پژوهش‌های کاربردی در گیاه‌پزشکی ۱۰ (۳): ۶۱-۵۱ (۱۴۰۰)- مقاله پژوهشی
Journal of Applied Research in Plant Protection 10(3): 51-61 (2021)-Research Article

DOI: https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2021.12898

تاثیر تلفیق اسپیروتترامات با ترکیبات زیستی و غیرزیستی روی برخی ترکیبات ثانویه برگ پسته و جمعیت پسیل پسته

محمد کاراموزیان، مریم پهلوان یلی✉، کمال احمدی

گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران. ✉ pahlavanm@uk.ac.ir

دریافت: ۹۹/۱۰/۱۲ بازنگری: ۹۹/۱۱/۱۰ پذیرش: ۹۹/۱۲/۴

چکیده

پسیل معمولی پسته، یکی از مهم‌ترین آفات باغات پسته در ایران می‌باشد. در این تحقیق، تاثیر آفتکش اسپیروتترامات (SP)، اسید سالیسیلیک (SA)، عصاره‌های متانولی و ان- هگزانی پوست گردو (به ترتیب MW و NW)، عصاره‌های متانولی و ان- هگزانی دانه شوید (به ترتیب MD و ND) و کاربرد تلفیقی اسپیروتترامات با این ترکیبات (SP + SA، SP + MW، SP + NW، SP + MD و SP + ND) روی جمعیت پسیل پسته در طی دو سال بررسی شد. آب مقطر نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. همچنین مقدار ترکیبات ثانویه (فنل و فلاونوئید) در برگ‌های پسته تحت تیمارهای مختلف تعیین شد. در سال اول، بیش‌ترین درصد کاهش جمعیت پسیل پسته در تیمار تلفیقی اسپیروتترامات و عصاره متانولی دانه شوید (SP + MD) با میانگین ۳/۲۱ ± ۹۱/۲۶- درصد و در سال دوم در تیمارهای عصاره متانولی دانه شوید (MD) با میانگین ۸/۴۳ ± ۳۶ /۷۰ - درصد و تیمار تلفیقی SP+MD با میانگین ۱۷/۹ ± ۳۵/۱۷- درصد محاسبه شد. ضمن اینکه در هر دو سال، کاربرد تلفیقی عصاره ان- هگزانی پوست سبز گردو با اسپیروتترامات (SP + NW) موجب کاهش معنی‌دار جمعیت پسیل پسته در مقایسه با کاربرد اسپیروتترامات به تنهایی شد. مقدار ترکیبات فنل و فلاونوئید کل نیز در برگ درختان پسته تیمار شده با ترکیبات مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری نشان دادند. بالاترین سطح فنل کل (۱/۹۴ ± ۷۵/۴۸) در تیمار اسپیروتترامات + عصاره متانولی دانه شوید (SP + MD) به‌دست آمد که اختلاف معناداری با اسپیروتترامات، عصاره متانولی دانه شوید و اسپیروتترامات + عصاره ان- هگزانی دانه شوید نشان داد. در هر دو سال عصاره متانولی دانه شوید در تلفیق با اسپیروتترامات (SP + MD) بیشترین تاثیر را در کنترل جمعیت پوره‌های پسیل پسته داشت و بنابراین می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلقیقی این آفت مورد توجه قرار گیرد.

کلمات کلیدی: پسیل معمولی پسته، فنل، فلاونوئید، عصاره گیاهی، مقاومت گیاهی

Combination effect of spirotetramate and biological and non-biological compounds on some chemical attributes of pistachio leaves and *Agonoscena pistacia* population

Mohammad Karamoozian, Maryam Pahlavan Yali✉, Kamal Ahmadi

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran. ✉ pahlavanm@uk.ac.ir

Received: 1 Jan 2021 Revised: 29 Jan 2021 Accepted: 22 Feb 2021

Abstract

Common pistachio psyllid, is one of the most important pests of pistachio in Iran. In this study, the effect of spirotetramate (SP), salicylic acid (SA), methanolic and n-hexane extracts of walnut husk (MW & NW, respectively), methanolic and n-hexane extracts of dill seed (MD & ND, respectively) and the combined application spirotetramate with these compounds (SP + SA, SP + MW, SP + NW, SP + MD and SP + ND) were studied on pistachio psyllid population during two years. Distilled water was also considered as a control. The amount of secondary compounds (total phenol and flavonoid contents) in pistachio leaves in different treatments was determined. In the first year, the highest percentage of population reduction of pistachio psyllid was observed in combined treatment of spirotetramate and methanolic extract of dill seed (SP + MD) with an average of -91.26 ± 3.21 % and in the second year in methanolic extract of dill seed (MD) with an average of 36.70 ± 8.43% and SP + MD combined treatment with an average of -35.17 ± 17.9%. In both years, the combined use of n-hexanic extract of green walnut husk with spirotratram (SP + NW) reduced significantly the population of pistachio psyllids compared to the use of spirotratram alone. The amount of total phenol and flavonoid compounds in the leaves of pistachio trees treated with the studied compounds showed a significant difference. The highest level of total phenol was obtained in SP + MD treatment (75.48 ± 1.94) that showed significant differences with SP, MD and SP + ND treatments. The results of this study during two years showed that methanolic extract of dill seed in combination with spirotetramate (SP + MD) had the greatest effect in the population control of pistachio psylla nymphs and therefore can be considered in the integrated management programmes of this pest.

Keyword: Common pistachio psyllid, Flavonoids, Plant extract, Plant resistance, Phenol

How to cite:

Karamoozian M, Pahlavan Yali M, Ahmadi M, 2021. Combination effect of spirotetramate and biological and non-biological compounds on some chemical attributes of pistachio leaves and *Agonoscena pistacia* population. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 10 (3): 51-61.

مقدمه

پسیل معمولی پسته، *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Psyllidae) جدی‌ترین آفت درختان پسته می‌باشد که تقریبا در تمام مناطق پسته کاری ایران مشاهده می‌شود. یکی از خسارت‌های مهم این آفت تشکیل ناقص مغز پسته و گاهی پوکی کامل در دانه است. در درختان پسته علایم اولیه خسارت *A. pistaciae* به‌صورت ایجاد شکرک در سطح برگ‌ها و در مراحل پیشرفته‌تر به صورت زردی، خشک شدن و پیچیدگی برگ-ها و برگ‌ریزی پیش از موعد مقرر مشاهده می‌شود (Nazari Fathabad *et al.* 2016).

پسیل معمولی پسته به دلیل برخی ویژگی‌های زیستی از قبیل پتانسیل بسیار بالای زادآوری و رشد سریع جمعیت در دامنه وسیع دمایی، سازگاری بالا با شرایط آب و هوای کویری، تولید فرم‌های فصلی متفاوت در طول دوره رویشی گیاه پسته، جایگاه خاصی را در بین آفات کویری به خود اختصاص داده است (Nazari Fathabad *et al.* 2016). وجود این آفت مهم‌ترین دلیل مصرف آفت‌کش‌های مختلف شیمیایی در باغات پسته کشور طی سال‌های اخیر بوده است. برای مهار خسارت این آفت گاهی درختان پسته تا شش مرتبه در سال سم‌پاشی می‌شوند. مقاومت بالای *A. pistaciae* به سموم مختلف و نیز عدم مدیریت صحیح در استفاده از آفت-کش‌ها، موجب خسارت اقتصادی به باغداران و همچنین آلودگی-های شدید زیست‌محیطی شده است (Nazari Fathabad *et al.* 2016).

