

تاثیر کائولین فرآوری شده بر پوره پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae*

حسین فرازمند^۱✉، هادی حسن‌زاده^۲، محمد سیرجانی^۳، کاظم محمدپور^۴، افشین مشیری^۵، سیدحیدر ولی‌زاده^۶ و علی جعفری ندوشن^۷
۱- موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور؛ ۲- مدیریت جهادکشاورزی بردسکن؛ ۳- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی؛
۴- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی؛ ۵- مدیریت جهاد کشاورزی گرمسار؛ ۶- مرکز تحقیقات و آموزش
کشاورزی و منابع طبیعی قم؛ ۷- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی یزد
(تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۲؛ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۳)

چکیده

پسیل معمولی پسته، *Agonoscena pistaciae* Burckharat & Lauterer (Hem.: Psyllidae) از آفات مهم باغات پسته در ایران است که با تغذیه از شیره نباتی برگ، خسارت زیادی به محصول پسته وارد می‌آورد و هر ساله باغداران برای کنترل این آفت از حشره‌کش‌های مختلفی استفاده می‌کنند. تاثیر کائولین فرآوری شده (سپیدان[®] WP) بر پوره پسیل پسته در چهار استان خراسان رضوی، خراسان جنوبی، سمنان و قم، در سال ۱۳۹۱، با هدف کاهش مصرف سموم شیمیایی، بررسی شد. به همین منظور، محلول پاشی کامل درختان پسته با غلظت‌های ۳ و ۵ درصد کائولین در مقایسه با حشره‌کش استامی‌پراید، در سه مرحله، از اواسط اردیبهشت و با فواصل حدود چهار هفته، انجام گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده، در تمام مراحل، کاربرد کائولین ۵ درصد موجب کاهش بیشتر جمعیت پوره پسیل، در مقایسه با حشره‌کش استامی‌پراید شد. همچنین میانگین درصد تاثیر تیمارهای کائولین ۳ و ۵ درصد و حشره‌کش استامی‌پراید برای کنترل آفت، سه روز بعد از محلول‌پاشی به ترتیب، ۳۰/۳، ۵۴/۳ و ۴۳/۵ درصد بدست آمد. علاوه بر این، میزان ماندگاری اثر کائولین، تا ۲۱ روز پس از محلول‌پاشی، در مقایسه با حشره‌کش شیمیایی استامی‌پراید بیشتر بود، به طوری که میانگین درصد تاثیر تیمارهای کائولین ۳ و ۵ درصد و حشره‌کش استامی‌پراید، در ۲۱ روز پس از محلول‌پاشی به ترتیب، ۴۸/۳ و ۷۸/۲ و ۴۷/۶ درصد ثبت شد. لذا با توجه به تاثیر بالای کائولین در کاهش جمعیت پوره‌ها، محلول پاشی درختان پسته با کائولین فرآوری شده (سپیدان[®] WP)، با غلظت ۵ درصد، می‌تواند بطور موفقیت آمیزی جمعیت پوره پسیل معمولی پسته را کنترل نماید.

واژه‌های کلیدی: پسته، پسیل معمولی پسته، *Agonoscena pistaciae*، کائولین، کنترل.

Effect of Kaolin clay on pistachio psylla nymph, *Agonoscena pistaciae*

H. FARAZMAND¹✉, H. HASSANZADEH², M. SIRJANI³, K. MOHAMMADPOUR⁴, A. MOSHIRI⁵,
S. H. VALIZADEH⁶ and A. JAFARI-NODOOSHAN⁷

1- Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran; 2- Agricultural Jihad management of Bardaskan, Iran; 3- Agricultural and Natural Resources Research Center of Razavi Khorasan, Iran; 4- Agricultural and Natural Resources Research & Training Center of South Khorasan, Iran; 5- Agricultural Jihad management of Garmsar, Iran; 6- Agricultural and Natural Resources Research & Training Center of Qom, Iran; 7- Agricultural and Natural Resources Research & Training Center of Yazd, Iran

Abstract

Pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* Burckharat & Lauterer (Hem.: Psyllidae), is the most important pest of pistachio orchards in Iran, feeding on leaves, resulting to reduce the quantity and quality of product. In order to reduce the use of chemical insecticides, the application of kaolin particle film was tested in the fields of four regions of Iran (Razavi Khorasan, South Khorasan, Semnan & Qom regions), during 2012 year. The different concentrations, 3 and 5%, of kaolin clay (Sepidan[®] WP) and acetamiprid were sprayed over the whole canopy three times at 4 to 5-week intervals from mildly May to mildly July. Based on the field studies, kaolin (5%) application reduced the population of psylla nymphs more than acetamiprid at all spraying stages in pistachio trees. The rate of efficacy percent for psylla nymph control, at three days after spraying, were 30.3, 54.3 and 43.5 for kaolin (3%), kaolin (5%) and acetamiprid treatments, respectively. Also, control ability for psylla nymph was appropriate up to 21 days after spraying, in kaolin treatments compared with acetamiprid treatment. The rate of efficacy percent was 48.3, 78.3 and 47.6%, for kaolin (3%), kaolin (5%) and acetamiprid treatments, respectively. Therefore three to four times at 4-5-week intervals spraying kaolin (Sepidan[®] WP) at the concentration (5%) over the whole canopy of pistachio trees can be used successfully to reduce psylla nymph on pistachio.

Key words: *Agonoscena pistaciae*, Control, Kaolin, Pistachio, Pistachio psylla.

مقدمه

درخت پسته اهلی با نام علمی *Pistacia vera L.*، از دیرباز در نقاط مختلف ایران مورد کشت و پرورش قرار گرفته است. پسته به عنوان یک محصول استراتژیک جایگاه خاصی را در بین تولیدات کشاورزی دارا بوده و بخش عمده‌ای از صادرات غیر نفتی را تشکیل می‌دهد. پسیل معمولی پسته، *Agonoscaena pistaciae* Burckharat & Lauterer (Hem.: Psyllidae)، یک آفت بومی در پسته‌کاری‌های ایران و کشورهای همجوار می‌باشد. این حشره در حال حاضر آفت کلیدی و مهم باغ‌های پسته در ایران است. پسیل معمولی پسته بلافاصله پس از متورم شدن و باز شدن جوانه‌های پسته در روزهای اول بهار شروع به فعالیت می‌کند و جمعیت آن معمولاً به‌طور سریع افزایش می‌یابد. وجود تراکم شدید جمعیت حشره همزمان با شروع مغز بستن و یا پس از آن، موجب اختلال در روند پر شدن مغز می‌گردد و در نتیجه خسارت زیادی به محصول پسته وارد می‌گردد، به طوری که گاهی محصول ۳ سال متوالی را متأثر می‌سازد. به همین دلیل باغداران پسته، حساسیت شدیدی نسبت به این آفت داشته و با به‌کارگیری مواد آفت‌کش سعی در کنترل آن دارند (Mehrnejad, 2003). از دست رفتن شیره گیاهی باعث ضعف عمومی درختان پسته، ایجاد لکه‌های قهوه‌ای روی برگ، ریزش برگ‌ها و جوانه‌ها، ایجاد دانه‌ای کوچک، کاهش وزن مغز و افزایش درصد پوکی و دهان بستگی میوه می‌شود (Mehrnejad, 2002).

