بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی

استفاده از ارقام مقاوم و اسانس‌های گیاهی جهت کنترل بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) در شرایط آزمایشگاهی

نگارنده: اکرم ولی زاده

استاد راهنما

دکتر علی درخشان شادمهری

استاد مشاور

دکتر مریم عجم حسنی

بهمن۱۳۹۶

شماره: ۴۹۹
تاریخ: ۹۷/۱۱/۰۲

باسمه‌تعالی

دانشگاه صنعتی شاهرود

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم **اکرم ولی زاده** با شماره دانشجویی **۹۴۱۸۷۷۴** رشته: **گیاهپزشکی** گرایش: **حشره شناسی**

تحت عنوان: استفاده از ارقام مقاوم و اسانس‌های گیاهی جهت کنترل بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) در شرایط آزمایشگاهی که در تاریخ **۱۳۹۶/۱۱/۲**

با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه: عالی .....) ☑ **مردود** ☐

نوع تحقیق: **نظری** ☐ **عملی** ☑

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنمای اول	دکتر علی درخشان شادمهری	استادیار	
۲- استادراهنمای دوم			
۳- استاد مشاور	دکتر مریم عجم حسنی	استادیار	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر مهدی رضائی	استادیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر مسعود حکیمی تبار	استادیار	
۶-ـ استاد ممتحن دوم	دکتر شیده موجرلو	استادیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: دکتر محمدرضا عامریان

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تبصره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

خواهر مهربانم و دکتر زرقی

به پاس تمام زحمات بی دریغ آن‌ها و مهربانی های

بی بدیل شان

تشکر و قدردانی

سپاس بیکران خداوند سبحان را که بر من منت نهاد تا بتوانم در مسیر کسب علم گام بردارم. اکنون به لطف خداوند بزرگ انجام این تحقیق به پایان رسیده، بر خود لازم میدانم تا از همه‌ی افرادی که به نحوی ایجانب را در انجام و به پایان رساندن این مسیر یاری کردند تقدیر و تشکر نمایم.

پدر، مادر و سایر اعضای خانواده‌ی عزیزم و دکتر زرقی که با حمایت‌های بی‌دریغ و همه جانبه‌ی خود در پشت سر گذاشتن این مسیر باعث دلگرمی بنده بودند و تمام توفیقم را مدیون دعای خیر و کمک ایشان هستم، متشکرم و همواره قدردان همدلی‌ها و محبت‌هایشان هستم. سعادت، سلامت و بهروزی ایشان را از خداوند منّان خواستارم.

از محضر استاد راهنمای ارجمندم، استاد علم و ادب، جناب آقای دکتر علی درخشان شادمهری که در تمامی مراحل انجام پایان نامه از هیچ کمکی دریغ نکردند و در طول تحصیل با نظرات ارزشمند و راه‌گشای خویش ایجانب را در تهیه و تدوین این پایان نامه یاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. از استاد مشاور محترم خانم دکتر مریم عجم حسنی به خاطر کمک‌های بی دریغشان در انجام این پایان نامه کمال سپاس‌گذاری را دارم. لذا از داوران گرانقدر جناب آقای دکتر حکیمی تبار و دکتر موجرلو که زحمت بازخوانی این رساله را متقبل شدند و با راهنمایی‌های ارزنده‌شان در ارائه هر چه بهتر این رساله یاریم نمودند کمال تشکر را دارم.

همچنین از خانم مهندس عبداللهی (مسئول محترم آزمایشگاه گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود) که در تمامی مراحل کمک یار و همراه بنده بودند صمیمانه کمال تشکر را دارم و همچنین از خانم دکتر قیمی بابت کمک بی شائبه‌شان و از خداوند برای ایشان آرزوی موفقیت در تمامی مراحل زندگیشان را دارم و همچنین از دوستان عزیزم خانم پورعلی، خانم ابراهیمی و هم اتاقی‌های خوبم و سایر افرادی که در طول دوره تحصیلی در مقطع کارشناسی ارشد در محضرشان بودم کمال تشکر را دارم.

با آرزوی سعادت و شادکامی برای تمامی این عزیزان

تعهد نامه

اینجانب **اکرم ولی زاده** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته حشره شناسی کشاورزی/ دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **استفاده از ارقام مقاوم و اسانس‌های گیاهی جهت کنترل بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) در شرایط آزمایشگاهی**

تحت راهنمائی دکتر علی درخشان شادمهری متعهد می شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

بید سیب زمینی، *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)، یکی از مهم-ترین آفات سیب زمینی، *Solanum tuberosum* L.، در انبارها و مزارع می‌باشد. با توجه به عوارض سموم شیمیایی و مقاوم شدن بید سیب زمینی به تعدادی از حشره‌کش‌های شیمیایی، استفاده از ارقام مقاوم و اسانس گیاهان در کنترل این آفت مورد توجه قرار گرفته است. این تحقیق به منظور بررسی اثرات آنتی‌زنوزی و آنتی‌بیوزی برگ ارقام سیب زمینی شامل آگریا، آریندا، بانبا، پیکاسو و سانته و غده ارقام سیب زمینی شامل آگریا، آریندا، کایزر، رانومی و سانته و چهار اسانس گیاهی شامل آنغوزه، پوست لیمو، پونه کوهی و مرزه بر بازدارندگی تخم‌ریزی و اثر دورکنندگی تغذیه‌ای بید سیب زمینی انجام گردید. کلیه آزمایشات بجز آزمایش استفاده از دستگاه بویایی سنج در شرایط آزمایشگاهی در دمای ۱± ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۳±۶۵ درصد و ۱۶ ساعت تاریکی و ۸ ساعت روشنایی انجام شد. بررسی ارقام برگ و غده ارقام سیب زمینی بر تخم‌ریزی و نفوذ لارو بید سیب زمینی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. نتایج این آزمایش نشان داد که میانگین تخم‌ریزی حشره کامل بید سیب زمینی بین ارقام مختلف سیب زمینی تفاوت معنی‌داری دارد، به طوری که کم‌ترین تعداد تخم گذاشته شده برگ رقم بانبا (۹/۹۶)، غده رقم آگریا (۱۱/۶۷) و بیش‌ترین تعداد تخم گذاشته شده بر روی برگ و غده رقم آریندا به ترتیب (۳۱/۴۳) و (۲۹/۳۳) بود. همچنین تغذیه لاروهای سن اول بید سیب زمینی بین ارقام مختلف سیب زمینی اختلاف معنی‌داری داشت. بیش‌ترین و کم‌ترین جلب-کنندگی روی برگ و غده‌ها به ترتیب روی برگ و غده رقم آریندا و برگ رقم بانبا و غده رقم آگریا مشاهده شد. اثر درصد بازدارندگی و دورکنندگی ارقام سیب زمینی و اسانس گیاهان در آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل ۵ رقم سیب زمینی و ۴ اسانس گیاهان دارویی با ۳ تکرار انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که همه اسانس‌ها دارای خاصیت بازدارندگی تخم‌ریزی بودند. اسانس پونه کوهی و اسانس پوست لیمو به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین اثر بازدارندگی را داشتند. اثر متقابل

بین برگ و غده سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر بازدارندگی تخم‌ریزی معنی‌دار بود اثر متقابل بین برگ توام با اسانس گیاهی بر قدرت دورکنندگی معنی‌دار نبود (P =۰/۰۹۸۰). در حالی که اثر متقابل غده سیب زمینی با اسانس معنی‌دار بود. بالاترین میزان دورکنندگی روی برگ رقم بانبا توام با اسانس آنغوزه و غده رقم آگریا توام با اسانس پونه کوهی مشاهده شد. اثر آنتی بیوز ارقام سیب زمینی به تنهایی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تغذیه‌ی لاروها از برگ و غده‌ها اثر معنی‌داری روی درصد نفوذ، درصد بقای لاروی، درصد بقای شفیرگی، طول دوره‌ی مراحل نابالغ و طول دوره زندگی حشره کامل داشت. اثر آنتی بیوز ارقام سیب زمینی و اسانس گیاهان به روش در آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل ۵ رقم سیب زمینی و ۴ اسانس گیاهان و آب مقطر به عنوان تیمار شاهد با ۳ تکرار انجام شد. تغذیه لاروها از برگ‌های ارقام مختلف آغشته به اسانس گیاهان اثر معنی‌داری روی طول دوره لاروی، طول دوره شفیرگی، درصد نفوذ لاروی، درصد بقای لاروی و شفیرگی داشت. درحالی که اثر معنی‌داری روی طول دوره‌ی مراحل نابالغ و دوره زندگی حشره کامل مشاهده نشد. تغذیه از غده‌های پنج رقم سیب زمینی آغشته به اسانس گیاهان اثر معنی‌داری روی درصد نفوذ لاروی نشان دادند. نتایج حاصل از آزمایشات فوق نشان داد که رقم آگریا نسبت به سایر ارقام مورد بررسی برای نشو و نمای بید سیب زمینی نامطلوب است. همچنین نتایج این تحقیق بیانگر سمیت تنفسی بالای اسانس پونه کوهی بر بید سیب زمینی بود. بطور کلی از رقم آگریا توام با اسانس پونه کوهی می‌توان در برنامه‌های مدیریت تلفیقی بید سیب زمینی استفاده کرد.

کلمات کلیدی: سیب زمینی، ارقام مقاوم، اسانس گیاهان، آنتی زنوز، آنتی بیوز

مقاله مستخرج از پایان نامه

The effect of potato cultivars and essential oil on some bioparameters of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (lepidoptera: Gelechiidae)

The effect of essentials oil and resistant cultivars on penetration percentage of first instar larva of the Potato Tub moth, *Phthorimaea operculella* (lepidoptera: Gelechiidae)

فهرست مطالب

فصل اول- مقدمه و کلیات ۱
فصل دوم- بررسی منابع ۷
۲-۱ شکل شناسی شب پره بید سیب زمینی ۸
۲-۱-۱ حشرات کامل ۸
۲-۱-۲ تخم ۹
۲-۱-۳ لارو ۹
۲-۱-۴ شفیره ۱۰
۲-۲ زیست شناسی و خسارت شب پره بید سیب زمینی *P. operculella* ۱۱
۲-۳ روش های کنترل در انبارها ۱۳
۲-۳-۱ مبارزه شیمیایی ۱۳
۲-۳-۲ ترکیبات گیاهی ۱٤
۲-۳-۲-۱ اسانس های گیاهی ۱٤
۲-۳-۲-۲ کاربرد اسانس ها در کنترل آفات و مکانیسم عمل آنها ۱٦
۲-۴ واکنش های بویایی حشرات ۱۸
۲-۴-۱ بررسی واکنش بویایی حشرات با استفاده از دستگاه بویایی سنج ۲۰
۲-۵ تاریخچه مقاومت گیاهان ۲۱
۲-۵-۱ مقاومت گیاهی در برابر آفات گیاه خوار ۲۲
۲-۵-۲ مکانیسم های مقاومت ژنتیک کلاسیک ۲۴
۲-۵-۲-۱ آنتی زنوز ۲٤
۲-۵-۲-۲ مقاومت آنتی بیوز ۲٤
۲-۵-۲-۳ تحمل ۲۵
۲-۶ انواع گیاهان مورد مطالعه در این تحقیق ۲۵
۲-۶-۱ آنغوزه *Ferula asafoetida* L. ۲۵
۲-۶-۲ لیمو ترش *Citrus limon* (L.) Burm. ۲٦
۲-۶-۳ پونه کوهی *Origanum suriacum* L. ۲۷
۲-۷-۴ مرزه *Satureja hortensis* L. ۲۸
فصل سوم- مواد و روش ها ۳۱
۳-۱ تهیه و پرورش شب پره بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* ۳۲
۳-۲ تهیه غده های سیب زمینی و گیاهچه های کشت بافتی ۳۳
۳-۲-۱ نحوه کاشت گیاهچه های کشت بافتی درون گلدان ۳۳
۳-۳ جمع آوری و تهیه ی اسانس از گیاهان مورد مطالعه ۳۴
۳-۴ آزمایش زیست سنجی ۳۵
۳-۴-۱ تعیین دامنه غلظت اسانس ها روی لاروهای سن سوم بید سیب زمینی ۳۵
۳-۵ بررسی ترجیح میزبانی تخم ریزی با استفاده از طشتک پلاستیکی ۳۶
۳-۵-۱ بررسی ترجیح میزبانی برروی برگ های سیب زمینی بدون اسانس گیاهی ۳۶
۳-۵-۲ بررسی ترجیح میزبانی برروی برگ های سیب زمینی با اسانس گیاهی ۳۷
۳-۵-۳ بررسی ترجیح میزبانی غده سیب زمینی بدون اسانس گیاهی ۳۸
۳-۵-۴ بررسی ترجیح میزبانی غده های سیب زمینی با اسانس گیاهی ۳۹
۳-۶ بررسی ترجیح میزبانی تغذیه ی بید سیب زمینی با کمک دستگاه بویایی سنج ۳۹

۳-۶-۱ بررسی ترجیح میزبانی بر روی برگ های سیب زمینی بدون اسانس گیاهی ٤٠
۳-۶-۲ بررسی ترجیح میزبانی بر روی برگ های سیب زمینی با اسانس گیاهی ٤١
۳-۶-۳ بررسی ترجیح میزبانی غده های سیب زمینی بدون اسانس گیاهی ٤١
۳-۶-۴ بررسی ترجیح میزبانی غده های سیب زمینی با اسانس گیاهی ٤٢
۳-۷ آزمون آنتی بیوز ٤٣
۳-۷-۱ بررسی آنتی بیوز روی برگ های سیب زمینی بدون اسانس گیاهی ٤٣
۳-۷-۲ بررسی آنتی بیوز روی برگ های سیب زمینی با اسانس گیاهی ۴۴
۳-۷-۳ بررسی آنتی بیوز روی غده های سیب زمینی بدون اسانس گیاهی ٤٥
۳-۷-۴ بررسی آنتی بیوز روی غده های سیب زمینی با اسانس گیاهی ٤٦
۳-۸ تجزیه و تحلیل داده ها ۴۶
فصل چهارم- نتایج و بحث ٤٩
۴-۱ تعیین دامنه غلظت اسانس ها روی لاروهای سن سوم بید سیب زمینی *P. operculella* ٥٠
۴-۲. آزمایش ترجیح تخم ریزی با استفاده از طشتک پلاستیکی ٥١
۴-۲-۱ بررسی ترجیح تخم ریزی بر روی برگ های سیب زمینی بدون اسانس گیاهان ٥١
۴-۲-۲ بررسی ترجیح میزبانی برروی برگ های سیب زمینی با اسانس گیاهی ٥١
۴-۲-۳ بررسی ترجیح میزبانی برروی غده های سیب زمینی بدون اسانس گیاهی ٥٣
۴-۲-۴ بررسی ترجیح میزبانی برروی غده سیب زمینی با اسانس گیاهی ٥٤
۴-۳ آزمایش ترجیح تغذیه ای با دستگاه بویایی سنج ٥٥
۴-۳-۱. بررسی ترجیح میزبانی بر روی برگ سیب زمینی بدون اسانس گیاهان ٥٥
۴-۳-۲ بررسی ترجیح میزبانی بر روی برگ سیب زمینی با اسانس گیاهی ٥٦
۴-۳-۳ بررسی ترجیح میزبانی غده سیب زمینی بدون اسانس گیاهی ٥٨
۴-۳-۴ بررسی ترجیح میزبانی غده سیب زمینی با اسانس گیاهی ٥٨
۴-۴. آزمون آنتی بیوز ٦٠
۴-۴-۱ بررسی آنتی بیوز روی برگ سیب زمینی بدون اسانس گیاهی ٦٠
۴-۴-۲ بررسی آنتی بیوز روی برگ سیب زمینی با اسانس گیاهی ٦٢
۴-۴-۳ بررسی آنتی بیوز روی غده سیب زمینی بدون اسانس گیاهی ٦٥
۴-۴-۴ بررسی آنتی بیوز غده های سیب زمینی با اسانس گیاهی ٦٧
بحث ٧١
اثرات حشره کشی اسانس گیاهان ٧٢
آزمایش آنتی زنوز تخم ریزی ٧٣
ارزیابی ترجیح میزبانی برروی ارقام سیب زمینی بدون اسانس گیاهی ٧٣
بررسی تاثیر ارقام توام با اسانس گیاهی بر بازدارندگی تخم ریزی بید سیب زمینی ٧٦
آزمایش آنتی زنوز تغذیه ای ٧٩
ارزیابی ترجیح میزبانی ارقام سیب زمینی بدون اسانس با استفاده از دستگاه بویایی سنج ٧٩
بررسی تاثیر ارقام توام با اسانس روی دورکنندگی شب پره بید سیب زمینی ٨١
آزمایش آنتی بیوز تغذیه ای ٨٢
آنتی بیوز تغذیه ای با اسانس گیاهی ٨٥
فصل پنجم- نتیجه گیری و پیشنهادات ٨٩
منابع ٩٣

فهرست اشکال

شکل۲-۱. حشره کامل بید سیب زمینی فرد نر (راست)، فرد ماده (چپ) (اصلی) ۹
شکل ۲-۲. تخم حشرات کامل بید سیب زمینی (اصلی) ۹
شکل ۲-۳. سنین مختلف لاروی بید سیب زمینی (اصلی) ۱۰
شکل۲-۴. مراحل شفیره بید سیب زمینی از راست به چپ (اصلی) ۱۱
شکل۲-۵. خسارت لارو بید سیب زمینی بر روی غده سیب زمینی (اصلی) ۱۲
شکل ۳-۱. الف: ظرف تخم گیری بید سیب زمینی ب: شرایط نگهداری غده های سیب زمینی در آزمایشگاه (اصلی) ۳۳
شکل ۳-۲. گیاهچه های کشت بافتی درون شیشه و گلدان (اصلی) ۳۴
شکل ۳-۳. دستگاه کلونجر (اصلی) ۳۵
شکل ۳-۴. شاخ و برگ رقم و پیکاسو (اصلی) ۳۷
شکل ۳-۵. الف: ظروف پلاستیکی حاوی غده ب: طشتک پلاستیکی حاوی ظروف تخم ریزی (اصلی) ۳۹
شکل ۳-۶. دستگاه بویایی سنج حاوی برگ ارقام مختلف سیب زمینی (اصلی) ۴۰
شکل ۳-۷. دستگاه بویایی سنج حاوی غده ارقام مختلف سیب زمینی (اصلی) ۴۲
شکل ۳-۸. نفوذ لارو سن اول بید سیب زمینی بر روی رقم سانته، ۷۲ ساعت پس از شروع آزمایش (اصلی) ۴۲
شکل ۳-۹. الف- قرار دادن لارو سن اول بید سیب زمینی ب- تغذیه لارو سن اول بر شاخ و برگ رقم پیکاسو (اصلی) ۴۴
شکل ۳-۱۰. تغذیه لارو سن اول بید سیب زمینی از برگ رقم آریندا توام با اسانس پوست لیمو (اصلی) ۴۴
شکل۳-۱۱ سیب زمینی آلوده شده- لیوان های پلاستیکی حاوی سیب زمینی آلوده با لارو سن اول *P. operculella* ۴۶
شکل۳-۱۲. لیوان های پلاستیکی حاوی ارقام آغشته به اسانس و آلوده شده با لارو سن اول *P. operculella* ۴۶

فهرست جداول

جدول۲-۱. مقایسه‌ی طول بدن و عرض کپسول سر در چهار سن لاروی بید سیب زمینی ۱۰
جدول۴-۱. تجزیه واریانس بازدارندگی تخم ریزی *P. operculella* روی برگ پنج رقم مختلف سیب زمینی و اسانس گیاهی ۵۲
جدول ۴-۲. میانگین اثر اصلی اسانس گیاهی بر بازدارندگی تخمریزی *P. operculella* ۵۲
جدول ۴-۳. میانگین اثر متقابل برگ پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر درصد بازدارندگی تخم ریزی حشرات کامل *P. operculella* ۵۳
جدول۴-۴. تجزیه واریانس بازدارندگی تخمریزی *P. operculella* روی پنج رقم سیب زمینی ۵۴
جدول ۴-۵. میانگین تاثیر اسانس گیاهان بر بازدارندگی تخم ریزی *P. operculella* ۵۵
جدول ۴-۶. میانگین اثر متقابل روی غده پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر بازدارندگی تخمریزی *P. operculella* ۵۵
جدول ۴-۷. تجزیه واریانس دورکنندگی لاروهای بید سیب زمینی بر روی پنج رقم برگ سیب زمینی ۵۶
جدول ۴-۸. میانگین اثر اسانس گیاهان بر دورکنندگی لاروهای بید سیب زمینی ۵۷
جدول ۴-۹. اثر متقابل برگ پنج رقم مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر درصد دورکنندگی بید سیب زمینی ۵۷
جدول ۴-۱۰. تجزیه واریانس اثرات متقابل دورکنندگی لاروهای بید سیب زمینی ۵۹
جدول ۴-۱۱. میانگین تاثیر اسانس بر دورکنندگی لاروهای بید سیب زمینی روی غده پنج رقم سیب زمینی ۶۰
جدول ۴-۱۲. اثر متقابل غده های ارقام مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهان بر درصد دورکنندگی ۶۰
جدول ۴-۱۳. مراحل زیستی بید سیب زمینی روی برگ پنج رقم سیب زمینی ۶۱
جدول ۴-۱۴. درصد نفوذ، درصد بقای لاروی و شفیرگی بید سیب زمینی روی برگ پنج رقم سیب زمینی ۶۲
جدول۴-۱۵. اثر متقابل برگ پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر درصد نفوذ و چرخه زیستی بید سیب زمینی ۶۴
جدول۴-۱۶. اثر متقابل برگ پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر درصد نفوذ، درصد بقای لاروی و شفیرگی ۶۵
جدول ۴-۱۷. طول دوره مراحل نابالغ بید سیب زمینی روی غدهای پنج رقم سیب زمینی (روز) ۶۷
جدول ۴-۱۸. درصد نفوذ، درصد بقای لاروی و شفیرگی بید سیب زمینی روی غده های مورد مطالعه ۶۷
جدول۴-۱۹. اثر متقابل غده های پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر چرخه زیستی بید سیب زمینی ۶۹
جدول۴-۲۰. اثر متقابل پنج غده رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر درصد نفوذ، درصد بقای لاروی و شفیرگی ۷۰

فهرست نمودار

نمودار۴-۱. مرگ و میر لاروهای سن سوم بید سیب زمینی در اثر اسانس پنج گیاه پس از ۲۴ ساعت ۵۰
نمودار ۴-۲. میانگین ترجیح میزبانی برگ ارقام مختلف سیب زمینی بر تخم ریزی *P. operculella* ۵۱
نمودار ۴-۳. میانگین ترجیح میزبانی پنج رقم غده سیب زمینی بر تخم ریزی *P. operculella* (اصلی) ۵۳
نمودار۴-۴. میانگین تعداد لاروهای مستقر شده روی برگ ارقام مختلف سیب زمینی (اصلی) ۵۶
نمودار۴-۵. غده های مختلف سیب زمینی بر درصد نفوذ لاروهای سن اول بید سیب زمینی ۵۸

فصل اول

مقدمه و کلیات

بزرگترین مشکلات جامعه انسانی در دهه‌های اخیر، مسئله امنیت و سلامت غذایی و همچنین جمعیت رو به افزایش دنیا می‌باشد. سلامت محصولات غذایی برای جامعه از اهمیت خاصی برخوردار است، غذا از یک سو با تامین نیازهای انسان باعث بقای حیات و از سوی دیگر در صورت ناسالم بودن سبب بیماری و مرگ انسان می‌شود. آفات کشاورزی یکی از تهدیدهای جدی برای محصولات کشاورزی و غذایی محسوب می‌شوند. استفاده از سموم شیمیایی باعث آلودگی محصولات غذایی می‌شوند (صدیقی، ۱۳۹۵). سیب زمینی گیاهی یک‌ساله، با نام علمی *Solanum tubersoum* L.، متعلق به تیره بادمجانیان[1]، یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی است که بعد از ذرت دارای بیش‌ترین سطح زیر کشت در دنیا می‌باشد و از نظر حجم تولید در بین تولیدات کشاورزی در جهان پس از گندم، برنج و ذرت در رده‌ی چهارم قرار دارد (نوتاش، ۱۳۹۵). نامگذاری سال ۲۰۰۸ با عنوان سال سیب زمینی توسط سازمان ملل متحد بیانگر اهمیت ویژۀ این مادۀ غذایی است. در حال حاضر سیب زمینی غذای اصلی بسیاری از مردم دنیا را تشکیل می‌دهد و حتی تولید جهانی آن از تولید جهانی گندم هم بیش‌تر شده است (فائو[2]، ۲۰۱۲). طبق آمار سازمان خواروبار و کشاورزی سازمان ملل متحد، فائو، این محصول مهم تقریبا در ۱۴۰ کشور جهان کشت می‌شود. ایران با سطح زیر کشت ۱۴۶۰۰۰ هکتار سیب زمینی در سال۱۳۸۹، متوسط عملکرد ۲۶/۵ تن در هکتار و میزان تولید کشوری ۴۲۷۴۰۰۰ تن رتبه دوازدهم جهان و رتبه سوم آسیا را بعد از چین و هندوستان از نظر تولید سیب زمینی به خود اختصاص داده است (فائو، ۲۰۱۲). سیب زمینی به علت داشتن ویتامین‌های ضروری، کربوهیدرات‌ها و پروتئین با کیفیت بالا، مواد معدنی و سرشار از عناصر غذایی نقش مهمی در سلامت انسان دارد (ناوار[3]، ۲۰۰۹). از آفات مهم سیب زمینی می‌توان به کنه سیب زمینی، کرم مفتولی ریشه، شته سیب زمینی، پروانه کله مرده، سوسک کلرادو و بید سیب زمینی اشاره نمود (بی نام، ۱۳۹۲). که در این بین، بید سیب زمینی با نام علمی *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lep.: Gelechiidae) از مهم‌ترین آفات سیب زمینی در مزارع

[1] Solanaceae
[2] FAO
[3] Navarre

و انبارها در تمام نقاط جهان به ویژه در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری به شمار می‌رود (سیلشی وتریشا[۱]، ۲۰۰۱؛ لیسی و نیون[۲]، ۲۰۰۶؛ گورآ[۳]، ۲۰۰۷؛ راندان[۴]، ۲۰۱۰؛ عبدل عزیز[۵]، ۲۰۱۱). با توجه به اینکه این آفت قادر است هم اندام هوایی (برگ‌ها) و هم غده‌ها را مورد حمله قرار دهد، بنابراین خسارت وارده توسط بید سیب زمینی می‌تواند کاهش سیب زمینی در مزرعه و در آب و هوای گرم کاهش کیفیت و کمیت محصول در انبارها توسط این آفت می‌تواند بسیار شدید و گاهی صد درصد باشد (کاپینرا[۶]، ۲۰۰۱). این حشره برای تکمیل هرچه سریع‌تر مراحل حساس قبل از بلوغ و رسیدن به مرحله حشره کامل وابستگی زیادی به عناصر غذایی موجود در گیاهان میزبان دارد (شفیعی، ۱۳۹۴). بنابراین ارقام مقاوم دارای مقاومت نسبی بالا ممکن است اثر بخشی سایر روش‌های مهار آفت را از طرق کند کردن مراحل قبل از بلوغ و طولانی کردن زمان رسیدن به حشره کامل افزایش دهند. بنابراین استفاده از ارقام مقاوم گیاهی می‌تواند به عنوان مکمل کنترل بیولوژیک و شیمیایی در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات مفید واقع شود (شفیعی، ۱۳۹۴). در بیش‌تر موارد روش اصلی برای کنترل بید سیب زمینی استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی می‌باشد. کنترل شیمیایی این آفت در انبارها متکی بر کاربرد سموم تدخینی مانند متیل بروماید یا فسفین بوده که این دو ترکیب تقلیل دهنده لایه ازن هستند (۱۹۹۵، WMO[۷]). کاربرد متیل بروماید به علت آثار زیان‌باری که بر روی لایه ازن دارد. در بسیاری از کشورها از سال۲۰۰۴ ممنوع شده است (هانسن و جنسن[۸]، ۲۰۰۲). در حال حاضر از حشره‌کش‌های پیرتروئید، کاربامات و ترکیبات فسفره عالی در مزارع استفاده می‌شود. اما متاسفانه این سموم باعث بروز مقاومت در آفات شده و خطراتی نیز برای سلامت انسان و محیط‌زیست در پی دارد (لاراین و همکاران[۹]، ۲۰۰۷؛

---

[1] Silesh and Teriessa
[2] Lacey and Neven
[3] Guerra
[4] Rondon
[5] Abd El-Aziz
[6] Capinera
[7] WMO
[8] Hansen and Jensen
[9] Larrain

دوغراماجی و تینجی[1] ، ۲۰۱۰). همچنین به دلیل مخفی بودن قسمتی از چرخه زندگی این آفت، کنترل شیمیایی به تنهایی موفقیت آمیز نبوده و در حال حاضر در دنیا کنترل این آفت از طریق کنترل تلفیقی انجام می‌شود (مشهدی تفرشی، ۱۳۹۰). تحقیقاتی با استفاده از اسانس گیاهان به عنوان حشره‌کش در کنترل آفات صورت گرفته است و با توجه به ماهیت فرار آن‌ها به عنوان فومیگانت‌ها عمل می‌نمایند (رفیعی دستجردی و همکاران، ۲۰۱۳). بیش از ۲۰۰۰ گونه گیاهی شناخته شده‌اند که دارای خاصیت حشره‌کشی هستند. در گیاهان خانواده‌های Meliaceae، Rutaceae، Annonaceae، Canellaceae، Asteraceae وLamiaceae دارای ترکیبات گیاهی با خاصیت حشره‌کشی هستند (پاولا[2]، ۲۰۰۷) گزارش‌هایی وجود دارد که اسانس‌های گیاهی روی آفات انباری سمیت تنفسی، دورکنندگی و بازدارندگی تخم‌ریزی دارند (کیتا[3] و همکاران، ۲۰۰۰؛ پاپاچریستوس و استاموپولوس[4]، ۲۰۰۱، کته[5] و همکاران، ۲۰۰۵؛ صادقی[6]و همکاران، ۲۰۰۶؛ ایلبوود[7]، ۲۰۱۰). پاشیدن و یا پهن کردن گیاه آویشن، برگ پونه، درمنه و آنغوزه موجب دورکردن حشرات می‌شود (ترابی گودرزی، ۱۳۹۳). لذا کاربرد ترکیبات گیاهی راه‌کاری موثر، امن و نیز جایگزینی مناسب برای ترکیبات شیمیایی می‌باشد.

تاکنون تحقیقات انجام شده در ارتباط با بررسی حساسیت ارقام مختلف سیب زمینی نسبت به بید سیب زمینی در جهان صورت گرفته است، اما به رغم تحقیقات انجام شده، اطلاعات چندانی راجع به اثرات متقابل ارقام توام با اسانس گیاهان مورد مطالعه و پیامد آن بر بید سیب زمینی وجود ندارد.

هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثر مقاومت ارقام مختلف سیب زمینی در تخم‌گذاری و تغذیه لاروهای سن اول بید سیب زمینی و بررسی برخی پارامترهای زیستی و همچنین اثرات متقابل بین ارقام مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهان که با استفاده از آن‌ها به عنوان بازدارنده تخم‌ریزی و دورکننده و

---

[1] Dogramaci and Tingey
[2] Pavela
[3] Keita
[4] Papachristos & Stamopoulos
[5] Ketoh
[6] Sadeghi
[7] Ilboudo

جلوگیری کننده از تغذیه‌ای آفت در انبار می‌باشد. در این تحقیق، اثرات حشره‌کشی اسانس‌های مورد مطالعه و ترجیح ارقام مختلف سیب زمینی توسط بید سیب زمینی که یکی از مباحث مهم در تعیین مقاومت نسبی ارقام سیب زمینی نسبت به این آفت است. امید بر آن است با مشاهده اثرات بازدارندگی و دورکنندگی قابل توجهی در حداقل یکی از گیاهان مورد مطالعه بتوان ترکیبی موثر در کنترل این آفت معرفی نمود. بنابراین ایمنی محصولات غذایی، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، کاهش باقی-مانده سموم در محصولات کشاورزی از مهم‌ترین اهداف این طرح می‌باشد.

فصل دوم

بررسی منابع

بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lep: Gelechiidae) برای نخستین بار در سال ۱۸۷۳ از ایالات تگزاس آمریکا گزارش شده و احتمال دارد که موطن اصلی این آفت مناطق گرمسیری آمریکایی جنوبی باشد که در آنجا ابتدا بر روی گیاهان وحشی غده‌دار یا بدون غده تیره بادمجانیان می‌زیسته است (پیکارد[1]، ۱۹۱۲). بید سیب زمینی به وسیله‌ی غده‌های آلوده در اغلب مناطق مدیترانه‌ای مخصوصا آفریقای شمالی، مصر، خاورمیانه و کشورهای اروپایی حوزه‌ی مدیترانه مانند اسپانیا، فرانسه، ایتالیا، یونان، قبرس و پراکنده شده و همچنین در جزایر اقیانوس اطلس (مادر، کاناری، آرسور) که وضعیت اقلیمی آن‌ها در تمام طول سال برای فعالیت این حشره مناسب می‌باشد، انتشار یافته است (مشهدی تفرشی، ۱۳۹۰).

۲-۱ شکل شناسی شب پره بید سیب زمینی

بید سیب زمینی دارای چهار مرحله مشخص در چرخه زیستی خود می‌باشد که به شرح زیر می‌باشد.

۲-۱-۱ حشرات کامل

حشره کامل بید سیب زمینی به طول تقریبی ۱۲۷ میلی‌متر می‌باشد. بال‌های جلویی دارای دو تا سه لکه تیره رنگ در حاشیه جلویی بال حشرات نر (شکل ۲-۱) و یک لکه X مانند در محل اتصال بال‌های جلویی حشرات ماده در قسمت پشتی شکم بوده (شکل ۲-۱) و حاشیه عقبی بال‌های جلویی و حاشیه جلویی و عقبی بال‌های عقبی ریشکدار می‌باشند (راندون[2]، ۲۰۱۰).

[1] Picard
[2] Rondon

شکل۲-۱. حشره کامل بید سیب زمینی فرد نر (راست)، فرد ماده (چپ) (اصلی)

۲-۱-۲ تخم

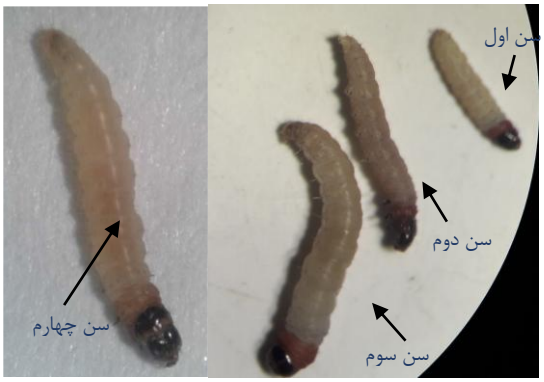
تخم‌ها کوچکتر از یک میلی‌متر، کروی، نیمه شفاف و به رنگ سفید یا زرد مایل به قهوه‌ای روشن بوده و به تدریج که به مرحله تفریخ نزدیک می‌شوند به رنگ تیره در می‌آیند (شکل۲-۲) (راندون و همکاران، ۲۰۰۷).

شکل ۲-۲. تخم حشرات کامل بید سیب زمینی (اصلی)

۲-۱-۳ لارو

طول لارو کامل تقریبا ده میلی‌متر (جدول ۲-۱) و به رنگ سفید متمایل به صورتی یا سبز روشن و با سر قهوه‌ای رنگ است. لاروها در صورتی که از برگ و یا سایر اندام‌های هوایی سیب زمینی تغذیه کرده

باشند به رنگ سبز و در صورتی که از غده تغذیه کنند کرم رنگ و با هاله‌ای صورتی دیده می‌شوند (اسماعیلی، ۱۳۹۰) (شکل۲-۳)



شکل ۲-۳. سنین مختلف لاروی بید سیب زمینی (اصلی)

جدول۲-۱. مقایسه‌ی طول بدن و عرض کپسول سر در چهار سن لاروی بید سیب زمینی (محرمی‌پور و شجاعی، ۱۳۶۸)

سنین مختلف لاروی	متوسط طول بدن (میلی‌متر)	عرض کپسول سر (میلی‌متر)
یک	۱/۵۹	۰/۱۷ -۰/۲۲
دو	۳/۲۷	۰/۲۹ -۰/۴۱
سوم	۵/۷۴	۰/۴۶ -۰/۶۵
چهارم	۹/۹۵	۰/۷۷ -۰/۹۲

۲-۱-۴ شفیره

شفیره بید سیب زمینی به طول هفت تا ده میلی‌متر است (راندون، ۲۰۱۰). بدن در ابتدا قهوه‌ای روشن ولی به تدریج به رنگ قهوه‌ای براق و تیره در می‌آید (شکل۲-۴) (حبیبی، ۱۳۶۵) و اغلب داخل شبکه‌ی تاری ظریف محصور می‌باشد (راندون، ۲۰۱۰).

