بررسی تاثیر کنترل شیمیایی سوسک برگ‌خوار نارون، *Xanthogaleruca luetla*، به روش تزریق به تنه درخت

مهسا کیارسی*[۱]، عباس ارباب[۲] ، عزیز شیخی گرجان[۳]، مرتضی مرادی[۴]، علی محمدی پور[۵]

۱. فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد رشته حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تاکستان، ایران. ۲. دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی تاکستان، ایران. ۳. بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.۴. فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد کشاورزی، شرکت پرتونار، تهران، ایران ۵. بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۶ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۱۴

چکیده

سوسک برگ‌خوار نارون، *Xanthogaleruca luetla* Mull یکی از آفات مهم درختان نارون می‌باشد. برای ارزیابی دو روش کنترل شیمیایی (محلول‌پاشی و تزریق) بر روی درختان نارون مطالعه‌ای در منطقه ۲۲ تهران در سال ۱۳۹۳ انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار و ۱۳ تیمار طراحی گردید. تیمارهای آزمایش شامل تزریق ایمیداکلوپراید SC 35% (۶، ۱۲ و ۱۸ گرم فرموله بر درخت)، اکسی دی متون متیل EC 25% (۶ و ۱۲ گرم فرموله بر درخت)، آزادیراختین EC 0.03% (۶ و ۱۲ گرم فرموله بر درخت)، هگزافلومورون EC10% (۶ و ۱۲ گرم فرموله بر درخت)، فنوکسی کارب و لوفنورون (لوفوکس EC 10.5%) (۶ و ۱۲ گرم فرموله بر درخت) و شاهد (آب) و محلول پاشی با دیازینون EC60% با غلظت ۲ میلی لیتر در لیتر بود. نمونه‌برداری ۱۴ نوبت تا اواخر فصل تابستان ادامه داشت. نتایج نشان داد که میانگین درصد کارایی تیمارهای تزریق ایمیداکلوپراید (۸۳ درصد) و لوفوکس (۹۱درصد) در غلظت بالا مشابه تیمار سمپاشی با دیازینون (۸۴/۲۵ درصد) بودند. همه آنها باهم در یک گروه قرارگرفتند و درصد کارایی تیمارهای تزریق آزادیراختین (۵۱ درصد)، هگزافلومورون (۳۳ درصد) و اکسی دی متون متیل (۲۳درصد) کمتر از آنها بودند. بررسی درصد خسارت در سطح برگ‌های نمونه‌برداری شده و رنگ ظاهری تاج درخت نشان داد که درختانی که با حشره‌کش‌های لوفوکس و ایمیداکلوپراید (۳/۲۵ درصد) کمترین درصد خسارت را دارند درحالیکه تیمارهای شاهد (۵۵ درصد) و آزادیراختین (۶۵ درصد) بیشترین درصد خسارت سوسک برگخوار نارون را دارند. بنابراین در قسمت‌های مرکزی شهرها و جاهایی که خطر آلودگی ناشی از سمپاشی بالا است و یا تاج درخت نسبتا بزرگ است می‌توان از حشره‌کش‌های ایمیداکلوپراید و لوفوکس به روش تزریق استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: پاشش، تزریق، تنظیم‌کننده رشد حشرات، فنوکسی‌کارب، لوفنورون.

* **مسئول مکاتبات:** مهسا کیارسی، mahsa.kiarasy@gmail.com

مقدمه

کاربرد حشره‌کش‌ها در کنترل حشرات زیان‌آور فضای سبز، یکی از مهمترین راهکارهای مدیریت آن‌ها می‌باشد. هرچند گزارش مستندی از میزان دقیق مصرف حشره‌کش‌ها در فضای سبز شهری در ایران دردسترس نیست ولی آمارهای موجود به نقل از ارباب و همکاران نشان می‌دهد که در شهرهای بزرگ سالانه بیش از ۲۰ هزار لیتر حشره‌کش برای این منظور استفاده می‌شود (Arbab *et al.*, 2008). درختان نارون (*Ulmus* spp.) خصوصا نارون چتری (*U. minor*) از جمله درختان پهن‌برگی هستند که با توجه به فرم تاج و سازگاربودن در برابر شرایط نامساعد شهری (کم آبی، آلودگی هوا و کم بودن عمق خاک) یکی از رایج‌ترین گونه‌های مورد استفاده در فضای سبز شهری می‌باشند. بر طبق گزارش ارباب و همکاران ۳۰ درصد از درختان غیر مثمر شهری را نارون شامل می‌شود (Arbab *et al.*, 2008). در ایران این درختان مورد حمله بیش از ۸۰ گونه از حشرات و کنه‌های خسارت زا قرار می‌گیرند که در میان آنها سوسک برگخوار نارون *luteola xanthogaleruca* (Coleoptera: Chrysomelide) از اهمیت بیشتری برخوردار است (Arbab *et al.*, 2003, Soudi *et al.*, 2011). این حشره در سال ۴-۳ نسل ایجاد کرده و از برگ‌های درختان نارون تغذیه می‌کند. کاهش سبزینه‌ی برگ موجب کاهش سطح فتوسنتزکننده درختان شده و علاوه برآنکه موجب بد منظره‌شدن تاج درختان، کاهش کیفیت چوب، کاهش مقاومت درختان در برابر تنش‌های محیطی و کاهش طول عمر آن‌ها نیز می‌گردد (Arbab *et al.*, 2003; Hatami *et al.*, 2011). روش رایج مبارزه شیمیایی با این آفت محلول‌پاشی تاج درخت با استفاده از حشره کش‌های تماسی-گوارشی مانند دیازینون، فوزالون، دیفلوبنزورون و تفلوبنزورون می‌باشد. محلول‌پاشی درختان دارای محدودیت زمانی و مکانی بوده و برای موجودات غیرهدف از جمله انسان، پرندگان و حشرات مفید دارای آثار سوئی می‌باشد (Raupp *et al.*, 2001).

