نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۴۹-۲۳۸

Journal of Plant Protection
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 238-249

حساسیت سوسک کلرادوی سیب زمینی *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Col:Chrysomelidae) به اسانس و ترکیبات عمده چند گیاه دارویی

اکرم تقی زاده ساروکلایی[1*]- قدیر نوری قنبلانی[2]- هوشنگ رفیعی دستجردی[3]- جواد هادیان[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۲

چکیده

سوسک کلرادوی سیب زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Say)، یکی از آفات مهم سیب زمینی در ایران و جهان می‌باشد. برای کنترل این آفت بیشتر از آفت کش‌های شیمیایی استفاده شده که سبب آلودگی‌های زیست محیطی و ظهور نژادهای مقاوم گردیده است. در این راستا استفاده از ترکیبات گیاهی یکی از روش‌های امید بخش برای کنترل این آفت محسوب می‌شود. در این پژوهش اثر اسانس شش گیاه دارویی شامل مرزه خوزستانی، *Satureja khuzistanica* Jamzad، ریحان، *Ocimum basilicum* L.، آویشن دنایی، *Thymus daenensis* Celak.، مورد، *Myrtus communis* L.، نعناع، *Mentha spicata* L. و میخک، *Eugenia caryophyllus* (Sprengel) و دو ترکیب شیمیایی مهم اسانس‌ها شامل تیمول و کارواکرول بر مراحل لارو سن اول، دوم و سوم و بازدارندگی تخمگذاری حشرات کامل در دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و در شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی بررسی شد. نتایج نشان داد با افزایش سن لاروی میزان تاثیر اسانس‌ها کاهش یافت و اسانس مرزه خوزستانی و کارواکرول ترکیب شیمیایی مهم این اسانس بیشترین تاثیر را بر مراحل لاروی سوسک کلرادوی سیب زمینی داشت. همچنین اسانس مرزه خوزستانی بیشترین و اسانس ریحان کمترین تاثیر را بر بازدارندگی تخمگذاری داشت. بنابراین اسانس گیاه مرزه خوزستانی و ترکیب شیمیایی کارواکرول به دلیل تاثیر حشره کشی رضایت بخشی که دارند می‌توانند در مدیریت کنترل سوسک کلرادوی سیب زمینی به منظور حذف سموم شیمیایی استفاده گردند.

واژه‌های کلیدی: بازدارندگی تخمگذاری، سوسک کلرادوی سیب زمینی، گیاهان دارویی

مقدمه

یکی از تولیدات مهم کشاورزی در جهان سیب زمینی است که به علت دارا بودن مواد مختلف انرژی‌زای قندی، پروتئینی و ویتامین‌ها جزء یکی از محصولات استراتژیک و هم ردیف گندم، جو و برنج محسوب می‌شود. تا جایی که سازمان خواروبار جهانی سال ۲۰۰۸ را سال سیب زمینی نامید. یکی از مهم‌ترین حشرات زیان آور سیب‌زمینی در دنیا سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Say)، می‌باشد. این آفت یکی از پانزده آفت مهم محصولات کشاورزی جهان محسوب می‌شود (۳). لاروها و حشرات کامل این سوسک از برگ و شاخه سیب‌زمینی تغذیه کرده و در صورت بالا بودن جمعیت باعث بی‌برگی کامل گیاه می‌شوند. همچنین حشرات کامل می‌توانند بیماری‌هایی مانند بیماری ویروئیدی غده دوکی سیب‌زمینی، بیماری پژمردگی باکتریایی و پوسیدگی ریشه را نیز منتشر نمایند (۲۱). از روش‌های مختلفی مانند روش شیمیایی، کنترل زراعی، کنترل بیولوژیک و کشت ارقام مقاوم برای کاهش دادن میزان خسارت این آفت استفاده می‌شود. در حال حاضر روش شیمیایی متداول‌ترین روش کنترل این آفت است ولی استفاده بی‌رویه از حشره‌کش‌های شیمیایی ضمن ایجاد جمعیت‌های مقاوم آفت، اثرات جانبی متعددی روی محیط زیست و موجودات زنده غیرهدف داشته است (۱۸و ۲۴). بر این اساس، در سال‌های اخیر گرایش به استفاده از ترکیبات حشره‌کشی با منشأ گیاهی برای کنترل این آفت بیشتر شده است (۱۲و ۲۰). این ترکیبات دارای اثرات فیزیولوژیکی و رفتاری روی حشرات آفت می‌باشند که شامل سمیت، دورکنندگی، جلب‌کنندگی و بازدارندگی تغذیه‌ای و تخمگذاری است (۵ و ۱۲).

عصاره ۴۰ درصدی استخراج شده از گیاه رازک، *Humulus lupulus* L.، تلفات قابل توجهی روی سنین مختلف لاروی و حشرات کامل سوسک کلرادو ایجاد کرد، به‌طوری‌که ۴۸ ساعت پس

۱، ۲، ۳- به ترتیب دانش آموخته دکتری، استاد و استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده‌ی علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
(*-نویسنده مسئول: Email: taghizadeh_saro@yahoo.com)
۴- استادیار دانشگاه شهید بهشتی تهران

از تیماردهی بر لاروهای سن اول تا چهارم و حشرات کامل به ترتیب ۷۸/۳۸، ۷۳/۴۸، ۸۳/۷۹، ۳۹/۹۶ و ۱۱/۱۴ درصد مرگ و میر ایجاد کرد (۹). عصاره گیاه ریحان، *Ocimum basilicum* L. بر مراحل زیستی سوسک کلرادوی سیب زمینی تاثیر داشت به طوری که مقادیر LC_{50} محاسبه شده عصاره گیاه ریحان بر تخم، لارو سن دوم، لارو سن چهارم و حشرات کامل به ترتیب ۱۳۴۴۰۶، ۲۱۵۱۸، ۶۰۰۳۱ و ۱۵۳۵۹۸ پی‌پی‌ام بود (۱). همچنین عصاره استخراج شده از بذر و ریشه گیاه لوزارنگ، *Leuzea carthamoides* L. بر حشرات کامل و لاروها (۱۹)،گیاه گلپر *Heracleum sosnowskyi* Manden. بر لارو سن چهارم (۱۷) سوسک کلرادوی سیب زمینی اثر کشندگی داشتند. ترکیبات موجود در گیاهان نیز بر مراحل رشدی سوسک کلرادوی سیب زمینی موثر بودند، اثر ۳۰ مونوترپن بر لاروهای سن اول، دوم، سوم و حشره کامل سوسک کلرادو مورد بررسی قرار گرفت و چهار مونوترپن ۱و۸-سینئول[1]، فنکون[2]، بتا-پینن[3] و گاما ترپینن[4] بر لاروها و حشرات کامل این آفت بسیار موثر و مونوترپن‌های لیمونن[5]، آلفا پینن[6] و بتا-پینن در حشرات کامل ۱۰۰ درصد مرگ و میر ایجاد کردند (۱۲). همچنین برخی از ترکیبات مونوترپنی شامل فنکون، لینالول[7]، سیترونلا[8] و منتون[9] بر لارو سن سوم و حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی خاصیت حشره‌کشی داشتند (۲۲).

