اثرات کشندگی و بازدارندگی تخم‌گذاری عصاره‌های کرفس *Apium graveolens* و علف داسی *Falcaria vulgaris* بر بید سیب‌زمینی *Phthorimaea operculella* در شرایط آزمایشگاهی

اکرم حاتمی[۱]، داود محمدی[۲*] و ناصر عیوضیان کاری[۲]

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز.

۲- به ترتیب استادیار و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز.

[*] مسئول مکاتبه: mohamadi@azaruniv.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۲۸

چکیده

عصاره‌های برخی گیاهان به‌دلیل دارا بودن اثرات زیستی مختلف مانند کشندگی، دورکنندگی و ضدتغذیه‌ای می‌توانند به‌عنوان آفت‌کش مورد استفاده قرار گیرند. در این بررسی تاثیر عصاره‌ی دو گیاه علف داسی، *Falcaria vulgaris* Bernh و کرفس، *Apium graveolens* L. از تیره‌ی چتریان، بر چند ویژگی زیستی بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873)، مورد بررسی قرار گرفت. حشرات در دمای ۲±۲۶ درجه‌ی سلسیوس، دوره‌ی نوری ۱۶:۸ ساعت (تاریکی: روشنایی) و رطوبت نسبی ۵±۵۰ درصد، بر روی غده‌های سیب‌زمینی پرورش یافتند. اندام‌های هوایی گیاهان مورد بررسی پس از شستشو در سایه خشک شده و به‌ترتیب با روش خیساندن در حلال‌های هگزانی، اتیل‌استاتی و متانولی عصاره‌گیری شدند. اثرات کشندگی تماسی عصاره‌ها بر تخم‌های ۲۴ ساعته، اثر تدخینی عصاره‌ها بر لاروهای سن اول و اثر بازدارندگی تخم‌گذاری عصاره‌ها بر حشرات کامل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عصاره‌های هگزانی و اتیل‌استاتی گیاه علف‌داسی به‌ترتیب با مقادیر LC_{50} معادل ۲/۵ و ۳/۳۸ و کرفس ۲/۱۲ و ۲/۸۱ گرم بر لیتر اثر تخم‌کشی خوبی در مقایسه با سایر عصاره‌ها داشتند. اثر تدخینی عصاره‌های هگزانی و اتیل‌استاتی علف‌داسی با LC_{50} معادل ۵/۵۹ و ۱۳/۴۳ میلی‌گرم بر لیتر به‌طور معنی‌داری بیشتر از بقیه‌ی عصاره‌ها بود. عصاره‌ی متانولی هر دو گیاه فاقد اثرات تخم‌کشی و تدخینی بودند. عصاره‌های اتیل‌استاتی، هگزانی و متانولی هر دو گیاه اثرات بازدارندگی تخم‌گذاری خیلی خوبی داشتند. عصاره‌ی اتیل‌استاتی کرفس به‌طور کامل و عصاره‌ی اتیل‌استاتی علف‌داسی بیش از ۸۰ درصد از تخم‌گذاری حشرات کامل جلوگیری کردند. اثرات زیستی مختلف عصاره‌های گیاهان مورد بررسی، توان بالای آن‌ها را به‌عنوان عامل کنترلی در برنامه‌های مدیریت بید سیب‌زمینی نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: اتیل‌استات، اثرات تدخینی، تخم‌کشی، متانول، هگزان.

مقدمه

بید سیب‌زمینی *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lep.; Gelechiidae) به‌دلیل همبستگی شدید با میزبان، قدرت سازگاری با شرایط محیطی مختلف، قدرت تولید مثل بالا، توان مقاومت به آفت‌کش‌ها و خسارت شدید اقتصادی در شرایط مزرعه و انبار یکی از آفات مهم گیاهان تیره‌ی Solanaceae به‌خصوص سیب‌زمینی می‌باشد (Kutinkova et al., 2016; El-Kedy, 2011; Rondon, 2010; Capinera, 2001). بیش از ۶۰ گونه‌ی گیاه زراعی و غیرزراعی، به‌عنوان میزبان بید سیب‌زمینی گزارش شده‌اند که ۵۲ گونه به تیره‌ی Solanaceae و جنس *Solanum* و جنس‌های نزدیک به آن تعلق دارند. سیب‌زمینی میزبان ترجیحی این آفت است اما به سایر گیاهان زراعی مانند گوجه‌فرنگی، فلفل، بادمجان، تنباکو و علف‌های هرزی نظیر تاتوره نیز خسارت وارد می‌کند (Capinera, 2001; Das and Raman, 1994). حشرات کامل در طول فصل زراعی روی اندام‌های هوایی گیاهان و گاهی غده‌ها تخم‌گذاری و لاروها به‌صورت مینوز از برگ، دمبرگ و ساقه تغذیه می‌کنند و باعث صدمه دیدن اندام‌های هوایی می شوند. هر چند این نوع خسارت تاثیر

زیادی در عملکرد نهایی ندارد اما آلوده شدن غده‌ها سبب کاهش کیفیت محصول و آلودگی‌های ثانویه شده و از بازارپسندی محصول می‌کاهد. در نبود روش انبارداری مناسب ممکن است تمام محصول از بین برود (Rondon, 2010). با توجه به محل فعالیت و نحوه‌ی خسارت مرحله‌ی لاروی و نیز توان بالای این حشره در بروز پدیده‌ی مقاوت به سموم شیمیایی، کنترل آن مشکل می‌باشد و ضروری است تلفیقی از راه‌کارهای کنترلی در مدیریت آن لحاظ گردد.