کنترل این حشره از دهه ۱۹۵۰ به بعد عمدتاً با استفاده از مواد شیمیایی حشره‌کش بوده است و تاکنون حشره‌کش‌های متعددی علیه پسیل پسته بررسی شده‌اند. مصرف متوالی این سموم در یک دوره چندساله به دلیل چند نسلی بودن و قدرت زادآوری بالای این آفت و همچنین سمپاشی‌های بی‌رویه کشاورزان باعث بروز پدیده مقاومت، از بین رفتن دشمنان طبیعی آفات و طغیان شدیدتر آفات می‌گردد (Basirat, 2003). استفاده از سموم شیمیایی همانند فوزالون

برای مهار پسیل پسته به خوبی نشان داده است که این قبیل سموم شیمیایی افزون بر اینکه تاکنون نتوانسته‌اند از رشد جمعیت آفت در زمان طولانی جلوگیری کنند، بلکه سبب طغیان آن نیز شده‌اند (Mehrnejad, 1993). نتایج بررسی کارایی حشره‌کش آمیتراز نشان داد که این آفت‌کش اثر مناسبی روی آفت پسیل پسته دارد (Abusacidi, 1991).

کاربرد حشره‌کش لاروین موجب افزایش میزان تخمگذاری حشرات ماده حاصل از نسل اول پسیل و در نتیجه افزایش جمعیت پسیل در نسل‌های بعدی شده و لذا قابل توصیه نمی‌باشد (Hashemi-Rad, 1994). مقایسه تاثیر دو حشره‌کش آمیتراز و موسپیلان نشان داد که کارایی استامی پراید از آمیتراز بیشتر بوده و کاربرد مقدار ۲۰۰ و ۲۵۰ گرم استامی پراید در ۱۰۰۰ لیتر آب، پسیل پسته را کنترل می‌کند (Afshari, 2000). میزان کارایی حشره‌کش آکتارا در مقایسه با حشره‌کش آمیتراز مناسب‌تر بوده و غلظت ۳۰۰ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب از حشره‌کش آکتارا (پودروتابل ۲۵ درصد) برای کنترل آفت پسیل پسته مناسب است (Basirat, 2002). حشره‌کش فنازاکوئین (پراید®) با غلظت ۵۰۰ و ۷۵۰ پی پی ام تاثیر کمتری نسبت به حشره‌کش میتاک (آمیتراز) (۱۵۰۰ پی پی ام) داشت (Afshari, 1999). مقایسه چهار حشره‌کش کالیپسو، انویدور، ترسیر و میتاک نشان داد که حشره‌کش ترسیر دارای کارایی پایینی بوده و دو حشره‌کش کالیپسو و انویدور نسبت به ترسیر از کارایی بالاتری برخوردار بوده، ولی تاثیر کمتری نسبت به میتاک دارند (Basirat, 2003). همچنین بررسی اثرات جانبی آفت‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی نشان داد که از لحاظ تاثیر روی مرحله حساس زنبور پسیلافاگوس، *Psyllaephagus pistaciae*، دو آفت‌کش کالیپسو و ترسیر در گروه سموم خطرناک قرار می‌گیرند و لذا روی دشمنان طبیعی دارای تاثیر سوء هستند (Basirat, 2003).

کائولین یک ماده معدنی سفید رنگ حاوی سیلیکات آلومینیوم، قابل حل در آب می‌باشد. فرمول شیمیایی آن $Al_4Si_4O_{10}(OH)$ می‌باشد (Knight et al., 2000). این ترکیب هیچ

است (Puterka *et al.*, 2003). پاشیدن لایه نازکی از ذرات ریز کائولین روی درخت‌های سیب باعث مرگ و میر شته سبز مرکبات (*Aphis spiraecola*) گردید (Glenn *et al.*, 1999). کاربرد کائولین فرآوری شده Sepidan® با غلظت‌های مختلف موجب کاهش آلودگی به کرم گلوگاه انار، *Ectomyelois ceratoniae* zeller، گردیده و با افزایش غلظت تا ۱۵٪، میزان خسارت آفت نیز کاهش یافته است. علت این تاثیر می‌تواند مربوط به اثر دورکنندگی کائولین بصورت مکانیکی باشد (Moshiri *et al.*, 2011). همچنین محلول پاشی درختان انار با کائولین سپیدان ۵٪ در منطقه ساوه، تاثیر مطلوبی در کاهش خسارت آفتاب سوختگی میوه انار داشته و شاخص آفتاب سوختگی را از ۴/۳۶ به ۱/۲۸ کاهش داده، به طوری که موجب کاهش حدود ۷۷ درصدی آفتاب سوختگی میوه‌های انار نسبت به شاهد شد (Farzmand, 2013). لذا در این تحقیق تاثیر کائولین فرآوری شده روی پوره پسیل معمولی پسته در شرایط صحرایی مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی

جهت انجام تحقیق، در سال ۱۳۹۱، چهار باغ پسته در استان‌های خراسان رضوی (منطقه بردسکن، رقم اوحدی)، خراسان جنوبی (منطقه بیرجند، رقم کله قوچی)، سمنان (منطقه آرادان، رقم اکبری)، قم (منطقه قمرود، رقم کله قوچی)، انتخاب و تعداد ۳۲ درخت پسته در نظر گرفته شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار (کائولین ۳٪، کائولین ۵٪، حشره کش استامپی‌پراید (SP20٪) ۲۵۰ppm و شاهد) ۴ تکرار و هر واحد آزمایشی با ۴ درخت انجام شد.