تزریق آفت‌کش به تنه درختان روش نسبتا جدیدی است که در آن مقدار سم مصرفی نسبت به محلول پاشی حداقل ۱۰ برابر کمتر است. کاهش هدرروی سم و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی از مزایای روش تزریق می‌باشد (Mota-Sanchez *et al.*, 2009). با تزریق ۰/۵ میلی لیتر آبامکتین (۲٪ ماده موثره) در تنه‌ی درختان نارون سیبریایی (*U. pumila*) توانسته‌اند تا ۳ ماه این درختان را از خسارت سوسک برگ‌خوار نارون مصون بدارند (Harrell and Pierce, 1994) نتایج تزریق حشره‌کش سیستمیک اکسی دی متون متیل به درختان لیموترش جهت کنترل مینوز برگ مرکبات نشان می‌دهد این حشره‌کش تا ۳ ماه می‌تواند کارایی داشته باشد (Seraj, 1998). استفاده از حشره‌کش ایمیداکلوپراید به روش تزریق توانست خسارت ناشی از شته نارون و شته گالزای نارون را کاهش دهد (Hatami *et al.*, 2011). همچنین تزریق ایمیداکلوپراید به درختان اکالیپتوس می‌تواند جمعیت سن *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero et Dellape (Hemiptera: Thaumastocoridae) را کاهش دهد (Noack *et al.*, 2009). تزریق ایمیداکلوپراید به تنه درختان زبان گنجشک علیه سوسک چوب‌خوار *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) قادر به کاهش جمعیت آفت مورد نظر بود (Mota Sanchez *et al.*, 2009). در تحقیقی که توسط Mckenxzie *et al.* (2010) برای بررسی اثر بخشی تزریق آزادیراختین برای کنترل سوسک چوب‌خوار *A. planipennis* انجام داد، روش تزریق آزادیراختین بهتر از روش محلول‌پاشی توصیه کرد.

این تحقیق با هدف ارزیابی حشره‌کش‌های موثر به روش تزریق به تنه درخت نارون انجام شد تا مقدار دز موثر و کارایی هریک از حشره‌کش‌های تزریق شده به تنه مشخص و با روش رایج محلول‌پاشی مقایسه گردد و موثرترین حشره‌کش‌ها به روش تزریق روی سوسک برگ‌خوار نارون مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در فصل بهار سال ۱۳۹۳ بر روی درختان نارون چتری با ارتفاع تقریبی ۲/۵-۲ متر و سن ۴۰-۳۵ سال با قطر تنه ۱۶-۱۰ سانتی متر در تعدادی از خیابان‌های منطقه ۲۲ تهران انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۳ تیمار و ۴ تکرار انجام شد و هرکرت آزمایشی شامل ۳ درخت بود و هر خیابان به عنوان یک بلوک درنظر گرفته شد. در اوایل فصل درختان هر تیمار به وسیله اسپری سفید رنگ علامت‌گذاری شدند.

حشره‌کش‌های مورد آزمایش شامل ایمیداکلوپراید (SC 35%، شرکت پرتونار، ایران، از گروه ایراک 4A) اکسی دیمتون متیل (EC25% شرکت پرتونار، ایران، از گروه ایراک 1B)، آزادیراختین (EC0.03%، شرکت نیکو، هند، از گروه ایراک UN)، هگزافلومورون (EC10%، شرکت گل‌سم، ایران، از گروه ایراک 15)، فنوکسی کارب + لوفنورون (لوفوکس EC 10.5%، شرکت سینجنتا، سویس، از گروه ایراک 15+7B) و دیازینون (EC60% ، شرکت پرتونار، ایران، از گروه ایراک 1B) که توضیحات کامل در جدول ۱ ارائه شده است.

روش تزریق

با استفاده از مته (با قطر ۲۰ میلی متر) سوراخ‌هایی به عمق ۱۵ سانتی‌متر روی تنه درخت در ارتفاع ۵۰ سانتی متری از سطح زمین ایجاد گردید برای تزریق حشره‌کش‌ها به تنه درخت از فرمولاسیون تجاری حشره‌کش‌ها استفاده شد. برای این منظور ابتدا حشره کش‌ها با ۵۰٪ آب رقیق شده و سپس به داخل تنه تزریق گردید مقدار تزریق در هرسوراخ ۴۰-۳۰ میلی لیتر بود تزریق بسته به مقدار حشره‌کش در تیمار در یک تا سه مرحله انجام شد. اولین مرحله تزریق در تاریخ ۱۴ اردیبهشت ۱۳۹۳) مرحله‌ی دوم، یک هفته بعد از اولین تزریق (۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۳) و سومین مرحله تزریق در چهارم خردادماه همان سال بود. مقدار حشره‌کش مصرفی در هر تزریق در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- فهرست تیمارحشره‌کش‌های مورد آزمایش و مقدار مصرف آنها بر اساس فرمولاسیون و ماده موثره به ازای هر درخت در روش تزریق به تنه و سم‌پاشی شاخ و برگ.

