تحقیقات آفات گیاهی
۱۳۹۷ -۸ (۲): ۱۳-۲۴

بررسی کارایی پودر کائولین در کاهش جمعیت پسیل آسیائی مرکبات *Diaphorina citri* (Hem.: Liviidae)

علی محمدی پور [۱]* و مهدی ناصری [۲]

۱- بخش تحقیقات حشره شناسی کشاورزی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، ۲- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۲۲)

چکیده

پسیل آسیایی مرکبات، *Diaphorina citri* Kuwayama (Hem.: Liviidae) یکی از آفات مهم باغ‌های مرکبات جنوب ایران است. اگر چه پسیل مرکبات از شیره گیاه میزبان تغذیه می‌کند، اما بیشترین اهمیت آن به دلیل انتقال باکتری مولد بیماری خطرناک گرینینگ است. در این تحقیق، تأثیر پودر کائولین در کنترل پسیل مرکبات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار شامل غلظت‌های ۳، ۵ و ۷ درصد پودر کائولین و شاهد (آب خالص) با ۴ تکرار در استان کرمان منطقه ارزوئیه طی دو سال (۱۳۹۱- ۱۳۹۰) در دو مرحله ارزیابی شد. درصد تلفات حشره کامل طی دو سال آزمایش در تیمارهای کائولین ۳، ۵ و ۷ درصد به ترتیب بین ۴۸/۰۹- ۲۳/۲۴، ۸۵/۴۹- ۵۳/۴۷۸۳ و ۸۳/۱۴- ۷۶/۲۸ تعیین شد. همچنین میزان بازدارندگی تخم‌ریزی حشره کامل در تیمارهای ۳، ۵ و ۷ درصد به ترتیب بین ۴۹/۶۹-۲۲/۸۶ ، ۹۱/۶۴- ۶۵/۴۹ و ۹۶/۷۲-۷۳/۹۱ به دست آمد. نتایج نشان داد طی دو سال آزمایش، اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار کائولین ۵ و ۷ درصد وجود نداشت. بنابراین محلول‌پاشی درختان مرکبات با کائولین فرآوری‌شده، با غلظت ۵ درصد، می‌تواند خسارت پسیل آسیایی مرکبات را به طور معنی‌داری کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: مرکبات، پسیل، *Diaphorina citri*، پودر کائولین، کنترل

* نویسنده مسئول: ali.mohammadipour@gmail.com

مقدمه

مرکبات، (تیره‌ی Rutaceae) از مهم‌ترین میوه‌های نیمه‌گرمسیری هستند. کشور ایران مقام هفتم را در بین کشورهای تولیدکننده مرکبات دارد. سطح زیر کشت مرکبات کل کشور حدود ۲۷۶ هزار هکتار است که ۸۶/۳۶ درصد آن درختان بارور مرکبات و ۱۳/۶۴ درصد بقیه درختان نابارور می‌باشد. استان مازندران با ۴۳/۲۶ درصد از اراضی بارور مرکبات کشور، بیشترین سطح را دارا می‌باشد و استان‌های فارس، منطقه جیرفت و کهنوج، هرمزگان، کرمان و گیلان به ترتیب با ۲۰/۲۷، ۱۱/۵۲، ۹/۸، ۳/۳۸ و ۳/۱۷ درصد از اراضی بارور مرکبات، مقام‌های دوم تا ششم کشت این محصول را به خود اختصاص داده‌اند. پنج استان یادشده در مجموع ۹۱/۳۸ درصد سطح بارور مرکبات کشور را به خود اختصاص داده‌اند (Ebadzadeh, 2013).

پسیل آسیایی مرکبات، *Diaphorina citri* Kuwayama (Hem.: Liviidae) یکی از خطرناک‌ترین آفات مرکبات در بسیاری از کشورهای آسیایی و آفریقایی است. اهمیت اصلی این آفت به دلیل انتقال بیماری خطرناک گرینینگ (میوه‌سبز) است که به‌وسیله باکتری *Candidatus* Liberibacter *asiaticus* ایجاد می‌شود (Bové, 2006). پسیل آسیایی مرکبات اولین بار در سال ۱۹۰۷ از مرکبات تایوان گزارش شد. بعد از آن در برزیل تا چندین دهه وجود داشت و سپس تا شمال آمریکای جنوبی گسترش یافت. همچنین این حشره از بسیاری از مناطق از جمله مکزیک، ونزوئلا، آرژانتین گزارش شده است (Halbert and Núñez, 2004). پسیل آسیایی مرکبات در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری آسیا به عنوان یک آفت مهم مرکبات بوده و از مناطق جغرافیایی چین، هند، تایوان، جزایر فیلیپین، مالزی، اندونزی، سریلانکا، پاکستان، تایلند، هنگ‌کنگ، افغانستان و عربستان سعودی گزارش شده است (Halbert and Núñez, 2004; Wooler *et al*., 1974). پسیل آسیایی مرکبات یک آفت الیگوفاژ می‌باشد و اصولاً به جنس *Citrus* و چند جنس از خانواده Rutaceae از جمله *Murraya paniculata* L. حمله می‌کند (Halbert and Manjunath, 2004) مرکبات در اثر تغذیه به وسیله *D. citri* دچار خزان و مرگ زودرس می‌شوند (Aubert, 1987; Michaud, 2004). علاوه بر این پسیل آسیایی مرکبات ناقل باکتری‌های *Ca*. L. *asiaticus* ، *Ca*. L. *americanus* و *Ca*. L. *africanus* می‌باشد. در این بین باکتری *Ca*. L. *asiaticus* عامل بیماری گرینیگ مرکبات (Huanglongbing)، یکی از جدی‌ترین بیماری‌های مرکبات در جهان است (Bové, 2006; Mead, 2002; McClean and Schwartz, 1970). این بیماری در مناطق مختلف دنیا به ویژه در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری از جمله چین، هند، تایوان، مالزی، اندونزی، سریلانکا، تایلند، عربستان، پاکستان، افغانستان و غیره انتشار دارد. آفت مذکور برای اولین بار در سال ۱۳۷۷ از منطقه کهیر و قصر قند سیستان و بلوچستان گزارش شد (Bové *et al*., 2000). این آفت در حال حاضر در سایر مناطق سیستان و بلوچستان و نیز در استان هرمزگان و جنوب استان کرمان در مناطق مرکبات خیز جیرفت و کهنوج از جمله منوجان، فاریاب و بلوک گسترش یافته است (Motamedi Nia and Morowati, 2006).