در بین آفت‌کش های زیستی، ترکیبات موجود در برخی گیاهان به‌واسطه‌ی داشتن اثرات ضدتغذیه‌ای، دورکنندگی، کشندگی روی آفات مختلف و ایمنی نسبی بیشتر برای انسان، موجودات غیرهدف و محیط زیست در سال‌های اخیر به‌عنوان عوامل کنترل‌کننده، در برنامه‌های مدیریتی آفات به شدت مورد توجه بوده است (Kandpal, 2014; El-Wakeil, 2013;Eze and Echezona, 2012; Mazid et al., 2011). بررسی‌های گسترده‌ای جهت بهره‌وری از این ویژگی در گیاهانی از تیره هایی مانند Mytraceae، Cupressaceae، Zingiberaceae، Asteraceae، Poaceae، Lamiaceae، Rutaceae، Lauraceae، Piperaceae و Apiaceae که دارای متابولیت‌هایی با خاصیت باکتری‌کشی، ویروس‌کشی، قارچ‌کشی و حشره‌کشی هستند، صورت گرفته است (Kuppusamy et al., 2016; Koul and Walia, 2009). برای مثال، پوشاندن غده‌های سیب‌زمینی با برگ و گل‌های خشک شده *Minthostachys spicata* (Benth.) Spach (Lamiaceae) و *M. glabrescens* (Benth.) Epling باعث جلوگیری از تخم‌گذاری و کاهش آلودگی شد (Guerra et al., 2006). در بررسی اثر تدخینی اسانس گیاهان مورد *Myrtus communis* L. (Mytraceae) و آویشن *Thymus syriacus* Boiss. (Lamiaceae) مشخص گردید که حشرات کامل بیشترین و شفیره‌ها کمترین حساسیت را نسبت به اسانس هر دو گیاه داشتند. همچنین اسانس *T. syriacus* خاصیت تخم‌کشی نیز داشت (Tayoub et al., 2016). علاوه بر این، اسانس بذر زیره‌ی سبز (Apiaceae) *Cumminum cyminum* L.، نعناع فلفلی *Mentha piperita* L. (Lamiaceae) و رازیانه *Feoniculum vulgare* L. (Apiaceae) در مزرعه و انبار روی لاروهای سنین مختلف این آفت دارای اثر کشندگی بودند. همچنین اسانس پوتار *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (Poaceae)، جوز هندی *Myristica fragrans* Houtt (Myristicaceae) و گیاه *Mentha citrata* Ehrh (Lamiaceae) روی حشرات کامل با دارا بودن اثر تدخینی، سبب کاهش درصد تفریخ تخم‌ها گردید. گردپاشی اسانس *C. citratus* همراه با پودر تالک روی غده‌های سیب‌زمینی توانست تا ۱۵ روز از آلودگی غده‌ها جلوگیری کند و اسپری اسانس *C. citratus* و *M. fragrans* روی کیسه‌های نگه‌داری، تا ۲۰ روز از آلوده شدن غده‌ها جلوگیری کرد (Sharaby et al., 2014). عصاره‌ی متانولی گل‌های اسطوخودوس *Lavandula angustifolia* Mill (Lamiaceae) و برگ‌های مرزنگوش، *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae)، باعث جلوگیری از تخم‌گذاری و جلوگیری از نفوذ لاروهای سن اول به‌داخل غده‌ها گردید (Rafiee-Dastjerdi et al., 2013). چنین اثرات کنترلی در مورد گیاهان بومادران *Achillea millefolium* L. (Asteraceae) و فراسیون سفید *Marrubium vulgare* L. (Lamiaceae) نیز گزارش شده و مشخص گردیده است که این گیاهان دارای اثرات بازدارندگی تخم‌گذاری و تدخینی خوبی روی حشرات کامل بید سیب‌زمینی می‌باشند (Allahverdizadeh and Mohammadi, 2016). در مطالعه‌ی کارایی عصاره‌ی متانولی برگ و دانه های گیاهان تاجریزی برگ‌نقره‌ای (*Solanum elaeagnifolium* Cav. (Solanaceae)، روی حشرات شپشه‌ی قرمز آرد *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col., Tenebrionidae)، شته‌ی سبز هلو *Myzus persicae* (Sulzer) (Hem., Aphididae) و بید سیب‌زمینی، مشخص شد که عصاره‌ی متانولی دانه‌ها بیشترین مرگ و میر را روی شته‌ی سبز هلو و شپشه‌ی قرمز آرد ایجاد کرد و علیه حشرات کامل بید سیب‌زمینی دارای اثر بازدارندگی تخم‌گذاری بود (Hamouda et al., 2015). بررسی تاثیر عصاره‌ی کرفس روی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Col., Bruchidae) نشان داد که، یکی از دلایل مرگ و میر حشرات، آسیب به بافت مغزی بود (Farag et al., 2014)، همچنین، عصاره‌ی اتانولی دانه‌ی کرفس روی *Aedes aegypti* (L.) (Dip.: Culicidae) دارای اثرات کشندگی و

دورکنندگی بود و د ستگاه ع صبی را تحت تاثیر قرار داد (Choochote et al., 2004). در مطالعه‌ی اثرات کشـــندگی عصـــاره‌ی ۱۳۴ گو نه گیاهی روی کرم برگخوار پذبه، (*Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lep., Noctuidae درصد مرگ و میر مزمن با عصاره‌ی متانولی علف‌داسی، حدود ۳۴ درصد گزارش شده است (Pavela, 2011).

با توجه به بیولوژی و اکولوژی بید سیب‌زمینی که در شـرایط مزرعه‌ای و انباری می‌تواند خسـارت اقتصـادی وارد کند، همچنین با تو جه به فراوانی و در دسـترس بودن گیـاهـان علف‌داسـی و کرفس، وجود ترکیبـات موثره‌ی ز یاد در عصـــاره های گیا هان تیره‌ی چتر یان (Tuncturk and Ozgokce, 2015) و امنیت نسـبی بالای استفاده از عصاره‌ها در محصول پرمصرف سیب‌زمینی، در این بررسـی اثرات تخم‌کشـی، دورکنندگی و تدخینی عصـــاره های مختلف این گیا هان روی این آ فت مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پرورش حشره

جمعیت مورد نیاز، از کلنی موجود در انسـکتاریوم گروه گیاه‌پزشـکی دانشـگاه شـهید مدنی آذربایجان تهیه شـد. لاروها روی غده‌های سـیب‌زمینی در دمای ۲±۲۶ درجه‌ی سل سیوس، دوره‌ی نوری ۱۶:۸ ساعت (تاریکی: روشـنایی) و رطوبت نسـبی ۵±۵۰ درصـد پرورش داده شـدند. جهت اطمینان از یکنواخت بودن جمعیت، حشـرات سـه نسـل قبل از شـروع آزمایش‌ها روی غده های سـ یب‌زمینی رقم آگر یا پرورش یافتند (Furong and Zhengue, 2003).

عصاره‌گیری

گیـاه عـلـف‌داسـی، *Falcaria vulgaris* Bernh.، از محو طه‌ی دانشـگاه شـهید مدنی آذربایجان و کرفس *Apium graveolens* L. از بازار محلی شهر تبریز تهیه شد. اندام‌های هوایی پس از شستشو و خرد شدن، در دمای اتاق در شرایط سایه (۳±۲۵ درجه‌ی سل سیوس) به‌مدت ۱۵ روز هوا خشـک شـدند. برای عصـاره‌گیری از روش خیساندن استفاده شد. گیاهان پس از خشک شدن اندکی خرد و بـه‌ترتیـب قطبیـت در حلال‌هـای ان- هگزان، اتیل‌ا ستات و متانول به ن سبت وزنی ۱: ۵ (گیاه: حلال) به مدت ۱۵ روز درون ظروف شـیشـه‌ای تیره به حجم یک لیتر، خیسانده و روزانه به‌صورت مکانیکی هم زده شدند (Allahverdizadeh and Mohammadi, 2016; Bandar et al., 2013) . عصاره‌ی حل شده در حلال‌ها، صاف شده و با اسـتفاده از دسـتگاه تبخیردهنده‌ی چرخشـی (مدل Heidolph Hei-VAP) در دمای ۴۰ درجه‌ی سـلسـیوس و ۲۵۰ دور در دقیقه، حلال‌ها از عصـاره جدا شـد. پس از حذف حلال، مواد ر سوب یافته به‌عنوان عصاره‌ی گیاهی جمع‌آوری، توزین و در شـرایط دمـایی ۴ درجـه‌ی سـلسـیوس و محیط تاریک برای انجام مطالعات بعدی نگه‌داری شدند (Handa et al., 2008).

