

مقایسه کارایی سه روش کاربرد حشره کش های مختلف در کنترل پسیل آسیایی مرکبات (*Diaphorina citri* Kuwayama.)

احمد حیدری*^۱، سمیه رنجبر^۲

۱. بخش تحقیقات آفت کش ها، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، تهران، ایران. ۲. بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جیرفت و کهنوج، کرمان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۲۷

چکیده

پسیل آسیایی (*Diaphorina citri* Kuwayama.) یکی از مهم ترین آفات مرکبات در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری دنیا می باشد. این حشره ناقل باکتری (*Candidatus liberibacter asiaticus*) مولد بیماری خطرناک گرینینگ در مرکبات است. این آفت در سال های اخیر در باغات مرکبات جنوب ایران به شدت گسترش یافته است. در تحقیق حاضر تأثیر تعدادی حشره کش برای کنترل پسیل مرکبات با بکارگیری روش های محلول پاشی شاخ و برگ درختان مرکبات، تزریق به تنه درخت و کاربرد در خاک در سال های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ مورد ارزیابی قرار گرفت. حشره کش های مورد استفاده در روش محلول پاشی شامل آزادیراختین (نیمارین[®] EC 1500)، آزادیراختین (نیم آزال[®] EC 1%)، تیمتوکسام (آکتارا[®] WG 25%)، تیمتوکسام (مموری[®] SC 24%)، تیاکلوپراید (کالیپسو[®] SC 480)، تیاکلوپراید (بیسکایا[®] OD 240)، اسپروتترامات (مونتو[®] SC 100)، لوفنورون+فنوکسی کارب (لوفوکس[®] EC 105)، ایمیداکلوپراید (کونفیدور[®] SC 350) و دیمتوات (EC 40%) و در روش تزریق به تنه درختان شامل آکتارا، مموری و کونفیدور و در روش کاربرد در خاک شامل آکتارا و مموری بود. نتایج نشان داد در محلول پاشی اندام های هوایی حشره کش های آکتارا، مموری، کونفیدور و دی متوات به ترتیب با ۸۷/۰، ۸۳/۲ و ۸۰/۱ درصد بیشترین و نیم آزال و نیمارین با ۷۰/۸ و ۶۵/۴ درصد کمترین تلفات را بر جمعیت آفت پس از ۳ روز داشتند. در روش تزریق حشره کش به تنه درخت، حشره کش های آکتارا، مموری و کونفیدور در ۷ روز به ترتیب با میانگین ۶۳/۴، ۶۲/۶ و ۵۹/۲ درصد در کنترل آفت تلفات ایجاد کردند. در روش کاربرد در خاک حشره کش های آکتارا و مموری در ۷ روز به ترتیب با میانگین ۴۹/۲ و ۴۸/۳ درصد در کنترل آفت تلفات داشتند. مقایسه تاثیر حشره کش ها در ۳ روش نشان داد محلول پاشی اندام های هوایی نسبت به تزریق به تنه درخت و کاربرد در خاک از کارایی بیشتری در کنترل آفت برخوردار است.

واژه های کلیدی: پسیل آسیایی مرکبات، حشره کش، روش کاربرد.

* مسئول مکاتبات: احمد حیدری، heidari419@yahoo.com

Evaluation of the Efficiency of Three Application Methods of Various Insecticides in the Control of Asian Citrus Psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama)

Ahmad Heidari¹, Somaye Ranjbar²

1. Department of Pesticide Research, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran. 2. Department of Plant Protection, Agricultural and Natural Resource Research Center of Shahid Moghbeli of Giroft and Kahnoj, Kerman, Iran.

Received: Oct. 19, 2013

Accepted: Dec. 9, 2013

Abstract

Asian citrus Psyllid (CAP) *Diaphorina citri* is one of the most important citrus pests in tropical and subtropical regions of the world. This insect is the vector of bacteria (*Candidatus liberibacter asiaticus*), transmitting serious disease of Greening into citrus. During the recent years, CAP has been spread sharply in citrus orchards of southern parts of Iran. The present study was conducted to evaluate the effect of some insecticides on CAP by 3 application methods including Spraying the citrus foliage, trunk injection, and soil application during the years 1389 and 1390. Insecticides studied in spraying the citrus foliage included: azadirachtin (Neemarin[®] EC 1500), azadirachtin (Neemazal[®] EC 1%), thiamethoxam (Actara[®] 25% WG), thiamethoxam (Memory[®] SC 24%), thiacloprid (Calypso[®] SC 480), thiacloprid (Biscaya[®] OD 240), aspirotetramat (Movento[®] SC 100), lufenuron+fenoxycarb (Lufux[®] EC 105), imidacloprid (Confidor[®] SC 350) and dimethoate, and in trunk injection the insecticides included: Actara, Memory and Confidor, and in the soil application the insecticides included: Actara and Memory. The results show that, in foliage spraying, highest mortality was caused by Actara, Memory, Confidor, and Dimethoate with 89.9, 87, 83.2 and 80.1% mortality to nymphs' population of *D. citri* respectively while the lowest mortality was caused by Neemazal and Neemarin with 70.8% and 65.4% after 3 days. In trunk insecticide injection method, Actara, Memory and Confidor caused 63.4%, 62.6% and 59.2% mortality after 7 days respectively. In soil application method, Actara and Memory caused an average mortality of 49.2% and 48.3% in 7 days respectively. Comparison of the three application methods of pest control show that, the foliage spraying of the insecticides is more effective than the trunk injection and soil application methods in controlling the pest.

Key Words: Citrus Asian Psyllid, Insecticide, Application method.

