

<https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2022.15654>

ارزیابی آزمایشگاهی پودر، اسانس و عصاره میخک هندی *Syzygium aromaticum* روی بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* در مقایسه با حشره‌کش کلرانترانیلی پرول

اسما سلطانیپور، اروج ولیزادگان[✉]، ائمر سلیمان زاده
گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. o.valizadegan@urmia.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۴ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۰۵ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۵

چکیده

بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* به عنوان یکی از مهمترین آفات خانواده Solanaceae در نظر گرفته شده است. استفاده بی‌رویه از سموم شیمیایی موجب بروز مشکلاتی از قبیل آلودگی محیط زیست، توسعه مقاومت در آفات و اثرات سوء روی انسان و موجودات غیر هدف گردیده است. ترکیبات گیاهی به عنوان یکی از جایگزین‌های مناسب ترکیبات شیمیایی معرفی شده‌اند که کمترین خطر را برای محیط زیست دارند. در پژوهش حاضر سمیت حشره‌کش کلرانترانیلی پرول با اثر پودر، اسانس و عصاره میخک *Syzygium aromaticum* روی مراحل زیستی بید سیب‌زمینی مقایسه شد. همچنین تاثیر این ترکیبات روی درصد نفوذ لاروهای نثونات و ترجیح تخم‌ریزی حشرات کامل مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز پروبیت داده‌ها نشان داد که حساس‌ترین مراحل به حشره‌کش کلرانترانیلی پرول، اسانس و عصاره میخک هندی به ترتیب لارو با LC_{50} : ۳/۳۹ میلی‌گرم بر لیتر، حشرات کامل با LC_{50} : ۰/۴۳ میکرولیتر بر لیتر هوا و حشرات کامل با LC_{50} : ۲۴۱/۵۴ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشند. حشره‌کش کلرانترانیلی پرول با وجود اینکه روی کاهش درصد نفوذ لاروها بسیار موثر بود، اثر معنی‌داری روی ترجیح تخم‌ریزی حشرات کامل نداشت. طبق نتایج حاصل اسانس، عصاره و پودر گیاه میخک پتانسیل خوبی برای محافظت سیب‌زمینی‌های انبار شده در برابر بید سیب‌زمینی دارند و می‌توان از آنها در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفت استفاده کرد.

کلمات کلیدی: حشره‌کش شیمیایی، حشره‌کش گیاهی، سوکسله، کلونجر، ترجیح تخم‌ریزی

Laboratory assessment of powder, essential oil and plant extract of clove, *Syzygium aromaticum* on the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* in comparison with chlorantraniliprole insecticide

Asma Soltanpour, Orouj Valizadegan[✉], Asmar Soleymanzade

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran. o.valizadegan@urmia.ac.ir

Received: 4 June 2022 Revised: 27 July 2022 Accepted: 27 July 2022

Abstract

Potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* is considered as one of the most serious insect pests infesting plants in the family Solanaceae. The indiscriminate utilization of chemical pesticides has caused problems such as environmental pollution, development of resistance in insect pests and undesirable effects on human and non-target organisms. Plant-based materials are one of the appropriate candidates as an alternative to synthetic chemical compounds that have the lowest risk to the environment. In this research, the insecticidal toxicity of chlorantraniliprole on different biological stages of *P. operculella* was compared with powder, essential oil and extract of *Syzygium aromaticum*. Oviposition-preference activity of adults and larval penetration rate were also studied. Based on probit analysis, the most sensitive stages to chlorantraniliprole, essential oil and extract of *S. aromaticum* were larvae (LC_{50} = 3.39 mg/l), adults (LC_{50} = 0.43 μ l/l air) and adults (LC_{50} = 241.54 mg/l), respectively. Although, chlorantraniliprole was effective in reducing the larval penetration rate, it did not have a significant effect on oviposition preference of adults. The results of this study showed that powder, essential oil and extract of *S. aromaticum* have a good potential to protect stored potatoes from *P. operculella* infestation and can be used for management programs of this pest.

Key words: Chemical insecticide, Botanical insecticide, Soxhlet, Clevenger, Oviposition-preference

How to cite:

Soltanpour A, Valizadegan O, Soleymanzade A, 2023. Laboratory assessment of powder, essential oil and plant extract of clove, *Syzygium aromaticum* on the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* in comparison with chlorantraniliprole insecticide. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 12 (2): 153-167.

مقدمه

سیبزمینی *Solanum tuberosum* L. یکی از رایج‌ترین محصولات است که همچون برنج، گندم و ذرت در سراسر جهان به مقداری زیادی کشت می‌شود (Mazrou *et al.* 2021). در واقع می‌توان گفت این محصول به علت داشتن روش‌های مختلف مصرف و داشتن مواد غذایی مغذی یکی از مواد غذایی اصلی در بسیاری از کشورهای جهان است (Erdogan & Yilmaz 2018).

از مرحله کاشت تا مصرف سیبزمینی آفات و بیماری‌های مختلفی به این محصول حمله می‌کنند. یکی از آفات مهم آن بید سیبزمینی *Phthorimaea operculella* Zeller می‌باشد. گیاهان تیره سولاناسه مانند گوجه‌فرنگی، فلفل، بادمجان، تنباکو و علف‌های هرزی مانند تاج‌ریزی میزبان این آفت می‌باشند. بید سیبزمینی دارای چهار مرحله زندگی (حشرات کامل، تخم، لارو و شفیره) می‌باشد. در مزارع، معمولاً ماده‌ها غده‌های در معرض دید خصوصاً غده‌های آلوده را نسبت به شاخ و برگ گیاه برای تخم‌گذاری ترجیح می‌دهند و لاروها داخل برگ و تنه گیاه دالان‌هایی را ایجاد می‌نمایند. در انبار، لاروها غده‌ها را مورد حمله قرار می‌دهند و باعث پایین آمدن ارزش غذایی و کیفیت محصول می‌شوند. دالان‌های به جا مانده در غده‌های سیبزمینی توسط فضولات لاروی پر می‌شود که می‌تواند منبع بالقوه‌ای برای آلودگی‌های ثانویه باشد. در این مرحله، میزان خسارت محصول تا ۸۰ درصد برآورد شده است (Wu *et al.* 2020; Gao 2018; Aryal & Jung 2015).

کشاورزان از روش‌های مختلفی برای کنترل این آفت استفاده می‌کنند؛ از جمله: روش‌های سنتی (کاشت عمیق، پوشاندن ترک‌های خاک، پوشاندن غده‌ها با خاک، کنترل دقیق محصول انبار شده)، استفاده از حشره‌کش‌ها، شکار انبوه آفت با استفاده از تله‌های فرمونی، کنترل میکروبی و کنترل زیستی (Lawrence 2009). به طور کلی، کنترل این آفت نسبتاً سخت بوده و با وجود طیف متنوعی از راهکارهای مدیریتی، کشاورزان به شدت متکی به استفاده از حشره‌کش‌ها می‌باشند (Saour 2013; Rondon *et al.* 2008). در کنترل آفات سیبزمینی از حشره‌کش‌های رایج متعلق به گروه پایرتروئیدها، فسفرها و کاربامات‌ها استفاده می‌شود. طبق برآوردهای حاصل در هر فصل کشت سیبزمینی (حدود سه تا پنج ماه) تعداد سمپاشی‌ها در شرایط مزرعه ممکن است به بیش از ۲۴ بار برسد (Bacca *et al.* 2021). توانایی حشرات برای توسعه مقاومت به حشره‌کش‌های رایج، یکی از مشکلات اساسی

مدیریت موثر آفات می‌باشد. برای جلوگیری از توسعه مقاومت آفت به حشره‌کش‌های رایج نیاز به ارزیابی ترکیبات جدیدتر با دامنه کشندگی اختصاصی‌تر می‌باشد. همچنین به دلیل اینکه پس از نفوذ لارو آفت به درون غده، درصد کنترل آفت به میزان قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند، بهتر است در کنترل این گونه آفات از ترکیباتی استفاده شود که روی مراحل اولیه سیکل زندگی آفت یعنی تخم و لارو موثر هستند (Bacca *et al.* 2021).

حشره‌کش کلرانترانیلی‌پرول با نام تجاری Coragen® یک حشره‌کش نسبتاً جدید و متعلق به گروه دی‌آمید آنترانیلیک می‌باشد. این حشره‌کش با اتصال به گیرنده‌های ریانودین باعث تحریک رهاسازی و تخلیه ذخایر کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی سلول‌های ماهیچه‌ای، اختلال در تنظیم عضلات و فلج آفت می‌شود (Lahm *et al.* 2009). کلرانترانیلی‌پرول با خاصیت تماسی - گوارشی بلافاصله پس از مصرف سبب توقف تغذیه در آفت هدف شده و در نهایت پس از یک تا سه روز آفت در اثر گرسنگی می‌میرد (Hirooka *et al.* 2007). این حشره‌کش در حال حاضر در چندین کشور تولید کننده سیبزمینی، برای کنترل آفات این محصول ثبت شده است (Bacca *et al.* 2021). نتایج تحقیقات مختلف نیز نشان داده‌اند کلرانترانیلی‌پرول روی آفات مختلف بالپولکداران خاصیت تخم‌کشی و لاروکشی دارد (Bassi *et al.* 2009; Dinter *et al.* 2009; Chen *et al.* 2015; Loriatti *et al.* 2009).