از جمله تاثیرات ترکیبات گیاهی بر این افت بازدارندگی تخمگذاری و باروری بود، به طوری‌که در یک بررسی اسانس ۵ گیاه درمنه، *Artemisia sieberi* Besser، کلپوره *Teucrium polium* L.، ترخون *Artemisia dracunculus* L.، لیموترش *Citrus limonium* Risso و شمعدانی عطری، *Pelargonium roseum* Andr بر رفتارهای تخمگذاری سوسک کلرادو مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شدکه اسانس‌های کلپوره و ترخون بیشترین بازدارندگی تخمگذاری را دارند (۴). عصاره آبی استخراج شده از دو گیاه *Syringa vulgaris* L. و *Pyrethrum parthenium* بر میزان تخمریزی و میزان حضور لارو سوسک کلرادوی سیب زمینی روی برگ‌های سیب زمینی عصاره پاشی شده تاثیر گذاشتند وسبب کاهش میزان تخمگذاری حشرات کامل گردیدند (۲۵). عصاره استخراج شده ازمیوه گیاه توق، *Xanthium strumarium* L. بر لارو و حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی اثر سمی و بازدارندگی تغذیه‌ای داشت و ضمناً باعث طولانی‌تر شدن دوره لاروی و شفیرگی و کاهش زادآوری حشرات ماده شد (۶). با استفاده از استون، اتانول و متانول عصاره گیاه *Melia azedarach* L. استخراج گردید و میزان تاثیر آن بر سوسک کلرادوی سیب زمینی مورد بررسی قرار گرفت که استخراج این ترکیبات با استفاده از استون بیشترین تاثیر را بر باروری داشت (۷).

با توجه به تاثیر اسانس‌ها و ترکیبات شیمیایی مختلف بر مراحل رشدی سوسک کلرادوی سیب زمینی، در این تحقیق هدف بررسی میزان تاثیر اسانس شش گیاه دارویی و دو ترکیب شیمیایی مهم آن‌ها بر لارو سن اول تا سوم و میزان تخمگذاری حشرات کامل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه گیاهان دارویی، استخراج اسانس گیاهان و شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس ها

گیاهان مرزه خوزستانی، *Satureja khuzistanica* Jamzad، و آویشن دنایی، *Thymus daenensis* Celak. از کوه‌های زاگرس واقع در استان لرستان، گیاهان ریحان، *Ocimum basilicum* L.، و مورد، *Myrtus communis* L.، از موسسه تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی تهران و گیاهان نعناع، *Mentha spicata* L. و میخک، (*Eugenia caryophyllus* (Sprengel از باغ گیاهشناسی شیراز جمع آوری گردیدند. زمان تهیه گیاهان در فصل بهار و بخش‌های مورد مطالعه گیاهان شامل اندام‌های هوایی بود که در شرایط سایه و دمای اتاق خشک شدند. برای استفاده گیاهان در مراحل بعدی در داخل کیسه پلاستیک‌های مخصوص در دمای ۲۴- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌های گیاهی حاوی اسانس بعد از خشک شدن در شرایط سایه و در دمای اتاق، پودر شدند. سپس برای هر یک از شش گیاه دارویی۵۰ گرم از پودرهای به دست آمده با ۵۰۰ میلی‌لیترآب مقطر درون دستگاه اسانس‌گیر شیشه‌ای مدل کلونجر[10] به مدت ۳ ساعت ریخته شده و به روش تقطیر با آب اسانس تهیه شد. اسانس‌های تهیه شده تا زمان استفاده در آزمایش‌های زیست سنجی در داخل شیشه‌های دو میلی لیتری با روپوش آلومینیومی در یخچال (دمای ۴ درجه سلسیوس) نگهداری شدند. به شیشه‌های حاوی اسانس مقدار۰/۱ گرم سولفات سدیم جهت آبگیری قبل از نگهداری در یخچال اضافه شد.

شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس‌های گیاهی مورد بررسی که بیشتر منشأ ترپنی دارند با کمک دستگاه گاز کروماتوگرافی

1- 1,8 cineol
2- fenchone
3- β- pinene
4- γ-terpinene
5- limonene
6- α- pinene
7- linalool
8- citronella
9- mentone
10- clevenger

طیف‌سنج (GC/MS) انجام شد. پس از آماده‌سازی اسانس و تزریق آن به دستگاه جی‌سی جداسازی صورت گرفت. سپس با استفاده از روش کوپل شده کروماتوگرافی گازی با طیف‌سنج جرمی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس‌ها مورد شناسایی کمی و کیفی قرار گرفتند. برای آنالیز کروماتوگرافی گازی اسانس‌ها، از گاز کروماتوگراف گازی واریان مدل سی‌پی۳۸۰۰[1] مجهز به ستون از نوع دی‌بی ۵[2] به طول ۲۵ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه نازک ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. همچنین برای آنالیز اسانس‌ها از دستگاه گاز کروماتوگراف کوپل شده با طیف‌سنج جرمی مجهز به ستون دی‌بی۵ به طول ۶۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه نازک ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. دمای قسمت تزریق اسانس و آشکارساز به ترتیب ۲۵۰ و ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود و از گاز نیتروژن با سرعت جریان ۱/۱ میلی‌متر بر دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شد. به‌این صورت ترکیبات موجود در هر اسانس تعیین شده و اثر دو ترکیب اصلی بر روی حشره بررسی شد.

جمع آوری حشرات

حشرات کامل سوسک کلرادو در فصول بهار و تابستان از مزارع سیب‌زمینی دشت اردبیل جمع‌آوری و شناسایی شدند (۲۶) و در داخل ظروف پلاستیکی نیمه شفاف به ابعاد ۱۰×۲۰×۳۰ سانتی‌متر و در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در داخل اتاقک رشد بیندر مدل کی.بی.دبلیو.اف. ۲۴۰لیتری[3] نگهداری و با برگ‌های تازه سیب‌زمینی تغذیه شدند تا تخم ها و مراحل لاروی پرورش یابند. به منظور تامین برگ‌های تازه سیب‌زمینی در طول آزمایش، زمینی به مساحت ۱۰۰ مترمربع برای کشت غده‌های سیب‌زمینی رقم آگریا اختصاص داده شد.

زیست سنجی‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۰ در آزمایشگاه گروه گیاهپزشکی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. جهت محاسبه غلظت کشنده ۵۰ درصد، در ابتدا آزمایش مقدماتی انجام شد. سپس فاصله بین غلظت‌ها به صورت لگاریتمی تعیین شد (۲). سومین برگ سیب‌زمینی رشد کرده از بالای بوته های سیب زمینی جمع آوری شد و درون غلظت‌های اسانس گیاه مرزه خوزستانی (برای لارو سن اول (۲ تا ۱۵ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن دوم (۲ تا ۲۰ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن سوم (۶ تا ۳۶ پی‌پی‌ام) ، اسانس گیاه ریحان (برای لارو سن اول (۲۰ تا ۵۴ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن دوم (۴۰ تا ۱۲۰ پی پی ام) و برای لارو سن سوم (۵۰ تا ۱۵۰ پی‌پی‌ام)، اسانس گیاه نعناع (برای لارو سن اول (۴ تا ۴۰ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن دوم (۱۰ تا ۵۰ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن سوم (۲۰ تا ۸۶ پی پی ام)، اسانس گیاه آویشن دنایی (برای لارو سن اول (۸ تا ۵۸ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن دوم (۱۰ تا ۸۰ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن سوم (۱۴ تا ۸۶ پی‌پی‌ام)، اسانس گیاه مورد (برای لارو سن اول (۶ تا ۵۶ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن دوم (۱۰ تا ۷۰ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن سوم (۱۴ تا ۹۰ پی‌پی‌ام) و اسانس گیاه میخک (برای لارو سن اول (۲۰ تا ۶۰ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن دوم (۲۰ تا ۹۰ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن سوم (۳۰ تا ۱۴۰ پی‌پی‌ام) و ترکیبات شیمیایی کارواکرول (برای لارو سن اول (۱ تا ۱۰ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن دوم (۲ تا ۲۰ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن سوم (۴ تا ۳۰ پی‌پی‌ام) و تیمول (برای لارو سن اول (۴ تا ۳۰ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن دوم (۱۰ تا ۴۰ پی‌پی‌ام) و برای لارو سن سوم (۱۰ تا ۶۰ پی‌پی‌ام) و به مدت ۳۰ ثانیه غوطه‌ور شدند. بعد از ۳۰ دقیقه که برگ‌های آغشته به اسانس خشک گردیدند درون ظروف پتری شیشه‌ای ۹ سانتی‌متری قرار گرفتند. سپس،۱۰ عدد حشره از مراحل مختلف رشدی سوسک کلرادو درون هر ظرف پتری به طور جداگانه قرار داده و سپس درب ظروف بسته شد. در ظرف شاهد برگ‌ها به جای اسانس درون استون و در اتانول برای ترکیبات شیمیایی غوطه‌ور شدند. ۲۴ ساعت بعد از اسانس‌دهی، مرگ و میر حشره شمارش و ثبت شد. برای محاسبه LC_{50} از روش فنی[4] (۸) و برنامه آماری SAS 9.1 استفاده شد.