شکل۲-۴. مراحل شفیره بید سیب زمینی از راست به چپ (اصلی)

۲-۲ زیست شناسی و خسارت شب پره بید سیب زمینی *P. operculella*

بید سیب زمینی حشره‌ای شب پرواز بوده و تخم‌گذاری در شب انجام می‌دهد. جفت گیری ۱۶-۲۰ ساعت پس از ظاهر شدن حشرات بالغ صورت می‌گیرد که حدود ۸۵ تا ۲۰۰ دقیقه طول می‌کشد (اسماعیلی،۱۳۹۰). حشرات کامل بیش‌تر برگ‌ها را برای تخم‌ریزی ترجیح می‌دهند و در صورت دسترسی به شاخ و برگ، در خاک تخم‌ریزی نمی‌کنند (پارابی، ۱۳۹۲). حشرات کامل ماده بین ۴۰ تا ۸۰ عدد تخم و در مناطق بسیار گرم تا ۱۶۰ عدد تخم می‌گذارند (مشهدی تفرشی، ۱۳۹۰). این حشرات در مزرعه تخم‌گذاری را روی برگ‌ها یا غده‌هایی که از خاک بیرون زده‌اند انجام می‌دهند (راندون، ۲۰۰۷). بید سیب زمینی فاقد دیاپوز حقیقی بوده و در صورت مطلوب بودن شرایط محیطی در مزرعه و انبارهای فاقد سیستم خنک کننده، می‌تواند تا ۱۸ نسل در سال تولید کند (کبیر[1]، ۱۹۹۴). خسارت اصلی در مزرعه و انبار توسط لاروها انجام می‌گیرد. لاروها عمدتا به برگ و غده‌های سیب زمینی، گوجه فرنگی، تنباکو و بادمجان حمله می‌نماید و با تغذیه از برگ و دمبرگ گیاه میزبان، باعث ایجاد تاول‌های شفاف روی برگ‌ها می‌شوند (کیزر و استبن برگ[2]، ۲۰۰۸؛ وال و همکاران[3]، ۲۰۰۸). زمانی که غده‌ها به اندازه‌ی نهایی خود می‌رسند، تا سه هفته قبل از برداشت محصول در خاک باقی می‌مانند تا پوست غده

[1] Kabir
[2] Keasar and Steinberg
[3] Wale

مقاوم شود که در این مدت لاروها به دلیل پژمردگی شاخ و برگ، از طریق شکاف‌های موجود در سطح خاک خود را به غده می‌رساند. لاروها از طریق جوانه‌های چشمی سیب زمینی وارد غده‌ها می‌شوند و با ایجاد دالان‌ها باریک نامنظم به پیشروی خود در غده ادامه می‌دهند. لاروها ممکن است به داخل غده حرکت نمایند و یا زیر پوست غده باقی بمانند. تجمع فضولات در ورودی دالان‌ها نشان دهنده‌ی تغذیه لاروهای بید سیب زمینی می‌باشد. در هر دالان بیش‌تر از یک لارو وجود ندارد، وجود این دالان‌ها داخل غده‌ها و از سوی دیگر تراوشات حاصل از زخم‌ها باعث از دست رفتن وزن غده و چروکیدگی غده‌های سیب زمینی می‌گردد (کیزر و استین برگ، ۲۰۰۸). زخم‌ها، باعث تسهیل ورود عوامل بیماری‌زا مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها به داخل غده‌ها می‌شود (کاپینرا[1]، ۲۰۰۱؛ الوارز[2] و همکاران، ۲۰۰۵). در بعضی از کشورها به دلیل عدم دسترسی کشاورزان به انبارهای سرد، میزان خسارت بید سیب زمینی در انبارها به میزان ۲۵ تا ۱۰۰٪ گزارش شده است (لاگنوئی[3]، ۲۰۰۰). در فلیپین و تایلند، خسارت ۱۰۰٪ غده‌ها به دلیل فعالیت بید سیب زمینی گزارش شده است (داس[4]و همکاران، ۱۹۹۳). (شکل۲-۵).

شکل۲-۵. خسارت لارو بید سیب زمینی بر روی غده‌های سیب زمینی (اصلی)

[1] Capinera
[2] Alvarez
[3] Lagnaoui
[4] Das

۲-۳ روش‌های کنترل در انبارها

با توجه به اهمیت اقتصادی این آفت و با توجه به دامنه میزبانی وسیع آن لزوم کنترل این حشره به صورت مدیریت تلفیقی ضروری است.

۲-۳-۱ مبارزه شیمیایی

کنترل شیمیایی بید سیب زمینی در مزارع سیب زمینی، توتون و گوجه فرنگی، بحثی چالش برانگیز و مشکل است. زیرا ایجاد دالان توسط لارو این آفت در غده و شاخ و برگ باعث می‌شود که تاثیر سموم تا حدودی کاهش یابد، کشاورزان برای کنترل این آفت از حشره‌کش‌هایی با دامنه وسیع به صورت مکرر استفاده می‌نمایند (لارین[1]و همکاران، ۲۰۰۷). سیب زمینی بعد از ذرت، سویا، پنبه و انگور در مقام پنجم از نظر مصرف سموم در سطح جهان قرار دارد (حسنی کاخکی، ۱۳۹۱). استفاده بی‌رویه آفت-کش‌های پیروتروئید، کاربامات و ترکیبات فسفره عالی علاوه بر مشکل بروز مقاومت در این آفت، خطراتی را نیز برای سلامت انسان در پی دارد (لارین و همکاران، ۲۰۰۷؛ سائور[2]، ۲۰۰۸ دوغراماجی و تینجی[3]، ۲۰۱۰). مرکز بین المللی سیب زمینی در پرو جهت کنترل این آفت بر استفاده از عملیات کشاورزی، استفاده از ارقام مقاوم، فرمون‌های جنسی، کنترل بیولوژیک و دیگر روش‌های مدیریت تلفیقی آفات تاکید می‌نماید تا از این طریق، اتکا به آفت‌کش‌های شیمیایی کاهش یابد (رامان[4]، ۱۹۸۸).

[1] Larrain
[2] Saour
[3] Doðramaci and Tingey
[4] Raman

۲-۳-۲ ترکیبات گیاهی

با توجه به خسارت بالای آفات و اثر سوء برخی سموم شیمیایی، استفاده از ترکیبات گیاهی یکی از بهترین روش‌ها برای کنترل آفات انباری محسوب می‌گردند (دسمار چلیر[1]، ۱۹۹۴). ترکیبات‌گیاهی دارای سمیت تنفسی، تماسی، خاصیت دورکنندگی و ضد تغذیه‌ای بوده و با توجه به تاثیر این ترکیبات روی پارامترهای زیستی حشره و خطرات کم آنها برای انسان و پستانداران، جایگاه ویژه‌ای در کنترل آفات پیدا کرده‌اند.

۲-۳-۲-۱ اسانس‌های گیاهی

اسانس به ترکیبات شیمیایی خاص و ناهمگنی اطلاق می‌گردد که در فضای بین سلولی اپیدرم و مزوفیل گیاهان معطر به عنوان متابولیت‌های ثانویه ساخته می‌شوند (کابی[2]، ۲۰۰۸ ؛ نیریو[3] و همکاران ، ۲۰۱۰). اسانس‌های گیاهی، روغن‌های فراری هستند که دارای ترکیبات آروماتیک قوی می‌باشند و رایحه، طعم یا عطر خاصی را به گیاهان می‌دهند. این روغن‌ها عموما در دمای اتاق به صورت مایع هستند و به آسانی در دمای اتاق و یا دمای کمی بیش‌تر، بدون تجزیه شدن، از حالت مایع به گاز تبدیل می‌شوند. این ترکیبات از موهای غده‌ای و حفره‌های ترشحی دیواره سلولی گیاه ترشح می‌شوند و به صورت قطره‌های مایع در برگ‌ها، ساقه‌ها، پوست درخت، گل‌ها، ریشه‌ها و میوه‌ها وجود دارند. میزان اسانس در اکثر گیاهان یک تا دو درصد است (ریاضی و همکاران، ۱۳۹۴). نقطه جوش این ترکیبات پایین بوده و می‌توان آن‌ها را به وسیله روش تقطیر با آب یا بخار آب از بخش‌های مختلف گیاه استخراج کرد (ایسمان[4]و همکاران، ۲۰۰۷؛ باکالی[5]و همکاران، ۲۰۰۸). وجود اسانس‌ها در ۳۰۰۰ گونه از ۲۵۰۰۰۰ گونه گیاه گل‌داری که تاکنون شناخته شده گزارش گردیده است (نیریو و همکاران،۲۰۱۰). تجمع

[1] Desmarchelier
[2] Chaubey
[3] Nerio
[4] Isman
[5] Bakkali

ترپن‌های فرار با وزن مولکولی کم به یک گروه خاصی از گیاهان محدود نمی‌شود و در همه خانواده‌های گیاهی پراکنش دارد (صحاف، ۱۳۸۵). در میان نهاندانگان توانایی تولید ترپن‌ها در سطح وسیعی در بین گیاهان دولپه‌ای دیده می‌شود، ولی بیش‌ترین گیاهان دارای اسانس مربوط به تیره گیاهان نعناعیان، چتریان، کاسنی، مرکبات، زنجبیلیان، گندمیان، فلفلی‌ها، سرو، مورد و برگ بو می‌باشد (اینان[1]، ۲۰۰۱) اکثر اسانس‌ها شامل ترکیبات پیچیده‌ای از هیدروکربن‌ها (ترپن‌ها، مونوترپن‌ها، سسکوئی‌ترپن‌ها و ترکیبات اکسیژن‌دار، الکل، استر، اتر، آلدئید، کتون، لاکتون، فنول و فنول‌اترها) می‌باشند (نیریو و همکاران ۲۰۱۰). گروه غالب این ترکیبات مونوترپن‌ها هستند که حدود ۹۰٪ مولکول‌های اسانس‌ها را تشکیل می‌دهند این ترکیبات دارای ساختار بسیار متنوعی بوده و اغلب به صورت حلقوی یافت می‌شوند (ایسمان و میکال[2]، ۲۰۰۶). ترکیبات تشکیل دهنده اسانس‌های گیاهی به میزان قابل توجهی بین گونه‌ها و واریته‌های مختلف و حتی درون گیاهان یک واریته متعلق به منطقه جغرافیایی مختلف، متفاوت می‌باشند (زایگادلو و جولیانی[3]، ۲۰۰۳؛ نیریو و همکاران، ۲۰۱۰). عوامل متعددی روی ترکیب اجزای اسانس‌ها اثر می‌گذارد که از آن جمله می‌توان به عواملی نظیر مرحله فنولوژیکی گیاه، شرایط اکولوژیکی، فصل رویش، شرایط محیطی، نوع خاک، میزان رطوبت خاک، بخشی از گیاه که اسانس از آن استخراج شده (یعنی بافت برگ، میوه، ساقه و غیره) و روش‌های استخراج اشاره نمود (ایسمان و همکاران، ۲۰۰۷؛ هانور[4]، ۲۰۱۷). دلیل اصلی ساخت و تشکیل اسانس‌ها در گیاهان هنوز بخوبی مشخص نشده است. بطور کلی اسانس‌ها، بازمانده‌های ناشی از فرآیندهای اصلی متابولیسم گیاهان به ویژه در شرایط تنش محسوب می‌شوند (ایسمان و همکاران، ۲۰۰۷). در طبیعت اسانس‌ها نقش مهمی در حفاظت گیاهان به عنوان عوامل ضد باکتری، ضد ویروس و ضد قارچ ایفا می‌کنند. به علاوه، نقش این ترکیبات در کنترل گیاه‌خواران از طریق کاهش اشتهای آن‌ها، روی تغذیه از برخی گیاهان به اثبات رسیده است. برخی

[1] Enan
[2] Machial
[3] Zygadlo and Juliani
[4] Hannour

محققین معتقدند که اسانس‌ها در جذب حشرات گرده‌افشان و دور کردن حشرات مضر نیز دخالت دارند (باکالی و همکاران، ۲۰۰۸). اسانس‌های گیاهی به لحاظ داشتن خواص چندگانه ضد میکروبی، ضد قارچی، ضد سرطانی و اثرات حشره‌کشی در صنایع دارویی، کشاورزی، غذایی، بهداشتی و غیره اهمیت دارند (باکالی و همکاران، ۲۰۰۸؛ ترانگتوکیت[1] و همکاران، ۲۰۰۵؛ نیریو و همکاران، ۲۰۱۰). این ترکیبات از نظر تجاری به عنوان حلال صنعتی، حشره‌کش، مواد معطر در خوشبو کننده‌ها، مواد دارویی در طب گیاهی و مواد افزودنی در طعم دهندهای غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند (سوزا[2] و همکاران، ۲۰۰۵؛ موندال و خالق الزمان[3]، ۲۰۰۶؛ باکالی و همکاران، ۲۰۰۸).

۲-۳-۲-۲ کاربرد اسانس‌ها در کنترل آفات و مکانیسم عمل آن‌ها

گیاهان به منظور دفاع در مقابل حمله گیاه‌خواران و پاتوژن‌ها، مواد فراری تشکیل شده از ترپن‌ها، الکل‌ها و ترکیبات معطر ترشح می‌کنند. تاثیر و عملکرد این ترکیبات ممکن است به صورت سمیت مستقیم روی حشرات، بازدارندگی تغذیه‌ای، بازدارندگی تخم‌ریزی و یا به صورت جذب شکارگرها و پارازیتوئید-های آفات باشد. بر پایه این تاثیرات بیولوژیک می‌توان ادعا کرد که اسانس‌های گیاهی حاوی این ترکیبات از پتانسیل بالایی جهت جایگزینی حشره‌کش‌های شیمیایی سنتیتیک برخوردار هستند (ایسمان و همکاران، ۲۰۰۷). از زمان‌های بسیار دور اندام‌های برخی از گیاهان به صورت سنتی برای حفاظت محصولات انباری در مقابل هجوم آفات مختلف مورد استفاده بوده است (پاسگال -ویلالوبوس و رابلیدو[4]، ۱۹۹۸؛ مهدوی عرب و همکاران، ۱۳۸۶، نیریو و همکاران، ۲۰۱۰). که برای مثال می‌توان به کاربرد سنتی پوشاندن غده‌های سیب زمینی با یک لایه ۲/۵ سانتی‌متری از برگ‌های خشک شده اکالیپتوس برای حفاظت غده در برابر آلودگی بید سیب زمینی (کیتا[5]، ۲۰۰۱) و همچنین گیاه علف

[1] Trongtokit
[2] Souza
[3] Mondal and Khalequzzaman
[4] Pascual-Villalobos and Robledo
[5] Kéïta

لیمو (*Cymbopogon spp*) در مناطق جنگلی بولیویان آمازون برای دور کردن پشه‌ها، استفاده از برگ-های درخت عرعر و گیاه سریشک علیه شته‌ها و کاربرد ریشه‌های کاکتوس و اکثر گیاهان خانواده چغندر برای کنترل حشرات موذی اشاره کرد (پاسگال -ویلالوبوس و رابلیدو، ۱۹۹۸؛ مهدوی عرب و همکاران، ۱۳۸۶؛ نیریو و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعات دقیق‌تر در مورد اثرات حشره‌کشی اسانس‌های گیاهی و سمیت آن‌ها روی طیف وسیعی از آفات از دهه ۱۹۹۰ آغاز گردید (ایسمان و مکیال، ۲۰۰۶). طی چند سال اخیر تحقیقات علمی گسترده ای در مورد تاثیرات بیولوژیک اسانس‌های گیاهی و اجزاء آن‌ها علیه آفات و کاربرد آن‌ها به عنوان حشره‌کش‌های گیاهی صورت گرفته است. بطور کلی ثابت گردیده است که گیاهان اسانس‌دار دارای ترکیبات فوق العاده قوی هستند که علاوه بر خاصیت دورکنندگی، بازدارندگی تغذیه و تخم‌ریزی، در مدت کوتاهی منجر به مرگ حشرات می‌شوند (بوچبویر[1]، ۲۰۰۰؛ پارک[2] و همکاران، ۲۰۰۲؛ کول[3]و همکاران، ۲۰۰۳؛ للو[4]، ۲۰۰۴؛ تواری[5]و همکاران، ۲۰۰۵). گیاهان معطر نیز دارای ترکیبات فراری هستند که به آن‌ها خاصیت بودار بودن می‌دهند. ترکیبات بودار با فشار بخار بالایی که دارند، مثل اسانس‌های گیاهی روی سامانه بویایی حشرات تاثیر می‌گذارند. بنابراین، می‌توانند به عنوان یک روش کنترل و جایگزینی مناسب برای تدخین کننده‌های شیمیایی بکار روند (فالودون[6]و همکاران، ۲۰۰۹). اسانس‌ها برخی از پارامترهای زیستی حشرات مثل طول عمر، نرخ رشد و تولید مثل را تحت تاثیر قرار می‌دهند (ساکسنا[7] و همکاران، ۱۹۹۲؛ رگنالت و روگر و هامروی[8]، ۱۹۹۴، پاسگال –ویلالوبوس، ۱۹۹۶). فرجی و همکاران (۱۳۹۴) اثر اسانس و پودر گیاهان آویشن شیرازی، مورد و گلپر را بر میزان تخم‌ریزی بید سیب زمینی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اسانس

[1] Buchbauer
[2] Park
[3] Koul
[4] Lahlou
[5] Tewary
[6] Falodun
[7] Saxena
[8] Regnault-Roger and Hamraoui

و پودرهای هرسه گیاه، با اختلاف معنی‌داری باعث کاهش میزان تخم‌ریزی این آفت شودند. موآوادو عبادآه[1] (۲۰۰۷) روغن *Margorum*، هل *Elettari cardamomum*، رزماری *Rosmarinus officinalis* و تربانتین را روی بید سیب زمینی بررسی کرد و گزارش کردند که غلظت ۰/۰۳ و ۰/۰۵ درصد از روغن هل به ترتیب باعث ۶۷/۴۷ و ۸۶/۷۴ درصد کاهش در تفریخ تخم‌ها گردیدند. شلکه[2] و همکاران (۱۹۸۵) اثر بازدارندگی تخم‌ریزی عصاره‌ی گیاه *Ipomoea carnea* را روی بید سیب زمینی مطالعه قرار دادند و نتایج بدست آمده نشان داد که این عصاره با ۵۴/۱۸ درصد بازدارندگی، باعث کاهش تخم‌ریزی این آفت شد. مهدوی و همکاران (۲۰۱۷) تاثیر استفاده از نانوفیبری پلی وینیل الکل حاوی روغن دارچین بر مدیریت بید سیب زمینی را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که نانو فیبر حاوی روغن دارچین بر روی مراحل تخم و حشرات بالغ نر و ماده سمی‌تر از اسانس دارچین است.

۲-۴ واکنش‌های بویایی حشرات

حس بویایی یک حس قوی در حشرات به شمار می‌رود. بوها در جنبه‌های مختلف زندگی حشرات نقش مهمی را بازی می‌کنند (هنسون[3]، ۲۰۰۲). به این دلیل، بررسی سامانه‌ی بویایی حشرات به طور قابل ملاحظه‌ای مورد توجه قرار گرفته است. اندام‌های بویایی غالبا بر روی شاخک‌ها و پالپ‌های قطعات دهانی قرار دارند. که روی شاخک حشرات هزاران گیرنده‌ی عصبی بویایی واقع شده‌اند. این گیرنده‌ها توانایی درک بوهای ویژه‌ای را بر عهده دارند که در اثر برخورد با بوی متصاعد شده حشرات واکنش‌های متفاوتی را نشان می‌دهند. این واکنش‌ها ممکن است اثر تحریک کننده یا بازدارنده داشته باشند و یا ممکن است هیچ واکنشی را نشان ندهند (هوئوتاری[4]، ۲۰۰۴). حشرات گیاه‌خوار به کمک حس بویایی خود، از ترکیبات فرار گیاهی برای شناسایی محل گیاهان میزبان استفاده می‌کنند. حشرات ماده به

[1] Moawad and Ebadah
[2] Shelke
[3] Hansson
[4] Huotari

کمک گیرنده‌های عصبی بویایی و با استفاده از ترکیبات فرار، گیاهان مناسب برای تغذیه و یا تخم‌ریزی را شناسایی می‌کنند. پذیرش گیاه میزبان توسط حشرات زمانی اتفاق می‌افتد که بتوانند گیاهان را تشخیص بدهند. در واقع اطلاعاتی که حسگرها به دستگاه عصبی مرکزی می‌فرستند با اطلاعات ذخیره شده مقایسه می‌گردند، و در نهایت، گیاه میزبان تشخیص داده می‌شود. از طرفی، ترجیح میزبانی نیز اتفاق می‌افتد که از بین دو یا چند انتخاب برای تغذیه و تخم‌ریزی، اغلب یکی از آن‌ها را انتخاب می‌کند (شونهافن[1] و همکاران، ۲۰۰۵). کاستویانوس[2] و همکاران (۱۹۸۰) دستگاه بویایی سنج را برای بررسی واکنش دوبالان و بالپولک‌داران به فرمون‌های جنسی و دیگر جلب کننده‌های بویایی حشرات طراحی نمودند. حمزه وی (۱۳۹۵) گزارش کرد که بویایی سنج‌ها تکنیکی سریع و کارآمد برای ارزیابی پاسخ حشره به مواد شیمیایی فرار فراهم می‌کنند. مرکز بویایی سنج یا آلفاکتومتر اتاقک تست حشرات است که حشره به بو عکس العمل نشان می‌دهد. هر اختلال یا مانعی کوچک در مسیر جریان مواد فرار می‌تواند حرکت حشره را مختل و مانع رسیدن آن‌ها به منبع غذایی شوند. برای مطالعه واکنش بویایی حشرات به ترکیبات فرار گیاهان چندین روش وجود دارد. روش‌های مورد استفاده بسته به اندازه‌ی حشره و نوع حرکت آن‌ها (پروازی یا رونده) متفاوت می‌باشند از جمله (۱) استفاده از ظروف پتری (فعالیت دورکنندگی برای اغلب بندپایان از جمله سخت بالپوشان)، (۲) دستگاه بویایی‌سنج Y شکل یا چند بازویی (حشرات پروازی و رونده)، (۳) تونل باد (عموما مدل فیزیکی از محیط هستند)، (۴) استفاده از توری، (۵) ثبت خودکار پرواز حشرات، (۶) آزمایش نیمه مزرعه‌ای، (۷) پایش حشرات در مزرعه (شونهافن و همکاران، ۲۰۰۵؛ نریو و همکاران، ۲۰۰۹).

[1] Schoonhoven
[2] Katsoyannos

۲-۴-۱ بررسی واکنش بویایی حشرات با استفاده از دستگاه بویایی سنج

زاکا[1]و همکاران (۲۰۱۰) اثر دورکنندگی برگ گیاه گواوا را بر پسیل آسیایی مرکبات، با کمک دستگاه بویایی‌سنج بررسی کردند. هم گیاهان مسن و هم گیاهان جوان اثر دورکنندگی یکسانی را روی این آفت نشان دادند. آرنولت[2] و همکاران (۲۰۱۰) با کمک دستگاه بویایی‌سنج چهار بازویی، اثر چند نوع فرمون جنسی را روی بید لباس مقایسه نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که بید لباس به برخی از فرمون‌ها گرایش مثبت داشت اما بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری دیده نشد. اوکه[3] و همکاران (۲۰۰۹) با کمک دستگاه بویایی‌سنج چهار بازویی تاثیر دورکنندگی گیاهان فلفل (*Aframomum melegueta*) و زنجبیل (*Zingiber officinale*) را روی سرخرطومی ذرت (*Sitophilus zeamais*) گزارش نمودند. شارابی[4] و همکاران (۲۰۰۹) طی آزمایشی، واکنش بویایی لاروها و حشرات کامل بید سیب زمینی را به ۱۸ نوع روغن (۶ روغن طبیعی و ۱۲ روغن صنعتی) با کمک دستگاه بویایی‌سنج مورد مطالعه قرار دادند. لاروها و حشرات کامل به بوی برخی از روغن‌های مورد آزمایش همانند روغن نعنا و کافور[5] (دو روغن طبیعی) و روغن های اوژونول[6]، کامفن[7] (دو روغن صنعتی)، واکنش دورکنندگی را نشان دادند ولی به برخی دیگراز روغن‌ها یعنی توت‌فرنگی[8] و دی-لیمونن[9] گرایش مثبت داشتند. کلاین[10]و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی واکنش پشه‌ی *Aedes aegypti* به سه ترکیب دیت[11]، دهیدرولینالول[12] و لینالول با کمک دستگاه بویایی‌سنج دو بازویی به این نتیجه رسیدند که تنها ترکیب دیت اثر دورکنندگی داشت و دو ترکیب

---

[1] Zaka
[2] Arnault
[3] Ukeh
[4] Sharaby
[5] Camphor
[6] eugenol
[7] camphene
[8] Strawberry
[9] D-limonene
[10] Kline
[11] Deet
[12] dehydrolinalool

دیگر جلب کننده یا دورکننده این حشره نبودند. کوشی‌یر[1]و سدی (۲۰۰۳) اثرات بازدارندگی و اثر دورکنندگی اسانس‌های برخی از گیاهان تیره نعناعیان (Limaceae) را در چندین غلظت روی تریپس توتون (*Thrips tabaci*) آزمایش نمودند. از بین این ترکیبات، اسانس گیاه رزماری در غلظت ۱۰ درصد برای تریپس‌های ماده دورکننده بود. همچنین، میزان تخم‌ریزی این آفت را در مقایسه با شاهد ۴۵ تا ۶۰ درصد کاهش یافت.

۲-۵ تاریخچه مقاومت گیاهان

استفاده از گیاهان مقاوم، ابتدائی‌ترین و با صرفه‌ترین روش جهت کنترل بعضی از آفات در شرایط مخصوص است. اولین گزارش مقاومت گیاهی در سال ۱۷۹۲ در مورد مقاومت گندم رقم آندرهیل به مگس‌گندم *Mayetiola destructor* و سپس در سال ۱۸۳۱ مربوط به مقاومت سیب رقم *Winter majetin* در مقابل شته مومی، *Eriosoma lanigerum*، بوده است. در اواسط قرن نوزدهم مقاومت پایه-های مو آمریکایی به شته ریشه مو (شته فیلوکسرا *Phylloxera vitifolii*) شناخته شد و این حقیقت سبب شد که موهای اروپایی را روی پایه‌های مو مقاوم آمریکایی پیوند بزنند. به این نوع مقاومت گیاه که به طور صد درصد نسبت به خسارت حشره مقاوم است مصونیت [2] گویند که در کم‌تر گیاهی به طور کامل دیده می‌شود (آرنون[3]، ۱۹۹۸)

اهمیت کاربردی مقاومت گیاهان از دهه‌ی ۱۹۴۰ پس از اصلاح و توزیع واریته‌های مقاوم گندم به پشه‌جوانه‌خوار گندم *Mayetiola destructor*، در آمریکا توسط پینتر (۱۹۵۱) بیش‌تر روشن شد و امروز در سایه پژوهش‌های یک قرن گذشته، در زمینه اصلاح ارقام زراعی مقاوم، متجاوز از ۳۰۰ رقم گیاه زراعی مقاوم به حشرات، اصلاح و در دسترس زارعان سراسر جهان قرار گرفته است. کاشت گیاهان

[1] Koschier
[2] Immunity
[3] Arnone

مقاوم در شرایطی که سطح زیان اقتصادی (EIL[1]) تا حدودی بالا است دارای اهمیت خاصی می‌باشد (ماتسون[2]، ۲۰۰۰).

۲-۵-۱ مقاومت گیاهی در برابر آفات گیاه‌خوار

یکی از روش‌های مناسب برای کاهش جمعیت آفات و از جمله بید سیب زمینی در برنامه‌های مدیریت تلفیقی استفاده از ارقام مقاوم است. سالم بودن و نداشتن اثر سوء روی محیط زیست، جمع شدن اثرات سودمند ارقام مقاوم در طول زمان، قابل تلفیق بودن آن با دیگر روش‌های کنترل، سهولت کاربرد و کاستن هزینه‌های تولید از مزایای کاربرد ارقام مقاوم است (صدیقی، ۱۳۹۵). در گونه‌های جنس *سولانوم* طیف وسیعی از انواع مکانیسم‌های دفاعی علیه حشرات آفت مشاهده شده است. دو نوع از مکانیسم‌های مقاومت گیاهان میزبان که در جنس سولانوم وجود دارد، سطوح بالای گلیکوآلکالوئیدها و تریکوم‌های غده‌ای می‌باشد. از مدت‌ها قبل معلوم شده است که سیب زمینی‌های محتوی گلیکوآلکالوئیدها خواص ضد میکروبی و ضد حشره‌کشی دارند. همچنین گلیکوآلکالوئیدهای موجود در برگ‌ها می‌توانند به عنوان ترکیبات حشره‌کش عمل کنند. دو نوع از آلکالوئیدهای خیلی معمول و شناخته شده در سیب زمینی آلفا-چاکونین[3] و آلفا- سولانین[4] بوده که با هم حدود ۹۵٪ آلکالوئیدهای موجود در سیب زمینی را تشکیل می‌دهند. منصوری و همکاران (۱۳۹۱) پارامترهای زیستی بید سیب زمینی روی غده‌ی تعدادی از ژرم پلاسم‌های سیب زمینی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان داد که کلون ۲ -۳۹۷۰۹۷ به دلیل طولانی‌تر بودن دوره زیستی قبل از بلوغ بید سیب زمینی و پایین بودن مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ خالص تولید مثل آفت در این کلون، برای نشو و نمای بید سیب زمینی نامطلوب بوده است. اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۲) زیست شناسی بید سیب زمینی را روی برگ ده رقم سیب زمینی را در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که کوتاه‌ترین دوره تخم ریزی بید

---

[1] Economic Injury Level
[2] Matteson
[3] α-chaconine
[4] α-solanine

سیب زمینی، روی برگ رقم مارفونا بوده است. پارامترهای چرخه زیستی مینوز گوجه فرنگی *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) روی شش رقم سیب زمینی به نام‌های ایمپالا، آگریا، ساوالان، فلوریدا، امراد و مارکز مطالعه شد. نتایج نشان داد که رقم فلوریدا در بین شش رقم مورد مطالعه سیب زمینی نامطلوب‌ترین میزبان نسبت به مینوز گوجه فرنگی می‌باشد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۴). شفیعی (۱۳۹۴) پارامترهای زیستی مختلف بید سیب زمینی را روی سه رقم سیب زمینی با نام‌های مارفونا، جلی و آرینداً مورد بررسی قرار داد و گزارش کرد که رقم‌های مختلف روی پارامترهای زیستی و تولید مثلی تاثیر معنی‌داری نشان ندادند. صلواتی و همکاران (۱۳۹۶) پارامترهای زیستی بید سیب زمینی را روی غده شش رقم سیب زمینی (بانبا، بلینی، جلی، دراگا، مارفونا و میلوا) در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که ارقام مختلف سیب زمینی مورد نظر تاثیر معنی‌داری روی طول دوره‌ی مراحل تخم، لارو، شفیره، پیش از بلوغ، حشره کامل نر، کل طول دوره رشدی نر و ماده نشان دادند، در حالی که روی طول دوره حشره کامل ماده تاثیر معنی‌داری مشاهده نشد. در کلمبیا مقاومت ۱۳رقم غده سیب زمینی نسبت به بید سیب زمینی در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای بر اساس دالان‌های موجود در غده و تعداد لاروهای زنده مورد مقایسه قرار گرفته است (راندون و همکاران، ۲۰۰۹). گلی‌زاده و رزمجو (۲۰۱۰)، پارامترهای زیستی بید سیب زمینی را در شرایط آزمایشگاه روی شش رقم سیب زمینی مطالعه کرده و بیش‌ترین و کم‌ترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت بید سیب زمینی را به ترتیب روی رقم بورن و آگریا گزارش کردند. همچنین جدول زندگی بید سیب زمینی روی غده چهار رقم سیب زمینی در مصر بررسی شده است (عبدالله[1] و همکاران، ۲۰۱۲). فتحی (۲۰۱۴) نشان داد که ژنوتیپ سیب زمینی رقم ساوالان به عنوان نامناسب‌ترین میزبان و ژنوتیپ‌های کندور[2] و دیامانت[3] به عنوان مناسب‌ترین یا حساس‌ترین میزبان نسبت به تریپس بودند.

[1] Abdallah
[2] Kondor
[3] Diamant

۲-۵-۲ مکانیسم‌های مقاومت ژنتیک کلاسیک

در سال ۱۹۵۱ پینتر[1] با پژوهش وسیع خود در زمینه اثرات مقاومت گیاهان بر روی حشرات به نتایج بسیار جالبی دست یافت. براساس این تحقیقات نامبرده سه فرآیند برای مقاومت ژنتیکی گیاهان را به شرح زیر ارائه کرد (قنبلانی، ۱۳۷۴).

۱) عدم رجحان[2]

۲) پادزیستی (آنتی‌بیوز)[3]

۳) تحمل[4]

۲-۵-۲-۱ آنتی زنوز

آنتی‌زنوز واژه‌ای است که از کلمه یونانی xeno به معنی مهمان گرفته شده است. آنتی‌زنوز مکانیسمی است که گیاه واجد آن از نقطه نظر حشره‌ی آفت به عنوان میزبان نامطلوب تلقی شده و حشره از انتخاب آن برای تغذیه و تخم‌ریزی منصرف شده و گیاه میزبان دیگری را انتخاب می‌کند (قنبلانی، ۱۳۷۴).

۲-۵-۲-۲ مقاومت آنتی بیوز

آنتی‌بیوز مکانیسمی است که بر روی بیولوژی حشره آفت تاثیر نامطلوب می‌گذارد. این تاثیر پس از استقرار حشره و استفاده از گیاهان به عنوان منبع غذایی اعمال می‌شود. ویژگی‌های شیمیایی و ریخت‌شناسی گیاه ممکن است در آنتی‌بیوز دخالت داشته باشند و اثر این عوامل در گیاهان مقاوم، طیفی از خفیف تا کشنده را در بر می‌گیرد (صدیقی، ۱۳۹۵).

---

[1] Painter
[2] Non preference
[3] Antibiosis
[4] Tolerance

۲-۵-۲-۳ تحمل

تحمل مکانسیمی است که در آن علی رغم استقرار و تغذیه حشره از گیاه میزبان، گیاه مربوطه خسارت چندانی نمی‌بیند. یعنی یا بنیه گیاه (قدرت ذاتی و طبیعی آن) قوی است و یا تراکم و جمعیت گیاه زیاد است، لذا گیاه می‌تواند با تغییر و افزایش میزان فتوسنتز و یا دیگر مکانیسم‌ها، خسارت آفت را جبران و یا به سرعت زخم‌های ایجاد شده توسط آفت را ترمیم کند (قنبلانی، ۱۳۷۴).

۲-۶ انواع گیاهان مورد مطالعه در این تحقیق

۲-۶-۱ آنغوزه *Ferula asafoetida* L.

آنغوزه گیاهی علفی، کرک‌دار، چندساله و منوکاپیک (بدین معنی که در طول رویش فقط یک‌بار به گل می‌رود و سپس دوره رویشی آن خاتمه می‌یابد) و از خانواده چتریان (Apiaceae) می‌باشد. آنغوزه در پنج سال اول منحصرا دارای تعدادی برگ بزرگ، گوشت‌دار و عاری از دمبرگ، واقع برروی سطح زمین است. اسانس آنغوزه مایعی صاف، بی‌رنگ و یا به رنگ زرد روشن یا قهوه‌ای با بوی بسیار بد که در مقابل هوا به سرعت اکسید می‌شود. اسانس آنغوزه دارای ترکیبات گوگردی نظیر بوتیل‌پروپنیل دی‌سولفاید است که ۶۵ درصد آن را تشکیل می‌دهد. همچنین درصدهای کم‌تری از آلفا- پینن، بتا پینن، ۳-کارن، سیس-اوسمین و آلفا- هومولن می‌باشد این ترکیب‌ها در اثر اکسیداسیون تبدیل به سزکویی‌ترپن می-شوند که بوی آن شبیه اسطوخودوس است (حیدرپور[1]، ۱۹۹۱). اسانس آنغوزه با روش تقطیر با بخار آب به دست می‌آید (بامنیری[2]، ۲۰۰۹). ناظمی‌رفیع و همکاران (۱۳۸۳) تاثیر دورکنندگی عصاره‌های خرزهره *Nerium oleander* L.، اسطوخودوس *Lavandula angustifolia* L و آنغوزه *Ferula assafoetida* L. را روی لارو شب‌پره آرد بررسی کردند و گزارش کردند که عصاره صمغ آنغوزه نسبت به سایر عصاره‌ها از قدرت دورکنندگی بالاتری برخوردار است. به طوری که درصد دورکنندگی این

[1] Heidaripour
[2] Bamoniri

عصاره بعد از دو ساعت ۸۸/۴ درصد بود. نتایج بررسی دورکنندگی عصاره گیاهان خرزهره، شاه‌تره، اسطوخودوس و آنغوزه را روی شپشه آرد *Tribolium castaneum* (Herbst) نشان داد که عصاره صمغ آنغوزه نسبت به عصاره‌های برگ ارقام، گل‌قرمز و گل سفید خرزهره و برگ اسطوخودوس به طور معنی داری دارای قدرت دورکنندگی بسیار بالایی بود. در تمام موارد با افزایش غلظت، قدرت دورکنندگی افزایش یافت و با گذشت زمان در طی پنج ساعت از قدرت آن کاسته نشد (ناظمی رفیع و محرمی پور، ۱۳۸۶). تاثیر عصاره‌ی الکلی آنغوزه بر شاخص تغذیه‌ای لارو سن دوم شب‌پره آرد (*Ephestia kuehniella*) مطالعه و نتایج نشان داد عصاره صمغ آنغوزه در مقایسه با عصاره الکلی برگ و گل‌سفید و قرمز خرزهره، برگ اسطوخودوس روی شاخص تغذیه‌ای لارو سن دوم شب‌پره آرد دارای بالاترین تاثیر بوده و نرخ رشد نسبی مصرف غذا را بطور معنی‌داری کاهش می‌دهد. این نرخ‌ها در عصاره‌های فوق در غلظت ۱۵۰ میکرولیتر بر دیسک به ترتیب به ۰/۰۰۴ و ۰/۰۲۸ میلی‌گرم در روز رسید. همچنین صمغ آنغوزه در غلظت ۱۵۰ میکرولیتر بر دیسک شاخص بازده‌ی تبدیل غذای بلعیده شده در مقایسه با سایر عصاره‌ها را بطور معنی‌داری کاهش داد. این شاخص در غلظت فوق به پایین‌ترین حد یعنی ۴۰/۳۸ درصد رسید. عصاره صمغ آنغوزه به طور معنی‌داری نسبت به سایر عصاره ها دارای بالاترین تاثیر بر روی شاخص بازدارندگی بود، بطوری که این شاخص را در غلظت ۱۵۰ میکرولیتر بر دیسک به ۵۶/۹۱ رساند. در حالی که در غلظت مشابه عصاره های اسطوخودوس و گل‌سفید و قرمز و برگ خرزهره از نظر شاخص تبدیل غذای بلعیده شده و شاخص بازدارندگی تفاوت معنی‌داری نداشتند (ناظمی‌رفیع و همکاران، ۱۳۸۳). همچنین، ثابت شده است که عصاره صمغ آنغوزه و اسانس. *Artemisia aucheri* Boiss روی حشرات کامل شپشه آرد خواص ضد تغذیه‌ای دارند (محرمی‌پور، ۲۰۰۸)

۲-۶-۲ لیمو ترش *Citrus limon* (L.) Burm.