الیسیتورها (Elicitors) ترکیباتی با منشا زیستی و یا غیر زیستی هستند که از طریق القای پاسخ‌های دفاعی باعث بیوسنتز و انباشت متابولیت‌های ثانوی می‌شوند (Radman *et al.* 2003). الیسیتورهای زیستی شامل پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها، گلیکوپروتئین‌ها و یا قطعات دیواره سلولی قارچ‌ها، گیاهان (سلولز و پکتین) و میکروارگانیسم‌ها (کیتین و گلوکان) می‌باشند (Zhao *et al.* 2003). الیسیتورهای غیر زیستی یا عوامل تنشی همچون برخی از ترکیبات شیمیایی با مکانیسم‌های عمل متفاوت (جاسمونیک اسید، سالیسیلیک اسید، نیترات و..) نیز به منظور افزایش تولید این ترکیبات مورد بررسی قرار گرفته‌اند. به‌عنوان مثال سالیسیلیک اسید و متیل جاسمونات بیوسنتز بسیاری از متابولیت-های ثانوی از جمله اندول آلکالوئیدها، سزکوئی ترپن‌ها و فنل‌ها را تحریک می‌کند (Yu *et al.* 2006; Matkowski 2008).

حشره‌کش اسپیروتترامات (از مشتقات اسید تترامیک)، کارایی مناسبی روی مجموعه‌ای از آفات مکنده از جمله پسیل‌ها نشان داده است. این حشره‌کش در ساخته شدن چربی در بدن حشرات، از طریق کاهش فعالیت استیل کوآنزیم A اختلال ایجاد کرده (Nauen *et al.* 2008) و این شرایط کاهش قدرت باروری و در نهایت مرگ حشره را در پی خواهد داشت (Hodges *et al.* 2012). این ترکیب بعد از ورود به بافت گیاهی هیدرولیز شده و به صورت الکلی در آمده و تمام ویژگی‌های لازم یک حشره‌کش سیستمیک فعال در آوندهای آبکش را دارا خواهد بود (Mohapatra *et al.* 2012). به همین دلیل تاثیر این آفت‌کش روی آفات مکنده به صورت تاخیری گزارش شده است (Alston & Drost 2008). در ایران نیز این آفتکش با فرمولاسیون سوسپانسیون (SC_{100}) برای کنترل شیمیایی پسیل پسته با غلظت مصرفی نیم در هزار توصیه و ثبت شده است (Sheikhi-Garjan *et al.* 2015). بر اساس برخی مطالعات، حشره کش اسپیروتترامات با نام تجاری موونتو در مقایسه با سایر آفتکش‌ها بدلیل نحوه اثر متفاوت و زیست سازگار بودن، اثرات سوء کمتری روی دشمنان طبیعی نشان داده است (Bruck *et al.* 2009; Mansour *et al.* 2011; Vanaclocha *et al.* 2013; Planes *et al.* 2013; Depalo *et al.* 2017; Pooye *et al.* 2019).

Kayhani (2014) گزارش کرد، کاربرد اسپیروتترامات به همراه اسید سالیسیلیک، در مقایسه با شاهد سبب کاهش تراکم تخم و پوره‌های پسیل پسته و افزایش محتوای نسبی آب برگ، شاخص کلروفیل و اجزای عملکرد میوه پسته شد. اسید سالیسیلیک یا ارتو-هیدروکسی بنزوئیک اسید به گروهی از ترکیبات فنلی تعلق دارد (Popova *et al.* 2003) و به دلیل نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک در گیاه، به عنوان یک هورمون گیاهی معرفی شده است (Puupponen-Pimiä *et al.* 2005). توانایی سالیسیلیک اسید در القای مقاومت سیستمیک اکتسابی (SAR) در گیاهان در برابر پاتوژن‌ها و آفات مختلف گزارش شده است (Sarafraz Nikoo *et al.* 2014; Zhang *et al.* 2002; Boughton *et al.* 2006).

از سوی دیگر، ترکیبات گیاهی با توجه به کم خطر بودن و کم دوام بودن آنها می‌توانند همراه با آفتکش‌های مصنوعی و یا به تنهایی جایگزین مناسبی برای آفتکش‌های شیمیایی درکنترل آفات باشند. برای مثال تاثیر اسانس سویا در افزایش کارایی حشره کش اسپیروتترامات در کنترل آفات مکنده گزارش شده است

(Lozano *et al*. 2008). عصاره‌های گیاهی نیز دارای طیف وسیعی از متابولیت‌های ثانویه فراری هستند که در فرایندهای بیوشیمیایی گیاه اهمیتی ندارند ولی در برهم کنش گیاه و حشرات نقش حیاتی دارند (Wink 2010). در میان متابولیت‌های ثانویه گیاهی، ترکیبات فنلی نقش مهمی را به‌عنوان ترکیبات دفاعی بازی کرده و اهمیت زیادی در بقای گیاه در محیط دارند (Puupponen-Pimiä *et al*. 2005). امروزه در سرتاسر جهان تمایل برای پیدا کردن گیاهان جدیدی که دارای منابع غنی از آفتکش‌های بیولوژیک هستند، افزایش یافته است (Mareggiani *et al*. 2000).

گردو متعلق به جنس *Juglans L*. (تیره Juglandaceae) در بیشتر مناطق ایران به وفور یافت می‌شود (Sharafati-chaleshtori *et al*. 2010). برگ درخت گردو حاوی ترکیبات آنتی اکسیدانی قوی از جمله ترکیبات فنولیک می‌باشد که این ترکیبات اثرات سمی زیادی برای بسیاری از حشرات، باکتری‌ها و قارچ‌ها دارند (Buttery *et al*. 1986; Miliauskas *et al*. 2004). همچنین عصاره آبی پوست سبز گردو به عنوان یک منبع ارزان قیمت و غنی از ترکیبات پلی فنول با خاصیت ضد اکسیداسیونی و ضد میکروبی می‌باشد (Oliveira *et al*. 2008; Carvalho *et al*. 2010; Fernandez-Agullo *et al*. 2013)

گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.) از تیره چتریان (Apiaceae) در اکثر نقاط ایران از جمله مناطق جنوب‌شرق به‌طور وسیع کشت می‌شود (Burits & Bucar 2000). تمام پیکره رویشی گیاه شوید حاوی اسانس می‌باشد اما مقدار آن در بذرهای رسیده بیش‌تر از اندام‌های رویشی (Omid beige 2007) و کمترین مقدار آن در ساقه این گیاه می‌باشد (Hornok 1980). عصاره شوید نیز به دلیل حضور فلاونوئیدها و سایر ترکیبات فنولیک موجود درآن دارای اثرات دارویی می‌باشد (Bahramikia & Yazdanparast 2008). تاثیر عصاره آبی و الکلی شوید بر هورمون‌های جنسی موش صحرایی (Monsefi *et al*. 2006) گزارش شده است. در ضمن، این عصاره اثر دورکنندگی ۹۰٪ روی لارو و حشره کامل شب پره هندی نشان داده است (Bakhtiari *et al*. 2013). با توجه به بومی بودن گیاه شوید در ایران و دسترسی آسان و ارزان به این گیاه (Kamkar 2009)، می‌توان استفاده از این گیاه مفید را برای کنترل آفات گیاهی به عنوان یک منبع مقرون به‌صرفه و سازگار با محیط زیست مورد توجه قرار داد.