Table 1. Treatments and tested insecticides and their dose based on the formulation and active ingredient per tree in the chemical control treatments by trunk injection and foliage application.

Method of treatments	Treatments (Formulation a.i.%)	formulated insecticide (ml/tree)	Active ingredient (g/tree)	Mode of action (Classification of IRAC)
Trunk Injection	Imidacloprid (SC 35%)	6	2.1	Nicotinic acetylcholine receptor agonists(4A)
	Imidacloprid (SC 35%)	12	4.2	
	Imidacloprid (SC 35%)	18	6.3	
	Oxydemeton-methyl (EC 25%)	6	1.5	Acetylcholinesterase inhibitors(1B)
	Oxydemeton-methyl (EC 25%)	12	3	
	Azadirachtin (EC 0.03 %)	6	0.0018	Uncertain mode of action (UN)
	Azadirachtin (EC 0.03 %)	12	0.0036	
	Hexaflumuron (EC 10%)	6	0.6	Inhibitors of

	Hexaflumuron (EC 10%)	12	1.2	chitinbiosynthesis(15)
	Fenoxycarb and lufenuron1 (EC 10.5%)	6	0.6	Juvenil Hormon Mimic(7B) and Inhibitors of chitinbiosynthesis(15)
	fenoxycarb and lufenuron (EC 10.5%)	12	1.26	
	Control (Water)	12	12	
Foliage application	Diazinon2 (EC 60%)	20	12	Acetylcholinesterase Inhibitors(1B)

1. Lufox®
2. concentration of 2ml/L (10 liters per tree) with two times with 30-day interval

روش نمونه‌برداری

در هر نوبت نمونه‌برداری از ۴ جهت جغرافیایی درخت جمعا ۴۰ برگ برداشت شد تعداد تخم، لارو و حشرات کامل موجود در ۴۰ برگ بررسی و شمارش گردید. اولین نمونه‌برداری در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۳ و آخرین نمونه‌برداری در ۲۹ شهریور) انجام شد. نمونه‌برداری به مدت ۴ ماه تا پایان فصل تابستان انجام شد. همچنین در پایان فصل همه درختان تیمارشده براساس درصد سفید شدن سطح برگ‌های نمونه برداری شده، درصد خسارت ظاهری تاج درخت به صورت مشاهده‌ای ثبت شدند (Dreistadt *et al.*, 1991). برای محاسبه درصد کارایی تیمارها ازفرمول هندرسون-تیلتون استفاده شد و در بعضی از داده‌هایی که نرمال نبودند پس از تبدیل داده ($\log_{10}$+0.5) با استفاده از نرم افزار SAS 9.0 تجزیه و تحلیل شد موثرترین تیمارها براساس مقایسه میانگین تیمارها با استفاده آزمون حداقل اختلاف (LSD) با سطح احتمال ۵ درصد مشخص گردید.

نتایج

نمونه‌برداری از مراحل مختلف رشدی سوسک برگ‌خوار نارون و درصد خسارت نشان داد که محلول پاشی با دیازینون و تزریق حشره‌کش‌های ایمیداکلوپراید، لوفوکس در غلظت‌های بالا مؤثرترین تیمار در کنترل شیمیایی سوسک برگ‌خوار نارون می‌باشد.

براساس میانگین تخم‌های جمع‌آوری شده در ۱۴ نوبت نمونه‌برداری بعد از تیمار می‌توان گفت تیمارهای تزریق ایمیداکلوپراید (در هر سه غلظت) (۲۶-۲۰ تخم بر درخت) لوفوکس (۲۳/۷۵ تخم بر درخت) و تیمار سمپاشی با دیازینون (۲۱/۲۵ تخم بر درخت) در یک گروه قرار گرفتند و با شاهد (۸۰/۵ تخم بردرخت) و تیمارهای تزریق آزادیراختین (۱۲۰ تخم بر درخت) اختلاف معنی‌داری داشتند ($df_{12,36}$ F=3.13, Pr=0.003, CV=16.18) در این میان تیمار تزریق ایمیداکلوپراید در غلظت بالا، کمترین(۲۰/۲۵ تخم بردرخت) و تیمار شاهد و آزادیراختین بیشترین تعداد تخم داشتند. اگرچه بررسی آماری میانگین تعداد تخم ها نشان داد که تیمارهای تزریق سه حشره‌کش اکسی دی متون متیل، آزادیراختین، هگزافلومورن در هر دو غلظت اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند (جدول ۲).

بررسی تیمارها از لحاظ میانگین تعداد لارو سن ۱ و ۲ جمع‌آوری شده نشان داد که هر سه تیمار تزریق ایمیداکلوپراید و لوفوکس در غلظت بالا اختلاف معنی داری با محلول‌پاشی با دیازینون نداشتند و کمترین تعداد لارو سن ۱و۲ داشتند و همچنین تیمارهای شاهد و آزادیراختین بیشترین تعداد لارو را داشتند ($df_{12,36}$ F=4.37, Pr=0.003, CV=10.1). ادامه بررسی تیمارها از لحاظ تراکم لارو سنین بالا ($df_{12,36}$ F=1.3, Pr=0.25, CV=7.2) و تراکم حشرات بالغ سوسک برگ‌خوار نارون نشان داد که بین تیمارها اختلاف

آماری معنی‌داری وجود ندارد ($df_{12,36}$ F=1.19, Pr=0.32, CV=7.1) اگرچه تیمار لوفوکس کمترین و تیمار اکسی دی متون متیل بیشترین تراکم لارو سن ۴ سوسک برگ‌خوار نارون داشتند و تیمار تزریق ایمیداکلوپراید در غلظت ۶ و۱۸ گرم به ازای درخت بیشترین و کمترین تراکم حشرات بالغ سوسک نارون را داشتند (جدول ۲).