فعالیت پسیل مرکبات به دو عامل دمای مناسب محیط و دسترسی به سرشاخه‌های جوان میزبان وابسته است (Rogers *et al*., 2012). بر اساس مشاهدات، این آفت در جنوب کرمان از اسفند ماه شروع به فعالیت کرده و تخم‌های خود را روی لبه جوانه‌ها و برگ‌های در حال رشد و گاهی در امتداد محور برگ می‌گذارد. پسیل مرکبات دارای ۵ سن پورگی است. تراکم جمعیت تخم و پوره بستگی به شاخه‌های جوان و نورسته گیاه دارد. آفت مذکور ۱۰-۹ نسل در سال دارد که بسته به شرایط محیط قابل تغییر است (Mead, 2002; Xu and Xia, 1994). حشرات کامل پسیل و پوره‌های سنین ۴ و ۵ قادرند عامل بیماری را منتقل کنند. پس از تغذیه ناقل از گیاه آلوده به بیماری، باکتری بیماری‌زا پس از ۳ تا ۲۰ روز در غدد بزاقی حشره نمایان می‌شود و قابل انتقال به گیاهان سالم است. علائم این بیماری خطرناک بسیار متنوع می‌باشد و شامل زردی

جوانه‌ها، خشکیدگی شاخه‌های جوان، خشکیده شدن رگبرگ اصلی، ریزش برگ‌ها و میوه‌ها، کوچک و بدشکل شدن میوه‌های کوچک با دانه‌های عقیم و سیاه رنگ که مزه این قبیل میوه‌ها تلخ است (Bové *et al*., 2009).

حشره‌کش‌ها در حال حاضر جزء مهمی از مدیریت پسیل آسیایی مرکبات هستند. حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی سیستمیک، تیامتوکسام، ایمیدکلوپرید و کلوتیانیدین و حشره‌کش جدید Cyantraniliprole در مرکبات فلوریدا مجاز است. از آنجا که این حشره‌کش‌ها در خاک استفاده می‌شود، لذا استفاده از آن‌ها روی درختان جوان با محدودیت‌های مواجه شده است (Qureshi *et al*., 2011). یک راهبرد موثر برای کاهش جمعیت زمستان‌گذران پسیل آسیایی مرکبات استفاده از حشره‌کش با طیف وسیع قبل از جوانه‌زنی درختان مرکبات است. با وجود این، لازم است که در طول فصل رشد، با جوانه‌زنی در بهار و در اواسط پاییز، کنترل پسیل آسیایی مرکبات انجام شود (Qureshi *et al*., 2014). البته از حشره‌کش-های سیستمیک مانند آکتارا، تیومتوکسام و ایمیداکلوپرید در خاک و آب آبیاری نیز استفاده می‌شود (Dhana *et al*., 2009). در ایران برای کنترل شیمیایی این آفت از آفت‌کش‌های شیمیایی دیمتوات و ایمیداکلوپرید استفاده می‌شود (Motamedi Nia and Morowati, 2006).

کائولین[1] یک ماده معدنی با فرمول $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ به رنگ سفید و گاهی اوقات قرمز، آبی یا قهوه‌ای با مقداری ناخالصی و به حالت ورقه ورقه با ذراتی به قطر ۲/۵ – ۲ میلی‌متر است (Knight *et al*., 2000). این ماده به دلیل طیف وسیع pH هیچ گونه مسمومیتی برای گیاهان و جانوران ندارد (Glenn *et al*., 1999). کائولین یک ماده معدنی خوراکی است و بر این اساس برای پستانداران غیر سمی می‌باشد. بنابراین این ماده یک ترکیب مناسب و مطمئن برای برنامه مدیریت تلفیقی آفات می‌باشد (Glenn and Puterka, 2005). کائولین روی گیاهان به‌صورت یک لایه پودر سفید رنگ قرار گرفته و موجب تغییر رفتار حشرات و بیمارگرها می‌شود. کائولین دارای خاصیت دورکنندگی، ممانعت از تغذیه و تخم‌ریزی بوده و منجر به کاهش بقای حشرات آفت می‌شود. از ویژگی‌های بارز این ترکیب شستشوی آسان آن از روی محصول پس از برداشت می‌باشد (Glenn *et al*., 1999). نوع تجاری کائولین فرآوری شده و به صورت پودر خشک ، نیمه‌خشک و یا خمیری موجود است. کارایی کائولین در مبارزه با پسیل گلابی، *Cacopsylla pyricola* (Foerster) (Pasqualini *et al*., 2002)، مگس زیتون *Bactrocera oleae* (Rossi) (Saour and Makee, 2003)، پسیل پسته *Agonoscena pistaciae* (Burckharat and Farazmand *et al*., 2014;) Lauterer) (Hassanzadeh *et al*., 2014; Saour, 2005 و مگس میوه مدیترانه (Wiedemann) *Ceratitis capitata* روی درختان هلو، سیب و خرمالو (Mazor and Erez, 2004) به اثبات رسیده است. در تونس سه بار کاربرد کائولین در باغ‌های مرکبات در مقایسه با سموم مالاتیون و اسپینوزاد علیه مگس میوه مدیترانه‌ای تأثیر بهتری داشته و خسارت میوه در تیمار کائولین بسیار کمتر بوده است. به علاوه کنترل توسط این ماده طولانی مدت می‌باشد (Baraham *et al*., 2007). کاربرد کائولین در مبارزه با زنجرک *Homalodisca coagulate* (Germar) عامل انتقال بیماری پیرس که یک بیماری باکتریایی مسدود کننده آوند چوبی می‌باشد، روی درختان انگور موفقیت‌آمیز بوده است. کائولین میزان خسارت کنه تارتن دولکه‌ای، سرخرطومی‌پنبه، کرم سیب، پسیل گلابی، شته خالدار هلو، مینوز برگ گوجه‌فرنگی را کاهش داده است (Glenn *et al*., 1999). مگس سیب روی ذرات کائولین تعادل خود را از دست می‌دهد و مکانی که با کائولین پوشیده شده است موجب دور شدن مگس سیب از آن مکان می‌شود (Villanueva and Walgenbach, 2007). شاخ و برگ و میوه درخت سیب که به وسیله کائولین پوشیده می‌شود، موجب اختلال میزبان یابی مگس سیب و درنتیجه اختلال در تغذیه و تخم‌ریزی آفت می‌شود. همچنین بررسی ترجیح غذایی نشان داده است که مگس سیب از غذای آلوده به