لیموترش از اعضای خانواده مرکبات (Rutaceae) می‌باشد. درختی است با ارتفاع حدود سه تا پنج متر و شاخه‌های آن نازک و قابل انعطاف و نرم می‌باشد. برگ گیاه متناوب، بیضی شکل، نوک تیز، بدون

پتیول (وجه افتراقی با سایر مرکبات) و معطر است. میوه گرد یا بیضی شکل و به درشتی یک گردو است (ثابتی، ۱۳۴۴). کیسه‌های ترشحی (غده‌های روغنی) در لیموترش محدود به پوست و برگ آن می‌باشد (رفیعی و رجایی، ۱۳۹۰). مواد تشکیل دهنده اسانس برگ لیموترش شامل ۸ منوترپنویید که ۵ تای آن اکسیژن‌دار و ۳تای دیگر هیدروکربنی می‌باشند. عمده‌ترین این ترکیبات شامل ژرانیال (۳۶/۵۲ درصد)، آلفا ترپینئول (۲۳/۱۶ درصد)، بتا پینن (۲۲/۳۹ درصد) و لیمونن (۶/۷۹ درصد) می‌باشد (مصدق،۱۳۸۳). کیسه‌های ترشحی در لیمو ترش شل و همکاران (۱۹۸۷) تاثیر لاروکشی برخی اسانس-های گیاهی و عصاره‌ها را روی آفت بید سیب زمینی بررسی کردند و نشان دادند که سطح خارجی چرمی پوست لیموترش *Citrus aurantifolia* تا ۶۰٪ اثرات بازدارندگی داشتند. تحقیقات انجام شده توسط فلاح‌زاده و کامجو (۱۳۸۸) نشان داد که میزان حشره‌کشی اسانس لیمو ترش بیش‌تر از زیره سبز بوده و میزان مرگ و میر آفت در بالاترین غلظت ۶۰۰ میکرولیتر بر لیتر، برای اسانس لیموترش۹۳ درصد و زیره سبز ۸۹ درصد محاسبه گردید.

۲-۶-۳ پونه‌کوهی *Origanum suriacum* L.

پونه‌کوهی متعلق به خانواده نعناع (Lamiaceae) می‌باشد. بیش‌ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس پونه‌کوهی پولگون (۳۱/۵۴ ٪) ،1 و 8 سینئول (۱۵٪/۸۹) و منتول می‌باشد.

اکرمی و همکاران (۱۳۸۷) اثر کشندگی اسانس سه گونه از گیاهان به نام های آویشن شیرازی *Zataria multiflora*، باریجه *Ferula gummosa* و پونه *Mentha pulegium* را بر روی کنه تارتن دولکه ای مورد بررسی قرار دادند. پیرایش فر و همکاران (۱۳۹۰) مقایسه سمیت تنفسی اسانس پونه *Mentha longifolia* و آویشن‌کوهی *Thymus kotschyanus* را علیه شب‌پره آرد *Ephestia kuehniella* مطالعه کردند. نتایج نشان داد مرگ و میر با افزایش غلظت ۰/۱۷ به ۵/۴۱ برای آویشن کوهی و ۰/۰۰۲ به ۰/۸۱ میکرولیتر بر لیتر هوا برای پونه افزایش یافت. مقادیر LC_{50} محاسبه شده شب‌پره‌ی‌آرد برای

آویشن‌کوهی و پونه به ترتیب ۰/۹۵ و ۰/۰۴ میکرولیتر بر لیترهوا محاسبه شد. چوی[1] (۲۰۰۳) اثر تدخینی ۵۳ اسانس گیاهی علیه مراحل مختلف زیستی شامل تخم، پوره و حشره‌بالغ سفیدبالک مورد بررسی قرار داد و گزارش کرد اسانس گیاهان پونه، اکالیپتوس، میخک، زیره سیاه و نعناع فلفلی به ترتیب بیش‌ترین تاثیر کنترل دورکنندگی را روی بالغین، پوره‌ها و تخم‌های این آفت دارند. مطالعه خواص حشره‌کشی گیاه پونه‌کوهی *Origanum onites*، مورد *Myrtus communis* و مرزه *Satureja tymbra* علیه سه آفت انباری شب‌پره‌آرد، شب‌پره‌هندی و سوسک لوبیا مشخص نمود. این اسانس‌ها در غلظت‌های ۹ و ۲۵ میکرولیتر بر لیتر هوا از اسانس‌های روغنی پونه‌کوهی و مرزه بر علیه شب‌پره هندی و شب‌پره‌آرد بعد از ۲۴ ساعت ۱۰۰ درصد تلفات داشتند (آیزو[2]، ۲۰۰۸). خرمی[3] (۲۰۱۲) گزارش کرد که تعداد تخم‌های گذاشته شده و تعداد تخم‌های تفریخ شده در بید سیب زمینی کاهش معنی‌داری در غلظت‌های زیر کشنده‌ی اسانس‌های گیاهی اسطوخودوس و پونه کوهی که مقادیر آن‌ها به ترتیب۲۲/۳۰، ۲۴/۱۰ تخم و۱۵/۱۰، ۱۸/۰۲تخم بود.

۲-۷-۴ مرزه *Satureja hortensis* L.

مرزه متعلق به خانواده نعناع (Lamiaceae) می‌باشد مرزه گیاهی است علفی، یک‌ساله و دارای ساقه های منشعب به طول ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر که به سهولت براثر دارا بودن ظاهری به رنگ سبز خاک آلود یا مایل به خاکستری، از گونه‌های مجاور تشخیص داده می‌شود. مرزه به حالت وحشی در اماکن خشک و نواحی سنگلاخی و مزارع شنی، اغلب نواحی جنوب اروپا مخصوصا در فرانسه و نقاط مرکزی و جنوب غربی آسیا مانند ایران و همچنین در سیبری می‌روید (زرگری، ۱۳۶۲). این گیاه به عنوان سبزی آشپزخانه‌ای مطرح است و به صورت سنتی مصارف دارویی نیز دارد. مصرف مرزه به صورت دم‌کرده در درمان عفونت‌های مجاری تنفسی، ادراری و درمان ناراحتی‌های معده شامل سوء هاضمه، نفخ وقولنج

[1] Choi
[2] Ayvaz
[3] Khorrami

رایج است. در اروپای مرکزی مرزه همراه با عسل و به صورت چای برای درمان سرفه و آسم مصرف می‌شود. (محبوبی و کاظم‌پور[1]، ۲۰۱۱؛ قوتبابادی[2]و همکاران، ۲۰۱۲؛ مومیواند[3] و همکاران، ۲۰۱۱؛ سفید کن[4]، ۲۰۰۵) ترکیبات فنلیکی موجود در اسانس گیاه مرزه تابستانی *Satureja hortensis* را به کارواکرال، تیمول، γ- ترپینن، پارا -سیمن، بتا-آنیوفیلن، لینالول و سایر ترپنوئیدها گزارش کردند. عبدالعزیز[5] (۲۰۱۱) گزارش نمود که اسانس مرزه (*Majorana hortensis*) روی تخم‌ریزی بید سیب زمینی اثر بازدارندگی ناچیزی داشت. اسانس‌های استخراج از گیاهان معطر نظیر مرزه *Nepeta racemose, Satureja hortensis*، *Origanum vulgare* علیه سفید بالک *Bemisia tabaci* موثر می باشد (کالماسور و همکاران، ۲۰۰۶). این اسانس‌ها بیشتر از ۹۰٪ حشرات بالغ *Bemisia tabaci* را کنترل می‌کند، در حالی‌که اسانس زنجبیل فعالیت بالغ‌کشی کمی را نشان‌می دهد (زهانگ، ۲۰۰۴). خرمی و همکاران (۱۳۹۳) تاثیر غلظت‌های کشنده و زیرکشنده اسانس‌های اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* L) و مرزنجوش *Origanum vulgare* Mill را روی پارامترهای جدول زندگی بید سیب زمینی مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که بین شاهد و مرزنجوش، تفاوت غیرمعنی‌دار ولی بین شاهد و اسطوخودوس، معنی‌دار می‌باشد. آن‌ها امید زندگی آفت در شاهد، اسانس اسطوخودوس و مرزنجوش را به ترتیب ۲۷/۳۸، ۱۶/۸۱، ۲۰/۴۲ روز اعلام کردند. احمدی و جلالی سندی (۱۳۸۳) تاثیر حشره‌کشی عصاره‌های نعناع *Menta sativa* و مرزه *Satureia hortensis* را علیه حشرات بالغ سرخرطومی‌برنج *Sitophilus oryzae* بررسی کردند. نتایج نشان داد که تلفات حشرات بالغ سرخرطومی برنج در غلظت ۰/۵ درصد اختلاف بین دو گیاه با شاهد معنی‌دار بود و ۵/۴۷ و ۱۰۰٪ به ترتیب برای نعناع و مرزه گزارش گردید. همچنین در غلظت ۲۵٪ نعناع فقط ۲۵٪ تلفات را نشان داد در حالی‌که تلفات ثبت شده برای مرزه ۱۰۰ درصد بود.

[1] Ghotbabadi
[2] Mahboubi and Kazempour
[3] Mumivand
[4] Sefidkon
[5] Abd El-Aziz

دلایل استفاده از ترکیبات گیاهی جهت کنترل آفات این است که استفاده از گیاهان بومی جهت تهیه آفت‌کش‌ها نیاز به روش‌های پیچیده ندارد. افراد محلی می‌توانند خود این گیاهان را جمع آوری کرده و پرورش دهند. استفاده از مواد گیاهی در کنترل آفات به طور مداوم از سالی به سال بعد افزایش پیدا می‌کند، در محیط تجزیه شده و تاثیر منفی روی محیط‌زیست نداشته باشند، از طرفی به دلیل افزایش هزینه تولید و توسعه حشره‌کش‌های جدید، افزایش مقاومت حشرات به حشره‌کش‌های مصنوعی وارداتی در کشورهای در حال توسعه، استفاده از ترکیبات گیاهی بیش‌تر و بیشتر مقرون به صرفه می‌نماید (ساتن[1]، ۱۹۹۸).

[1] Satin

فصل سوم

مواد و روش ها

این تحقیق در سال‌های ۹۶-۱۳۹۵ در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود اجرا گردید. شاهرود با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی در ارتفاع ۱۳۴۹ متری از سطح دریا قرار دارد. متوسط میزان بارندگی سالیانه ۱۶۰-۱۵۰ میلی متر و متوسط دمای حداقل و حداکثر به ترتیب ۹/۶-، ۴۰ درجه سانتی‌گراد طبق گزارش ۱۰ ساله هواشناسی است (چهل ستونی، ۱۳۹۴). کارهای آزمایشگاهی در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود انجام شد.

۳-۱ تهیه و پرورش شب‌پره بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella*

برای تهیه کلنی اولیه بید سیب زمینی و پرورش حشرات مورد نیاز، سیب زمینی‌های آلوده به این آفت از انبارهای سیب زمینی شهرستان شاهرود تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. به منظور پرورش بید سیب زمینی از ظروف پلاستیکی به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و قطر ۱۴ سانتی‌متر استفاده شد (شکل ۳-۱ الف). کف این ظروف با لایه نازکی از خاک نرم به منظور ایجاد بستر مناسب برای ظهور مرحله‌ی شفیرگی پوشانده شد (ای السینری[1]، ۱۹۹۵). ظرف پرورش در ژرمیناتور در شرایط دمای ۱±۲۵ درجه سانتی-گراد، رطوبت نسبی ۳±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت تاریکی و ۸ ساعت روشنایی نگه‌داری شد. پس از ظهور حشرات کامل، با کمک آسپیراتور شب‌پره‌ها از ظروف پرورش جداسازی و به ظرف‌های مخصوص تخم‌گیری (ظرف پلاستیکی به ارتفاع ۱۲ و عرض ۱۸ سانتی‌متر که با درپوش توری ارگانزا پوشانده شده بود) منتقل شد (شکل ۳-۱ ب). سپس تغذیه‌ی آن‌ها با پنبه آغشته به محلول آب عسل ۱۰ درصد انجام شد. برای تخم‌گیری از شب پره‌ها روی درپوش توری ظروف مذکور کاغذ صافی قرار داده شد. به منظور تحریک تخم‌ریزی شب‌پره‌ها و جلب آن‌ها به روی کاغذ صافی، یک قطعه‌ی بریده شده از غده‌ی سیب زمینی بر روی کاغذ صافی قرار داده شد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت، کاغذ صافی

[1] El Sinary

حاوی تخم را از روی ظروف تخم‌گیری برداشته و از تخم‌های گذاشته شده جهت ادامه پرورش و همچنین برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد.

شکل ۳-۱. الف: ظرف تخم‌گیری بید سیب زمینی ب: شرایط نگه‌داری غده‌های سیب زمینی در آزمایشگاه (اصلی)

۳-۲ تهیه غده‌های سیب زمینی و گیاهچه‌های کشت بافتی

برای تهیه غده‌های سیب زمینی به نام‌های آگریا، رانومی، کایزر و سانته که از مرکز تحقیقات کشاورزی اردبیل تهیه شد و آریندا که از شرکت بذر آریا در خراسان رضوی خریداری شد استفاده گردید. برای پژوهش روی بوته‌های سیب زمینی از گیاهچه‌های کشت بافتی به نام‌های آگریا، آریندا، بانبا، پیکاسو و سانته از شرکت بذر آریا در خراسان رضوی تهیه و استفاده گردید.

۳-۲-۱ نحوه کاشت گیاهچه‌های کشت بافتی درون گلدان

گیاهچه‌های ریشه‌دار شده حاصل از کشت بافت به مدت یک هفته با شرایط دمایی ۱±۲۵ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی ۳±۶۵ درون ژرمیناتور نگه‌داری شد. سپس گیاهچه‌ها از درون شیشه خارج گردید و ریشه آن‌ها کاملا شسته شد. سپس به گلدان‌های حاوی مخلوط کوکوپیت و پرلیت و پیت ماس به نسبت مساوی (۱:۱:۱) که با قارچکش ضدعفونی شده بودند منتقل گردید. لیوان پلاستیکی (قطر دهانه-ی ۸ و ارتفاع ۹/۵ سانتی‌متر) به صورت وارونه بر روی گیاهچه‌ها قرار داده شد و به ژرمیناتور منتقل

شد. در طی یک هفته به منظور سازگاری گیاهچه به محیط جدید روزانه سوراخی در لیوان‌های پلاستیکی ایجاد گردید (شکل۳-۲).

شکل ۳-۲. گیاهچه‌های کشت بافتی درون شیشه و گلدان (اصلی)

۳-۳ جمع‌آوری و تهیه‌ی اسانس از گیاهان مورد مطالعه

گیاهان مورد آزمایش در این تحقیق شامل؛ آنغوزه، پونه‌کوهی، مرزه و پوست لیمو بود. آنغوزه و پونه-کوهی از کوه‌های درگز، مرزه به صورت آماده از بازار محلی و پوست لیمو از مغازه‌های آبلیموگیری تهیه گردید. توسط متخصصین دانشکده گونه آن‌ها تشخیص داده شد. این گیاهان در شرایط سایه و تهویه، خشک و به صورت پودر درآمد. جهت تهیه اسانس، از دستگاه اسانس‌گیری شیشه‌ای مدل کلونجر استفاده شد (شکل ۳-۳). برای این منظور۵۰ گرم پودر گیاه به همراه ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر داخل بالن شیشه‌ای یک لیتری ریخته و به لوله‌ی عبور دهنده بخار آب دستگاه کلونجر وصل شد. سپس شعله در زیر بالن قرار داده شد تا محتویات بالن به جوش آید. سپس به مدت چهار ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد اسانس جمع‌آوری شد. اسانس‌های تهیه شده درون میکروتیوپ‌های دو میلی‌لیتری با روکش آلومینیومی تا زمان استفاده در یخچال در شرایط دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد (محمدی شریف[1]، ۲۰۱۵).

[1] Mohammadi Sharif

شکل ۳-۳. دستگاه کلونجر (اصلی)

۳-۴ آزمایش زیست سنجی

۳-۴-۱ تعیین دامنه غلظت اسانس‌ها روی لاروهای سن سوم بید سیب زمینی

آزمایش زیست سنجی (سمیت تماسی) به روش شاه میرزایی و همکاران (۱۳۹۵) با کمی تغییرات انجام شد. جهت محاسبه‌ی تعیین محدوده‌ی مقدار مناسب برای اسانس‌ها، ابتدا آزمایش‌های مقدماتی روی لاروهای سن سوم بید سیب زمینی صورت گرفت چرا که (بهترین سن لاروی در انجام آزمایش‌های زیست سنجی، سن سوم لاروی توصیه شده است) (اپکس[1] ،۱۹۸۷). در این آزمایش از پتری دیش‌های پلاستیکی به قطر نه سانتی‌متر استفاده شد. کف پتری دیش‌ها به وسیله کاغذ صافی واتمن شماره یک پوشانده شد. برای انجام آزمایش ابتدا از شش مقدار مختلف از اسانس خالص گیاهان مورد مطالعه شامل (۳/۰۰، ۲/۵۰، ۲/۰۰، ۱/۵۰، ۱/۰۰، ۰/۵۰) میکرولیتر استفاده شد. با کمک سمپلر مقدارهای مورد نظر از هر اسانس گیاهی مورد مطالعه به صورت خالص روی کاغذ صافی ریخته شد. در هر آزمایش۳۰ عدد لارو سن سوم داخل پتری دیش‌ها قرار داده شد و بلافاصله سرپوش روی پتری قرار گرفت. همچنین روی درب هر پتری دیش سوراخی به قطر دو سانتی‌متر ایجاد و با توری پوشانده شد تا از ایجاد سمیت تدخینی جلوگیری گردد. سپس به منظور جلوگیری از خروج لاروهای مورد آزمایش اطراف آن با نوار

[1] Appex

پارافیلم محکم بسته شد. در ظرف شاهد از آب مقطر استفاده گردید. پس از گذشت ۲۴ ساعت تعداد حشرات مرده در ظرف تیمار و شاهد شمارش و ثبت شد. درصد مرگ و میر اصلاح شده (CM) طبق فرمول ابوت محاسبه شد (ماتسومورا [1]، ۱۹۸۵). این آزمایش با سه تکرار در شرایط آزمایشگاهی انجام گردید.

$$\%CM=\frac{P-P0}{100+P0}\times 100$$ فرمول (۳-۱)

CM= درصد مرگ و میر اصلاح شده، P= میزان تلفات در تیمار، $P0$= میزان تلفات در شاهد

۳-۵ بررسی ترجیح میزبانی تخم‌ریزی با استفاده از طشتک پلاستیکی

۳-۵-۱ بررسی ترجیح میزبانی برروی برگ‌های سیب زمینی بدون اسانس گیاهی

آزمایش ترجیح میزبانی حشرات کامل بید سیب زمینی روی شاخ و برگ گیاهچه‌های کشت بافتی سیب زمینی به روش فرجی (۱۳۹۴) با کمی تغییرات انجام شد. در این آزمایش از شاخ و برگ‌های ارقام مختلف سیب زمینی (آگریا، آریندا، بانبا، پیکاسو و سانته) جدا شده، استفاده گردید. برای انجام آزمایش ابتدا شاخ و برگ‌های ارقام مورد بررسی وزن شد (شکل۳-۴). داخل ظروف پلاستیکی نیمه شفاف به قطر هشت سانتی‌متر و ارتفاع ۵/۵ سانتی‌متر قرار داده شد. توری ارگانزا به عنوان درب روی هر ظرف کشیده شد. سپس کاغذ صافی به قطر ۷/۵ سانتی‌متر جهت تخم‌ریزی حشرات کامل روی توری هر ظرف قرار داده شد. ظروف حاوی برگ‌های سیب زمینی تهیه شده به شرح فوق به صورت کاملا تصادفی به صورت دایره‌ای با فاصله یکنواخت از یکدیگر داخل طشتک پلاستیکی به قطر ۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر قرار داده شد. به منظور جلوگیری از فرار حشرات کامل یک روکش سیاه به عنوان درب طشتک، روی آن کشیده شده به طوری که توسط دریچه آستینی جهت قرار دادن قفس مخصوص حشرات کامل، دسترسی به داخل طشتک امکان‌پذیر بود (شکل۳-۵) سپس ۴۰ جفت حشره کامل یک روزه از ظرف پرورش انتخاب و در مرکز طشتک رهاسازی گردید. بنابراین طشتک محتوی نمونه به مدت

[1] Matsumura

۴۸ ساعت تحت شرایط دمایی ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۳ ± ۶۵ درصد نگه‌داری شد. سپس طی گذشت زمان ذکر شده روکش سیاه به طور کامل از روی طشتک برداشته شده تا ضمن خارج شدن حشرات کامل، کاغذ صافی حاوی تخم مربوط به هر تیمار جداگانه جمع‌آوری و تعداد تخم‌های گذاشته شده با استفاده از بینوکولار شمارش و نتایج ثبت گردید. این آزمون با سه تکرار انجام شد.

شکل ۳-۴. شاخ و برگ رقم پیکاسو (اصلی)

۳-۵-۲ بررسی ترجیح میزبانی برروی برگ‌های سیب زمینی با اسانس گیاهی

این آزمایش به منظور بررسی اثر بازدارندگی تخم‌ریزی بید سیب زمینی بر روی برگ‌های مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهان، به روش چآبی[1] (۲۰۰۷) با کمی تغییرات انجام شد. ابتدا پنج کاغذ صافی به ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر تهیه شد. مقدار دو میکرولیتر اسانس خالص گیاهان (پوست لیمو، آنغوزه، پونه کوهی و مرزه) با کمک سمپلر روی کاغذ صافی ریخته شد. در شاهد از دو میکرولیتر آب مقطر استفاده گردید. در هر آزمایش پنج برگ از یک نمونه سیب زمینی (آگریا، آریندا، بانبا، پیکاسو و سانته) انتخاب شد. روی هریک از کاغذ صافی آغشته به اسانس گیاهان در داخل ظروف پلاستیکی نیمه شفاف به قطر هشت سانتی‌متر و ارتفاع ۵/۵ سانتی‌متر قرار داده شد. توری ارگانزا به عنوان درب روی هر ظرف کشیده شد. سپس کاغذ صافی به قطر ۷/۵ سانتی‌متر جهت تخم‌ریزی حشرات کامل روی توری متعلق به هر

[1] Chaubey

ظرف قرار گرفت. تمامی مراحل اجرای این آزمایش همانند آزمایش قبلی بود. اثر بازدارندگی برگ‌های ارقام مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهان بر تخم‌ریزی بید سیب زمینی با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (چآبی، ۲۰۰۸).

$$\%OD\,(\text{Oviposition deterrence}) = 1\text{-}(\frac{\text{NEt}}{\text{NEc}}) \times 100 \qquad \text{فرمول (۳-۲)}$$

OD= درصد بازدارندگی تخم‌ریزی، NEt = تعداد تخم در تیمار، NEc = تعداد تخم در شاهد

۳-۵-۳ بررسی ترجیح میزبانی غده سیب زمینی بدون اسانس گیاهی

به منظور انجام آزمایش، ابتدا یک غده سیب زمینی از هر رقم (آگریا، آریندا، کایزر، رانومی و سانته) به وزن تقریبی۶۰±۵۵ گرم و قطر ۴/۵ سانتی‌متر انتخاب شد. هر نمونه از ارقام مختلف سیب زمینی انتخاب شده را در داخل ظروف پلاستیکی نیمه شفاف به قطر هشت سانتی‌متر و ارتفاع ۵/۵ سانتی‌متر قرار داده شد (شکل۳-۵ الف). توری ارگانزا به عنوان درب روی هر ظرف کشیده شد. سپس کاغذ صافی به قطر ۷/۵ سانتی‌متر جهت تخم‌ریزی حشرات کامل روی توری متعلق به هر ظرف قرار داده شد. ظروف حاوی غده‌های سیب زمینی تهیه شده به شرح فوق به صورت کاملا تصادفی به صورت دایره‌ای با فاصله یکنواخت از یکدیگر داخل طشتک پلاستیکی قرار داده شد. به منظور جلوگیری از فرار حشرات کامل یک روکش سیاه به عنوان درب طشتک روی آن کشیده شد، به طوری که توسط دریچه آستینی جهت قرار دادن قفس مخصوص حشرات کامل، دسترسی به داخل طشتک امکان‌پذیر بود (شکل۳-۵، ب). ۴۰ جفت حشره کامل یک روزه از ظرف پرورش انتخاب و در مرکز طشتک رهاسازی گردید. طشتک محتوی نمونه به مدت ۴۸ ساعت تحت شرایط آزمایشگاهی نگه‌داری شد. پس از گذشت ۴۸ ساعت روکش سیاه به طور کامل از روی طشتک برداشته شده تا ضمن خارج شدن حشرات کامل، کاغذ صافی حاوی تخم مربوط به هر تیمار جداگانه جمع‌آوری و تعداد تخم‌های گذاشته شده با استفاده از بینوکولار شمارش و نتایج ثبت گردید. این آزمون با سه تکرار انجام شد.

شکل ۳-۵. الف: ظروف پلاستیکی حاوی غده. ب: طشتک پلاستیکی حاوی ظروف تخم‌ریزی (اصلی)

۳-۵-۴ بررسی ترجیح میزبانی غده‌های سیب زمینی با اسانس گیاهی

به منظور بررسی اثر بازدارندگی ارقام مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهان بر تخم‌ریزی بید سیب زمینی انجام شد. در این آزمایش پنج کاغذ صافی به ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر تهیه شد. مقدار دو میکرولیتر اسانس خالص گیاهان (آنغوزه، پوست لیمو، پونه کوهی و مرزه) با کمک سمپلر روی کاغذ صافی ریخته شد و در شاهد از مقدار دو میکرولیتر آب مقطر استفاده گردید. در هر آزمایش پنج غده از یک نمونه سیب زمینی (آگریا، آریندا، کایزر، رانومی و سانته) به وزن تقریبی ۶۰±۵۵ گرم و قطر ۴/۵ سانتی‌متر انتخاب شد. روی هریک از کاغذ صافی آغشته به اسانس گیاهان و آب مقطر در داخل ظروف پلاستیکی نیمه شفاف به قطر ۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۵/۵ سانتی‌متر قرار داده شد. توری ارگانزا به عنوان درب روی هر ظرف کشیده شد. سپس کاغذ صافی به قطر ۷/۵ سانتی‌متر جهت تخم‌ریزی حشرات‌کامل روی توری متعلق به هر ظرف قرار گرفت. تمامی مراحل اجرای این آزمایش همانند آزمایش قبلی بود. اثر بازدارندگی ارقام مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهان بر تخم‌ریزی بید سیب زمینی با استفاده از فرمول (۳-۲) محاسبه گردید (چآبی، ۲۰۰۸).

۳-۶ بررسی ترجیح میزبانی تغذیه‌ی بید سیب زمینی با کمک دستگاه بویایی سنج

آزمایشات ترجیح میزبانی تغذیه‌ای به منظور واکنش رفتاری لاروهای سنین اول بید سیب زمینی بر روی برگ و غده‌های ارقام مختلف سیب زمینی در شرایط حضور و عدم حضور اسانس چهار گیاه پوست لیمو، آنغوزه، پونه کوهی و مرزه طی گذشت ۷۲ ساعت با شرایط یکسان در دستگاه بویایی سنج ده

بازویی مورد بررسی قرار گرفت. دستگاه بویایی سنج ده بازویی، متشکل از یک دایره مرکزی به قطر ۵۰ سانتی‌متر که در ۱۰ سوی دایره مرکزی سوراخ‌های ۳/۵×۴ سانتی‌متر به منظور اتصال بازوها ایجاد شد. بازوها به دایره اصلی دستگاه وصل شدند، در دهانه انتهایی هریک از بازوها فن با جریان ۱۲ ولت جاسازی شد. آزمایش‌ها در اتاق کاملا تاریک انجام گرفت. بعد از هر آزمایش، دستگاه الفاکتومتر با کمک الکل رقیق شده شستشو داده شد تا کاملا عاری از هر بویی شود و به مدت یک روز در آن هیچ آزمایشی صورت نگرفت.

۳-۶-۱ بررسی ترجیح میزبانی بر روی برگ‌های سیب زمینی بدون اسانس گیاهی

به منظور بررسی ترجیح میزبانی لاروهای سن اول، ابتدا برگ‌های ارقام مختلف سیب زمینی (آگریا، آریندا، بانبا، پیکاسو و سانته) در دهانه هریک از بازوهای بویایی سنج به صورت تصادفی قرار داده شد. فاصله برگ‌های سیب زمینی از یکدیگر ده سانتی‌متر بود. سپس در مرکز دایره مرکزی، کاغذ صافی که حاوی ۱۵۰عدد تخم هم‌سن (به رنگ نارنجی) بودند قرار داده شد. فاصله کاغذ صافی حاوی تخم تا بازوها ۱۵ سانتی‌متر بود. با روشن نمودن فن و طی گذشت ۷۲ ساعت از شروع آزمایش، تعداد لاروهای مستقر شده روی برگ‌ها در هر یک از بازوها شمارش و به عنوان شاخص رجحان ثبت گردید (شکل ۳-۶). این آزمایش سه مرتبه تکرار شد و هر شمارش به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد.

شکل ۳-۶. دستگاه بویایی سنج حاوی برگ ارقام مختلف سیب زمینی (اصلی)

۳-۶-۲ بررسی ترجیح میزبانی بر روی برگ‌های سیب زمینی با اسانس گیاهی

این آزمایش به منظور اثر دورکنندگی برگ ارقام مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهان بر تغذیه‌ی بید سیب زمینی مورد بررسی قرار گرفت. در هر آزمایش از پنج برگ هم اندازه از یک رقم سیب زمینی (آگریا، آریندا، بانبا، پیکاسو و سانته) انتخاب شد. سپس دو میکرولیتر اسانس خالص گیاهان (آنغوزه، پوست لیمو، پونه کوهی و مرزه) با کمک سمپلر روی برگ ریخته شد. در برگ شاهد از دو میکرولیتر آب مقطر استفاده گردید. برگ‌های آماده شده به صورت تصادفی درون دهانه هریک از پنج بازوها بویایی سنج با فاصله یکنواخت قرار داده شد. سپس ۱۵۰ عدد تخم یک روزه انتخاب و در مرکز دستگاه قرار داده شد. طلق شفاف بر روی دستگاه بویایی سنج قرار داده شد. سپس با روشن نمودن فن، جریان بسیار ملایم هوا به همراه مولکول های بوی گیاه به داخل دستگاه هدایت شد. بدین ترتیب لاروها در معرض انتخاب برگ‌های توام با اسانس گیاهان قرار داده شدند. پس از ۷۲ ساعت از شروع آزمایش تعداد لاروهای مستقر شده بر روی هر برگ شمارش و نتایج ثبت گردید. به منظور محاسبه دورکنندگی اثر متقابل ارقام و اسانس‌های گیاهان از فرمول زیر محاسبه گردید (پوگازوندون[1] و همکاران، ۲۰۰۹).

$$EPI=\frac{NT-NC}{NT+NC}\times 100$$ فرمول (۳-۳)

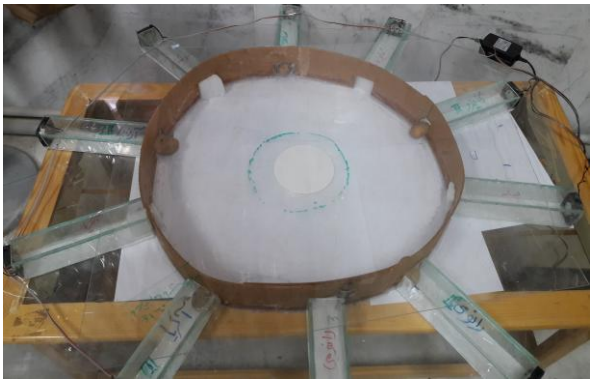
EPI = شاخص میزان دستیابی، Nt = تعداد حشرات در بازوی تیمار، Nc = تعداد حشرات در بازوی شاهد

۳-۶-۳ بررسی ترجیح میزبانی غده‌های سیب زمینی بدون اسانس گیاهی

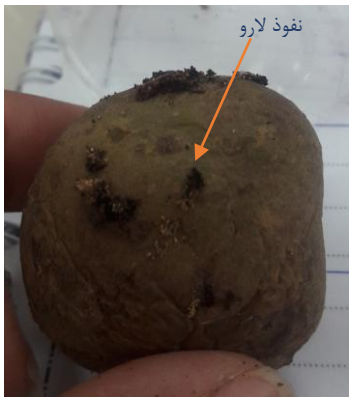
در این بررسی یک غده از هر رقم سیب زمینی (آگریا، آریندا، کایزر، رانومی و سانته) به وزن تقریبی۶۰±۵۵ گرم و قطر ۴/۵ سانتی‌متر انتخاب شد و در دهانه هریک از بازوهای بویایی سنج به صورت تصادفی قرار داده شد. فاصله غده‌های سیب زمینی از یکدیگر ده سانتی‌متر بود. در مرکز دایره، کاغذ صافی حاوی ۱۵۰عدد تخم هم‌سن قرار داده شد. طلق شفافی نیز بر روی دستگاه بویایی سنج قرار

[1] Pugazhvendan

داده شد. سپس با روشن نمودن فن و بعد از گذشت ۷۲ ساعت از شروع آزمایش با توجه به فضولات لاروی گذاشته شده در محل سوراخ ورودی، تعداد لاروهای نفوذ کرده روی هر یک از غده‌ها شمارش و نتایج ثبت گردید (شکل۳-۷ و ۳-۸). این آزمایش با سه تکرار انجام شد.



شکل ۳-۷. دستگاه بویایی سنج حاوی غده ارقام مختلف سیب زمینی (اصلی)



شکل ۳-۸. نفوذ لارو سن اول بید سیب زمینی بر روی رقم سانته، ۷۲ ساعت پس از شروع آزمایش (اصلی)

۳-۶-۴ بررسی ترجیح میزبانی غده‌های سیب زمینی با اسانس گیاهی

در این آزمایش اثر دورکنندگی ارقام مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهان بر تغذیه‌ی لاروهای بید سیب زمینی مورد بررسی قرار گرفت. به منظور انجام آزمایش ابتدا پنج کاغذ صافی به ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر تهیه شد. مقدار دو میکرولیتر اسانس خالص گیاهان (آنغوزه، پوست لیمو، پونه کوهی و مرزه) با کمک سمپلر روی کاغذ صافی ریخته شد و در کاغذ صافی شاهد از دو میکرولیتر آب مقطر استفاده گردید. در هر آزمایش از پنج غده از یک رقم سیب زمینی (آگریا، آریندا، کایزر، رانومی و سانته) به وزن

تقریبی۶۰±۵۵ گرم و قطر ۴/۵ سانتی‌متر انتخاب شد. سپس کاغذ صافی آغشته با اسانس گیاهان با کمک سنجاق ته گرد به هریک از غده‌های سیب زمینی اتصال داده شد. غده‌های آماده شده به صورت تصادفی درون دهانه هریک از پنج بازو با فاصله یکنواخت قرار داده شد. تمامی مراحل اجرای این آزمایش همانند آزمایش قبلی بود. به منظور دورکنندگی اثر متقابل ارقام و اسانس‌های گیاهان با استفاده از فرمول (۳-۳) محاسبه گردید.