استفاده از روش‌های سالم، کم خطر، مؤثر و طبیعی برای کنترل پسیل پسته که بتواند در دراز مدت موفقیت‌آمیز باشند، بسیار ضروری می‌باشد. برخی الیسیتورهای زیستی به تنهایی یا در تلفیق با آفتکش می‌توانند تاثیر قابل توجهی نسبت به استفاده تنها از همان آفتکش داشته باشند و در نتیجه می‌توانند جایگزین مناسبی برای سموم شیمیایی درکنترل آفات باشند. بنابراین در این تحقیق، تاثیر اسپیروتترامات، اسید سالیسیلیک، عصاره‌های گیاهی دانه شوید و پوست سبز گردو به تنهایی و به صورت تلفیقی روی رشد جمعیت پسیل پسته در دو سال بررسی شد تا بتوان گامی در جهت کاهش مقدار مصرف سموم شیمیایی در برنامه های مدیریت تلفیقی و پایدار این آفت برداشت.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه و باغ مورد مطالعه

این تحقیق در منطقه ماهان استان کرمان با مشخصات جغرافیایی۳۰ درجه و ۶۱۰ دقیقه و ۹ ثانیه شمالی و ۵۷ دقیقه و ۱۶۵۱ دقیقه و ۷ ثانیه شرقی روی درختان بالغ ۲۵ تا ۳۰ ساله پسته رقم فندقی طی دو سال متوالی (۹۷-۹۹) انجام شد. در این پژوهش باغ‌هایی با مساحت ۳ هکتار، که از نظر جمعیت پوره پسیل در آستانه زیان اقتصادی قرار گرفته بودند، برای آزمایش‌ها انتخاب شدند.

تیمارهای مورد مطالعه

در این پژوهش تاثیر ۱۲ تیمار به‌ترتیب اسپیروتترامات (Movento®)، اسید سالیسیلیک (شرکت مرک آلمان) ، عصاره پوست سبز گردو ، عصاره دانه شوید، اسپیروتترامات + اسید سالسیلیک، اسپیروتترامات + عصاره ان‌هگزانی دانه شوید، اسپیروتترامات + عصاره متانولی دانه شوید، اسپیروتترامات + عصاره ان‌هگزانی پوست گردو، اسپیروتترامات + عصاره متانولی پوست گردو و آب مقطر به عنوان شاهد روی جمعیت پسیل پسته بررسی شد. غلظت تیمارهای مورد آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است

جهت تهیه عصاره پوست سبز گردو و دانه شوید نیز از دستگاه حمام التراسونیک مدل C250T (Ultrasonic Cleaner) استفاده شد. بدین منظور، در ابتدا پوست‌های سبز گردو از منطقه بافت استان کرمان جمع‌آوری و در دمای اتاق و دور از نور خورشید سبز

جدول ۱. نام و غلظت نهایی ترکیبات مورد نیاز جهت انجام آزمایش.

Table 1. Name and final concentration of required compounds for testing.

Treatment	Concentration
Spirotetramat	0.5 L/1000
Salicylic acid	0.13 g/litr
Dill seed n-hexanic extract	50 µl/litr
Dill seed methanolic extract	50 µl/litr
Walnut husk n-hexanic extract	50 µl/litr
Walnut husk methanolic extract	50 µl/litr
Spirotetramat + Salicylic acid	
Spirotetramat + Dill seed n-hexanic extract	
Spirotetramat + Dill seed methanolic extract	
Spirotetramat + Walnut husk n-hexanic extract	
Spirotetramat + Walnut husk methanolic extract	
Control	

خشک شدند. نمونه‌های گیاهی آماده شده (پوست سبز گردو و دانه شوید) به‌طور جداگانه، با استفاده از دستگاه آسیاب برقی به‌طور کامل پودر شدند. برای عصاره گیری، مقدار ۵۰ گرم از پودر گیاهی در داخل کیسه دستگاه سوکسله ریخته شد و مخزن حلال دستگاه نیز با ۵۰۰ میلی‌لیتر از محلول متانول (مرک) پر شد (Vogel *et al*. 1978).

پس از گذشت چهار ساعت، عصاره استحصالی دستگاه با استفاده از کاغذ صافی واتمن صاف و با دور ۱۲۰۰۰ (دور بر دقیقه) در مدت پنج دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس مایع رویی به‌وسیله‌ی دستگاه تبخیر کننده دوار تحت فشار خلاء تا حد امکان تغلیظ و آنگاه جهت خشک شدن، داخل پتری‌های استریل در دستگاه انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سلسیوس قرار داده شد. عصاره خام خشک شده درون پتری‌ها با استفاده از تیغ اسکالپل زیر هود تراشیده شد و سپس به ظرف‌های مجزای استریل منتقل و در دمای ۲۲- درجه سلسیوس نگهداری شد(Mahdavi Arab *et al*. 2008) .

آزمایشهای باغی

در این آزمایش طی دو مرحله، (الف) قبل از پاشش و ب) بعد از پاشش نمونه برداری انجام شد. بدین منظور بعد از تعیین باغ، ۱۲ درخت که از لحاظ اندازه و جمعیت پسیل پسته تقریبا مشابه بودند، مشخص شدند. سپس از هر درخت، ۱۰ شاخه به‌صورت کاملا تصادفی انتخاب، که هر شاخه دارای حداقل هشت تا ۹ برگ بود، نشانه‌گذاری شد. درختان انتخاب شده با نوشتن کد و گره زدن روبان به آنها جدا شدند تا ترکیب پاششی روی درخت مشخص شود.

در مرحله الف از ۱۰ شاخه در جهات مختلف روبان زده، از هر شاخه یک برگ متناظر انتخاب و چیده شد و داخل پاکت فریزر با ذکر کد و رنگ روبان گذاشته شد. به همین ترتیب از ۱۲ درخت مشخص شده، نمونه برداری صورت گرفت. به دلیل مسافت زیاد بین باغ مورد نظر تا آزمایشگاه دانشگاه باهنر، تمامی پاکت‌های حاوی نمونه داخل یخچال مسافرتی گذاشته شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس پوره‌های سن یک تا چهار پسیل روی برگ توسط بینوکولار شمارش شدند.