جهت بررسی میزان بازدارندگی تخمگذاری اسانس‌های گیاهی بر اساس روش اردوغان و تورس[5] (۶) در ابتدا برگ‌های سیب زمینی به مدت ۳ تا ۵ ثانیه در غلظت‌های آماده شده (۲۰،۳۰، ۴۴، ۶۶ و ۱۰۰ پی پی ام) اسانس‌های گیاهی که در استون حل شده‌اند و در غلظت‌های آماده شده (۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰ و۴۰ پی‌پی‌ام) ترکیبات شیمیایی که در اتانول حل شده‌اند غوطه‌ور گردیدند سپس، به مدت ۳۰ دقیقه در فضای اتاق قرار داده شد تا خشک گردند. برگ‌های اغشته به اسانس درون ظرف‌های پلاستیکی به ابعاد ۱۰×۲۰×۳۰ سانتی‌متر به طور جداگانه قرار گرفت بعد ۵ جفت سوسک کلرادوی سیب زمینی درون هر ظرف قرار داده شد. این آزمایش در ۶ تکرار برای هر غلظت انجام گرفت. بعد از ۷۲ ساعت تعداد تخم‌ها شمارش گردید و با استفاده از فرمول لاله و عبدالرحمن[6] (۱۵) بازدارندگی تخمگذاری محاسبه شد:

1- Varian CP 3800
2- DB 5
3-K.B.W.F 240 L.

4- Finney
5- Erdogan and Toros
6- Lale and Abdulrahman

$$\text{Oviposition deterrenc} = \left(1 - \frac{\text{NEt}}{\text{NEc}}\right) \times 100$$

تعداد تخم در تیمار= NEt

تعداد تخم در شاهد= NEc

نتایج

ترکیبات شیمیایی اسانس شش گیاه دارویی در جداول ۱ تا ۶ نشان داده شده است. در اسانس گیاه مرزه خوزستانی ۲۵ ترکیب مشخص گردید که از کل ترکیبات (۹۹/۰۵ درصد)، کارواکرول (۸۱/۱ درصد) بیشترین ترکیب اسانس این گیاه بود. در اسانس گیاه آویشن دنایی، تیمول (۷۲/۳ درصد) و در ریحان، لینالول (۵۴/۳۴ درصد) بیشترین ترکیبات این اسانس‌ها بودند. در اسانس گیاه مورد و نعناع به ترتیب الفا پینن (۲۳ درصد) و کارون[1] (۱۹/۷ درصد) بالاترین ترکیبات این اسانس‌ها بودند و در اسانس گیاه میخک، ائوگنول[2] (۶۸/۴ درصد) بیشترین ترکیب اسانس این گیاه بود. از میان این ترکیبات کارواکرول و تیمول بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند که تاثیر این دو ترکیب بر سمیت لاروهای سن اول، دوم و سوم و بر بازدارندگی تخمگذاری مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج این بررسی در غلظت کشنده ۵۰ درصد نشان داد که اسانس‌های گیاهی بر سوسک کلرادوی سیب زمینی تاثیر بالایی داشتند. اسانس گیاه مرزه خوزستانی بر همه مراحل رشدی مورد بررسی، تاثیر حشره کشی بالاتری نسبت به سایر اسانس‌های گیاهی داشته است. میزان کشندگی ۵۰ درصد این اسانس بر لارو سن اول، سن دوم و سن سوم به ترتیب ۶/۸۵ ، ۸/۵۶ و ۱۷/۷۰ پی‌پی‌ام بود. همچنین در بین ترکیبات شیمیایی، کارواکرول بیشترین تاثیر را بر مراحل مورد بررسی داشت (جداول۷، ۸ و ۹)، به طوری‌که غلظت کشنده ۵۰ درصد کارواکرول بر لارو سن اول، سن دوم و سن سوم به ترتیب ۳/۰۹ پی‌پی‌ام، ۶/۲۳ پی‌پی‌ام و ۱۰/۷۹ پی‌پی‌ام بود. از میان مراحل لاروی، لارو سن اول حساس‌ترین مرحله نسبت به اسانس‌های گیاهی و ترکیبات شیمیایی بود. غلظت کشنده ۵۰ درصد اسانس گیاهان مرزه خوزستانی، آویشن دنایی، ریحان، نعناع، مورد و میخک به ترتیب ۶/۸۵ پی‌پی‌ام، ۲۱/۶۶ پی‌پی‌ام، ۳۴/۳۳ پی‌پی‌ام، ۱۱/۵۸ پی‌پی‌ام، ۱۷/۳۴ پی‌پی‌ام و ۳۰/۸۸ پی‌پی‌ام و مونوترپن کارواکرول ۳/۰۹ پی‌پی‌ام و تیمول ۱۲/۲۰ پی‌پی‌ام بر لارو سن اول بودند (جدول۷).