بررسی اثرات تخم‌کشی عصاره‌ها

غلظت‌های مختلف عصـاره‌ها با حلال اسـتون تهیه شـد ند. پس از ان جام آز مایش های م قد ماتی و تعیین غل ظت های بالا و پایین، در آز مایش های اصـلی از غـلـظـت‌هـای ۰/۲، ۰/۴، ۰/۸۱، ۱/۶۲، ۳/۲۵، ۶/۵ و ۱۳ میلی‌گرم بر لیتر برای عصـاره‌های هگزانی علف‌داسـی و کرفس، و برای عصـاره‌ی اتیل‌اسـتاتی علف‌داسـی از م حدوده‌ی غلظت های ۰/۸۱، ۱/۶۲، ۳/۲۵، ۶/۵، ۱۳ و ۲۶ میلی‌گرم بر لیتر استفاده شد. برای عصاره‌ی اتیل‌استاتی کرفس نیز از غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲، ۴ و ۸ میلی‌گرم بر لیتر اسـتفاده گردید. برای عصـاره‌ی متانولی علف داسـی از غلظت‌های ۲/۱۸، ۴/۳۷، ۸/۷۵، ۱۷/۵، ۳۵ و ۷۰ میلی‌گرم بر لیتر و برای عصـاره‌ی م تانولی کرفس از غلظت های ۰/۵، ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر اسـتفاده شـد. تمام زیسـت‌سـنجی‌ها در سـه تکرار انجام گرفت. د سته‌های تخم شش‌تایی از تخم‌های ۲۴ ساعته‌ی بید سـیب‌زمینی به تعداد ۱۰ دسـته برای هر غلظت زیر بینوکولر شـمارش و سـپس به مدت ۵ ثانیه در محلول ع صاره‌های مورد مطالعه فرو برده و سپس جهت تبخیر حلال در محیط آزمایشـگاه قرار داده شـدند. دسـته‌های تخم سـپس به لوله‌های آزمایش به طول ۱۰ و قطر ۱/۵ سانتی‌متر منتقل شدند و دهانه آن‌ها توسط توری مناسب مسـدود شـد. آزمایش در اتاقک رشـد با شـرایط کنترل شـده ۲± ۲۵ درجه‌ی سـلسـیوس، رطوبت نسـبی ۵±۵۰

در صد و دوره‌ی نوری ۱۶:۸ ساعت (تاریکی: رو شنایی) انجام شد. میزان تفریخ تخم ها پس از ۵-۴ روز ثبت گرد ید. از حلال به‌عنوان شاهد مثبت و از آب مقطر به‌عنوان شاهد منفی استفاده شد (Javaregowda and Nail, 2007).

بررسی اثرات تدخینی عصاره‌ها روی لاروهای سن اول

غلظت‌های مختلف عصاره‌ها با حلال استون تهیه شدند. پس از انجام آزمایش‌های مقدماتی، آزمایش‌های اصلی با غلظت‌های ۲/۰۳، ۴/۰۶، ۸/۱۲، ۱۶/۲۵، ۳۲/۵ و ۶۵ میلی‌گرم بر لیتر برای عصاره‌ی هگزانی علف‌داسی و غلظت‌های ۶/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر برای عصاره‌ی هگزانی کرفس انجام شدند. برای عصاره‌ی اتیل‌استاتی علف‌داسی از غلظت‌های ۲/۶۵، ۵/۳۱، ۱۰/۶۲، ۲۱/۲۵، ۴۲/۵، ۸۵، ۱۷۰ و ۳۴۰ میلی‌گرم بر لیتر و از غلظت‌های ۸/۲۸، ۱۶/۵۶، ۳۳/۱۲، ۶۶/۲۵، ۱۳۲/۵، ۲۶۵ و ۵۳۰ میلی‌گرم بر لیتر نیز برای عصاره‌ی اتیل‌استاتی کرفس استفاده شد. غلظت‌های ۵۸/۱۲، ۱۱۶/۲۵، ۲۳۲/۵، ۴۶۵، ۹۳۰ و ۱۸۶۰ میلی‌گرم بر لیتر برای عصاره‌ی متانولی علف‌داسی و غلظت‌های ۴۱/۵۶، ۸۳/۱۲، ۱۶۶/۲۵، ۳۳۲/۵، ۶۶۵ و ۱۳۳۰ میلی‌گرم بر لیتر برای عصاره‌ی متانولی کرفس استفاده شدند. اثرات کشندگی کلیه‌ی غلظت‌ها در سه تکرار بررسی شدند. برای بررسی اثرات تدخینی عصاره‌ها، ۴۰ میکرولیتر از هر یک از غلظت‌های تهیه شده روی ۶ لایه کاغذ صافی معمولی (به قطر ۵ میلی‌متر) منتقل و پس از تبخیر حلال، درون درب ظروف ا ستوانه‌ای پلا ستیکی به حجم ۲ میلی‌لیتر قرار داده شدند. درون هر ظرف ۵ عدد لارو سن اول ۲۴ ساعته به‌همراه دیسک برگ سیب‌زمینی به ابعاد ۱×۱ سانتی‌متر (جهت تغذیه‌ی لاروها) قرار داده شد. از حلال به‌عنوان شاهد مثبت و آب مقطر به‌عنوان شاهد منفی استفاده گردید. شرایط انجام آزمایش مشابه مورد قبلی بود. مرگ و میر لاروها پس از گذشت ۲۴ ساعت ثبت گردید (Trivedi et al., 2017).

بررسی اثر بازدارندگی تخم‌گذاری عصاره‌ها روی حشرات کامل

به‌منظور بررسی اثرات بازدار ندگی تخم گذاری عصاره‌ها، بر اساس آزمایش‌های مقدماتی سه غلظت ۰/۶۲، ۲/۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر برای بررسی انتخاب شدند. برش‌های هم‌اندازه‌ی سیب‌زمینی به ضخامت ۱/۵ میلی‌متر به‌مدت ۵ ثانیه به هر یک از محلول‌ها آغشته و پس از تبخیر حلال و خشک شدن سطح سیب‌زمینی به‌همراه شاهد در ظروف پلاستیکی به قطر ۲۰ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر قرار داده شدند. به‌منظور حذف اثرات تدخینی احتمالی عصاره‌ها، روی ظروف به‌طور کامل با توری پوشانده شد. در هر یک از ظروف ۱۰ جفت حشره‌ی کامل نر و ماده‌ی ۷۲ ساعته‌ی جفت‌گیری کرده رها سازی شد. پس از گذشت ۴۸ ساعت، تعداد تخم‌های گذاشته شده بر روی هر برش سیب‌زمینی شمارش شد. با مقایسه‌ی نسبت تخم‌ها، در صد تخم گذاشته شده در هر غلظت مشخص گردید. از برش سیب‌زمینی که آغشته به‌حلال استون بود به‌عنوان شاهد مثبت استفاده شد. برای محاسبه‌ی درصد بازدارندگی تخم‌گذاری[1] از رابطه شماره ۱ استفاده شد (Thakur and Gupta, 2013):

$$\%OD = (\frac{C-T}{C}) \times 100 \qquad [۱]$$

OD = درصد بازدارندگی تخم‌گذاری

T = تعداد تخم در تیمار C = تعداد تخم در شاهد

تجزیه و تحلیل‌های آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها بعد از آزمون نرمال بودن با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۶ انجام پذیرفت. برای برآورد غلظت‌های کشنده‌ی عصاره‌ها، مقایسه‌ی سمیت میانه‌ی نسبی[2] عصاره‌ها و آزمون همراستایی[3] از رگرسیون تجزیه‌ی پروبیت استفاده شد. در مقایسه‌ی سمیت میانه‌ی نسبی هر اثر بیولوژیکی، ازعصاره‌ای که کمترین مقدار LC_{50} را دا شت به‌عنوان مبنا ا ستفاده شد. برای مقایسات دو تایی اثرات بازدارندگی تخم‌گذاری حشرات کامل (شاهد با تیمارها) و اثرات دورکنندگی، آزمون کی‌دو[4] ($df=۱$) مورد استفاده قرار گرفت.