در مرحله ب این آزمایش، تیمارهای مورد مطالعه به روشی که قبلا توضیح داده شد در آزمایشگاه آماده شدند و درون محلول-پاش‌ها با کدهای مشخص و با همان غلظت تعیین شده منتقل شدند. شاخه‌های روبان زده شده توسط محلول‌پاش با پاف مشخص به شکلی که سطح پشت و روی برگ با فاصله معین کاملا پوشش داده می‌شد به ترکیبات ذکر شده آغشته شدند. پاشش ترکیبات در سال اول پژوهش در تیرماه و سال دوم در شهریور ماه انجام شد. تمامی این پاشش‌ها ساعت ۶:۳۰ دقیقه صبح انجام می‌گرفت. ۱۴ روز پس از پاشش، مانند آنچه در نمونه برداری از برگ‌های قبل از پاشش توضیح داده شد، نمونه برداری از درختان مشخص شده صورت گرفت. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند و پوره‌های یک تا چهار پسیل شمارش شدند. بعد از اتمام شمارش پوره‌های پسیل، تمام داده‌ها وارد Excel شد و بانک اطلاعاتی از نمونه برداری‌ها و جمعیت پوره‌های پسیل تهیه شد.

در انتها با استفاده از فرمول خطی زیر درصد رشد جمعیت پوره پسیل پسته محاسبه شد.

$$S = \frac{B - A}{A} \times 100$$

S: درصد رشد جمعیت

B: جمعیت بعد از محلول پاشی

A: جمعیت قبل از محلول پاشی

عصاره‌گیری و تعیین ترکیبات ثانویه (فنل و فلاونوئید کل) برگ پسته با استفاده از روش اسپکتروفوتومتری

برگ‌های پسته علامت گذاری شده ۴۸ ساعت بعد از پاشش ترکیبات مورد نظر، چیده و برای زدودن گرد و خاک آنها شسته شدند. سپس در شرایط سایه (دمای ۲۵ درجه سلسیوس) و تهویه مناسب خشک شده و پس از قرار دادن داخل پاکت کدگذاری شدند. بعد از آسیاب کردن برگ‌های خشک شده پسته، پنج گرم پودر آن برای هرکدام از تیمارها به‌صورت جداگانه داخل ظرف شیشه‌ای مربوط به کد خود قرار داده شد. سپس پودرها با ۲۰ میلی‌لیتر حلال متانول با درجه خلوص ۹۵ درصد ترکیب شدند. دهانه‌ی تمامی ارلن‌ها با فویل آلومینیومی بسته و به مدت ۷۲ ساعت در محل تاریک و دمای ۲۵ درجه نگه‌داری شدند. سپس هرکدام از عصاره‌ها داخل لوله فالکون ۵۰ میلی‌لیتر ریخته و لوله‌ها به دستگاه سانتریفیوژ (دور ۶۰۰۰ هزار و زمان ۱۰ دقیقه) انتقال داده شدند. بعد از اتمام کار، عصاره‌های گیاهی با کاغذ صافی واتمن شماره یک صاف و داخل لوله فالکون ریخته شدند و سپس در یخچال در دمای چهار درجه سلسیوس جهت بررسی میزان فنل و فلاونوئید برگ پسته نگهداری شدند.

اندازه گیری مقدار فنل کل: اندازه‌گیری میزان فنل کل به روش پورمراد و همکاران با استفاده از معرف فولین سیوکالتو (شرکت مرک آلمان) انجام شد (Pourmorad *et al*. 2006). بدین منظور پنج میلی لیتر از معرف فولین سیوکالتو با چهار میلی‌لیتر از محلول Na_2CO_3یک مولار مخلوط شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول هر عصاره گیاهی به مخلوط اضافه شد. مخلوط‌ها به مدت ۱۵۰ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شدند. پس از این مدت میزان جذب نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Lambda 45-UV/Visible در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه گیری شد. نمونه‌ها در پنج تکرار بررسی شدند و منحنی استاندارد توسط غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ (میلی‌گرم بر لیتر) از محلول اسید گالیک تهیه شد. مقدار فنل کل به صورت معادل میلی‌گرم اسید گالیک (GAE) (بر گرم وزن خشک محاسبه شد.

اندازه گیری مقدار فلاونوئید کل: مقدار فلاونوئید موجود در نمونه عصاره‌های گیاهی برگ پسته به روش پورمراد و همکاران اندازه-گیری شد (Pourmorad *et al*. 2006). ابتدا ۰/۱ میلی لیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد با ۰/۱ میلی لیتر استات پتاسیم یک مولار مخلوط و سپس به آنها ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر دو بار تقطیر اضافه شد. در مرحله بعد ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول هر عصاره که با ۱/۵ میلی‌لیتر اتانول مخلوط شده بود، به مخلوط کلرید آلومینیوم، استات پتاسیم و آب اضافه شد. مخلوط نهایی حاصل برای هر عصاره (با حجم پنج میلی‌لیتر) برای مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شد. سپس جذب در طول موج ۴۱۵ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری و مقدار فلاونوئید کل به صورت معادل میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک محاسبه شد. این آزمایش برای هر کدام از عصاره‌ها در پنج تکرار انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

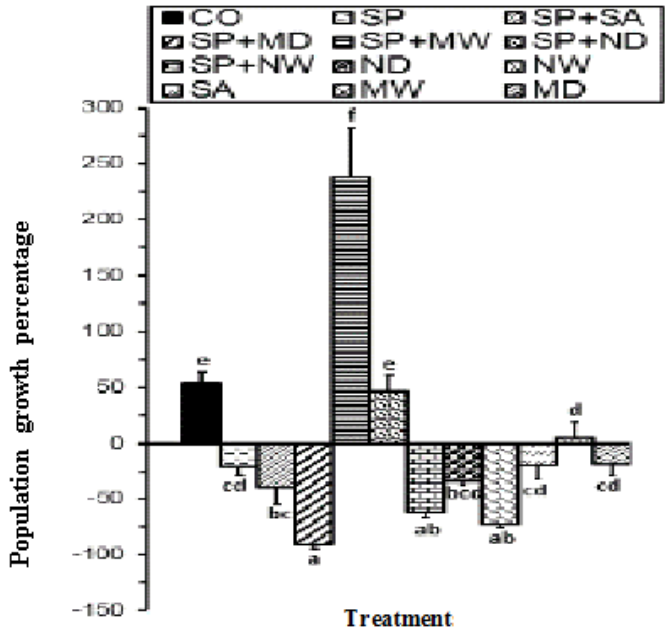
آنالیزهای آماری آزمایش‌های پاشش و مرگ و میر حشرات در این پژوهش، با استفاده از نرم افزار آماری، Stat plus (2009) صورت گرفت. گام اول محاسبه میانگین‌ها و سپس پیدا کردن اختلاف بین میانگین‌ها بود؛ که در این حالت، تفاوت‌های بین میانگین‌ها آشکار و در مرحله دوم تفاوت‌های معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد تعیین شد. برای مقایسه میانگین داده‌های بدست آمده در مطالعات آزمایشگاهی، از روش آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA One-Way به روش آزمون Fisher LSD با سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

در ضمن، داده‌های مقدار فنل کل و فلاونوئید با استفاده از آزمون یکطرفه (طرح پایه کاملا تصادفی) در نرم افزار SPSS ver 23 تجزیه واریانس شدند. قبل از تجزیه آماری، آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از روش کلموگروف- اسمرینوف انجام شد. در صورت عدم نرمال بودن توزیع داده‌ها، از روش‌های مختلف تبدیل داده‌ها برای یکنواختی واریانس داده‌ها استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون SNK در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج

رشد جمعیت پسیل پسته

شکل ۱ نشان می‌دهد که در شاهد با میانگین ۱۰/۲۵ ± ۵۳/۸۳ درصد و تیمارهای SP+MW با میانگین ۴۳/۷۴ ± ۲۳۸/۶۹ درصد، SP+ND با میانگین ۱۴/۲۳ ± ۴۶/۳۳ درصد وMW با میانگین ۱۳ ± ۵/۰۹ درصد در مقایسه با سایر تیمارها افزایش رشد جمعیت پوره‌های پسیل اتفاق افتاده است.



