

اثر باقی مانده حشره کش های ایمیداکلوپرید و پی متروزین روی رفتار جهت یابی زنبور *Lysiphlebus fabarum* Marshall پارازیتوئید شته سیاه باقلا *Aphis fabae* Scopoli

ندا امینی جم*

نویسنده مسوول: استادیار گروه علوم پایه، دانشگاه صنعتی جندی شاپور، دزفول، ایران (naminijam@jsu.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۰۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۷/۱۰

چکیده

به منظور انتخاب حشره کش های مناسب در مدیریت تلفیقی شته سیاه باقلا، بررسی اثرات جانبی آن ها روی رفتار زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* Marshall ضروری به نظر می رسد. لذا در پژوهش حاضر، اثر زیرکشنده ی دو حشره کش ایمیداکلوپرید و پی متروزین روی رفتار جهت یابی جمعیت دوجنسی زنبور پارازیتوئید مذکور نسبت به بوی گیاه باقلا، شته سیاه باقلا و حشره کش ها با استفاده از روش بویایی سنجی بررسی شد. پارازیتوئیدهای ماده جفت گیری کرده (طول عمر کمتر از ۴۸ ساعت) به مدت ۲۴ ساعت در معرض سطح آغشته به غلظت های ۱/۱ و ۶۴/۵ میلی گرم ماده مؤثر بر لیتر (LC₂₅) به ترتیب برای حشره کش های ایمیداکلوپرید و پی متروزین قرار گرفتند. نتایج به دست آمده از آزمایش واکنش جهت یابی پارازیتوئیدها نسبت به برگ های دارای شته و عسلک یا برگ فاقد شته و عسلک نشان داد که در تیمار شاهد، ایمیداکلوپرید و پی متروزین، زنبورها به طور معنی داری به سمت برگ های دارای شته و عسلک جلب شدند ($P < 0/05$). آزمایش های جهت یابی زنبورها نسبت به برگ های دارای شته و عسلک یا برگ های با شته و بدون عسلک و همچنین نسبت به برگ های دارای عسلک یا برگ فاقد شته و عسلک نشان داد که زنبورهای پی متروزین در معرض باقیمانده ایمیداکلوپرید قرار گرفته بودند، نسبت به هیچکدام از تیمارها ترجیح معنی داری را نشان ندادند ($P > 0/05$). در حالی که زنبورها در تیمار شاهد و پی متروزین به طور معنی داری به سمت برگ های دارای شته و عسلک و برگ دارای عسلک شدند ($P < 0/05$). در تیمار شاهد و آفت کش ها، ایمیداکلوپرید اثر دورکنندگی روی زنبورها داشت در حالی که پی متروزین فاقد اثر دورکنندگی بود. لذا کاربرد پی متروزین برای حفظ پارازیتوئید توصیه می شود.

کلید واژه ها: اثر زیرکشنده، بویایی سنجی، رفتار جهت یابی، اثر دورکنندگی

مقدمه

زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hym.: Braconidae) فراوان ترین و مهم ترین پارازیتوئید شته سیاه باقلا (*Aphis fabae* Scopoli (Hemi.: Aphididae)) محسوب می شود (Volk and Nuessly et al., 2004). این زنبور توانایی کاهش شدید جمعیت شته سیاه باقلا را دارا بوده و تاکنون بیش از ۱۰۰ گونه ی مختلف شته، به عنوان میزبان این زنبور معرفی

شده است (Yu et al., 2013). جمعیت دوجنسی این زنبور از مناطق مختلف ایران (Stary et al., 2001) به خصوص از مناطق شمالی و جنوبی کشور گزارش شده است (Baghery-Matin et al., 2005). در استان خوزستان نیز این گونه به عنوان گونه غالب زیرخانواده Aphidiinae از روی شته *A. fabae* جمع آوری و معرفی شده است (Mossadegh et al., 2011; Baroon et al., 2011).

است که این موضوع توسط حشره کش های عصبی با نحوه های عمل مختلف، تحت تأثیر قرار می گیرد. به عبارت دیگر اختلال در رفتار جهت یابی پارازیتوئیدها بستگی به نحوه عمل حشره کش ها و سطح در معرض قرار گیری حشره دارد (Desneux et al., 2004).

