

کنترل پسیل گلابی *Cacopsylla pyricola* با روش تزریق آزادیراکتین و کود کامل به تنه درخت

هدی اردستانی رستمی^۱، عزیز شیخی گرجان^{۲*}، عباس ارباب^۳ و مهران جوادزاده^۴

۱ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، دانشگاه آزاد تاکستان، قزوین، ایران

۲ و ۴. دانشیار و مربی، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱/۱۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۳)

چکیده

پسیل گلابی (*Cacopsylla pyricola* (Foerster) (Hemiptera: psyllidae)) یکی از مهم‌ترین آفت‌های درختان گلابی در ایران و جهان بوده و کنترل شیمیایی متداول‌ترین روش کنترل آن است. امروزه روش تزریق سموم یکی از روش‌های فنی و مؤثر در کنترل آفات مکنده به شمار می‌رود. هدف این تحقیق ارزیابی تأثیر کود کامل و مخلوط آن با آزادیراکتین به روش تزریق روی پسیل گلابی است. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار که شامل تزریق کود کامل (ناترینو)، تزریق مخلوط آزادیراکتین و کود کامل (ناترینو)، سم‌پاشی شاخ و برگ با دیازینون EC 60 درصد با غلظت ۱/۵ در هزار و آب‌پاشی شاخ و برگ (شاهد) با پنج تکرار در باغ مهرشهر نزدیک شهر کرج روی درختان گلابی رقم شاه‌میوه در سال ۹۳ انجام شد. نتایج نشان داد که تراکم پوره و تخم پسیل گلابی در تیمارهای تزریقی نسبت به محلول‌پاشی با دیازینون به‌طور معنی‌داری کمتر است، به‌طوری‌که در آخر فصل میانگین کارایی تیمارهای تزریق کود کامل، تزریق کود و آزادیراکتین و سم‌پاشی دیازینون به ترتیب ۹۱، ۸۵ و ۲۸ درصد بود همچنین در این زمان میزان عسلک روی برگ‌ها در محلول‌پاشی و آب‌پاشی دو برابر بیشتر از تیمارهای تزریقی بود. افزون بر این وزن، قطر و طول میوه‌های گلابی اندازه‌گیری شده نیز نشان داد که کمیت‌های مورد اشاره در تیمارهای تزریقی ۲۰-۱۰ درصد بیشتر از محلول‌پاشی با دیازینون و شاهد است. بنابر نتایج به‌دست‌آمده استفاده از روش تزریق به تنه درخت در مقایسه با روش محلول‌پاشی می‌تواند کاهش معنی‌داری را در میزان مصرف آفت‌کش به ازای هر درخت ایجاد کند. همچنین نتایج به‌دست‌آمده تأثیر معنی‌دار و مثبت کاربرد کودهای کامل را در جهت افزایش مقاومت القایی درختان گلابی به پسیل گلابی تأیید می‌کند.

واژه‌های کلیدی: حشره‌کش ارگانیک، عسلک، مقاومت القایی.

Control of pear psylla, *Cacopsylla pyricola* by trunk injection of azadirachtin and complete fertilizer

Hoda Ardestanirostami¹, Aziz Sheikhiharjan^{2*}, Abbas Arbab³ and Mehran Javadzade⁴

1, 3. Former M. Sc. Student and Associate Professor, Takestan Islamic Azad University, Qazvin, Iran

2, 4. Associate Professor and Instructor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

(Received: Apr. 2, 2016 - Accepted: Jan. 22, 2017)

ABSTRACT

Pear psylla is one of the most important pests of the pear trees in the world and Iran and the chemical control is the leading control method against it. Recently pesticide injection has become an effective and special control method against the sucking pests. The aim of this study was to determine the efficacy of complete fertilizer and its mixture with azadirachtin by injection against pear psylla. The experiment was conducted on pear trees var. Shah Miveh in Mehrshahr orchard near Karaj city with 4 treatments and 5 replications in a randomized complete block design (RCBD) in 2014. Treatments included injection of complete fertilizer (Nutreeno[®]), alone and mixed with azadirachtin, foliage application with diazinon EC 60% at the concentration 1.5 ml/L and control (spraying water). The results showed that the densities of psylla eggs and nymphs in the injected treatments were less than spraying. The treatment efficacies of diazinon, Nutreeno alone and mixture with azadirachtin were 28, 91, and 85% in the last season, respectively and the amount of honeydew per leaf in the sprayed treatment was twice more than the injection. Physical aspects of pear fruits, including weight, diameter and length of the fruits in both injected treatments were 10-20% more than the conventional application. According to the results of the study, trunk injection can reduce the amount of used insecticides per tree and also the usage of organic fertilizers can increase induced resistance of plants against pear psylla.

Keywords: Honeydew, induced resistance, organic insecticide.

مقدمه

پسیل گلابی *Cacopsylla pyricola* (Foerster) (Hemiptera: psyllidae) آفت مهم و کلیدی درختان گلابی در بیشتر کشورهای جهان و ایران است. شمار نسل بالای آفت (تا هفت نسل) و مقاومت سریع آن نسبت به ترکیب‌های مورد استفاده از جمله مشکلات اساسی فرارو در این رابطه است. از سوی دیگر از آنجاکه آسیب و زیان آفت به صورت مستقیم (مکیدن شیره گیاهی) و غیرمستقیم (ترشح عسلک فراوان) بروز می‌کند، تأثیر فزاینده‌ای در ضعف، کاهش کیفیت و کمیت محصول و در نهایت خشکی درخت را در پی دارد. در شرایط آب و هوایی مناطقی مانند ایران که بهار و تابستان خشک حاکم است و میزان بارندگی کمتر است آسیب غیرمستقیم ترشحات یا عسلک آفت بیشتر از آسیب و زیان مکیدن شیره نباتی است (Kolyaee et al., 2012; Behdad, 1991).