شکل ۱. تاثیر عصاره متانولی و ان- هگزانی پوست سبز گردو، عصاره متانولی و ان- هگزانی دانه شوید، اسید سالسیلیک و آفتکش اسپیروتترامات (به تنهایی و تلفیقی) روی درصد رشد جمعیت پوره‌های سن یک تا چهار پسیل پسته (سال اول).

Figure 1. The effect of methanolic and n-hexane extracts of green walnut husk, methanolic and n-hexane extracts of dill seeds, salicylic acid and spirotetramate pesticide (alone and in combination) on the population growth percentage of 1st–4th instar nymphs of pistachio psylla (First year).

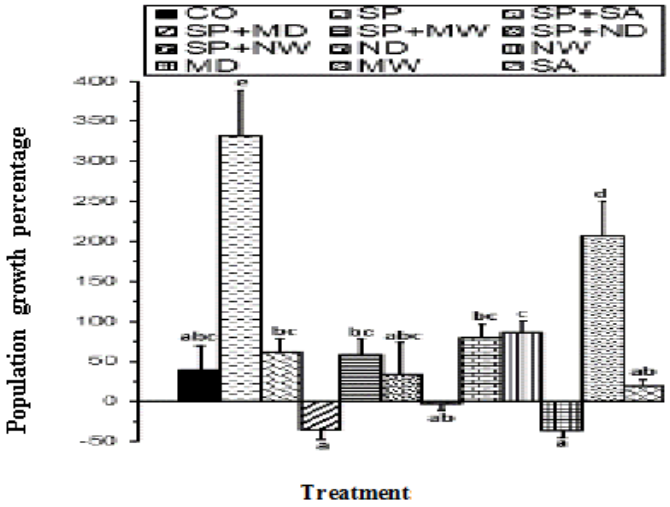
بیش‌ترین درصدکاهش جمعیت مربوط به تیمار SP + MD با میانگین ۳/۲۱ ± ۹۱/۲۶- درصد بود که اختلاف معنی داری با تیمارهایSP + NW وNW نداشت. براساس نتایج حاصل کاربرد تیمارهای SA، MW، MD، ND وSP + SA روی پوره‌های پسیل پسته اختلاف معنی‌داری در مقایسه با تیمار SP نشان ندادند. شکل ۲ تراکم پوره‌های سن یک تا چهار پسیل پسته را تحت تیمارهای مختلف پس از ۱۴ روز در سال دوم مطالعه نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج، تیمارهای MD با میانگین ۸/۴۳ ± ۳۶ /۷۰ - درصد و SP + MD با میانگین ۱۷/۹ ± ۳۵/۱۷- درصد به‌طور قابل توجهی باعث کاهش جمعیت پوره‌های پسیل شدند و تیمارهای مذکور باتیمارهای SP + ND، SP + NW، SA و شاهد اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. تیمار SP با میانگین ۵۶/۹۶ ± ۳۳۲ درصد و تیمار MW با میانگین ۴۳/۰۱ ± ۲۰۶/۸۶ درصد، بیش‌ترین درصد افزایش جمعیت پسیل را نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری به خود اختصاص دادند (P≤۰/۰۰۲۶).

مقدار فنل و فلاونوئید کل

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، مقدار ترکیبات فنل کل و فلاونوئید کل در برگ درختان پسته تیمار شده با ترکیبات مختلف مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای مختلف مورد مطالعه نشان داد (به‌ترتیب P ≤ ۰/۰۰۱، ۵۹ و ۱۱ = df، ۸/۲۹ = F؛ و P≤۰/۰۰۱، ۵۹ و ۱۱ = df، ۴۰/۴۸ = F؛ جدول ۲). بیش-ترین مقدار فنل کل (۱/۹۴ ± ۷۵/۴۸) در تیمار اسپیروتترامات + عصاره متانولی دانه شوید (SP + MD) و کمترین مقادیر آن (بترتیب ۴۲ /۰ ± ۱۱۰/ ۵۷ و ۱/۴۵ ± ۵۸/۸۲) در تیمارهای

اسپیروتترامات (SP) و اسپیروتترامات + عصاره ان‌هگزانی دانه شوید (SP + ND) به‌دست آمد (جدول ۲).

کمترین میانگین مقدار فلاونوئید (۹/۹۵ ± ۵۳/۳۷) برگ پسته نیز به‌طور معنی‌داری در تیمار اسپیروتترامات + عصاره متانولی پوست سبز گردو (SP + MW) محاسبه شد (جدول ۲). همچنین مقادیر فلاونوئید در تیمارهای SP + SA، SP + ND، SP + NW، NW، MD، MW، SA و شاهد در مقایسه با تیمارهای SP، ND و SP + MD به طور معنی‌داری بیشتر بود.



شکل ۲. تاثیر عصاره متانولی و ان- هگزانی پوست سبز گردو، عصاره متانولی و ان- هگزانی دانه شوید، اسید سالسیلیک و آفتکش اسپیروتترامات (به تنهایی و تلفیقی) روی درصد رشد جمعیت پوره‌های سن یک تا چهار پسیل پسته (سال دوم).

Figure 2. The effect of methanolic and n-hexane extracts of green walnut husk, methanolic and n-hexane extracts of dill seeds, salicylic acid and spirotetramate pesticide (alone and in combination) on the population growth percentage of 1st–4th instar nymphs of pistachio psylla (Second year).

جدول ۲. میزان فنل کل و فلاونوئید کل (میانگین ± خطای معیار) برگ‌های پسته محلول‌پاشی شده با تیمارهای مختلف.

Table 2. Total phenol and total flavonoid contents (Mean± SE) of pistachio leaves sprayed with different treatments.

Treatment	Total Phenol (mg/ g dry weight)	Total Flavonoid (mg/ g dry weight)
Spirotetramat	58.82 ± 1.45c	151.58 ± 9.47b
Spirotetramat + Salicylic acid	72.39 ± 0.75ab	212.74 ± 3.39a
Spirotetramat + Dill seed methanolic extract	75.48 ± 1.94a	166.86 ± 3.30b
Spirotetramat + Walnut husk methanolic extract	67.76 ± 0.34ab	53.37 ± 9.95c
Spirotetramat + Dill seed n-hexanic extract	57.11 ± 0.42c	212.88 ± 1.30a
Spirotetramat + Walnut husk n-hexanic extract	70.56 ± 0.92ab	200.42 ± 10.43a
Dill seed n-hexanic extract	68.61 ± 0.47ab	171.99 ± 6.41b
Walnut husk n-hexanic extract	72.77 ± 2.15ab	208.56 ± 7.21a
Dill seed methanolic extract	64.79 ± 0.47b	197.19 ± 5.56a
Walnut husk methanolic extract	71.91 ± 1.04ab	197.06 ± 3.24a
Salicylic acid	72.75 ± 1.45ab	210.49 ± 8.38a
Control	69.80 ± 1.27ab	201.25 ± 8.62a

Means followed by different letters in each column are significantly different (Tukey test, $P < 0.05$).