[1] Oviposition deterrency
[2] Relative Median Potency
[3] Parallelism test
[4] Chi square

آزمایشان در قالب طرح کاملا تصادفی صورت گرفت و برای مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شده و برای ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج

اثرات تخم‌کشی

نتایج نشان داد که عصاره‌های هگزانی و اتیل استاتی هر دو گیاه دارای اثر تخم‌کشی بالا، اما عصاره‌های متانولی فاقد این ویژگی بودند. در تمامی تیمارهای مورد بررسی با افزایش غلظت عصاره‌ها، درصد تلفات افزایش یافت. مقادیر برآورد شده LC_{50} (جدول ۱) نشان داد که عصاره‌ی هگزانی کرفس با LC_{50} معادل ۲/۱۲ گرم بر لیتر بیشترین و عصاره‌ی اتیل‌استاتی علف‌داسی با LC_{50} معادل ۳/۳۸ گرم بر لیتر کمترین سمیت را روی تخم‌های بید سیب‌زمینی داشت. غیرمعنی‌دار بودن فاکتور χ^2 نشان داد که پاسخ جمعیت آزمایشگاهی مورد مطالعه‌ی بید سیب‌زمینی نسبت به عصاره‌های مورد بررسی یکنواخت (هموژن) بوده، به این معنی که نسبت به اثرات تخم‌کشی عصاره‌ها پاسخ یکسانی نشان داده شده است و مقادیر برآورد شده اختلاف آماری معنی‌داری با مقادیر مشاهده شده نداشته‌اند. شیب خطوط غلظت- اثر با توجه به همپوشانی آن‌ها، اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند (جدول ۱). آزمون همراستایی نیز موید عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین خطوط غلظت- اثر می‌باشد (جدول ۳). در بین چهار عصاره‌ی موثر در تخم‌کشی، عصاره‌ی هگزانی کرفس به‌دلیل کمترین مقدار LC_{50} به‌عنوان عصاره‌ی مبنا انتخاب و مقادیر سمیت میانه‌ی نسبی محاسبه و در جدول ۳ آورده شده است. مقادیر سمیت میانه‌ی نسبی به‌ترتیب ۰/۳۸، ۰/۲۸ و ۰/۲۱ برای عصاره‌ی هگزانی علف‌داسی، اتیل‌استاتی کرفس و اتیل‌استاتی علف‌داسی محاسبه گردید (جدول ۳). در بررسی حاضر، تخم‌ها در برخی تیمارها رشد جنینی نداشتند و در همان ابتدا چروکیده شده و از بین رفتند و برخی تخم‌ها نیز با وجود ادامه داشتن رشد جنینی، در مراحل آخر تفریخ نشده و از بین رفتند.

اثرات تدخینی عصاره‌ها روی لاروهای سن اول

نتایج حاکی از وجود اثرات تدخینی عصاره های هگزانی و اتیل استاتی هر دو گیاه علیه لاروهای سن اول بید سیب‌زمینی بود. عصاره‌های متانولی فاقد این اثر بودند. همان‌طور که انتظار می‌رفت، غلظت های بالای عصاره‌ها بیشترین و غلظت‌های پایین کمترین تلفات را باعث شدند. مقایسه‌ی مقادیر برآورد شده LC_{50} نشان داد که عصاره‌ی هگزانی علف‌داسی با LC_{50} معادل ۵/۵۹ میلی‌گرم بر لیتر هوا، دارای بیشترین و عصاره‌ی اتیل‌استاتی کرفس با LC_{50} معادل ۸۰/۵۹ میلی‌گرم بر لیتر هوا دارای کمترین سمیت علیه لاروهای سن اول بید سیب‌زمینی بودند. فاکتور χ^2 در تمام عصاره‌ها غیر معنی‌دار بود و لذا پاسخ جمعیت بید سیب‌زمینی نسبت به اثرات تدخینی عصاره‌های مورد بررسی نیز یکنواخت می‌باشد. با توجه به همپوشانی بین شیب خطوط غلظت- اثر عصاره‌ها، اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد. با توجه به همپوشانی حدود اطمینان مقادیر LC_{50}، عصاره‌های هگزانی علف‌داسی با اتیل‌استاتی آن اختلاف معنی‌داری ندارند ولی به‌دلیل عدم همپوشانی، هر دو با عصاره‌های کرفس اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند.

همچنین عصاره هگزانی کرفس با عصاره اتیل‌استاتی آن اختلاف آماری معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). آزمون همراستایی، عدم اختلاف آماری معنی‌دار بین شیب خطوط غلظت- اثر عصاره‌ی هگزانی علف‌داسی به‌عنوان عصاره‌ی مبنا در مقایسه با سایر عصاره‌ها را نشان داد (جدول ۳). ترتیب سمیت میانه‌ی نسبی در مقایسه با همین عصاره به‌صورت عصاره‌ی اتیل‌استاتی علف داسی، هگزانی کرفس و اتیل‌استاتی کرفس با مقادیر ۰/۱۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۱ محاسبه شد (جدول ۳).

اثرات بازدارندگی تخم‌گذاری عصاره‌ها

درصد بازدارندگی تخم‌گذاری عصاره‌های علف‌داسی و کرفس در غلظت‌های مختلف آن‌ها اختلاف آماری معنی‌داری داشتند ($F_{۱۷,۳۶}$=۱۳/۵۳ ،P<۰/۰۰۰۱) (جدول ۴). عصاره‌ی اتیل‌استاتی کرفس در تمامی غلظت‌های مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری قابلیت بازدارندگی تخم‌گذاری بیشتری داشت (جدول ۴). آزمون کی‌دو نشان

داد که در تمامی تیمارها، میزان تخم‌گذاری با غلظت عصاره رابطه معکوس داشت.

به‌جز عصاره‌ی اتیل‌استاتی کرفس، در بقیه‌ی تیمارها تفاوت معنی‌دار مورد انتظار مشاهده نشد. در غلظت‌های ۲/۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر عصاره هگزانی هر دو گیاه اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد ثبت گردید، در حالی که در غلظت ۰/۶۲۵ گرم بر لیتر، اختلاف مشاهده شده غیرمعنی‌دار بود. عصاره‌ی اتیل‌استاتی علف داسی در غلظت ۱۰ گرم بر لیتر مانع تخم‌گذاری گردید و غلظت ۲/۵ گرم بر لیتر نیز کاهش معنی‌دار آن را باعث گردید ولی غلظت ۰/۶۲۵ فاقد هر گونه اثر بازدارندگی تخم‌گذاری بود. این روند در خصوص عصاره‌ی اتیل‌استاتی کرفس تا حدی متفاوت بود، به‌طوری که هر سه غلظت ۰/۶۲۵، ۲/۵ و ۱۰ گرم بر لیتر به‌طور کامل مانع تخم‌گذاری شدند. در بقیه‌ی عصاره‌ها، غلظت ۰/۶۲۵ گرم بر لیتر اثر بازدارندگی از تخم‌ریزی نداشت ولی دو غلظت بالاتر به‌طور معنی‌داری این اثر را داشتند (شکل ۱).

جدول ۱- اثرات تخم‌کشی عصاره‌های علف‌داسی و کرفس روی تخم‌های ۲۴ ساعته‌ی بید سیب‌زمینی.

Table 1- Ovicidal activity of *F. vulgaris* and *A. graveolens* extracts on 24 hours old eggs of PTM.