* Corresponding author: Ahmad Heidari, Email: heidari419@yahoo.com

مقدمه

ایران جزو هفت کشور تولیدکننده برتر مرکبات در جهان می‌باشد. از آنجایی که درصد بالایی از کشاورزان در مراحل مختلف کاشت، داشت، برداشت، فرآوری و فروش این محصول فعالیت دارند، بدون شک، هر عاملی که باعث کاهش تولید این محصول شود می‌تواند اقتصاد کشور را تحت الشعاع قرار دهد (Boveh *et al.*, 1999).

پسیل آسیایی مرکبات با نام علمی *Diaphorina citri* (Kuwayama) از خانواده Psyllidae در سال‌های اخیر به عنوان یکی از مهم‌ترین معضلات باغات مرکبات در جنوب کشور مطرح شده است. این آفت برای اولین بار در ایالت فلوریدا آمریکا در سال ۱۹۹۸ مشاهده شد، ولی در حال حاضر در اکثر مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر جهان از جمله چین، هند، تایوان، مالزی، اندونزی، سریلانکا، تایلند، عربستان، پاکستان و افغانستان و غیره انتشار یافته است (Xu and Xia, 1994; Conant *et al.*, 2007; Mead, 2002). آفت مذکور برای اولین بار در سال ۱۳۷۷ از منطقه کهیر و قصرقند گزارش شد، سپس در سایر مناطق سیستان و بلوچستان و بعد از آن در استان هرمزگان و درحال حاضر در مناطق مرکبات خیز جیرفت و کهنوج از جمله منوجان، فاریاب، بلوک و غیره گسترش پیدا کرده است (Boveh *et al.*, 1999).

پسیل مرکبات همانند سایر حشرات راسته هموپترا (Homoptera) با مکیدن از شیره گیاهی و تزریق بزاق سمی، باعث بد شکلی در برگ و ساقه می‌شود. همچنین تغذیه آن موجب اختلال در فتوسنتز شده و با ترشح عسلک در شاخه و برگ‌های مورد تغذیه زمینه را برای رشد و فعالیت قارچ‌های مولد دوده فراهم می‌کند (Mead, 2002). اما اهمیت اصلی این آفت، بدلیل انتقال بیماری خطرناک گرینینگ یا میوه سبز است که توسط باکتری *Candidatus liberibacter asiaticus* ایجاد شده و می‌تواند همه‌گیر شده و در عرض چند سال درختان آلوده را از بین ببرد (Conant *et al.*, 2007; Jepson, 2008). حشرات کامل پسیل و پوره‌های سنین ۴ و ۵ قادرند عامل بیماری را منتقل

کنند. پسیل مرکبات یک آفت الیگوفاز بوده و اصولاً به جنس *Citrus* و چند جنس از خانواده Rutaceae خسارت می‌زند. ترجیح میزبانی در پسیل بر روی جنس‌های *Citropsis*، *Citrus* و *Murraya* می‌باشد. انتشار این آفت توسط باد و انسان صورت می‌گیرد (Pena and Mannion, 2006). این آفت دارای زادآوری بالا و نسل‌های متعدد است. به‌علت هم‌پوشانی و تداخل نسل‌ها و اثرات تخریبی که از بابت خسارت مستقیم و غیرمستقیم ایجاد می‌کند باغ‌داران را مجبور به استفاده از آفت‌کش‌های مختلف شیمیایی علیه آن نموده است. بر اساس فهرست آفت‌کش‌های مجاز کشور (Meschi, 2007) تا کنون هیچ نوع آفت‌کش برای آن ثبت نشده است، در حالی که ترکیبات مختلفی به منظور کنترل این آفت در کشورهای دیگر مورد ارزیابی قرار گرفته است. در پاکستان ارزیابی حشره‌کش‌ها به روش محلول‌پاشی نشان داد درصد کاهش جمعیت آفت بعد از اولین و دومین سم‌پاشی برای آکترارا بیشترین و برای کاسکید، ماچ، تیودان، کارات و سوپراسید کمتر بوده است (Farmanullah *et al.*, 2005). در چین کارایی روغن‌های معدنی استخراج شده از نفت خام در کنترل پسیل آسیایی مرکبات نشان داد یک کاهش خطی در تعداد پسیل‌های موجود در شاخ و برگ بعد از ۸ روز ناشی از روغن‌پاشی ایجاد می‌شود و پوره‌های سنین ۱ و ۲ تقریباً حساس‌ترین و تخم‌متحمل‌ترین مرحله در برابر روغن گزارش شدند (Rae *et al.*, 1997).

در تایوان جهت مبارزه با پسیل مرکبات ۱۲ حشره‌کش ارگانوفسفات و پیرتروئید مورد آزمایش قرار گرفته و مناسب‌ترین نتیجه برای حشره‌کش دی‌متوات ثبت می‌گردد و استفاده از مبارزه بیولوژیک توسط یک گونه زنبور به نام *Tamarixia radiata* نیز مورد توصیه قرار می‌گیرد (Dahiya, 1999). در ارزیابی چندین حشره‌کش از جمله اسففات، سیپرترین، دی‌متوات، اتیون و ایمیداکلوپراید برای کنترل پسیل مرکبات در هند روشن گردید حشره‌کش دی‌متوات و ایمیداکلوپراید باعث بیش

غلظت ۲ در هزار، ایمیداکلوپراید (کونفیدور® SC 350) با غلظت ۰/۴ در هزار و دیمتوات (EC 40%) با غلظت ۱ در هزار. این بررسی در باغ لیموترش آلوده به آفت پسیل آسیایی مرکبات انجام شد و درختان انتخاب شده در ۴ ردیف با فاصله ۵ متر از هم قرار داشتند. در هر ردیف تعداد ۱۰ درخت با فاصله ۵ متر از یکدیگر به منظور پرهیز از اثر بادبردگی بر روی تیمارها و تکرارهای مجاور در تیمارهای سم‌پاشی مورد استفاده قرار گرفت.