بحث

بر اساس نتایج بدست آمده در این پژوهش، ترکیبات مورد مطالعه واکنش‌های متفاوتی روی رشد جمعیت پسیل پسته در دو سال مطالعه نشان دادند. تفاوت در نتایج در دو سال مورد مطالعه می‌تواند به‌دلیل اختلاف شرایط آب و هوایی از نظر دما و رطوبت بین دو سال متوالی و همچنین زمان‌های متفاوت نمونه برداری نسبت داد. تفاوت در زمان‌های انجام نمونه برداری به آستانه خسارت‌زای متفاوت جمعیت پسیل طی دو سال مرتبط بود. با این

وجود، تیمارهای عصاره گیاهی متانولی دانه شوید (MD) به تنهایی و مخلوط با اسپیروتترامات (SP) در دو سال مطالعه واکنش‌های یکنواخت‌تری ایجاد کردند و به مرور زمان تاثیر بهتری در کنترل جمعیت پوره‌های پسیل پسته نشان دادندکارون، لیمونن، کامفور و آپیول از اجزای اصلی اسانس گیاه شوید هستند که خاصیت حشره-کشی به خصوص برای آفات مکنده دارند (Singh *et al*. 2005). سمیت بالای اسانس برگ گیاه شوید روی آفات مختلف از جمله سوسری آمریکایی، مگس خانگی و شپشه قرمز گزارش شده است (Chaubey 2007; Babri *et al*. 2012). مطالعات نشان داده است که ترکیب جدا شده از بذر شوید به نام d-carvone به میزان قابل توجهی باعث تشدید اثر حشره‌کشی ترکیبات کاربامات و افسفره آلی روی برخی از گونه‌های حشرات می‌شود (Lichtenstein *et al*. 2002).

همچنین در پژوهش حاضر،کاربرد تلفیقی عصاره ان- هگزانی پوست سبز گردو (NW) با اسپیروتترامات (SP) در مقایسه با کاربرد اسپیروتترامات به تنهایی در کنترل جمعیت پسیل پسته در هر دو سال موثرتر بود. Rostami Jiwan *et al*. (2016) نشان دادند که کاربرد عصاره متانولی برگ درخت گردو در غلظت‌های مختلف موجب مرگ و میر بالای لاروهای سن دوم سوسک کلرادوی سیب-زمینی شد. در مطالعه ما، تیمارهای عصاره گیاهی متانولی پوست سبز گردو (MW) به تنهایی و یا در تلفیق با اسپیروتترامات (SP + MW) در مقایسه با عصاره ان- هگزانی آن به تنهایی (NW) یا تلفیقی (SP + MW)، توانایی لازم را در کنترل جمعیت پسیل پسته نداشتند. بنابراین نوع گیاه، گونه آفت و نوع حلال در میزان کارایی ترکیبات مختلف موثر می‌باشد. یکسان نبودن میزان تاثیر و خاصیت حشره‌کشی عصاره‌های استخراج شده با حلال‌های مختلف، بیانگرآن است که عکس العمل‌های حشره در برابر عصاره‌های استخراج شده با حلال‌های مختلف یکسان نیست. وجود تفاوت بین اثرات مختلف حشره‌کشی یک مرحله رشدی گیاه در حلال‌های مختلف، به این دلیل است که احتمالا متابولیت‌های ثانویه گیاهی که دارای اثر سمیت روی حشره هستند، از لحاظ قطبیت با هم تفاوت دارند. این حلال‌ها قطبی، حد واسط و یا غیر قطبی هستند و حلال‌های مختلف، متابولیت‌های ثانویه متفاوتی را در خود حل می-کنند (Pascual-Villalobos & Robledo 1998). اثرات حشره‌کشی عصاره گردو روی آفات مختلف از جمله حشرات مکنده نشان داده شده است (Garbaczewska *et al*. 2015; Si-Tong *et al*. 2018).

Sun *et al*. (2007) نیز گزارش کردند که کاربرد عصاره‌های الکلی و کلروفرمی برگ گردو، خاصیت کشندگی روی لاروهای پروانه ابریشم باف‌ناجور و بید کلم دارند. این محققین، خاصیت حشره-کشی عصاره‌های مذکور را با غلظت بالای ماده‌ای به نام *juglone* مرتبط دانستند.

از آنجا که متابولیت‌های ثانویه گیاهی دارای اثرات آنتی بیوزی روی حشرات می‌باشند (Panda & Khush 1995)، بنابراین در پژوهش حاضر مقدار بالای فنل کل در تیمار اسپیروتترامات + عصاره متانولی دانه شوید (SP + MD) و مقدار بالای فلاونوئید در تیمار متانول دانه شوید (MD) می‌تواند با کارایی بالای این ترکیبات روی پوره‌های پسیل مرتبط باشد. همچنین رشد کمتر جمعیت پسیل پسته در اثر کاربرد تلفیقی عصاره ان- هگزان پوست سبز گردو با اسپیروتترامات (SP + NW)در مقایسه با کاربرد SP به تنهایی می‌تواند با میزان بالاتر فنل و فلاونوئید در تیمار SP + NW ارتباط داشته باشد. تاثیر ترکیبات ثانویه ازجمله فنل و فلاونوئید بر کاهش رشد جمعیت حشرات در بسیاری از مطالعات نشان داده شده است (Sattari Nasab *et al*. 2019; Khoshfarman-Borji *et al*. 2020; Pahlavan Yali & Sattari Nasab 2020)، به عنوان مثال در یک مطالعه پس از حذف فنل از اسانس گیاه مریم گلی، سمیت آن روی کنه‌ی تارتن دولکه‌ای به‌طور چشمگیری کاهش پیدا کرد. بنابراین می‌توان سمیت اسانس گیاه مریم گلی را به فنل موجود در آن نسبت داد (Suszko & Tomczyk 2011). علاوه بر این در تحقیق حاضر، کاربرد تلفیقی اسید سالیسیلیک با اسپیروتترامات در سال دوم مطالعه موجب رشد کمتر جمعیت پسیل پسته در مقایسه با کاربرد SP به تنهایی شد. در واقع سالیسیلیک اسید مقدار ترکیبات فنلی و آنزیم‌های بیوسنتزی که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشند، را در گیاه افزایش می‌دهد (Maleki & Ehsanpour 2018).

Dinari *et al*. (2016) گزارش کردند که کاربرد غلظت ۸۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید در گیاه گندم موجب کاهش طول عمر حشرات کامل شته روسی گندم و تراکم جمعیت پوره‌های آن شد. همچنین بر اساس مطالعه Keyhani (2014)، کاربرد اسپیروتترامات به همراه اسید سالیسیلیک سبب کاهش تراکم تخم و پوره‌های پسیل پسته شد.