LC_{90} (g/l) (Cl*)	LC_{50} (g/l) (Cl)	LC_{10} (g/l) (Cl)	Slope ±se	χ^2 Parameters			Extract (عصاره)	Plant (گیاه)
				P	df	χ^2		
29.28 (12.73-153.7)	2.5 (1.57-4.36)	0.21 (0.05-0.43)	1.20 ± 0.22	0.99	5	0.234	Hexane (هگزان)	*F. vulgaris* (علف‌داسی)
32.79 (16.03-154.53)	3.38 (1.94-5.39)	0.34 (0.05-0.79)	1.29 ± 0.27	0.99	4	0.13	Ethyl acetate (اتیل‌استات)	
28.8 (9.94-441.77)	2.12 (1.26-4.6)	0.15 (0.02-0.35)	1.13 ±0.26	0.99	4	0.14	Hexane (هگزان)	*A. graveolens* (کرفس)
44.92 (16.50-620.37)	2.81 (1.52-5.20)	0.18 (0.012-0.48)	1.06 ± 0.26	0.96	4	0.58	Ethyl acetate (اتیل‌استات)	

Confidence limits 95%

*حدود اطمینان ۹۵٪

جدول ۲- اثرات تدخینی عصاره‌های علف‌داسی و کرفس بر لاروهای سن اول بید سیب‌زمینی.

Table 2- Fumigants toxicity of *F. vulgaris* and *A. graveolens* extracts on 1st larval instars of PTM.

LC_{90} (g/l) (Cl)	LC_{50} (g/l) (Cl)	LC_{10} (g/l) (Cl)	Slope ±se	χ^2 Parameters			Extract (عصاره)	Plant (گیاه)
				P	df	χ^2		
65.88 (30.07-491.76)	5.59 (2.33-9.63)	0.47 (0.02-1.40)	1.97 ± 0.29	0.97	4	0.56	Hexane (هگزان)	*F. vulgaris* (علف داسی)
205.13 (96.40-874.04)	13.43 (6.66-22.92)	0.87 (0.11-2.37)	1.08 ± 0.20	1	6	0.17	Ethyl acetate (اتیل‌استات)	
365.04 (165.15-2054.33)	26.40 (12.69-45.32)	1.91 (0.18-5.29)	1.12 ±0.24	0.98	5	0.69	Hexane (هگزان)	*A. graveolens* (کرفس)
747.85 (353.26-3330.81)	80.59 (49.61-135.62)	8.68 (1.86-16.15)	1.32 ± 0.25	0.99	5	0.29	Ethyl acetate (اتیل‌استات)	

جدول ۳- همراستایی خطوط غلظت- اثر و سمیت میانه‌ی نسبی عصاره‌های مورد بررسی در مقایسه با عصاره‌ی مبنا.

Table 3- Concentration-response lines parallelism and relative median potency of extracts in comparison with reference extract.

Relative toxicity (سمیت نسبی)			Parallelism test (آزمون همراستایی)			Extract (E) (عصاره)	Reference[a] (مبنا)	Toxicity (سمیت)
Confidence limits 95% (حدود اطمینان ۹۵٪)		Expected (برآورد شده)	Parallelism[b] (همراستایی)	P	χ^2 (df=1)			
Upper (بالایی)	Lower (پایینی)							
1.65	0.38	0.83	+	0.85	0.04	Hexane E. of *F. vulgaris* (عصاره‌ی هگزانی علف داسی)	Hexane E. of *A. graveolens* (عصاره‌ی هگزانی کرفس)	Ovicidal (تخم‌کشی)
1.29	0.21	0.62	+	0.66	0.19	Ethyl acetate E. of *F. vulgaris* (عصاره‌ی اتیل‌استاتی علف داسی)		
1.62	0.28	0.77	+	0.85	0.04	Ethyl acetate E. of *A. graveolens* (عصاره‌ی اتیل‌استاتی کرفس)		
0.90	0.12	0.39	+	0.78	0.08	Ethyl acetate E. of *F. vulgaris* (عصاره‌ی اتیل‌استاتی علف داسی)	Hexane E. of *F. vulgaris* (عصاره‌ی هگزانی علف داسی)	Fumigant (تدخینی)
0.56	0.04	0.21	+	0.85	0.03	Hexane E. of *A. graveolens* (عصاره‌ی هگزانی کرفس)		
0.25	0.01	0.07	+	0.73	0.12	Ethyl acetate E. of *F. vulgaris* (عصاره‌ی اتیل‌استاتی کرفس)		

a The reference for comparison is the extract with the highest toxicity.

b Positive in parallelism test, explain the statistically non-signification in concentration-response lines. If the lines are parallel, the relative median potency is computable.

c The amount of expected relative median potency closer to 1 explain the similarity in toxicity and the relative median potency is closer to reference extract in toxicity properties.

a مبنای مقایسه، عصاره با بیشترین سمیت می‌باشد.

b همراستایی مثبت نشان‌دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار در موازی بودن خطوط غلظت- اثر می‌باشد. در صورتی که آزمون همراستایی مثبت باشد، سمیت میانه‌ی نسبی قابل مقایسه خواهد بود.

c مقدار عددی سمیت میانه‌ی نسبی برآورد شده هر چقدر به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده‌ی تشابه سمیت بیشتر است؛ به عبارتی، سمیت میانه‌ی نسبی به سم مبنا نزدیکتر است.

بحث

در مطالعه‌ی حاضر، اثرات کنترل‌کنندگی عصاره‌های مختلف دو گیاه علف‌داسی و کرفس روی چند ویژگی زیستی بید سیب‌زمینی مورد مطالعه قرار گرفت و اثرات تخم‌کشی و نیز تدخینی بالایی روی لاروهای سن اول مشاهده گردید. همچنین، عصاره‌های اتیل‌استاتی و هگزانی کرفس و متانولی علف‌داسی اثر بازدارندگی معنی‌داری روی تخم‌گذاری حشرات کامل داشتند.

تاکنون توان تخم‌کشی عصاره‌ها و دلایل آن در خصوص گونه‌های گیاهی زیادی گزارش و بررسی شده است. برای مثال، اثرات تخم‌کشی و بازدارندگی تفریخ تخم‌های *Paraeucosmetus pallicornis* (Dallas) (Hem.; Lygaeidae) توسط عصاره‌ی آبی برگ‌های خرگ بزرگ، *Calotropis gigantea* (L.) (Apocynaceae) به ترپن‌های موجود در این گیاه نسبت داده شده که با نفوذ به کوریون، سبب مهار انتقال پروتئین شده و همچنین با تاثیر بر هورمون جوانی از نشوونمای جنین جلوگیری می‌کند (Sjam et al., 2017). با توجه به اثبات حضور فعال ترپن‌ها در عصاره‌های علف‌داسی و کرفس (Hassanen et al., 2015; Sorour et al., 2015; Jaberian et al., 2013) می‌توان حضور آن‌ها را یکی از دلایل مشاهده‌ی ویژگی تخم‌کشی در گیاهان مورد مطالعه دانست. آلکالوئیدها از دیگر ترکیباتی هستند که در مطالعات مختلف، قابلیت و میزان تخم‌کشی به حضور و غلظت آن‌ها در گیاهان مختلف نسبت داده شده است و همبستگی مثبت در صد تخم‌کشی با غلظت عصاره، به غلظت بالای این ترکیبات

در عصاره‌های غلیظ تر نسبت داده شده است (Hassanen et al., 2015; Sorour et al., 2015; Jaberian et al., 2013; Gökce et al., 2011) و لذا افزایش اثر تخم‌کشی عصاره‌های هگزانی و اتیل‌استاتی گیاهان *F. vulgaris* و *A. graveolens* در غلظت‌های بالاتر عصاره می‌تواند ناشی از حضور غلظت های بالاتر ترپن ها و آلکالوئید ها در تیمار های مذکور باشد. اثرات تدخینی اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی روی حشرات از دیگر موارد کاربردی در برنامه های مدیریت آفات می باشد. این قابلیت در خصوص طیف نسبتا وسیعی از گیاهان به اثبات رسیده و دلایل مختلفی در این خصوص ذکر شده است. در خصوص اثر تدخینی عصاره‌ی افسنتین، *Artemisia absinthium* (L.) (Asteraceae) روی سوسک کشیش، *Rhizopertha dominica* (F.) (Col.; Bostrichidae) و برگ-خوار پنبه، *S. littoralis*، آنالیز صورت گرفته با دستگاه کرو ماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی (GC-MS) نشان داد که ترکیبات α-pinene، α-terpinene و Limonene بیشترین مواد تشکیل‌دهنده‌ی عصاره بودند و خاصیت حشره‌کشی و تدخینی ثبت شده به‌دلیل وجود مونوترپن‌ها می‌باشد. این ترکیبات چربی‌دوست، به‌دلیل فرار بودن به سرعت از طریق روزنه‌های تنفسی وارد بدن حشره می‌گردند (Dhen et al., 2014).