استفاده مداوم از سموم شیمیایی علیه پسیل گلابی موجب بروز مقاومت به آن‌ها در این آفت شده است (Kocourek & Stara, 2006). و بر این پایه استفاده از ترکیب‌هایی همچون فن والریت، کائولن و پودر گوگرد در زمان خواب زمستانه و همان ترکیب‌ها به همراه پری پروکسی فن هنگام تورم جوانه‌ها و قارچ *Beauveria bassiana*، ایمیداکلوپراید، تیاکلوپراید و صابون‌های حشره‌کش می‌تواند در کنترل پسیل مؤثر باشد (Alston & Murray, 2007). در ایران حشره‌کش‌های آزینافوس متیل، دیازینون، فوزالن، مالاتیون، تیاکلوپراید و دیفلوبنزرون علیه پسیل گلابی توصیه و حشره‌کش‌های توصیه شده برای پسیل پسته شامل استامی پراید، آمیتراز، ایمیداکلوپراید، تیاکلوپراید، تیمتوکسام، فلوفنوکسورون، کاسکید، هگزافلومرون، تفلوبنزرون، اسپیرودیکلوفن، آزادیراکتین، اسپیروتترامات، فن پروکسی میت و کائولن است که شماری از آن‌ها در بعضی از باغ‌های گلابی برای کنترل پسیل گلابی استفاده می‌شود. آزادیراکتین حشره‌کش کنه‌کش ارگانیک با ویژگی تماسی گوارشی و نفوذی است که با نام‌های تجارتي نیم آزال و نیم آرین روی مگس مینوز و سفید بالک گلخانه‌های ایران تصویب شده است (Sheikhgarjan et al., 2015). این حشره‌کش یک

ترکیب ترانور تری‌پنوییدی طبیعی است که از عصاره بذر درختان چریش (*Azadirachta indica*) به دست می‌آید (Schmutterer, 1990) و می‌تواند در کنترل پسیل گلابی مؤثر باشد (Marčić et al., 2009).

توان تحمل و مقاومت گیاه به آفات می‌تواند از راه اصلاح ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک افزایش یابد. به عبارت دیگر خاک‌هایی که از لحاظ عنصرهای غذایی مورد نیاز گیاهان در شرایط مناسبی هستند اثر بالقوه‌ای دارند که می‌توانند میزان آلودگی گیاهان به آفات را کاهش دهند (Chau & Hengo, 2005). کودها ترکیب‌های شیمیایی، بیولوژیکی و یا ارگانیک هستند که برای بالا بردن حاصلخیزی خاک و برای افزایش کمی و کیفی محصول استفاده می‌شود و در این میان کودهای کامل پرمصرف (ماکرو) و کم‌مصرف (میکرو) را به نسبت متناسب دارند (Altieri, 2002). کود کامل ناترینو (Nutreeno®) ویژه تزریق به تنه درختان در چند سال اخیر در ایران معرفی و توصیه شده است. استفاده از کود ناترینو به روش تزریق روی انواع درختان گرمسیری می‌تواند سبب افزایش کمی و کیفی محصول شود (Malaysian Agro, 2016).

روش‌های مختلفی برای کنترل شیمیایی حشرات مکنده وجود دارد که می‌توان به روش سم‌پاشی شاخ و برگ، کاربرد از راه آب آبیاری و تزریق به تنه درخت اشاره کرد. تزریق در تنه عبارت است از وارد کردن مواد غذایی، آفت‌کش‌ها، پادزی (آنتی‌بیوتیک‌ها)، اسانس‌ها و هورمون‌ها به سامانه آوندی درخت به گونه‌ای که در مدت زمان بسیار کوتاه وارد شیره گیاهی شده و مؤثر واقع می‌شود. سودمندی‌های این روش عبارت‌اند از کاهش کاربرد سموم و کودهای حاوی عنصرهای کم‌مصرف و پرمصرف، کاهش معنی‌دار آلودگی محیط زیست و رفع کمبود عنصرهایی که در خاک‌های شور و قلیایی قابل جذب برای درخت نیستند (Malakooti, 2015). استفاده از روش تزریق سموم و کود شیمیایی به تنه درختان می‌تواند ضمن افزایش کارایی آفت‌کش‌ها باعث افزایش مقاومت القایی گیاهان به آفات شود (Gill et al., 1999). نخستین بررسی تزریق آفت‌کش به درختان در

نیترژن، فسفر، گوگرد، آهن، منیزیم، منگنز، روی، مس، بر، کلسیم و مولیبدن) (ناترینو از شرکت Nutreeno)، آزادیراکتین (با نام تجاری نیم آزال EC1 درصد از شرکت نیم اویل، (Neem oil)، محلول پاشی رایج با حشره کش دیازینون EC 60 درصد (فرموله شده توسط شرکت گل سم، ایران) و تیمار شاهد (آب پاشی) بود. در جدول ۱ نام تیمارها و میزان دُز مصرفی و بارهای سم پاشی در طول فصل رشدی در هر یک از کرت‌های آزمایشی یاد شده است.