بررسی درصد کارایی تیمارها مشخص کرد که تیمارهای تزریق در غلظت بالا با ایمیداکلوپراید (۷۳/۵ ٪) و لوفوکس (۹۱/۵ ٪) و محلول پاشی با دیازینون درصد کارایی بالای ۷۰٪ داشتند در حالیکه تیمار اکسی دی متون متیل با ۲۳٪ کمترین کارایی را داشتند ($df_{11,33}$ F=4.41, Pr=0.001, CV=30). آنچه مسلم است در میان تیمارهای تزریق حشره‌کش هگزافلومورون، آزادیراختین و اکسی دی متون میتل درصد کارایی‌شان کمتر از ۵۰٪ است (جدول ۲).

جدول۲- میانگین تعداد تخم، لارو وحشره کامل سوسک برگ‌خوار نارون در هر درخت و کارایی هریک از تیمارهای کنترل شیمیایی در ۱۴ نوبت نمونه‌برداری و مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار.

Table 2. Mean number of eggs, larvae and adults of elm leaf beetle per tree and mean efficacy in each treatments of chemical control in 14 sampling times and comparison of means by least significant difference (LSD).

Treatments (ml formulated/tree)	**Mean Number per tree in 14 sampling times**				**Efficacy (%)**
	Eggs	**Larve (1&2 instar)**	**Larvae (3,4 instars)**	**adults**	
Imidacloprid (6)	22.25±3.35abc1	3.5±0.5 def	0.25±0.25	3.5±1.25	69±10abcd
Imidacloprid (12)	26.75±18.8 de	5.75±0.25 cdef	4.25±2.83	3±2.67	62±15bcde
Imidacloprid (18)	20.25±10 e	2.75±1.3 ef	1.25±0.9	0	83.5±10.9ab
Oxydemeton-methyl (6)	48.5±15.6 abcd	9.75±4.1 bcde	2.25±1	2.25±1.6	73.5±6.33abc
Oxydemeton-methyl (12)	65.25±25.5 abc	12.75±0.47abc	4±1.4 a	3±2.12	23.5±7.1f
Azadirachtin (6)	120±24.4 a	19.75±5.15 a	3.25±0.47	2±1.15	41.25±6.8def
Azadirachtin(12)	48.75±10 abcd	14.25±5.92 abc	3±2.12	1.25±0.75	51.25±13.4cdef
Hexaflumuron(6)	61.75±22.4abc	10.75±3 abcd	1.75±0.75	0	49.5±17.6cdef
Hexaflumuron (12)	55.5±7.5 abc	14.5±3.5abc	2.25±1.1	0.5±0.5	33.25±ef
Fenoxycarb and lufenuron (6)	48±16.7bcd	4.75±2.2def	1.75±1.75	0.25±0.25	70.5±17.5abcd
Fenoxycarb and lufenuron (12)	23.75±8.5cde	2.25±1.3 f	0	0.5±0.5	91.5±4.7a
Control water application	80.5±13.5 ab	16.5±5.75ab	3.25±0.85	2±0.4	-
Diazinon foliage application	21.25±4.25cde	2±0.4 f	1±0.4	1±0.4	84.25±2.7ab

1. Means with the same letter are not significantly different

درصد خسارت سوسک برگ‌خوار بر اساس برگ‌های نمونه‌برداری نیز نشان داد که تیمار شاهد (۸/۱درصد) و تزریق ایمیداکلوپراید (۰/۷ ٪) به ترتیب بیشترین و کمترین درصد خسارت را دارند و این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار است ($df_{12,36}$ F=4.76, Pr=0.0001, CV=4.8) همچنین درجه‌بندی درختان نارون تیمار شده از لحاظ خسارت کلی براساس مشاهده چشمی نشان داد که درختانی که با حشره‌کش‌های لوفوکس و ایمیداکلوپراید (۳/۲۵ درصد) تیمار شده اندکمترین درصد خسارت را دارند درحالیکه و تیمار های شاهد (۵۵ درصد) و آزادیراختین (۶۵ درصد) بیشترین درصد خسارت سوسک برگ‌خوار نارون داشتند ($df_{12,36}$ F=12.86, Pr=0.001, CV=10) (جدول ۳).

جدول۳- میانگین درصد خسارت سوسک برگخوار در برگ‌های نمونه برداری شده در ۱۴ نوبت نمونه برداری و در پوشش سبزینه تاج درختان در هر یک از تیمارهای کنترل شیمیایی ومقایسه میانگین‌ها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار.

Table 3. Mean damage of Elm Leaf Beetle on sampled Elm leaves in 14 sampling times and on canopy of elm Tree in each treatment of chemical control and comparision means by Least Significant Difference (LSD).