نتایج نشان داد که تاثیر اسانس‌های گیاهی بر بازدارندگی تخمگذاری با هم تفاوت معنی‌داری داشت و در بین غلظت‌های مختلف نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. در بالاترین غلظت (۱۰۰ پی‌پی‌ام) اسانس گیاهان مرزه خوزستانی، آویشن دنایی، ریحان، نعناع، مورد و میخک میزان بازدارندگی تخم ریزی به ترتیب ۸۸/۲۳ درصد، ۷۲/۰۱ درصد، ۶۸/۳۰ درصد، ۸۲/۵۳ درصد، ۷۹/۴۶ درصد و ۷۵/۴۹ درصد بود و در پایین‌ترین غلظت (۲۰ پی‌پی‌ام) اسانس گیاهان مرزه خوزستانی، آویشن دنایی، ریحان، نعناع، مورد و میخک میزان بازدارندگی تخم‌ریزی به ترتیب ۴۲/۲۷ درصد، ۳۶ درصد، ۲۷/۲۳ درصد، ۴۳/۳۱ درصد، ۴۱/۵۴ درصد و ۳۳/۵۵ درصد بود (جدول ۱۰). بنابراین با افزایش غلظت، میزان بازدارندگی تخم‌ریزی افزایش یافته است. همچنین میزان بازدارندگی تخم‌ریزی از ۲۰ پی پی ام به ۱۰۰ پی پی ام ۴۹/۹۶ درصد ، ۳۶/۰۱ درصد، ۴۱/۰۷ درصد ، ۳۹/۲۲ درصد، ۳۷/۹۲ درصد و ۴۱/۹۴ درصد به ترتیب توسط اسانس گیاهان مرزه خوزستانی، آویشن دنایی، ریحان، نعناع، مورد و میخک افزایش یافت (جدول ۱۰). با توجه به نتایج به دست آمده اسانس گیاه مرزه خوزستانی بیشترین تاثیر را بر بازدارندگی تخمگذاری سوسک کلرادوی سیب زمینی داشت. از بین ترکیبات شیمیایی کارواکرول نسبت به تیمول تاثیر بیشتری بر بازدارندگی تخمگذاری گذاشت به طوری که در بالاترین غلظت هیچ‌گونه تخمگذاری در سوسک کلرادوی سیب زمینی مشاهده نگردید و با افزایش غلظت از ۱۰ به ۴۰ پی پی ام میزان بازدارندگی تخمگذاری توسط کارواکرول و تیمول به ترتیب ۷۵/۱۱ درصد و ۶۴/۶۶ درصد افزایش یافت (جدول۱۱).

بحث

این مطالعه نشان داد که همه اسانس‌های گیاهی و مونوترپن‌های مورد مطالعه در این تحقیق تاثیر بالایی بر لارو سن اول، دوم و سوم سوسک کلرادوی سیب زمینی داشتند. کارواکرول و اسانس گیاه مرزه خوزستانی بیشترین سمیت را بر سه مرحله لاروی سوسک کلرادوی سیب زمینی داشت. مطالعات متعددی در زمینه تاثیر حشره کشی اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی و ترکیبات شیمیایی آن‌ها بر سوسک کلرادوی سیب زمینی صورت گرفته است (۱۲، ۱۴ و ۲۳). تاکنون مطالعاتی در زمینه این شش اسانس گیاهی و دو مونوترپن بر سوسک کلرادوی سیب زمینی صورت نگرفته است. نتایج حاصل از این تحقیق قابل مقایسه با مطالعات قبلی صورت گرفته می‌باشد، ترکیبات شیمیایی او۸ سینئول، فنکون، بتا پینن و گاما ترپینن بر مراحل لاروی و حشره کامل سوسک کلرادو ، لیمونن و میرسن بر لارو سن دوم و حشره کامل و الفا پینن بر حشره کامل سمیت بالایی داشته‌اند (۱۲). اما در این تحقیق کارواکرول بیشترین تاثیر را بر سه مرحله لاروی سوسک کلرادوی سیب زمینی گذاشت. عصاره متانولی گیاهان *Angelica archangelica* L.، *Grindelia camporum* E. و *Inula auriculata* Boiss & Balansa بر مراحل لاروی سوسک کلرادوی سیب زمینی اثر سمیت (۲۰) و عصاره متانولی توق تاثیر بالایی بر افزایش طول دوره لاروی و شفیرگی سوسک کلرادوی سیب زمینی داشت و بررسی‌های ما نشان داد که مرزه خوزستانی بالاترین اثر را بر سوسک کلرادو گذاشت.

1- carvone
2- eugenol

جدول ۱- ترکیب شیمیایی اسانس مرزه خوزستانی، *Satureja khuzistanica* Jamzad، جمع‌آوری شده از ارتفاعات زاگرس در استان لرستان

ترکیبات شیمیایی	درصد ترکیبات شیمیایی	شاخص بازداری
α-thujene	۰/۳	۹۳۱
α-pinene	۰/۰۴	۹۵۳
camphene	۰/۱۱	۹۶۸
β-pinene	۰/۱	۹۹۷
myrcene	۱/۱	۱۰۰۴
α-phellandrene	۰/۱	۱۰۲۱
p-cymene	۳/۳	۱۰۳۸
limonene	۱/۰۲	۱۰۴۶
γ-terpinene	۲/۳	۱۰۷۶
cis-sabinene hydrate	۰/۳۲	۱۰۸۰
α-terpinolene	۰/۲	۱۱۰۶
linalool	۱/۲	۱۱۰۹
borneol	۰/۵۲	۱۱۸۱
terpin-4-ol	۱/۱۴	۱۱۹۳
p-menth-1-en-8-ol	۰/۲۳	۱۲۰۳
α-terpineol	۰/۲۶	۱۲۱۳
carvacrol methyl ether	۰/۲۹	۱۲۵۶
thymol	۰/۴۴	۱۲۹۷
carvacrol	۸۱/۱	۱۳۲۴
β-caryophyllene	۰/۳۸	۱۴۶۳
E, E alpha-farnesene	۰/۱۹	۱۵۳۵
β-bisabolene	۲/۷۲	۱۵۴۴
cis-alpha-bisabolene	۰/۵۹	۱۵۷۴
caryophyllene oxide	۰/۷۳	۱۶۲۲
β-eudesmole	۰/۳۷	۱۶۳۴

جدول ۲-ترکیب شیمیایی اسانس آویشن دنایی،.*Thymus daenensis* Celak، جمع‌آوری شده از ارتفاعات زاگرس در استان لرستان

ترکیبات شیمیایی	درصد ترکیبات شیمیایی	شاخص بازداری
α-thujene	۲/۳	۹۳۱
α-pinene	۰/۷	۹۴۰
camphene	۰/۲	۹۵۷
β-pinene	۰/۱	۹۸۵
myrcene	۱/۶	۹۹۱
α-phellandrene	۰/۱	۱۰۱۰
α-terpinene	۱/۸	۱۰۲۱
p-cymene	۵/۴	۱۰۲۹
limonene	۰/۱	۱۰۳۳
β-phellandrene	۰/۱	۱۰۳۵
γ-terpinene	۴/۸	۱۰۶۲
trans-sabinene hydrate	۰/۵	۱۰۷۱
4-terpineol	۰/۲	۱۱۸۴
thymol	۷۲/۳	۱۲۹۷
carvacrol	۷/۱	۱۳۰۴
β-caryophyllene	۲/۵	۱۴۳۷
caryophyllene oxide	۰/۱	۱۶۰۰

جدول۳- ترکیب شیمیایی اسانس میخک، *Eugenia caryophyllus* (Sprengel) جمع آوری شده از باغ گیاهشناسی شیراز

ترکیبات شیمیایی	درصد ترکیبات شیمیایی	شاخص بازداری
o-cymene	۰/۱	۱۰۲۶
Limonene	۰/۱	۱۰۳۱
1,8-Cineol	۰/۳	۱۰۳۴
γ-Terpinene	۰/۱	۱۰۵۹
Linalool	۰/۶	۱۰۹۶
Methyl chavicol	۱/۸	۱۱۹۸
Chavicol	۰/۴	۱۲۵۳
Thymol	۰/۳	۱۲۸۸
Carvacrol	۰/۳	۱۲۹۹
α-Terpinyl acetate	۰/۲	۱۳۵۰
Eugenol	۶۸/۴	۱۳۷۵
dihydro-Eugenol	۰/۱	۱۳۷۹
β-Elemene	۰/۱	۱۴۰۱
(E)-Caryophyllene	۱/۷	۱۴۳۵
α-Humulene	۰/۴	۱۴۶۹
trans-Muurola-4(14),5-diene	۰/۱	۱۴۹۴
Capillene	۰/۵	۱۵۰۰
α-Bulnesene	۰/۱	۱۵۱۷
Eugenol acetate	۲۲/۹	۱۵۳۰
Spathulenol	۰/۲	۱۵۳۹
Caryophyllene oxide	۰/۸	۱۶۰۱
Humulene epoxide II	۰/۱	۱۶۲۷
epi-α-Cadinol	۰/۴	۱۶۵۳