۳-۷ آزمون آنتی بیوز

۳-۷-۱ بررسی آنتی بیوز روی برگ‌های سیب زمینی بدون اسانس گیاهی

ویژگی‌های زیستی این شب‌پره روی برگ‌های پنج رقم سیب زمینی پرورش یافته (آگریا، بانبا، پیکاسو، سانته و آریندا) مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش ازهر رقم سه برگ و در مجموع ۱۵ عدد برگ سیب زمینی سالم و همسان انتخاب شد. برگ‌ها به صورت انفرادی داخل لیوان پلاستیکی شفاف حاوی پنبه مرطوب انتقال داده شد. سپس ۱۵ عدد لارو سن اول تازه تفریخ شده با استفاده از قلم مو بر روی برگ‌ها انتقال داده شد. در قسمت درب لیوان دریچه‌ای به قطر دو سانتی‌متر به منظور تامین تهویه و جهت جلوگیری از خروج لاروها با توری ارگانزا پوشانده شد. پس از گذشت ۷۲ ساعت لاروهای نفوذ کرده در زیر اپیدرم شمارش و نتایج ثبت گردید (شکل ۳-۹) . برگ‌های آلوده مجددا به لیوان‌های پلاستیکی جدید منتقل شد. لیوان‌ها به صورت روزانه مورد بررسی قرار گرفت. در صورت کاهش شادابی برگ‌ها، برگ جدیدی جایگزین شد. برگ‌ها به منظور تعیین طول دوره لاروی و شفیرگی و دوره قبل از بلوغ تا ظهور حشرات کامل به صورت روزانه بررسی شدند. لیوان‌های پلاستیکی تا پایان آزمایش درون ژرمیناتور (دمای ۱±۲۵ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی ۳±۶۵ درصد و دوره نوری، ۱۶ ساعت تاریکی و ۸ ساعت روشنایی) نگه‌داری شدند، این آزمایش با سه تکرار انجام شد.

شکل ۳-۹ تغذیه لارو سن اول از شاخ و برگ رقم پیکاسو (اصلی)

۳-۷-۲ بررسی آنتی بیوز روی برگ‌های سیب زمینی با اسانس گیاهی

این آزمایش به منظور ارزیابی اثر متقابل برگ ارقام سیب زمینی تحت اسانس گیاهان دارویی روی برخی از شاخص‌های زیستی بید سیب زمینی انجام شد. در این آزمایش از هر پنج رقم ۱۵ عدد برگ که در مجموع ۷۵ عدد برگ از ارقام مختلف سیب زمینی (آگریا، آریندا، بانبا، پیکاسو و سانته) انتخاب شد. در این بررسی از لیوان‌های پلاستیکی شفاف به قطر نه سانتی‌متر و ارتفاع ۱۱ سانتی‌متر استفاده شد. در کف لیوان پنبه مرطوب و روی آن کاغذ صافی قرار داده شد. سپس یک برگ داخل هر لیوان بر روی کاغذ صافی قرار داده شد. جهت انجام آزمایش سطح هر یک از کاغذ صافی با مقدار دو میکرولیتر از اسانس خالص گیاهان مورد مطالعه آغشته شد و در شاهد از آب مقطر استفاده گردید. تمامی مراحل مطابق با آزمایش قبل انجام شد (شکل ۳-۱۰).

شکل ۳-۱۰. تغذیه لارو سن اول بید سیب زمینی از برگ رقم آریندا توام با اسانس پوست لیمو (اصلی)

۳-۷-۳ بررسی آنتی بیوز روی غده‌های سیب زمینی بدون اسانس گیاهی

ویژگی‌های زیستی این شب‌پره روی غده‌های سیب زمینی پرورش یافته در هریک از پنج رقم (آگریا، رانومی، کایزر، سانته و آریندا) مورد بررسی قرار گرفت. به این ترتیب که ۱۵ عدد لارو سن اول تازه تفریخ شده داخل لیوان پلاستیکی به قطر نه سانتی‌متر و ارتفاع ۱۱ سانتی‌متر استفاده شد. ۱۵ عدد غده سیب زمینی سالم و همسان از نظر حجم و وزن به وزن تقریبی ۶۰±۵۵ گرم انتخاب شدند. جهت عاری ساختن غده‌ها از هر گونه آلودگی با یک دستمال تمیز شده و به صورت انفرادی داخل لیوان پلاستیکی شفاف انتقال داده شد. روی هر غده تعداد ۱۵ لارو سن یک قرار داده شد. به منظور تامین تهویه در قسمت درب لیوان دریچه‌ای به قطر دو سانتی‌متر ایجاد و با توری پوشانده شد تا امکان خروج لاروها وجود نداشته باشد. نفوذ لاروها پس از گذشت ۷۲ ساعت از شروع آزمایش با توجه به فضولات لاروی در محل سوراخ‌های ورودی شمارش و نتایج ثبت گردید. غده‌های آلوده مجددا به لیوان‌های پلاستیکی جدید که در کف آن نیم سانت خاک نرم الک شده قرار داشت منتقل گردید (شکل۳-۱۱). غده‌های درون لیوان‌های پلاستیکی روزانه بررسی شد و زمان تشکیل شفیره و ظهور حشره کامل درون هر لیوان ثبت شد. در ضمن بقای لارو و شفیره درون لیوان‌ها ثبت شد. از داده‌های حاصله در تعیین طول دوره لاروی و شفیرگی و نیز درصد بقای لاروی و شفیرگی استفاده شد. همچنین لیوان‌های حاوی نمونه تا پایان آزمایش درون ژرمیناتور (دمای ۱±۲۵ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی ۳±۶۵ درصد و دوره نوری، ۱۶ ساعت تاریکی و ۸ ساعت روشنایی) نگه‌داری شدند. این آزمایش با سه تکرار انجام شد.

شکل۳-۱۱ سیب زمینی آلوده شده- لیوان های پلاستیکی حاوی سیب زمینی آلوده با لارو سن اول *P. operculella*

۳-۷-۴ بررسی آنتی بیوز روی غده‌های سیب زمینی با اسانس گیاهی

در این بررسی از لیوان‌های پلاستیکی شفاف به قطر نه سانتی‌متر و ارتفاع ۱۱ سانتی‌متر استفاده گردید و داخل هر لیوان یک غده سیب زمینی قرار داده شد. از پنج رقم سیب زمینی ۱۵ غده که در مجموع تعداد ۷۵ غده‌ی سیب‌زمینی سالم و همسان از نظر حجم و وزن به وزن تقریبی۶۰±۵۵ گرم انتخاب شد. جهت انجام آزمایش سطح هر یک از غده‌ها با مقدار دو میکرولیتر از اسانس گیاهان مورد نظر آغشته و در شاهد از آب مقطر استفاده شد. تمامی مراحل مطابق با آزمایش قبل انجام شد (شکل ۳-۱۲).

شکل۳-۱۲. لیوان‌های پلاستیکی حاوی ارقام آغشته به اسانس و آلوده شده با لارو سن اول *P. operculella*

۳-۸ تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های آزمایشات بدون اسانس در قالب طرح کامل تصادفی با ۵ تیمار (ارقام مختلف سیب زمینی) و ۳ تکرار با استفاده از نرم افزار SAS و رویه GLM آنالیز شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام شد.

مدل آماری طرح به شرح زیر بود.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

که در آن: Y_{ij} ، مقدار مشاهده؛ μ، میانگین جامعه؛ T_i، اثر تیمار (ارقام سیب زمینی) و ε_{ij}، اثر خطای آزمایش بود.

نتایج آزمایشات با اسانس گیاهی بدست آمده در قالب طرح کامل تصادفی با ۲۰ تیمار در قالب فاکتوریل ۴*۵ شامل ۵ رقم سیب زمینی و اسانس ۴ گیاه (آنغوزی، پوست لیمو، پونه کوهی و مرزه) با ۳ تکرار با استفاده از نرم افزار SAS و رویه GLM آنالیز شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام شد.

مدل آماری طرح به شرح زیر بود.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_j + TE_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

که در آن: Y_{ijk}، مقدار مشاهده؛ μ، میانگین جامعه؛ T_i، اثر ارقام سیب زمینی،E_j، اثر اسانس گیاه ؛ TE_{ij}، اثر متقابل ارقام سیب زمینی با اسانس گیاه و ε_{ijk}، اثر خطای آزمایش بود.

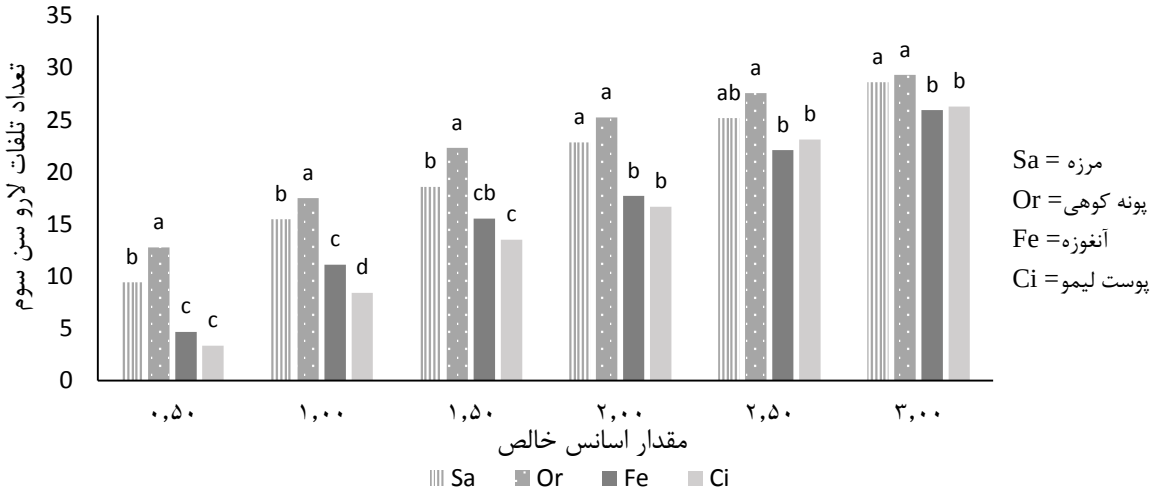
برای رسم نمودار از برنامه Excel استفاده گردید.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱ تعیین دامنه غلظت اسانس‌ها روی لاروهای سن سوم بید سیب زمینی *P. operculella*

به منظور تعیین مناسب‌ترین مقدار اسانس گیاهان (آنغوزه، پوست لیمو، پونه کوهی و مرزه) مورد استفاده در این تحقیق پیش آزمایش تعیین سطح دز اسانس انجام شد. میانگین داده‌های بدست آمده از مقدار اسانس خالص در ۲۴ ساعت، روی درصد مرگ و میر لاروهای سن سوم بید سیب زمینی در (نمودار ۴-۱) نشان داد شده است. نتایج این آزمایش نشان دادند که تمامی اسانس‌های مورد استفاده دارای اثرات کشندگی بر روی حشره مورد مطالعه می‌باشند. بیش‌ترین مرگ و میر در اسانس پونه کوهی مشاهده شد. این نتایج نشان دهنده طراحی صحیح محیط آزمایش بود و ثابت می‌شود که مرگ و میر حشره منحصراً تحت تاثیر اسانس گیاهی رخ داده است. با افزایش مقدار اسانس گیاهان در دامنه ۰/۵ میکرولیتر تا سه میکرولیتر، درصد مرگ و میر نیز افزایش یافت. بیش‌ترین میانگین تلفات لاروها در تمامی اسانس-های خالص در مقدار ۳/۰۰ میکرولیتر یعنی بالاترین مقدار استفاده شده مشاهده شد. با توجه به اینکه (بین مقدار دو میکرولیتر و ۲/۵ میکرولیتر اما از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار نبود و در سطح دو میکرولیتر برای همه گیاهان مورد مطالعه، مرگ و میر بیش از ۵۰ درصد لارو سن سوم بید سیب زمینی از طریق سمیت تنفسی مشاهده شد، این سطح به عنوان سطح مطلوب آزمایش تعیین گردید.

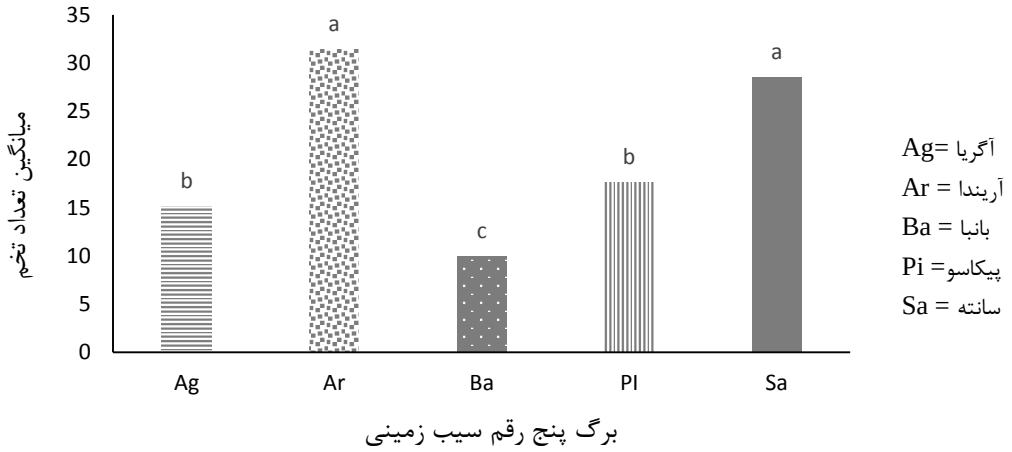


نمودار۴-۱. مرگ و میر لاروهای سن سوم بید سیب زمینی در اثر اسانس پنج گیاه پس از ۲۴ ساعت

۴-۲. آزمایش ترجیح تخم‌ریزی با استفاده از طشتک پلاستیکی

۴-۲-۱ بررسی ترجیح تخم‌ریزی بر روی برگ‌های سیب زمینی بدون اسانس گیاهان

در این آزمایش تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط ۴۰ حشره ماده بید سیب زمینی پس از ۴۸ ساعت روی کاغذ صافی پنج برگ مختلف سیب زمینی (آگریا، آریندا، بانبا، پیکاسو و سانته) تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P< ۰/۰۰۰۱$؛ $F= ۳۲/۲۳$؛ $df =4$). (نمودار ۴-۲). کم‌ترین و بیش‌ترین تعداد تخم به ترتیب روی برگ رقم بانبا (۹/۹۶ عدد) و رقم آریندا (۳۱/۴۳ عدد) مشاهده شد.



نمودار۴-۲. میانگین ترجیح میزبانی برگ ارقام مختلف سیب زمینی بر تخم ریزی *P. operculella*

۴-۲-۲ بررسی ترجیح میزبانی برروی برگ‌های سیب زمینی با اسانس گیاهی

تجزیه واریانس داده‌های اثر بازدارندگی تخم‌ریزی برگ ارقام مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهان مورد مطالعه روی حشرات کامل بید سیب زمینی نشان داد که بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴-۱).

در مقایسه میانگین اثر اصلی اسانس گیاهان، آنغوزه و پونه کوهی به ترتیب با ۸۴/۵۲ و۸۳/۵۷ درصد بیش‌ترین بازدارندگی تخم‌ریزی بید سیب زمینی مشاهده شد. اما اسانس گیاه پوست لیمو با ۷۲/۵۹ درصد کم‌ترین بازدارندگی تخم‌ریزی را داشت (جدول ۴-۲).

نتایج بدست آمده از اثر متقابل برگ ارقام مختلف سیب زمینی (آگریا، آریندا، بانبا، پیکاسو و سانته) توام با اسانس گیاهان (آنغوزه، پوست لیمو، پونه کوهی و مرزه) بر درصد بازدارندگی تخم‌ریزی معنی‌دار بود (جدول۴-۱). نتایج نشان داد که همه اسانس گیاهان مورد مطالعه دارای تاثیر بر میزان تخم‌ریزی حشره کامل بودند. در حالی که تعداد تخم‌های بدست آمده بر روی ارقام مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهان یکسان نبودند (جدول ۴-۳). بیش‌ترین و کم‌ترین درصد بازدارندگی تخم‌ریزی حشرات کامل در بین ارقام مورد مطالعه به ترتیب روی رقم بانبا توام با اسانس آنغوزه و رقم آریندا توام با اسانس پوست لیمو مشاهده شد. از طرفی نتایج مطالعات نشان می‌دهد که بیش‌ترین درصد بازدارندگی تخم-ریزی بید سیب زمینی روی رقم آگریا همراه با اسانس آنغوزه (۹۴/۶۹ درصد)، رقم آریندا همراه با اسانس پونه کوهی (۷۳/۴۴ درصد)، رقم بانبا همراه با اسانس پونه کوهی (۹۶/۹۶ درصد)، رقم پیکاسو همراه با اسانس آنغوزه با (۷۷/۴۰ درصد) و رقم سانته توام با اسانس آنغوزه (۹۲/۷۷ درصد) مشاهده شد.

جدول۴-۱. تجزیه واریانس بازدارندگی تخم‌ریزی بید سیب زمینی روی برگ پنج رقم مختلف سیب زمینی و اسانس گیاهی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F-Value	Pr > F
واریته	۴	۷۳۱/۹۶	۴۷/۴۱	< ۰/۰۰۰۱
اسانس	۳	۴۷۴/۰۲	۳۰/۷۰	< ۰/۰۰۰۱
واریته × اسانس	۱۲	۸۱/۷۱	۵/۲۹	< ۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات	۴/۹۴			

جدول ۴-۲. میانگین اثر اصلی اسانس گیاهی بر بازدارندگی تخم‌ریزی *P. operculella*

اسانس گیاهان	تعداد حشرات مورد آزمایش	میانگین ± SD
آنغوزه	۸۰	۸۴/۵۲ ± ۱۲/۱۴ [a]
پوست لیمو	۸۰	۷۲/۵۹ ± ۷/۰۶ [c]
پونه کوهی	۸۰	۸۳/۵۷ ± ۹/۰۰ [a]
مرزه	۸۰	۷۷/۲۰ ± ۶/۴۵ [b]
SEM	-	۱/۰۱
P-Value	-	۰/۰۰۰۱

میانگین‌های که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P< ۰/۰۵)

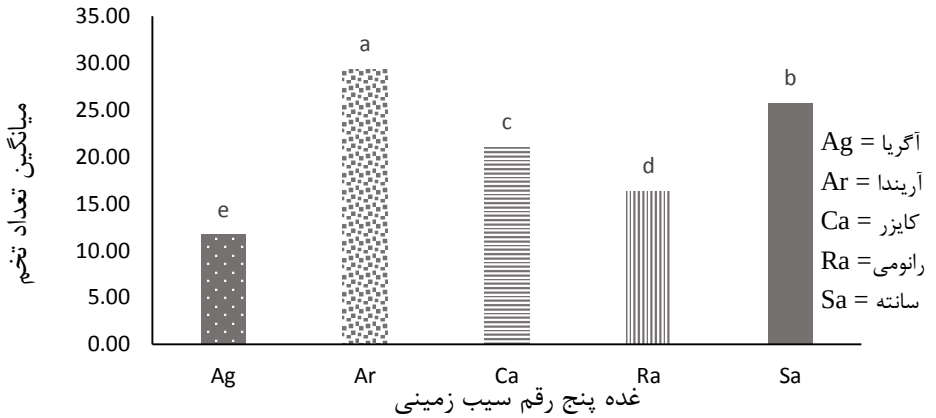
جدول ۴-۳. میانگین اثر متقابل برگ پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر درصد بازدارندگی تخم‌ریزی حشرات کامل *P. operculella*

واریته	اسانس	پوست لیمو	آنغوزه	پونه کوهی	مرزه
آگریا		۷۳/۰۶ ± ۲/۶۸ $^{h-k}$	۹۴/۶۹ ± ۱/۸۰ ^{a}	۸۷/۰۸ ± ۰/۴۱ ^{bcd}	۸۱/۶۷ ± ۲/۳۶ $^{d-g}$
آریندا		۶۵/۴۵ ± ۷/۱۷ ^{l}	۶۶/۳۳ ± ۳/۶۱ ^{kl}	۷۳/۴۴ ± ۰/۴۱ $^{h-k}$	۶۹/۹۱ ± ۱/۳۵ $^{j-l}$
بانبا		۸۲/۰۰ ± ۶۲/۱۱ $^{d-g}$	۹۱/۴۰ ± ۷/۹۸ ^{abc}	۹۶/۹۶ ± ۵/۲۴ ^{a}	۸۴/۷۳ ± ۰/۴۵ $^{c-e}$
پیکاسو		۷۵/۵۰ ± ۱/۱۱ $^{g-j}$	۷۷/۴۰ ± ۲/۲۷ $^{f-i}$	۷۶/۴۵ ± ۲/۴۲ $^{g-j}$	۷۰/۶۰ ± ۲/۶۳ $^{i-l}$
سانته		۶۶/۹۳ ± ۶/۲۷ ^{kl}	۹۲/۷۷ ± ۶/۷۳ ^{ab}	۸۳/۹۱ ± ۴/۵۳ ^{def}	۷۹/۱۰ ± ۳/۳۰ $^{e-h}$
SEM		۲/۲۶			
P-Value		۰/۰۰۰۱			

میانگین‌هایی که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P< ۰/۰۵)

۴-۲-۳ بررسی ترجیح میزبانی برروی غده‌های سیب زمینی بدون اسانس گیاهی

این آزمایش برای بررسی ترجیح تخم‌ریزی بید سیب زمینی بر روی ارقام مختلف سیب زمینی (آگریا، آریندا، کایزر، رانومی و سانته) انجام گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده از میزان تخم‌ریزی حشرات کامل بر روی ارقام مختلف سیب زمینی نشان داد که بین غده‌های پنج رقم سیب زمینی مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری بعد از گذشت ۴۸ ساعت از زمان رهاسازی وجود دارد (P< ۰/۰۰۰۱؛ F=۱۰۲/۲۳ ؛df = ۴) نمودار (۴-۳). بیش‌ترین و کم‌ترین جلب‌کنندگی حشرات کامل جهت تخم‌ریزی به ترتیب روی رقم آریندا و رقم آگریا مشاهده شد.



نمودار۴-۳. میانگین ترجیح میزبانی پنج رقم غده سیب زمینی بر تخم‌ریزی *P. operculella*

۴-۲-۴ بررسی ترجیح میزبانی برروی غده سیب زمینی با اسانس گیاهی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به بازدارندگی تخم‌ریزی بید سیب زمینی نشان داد که میانگین تخم‌ریزی حشرات کامل تحت تاثیر ارقام مختلف سیب زمینی توام با اسانس چهار گیاه مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری دارد (جدول ۴-۴).

جدول۴-۴. تجزیه واریانس بازدارندگی تخم‌ریزی *P. operculella* روی پنج رقم سیب زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F-Value	Pr > F
واریته	۴	۱۴۰۱/۹۲	۳۵/۶۱	< ۰/۰۰۰۱
اسانس	۳	۱۴۸۲/۰۷	۳۷/۶۴	< ۰/۰۰۰۱
واریته × اسانس	۱۲	۴۹۱/۴۴	۱۲/۴۸	< ۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات	۸/۰۹			

نتایج حاصل از اثر اصلی اسانس گیاهان مورد مطالعه بر بازدارندگی تخم‌ریزی۴۰ حشره ماده بید سیب زمینی در جدول (۴-۵) نشان داد شده است. اثر اسانس گیاهان بر بازدارندگی تخم‌ریزی بید سیب زمینی معنی‌دار بود (P< ۰/۰۰۰۱؛ F=۳۷/۶۴؛ df = ۳). اسانس پونه کوهی با ۸۷/۵۶ درصد بیش‌ترین تاثیر را بر بازدارندگی تخم‌ریزی بید سیب زمینی داشت، در حالی که اسانس پوست لیمو با ۶۴/۵۹ درصد بازدارندگی، باعث کاهش تخم‌ریزی در حشرات ماده بید سیب زمینی شدند.

نتایج بدست آمده از اثر متقابل ارقام سیب زمینی (آگریا، آریندا، کایزر، رانومی و سانته) توام با اسانس گیاهان (آنغوزه، پوست لیمو، پونه کوهی و مرزه) نسبت به شاهد بر بازدارندگی تخم‌ریزی معنی‌دار بود (جدول۴-۶). نتایج نشان داد که اثرگذاری همه اسانس گیاهان مورد مطالعه بر روی ارقام مختلف سیب زمینی یکسان نبودند. بیش‌ترین بازدارندگی تخم‌ریزی روی ارقام آگریا توام با اسانس پونه‌کوهی (۹۶/۲۹ درصد)، آریندا توام با اسانس پونه‌کوهی (۹۱/۲۶ درصد)، کایزر توام با اسانس آنغوزه و مرزه (۸۷/۷۳ درصد)، رقم رانومی توام با اسانس مرزه (۸۸/۳۴ درصد) و سانته توام با اسانس آنغوزه (۹۲/۰۳ درصد)

را دارا بوده است. کم‌ترین بازدارندگی تخم‌ریزی روی رقم آگریا توام با اسانس پوست لیمو (۲۸/۵۱ درصد) مشاهده شد.

جدول ۴-۵. میانگین تاثیر اسانس گیاهان بر بازدارندگی تخم‌ریزی *P. operculella*

اسانس گیاهان	تعداد حشرات مورد آزمایش	میانگین تعداد تخم ± SD
آنغوزه	۸۰	۷۵/۳۸ ± ۱۸/۸۹ ^{c}
پوست لیمو	۸۰	۶۴/۵۹ ± ۱۹/۷۸ ^{d}
پونه کوهی	۸۰	۸۷/۵۶ ± ۸/۴۶ ^{a}
مرزه	۸۰	۸۲/۴۱ ± ۱۰/۶۹ ^{b}
SEM	-	۱/۶۲
P-Value	-	۰/۰۰۰۱

میانگین‌های که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (**P**< ۰/۰۵)

جدول ۴-۶. میانگین اثر متقابل روی غده پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر بازدارندگی تخم‌ریزی *P. operculella*

واریته / اسانس	پوست لیمو	آنغوزه	پونه کوهی	مرزه
آگریا	۲۸/۵۱ ± ۵/۷۰ ^{h}	۴۹/۶۳ ± ۱۴/۲۹ ^{g}	۹۶/۲۹ ± ۶/۴۱ ^{a}	۶۷/۴۱ ± ۱۲/۲۴ ^{ef}
آریندا	۸۲/۷۷ ± ۲/۸۶ ^{bcd}	۸۷/۱۴ ± ۳/۲۴ ^{abc}	۹۱/۲۶ ± ۰/۷۶ ^{ab}	۸۹/۹۲ ± ۱/۷۲ ^{abc}
کایزر	۶۹/۹۰ ± ۶/۵۶ ^{def}	۸۷/۷۳ ± ۶/۶۰ ^{abc}	۸۶/۱۱ ± ۲/۴۱ ^{abc}	۸۷/۷۳ ± ۶/۶۰ ^{abc}
رانومی	۷۱/۵۶ ± ۲/۰۲ ^{def}	۶۰/۳۷ ± ۵/۶۵ ^{f}	۷۴/۱۲ ± ۲/۴۲ ^{de}	۸۸/۳۴ ± ۵/۷۰ ^{abc}
سانته	۷۰/۲۳ ± ۶/۳۳ ^{ef}	۹۲/۰۳ ± ۴/۹۱ ^{ab}	۹۰/۰۴ ± ۵/۴۵ ^{abc}	۷۸/۶۵ ± ۵/۷۸ ^{cde}
SEM	۳/۶۲			
P-Value	۰/۰۰۰۱			

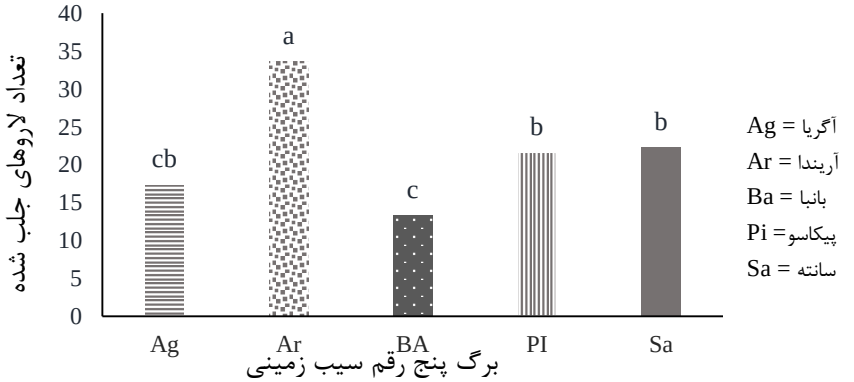
میانگین‌های که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (**P**< ۰/۰۵)

۴-۳ آزمایش ترجیح تغذیه‌ای با دستگاه بویایی سنج

۴-۳-۱. بررسی ترجیح میزبانی بر روی برگ سیب زمینی بدون اسانس گیاهان

تجزیه واریانس آزمون انتخاب میزبان به منظور رجحان و عدم رجحان لاروهای سن اول بید سیب زمینی در نظر گرفته شد. تعداد لاروهای مستقر شده بر روی برگ ارقام مختلف سیب زمینی مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نشان داد (P< ۰/۰۰۰۷؛ F=۱۲/۳۵؛ df = ۴). رجحان لاروها برای همه ارقام یکسان نبود، بنابراین اثرات آنتی زنوزی در ارقام مورد بررسی مشاهده شد. کم‌ترین و بیش‌ترین تعداد لارو

مستقر شده به ترتیب در بازوی رقم بانبا (۱۳/۳۳ عدد) و رقم آریندا (۳۳/۶۶ عدد) مشاهده شد (نمودار ۴-۴).



نمودار۴-۴. میانگین تعداد لاروهای مستقر شده روی برگ ارقام مختلف سیب زمینی

۴-۳-۲ بررسی ترجیح میزبانی بر روی برگ سیب زمینی با اسانس گیاهی

نتایج حاصل تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایشات دورکنندگی برگ ارقام مختلف سیب زمینی مورد مطالعه توام با اسانس گیاهان (آنغوزه، پوست لیمو، پونه کوهی و مرزه) نشان داد که از نظر درصد نفوذ لاروهای سن اول بید سیب زمینی جلب شده به هر رقم بعد از ۷۲ ساعت از شروع آزمایش اختلاف معنی‌دار وجود ندارد (جدول ۴-۷).

جدول ۴-۷. تجزیه واریانس دورکنندگی لاروهای بید سیب زمینی بر روی پنج رقم برگ سیب زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F-Value	Pr > F
واریته	۴	۰/۰۵۳	۲۲/۷۳	< ۰/۰۰۰۱
اسانس	۳	۰/۰۶۰	۲۵/۶۶	< ۰/۰۰۰۱
واریته × اسانس	۱۲	۰/۰۰۴	۱/۷۲	۰/۰۹۸۰
ضریب تغییرات	-۵/۹۲			

نتایج حاصل از اثر اصلی اسانس‌ها بر بید سیب زمینی نشان داد که همه اسانس‌ها دارای اثر دورکنندگی بودند. نتایج بدست آمده از اثر اصلی نشان داد که اسانس آنغوزه با ۰/۸۸- درصد دورکنندگی برای

لاروهای بید سیب زمینی کاملا دورکننده بود. ولی اسانس پوست لیمو با ۰/۷۴- درصد دورکنندگی، باعث کاهش تغذیه در لاروهای بید سیب زمینی شدند (جدول ۴-۸). نتایج بدست آمده از اثر متقابل برگ ارقام سیب زمینی (آگریا، آریندا، بانبا پیکاسو و سانته) توام با اسانس گیاهان (آنغوزه، پوست لیمو، پونه کوهی و مرزه) بر دورکنندگی لاروها معنی‌دار نبود. بیش‌ترین درصد دورکنندگی در بین برگ پنج رقم مختلف سیب زمینی در رقم بانبا توام با اسانس آنغوزه (۱/۰۰- درصد) و کم‌ترین دورکنندگی در رقم آریندا توام با اسانس پوست لیمو (۰/۶۵- درصد) مشاهده شد (جدول ۴-۹).

جدول ۴-۸. میانگین اثر اسانس گیاهان بر دورکنندگی لاروهای بید سیب زمینی

اسانس گیاهان	تعداد حشرات مورد آزمایش	میانگین درصد لاروها ± SD
آنغوزه	۱۵۰	-۰/۸۸ ± ۰/۰۹ ^{c}
پوست لیمو	۱۵۰	-۰/۷۴ ± ۰/۰۷ ^{a}
پونه کوهی	۱۵۰	-۰/۸۵ ± ۰/۰۷ ^{c}
مرزه	۱۵۰	-۰/۷۸ ± ۰/۰۶ ^{b}
SEM	۰/۰۱	
P-Value	۰/۰۰۰۱	

میانگین‌هایی که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (**P**< ۰/۰۵)

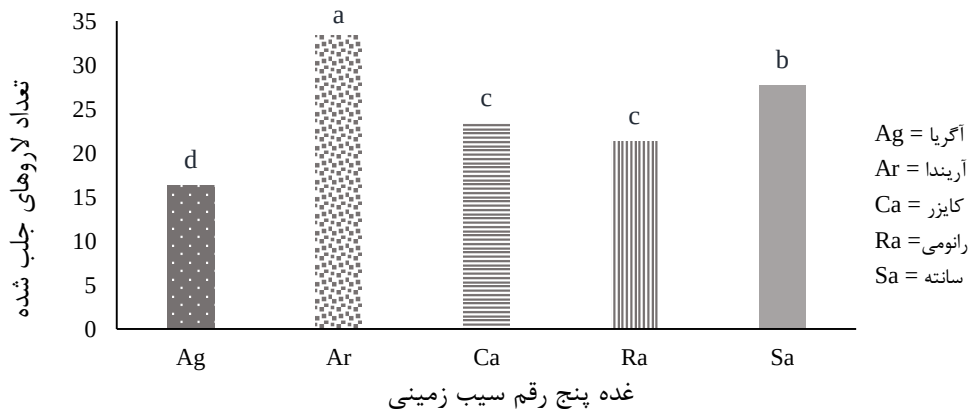
جدول ۴-۹. اثر متقابل برگ پنج رقم مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر درصد دورکنندگی بید سیب زمینی

واریته اسانس	پوست لیمو	آنغوزه	پونه کوهی	مرزه
آگریا	-۰/۸۰ ± ۰/۰۱ ^{cdef}	-۰/۹۳ ± ۰/۰۶ ^{hij}	-۰/۸۶ ± ۰/۰۴ ^{fghi}	-۰/۸۳ ± ۰/۰۵^{efg}
آریندا	-۰/۶۵ ± ۰/۰۲ ^{a}	-۰/۷۳ ± ۰/۰۲^{abcd}	-۰/۷۸ ± ۰/۰۱ ^{cdef}	-۰/۷۱ ± ۰/۰۱ ^{abc}
بانبا	-۰/۸۲ ± ۰/۰۶^{defg}	-۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{j}	-۰/۹۵ ± ۰/۰۷ ^{ij}	-۰/۸۱ ± ۰/۰۹^{defg}
پیکاسو	-۰/۶۷ ± ۰/۰۳ ^{ab}	-۰/۸۹ ± ۰/۰۰ ^{ghi}	-۰/۸۴ ± ۰/۰۹ ^{efgh}	-۰/۷۵ ± ۰/۰۵ ^{bcde}
سانته	-۰/۷۸ ± ۰/۰۰ ^{cdef}	-۰/۸۷ ± ۰/۰۳ ^{fghi}	-۰/۸۳ ± ۰/۰۳^{efg}	-۰/۸۱ ± ۰/۰۳^{defg}
SEM	۰/۰۲			
P-Value	۰/۰۹۸۰			

میانگین‌هایی که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (**P**< ۰/۰۵)

۴-۳-۳ بررسی ترجیح میزبانی غده سیب زمینی بدون اسانس گیاهی

این آزمون به منظور اندازه‌گیری واکنش حشرات بید سیب زمینی به آللو شیمی‌های فرار گیاهی با کمک دستگاه بویایی سنج چند بازویی انجام گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده نشان داد که تعداد لاروهای جلب شده به ارقام مختلف سیب زمینی بعد از گذشت ۷۲ ساعت از شروع آزمایش اختلاف معنی‌دار داشتند (P<۰/۰۰۰۱؛ F=۷۱/۸۷؛ df = ۴) (نمودار ۴-۵). داده‌های بدست آمده بیانگر این است که استفاده از ارقام مختلف سیب زمینی می‌توانند درصد نفوذ لاروها را به طور معنی‌داری کاهش دهد. بررسی نتایج نشان داد که بین ارقام کایزر و رانومی اختلاف عددی وجود دارد ولی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار نداشتند. بیش‌ترین وکم‌ترین تعداد لارو جلب شده به غده‌های پنج رقم سیب زمینی به ترتیب در بازوهای رقم آریندا و آگریا مشاهده شد.