ترکیب مورد استفاده کائولین فرآوری شده (سپیدان®)، WP ساخت شرکت کیمیا سبزاور بود. محلول پاشی توسط سم پاش فرقونی مجهز به به‌مزن انجام شد. تعیین زمان محلول پاشی با توجه به جمعیت پوره پسیل، (آستانه زیان اقتصادی، ۱۰ پوره پسیل در برگچه) در منطقه بود

گونه مسمومیتی برای گیاهان و جانوران ندارد و از نکات بارز آن، قابلیت شستشوی آسان از روی محصول، پس از برداشت می‌باشد (Glenn *et al.*, 1999). کائولین یک ماده معدنی خوراکی است که برای پستانداران غیر سمی می‌باشد و بنابراین یک ترکیب مناسب و مطمئن جهت برنامه مدیریت تلفیقی آفات می‌باشد (Glenn and Puterka, 2005). کائولین برای محافظت از گیاهان در برابر حشرات، پاتوژن‌ها و همچنین از آفتاب سوختگی و تنش‌های حرارتی به کار می‌رود (Glenn *et al.*, 1999; Puterka *et al.*, 2003; Wand *et al.*, 2006; Farazmand, 2013). کائولین در روی گیاهان به صورت یک لایه پودر سفید رنگ قرار گرفته و موجب تغییر رفتار حشرات و پاتوژن‌ها می‌گردد. کائولین دارای خاصیت دور کنندگی، ممانعت از تغذیه و تخم ریزی بوده و منجر به کاهش بقای حشرات آفت می‌شود. از نکات بارز این ترکیب شستشوی آسان آن از روی محصول پس از برداشت می‌باشد (Glenn *et al.*, 1999).

فرمولاسیون Sourround که ماده موثره آن کائولین می‌باشد، علیه آفات و بیماری‌های مختلف موثر بوده است (Glenn *et al.*, 1999; Saour, 2005). به ویژه کارایی این ترکیب طبیعی در مبارزه با پسیل گلابی، *Cacopsylla pyri* L.، مگس میوه زیتون، *Bactrocera oleae* (rossi)، پسیل مگس میوه مدیترانه، *Agonosceca targionii* lichtenstein و مگس میوه مدیترانه، *Ceratitidis capitata* (wiedemann)، روی درختان هلو، سیب و خرمالو به اثبات رسیده است (Pasquaalini *et al.*, 2002; Mazor, 2004; Saour and Makee, 2003; Saour, 2005). تونس سه بار کاربرد ترکیب سوراند در باغات مرکبات در مقایسه با سموم مالاتیون و اسپینوزاد علیه مگس میوه مدیترانه، *C. capitata* (Wiedemann)، تاثیر بهتری داشته و موجب کنترل طولانی مدت آفت می‌گردد (Baraham *et al.*, 2007). کاربرد کائولین در مبارزه با زنجبرک *Homalodisca coagulate* عامل انتقال بیماری Pierce که یک بیماری باکتریایی مسدود کننده آوند چوبی می‌باشد، در روی درختان انگور موفقیت آمیز بوده

کاهش جمعیت پسیل پسته می‌گردند.

درصد کاهش تعداد پوره پسیل پسته در مرحله دوم

محلول پاشی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین مکان‌ها در زمان‌های سه روز ($F_{3,45}=24.98; P=0.0001; C.V.=26.55\%$)، هفت روز ($F_{3,45}=7.25; P=0.0005; C.V.=21.13\%$)، ۱۴ روز ($F_{3,45}=2.01; P=0.0281; C.V.=21.65\%$) و ۲۱ روز پس از محلول پاشی ($F_{3,45}=4.08; P=0.0397; C.V.=15.83\%$) اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بر اساس نتایج بدست آمده، در تمام زمان‌ها، تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار در سطوح ۱ و ۵ درصد بودند. همچنین در بین تیمارها، بیشترین میانگین درصد کاهش تعداد پوره در زمان‌های مختلف (تا ۸۱ درصد) مربوط به تیمار کائولین ۵ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۲).

درصد کاهش تعداد پوره پسیل پسته در مرحله سوم

محلول پاشی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین مکان‌ها در زمان‌های سه روز ($F_{3,45}=11.51; P=0.0001; C.V.=14.01\%$)، هفت روز ($F_{3,45}=9.78; P=0.0001; C.V.=10.14\%$)، ۱۴ روز ($F_{3,45}=3.78; P=0.0162; C.V.=10.99\%$) و ۲۱ روز پس از محلول پاشی ($F_{3,45}=8.87; P=0.0001; C.V.=18.01\%$) اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بر اساس نتایج بدست آمده، در تمام زمان‌ها، تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار در سطوح ۱ و ۵ درصد بودند و در بین تیمارها، بیشترین میانگین درصد کاهش تعداد پوره در زمان‌های مختلف مربوط به تیمار کائولین ۵ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). همچنین بین دو تیمار کائولین ۵ درصد و حشره‌کش استامی‌پراید، میزان کارایی کائولین ۵ درصد (تا ۸۲ درصد) در مجموع بهتر از تیمار حشره‌کش استامی‌پراید (تا ۶۳ درصد) بود. با توجه به اطلاعات بدست آمده از کارایی تیمارهای مختلف در مرحله سوم، مشخص شد که همانند دو مرحله قبل، هر سه تیمار کائولین ۳ و ۵ درصد و حشره‌کش استامی‌پراید، موجب کاهش جمعیت پسیل پسته می‌گردند.

(Hassani *et al.*, 2009; Mehrnezhad, 2010)، که بر همین اساس محلول پاشی اول در اواسط اردیبهشت صورت گرفته و دو مرحله بعدی در اواسط خرداد و اواسط تیر انجام شد. برای آماربرداری جمعیت پوره پسیل پسته، از چهار جهت درخت، تعداد ۱۰ برگ کامل (حاوی ۳۰ برگچه) بطور تصادفی انتخاب و تعداد پوره‌ها مورد شمارش قرار گرفت. آماربرداری یک روز قبل از محلول پاشی و ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز بعد از هر محلول پاشی انجام شد. جهت مقایسه تیمارها، درصد کاهش جمعیت محاسبه شد. همچنین برای مقایسه کلی تیمارها، درصد تاثیر از طریق فرمول Schneider-Orelli's محاسبه شد (Püntener, 1981).

آنالیز آماری نتایج با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام و گروه‌بندی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($\alpha=0.05$) صورت گرفت. جهت داده‌های فاقد توزیع نرمال از تبدیل داده $\log(x)$ استفاده شد.