[1] kaolin

کائولین تغذیه نمی‌کنند (Liburd *et al.*, 2003). استفاده از کائولین در ممانعت از تخمگذاری آفت *Choristoneura fumiferana* (Clem) و شب‌پره‌ی ابریشم‌باف ناجور *Lymantria dispar* (L.) نقش مؤثری داشت (Cadogan and Scharbach, 2005 , 2007). همچنین محلول‌پاشی مزارع پنبه موجب کاهش پنج برابری تخمگذاری شب‌پره‌ی کرم سرخ پنبه *Pectinophora gossypiella* (Saunders) شد (Sisterson *et al.*, 2003). تخمریزی سرخرطومی *Diaprepes abbreviatus* (L.) روی درختان مرکبات تیمار شده با کائولین به طور کامل مهار شد (Lapointe, 2000). با توجه به زادآوری بالا و همچنین تعداد نسل زیاد آفت و در نتیجه همپوشانی و تداخل نسل‌ها و اثرات تخریبی مضاعفی که از بابت خسارت مستقیم و غیرمستقیم این آفت دامن‌گیر بهره‌برداران می‌شود و ازآنجاکه در حال حاضر باغداران با استفاده از آفت‌کش‌های مختلف شیمیایی علیه این آفت اقدام به کنترل می‌نمایند، این تحقیق با هدف کاهش مصرف سموم شیمیائی انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای این انجام آزمایش از درختان لیموترش ۳۵ ساله و به ارتفاع ۵-۴ متر و دارای شرایط باغبانی و مدیریتی یکسان استفاده شدند. پلات‌های آزمایشی به ابعاد ۳۰۰ مترمربع با ۶ اصله درخت لیموترش (۲ردیف و هر ردیف ۳ درخت) انتخاب شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و با چهار تکرار در استان کرمان (منطقه ارزوئیه)، طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ اجرا شد. بلوک‌ها از یکدیگر دارای حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر فاصله داشتند. تیمارها شامل غلظت‌های ۳، ۵ و ۷ درصد کائولین (سپیدان® WP)، ساخت شرکت کیمیا سبزآور و شاهد (آب معمولی) در نظر گرفته شد. زمان محلول‌پاشی با استفاده از تله زرد چسبنده انجام شد. در این زمان آفت مورد نظر به طور عمده در مرحله حشره کامل و پوره بود. محلول‌پاشی کامل درختان با غلظت‌های مورد نظر کائولین و میزان محلول مصرفی برای هر درخت ۸ لیتر و در دو مرحله (۱۵ اسفند و ۱۵ فروردین) توسط سمپاش فرغونی انجام شد.

به منظور ارزیابی تأثیر تیمارهای آزمایش، نمونه‌برداری مرحله اول ۱۵ اسفند ماه قبل از کاربرد تیمارها و ۵ نوبت بعد از کاربرد تیمارها {یک روز قبل از محلول‌پاشی (۱۴ اسفند) و ۴ نوبت در دوره‌های زمانی ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از محلول‌پاشی} انجام شد. نمونه-برداری به طور هم‌زمان در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول به منظور بررسی تاثیر کائولین در کاهش جمعیت حشره کامل پسیل آسیایی مرکبات از هر درخت تعداد ۱۰ شاخه به طول ۱۰ سانتی‌متر انتخاب و تعداد حشرات زنده موجود در پشت برگ‌ها شمارش و ثبت شد. در مرحله دوم به منظور تعیین تاثیر کاربرد کائولین در کاهش تخم‌ریزی پسیل آسیایی مرکبات از هر تکرار ۱۰ شاخه که هر شاخه حاوی برگ‌های قدیمی و نورس (برگ‌های جوان یا کاسبرگ‌های سبز روشن باز نشده) به‌طول ۱۰ سانتی‌متر از ناحیه سایه‌انداز بود از درخت جدا شد و جهت بررسی به آزمایشگاه منتقل و توسط استریو میکروسکوپ تعداد تخم‌ها شمارش شدند. درصد کاهش جمعیت حشره کامل و درصد کاهش تخمریزی در هر تیمار نسبت به شاهد با استفاده از فرمول هندرسون – تیلتون (Bozsik, 1996) تعیین شد.

$$\text{Efficiency} = (1 - \frac{T_a \times C_b}{T_b \times C_a}) \times 100$$

Efficiency = درصد کارایی، T_a = میانگین تعداد آفت بعد از محلول‌پاشی در واحد آزمایشی، T_b = میانگین تعداد آفت قبل از محلول‌پاشی در واحد آزمایشی، C_a = میانگین تعداد آفت در قطعات شاهد بعد از محلول‌پاشی، C_b = میانگین تعداد آفت در قطعات شاهد قبل از محلول‌پاشی