زمان سم‌پاشی با توجه به اوج جمعیت و فعالیت پسیل در اردیبهشت ماه که عمدتاً در مرحله حشره کامل و پوره بودند انجام گرفت. قبل از محلول‌پاشی اقدام به کالیبره نمودن دستگاه سمپاش لانس دار ۱۰۰ لیتری شد و برای هر درخت ۱۰ لیتر محلول سمی محاسبه گردید. برای ارزیابی تأثیر تیمارهای آزمایش، نمونه‌برداری از درختان در ۵ نوبت (یک بار قبل از سم‌پاشی و ۴ نوبت در فواصل زمانی، ۲۴ ساعت، ۳ روز، ۱ هفته، ۲ هفته پس از سم‌پاشی) انجام شد. برای نمونه‌برداری از هر جهت درخت ۳ شاخه جوان ۱۰ سانتی‌متری، یکی از بالا، دومی از وسط و سومی از پایین چیده و در داخل پاکتی قرار داده شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و تعداد پوره‌های زنده شمارش و ثبت گردیدند.

در آزمایش تزریق حشره‌کش به تنه درخت مقدار ۵ میلی لیتر/گرم از آفت‌کش‌های مورد آزمایش شامل آکتارا، مموری و کونفیدور در ۵ میلی‌لیتر آب حل گردید و تا عمق وسط تنه درخت تزریق گردید.

برای انجام تزریق سوراخی در تنه درختان به‌طور مورب توسط مته ایجاد شد. نمونه‌برداری در این روش در ۵ نوبت (یک بار قبل از سم‌پاشی و ۴ نوبت در فواصل زمانی، ۳ روز، ۱ هفته، ۲ هفته و ۴ هفته پس از سم‌پاشی) انجام شد.

در آزمایش کاربرد حشره‌کش در خاک مقدار ۵ گرم/میلی‌لیتر حشره‌کش در ۵ لیتر آب حل شد و در محل نازل‌های قطره چکان آب آبیاری ریخته شد. حشره‌کش‌های مورد مطالعه شامل آکتارا و مموری بودند.

از ۷۰ درصد تلفات بر جمعیت پوره‌های آفت پسیل شده است (Pramod et al., 2005).

ارزیابی حشره‌کش‌های اندوسولفان، فوزالون، پیری پروکسی‌فن، ایمیداکلوپراید و هگزافلومورون در کنترل پسیل مرکبات در بلوچستان ایران نشان داد بیشترین درصد تلفات به ترتیب برای آفت‌کش‌های ایمیداکلوپراید، پیری پروکسی‌فن، اندوسولفان، هگزافلومورون و فوزالون وجود داشته است (Khiaban and Basiri, 2002).

شرایط موجود نشان می‌دهد که پسیل آسیایی مرکبات در بسیاری از استان‌های جنوبی کشور به صورت مستقیم یک آفت خسارت‌زا محسوب شده در حالی که در برخی مناطق از آن به‌عنوان ناقل بیماری گرینینگ نام برده می‌شود. با توجه به اهمیت اقتصادی آفت، یافتن روش‌های موثر کنترل آفت بسیار مهم و حیاتی است (Alizadeh, 2009). لذا در این تحقیق تأثیر حشره‌کش‌ها با روش‌های مختلف کاربرد مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این بررسی تأثیر حشره‌کش‌های مختلف به ۳ طریق کاربرد شامل سم‌پاشی شاخ و برگ درخت، کاربرد در خاک و تزریق حشره‌کش به تنه درخت در منطقه جیرفت و به مدت ۲ سال ارزیابی شد.

در ارزیابی سم‌پاشی اندام‌های هوایی درخت، از ۱۰ تیمار حشره‌کش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به همراه شاهد (آب) در ۴ تکرار استفاده شد. تیمارها عبارت بودند از آزادیراختین (نیمارین® EC 1500) با غلظت ۳ در هزار، آزادیراختین (نیم‌آزال® EC 1%) با غلظت ۳ در هزار، تیامتوکسام (آکتارا® WG 25%) با غلظت ۰/۴ در هزار، تیامتوکسام (مموری® SC 24%) با غلظت ۰/۴ در هزار، تیاکلوپراید (کالیسو® SC 480) با غلظت ۰/۳ در هزار، تیاکلوپراید (بیسکایا® OD 240) با غلظت ۰/۵ در هزار، اسپروتترامات (مونتو® SC 100) با غلظت ۰/۷۵ در هزار، لوفنورون+فنوکسی‌کارب (لوفوکس® EC 105) با

(f=63.16, df=7 روز، (f=119.05, df=(9,27), p<01)
(f=80.48, df=(9, 27), p<01) و ۱۴ روز (9, 27), p<01)
پس از محلول‌پاشی از نظر آماری معنی‌دار بوده است.