Treatments (ml formulated/tree)	Mean Damage (%)	
	sampled leaves	Tree (over view)
Imidacloprid (6)	0.77±0.1 f	6±3.1e
Imidacloprid (12)	1.69±0.8 def	4±1.68 e
Imidacloprid (18)	1.95±0.8 cdef	3.25±2.28 e
Oxydemeton-methyl (6)	4.44±1.5 b	35.75±5.75 abcd
Oxydemeton-methyl (12)	3.1±0.48 bcde	47.5±11.9 abc
Azadirachtin (6)	4.2±1.3 bc	65±9.7 a
Azadirachtin(12)	2.3±0.38 bcdef	65±17 ab
Hexaflumuron(6)	2.1±1.1bcdf	32.5±10.5 dc
Hexaflumuron (12)	2.28±0.68bcdf	35±12 bcd
lufenuron (6)& Fenoxycarb	0.94±0.25 f	36.25±8.9 bcd
Fenoxycarb and lufenuron (12)	0.98±0.11 ef	24.5±12.12 d
Control water application	8.1±2.9 a	55±6.4 abc
Diazinon foliage application	3.75±1.79 bc	2.5±1.04 e

1. Means with the same letter are not significantly different

بحث

تزریق حشره‌کش‌ها به تنه درختان نارون به عنوان یکی از روش‌های کنترل شیمیایی می‌تواند میزان خسارت ناشی از سوسک برگ‌خوار نارون را کاهش دهد. تزریق حشره‌کش‌های ایمیداکلوپراید و لوفوکس به تنه درخت نارون به اندازه محلول‌پاشی با دیازینون کارایی داشت. در میان پنج حشره‌کش مورد بررسی حشره‌کش‌های آزادیراختین، اکسی دی متون متیل و هگزافلومرون در هر دو غلظت قادر به کنترل سوسک برگ‌خوار نارون نبودند.

بررسی محققان نشان داده است که انتقال ایمیداکلوپراید در گیاهان عمدتا از طریق آوند چوبی انجام می‌شود (Harrel, 2006) وجود این ویژگی‌های فوق میتواند کارایی بالای حشره‌کش ایمیداکلوپراید به روش تزریق توجیه نماید. در بررسی اثر سه حشره‌کش سیستمیک متداول ایمیداکلوپراید، دیمتوات و استامی‌پراید علیه زنجرک درخت انبه به روش تزریق به تنه و محلول‌پاشی گزارش شد که تیمارهای محلول‌پاشی در هفته اول پس از تیمار اثربخشی بهتری نسبت به تزریق برخوردار بوده اما

تیمارهای تزریق از هفته دوم به اندازه تیمار سم‌پاشی تاثیرگذار بود. تزریق حشره‌کش می‌تواند اثر حشره-کشی تا چهار هفته پس از تیمار حفظ کند. حشره‌کش-های ایمیداکلوپراید و دیمتوات در مقایسه با استامی-پراید در کنترل آفت موثرتر بودند. مصرف ایمیداکلوپراید به صورت تزریق در تنه درخت یک هفته قبل از شروع تفریخ تخم زنجرک انبه می‌تواند جمعیت آفت را به شکل قابل قبولی کنترل نموده و مانع از پراکنش حشره‌کش در محیط و صدمه به حشرات مفید و کاربران گردد (Morshedi, 2011). در ویکتوریا و منطقه نیووانز آمریکا، تزریق حشره‌کش ایمیدا کلوپراید ۵ میلی لیتر به ازای ۱۰سانتی‌متر از قطر درخت نارون بالاترین تأثیر را در کنترل حشره بالغ سوسک نارون و لاروها داشتند (Lawton, 2010) در مطالعه حاضر نیز در میان سه غلظت ایمیداکلوپراید، غلظت ۶/۲ گرم ماده موثره بردرخت کارایی قابل قبولی داشت(۸۳٪). میانگین قطر درخت‌های تزریق ۳± ۱۶سانتی‌متر بود که می‌تواند درصد کارایی پایین غلظت‌های پایین حشره‌کش‌ها را توجیه نماید تحقیقات Pena and Carillo (2012) نشان داد که تزریق ایمیداکلوپراید به تنه درختان آووکادو توانست به طور معنی‌داری سبب کاهش خسارت ناشی از *xyleborus glabratus* شود. محققان گزارش کردند که سم ایمیداکلوپراید در دو روش تزریق تنه و تزریق خاک تاثیر بسیار بالایی را در کنترل لاروهای سن اول سوسک چوب‌خوار سارتا در اصفهان داشته است (Hatami and Khajeali., 2006). تزریق ایمیداکلوپراید به تنه درختان ولیک[1] توانست به طور معنی‌داری از آسیب برگ‌های درختان توسط *Corythucha cydoniae* جلوگیری کند (Gill *et al.*, 1999). نتایج حاصل ازایمیداکلوپراید در تحقیق حاضر نیز ضمن تایید نتایج دیگر محققان بیان می‌کندکه ایمیداکلوپراید می‌تواند یکی ازحشره‌کش‌های موثربه روش تزریق در کنترل سوسک برگ‌خوار نارون باشد.