با توجه به تولید و مصرف بالای سیبزمینی کاهش اتکا به حشره‌کش‌ها امری ضروری است. طبق بررسی‌های انجام گرفته استفاده از ترکیبات حشره‌کش با منشا گیاهی به دلیل سمیت کمتر آنها برای موجودات غیر هدف، تجزیه سریع و ایمن بودن آنها برای محیط زیست می‌تواند نقطه اتکای مطمئنی برای کنترل حشرات باشند (Koul *et al.* 2008; Sharaby *et al.* 2009). ترکیبات گیاهی با استفاده از ویژگی‌های نظیر کشندگی، دور کنندگی، بازدارندگی تخم‌ریزی و بازدارندگی تغذیه در کنترل طیف وسیعی از آفات نقش داشته‌اند (Onu *et al.* 2015; Morey & Khandagle 2020). مطالعات انجام شده، ترکیبات حاصل از گیاه میخک هندی (*L. Syzygium aromaticum* Merr. & Perry) دارای فعالیت‌های ضدقارچی، آنتی‌اکسیدانی، ضد باکتری، ضد ویروسی، نematodکشی و حشره‌کشی می‌باشند (Vesaltalab & Gholami 2011).

در این پژوهش با توجه تاثیر به ترکیبات حاصل از گیاه

حاصل از درخت ۵ ساله) از بازار محلی ارومیه تهیه و پودر شد. عصاره متانولی این گیاه با استفاده از دستگاه سوکسله به دست آمد. برای این منظور ۲۰ گرم پودر گیاه را داخل کارتوش (فیلتر انگشتی) ریخته و سپس حدود ۴۰۰ میلی‌لیتر حلال متانول داخل بالن ریخته شد. وقتی حلال به نقطه جوش نزدیک شد و کمی قبل از به جوش آمدن آن، شیر آب باز گردید تا از تبخیر حلال جلوگیری به عمل آید. هر بار عصاره‌گیری حدود ۹ ساعت طول کشید. پس از به دست آمدن عصاره، حلال آن با استفاده از دستگاه تبخیر کننده چرخشی تبخیر شد. عصاره تهیه شده تا انجام آزمایش‌ها و آنالیز توسط دستگاه GC-MS در ظرفی با محفظه تاریک و در یخچال با دمای چهار درجه سلسیوس نگهداری شد. زیست‌سنجی‌ها با استفاده از عصاره پنج درصد و آزمایش‌های ترجیح تخم‌ریزی و درصد نفوذ لاروی با استفاده از عصاره‌های یک، سه و پنج درصد انجام گرفت.

تهیه اسانس میخک هندی

به منظور تهیه اسانس میخک هندی، غنچه‌های خشک میخک از بازار محلی ارومیه تهیه و پودر شد. برای اسانس‌گیری از روش تقطیر با بخار آب و دستگاه اسانس‌گیر شیشه‌ای مدل کلونجر استفاده شد. مقدار ۵۰ گرم از پودر گیاه درون بالن شیشه‌ای ریخته شد و ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. زمان اسانس‌گیری سه ساعت بود. اسانس جمع‌آوری شده در ظروف با پوشش آلومینیومی قرار داده شد و تا زمان استفاده در یخچال با دمای چهار درجه سلسیوس نگهداری شد. زیست‌سنجی‌ها با استفاده از اسانس خالص و آزمایش‌های ترجیح تخم‌ریزی و درصد نفوذ لاروی با استفاده از اسانس ۰/۱۰، ۰/۲۵ و ۰/۵۰ درصد انجام گرفت.

تهیه پودر میخک هندی

به منظور تهیه پودر میخک، غنچه‌های خشک میخک از بازار محلی ارومیه تهیه و پودر شدند و تا زمان استفاده در یخچال با دمای چهار درجه سلسیوس نگهداری شد. برای آزمایش ترجیح تخم‌ریزی و درصد نفوذ لاروی از مقادیر ۵، ۱۰ و ۲۵ گرم بر کیلوگرم غده سیب‌زمینی استفاده شد.

آنالیز ترکیبات فرار اسانس و عصاره گیاه میخک هندی

به منظور شناسایی و بررسی ترکیبات اسانس و عصاره گیاه، دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC-

میخک هندی در کاهش جمعیت حشرات مختلف و در دسترس بودن و بومی بودن این گیاه؛ حساسیت مراحل مختلف زیستی آفت و همچنین ترجیح تخم‌ریزی آفت در برابر اسانس، عصاره و پودر گیاه ارزیابی شد. علاوه بر این، اثرات کشندگی این ترکیبات در مقایسه با حشره‌کش کلرانترا نیلی پرول مقایسه شد تا پتانسیل نسبی آنها در کنترل آفت مشخص شود.

مواد و روش‌ها

پرورش بید سیب‌زمینی

کلنی اولیه بید سیب‌زمینی از آزمایشگاه گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه محقق اردبیلی تهیه و در اتاقک پرورش دانشگاه ارومیه با شرایط دمایی 1 ± 26 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی $10 \pm$ ۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت تاریکی و هشت ساعت روشنایی نگهداری شد. برای پرورش از ظروف پلاستیکی نیمه شفاف به ابعاد $30 \times 20 \times 10$ سانتی‌متر استفاده گردید. کف ظروف جهت ایجاد بستر مناسب برای ظهور مرحله شفیرگی با لایه نازکی از خاک استریل پوشانده شد. داخل هر ظرف چندین غده سیب‌زمینی (رقم آگریا) قرار گرفت و در هر کدام از آنها ۱۵ جفت حشره کامل بید سیب‌زمینی رها گردید و به منظور تغذیه آنها از محلول آب عسل ۱۰ درصد استفاده شد. در قسمت درب ظروف به منظور ایجاد تهویه سوراخی به ابعاد 20×15 سانتی‌متر ایجاد و با توری ۵۰ مش پوشانده شد. برای دستیابی به تخم‌های همسن از ظروف استوانه‌ای که درب آنها با توری پوشانده شده بود، استفاده گردید و روی توری کاغذ صافی قرار داده شد. جهت تحریک تخم‌ریزی حشرات کامل، روی کاغذهای صافی برش‌هایی از سیب‌زمینی قرار گرفت. پنبه آغشته به آب عسل ۱۰ درصد داخل ظروف گذاشته شد. حشرات کامل روی کاغذ صافی تخم‌ریزی کردند. برای تداوم نسل و انجام آزمایش‌ها از تخم‌های حاصل استفاده گردید (Golizadeh & Zalucki 2012).

تهیه ترکیبات گیاهی و مواد شیمیایی به کار برده شده در تحقیق

در این تحقیق از حشره‌کش کلرانترا نیلی پرول (SC 18.5) با نام تجاری Coragen® ساخت شرکت DuPont آمریکا استفاده شد.

تهیه عصاره میخک هندی

به منظور تهیه عصاره میخک، غنچه‌های خشک میخک

MS) ساخت آمریکا مدل Agilent 5975، در مرکز جهاد دانشگاهی شهرستان ارومیه، استان آذربایجان غربی با جدول ۱. مشخصات دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیفسنج جرمی.

Table 1. GC-MS apparatus details.

Model of gas chromatograph apparatus	Agilent 7890A
Type of capillary column	HP-5 MS
Dimension of column	30 m length, 0.25 mm diameter, 0.25 μ m film thickness
Temperature program of column	Initial temperature: 80° C, Final temperature: 180° C Rate: 8 C°/min
Injector port	Split mode, split ratio 1: 500
Injector temperature	250° C
Carrier gas	Helium (flow rate: 1 ml/min)
EI. Mass spectrometer	Agilent 5975C
Ionization energy	70 eV

از طی دوره انکوباسیون تخم‌ها (هشت روز)، مرگ و میر شمارش گردید (Naghizadeh *et al.* 2019).

به منظور انجام آزمایش اثر تخم‌کشی حشره‌کش کلرانترانیلی پرول و عصاره میخک، از تخم‌های یک روزه بید سیب‌زمینی استفاده شد. برای این کار کاغذ صافی‌های حاوی ۲۰ عدد تخم یک روزه آفت، به مدت ۱۵ ثانیه در غلظت‌های اصلی عصاره و حشره‌کش غوطه‌ور شدند. محدوده غلظت‌های حشره‌کش و عصاره برای این مرحله زیستی آفت به ترتیب برابر با ۱۰، ۱۱/۵، ۱۳، ۱۴، ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و ۵۰۰، ۶۰۳، ۷۰۸، ۸۳۲، ۹۸۵ میلی‌گرم بر لیتر بودند. بعد از خشک شدن، کاغذهای صافی حاوی تخم در ظرف‌های پلاستیکی (با قطر هشت سانتی‌متر و ارتفاع چهار سانتی‌متر) که درب آنها با توری پوشانده شده بود و در هر یک از آنها یک عدد گده سیب‌زمینی سالم (وزن تقریبی 0.10 ± 0.09 گرم) قرار داشت، گذاشته شدند. مرگ و میر تخم‌ها بعد از گذشت هشت روز (طی شدن دوره انکوباسیون تخم) شمارش گردید. آزمایش‌های مربوطه برای هر غلظت سه بار تکرار شدند (Saour 2008).