مرحله دوم محلول‌پاشی درختان به منظور پوشش کامل برگ‌های جدید ۱۵ فروردین انجام شد. با توجه به اینکه این پژوهش در دو سال انجام شده است، لذا جهت بررسی برهمکنش تیمار در سال تجزیه مرکب دو سال انجام شد. تجزیه آماری داده‌ها به کمک نرم‌افزار SAS

9.1 و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

تاثیر کائولین در کاهش جمعیت حشره کامل پسیل آسیایی مرکبات

نتایج تجزیه مرکب دو ساله اثر غلظت‌های مختلف پودر کائولین علیه حشره کامل نشان داد بین اثر متقابل سال و تیمار اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($F_{2, 12} = 19.49$; $P = 0.0002$; C.V.= 14.11%) (جدول ۱). از آنجا که دو مرحله آزمایش با هم اختلاف نداشتند، لذا داده‌های دو مرحله باهم ترکیب (Data Pooling) شدند. نتایج تجزیه واریانس در سال اول نشان داد در روزهای هفتم ($F_{2, 18} = 21.73$; P= 0.0001; C.V.= 17.68%) و بیست و هشتم ($F_{2, 18} = 84.33$; P= 0.0001; C.V.= 14.67%) بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف کائولین وجود داشت، اما در روز بیست و یکم بعد از محلول‌پاشی ($F_{2, 18} = 3.03$; P= 0.07; C.V.= 21.1%) این اثر معنی‌دار نبود. نتایج سال اول نشان داد تیمارهای کائولین ۵ و ۷ درصد به طور معنی‌داری از کائولین ۳ درصد باعث کاهش جمعیت حشره پسیل آسیایی مرکبات شدند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد فقط در آخرین تاریخ نمونه‌برداری (۲۸ روز پس از محلول‌پاشی) تیمار ۷ درصد کائولین بهتر از تیمار ۵ درصد کائولین است (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب کاربرد غلظت‌های مختلف کائولین در دو سال علیه حشره کامل پسیل آسیایی مرکبات در منطقه کرمان

Table 1. Combined analysis of variance of different concentration of kaolin against Asian citrus psyllid in Kerman area

Source of variation	df	MS	F	P
Year	1	167.96	4.67	13.74
Block*year	6	35.91	1.49	0.26
Treatment	2	2080.93	4.43	0.18
Treatment*Year	2	470.02	19.49	0.0002**
Error	12	24.12		

** significant at %1. CV=14.11

جدول ۲- میانگین درصد کاهش ± خطای معیار جمعیت حشرات کامل پسیل آسیایی مرکبات تیمار شده با غلظت‌های مختلف کائولین در منطقه کرمان در سال ۱۳۹۰

Table 2. Means percentage decrease ± SE of Asian citrus psyllid treated with different concentrations of kaolin in Kerman, 2011

Treatment	7 days after spraying	14 days after spraying	21 days after spraying	28 days after spraying
Kaolin 3%	45.92± 3.02 b	48.09± 4.67 b	31.96± 5.03 b	23.24± 2.53 c
Kaolin 5%	85.49± 3.62 a	83.52± 3.63 a	62.43± 8.31 a	53.47± 2.16 b
Kaolin 7%	80.89± 3.69 a	85.69± 4.58 a	62.23± 6.69 a	68.54± 2.91 a

Means with different letters in each column are significantly different at 5% level (Tukey test)

نتایج تجزیه واریانس غلظت‌های مختلف کائولین در سال دوم، در روزهای هفتم ($F_{2, 18}$ = 14.71; P= 0.0002; C.V.= 21.18 %)، چهاردهم ($F_{2, 18}$ = 26.78; P= 0.0001; C.V.= 19.34 %)، بیست و یکم ($F_{2, 18}$ = 37.73; P= 0.0001; C.V.= 17.54%) و بیست‌وهشتم ($F_{2, 18}$ = 34.75; P= 0.0001; C.V.= 19.73%) بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۵ درصد بین اثر غلظت‌های مختلف کائولین نشان داد. با توجه به نتایج به دست آمده تیمارهای کائولین ۵ و ۷ درصد در سال دوم در هیچ یک از تاریخ‌های نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری نداشتند و نسبت به تیمار کائولین ۳ درصد باعث کاهش معنی‌دار جمعیت حشره پسیل آسیایی مرکبات شدند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- میانگین درصد کاهش ± خطای معیار جمعیت حشرات کامل پسیل آسیایی مرکبات تیمار شده با غلظت‌های مختلف کائولین در منطقه کرمان در ۱۳۹۱

Table 3. Means percentage decrease ± SE of Asian citrus psyllid treated with different concentrations of kaolin in Kerman, 2012

Treatment	7 days after spraying	14 days after spraying	21 days after spraying	28 days after spraying
Kaolin 3%	43.87± 6.23 [b]	41.47± 4.95 [b]	30.38± 3.52 [b]	27.34± 3.01 [b]
Kaolin 5%	76.29± 6.08 [a]	73.85± 4.06 [a]	61.49± 2.79 [a]	58.17± 3.18 [a]
Kaolin 7%	87.59± 3.69 [a]	88.34± 4.62 [a]	69.24± 3.15 [a]	67.42± 4.63 [a]

Means with different letters in each column are significantly different at 5% level (Tukey test)

تاثیر کائولین بر میزان بازدارندگی تخم‌ریزی پسیل آسیایی مرکبات

در بررسی تاثیر کائولین در کاهش تعداد تخم پسیل آسیایی مرکبات، تجزیه مرکب دو ساله اثر غلظت‌های مختلف پودر کائولین بر میزان بازدارندگی تخم‌ریزی پسیل آسیایی مرکبات نشان داد که اثر متقابل سال و تیمار معنی‌دار بود ($F_{2, 12}$ = 15.36; P = 0.0005; C.V.=8.86%) (جدول ۴). با توجه به اینکه دو مرحله آزمایش باهم اختلاف نداشتند، لذا داده‌های این دو مرحله نیز باهم ترکیب شدند. نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف کائولین در سال اول نشان داد که در روزهای هفتم ($F_{2, 18}$ = 22.35; P= 0.0001; C.V.= 19.48%)، چهاردهم ($F_{2, 18}$ = 14.83; P= 0.0002; C.V.= 20.02%)، بیست و یکم ($F_{2, 18}$= 58.77; P= 0.0001; C.V.= 18.76%) و بیست و هشتم ($F_{2, 18}$ = 27.91; P= 0.0001; C.V.= 21.06%) بعد از محلول‌پاشی بین غلظت‌های مختلف کائولین تفاوت معنی‌داری وجود دارد. با توجه به نتایج به دست آمده تیمارهای کائولین ۵ و ۷ درصد در سال اول به‌طور معنی‌داری بر میزان بازدارندگی تخم‌ریزی پسیل آسیایی مرکبات موثر بودند (جدول ۵).