ایمیداکلوپرید^۱ حشره کشی سیستمیک، از گروه نئونیکوتینوئید است، که با نحوه اثر تماسی و گوارشی طیف وسیعی از آفات نظیر شته ها، سفیدبالک ها و زنجرفک ها را کنترل می کند. نحوه تأثیر آن ویژه بوده و با اشغال گیرنده های پروتئینی استیل کولین در غشای فیزی سلول عصبی مانع کار عادی آن ها شده و حشره را از پا در می آورد. پی متروزین^۲ حشره کشی از مشتقات پیریدین آزومتین است و روی آفات مکنده مؤثر می باشد. این ترکیب از نظر ساختمان شیمیایی و نحوه تأثیر، حشره کش جدیدی است که مصرف آن بیشتر علیه شته و سفیدبالک می باشد (Talebi-Jahromi, 2007). پی متروزین باعث می شود که حشرات مکنده از فرو بردن نیش خود در سیستم آوندی گیاه خودداری نمایند که در نتیجه باعث توقف تغذیه و مرگ حشرات می شود (Ausborn et al., 2005).

در زمینه اثرات آفت کش ها روی رفتار جهت یابی زنبورهای پارازیتوئید شته ها مطالعات چندانی صورت نگرفته است. حشره کش های لامبدا-سی هالوترین^۳، کلروپیرفوس^۴ و پیریمیکارب^۵ بر پاسخ جهت یابی زنبور پارازیتوئید *Aphidius ervi* Haliday به کلزای آلوده به شته سبز هلو *Myzus persicae* (Sulzer) تأثیری نداشتند در حالی که تریازامیت باعث عدم جلب زنبور پارازیتوئید به میزبان شد (Desneux et al., 2004). بررسی اثر زیرکشدگی ایمیداکلوپرید و پیریمیکارب روی رفتار جهت یابی زنبور پارازیتوئید *Aphidius matricariae* Haliday

جمعیت ماده زای زنبور مذکور از استان زنجان جمع آوری و گزارش شده است (Rasekh et al., 2009).

تلفیق روش های کنترل شیمیایی و زیستی، برای موفقیت برنامه مدیریت آفات بسیار مهم است (Croft, 1990)؛ Wright and Verkert, 1995). استفاده از آفت کش های ناسازگار با فعالیت شکارگرها و پارازیتوئیدها، سبب طغیان مجدد آفات و بروز آفات ثانوی در اکوسیستم های زراعی می شود. این اختلالات بوم شناختی منجر به افزایش خسارت به محصولات، نیاز فزاینده به کاربرد آفت کش ها و در نتیجه بروز سریع تر مقاومت به آن ها و آلودگی های زیست محیطی می شوند (Croft, 1990). یک روش برای جلوگیری از بروز این مشکلات استفاده از آفت کش هایی است که از طریق اکولوژیکی و یا فیزیولوژیکی برای دشمنان طبیعی انتخابی باشند. مدیریت آفات از طریق کاربرد ترکیبات انتخابی، از تعامل میان عوامل کنترل بیولوژیکی و شیمیایی حداکثر استفاده را می نماید (Croft, 1990).

موجودات غیرهدف از جمله پارازیتوئیدها ممکن است به طور غیرمستقیم تحت تأثیر اثرات زیرکشنده ی حشره کش ها قرار بگیرند. به عنوان مثال در هنگام خروج از پوسته مومیایی یا بعد از سم پاشی وارد محیط آلوده شده و با تماس با سطح آلوده خاک یا گیاه و تغذیه از منابع غذایی آلوده، آفت کش را دریافت کنند یا ممکن است در اثر سم پاشی، جمعیت و کیفیت میزبان آن ها برای تخم ریزی کاهش یابد (Longley and Stark, 1996).

رفتارهایی نظیر یافتن میزبان و یا طعمه یابی و تحرک عمومی پارازیتوئیدها و شکارگرها تحت تأثیر آفت کش ها قرار می گیرد (Croft and Brown, 1975)؛ Desneux et al., 2007). مطالعه تأثیر غلظت های زیرکشنده روی فیزیولوژی، رفتار، فرایندهای یادگیری و رشد حشره مهم است (Croft and Brown, 1975).

جهت یابی حشرات از زمان تشخیص بوی میزبان تا بروز رفتار ناشی از آن به طور عمده به سیستم عصبی وابسته

1- Imidacloprid

2- Pymetrozine

3- Lambda-cyhalothrin

4- Chlorpyrifos

5- Pirimicarb

پارازیتوئید، پس از جمع آوری شته های مومیایی شده *A. fabae* از طبیعت و شناسایی گونه *L. fabarum* تعدادی از زنبورهای نر و ماده به کمک آسپیراتور جمع آوری و برای جفت گیری و تخم ریزی روی بوته های باقلا حاوی مراحل مختلف شته سیاه باقلا که در قفس پرورشی به ابعاد ۶۵×۷۵×۱۰۰ سانتی متر قرار داشتند، رهاسازی شدند. این قفس در اتاقک رشد در شرایطی مشابه کلنی شته نگهداری شد. پارازیتوئید *L. fabarum* توسط کلید پارازیتوئیدهای شته ها در آسیای مرکزی (Stary, 1976a) و منطقه مدیترانه (Stary, 1976b) شناسایی شد.