فنوکسی‌کارب موجود در لوفوکس سبب اختلال در عملکرد سلولی و مرگ جنین آفت در درون تخم می‌شود. لوفنورون موجود در لوفوکس با جلوگیری از سنتز کیتین در لاروها موجب اختلال در تشکیل کوتیکول و پوست‌اندازی لاروها شده که در نهایت مرگ لاروها را درپی دارد. هم‌چنین حشرات بالغ پس از تماس با لوفوکس عقیم شده یا تخم‌های نابارور تولید می‌کنند پایین بودن میانگین تعداد تخم در تیمار لوفوکس میتواند ناشی از اثر عقیم‌کنندگی فنوکسی کارب و لوفنورون و با اثر رجحان حشرات ماده برای تخم‌ریزی باشد (Charmillot *et al.*, 2006).
هگزافلومورن یک ترکیب تخم‌کش و لاروکش است که اثر لاروکشی آن از طریق گوارشی می‌باشد مهم‌ترین و بارزترین عمل هگزافلومورن جلوگیری از پوست‌اندازی حشره در مراحل لاروی است. لاروهایی که تحت تاثیر هگزافلومورن قرار می‌گیرند، پوست‌اندازی نکرده و تلف می‌شوند. در اثر استفاده از این ترکیب، تغذیه لارو متوقف شده و از تبدیل لارو به شفیره و نهایتا حشره بالغ جلوگیری می‌گردد و در نتیجه میزان خسارت کاهش می‌یابد. هگزافلومورن در کاهش جفت‌گیری و تخم‌ریزی حشرات بالغ نیز موثر می‌باشد (Arzhangi, 2012). مقایسه نتایج حاصل از تیمار هگزا فلومرون و لوفوکس نشان می‌دهد که تزریق لوفوکس کارایی بهتری نسبت به حشره‌کش هگزافلومورن داشت. با توجه به اینکه حلالیت لوفنورون در آب (۰/۴۶ میلی گرم بر لیتر) و فنوکسی کارب(۷/۹ میلی گرم بر لیتر) چند برابر هگزافلومرون (۰/۰۲۷ میلی گرم بر لیتر) است. همچنین بررسی‌ها نشان داده است که پایداری لوفنورون در بافت گیاه سه برابر هگزافلومرون است و همین ویژگی‌ها انتقال لوفوکس را در آوندهای

1- HAWTHORN

چوب به تاج درخت امکان‌پذیر کرده و موجب افزایش کارایی حشره‌کش لوفوکس در درخت نارون می‌شود (Sheikhigarjan *et al.*, 2017).

در بهار سال ۱۳۷۷ تحقیقی به منظور ارزیابی تزریق سم متاسیستوکس داخل تنه درختان لیموترش ۱، ۵ و ۲۰ ساله انجام شد. طبق مشاهدات انجام شده یک هفته پس از تزریق، میانگین درصد سطح آلودگی برگ‌های لیموترش به مینوز برگ مرکبات در تیمار مورد تزریق به ترتیب جوان‌بودن درخت ۴، ۳/۵ و ۶/۲ درصد و تیمار شاهد ۴۵، ۴۳ و ۳۵ درصد بود و میانگین تعداد کنه شرقی مرکبات[1] و میانگین تعداد شپشک آرد آلود درختان در تیمار شده به روش تزریق صفر بود. تاثیر سم در کنترل آفات مذکور تا ۳ ماه پس از تزریق در مقایسه با شاهد کاملا مشهود بود (Seraj, 1998) اما درتحقیق حاضر تیمار تزریق اکسی دی متون متیل در هر دو غلظت درصد کارایی کمتری نسبت به تیمارهای تزریق ایمیداکلوپراید و لوفوکس داشت و ثابت کرد اکسی دی متون متیل سیستمیک بوده می‌تواند در آوندها گیاهی حرکت کند اما این حشره‌کش مخصوص آفات مکنده بوده و برای آفت جونده مانند سوسک برگ‌خوار ناورن از کارایی خوبی برخوردار نیست (Sheikhigarjan *et al.*, 2017).

حشره‌کش آزادیراکتین روی لارو سوسک برگ‌خوار نارون خاصیت سمی بالایی دارد (Valizadeh *et al.*, 2013) در عین حال دارای اثر دورکنندگی و نیز ضد تغذیه‌ایی است (Koul, 2006; Pavel *et al.*, 2010) همچنین آزادیراکتین می‌تواند طول دوره لاروی را افزایش دهد (Senthil Nathan, 2006) و در بعضی از واکنش‌های متابولیسمی آفت، اختلال ایجاد کند (Valizadeh *et al.*, 2013). در تحقیق حاضر نشان داد که خاصیت حشره‌کشی آزادیراکتین و سایر ویژگی‌های آن (مانند اثر ضد تغذیه‌ای) به روش تزریق کمتر از سایر حشره‌کش‌ها است. همچنین میانگین درصد خسارت در برگ‌های نمونه‌برداری شده و تاج درخت در روش تزریق آزادیراکتین به تنه درخت نارون بیشتر از سایر تیمارها است. بنابراین کاربرد آزادیراکتین به روش تزریق در کنترل سوسک برگ‌خوار نارون موثر نیست. مناسب نبودن فرمولاسیون آزادیراختین یکی از عواملی است که می‌تواند در عدم کارایی موثر باشد در این تحقیق از فرمولاسیون آماده آزادیراکتین با نام تجاری نیکونیم EC 0.03% استفاده شد که ممکن است برای انتقال آزادیراکتین در آوندهای درخت نارون مناسب نباشد. ساخت فرمولاسیون‌های محلول درآب می‌تواند در افزایش کارایی کنترل شیمیایی به روش تزریق موثر باشد. در بررسی کارایی محلول‌پاشی و تزریق به تنه با عصاره گیاهی چریش علیه پسیل آسیایی مرکبات، مشخص شد که در صد کارایی روش محلول‌پاشی بیشتر از روش تزریق است و اغلب تیمارهای تزریق درصد کارایی کمتر از ۲۰ درصد داشتند (Motamedinia and Morovati, 2002).