نتیجه و بحث

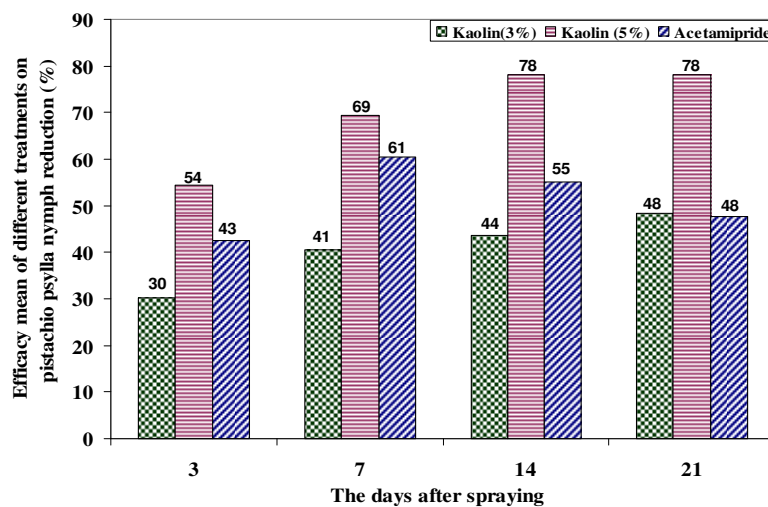
درصد کاهش تعداد پوره پسیل پسته در مرحله اول

محلول پاشی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین مکان‌ها در زمان‌های سه روز ($F_{3,45}=32.0; P=0.0001; C.V.=17.88\%$)، هفت روز ($F_{3,45}=2.05; P=0.0553; C.V.=21.00\%$)، ۱۴ روز ($F_{3,45}=21.01; P=0.0001; C.V.=25.64\%$) و ۲۱ روز پس از محلول پاشی ($F_{3,45}=23.47; P=0.0001; C.V.=14.50\%$) اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بر اساس نتایج بدست آمده، در تمام زمان‌ها، تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار در سطوح ۱ و ۵ درصد بودند. همچنین در بین تیمارها، بیشترین درصد کاهش تعداد پوره در زمان‌های مختلف (تا ۷۳ درصد) مربوط به تیمار کائولین ۵ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۱). با توجه به اطلاعات بدست آمده از کارایی تیمارهای مختلف در مرحله اول، مشخص شد که هر سه تیمار کائولین ۳ و ۵ درصد و حشره‌کش استامی‌پراید، موجب

هفت روز بعد از محلول‌پاشی میزان کاهش پوره پسپیل در تیمار کائولین ۵٪ و حشره‌کش استامی‌پراید با شاهد دارای اختلاف معنی دار بوده و میزان کارایی کائولین از حشره‌کش استامی‌پراید نیز بالاتر بود بطوری که، میانگین میزان کاهش جمعیت پوره در تیمار کائولین ۵٪ از ۵۷ درصد در زمان سه روز پس از محلول‌پاشی به ۷۲ درصد در زمان ۲۱ روز پس از محلول‌پاشی افزایش یافت. در مرحله دوم محلول‌پاشی، بیشترین کاهش جمعیت مشاهده شده مربوط به زمان سه روز بعد از محلول‌پاشی بود، به طوری که میانگین میزان کاهش پوره پسپیل در تیمار کائولین ۵٪ حدود ۶۲ درصد بود و با حشره‌کش استامی‌پراید (۵۳ درصد) و شاهد (۱۴ درصد) دارای اختلاف معنی دار بود. همچنین میزان کارایی، بتدریج، تا ۲۱ روز پس از محلول‌پاشی تغییر یافت و درصد کاهش تعداد پوره پسپیل به ۸۳ درصد در تیمار کائولین ۵٪ و ۵۸ درصد در تیمار حشره‌کش استامی‌پراید رسید. در مرحله سوم محلول‌پاشی، از زمان هفت روز بعد از محلول‌پاشی، میزان کارایی کائولین از حشره‌کش استامی‌پراید بالاتر بود بطوری که، میزان کاهش جمعیت پوره در تیمار کائولین ۵٪ از ۶۲ درصد در زمان ۳ روز پس از محلول‌پاشی به ۸۳ درصد در زمان ۲۱ روز پس از محلول‌پاشی افزایش یافت.

بررسی نتایج سه مرحله نشان داد که با سپری شدن زمان، میزان کارایی کائولین به جهت کاهش جلب شونده‌گی آفت به درختان و نیز ممانعت از تغذیه آنها، از افزایش نسبی برخوردار بوده و در بین دو غلظت کائولین نیز، غلظت ۵٪ دارای کارایی مطلوب‌تری بود.

مقایسه درصد تاثیر بر روی کاهش تعداد پوره در تیمارهای مختلف در سه مرحله نشان داد که کارایی کائولین ۵٪ از حشره‌کش استامی‌پراید بهتر بوده و بطور معنی‌داری موجب کاهش جمعیت پوره‌های آفت پسپیل پسته می‌گردد، به طوری که درصد تاثیر کائولین ۵٪ بین ۵۴ الی ۷۸ درصد در مقایسه با حشره‌کش استامی‌پراید (۴۳ الی ۶۱ درصد) می‌باشد. همچنین با گذشت زمان درصد تاثیر تیمار کائولین ۵ درصد افزایش می‌یابد، درحالی‌که درصد تاثیر تیمار استامی‌پراید بعد از ۱۴ روز، آن شروع به کاهش می‌کند. در بین دو تیمار مطلوب، نیز کارایی کائولین ۵ درصد بهتر بود چراکه درصد تاثیر آن از زمان هفت روز بعد از محلول‌پاشی بهتر از تیمار استامی‌پراید است، به طوری که در زمان ۲۱ روز پس از محلول‌پاشی درصد تاثیر آن به حدود ۷۸ درصد در مقایسه با درصد تاثیر حشره‌کش استامی‌پراید (۴۸ درصد) می‌رسد (شکل ۱). براساس نتایج بدست آمده از بررسی جمعیت پوره پسپیل، در مرحله اول محلول‌پاشی، از زمان



شکل ۱- میانگین درصد تاثیر بر کاهش تعداد پوره پسپیل پسته در تیمارهای مختلف

Fig. 1. Efficacy percent of different treatments on pistachio psylla nymph reduction