نتایج مقایسه میانگین درصد کارایی تیمارها روی پوره‌های پسپیل آسیایی مرکبات در سال ۱۳۸۹ در نوبت ۱ روز پس از محلول‌پاشی نشان داد (جدول ۱) بیشترین درصد تأثیر مربوط به تیمار آکتارا با میانگین ۸۷/۰۳ درصد و سپس برای تیمارهای مموری و دی‌متوات به ترتیب با میانگین‌های ۸۴/۲ و ۸۲/۵۵ درصد است. کمترین درصد تأثیر در این مرحله از نمونه‌برداری برای تیمار نیم‌آزال با میانگین ۶۱/۷۸ درصد دیده شد (جدول ۱). در نوبت ۳ روز پس از سم‌پاشی بیشترین میانگین درصد تأثیر تیمارها به ترتیب برای آکتارا (۸۹/۹۳ درصد)، مموری (۸۷/۰۳ درصد) و کونفیدور (۸۳/۱۵ درصد) بود. کمترین تأثیر برای حشره‌کش بیسکایا (۶۴/۵۳ درصد) مشاهده شد (جدول ۱). در ۷ روز پس از سم‌پاشی حداکثر تأثیر در تیمار آکتارا با میانگین ۸۲/۰۳ درصد و حداقل تأثیر در تیمار بیسکایا با ۵۶/۳ درصد بود. بعد از آن تیمارهای مموری با ۷۹/۴ درصد، دی‌متوات با ۷۸/۰۵ و مونتو با ۷۰/۸۲ درصد بیشترین تأثیر را داشته‌اند. در ۱۴ روز پس از سم‌پاشی بیشترین درصد تأثیر در تیمارهای آکتارا و مموری به ترتیب با ۷۲/۴۳ و ۷۰/۱ درصد مشاهده گردید. بعد از آن تیمار دی‌متوات با ۶۲/۵۳ درصد، مونتو و کونفیدور به ترتیب با ۵۸/۵۳ و ۵۵/۳۵ درصد قرار داشتند. کمترین میزان تأثیر در تیمار نیم‌آزال و بیسکایا به ترتیب با ۳۵/۷۸ درصد و ۳۹/۰۳ درصد بود.

نمونه‌برداری در این روش در ۴ نوبت (یک بار قبل از سم‌پاشی و ۳ نوبت در فواصل زمانی ۱ هفته، ۲ هفته و ۴ هفته پس از سم‌پاشی) انجام شد.

برای تعیین درصد تلفات و کارایی تیمارها از فرمول هندرسون - تیلتون استفاده گردید (Bozsik, 1996).

$$\text{درصد کارایی} = \left(1 - \frac{T_a \times C_b}{T_b \times C_a}\right) \times 100$$

T_a = میانگین تعداد آفت در تیمار بعد از سم‌پاشی

T_b = میانگین تعداد آفت در تیمار قبل از سم‌پاشی

C_a = میانگین تعداد آفت در شاهد بعد از سم‌پاشی

C_b = میانگین تعداد آفت در شاهد قبل از سم‌پاشی

میانگین درصد تلفات حاصله از هر تیمار با کمک نرم‌افزار MSTAT C تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین‌های تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج

الف: روش محلول‌پاشی اندام‌های هوایی

با توجه به این که تأثیر تیمارها طی دو سال متوالی مورد ارزیابی قرار گرفتند و نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو ساله نشان داد اثر سال در فواصل زمانی ۱ روز (f=837.7, df=(1, 54), p<0.01) و ۳ روز (f=704.99, df=(1, 54), p<0.01) و ۷ روز (f=105.07, df=(1, 54), p<0.01) معنی‌دار شده است. لذا داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به هر سال به تفکیک مورد تجزیه آماری قرار گرفتند.

نتایج تجزیه واریانس میانگین درصد تلفات پوره‌های پسپیل آسیایی مرکبات در سال اول (۱۳۸۹) نشان داد تأثیر تیمارها در نوبت‌های ۱ روز (f=94.81, df=(9,27), p<01) و ۳ روز

جدول ۱- مقایسه میانگین درصد کارایی تیمارها به روش محلول پاشی روی پوره‌های پسیل مرکبات در روزهای پس از سم‌پاشی بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سال ۱۳۸۹.

Table 1. Mean comparison of treatment efficiency (%) in foliage spraying method on nymphs population of asian citrus psyllid at different periods according to Multiple Duncan Rang Test method during 2010.

Treatments	After 1 Day (Mean±SE)*	After 3 Days (Mean±SE)	After 7 Days (Mean±SE)	After 14 Days (Mean±SE)
Neemarin	67.3± 3.5 f	65.4± 2.3 g	58.9± 2.2 ef	42.9± 1.8 de
NeemAzal	61.8± 2.5 h	70.8± 3.1 f	58.0± 2.3 f	35.8± 2.0 f
Actara	87.0± 3.3a	89.9± 4.3 a	82.0± 3.8 a	72.4± 3.3 a
Memory	84.2± 2.1b	87.0± 3.8 b	79.4± 3.4 ab	70.1± 2.5 a
Calypso	70.1± 2.4 e	74.2± 2.8 e	63.9± 2.8 d	43.3± 3.3de
Biscaya	62.8 ± 2.6 gh	64.5± 3.3 g	56.3± 3.2 f	39.0± 2.2 ef
Movento	73.3± 3.1d	76.2± 2.4 e	70.8± 2.3 c	58.5± 3.8 bc
Lufox	65.2± 2.5 fg	66.3± 3.3 g	61.7± 4.8 de	46.1± 1.2 d
Confidor	76.3± 3.3 c	83.2± 4.2 c	70.6± 3.1 c	55.4± 3.2 c
Dimethoate	82.5± 4.2 b	80.1± 3.8 d	78.0± 2.1 b	62.5± 4.2 b

*: The means of each column which has at least one common letter are not significantly different (Duncan's multiple range test $\alpha=1\%$).