به طورکلی در نمونه‌برداری‌ها، درختان شاهد بالاترین میزان خسارت و تراکم لارو و تخم سوسک برگ‌خوار نارون را به خود اختصاص دادند. استفاده از حشره‌کش‌ها به روش تزریق اگرچه یک روش موثر برای کنترل آفات مکنده است اما می‌تواند به صورت محدود برای تعدادی از آفات جونده نیز موثر است. در بین حشره‌کش‌های مورد بررسی، ایمیداکلوپراید و لوفوکس در غلظت بالا کارایی بهتری نسبت به بقیه تیمارهای تزریق داشتند. بنابراین می‌توان برای کنترل سوسک برگ‌خوار نارون در قسمت‌های مرکزی شهرها که تراکم جمعیت انسانی زیاد است، خطر آلودگی ناشی از سم‌پاشی بالا است و یا تاج درخت نسبتا بزرگ است ایمیداکلوپراید و لوفوکس را به

1 - *Eutetramychus orientalis* klein

روش تزریق توصیه کرد. با توجه به اینکه هرساله تعداد زیادی از حشره‌کش‌های جدید با فرمولاسیون‌های جدید در دنیا معرفی می‌شوند که نیاز است این حشره‌کش‌ها به روش تزریق ارزیابی و بررسی شوند. نکته آخر این که کنترل شیمیایی به روش تزریق یک روش کاملا تخصصی است و باید توسط افرادکارشناس که اطلاعات لازم در زمینه فیزیولوژی گیاهی دارند وتجربه کافی در مته زنی درخت زنده و حتی دز مصرفی و زمان تزریق دارند انجام شود. نداشتن آگاهی و تجربه دراین زمینه می تواند سبب خشک شدن درختان چندساله شود. بنابراین توصیه می‌شود تزریق آفت‌کش‌ها و کودها برای درختان و نخلستان‌ها باید توسط کارشناسان متخصص انجام شود همچنان‌که امروزه تزریق آمپول آنتی‌بیوتیک به انسان زیر نظر پرستار یا پزشک انجام می‌شود.

سپاسگزاری

نگارندگان این مقاله از تمام همکاران بخش فضای سبز شهرداری منطقه ۲۲ تهران و کلینیک گیاه‌پزشکی آن به خاطر فراهم‌آوردن امکانات لازم و هماهنگی امور جهت انجام پروژه تحقیقاتی تزریق آفت‌کش‌ها نهایت تشکر و سپاسگزاری را داریم.

References:

Arbab, A., Jalali Sendi, J. and Sahragard, A. 2008. Spatial distribution pattern of egg and larval instars of elm leaf beetle *Xanthogaleruca luteola* (Col.: Chrysomelidae) in Ghazvin city Muller. Journal of Agricultural Sciences. 1(10):1-9.

Arzhangi, S. 2012. Guide to the use of pesticides and chemical control of pests and diseases in plant safety. The parks and green spaces Shahrdari Tabriz, 13 pp.

Charmillot, P. J. 2006. Efficacite larvicide et ovicide sur les vers de la grappe Lobesia botrana et Eupocelia ambiguella de differents insecticides appliques par trempage des grappes. Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture. 38(5): pp.289-296.

Dreistadt, S., Dahlsten, D., Rowney, D., Tait, S., Yokota, G. and Copper, W. 1991. Treatment of destructive elm leaf beetle should be timed by temperature. California Agriculture. 45(2);.23-25.

Drinkwater, W. 2003. Bioassays to compare the systemic activity of three neonicotinoids for control of Heteronychus arator Fabricius (Col.: Scarabaeidae) in maize. Crop Protection. 22(7): 989-993.

Gill, S., Jefferson, D. K., Reeser, R. M. and Raupp, M.J. 1999. Use of soil and trunk injection of systemic insecticides to control lace bug on hawthorn. Journal of Arboriculture. 25:38-42.

Harrell, M. 2006. Imidacloprid concentrations in green ash (Fraxinus pennsylvanica) following treatments with two trunk-injection methods. Arboriculture and Urban Forestry, 32(30): 126.

Harrell, M. O. and Pierce, P. A. 1994. Effects of trunk-injected abamectin on the elm leaf beetle. Journal of Arboriculture. 20:1-3.

Hatami, B, Talaee, L., Rakhshani, H., Mazaheri, A. and Etemadi, N. A. 2011. Important pests of garden plants trees, shrubs, grasses and cover. Publications of the country's municipalities and village administrations. 196 pp.

Hatami, B. and Khajeali, G. 2006. Collect and identify the most important pests of trees, shrubs and ornamental plants of green space and natural enemies, as well as study the biology of the most important green space and present appropriate key pests in their management. Isfahan Municipality. The parks and green spaces.

Hosseini Farahi, M., Goodarzi, K. and Kavoosi, B. 2009. Correction of Zn Deficiency and Increasing of Yield via Trunk Injection Method on Grapevine (*Vitis vinifera* L) CV, Askari. Journal of Horticultural Sciences. 23 (2): 108-118.

Lawton, D. 2010. Save our Elms. Published by friends of the Elm Inc. Reg. No A0023383W. 6: 1-10.

Mckenxzie, N., Helson, B., Thompson, D., Otis, G., Mcfarlane, J., Bascarini, T. and Meating, J. 2010. Azadirachtin: An Effective Systemic Insecticide for Control of Agrilus planipennis (Coleoptera: Buprestidae). Journal of Economic Entomology.103(3): 708- 717.

Mokhtari, A. M. 2012. Key pests of trees and shrubs in the garden Tehran and ways to control them. Publishing of parks and green spaces in Tehran. 39 pp.