نمودار۴-۵. تاثیر غده‌های مختلف سیب زمینی بر درصد نفوذ لاروهای سن اول بید سیب زمینی

۴-۳-۴ بررسی ترجیح میزبانی غده سیب زمینی با اسانس گیاهی

نتایج حاصل از اثر اصلی اسانس گیاهان و اثر متقابل بین غده‌های سیب زمینی توام با اسانس گیاهان روی درصد دورکنندگی لاروهای سن اول بید سیب زمینی در جدول ۴-۱۱ و ۴-۱۲ نشان داد شده است. نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایشات دورکنندگی غده‌های پنج رقم سیب زمینی مورد مطالعه توام با اسانس گیاهان (آنغوزه، پوست لیمو، پونه کوهی و مرزه) نشان داد که روی لاروهای

سن اول بید سیب زمینی بعد از ۷۲ ساعت از شروع آزمایش اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴-۱۰).

اثر دورکنندگی اسانس گیاهان بر درصد نفوذ لاروهای سن اول بید سیب زمینی معنی‌دار بود. اسانس پونه کوهی با ۰/۵۳- درصد بیش‌ترین دورکنندگی و اسانس آنغوزه با ۰/۲۰- درصد کم‌ترین دورکنندگی را نسبت به نفوذ لاروهای سن اول بید سیب زمینی نشان داد (جدول ۴-۱۱).

نتایج بدست آمده از اثر متقابل غده پنج رقم مختلف سیب زمینی (آگریا، آریندا، کایزر، رانومی و سانته) و اسانس گیاهان (آنغوزه، پوست لیمو، پونه کوهی و مرزه) بر درصد دورکنندگی لاروهای سن اول اختلاف معنی‌داری نشان داد ($df = ۱۲$ ؛$F= ۹/۲۸$ ؛$P< ۰/۰۰۰۱$). نتایج نشان داد که لاروهای نفوذ کرده برروی ارقام مختلف سیب زمینی تحت تاثیر اسانس گیاهان مورد مطالعه یکسان نبودند. بیش‌ترین تاثیراسانس گیاهان بر درصد دورکنندگی لاروهای سن اول بید سیب زمینی در رقم آگریا توام با اسانس پونه کوهی (۰/۹۱- درصد) و کم‌ترین دورکنندگی به ترتیب روی ارقام آریندا توام با اسانس آنغوزه (۰/۱۵- درصد)، آگریا توام با اسانس پوست لیمو با (۰/۱۵- درصد)، سانته توام با اسانس آنغوزه (۰/۱۷- درصد) و رانومی توام با اسانس پوست لیمو (۰/۱۸- درصد) مشاهده شد. در بین غده‌های پنج رقم توام با اسانس پونه کوهی بیش‌ترین دورکنندگی نسبت به سایر اسانس‌های مشهود بود. این نتایج حاکی از آن هستند که درصد کم‌تری از لاروهای سن اول بید سیب زمینی به بازوی ارقام توام با اسانس پونه جلب شدند (جدول ۴-۱۲).

جدول ۴-۱۰. تجزیه واریانس اثرات متقابل دورکنندگی لاروهای بید سیب زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F-Value	Pr > F
واریته	۴	۰/۰۴۷	۱۰/۰۶	< ۰/۰۰۰۱
اسانس	۳	۰/۳۵۳	۷۴/۱۵	< ۰/۰۰۰۱
واریته × اسانس	۱۲	۰/۰۴۴	۹/۲۸	< ۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات	-۲۱/۶۹			

جدول ۴-۱۱. میانگین تاثیر اسانس بر دورکنندگی لاروهای بید سیب زمینی روی غده پنج رقم سیب زمینی

اسانس گیاهان	تعداد حشرات مورد آزمایش	میانگین درصد لاروها ± SD
آنغوزه	۱۵۰	-۰/۲۰ ± ۰/۰۸ [a]
پوست لیمو	۱۵۰	-۰/۲۱ ± ۰/۰۴ [a]
پونه کوهی	۱۵۰	-۰/۵۳ ± ۰/۲۲ [c]
مرزه	۱۵۰	-۰/۳۱ ± ۰/۰۸ [b]
SEM	۰/۰۱۷	
P-Value	۰/۰۰۰۱	

میانگین‌های که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P< ۰/۰۵)

جدول ۴-۱۲. اثر متقابل غده‌های ارقام مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهان بر درصد دورکنندگی

واریته	اسانس	پوست لیمو	آنغوزه	پونه کوهی	مرزه
آگریا		-۰/۱۵ ± ۰/۰۲ [a]	-۰/۲۲ ± ۰/۰۳ [abc]	-۰/۹۱ ± ۰/۱۵ [h]	-۰/۳۸ ± ۰/۱۰ [ef]
آریندا		-۰/۲۸ ± ۰/۱۶ [a-e]	-۰/۱۵ ± ۰/۰۱ [a]	-۰/۳۹ ± ۰/۰۲ [ef]	-۰/۲۲ ± ۰/۰۲ [abc]
کایزر		-۰/۲۸ ± ۰/۰۵ [a-e]	-۰/۲۳ ± ۰/۰۳ [a-d]	-۰/۳۵ ± ۰/۰۲ [def]	-۰/۲۸ ± ۰/۰۷ [a-e]
رانومی		-۰/۱۸ ± ۰/۰۱ [a]	-۰/۲۳ ± ۰/۰۴ [a-d]	-۰/۵۷ ± ۰/۱۱ [g]	-۰/۳۴ ± ۰/۰۶ [c-f]
سانته		-۰/۱۹ ± ۰/۰۱ [ab]	-۰/۱۷ ± ۰/۰۳ [a]	-۰/۴۴ ± ۰/۰۲ [f]	-۰/۳۱ ± ۰/۰۲ [b-f]
SEM		۰/۱۲۶			
P-Value		۰/۰۰۰۱			

میانگین‌هایی که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P< ۰/۰۵)

۴-۴. آزمون آنتی بیوز

۴-۴-۱ بررسی آنتی بیوز روی برگ سیب زمینی بدون اسانس گیاهی

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به طول دوره نمو مراحل زیستی بید سیب زمینی بر روی برگ پنج رقم سیب زمینی نشان داد (جدول ۴-۱۳) که طول دوره لاروی (P=۰/۰۲۵۹؛ F= ۴/۴۱ ؛ df = ۴) و مجموع طول دوره پیش از بلوغ (P=۰/۰۴۹۴؛ F= ۳/۴۹ ؛ df = ۴) و طول دوره زندگی حشرات کامل (P=۰/۰۱۲۲؛ F= ۵/۶۴ ؛ df = ۴) بین رقم‌های تحت مطالعه اختلاف معناداری دارد. ولی طول دورهٔ شفیرگی اختلاف معنی‌داری بین ارقام تحت مطالعه نشان نداد (P=۰/۷۰۰۸؛ F= ۰/۵۵ ؛ df = ۴). به این ترتیب که طول دورهٔ لاروی بید سیب زمینی روی رقم آگریا در مقایسه با رقم بانبا به طور معنی‌داری طولانی‌تر بود. همچنین، لاروهای بید سیب زمینی با تغذیه از رقم بانبا رشد سریع‌تری نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه نشان دادند. طول دوره‌ی مراحل نابالغ روی رقم آگریا (۲۸/۹۳ روز) به طور معنی‌داری

طولانی‌تر از برگ سایر ارقام مورد مطالعه بود. کوتاه‌ترین دوره مراحل نابالغ روی رقم بانبا (۲۶/۰۳ روز) مشاهده شد. لذا بین ارقام پیکاسو، سانته، آریندا و بانبا اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ درصد وجود نداشت. مقایسه میانگین داده‌های طول دوره‌ی زندگی بید سیب زمینی نشان داد که طول دوره زندگی بید سیب زمینی روی رقم آگریا به طور معنی‌داری بیش‌تر از بانبا بود. کم‌ترین و بیش‌ترین طول دوره زندگی این شب‌پره به ترتیب روی رقم بانبا ۳۱ روز و روی رقم آگریا ۳۵ روز مشاهده شد (جدول ۴-۱۳).

جدول ۴-۱۳. مراحل زیستی بید سیب زمینی روی برگ پنج رقم سیب زمینی

واریته	طول دورهٔ لاروی (روز)	طول دورهٔ شفیرگی (روز)	مجموع دورهٔ پیش از بلوغ (روز)	طول دوره زندگی
آگریا	۱۵/۰۳ ± ۰/۲۳^{a}	۸/۲۳ ± ۰/۱۱^{a}	۲۸/۹۳ ± ۰/۹۶^{a}	۳۵/۶۶ ± ۱/۰۰^{a}
آریندا	۱۳/۴۶ ± ۱/۱۷^{ab}	۷/۷۳ ± ۱/۳۴^{a}	۲۶/۴۳ ± ۰/۹۸^{b}	۳۱/۵۳ ± ۱/۵۲^{c}
بانبا	۱۲/۳۹ ± ۱/۱۱^{b}	۷/۲۶ ± ۱/۰۱^{a}	۲۶/۰۳ ± ۰/۴۶^{b}	۳۱/۲۶ ± ۰/۲۵^{c}
پیکاسو	۱۴/۳۶ ± ۰/۸۰^{a}	۸/۰۳ ± ۱/۳۳^{a}	۲۷/۵۳ ± ۱/۵۳^{ab}	۳۴/۵۳ ± ۱/۵۵^{ab}
سانته	۱۴/۱۳ ± ۰/۳۰^{a}	۷/۲ ± ۱/۰۱^{a}	۲۶/۷۶ ± ۱/۰۶^{b}	۳۳/۰۳ ± ۱/۹۴^{bc}
SEM	۰/۴۷	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۷۹
P-Value	۰/۰۲	۰/۷۰	۰/۰۴	۰/۰۱

میانگین‌های هر ستون که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (**P**< ۰/۰۵)

نتایج حاصل از آزمایش آنتی بیوز تغذیه لاروهای سن اول از برگ پنج رقم سیب زمینی در (جدول ۴-۱۴) نشان داد که بین برگ پنج رقم سیب زمینی از نظر درصد نفوذ لاروی اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۰۸؛ F= ۱۱/۹۶؛ df = ۴) و بیش‌ترین درصد نفوذ لاروی روی برگ رقم آریندا (۷۷/۷۸ درصد) پس از ۷۲ ساعت از شروع آزمایش مشاهده شد. همچنین درصد بقای لاروی (P=۰/۰۰۷۰؛ F= ۱۴/۰۲؛ df = ۴) و درصد بقای شفیرگی روی برگ پنج رقم سیب زمینی (P=۰/۰۰۰۱؛ F= ۳۲/۶۸؛ df = ۴) اختلاف معنی‌داری نشان داد. بیش‌ترین درصد بقای لاروی و شفیرگی روی رقم آریندا و کم‌ترین درصد بقای لاروی و شفیرگی روی رقم بانبا مشاهده شد (جدول ۴-۱۴).

جدول ۴-۱۴. درصد نفوذ، درصد بقای لاروی و شفیرگی بید سیب زمینی روی برگ پنج رقم سیب زمینی

واریته	درصد نفوذ لاروی	درصد بقای لاروی	درصد بقای شفیرگی
آگریا	۴۴/۴۴ ± ۰/۱۳^{cd}	۵۵/۵۵ ± ۹/۶۲^{b}	۵۱/۲۲ ± ۲/۳۶^{c}
آریندا	۷۷/۷۸ ± ۰/۱۰^{a}	۷۵/۶۴ ± ۱/۱۰^{a}	۷۹/۶۳ ± ۱/۴۸^{a}
بانبا	۲۸/۸۸ ± ۰/۰۷^{d}	۴۰/۵۵ ± ۰/۵۷^{c}	۴۱/۶۶ ± ۷/۶۳^{d}
پیکاسو	۶۸/۸۹ ± ۰/۱۰^{ab}	۵۹/۹۶ ± ۸/۶۲^{b}	۶۶/۵۱ ± ۳/۹۱^{b}
سانته	۵۷/۷۷ ± ۰/۰۳^{bc}	۶۲/۳۱ ± ۱/۴۵^{b}	۶۵/۰۳ ± ۴/۴۴^{b}
SEM	۵/۶۲	۳/۳۷	۲/۵۶
P-Value	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱

میانگین‌های هر ستون که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی دار هستند (P< ۰/۰۵)

۴-۴-۲ بررسی آنتی بیوز روی برگ سیب زمینی با اسانس گیاهی

اثر متقابل بین برگ پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهان بر طول دوره لاروی، دوره شفیرگی و مراحل قبل از بلوغ و طول دوره زندگی حشره کامل در جدول (۴-۱۵) آورده شده است. نتایج نشان داد که کاربرد اسانس‌های مختلف طول دوره لاروی با تغذیه از ارقام مختلف برگ سیب زمینی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P< ۰/۰۰۰۱ ؛F=۱۲۷/۱۵ ؛df = ۱۶). طول دوره لاروی در رقم آگریا در تیمار شاهد به طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر ارقام توام با اسانس گیاهان بود. دامنه تغیرات طول دوره لاروی از ۱۵/۱۳ تا ۱۲/۱۳ روز روی ارقام آگریا همراه با آب مقطر (شاهد) و رقم بانبا توام با اسانس مرزه بدست آمد. نتایج اثر متقابل برگ پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهان نشان داد که تاثیر معنی‌داری روی طول دوره شفیرگی دارند (P< ۰/۰۰۰۱ ؛F=۶۱۲/۱۸ ؛df = ۱۶) و دامنه تغییرات آن بین ۷/۰۶ روز روی رقم بانبا توام با پوست لیمو و ۸/۷۵ روز روی رقم پیکاسو شاهد بدست آمد. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به مجموع طول دوره قبل از بلوغ بین ارقام توام با اسانس گیاهان تحت مطالعه اختلاف معنی‌داری نشان نداد (df = ۱۱؛F= ۰/۲۹؛P=۰/۹۸۳۵). مجموع طول دورهٔ قبل از بلوغ بید سیب زمینی پرورش یافته روی رقم آگریا در تیمار شاهد، رقم آگریا توام با اسانس پوست لیمو و رقم پیکاسو در تیمار شاهد به صورت معنی‌داری بیش‌تر از برگ سایر ارقام سیب زمینی بود. نتایج حاصل از اثر متقابل برگ توام با اسانس گیاهی بر طول دورهٔ زندگی حشرات کامل تاثیر معنی‌داری نشان نداد (df = ۱۱ ؛F=۱/۵۵ ؛P= ۰/۱۵۱۸) دوره زندگی حشرات کامل بید سیب زمینی روی برگ رقم آگریا در

تیمار شاهد بیش‌تر از برگ سایر ارقام توام با اسانس‌های گیاهان مورد مطالعه بود. کم‌ترین طول دوره زندگی حشرات کامل روی رقم بانبا توام با اسانس پوست لیمو و مرزه مشاهده شد.

اثر اصلی و اثر متقابل برگ ارقام سیب زمینی و اسانس گیاهان بر درصد نفوذ لاروهای سن اول معنی‌دار بود (جدول ۴-۱۶). بررسی نتایج نشان داد که اثر متقابل درصد نفوذ لارو سن اول بید سیب زمینی تحت تاثیر برگ پنج رقم مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهان مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۰۰۱؛ F=۱۴۱/۸۸؛ df = ۱۶). بیش‌ترین درصد نفوذ در رقم آریندا شاهد مشاهده شد. در حالی که در رقم آگریا توام با اسانس آنغوزه، رقم بانبا توام با اسانس آنغوزه، رقم بانبا توام با اسانس پونه کوهی و رقم پیکاسو توام با اسانس پونه کوهی هیچ نفوذی مشاهده نشد، در این ارقام توام با اسانس گیاهی مذکور تلفات لاروها صد درصد مشاهده شد. نتایج تجزیه واریانس مربوط به درصد بقای لاروی اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۰۰۱؛ F=۲۰۷/۱۶؛ df = ۱۶). درصد بقای لاروی در ارقام آگریا توام با اسانس پونه کوهی، رقم بانبا توام با اسانس پوست لیمو و رقم بانبا توام با اسانس مرزه کم‌ترین مقدار و بیش‌ترین درصد بقای لاروی روی رقم پیکاسو شاهد با ۷۲/۹۵ درصد مشاهده شد. اثر متقابل درصد بقای شفیرگی روی برگ پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۰۰۱؛ F=۸۰۹/۵۲؛ df = ۱۶). بیش‌ترین درصد بقای شفیرگی روی رقم پیکاسو در تیمار شاهد با ۷۴/۳۹ درصد بود (جدول۴-۱۶).

جدول۴-۱۵. اثر متقابل برگ پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر درصد نفوذ و چرخه زیستی بید سیب زمینی

واریته×اسانس	طول دورهٔ لاروی (روز)	طول دورهٔ شفیرگی (روز)	مجموع دورهٔ پیش از بلوغ (روز)	طول دورهٔ زندگی (روز)
آگریا× پوست لیمو	۱۵/۰۶ ± ۰/۷۷^{a}	۸/۰۵ ± ۰/ ۰۴^{c}	۲۷/۵۱ ± ۰/۵۰^{a}	۳۳/۳۸ ± ۰/۲۴$^{a-d}$
آگریا× آنغوزه	–	-	-	-
آگریا× پونه کوهی	۱۵/۰۰ ± ۰/۷^{a}	۸/۰۲ ± ۰/۰۲^{c}	۲۷/۱۴ ± ۰/۱۶^{ab}	۳۲/۳۰ ± ۰/۳۰$^{b-f}$
آگریا× مرزه	۱۵/۰۳ ± ۱/۰۵^{a}	۸/۰۴ ± ۰/۰۱^{c}	۲۷/۲۴ ± ۰/۲۷^{ab}	۳۲/۷۴ ± ۰/۲۷^{abcde}
اگریا× آب مقطر	۱۵/۱۳ ± ۰/۹۸^{a}	۸/۰۶ ± ۰/ ۰۵^{c}	۲۷/۶۹ ± ۰/۵۵^{a}	۳۴/۲۸ ± ۰/۸۲^{a}
آریندا× پوست لیمو	۱۳/۵۱ ± ۰/۶۲^{bc}	۷/۶۷ ± ۰/۴۸^{b}	۲۵/۳۵ ± ۰/۸۴^{def}	۳۰/۵۵ ± ۰/۸۴^{gh}
آریندا× آنغوزه	۱۳/۲۰ ± ۰/۳۹^{bcd}	۷/۲۹ ± ۰/۲۱^{ef}	۲۴/۷۹ ± ۰/۷۴^{ef}	۲۹/۹۹ ± ۰/۷۹^{h}
آریندا× پونه کوهی	۱۳/۳۶ ± ۰/۷۴^{bcd}	۷/۱۹ ± ۰/۱۹^{ef}	۲۴/۸۵ ± ۲/۱۱^{ef}	۳۰/۴۹ ± ۱/۹۳^{gh}
آریندا× مرزه	۱۳/۴۷ ± ۰/۷۹^{bcd}	۷/۳۳ ± ۰/۲۵^{def}	۲۴/۸۰ ± ۰/۶^{ef}	۳۱/۷۶ ± ۰/۹۰^{defg}
آریندا× آب مقطر	۱۳/۵۴ ± ۰/۴۸^{bc}	۷/۲۳ ± ۰/۱۰^{ef}	۲۵/۴۶ ± ۰/۶۴$^{c-f}$	۳۳/۹۸ ± ۰/۴۲^{ab}
بانبا × پوست لیمو	۱۲/۲۳ ± ۰/۳۲^{cd}	۷/۰۶ ± ۰/۰۵^{f}	۲۳/۲۴ ± ۰/۲۶^{g}	۲۸/۴۴ ± ۰/۲۶^{i}
بانبا × آنغوزه	–	-	-	-
بانبا × پونه کوهی	–	-	-	-
بانبا × مرزه	۱۲/۱۳ ± ۱/۰۲^{d}	۷/۱۸ ± ۰/۲۷^{ef}	۲۳/۳۵ ± ۰/۰۴۹^{g}	۲۷/۸۹ ± ۰/۹۳^{i}
بانبا × آب مقطر	۱۲/۴۳ ± ۰/۶۰^{cd}	۷/۳۷ ± ۰/۲۰^{def}	۲۴/۲۰ ± ۰/۵۶^{fg}	۳۱/۰۷ ± ۱/۸۰$^{e-h}$
پیکاسو×پوست لیمو	۱۴/۳۷ ± ۰/۱۷^{ab}	۸/۲۷ ± ۰/۱۵^{bc}	۲۵/۶۶ ± ۱/۱۵^{cde}	۳۲/۳۶ ± ۱/۲۵$^{b-f}$
پیکاسو × آنغوزه	۱۴/۲۲ ± ۰/۶۹^{ab}	۸/۵۰ ± ۰/۳۰^{ab}	۲۶/۷۸ ± ۰/۳۹^{abc}	-
پیکاسو × پونه کوهی	–	-	-	-
پیکاسو × مرزه	۱۴/۲۶ ± ۰/۹۱^{ab}	۸/۰۸ ± ۰/۱۲^{c}	۲۶/۳۰ ± ۰/۶۰$^{a-d}$	۳۱/۵۰ ± ۰/۶۰$^{e-h}$
پیکاسو × آب مقطر	۱۴/۵۸ ± ۱/۱۳^{ab}	۸/۷۵ ± ۰/۲۴^{a}	۲۷/۴۵ ± ۰/۳۹^{a}	۳۲/۵۵ ± ۰/۳۱$^{b-e}$
سانته× پوست لیمو	۱۴/۳۳ ± ۰/۵۸^{ab}	۷/۲۳ ± ۰/۰۹^{ef}	۲۶/۶۶ ± ۰/۲۷$^{a-d}$	۳۱/۸۶ ± ۰/۲۷$^{d-g}$
سانته× آنغوزه	۱۴/۱۳ ± ۱/۰۰^{ab}	۷/۱۹ ± ۰/۱۳^{ef}	۲۵/۵۳ ± ۰/۵۶$^{c-f}$	۳۰/۷۳ ± ۰/۵۶^{fgh}
سانته× پونه کوهی	۱۴/۱۳ ± ۱/۲۰^{ab}	۷/۳۷ ± ۰/۲۱^{def}	۲۵/۵۳ ± ۰/۶۶$^{c-f}$	۳۰/۶۰ ± ۰/۶۹$^{c-g}$
سانته× مرزه	۱۴/۲۶ ± ۰/۸۱^{ab}	۷/۳۴ ± ۰/۲۱^{def}	۲۵/۶۰ ± ۰/۶۵$^{c-f}$	۳۱/۴۳ ± ۰/۹۲^{abc}
سانته× آب مقطر	۱۴/۴۶ ± ۰/۷۵^{ab}	۷/۴۴ ± ۰/۲۸^{de}	۲۵/۹۰ ± ۰/۴$^{b-e}$	۳۳/۱۶ ± ۰/۷۲$^{e-h}$
SEM	۰/۴۲	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۵۰
P-Value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸۳۵	۰/۱۵۱۸

میانگین‌های هر ستون که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P< ۰/۰۵)

جدول۴-۱۶. اثر متقابل برگ پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر درصد نفوذ، درصد بقای لاروی و شفیرگی

واریته×اسانس	درصد نفوذ لارو سن اول	درصد بقای لاروی	درصد بقای شفیرگی
آگریا× پوست لیمو	۲۴/۰۳ ± ۱/ ۰۵^{h}	۴۷/۹۸ ± ۳/۱۰ ^{h}	۵۴/۵۳ ± ۲/۱۰^{h}
آگریا× آنغوزه	۰/۰۰ ± ۰/۰^{p}	-	-
آگریا× پونه کوهی	۶/۴۳ ± ۰/۶۴^{m}	۳۳/۵۳ ± ۱/۴۷^{j}	۵۲/۰۰ ± ۱/۰۰ ^{i}
آگریا× مرزه	۸/۱۳ ± ۰/۲۸^{l}	۴۹/۸۶ ± ۱/۹۵ ^{gh}	۵۲/۰۶ ± ۲/۰۴ ^{i}
اگریا× آب مقطر	۵۶/۶۶ ± ۱/۵۲^{c}	۵۴/۶۶ ± ۱/۵۲ ^{ef}	۶۰/۰۷ ± ۰/۷۷ ^{fg}
آریندا× پوست لیمو	۳۷/۷۳ ± ۱/۷۷^{d}	۶۹/۷۹ ± ۰/ ۵۶ ^{abc}	۷۰/۴۶ ± ۰/۶۰ ^{bc}
آریندا× آنغوزه	۴/۷۳ ± ۰/۶۴^{mn}	۶۴/۶۷ ± ۴/ ۲۶ ^{d}	۶۷/۴۹ ± ۰/۹۷ ^{e}
آریندا× پونه کوهی	۱۷/۷۶ ± ۰/۹۰^{i}	۶۵/۵۶ ± ۲/ ۴۷ ^{d}	۶۸/۱۷ ± ۰/۹۰ ^{de}
آریندا× مرزه	۳۱/۳۶ ± ۱/۴۸^{f}	۶۸/۱۹ ± ۰/ ۹۷ ^{bcd}	۶۹/۹۲ ± ۰/۶۶ ^{cd}
آریندا× آب مقطر	۷۱/۴۳ ± ۱/۶۲^{a}	۷۰/۰۲ ± ۱/ ۷۸ ^{ab}	۷۲/۴۱ ± ۲/۴۴ ^{b}
بانبا× پوست لیمو	۱۵/۳۶ ± ۰/۴۵^{j}	۳۰/۵۹ ± ۰/۶۰ ^{j}	۴۸/۱۲ ± ۰/۸۱ ^{j}
بانبا× آنغوزه	۰/۰۰ ± ۰/۰^{p}	-	-
بانبا× پونه کوهی	۰/۰۰ ± ۰/۰^{p}	-	-
بانبا× مرزه	۶/۰۶ ± ۱/۷۷^{m}	۳۲/۸۰ ± ۲/ ۵۰ ^{j}	۴۹/۰۹ ± ۰/۰۹^{j}
بانبا× آب مقطر	۲۸/۳۳ ± ۱/۵۵^{g}	۵۲/۷۶ ± ۲/ ۵۷ ^{fg}	۵۴/۶۶ ± ۰/۴۵ ^{h}
پیکاسو×پوست لیمو	۲۴/۷۰ ± ۱/۲۶^{h}	۷۰/۰۳ ± ۰/۰۴ ^{ab}	۷۲/۴۱ ± ۰/۰۵ ^{b}
پیکاسو× آنغوزه	۲/۱۶ ± ۰/۲۸^{o}	۶۶/۳۲ ± ۲/ ۷۷ ^{cd}	–
پیکاسو× پونه کوهی	۰/۰۰ ± ۰/۰^{p}	-	-
پیکاسو× مرزه	۱۱/۶۶ ± ۰/۶۶^{k}	۶۷/۷۷ ± ۲/ ۲۲ ^{bcd}	۶۹/۵۳ ± ۰/۴۳ ^{cd}
پیکاسو× آب مقطر	۶۶/۵۶ ± ۱/۲۸^{b}	۷۲/۹۵ ± ۲/۵۲ ^{a}	۷۴/۳۹ ± ۱/۰۸ ^{a}
سانته× پوست لیمو	۳۵/۵۶ ± ۰/۸۱^{e}	۵۲/۰۷ ± ۲/ ۱۰ ^{fg}	۶۱/۴۵ ± ۱/۱۷ ^{f}
سانته× آنغوزه	۴/۲۶ ± ۰/۸۳^{n}	۳۷/۰۱ ± ۲/۰۲ ^{i}	۶۰/۵۶ ± ۱/۰۹ ^{fg}
سانته× پونه کوهی	۱۳/۲۳ ± ۰/۶۴^{k}	۵۱/۷۰ ± ۱/ ۵۶ ^{fg}	۵۹/۲۹ ± ۰/۵۲ ^{g}
سانته× مرزه	۱۵/۵۳ ± ۰/۶۶^{j}	۵۲/۰۱ ± ۲/۲۳ ^{fg}	۶۰/۶۵ ± ۰/۴۱ ^{fg}
سانته× آب مقطر	۶۸/۰۶ ± ۰/۴۰^{b}	۵۶/۲۵ ± ۱/ ۷۹ ^{e}	۶۰/۸۸ ± ۲/۰۵ ^{fg}
SEM	۰/۵۸	۱/۱۴	۰/۶۵
P-Value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

میانگین‌های هر ستون که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (**P<** ۰/۰۵)

۴-۴-۳ بررسی آنتی بیوز روی غده سیب زمینی بدون اسانس گیاهی

نتایج تجزیه واریانس اثر غده پنج رقم سیب زمینی بر طول دوره‌ی لاروی، مجموع طول دوره‌ی پیش از بلوغ و طول دوره‌ی زندگی حشره کامل بید سیب زمینی (جدول ۴-۱۷) و همچنین درصد نفوذ لاروهای سن اول، درصد بقای لاروی و شفیرگی بید سیب زمینی تفاوت معنی‌داری (جدول ۴-۱۸) نشان داد شده است. بررسی نتایج طول دوره لاروی شب پره بید سیب زمینی بر ارقام مختلف سیب زمینی معنی‌دار بود (P <۰/۰۰۰۷ ؛ F=۱۲/۲۸؛ df = ۴). بیش‌ترین طول دوره لاروی روی رقم آگریا با ۱۶/۰۷ روز مشاهده شد. طول دوره شفیرگی بید سیب زمینی بین ارقام مختلف سیب زمینی تفاوت معنی‌دار نبود (P=۰/۱۰۰۷ ؛ F=۲/۶۰؛ df =۴). کم‌ترین طول دوره‌ی شفیرگی آفت روی رقم کایزر۰/۲۲ ± ۷/۵۲ روز تعیین شد. اثر ارقام مختلف سیب زمینی بر مجموع طول دوره‌ی مراحل نابالغ بید سیب زمینی اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۰۰۴ ؛ F=۱۴/۳۱؛ df = ۴). مجموع طول دوره پیش از بلوغ بید سیب زمینی روی رقم آگریا (۲۹/۵۵روز) به طور معنی‌داری طولانی‌تر از سایر ارقام بود. کوتاه‌ترین طول دوره مراحل نابالغ روی رقم آریندا (۲۷/۳۶ روز) مشاهده شد. همچنین اثر ارقام بر طول دوره زندگی حشره کامل اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/0006؛ F= 12/67؛ df = ۴). کم‌ترین و بیش‌ترین طول دوره زندگی به ترتیب روی رقم آگریا (۳۶/۲۳ روز) و روی رقم آریندا (۳۱/۴۶ روز) مشاهده شد (جدول۴-۱۷).

نتایج درصد نفوذ لاروهای سن اول بید سیب زمینی تحت تاثیر ارقام مختلف سیب زمینی واقع شده، اختلاف معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۰۱ ؛ F=۲۶/۸۴؛ df = ۴). تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به دوره بقای لاروی و دوره بقای شفیرگی روی غده‌های پنج رقم سیب زمینی تحت مطالعه نشان داد که درصد بقای لاروی (P=۰/۰۰۰۲؛ F=۱۶/۴۰؛ df = ۴) درصد بقای شفیرگی (P=۰/۰۰۰۱؛ F=۴۷/۹۱؛ df = ۴) اختلاف معنی‌داری را بین رقم‌های تحت مطالعه سیب زمینی نشان داد. بیش‌ترین و کم‌ترین درصد نفوذ به ترتیب روی رقم آریندا با (۹۳/۳۳ درصد) و آگریا با (۶۱/۱۱ درصد) مشاهده شد. نتایج درصد بقای

لاروی نشان داد که بین ارقام مورد مطالعه به جزء آریندا اختلاف معنی‌دار نبود. بیش‌ترین و کم‌ترین درصد بقای شفیرگی به ترتیب روی رقم آریندا و آگریا مشاهده شد (جدول ۴-۱۸).

جدول ۴-۱۷. چرخه زیستی بید سیب زمینی روی غده‌ی پنج رقم سیب زمینی

رقم سیب زمینی	طول دورهٔ لاروی (روز)	طول دورهٔ شفیرگی (روز)	مجموع دورهٔ پیش از بلوغ (روز)	طول دوره‌ی زندگی (روز)
آگریا	۱۶/۰۷ ± ۰/۸۹^{a}	۸/۴۴ ± ۰/۳۸^{ab}	۲۹/۵۵ ± ۰/۴۱^{a}	۳۶/۲۳ ± ۰/۶۰^{a}
آریندا	۱۳/۸۹ ± ۰/۰۴^{d}	۸/۴۷ ± ۰/۷۵^{ab}	۲۷/۳۶ ± ۰/۱۵^{c}	۳۱/۴۶ ± ۰/۴۵^{c}
کایزر	۱۵/۹۱ ± ۰/۰۹^{a}	۷/۵۲ ± ۰/۲۲^{b}	۲۸/۴۳ ± ۰/۲۶^{b}	۳۲/۸۶ ± ۰/۷۵^{cb}
رانومی	۱۵/۶۰ ± ۰/۶۱^{a}	۸/۷۶ ± ۰/۷۶^{a}	۲۹/۴۷ ± ۰/۴۹^{a}	۳۴/۱۳ ± ۱/۵۳^{b}
سانته	۱۴/۳۱ ± ۰/۰۳^{b}	۷/۷۶ ± ۰/۴۶^{ab}	۲۷/۵۹ ± ۰/۴۸^{bc}	۳۳/۶۶ ± ۰/۴۰^{b}
SEM	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۲۶	۰/۴۹
P-Value	۰/۰۰۰۷	۰/۱۰۰۷	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۶

میانگین‌های هر ستون که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (**P**< ۰/۰۵)

جدول ۴-۱۸. درصد نفوذ، درصد بقای لاروی و شفیرگی بید سیب زمینی روی غده‌های مورد مطالعه

رقم سیب زمینی	درصد نفوذ لارو سن اول	درصد بقای لاروی	درصد بقای شفیرگی
آگریا	۶۱/۱۱ ± ۱/۹۲^{d}	۵۵/۳۳ ± ۳/۴۴^{b}	۵۴/۶۷ ± ۱/۵۲ ^{c}
آریندا	۹۳/۳۳ ± ۶/۶۶^{a}	۷۴/۵۶ ± ۱/۴۵^{a}	۷۲/۸۳ ± ۱/۹۰ ^{a}
کایزر	۸۵/۰۰ ± ۴/۴۰^{b}	۶۱/۱۳ ± ۰/۲۸^{b}	۶۶/۳۳ ± ۲/۳۰ ^{b}
رانومی	۷۶/۳۰ ± ۲/۶۴^{c}	۵۵/۱۳ ± ۵/۵۵ ^{b}	۶۸/۳۳ ± ۰/۱۵ ^{b}
سانته	۸۲/۴۴ ± ۲/۵۰^{bc}	۵۹/۸۳ ± ۳/۵۵^{b}	۶۹/۳۳ ± ۱/۵۲ ^{b}
SEM	۲/۳۲	۱/۹۵	۰/۹۹
P-Value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱

میانگین‌های هر ستون که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی دار هستند (**P**< ۰/۰۵)

۴-۴-۴ بررسی آنتی بیوز غده‌های سیب زمینی با اسانس گیاهی

نتایج حاصل از تغذیه لاروهای سن اول بید سیب زمینی از غده‌های پنج رقم سیب زمینی آغشته به اسانس گیاهان (جدول ۴-۱۹؛ ۴- ۲۰) به جزء درصد نفوذ لاروی اختلاف معنی‌داری نشان مشاهده نشد.