تزریق به تنه

در آغاز درختان هر تیمار با نشانه گذاری روی تنه مشخص شدند. برای تزریق از دریل بنزینی مدل ECO ساخت کشور ژاپن و مت ۸ میلی متری استفاده شد. سوراخی در تنه درختان در فاصله ۲۵ سانتی متری از سطح زمین و با زاویه ۴۵ درجه ایجاد شد. در طول سوراخ کردن به منظور جلوگیری از آلودگی مته و انتقال آن به دیگر درختان، مته در محلول ۱ درصد هیپوکلریت سدیم ضد عفونی شد. حجم محلول مصرفی در هر سوراخ درخت ۲۵ میلی لیتر بود. در مجموع سه مرحله تزریق به شرح زیر انجام شد. نخستین مرحله تزریق در تاریخ ۱۰ فروردین ۱۳۹۳ برای کود کامل انجام شد و دومین دوره تزریق کود کامل به تنه درختان در تاریخ ۹۳/۲/۷ و سومین دوره و آخرین دوره تزریق در تاریخ ۹۳/۴/۳ انجام شد. زمان تزریق آزادیراکتین در تاریخ ۱۷ فروردین، ۱۴ اردیبهشت و ۱۵ خردادماه بود. میزان مصرف کود کامل و آزادیراکتین ۲۵ میلی لیتر برای هر درخت در هر دوره تزریق بود. محلول پاشی نیز هشت نوبت به ترتیب در تاریخ‌های ۹۳/۱/۲۷، ۹۳/۲/۲۴، ۹۳/۳/۱۱، ۹۳/۳/۲۹، ۹۳/۴/۱۸، ۹۳/۵/۸، ۹۳/۵/۲۱ و ۹۳/۶/۱۱ انجام شد.

سال ۱۹۳۹ توسط شخصی به نام روچ (Roch) انجام گرفت (Doccola & Wild, 2013). حرکت و انتقال مواد تزریقی در درختان ارتباط مستقیمی با سامانه آوندی و سن درختان دارد (Shigo, 1989). در ایران تحقیقات کنترل شیمیایی به روش تزریق روی آفات مکنده مانند زنجبرک خرما (Sheikhigarjan et al., 2015)، کنه شرقی و مینوز برگ مرکبات (Seraj, 1999)، پسیل پسته (Esfahani, 2015) و پسیل مرکبات (Motamedinia & Morovati, 2012) انجام شده است امروزه در ایران این نوع روش کنترل شیمیایی نهادینه و بومی سازی نشده است.

هدف از انجام این تحقیق بررسی کارایی مخلوط حشره کش آزادیراکتین و کود کامل ناترینو به روش تزریق در مقایسه با سم پاشی رایج علیه پسیل گلابی است، همچنین در این تحقیق، تیمارهای اشاره شده، از لحاظ میزان ترشح عسلک و ویژگی‌های ظاهری میوه ارزیابی شدند.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۳ در باغ مهرشهر واقع در شمال غربی کرچ روی درختان گلابی رقم شاه میوه با سن تقریبی ۴۵ تا ۵۰ سال انجام شد. فاصله ردیف‌ها و بین درختان ۶ متر بود. رقم شاه میوه به دلیل حساسیت بالا به پسیل گلابی به عنوان رقم تیمار آزمایشی انتخاب شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در پنج تکرار انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل یک درخت بود.

حشره کش‌ها

تیمارهای آزمایشی شامل کود کامل مایع (شامل

جدول ۱. تیمارهای تزریق و محلول پاشی و بارهای انجام تزریق یا سم پاشی در هر یک از کرت‌ها و فاصله‌های زمانی آن‌ها از همدیگر در طول فصل رشد علیه پسیل گلابی در باغ مهرشهر کرچ در سال ۱۳۹۳

Table 1. Injection, spraying and number of application or injection treatments in each plot and their intervals during the growth season against pear psylla Mehrshahr orchard, Karaj in 2014

| Treatments | Trade name | Dosage (ml /tree) | Number of treatment per season | Used material /tree/season (ml) | Treatment intervals (days) |
|---------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Fertilizer Injection (FI) | Nutreeno® | 25 | 3 | 75 | 25 |
| Mix Injection (MI) | Neem Azal® EC 1% + Nutreeno® | 25+25 | 3 | 150 | 25 |
| Foliage Spraying (FS) | diazinon EC 60% | 30 | 8 | 240 | 20 |
| Control (C)** | water | | 15 | 0 | 10 |

*Mix: fertilizer + azadirachtin , ** Control (C): Foliage spraying with water

*مخلوط: کود + آزادیراکتین، ** کنترل: آب پاشی

روش نمونه برداری

نمونه برداری از چهار جهت مختلف و قسمت مرکزی درخت به شمار ده برگ از هر درخت انجام شد. در هر نمونه برداری شمار تخم، شمار پوره (سن ۱، ۲ و ۳، ۴ و ۵) و شمار حشره بالغ در هر برگ به وسیله بینوکولار بررسی و شمارش شد. از همان برگ‌های نمونه برداری شده برای تعیین درصد آلودگی برگ‌ها به عسلک استفاده شد برای این منظور درصد سطح برگ آغشته به عسلک در هر برگ ثبت شد. تاریخ آغاز نمونه برداری برگ از ۱۰ اردیبهشت ماه ۱۳۹۳ تا ۲۷ شهریورماه به مدت پنج ماه هر هفته ادامه داشت. در مجموع پانزده مرحله نمونه برداری انجام گرفت. در هنگام برداشت میوه نیز شمار ده میوه از هر درخت به صورت تصادفی نمونه برداری شد و ویژگی‌های کمی آن شامل قطر، طول و وزن میوه گلابی اندازه گیری شد. برای محاسبه درصد کارایی تخم و پوره پسپیل

گلابی از فرمول هندرسون- تیلتون استفاده شد (Marčić *et al.*, 2009). داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS 9.1.3 تجزیه و تحلیل شد و مؤثرترین تیمار بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح احتمال ۵ درصد مشخص شد.