جدول ۱- میانگین درصد کاهش تعداد پوره پسیل پسته در تیمارهای مختلف در مرحله اول محلول پاشی

Table 1. The reduction means of pistachio psylla nymph (%) in different treatments after the first spraying

Treatment	Days	Kaolin (3%) (Sepidan®, WP)	Kaolin (5%) (Sepidan®, WP)	Acetamipride (Mospilan®, SP20%,)	Control (Water)	
Razavi Khorasan Province	3	96.61±0.93 a*	97.29±1.55 a	89.13±1.61 a	41.48±4.69 b	F _{3,9} =78.1; P=0.0001
	7	75.38±5.41 a	81.74±5.95 a	70.10±4.54 a	13.46±5.44 b	F _{3,9} =16.0; P=0.0006
	14	65.38±7.58 a	86.09±4.96 a	71.45±4.40 a	11.54±5.58 b	F _{3,9} =19.2; P=0.0003
	21	59.28±4.67 a	86.08±4.96 a	57.95±5.84 a	11.26±5.22 b	F _{3,9} =18.2; P=0.0004
South Khorasan Province	3	63.80±8.65 a	70.35±9.82 a	79.58±4.10 a	12.90±4.92 b	F _{3,9} =18.9; P=0.0005
	7	67.40±9.10 a	75.25±5.84 a	82.01±8.95 a	12.72±5.09 b	F _{3,9} =27.9; P=0.0001
	14	63.08±6.12 b	84.43±8.70 a	57.51±9.70 b	10.21±2.20 c	F _{3,9} =3.95; P=0.0457
Semnan Province	21	52.45±2.54 b	80.36±3.08 a	41.19±9.60 b	08.25±1.31 c	F _{3,9} =2.25; P=0.0310
	3	55.23±3.23 a	57.22±2.61 a	34.66±6.28 b	17.48±5.49 c	F _{3,9} =10.3; P=0.0028
	7	48.60±10.2 ab	82.10±7.41 a	78.97±3.13 a	27.35±5.39 b	F _{3,9} =4.40; P=0.0364
Qom Province	14	60.77±10.6 ab	82.77±3.53 a	43.57±9.22 bc	29.58±5.04 c	F _{3,9} =6.70; P=0.0114
	21	45.62±10.2 ab	86.95±3.40 a	24.42±15.50 b	20.52±7.86 b	F _{3,9} =3.83; P=0.0441
Qom Province	3	20.13±2.40 b	49.20±7.09 a	34.73±6.47 ab	08.85±4.90 c	F _{3,9} =13.5; P=0.0011
	7	40.34±2.98 b	65.64±4.52 a	70.42±6.72 a	11.99±4.69 c	F _{3,9} =51.8; P=0.0002
	14	52.46±3.48 b	84.99±2.81 a	92.30±3.31 a	08.87±4.16 c	F _{3,9} =43.9; P=0.0001
	21	66.90±5.44 a	92.76±3.16 a	89.80±3.94 a	05.24±3.40 b	F _{3,9} =57.6; P=0.0001

* Means within row followed by the same letter not found significant (P<0.05, DMRT)

ازاء هر برگ و در سال ۲۰۰۳، در اوایل سپتامبر، در تیمارهای کائولین، حشره کش تفلوبنزورون، تیاکلوپراید، آلفاسایپرترین و شاهد، به ترتیب، حدود صفر، ۰/۹، ۲، ۴/۵ و ۴/۵ پوره به ازاء هر برگ بود (Saour, 2005). همچنین کاربرد کائولین سوراند، با غلظت ۳ درصد، روی درختان گلابی در آمریکا، موجب کاهش جمعیت پوره پسیل گلابی، به میزان ۵۹ تا ۸۲ درصد گردید (Puterka et al., 2005). استفاده از سه مرحله محلول پاشی با کائولین سوراند (غلظت ۳ درصد) در باغات گلابی سوئیس، موجب کاهش تعداد تخم و پوره پسیل اروپایی گلابی، *Cacopsylla pyri* L.، در مقایسه با حشره کش های اسپینوساد، پیرترین، نیم و روتنون شد و لذا کاربرد کائولین قبل از ظهور شکوفه ها بطور موثری موجب کنترل آفت گردید (Claudia and Wyss, 2004). کاربرد کائولین سوراند بر روی بوته های سیب زمینی، در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی، موجب دور کردن پسیل سیب زمینی، *Bactericera cockerelli* (Sulc) و در نتیجه کاهش میزان تخم-ریزی و تغذیه آن شده است (Peng et al., 2010). در مطالعات انجام شده در باغات انار، با افزایش غلظت کائولین سپیدان، میزان خسارت کرم گلوگاه انار نیز کاهش یافته و مقدار خسارت در غلظت کائولین ۵ درصد به ۴/۵ درصد در مقایسه با شاهد (۹/۳ درصد) کاهش می یابد (Moshiri et al., 2011).

مقایسه کارایی حشره کش استامی پراید حاکی از افزایش تاثیر آن در زمان هفت روز پس از محلول پاشی می باشد که این به جهت نحوه تاثیر آن (حشره کش سیستمیک) بوده و پس از انتقال توسط شیره گیاهی، اثر آن ظاهر می گردد. مقایسه درصد تاثیر بر کاهش تعداد پوره در تیمارهای مختلف در سه مرحله نشان داد که کارایی کائولین ۵٪ از حشره کش استامی پراید بهتر بوده و بطور معنی داری موجب کاهش جمعیت پوره های آفت پسیل پسته می گردد. نتایج این تحقیق با نتایج Saour (2005) مطابقت داشت. بر اساس تحقیق وی که در منطقه شمال غربی سوریه انجام شده بود، چهار مرحله محلول پاشی با کائولین (Surround® WP)، غلظت ۵ درصد، در مقایسه با حشره کش های تفلوبنزورون، آلفاسایپرترین و تیاکلوپراید از کارایی بهتری برخوردار بوده، به طوری که کاربرد کائولین در اواسط فصل که جمعیت پوره پسیل بالا بوده، بطور موفقیت آمیزی موجب کاهش جمعیت و نیز در ادامه، نگهداری جمعیت آن در حد پایین شده، در حالی که در تیمارهای حشره کش شیمیایی، جمعیت آفت مجدداً افزایش یافته است. بر اساس نتایج بدست آمده، جمعیت پوره پسیل پسته، *A. targionii* پس از چهار مرحله محلول پاشی در سال ۲۰۰۲، در اوایل سپتامبر، در تیمارهای کائولین، حشره کش تفلوبنزورون و شاهد، به ترتیب، حدود ۰/۸، ۱ و ۱۴ پوره به