حشره کش ها

حشره کش های مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: ایمیدا کلوپرید (کونفیدور[®] SC ۳۵ درصد) (شرکت بایر^۲، آلمان)، پی متروزین (پی متروزین آریا[®] WP ۲۵ درصد) (شرکت آریا، ایران).

زیست سنجی

برای زیست سنجی حشرات کامل زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* از روش تماس با باقی مانده حشره کش ها استفاده شد (Desneux et al., 2004). آزمایش های مقدماتی برای تعیین حدود غلظت های مؤثر حشره کش ها صورت گرفته و بر اساس آن پایین ترین و بالاترین غلظت که به ترتیب ۱۰ و ۹۰ درصد مرگ و میر ایجاد نمودند، مشخص گردید. غلظت های حد فاصل این دو غلظت با محاسبه فاصله لگاریتمی تعیین و در مجموع ۵ غلظت سمی و در هر غلظت ۵ تکرار استفاده شد. مقادیر غلظت های به کار برده شده ایمیدا کلوپرید (۱، ۲/۵، ۳/۶، ۸/۱۵ و ۴۰ پی پی ام) و پی متروزین (۸/۲۱۸۷، ۵/۲۶۹۱، ۱۱/۳۳۱۱، ۳۷/۴۰ پی پی ام) و ۵۰۰ پی پی ام) برای حشرات کامل زنبور پارازیتوئید بود. هر آزمایش در سه نوبت تکرار شد. غلظت های حشره کش هر کدام با حجمی معادل ۱۰۰ میلی لیتر از محلول پایه ساخته شدند. به هر یک از غلظت های محلول حشره کش ماده خیس کننده توئین ۲۰ با غلظت ۵۰۰

نشان داده است که هیچ یک از حشره کش ها تأثیری روی جهت یابی زنبور به سمت برگ خیار حاوی شته جالیز و همین طور برگ سالم نداشتند، در حالی که روی عکس العمل آن ها به سمت برگ های بدون شته ی حاوی عسلک اثر داشتند (Amini Jam et al., 2013). حشره کش کلروپیریفوس باعث تغییر ارتباط زنبورهای پارازیتوئید جنس *Trihogramma* از طریق فرمون جنسی می شود (Delpuech et al., 1998). اختلال در رفتار جهت یابی پارازیتوئید *Leptopilina bouvardi* Barbotin به سمت مواد شیمیایی میزبان، تحت تأثیر غلظت پایین کلروپیریفوس گزارش شده است (Komez et al., 2001).

استفاده از دو حشره کش ایمیدا کلوپرید و پی متروزین برای کنترل شته سیاه باقلا، در کشور رایج است و تاکنون اثر زیرکشنده حشره کش های مذکور روی رفتار جهت یابی زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* بررسی نشده است. بنابراین پژوهش حاضر طراحی گردید و امید می رود که با توجه به نتایج آن، امکان استفاده توامان غلظت زیرکشنده حشره کش ها و رهاسازی زنبور پارازیتوئید در قالب یک برنامه مدیریت تلفیقی آفات فراهم شود.

مواد و روش ها

پرورش شته و زنبور پارازیتوئید *L. fabarum*

برای تهیه کلنی شته سیاه باقلا جهت انجام آزمایش ها، نمونه هایی از جمعیت *A. fabae* از مزارع شهرستان اهواز جمع آوری و پس از شناسایی قطعی گونه، تشکیل کلنی انجام شد. به این منظور از گیاه باقلا *Vicia fabae* L. به عنوان میزبان استفاده شد. میزبان های گیاهی درون قفس توری به ابعاد ۶۵×۷۵×۱۲۰ سانتی متر قرار گرفتند. این قفس در اتاقک رشد در دمای ۱±۲۱°C، رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد و دوره نوری ۸:۱۶ (تاریکی: روشنایی) نگهداری شدند. شته *A. fabae* پس از تهیه اسلاید میکروسکوپی با استفاده از کلید شناسایی شته های ایران (Rezvani, 2001) شناسایی شد.

به منظور تشکیل کلنی جمعیت دوجنسی زنبور

1- Confidor
2- Bayer

پی پی ام اضافه شد. از آب مقطر حاوی توئین ۲۰ با غلظت ۵۰۰ پی پی ام به عنوان شاهد استفاده شد.