نتایج

بر پایه نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس، میانگین شمار تخم پسپیل گلابی در هر برگ در تیمار آب پاشی بیشتر از دیگر تیمارها است و در همه طول فصل رشدی میانگین شمار تخم در تیمارهای تزریقی کمتر از سم پاشی رایج است در حالی که این میانگین‌ها بین دو تیمار تزریق کود به تنهایی و مخلوط کود و آزادیراکتین تفاوت معنی داری نداشت ولی هر دو با تیمار محلول پاشی و شاهد تفاوت معنی داری داشتند (جدول ۲).

جدول ۲. میانگین شمار تخم، پوره و میزان ترشح عسلک در هر برگ در تیمارهای مختلف و میانگین درصد کارایی محاسبه شده بر

پایه تراکم تخم و پوره پسپیل گلابی با فرمول هندرسون- تیلتون در سال ۱۳۹۳

Table 2. Mean of densities of eggs, nymphs and honeydew excretion rate of pear psylla per leaf and calculated mean efficacy percentages based on the number of psyll eggs and nymphs using Henderson –Tilton in different treatments during 2014

| Date | Treatments ** | Mean density (No. per leaf) [†] | | Mean efficacy [*] (±SE) (%) | | Honey dew [*] (%) |
|-----------|---------------|--|--------------------|--------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | Egg | Nymph | Egg | Nymph | |
| May | FI | 7.5 ^{bc} | 14.5 ^c | 61.53±79.11 ^{ab} | 75.42±4.92 ^a | 0.2 ^b |
| | MI | 5.55 ^c | 16.5 ^c | 71.53±11.97 ^a | 72.03±6.79 ^a | 5.8 ^a |
| | FS | 14.75 ^{ab} | 39.6 ^b | 24.35±9.29 ^b | 32.88±2.69 ^b | 1 ^b |
| | C | 19.55 ^a | 58.95 ^a | - | - | 2 ^b |
| June | FI | 2.5 ^b | 0.35 ^a | 89.03±2.32 ^a | 45.77±22.75 ^a | |
| | MI | 2.55 ^b | 0.0 ^a | 88.81±1.71 ^a | 100 ^a | |
| | FS | 8.3 ^b | 0.4 ^a | 63.59±12.3 ^b | 42.51±20.5 ^a | |
| | C | 22.8 ^a | 0.35 ^a | - | - | |
| July | FI | 1.4 ^c | 0.0 ^a | 90.20±3.38 ^a | 100 ^a | 9 ^a |
| | MI | 1.4 ^c | 0.0 ^a | 90.20±3 ^a | 100 ^a | 5.8 ^a |
| | FS | 4.4 ^b | 0.3 ^a | 69.23±11.72 ^b | 99.49±0.33 ^a | 9.2 ^a |
| | C | 14.3 ^a | 0.1 ^a | - | - | 10 ^a |
| August | FI | 8.86 ^b | 0.79 ^c | 81.72±3.61 ^a | 80.05±10.72 ^a | |
| | MI | 12.06 ^b | 0.13 ^c | 75.12±4.27 ^a | 96.7±3.3 ^a | |
| | FS | 49.06 ^a | 2.26 ^b | 20.96±9.27 ^b | 43.4±11.8 ^b | |
| | C | 48.52 ^a | 3.93 ^a | - | - | |
| September | FI | 1.0 ^b | 1.3 ^c | 95.49±1.88 ^a | 91.27±4.45 ^a | 11 ^{bc} |
| | MI | 1.4 ^b | 2.2 ^c | 93.69±3.05 ^a | 85.23±8.39 ^a | 9 ^c |
| | FS | 16.4 ^a | 10.7 ^b | 41.08±17.49 ^b | 28.18±4.45 ^b | 25 ^a |
| | C | 22.2 ^a | 14.9 ^a | - | - | 23 ^{ab} |

*در هر ستون، میانگین تیمارها در هر ماه با حروف مشابه اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند (دانکن ۵٪).

** تیمارها: FI (تزریق کود)، MI (تزریق مخلوط)، FS (سمپاشی دیازینون)، C (آب پاشی).

* Within columns of each month, means followed by the same letter are not significantly different (P<0.05, Duncan).

** Treatments: FI (Fertilizer Injection), MI (Mix Injection), FS (Foliage Spraying with diazinon), C (Foliage Spraying with water).

در اردیبهشت ماه داشتند و در آخر فصل نیز این تفاوت معنی دار وجود داشت در اول فصل میانگین درصد

مقایسه میانگین کارایی تیمارها نشان داد که تیمارهای تزریقی کارایی بهتری نسبت به محلول پاشی

آفت کش به تنه درخت تأثیر حشره کشی آن برای یک دوره طولانی ادامه می یابد. در روش تزریق به دلیل اینکه حشره کش به طور مستقیم وارد سامانه آوندی درخت می شود خطر آلودگی محیط زیست کاهش می یابد همچنین به خاطر نبود تماس مستقیم فرد سم پاش با آفت کش خطر آلودگی انسانی نیز کاهش می یابد و از نظر اقتصادی در ارتباط با میزان ماده مصرفی در هکتار، هزینه کارگر و امکانات و تجهیزات سم پاشی بسیار مقرون به صرفه است (Rout & Das, 2003).