براساس نتایج حاصل از این پژوهش، به دو فرضیه پاسخ داده می‌شود: ۱- برخی الیسیتورهای زیستی به صورت تلفیق با آفتکش

می‌توانند تاثیرات قابل توجهی نسبت به استفاده از همان آفتکش به تنهایی داشته باشند و برخی الیسیتورهای زیستی به اندازه آفتکش و حتی بیش‌تر از آفتکش تاثیر به‌سزایی را در کنترل جمعیت آفات دارند. ۲- نتایج حاصل از آنالیز دستگاه اسپکتوفتومتر نشان می‌دهد که نه تنها تلفیق برخی الیسیتورهای زیستی با آفتکش مقدار فنل و فلاونوئید را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهند، بلکه تیمار آب و الیسیتورهای زیستی نیز گاهی می‌توانند مقدار فنل و فلاونوئید را نسبت به آفتکش، افزایش دهند. نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد عصاره متانولی دانه شوید به تنهایی یا در تلفیق با اسپیروتترامات و همچنین عصاره ان- هگزانی پوست سبز گردو به صورت تلفیقی با آفت‌کش می‌توانند موجب کنترل موثر و پایدار *A. pistaciae* در برنامه‌های مدیریت تلفیقی پسته شوند.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد که بدین وسیله قدردانی می‌شود.

Reference

Alston DG, Drost D, 2008. Onion Thrips (*Thrips tabaci*). Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory. 7 pp. http:// extension. usu.edu /files/ publications/ factsheet/ent-117–08pr. pdf.

Babri RA, Khokhar I, Mahmood Z, Mahmud S, 2012. Chemical composition and insecticidal activity of the essential oil of *Anethum graveolens* L. *Science International (Lahore)* 24: 453–455.

Bahramikia S, Yazdanparast R, 2008. Antioxidant and free radical scavenging activities of different fractions of *Anethum graveolens* leaves using in vitro models. *Pharmacology Online* 2: 219–233.

Bakhtiari M, Rafiei Karahroudi Z, Sanatgar E, 2013. The effect of contact and respiratory repellency of four medicinal plant extract and powders on adults and last instar larvae of *Plodia interpunctella* (Hübner). *Journal of Entomological Research* 7(1): 17–27 [In Persian].

Boughton AJ, Hoover K, Felton GW, 2006. Impact of chemical elicitor applications on greenhouse tomato plants and population growth of the green peach aphid, *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 120: 175–88.

Bruck E, Elbert A, Fischer R, Krueger S, Kühnhold J, et al., 2009. Movento®, an innovative ambimobile insecticide for sucking insect pest control in agriculture: biological profile and field performance. *Crop Protection* 28: 838–844.

Burits M, Bucar F, 2000. Antioxidant activity of Nigella sativa essential oil. *Phytotheraphy Research* 14: 323–328.

Buttery RG, Flath RA, Mon TR, Ling LC, 1986. Identification of germacrene D in walnut and fig leaf volatiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 34 (5): 820–822.

Carvalho M, Ferreira PJ, Mendes VS, Silva R, Pereira JA, et al., 2010. Human cancer cell antiproliferative and antioxidant activities of *Juglans regia* L. *Food* and *Chemical Toxicology* 48: 441–447.

Chaubey MK, 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,

Depalo L, Lanzoni A, Masett A, Pasqualini E, Burgio G, 2017. Lethal and sub-lethal effects of four insecticides on the Aphidophagous Coccinellid *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Economic Entomology* 110 (6, 5): 2662–2671.

Dinari A, Dolati L, Nematollahi MR, Froutan S, Food C, 2016. The effect of different concentrations of salicylic acid in inducing wheat resistance against Russian wheat aphid. *1st E-Conferencees on New finding in Environment and Agricultural Ecosystem*.6pp.

Fernandez-Agullo A, Pereira E, Freire MS, Valentao P, Andrade PB, et al., 2013. Influence of solvent on the antioxidant and antimicrobial properties of walnut (*Juglans regia* L.) green husk extracts. *Industrial Crops and Products* 42: 126–132.

Garbaczewska S, CienieCka-Rosłonkiewicz A, Michalczyk A, kiełCzewska A, 2015. The use of components of the extract from the leaves of walnut *Juglans regia* L against the fungus *Ascosphaera apis*. *Institute of Industrial Organic Chemistry* 68(2): 117–122.

Hodges L, Bell H, Adam K, 2012. Petition for a Three-Year Extension of Exclusive Use Data Protection for Spirotetramat. US Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programs, Petition for Spirotetramat. 23 pp. http://www2.epa.gov/sites /produ ction/files /2014-04/ documents /extension _petition.pdf

Hornok L, 1980. Effect of nutrition supply on yield of dill *Anethum graveolens* L. and the essential oil content. *Acta Horticulture* 96: 337–342.

Kamkar A, 2009. The study of antioxidant activity of essential oil and extract of Iranian *Anethum graveloens*. *Ofogh-e-Danesh. GMUHS Journal* 15 (3): 11–17 [In Persian].

Kayhani Sh, 2014. Control of common pistachio psyllids by combining resistance and insecticide. MSc Thesis, Agricultural Entomology, Shahid Bahonar University, Kerman [In Persian].

Khoshfarman-Borji H, Pahlavan Yali M, Bozorg-Amirkalaee M, 2020. Induction of resistance against Brevicoryne brassicae by *Pseudomonas putida* and salicylic acid in canola. *Bulletin of Entomological Research* 110(5): 1–14.

Lichtenstein EP, Liang TT, Schulz KR, Schnoes HK, 2002. Insecticidal and synergistic components isolated from dill plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 22: 658–64.

Lozano F, Kemper K, Tundisi H, 2008. Field development of Movento®Plus for sucking pest insect control in Brazil. *Bayer Crop Science Journal* 61: 329–348.

Mahdavi Arab N, Ebadi R, Hatami B, Talebi Jahromi K, 2008. Insecticidal effects of some plant extracts on *Callosobruchus maculatus* F. under laboratory condition and *Laphigma exigua* H. in greenhouse. *Journal of Water and Soil Science* 11: 221–234.

Maleki MS Ehsanpour AA, 2018. Effect of salicylic acid on total phenol, flavonoid, anthocyanin and PAL and TAL enzymes in tomato (*Solanum lycopersicum* Mill) plants. *Iranian Journal of Plant Biology* 9 (34): 55–67 [In Persian].

Mansour R, Suma P, Mazzeo G., Lebdi, KG, Russo A, 2011. Evaluation side effects of newer insecticides on the vine mealybug parasitoid *Anagyrus* sp. near pseudococci, with implications for integrated pest management in vinyards. *Phytoparasiticia* 39: 369-376.

Mareggiani G, Picollo MI, Zerba E, Burton G, Tettamanzi MC, et al., 2000. Antifeedant activity of with an olides from *Salpichroa origanifolia* on *Musca domestica*. *Journal of Natural Products* 63: 1113–1116.