آزمایش روی حشره کامل

برای آزمایش تاثیر اسانس میخک هندی روی حشرات کامل بید سیب‌زمینی پس از مشخص شدن غلظت‌های اصلی، تعداد ۲۰ عدد حشره کامل یک روزه داخل ظروف شیشه‌ای به حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر قرار داده شدند. غلظت‌های اصلی اسانس میخک هندی به کمک سمپلر روی کاغذ صافی‌های تعبیه شده (به قطر سه سانتی‌متر) روی درب ظروف شیشه‌ای ریخته شدند. درب ظروف شیشه‌ای با استفاده از نوار پارافیلیم پوشانده شد تا از خروج اسانس به فضای بیرون ممانعت به عمل آید. برای تیمار شاهد از آب مقطر استفاده گردید. غلظت‌های اصلی برای مرحله تخم ۱۷، ۲۲، ۲۷، ۳۴ و ۴۳ میکرولیتر بر لیتر هوا بودند. پس

شناسایی ترکیب‌ها با مقایسه طیف‌های بدست آمده با طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد و همچنین اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه (NIST, Wiley) انجام شد.

تعیین محدوده غلظت‌های لازم از مواد آزمایشی

هدف از این آزمایش، تعیین دامنه‌ای از غلظت‌های حشره‌کش و ترکیبات حاصل از غنچه‌های خشک میخک هندی بود که مرگ و میری معادل ۲۵ تا ۷۵ درصد در جمعیت مورد نظر ایجاد نماید (Robertson & Presiler 1992). جهت انجام زیست‌سنجی‌ها در مرحله اول، برای تعیین دامنه غلظت‌ها، آزمایش‌های مقدماتی در چندین مرحله انجام گرفت (Saber *et al.* 2019; Hajipour Jarchelou *et al.* 2022) در نهایت، ۵ غلظت اصلی با رعایت فاصله لگاریتمی (Moradeshghi & Pourmirza 1974) از روی غلظت‌های مقدماتی محاسبه شدند.

آزمایش روی تخم

در آزمایش تاثیر اسانس میخک هندی روی تخم‌های یک روزه بید سیب‌زمینی، بر اساس آزمایش‌های اولیه غلظت‌های اصلی (غلظت‌هایی که کشندگی بین ۲۵ درصد و ۷۵ درصد داشتند) مشخص شدند. برای هر غلظت (در سه تکرار) تعداد ۲۰ عدد تخم یک روزه داخل ظروف شیشه‌ای به حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر قرار داده شدند. غلظت‌های اصلی اسانس میخک به کمک سمپلر روی کاغذ صافی‌های تعبیه شده (به قطر سه سانتی‌متر) روی درب ظروف شیشه‌ای ریخته شدند. درب ظروف شیشه‌ای با استفاده از نوار پارافیلیم پوشانده شد تا از خروج اسانس به فضای بیرون ممانعت به عمل آید. برای تیمار شاهد از آب مقطر استفاده گردید. غلظت‌های اصلی برای مرحله تخم ۱۷، ۲۲، ۲۷، ۳۴ و ۴۳ میکرولیتر بر لیتر هوا بودند. پس

برگ‌های تازه سیب‌زمینی (به قطر شش تا هشت سانتی‌متر) در غلظت‌های مختلف عصاره و حشره‌کش به مدت ۱۵ ثانیه غوطه‌ور شدند. پس از خشک شدن برگها در محیط آزمایشگاه، آنها به تشتک‌های پتری هشت سانتی‌متری منتقل شدند. سپس تعداد ۲۰ عدد لارو سن اول روی آنها قرار گرفت. به منظور ایجاد شرایط مناسب از لحاظ تهویه روی درب تشتک پتری سوراخ‌هایی ایجاد شد. برای هر غلظت سه تکرار در نظر گرفته شد. غلظت‌های اصلی عصاره و حشره‌کش برای این مرحله زیستی آفت به ترتیب ۱۳۰، ۱۹۰، ۲۸۸، ۴۱۷، ۶۲۵ میلی‌گرم بر لیتر و ۲، ۲/۶۳، ۳/۴۷، ۴/۵۷، ۶ میلی‌گرم بر لیتر بودند. مرگ و میر پس از گذشت ۲۴ ساعت شمارش شد (Paramasivam & Selvi 2017).

آزمایش درصد نفوذ لارو نئونات

به منظور بررسی اثر اسانس روی درصد نفوذ لاروهای سن اول، سطح غده‌های سیب‌زمینی (وزن تقریبی 0.10 ± 0.09 گرم) به غلظت‌های ۱۰/۰، ۲۵/۰، ۵۰/۰ درصد اسانس آغشته و پس از تبخیر شدن حلال (استون)، غده‌ها به ظروف پلاستیکی (به قطر هشت سانتی‌متر و ارتفاع چهار سانتی‌متر) منتقل شدند. (به عنوان مثال برای تهیه غلظت ۲۵/۰ درصد از اسانس، ۵ میکرولیتر اسانس در ۲ میلی‌لیتر استون حل گردید). تعداد ۲۰ عدد لارو سن اول روی هر غده قرار داده شد. پس از گذشت سه روز میزان نفوذ لاروها با توجه به فضولات لاروی موجود در هر سوراخ لاروی ثبت شد. آزمایش در سه تکرار انجام گردید. برای شاهد از حلال به تنهایی استفاده شد (Naghizadeh et al. 2019).

برای آزمایش تاثیر عصاره میخک و حشره‌کش کلرانترانیلی پرول روی درصد نفوذ لارو نئونات، در مقدار ۵۰ میلی‌لیتر از غلظت‌های عصاره (غلظت‌های یک، سه و پنج درصد) یا حشره‌کش (یک، پنج و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر)، غده‌های سیب‌زمینی غوطه‌ور شدند. بعد از تبخیر شدن حلال (آب مقطر) غده‌ها به طور جداگانه در ظرف‌های پلاستیکی (با قطر هشت سانتی‌متر و ارتفاع چهار سانتی‌متر) که درب آنها با توری پوشانده شده بود، گذاشته شدند. روی هر غده ۲۰ عدد لارو نئونات منتقل شد. درصد نفوذ لاروها پس از گذشت سه روز با توجه به فضولات لاروی موجود در هر سوراخ لاروی ثبت شد. آزمایش در سه تکرار انجام گردید. در شاهد تنها از آب مقطر استفاده شد (Rafiee Dastjerdi et al. 2013).

برای بررسی اثر پودر میخک روی درصد نفوذ لاروهای

اسانس برای این مرحله زیستی آفت به ترتیب ۱۷/۰، ۳۱/۰، ۵۲/۰، ۸۹/۰ و ۱۵۰/۱ میکرولیتر بر لیتر هوا بودند. تلفات حشرات کامل بعد از گذشت ۲۴ ساعت شمارش گردید (Naghizadeh et al. 2019).

به منظور بررسی اثر عصاره میخک و حشره‌کش کلرانترانیلی پرول روی حشرات کامل بید سیب‌زمینی، مطابق با روش (Foot 2012) با اندکی تغییرات، ابتدا آزمایش مقدماتی جهت تعیین غلظت‌های اصلی انجام گرفت. سپس برگچه‌هایی از سیب‌زمینی با قطر یکسان (تقریباً شش تا هشت سانتی‌متر) به مدت ۱۵ ثانیه در غلظت مورد نظر فرو برده شدند. پس از خشک شدن در شرایط آزمایشگاه، آنها به تشتک‌های پتری هشت سانتی‌متری انتقال داده شدند. در محل دم‌برگ برگچه‌ها پنبه خیس قرار داده شد. به منظور ایجاد شرایط مناسب از لحاظ تهویه روی درب پتری سوراخ‌هایی ایجاد شد. داخل هر پتری تعداد ۲۰ عدد حشره کامل بید سیب‌زمینی قرار داده شد. هر غلظت در سه تکرار انجام داده شد. پتری‌ها در شرایط آزمایشگاهی نگهداشته شدند. غلظت‌های اصلی عصاره و حشره‌کش برای این مرحله زیستی آفت به ترتیب ۱۵۰، ۲۰۴، ۲۷۵، ۳۷۱، ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و ۲۰، ۲۶، ۳۶، ۵۱، ۷۰ میلی‌گرم بر لیتر بودند. میزان تلفات حشرات کامل بعد از گذشت ۲۴ ساعت ثبت شد.