این تحقیق همزمان با فعالیت نسل دوم پسیل گلابی اجرا شد و نخستین نمونه برداری در دهه اول اردیبهشت ماه انجام گرفت که زمان مبارزه با نسل اول گذشته بود، به همین دلیل در ماه اول نمونه برداری (اردیبهشت - خرداد)، تراکم تخم در همه تیمارها بیش از پنج پوره در هر برگ بود. این موضوع می تواند پایین بودن کارایی تیمارهای تزریق در اوایل فصل را توجیه کند. در ادامه نمونه برداری ها روند کاهش تخم در تیمارها مشاهده شد که می تواند ناشی از انتقال و استقرار مواد تزریقی در قسمت های مختلف گیاه باشد که توانسته پسیل گلابی را کنترل کند. این نتیجه که با نتایج دیگر محققان همخوانی دارد (Percival & Boyle, 2005; Mota-Sanchez *et al.*, 2008) نشان می دهد که اثربخشی تیمارهای تزریق طولانی تر از تیمار محلول پاشی است. بنابر مشاهده های نگارندگان و نتایج دیگر محققان (Acimovic *et al.*, 2014)، در اواخر فصل درختانی که در تیمارهای تزریق قرار داشتند طراوت و شادابی خوبی داشتند و برای حشرات بالغ پسیل گلابی جلب کننده بودند. بنابراین حشرات بالغ می توانستند روی درختان تزریقی نشسته و تخم ریزی کنند اما نمی توانستند چرخه زندگی خودشان را کامل کنند زیرا پورها پس از خروج از تخم به خاطر تغذیه از شیرۀ گیاهی آلوده به حشره کش از بین می رفتند. به همین خاطر در شهریورماه در تیمارهای تزریقی تراکم تخم پسیل گلابی نسبت به پوره در برگ بیشتر بود. البته در اواخر فصل رشد (شهریورماه) تراکم پسیل گلابی در تیمارهای محلول پاشی و شاهد بیشتر بود که ناشی از سم پاشی نکردن باغها پس از برداشت محصول است زیرا بیشتر

کارایی (تخم پسیل گلابی) در تیمارهای محلول پاشی، تزریق کود به تنهایی و تزریق مخلوط کود و آزادیراکتین به ترتیب ۲۴، ۷۱ و ۶۱ درصد و در آخر فصل به ترتیب ۴۱، ۹۵ و ۹۳ درصد بود و میانگین درصد کارایی (پوره) در اردیبهشت به ترتیب ۳۲، ۷۵ و ۷۲ درصد و در شهریورماه به ترتیب ۲۸، ۹۱ و ۸۵ درصد بود (جدول ۲).

میزان عسلک برگ درختان گلابی در تیمارهای مختلف نیز در سه دوره ارزیابی شد که تنها در آخر فصل (شهریورماه) میزان عسلک در تیمارهای تزریقی (۹-۱۱ درصد) نسبت به سم پاشی (۲۵ درصد) و آب پاشی (۲۳ درصد) کمتر بود و این اختلاف معنی دار بود به طوری که در شهریورماه در صد ترشح عسلک در آب پاشی دو برابر تیمارهای تزریق بود (جدول ۲).

همچنین بر پایه نتایج به دست آمده میانگین قطر، طول و وزن میوه گلابی، تیمارهای تزریقی بیشتر از شاهد و محلول پاشی است و این تفاوت از لحاظ آماری معنی دار است به طوری که اندازه و وزن میوه در تیمارهای تزریقی بین ۱۰ تا ۲۰ درصد نسبت به تیمار آب پاشی بیشتر بود (جدول ۳).

جدول ۳. میانگین قطر، طول و وزن گلابی در تیمارهای آزمایشی در هنگام برداشت میوه

Table 3. Mean diameter, length and weight of pear fruits in each treatment at the harvesting time

| Treatments** | Length* (mm) | Diameter* (mm) | Weight* (g) |
|--------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| FI | 10.6±0.6 ^a | 17.6±0.5 ^a | 77.2±6.18 ^{ab} |
| MI | 9.8±0.37 ^{ab} | 17.6±0.67 ^a | 81.2±6.77 ^a |
| FS | 8.4±0.5 ^c | 15.6±0.5 ^b | 62±8.39 ^{ab} |
| C | 8.4±0.24 ^c | 15±0.31 ^b | 58.4±1.93 ^b |
| df | 3,4 | 3,4 | 3,4 |
| F | 4.6* | 5.5 | 2.78* |
| CV | 12.1 | 7.8 | 21 |

* حروف مشابه در یک ستون اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند (دانکن ۵٪).

** تیمارها: FI (تزریق کود)، MI (تزریق مخلوط)، FS (سمپاشی دیازینون)، C (آب پاشی).

* Within columns, means followed by the same letter are not significantly different (P<0.05, Duncan).

** Treatments: FI (Fertilizer Injection), MI (Mix Injection), FS (Foliage Spraying with diazinon), C (Foliage Spraying with water).