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب کاربرد غلظت‌های مختلف کائولین در دو سال بر میزان بازدارندگی تخم‌ریزی پسیل آسیایی مرکبات در منطقه کرمان

Table 4. Combined analysis of variance of different concentrations of kaolin on deterrent effect of Asian citrus psyllid oviposition in Kerman area

Source of variation	df	MS	F	P
Year	1	1802.49	78.54	13.74
Block*year	6	22.95	0.56	0.75
Treatment	2	7292.04	11.55	0.08
Treatment*Year	2	631.52	15.36	0.0005**
Error	12	41.12		

** significant at %1. CV=8.86

جدول ۵- میانگین درصد کاهش تخم‌ریزی ± خطای معیار پسیل آسیایی مرکبات تیمار شده با غلظت‌های مختلف کائولین در منطقه کرمان در سال ۱۳۹۰

Table 5. Means percentage decrease ± SE of Asian citrus psyllid oviposition treated with different concentrations of kaolin in Kerman, 2011

Treatment	7 days after spraying	14 days after spraying	21 days after spraying	28 days after spraying
Kaolin 3%	49.69± 6.53 b	40.88± 9.25 b	22.86± 6.37 b	25.64± 5.16 b
Kaolin 5%	91.74± 3.54 a	82.26± 7.11 a	83.03± 2.76 a	65.49± 5.22 a
Kaolin 7%	96.72± 1.84 a	94.23± 2.47 a	89.75± 3.06 a	73.99± 3.82 a

Means with different letters in each column are significantly different at 5% level (Tukey test)

نتایج تجزیه واریانس غلظت‌های مختلف کائولین در سال دوم نشان داد که در روزهای هفتم ($F_{2, 18} = 16.15$; $P= 0.0001$; C.V.= 21.01 %)، چهاردهم ($F_{2, 18} = 45.40$; $P= 0.0001$; C.V.= 17.03 %)، بیست و یکم ($F_{2, 6} = 28.15$; $P= 0.0001$; C.V.= 19.94 %) و بیست‌وهشتم ($F_{2, 18} = 24.32$; $P= 0.0001$; C.V.= 20.83 %) بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف کائولین در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت که بیانگر این حقیقت است که غلظت‌های مختلف کائولین بر میزان بازدارندگی تخم‌ریزی پسیل آسیایی مرکبات روند ثابتی داشته است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای مختلف بر میزان بازدارندگی تخم‌ریزی پسیل آسیایی مرکبات در جدول ۶ نشان داده شد.

جدول ۶- میانگین درصد کاهش تخم‌ریزی ± خطای معیار پسیل آسیایی مرکبات تیمار شده با غلظت‌های مختلف کائولین در منطقه کرمان در سال ۱۳۹۱

Table 6. Means percentage decrease ± SE of Asian citrus psyllid oviposition treated with different concentrations of kaolin in Kerman, 2012

Treatment	7 days after spraying	14 days after spraying	21 days after spraying	28 days after spraying
Kaolin 3%	38.35± 8.13 b	38.52± 3.64 b	38.96± 4.87 b	28.64± 4.65 b
Kaolin 5%	69.14± 7.07 a	76.72± 4.88 a	78.43± 4.36 a	66.39± 5.32 a
Kaolin 7%	93.82± 2.74 a	94.09± 3.87 a	86.37± 4.26 a	74.49± 4.03 a

Means with different letters in each column are significantly different at 5% level (Tukey test)

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی درختان با کائولین تعداد حشرات کامل و تخم آفت را کاهش می‌دهد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که در فاصله زمانی مختلف هفت تا بیست و هشت روز بعد از کاربرد غلظت‌های مختلف کائولین از نظر کاهش جمعیت حشرات کامل و بازدارندگی تخم‌ریزی در بین دو تیمار کائولین ۵ و ۷ درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نکته قابل توجه، کاهش جمعیت حشرات کامل پسیل و میزان بازدارندگی تخم‌ریزی در تیمارها با سپری شدن زمان است، از آنجا که فعالیت حشره کامل پسیل در سه ماه اسفند، فروردین و اردیبهشت است، توصیه دو نوبت محلول‌پاشی جهت حفظ کارایی پودر کائولین اجتناب‌ناپذیر است. البته ذکر این نکته ضروری است که قسمت‌های تازه رشد کرده به علت عدم پوشش کائولین در خطر حمله آفت می‌باشند که با محلول‌پاشی مجدد این قسمت‌ها نیز در امان خواهند ماند.

نتایج به دست آمده در این پژوهش در خصوص کاهش جمعیت حشرات کامل با نتایج پژوهش‌های سایر محققین مطابقت داشت. بررسی‌های مارکو (Marco, 1986 ; 1993) حاکی از موثر بودن کائولین در کاهش جمعیت شته‌های بالدار در مزارع گوجه‌فرنگی و در نتیجه کاهش انتقال بیمارهای ویروسی توسط شته‌ها بود.کوترل و همکاران (Cottrell *et al.*, 2002) نیز نشان دادند که محلول‌پاشی کائولین موجب کاهش طول عمر و تولیدمثل شته سیاه گردو *Tinocallis caryaefoliae* شد. علاوه بر این، پاشیدن لایه نازکی از ذرات ریز کائولین روی درخت‌های سیب باعث مرگ‌ومیر شته سبز مرکبات *Aphis spiraecola* شد (Glenn *et al.*, 1999). کاربرد کائولین در باغ‌های سیب، موجب کاهش ۸۳ درصدی تخمگذاری کرم سیب *Cydia pomonella* (L.) شد (Unruh *et al.*, 2000).