جدول ۲- میانگین درصد کاهش تعداد پوره پسیل پسته در تیمارهای مختلف در مرحله دوم محلول پاشی

Table 2. The reduction means of pistachio psylla nymph (%) in different treatments after the second spraying

Treatment	Days	Kaolin (3%) (Sepidan®, WP)	Kaolin (5%) (Sepidan®, WP)	Acetamipride (Mospilan®, SP20%,)	Control (Water)	
Razavi Khorasan Province	3	89.80±4.45 a*	85.35±7.70 a	81.76±2.84 a	30.14±1.97 b	F _{3,9} =176; P=0.0001
	7	86.11±3.37 a	95.46±4.54 a	65.41±6.40 b	25.37±3.64 c	F _{3,9} =49.7; P=0.0001
	14	44.87±6.31 b	75.51±7.39 a	50.00±7.07 b	23.06±2.69 c	F _{3,9} =10.6; P=0.0026
	21	37.13±8.23 ab	52.35±8.08 a	25.75±4.97 b	08.90±4.37 c	F _{3,9} =9.40; P=0.0039
South Khorasan Province	3	10.19±4.98 b	54.39±9.95 a	25.89±7.91 b	20.68±4.57 b	F _{3,9} =4.26; P=0.0290
	7	28.58±9.27 b	66.22±9.10 a	29.51±5.01 b	22.59±7.17 b	F _{3,9} =4.22; P=0.0403
	14	32.98±9.40 b	77.33±6.60 a	38.64±9.30 ab	22.71±4.90 b	F _{3,9} =3.04; P=0.0500
	21	39.70±2.54 b	69.24±3.08 a	30.25±9.60 b	19.67±2.31 b	F _{3,9} =1.74; P=0.0451
Semnan Province	3	27.41±9.64 b	48.91±4.24 a	54.35±7.50 a	17.48±6.40 b	F _{3,9} =3.94; P=0.0461
	7	47.32±6.20 b	63.18±7.41 a	79.06±3.13 a	23.68±5.39 b	F _{3,9} =3.63; P=0.0478
	14	42.13±9.10 b	76.69±7.58 a	67.13±3.48 a	26.76±9.07 b	F _{3,9} =4.29; P=0.0283
	21	41.73±8.20 b	72.26±7.75 a	54.43±6.13 a	15.88±9.40 c	F _{3,9} =3.98; P=0.0441
Qom Province	3	05.81±2.14 b	41.64±1.06 a	25.19±9.80 a	04.75±2.14 b	F _{3,9} =9.05; P=0.0021
	7	34.09±4.64 b	69.03±7.16 a	74.85±5.99 a	06.00±2.04 c	F _{3,9} =55.1; P=0.0001
	14	54.69±5.98 b	97.03±1.56 a	84.27±7.76 ab	12.71±4.90 c	F _{3,9} =25.3; P=0.0001
	21	84.94±4.08 a	96.11±2.42 a	83.85±9.33 a	12.29±7.34 b	F _{3,9} =20.3; P=0.0002

جدول ۳- میانگین درصد کاهش تعداد پوره پسیل پسته در تیمارهای مختلف در مرحله سوم محلول پاشی

Table 3. The reduction means of pistachio psylla nymph (%) in different treatments after the third spraying

Treatment	Days	Kaolin (3%) (Sepidan®, WP)	Kaolin (5%) (Sepidan®, WP)	Acetamipride (Mospilan®, SP20%,)	Control (Water)	
Razavi Khorasan Province	3	82.93±4.03 b*	91.15±4.14 a	86.49±1.20 ab	26.40±1.30 c	F _{3,9} =416; P=0.0001
	7	65.51±5.61 b	85.64±5.47 a	74.70±3.22 ab	23.99±2.30 c	F _{3,9} =76.7; P=0.0001
	14	46.79±4.70 a	76.45±3.32 a	47.33±7.19 a	11.22±4.26 b	F _{3,9} =18.8; P=0.0001
	21	23.69±4.06 c	75.14±5.61 a	43.87±9.09 b	06.25±1.03 d	F _{3,9} =36.0; P=0.0001
South Khorasan Province	3	10.02±4.26 b	44.99±7.51 a	41.33±9.70 a	12.38±7.41 b	F _{3,9} =5.42; P=0.0137
	7	17.56±1.93 b	52.64±5.44 a	44.73±9.85 a	10.23±7.79 b	F _{3,9} =3.40; P=0.0435
	14	36.22±9.22 b	73.38±4.26 a	46.61±9.30 b	05.25±2.29 c	F _{3,9} =5.38; P=0.0141
	21	41.88±3.19 b	79.36±2.56 a	46.74±9.25 b	05.70±2.50 c	F _{3,9} =21.7; P=0.0001
Semnan Province	3	34.03±9.60 b	57.00±9.90 a	52.10±10.0 a	09.27±3.33 c	F _{3,9} =2.14; P=0.0482
	7	39.49±10.7 a	62.59±9.11 a	51.90±9.99 a	11.67±3.71 b	F _{3,9} =7.15; P=0.0052
	14	58.84±9.80 a	74.39±9.90 a	61.07±7.11 a	12.36±3.71 b	F _{3,9} =14.9; P=0.0002
	21	59.76±5.13 a	78.99±2.96 a	53.39±9.80 a	06.90±2.72 b	F _{3,9} =17.2; P=0.0001
Qom Province	3	14.42±6.31 c	54.67±4.97 a	33.84±9.10 b	8.85±4.90 c	F _{3,9} =5.64; P=0.0120
	7	52.91±8.83 b	91.32±5.39 a	82.73±8.60 ab	08.25±3.12 c	F _{3,9} =36.9; P=0.0001
	14	75.19±6.96 a	90.25±3.35 a	86.67±9.43 a	14.01±8.85 b	F _{3,9} =14.6; P=0.0003
	21	74.65±9.20 a	96.88±3.13 a	87.71±6.43 a	06.29±3.25 b	F _{3,9} =8.43; P=0.0023

*Means within row followed by the same letter not found significant (P<0.05, DMRT)