بحث

امروزه در بعضی از کشورها برای کنترل شیمیایی آفات و بیماری های درختان از روش تزریق استفاده می کنند. این روش نسبت به روش سم پاشی شاخ و برگ، آفت کش کمتری مصرف می شود همچنین با یک نوبت تزریق

روش تزریق برای کنترل پسیل گلایی نخستین گزارش برای ایران است، اگرچه در جهان تحقیقات موفق در زمینه تزریق آفت‌کش‌ها (Wang *et al.*, 2002; McCullough *et al.*, 2005; Mota-Sanchez *et al.*, 2008; McKenzie *et al.*, 2013; RasouliSadaghiani *et al.*, 2002) به تنه درخت در جهت کنترل آفات و بیماری‌ها انجام شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که کودها و ترکیب‌های ارگانیک به روش می‌توانند در کنترل پسیل گلایی مؤثر باشند. تزریق محلول سم به تنه درخت به صورت جریان محلول به درون تنه تحت نیروی جاذبه زمین و یا با فشار هیدرولیک انجام می‌شود (Daccola & Wild, 2013). امروزه برای شماری از آفت‌کش‌ها فرمولاسیون‌های ویژه تزریق وجود دارد. البته در این تحقیق از روش تزریق با فشار کم و از فرمولاسیون رایج موجود در کشور (جدول ۱) استفاده شد. روش تزریق محلول با فشار کم به تنه درخت، روشی مناسب و بسیار آسان، مطمئن و مقرون‌به‌صرفه برای کاربرد آفت‌کش‌ها روی درختان بلند است که نیازی به تجهیزات ویژه ندارد، اما نیاز به تخصص، مهارت و آگاهی بیشتری در زمینه فیزیولوژی گیاه، آفت و آفت‌کش دارد (Daccola & Wild, 2013). نتایج کاربرد فرمولاسیون‌های مختلف آفت‌کش‌ها و کودها به روش تزریق نشان داد که فرمولاسیون حشره‌کش‌های سیستمیک و حتی نوع حشره‌کش می‌تواند در میزان کارایی روش تزریق مؤثر باشد، به طوری که تیمارهای تزریق حشره‌کش فلوپیرادیفورون با فرمولاسیون SL 200 بیشترین کارایی را در مقایسه با تیمار توکسام با فرمولاسیون WG250 و اسپروتترامات با فرمولاسیون SC 100 به‌عنوان حشره‌کش سیستمیک روی زنجرفرما داشتند. فرمولاسیون‌های SC و WG هنگامی که در آب رقیق می‌شوند سوسپانسیون تشکیل می‌دهند و درون سوراخ تزریق ته‌نشین شده و می‌تواند با ایجاد گرفتگی در آوندهای چوبی محل تزریق، در انتقال مواد به اندام‌های گیاهی اختلال ایجاد نمایند (Sheikhigarjan *et al.*, 2015) در این تحقیق آزادیراکتین با فرمولاسیون EC استفاده شد که در صورت استفاده از فرمولاسیون ویژه تزریق می‌توان

باغ‌های گلایی پس از برداشت محصول سم‌پاشی نمی‌شوند. بررسی ترشح عسلک در سطح برگ در آخر فصل نیز نشان داد که میزان عسلک در تیمارهای تزریقی کمتر از سم‌پاشی رایج و شاهد است و این شاخص تراکم بالای پسیل گلایی در درختان سم‌پاشی شده با دیازینون را تأیید می‌کند (جدول ۲).

پایین بودن تراکم پوره در درختان تزریقی و طولانی بودن دوره اثربخشی در روش تزریق با نتایج تزریق حشره‌کش‌ها به تنه درختان مرکبات همخوانی دارد. نتایج تزریق حشره‌کش‌ها به تنه درختان مرکبات برای کنترل آفات کنه شرقی مرکبات و مینوز برگ مرکبات نشان داده است که اثربخشی تیمارهای تزریق به مدت ۲-۳ ماه پس از تزریق در مقایسه با شاهد به‌کلی مشهود است و این نتیجه روی درختان و نهال‌های جوان در مقایسه با درختان مسن و پرشاخ و برگ بارزتر گزارش شده است (Seraj, 1999).

با آگاهی از نوع حشره‌کش و زیست‌شناسی آفات درختان می‌توان زمان و بارهای تزریق و فاصله‌های بین آن‌ها را تعیین کرد تا اثر کنترل شیمیایی به روش تزریق در طول فصل افزایش یابد. ترکیب‌های ویژه تزریق در مدت ۷-۱ روز به درون گیاه انتقال یافته و در بین دوهفته تا دومه ماه پس از تزریق به بیشترین غلظت خود در اندام‌های هوایی گیاه می‌رسند. با توجه به نوع ماده تزریقی به تدریج غلظت آن کاهش یافته و سه ماه پس از تزریق به کمترین غلظت در اندام‌های مختلف مانند برگ می‌رسد (vanWoerkom *et al.*, 2014).

کودها با تأثیر روی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه، مقاومت آن را در برابر آفات و بیماری‌ها افزایش می‌دهند (Chau & Hengo, 2005). استفاده بهینه از کودها می‌تواند شرایط نامناسبی برای آفت در گیاه ایجاد کرده و سبب مقاومت آنتی‌بیوز (Antibiosis) و یا بازدارنده تغذیه آفت از گیاه میزبان شود (Miguel & Nicolls, 2003). این تحقیق نیز نشان داد کود کامل ناترینو به‌تنهایی یا مخلوط با آزادیراکتین قادر به کنترل پسیل گلایی است که می‌تواند ناشی از مواد یا عنصرهای القاکننده مقاومت مانند پتاسیم باشد که از استقرار پسیل روی درخت‌های تزریق جلوگیری می‌کند. کاربرد آزادیراکتین و کود کامل و مخلوط آن دو به