اطلاعات نشان می‌دهدکه اسانس‌های گیاهی به مقدار زیادی انتخابی هستند و به خاطر محل اثر آن‌ها (گیرنده‌های اکتوپامین) معمولاً اثر سویی بر پستانداران ندارند. این ترکیبات نسبت به حشره‌کش‌هایی مانند کاربامات‌ها، ارگانوفسفرها، و پیرتروئیدهای سنتتیک که اثر سویی بر محیط می‌گذارند، برای محیط امن هستند. اسانس‌های گیاهی بر استیل‌کولین استراز وگیرنده‌های اکتوپامین موثر هستند. تنها در غلظت بالا می‌توانند بر استیل کولین استراز موثر باشند ولی در غلظت پایین نمی‌توانند موثر باشند (۵ و ۱۳). یکی از ترکیبات مهم اسانس‌ها مونوترپن‌ها می‌باشند، مونوترپن‌ها ترکیبات فرار و چربی دوستی هستند که قادرند به سرعت درون بدن حشره نفوذ کنند و در فعالیت‌های فیزیولوژیکی بدن حشره اختلال ایجاد کنند (۱۶). در این بررسی مشخص شد که لارو سن اول حساس ترین مرحله نسبت به اسانس‌های گیاهی می‌باشد همان‌طور که در مطالعات قبلی به این نتیجه رسیده بودند (۹ و ۱۶) مقاومت کمتر لارو سن اول ممکن است مرتبط با خواص کوتیکولی آن‌ها باشد زیرا خواص فیزیکی و شیمیایی کوتیکول مراحل مختلف رشدی با هم متفاوت می‌باشد (۹). لارو سن سوم حساسیت کمتری نسبت به اسانس‌های گیاهی دارد چرا که میزان سخت شدن کوتیکول آن با سرعت بالاتری صورت می‌گیرد (۱۰).

میزان تخمگذاری در سوسک کلرادوی سیب زمینی تیمار شده با برگ‌های آغشته به اسانس‌های گیاهی متفاوت بود. حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب زمینی به علت داشتن ساختار کوتیکولی ضخیم و محکم و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کوتیکول نسبت به ترکیبات گیاهی مقاوم‌تر می‌باشند (۱۱). همان‌طور که گوکس[1] و همکاران (۹) نشان دادند که LC_{50} عصاره گیاه رازک *H. lupulus* بر لارو سن اول، دوم، سوم و چهارم و حشرات کامل به ترتیب ۹/۹۸، ۱۱/۸۰، ۱۷/۱۹، ۴۶/۳۹ و بسیار بیشتر از ۴۰ بود که موید این می‌باشد که لارو سن اول حساس‌ترین مرحله به این عصاره بوده است و حشرات کامل مقاوم‌ترین مرحله بوده است. اما با این وجود ترکیبات گیاهی مورد بررسی در این تحقیق سبب بازدارندگی تخمگذاری حشرات کامل گردیدند. استفاده از شش اسانس گیاهی از غلظت ۲۰ تا ۱۰۰ پی‌پی‌ام و دو مونوترپن از غلظت ۱۰ تا ۴۰ پی‌پی‌ام سبب کاهش میزان تخمگذاری سوسک کلرادوی سیب زمینی شده است.

1- Gokce

جدول ٤- ترکیب شیمیایی اسانس ریحان، *Ocimum basilicum* L.، جمع آوری شده از موسسه تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی تهران

ترکیبات شیمیایی	درصد ترکیبات شیمیایی	شاخص بازداری
α-pinene	۰/۳	۹۳۱
sabinene	۰/۲	۹۵۳
β-pinene	۰/۶	۹۶۸
myrcene	۰/۷	۹۹۷
1,8-cineole	۷/۷	۱۰۰۴
z-beta-ocimene	۰/۳	۱۰۲۱
Cis-sabinene hydrate	۰/۲	۱۰۳۸
terpinolene	۰/۱	۱۰۴۶
linalool	۵۴/۳	۱۰۷۶
cis-epoxy ocimene	۰/۱	۱۰۸۰
camphor	۰/۲	۱۱۰۶
α-trpineol	۰/۵	۱۱۰۹
borneol	۱/۱	۱۱۸۱
p-menth-1-one-8-ol	۰/۱	۱۱۹۳
bornyl acetate	۱/۱	۱۲۰۳
carvacrol	۰/۳	۱۲۱۳
Eugenol	۷/۵	۱۲۵۶
α-copaene	۰/۲	۱۲۹۷
β-caryophyllene	۴/۵	۱۴۶۳
aromadendrene	۰/۳	۱۵۳۵
α-humulene	۰/۵	۱۶۲۲
γ Muurolene	۰/۵	۱۶۳۴
Germacrene D	۰/۵	۱۵۰۰
β-Guaiene	۴/۲	۱۵۲۲
delta-cadinene	۰/۹	۱۵۳۰
Cis-Calamenene	۱/۵	۱۵۳۷
α-Muurolene	۲/۸	۱۵۴۵
trans-Nerolidole	۰/۲	۱۵۶۵
10-epi-eudesmol	۰/۵	۱۵۷۸
1-epi-Cubenol	۰/۷	۱۶۳۲
tau-cadinol	۵/۳	۱۶۵۹
α-cadinol	۰/۴	۱۶۷۱
α-bisabolol	۰/۱	۱۶۹۴
2-hexyl-E-Cinnamaldehyde	۰/۱	۱۷۵۴

در این مطالعه مشخص شده است که با افزایش غلظت اسانس‌ها میزان تخمگذاری کاهش یافته است. همچنین مطالعات اردوغان و توروس (۶) نشان داد که برگ‌های سیب زمینی آغشته به عصاره گیاه توق با افزایش غلظت از ۱ تا ۱۰ درصد میزان بازدارندگی تخم ریزی سوسک کلرادوی سیب زمینی را افزایش داده است و گیاه کلپوره و ترخون بیشترین تاثیر را بر بازدارندگی تخم‌ریزی در بالاترین غلظت (۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) داشته‌اند (۴). تاثیر بالای اسانس گیاه مرزه خوزستانی در این مطالعه ممکن است به علت مهم‌ترین ترکیب آن (کارواکرول) باشد چرا که این ترکیب در بالاترین غلظت (۴۰ پی پی ام) مانع از تخم گذاری سوسک کلرادوی سیب زمینی شده است.