جدول ۴- مقایسه‌ی تاثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های علف‌داسی و کرفس بر بازدارنگی تخم‌گذاری حشرات کامل بید سیب‌زمینی.

Table 4-Comparing effects of different concentration of *F. vulgaris* and *A. graveolens* extracts on oviposition deterrence of potato tuber moth.

Extract (عصاره)	*F. vulgaris* (علف‌داسی)				*A. graveolens* (کرفس)			
	Prob.	χ^2	Concentration (mg/l)	OD ±se٪	Prob.	χ^2	Concentration (mg/l)	OD ±se٪
Hexane (هگزانی)	****	11.39	10	86.9± 3.67 a-d	****	20.93	10	97± 1.52 ab
	***	8.23	2.5	83.33± 3.8 a-e	****	12.33	2.5	89.33± 0.66 a-d
	ns	3.82	0.625	76.38± 6.05 c-f	ns	0.55	0.625	68.66±3.66ef
	****	67.17	C-		****	77.93	C-	
Ethyl acetate (اتیل استاتی)	****	25	10	100±00 a	****	25	10	100±00a
	****	15.58	2.5	93.34±3.34 a-c	****	25	2.5	100±00a
	ns	3.40	0.625	80±5.76 b-e	****	25	0.625	100±00a
	****	116.38	C-		****	225	C-	
Methanol (متانولی)	****	19.14	10	96.67± 1.67ab	****	11.11	10	89.85±3.83a-d
	****	11.81	2.5	83.34±8.81a-e	*	4.59	2.5	60±5.77fg
	ns	1.56	0.625	73.34±6.93d-f	ns	0.05	0.625	44.45±4.01g
	****	82.11	C-		****	32.64	C-	

*C-: Negative control, ns: non-significant, *, *** and **** explain significant level in 0.05, 0.01 and 0.001 percent.
**OD: Oviposition deterrence percentage (The same letters explain non-significant level in 0.01).

•**C-**: شاهد منفی، **ns**: غیرمعنی‌دار، *، ***و **** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۰/۰۵، ۰/۰۱، ۰/۰۰۱ .

••**OD**: درصد بازدارندگی تخم‌گذاری (حروف مشترک نشان‌دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد).

همچنین در بررسی اثر تدخینی اسانس مرزنگوش *Majorana hortensis* L. (Lamiacae)، روی بید سیب‌زمینی مشخص شد که حشرات کامل نسبت به سنین مختلف لاروی از حساسیت بیشتری برخوردار بودند. دوزهای

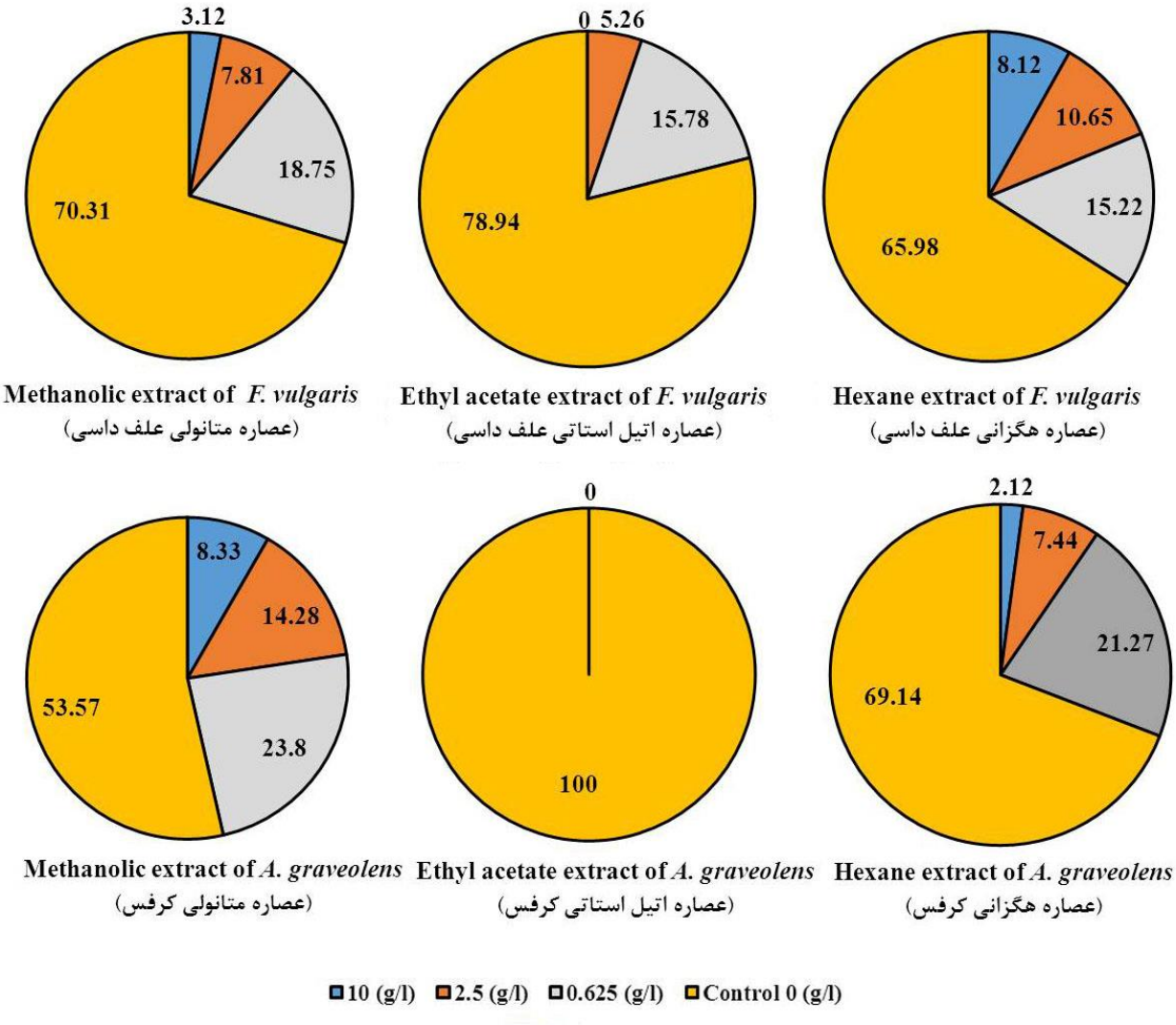
زیرکشنده‌ی اسانس با اختلال در عملکرد هورمون جوانی و تولید کیتین، سبب تغییر در دگردیسی و ایجاد حشرات بدشکل گردیدند (Abd El-Aziz, 2011). در یک مطالعه‌ی دیگر، اثرات تدخینی اسانس رزماری *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) علیه بید سیب‌زمینی بررسی و لاروهای سن اول به‌عنوان حساس‌ترین مرحله‌ی زیستی ثبت شدند. آنالیز اسانس نشان داد که مقدار 1,8-cineole، camphor، borneol، β-pinene و α-pinene از سایر ترکیبات بیشتر بود و دلیل وجود اثرات تدخینی، به وجود این ترکیبات نسبت داده شد (Hannour et al., 2017). با توجه به اثبات وجود مونوترپن در عصاره های گیاهان علف‌داسی و کرفس (Hassanen et al., 2015; Sorour et al., 2015; Jaberian et al., 2013) و اثبات خاصیت حشره‌کشی این ترکیبات (Webster et al., 2018; Wahba et al., 2018) می‌توان به این نتیجه رسید که خاصیت حشره‌کشی عصاره‌های هگزانی و اتیل‌استاتی گیاهان مورد مطالعه به‌دلیل وجود مقادیر زیادی از ترپن باشد. این ترکیبات برای حشرات سمی هستند و در عملکرد طبیعی فیزیولوژی بدن حشره اختلال ایجاد می‌کنند (Erler and Tunç, 2005). همچنین از طریق مهار آنزیم استیل‌کولین استراز در سامانه عصبی (Ge et al., 2008) و یا با تاثیر روی سیستم اکتوپامین و سیتوکروم P_{450} سبب مرگ حشرات می‌شوند (Enan, 2001). در حالت کلی، نقطه هدف مونوترپن‌ها می‌تواند یک یا چند سامانه فیزیولوژیک ذکر شده در بدن حشره باشد (Tayoub et al., 2016).