میزان مصرف حشره‌کش را کاهش داد. یکی دیگر از محدودیت‌های این بررسی‌ها کاربرد نداشتن تیمار آزادیراکتین به‌تنهایی در کنار دیگر تیمارها برای بررسی دقیق اثر متقابل مخلوط آزادیراکتین و کود کامل است. همچنین در ماه‌های تیر و خردادماه تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای تزریقی با محلول‌پاشی و شاهد از نظر تراکم پسیل گلابی وجود نداشت که دلیل این امر محلول‌پاشی‌هایی بود که روی همه تیمارها علیه دیگر آفات (آتشک گلابی و کرم سیب) انجام گرفت. کاربرد آفت‌کش‌ها و کودها به روش تزریق، تنها محدود به ترکیب‌هایی هستند که می‌توانند در آب حل شده و در آوند چوبی حرکت کنند (Doccoła & Wild, 2013). در ایران برای مبارزه با پسیل آسیایی مرکبات از روش تزریق سموم مختلف استفاده شد و نتایج در دو سال بررسی نشان داد که دیمتوات و ایمیداکلوپراید به‌عنوان حشره‌کش‌های نفوذی و جذبی کارایی خوبی دارند (Motamedinia & Morovati, 2012). با این وجود سوراخ کردن تنه درخت می‌تواند خطر ابتلا به بیماری‌های قارچی، باکتریایی و ویروسی را تشدید کند. این دو مورد اخیر از معایب استفاده از روش تزریق کود و آفت‌کش به تنه درختان است.

سم‌پاشی رایج یا محلول‌پاشی تاج درختان در برخی شرایط آب و هوایی مانند دمای بالا، باد شدید و یا بارندگی انجام نمی‌شود، درحالی‌که در روش تزریق محدودیتی از نظر شرایط بیرونی وجود ندارد و در هر زمانی می‌تواند اعمال شود و جذب مایع در اندام‌های گیاهی در پاییز و زمستان نیز انجام می‌شود (Rout & Das, 2003). مقایسه روش تزریق و سم‌پاشی از جنبه اقتصادی نشان داد که در روش تزریق برای یک هکتار درختان گلابی در حدود ۱۲۰۰۰۰۰ تومان هزینه می‌شود، در صورتی‌که هزینه سم‌پاشی علیه پسیل گلابی در یک فصل ۲۰۰۰۰۰۰ تومان است. بنابراین از نظر اقتصادی روش تزریق مقرون‌به‌صرفه است. همچنین در روش تزریق در مرحله اول تنها یک‌بار در طول فصل سوراخی در تنه ایجاد می‌شود که زمان لازم برای سوراخ کردن هر تنه درخت ۳۰ ثانیه است مرحله بعدی ریختن محلول سم به درون سوراخ تنه درخت است که چندین نوبت می‌تواند در طول فصل انجام شود که مدت‌زمان آن

در حدود ۱۵ تا ۲۰ ثانیه به ازای هر درخت است، اما در سم‌پاشی رایج یک سم‌پاش باید دو بار در طول ردیف حرکت کند تا همه اندام‌های درخت محلول را دریافت کنند. افزون بر این اغلب اوقات در سم‌پاشی‌های معمولی خیلی از گوشه‌ها و درزه‌های درخت که می‌تواند مراکز آلودگی پس از سم‌پاشی بشود مورد اصابت سم قرار نمی‌گیرد ولی در روش تزریق این درزها و جاهای مخفی درخت، به سم آلوده می‌شوند (Rout & Das, 2003). در روش تزریق دشمنان طبیعی در معرض تماس مستقیم با سم قرار نگرفته و لذا می‌توانند آفت را کنترل کنند. در صورتی‌که در روش محلول‌پاشی دشمنان طبیعی به همراه آفت از بین می‌روند و نکته جالب‌توجه این است که در ایمیداکلوپراید تزریق‌شده به تنه درخت، غلظت حشره‌کش در میوه در مقایسه با برگ کمتر است (vanWoerkom *et al.*, 2014). بنابراین در صورت استفاده از غلظت بهینه می‌توان میزان باقی‌مانده آفت‌کش‌ها را در روش تزریق به کمتر از حد مجاز رساند.