جدول ۵- ترکیب شیمیایی اسانس نعناع، *Mentha spicata* L. جمع‌آوری شده از باغ گیاهشناسی شیراز

ترکیبات شیمیایی	درصد ترکیبات شیمیایی	شاخص بازداری
4-Heptanol	۰/۱	۸۹۴
α-Pinene	۰/۸	۹۷۳
Camphene	۰/۳	۹۵۳
Sabinene	۰/۴	۹۷۵
β-Pinene	۱/۰	۹۸۲
3-Octanol	۰/۸	۹۹۰
α-Terpinene	۰/۱	۱۰۱۹
p-Cymene	۰/۷	۱۰۲۶
Sylvestrene	۵/۱	۱۰۳۲
1,8-Cineol	۲/۹	۱۰۳۵
(E)-β-Ocimene	۰/۱	۱۰۴۴
γ-Terpinene	۰/۸	۱۰۵۹
Terpinolene	۰/۱	۱۰۹۰
Linalool	۱/۰	۱۰۹۶
(2E,4E)-Octadienol	۰/۴	۱۱۱۶
trans-p-Mentha-2,8-dien-1-ol	۰/۲	۱۱۲۲
trans-Limonene oxide	۰/۲	۱۱۳۹
neo-3-Thujanol	۰/۲	۱۱۵۰
Borneol	۱/۰	۱۱۷۲
Terpinen-4-ol	۰/۳	۱۱۸۱
cis-dihydro Carvone	۱۸/۷	۱۲۰۵
trans-dihydro Carvone	۲/۷	۱۲۱۲
trans-Carveol	۰/۴	۱۲۲۷
cis-p-Mentha-1(7),8-dien-2-ol	۰/۲	۱۲۳۱
Neral	۰/۱	۱۲۴۱
Carvone	۱۸/۸	۱۲۵۶
trans-Piperitone epoxide	۹/۸	۱۲۶۵
Geranial	۲/۸	۱۲۷۱
Perilla aldehyde	۱/۷	۱۲۷۸
trans-Carvone oxide	۱/۱	۱۲۸۲
Thymol	۲/۱	۱۲۸۸
Carvacrol	۶/۸	۱۳۰۱
iso-Dihydro carveol acetate	۰/۳	۱۳۲۸
Piperitenone	۰/۹	۱۳۴۸
trans-Carvyl acetate	۰/۸	۱۳۵۸
Neryl acetate	۰/۸	۱۳۶۲
Geranyl acetate	۵/۱	۱۳۷۹
β-Bourbonene	۰/۷	۱۳۹۷
(E)-Jasmone	۰/۸	۱۴۰۰
(Z)-Caryophyllene	۰/۲	۱۴۲۰
(E)-Caryophyllene	۳/۴	۱۴۳۵
6,9-Guaiadiene	۰/۱	۱۴۴۲
(E)-β-Farnesene	۰/۴	۱۴۵۴
allo-Aromadendrene	۰/۲	۱۴۵۸
α-Acoradiene	۰/۲	۱۴۶۸

۱۴۸۱	۰/۲	Amorpha-4,7(11)-diene
۱۴۸۹	۰/۲	(E)-β-Ionone
۱۴۹۴	۰/۳	trans-Muurola-4(14),5-diene
۱۵۱۰	۰/۵	Bicyclogermacrene
۱۵۱۷	۰/۱	α-Bulnesene
۱۵۲۵	۰/۲	γ-Cadinene
۱۵۳۸	۰/۲	cis-Dihydroagarofuran
۱۵۹۳	۰/۵	Spathulenol
۱۵۹۷	۰/۱	Caryophyllene oxide
۱۶۰۰	۰/۸	Thujopsan-2β-ol
۱۶۱۰	۰/۲	Rosifoliol
۱۶۵۲	۰/۳	epi-α-Cadinol
۱۶۵۹	۰/۱	Valerianol
۱۸۴۳	۰/۳	6,10,14-trimethyl-2-Pentadecanone
۲۱۲۴	۰/۲	Laurenan-2-one

جدول ٦- ترکیب شیمیایی اسانس مورد، *Myrtus communis* L.، جمع آوری شده از موسسه تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی تهران

ترکیبات شیمیایی	درصد ترکیبات شیمیایی	شاخص بازداری
E-2-Hexenal	۰/۵	۸۴۸
Isobutyl isobutyrate	۱/۱	۹۱۰
α-Thujene	۰/۶	۹۳۲
α-Pinene	۲۳	۹۴۳
β-Pinene	۰/۴	۹۸۶
Myrcene	۰/۲	۹۹۱
α-Phellandrene	۰/۴	۱۰۱۰
Δ3-Carene	۰/۴	۱۰۱۷
α-Terpinene	۰/۱	۱۰۲۲
p-Cymene	۰/۳	۱۰۲۹
Limonene	۱۷/۸	۱۰۳۵
1,8-Cineole	۲۰/۳	۱۰۴۰
trans- β –ocimene	۰/۲	۱۰۴۷
Methy l acetophenone	۰/۸	۱۰۶۳
Terpinolene	۰/۵	۱۰۹۴
Linalool	۱۲/۳	۱۱۰۰
4-Terpineol	۰/۲	۱۱۸۵
α-Terpineol	۳/۳	۱۱۹۸
p-Arill arisol	۱/۲	۱۲۰۲
Linalyl acetate	۴/۶	۱۲۵۵
Methyl citronellate	۰/۳	۱۲۵۸
α-Terpinyl acetate	۱/۸	۱۳۵۶
Neryl acetate	۰/۲	۱۳۶۲
Geranyl acetate	۳/۱	۱۳۸۱
Methyl eugenol	۱/۶	۱۴۰۲
trans caryophylene	۱/۷	۱۴۴۲
α-Humulene	۱/۲	۱۴۷۶
Flavesone	۰/۳	۱۵۵۳
Caryophelene oxide	۰/۱	۱۶۰۹
Humulene oxide	۰/۱	۱۶۳۵

جدول۷- تجزیه پروبیت اثر اسانس گیاهان و دو ترکیب عمده آن‌ها روی لارو سن اول سوسک کلرادوی سیب زمینی

گیاهان و ترکیبات شیمیایی	تعداد افراد مورد آزمایش	X^2(df)	P-value	Slop± SE	LC_{50} (ppm)
S. khuzistanica	۴۲۰	۱۳/۰۱ (۳۴)	۱/۰۰	۲/۰۶ ±۰/۲۵	۶/۸۵ (۵/۸۶–۸/۲۲)*
T. daenensis	۴۲۰	۷/۹۴ (۳۴)	۱/۰۰	۲/۵۳± ۰/۲۶	۲۱/۶۶ (۱۹/۰۰ –۲۴/۷۶)
O. basilicum	۴۲۰	۱۷/۸۱(۳۴)	۰/۹۹	۵/۳۵± ۰/۵۷	۳۴/۳۳ (۳۲/۱۵–۳۶/۵۱)
M spicata	۴۲۰	۱۰/۱۸ (۳۴)	۱/۰۰	۲/۲۰ ± ۰/۲۲	۱۱/۵۱ (۹/۸۵–۱۳/۳۹)
M. communis	۴۲۰	۹/۳۶ (۳۴)	۱/۰۰	۲/۱۴± ۰/۲۲	۱۷/۳۴ (۱۴/۸۳ –۲۰/۲۸)
E. caryophyllu	۴۲۰	۱۲/۳۵ (۳۴)	۱/۰۰	۴/۲۲± ۰/۴۶	۳۰/۸۸ (۲۸/۳۹–۳۳/۳۶)
thymol	۴۲۰	۱۸/۴۸ (۳۴)	۰/۹۸	۲/۷۳± ۰/۳۰	۱۲/۲۰ (۱۰/۶۶–۱۳/۹۹)
carvacrol	۴۲۰	۱۵/۴۰ (۳۴)	۰/۹۹	۱/۸۲± ۰/۲۱	۳/۰۹ (۲/۵۸–۳/۷۱)

* اعداد داخل پرانتز بیانگر حدود اطمینان ۹۵ درصد پایین و بالا می‌باشند.