اثرات بازدارندگی تخم‌گذاری در مورد عصاره‌های گیاهان مختلف گزارش و ترکیبات مختلفی چون فنل ها، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، تانن‌ها، ساپونین‌ها، گلیکوزیدها، استروئیدها و فیتواسترول‌ها به‌عنوان منشاء اثر ذکر شده‌اند (Sjam et al., 2017; Nerio et al., 2010). برای مثال، مونوترپن هایی به نام pulegone و menthone به‌عنوان عوامل اصلی این ویژگی در اسانس‌های *Minthostachys spicata* (Benth) و *M. glabrescens*(Benth) معرفی شده‌اند (Guerra et al., 2006). گزارش شده است که این ترکیبات در عصاره‌ی شیرین بیان *Glycyrrhiza glabra* L.(Leguminosae)، اسطوخودوس *Lavandula angustifolia* Mil. (Lamiacea) و *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae) باعث بازداشته شدن کامل تخم‌گذاری بید سیب‌زمینی می‌گردند. اثر مونوترپن‌ها بر رفتار حشرات به‌صورت عدم تخم گذاری بر روی سطوح دارای این ترکیبات به‌عنوان دلیل این امر گزارش شده است (Rafiee-Dastjerdi et al., 2013). بررسی ترکیبات گیاهان دارای اثرات بازدارندگی نشان داده است که این گیاهان دارای درصد بالایی از ترکیبات α-pinene, limonene, citronellol, citronellal, camphor و thymol می‌باشند (Nerio et al., 2010). در خصوص گیاهان مورد بررسی در تحقیق حاضر مشخص شد که عصاره‌ی هر دو گیاه دارای α-pinene و limonene می باشند (Hassanen et al., 2015; Sorour et al., 2015; Jaberian et al., 2013) و لذا بسیار احتمال دارد که اثر بازدارندگی تخم‌گذاری قابل قبول مشاهده شده، ناشی از وجود این ترکیبات باشد.

اثرات مختلف رفتاری و کشندگی عصاره‌های دو گیاه مورد بررسی در تحقیق حاضر، پتانسیل بالای آن‌ها را به‌عنوان یک عامل کنترلی در برنامه های مدیریت بید سیب‌زمینی نشان می‌دهد. با توجه به امنیت نسبی بالای ترکیبات گیاهی در مقایسه با آفت‌کش های سنتزی متداول، جای امیدواری است که بتوان با فرمولاسیون و تجاری‌سازی، از آن ها به‌صورت کارآمدتری در برنامه‌های مدیریت بید سیب‌زمینی که از مهم‌ترین آفات انباری سیب‌زمینی در کشور می‌باشد، استفاده کرد.

تقدیر و تشکر

این تحقیق، بخشی از نتایج حاصل از پایان‌نامه‌ی تحصیلات تکمیلی می‌باشد که توسط معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید مدنی آذربایجان مورد حمایت قرار گرفته است.



شکل ۱- درصد تخم‌گذاری بید سیب‌زمینی در حضور غلظت‌های مختلف عصاره‌های علف‌داسی و کرفس در مقایسه با شاهد (مقادیرداخل نمودارها درصد تخم‌گذاری از کل را نشان می‌دهند).

Figure 1-Comparing mean oviposition rate of PTM in the presence of different concentrations of *F. vulgaris* and *A. graveolens* extracts with controls (The amounts in charts, explains percent of total oviposition).

منابع مورد استفاده

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.

Allahverdizadeh NM and 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.

Bandar H, Hijazi A, Rammal H, Hachem A, Saad Z and Badran B, 2013. Techniques for the extraction of bioactive compounds from Lebanese *Urtica dioica.* American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics 6: 507-513.

Capinera JL, 2001. Handbook of Vegetable Pests. Academic Press. New York.

Choochote W, Tuetun B, Kanjanapothi D, Rattanachanpichai E, Chaithong U, Chaiwong P, Jitpakdi A, Tippawangkosol P, Riyong D and Pitasawat B, 2004. Potential of crude seed extract of celery, *Apium graveolens* L., against the mosquito *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). Journal of Vector Ecology 29(2): 340-346.

Das GP and Raman V, 1994. Alternate hosts of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). Crop Protection 13(2): 83-86.

Dhen N, Majdoub O and Souguir S, 2014. Chemical composition and fumigant toxicity of *Artemisia absinthium* essential oil against *Rhyzopertha dominica* and *Spodoptera littoralis.* Tunisian Journal of Plant Protection 9(1): 57-66.

El-Kedy H, 2011. Insecticide resistance in potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller in Egypt. Journal of American Science 7: 263-266.

El-Wakeil NE, 2013. Botanical pesticides and their mode of action. Gesunde Pflanzen 5:125-149.

Enan E, 2001. Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. Comparative Biochemistry and Physiology, Part C 130: 325-337.

Erler F and Tunç W, 2005. Monoterpenoids as fumigants against greenhouse pests: toxic development and reproduction-inhibiting effects. Journal of Plant Diseases and Protection 112 (2): 181-192.

Eze S and Echezona B, 2012. Agricultural pest control programs, food security and safety. African Journal and Food, Agriculture, Nutrition and Development 12(5): 6582-6592.

Farag RS, El-Gengaihi S, El-Baroty G, Mohamed SM and Kamel AM, 2014. Influence of murraya and celery leave extracts on cowpea beetles mortality. Fresenius Environmental Bulletin 23: 2586-2593.

Furong G and Zhengue L, 2003. A method for rearing the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* on potato. Kunchong Zhishi 40(2):187-189.

Ge HM, Zhu CH, Shi DH, Zhang LD, Xie DQ, Yang J, Ng SW and Tan RX, 2008. Hopeahainol A: An acetylcholinesterase inhibitor from *Hopea hainanensis*. Chemistry-A European Journal 14: 376-381.