سپاسگزاری

از مسئولان شرکت کشت و صنعت مطهری (باغ سیب مهرشهر کرج) به‌ویژه آقای مجیدی که ما را در این امر حمایت معنوی کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Acimovic, S. G., van Woerkom, A. H., Reeb, P. D., Vandervoort, C., Garavaglia, T., Cregg, B. M. & Wise, J. C. (2014). Spatial and temporal distribution of trunk-injected imidacloprid in apple tree canopy. *Pest Management Science*, 70(11), 1751-1760.
2. Alston, D. G. & Murray, M. (2007) *Pear psylla*. Retrieved March, 12, 2016, Utah State University Extension, Extension Entomology Ent-62-07: 1-4., from: <http://extension.usu.edu/files/publications/factsheet/pear-psyllas07.pdf>.
3. Altieri, M. A. (2002). Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93(1-3), 1-24.
4. Behdad, E. (1991). *Iran pests of fruit trees* (2nd Ed.), Bahman Nashr Press, Esfahan, Iran, 826 pp. (in Farsi)
5. Chau, LM, Heong, KL. (2005). Effects of organic fertilizers on insect pest and diseases of rice. *Omonrice*, 13, 26-33.
6. Docola, J. J. & Wild, P. M. (2013). Tree injection as an alternative method of insecticide application. In: *Insecticides—basic and other applications*, S. Soloneski. (Ed.), (pp. 61-78) InTech. Retrieved February, 8, 2012 from: <http://www.intechopen.com/books/insecticides-basic-and-other-applications/tree-injection-as-an-alternative-method-of-insecticide-application>.
7. Esfahani, S. (2015). *Efficacy comparison of systemic insecticides by injection and application against pistachio psylla, Agonoscaena pistaciae*. MS Thesis. Faculty of Agriculture Takestan Islamic Azad University, Qazvin, Iran. (in Farsi)
8. Gill, S., Jefferson, D. K., Rondalyn, M. R. & Raupp, M. J. (1999). Use of soil and trunk injection of systemic insecticides to control lace bug on hawthorn, *Journal of Arboriculture*, 25(1), 38-42.
9. Kocourek, F. & Stara, J. (2006). Management and control of insecticide-resistant pear psylla (*Cacopsylla pyri*). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14, 167-174.
10. Kolyaee, R., Rezvani, A. & Kamali H. (2012). *Pests of fruit crops in Iran*. Iranian Research Institute of Plant Protection Press, Tehran, Iran, 466 pp. (in Farsi)
11. Malakooti, M. (2015). *Optimizing usage of fertilizers for agricultural crops of Iran* (2nd Ed.) Mobaleghan Press, Tehran, Iran, 318 pp. (in Farsi)
12. Malaysian Agro. (2016). *Products: Nutreeno®*. Retrieved November 27, 2016, from <http://www.malaysianagro.com/nutreeno.html>.
13. Marčić, D., Ogurlić, I., Prijović, M. & Perić, P. (2009). Effectiveness of Azadirachtin (NeemAzal-T/S) in Controlling Pear Psylla (*Cacopsylla pyri*) and European Red Mite (*Panonychus ulmi*). *Pesticides and Phytomedicine*, 24, 123-131.
14. McCullough, D. G., Cappaert, D., Poland, T. M., Lewis, P. & Molongoski, J. (2005). Long-term (three-year) results of trunk injections for Emerald ash borer control in landscape ash trees. In: *Proceedings of Emerald Ash Borer Research and Technology Development Meetings*, 26-27 September, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, pp: 31-34.
15. McKenzie, N., Helson, B., Thompson, D., Otis, G., McFarlane, J., Buscarini, T. & Meating, J. (2010). Azadirachtin: an effective systemic insecticide for control of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae). *Journal of Economic Entomology*, 103(3), 708-717.
16. Miguel, A. A. & Nicholls, C. I. (2003). Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil & Tillage Research*, 72, 203-211.
17. Motamedinia, B. & Morovati, M. (2012). Study on spraying and injection of chemical compounds and commercial neem extract on Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in Baluchestan. *Plant Pests Research* Vol. 2(1), 13-19. (in Farsi)
18. Mota-Sanchez, D., Cregg, B. M., McCullough, D. G., Poland, T. M. & Hollingworth, R. M. (2008). Distribution of trunk-injected 14C-imidacloprid in ash trees and effects on emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae) adults. *Crop Protection*, 28, 655-661.
19. Percival, G. C. & Boyle, S. (2005). Evaluation of microcapsule trunk injections for the control of apple scab and powdery mildew. *Annals of Applied Biology*, 147, 119-127.
20. RasouliSadaghiani, M. H., Malakouti, M. J. & Samar, S. M. (2002). The effectiveness of different application methods of zinc sulfate on nutritional conditions of apple in calcareous soils of Iran. In *Proceedings of 17th World Congress Soil Science*. 14-21 August, Bangkok, Thailand, pp. 1-6.
21. Rout, G. & Das, R. P. (2003). Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: I. Zinc. *Agronomics*, 23, 3-11.
22. Schulte, M. J., Martin, K. & Sauerborn, J. (2006). Effects of azadirachtin injection in litchi trees (*Litchi chinensis* Sonn.) on the litchi stink bug (*Tessaratoma papillosa* Drury) in northern Thailand. *Journal of Pest Science*, 79, 241-250.
23. Seraj, A. A. (1999). Injection of insecticides into tree trunk: a new method for control of citrus pests. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 30(1), 121-127. (in Farsi)

24. Sheikharjan, A., Najafi, H., Abbasi, S. Saberfar, F., Rashid, M. & Moradi, M. (2015). *The chemical and organic pesticide guide of Iran 2016*. Ketab Paytakht Press, Tehran, Iran, 412 pp. (in Farsi)
25. Sheikharjan, A., Mokhtaian, A., Arbabtafti, R., Mohamadipour, A. & Alavi, M. (2015). *Efficacy of insecticides injection against Dubas Bug, Ommatissus lybicus Bergerin*. In: Proceedings of the 2nd Conference and Festival of Iran's date. 16-17 Sep. University of Bam. Bam, Iran. (in Farsi)
26. Shigo, A. L. (1989). *New tree biology: facts, photos, and philosophies on trees and their problems and proper care* (2nd Ed.). Shigo and Trees, Associates. Durham, NH., 618 pp.
27. van Woerkom, A. H., Aćimović, S. G., Sundin, G. W., Cregg, B. M., Mota-Sanchez, D., Vandervoort, C. & Wise, J. C. (2014). Trunk injection: An alternative technique for pesticide delivery in apples. *Crop Protection*, 65, 173-185.
28. Wang, B., Gao, R., McLane, W. H., Cowan, D. M., Mastro, V. C., Reardon, R. C., Poland, T. M. & Haack, R. A. (2002). *Evaluation of insecticides for controlling the Asian longhorned beetle, Anoplophora glabripennis-a synthesis presentation*. Proceedings, U.S. Department of Agriculture Interagency Research Forum, GTR-NE-300., pp. 97-99.