آزمایش روی لارو نئونات

در بررسی اثر اسانس روی لارو نئونات، طبق روش Abd El-Aziz (2011) با اندکی تغییرات، از ظروف شیشه‌ای به حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر استفاده شد. غلظت‌های اصلی بر اساس آزمایشات مقدماتی تعیین شدند و هر کدام در سه تکرار آزمایش شدند. در هر آزمایش، داخل ظروف شیشه‌ای یک غده سالم سیب‌زمینی قرار داده شد. تعداد ۲۰ عدد لارو نئونات با کمک قلمو روی هر غده منتقل شدند. غلظت‌های اصلی اسانس میخک هندی به کمک سمپلر روی کاغذ صافی‌های تعبیه شده (به قطر سه سانتی‌متر) روی درب ظروف شیشه‌ای ریخته شدند. درب ظروف شیشه‌ای با استفاده از نوار پارافیلیم پوشانده شد تا از خروج اسانس به فضای بیرون ممانعت به عمل آید. برای تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد. غلظت‌های اصلی اسانس برای این مرحله زیستی آفت ۱/۶۰، ۲/۵۰، ۳/۶۰، ۵/۴۰ و ۸ میکرولیتر بر لیتر هوا بودند. مرگ و میر بعد از گذشت ۲۴ ساعت شمارش شد.

در آزمایش تاثیر عصاره و حشره‌کش روی لارو نئونات،

۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت شمارش گردید. آزمایش در شرایط آزمایشگاهی سه بار تکرار شد. به منظور بررسی اثر پودر میخک روی ترجیح تخم‌ریزی حشرات کامل، تاثیر مقادیر ۵، ۱۰ و ۲۵ گرم پودر تهیه شده از غنچه‌های خشک گیاه میخک به طور جداگانه روی یک کیلوگرم از غده‌های سالم سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا غده‌ها با آب مقطر شسته شدند. بعد از خشک شدن آنها در محیط آزمایشگاه، تا زمانی که پودر میخک کامل به سطح غده‌ها چسبید و سطح غده‌ها به طور یکنواخت با پودر میخک پوشانده شد؛ غده‌ها روی پودر گیاه غلطانیده شدند. سپس سه عدد غده سیب‌زمینی و با وزن و شکل تقریباً یکسان انتخاب و به سه گوشه قفس توری (با ابعاد $32 \times 32 \times 32$ سانتی‌متر) منتقل شدند. در گوشه چهارم، غده شاهد که با آب مقطر تیمار شده بود، قرار داده شد. میزان تخم‌ریزی بعد از گذشت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت شمارش گردید. آزمایش در شرایط آزمایشگاهی سه بار تکرار شد.

تجزیه داده‌ها

در صورت نیاز آزمون نرمال بودن داده‌ها و تبدیل داده‌ها انجام شد. تجزیه‌های آماری تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS version 16 انجام داده شدند. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel و برای مقایسه میانگین‌ها از روش One-Way ANOVA و آزمون توکی در سطح احتمال ۱٪ استفاده گردید.

نتایج

آزمایش اسانس و عصاره میخک هندی روی مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی نتایج حاصل از بررسی تاثیر اسانس میخک هندی روی مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی، نشان داد که حشرات کامل حساس‌ترین مرحله ($LC_{50} = 0.43$) و تخم مقاوم‌ترین مرحله ($LC_{50} = 27.95$) از سیکل زندگی آفت می‌باشند. همچنین، نتایج حاصل از بررسی تاثیر عصاره میخک روی مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی، نشان داد که حشرات بالغ و لاروهای نئونات آفت به ترتیب با مقادیر LC_{50} برابر با ۲۴۱/۵۴ و ۲۵۳/۲۹ میلی‌گرم بر لیتر حساسیت تقریباً یکسانی به عصاره میخک دارند. هم‌پوشانی محدوده‌های اطمینان ۹۵ درصد محاسبه شده برای این دو مرحله زیستی نیز نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین LC_{50} های به دست آمده برای آنها می‌باشد. مرحله تخم مقاوم‌ترین مرحله به این ترکیب می‌باشد (جدول ۲).

نئونات بید سیب‌زمینی، مطابق با روش Sharaby & Fallatah (2019) با اندکی تغییرات، تاثیر مقادیر پنج، ۱۰ و ۲۵ گرم پودر تهیه شده از غنچه‌های خشک گیاه میخک هندی به طور جداگانه روی یک کیلوگرم از غده‌های سالم سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا غده‌ها با آب مقطر شسته شدند. بعد از خشک شدن آنها در محیط آزمایشگاه، تا زمانی که پودر میخک کامل به سطح غده‌ها چسبید و سطح غده‌ها به طور یکنواخت با پودر میخک پوشانده شد؛ غده‌ها روی پودر گیاه غلطانیده شدند. سپس غده‌ها به طور جداگانه در ظرف‌های پلاستیکی (با قطر هشت سانتی‌متر و ارتفاع چهار سانتی‌متر) که درب آنها با توری پوشانده شده بود، گذاشته شدند. روی هر غده ۲۰ عدد لارو نئونات منتقل شد. درصد نفوذ لاروها پس از گذشت سه روز با توجه به فضولات لاروی موجود در هر سوراخ لاروی ثبت شد. آزمایش در سه تکرار انجام گردید. در شاهد تنها از آب مقطر استفاده شد.

آزمایش ترجیح تخم‌ریزی حشرات کامل

به منظور بررسی اثر اسانس میخک روی ترجیح تخم‌ریزی حشرات کامل بید سیب‌زمینی، سه غده سیب‌زمینی با وزن و شکل یکسان انتخاب شدند. غده‌ها به طور جداگانه به غلظت‌های ۰/۱۰، ۰/۲۵ و ۰/۵۰ درصد از اسانس گیاه میخک آغشته شدند. برای هر غلظت سه تکرار انجام داده شد. پس از تبخیر شدن حلال، هر غده در ظرفی با حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر منتقل شدند. تعداد ۱۰ جفت حشره کامل در آنها رهاسازی شد. میزان تخم‌ریزی روی غده‌های سیب‌زمینی، بعد از گذشت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت محاسبه گردید. در شاهد تنها از حلال استفاده شد (Guerra et al. 2007; Naghizadeh et al. 2019).

به منظور بررسی اثر عصاره میخک و حشره‌کش کلرانترانیلی‌پرول روی ترجیح تخم‌ریزی حشرات کامل بید سیب‌زمینی مطابق با روش Rafiee-Dastjerdi et al. (2013) از یک قفس توری به ابعاد $32 \times 32 \times 32$ سانتی‌متر استفاده شد. داخل این قفس ۱۰ جفت حشره نر و ماده یک روزه قرار داده شد. سه عدد غده سیب‌زمینی با وزن و شکل تقریباً یکسان انتخاب و هر کدام به طور جداگانه در ۵۰ میلی‌لیتر عصاره میخک (غلظت‌های یک، سه و پنج درصد) یا غلظت‌های مختلف حشره‌کش (یک، پنج و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر) به مدت ۱۵ ثانیه غوطه‌ور شد. پس از تبخیر حلال، غده‌ها به سه گوشه قفس منتقل شدند. در گوشه چهارم، غده شاهد که با حلال تیمار شده بود، قرار داده شد. میزان تخم‌ریزی بعد از گذشت

جدول ۲. نتایج زیست‌سنجی اسانس و عصاره میخک هندی *Syzygium aromaticum* روی مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی *Phthorimaea operculella* در شرایط آزمایشگاهی.

Table 2. Results of bioassay of *Syzygium aromaticum* essential oil and extract on different biological stages of *Phthorimaea operculella* in laboratory conditions.

compound	growth stage	days after treatment	n	χ^2 (df)	Slop \pm SE	LC ₅₀ * (Lower-Upper 95% CI)	LC ₉₅ * (Lower-Upper 95% CI)
essential oil of <i>Syzygium aromaticum</i>	egg	8	300	1.27(3)	3.6 \pm 0.56	27.95 (25.41-30.89)	78.01 (60.44-123.27)
	neonat larvae	1	300	0.10(3)	2.1 \pm 0.33	3.27 (2.73-3.85)	19.56 (12.89-41.48)
	adults	1	300	0.91(3)	1.6 \pm 0.23	0.43 (0.33-0.54)	5.63 (3.06-17.55)
Extract of <i>Syzygium aromaticum</i>	egg	8	300	1.28(3)	4.58 \pm 0.75	742.45 (688.79-808.59)	1698.45 (1359.55-2600.17)
	neonat larvae	1	300	1.51(3)	2.0 \pm 0.32	253.29 (208.96-300.36)	1653.59 (1055.60-3814.32)
	adults	1	300	1.51(3)	2.6 \pm 0.42	241.54 (207.24-274.79)	1006.55 (721.23-1868.88)

*LC₅₀ and LC₉₅ for essential oil: (μ l/l air) and for extract: (mg/l).