Gökce A, Isaacs R and Whalon ME, 2011. Ovicidal, larvicidal and anti-ovipositional activities of *Bifora radians* and other plant extracts on the grape berry moth *Paralobesia viteana* (Clemens). Journal of Pest Science 84:487-493.

Guerra PC, Molina IY. Yabar E and Gianoli E, 2006. Oviposition deterrence of shoots and essential oils of *Minthostachys* spp. (Lamiaceae) against the potato tuber moth. Journal of Applied Entomology 131(2): 134-138.

Hamouda AB, Zarrad K, Laarif A and Chaieb I, 2015. Insecticidal effect of *Solanum elaeagnifolium* extracts under laboratory conditions. Journal of Entomology and Zoology Studies 3(3): 187-190.

Handa SS, Singh Khanuja SP, Longo G and Rakesh DD, 2008. Extraction technologies for medicinal and aromatic plants. International Center for Science and High Technology. Italy. 260 pp.

Hannour K, Boughdad A, Maataoui A and 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 8(2): 758-769.

Hassanen N, Eissa AMF, Hafez SAM and Mosa EAM, 2015. Antioxidant and antimicrobial activity of celery (*Apium graveolens*) and coriander (*Coriandrum sativum*) herb and seed essential oils. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 4(3): 284-296.

Jaberian H, Piri Kh and Nazari J, 2013. Phytochemical composition and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of some medicinal plants. Food Chemistry 136: 237-244.

Javaregowda N and Naik LK, 2007. Ovicidal properties of plant extracts against the eggs of teak defoliator, *Hyblaea puera* Cramer. Karnataka Journal of Agricultural Sciences 20: 291-293.

Kandpal V, 2014. Biopesticides. International Journal of Environmental Research and Development 4(2): 191-196.

Koul O and Walia S, 2009. Comparing impacts of plant extracts and pure allelochemicals and implications for pest control. Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 4: 1-30.

Kuppusamy E, Dhamodharan KI and Jayakumar S, 2016. Role of plants and plant based products towards the control of insect pests and vectors: A novel review. Journal of Coastal Life Medicine 4(11): 902-917.

Kutinkova H, Caicedo F and Lingren B, 2016. The main pest on Solanaceae crop in zone 1 of Ecuador. New Knowledge Journal of Science 5(1): 72-78.

Mazid S, Kalita ChJ and Rajkhowa RCh, 2011. A review on the use of biopesticides in insect pest management. International Journal of Science and Advanced Technology 1(7): 169-178.

Nerio LS, Olivero-Verbel J and Stashenko E, 2010. Repellent activity of essential oils: A review. Bioresource Technology 101: 372-378.

Pavela R. 2011. Screening of Eurasian plants for insecticidal and growth inhibitory activity against *Spodoptera littoralis* larvae. Afracan Journal of Agricultural Research 6(12): 2895-2907.

Rafiee-Dastjerdi H, Khorrami F, Razmjou J, Esmaielpour B, Golizadeh A and Hassanpour M, 2014. 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.

Rafiee-Dastjerdi H, Mashhadi Z and Sheikhi Garjan A, 2013. Lethal and sublethal effects of abamectin and deltamethrin on potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). Journal of Crop Protection 2(4): 403-409.

Rondon SI, 2010. The Potato tuber worm: a literature review of its biology, ecology, and control. American Journal of Potato Research 87:149-166.

Sharaby A, Abdel Rahman H, Abdel-Aziz S and Moawad S, 2014. Natural plant oils and terpenes as protector for the potato tubers against *Phthorimaea operculella* infestation by different application methods. Egyptian Journal of Pest Control 24(1): 265-274.

Sjam S, Rosmana A, Dewi VS, Sari DE, Tresnaputra US and Herawati A, 2017. Oviposition deterrent and ovicidal properties of *Calotropis gigantea* (L.) leaf extract to *Paraeucosmetus pallicornis* (Dallas) in rice. Journal of Plant Protection Research 57(3): 243-24.

Sorour MA, Hassanen NHM and Ahmed MHM, 2015. Natural antioxidant changes in fresh and dried celery (*Apium graveolens*). American Journal of Energy Engineering 3(2-1): 12-16.

Tayoub G, Alorfi M and Ismail H, 2016. Fumigant toxicities of essential oils and two monoterpenes against potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* Zeller). From Botanical to Medical Research 62(4): 82-96.

Thakur M and Gupta D, 2013. Plant extracts as oviposition deterrents against fruit flies, *Bactrocera* spp. infesting vegetable crops. Pesticide Research Journal 25(1): 24-28.

Trivedi A, Nayak N and Kumar J, 2017. Fumigant toxicity study of different essential oils against stored grain pest *Callosobruchus chinensis*. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 6(4): 1708-1711.

Tuncturk M and Ozgokce F, 2015. Chemical composition of some Apiaceae plants commonly used in herby cheese in Eastern Anatolia. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 39: 55-62.

Wahba TF, Mackled MI, Selim S and El-Zemity SR, 2018. Toxicity and reproduction inhibitory effects of some monoterpenes against the cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). Middle East Journal of Applied Sciences 8: 1061-1070.

Webster A, Manning P, Sproule J, Faraone N and Cutler G, 2018. Insecticidal and synergistic activity of two monoterpenes against diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). The Canadian Entomologist 150(2): 258-264.

Lethal Effects and Oviposition Deterrency of Celery, *Apium graveolens*, and Sickleweed, *Falcaria vulgaris*, Against the Potato Tuber Moth, *Phthorimaea operculella* in laboratory conditions

A Hatami[1], D Mohammadi[2*] and N Eivazian Kary[2]

[1] Graduated M.Sc. Student of Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz-Iran.
[2]Assistant and Associate professor respectively, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz-Iran.
[3]Associate professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz-Iran.
*Corresponding author: Email: mohamadi@azaruniv.ac.ir

Received: 18 June 2019 Accepted: 20 October 2019

Abstract

Extracts of some plants could be used as botanical pesticides because of their lethal effects, repellency and antifeedant activity on insect pests. In this study, bioactivities of different extracts of two plant species, the sickleweed *Falcaria vulgaris* Bernh and the celery *Apium graveolens* L., (both belonging to the Apiaceae family) were evaluated against the potato tuber moth (PTM) *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873). Insects were reared in controlled conditions at 26±2ºC, a photoperiod of 16:8 (L: D) h and 50±5% RH, on potato tubers. Foliage of plants were washed by distilled water, and air-dried in shadow. Extraction was carried out by maceration method using hexane, ethyl acetate and methanol as solvents of different polarity, respectively. Ovicidal activity, lethal toxicity against 1st instars and oviposition deterrency of extracts were investigated. The median lethal concentration (LC_{50}) of hexane and ethyl acetate extracts of *F. vulgaris* against one-day old eggs of PTM was estimated as 2.5 and 3.38 g/l, respectively. Also, the same extracts of *A. graveolens* showed ovicidal activity at concentration rates of 2.12 and 2.81 g/l, respectively. Inhalation toxicity of hexane and ethyl acetate extracts of *F. vulgaris* with LC_{50} estimated values of 5.59 and 13.43 mg/l was significantly more than other extracts. Methanol extracts of both plants showed neither ovicidal nor inhalation toxicity. Ethyl acetate, hexane and methanol extracts of both plants showed effective oviposition deterrency against adults of PTM. Ethyl acetate extract of *A. graveolens* and *F. vulgaris* showed 100% and more than 80% oviposition deterrency respectively. Considerable toxicity and oviposition deterrency of both plant extracts detected in this study show their potential as a control agent in PTM management programs.

Keywords: Ethyl acetate, Hexane, Inhalation toxicity, Methanol, Ovicidal activity