جدول۸- تجزیه پروبیت اثر اسانس گیاهان و دو ترکیب عمده آن‌ها روی لارو سن دوم سوسک کلرادوی سیب زمینی

گیاهان و ترکیبات شیمیایی	تعداد افراد مورد آزمایش	X^2(df)	P-value	Slop± SE	LC_{50} (ppm)
S. khuzistanica	۴۲۰	۱۸/۴۴ (۳۴)	۰/۹۸	۱/۹۲± ۰/۲۲	۸/۵۸ (۷/۲۵–۱۰/۲۸)*
T. daenensis	۴۲۰	۹/۹۵ (۳۴)	۱/۰۰	۲/۱۹± ۰/۲۴	۲۷/۶۹ (۲۳/۸۲–۳۲/۲۳)
O. basilicum	۴۲۰	۳۰/۰۰ (۳۴)	۰/۶۶	۳/۷۳± ۰/۴۶	۸۱/۹۷ (۷۵/۱۶–۹۰/۸۵)
M spicata	۴۲۰	۱۱/۹۷ (۳۴)	۰/۹۹	۲/۸۱± ۰/۳۲	۲۴/۳۱ (۲۱/۶۵–۲۷/۴۲)
M. communis	۴۲۰	۱۶/۰۴ (۳۴)	۰/۹۹	۲/۳۵± ۰/۲۷	۳۴/۶۵ (۳۰/۲۱–۴۰/۲۷)
E. caryophyllu	۴۲۰	۲۸/۲۳ (۳۴)	۰/۷۴	۲/۴۷± ۰/۳۱	۴۵/۹۶ (۴۰/۴۳ –۵۲/۹۳)
thymol	۴۲۰	۱۳/۱۶ (۳۴)	۱/۰۰	۳/۰۳± ۰/۳۵	۲۰/۹۳ (۱۸/۸۳–۲۳/۴۶)
carvacrol	۴۲۰	۱۵/۲۱ (۳۴)	۰/۹۹	۲/۲۵± ۰/۲۴	۶/۲۳ (۵/۳۲–۷/۳۱)

* اعداد داخل پرانتز بیانگر حدود اطمینان ۹۵ درصد پایین و بالا می‌باشند.

جدول۹- تجزیه پروبیت اثر اسانس گیاهان و دو ترکیب عمده آن‌ها روی لارو سن سوم سوسک کلرادوی سیب زمینی

گیاهان و ترکیبات شیمیایی	تعداد افراد مورد آزمایش	X^2(df)	P-value	Slop± SE	LC_{50} (ppm)
S. khuzistanica	۴۲۰	۷/۱۶ (۳۴)	۱/۰۰	۲/۱۹± ۰/۲۷	۱۷/۷۰ (۱۵/۳۰ –۲۰/۸۴)*
T. daenensis	۴۲۰	۸/۰۵ (۳۴)	۱/۰۰	۲/۶۹ ±۰/۲۸	۳۳/۸۹ (۲۹/۹۲ –۳۸/۳۷)
O. basilicum	۴۲۰	۱۰/۱۷ (۳۴)	۱/۰۰	۴/۳۰± ۰/۴۴	۸۳/۰۶ (۷۶/۸۸ –۸۹/۸۸)
M. spicata	۴۲۰	۱۳/۵۶ (۳۴)	۰/۹۹	۳/۳۸± ۰/۳۵	۳۸/۱۷ (۳۴/۴۵ –۴۲/۰۹)
M. communis	۴۲۰	۱۰/۱۵ (۳۴)	۱/۰۰	۲/۳۱± ۰/۲۶	۳۱/۳۳ (۲۷/۰۵ –۳۶/۰۴)
E. caryophyllu	۴۲۰	۱۱/۲۸ (۳۴)	۱/۰۰	۴/۰۹± ۰/۴۳	۵۴/۵۹ (۵۰/۳۳ –۵۹/۳۲)
thymol	۴۲۰	۱۱/۹۳ (۳۴)	۱/۰۰	۲/۸۲± ۰/۳۲	۲۵/۹۳ (۲۲/۸۱–۲۹/۴۷)
carvacrol	۴۲۰	۱۶/۷۹ (۳۴)	۰/۹۹	۲/۵۳± ۰/۲۶	۱۰/۷۹ (۹/۴۵–۱۲/۳۳)

* اعداد داخل پرانتز بیانگر حدود اطمینان ۹۵ درصد پایین و بالا می‌باشند.

خود گیاه سیب زمینی دارای مقدار زیادی گلیکوالکالوئید[1]،ماده سمی طبیعی، در خانواده سولاناسه‌ها می‌باشد. عمل اصلی این ترکیب حفاظت از گیاه در مقابل باکتری‌ها و بیماری‌های قارچی و حشرات (سوسک کلرادوی سیب زمینی) می‌باشد البته میزان این ترکیب در سیب زمینی در حدی نیست که به بشر آسیب وارد سازد بنابراین استفاده از این ترکیب در کنار سایر روش‌ها می‌تواند در کنترل آفات سیب زمینی کمک کند (۲۷). بنابراین می‌توان گفت: ترکیبات گیاهی یکی از بهترین گزینه‌های مناسب جهت جایگزینی سموم شیمیایی

1- glycoalkaloid

برای کنترل این آفت می‌باشند. همان طور که 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 سوی استفاده از ترکیبات گیاهی بیشتر شده است. در کشور ما نیز در زمینه استفاده از گیاهان دارویی بر کنترل آفات تاریخ وپیشینه ای درخشان وجود دارد. به همین دلیل بهتر است از ظرفیت‌ها و پتانسیل های موجود در کشور برای تهیه گیاهان دارویی موثر بر آفات استفاده گردد و این دانش را مطابق استانداردهای روز دنیا به دانشی کاربردی تبدیل کرد که جوابگوی نیازمندی‌های روز دنیا با زبان علمی و قابل قبول برای مراجع علمی باشد و مصرف سموم شیمیایی وارداتی که اثرات سویی بر محیط زیست، ایجاد مقاومت در آفات، از بین بردن گونه‌های مفید و غیره را دارند محدود گردد و گرایش به سمت استفاده از گیاهان دارویی جهت مدیریت تلفیقی آفات تا حد امکان افزایش یابد.

جدول ۱۰- میانگین درصد بازدارندگی اسانس‌های گیاهی بر حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب زمینی *L. decemlineata*

غلظت (پی‌پی‌ام)	SE ±میانگین درصد بازدارنگی تخمریزی					
	S. khuzistanica	*O. basilicum*	*M. communis*	*T. daenensis*	*M. spicata*	*E. caryophyllus*
۲۰	۴۷/۲۷± ۱/۱۱۵eA	۲۷/۲۳ ±۲/۷۳dC	۴۱/۵۴ ±۱/۲۷eAB	۳۶/۰۰ ±۲/۲۱dBC	۴۳/۳۱ ±۳/۲۵cAB	۳۳/۵۵ ±۲/۳۵cBC
۳۰	۵۵/۷۷±۲/۴۴dA	۴۳/۶۶ ±۲/۲۹cB	۵۰/۹۶ ±۲/۷۰dAB	۴۷/۲۴ ±۱/۶۵cAB	۴۹/۸۸ ±۲/۴۱bAB	۴۱/۹۴±۲/۰۹cB
۴۴	۶۴/۲۷± ۱/۲۹cA	۵۳/۲۸ ±۲/۸۰bB	۶۰/۳۸ ±۱/۴۳cAB	۵۶/۸۸ ±۲/۴۲bAB	۶۱/۹۰ ±۲/۰۷bAB	۵۵/۱۸ ±۲/۴۷bAB
۶۶	۷۵/۱۶ ±۲/۵۰bA	۶۷/۳۷ ±۰/۹۲aB	۷۱/۴۹ ±۲/۰۳bAB	۶۵/۵۹ ±۱/۷۷aB	۷۱/۶۵ ±۲/۵۶bAB	۶۹/۰۹ ±۲/۳۱aAB
۱۰۰	۸۸/۲۳ ±۰/۹۵aA	۶۸/۳۰ ±۱/۲۴aE	۷۹/۴۶ ±۱/۰۱aBC	۷۲/۰۱ ±۱/۷۶aDE	۸۲/۵۳ ±۲/۴۶aAB	۷۵/۴۹±۱/۲۲aCD

حروف غیر مشابه در هر ستون و هر ردیف با استفاده از آزمون توکی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری باهم دارند.