بررسی نتایج نشان داد که اثر متقابل رقم‌های سیب زمینی توام با اسانس گیاهان بر درصد نفوذ لارو سن اول بید سیب زمینی اختلاف معنی‌دار است (۰/۰۰۰۱ >P؛ ۳/۱۴=F؛ ۱۶ = df). بیش‌ترین و کم‌ترین درصد نفوذ به ترتیب روی رقم آریندا در تیمار شاهد و رقم آگریا توام با اسانس پونه کوهی مشاهده شد. در حالی که بر شاخص‌های طول دوره لاروی (۰/۶۶۶۱= P؛ ۰/۸۱=F؛ ۱۶ = df)، طول دوره‌ی شفیرگی (۰/۹۹۹۵ =P؛ ۰/۲۰=F؛ ۱۶ = df)، درصد بقای لاروی، درصد بقای شفیرگی، مجموع طول دوره پیش از بلوغ بید سیب زمینی (۰/۸۰=P؛ ۰/۶۷=F؛ ۱۶ = df) و طول دوره زندگی حشره کامل (۰/۶۶۶۹= P؛ ۰/۸۱=F؛ ۱۶ = df) اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

جدول۴-۱۹. اثر متقابل غده‌های پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر چرخه زیستی بید سیب زمینی

واریته×اسانس	طول دوره لاروی (روز)	طول‌دوره شفیرگی (روز)	مجموع دورهٔ پیش از بلوغ (روز)	طول دوره زندگی (روز)
آگریا× پوست لیمو	۱۵/۹۶ ± ۰/۹۴^{ab}	۸/۳۷ ± ۱/۳۱^{abc}	۲۸/۳۳ ± ۰/۵۵^{ab}	۳۴/۱۶ ± ۰/۴۶ ^{bc}
آگریا× آنغوزه	۱۵/۷۴ ± ۰/۵۳^{abc}	۸/۷۷ ± ۰/۳۸^{abc}	۲۸/۵۲ ± ۰/۵۱^{ab}	۳۴/۱۳ ± ۰/۳۲ ^{bc}
آگریا× پونه کوهی	۱۶/۰۷ ± ۰/۸۹^{a}	۸/۷۸ ± ۰/۸۴^{abc}	۲۸/۸۵ ± ۰/۱۶^{a}	۳۵/۴۳ ± ۰/۴۱^{a}
آگریا× مرزه	۱۵/۵۰ ± ۰/۵۶ $^{a-d}$	۸/۶۸ ± ۰/۹۵^{abc}	۲۸/۱۹ ± ۰/۴۶^{ab}	۳۴/۵۳ ± ۰/۳۵^{ab}
اگریا× آب مقطر	۱۵/۴۸ ± ۰/۴۴$^{a-d}$	۸/۷۳ ± ۰/۲۳^{abc}	۲۸/۲۲ ± ۰/۶۳^{ab}	۳۴/۰۳ ± ۰/۸۵ ^{bc}
آریندا× پوست لیمو	۱۳/۶۹ ± ۰/۱۶ $^{h-l}$	۸/۶۳ ± ۱/۰۶^{abc}	۲۶/۳۱ ± ۱/۰۶^{fg}	۳۱/۱۳ ± ۰/۰۵ ^{ijk}
آریندا× آنغوزه	۱۳/۵۷ ± ۰/۱۰^{jkl}	۸/۷۳ ± ۰/۴۷ ^{abc}	۲۶/۰۶ ± ۰/۵۹ ^{fg}	۳۰/۸۳ ± ۰/۵۳ ^{jk}
آریندا× پونه کوهی	۱۳/۸۹ ± ۰/۰۴$^{g-l}$	۸/۴۷ ± ۰/۷۵^{abc}	۲۶/۳۶ ± ۰/۷۲ $^{e-g}$	۳۲/۵۳ ± ۰/۴۰ $^{e-h}$
آریندا× مرزه	۱۳/۶۴ ± ۰/۶۲$^{i-l}$	۸/۴۸ ± ۱/۳۰^{abc}	۲۶/۱۲ ± ۰/۶۹ ^{fg}	۳۱/۶۶ ± ۰/۳۲ $^{g-j}$
آریندا× آب مقطر	۱۳/۲۸ ± ۰/۰۸^{kl}	۸/۹۴ ± ۰/۴۵^{a}	۲۶/۲۲ ± ۰/۴۸ ^{fg}	۳۰/۵۳ ± ۰/۴۵ ^{k}
کایزر× پوست لیمو	۱۵/۴۱ ± ۰/۱۲ ^{abcd}	۷/۳۵ ± ۰/۰۸^{abc}	۲۶/۷۷ ± ۰/۲۰$^{c-f}$	۳۱/۷۳ ± ۰/۷۳ $^{g-j}$
کایزر× آنغوزه	۱۵/۱۸ ± ۰/۱۹ ^{abcde}	۷/۳۱ ± ۰/۳۹^{c}	۲۶/۴۸ ± ۰/۳۰$^{d-g}$	۳۱/۵۳ ± ۰/۶۳ $^{h-k}$
کایزر× پونه کوهی	۱۵/۹۱ ± ۰/۰۹^{ab}	۷/۵۲ ± ۰/۲۲^{a}	۲۷/۴۳ ± ۰/۲۶ $^{b-e}$	۳۲/۸۳ ± ۰/۱۱ ^{def}
کایزر× مرزه	۱۵/۰۳ ± ۰/۸۱ ^{bcdef}	۷/۸۳ ± ۰/۷۵^{a}	۲۶/۸۶ ± ۰/۰۷ $^{c-f}$	۳۲/۱۳ ± ۰/۵۰ $^{f-i}$
کایزر× آب مقطر	۱۴/۵۹ ± ۰/۵۱^{defghi}	۸/۱۶ ± ۰/۷۳^{a}	۲۶/۷۶ ± ۰/۲۵ $^{c-f}$	۳۱/۱۳ ± ۱/۰۰ ^{ijk}
رانومی×پوست لیمو	۱۵/۲۰ ± ۰/۶۸ $^{a-e}$	۸/۷۶ ± ۱/۰۰^{a}	۲۷/۹۶ ± ۰/۶۱ ^{ab}	۳۲/۷۳ ± ۰/۲۰ $^{d-g}$
رانومی× آنغوزه	۱۴/۶۶ ± ۰/۴۹ $^{d-h}$	۸/۷۹ a ± ۰/۲۷^{a}	۲۷/۴۵ ± ۰/۷۱$^{b-e}$	۳۲/۹۶ ± ۰/۵۶ ^{def}
رانومی× پونه کوهی	۱۵/۶۰ ± ۰/۶۱ $^{a-d}$	۸/۷۶ ± ۰/۷۶ ^{a}	۲۸/۳۶ ± ۰/۴۰^{ab}	۳۴/۵۳ ± ۰/۴۵ ^{ab}
رانومی× مرزه	۱۴/۷۳ ± ۱/۱۲ $^{c-g}$	۸/۸۸ ± ۱/۶۳ ^{ab}	۲۷/۶۲ ± ۰/۶۷^{bc}	۳۳/۷۳ ± ۰/۲۰ ^{bcd}
رانومی× آب مقطر	۱۴/۹۰ ± ۰/۴۶$^{c-f}$	۸/۶۷ ± ۰/۵۴ ^{abc}	۲۷/۵۷ ± ۰/۳۷^{bcd}	۳۲/۶۳ ± ۱/۱۵ ^{efg}
سانته× پوست لیمو	۱۴/۲۷ ± ۰/۰۶ $^{e-j}$	۸/۴۲ ± ۰/۴۶ ^{abc}	۲۶/۷۰ ± ۰/۴۲ $^{c-f}$	۳۱/۶۶ ± ۱/۳۲ $^{g-j}$
سانته× آنغوزه	۱۴/۶۱ ± ۰/۵۸$^{d-l}$	۸/۱۴ ± ۰/۷۳ ^{abc}	۲۶/۷۵ ± ۱/۳۱ $^{c-f}$	۳۳/۱۶ ± ۰/۱۱ $^{c-f}$
سانته× پونه کوهی	۱۴/۳۰ ± ۰/۰۳ $^{e-j}$	۸/۴۳ ± ۰/۲۰ ^{abc}	۲۶/۷۴ ± ۰/۲۲ $^{c-f}$	۳۴/۰۶ ± ۰/۱۵ ^{bc}
سانته× مرزه	۱۴/۱۶ ± ۰/۰۶ $^{f-l}$	۸/۳۱ ± ۰/۴۵ ^{abc}	۲۶/۴۷ ± ۰/۴۰ $^{d-g}$	۳۳/۳۳ ± ۰/۳۰ ^{cde}
سانته× آب مقطر	۱۳/۰۸ ± ۰/۱۴^{l}	۸/۴۲ ± ۰/۶۹ ^{abc}	۲۵/۵۰ ± ۰/۵۷ ^{g}	۳۲/۱۶ ± ۰/۲۳ $^{f-i}$
SEM	۰/۳۰	۰/۴۴	۰/۳۳	۰/۳۲
P-Value	۰/۶۶۶۱	۰/۹۹۹۵	۰/۸۰۹۳	۰/۶۶۶

میانگین‌های هر ستون که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (**P<** ۰/۰۵)

جدول۴-۲۰. اثر متقابل پنج غده رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر درصد نفوذ، درصد بقای لاروی و شفیرگی

واریته×اسانس	درصد نفوذ لارو سن اول	درصد بقای لاروی	درصد بقای شفیرگی
آگریا× پوست لیمو	۵۱/۱۱ ± ۳/۸۴ $^{f-i}$	۵۱/۵۶ ± ۱/۱۳^{gh}	۵۲/۲۳ ± ۷/۲۴^{ef}
آگریا× آنغوزه	۶۰/۰۰ ± ۶/۶۷ ^{def}	۵۱/۰۶ ± ۱/۱۱^{gh}	۵۲/۶۳ ± ۱/۴۱^{ef}
آگریا× پونه کوهی	۳۷/۷۷ ± ۷/۷۰ ^{j}	۴۸/۴۶ ± ۲/۸۴^{h}	۵۰/۱۶ ± ۳/۰۰^{f}
آگریا× مرزه	۴۲/۲۲ ± ۳/۸۵ ^{ij}	۵۰/۰۶ ± ۱/۵۳^{gh}	۵۱/۸۶ ± ۶/۳۱^{f}
اگریا× آب مقطر	۵۷/۷۷ ± ۳/۸۵ $^{g-d}$	۵۳/۶۶ ± ۰/۶۰^{fg}	۵۴/۹۳ ± ۳/۶۷^{def}
آریندا× پوست لیمو	۷۷/۷۷ ± ۳/۸۵ ^{b}	۷۲/۶۶ ± ۰/۴۰^{ab}	۷۵/۹۳ ± ۲/۰۲^{ab}
آریندا× آنغوزه	۸۲/۲۲ ± ۳/۸۵ ^{b}	۷۱/۷۳ ± ۱/۴۹^{ab}	۷۵/۶۶ ± ۸/۸۹^{ab}
آریندا× پونه کوهی	۶۴/۴۴ ± ۷/۶۹ ^{cd}	۷۰/۲۶ ± ۰/۳۵^{b}	۷۱/۹۶ ± ۲/۹۹^{b}
آریندا× مرزه	۷۳/۳۳ ± ۶/۶۶ ^{bc}	۷۱/۷۶ ± ۰/۹۶^{ab}	۷۵/۱۶ ± ۲/۸۵^{ab}
آریندا× آب مقطر	۹۳/۰۰ ± ۶/۱۷ ^{a}	۷۴/۵۶ ± ۰/۷۲^{a}	۸۰/۷۶ ± ۲/۳۷^{a}
کایزر× پوست لیمو	۶۶/۶۶ ± ۶/۶۶ ^{cd}	۶۰/۲۳ ± ۱/۱۱^{cd}	۶۳/۶۳ ± ۱/۳۵^{c}
کایزر× آنغوزه	۴۸/۸۸ ± ۷/۶۹ ^{ghi}	۶۰/۲۳ ± ۲/۶۴^{cd}	۶۲/۷۶ ± ۵/۰۲^{c}
کایزر× پونه کوهی	۶۰/۰۰ ± ۶/۶۷ ^{def}	۵۸/۷۶ ± ۳/۴۰^{cd}	۵۹/۲۳ ± ۳/۳۸^{cde}
کایزر× مرزه	۶۶/۶۶ ± ۶/۶۶ ^{cd}	۵۹/۹۳ ± ۰/۸۹^{cd}	۶۲/۰۶ ± ۲/۷۹^{cd}
کایزر× آب مقطر	۸۰/۰۰ ± ۶/۶۷ ^{b}	۶۱/۱۶ ± ۰/۵۱^{c}	۶۴/۴۶ ± ۱/۰۶^{c}
رانومی×پوست لیمو	۶۰/۰۰ ± ۶/۶۷ ^{def}	۵۸/۰۳ ± ۵/۱۱^{cde}	۶۲/۴۳ ± ۰/۴۱^{c}
رانومی× آنغوزه	۶۲/۲۲ ± ۳/۸۵ ^{de}	۵۷/۳۳ ± ۰/۸۱$^{c-f}$	۶۲/۷۳ ± ۲/۲۰^{c}
رانومی× پونه کوهی	۴۶/۶۷ ± ۰/۰۰ ^{hij}	۵۳/۹۶ ± ۱/۷۶^{efg}	۵۹/۰۶ ± ۳/۷۵^{cde}
رانومی× مرزه	۵۱/۱۱ ± ۳/۸۴ ^{fghi}	۵۵/۹۶ ± ۲/۶۵^{def}	۵۹/۷۳ ± ۲/۲۲^{cd}
رانومی× آب مقطر	۷۳/۳۳ ± ۰/۰۰ ^{cb}	۵۸/۰۶ ± ۳/۷۰^{cde}	۶۰/۱۶ ± ۵/۰۵^{cd}
سانته× پوست لیمو	۶۶/۶۶ ± ۶/۶۶ ^{cd}	۵۹/۱۶ ± ۵/۵۷^{cd}	۶۲/۷۶ ± ۲/۷۰
سانته× آنغوزه	۶۴/۴۴ ± ۱۰/۱۸ ^{cd}	۵۹/۸۳ ± ۰/۴۰^{cd}	۶۳/۲۶ ± ۲/۸۰^{c}
سانته× پونه کوهی	۵۳/۳۳ ± ۰/۰۰ $^{e-h}$	۵۶/۲۳ ± ۲/۰۵^{def}	۵۹/۰۶ ± ۳/۵۴^{cde}
سانته× مرزه	۶۶/۶۶ ± ۶/۶۶ ^{cd}	۵۸/۵۶ ± ۲/۲۱^{cd}	۶۲/۶۳ ± ۲/۴۶^{c}
سانته× آب مقطر	۷۷/۷۷ ± ۳/۸۵ ^{b}	۶۰/۸۳ ± ۲/۸۳^{c}	۶۳/۴۳ ± ۳/۵۱^{c}
SEM	۳/۳۴	۰/۶۰	۲/۲۰
P-Value	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۰/۹۹

میانگین‌های هر ستون که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (**P**< ۰/۰۵)

بحث

به طور کلی استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی، زیان‌های جدی از قبیل گسترش مقاومت‌های ژنتیکی در آفات، مسائل باقی‌مانده سموم و تاثیر نامطلوب روی محیط زیست، سمیت روی مصرف کننده‌ها و موجودات غیر هدف و افزایش هزینه‌های کاربرد آن‌ها را به همراه داشته است. به دنبال استفاده از جایگزین‌های مناسب برای سموم شیمیایی در کنترل آفات، توجه به استفاده از ارقام مقاوم و اسانس و عصاره گیاهان افزایش یافته است. رشد و نمو حشرات گیاه‌خوار تحت تاثیر کیفیت تغذیه‌ای و متابولیت های دفاعی موجود در گیاهان میزبان قرار دارد (کاپاروس[1] و همکاران، ۲۰۱۳؛ سرفراز[2] و همکاران، ۲۰۰۸). ترکیبات طبیعی با منشا گیاهی مزیت‌هایی از قبیل سمیت کم روی پستانداران، تجزیه‌ی سریع و دسترسی آسان را دارند (قانع جهرمی،۱۳۹۲). اسانس گیاهان محتوی ترکیب‌هایی هستند که اثر تخم‌کشی، دورکنندگی، بازدارندگی، عقیم‌کنندگی و کشندگی روی حشرات نشان می‌دهند (ایسمان[3]، ۲۰۰۶). اثرات آنتی زنوزی و آنتی بیوزی معمولا به منظور مقاومت گیاهی بکار برده می‌شوند (ساداسیوام [4] و همکاران،۲۰۰۳)، بنابراین در تحقیق حاضر، ارزیابی مقاومت غده‌های مختلف سیب زمینی توام و بدون اسانس‌های گیاهی بر روی بید سیب زمینی آزمایشات انجام شد.

اثرات حشره‌کشی اسانس گیاهان

نتایج این تحقیق نشان داد که جمعیت لاروهای سن سوم بید سیب زمینی با کاربرد اسانس گیاهان مورد مطالعه کاهش می‌یابد. تیمارهای متعلق به مقدارهای مختلف از هر چهار گیاه مورد مطالعه با اختلاف معنی‌داری در مقایسه با شاهد دارای اثر حشره‌کشی بودند. در بین گیاهان مورد آزمایش، اسانس گیاه پونه‌کوهی بالاترین درصد تلفات را نشان داد. به طوری که در کم‌ترین مقدار اسانس (دو میکرولیتر) ۹۰ درصد لاروها تلف شدند. شاه میرزایی (۱۳۹۵) سمیت تنفسی و تماسی اسانس پونه را برای شپشه

[1] Caparros
[2] Sarfraz
[3] Isman
[4] Sadasivam

آرد مورد بررسی قرار داد و نتایج حاصل بیانگر سمیت تنفسی بالای اسانس پونه بود، که می‌تواند مرگ و میر لاروها به دلیل وجود ترکیب ۱-۸ سینئول در پونه کوهی باشد. که این با نظر پراتس[1] (۱۹۹۸) در مورد ترکیب ۱-۸ سینئول موجود در اسانس رزماری علیه شپشه آرد مطابقت دارد. اسانس گیاه مرزه در مرتبه بعدی کشندگی قرار گرفت که با یافته‌های مده[2] و همکاران (۲۰۱۱) در مورد سمیت تنفسی اسانس مرزه روی حشرات کامل شب‌پره آرد گزارش کرده بودند، تطابق دارد. گیاه آنغوزه و پوست لیمو در مقدارهای مشابه درصد تلفات کم‌تری را نسبت به دو گیاه دیگر نشان داد. . تایوب[3]و همکاران (۲۰۱۲) اثر سمیت اسانس اکالیپتوس (*Eucalyptus globules* Labial) و پونه کوهی (*Origanum suriacum* L.) را روی لاروهای لمبه گندم (*Trogoderma granarium* Everts) بررسی کردند و نشان دادند لاروهائی که در معرض بخارات اسانس اکالیپتوس و پونه کوهی بودند ۹۵ درصد مرگ و میر داشتند. مرگ و میر لاروهای سن سوم با افزایش مقدار اسانس گیاهی افزایش یافت و در بالاترین مقدار، بیش‌ترین درصد مرگ و میر مشاهده گردید. نتایج حاصل از آزمایشات شاکرمی (۱۳۸۳)، صحاف (۱۳۸۵) نگهبان[4] و همکاران (۲۰۰۶) و نریو، الیورو[5] (۲۰۱۰) نیز موید این مطلب است که با افزایش غلظت اسانس‌ها میزان مرگ و میر حشرات نیز افزایش می‌یابد.

آزمایش آنتی زنوز تخم‌ریزی

ارزیابی ترجیح میزبانی برروی ارقام سیب زمینی بدون اسانس گیاهی

فعالیت رفتاری تخم‌گذاری حشرات، شامل جستجو، فرود آمدن و تماس با سطح میزبان مورد نظر خود می‌باشد. در طی این مراحل، حشرات برای انتخاب محل به منظور تخم‌گذاری از حواس (حس بینایی،

[1] Prates
[2] Maedeh
[3] Tayoub
[4] Negahban
[5] Nerio and Olivero

چشایی، تماسی و بویایی) خود استفاده می‌نماید. هوتاری[1] (۲۰۰۴) بیان کرد که در سنجش واکنش بویایی، حشرات به بوهایی که دریافت می‌کنند عکس العمل‌های متفاوتی نشان می‌دهند. این واکنش‌ها می‌تواند در جهت برانگیختگی (مثبت)، بازدارندگی (منفی) و یا حتی ممکن است هیچ تغییری مشاهده نشود. در این تحقیق تفاوت معنی‌داری در سطوح تخم‌ریزی بید سیب زمینی روی ارقام (غده و برگ) سیب زمینی مشاهده شد. نتایج آزمایش نشان داد که حشرات کامل بید سیب زمینی روی برگ ارقام بیش‌ترین تخم‌ریزی را نشان دادند در حالی‌که غده‌های سیب زمینی کمتر تخم ریزی نسبت به برگ داشتند. بنا بر تحقیقات ترایر[2](۱۹۷۵) برگ سیب زمینی حشرات کامل را برای تخم‌ریزی بیش‌تر جلب می‌کند. در آزمایش آنتی زنوز تخم‌ریزی بدون اسانس گیاهی، بیش‌ترین تعداد تخم در برگ و غده رقم آریندا و کم‌ترین تعداد تخم روی برگ رقم بانبا و غده رقم آگریا مشاهده شد (نمودار۴-۲؛ ۴-۳). نتایج این تحقیق نشان داد که بید سیب زمینی کم‌ترین گرایش را برای تخم‌ریزی روی برگ رقم بانبا و غده رقم آگریا دارد. که می‌تواند نشان دهنده‌ی مطلوبیت کم‌تر این ارقام برای بید سیب زمینی در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه باشد. این نتایج با گزارش سایر محققان مبنی بر این که تغذیه آفت روی گیاهان نامطلوب موجب کاهش باروری آن می‌گردد مطابقت دارد (کاپاروس[3] و همکاران، ۲۰۱۳؛ پریرا و سانچز[4]، ۲۰۰۶). افزایش تولید مثل روی یک گیاه میزبان، نشانگر مطلوب بودن آن گیاه به عنوان گیاه میزبان حشره می‌باشد (ون لانترن[5]، ۱۹۹۰). همچنین این نتیجه با فرضیه همبستگی ترجیح -توانایی زیستی حشره روی گیاهان میزبان مطابقت دارد. این فرضیه بیانگر این موضوع است که گیاه میزبانی که جلب کنندگی کم‌تری برای تخم‌گذاری حشره دارد به همان نسبت نیز مطلوبیت کم‌تری برای نشو و نمای حشره دارد و حشرات پرورش یافته روی این گیاه میزبان درصد باروری کم‌تری خواهند داشت

[1] Huotari
[2] Traynier
[3] Caparros
[4] Pereyra and Sánchez
[5] Van Lanteren

(پرایس[1]، ۱۹۹۷). نوتاش (۱۳۹۵) روی هر هشت رقم سیب زمینی مورد مطالعه از یک جفت حشره کامل بید سیب زمینی جهت تخم‌گیری استفاده نمود و نتایج تحقیقات آن نشان داد که کم‌ترین و بیش‌ترین تعداد تخم گذاشته شده توسط این شب پره مربوط به رقم آگریا با ۶۶/ ۱۰۲ عدد تخم و دایفلا با ۱۱۳/۳۳ عدد تخم بوده است. لذا می‌توان نتیجه‌گیری نمود که حشرات کامل نقش کلیدی را در بقای نسل به عهده دارند. بنابراین در صورتی که حشرات کامل امکان تخم‌ریزی روی گیاهان مقاوم را نداشته باشند، سبب خواهد شد که جمعیت آن به شدت کاهش یابد. منصوری (۱۳۹۱) با مطالعه بر روی هشت رقم سیب زمینی که شامل پنج رقم آگریا، ساوالان، مورن، اسپریت، کندور و سه کلون در دست اصلاح ۲-۳۹۷۰۹۷، ۳۹۶۱۲۴ و ۲-۳۹۷۰۸۲ مشاهده نمود. که کم‌ترین میزان تخم‌ریزی این شب‌پره به ترتیب روی غده‌ی کلون PI397082-2 و آگریا بود. لذا گیاه میزبان می‌تواند تولید مثل یک حشره را تحت تاثیر قرار دهد (کیم[2]، ۲۰۰۲؛ تسای[3]، ۲۰۰۱؛ لیو[4]، ۲۰۰۴؛ یاسر[5]، ۲۰۰۵). کمیت و کیفیت عناصر غذایی تغذیه شده توسط یک حشره می‌تواند به طور مستقیم نرخ تولید مثل حشره را تحت تاثیر قرار دهد (زالوکی، ۲۰۰۲). باروری حشره گیاه‌خوار با کیفیت تغذیه‌ای گیاهان میزبان و میزان مواد بازدارندهٔ تغذیه و تخم‌گذاری در آن‌ها تحت تاثیر قرار می‌گیرد (عوماک و لدر[6]، ۲۰۰۲). در تحقیق حاضر، بیش‌ترین تعداد تخم در برگ و غده به ترتیب روی رقم آریندا با ۳۱/۴۳، ۲۹/۳۳ عدد تخم ثبت گردید. گرافت (۱۹۱۷) گزارش کرد که بید سیب زمینی در طول مدت عمر خود ۵۰ تا ۱۰۰ عدد تخم می‌گذارد. همچنین کبیر (۱۹۹۴) میانگین تخم‌ریزی این آفت را ۱۰۴ عدد تخم گزارش کرد. دلایل احتمالی پایین بودن تعداد تخم در برگ و غده‌های ارقام مختلف سیب زمینی مورد بررسی را می‌توان به وجود جنس کاغذ صافی مورد استفاده توجیه نمود. زیرا فنمور[7] (۱۹۸۷) گزارش نمود که حشرات

[1] Price
[2] Kim
[3] Tsai
[4] Liu
[5] Yasar
[6] Awmack and Leather
[7] Fenemore

ماده، برگ‌های پوشیده از پرز را نسبت به برگ‌های صاف ترجیح می‌دهند. گیبسون[1] (۱۹۷۶) گزارش کرد که کرک‌ها در میزان تخم‌ریزی تاثیر گذارند. تراکم کرک‌ها روی برگ توتون نسبت به سیب زمینی بیش‌تر است. به همین خاطر بید سیب زمینی گرایش بیش‌تری جهت تخم‌ریزی روی این گیاه نشان می‌دهد. تراینر[2] (۱۹۷۵) عوامل موثر در تخم‌ریزی را سطوح زبر و ناصاف و سایه‌دار بیان کرد. الی ویرا[3] و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که تراکم تریکوم‌ها در ژنوتیپ‌های مختلف گوجه فرنگی نیز نقش موثری در تخم‌گذاری مینوز گوجه‌فرنگی دارند. لذا حشرات ماده بید سیب زمینی دو روز بعد از ظاهر شدن‌شان تخم‌ریزی می‌نمایند (همیلتون[4]، ۱۹۸۵) که با ۴۸ ساعت در آزمایشات ما مطابقت دارد.

بررسی تاثیر ارقام توام با اسانس گیاهی بر بازدارندگی تخم‌ریزی بید سیب زمینی

نتایج آزمایش نشان داد که اثر متقابل ارقام (برگ و غده) سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر میزان تخم‌ریزی بید سیب زمینی تاثیر بازدارندگی دارد. مشابه این نتایج توسط سایر محققین در آزمایشات مختلفی بر روی آفات مختلف انباری بدست آمده است (زی [5]و همکاران، ۱۹۹۵؛ پاپاکریستوس و استاموپولوس، ۲۰۰۵؛ تریپانی[6]، ۲۰۰۲). نقی‌زاده[7] و همکاران (۲۰۱۷) اثر اسانس گیاهان افسنطین، بومادران و ترخون را روی بازدارندگی تخم‌ریزی حشره‌ی بید سیب زمینی مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که تعداد تخم گذاشته شده روی غده‌های تحت تیمار به طور معنی‌داری کم‌تر از غده‌های شاهد بودند. فرجی و همکاران (۱۳۹۴) اثر اسانس گیاهان آویشن شیرازی، مورد و گلپر را بر کاهش میزان تخم‌ریزی مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که اسانس آویشن شیرازی با ۹۰/۳۲ درصد بالاترین میزان بازدارندگی و اسانس مورد و گلپر به ترتیب با ۵۹/۲ و ۵۶/۸ درصد دارای کم‌ترین درصد

[1] Gibson
[2] Traynier
[3] Oliveira
[4] Hamilton
[5] Xie
[6] Tripathi
[7] Naghizadeh

بازدارندگی تخم‌ریزی حشرات ماده بید سیب زمینی شدند. که با نتایج یافته‌های حاضر در درصد بازدارندگی تخم‌ریزی مطابقت دارد. خرمی (۱۳۹۱) عصاره پنج درصد متانولی گیاهان اسطوخودوس و مرزنجوش را برروی غده‌های سیب زمینی مورد بررسی قرار داد و گزارش نمود که تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط بید سیب زمینی روی غده‌های حاوی عصاره اسطوخودوس و مرزنجوش به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بودند. رفیعی دستجردی و همکاران (۲۰۱۳) غده‌های سیب زمینی را با یک میلی‌لیتر از عصاره‌های متانولی ٪۵ شاه‌تره، شیرین بیان، اسطوخودوس و مرزنجوش را جهت ترجیح تخم‌ریزی حشرات کامل بید سیب زمینی آغشته نمودند مورد مطالعه قرار دادند و گزارش نمودند که بیش‌ترین تعداد تخم گذاشته شده در شاهد و عصاره شاه‌تره پس از سه روز به ترتیب ۲۸ و ۱۰ عدد انجام شد و در بقیه تیمارها هیچ تخم‌گذاری انجام نشد. نتایج آزمایش اثر متقابل برگ و غده‌های مختلف سیب زمینی توام با اسانس گیاهان مورد مطالعه نشان داد که اسانس پونه کوهی اثر سینرژیستی روی برگ و غده‌های سیب زمینی در کاهش تخم‌ریزی بید سیب زمینی داشته است. که احتمالا بخاطر ترکیبات موجود در اسانس پونه کوهی بوده است. قاسمی (۱۳۸۸) نشان داد که در اسانس پونه کوهی ترکیب‌هایی مانند پیپریتون (۳۶/۸۶ ٪)، پیپریتنون اکسید (۲۷/۵۳ ٪)، سیس پیپریتون اپوکسید (۲۱/ ٪۲۲) و پولگون (۸/۳۸ ٪) بیش‌ترین مقدار اسانس را به خود اختصاص دادند. همچنین مقایسه بین برگ و غده سیب زمینی رقم آریندا و آگریا نشان داد که اسانس‌های گیاهی بر بازدارندگی تخم‌ریزی برگ‌ها سیب زمینی موثرتر بوده است. تحقیقات فنمور (۱۹۸۸) نشان داد که در برگ و غده‌های سیب زمینی موادی هستند که باعث جلب بید سیب زمینی می‌شوند که شامل سوکروز و چند اسید آمینه (آلفا بوتیریک و گلوتامیک اسید) است. خرمی (۲۰۱۲) گزارش کرد که اسانس اسطوخودوس *Lavandula angustifolia* و پونه کوهی *Origanum vulgare* بر تعداد تخم گذاشته شده و تعداد تخم تفریخ شده توسط بید سیب زمینی سبب کاهش معنی‌داری می‌شوند گوئه‌را و همکاران (۲۰۰۷)، کاهش ۸۰ درصدی

میزان تخم ریزی بید سیب زمینی توسط اسانس گونه‌های *Minthostachys* مشاهده کردند. فلاطه[1] (2003) گزارش نمود که اثر تدخینی اسانس‌های گیاهی هل، دارچین، اکالیپتوس، گیشنیز و ریحان از تخم‌گذاری بید سیب زمینی ممانعت می‌کند و غده‌های سیب زمینی از آلودگی این حشره تا دو هفته در طول مرحله انبارداری حفاظت شدند. کوشی‌یر و سدی (۲۰۰۱) گیاهان تیره نعناعیان و مونوترپن‌های آن‌ها در تخم‌گذاری ایجاد اختلال می‌کنند. داس (۱۹۹۵) عصاره استونی گیاهان، چریش *Anisomeles malabarica*، اسطوخودوس *Lavandula gibsonii*، اسطوخودوس *Lavandula bipenetta*، ریحان *Osimum americanurn* بر میزان تخم‌ریزی بید سیب زمینی را مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند که عصاره هر چهار گیاه صد درصد بازدارندگی داشتند. راما[2] (۱۹۸۹) گزارش کرد که اسانس چریش روی غده‌های سیب زمینی، اثرات تخم‌کشی بر بید سیب زمینی دارد. نتایج تحقیق حاضر، پتانسیل بالای گیاهان مختلف را بر بازدارندگی تخم‌ریزی حشره مورد آزمایش اثبات می‌کند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در بین ارقام توام با اسانس گیاهان مورد آزمایش برگ رقم بانبا همراه اسانس پونه کوهی با ۹۶/۹۶ ٪ و غده رقم آگریا همراه اسانس پونه کوهی با ۹۶/۲۹ ٪ بالاترین بازدارندگی در تخم‌ریزی را نشان دادند که نشان دهنده تاثیرات پونه کوهی در دور کردن شب‌پره جهت تخم‌ریزی می‌باشد. لذا در این تحقیق برگ رقم آریندا توام با اسانس پوست لیمو و غده رقم آگریا توام با اسانس پوست لیمو کم‌ترین درصد بازدارندگی تخم‌ریزی بید سیب زمینی را نشان دادند. دلیل اثرگذاری کم این اسانس ممکن است بخاطر فراریت سریع ترکیب لیمونن باشد که اصلی‌ترین ترکیب اسانس مرکبات مونوترپنی می‌باشد که با یافته‌های اسپینا[3] (۲۰۱۱) و شاو[4] (۱۹۷۹) مطابقت دارد. این محققین که گزارش کردند اسانس مرکبات مخلوطی از ۴۰۰ ترکیب است که به دو بخش فرار (۹۹-۸۵٪ از کل اسانس) و بخش غیر فرار که (۱۵-۱٪ از کل اسانس) را، تقسیم می‌شود. بخش فرار آن شامل مونوترپن‌ها

[1] Fallatah
[2] Rama
[3] Shaw
[4] Espina

(مانند لیمونن) و هیدروکربن‌های سرکوئی‌ترپن و مشتقات اکسیژن‌دار (آلدئید، کتون‌ها و اسیدها) الکل‌ها (مانند لینالول) و استرها بوده و بخش غیر فرار شامل هیدروکربن، اسیدهای چرب، استرول‌ها، کاروتنوئیدها، کومارین و فلاوونوئیدها می‌باشد. تقی‌زاده ساروکلایی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که مرزه به دلیل داشتن کارواکرال و تیمول باعث بازدارندگی تخم‌ریزی سوسک کلرادو شدند. که احتمالا بازدارندگی رقم رانومی توام با اسانس مرزه به دلیل ترکیب کارواکرال می باشد . اردوغان و توروس[1] (۲۰۰۷) نشان دادند که برگ‌های سیب زمینی آغشته به عصاره توق با افزایش غلظت از یک تا ده درصد میزان بازدارندگی تخم‌ریزی سوسک کلرادوی سیب زمینی را افزایش دادند. نوتاش (۱۳۹۵) اسانس نعناع فلفلی و دارچین به منظور خاصیت تخم‌کشی بید سیب زمینی استفاده کرد و نتایج بدست آمده نشان داد که اسانس دارچین با LC50 ۰/۲۰۸ میکرولیتر بر لیتر هوا خاصیت تخم‌کشی بهتری نسبت به نعناع فلفلی با LC50 ۱/۹۵۰داشته است.

آزمایش آنتی زنوز تغذیه‌ای

ارزیابی ترجیح میزبانی ارقام سیب زمینی بدون اسانس با استفاده از دستگاه بویایی سنج

همیلتون (۱۹۸۵)؛ وارلا و برنایس[2] (۱۹۸۸) بیان کردند که تمام لاروهای سن اول بعد از خروج از تخم حرکت سریع دارند و به دنبال پیدا کردن گیاه میزبان مناسب هستند. اما در این تحقیق بعد از تفریخ مدت زمانی طول کشید تا لاروها به سمت هریک از بازوهای انتخابی خود حرکت کنند و بالاخره با گذشت ۷۲ ساعت، لاروها در بازوهای انتخابی خود مستقر شدند. در همه تکرارها حدود نیمی از لاروها داخل دایره‌ی مرکزی دستگاه بویایی سنج قرار داشتند و عکس‌العملی نشان ندادند و تلف شدند. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که بوی منتشر شده در محیط دستگاه بویایی‌سنج برای لاروهای بید سیب زمینی به طور یکسان جلب کننده نبوده و فقط ۳۰ درصد لاروها توانسته بودند که به غده سیب

[1] Erdogan and Toros
[2] Varela and Bernays

زمینی نفوذ کنند. بنابراین شاید بتوان قضاوت نمود که لاروهای سنین اول برای میزبان‌یابی و نفوذ از قدرت بسیار ضعیفی برخور دارند. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که لاروهای جلب شده به برگ و غده رقم آریندا مشابه بوده و در بین ارقام بیش‌ترین جلب کنندگی را دارا بوده است در حالی‌که برگ رقم بانبا و غده رقم آگریا از کم‌ترین جلب کنندگی برخوردار بودند. تعداد تونل‌ها و سوراخ‌های حاصل از نفوذ لاروها در ارقام فوق به طور معنی‌داری ($P< ۰/۰۰۰۱$) نسبت به سایر ارقام سیب زمینی مورد مطالعه کم‌تر مشاهده شد، این نتیجه می تواند موید آللوشیمی های گیاهی باشد. لارو برای تامین بقای خود به منبع غذایی حاوی کربوهیدرات نیاز دارد بنابراین ارقام به دلیل داشتن بافت‌های متفاوت می-توانند بر درصد نفوذ حشره تاثیرگذار باشد (وینکلر[1] و همکاران، ۲۰۰۵). داس[2] و همکاران (۱۹۹۳) بیان کردند که کیفیت غذایی غده‌ها، به عنوان یک فاکتور مهم در مقاومت ارقام سیب زمینی در برابر بید سیب زمینی عمل می‌کند. به طوری که مقادیر بالای کربوهیدرات قابل هضم و مقادیر پایین پروتئین محلول به عنوان یک عامل محدود کننده‌ی رشد و نمو لاروها عمل می‌کند. جلب کم‌تر لاروها به یک رقم می‌تواند نشان دهنده وجود اثرات آنتی زنوزی در آن رقم باشد (اسمیت، ۲۰۰۵) یا می‌تواند با ویژگی‌های ریخت شناسی و بیوشیمیایی آن رقم در ارتباط باشد (هورگان[3]، ۲۰۰۹؛ مالاکر و تینجی[4]، ۱۹۹۹). مالاکر و تینجی (۲۰۰۶) گزارش کردند که ضخامت پریدرم پوست سیب زمینی در ارقام نسبتا مقاوم به بید سیب زمینی یک مانع فیزیکی برای نفوذ لاروهای سن اول آفت است. تحقیقات کروبی‌زاده و همکاران (۱۳۸۰) علل مقاومت ارقام سیب زمینی را به توانایی تولید گلیکوآلکولوئیدهای لپتینی موجود در شاخ و برگ (به عنوان بازدارنده تغذیه)، آلکالوئید آلفاتوماتین، وجود پرزهای ترشحی در اندام‌های هوایی نسبت به بید سیب زمینی معرفی نموده‌اند. فرانکل (۱۹۵۹) فرضیه‌ی در مورد انتخاب گیاه میزبان

[1] Winkler
[2] Das
[3] Horgan
[4] Malakar and Tingey

به وسیله حشرات به استناد مواد شیمیایی ثانویه گیاه از قبیل گلیکوزیدها، فنول‌ها، تانن‌ها، آلکالوئیدها، ترپنوئیدها و ساپونین‌های موجود در آن‌ها ارائه کرد.