برگ‌های درختان پسته در منطقه شمال غربی سوریه نیز نشان داد که درصد سبزی‌نگی در درختان محلول‌پاشی شده با کائولین از اوایل اکتبر شروع به کاهش می‌کند، در حالی که در سایر تیمارها مقدار سبزی‌نگی از حدود ۲ ماه زودتر (اوایل آگوست) شروع به کاهش می‌کند (Saour, 2005). همچنین براساس مطالعات انجام شده در باغ‌های انار ایران، میانگین فتوسنتز در درختان شاهد و محلول‌پاشی شده با کائولین ۵٪، به ترتیب، ۲/۵۰ و ۲/۸۸ $\mu\text{MolCO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ بود و علاوه بر آن، بیشترین میزان کلروفیل مربوط به تیمار کائولین با غلظت ۵ درصد (۵۷/۳۰) و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (۵۵/۷۰) بود (Farazmand, 2013). پودر پاشی درختان زیتون به وسیله کائولین، موجب کاهش تبخیر و در نتیجه استفاده بهینه از آب مصرفی شده و موجب افزایش اندازه میوه‌ها و در نتیجه افزایش عملکرد محصول می‌شود (Moriana et al., 2003). مطالعه اثرات جانبی کائولین (با غلظت ۵ درصد) بر اساس روش IOBC روی دشمنان طبیعی در باغ‌های زیتون نشان داد که کاربرد کائولین موجب تلفات در بالتوری (*Chrysoperla carnea* (Stephens)، کفش‌دوزک *Psytalia concolor* و پارازیتوئید *Chilocorus nigritus* (F.) Szépligetii) نمی‌گردد و لذا تاثیر سوئی روی دشمنان طبیعی ندارد (Bengochea et al., 2010).

نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که کائولین فرآوری شده (سپیدان® wp) با غلظت ۵ درصد موجب کاهش جمعیت پوره پسیل معمولی پسته شده و از لحاظ ماندگاری اثر بهتری نسبت به حشره‌کش شیمیایی استامی‌پراید دارد. همچنین کائولین قابلیت ایجاد بازدارندگی تغذیه و خاصیت دورکنندگی روی آفات مختلف و از جمله پسیل معمولی پسته را دارد. لذا استفاده از کائولین فرآوری شده (سپیدان® WP)، با غلظت ۵ درصد، جهت کنترل آفت پسیل معمولی پسته و ممانعت از آلودگی درختان پسته به این آفت، در قالب برنامه مدیریت تلفیقی آفات پسته قابل توصیه می‌باشد.

ذرات کائولین اسپری شده، روی پنجه پای حشرات چسبیده و امکان حرکت و جابه‌جایی را در آن‌ها کم و روند تغذیه و تخم‌گذاری آن‌ها را دچار اختلال می‌نماید و این روند تا نابودی حشرات ادامه پیدا می‌کند (Puterka and Glenn, 2005) این مکانیسم تاثیر، در کاربرد کائولین در درختان پسته روی پسیل نیز مشاهده گردید. به طوری که، میزان بازدارندگی تخم‌ریزی پسیل در درختان پسته محلول‌پاشی شده با کائولین ۵ و ۳ درصد، به ترتیب، ۹۳ و ۸۲ درصد بدست آمد (Hassanzadeh et al., 2014). علت دیگر تاثیر کائولین، مربوط به اثر دورکنندگی کائولین بصورت فیزیکی است. چرا که قرارگرفتن لایه نازک کائولین روی بافت گیاه و ایجاد رنگ سفید و انعکاس نور باعث کاهش جلب کنندگی درخت نسبت به آفت می‌گردد (Glenn and Puterka, 2005).

مطالعات Marco (1986, 1993) حاکی از موثر بودن کائولین در کاهش جمعیت شته‌های بالدار در مزارع گوجه فرنگی و در نتیجه کاهش انتقال بیماری‌های ویروسی توسط شته‌ها بود. علاوه بر این پاشیدن لایه نازکی از ذرات ریز کائولین بر روی درخت‌های سیب باعث مرگ و میر شته سبز مرکبات، *Aphis spiraecola* Patch گردید (Glenn et al., 1999). شاخ و برگ و میوه درخت سیب که به وسیله کائولین پوشیده می‌شود، موجب اختلال در یافتن میزبان در مگس سیب و در نتیجه اختلال در تغذیه و تخم‌ریزی آفت می‌گردد (Leskey et al., 2010).

در ارتباط با تاثیر کائولین روی خصوصیات اکوفیزیولوژیکی گیاهان مطالعات گسترده‌ای انجام شده است و تمام نتایج بدست آمده حاکی از عدم تاثیر سوء روی گیاهان می‌باشد. بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده در باغ‌های پسته ایران، میانگین میزان کلروفیل در درختان پسته شاهد و محلول‌پاشی شده با کائولین ۵٪، به ترتیب، ۵۱/۳۶ و ۵۶/۳۸ بود. علاوه بر این، کاربرد کائولین موجب افزایش وزن و درصد خندانی میوه‌ها، و کاهش اونس دانه و درصد پوکی در مقایسه با شاهد گردید (Hassanzadeh et al., 2014). بررسی