جدول ۱۱- میانگین درصد بازدارندگی ترکیبات شیمیایی بر حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب زمینی*L. decemlineata*

غلظت	SE ± میانگین درصد بازدارنگی تخم‌ریزی	
(پی‌پی‌ام)	تیمول	کارواکرول
۱۰	۱۰/۶۵ ± ۱/۹۵e	۲۴/۸۹ ± ۱/۰۸e
۱۵	۳۰/۵۰ ± ۰/۶۷d	۴۵/۱۴ ± ۱/۷۵d
۲۰	۴۶/۰۲ ± ۱/۰۵c	۶۷/۰۸ ± ۰/۸۳c
۳۰	۵۷/۹۲ ± ۰/۳۲b	۸۹/۴۵ ± ۰/۴۲b
۴۰	۷۵/۳۱ ± ۰/۴۱a	۱۰۰a

حروف غیر مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون توکی در سطح یک درصد اختلاف معنی داری باهم دارند.

منابع

۱- تقی‌زاده سارو کلایی ا.، و نوری قنبلانی ق. ۱۳۹۱. کارایی گیاه دارویی ریحان .*Ocimum basilicum* L بر مراحل زیستی سوسک کلرادوی سیب زمینی (Say) *Leptinotarsa decemlineata*. خلاصه مقالات سومین همایش بیوتکنولوژی، ۱۳ تا ۱۵ شهریور ۱۳۹۱، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد. ص ۸۷.

۲- طالبی جهرمی خ. ۱۳۹۰. سم شناسی آفت کش ها. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ چهارم. تهران.

۳- نوری قنبلانی ق. ۱۳۶۵. سوسک کلرادوی سیب زمینی «آفت جدیدی که تولید سیب زمینی را در ایران تهدید می‌کند».انتشارات دانشگاه تبریز. تبریز.

۴- نوری قنبلانی ق.، فتحی س. ع.ا.، و برمکی م. ۱۳۸۹. تاثیر برخی از اسانس‌های گیاهی روی رفتارهای تخمگذاری و تغذیه‌ای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* Say (Col. Chrysomelidae). مجله گیاهپزشکی (علمی کشاورزی) شماره۳۳: ۱-۹.

5- Enan E. 2001. Insecticidal activity of essential oils: octopaminergicsites of action. Comparative Biochemistry and Physiology, 130: 325–337

6- 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.

7- Erdogan P., and Toros S. 2010. Fecundity effects of some plant extracts in the *Leptinotarsa decemlineata* Say

(Col.: Chrysomelidae). Bitki Koruma Bulteni, 50: 143-155.
8- Finney D.J. 1971. Probit Analysis, 3rd Edition. Cambridge University, London.
9- Gokce A. Whalon M.E. Cam H. Ynar Y. Demirtas I. and Goren N. 2006. Plant extract contact toxicities to various developmental stages of Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). Annals of Applied Biology, 149: 197-202.
10- Gouamene-Lamine C.H., Yoon K.S., Clark J.M. 2003. Differential susceptibility to abamectin and two bioactive avermectin analogs in abamectin-resistant and susceptible strains of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). Pesticide Biochemistry and Physiology, 76: 15–23.
11- Hegazy G., Cock A., Auda M., Degheele D. 1989. Diflubenzuron toxicity, effect on the cuticle ultrastructure and chitin and protein content of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent, 54: 89–101.
12- Kordali S., Kesdek M., and Cakir A. 2007. Toxicity of monoterpenes against larvae and adults of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). Industrial Crops and Products, 26: 278-297.
13- Kostyukovsky M., Rafaeli A., Gileadi C., Demchenko N., Shaaya E. 2002. Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: possible mode of action against insect pests. Pest Management Science, 58:1101–1106.
14- Kutas J., Nadasy M., Graf L., Asboth B. 2003. Antifeedant effects of several natural substances on some phytophaghous insect species. p. 239-243. Proceeding and papers of Slovenian Conference on Plant Protection. 4-6 March. 2003. Zrece, Slovenia.
15- Lale N.E.S., and Abdulrahman H.T. 1999. Evaluation of neem *(Azadirachta indica* A. Juss) seed oil obtained by different methods and neem powder for the management of *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae) in stored cowpea. Journal of Stored Products Research, 35: 135-143.
16- Lee S., Peterson C.J., Coats J.R. 2003. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. Journal of Stored Products Research, 39: 77–85.
17- Metapalu L., Hiiesaar J., Joudu J., Kuusik A. 2001. The effects of certain toxic plant extracts on the larvae of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Proceedings of the international workshop. 24-25 January. Estonia, Tartu, 93-100.
18- Mota-Sanchez D., Hollingworth R.M., Grafius E.J., and Moyer D.D. 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.
19- Pavela R. 2006. The antifeedant effect of extracts from *Leuzea carthamoides* (Willd.) DC. on *Leptinotarsa decemlineata* Say. Journal of Medicinal Plants, 14: 305–314.
20- Pavela R. 2010. Antifeedant activity of plant extracts on *Leptinotarsa decemlineata* Say. and *Spodoptera littoralis* Bois. larvae. Industrial Crops and Products, 32: 213-219.
21- Pedigo L.P. 1999. Entomology and Pest Management. 3rd ed., Prentice Hall. N. J. U.S.A.
22- Safaei Khoram M., Taher Nasabi N., Jafarian S., and Khosroshahi S. 2011. The toxicity of selected monoterpene hydrocarbons as single compounds and mixtures against different developmental stages of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of Entomology, 8: 404-416.
23- Scott I.M., Jensen H., Scott J.G., Isman M.B., Arnason J.T., and Philogene B.J.R. 2003. Botanical insecticides for controlling agricultural pests: Piperamides and the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 54: 212-225.
24- Tisler A.M., and Zehnder G.W. 1990. Insecticide resistance in the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) on the eastern shore of Virginia. Journal of Economic Entomology, 83: 666-677.
25- Tomasek J., Dvorak P. 2007. Alternative protection of biopesticides in organic farming. Lucrari Ştiinţifice Seria Agronomie, 52: 1-3.
26- Triplehorn C.A., and Johnson N.F. 2005. Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects. 7th ed., Thomson Books, U.S.A.
27- Zarzecka K., Gugala M., Mystkowska I. 2013. Glycoalkaloid contents in potato leaves and tubers as influenced by insecticide application. Plant Soil and Environment, 59: 183-188.