حشرات از حس‌های لامسه، چشایی، بینایی و بویایی برای یافتن و پذیرش گیاهان به عنوان میزبان استفاده می‌کنند. در طول روند یافتن و پذیرش میزبان، چهار حس به گونه‌ای رفتار می‌کنند که موجب جلب یا دور شدن حشرات به میزبان می‌شوند. بافت‌های گیاهی که با کائولین پوشش داده شده‌اند با اثر بر بینایی و لامسه حشرات باعث تغییر رفتار آن‌ها می‌شوند (Puterka and Glenn, 2005). ذرات کائولین از طرفی می‌توانند طعم و یا بوی گیاه میزبان را نیز تغییر دهند، بر این اساس علت اصلی تاثیر کائولین، به علت اثر دورکنندگی و بازدارندگی آن می‌باشد. حشره به درختان تیمار شده با پودر کائولین جلب می‌شود، ولی به سرعت از آن دور می‌شود که این سازوکار در عمل مانع استقرار، تخم‌ریزی و تغذیه آفت در محل مورد نظر می‌شود (Puterka *et al.*, 2000). همچنین کائولین باعث کاهش بقای حشرات بالغ و نابالغ (Knight *et al.*, 2000; Unruh *et al.*, 2000; Cottrell *et al.*, 2002)، کاهش جفت‌گیری موفق در پروانه‌ها (Knight *et al.*, 2000)، مانع یافتن، حرکت و درک میزبان گیاهی و همچنین مانع فعالیت حشرات می‌باشد (Unruh *et al.*, 2000, Puterka *et al.* 2005, Glenn and Puterka, 2005).

هال و همکاران (Hall *et al.*, 2007) نشان دادند محلول کائولین مانع از آلودگی درختان جوان مرکبات به پوره و حشرات کامل پسیل مرکبات *D. citri* شد، به طوری‌که دو هفته بعد از کاربرد کائولین جمعیت پوره ۳۱ درصد و جمعیت حشرات کامل ۶۱ درصد کاهش یافت. همچنین، در بررسی اثر کائولین روی رفتار و زیست‌شناسی پسیل مرکبات طی ۱۲ ماه مشاهده شد که با استفاده از کائولین ۳٪ در هر ماه، جمعیت حشرات کامل *D. citri* روی برگ‌های رسیده ۷۸ درصد و روی برگ‌های نورس ۶۹ درصد کاهش یافت و تعداد تخم روی برگ‌های نورس ۸۵ درصد کاهش داشت (Hall *et al.*, 2007). کارایی انواع فرمولاسیون کائولین فراوری شده ۳٪ با یک بار پاشش بر روی پسیل گلابی *C. pyricola* بررسی شده است که میزان تاثیر را روی حشرات کامل از ۲۲/۲ تا ۶۲/۵ درصد طی ۷۲ ساعت برآورد شده است. همچنین در حشرات زمستان‌گذران و تابستان‌گذران پسیل گلابی به طور معنی‌داری میزان تخم‌ریزی در تیمارهای کائولین (۱۰

درصد) نسبت به شاهد (۶۹/۶ درصد) کاهش یافت (Puterka *et al*., 2005). پوشش شاخ و برگ درختان گلابی با کائولین، سبب کاهش ۱۱ برابری تخمگذاری پسیل گلابی *Cacopsylla pyri* (L.) شد (Erler and Cetin, 2007). در بررسی که روی میزان بازدارندگی تخم‌ریزی پسیل معمولی پسته انجام شد، نتایج نشان داد که تا ۲۱ روز میزان بازدارندگی تخم‌ریزی کائولین ۵٪ ، ۸۷ درصد و در کائولین ۳٪ ، ۷۹ درصد بود، در حالی‌که میزان بازدارندگی در حشره‌کش موسپیلان ۲۳٪ برآورد شد (Hassanzadeh *et al*., 2014).

از آنجا که حشره پسیل از طریق بینایی به رنگ پاسخ می‌دهد، لذا رنگ و ساختار کوتیکول برگ درختان تیمار شده با کائولین در میزان تخم‌ریزی حشرات پسیل موثر بوده است و از طرفی حشرات زمستان‌گذران پسیل عموماً از طریق تماسی برگ‌های مناسب را برای تخم‌ریزی انتخاب می‌کنند، بنابراین با استفاده از کائولین سطوح برگ‌ها تغییر کرده و برای حشره هم از نظر بینایی و هم از نظر تماسی میزبان نامناسب می‌شود (Puterka *et al*., 2005). در بررسی‌های میکروسکوپی پسیل آسیایی مرکبات، ذرات پودر کائولین در تمام قسمت‌های بدن حشره مشاهده شده است. این ذرات، باعث صرف مدت طولانی حشره برای حذف ذرات از قسمت‌های بدن می‌شود. همچنین ذرات کائولین چسبیده روی پنجه پای حشرات امکان حرکت و جابه‌جایی آن‌ها را کم و روند تغذیه و تخم‌گذاری‌شان را دچار اختلال می‌کند که این روند باعث نابودی حشرات می‌شود (Glenn and Puterka, 2005). بنابراین پوشش شاخه‌های تازه به‌وسیله کائولین یک عامل کلیدی در کاهش میزان تخم‌ریزی حشرات کامل پسیل است. ضمن آنکه قرار گرفتن یک لایه نازک کائولین روی بافت‌های گیاه میزبان، می‌تواند میزان تولید کایرومون‌های ساطع شده از گیاه را که موجب جلب حشرات آفت می‌شود، کاهش دهد، بنابراین تمام عوامل ذکر شده موجب می‌شود که میزان جلب آفت به درختان کاهش یافته و در نتیجه میزان تخم‌ریزی و تغذیه و در نتیجه خسارت آفت کاهش یابد. در مطالعه حاضر، کاربرد کائولین روی پسیل آسیایی مرکبات باعث کاهش ۷۵/۵٪ تخم و ۷۸/۰۶٪ جمعیت حشره کامل پسیل شد که با نتایج هال و همکاران (Hall *et al*., 2007) مطابقت دارد که بیان کردند کائولین باعث کاهش ۷۸٪ جمعیت حشره کامل، ۸۵٪ تخم و ۷۸٪ پوره پسیل شده است. همچنین این محققین علت کاهش جمعیت آفت را به دلیل کاهش توجه حشره (به علت تغییر رنگ برگ و شاخه تیمار شده با کائولین و انعکاس نور)، کاهش حرکت و کاهش تخم‌گذاری دانسته‌اند و از طرفی کاهش تغذیه و تراکم حشرات کامل پسیل آسیایی مرکبات به علت کاربرد مجدد محلول‌پاشی پودر کائولین روی برگ‌های تازه و جوان باعث کاهش نرخ انتقال بیماری سبز مرکبات می‌شود (Hall *et al*., 2007).