Matkowski A, 2008. Plant in vitro culture for the production of antioxidants A review. *Biotechnology Advances* 26: 548–560.

Miliauskas G, Venskutonis P, Van Beek T, 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food chemistry* 85 (2): 231–237.

Mohapatra SL, Deepa M, Jagadish GK, 2012. An efficient analytical method for analysis of spirotetramat and its metabolite spirotetramat-enol by HPLC. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 88 (2): 124–128.

Monsefi M, Ghasemi M, Bahaodini A, 2006. The effects of *Anethum graveolens* L. on female reproductive system. *Journal of phytotherapy Research* 20: 865–868.

Nauen R, Reckmann U, Thomzik J, Thielert W, 2008. Biological profile of spirotetramat (Movento)—a new two ways systemic (amimobile) insecticide against sucking pests. *Bayer Crop Science Journal* 61: 245–277.

Nazari Fathabad M, Shahidi Noghabi Sh. Mahdian K, 2016. Investigation of the effect of Pyriproxyfen pesticide on reproduction and development of *Menochilus sexmaculatus*. *3rd National Meetng on Biocontrol in Agriculture and Natural Resources of Iran*, Ferdowsi University of Mashhad, pp. 203–207 [In Persian].

Oliveira I, Sousa A, Ferreira CFR, Bento A, Estevinho L, et al., 2008. Total phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of walnut (*Juglans regia* L.) green husks. *Food* and *Chemical Toxicology* 46: 2326–2331.

Omid beige R, 2007. Production-and-Processing-of Medicinal-Plants. Beh press, 347 p.

Pahlavan Yali M, Sattari-Nassab R, 2020. Evaluating the biological control capability of *Coccinella septempunctata* on canola plants treated with humic acid and salicylic acid via functional response experiments. *International journal of tropical insect science* 40: 1031–1041

Panda N, Khush GS, 1995. Host plant resistance to insects. CAB International, Wallingford

Pascual-Villalobos MJ, Robledo A, 1998. Screening for anti-insect activity in Mediterranean plants. *Industrial Crops and Products* 8: 183–194.

Planes L, Jacas JA, Catalan J, Izquierdo J, Tena A, et al., 2013. Lethal and sublethal effects of spirotetramat on the mealybug destroyer, *Cryptolaemus montrouzieri*. *Journal of Pest Science* 86: 321–327.

Pooye E, Sheibani Tezerji Z, Hassani MR, 2019. Effect of different insecticides on eggs and nymphs of *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Aphalaridae) under field conditions *Journal of Applied Research in Plant Protection* 8: 19–31 [In Persian].

Popova L, Ananieva V, Hristova V, Christov K, Geovgieva K., *et al*., 2003. Salicylic acid and methyl jasmonate-induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress. *Bulgarian Journal of Plant Physiology* Special issue: 133–152.

Pourmorad F, Hosseinimehr SJ, Shahabimajd N, 2006. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. *African Journal of Biotechnology* 5: 1142–1145.

Puupponen-Pimiä R, Nohynek L, Schmidlin S, Kähkönen M, Heinonen, M, et al., 2005. Berry phenolics selectively inhibit the growth of intestinal pathogens. *Journal of Applied Microbiology* 98: 991–1000.

Radman R, Saez T, Bucke C, Keshavarz T, 2003. Elicitation of plants and microbial cell systems. *Biotechnology and Applide Biochemistry* 37: 91–102. 28.

Rostami Jeivan N, Hejazi MJ, Karimzadeh R, 2016. Effect of Extracts of Five Plant Species on 2 nd instar larvae of Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Applied Research in Plant Protection* 6(1): 87-99 [In Persian].

Sarafraz Nikoo F, Sahebani N, Aminian1 H, Mokhtarnejad L, Ghaderi R, 2014. Induction of systemic resistance and defense -related enzymes in tomato plants using *Pseudomonas fluorescens* CHA0 and salicylic acid against root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Journal of Plant Protection Research* 54 (4): 383–389.

Sattari Nasab R, Pahlavan Yali M, Bozorg-Amirkalaee M, 2019. Effects of humic acid and plant growth-promoting

rhizobacteria (PGPR) on induced resistance of canola to Brevicoryne brassicae. *Bulletin of entomological research* 109 (4): 479–489.

Sharafati-Chaleshtori R, Sharafati-Chaleshtori F, Rafieian-kopaei M, Drees F, Ashrafi K, 2010. Comparison of the antibacterial effect of ethanolic walnut (*Juglans regia*) leaf extract with chlorhexidine mouth rinse on *Streptococcus mutans* and *sanguinis*. *Journal* of *Islamic Dental Association* of *Iran* 22: 211–17 [In Persian].

Sheikhi-Garjan A, Najafi H, Abbasi S, Sberfar F, Rashid M, *et al*., 2015. Chemical and Organic Pesticide of Iran. Ketab Paytakht Publication, Tehran, Iran. 404 pp.

Singh G, Maurya S, Lampasona MPD, Catlan C, 2005. Chemical constituents, antimicrobial investigations, and antioxidative potentials of *Anethum graveolens* L. essential oil and acetone extract: Part 52. *Journal of Food Science* 70(4): M208 – M215.

Si-Tong Lv, Wen-Xian Du, Shu-Min B, Chen G, 2018. Insecticidal effect of juglone and its disturbance analysis in metabolic profiles of *Aphis gossypii* glover using HNMR-based metabonomics approach. *Phytoparasitica* 46: 521–531.

Sun M, Wang Y, Song Z, Fang G, 2007. Insecticidal activities and active components of the alcohol extract from green peel of *Juglans mandshuric*. *Journal of Forestry Research* 18: 62–64.

Suszko M, Tomczyk A, 2011. The role of phenols in the influence of herbal extracts from *Salvia officinalis* L. and *Matricaria chamomilla* L. on two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Biological letters* 48 (2): 193–205.

Vanaclocha P, Vidal-Quist C, Oheix XS, Monton H, Planes L, Catalan J, Tena A, Verda MJ, Urbaneja A, 2013. Acute toxicity in laboratory tests of fresh and aged residues of pesticides used in citrus on the parasitoid *Aphytis melinus*. *Journal of Pesticide Science* 86: 329-336.

Vogel I, Furniss BS, Smith PW, 1978. Text Book of Practical Organic Chemistry. Longman Scientific & Technical, 1371p.

Wink M, 2010. Functions and Biotechnology of Plant Secondary Metabolites., 2nd edition, Heidelberg University, Germany. 410pp.

Yu Z, Fu CX, Han YC, Li YX, et al., 2006. Salicylic acid enhances jaceosidin and syringin production in cell cultures of *Saussurea medusa*. *Biotechnology Letters* 8: 1027–1031.

Zhang S, Moyne AL, Reddy MS, Kloepper JW, 2002. The role of salicylic acid in induced systemic resistance elicited by plant growth promoting rhizobacteria against blue mold of tobacco. *Biological Control* 25: 288–296.

Zhao J, Sakai K, 2003. Multiple signaling pathways mediate fungal elicitor-induced beta-thujaplicin biosynthesis in *Cupressus lusitanica*. *Cell Cultures* 4: 647–656.

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