معادل ۳۷/۵۳ درصد بود. در ۳ روز پس از سم‌پاشی بیشترین درصد تأثیر تلفات برای تیمارهای مموری و آکتارا با میانگین‌های ۷۴/۳۸ و ۷۲ درصد تعلق داشت. کمترین تأثیر در تیمار نیم‌آزال با میانگین ۳۱/۵۲ درصد مشاهده گردید. اختلاف بین بالاترین تأثیر و کمترین تأثیر تیمارها ۴۲/۸۶ درصد مشاهده شد. در نوبت ۷ روز پس از سم‌پاشی حداکثر تأثیر برای تیمارهای مموری و آکتارا با میانگین‌های ۶۱/۹۳ و ۶۱/۰۵ درصد ثبت گردید در حالی که حداقل تأثیر برای تیمار نیمارین با ۲۶/۰۲ درصد مشاهده شد. اختلاف بین بالاترین و کمترین تأثیر تیمارها ۳۵/۹۱ درصد بود. این شرایط در نوبت ۱۴ روز پس از سم‌پاشی بیشترین تلفات برای تیمارهای مموری و آکتارا به ترتیب و به مقدار ۵۴/۹۵ و ۵۴/۹۲ درصد مشاهده شد. کمترین میزان تأثیر در تیمارهای لوفوکس، نیمارین و نیم‌آزال به ترتیب با ۳۰/۵۲، ۲۱/۵۲ و ۲۱/۰۵ درصد بود (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس میانگین درصد تلفات پوره‌های پسیل آسیایی مرکبات در سال دوم (۱۳۹۰) نشان داد تأثیر تیمارها در نوبت‌های ۱ روز ($f=742.8$, $df=(9,27)$, $p<01$)، ۳ روز ($f=330.36$, $df=(9, 27)$, $p<01$)، ۷ روز ($f=128.19$, $df=(9, 27)$, $p<01$)، ۱۴ روز ($f=590.9$, $df=(9, 27)$, $p<01$) پس از محلول‌پاشی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند.

مقایسه میانگین درصد کارایی تیمارها در فواصل زمانی بعد از سم‌پاشی نشان داد (جدول ۲) در ۱ روز پس از سم‌پاشی بیشترین درصد تأثیر برای حشره‌کش آکتارا با میانگین ۶۹/۰۵ درصد و در رتبه‌های بعدی برای تیمارهای مموری و کونفیدور به ترتیب با میانگین‌های ۶۶/۰۷ و ۶۱/۶۳ درصد علیه جمعیت مراحل فعال پسیل آسیایی مرکبات مشاهده شد. کمترین درصد تأثیر در این مرحله از نمونه‌برداری مربوط به تیمار نیمارین با میانگین ۳۱/۵۲ درصد بود. اختلاف بین بالاترین و کمترین تأثیر تیمارها

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد کارایی تیمارها به روش محلول پاشی روی پوره های پسیل مرکبات در روزهای پس از سم پاشی بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سال ۱۳۹۰.

Table 2. Means comparison of treatment efficiency (%) in foliage spraying method on nymphs population of asian citrus psyllid at different periods according to Multiple Duncan Rang Test method during 2011.

Treatments	After 1 Day (Mean±SE)*	After 3 Days (Mean±SE)	After 7 Days (Mean±SE)	After 14 Days (Mean±SE)
Neemarin	31.5± 2.2 h	37.7± 3.2 h	26.0± 2.1f	21.5± 1.9 g
NeemAzal	32.0± 2.8 h	31.5± 2.8 i	26.9± 3.1f	21.0± 2.4 g
Actara	69.0± 3.3 a	72.0± 4.3 b	61.0± 3.4a	54.9± 4.3 a
Memory	66.0± 4.8 b	74.4± 2.1 a	61.9± 4.3 a	54.9± 3.8 a
Calypso	51.9± 3.7 e	51.2± 2.9 f	45.2± 2.8 c	41.5± 3.3d
Biscaya	55.1± 2.9 d	56.4± 3.7 e	46.8± 3.2 c	43.4± 3.4 bc
Movento	45.5± 3.6 f	41.2± 3.3 g	41.1± 3.4d	36.0± 2.3 e
Lufox	40.6± 2.9 g	35.5± 5.1 i	34.6± 2.4 e	30.5± 4.3 f
Confidor	61.6± 4.5 c	70.4± 4.3 c	51.2± 4.2 b	42.8± 4.1cd
Dimethoate	61.0± 3.7 c	68.4± 2.6 d	49.7± 3.3 b	44.4± 3.6 b

*: The means of each column which has at least one common letter are not significantly different (Duncan's multiple range test $\alpha=1\%$)

در نوبت های ۳ روز (f=22.19, df= (2, 4), p<01) و ۷ روز (f=158.47, df= (2, 4), p<01) و ۱۴ روز (f=16.40, df=(2, 4), p<01) و ۳۰ روز (f=65.22, df= (2, 4), p<01) پس از تزریق حشره کش ها به تنه درخت از نظر آماری معنی دار بوده است. همان طور که از جدول ۳ مشخص می شود حشره کش های آکتارا و مموری در ۳، ۷، ۱۴ و ۳۰ روز پس از تزریق بیشترین تأثیر را داشته اند. حشره کش کونفیدور در مقایسه با دو حشره کش دیگر تأثیر کمتری در کاهش جمعیت پسیل داشت.

ب: روش تزریق حشره کش به تنه درخت

نتایج تأثیر تیمارهای مورد آزمایش در کنترل جمعیت پسیل آسیایی در روش تزریق حشره کش ها به مدت دو سال که مورد تجزیه مرکب قرار گرفتند نشان داد اثر سال در نوبت ۳ روز (f=29.7, df=(1, 8), p<0.01) و ۷ روز (f=147.18, df=(1, 8), p<0.01) و ۱۴ روز (f=50.33, df=(1, 8), p<0.01) و ۳۰ روز (f=74.18, df=(1, 8), p<0.01) پس از تزریق حشره کش ها معنی دار شد. لذا داده های هر سال به تفکیک مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس میانگین درصد تلفات پوره های پسیل آسیایی مرکبات در سال اول (۱۳۸۹) نشان داد تأثیر تیمارها

جدول ۳- مقایسه میانگین درصد کارایی تیمارها به روش تزریق به تنه حشره کش ها روی پوره های پسیل مرکبات در روزهای پس از سم پاشی بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سال ۱۳۸۹.

Table 3. Mean comparison of treatment efficiency (%) in trunk injection method on nymphs of asian citrus psyllid at different periods according to Duncan Multiple Rang Test method during 2010.