با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر مشخص شد که محلول‌پاشی ترکیب کائولین فرآوری شده (سپیدان® wp) با غلظت ۵٪ و ۷٪ روی درختان مرکبات خسارت پسیل آسیایی مرکبات را کاهش می‌دهد.

سپاسگزاری

از همکاران محترم بخش گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان که در اجرای این پروژه همکاری داشتند کمال تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

References

Aubert, B. 1987. *Trioza crytreae* Del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae), the two vectors of citrus greening disease. **Biological control and possible control Strategies. Fruits** 42: 149 - 162.

Baraham, M., Pasqualini, E. and Ncira, N. 2007. Efficacy of kaolin, spinosad and malathion against *Ceratitis capitata* in *Citrus* orchards. **Bulletin of Insectology** 60 (1): 39-47.

Bové, J. M., Danet, J. L., Bananej, K., Hassanzadeh, N., Taghizadeh, M., Salehi, M. and Garnier, M. 2000. Witches' broom disease of lime (WBDL) in Iran. Proceedings of the 4th

Conference of the International Organization of Citrus Virologists. 13–31 May, IOCV. pp. 207–212.

Bove´, J. M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology** 88: 7-37.

Bove´, J., Hassanzadeh, L. and Salehi, N. 2009. Report of the witches' broom disease of lime and Huanglongbing in southern Iran. **Journal of Applied Entomology and Phytopathology** 67: 97-96 (In Farsi).

Cadogan, B. L. and Scharbach, R. D. 2007. Effects of kaolin-based particle film on spruce budworm *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae) oviposition in the laboratory. **Pest Management Science** 61: 1215-1219.

Cadogan, B. L. and Scharbach, R. D. 2005. Effects of a kaolin-based particle film on oviposition and feeding of gypsy moth (Lep: Lymantriidae) and forest tent caterpillar (Lep: Lasiocampidae) in the laboratory. **Journal of Applied Entomology** 129: 498-504.

Cottrell, T. E., Wood, B. W. and Reilly, C. C. 2002. Particle film affects black pecan aphid (Hom.: Aphididae) on pecan. **Journal of Economic Entomology** 95: 782-788.

Dhana, R. B., Ebenezer, O. and Salyani, M. 2009. Influence of post treatment temperature on the toxicity of insecticides against *Diaphorina citri*. **Journal of Economic Entomology** 102(2): 685-691.

Ebadzadeh, H. 2013. Statistics garden products. Ministry of Agriculture, 114 pages. (In Farsi).

Erler, F. and Cetin, H. 2007. Effect of kaolin particle film treatment on winterform oviposition of the pear psylla *Cacopsylla pyri*. **Phytoparasitica** 35 (5): 466-473.

Farazmand, H. 2013. Effect of kaolin clay on pomegranate fruits sunburn. **Journal of Applied Entomology and Phytopathology** 80 (2): 173-183 (In Farsi).

Farazmand, H., Hassanzadeh, H., Sirjani, M., Mohammadpour, K., Moshiri, A., Valizadeh, S. H. and Jafari-nodooshan, A. 2014. Effect of Kaolin clay on pistachio psylla nymph, *Agonoscena pistaciae*. **Journal of Applied Entomology and Phytopathology** 82(2): 137-146 (In Farsi).

Glenn, D. M. and Puterka, G. J. 2005. Particle films: A new technology for agriculture. **Horticultural Reviews** 31: 1-44.

Glenn, D.M., Puterka, G. J., Venderzwet, G. T., Byers, R. E. and Feldhake, C. 1999. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. **Journal of Economic Entomology** 92: 759-771.

Halbert, S. E. and Manjunath, K. L. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. **Florida Entomologist** 87(3): 330–353.

Halbert, S. E. and Núñez C. A. 2004. Distribution of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean basin. **Florida Entomologist** 87(3): 401-402.

Hall. D. G., Lapointe, S. L. and Wenninger, E. J. 2007. Effects of a particle film on biology and behavior of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and its infestations in citrus. **Journal of Economic Entomology** 100(3): 847- 854.

Hassanzadeh, H., Farazmand, H., Torshiz, A. O. and Sirjani, M. 2014. Effect of kaolin clay (WP 95%) on oviposition deterrency of Pistachio Psylla (*Agonoscena pistaciae* Burckharat & Lauterer). **Journal of Pesticides in Plant Protection Sciences** 1(2): 76-85 (In Farsi).

Knight, A. L., Unruh, T. R., Christianson, B. A., Puterka, G. J. and Glenn, D. M. 2000. Effects of a kaolin-based particle film on oblique banded leaf roller (Lepidoptera: Tortricidae). **Journal of Economic Entomology** 93: 744 -749.