جدول ۳. ترکیبات شیمیایی اسانس میخک هندی *Syzygium aromaticum*

Table 3. Chemical composition of *Syzygium aromaticum* essential oil.

No.	Compound	Retention time (minute)	Composition (%)
1	Benzene, 1-methyl-3	7.005	0.03
2	Limonene	7.091	0.05
3	Cineole	7.154	0.15
4	alpha.-Cubebene	14.409	0.54
5	Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)	14.735	50.65
6	alpha.-Copaene	15.033	1.78
7	Eugenol	15.239	0.07
8	Isoeugenol	15.445	0.06
9	trans-Caryophyllene	16.080	35.30
10	alpha.-Humulene	16.709	4.30
11	1H-Cycloprop[e]azulene	16.841	0.08
12	Naphthalene	17.121	0.19
13	beta.-Cubebene	17.247	0.08
14	Ledene	17.362	0.07
15	Germacrene D	17.488	0.08
16	alpha.-selinene	17.533	0.11
17	alpha.-cadinene	17.596	0.06
18	alpha.-Farnesene	17.682	0.16
19	Cadina-1,4-diene	18.254	0.37
20	Bis(2-ethylhexyl) phthalate	32.748	0.60
Total	-	-	94.73

نتایج به دست آمده از تجزیه آماری اثر غلظت‌های مختلف اسانس میخک روی مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی نشان داد که بین غلظت‌های مختلف اسانس اختلاف معنی‌داری وجود دارد (حشرات کامل: F = 215.71, df = 4, P < 0.001؛ تخم: F = 267.06, df = 4, P < 0.001؛ لارو نئونات: F = 287.88, df = 4, P < 0.001). با افزایش میزان غلظت اسانس به میزان تلفات مراحل مختلف زیستی آفت افزوده شد. در مورد عصاره میخک هندی نیز، نتایج به دست آمده از تجزیه آماری اثر غلظت‌های مختلف عصاره میخک روی مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی نشان داد که بین غلظت‌های مختلف

نتایج به دست آمده از تجزیه آماری اثر غلظت‌های مختلف اسانس میخک روی مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی نشان داد که بین غلظت‌های مختلف اسانس اختلاف معنی‌داری وجود دارد (حشرات کامل: F = 215.71, df = 4, P < 0.001؛ تخم: F = 267.06, df = 4, P < 0.001؛ لارو نئونات: F = 287.88, df = 4, P < 0.001).

Bis(2-ethylhexyl) phthalate و (٪. ۱/۷۸) alpha.-Copaene (جدول ۳) (٪. ۰/۶۰).

نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی عصاره میخک هندی (GC-Mass) نشان داد ۲۵ ماده شناسایی شده‌اند که ۸۷/۶۹ درصد کل ترکیبات عصاره را تشکیل می‌دهند. موادی که بیشترین درصد این ترکیبات را تشکیل دادند عبارتند از: Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl) (٪. ۴۰/۸۰)، 4,11-Dioxa-3,5-dimethyl-3-(2-propenyl) gamma- (٪. ۱۸/۶۵)، (٪. ۴/۴۷) methoxy alpha-Humulene (٪. ۴/۱۱) و (جدول ۴) (٪. ۲/۴۰) Sitosterol.

عصاره اختلاف معنی‌داری وجود دارد (حشرات کامل): $F = 245.96$, $df = 4$, $P < 0.001$; تخم: $F = 587.36$, $df = 4$, $P < 0.001$ ؛ لارو نئونات: $F = 731.95$, $df = 4$, $P < 0.001$. با افزایش میزان غلظت اسانس به میزان تلفات مراحل مختلف زیستی آفت افزوده شد.

نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی اسانس میخک هندی (GC-Mass) نشان داد که تعداد ۲۰ ماده شناسایی شده ۹۴/۷۳ درصد از کل ترکیبات اسانس را تشکیل می‌دهند. موادی که بیشترین درصد این ترکیبات را تشکیل دادند عبارتند از: Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl) (٪. ۵۰/۶۵)، alpha-Humulene (٪. ۴/۳۰) Caryophyllene (٪. ۳۵/۳۰).

جدول ۴. ترکیبات شیمیایی عصاره میخک هندی *Syzygium aromaticum*

Table 4. Chemical composition of *Syzygium aromaticum* plant extract.

N o.	Compound	Retention time (minute)	Composition (%)
1	Methyl Salicylate	11.073	0.27
2	chavicol	12.040	0.23
3	Phenol, 4-(2-propenyl)	13.545	1.23
4	Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)	14.564	40.80
5	trans-Caryophyllene	16.944	5.05
6	beta-Selinene	17.070	1.69
7	alpha-Humulene	17.390	4.11
8	delta-Cadinen	17.579	1.27
9	Aromadendrene	17.854	0.34
10	alpha-Farnesene	18.089	1.47
11	Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)	18.443	18.65
12	Caryophyllene oxide	19.799	1.43
13	Naphthalene	20.440	0.42
14	4,11-Dioxa-3,5-dimethyl-3-methoxyt	21.722	4.47
15	Benzyl benzoate	22.998	0.22
16	Trimethyltricyclo	25.224	0.29
17	Palmitic acid	25.796	0.17
18	Hexadecanoic acid	26.591	1.56
19	Octadecadienoic acid	28.983	0.43
20	2-(5-Formyl-4-propyl-2-pyrrolyl)	34.820	0.40
21	Eicosane	38.384	0.17
22	DL-alpha-Tocopherol	45.794	0.24
23	Stigmasterol	50.824	0.21
24	gamma-Sitosterol	54.360	2.40
25	Methyl 3beta-hydroxyolean	70.628	0.17
T	-	-	87.69
total	-	-	87.69

نئونات و تخم به ترتیب با مقادیر LC_{50} برابر با ۳/۳۹ و ۱۱/۸۱ میلی‌گرم بر لیتر حساس‌ترین مرحله از سیکل زندگی آفت نسبت به حشره کامل می‌باشند (جدول ۵).

آزمایش اثر کلراترانیلی پرول روی مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی نتایج حاصل از بررسی تاثیر حشره کش کلراترانیلی پرول روی مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی، نشان داد که لارو

جدول ۵. نتایج تجزیه پروبیت اثر حشره‌کشی کلرانترانیلپرول روی مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی *Phthorimaea operculella* در شرایط آزمایشگاهی.

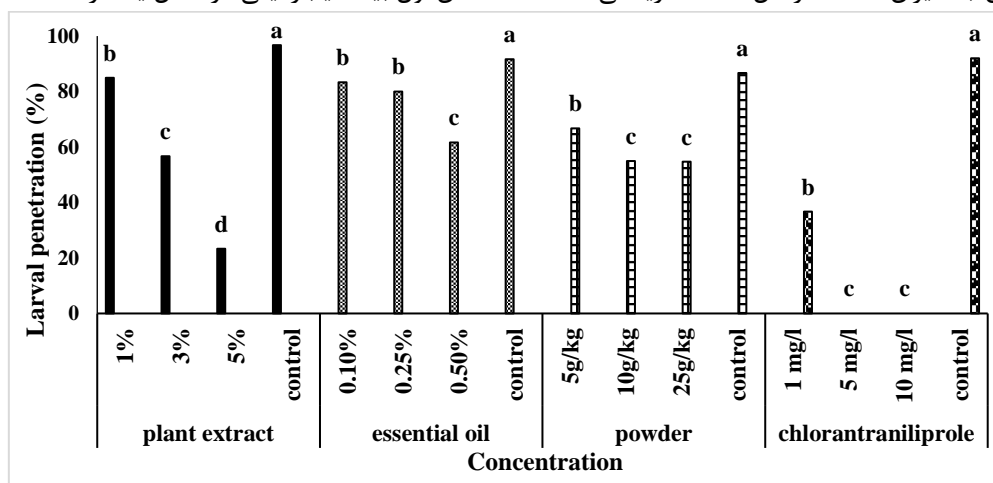
Table 5. Results of probit analysis of effect of chlorantraniliprole on different biological stages of *Phthorimaea operculella* in laboratory conditions.

Compound	Growth stage	Days after treatment	n	$\chi^2(df)$	Slope \pm SE	LC ₅₀ (mg/l) (Lower-Upper 95% CI)	LC ₉₅ (mg/l) (Lower-Upper 95% CI)
chlorantraniliprole	egg	8	300	0.68(3)	3.17 \pm 1.21	12.36 (11.81-12.90)	19.65 (17.58-24.09)
	neonate larvae	1	300	0.89(3)	3.04 \pm 0.46	3.39 (3.01-3.81)	11.81 (8.75-20.28)
	adult	1	300	0.59(3)	2.71 \pm 0.40	35.15 (30.66-40.701)	142.19 (102.59-253.64)

افزوده شد.