References

- ABUSAEIDI, D. 1991. Evaluation different insecticides against pistachio psylla, *Agonoscena targionii*. The final report of the Kerman Agricultural and Natural Resources Research Center. 11 pp. (In Persian with English summary).
- AFSHARI, M. R. 1999. Investigation on the effects of Pride insecticide on the pistachio psylla and its side effects on parasitoid wasps in pistachio gardens. The final report of the of Iranian Research Institute of Plant Protection. 13 pp. (In Persian with English summary).
- AFSHARI, M. R. 2000. Investigation on the effects of Mospilan insecticide on the pistachio psylla and its side effects on psyllaephagus wasps as the beneficial insect. The final report of Iranian Research Institute of Plant Protection. 26 pp. (In Persian with English summary).
- BASIRAT, M. 2002. The effect of an insecticide (Actara, WG 25%) on the common pistachio psyllid and its side-effect on *Psyllaephagus pistaciae* and *Oenopia conglobata*. The final report of Iranian Pistachio Research Institute. 26 pp. (In Persian with English summary).
- BASIRAT, M. 2003. The effect of three new insecticides on the common pistachio psyllid and side effect on two species of its natural enemies. The final report of Iranian Pistachio Research Institute. 29 pp. (In Persian with English summary).
- BENGOCHEA, P., S. HERNANDO, R. SAELICES, A. ADÁN, F. BUDIA, M. GONZÁLEZ-NÚÑEZ, E. VIÑUELA and P. MEDINA, 2010. Side effects of kaolin on natural enemies found on olive crops. Pesticides and Beneficial Organisms. IOBC/wprs Bulletin. Vol. 55: 61-67.
- BRAHAM, M., E. PASQUALINI and N. NCIRA, 2007. Efficacy of kaolin, spinosad and malathion against *Ceratitis capitata* in *Citrus* orchards Bulletin of Insectology 60 (1): 39-47.
- CLAUDIA, D. and E. WYSS, 2004. Efficacy of different insecticides and a repellent against the European pear sucker (*Cacopsylla pyri*). 11th international conference on cultivation technique and phytopathological problems in organic fruit-growing. proceedings to the conference from 3-5 February 2004. Weinsberg, Germany. pp. 35-40. DOI: 10.1111/j.1439-0418.2005.00981.x
- FARAZMAND, H. 2013. Effect of Kaolin clay on pomegranate fruits sunburn. Applied Entomology & Phytopathology Journal. Vol. 80(2): 173-183. (In Persian with English summary).
- HASSANZADEH, H., H. FARAZMAND, A. OLIAEI-TORSHIZ, M. SIRJANI, 2014. Effect of kaolin clay (WP 95%) on oviposition deterreny of pistachio psylla (*Agonoscena pistaciae* Burckharat & Lauterer). Journal of Pesticides in Plant Protection Sciences. Vol. 1(2): 76-85. (In Persian with English summary).
- GLENN, D. M. and G. J. PUTERKA, 2005. Particle films: A new technology for agriculture.- Horticultural Reviews. Vol. 31: 1-44.
- GLENN, D. M., G. J. PUTERKA, T. VANDERZWET, R. E. BYERS and C. FELDHAKE, 1999. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. Journal of Economic Entomology. Vol.92: 759-771.
- HASHEMI-RAD, H. 1994. The insecticidal effect of Larvin on pistachio psyllid. The final report of Iranian Pistachio Research Institute. 22 pp. (In Persian with English summary).
- HASSANI, M. R., G. NOURI-GANBALANI, H. IZADI, M. SHOJAI and M. BASIRAT, 2009. Economic injury level of the psyllid, *Agonoscena pistaciae*, on pistachio, *Pistacia vera* cv. Ohadi. Journal of Insect Science Vol. 9 (40). 4pp. available online: insectscience.org/9.40.
- KNIGHT, A. L., T. R. UNRUH, B. A. CHRISTLANSON, G. J. PUTERKA and D. M. GLENN, 2000. Effects of a Kaolin-Based Particle Film on Obliquebanded Leafroller (Lepidoptera: Tortricidae). Journal of Economic Entomology. Vol. 93(3): 744-749.
- LESKEY, T. C., S. E. WRIGHT, D. M. GLENN and G. J. PUTERKA, 2010. Effect of Surround WP on Behavior and Mortality of Apple Maggot (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology. Vol. 103(2): 394-401.

- MACRO, S. 1986. Incidence of aphid-transmitted virus infections reduced by whitewash sprays on plants. *Phytopathology*. Vol. 76: 1344-1348.
- MACRO, S. 1993. Incidence of nonpersistently transmitted viruses in pepper sprayed with whitewash, oil and insecticide, alone or combined. *Plant Disease*. Vol. 77: 1119-1122.
- MAZOR, M. and A. EREZ, 2004: Processed kaolin fruits from Mediterranean fruit fly infestations. *Crop Protection* 23: 47-51.
- MEHRNEJAD, M. R. 1993. The effect of some insecticides on pistachio psyllid and side effect on *Psyllaphagus* parasitoid wasp. The final report of Iranian Pistachio Research Institute. 10 pp. (In Persian with English summary).
- MEHRNEJAD, M. R. 2002. Bionomics of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, in Iran. *Acta Horticulturae*. Vol. 591: 535-539.
- MEHRNEJAD, M. R. 2003. Pistachio psylla and other major psyllids of Iran. Agricultural Research, Education and Extension Organization Publication, Tehran, Iran, 116 pp. (In Persian).
- MEHRNEJAD, M. R. 2010. Development of an economic injury level (EIL) for common pistachio psylla on three commercial cultivars. The final report of Iranian Pistachio Research Institute. 21 pp. (In Persian with English summary).
- MORIANA, A., F. ORGAZ, M. PASTOR and E. FERERES, 2003. Yield responses of a mature olive orchard to water deficits. *Journal of American Society for Horticultural Science*. Vol. 128, 425-431.
- MOSHIRI, A., H. FARAZMAND and R. VAFAEI-SHOUSHTARI, 2011. The preliminary study of kaolin on damage reduction of pomegranate fruit moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae) in Garmsar region. *Journal of Entomological Research*. Vol. 3(2): 163-171.
- PASQUALINI, E., S. CIVOLANI and L. C. GRAPPADELLI, 2002. Particle film technology: approach for biorational control of *Cacopsylla pyri* (Rhynchotha Psyllidae) in Northern Italy. *Bulletin of Insectology*, 55: 39-42.
- PENG, L., J. T. TRUMBLE, J. E. MUNYANEZA and T. X. LIU, 2011. Repellency of a kaolin particle film to potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae), on tomato under laboratory and field conditions. *Pest Management Science*. Vol. 67(7): 815-824.
- PUNTENER, W. 1981 Manual for field trials in plant protection. second edition. Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited.
- PUTERKA, G., M. REINKE, D. LUVISI, M. A. CIOMPERIK, D. BARTELS, L. WENDEL and D. M. GLENN, 2003. Particle film, Surround WP, effects on glassy-winged sharpshooter behavior and its utility as a barrier to sharpshooter infestations in grape. *Plant Health Progress*. doi:10.1094/PHP-2003-0321-01-RS.
- PUTERKA, G. J., D. M. GLENN and R. C. PLUTA, 2005. Action of particle films on the biology and behavior of pear psylla (Homoptera: Psyllidae). *Journal of Economic Entomology*. Vol. 98(6): 2079-2088.
- SAOUR, G. 2005. Efficacy of kaolin particle film and selected synthetic insecticides against pistachio psyllid *Agonoscena targionii* (Homoptera: Psyllidae) infestation. *Crop Protection*. Vol. 24: 711-717.
- SAOUR, G. and H. MAKEE, 2003. A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. *Journal of Applied Entomology*, 127: 1-4.
- WAND, S. J. E., K. I. THERON, J. AKERMAN and S. J. S. MARAIS, 2006. Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. *Scientia Horticulturae*, Vol. 107: 271-276.