Treatments	After 3 Days (Mean±SE)	After 7 Days (Mean±SE)	After 14 Days (Mean±SE)	After 30 Days (Mean±SE)
Actara	57.2± 3.4 a	62.6 ± 4.4a	36.5± 2.7 a	48.4± 4.3 a
Memory	56.4± 4.2 a	61.5 ± 3.8a	34.4 ± 3.2a	46.3 ± 3.9 a
Confidor	45.4± 2.8 b	55.0± 4.3b	14.3± 1.7 b	31.0± 2.7 b

*: The means of each column which has at least one common letter are not significantly different (Duncan's multiple range test $\alpha=1\%$)

مقایسه میانگین درصد تلفات در حشره‌کش‌های مختلف نشان داد (جدول ۴) که تیمارهای آکتارا و مموری در ۳، ۷، ۱۴ و ۳۰ روز پس از تزریق حشره‌کش بیشترین تأثیر را داشته‌اند. حشره‌کش کونفیدور در مقایسه با دو حشره‌کش دیگر تأثیر کمتری در کاهش جمعیت پسیل داشت.

نتایج تجزیه واریانس میانگین درصد تلفات پوره‌های پسیل آسیایی مرکبات در سال دوم (۱۳۹۰) نشان داد تأثیر تیمارها در نوبت‌های ۳ روز ($f=13.36$, $df=(2, 4)$, $p<0.01$)، ۷ روز ($f=27.08$, $df=(2, 4)$, $p<0.01$)، ۱۴ روز ($f=21/66$, $df=(2, 4)$, $p<0.01$)، ۳۰ روز ($f=15.29$, $df=(2, 4)$, $p<0.01$) پس از تزریق حشره‌کش‌ها به تنه درخت از نظر آماری معنی‌دار بود.

جدول ۴- مقایسه میانگین درصد کارایی تیمارها به روش تزریق به تنه حشره‌کش‌ها روی پوره‌های پسیل مرکبات در روزهای پس از سم‌پاشی بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سال ۱۳۹۰.

Table 4. Mean comparison of treatment efficiency (%) in trunk injection method on nymphs of asian citrus psyllid at different periods according to Duncan Multiple Rang Test method during 2011.

Treatments	After 3 Days (Mean±SE)	After 7 Days (Mean±SE)	After 14 Days (Mean±SE)	After 30 Days (Mean±SE)
Actara	46.1± 4.3a	63.4± 3.4 a	56.5± 3.2 a	40.2± 2.6 a
Memory	43.7± 3.8 b	62.6± 4.4 a	56.4± 3.5 a	39.1± 3.1 a
Confidor	42.1 ± 2.9b	59.2 ± 3.8 b	51.7 ± 2.1 b	36.3 ± 1.9 b

*: The means of each column which has at least one common letter are not significantly different (Duncan's multiple range test $\alpha=1\%$).

آزمون t-test پوره‌های پسیل آسیایی مرکبات در سال اول (۱۳۸۹) نشان داد تأثیر تیمارها در نوبت‌های هفت ($t=0.62$) و چهارده ($df=(1, 2)$, $p<0.01$)، سی روز ($t=0.83$, $df=(1, 2)$, $p<0.01$) و سی روز ($t=0.92$, $df=(1, 2)$, $p<0.01$) پس از کاربرد حشره‌کش‌ها در خاک از نظر آماری معنی‌دار نیست. همان‌گونه که از جدول ۵ مشخص می‌شود حشره‌کش آکتارا در مجموع تأثیر بیشتری در کنترل آفت نسبت به مموری داشته است.

ج: روش کاربرد حشره‌کش در خاک

با توجه به اینکه آزمایشات مربوط به کاربرد حشره‌کش‌ها در خاک در ۲ سال انجام شده بود ابتدا داده‌های مربوط به ۲ سال تجزیه مرکب شد که نتایج نشان داد اثر سال در ۷ روز ($f=285.56$, $df=(1, 8)$, $p<0.01$)، ۱۴ روز ($f=532.78$, $df=(1, 8)$, $p<0.01$)، ۳۰ روز ($f=364.48$, $df=(1, 8)$, $p<0.01$) و ۳۰ روز ($f=364.48$, $df=(1, 8)$, $p<0.01$) معنی‌دار شده است لذا داده‌های هر سال به تفکیک تجزیه آماری شدند. نتایج تجزیه واریانس روش کاربرد حشره‌کش در خاک در سال ۱۳۸۹: نتایج تجزیه واریانس میانگین درصد تلفات با

جدول ۵- میانگین درصد کارایی حشره‌کش‌های آکتارا و مموری به روش کاربرد در خاک روی پوره‌های پسیل مرکبات در روزهای پس از سم‌پاشی در سال ۱۳۸۹.

Table 5. Mean percent efficiency (%) of Actara and Memory in soil application method on nymphs of asian citrus psyllid at different periods during 2010.

Treatments	After 7 Days	After 14 Days	After 30 Days
Actara	49.2± 5.2	41.7± 3.5	30.1± 2.9
Memory	48.3± 4.8	40.8± 4.1	26.2± 3.1

نتایج تجزیه واریانس میانگین درصد تلفات با آزمون t-test پوره های پسیل آسیایی مرکبات در سال دوم (۱۳۹۰) نشان داد تاثیر تیمارها در نوبت های هفت ($t=0.74$, $df=(1, 2)$), $p<0.01$)، چهارده ($t=0.98$, $df=(1, 2)$), $p<0.01$) و سی روز ($t=1.2$, $df=(1, 2)$), $p<0.01$) پس از کاربرد حشره کش ها در خاک از نظر آماری معنی دار نیست. نتایج آزمایش در این سال نیز نشان داد حشره کش آکتارا در مجموع تاثیر بیشتری در کنترل آفت نسبت به مموری داشته است (جدول ۶).