بررسی تاثیر ارقام توام با اسانس روی دورکنندگی شب پره بید سیب زمینی

گیاه سیب زمینی دارای مقدار زیادی گلیکوآلکالوئید می‌باشد. عمل اصلی این ترکیب حفاظت از گیاه در مقابل حشرات است. البته میزان این ترکیب در سیب زمینی در حدی نیست که به انسان آسیب وارد سازد. بنابراین استفاده از این ترکیب در کنار سایر روش‌ها می‌تواند در کنترل آفات سیب زمینی کمک کند (ززاکا[1]، ۲۰۱۳). محققین دنیا به دنبال یافتن ترکیبات شیمیایی هستند که بتوانند از نقش دورکنندگی آن‌ها در انبارها استفاده نمایند (موهان و فیلدز[2]، ۲۰۰۲). امروزه تحقیقات مختلفی در رابطه با اثرات دورکنندگی اسانس‌های گیاهی علیه آفات مختلف صورت گرفته است. که از آن جمله می‌توان به خاصیت دورکنندگی اسانس نعناع (*M. arvensis*) علیه سوسری آلمانی و آمریکایی (اپل[3]، ۲۰۰۱)، اسانس مرزه علیه کنه تارتن (صراف معیری، ۱۳۹۱) و تعداد زیادی از آفات انباری اشاره نمود (نیریو[4] و همکاران، ۲۰۰۹؛ گارسیا[5] و همکاران، ۲۰۰۵) که موید پتانسیل بالای این مواد طبیعی برای کاهش خسارت آفات کشاورزی می‌باشد. راما (۱۹۸۹) با کاربرد پودر آزادیراختین[6] روی غده‌های سیب زمینی خاصیت لاروکشی این ترکیب را روی بید سیب زمینی نشان داد. فرجی و همکاران (۱۳۹۴) دورکنندگی اسانس گیاهان رازیانه و لیمو ترش.*Citrus limon* L را روی ماده بالغ کنه تارتن ترکستانی و سن شکارگر آن *Orius albidipennis* Reuter مورد بررسی قرار دادند که از بین دو اسانس، اسانس لیموترش دورکنندگی بیش‌تری برای سن شکارگر داشت. در تحقیق حاضر آزمایش‌های دورکنندگی اثر متقابل ارقام و اسانس گیاهان مورد مطالعه روی بید سیب زمینی با کمک دستگاه بویایی سنج انجام گرفت.

[1] Zarzecka
[2] Mohan and Fields
[3] Appel
[4] Nerio
[5] Garcia
[6] Neem

نتایج نشان داد که گرایش جلب کنندگی شب‌پره‌ها به بازوی حاوی برگ رقم آریندا توام با اسانس پوست لیمو مشاهده شد. پوگازوندون و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر پودر چند گیاه را روی شپشه آرد در محیط بویایی سنج بررسی کردند. آن‌ها میزان دورکنندگی یا جلب کنندگی را با استفاده از شاخص نسبت دستیابی حشرات (EPI) به تیمارها مشخص نمودند. در این تحقیق نیز با محاسبه شاخص میزان دستیابی برای اثر متقابل ارقام توام با اسانس گیاهان در برگ رقم بانبا توام با اسانس آنغوزه و غده رقم آگریا توام با اسانس پونه کوهی بالاترین دورکنندگی و کم‌ترین دورکنندگی را اسانس پوست لیمو در بین سایر اسانس‌های مورد مطالعه داشت. شارابی[1] و همکاران، (۲۰۰۹) با کمک دستگاه بویایی‌سنج دورکنندگی اژونول و کامفن بر لارو و حشره کامل بید سیب زمینی گزارش نمودند.

آزمایش آنتی بیوز تغذیه‌ای

همه آزمایش‌ها به منظور بررسی آنتی بیوز در شرایط بدون انتخاب میزبان انجام گرفت. رشد و نمو حشرات گیاه‌خوار تحت تاثیر کیفیت تغذیه‌ای، محرک‌های تغذیه‌ای و متابولیت‌های دفاعی موجود در گیاهان میزبان قرار می‌گیرد (عوامک ولدر، ۲۰۰۲؛ سرافراز و همکاران، ۲۰۰۸؛ کاپاروس و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که برگ و غده‌های ارقام مختلف سیب زمینی، رشد و نمو لاروهای بید سیب زمینی را تحت تاثیر قرار داد. به طوری که طول دورهٔ لاروی روی این شب‌پره از ۱۵/۰۳ روز روی برگ سیب زمینی رقم آگریا تا ۱۳/۴۳ روز روی برگ رقم آریندا و همچنین روی غده‌ها از ۱۶/۰۷ روز روی رقم آگریا تا ۱۳/۸۹ روز روی رقم آریندا در نوسان بود. که نشان دهنده‌ی تاثیر متفاوت ارقام روی این پارامتر است. در تحقیق حاضر طولانی‌ترین طول دوره لاروی آفت روی برگ و غده رقم آگریا مشاهده شد. منصوری و همکاران (۱۳۹۱) در مورد طولانی‌ترین و کم‌ترین طول دوره لاروی بید سیب زمینی را روی کلون PI397097- 2 (۱۶/۲۷) و رقم ساوالان (۱۴/۳) روز گزارش کردند. گلی‌زاده و رزمجو (۲۰۱۰) دوره لاروی این آفت را با شرایط دمایی ۲۵ درجه سانتی‌گراد روی شش رقم سیب زمینی

[1] Sharaby

تجاری بررسی نموده و گزارش کردند که طول دوره لاروی روی رقم مارفونا ۱۳/۶روز و روی رقم آگریا ۱۵/۳ روز بوده است. که بسیار نزدیک به یافته‌های این تحقیق می‌باشد. هورتون[1] و همکاران (۱۹۹۷)؛ لیایتینن[2] و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که طولانی بودن رشد و نمو آفت روی یک رقم می‌تواند به وجود اثرات آنتی بیوزی در آن رقم مربوط باشد. در تحقیق حاضر طول دوره شفیرگی بین برگ و غده ارقام مختلف سیب زمینی تفاوت معنی‌داری نشان نداد. فوت (۱۹۷۹) در شرایط آزمایشگاهی با دمای ۲۹-۲۴ درجه سانتی‌گراد، طول دوره شفیرگی را ۱۲-۵ روز گزارش کرد. منصوری و همکاران (۱۳۹۱) طول دوره شفیرگی این آفت را روی رقم آگریا ۸/۶ روز و روی رقم اسپریت، ساوالان و کندور ۷/۳ روز گزارش کردند. دلیل وجود اختلافات در طول دورهٔ رشد و نمو شفیرگی به احتمال زیاد می‌تواند با شرایط رطوبتی، دمایی و دوره نوری آزمایش‌ها و نیز بودن و نبودن منبع کربوهیدرات و پروتئین و همچنین وجود یا عدم وجود مواد بازدارنده تغذیه‌ای و نیز غلظت در برگ و غده ارقام سیب زمینی مورد مطالعه در ارتباط باشد. همچنین در تحقیق حاضر مجموع دوره قبل از بلوغ روی برگ رقم آگریا ۲۸/۹۳ روز و رقم بانبا ۲۶/۰۳ روز مشاهده شد و این پارامتر روی غده رقم آگریا ۲۹/۵۵ روز و رقم آریندا با ۲۶/۶۹ روز در نوسان بود. گلی‌زاده و رزمجو (۲۰۱۰) مجموع دوره قبل از بلوغ روی رقم آگریا را با ۲۷/۳۳ روز گزارش کردند. منصوری (۱۳۹۰) طولانی‌ترین طول دوری رشد نابالغی روی برگ‌های رقم مارفونا (۲۹/۴۷ روز) و روی غده‌های مربوط به رقم آگریا (۳۰/۵۱ روز) گزارش کرد. منصوری و همکاران (۱۳۹۱) مجموع طول دوره نابالغ این آفت را با تغذیه از غده تعدادی از ژرم پلاسم‌های سیب زمینی ۲۶/۱ روز روی رقم ساوالان و کندور ۲۹/۳ روز روی کلون ۲-۳۹۷۰۹۷ گزارش کردند. دلیل وجود اختلافات در مجموع دوره قبل از بلوغ به احتمال زیاد به تغذیه لاروها از برگ و غده سیب زمینی‌های متفاوت مرتبط می‌باشد. این نتیجه می‌تواند بیانگر تفاوت کیفیت غذایی بافت مورد استفاده و یا تفاوت در ترکیبات موجود در غده‌های مورد بررسی باشد. نوتاش (۱۳۹۵) بیش‌ترین زمان طول دورهِی لاروی،

[1] Horton
[2] Lyytinen

شفیرگی، رشد و نمو و کل دوره زیستی برای رقم آگریا به ترتیب با ۲۰/۸۰، ۳۱/۳،۱۰/۶ و ۳۷/۰۰ روز و کم‌ترین آن‌ها نیز برای رقم ایمپالا به ترتیب با ۱۶/۱۰، ۷/۸، ۲۴/۰۰ و ۲۹/۸ روز را گزارش کرد. تینجی و دوگراماسی[1] (۲۰۱۰) گزارش کردند که کلون سیب زمینی Q174-۲ که حاصل هیبرید *S. berthaultii* Hawkes و *S. tuberosum* L می‌باشد، بر طول دوره‌ی مراحل نابالغ تاثیر منفی می‌گذارد. طول دوره زندگی حشرات کامل روی غده های مورد مطالعه از ۳۶/۲۳ تا ۳۱/۴۶ روز در نوسان بود که احتمالا به تغذیه لاروها مرتبط می باشد. که بنا بر تحقیقات گوما[2] و همکاران (۱۹۷۸) کیفیت غذایی میزبان در مدت نشو و نمای لاروهای بید سیب زمینی بسیار موثر است. به همین دلیل طول مدت یک نسل این حشره روی ارقام مختلف یکسان نیست. پرتیسولی[3] و همکاران (۲۰۰۳) طول دوره زندگی حشره نر و ماده بید سیب زمینی تحت دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۳۱/۴ و ۳۳/۴ روز گزارش کردند. همچنین کوتاه بودن طول دوره لاروی روی رقم آریندا نشان دهنده مطلوبیت این رقم نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه برای بید سیب زمینی بوده است. تفاوت‌هایی که در بقا و نشو نمای حشرات روی ارقام مختلف وجود دارد احتمالا ناشی از اثرات آنتی بیوزی، ترکیبات متفاوت غذایی تغذیه شده، سفت بودن لایه پریکارب بافت گیاه و متابولیت‌های ثانویه گیاهی باشد. کیفیت پایین غذای مورد تغذیه شب‌پره بید سیب زمینی می‌تواند روی نشو نمای آن تاثیر منفی بگذارد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد بین پارامترهای زیستی بید سیب زمینی روی پنج رقم غده سیب زمینی مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد که با نتایج صلواتی و همکاران (۱۳۹۵) و همچنین با نتایج گلی‌زاده و رزمجو (۲۰۱۰) و منصوری و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت. نتایج حاصل نشان می‌دهد که بین درصد نفوذ لاروها روی ارقام برگ و غده‌های سیب زمینی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. این موضوع نشان می‌دهد که ارقام مختلف تاثیر گذار بوده‌اند و این با نتایج مالاکر و تینجی (۲۰۰۶) مطابقت دارد. بانبا و آگریا کم‌ترین درصد نفوذ نسبت به لاروهای بید سیب زمینی را داشتند. می‌توان پیش بینی کرد که جمعیت

[1] Pereyra and Sánchez
[2] Gomaa
[3] Pratissoli

بید در نسل‌های متوالی روی برگ و غده رقم آگریا در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه رشد کم‌تری داشته و در نتیجه در مزرعه آلودگی این رقم به بید سیب زمینی کم‌تر خواهد بود. عوامل شیمیایی و تغذیه‌ای موجود در رقم‌های مختلف سیب زمینی نقش تعیین کننده‌ای در میزان تغذیه، نشو و نما، درصد بقا و باروری بید سیب زمینی دارند. درصد بقای لاروی و شفیره‌گی بید سیب زمینی با تغذیه از برگ و غده ارقام مختلف سیب زمینی نشان داد که بیش‌ترین درصد بقای لاروی و شفیرگی روی برگ و غده رقم آریندا مشاهده شد. کم‌ترین درصد نفوذ، بقای لاروی و شفیرگی در غده رقم آگریا مشاهده شد. تفاوت در میزان غذایی در غده ارقام مختلف و یا حضور غلظت‌های مختلف و ترکیبات سمی داخل غده ارقام مختلف ممکن است باعث بروز نتایج متفاوت شده باشد. برخی پژوهشگران معتقدند افزایش تلفات پس از نفوذ به داخل غده سیب زمینی به دلیل کمبود مواد غذایی و یا حضور ترکیبات سمی در داخل غده می‌باشد (مالاکر و تینجی، ۲۰۰۶؛ هورگان و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین صلواتی و همکاران (۱۳۹۵) بیش‌ترین و کم‌ترین درصد بقای حشره کامل ماده بید سیب زمینی به ترتیب روی رقم میلوا ۳۴/۲۹ ٪ و رقم درآگا ۱۷/۱۴ ٪ گزارش کردند.

آنتی بیوز تغذیه‌ای با اسانس گیاهی

اسانس روغنی گیاهان اثرات متفاوتی چون سمیت، اثر بازدارندگی از رشد و اثر ضد تغذیه‌ای دارند (ماچلین[1]، ۲۰۰۵). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که برگ پنج رقم سیب زمینی توام با اسانس گیاهی اختلاف معنی‌داری بر روی شاخص‌های طول دوره لاروی، شفیرگی، درصد نفوذ لاروی، درصد بقای لاروی و درصد بقای شفیرگی داشتند. بیش‌ترین طول دورهٔ لاروی روی برگ رقم آگریا توام با چهار اسانس گیاهی مشاهده شد. به همین علت آنتی بیوز قویتری داشته و حساسیت بیش‌تری روی حشره ایجاد می‌کنند. احتمالا بخاطر وجود متابولیت‌های ثانویه یا ترکیبات شیمیایی موجود در ارقام مختلف

[1] Mauchline

سیب زمینی بوده که روی رشد و نمو لاروی آفت تاثیر مخربی دارد و باعث ایجاد مقاومت آنتی بیوزی می‌شوند. همچنین در این پژوهش مشاهده شد که طول دوره لاروی، شفیرگی و طول دورهٔ زندگی حشره کامل در تیمار شاهد طولانی‌تر از برگ ارقام توام با اسانس‌های گیاهی بود که با نتایج موآواد (۲۰۰۰) مطابقت داشت. نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۷)، امید به زندگی در زمان ظهور حشرات کامل را در اسانس افسنطین، بومادران، ترخون و شاهد به ترتیب ۱۰/۵۰، ۱۱/۱۸، ۱۰/۶۰ و ۱۱/۴۶ روز گزارش کرد. طول دوره لاروی بید سیب زمینی در تحقیق حاضر از ۱۲/۱۳ روز روی رقم بانبا توام با اسانس مرزه تا ۱۵/۱۳ روز روی رقم آگریا شاهد در نوسان بود که نشان دهنده تاثیر متفاوت اثر ارقام توام با اسانس گیاهی مورد مطالعه روی این پارامتر است. رفیعی دستجردی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمود که اسانس مرزه با LC_{50} معادل ۰/۰۴۸ میکرولیتر بر لیتر هوا روی حشرات کامل بید سیب زمینی بیش‌ترین تاثیر را داشته است. دلیل اختلاف ممکن است بخاطر اجزای تشکیل دهنده اسانس‌ها در یک جنس مشخص گیاهی باشد (دی‌کی‌نوی[1] و همکاران، ۲۰۰۶) لذا این امکان وجود دارد که ترکیب‌های اسانس یک گونه خاص گیاهی بر اساس منطقه جغرافیایی انتشار آن گونه، روش‌های استخراج، قسمتی از گیاه که استخراج از آن انجام می‌شود و سن این قسمت گیاه و نیز وجود نژادهای شیمیایی برای گونه گیاهی متفاوت باشد (چاتاری[2] و همکاران، ۲۰۱۰). اثر متقابل برگ ارقام توام با اسانس‌های گیاهی بر روی درصد نفوذ لاروی نشان داد که لاروها روی برگ ارقام آگریا +اسانس آنغوزه، بانبا+ آنغوزه، پیکاسو+ پونه کوهی و بانبا + پونه کوهی صد درصد مرگ و میر را داشتند که این نتایج با یافته‌های رفیعی دستجردی و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. موآواد و عبادآه[3] (۲۰۰۷) گرد پاشی غده‌های سیب زمینی با غلظت ۱/۵ درصد از روغن هل *Elettaria cardamomum* و رزماری L *Rosmarinus officinalis* مخلوط شده با پودر تالک، درصد نفوذ لاروهای بید سیب زمینی را ۱۳/۳٪ و۲۳/۳ ٪ کاهش داده‌اند. نقی‌زاده (۱۳۹۲) نشان داد که استفاده از اسانس‌های افسنطین، بومادران و ترخون روی غده‌ها می‌تواند

[1] Duquesnoy
[2] Chaudhary
[3] Moawad and Ebadah

درصد نفوذ لاروهای سن اول بید سیب زمینی را به طور معنی‌داری کاهش دهد. دوگراماسی و تینجی (۲۰۱۰) گزارش کردند لاروهای که نشو ونمای کندتری روی ژرم پلاسم هیبرید 2 -Q174 داشتند. که آن را به بخاطر فراوانی بالای برخی از تریکوم‌های خاص روی برگ ژرم پلاسم‌ها نسبت دادند این ویژگی باعث ایجاد اختلال در نفوذ لاروهای سن اول به داخل برگ می‌شود. همچنین کم‌ترین درصد بقای لاروی و شفیرگی در تیمار شاهد مشاهده شد. شلک و همکاران (۱۹۸۷) اثرات لاروکشی برخی اسانس-های گیاهی را روی آفت بید سیب زمینی بررسی کردند و نشان دادند که پوست لیمو ترش تا ۶۰٪ بازدارندگی از تغذیه لاروها داشتند. در این آزمایش بین مجموع دوره‌های قبل از بلوغ و دوره زندگی حشره کامل بر روی برگ ارقام توام با اسانس گیاهان معنی‌دار نبود. در آزمایش غده‌های توام با اسانس گیاهی بر خلاف آزمایش برگ‌های تیمار شده با اسانس گیاهی طولانی‌ترین دوره‌های چرخه زیستی روی غده‌های تیمار شده مشاهده شد. غده‌های سیب زمینی توام با اسانس گیاهی بر مجموع دوره‌های نابالغ و حشره کامل و درصد بقای لاروی و شفیرگی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در حالی که اثر ارقام توام با اسانس‌های گیاهی بر درصد نفوذ معنی‌دار بود که با یافته‌های موآواد (۲۰۰۰) مطابقت داشت که بیان کرد روغن پاشی سطح غده‌های سیب زمینی به وسیله روغن‌های طبیعی و تجاری گونه‌ای نعناع *Mentha citratus*، علف لیمو *Cymbopogon citratus*، جوز هندی *Myristica fragrans* و α- ionon با غلظت۱ درصد باعث کاهش درصد نفوذ لاروهای بید سیب زمینی به داخل غده می‌گردند. خسارت نفوذ لاروهای بید سیب زمینی روی برگ‌های سیب زمینی در مقایسه با آلودگی غده‌های سیب زمینی نسبتا کم‌تر است (گرافت، ۲۰۰۷). در گونه‌های جنس *سولانوم* مکانیسم‌های مقاومت علیه حشرات آفت مشاهده شده است. که گلیکوآلکالوئیدها موجود در برگ می‌توانند به عنوان ترکیبات حشره‌کش عمل کنند (لاچمن، ۲۰۰۱). کیفیت و کمیت عناصر غذایی تغذیه شده توسط حشره بر روی درصد بقای لاروی و شفیرگی آن تاثیر گذار است. همچنین حشرات برای گذراندن مراحل نابالغ وابستگی زیادی به عناصر غذایی موجود در گیاه میزبان دارد. زیرا ارقام دارای مقاومت نسبی هستند که باعث می‌شوند اثر

بخشی سایر روش‌های مهار آفت را با کند کردن مراحل قبل از بلوغ و طولانی کردن زمان رسیدن به مرحله نتاج افزایش دهند (زالوکی، ۲۰۰۲).

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادات

نتیجه‌گیری

در ارتباط با افزایش خسارت بید سیب زمینی طی انبارداری نکته کلیدی، آلودگی اولیه غده‌های سیب زمینی است (هانافی[1]، ۱۹۹۹). برای کنترل خسارت بید سیب زمینی در مزرعه از حشره‌کش‌های شیمیایی مختلف استفاده می‌شود. اما به دلیل نگرانی در مورد دوره‌ی کارنس آن‌ها امکان سمپاشی غدد بلافاصله قبل از انبارداری وجود ندارد (لیسی و نون، ۲۰۰۶) نتایج بدست آمده از بررسی حاضر چنانچه با مطالعات مزرعه‌ای نیز تایید و تکمیل شود این امکان را فراهم می‌سازد تا پیش‌بینی نماییم که اسانس‌های گیاهان مورد نظر می‌توانند جمعیت بید سیب زمینی را در مزارع بدون نگرانی در مورد باقی مانده‌ی سموم روی غده‌ها کاهش دهد و از این طریق سطح آلودگی ثانویه‌ی غده در انبار کاهش می‌یابد. بکار بردن اسانس‌های گیاهان باعث کاهش یا قطع حشره‌کش‌های با دامنه اثر گذاری وسیع شده، افزایش جمعیت دشمنان طبیعی و تنوع آن‌ها را سبب می‌شوند و می‌توانند نقش مهمی در کنترل جمعیت آفت در دراز مدت داشته باشند. اخیرا استفاده از اسانس گیاهان به دلیل دارا بودن خاصیت انتخابی و اثر سوء کم روی محیط زیست و موجودات غیر هدف از پتانسیل بالایی برخوردار هستند (ایسمان ۲۰۰۶).

در این پژوهش به بررسی اثرات دورکنندگی و بازدارندگی تخم‌ریزی (آنتی زنوز) و برخی از پارامترهای زیستی (آنتی بیوز) شب پره بید سیب زمینی روی ارقام مختلف سیب زمینی و همچنین اثرات متقابل ارقام مختلف سیب زمینی (برگ و غده) و اسانس گیاهان پرداخته شد. براساس نتایج بدست آمده از اثر ارقام (غده، برگ) مختلف سیب زمینی، می‌توان گفت که رقم آگریا (غده) و رقم بانبا (برگ) به دلیل میزان تخم‌ریزی پایین حشرات بالغ و کاهش نفوذ لاروهای سن اول بید سیب زمینی میزبان نامناسبی بوده و به عنوان رقم مقاوم به این آفت محسوب می‌شود و بر همین اساس رقم آریندا به عنوان رقم حساس در برگ و غده سیب زمینی شناخته شد. علت مقاومت رقم آگریا و بانبا نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه می‌تواند به غلظت بیش‌تر ترکیبات شیمیایی ثانویه، موانع فیزیکی موجود بر روی تریکوم-های غده و برگ، کیفیت غذایی، سخت بودن بافت غده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این ارقام

[1] Hanafi

مربوط باشد. بنابراین با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان رقم آگریا و بانبا را به علت مقاومت نسبی بالاتر نسبت به سایر ارقام، به عنوان یک رقم نسبتا مناسب در کنترل بید سیب زمینی جهت کشت در مزرعه استفاده نمود. نتایج بدست آمده از اثر متقابل ارقام مختلف سیب زمینی (آگریا، آریندا، کایزر، رانومی و سانته) توام با اسانس گیاهی (آنغوزه، پوست لیمو، پونه کوهی و مرزه) در بازدارندگی تخم‌ریزی حشرات کامل و دورکنندگی تغذیه‌ی لاروهای بید سیب زمینی می‌توان گفت که اسانس آنغوزه بر روی برگ و اسانس پونه کوهی بر روی غده‌های سیب زمینی بیش‌ترین اثر گذاری را داشته در حالی که تاثیر اسانس گیاهان دیگر بر روی ارقام مورد مطالعه ناچیز بوده است. این افزایش درصد بازدارندگی و دورکنندگی را می‌توان به مواردی که در آنتی‌زنوز اشاره شده ربط داد. با توجه به کم خطر بودن ترکیبات گیاهی برای موجودات غیر هدف، پایداری کم در محیط زیست و سهولت امکان ثبت آن‌ها به عنوان آفت‌کش، می‌توان از آن‌ها به عنوان جایگزین مناسب برای سموم شیمیایی متداول استفاده نمود. نتایج بدست آمده از آزمایش آنتی‌بیوز اثر متقابل ارقام توام با اسانس گیاهان مورد مطالعه بر درصد نفوذ و درصد بقای لاروهای سن اول بید سیب زمینی معنادار بوده است. همچنین بر روی طول دوره لاروی و شفیره‌گی در اثر متقابل برگ اختلاف معنی‌دار بوده در حالی که در غده این شاخص‌ها اختلاف معنی‌دار نشان نداد. بعلاوه شایسته است که اثرات ارقام با مقاومت نسبی در ترکیب با کاربرد اسانس آنغوزه و پونه کوهی در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت در نظر گرفته شود.

پیشنهادات

۱- استفاده از اسانس‌های گیاهان در مزرعه و انبار به منظور کاهش تخم‌ریزی حشره کامل و کاهش جمعیت بید سیب زمینی در نسل‌های آینده

۲- انجام مطالعات تکمیلی در شرایط گلخانه‌ای بر ارزیابی دقیق‌تر مقاومت ارقام مختلف سیب زمینی نسبت به بید سیب زمینی

۳- انجام مطالعات تکمیلی در شرایط گلخانه‌ای بر روی استفاده از ارقام مقاوم وتوام با اسانس‌های گیاهی

۴- بررسی و شناسایی نقش عوامل فیزیکی و شیمیایی ارقام نسبتا مقاوم نسبت به بید سب زمینی

منابع

احمدی، ب. جلالی سندی، ج. (۱۳۸۳) "تاثیر حشره‌کش عصاره نعناع *Mentha sativa* و مرزه *Satureja hortensis* علیه حشرات بالغ سرخرطومی برنج *Sitophilus oryzae*"، شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، صفحه ۱۹۵.

اسماعیلی، ن. (۱۳۹۰)، پایان نامه ارشد: "مقایسه پارامترهای زیستی بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep: Gelechiidae) روی ارقام مختلف سیب زمینی در شرایط آزمایشگاهی"، دانشگاه محقق اردبیلی.

اسماعیلی، ن. گلی‌زاده، ع. رفیعی دستجردی، ه. رزمجو، ج. (۱۳۹۲) "زیست شناسی بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) روی برگ ده رقم سیب زمینی در شرایط آزمایشگاهی"، نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۷، شماره ۱، صفحه ۶۳-۵۵.

اکرمی، ه. محرمی پور، س. ایمانی، س. (۱۳۸۷) "مقایسه سمیت تنفسی اسانس آویشن *Thymus kotschyanus* و پونه *Mentha longifolia* علیه شب پره آرد *Ephestia kuehniella*"، هیجدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. صفحه ۱۲۰.

بنده‌بروجنی، ش. زندی سوهانی، ن. رمضانی، ل. (۱۳۹۴)، "ترکیبات شیمیایی و اثرات حشره‌کشی اسانس برگ نارنج .*Citrus aurantium* L بر سه آفت مهم انباری". مجله علمی کشاورزی، جلد ۳۸، شماره ۴، صفحه ۱۶-۱.

بی‌نام، (۱۳۹۲الف)، سیب زمینی: مقدمه Potato از محصولات غده‌ای است، ۹۳، ص. tarvij.agri-es.ir/Portals/2/sibzamini.pdf

پارابی، ب. (۱۳۹۲)، پایان نامه ارشد: "مطالعه اثرات کشندگی و غیر کشندگی حشره‌کش‌های دینوتئفوران، تیامتوکسام و پیریدالیل روی بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep: Gelechiidae) تحت شرایط آزمایشگاهی"، دانشگاه محقق اردبیلی.

پیرایش‌فر، ف. صراف معیری، ح. ر. کاوسی، ا. (۱۳۹۰)، "اثرات کشندگی اسانس‌های آویشن، باریجه و پونه روی کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae*"، مجموعه مقالات اولین کنگره علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی. صفحه ۴۸۲.

ترابی گودرزی، م. شریعت پناهی، س.ن. حدادزاده، ح.ر. (۱۳۹۳). "روش‌های کنترل حشرات با استفاده از گیاهان دارویی در طب سنتی ایران". مجله‌ی طب سنتی اسلام و ایران، صفحه ۱۱-۱.

تقی زاده سارو کلایی، ا. نوری قنبلانی، ق. رفیعی دستجردی، ه. هادیان، ج. (۱۳۹۴). " حساسیت سوسک کلرادوی سیب زمینی(*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Col:Chrysomelidae به اسانس و ترکیبات عمده چند گیاه دارویی"، نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۹، شماره ۲، صفحه ۲۴۹-۲۳۸.

ثابتی، ح. (۱۳۴۴) "**درختان و درختچه‌های ایران**"، انتشارات دانشگاه تهران.

چهل ستونی، م.س. (۱۳۹۴)، پایان نامه ارشد: " تاثیر تیمارهای قبل از برداشت کلسیم و بور و پس از برداشت نانو نقره سنتزی بر پایه کربن بر عمر گلجای لیلیوم رقم Dazzel"، دانشگاه صنعتی شاهرود.

حبیبی، ج. (۱۳۶۵) "بررسی‌های مقدماتی بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* یک آفت جدید و قرنطینه‌ای در کرج و فارس". خلاصه مقالات هشتمین کنگره گیاهپزشکی ایران، اصفهان.

حسنی کاخکی، م. (۱۳۹۱)، پایان نامه ارشد: "بررسی تاثیربرخی گونه‌های نماتودهای بیمارگر حشرات روی بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep: Gelechiidae) در شرایط آزمایشگاه"، دانشگاه فردوسی مشهد.

حمزه‌وی، ف. (۱۳۹۵)،"سنجش میزان دورکنندگی ترکیبات شیمیایی و گیاهی روی حشرات"، سومین کنفرانس بین المللی مهندسی محیط زیست، صفحه ۵-۱.

خرمی ف (۱۳۹۱)، پایان نامه ارشد: "اثر اسانس‌های اسطوخودوس و مرزنجوش روی برخی خصوصیات بید سیب زمینی (*Phthorimaea operculella* Zeller (Lep: Gelechiidae)"، دانشگاه محقق اردبیلی.

خرمی ف. رفیعی دستجردی ه. حسن‌پور م. و اسماعیل پور ب. (۱۳۹۳)، " تاثیر غلظت‌های کشنده و زیر کشنده‌ی اسانس‌های اسطوخودوس *Lavandula angustifolia* L. و مرزنجوش *Origanum vulgare* Mill. روی پارامترهای جدول زندگی بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep: Gelechiidae) "، مدیریت آفات کشاورزی، جلد ۱، شماره۲، صفحه ۵۱-۴۱.

رفیعی، م. رجایی، ه. (۱۳۹۰)، " تمایزیابی کیسه‌های ترشحی اسانس و رابطه آن با تکوین گل و میوه لیموترش (*Citrus limon* (L.) Burm.f.)"، زیست شناسی گیاهی، صفحه ۶۸-۵۹.

ریاضی، م. خواجه علی، ج. پورجواد، ن. بلندنظر، ع.ر. (۱۳۹۴) "اثر کشندگی و دورکنندگی فرمولاسیون اسانس نعناع بر شته جالیز در شرایط گلخانه"، علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. صفحه ۱۶۹-۱۷۹.

زرگری، ع. (۱۳۶۲)، **"گیاهان دارویی"**، جلد سوم. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

شاکرمی، ج. (۱۳۸۳)، رساله دکتری: "بررسی اثرات حشره‌کشی اسانس‌ها آلکالوئیدهای استروئیدی و ایندولی چهار گیاه روی برخی از حشرات و شناسایی ترکیب شیمیایی آن‌ها"، دانشگاه تربیت مدرس.

شاه‌میرزایی، ز. ایزدی، ح. ایمانی، س. (۱۳۹۵) "بررسی سمیت تنفسی و تماسی اسانس *Mentha longifolia L.* بر علیه شپشه آرد (*Tribolium castaneum* Herbst)"، دو ماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۳۲، شماره ۳، صفحه ۵۵۹-۵۵۵.

شفیعی، م. (۱۳۹۴)، پایان نامه ارشد: "ارزیابی پارامترهای زیستی بید سیب زمینی، *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep.: Gelechiidae) روی برخی ارقام سیب زمینی در دماهای مختلف"، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان.

صحاف، ب. ز. (۱۳۸۵)، پایان نامه ارشد: "اثرات حشره کشی اسانس زنیان *Carum copticum* و پنج انگشت *Vitex pseudo-negundo* روی برخی از آفات انباری"، دانشگاه تربیت مدرس.

صدیقی، ع. ر. (۱۳۹۵)، پایان نامه ارشد: "ارزیابی مقاومت ارقام مختلف گوجه فرنگی *Lycopersicum esculentum* Miller نسبت به شب‌پره مینوز گوجه فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) در شرایط آزمایشگاهی"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

صراف معیری، ح.ر. پیرایش فر، ف. کاوسی، ا. (۱۳۹۲) " اثر دورکنندگی سه اسانس گیاهی روی کنه تارتن دولکه ای *Tetranychus urticae*" ، جلد ۴۴، شماره ۱، صفحه ۱۱۲-۱۰۳.

صلواتی، س. غباری، ح. صادقی، ا. معروفپور، م. (۱۳۹۶)، "پارامترهای زیستی بید سیب زمینی، *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep: Gelechiidae) روی غده شش رقم سیب زمینی در شرایط آزمایشگاهی". تحقیقات آفات گیاهی، جلد ۷، شماره ۲، صفحه ۳۷-۵۲.

فتحی، ع. ا. بهرو بنمار، ر. نوری قنبلانی، ق. ناصری، ب. (۱۳۹۴)، "ارزیابی مطلوبیت نسبی شش رقم سیب زمینی نسبت به مینوز گوجه فرنگی، *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae)". نامه انجمن حشره شناسی ایران، جلد ۳۵، شماره ۲، صفحه ۲۳-۱۳.

فرجی، ز. سرایلو، م. ح. صالحی، ل. (۱۳۹۴)، " اثر اسانس و پودر گیاهان آویشن شیرازی، مورد، گلپر، بر میزان تخم‌ریزی بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep.: Gelechiidae)."، فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی جلد ۷، شماره ۲، صفحه ۱۷۱-۱۸۰.

قاسمی، و. (۱۳۸۸)، پایان نامه ارشد "تأثیر مسمومیت تنفسی چهار عصاره گیاهی گیاه بر روی *Varroa destructor* و *Apis mellifera*، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

قانع جهرمی، م. پورمیرزا، ع. صفر علیزاده، م. (۱۳۹۲)، " اثر دورکنندگی سیرینول روی لارو و حشرات کامل *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col.: Tenebrionidae) و *Oryzaephilus*

surinamensis (L.) (Col.: Cucujidae) با سه روش آزمایشگاهی"، نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۷، شماره ۲، صفحه۱۹۹-۱۹۲.

قنبلانی، ن. محمد حسینی، ق. یغمائی، ف. (۱۳۷۴)، "مقاومت گیاهان به حشرات"، انتشارات جهاد کشاورزی مشهد. ۲۷۹ صفحه.

کروبی‌زاده، س. نوری قنبلاتی، ق. ولی‌زاده، م. (۱۳۸۰) "ارزیابی مانیسم‌های مقاومت به سوسک کلرادوی سیب زمینی *Leptinotarsa decemlineata* (Say)، در ۲۰ رقم زراعی سیب زمینی"، مجله دانش کشاورزی، جلد ۱۱، شماره ۳، صفحه ۴۷-۵۴.

محرمی‌پور، س. شجاعی، م. (۱۳۶۸) " روش آزمایشگاهی تولید انبوه بید سیب زمینی به منظور استفاده در مبارزه بیولوژیک" نهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۴۸.

مشهدی تفرشی، ز. (۱۳۹۰)، پایان نامه ارشد: "اثرات کشندگی و غیر کشندگی حشره‌کش‌های آبامکتین و دلتامترین روی بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep.: Gelechiidae)"، دانشگاه محقق اردبیلی.

مصدق، م. کمالی‌نژاد، م. شریف‌آبادی، آ. اصفهانی، ب. (۱۳۸۳). "بررسی و مقایسه روغن فرار حاصل از برگ سه گیاه نارنج، لیمو ترش و نارنگی"، فصلنامه گیاهان دارویی، شماره ۱۱، صفحه ۶-۱.