نتایج به دست آمده از تجزیه آماری اثر غلظت‌های مختلف حشره‌کش کلرانترانیلپرول روی مراحل مختلف زیستی بید سیب‌زمینی نشان داد که بین غلظت‌های مختلف حشره‌کش اختلاف معنی‌داری وجود دارد (حشرات کامل: $F = 391.41$, $df = 4$, $P < 0.001$; تخم: $F = 188.42$, $df = 4$, $P < 0.001$; لارو نئونات: $F = 276.56$, $df = 4$, $P < 0.001$). با افزایش میزان غلظت حشره‌کش به میزان تلفات مراحل مختلف زیستی آفت

تاثیر حشره‌کش کلرانترانیلپرول، اسانس، عصاره و پودر میخک هندی روی درصد نفوذ لارو نئونات، تاثیر غلظت‌های مختلف حشره‌کش کلرانترانیلپرول، عصاره، پودر و اسانس میخک هندی روی درصد نفوذ لاروهای سن اول بید سیب‌زمینی در شکل یک ارائه شده است.



شکل ۱. تاثیر غلظت‌های مختلف اسانس، عصاره، پودر میخک هندی و حشره‌کش کلرانترانیلپرول روی درصد نفوذ لاروهای سن اول بید سیب‌زمینی.

Figure 1. Effect of different concentrations of *Syzygium aromaticum* essential oil, extract, powder and chlorantraniliprole on larval penetration rate.

یکدیگر نداشتند و درصد تاثیر آنها مشابه بود ($F = 546.94$, $df = 3$, $P < 0.001$) مقایسه تاثیر مقادیر مختلف پودر میخک هندی روی درصد نفوذ لارو سن اول بید سیب‌زمینی نشان داد که بین شاهد و مقادیر مختلف پودر اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($F = 333.29$, $df = 3$, $P < 0.001$) و درصد تاثیر مقادیر ۱۰ و ۲۵ گرم بر کیلوگرم در کاهش درصد نفوذ لارو مشابه بوده است و در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند. طبق نتایج حاصل بین غلظت‌های یک، پنج و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر از

مقایسه تاثیر غلظت‌های مختلف عصاره میخک هندی روی درصد نفوذ لاروهای سن اول بید سیب‌زمینی، نشان داد که بین غلظت‌های مختلف عصاره و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود داشته است و غلظت پنج درصد از عصاره بیشترین تاثیر را روی عدم نفوذ لاروهای سن اول بید سیب‌زمینی دارد ($F = 424.09$, $df = 3$, $P < 0.001$) همچنین طبق نتایج بدست آمده غلظت ۰/۵٪ اسانس بیشترین تاثیر را در عدم نفوذ لاروها داشت و غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۱۰ اختلاف معنی‌داری با

کلرانترانیلی پرول و شاهد اختلاف معناداری وجود داشت (F = 347.12, df = 3, P < 0.001) در غلظت‌های پنج و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر از حشره‌کش، درصد نفوذ لارو صفر بود که قابل توجه می‌باشد.

جدول ۶. میانگین تعداد تخم‌های گذشته شده بید سیب‌زمینی روی غده‌های تیمار شده و نشده با عصاره، اسانس و پودر میخک هندی *Syzygium aromaticum* و حشره‌کش کلرانترانیلی پرول پس از مدت زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت.

Table 6. The mean number of laid eggs of *Phthorimaea operculella* on treated and non-treated tubers with plant extract, essential oil and powder of *Syzygium aromaticum* and chlorantraniliprole after 24, 48 and 72 hours.

The mean number of eggs ± SE					
	Concentration	24 h	48 h	72 h	Total
Plant extract	1 %	8.33 ± 1.22	10.67 ± 0.56	18.33 ± 0.33	37.33 ^b ± 0.76
	3 %	0	6.67 ± 0.31	16.33 ± 0.37	23.00 ^c ± 0.43
	5 %	0	0	15.00 ± 1.12	15.00 ^d ± 0.67
Control	0	23.00 ± 0.42	29.00 ± 0.16	32.00 ± 0.25	84.00 ^a ± 0.33
Essential oil	0.5 %	8.50 ± 0.18	15.66 ± 0.16	25.33 ± 0.84	49.49 ^b ± 0.16
	0.25 %	0	12.00 ± 0.12	23.67 ± 0.23	35.67 ^c ± 0.23
	0.50 %	0	11.00 ± 0.51	16.33 ± 0.29	27.33 ^d ± 0.11
Control	0	20.67 ± 0.01	24.33 ± 0.07	27.67 ± 0.11	72.76 ^a ± 0.08
Powder	5 g/kg	18.33 ± 0.37	19.33 ± 0.19	21.00 ± 0.25	58.66 ^b ± 0.11
	10 g/kg	11.00 ± 0.56	17.67 ± 0.57	19.67 ± 0.42	48.34 ^c ± 0.01
	25 g/kg	5.33 ± 0.56	15.33 ± 0.32	20.33 ± 0.58	40.99 ^d ± 0.01
Control	0	20.00 ± 0.29	23.67 ± 0.50	24.33 ± 1.21	68.00 ^a ± 0.13
Chlorantraniliprol	1 mg/l	20.67 ± 0.14	25.00 ± 0.37	37.67 ± 0.50	83.23 ^a ± 0.11
	5 mg/l	27.67 ± 0.84	28.33 ± 0.16	36.00 ± 0.72	81.89 ^a ± 0.96
	10 mg/l	24.00 ± 0.44	29.67 ± 0.21	29.66 ± 0.46	83.23 ^a ± 0.11
Control	0	26.67 ± 0.53	27.33 ± 0.30	30.11 ± 0.34	84.11 ^a ± 0.95

حشره‌کش روی سایر آفات بالیولکدار به اثبات رسیده است (Ioriatti et al. 2009; Hajipour Jarchelou et al. 2022).

تاکنون مطالعه‌ای در زمینه استفاده از اسانس، عصاره و پودر گیاه میخک هندی در کنترل بید سیب‌زمینی منتشر نشده است. با این حال تاثیر مثبت آنها روی دیگر آفات توسط محققین دیگری به اثبات رسیده است. نتایج تحقیقات Beynaghi et al. (2014) نشان داده است که اسانس گیاه میخک هندی اثرات کشندگی و زیرکشندگی روی آفت کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch. دارد. در تحقیقی Ileke et al. (2014) نشان دادند که پودر و اسانس گیاه میخک هندی روی شپشه برنج *Sitophilus oryzae* L. دارای اثر کشندگی می‌باشند و اسانس اثر کشندگی بیشتری داشت. اثر عصاره گیاه میخک *S. aromaticum* و دو گونه گیاه دیگر *Tephrosia vogelii* Hook.f. و *Croton* Pax. و *dichogamus* روی لاروهای بید کلم *Plutella xylostella* L. پروانه کلم *Trichoplusia ni* Hub. توسط Mpumi et al. (2020) بررسی شد. آنها در این تحقیق آب را به عنوان شاهد منفی و آفت‌کش کلرپایریفوس را به عنوان شاهد مثبت در نظر گرفتند. نتایج بررسی آنها نشان داد آفت‌کش کلرپایریفوس بیشترین اثر کنترلی را روی لاروهای آفات مذکور داشت و

آزمایش روی ترجیح تخم‌ریزی حشرات کامل

نتایج آزمایش روی ترجیح تخم‌ریزی حشرات کامل بید سیب‌زمینی در جدول شش ارائه شده است. آزمایش نشان داد که در همه غلظت‌های آزمایش شده از اسانس، عصاره و پودر با شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد و میزان تخم‌ریزی حشرات کامل تحت تاثیر غلظت‌های مختلف اسانس، عصاره و پودر کمتر از شاهد بوده است، اما در مورد حشره‌کش کلرانترانیلی پرول نتایج نشان داد که حشرات بالغ آفت برای تخم‌ریزی تمایزی بین غده‌های تیمار شده و غده‌های تیمار نشده نداشته‌اند.

بحث

در این تحقیق مشخص شد حشرات کامل بید سیب‌زمینی حساسیت بالایی به اسانس میخک هندی دارند. همچنین، حساسیت مرحله لاروی و حشرات کامل آفت به عصاره میخک تقریباً مشابه بود و بر اساس مقادیر LC₅₀ تفاوت معنی‌داری از نظر میزان کشندگی بین آنها مشاهده نشد. در مورد حشره‌کش کلرانترانیلی پرول، مطابق با نتایج زیست‌سنجی‌ها حساسیت مرحله تخم و لارو آفت نسبت به حشرات کامل بسیار بالاتر بود. در چندین تحقیق دیگر نیز خاصیت تخم-لارو کشی این

گرفته است. در یک مطالعه (Ajamshahi & Salehi 2004) تاثیر عصاره گیاهان گندواش *Artemisia annua* L. آقطی *Pterocarya fraxinifolia* Lam. و گیاه *Sambucus ebulus* L. را روی ترجیح تخم‌ریزی بید سیب زمینی مورد بررسی قرار دادند و دریافتند عصاره این گیاهان تاثیر بالایی در کاهش تعداد تخم حشره دارند. نتایج تحقیق (Araujo et al. 2016) نشان داده است که اسانس گیاه میخک سبب کاهش تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط پشه *Aedes aegypti* L. شده است و همچنین خاصیت لاروکشی برای آفت داشت. در یک بررسی دیگر، (Nuryanti & Budiarti 2022) به این نتیجه رسیدند که اسانس گیاه میخک هندی دارای اثر کشندگی (تماسی و تدخینی) روی حشرات کامل *Callosobruchus chinensis* L. می‌باشد. همچنین ترجیح تخم‌ریزی حشرات کامل آفت روی بذرها لوبیا سبز بررسی شد و نتایج حاکی از آن نشان داد که اسانس گیاه باعث کاهش تعداد تخم گذاشته شده توسط آفت می‌شود. در تحقیق حاضر نیز اسانس، پودر و عصاره میخک سبب کاهش تعداد تخم‌های گذاشته شده بید سیب‌زمینی شدند.