نتایج تجزیه واریانس میانگین درصد تلفات با آزمون t-test پوره های پسیل آسیایی مرکبات در سال دوم (۱۳۹۰) نشان داد تاثیر تیمارها در نوبت های هفت ($t=0.74$, $df=(1, 2)$), $p<0.01$)، چهارده ($t=0.98$, $df=(1, 2)$), $p<0.01$) و سی روز ($t=1.2$, $df=(1, 2)$), $p<0.01$) پس از کاربرد حشره کش های آکتارا و مموری به روش کاربرد در خاک روی پوره های پسیل مرکبات در روزهای

جدول ۶- میانگین درصد کارایی حشره کش های آکتارا و مموری به روش کاربرد در خاک روی پوره های پسیل مرکبات در روزهای پس از سم پاشی در سال ۱۳۹۰.

Table 6. Mean percent efficiency (%) of Actara and Memory in soil application method on nymphs of asian citrus psyllid at different periods during 2011.

Treatments	After 7 Days	After 14 Days	After 30 Days
Actara	66.3± 4.2	58.2± 2.1	47.4± 4.3
Memory	65.03± 3.8	58.4± 3.1	45.2± 4.6

آفت کش های دی متوات، فوزالون و کونفیدور بیشترین تلفات را بر جمعیت پسیل داشتند. در ارزیابی چند نوع حشره کش برای مبارزه با پسیل مرکبات که توسط Pramod *et al.*, (2005) صورت گرفت، نشان داده شد که حشره کش های دی متوات و کونفیدور موجب مرگ و میر ۷۰ درصد جمعیت پوره های آفت می شوند. همچنین Farmanullah *et al.*, (2005) تأثیر ۶ حشره کش را برای کنترل پسیل مرکبات در پاکستان بررسی کردند. نتایج نشان داد حشره کش های آکتارا، کاسکید، ماتچ، تیودان، کارات و سوپر اسید بیشترین مرگ و میر را در جمعیت آفت دارند.

در تحقیقاتی که توسط Yamamoto *et al.*, (2008) در خصوص میزان تأثیر حشره کش های رایج در کنترل پسیل مرکبات صورت گرفت، نشان داده شد برخی از آفت کش ها مانند آکتارا، ایمیداکلرپراید، اکتارا+ لامبداسی هالوترین و دینتفورال تا ۳۴ روز پس از سم پاشی کارایی بالای ۸۰ درصد دارند ولی دی متوات و لامبداسی هالوترین به ترتیب فقط در نوبت ۱۴ و ۷ روز بر آفت اثربخش می باشند.

مقایسه نتایج کارایی سم پاشی شاخه و برگ با روش تزریق به تنه درخت نشان داد کارایی روش تزریق در مقایسه با

مقایسه سطح تراکم جمعیت در ۲ سال متوالی نشان می دهد که به طور کلی تراکم آفت در سال اول بیشتر از سال دوم بوده است که علت آن کاهش دما در طول زمستان در سال دوم اجرای تحقیق بوده که منجر به از بین رفتن حشرات کامل نسل زمستان گذران شده است. لذا جمعیت آفت در سال دوم نسبت به سال اول در کل کمتر بوده است.

بحث

نتایج این تحقیق حاکی از تأثیر گذاری متفاوت حشره کش ها در کنترل جمعیت پسیل آسیایی مرکبات می باشد. تلفات پوره پسیل ناشی از مصرف حشره کش در برخی از تیمارها از روز اول پس از اعمال تیمار مشخص گردید. مقایسه کارایی حشره کش های مختلف در روش محلول پاشی در کنترل آفت طی نوبت های مختلف نشان داد حشره کش آکتارا، مموری، کونفیدور و دی متوات بیشترین تاثیر را داشتند. نتایج این تحقیق (صرف نظر از تفاوت هایی که در بعضی از حشره کش ها ملاحظه شد) با یافته های تعدادی از محققین دیگر مطابقت دارد. در بررسی تأثیر چند نوع حشره کش در کنترل پسیل مرکبات که توسط Motamedinia and Morowati (2006) انجام شد، مشخص گردید که در ۳ روز پس از محلول پاشی

میلی‌لیتر در ۲۳۷ میلی‌لیتر آب در اطراف پایه هر درخت استفاده شده بود، توانست کاهش معنی‌داری در حشرات بالغ و پوره‌ها ایجاد کند.

در روش محلول‌پاشی هر چند کارایی دو فرمولاسیون تجاری چریش در مقایسه با سایر حشره‌کش‌ها کمتر بود اما در صورتی که جمعیت آفت پایین بوده و عامل بیماری میوه سبز در منطقه وجود نداشته باشد می‌توان از آفت‌کش‌های گیاهی نیمارین و نیم‌آزال برای کنترل این آفت استفاده کرد. مقایسه دو فرمولاسیون آزادیراختین (نیمارین و نیم‌آزال) نشان داد تأثیرگذاری نیمارین هم از نقطه نظر سرعت رسیدن اثر به سطح مطلوب و هم از نظر پایداری اثر از نیم‌آزال بهتر بوده است. نتایج این تحقیق با یافته‌های (Weathersbee and Mackenzie, 2005)، (Mackenzie and Puterka, 2002) و (Dadmal et al., 2004) در مورد کارایی فراورده چریش و سایر فرآورده‌های گیاهی مطابقت دارد.

با توجه به تأثیر بالاتر روش محلول‌پاشی در کنترل آفت می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در مناطقی که تراکم بالای آفت وجود دارد و علائم آلودگی به بیماری گرینینگ نیز مشاهده می‌شود بهتر است حشره‌کش‌ها بصورت محلول‌پاشی و در قالب تناوب استفاده گردد. در این شرایط حشره‌کش‌های آکنتارا، مموری و کونفیدور به دلیل کارایی موثر آنها در نوبت‌های نمونه‌برداری مورد توصیه می‌باشد.