منصوری، س. م. نوری قنبلانی، ق. فتحی، س. ع. ا. رزمجو، ج. ناصری، ب. (۱۳۹۱)، " پارامترهای زیستی بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep.: Gelechiidae) روی غده‌ی تعدادی از ژرم پلاسم‌های سیب زمینی. نامه‌ی انجمن حشره شناسی ایران، صفحه ۱۲۵-۱۵۰.

منصوری، س.م. فتحی، س.ع. نوری قنبلانی، ق. رزمجو، ج. ناصری، ب. (۱۳۹۲)، "ترجیح میزبانی بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* (Lep.: Gelechiidae) روی برگ‌های ۱۲ژرم پلاسم سیب زمینی"، نشریه حفاظت گیاهان (علوم صنایع غذایی)، جلد ۲۷، شماره ۲، صفحه ۲۳۷-۲۳۱.

مهدوی عرب، ن. عبادی، ر. حاتمی، ب. طالبی جهرمی، خ. (۱۳۸۶)، "بررسی اثر حشره کشی عصاره برخی از گیاهان روی سوسک چهار نقطه ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* F. در آزمایشگاه وکرم برگخوار چغندر قند *Laphigma exigua* H. در گلخانه"، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۲ (الف): ۲۳۴-۲۲۱.

ناظمی رفیع، ج. محرمی پور، س. (۱۳۸۶)، "اثرات دور کنندگی عصاره های گیاهان خرزهره *Nerium oleander* L.، اسطوخودوس *Lavandula officinalis* L. و *Ferula assafoetida* L.*(Apiaveae)* روی شپشه آرد *Tribolium castaneum* (Herbst)"، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، شماره ۴، صفحه ۴۵۲-۴۴۳.

ناظمی رفیع، ج. محرمی‌پور، س. مروتی، م. طالبی، ع. (۱۳۸۳)، "تاثیر عصاره الکلی آنغوزه *Ferula assa-foetida* برروی شاخص‌های تغذیه‌های لارو سن دوم شب پره آرد *Ephestia kuehniella* "، شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. صفحه ۲۳۳.

ناظمی رفیع، ج. محرمی پور، س. مروتی، م. طالبی، ع. (۱۳۸۳)، "تأثیر عصاره های خرزهره *Nerium oleander* L.، اسطوخودوس *Lavandula officinalis* L. و *Ferula assafoetida* L.*(Apiaveae)* روی لارو شب‌پره آرد (*Ephestia kuehniella*). شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. صفحه ۲۲۵.

نوتاش، ع. (۱۳۹۵)، پایان نامه ارشد: "شناسایی ارقام مقاوم سیب زمینی در برابر بید سیب زمینی و بررسی تاثیر اسانس دارچین و نعناع فلفلی روی برخی پارامترهای زیستی آن روی ارقام مقاوم"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه.

Abd El-Aziz, F. M. (2011). Bioactivities and Biochemical Effects of Marjoram Essential Oil used against Potato Tuber Moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera:

Gelechiidae)**.** Life Science Journal. 2011;8(1):288- 297. (ISSN:1097–8135). http://www.lifesciencesite.com

Abdallah, Y. E. Y., Abdel- wahed, M. S., & Youssef, G. A. (2012). Life table parameters as indicator of potato varieties susceptibility to infestation with *Phthorimaea operculella* (Zeller). Egyptian Journal of Biological Sciences **5**(1): 136-127.

Alvarez, J. M., Dotseth, E. J., & Nolte, P. (2005). *Potato tuberworm: a threat for Idaho potatoes*. University of Idaho Extension, Idaho Agricultural Experiment Station.

Appel, A. G., Gehret, M. J., & Tanley, M. J. (2001). Repellency and toxicity of mint oil to American and German cockroaches (Dictyoptera: Blattidae and Blattellidae). *J. Agric. Urban Entomol*, *18*(3), 149-156.

Appex, J. (1987). The storage of food grains and seed. The tropical agriculturalist, Mamillan, London, 148p.

Arnault, I., Decoux, M., Reyer, D. D., & Auger, J. (2010). Efficiency comparison of three attractant products against webbing clothes moth *Tineola bisselliella* (Hummel) (Lepidoptera: Tineidae) using an adapted four arms olfactometer. *Julius-Kühn-Archiv*, (425), 77-78.

Arnone, S., Musmeci, S., Bacchetta, L., Cordischi, N., Pucci, E., Cristofaro, M., & Sonnino, A. (1998). Research inSolanum spp. of sources of resistance to the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). *Potato Research*, *41*(1), 39-49.

Awmack, C. S., & Leather, S. R. (2002). Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual review of entomology*, *47*(1), 817-844.

Ayvaz, A., Albayrak, S., & Karaborklu, S. (2008). Gamma radiation sensitivity of the eggs, larvae and pupae of Indian meal moth Plodia interpunctella (Hübner)(Lepidoptera: Pyralidae). *Pest management science*, *64*(5), 505-512.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils–a review. *Food and chemical toxicology*, *46*(2), 446-475.

Bamoniri, A., & Mazoochi, A. (2009). Determination of Bioactive and Oactive and Fragrant Molecules From Leaves and Fruits of Ferula assa-foetida L. Growing in Central Iran By Nano Scale Injection. *Digest Journal of Nanomaterials & Biostructures (DJNB)*, *4*(2).

Buchbauer, G. (2000). The detailed analysis of essential oils leads to the understanding of their properties. *Perfumer & flavorist*, *25*(2), 64-67.

Caparros Megido, R., Brostaux, Y., Haubruge, E., Verheggen, F.J. (2013). Propensity of the tomato leafminer, Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae), to develop on four potato plant varieties. American Journal of potato Reseach, 90, 255-260.

Capinera, J. L. (2001) *Handbook of vegetable insects*. 729 pp. Academic Press, New Yourk. USA.

Chaudhary, A., Sharma, P., Nadda, G., Tewary, D.K. & Singh, B., (2010). Chemical composition and larvicidal activities of the Himalayan cedar, *Cedrus* deodara essential oil and its fractions against the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Journal of Insect Science*, 11(157): 1-10.

Chaubey, M. K. (2007). Insecticidal activity of Trachyspermum ammi (Umbelliferae), Anethum graveolens (Umbelliferae) and Nigella sativa (Ranunculaceae) essential oils against stored-product beetle *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *African Journal of Agricultural Research*, *2*(11), 596-600.

Chaubey, M. K. (2007). Toxicity of essential oils from Cuminum cyminum (Umbelliferae), Piper nigrum (Piperaceae) and Foeniculum vulgare (Umbelliferae) against stored-product beetle *Tribolium castaneum* Herbst (Coleopetera: Tenebrionidae). *Electronic Journal of Environmental Agricultural and Food Chemistry*, *6*, 1719-1727.

Chaubey, M. K. (2008). Fumigant toxicity of essential oils from some common spices against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of oleo science*, *57*(3), 171-179.

Choi, W. I., Lee, E. H., Choi, B. R., Park, H. M., & Ahn, Y. J. (2003). Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, *96*(5), 1479-1484.

Das, G. P. (1995). Plants used in controlling the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). *Crop protection*, *14*(8), 631-636.

Das, G. P., Magallona, E. D., Raman, K. V., & Adalla, C. B. (1993). Growth and development of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), on resistant and susceptible potato genotypes in storage. *Philippine Entomologist*, *9*, 15-27.

Deevey Jr, E. S. (1947). Life tables for natural populations of animals. *The Quarterly Review of Biology*, *22*(4), 283-314.

Desmarchelier, J. M. (1994). Grain protectants: trends and developments. *Stored product protection*, *2*, 722-728.

Dogramaci, M., & Tingey, W. M. (2010). Performance of a North American field population and a Laboratory colony of the potato tuberworm, *Phthorimaea oprculella*, on foliage of resistant and susceptible potato clones. *Journal of Insect Science*, 10:80 available online: insectscience. Org/ 10.80.

Duquesnoy, E., Dinh, N. H., Castola, V., & Casanova, J. (2006). Composition of a pyrolytic oil from Cupressus funebris Endl. of Vietnamese origin. *Flavour and fragrance journal*, *21*(3), 453-457.

El Sinary, N. H. Z. (1995). Magnitude and applicability of gamma radiation and controlled atmospheres to minimize the hazards of potato tubermoth, *Phthorimaea operculella* Zeller Lepidoptera: Gelechiidae.

Enan, E. (2001). Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, *130*(3), 325-337.

Erdoğan, P., & Toros, S. (2007). Investigations on the effects of Xanthium strumarium L. extracts on Colorado potato beetle, Leptinotarsa decemlineata(Say, 1824)(Coleoptera: Chrysomelidae). *Munis Entomology and Zoology*, *2*, 423-432.

Espina, L., Somolinos, M., Lorán, S., Conchello, P., García, D., & Pagán, R. (2011). Chemical composition of commercial citrus fruit essential oils and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes. *Food control*, *22*(6), 896-902.

Fallatah, S.A.B. (2003). Bioactivity and histopathological effects of some plant products and microbial pesticides against the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zell.) (Lepidoptera: Gelechiidae). Ph.D. Thesis, Department of Zoology, *Girls College of Science, Dammam, Saudi Arabia.*

Falodun, A., Siraj, R., & Choudhary, M. I. (2009). GC-MS analysis of insecticidal leaf essential oil of Pyrenacantha staudtii Hutch and Dalz (Icacinaceae). *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, *8*(2).

FAO statistical database. (2012). Available at: faostat.org. Accessed on 26 August 2013.

Fathi, S. A. A. (2014). Screening of the susceptibility of newly released genotypes of potato to thrips infestation under field conditions in northwest Iran. *Crop Protection*, *62*, 79-85.

Fenemore, P. G. (1978). Oviposition of potato tuber moth, Phthorimaea operculella Zell.(Lepidoptera: Gelechildae); the physical nature of the oviposition substrate. *New Zealand journal of zoology*, *5*(3), 591-599.

Foley, D. H. (1985). Tethered flight of the potato moth, *Phthorimaea operculella*. *Physiological entomology*, *10*(1), 45-51.

Foot, M. A. (1979). Bionomics of the potato tuber moth, Phthorimaea operculella (Lepidoptera: Gelechiidae), at Pukekohe. *New Zealand Journal of Zoology*, *6*(4), 623-636.

Fraenkel, G. (1969). Evaluation of our thoughts on secondary plant substances. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *12*(5), 473-486.

García, M., Donadel, O. J., Ardanaz, C. E., Tonn, C. E., & Sosa, M. E. (2005). Toxic and repellent effects of Baccharis salicifolia essential oil on Tribolium castaneum. *Pest management science*, *61*(6), 612-618.

Ghotbabadi, F.S., Alizadeh, A., Zadehbagheri, M., Kamelmanesh, M., Shaabani, M. (2012). Effect of different ontogenesis conditions on essential oil composition of *Satureja hortensis* L. cultivated in Iran. *Advances in Environmental Biology* 6(2): 636-640.

Gibson, R. W. (1976). Trapping of the spider miteTetranychus urticae by glandular hairs on the wild potatoSolanum berthaultii. *Potato Research*, *19*(2), 179-182.

Golizadeh, A., & Razmjou, J. (2010). Life table parameters of *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), feeding on tubers of six potato cultivars. *Journal of economic entomology*, *103*(3), 966-972.

Gomaa, A. A., El- Sherif, S., & Hemeida, I. A. (1978). On the biology of potato tuber worm, Phthorimaea operculella Zeller (Lepidoptera, Gelechiidae). *Journal of Applied Entomology*, *86*(14), 290-294.

Graft J.E. (1917). The potato tuber moth. Technical Bulletin. USDA 427, 58.

Guerra, P. C., Molina, I. Y., Yabar, E., & Gianoli, E. (2007). Oviposition deterrence of shoots and essential oils of Minthostachys spp.(Lamiaceae) against the potato tuber moth. *Journal of applied entomology*, *131*(2), 134-138.

Hamilton, J. T., (1985). potato moth. potato moth. department of agriculture new south wales Agfact H8. AE. 5.

Hanafi, A. (1999). Integrated pest management of potato tuber moth in field and storage. *Potato Research*, *42*(2), 373-380.

Hannour, K., Boughdad, A., Maataoui, A., & Bouchelta, A. (2017). Chemical composition and toxicity of Moroccan Rosmarinus officinalis (Lamiaceae) essential oils against the potato tuber moth, Phthorimaea operculella (Zeller, 1873) Zeller (Lepidoptera, Gelechiidae). Journal of Materials and Environmental Sciences ISSN : 2028-2508.

Hansen, L. S., & Jensen, K. V. (2002). Effect of temperature on parasitism and host-feeding of *Trichogramma turkestanica* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on Ephestia kuehniella (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, *95*(1), 50-56.

Hansson, B. S. (2002). A bug's smell–research into insect olfaction. *Trends in neurosciences*, *25* (5), 270-274.

Heidaripour M. (1991). Ferula assa fietida. Kerman natura resources engineering organization Iran. PP.4-30.

Horgan, F. G., Quiring, D. T., Lagnaoui, A., & Pelletier, Y. (2009). Effects of altitude of origin on trichome-mediated anti-herbivore resistance in wild Andean potatoes. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, *204*(1), 49-62.

Horton, D. R., Chauvin, R. L., Hinojosa, T., Larson, D., Murphy, C., & Biever, K. D. (1997). Mechanisms of resistance to Colorado potato beetle in several potato lines and correlation with defoliation. *Entomologia experimentalis et applicata*, *82*(3), 239-246.

Huotari, M. (2004). Odour sensing by insect olfactory olfactory receptor neurons: measurements ofodours based on action potential analysis. University of Oulu, Finland. 76 p.

Ilboudo, Z., Dabiré, L. C. B., Nébié, R. C. H., Dicko, I. O., Dugravot, S., Cortesero, A. M., & Sanon, A. (2010). Biological activity and persistence of four essential oils towards the main pest of stored cowpeas, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, *46*(2), 124-128.

Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.*, *51*, 45-66.

Isman, M. B., & Machial, C. M. (2006). Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. *Advances in phytomedicine*, *3*, 29-44.

Isman, M. B., Machial, C. M., Miresmailli, S., & Bainard, L. D. (2007). *Essential oil-based pesticides: new insights from old chemistry*. Wiley-VCH, Weinheim, Germany.

Kabir, A. (1994). Laboratory studies on the oviposition and generation production of the potato tube moth, *Phthorimaea opeculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Bangladesh Journal of Zoology*, *22*, 25-28.

Katsoyannos, B. I., Boller, E. F., & Remund, U. (1980). A simple olfactometer for the investigation of sex pheromones and other olfactory attractants in fruit flies and moths. *Journal of Applied Entomology*, *90*(1- 5), 105-112.

Keasar, T., & Steinberg, S. (2008). Evaluation of the parasitoid Copidosoma koehleri for biological control of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*, in Israeli potato fields. *Biocontrol Science and Technology*, *18*(4), 325-336.

Kéita, S. M., Vincent, C., Schmit, J. P., Arnason, J. T., & Bélanger, A. (2001). Efficacy of essential oil of Ocimum basilicum L. and O. gratissimum L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae]. *Journal of Stored Products Research*, *37*(4), 339-349.

Kéïta, S. M., Vincent, C., Schmit, J. P., Ramaswamy, S., & Bélanger, A. (2000). Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of stored products Research*, *36*(4), 355-364.

Ketoh, G. K., Koumaglo, H. K., & Glitho, I. A. (2005). Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from Cymbopogon schoenanthus L. Spreng.(Poaceae), and the wasp Dinarmus basalis (Rondani)(Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of stored products research*, *41*(4), 363-371.

Khorrami, F. (2012). The effect of essential oils of *Lavandula angustifolia* and *Origanum vulgare* on some biological characteristics of *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Doctoral dissertation, M. Sc. Thesis, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili).

Khorrami, F., Rafiee, D. H., Hassanpour, M., & Esmaeilpour, B. (2014). The lethal and sub-lethal effect of essential oils of Lavandula angustifolia L. and Origanum vulgare Mill. on life table parameters of *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). Agricultural Pest Management, 1(2): 41-51.

Kim, D. S., & Lee, J. H. (2002). Egg and larval survivorship of *Carposina sasakii* (Lepidoptera: Carposinidae) in apple and peach and their effects on adult population dynamics in orchards. *Environmental entomology*, *31*(4), 686-692.

Kline, D. L., Bernier, U. R., Posey, K. H., & Barnard, D. R. (2003). Olfactometric evaluation of spatial repellents for Aedes aegypti. *Journal of medical entomology*, *40*(4), 463-467.

Koschier, E. H., & Sedy, K. A. (2001). Effects of plant volatiles on the feeding and oviposition of Thrips tabaci. *Thrips and Tospoviruses*, 185-187.

Koschier, E. H., & Sedy, K. A. (2003). Labiate essential oils affecting host selection and acceptance of Thrips tabaci Lindeman. *Crop protection*, *22*(7), 929-934.

Koul, O., Daniewski, W. M., Multani, J. S., Gumulka, M., & Singh, G. (2003). Antifeedant effects of the limonoids from Entandrophragma candolei (Meliaceae) on the gram pod borer, Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of agricultural and food chemistry*, *51*(25), 7271-7275.

Lacey, L. A., & Neven, L. G. (2006). The potential of the fungus, Muscodor albus, as a microbial control agent of potato tuber moth (Lepidoptera: Gelechiidae) in stored potatoes. *Journal of invertebrate pathology*, *91*(3), 195-198.

Lachman, J., Hamouz, K., Orsák, M., & Pivec, V. (2001). Potato glycoalkaloids and their significance in plant protection and human nutrition-review. *Rostlinna Vyroba-UZPI (Czech Republic)*.

Lagnaoui, A., Canedo V. & Douches, D. S. (2000) Evaluation of Btcry1Ia1 (cryV) transgenic potatoes on two species of potato tuberworm, *Phthorimaea operculella* and *Symmetrischema tangolias* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Peru. 1999-2000 CIP Program Report, 117-121.

Lahlou, M. (2004). Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy research*, *18*(6), 435-448.

Larrain, P. S., Guillon, M., Kalazich, J., Grana, F., and Vasquez, R. C. (2007). Efficacy of different rates of sexual pheromone of *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) in males of potato tuber moths captures. - *Agricultura Tecnica*, 67: 431-436.

Larraín, P., Guillon, M., Kalazich, J., Graña, F., & Vásquez, C. (2007). Efficacy of different rates of sexual pheromone of *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) in males of potato tuber moth captures. *Agric. Téc. (Chile)*, *67*, 431-436.

Liu, Z., Li, D., Gong, P., & Wu, K. (2004). Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants. *Environmental Entomology*, *33*(6), 1570-1576.

Lyytinen, A., Lindström, L., Mappes, J., Julkunen–Tiitto, R., Fasulati, S. R., & Tiilikkala, K. (2007). Variability in host plant chemistry: behavioural responses and life-

history parameters of the Colorado potato beetle (Leptinotarsa decemlineata). *Chemoecology*, *17*(1), 51-56.

Maede, M., Hamzeh, I., Hossein, D., Majid, A., & Reza, R. K. (2011). Bioactivity of essential oil from Satureja hortensis (Laminaceae) against three stored-product insect species. *African Journal of Biotechnology*, *10*(34), 6620-6627.

Mahboubi, M., Kazempour, N. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of *Satureja hortensis* and *Trachyspermum copticum* essential oil. *Iranian Journal of Microbiology* 3: 194-200.

Mahdavi, V., Rafiee-Dastjerdi, H., Asadi, A., Razmjou, J., Achachlouei, B. F., & Kamita, S. G. (2017). Effective Management of the Phthorimaea operculella (Zeller) Using PVA Nanofibers Loaded with *Cinnamomum zeylanicum* Essential Oil. *American Journal of Potato Research*, 1-11.

Malakar, R., & Tingey, W. M. (1999). Resistance of Solanum berthaultii foliage to potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology*, *92*(2), 497-502.

Malakar- Kuenen, R., & Tingey, W. M. (2006). Aspects of tuber resistance in hybrid potatoes to potato tuber worm. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *120*(2), 131-137.

Mansouri, S. M., Nouri-Ganbalani, G., Fathi, S. A. A., Razmjou, J. and Naseri, B. 2012. Life

Matsumura, F. (1985). Toxicology of Insecticides. Plenum Press. 598pp.

Matteson, P. C. (2000). Insect pest management in tropical Asian irrigated rice. *Annual review of entomology*, *45*(1), 549-574.

Mauchline, A. L., Osborne, J. L., Martin, A. P., Poppy, G. M., & Powell, W. (2005). The effects of non- host plant essential oil volatiles on the behaviour of the pollen beetle Meligethes aeneus. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *114*(3), 181-188.

Meisner, J., Asch, K.R., sand lavie, D .(1974). Phagostigmulants for the larva of the potato tuber moth, *Gnorimoschema operculella* Zell. 77, 77-106.

Moawad, S. S. (2000). *Utilization of some natural materials for protection of the potato crop from insect infestation* (Doctoral dissertation, Ph. D. thesis, faculty of science, Ain Shams University).

Moawad, S. S., & Ebadah, I. M. A. (2007). Impact of some natural plant oils on some biological aspects of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller)

(Lepidoptera: Gelechiidae). *Research Journal of Agriculture & Biotechnology Science*, *3*(2), 119-123.

Mohammadi, S. M., & Kabiri, R. M. (2015). Fumigant toxicity and repellency of Citrus limetta (L.) peel essential oil on four coleopteran stored product pests. *Journal of Plant Pests Research* 5 (2):61-72.

Mohan, S., & Fields, P. G. (2002). A simple technique to assess compounds that are repellent or attractive to stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, *38*(1), 23-31.

Moharramipour, S., Nazemi Rafih, J. (2008). Repellency of Nerium oleander L., Lavandulla officinalis L. and Ferula assafoetida L. extracts on *Tribolium castaneum* (Herbst). Iranian *Journal Medicinal and Aromatic Plants*, 23 (4): 443 -52.

Mona, F., El -Aziz, Abd. (2011). Bioactivities and Biochemical Effects of Marjoram Essential Oil used against Potato Tuber Moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). Life Science Journal, 1(1):211-212.

Mondal, M., & Khalequzzaman, M. (2006). Toxicity of Essential Oils Against Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Biotechnology Science*, 14: 43- 48.

Mumivand, H., Babalar, M., Hadian, J., Fakhr-Tabatabaei, M. (2011). Plant growth and essential oil content and composition of *Satureja hortensis* L. in response to calcium carbonate and nitrogen application rates. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(10): 1859-1866.

Naghizadeh, S., Rafiee-Dastjerdi, H., Golizadeh, A., Esmaielpour, B., & Mahdavi, V. (2017). The effects of essential oils of Artemisia absinthium L., Achillea millefolium L. and Artemisia dracunculus L. against potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 12(4). 1115-1122.

Navarre D.A., Goyer A., Shakya R., Academic Press New York United States of America. (2009) 395-424.

Negahban, M., Moharramipour, S., & Sefidkon, F. (2006). Chemical composition and insecticidal activity of Artemisia scoparia essential oil against three coleopteran stored-product insects. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, *9*(4), 381-388.

Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. (2010). Repellent activity of essential oils: a review. *Bioresource technology*, *101*(1), 372-378.

Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. E. (2009). Repellent activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against Sitophilus *zeamais Motschulsky* (Coleoptera). *Journal of Stored Products Research*, *45*(3), 212-214.

Oliveira, C. M. D., Andrade Júnior, V. C. D., Maluf, W. R., Neiva, I. P., & Maciel, G. M. (2012). Resistance of tomato strains to the moth Tuta absoluta imparted by allelochemicals and trichome density. *Ciência e Agrotecnologia*, *36*(1), 45-52.

Painter, R. H. (195l). Insect Resistance in Crop Plants. University of Kansas Press. Lawrence. 520 pp.

Papachristos, D. P., & Stamopoulos, D. C. (2002). Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of stored products research*, *38*(2), 117-128.

Park, B. S., Lee, S. E., Choi, W. S., Jeong, C. Y., Song, C., & Cho, K. Y. (2002). Insecticidal and acaricidal activity of pipernonaline and piperoctadecalidine derived from dried fruits of Piper longum L. *Crop Protection*, *21*(3), 249-251.

Pascual-Villalobos, M. J. (1996). Evaluation of insecticidal activity of Chrysanthemum coronarium L. plant extracts. *Boletin de Sanidad Vegetal. Plagas*, 22:411-420.

Pascual-Villalobos, M. J., & Robledo, A. (1998). Screening for anti-insect activity in Mediterranean plants. *Industrial crops and products*, *8*(3), 183-194.

Pavela, R. (2007). Possibilities of botanical insecticide exploitation in plant protection. *Pest Technol*, *1*(1), 47-52.

Picard, F. (1912). La teinge des pommes de terre, (*Phthorimaea operculella*) Annual service des Epiphyties. 1, 106-176.

Pereyra, P. C., & Sánchez, N. E. (2006). Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, Tuta absoluta (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*, *35*(5), 671-676.

Prates H.T., Santos J.P., Waquil J. M, J.D. Fabris, A.B. Oliveira, J.E. Foster (1998). *J. Stor. Prod. Resear*. 34(4):243-249.

Pratissoli, D., Parra, J. R. P., Oliveira, H. N. D., & Pereira, F. F. (2003). Biologic aspects of Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ciência Rural*, *33*(6), 1153-1156.

Price P. W. (1997). Insect Ecology (Third edition). John Willey and Sons, Inc. New York.

Pugazhvendan, S. R., Elumalai, K., Ross, P. R., & Soundarajan, M. (2009). Repellent activity of chosen plant species against Tribolium castaneum. *World J Zool*, *4*(3), 188-190

Rafiee-Dastjerdi, H., Khorrami, F., Razmjou, J., Esmaeilpour, B., Golizadeh, A., & Hassanpour, M. (2013). The efficacy of some medicinal plant extracts and essential oils against potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Crop Protection*, *2*(1), 93-99.

Rama, H. N. (1989). Studies on the toxic effect of plant seed oils against the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Mysore Journal of Agriculture Science*, *23*, 568-569.

Raman, K. V. (1988). Control of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* with sex pheromones in Peru. *Agriculture, ecosystems & environment*, *21*(1-2), 85-99.

Regnault-Roger, C., & Hamraoui, A. (1994). Inhibition of reproduction of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera), a kidney bean (Phaseolus vulgaris) bruchid, by aromatic essential oils. *Crop Protection*, *13*(8), 624-628.

Rondon, S. I. (2010). The potato tuberworm: a literature review of its biology, ecology, and control. *American Journal of Potato Research*, *87*(2), 149-166.

Rondon, S. I., DeBano, S. J., Clough, G. H., Hamm, P. B., Jensen, A., Schreiber, A., Alvarez, J.M., Thornton, M., Barbour, J., & Dogramaci, M. (2007). Biology and management of the potato tuberworm in the Pacific Northwest. *Pacific Northwest Ext. Publ*, (594).

Rondon, S. I., Hane, D. C., Brown, C. R., Vales, M. I., & Dŏgramaci, M. (2009). Resistance of potato germplasm to the *potato tuberworm* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of economic entomology*, *102*(4), 1649-1653.

Sadasivam, S., Thayumanavan, B. (2003). *Molecular Host plant Resistance to Pest*. Marcel Dekker. New York.

Sadeghi, A., Van Damme, E. J., Peumans, W. J., & Smagghe, G. (2006). Deterrent activity of plant lectins on cowpea weevil Callosobruchus maculatus (F.) oviposition. *Phytochemistry*, *67*(18), 2078-2084.

Saour, G. (2008). Effect of thiacloprid against the potato tuber moth Phthorimaea operculella Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of pest science*, *81*(1), 3.

Sarfraz, M., Dosdall, L. M., & Keddie, B. A. (2008). Host plant genotype of the herbivore Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae) affects the performance of its

parasitoid Diadegma insulare (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Biological Control*, *44*(1), 42-51.

Saxena, R. C., Dixit, O. P., & Harshan, V. (1992). Insecticidal action of Lantana camara against Callosobruchus chinensis (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, *28*(4), 279-281.

Schoonhoven, L. M., Van Loon, J. J., & Dicke, M. (2005). *Insect-plant biology*. Oxford University Press on Demand.

Sefidkon, F., Jamzad, Z., & Barazandeh, M. M. (2005). Essential oil of Satureja bachtiarica Bunge, A potential source of carvacrol.

Sharaby, A., Abdel-Rahman, H., & Moawad, S. (2009). Biological effects of some natural and chemical compounds on the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zell.(Lepidoptera: Gelechiidae). *Saudi journal of biological sciences*, *16*(1), 1-9.

Shaw, P. E. (1979). Review of quantitative analyses of citrus essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *27*(2), 246-257.

Shelke, S. S., Jadhav, L. D., & Salunkhe, G. N. (1985). Ovipositional and adult repellent action of some vegetable oils/extracts against potato tuber moth. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, *10*(3), 284-286.

Silesh, G., & Teriessa, J. (2001). Tuber damage by potato Tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera; Gelechiidae), in the field in eastern Ethiopia *International of Pest Management,* 47, 109-113.

Smith, C. M. (2005). *Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches*. Springer Science & Business Media.

Souza, E. L. D., Lima, E. D. O., Freire, K. R. D. L., & Sousa, C. P. D. (2005). Inhibitory action of some essential oils and phytochemicals on the growth of various moulds isolated from foods. *Brazilian archives of Biology and Technology*, *48*(2), 245-250.

Tayoub, G., Alnaser, A. A., & Ghanem, I. (2012). Toxicity of two essential oils from Eucalyptus globulus Labail and Origanum syriacum L. on larvae of khapra beetle. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, *2*(2), 240-245.

Tewary, D. K., Bhardwaj, A., & Shanker, A. (2005). Pesticidal activities in five medicinal plants collected from mid hills of western Himalayas. *Industrial crops and Products*, *22*(3), 241-247.

Traynier, R. M. M. (1975). Field and laboratory experiments on the site of oviposition by the potato moth Phthorimaea operculella (Zell.) (Lepidoptera, Gelechiidae). *Bulletin of Entomological Research*, *65*(3), 391-398.

Tripathi, A. K., Prajapati, V., Verma, N., Bahl, J. R., Bansal, R. P., Khanuja, S. S., & Kumar, S. (2002). Bioactivities of the leaf essential oil of Curcuma longa (var. ch-66) on three species of stored-product beetles (Coleoptera). *Journal of Economic Entomology*, *95*(1), 183-189.

Trongtokit, Y., Rongsriyam, Y., Komalamisra, N., & Apiwathnasorn, C. (2005). Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. *Phytotherapy Research*, *19*(4), 303-309.

Tsai, J. H., & Wang, J. J. (2001). Effects of host plants on biology and life table parameters of Aphis spiraecola (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, *30*(1), 44-50.

Ukeh, D. A., Birkett, M. A., Pickett, J. A., Bowman, A. S., & Mordue, A. J. (2009). Repellent activity of alligator pepper, Aframomum melegueta, and ginger, Zingiber officinale, against the maize weevil, Sitophilus zeamais. *Phytochemistry*, *70*(6), 751-758.

Van Lenteren, J. C. V., & Noldus, L. P. J. J. (1990). Whitefly-plant relationships: behavioural and ecological aspects. *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*, 47-89.

Varela, L. G., & Bernays, E. A. (1988). Behaviour of newly hatched potato tuber moth larvae, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae), in relation to their host plants. *Journal of Insect behaviour.*1, 161-275.

Wale, S., Platt, B., & Cattlin, N. D. (2008). *Diseases, pests and disorders of potatoes.* Manson Publishing, London.

Winkler, K., Wäckers, F. L., Stingli, A., & Van Lenteren, J. C. (2005). Plutella xylostella (diamondback moth) and its parasitoid Diadegma semiclausum show different gustatory and longevity responses to a range of nectar and honeydew sugars. Entomologia Experimentalis et Applicata, 115(1), 187-192.

WMO, (1995) Scientific assessment of ozone depletion: world Meteorological organization glottal ozone research and monitoring project, Reportno 37, WMO, Genera, Switzerland.

Xie, Y. S., Fields, P. G., Isman, M. B., Chen, W. K., & Zhang, X. (1995). Insecticidal activity of Melia toosendan extracts and toosendanin against three stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, *31*(3), 259-265.

Yasar B., & Güngör, M. A. (2005). Determination of life table and biology of Colorado potato beetle, Leptinotarsa decemlineata Say (Coleoptera: Chrysomelidae), feeding on five different potato varieties in Turkey. *Applied Entomology and Zoology*, *40*(4), 589-596.

Zaka, S. M., Zeng, X. N., Holford, P., & Beattie, G. A. C. (2010). Repellent effect of guava leaf volatiles on settlement of adults of citrus psylla, Diaphorina citri Kuwayama, on citrus. *Insect Science*, *17*(1), 39-45.

Zalucki, M. P., Clarke, A. R., & Malcolm, S. B. (2002). Ecology and behavior of first instar larval Lepidoptera. *Annual review of entomology*, *47*(1), 361-393.

Zarzecka, K., Gugała, M., & Mystkowska, I. (2013). Glycoalkaloid contents in potato leaves and tubers as influenced by insecticide application. *Plant, Soil and Environment*, *59*(4), 183-188.

Zygadlo, J. A. and Juliani, H. R. (2003). Recent Progress in Medicinal Plants, In: Phytochemistry and Pharmacology II. Studium Press LIC, Texas.

Abstract:

The potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) is one of the most important pests of potato, *Solanum tuberosum* L., in storage and farms. Due to harmful effects of pesticides and development of resisstance in potato tuber moth to some chemical insecticides, use of resistant cultivars and essential oils of medicinal plants have been considered to control this pest. This study was performed in order to investigate of the effects of antixenosis and antibiosis leaf and tuber of potato cultivars including Agria, Arinda, Baneba, Picasso and Sante for leaf and Agria, Arinda, Caesar, Ranumi and Sante for tuber and both of which were with four essential oils including *Ferula asafoetida* L., Lemron peel (*Citrus lemon* L.), *Origanum suriacum* L. and *Satureja hortensis* L. on oviposition deterrence and nutritional repellency. All experiments except the experi Olfactometer apparatus was performed at temperature of 25±1, relative humidity 65±3% and phoment using to period of 16 hours dark and 8 hours light. The effect of leaf and tuber cultivars on oviposition and penetration of potato tuber larvae was performed on completely randomized design with five treatments and three replications. The results of this experiment showed that the average oviposition of adult insect, have significantly different between different potato cultivars; so that the minimum number of eggs were laid on the leaf of Baneba cultivar, the tuber of Agria cultivar and the maximum number of eggs were on the leaf and tuber of Arinda cultivar. Also the feeding of first instar larvae of potato tuber moth had a significant difference between potato tuber cultivars. The highest and lowest rate of attraction was observed on the leaf and tuber of the Arinda cultivar and leaf of Baneba cultivar (9/96) and tuber of Agria cultivar (11/67) respectively. Effect of deterrence and repellant percentage of potato cultivar and essential oils of medicinal plants was examined in on completely randomized design with 5 x 4 factorial design including 5 potato cultivars and 4 essential oils of medicinal plants with 3 replications. The results of experiment showed that the all of essential oils had properties of oviposition deterrence. Essential oil of *Origanum suriacum* and essential oil of *Citrus lemon* had highest and lowest effect of deterrence, respectively. The mutual effect between leaf and tuber of potato with essential oil was significant for oviposition deterrence. The interaetion interaetion of leaf and essential oil was not significant on rate of repellency. While the interaetion effect of potato tuber with essential oil was significant (P= 0/0980). The highest rate of repellency was observed on the leaf of the Baneba cultivar with essential oil of *Ferula asafetida* and tuber of Agria cultivar with essential oil of

Origanum suriacum. Antibiosis effect of potato cultivars without presence of essential oil was performed in completely randomized design with five treatments and three replications. The feeding of larvae on leaves and tubers had significant effect on penetration percentage, percentage of larval survival, pupal survival percentage, development period of immature stages and development period of adult insect. Antibiosis effect of potato cultivars and essential oils of medicinal plants was performed on completely randomized design with 5 x 5 factorial design including 5 potato cultivars and 4 essential oils of medicinal plants and distilled water as a control treatment with 3 replications. Feeding of larvae on leaves of different cultivars which covered with essential oils of medicinal plants had a significant effect on larval development period, pupal development period, larval penetration percentage, percentage of larval and pupal survival. However, there was no significant effect on the development period of immature stages and development period of adult insect. The feeding on five cultivars of potato covered with essential oils, showed a significant effect on the larval penetration percentage. The results of the above experiments showed that Agria cultivar in comparison to other cultivars is an undesirable cultivar for growth and development of potato tuber moth. Also the results of this study indicate the high fumigant toxicity of essential oil of Origanum suriacum on this pest. In the other words, can be used of Agria cultivar with essential oil of Origanum suriacum Can be used in the integrated pest management program of potato tuber moth.

Key words:Potato, Resistant cultivars, Essential oils, Antixenosis, Antibiosis

Faculty of Agricalture

M. Sc. Thesis in Entomology

The use of resistant varieties and plant-derived essential oils to control of potato tuber moth in laboratory conditions

By: Akram Valizadeh

Supervisor:

Dr. Ali Derakhshan shadmehri

Advisor

Dr. Maryam Ajamhassani

January **2018**