vincent C., Schmit J.P., Ramaswamy S. and Belanger A. (2000). Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*. 36(4): 355-364.
21- Kona N.E.M.,Taha A.K. and Mahmoud M.E. 2014. Effects of Botanical Extracts of Neem (*Azadirachta indica*) and Jatropha (*Jatropha curcus*) on Eggs and Larvae of Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae). *Persian Gulf Crop Protection*, 3(3): 41-46.
22- Laarif A., Zarrad K., Tayeb W., Ayed A., Souguir S. and Chaieb I. 2013. Chemical composition and insecticidal activity of essential oil from (*Citrus aurantium*) (Rutaceae) fruit peels against two greenhouse insects; *Spodoptera littoralis* (Noctuidae) and *Tuta absoluta* (Gelechiidae). *Advances in Agriculture, Sciences and Engineering Research*, 3(5): 825-830.
23- Lietti M.M., Botto E., and Alzogaray R.A. 2005. Insecticide resistance in argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae). Neotropical Entomology, 34(1):113-119.
24- Pane C., Rongai D., and Zaccardelli M. 2013. Foliar spray application of glucosinolates and essential oils on processing tomato in open field production system. *Agricultural Sciences*, 4(3): 149-153.
25- Papachristos D.P. and Stamopoulos D.C. 2002. Toxicity of vapors of three essential oils to the immature stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say)(Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 38(4): 365-373.
26- Rafiee Z., Moharramipour S., Farazmand H., and Karimzadeh J. 2010. Repellent and fumigant activity of 18 essential oils on *Plodia interpunctella* Hübner (Lep.: Pyralidae). Iranian Journal of Plant Protection, 24(2):165-172. (in Persian).
27- Razzaghi-Abyaneh M., Shams-Ghahfarokhi M., Rezaee M.B., Jaimand K., Alinezhad S., Saberi R., Yoshinari T. 2009. Chemical composition and antiaflatoxigenic activity of *Carum carvi* L., *Thymus vulgaris* and *Citrus aurantifolia* essential oils. *Food Control*, *20*: 1018-1024.
28- Razzaghi N., Saber M., Mahdavinia G., and Rostamnia S. 2014. Insecticidal effects of the essential oil, Achillea millefolium on tomato leaf miner moth, Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechidae).. p. 509 . 21 Iranian plant protection congress ,23-27 Aug. 2014.
29- SAS Institute. 1997. SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12. 1167 pp. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
30- Seidler-Lozykowska, K., Baranska, M., Baranski, R., Krol, D. (2010). Raman analysis of caraway (Carum carvi L.) single fruits. Evaluation of essential oil content and its composition. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58: 5271-5275.
31- Sharififar, F., Moshafi, M. H., Mansouri, S. H., Khodashenas, M. and Khoshnoodi, M. (2007). Food Contr. ISSN 0950-7135, 18: 800-805.
32- Simic A., Rančic A., Sokovic M. D., Ristic M., Grujic-Jovanovic S., Vukojevic J. and Marin P. D. 2008. Essential oil composition of *Cymbopogon winterianus*. and *Carum carvi*. and their antimicrobial activities. *Pharmaceutical Biology*, *46*(6): 437-441.
33- Tomé H., Cordeiro E., Rosado J., and Guedes R. 2012. Egg exposure to pyriproxyfen in the tomato leaf miner *Tuta absoluta*: ovicidal activity or behavioural-modulated hatching mortality? Annals of Applied Biology, 160(1):35- 42.
34- Tropea Garzia G., Siscaro G., Biondi A., and Zappalà L. 2012. "*Tuta absoluta*, a South American pest of tomato now in the EPPO region: Biology, distribution and damage. EPPO Bulletin, 42(2):205-210.
35- Umpiérrez M.L., Lagreca M.E., Cabrera R., Grille G. and Rossini, C. 2012. Essential oils from Asteraceae as potential biocontrol tools for tomato pests and diseases. *Phytochemistry Reviews*, 11(4): 339-350.