Morshedi, S., Askari, M., Falahzadeh, M. and Samavi, S. 2011. Effect 3 insecticide spraying and Injection methods in the trunk of the mango leafhopper. The third national conference on agricultural science and food industry.7 December, Islamic Azad university of Fasa, Fasa Iran.

Motamedinia, B. and 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. 2(1):13-19.

Mota-Sanchez D, Cregg B. M., McCullough, D. G., Poland T. M. and Hollingworth R. M. 2009. Distribution of trunk-injected 14C-imidacloprid in ash trees and effects on emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae) adults. Crop Protection. 28(8):655-61.

Noack, A., Kaapro, J., Bartimote, K., Mansfield, S. and Harley, R. 2009. Efficacy of Imidacloprid in the Control of Thaumastocoris peregrinus on Eucalyptus scoparia in Sydney, Australia. Arboriculture & Urban Forestry. 35(4): 192-196.

Norbakhsh, S., Sahraeyan, H., Soroush, M., Razae, V. A. and Fotohi, R. 2011. List of pests, diseases and weeds important major crops, pesticides and recommended practices for controlling them. Publishing Plant Protection Organization. 204 pp.

Pavela, R., Kazda, J. and Herda, G. 2009. Effectiveness of Neem (*Azadirachtaindica*) insecticides against Brassica pod midge (*Dasineura brassicae* Winn.). Journal of Pest Science. 82(3): 235-240.

Pena, J. and Carillo, D. 2012. Trunk injections with systemic insecticides for protection of avocado trees against the invasive redbay ambrosia beetle, xyleborus glabratus. Tropical research and education center. 2(3): 1-6.

Raupp, M. J., Holmes, J. J., Sadof, C. S., Shrewsbury, P. M., and Davidson J. A. 2001. Effects of cover spray and residual pesticides on scale insects and natural enemies in urban forests. Journal of Arboriculture. 27: 203–13

Senthil Nathan, S. and Sehoon, K. 2006. Effect of *Melia azadarach* L. extract on the teak defoliator *Hyblae apuera* Cramar (Lep: Hyblaeidae). Crop Protection. 25(3): 287-291.

Seraj, A. A. 1998. Injecting of insecticides into Tree trunks: a new method for the control of citrus pest. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 30 (1): 121-129.

Soudi, Sh., Moharramipour, S., Barzegar, M., and Atapour, M. 2011. Cryo protectant contents of overwintering adults of elm leaf beetle, *Xanthogaleruca luteola* (Col.: Chrysomelidae). Journal of Entomology. 31(2): 17-32

Talebijahromi, K. 2007. Pesticides Toxicology. Tehran University Press. 492 pp. [In Persian].

Valizadeh, B., Jalali Sendi, J., Zibaee, A. and Oftadeh, M. 2013. Effect of Neem based insecticide Achook® on mortality, biological and biochemical parameters of elm leaf beetle Xanthogaleruca luteola (Col.: Chrysomelidae). Journal of Crop Protection, 2(3): 319-330.

Investigation on the Efficacy of Chemical Control of Elm Leaf Beetle, *Xanthogaleruca luteola* Mull. by Trunk Injection

Kiarasi, M.*[1], Arbab, A.[2], Sheikhigarjan, A.[3], Moradi, M.[4] and Mohammadipour, A.[5]

1. M.Sc. student, Takestan Islamic Azad University, Qazvin, Iran. 2. Research Associate Professor, Takestan Islamic Azad University, Qazvin, Iran. 3. Research Associate Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. 4. M.Sc. agriculture, Partonar Company, Tehran, Iran. 5. Researcher, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Received: Feb, 25, 2019 Accepted: Oct, 6, 2019

Abstract

Elm Leaf Beetle (ELB), *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae) is one of the important pests of elm trees (Ulmus spp.). This experiment was performed in order to evaluate two chemical control methods of this pest on the elm trees in the 22nd district of Tehran in 2014. The experiment was designed in a randomized complete block with four replications and 13 treatments. Treatments included injection of imidacloprid SC35% (with doses of 6, 12 and 18 g/ tree), oxydemeton-methyl EC 25% (with doses of 6, 12 g formulated/tree), azadirachtin EC 0.03 % (with doses of 6, 12 g formulated/tree), hexaflumuron EC 10% (with doses of 6, 12 g formulated/tree), fenoxycarb and lufenuron (Lufox® EC10.5%; with doses of 6, 12 g formulated/tree), control (water injection) and foliage application with diazinon EC60% with concentration of 2ml formulated/L as a conventional control method. Sampling was conducted 14 times until the end of the summer season. Results show that the mean efficacies of imidacloprid (83%) and Lufox® (91%) at high concentrations were the same as diazinon treatment (84.25%) and all of them were ranked in one group. Mean efficacies of azadirachtin (51%), hexaflumuron (33%), and oxydemeton-methyl (23%) injections were significantly less in comparison with the mentioned treatments. Mean damage percentage on sampled leaves and apparent color of the tree crown showed that the trees treated with Lufox® and imidaclopride had the least damage percentage (25.3%), while the control (55%) and azadirachtin (65%) had the highest percentage. Therefore, injection method of imidacloprid and lufox against elm leaf beetle could be applied in the central parts of the cities or places with high risks of contamination and where the tree crown is very high.

Keywords: fenoxycarb, IGR, injection, lufenuron, spraying.

* **Corresponding author:** Mahsa Kiarasy, Email: mahsa.kiarasy@gmail.com