در یک تحقیق (Ibrahim & Sisay 2011) اثر پودر سه گیاه *Eucalyptus globulus* Lab. *Lantana camara* L. و *Tagetes minuta* L. را در مقایسه با آفتکش دیازینون ۶۰٪ EC روی بید سیب‌زمینی مورد آزمایش قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد تعداد سیب‌زمینی‌های آلوده شده و خسارت دیده در تیمارهای پودر گیاهان مزبور آفتکش دیازینون در اختلاف معناداری با شاهد (آب) داشت. درصد آلودگی در غده‌های تیمار شده با پودر گیاهان در مقایسه با شاهد و آفتکش دیازینون بسیار پایین‌تر بود. نتیجه‌گیری کلی این محققین این بود که آغشته‌سازی غده‌های سیب‌زمینی با پودر این گیاهان را می‌توان به عنوان یک راهکار در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفت در راستای کنترل بید سیب‌زمینی به کار برد. این نتایج با نتایج تحقیق حاضر مبنی بر موثر بودن پودر گیاهان در کاهش خسارت و مدیریت آفت بید سیب‌زمینی مطابقت دارد.

در بررسی دیگری، (Hassan & Erdogan 2018) تاثیر غلظت‌های مختلف چند ترکیب شیمیایی و گیاهی را روی درصد نفوذ لاروهای بید سیب‌زمینی مورد بررسی قرار دارند. مطابق با نتایج آنها آغشته کردن غده‌های سیب‌زمینی به غلظت‌های مختلف ایندوکساکارب به مدت ۱۶ هفته و غلظت‌های مختلف اسپینتوران به مدت ۶ هفته مانع از نفوذ

عصاره ۱، ۵ و ۱۰ درصد از گیاهان در مقایسه با آب اثر کشندگی معناداری روی لاروهای آفات مذکور داشتند و در این میان اثر کنترلی عصاره ۱۰ درصدی بیشتر بود.

اثرات کشندگی متفاوت اسانس و عصاره مورد مطالعه در این تحقیق، از یک سو به تفاوت موجود در ترکیبات گیاهی حاصل از هر کدام از آنها و از سوی دیگر به نحوه اثر آنها (اثر تدخینی و تماسی) بستگی دارد. در میان ترکیبات مختلف موجود در اسانس‌های گیاهی، مونوترپن‌ها ترکیبات اصلی هستند (Ibrahim et al. 2001). آنالیز شیمیایی اسانس میخک آزمایش شده در این تحقیق نیز موید همین مطلب بود.

نتایج تحقیق (Zeng et al. 2010) نشان داد که اسانس گیاه میخک دارای اثر کشندگی روی چند گونه آفت انباری از جمله: *T. castaneum* می‌باشد. مطابق با نتایج حاصل از آنالیز GC-MS اسانس میخک، دو ماده *trans-caryophyllene* و *2-methoxy-4-(2-propenyl)-phenol* به ترتیب با ۸۳/۱۳ و ۱۲/۴۲ درصد، بیشترین اجزای اسانس را به خود اختصاص داده بودند. محققین دیگری نیز در بررسی خواص حشره‌کشی اسانس و عصاره حاصل از میخک به این نتیجه رسیده‌اند که بیشترین اجزای این ماده‌ها را ترکیب *eugenol* تشکیل می‌دهد و بیشتر خواص حشره‌کشی آنها به این ترکیب نسبت داده شده است (Araujo et al. 2016; Kamatou et al. 2012; Tian et al. 2015). آنالیز شیمیایی اسانس و عصاره در تحقیق حاضر نیز نشان داد که در اسانس میخک ترکیب *Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-phenol* و در عصاره آن ترکیب‌های *Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)-phenol* و *methoxy-4-(2-propenyl)-phenol* به عنوان یک ترکیب فنلی بیشترین اجزای آنها را به خود اختصاص داده‌اند. عوامل متعددی مانند نوع اندام گیاهی مورد بررسی، شرایط محیطی، فصل جمع‌آوری، زمان برداشت، شرایط مختلف ژنوتیپی و اکوتیپی می‌توانند بر درصد، نوع و تعداد اجزای ترکیبات شیمیایی شناسایی شده در اسانس و عصاره گیاهان موثر باشند (Karimi et al. 2020).

ترکیبات گیاهی طیف وسیعی از اثرات حشره‌کشی، دور کنندگی و بازدارندگی تخم‌ریزی را در برابر آفات مختلف از خود نشان داده‌اند (Ishaaya & Horowitz 2009; Nerio et al. 2010). عمده این فعالیت‌ها مربوط به ترکیبات شیمیایی موجود در آنهاست (Allahverdizadeh & Mohammadi 2016). همچنین تحقیقات متنوعی در راستای اثر ترکیبات گیاهی روی ترجیح تخم‌ریزی بید سیب زمینی و سایر آفات دیگر انجام

آفتکش‌های کلرانترانیلی پرول، تیمتوکسام و ایمیداکلوپراید در مقایسه با عصاره‌های گیاهی آزادیراختین، تاثیری روی ترجیح تخم‌ریزی آفاتمانند شته مومی کلم *Brevicoryne L.* و *Spodoptera litura* Fab. و *P. xylostella* بید کلم *brassicae* ندارند، هرچند در کاهش جمعیت آنها موثر می‌باشند. در تحقیق حاضر نیز حشره‌کش کلرانترانیلی پرول با وجود کشندگی بالا روی مراحل تخم و لارو آفت، تاثیر معناداری روی ترجیح تخم‌ریزی حشرات بالغ بید سیب‌زمینی نداشت. بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر؛ با در نظر گرفتن آثار مخرب زیست محیطی ناشی از سموم شیمیایی و کم‌خطر بودن ترکیبات حاصل از گیاهان برای سلامتی انسان و محیط زیست، به نظر می‌رسد با انجام مطالعات بیشتر (آزمون‌های بیوشیمیایی و مولکولی) روی گیاه میخک هندی، می‌توان از آن در کنترل تلفیقی بید سیب‌زمینی بهره برد.

References

- Abd El-Aziz MF, 2011. Bioactivities and biochemical effects of marjoram essential oil used against potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). *Life Science Journal* 8(1): 288–297.
- Ajamhassani M, Salehi L, 2004. Effect of three non-cultivated plants on host preference oviposition rate of the potato tuber moth (*Phthorimaea operculella*). *Journal of Agricultural Science of Iran* 1(5): 112–119 (in Persian with English abstract).
- Allahverdizadeh NM, Mohammadi D, 2016. Bioactivity of *Marrubium vulgare* and *Achillea millefolium* leaf extracts on potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller. *Munis Entomology and Zoology* 11(1):114–122.
- Araujo AFO, Ribeiro-Paes JT, Deus JT, Cavalcanti SCH, Nunes RS, et al., 2016. Larvicidal activity of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr and *Citrus sinensis* (L.) Osbeck essential oils and their antagonistic effects with temephos in resistant populations of *Aedes aegypti*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 111: 443–449.
- Aryal S, Jung C, 2015. IPM tactics of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae), Literature Study. *Korean Journal of Soil Zoology* 9: 1–2.
- Bacca T, Cabrera NJ, Gutiérrez Y, 2021. Toxic effect of chlorantraniliprole on new-born larvae of the potato tuber moth *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Annals of Applied Biology* 179(2):169–175.
- Bassi A, Rison JL, Wiles JA, 2009. Chlorantraniliprole (DPXE2Y45, Rynaxypyr®, Coragen®), a new diamide insecticide for control of codling moth (*Cydia pomonella*), Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) and European grapevine moth (*Lobesia botrana*). *Nova Gorica* 4(5): 39–45.
- Beynaghi S, Kheradmand K, Asgari S, Sheikhi Garjan A, 2014. Sublethal effects of *Cuminum cyminum* and *Eugenia caryophyllata* essential oils on two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae*. *Applied Entomology and Phytopathology* 82(2): 81–90 (in Persian with English abstract).
- Chen Q, Xiong L, Luo M, Wang J, Hu C, et al., 2015. Synthesis, larvicidal activities and antifungal activities of novel chlorantraniliprole derivatives and their target in the ryanodine receptor. *Molecules* 20(3): 3854–3867.
- Dinter A, Brugger KE, Frost NM, Woodward MD, 2009. Chlorantraniliprole (Rynaxypyr): A novel DuPont™ insecticide with low toxicity and low risk for honey bees (*Apis mellifera*) and bumble bees (*Bombus terrestris*) providing excellent tools for uses in integrated pest management. *Julius-Khn-Archiv* 423: 84–96.
- Dos Santos VB, Silva LB, Carneiro E, Silva AF, Lopes