Lapointe, S. L. 2000. Particle film deters oviposition by *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology** 93 (5): 1459-1463.

Liburd, O. E., Finn, E. M., Pettt, K. L. and Wise, J. C. 2003. Response of blueberry maggot *Rhagoletis mendax* (Diptera: Tephritidae) to imidacloprid treated spheres and selected insecticides. **Canadian Entomologist** 135: 427– 438.

Marco, S. 1986. Incidence of aphid-transmitted viruses infections reduced by white wash sprays on plants. **Phytopathology** 76: 1344-1348.

Marco, S. 1993. Incidence of non-persistently transmitted viruses in pepper sprayed with white wash, oil and insecticide, alone or combined. **Plant Disease** 77: 1119-1122.

Mazor, M. and Erez, A. 2004: Processed kaolin protects fruit from mediterranean fruit fly infestations. **Crop Protection** 23: 47–51.

McClean, A. P. D. and Schwartz, R. E. 1970. Greening or blotchy-mottle disease of citrus. **Phytophylactica** 2: 177-194.

Mead, F. W. 2002. Asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae). Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida. EENY-033,6 pp.

Michaud, J. P. 2004. Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in central Florida. **Journal of Biological Control** 29: 260-269.

Motamedinia, B. and Morowati, M. 2006. Investigation on the efficacy of synthetic pesticide and neem extract on *Diaphorina citri* in Baluchestan. Proceeding of the 17th Iranian Plant Protection Congress. 2-5 September, Karaj, Iran. pp. 418. (In Farsi).

Pasqualini, E., Civolani, S. and Grappadelli, L. C. 2002. Particle film technology: approach for biorational control of *Cacopsylla pyri* (Rhynchota: Psyllidae) in northern Italy. **Bulletin of Insectology** 55: 39-42.

Puterka, G. J., Glenn, D. M., Sekutowski, G., Unruh, T. R. and Jones, S. K. 2000. Progress toward liquid formulation of particle film for insect and disease control in pear. **Environmental Entomology** 29: 329–339.

Puterka, G. J., Glenn, D. M. and Pluta, R. C. 2005. Action of particle films on the biology and behavior of Pear Psylla (Homoptera: Psyllidae). **Journal of Economic Entomology** 98(6): 2079-2088.

Qureshi, J. A., Kostyk, B. C. and Stansly, P. A. 2011. Effectiveness of selective insecticides to control Asian citrus psyllid and citrus leafminer during leaf flushing. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society** 124: 85–89.

Qureshi, J. A., Kostyk, B. C. and Stansly, P. A. 2014. Insecticidal Suppression of Asian Citrus Psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) Vector of Huanglongbing Pathogens. **PLoS ONE** 9(12): 1-22.

Rogers, E. M., Stansly, P. A. and Stelinski, L. L. 2012. Asian citrus psyllid and citrus leafminer. **Florida Citrus Pest Management Guide** ENY-734: 1-9.

Saour, G. 2005. Efficacy of kaolin particle film and selected synthetic insecticides against pistachio psyllid *Agonoscena targionii* (Homoptera: Psyllidae) infestation. **Crop Protection** 24: 711–717.

Saour, G. and Makee, H. 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.

Sisterson, M. S., Liu, Y. B., Kerns, D. L. and Tabashnik, B. E. 2003. Effects of Kaolin particle film on oviposition, larval mining and infestation of cotton by Pink Bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Economic Entomology** 96(3): 805-810.

Unruh, T. R., Knight, A. L., Upton, J., Glenn, D. M. and Puterka, G. J. 2000. Particle films for suppression of the Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. **Journal of Economic Entomology** 93(3): 737-743.

Villanueva, R. T. and Walgenbach, J. F. 2007. Phenology management and effects of surround on behaviour of the apple maggot (Diptera: Tephritidae) in North Carolina. **Crop Protection** 26: 1404-1411.

Wooler, A., Padgham, D. and Arafat, A. 1974. Outbreaks and new records. Saudi Arabia. *Diaphorina citri* on citrus. **FAO Plant Protection Bulletin** 22: 93-94.

Xu, C. and Xia, Y. 1994. Study on the biology and control of citrus psylla. **Acta Phytopathologica Sinica** 21: 53-56.

Plant Pest Research
2018- 8(2): 13-24

Study the kaolin powder efficiency in reducing the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hem.: Liviidae) population

A. Mohammadipour [1*] and M. Naseri [2]

1. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, 2. Plant Protection Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Kerman, Iran

(Received: February 10, 2018- Accepted: August 13, 2018)

Abstract

Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Hem: Liviidae) is one of the most destructive citrus pests in tropical and subtropical regions. Asian citrus psyllid is a sap-sucking insect and could act as a vector for the serious citrus greening disease. Vector suppression is critical to reduce disease spread. In this research, the effect of kaolin powder was investigated on control of citrus psyllid in a randomized complete block design with 3 treatments including 3, 5 and 7% kaolin powder in Kerman province, during 2011 and 2012. The different concentrations were sprayed over the whole canopy of trees. Results showed that the percentage of the mortality of adults in the two years at concentration of 3%, 5% and 7% suspension of Surround WP ranged from 23.24 - 48.09, 53.47 - 85.49 and 62.23 - 88.34%, respectively. Efficacy of 3, 5 and 7% suspension of Surround WP on citrus psyllid oviposition resulted in reduction of 22.86 - 49.69, 65.49 - 91.74 and 73.99 - 96.72%, respectively. The results showed that during two years of experiment, there was no significant difference between the two Kaolin treatments at 5 and 7%. Therefore, spraying citrus trees with processed kaolin, at a concentration of 5%, could significantly reduce the damage of the citrus psyllid.

Key words: Citrus, Psyllid, *Diaphorina citri*, Kaolin, Control

*****Corresponding author: ali.mohammadipour@gmail.com