محلول‌پاشی درختان کمتر است. احتمالاً حذف تأثیر تماسی حشره‌کش‌ها در روش تزریق در مقایسه با روش محلول‌پاشی موجب کاهش کارایی حشره‌کش‌ها شده است. مقایسه کارایی ۳ حشره‌کش نئونیکوتینوئیدی آکنتارا، مموری و کونفیدور به روش تزریق نشان داد تأثیر آکنتارا و مموری در مقایسه با کونفیدور بیشتر است. نتیجه‌گیری می‌شود کاربرد هر سه ترکیب با روش تزریق به تنه درخت می‌تواند در کنترل آفت تا حدودی موثر باشد هر چند کاربرد این حشره‌کش‌ها به صورت محلول‌پاشی تأثیر بیشتری نسبت به تزریق به تنه درخت داشته است. بررسی روند تأثیر حشره‌کش‌ها نشان داد در روش تزریق به تنه تأثیر حشره‌کش‌ها از روز سوم به بعد بیشتر می‌شود.

کاربرد دو حشره‌کش آکنتارا و مموری در خاک در مقایسه با محلول‌پاشی و تزریق به تنه تأثیر کمتری از خود نشان داده‌اند. تیمارهای کاربرد در خاک احتمالاً به دلیل عدم جذب کافی توسط درخت نتوانستند مانند روش محلول‌پاشی عمل نمایند (Yamamoto et al., 2008).

در تحقیقی (Childers and Rogers, 2005) اثر چندین حشره‌کش را برای کنترل پسیل مرکبات بررسی کردند. در آزمایش اول حشره‌کش آگری مک+ روغن معدنی، دانیتول، لورسبان و ایمیداکلرپراید (فرمول پرووادی) در ۵ روز پس از سم‌پاشی کنترل قابل قبولی از پسیل نشان دادند. حشره‌کش ایمیداکلرپراید (فرمول 2F آدمیر) که به میزان ۷

References:

- Alizadeh, A. 2009. Citrus greening disease caused by *Candidatus liberibacter*. Final Report of Research Iranian Research Institute of Plant Protection Press. 232 pp. (In Persian with English Summray).
- Boveh, G., Hasanzadeh, L. and Salehi, N. 1999. Status report of witches broom disease of lime and citrus greening in Iran. *Applied Entomology and Phytopathology*. 67: (1,2). 96-99. (In Persian with English Summray).

- Childers, C. and Rogers, M. 2005. Chemical control and management approaches of the *Diaphorina citri* in florida citrus. University of Florida, *Entomology and Nematology Department Citrus Research*. 118: 49-53.
- Conant, P., Hirayama, C. and Kumashiro, B. R. 2007. Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae). www.hawaiiage.org. [Accessed on 2013-10-29].
- Dadmal, S. M., Pawar, N. P. and Shivankar, S. K. 2002. Efficacy of plant products and some

- insecticides against citrus psylla *Diaphorina citri*. *Insect Environment*. 8(2): 94-95.
- Dahiya, K. K., Lakra, R. K. and Singh, S. P. 1999.** Bioefficacy of some insecticides against citrus psylla. *Crop Research Hisar*. 8: 137-140.
- Farmanullah, H., Badshah, H. and Rakhmin, G. 2005.** Evaluation of six different groups of insecticides for the control of *Diaphorina citri*. *Songklanakarinn Journal Science Technol*. 27(1): 17-23.
- Jepson, B. 2008.** Citrus greening disease. www.Science.oregonstate.edu. [Accessed on 2013-8-7].
- Khiaban, N. G. and Basiri, Gh. 2002.** Efficacy of various insecticides against citrus psylla (*Diaphorina citri*) in Baluchestan. *Proceeding of the 15th Iranian Plant Protection Congress*. Vol. 1. P. 163. (In Persian with English Summray).
- Mckenzie, C. L. and Puterka, G. J. 2004.** Effect of sucrose octanoate on survival of nymphal and adult *Diaphorina citri*. *Journal of Economic Entomology*. 97(3): 970-975.
- Mead, F. W. 2002.** Asiatic Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae). Institute of Food and Agricultural Sciences EENY -033 Florida University. 6 pp.
- Meschi, M. 2007.** List of pesticide registered in Iran. *Plant Protection Organization press*. 271 p. (In Persian).
- 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*. Vol. 1. p. 113. (In Persian with English Summray).
- Pena, J. E. and Mannion, C. M. 2006.** Jackfruit, *Artocarpus heterophylus* has not a host of *Diaphorina citri* in Florida. *Florida entomologist*. 89(3): 412-413.
- Pramod, K. S., Singh, H. M. and Singh, A. K. 2005.** Evaluation of insecticide and seed kernel extracts against citrus psylla. *Annuls of Plant Protection Sciences*. 13(2): 478-480.
- Rae, D. J., Liang, D. M. and Beattie, A. C. 1997.** Evaluation of petroleum spray oils for control of the Asian Citrus Psylla, in China. *International Journal of Pest Management*. 43(1): 71-75.
- Weathersbee, A. A. and Mackenzie, C. L. 2005.** Effect of a neem biopesticide on repellency, mortality, oviposition and development of *Diaphorina citri*. *Florida Entomologist*. 88(4): 401-407.
- Xu, C. and Xia, Y. 1994.** Study on the biology and control of citrus psylla. *Acta phytopathologica Sinica*. 21: 53-56.
- Yamamoto, P. T., Beloti, V. H. and Rugno, G. R. 2008.** Efficiency of insecticides to control *Diaphorina citri* vector of Huanglongbing Bacteria. *IRCHLB Proceedings*, Dec 2008, Funde Citrus, Araraquara, Brazil. www.Plant management network.Org. [Accessed on 2013-10-1].