- GN, *et al.*, 2017. Comparative study of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) preference for Bt and non-Bt soybean cultivars. *American Journal of Plant Sciences* 8(10): 2483–2500.
- Erdogan P, Yilmaz B, 2018. Insecticidal effect of three different plant extracts on potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* Zeller (Lep.: Gelechiidae)). *Journal of Food Science and Engineering* 8: 215–221.
- Foot MA, 1976. Laboratory assessment of several insecticides against the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera, Gelechiidae). *New Zealand Journal of Agricultural Research* 19(1):117–125.
- Gao YL, 2018. Potato tuber worm: impact and methods for control—Mini Review. *CAB Review* 13(22):1–3.
- Golizadeh A, Zalucki MP, 2012. Estimating temperature dependent developmental rates of potato tuber worm, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Insect Science* 19: 609–620.
- Guerra PC, Molina IY, 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.
- Hajipour Jarchelou S, Valizadegan O, Soleymanzade A. 2022. Laboratory assessment of cabbage seed oil and *Alhagi maurorum* extract in enhanced insecticidal activity of chlorantraniliprole and lambda-cyhalothrin against *Pieris brassicae* (Lepidoptera: Pieridae). *Journal of Entomological Society of Iran* 41(4):321–340. (in Persian with English abstract)
- Hassan E, Erdogan P, 2018. Insecticidal efficacy of conventional and botanical insecticides against potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* (Zeller) Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Agronomy & Agricultural Science* 1:1–6.
- Hirooka T, Kodama H, Kuriyama K, Nishimatsu T, 2007. Field development of flubendiamide (Phoenix-Takumi_®) for lepidopterous insect control on vegetables, fruits, tea, cotton and rice. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer- English Edition* 60(2): 203–218.
- Ibrahim A, Sisay A, 2011. Evaluation of some botanicals to control potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) at Bako, West Shoa, Ethiopia. *East African Journal of Sciences* 5(1): 37–40.
- Ibrahim MA, Kainulainen P, Aflatuni A, Tiilikkala K, Holopainen JK, 2001. Insecticidal, repellent, antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limonene and its suitability for control of insect pests. *Agricultural and Food Science* 10: 243–259.
- Ileke KD, Ogungbite OC, Olayinka-Olugunju JO, 2014. Powders and extracts of *Syzygium aromaticum* and *Anacardium occidentale* as entomocides against the infestation of *Sitophilus oryzae* (L.) [Coleoptera: Curculionidae] on stored sorghum grains. *African Crop Science Journal* 22(4): 267–273.
- Ioriatti C, Anfora G, Angeli G, Mazzoni V, Trona F, 2009. Effects of chlorantraniliprole on eggs and larvae of *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae). *Pest Management Science* 65(6): 717–722.
- Ishaaya I, Horowitz AR, 2009. Biorational control of arthropod pests application and resistance management. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. 408p.
- Kamatou GP, Vermaak I, Viljoen AM, 2012. Eugenol from the remote Maluku Islands to the international market place: A review of a remarkable and versatile molecule. *Molecules* 17: 6953–6981.
- Karimi A, Krähmer A, Herwig N, Schulz H, Hadian, J. *et al.*, 2020. Variation of secondary metabolite profile of *Zataria multiflora* Boiss. populations linked to geographic, climatic, and edaphic factors. *Frontiers in Plant Science* 11: 1–15.
- Koul O, Walia S, Dhaliwal GS, 2008. Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopesticide International* 4: 63–84.
- Lahm G, Cordova D, Barry J, 2009. New and selective ryanodine receptor activators for insect control. *Bioorganic and Medicinal Chemistry* 17(12): 4127–4133
- Lawrence J, 2009. Damage relationships and control of the tobacco split worm (Gelechiidae: *Phthorimaea operculella*) in flue-cured tobacco. MS thesis, North Carolina State University, Raleigh.

- Loriatti C, Anfora G, Angeli G, Mazzoni V, Trona F, 2009. Effects of chlorantraniliprole on eggs and larvae of *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae). *Pest Management Science* 65: 717–722
- Mazrou K, Labdelli F, Bousmaha F, Chelef M, Adamou-Djerbaoui M, 2021. The efficacy of three different plant extracts on some biological features of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) by different application methods. *International Journal of Environmental Studies* 78(6):1058–1069.
- Moradeshaghi MJ, Pourmirza AA, 1974. Survey on the resistance of different stages of mediterranean flour moth (*Plodia interpunctella*) to *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Entomological Society of Iran* 2(1): 25–34. (In Persian with English abstract)
- Morey RA, Khandagle AJ, 2020. Bioactivity of plant essential oil against potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology* 13(2): 51–56.
- Mpumi N, Machunda R, Mtei KM, Ndakidemi PA, 2020. Insecticidal Efficacy of *Syzygium aromaticum*, *Tephrosia vogelii* and *Croton dichogamus* Extracts against *Plutella xylostella* and *Trichoplusia ni* on *Brassica oleracea* crop in Northern Tanzania. *AIMS Agriculture and Food* 6(1):185–202.
- Naghizadeh S, Rafiee-Dastjerdi H, Naseri B, Golizadeh A, Esmailpour B, 2019. Insecticidal activity of essential oils from *Artemisia absinthium* L., *Artemisia dracuncululus* L. and *Achillea millefolium* L. against *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Crop Protection* 8(4):479–489.
- Nerio LS, Olivero-Verbel J, Stashenko E, 2010. Repellent activity of essential oils: a review. *Bioresource Technology* 101: 372–378.
- Nuryanti NSP, Budiarti L, 2022. Toxicity and compatibility of botanical insecticide from Clove (*Syzygium aromaticum*), Lime (*Citrus aurantifolia*) and Garlic (*Allium aativum*) essential oil against *Callasobruchus chinensis* L. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, April, IOP Publishing. P. 8.
- Onu FM, Ogu E, Ikehi ME, 2015. Use of neem and garlic dried plant powders for controlling some stored grains pests. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 25(2): 507–512.
- Paramasivam M, Selvi C, 2017. Laboratory bioassay methods to assess the insecticide toxicity against insect pests-A review. *Journal of Entomology & Zoology Studies* 5: 1441–1445.
- Rafiee-Dastjerdi H, Khorrami F, Razmjou J, Esmailpour B, Golizadeh A. *et al.*, 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.
- Robertson JL, Preisler HK, 1992. Pesticide bioassay with arthropods. 2th edition, CRC Press. 224 pp.
- Rondon SI, Brown CR, Marchosky R, 2013. Screening for resistance of potato lines to the potato tuber worm, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *American Journal of Potato Research* 90(1): 71–82.
- Saber M, Vojoudi S, Parsaeyan E, Ahmadi A, 2019. Lethal and sublethal effects of propargite, benomyl, haloxyfop etotyl, imidacloprid and chlorpyrifos on life table parameters of egg parasitoid, *Trichogramma brassicae* (Hym.; Trichogrammatidae). *Journal of Entomological Society of Iran* 39(2): 111–124. (in Persian with English abstract)
- Saour G, 2008. Effect of thiacloprid against the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Pest Science* 81(1):3–8.
- Shah FM, Razaq M, Ali Q, Shad SA, Aslam M, *et al.*, 2019. Field evaluation of synthetic and neem-derived alternative insecticides in developing action thresholds against cauliflower pests. *Scientific Reports* 9(1):1–13.
- Sharaby AMF, Fallatah SB, 2019. Protection of stored potatoes from infestation with the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) using plant powders. *Bulletin of the National Research Centre* 43(1):1–7.
- 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: 1-9.

Tian BL, Liu QZ, Liu ZL, Li P, Wang JW, 2015. Insecticidal potential of clove essential oil and its constituents on *Cacopsylla chinensis* (Hemiptera: Psyllidae) in laboratory and field. *Journal of Economic Entomology* 108: 957-961.

Vesaltalab Z, Gholami M, 2011. The effect of Clove buds and Rosemary extracts and essences of *Botrytis cinerea* growth. *Plant Products Technology* 11(2): 1-11 (in Persian with English abstract)

Wu M, Xiong Y, Han R, Dong W, Xiao C, 2020. Fumigant Toxicity and oviposition deterrent activity of volatile constituents from *Asari Radix et Rhizoma* against *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Insect Science* 20(6): 32.

Zeng L, Lao CZ, Cen YJ, Liang GW, 2010. Study on the insecticidal activity compounds of the essential oil from *Syzygium aromaticum* against stored grain insect pests. *Julius-Kühn-Archiv* 425-766



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)