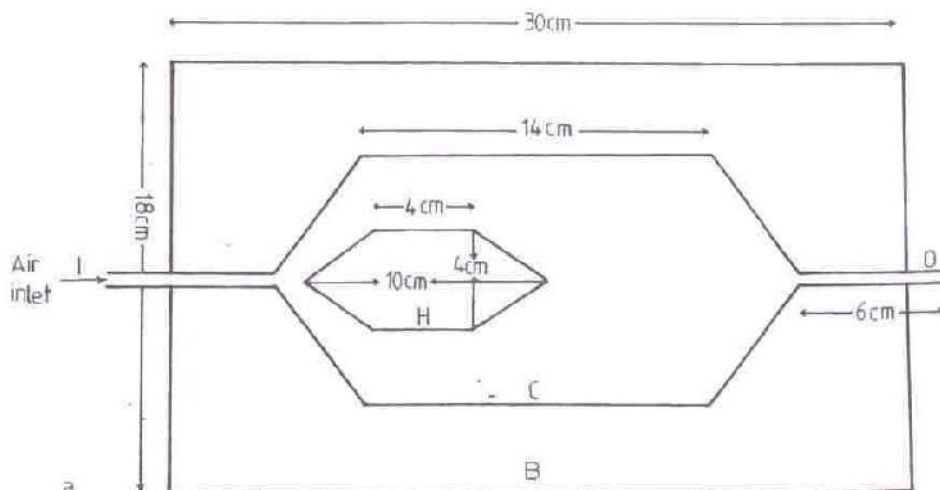
برای در معرض قرار دادن زنبورها با غلظت های مورد نظر از حشره کش های ایمیدا کلوپرید و پی متروزین، از ظروف استوانه ای شیشه ای به قطر ۶ سانتی متر و ارتفاع ۱۰ سانتی متر استفاده شد. برای به دست آوردن لایه یک دست از نهشت حشره کش، حجمی معادل ۱۵۰ میکرولیتر از غلظت های مختلف آفت کش ها درون ظروف شیشه ای مذکور ریخته شد. ظروف شیشه ای به طور دورانی حرکت داده شدند تا تمام سطح دیواره داخلی به طور یکنواخت آغشته شود و جهت خشک شدن به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. برای تغذیه زنبورها از یک نوار کوچک روغنی آغشته به محلول آب و عسل ۳۰ درصد استفاده شد. جهت تهویه دهانه ظروف با پارچه ارگانزا پوشانده شد. درون هر استوانه شیشه ای تعداد ۱۵ عدد زنبور ماده (طول عمر کمتر از ۱۲ ساعت) رهاسازی و به مدت ۲۴ ساعت درون ژرمیناتور در دمای $21 \pm 1^{\circ}C$ ، رطوبت نسبی 70 ± 5 درصد و دوره نوری ۸:۱۶ (تاریکی: روشنایی) نگهداری شدند. بعد از گذشت این زمان، میزان مرگ و میر در تیمارهای مختلف شمارش و توسط فرمول ابوت تصحیح شد (Abbot, 1925).

برای تجزیه و تحلیل داده های حاصل از آزمایش های زیست سنجی، از روش پروبیت و نرم افزار پولوپلاس (LeOra Software, 1987) استفاده شد. برای مقایسه سمیت در تیمارهای مختلف نیز از مقادیر LC₅₀ استفاده شد. با آزمون نسبت سمیت، در صورت عدم همپوشانی حدود اطمینان محاسبه شده در سطح ۹۵ درصد، اختلاف مقادیر معنی دار در نظر گرفته شد (Robertson et al., 2007).

آزمایش های جهت یابی

برای پی بردن به پاسخ زنبورهای پارازیتوئیدی که به مدت ۲۴ ساعت در معرض LC₂₅ حشره کش های مورد آزمایش قرار داشتند، به بو و کایرومون های مترشحه از کلنی شته، از دستگاه الفکتومتر^۱ استفاده شد. از این دستگاه به منظور تعیین میزان جلب حشرات به سوی میزبان

یا طعمه مورد نظر، بو یا ترشحات شیمیایی حاصله از میزبان استفاده می شود (Jervis and Kidd, 1996). دستگاه بویایی سنجی به کار برده شده در این پژوهش شبیه طرح اولیه Varley and Edward (1953) بود که جهت بهبود آن خصوصاً برای تقسیم جریان هوا تغییرات مهمی توسط Mossadegh (1976, 1980) در آن داده شده است. ساختمان این بویاب شامل دو صفحه از جنس پلاستیک^۲ فشرده می باشد. این دو صفحه توسط شش دیواره کوتاه که تشکیل یک شش گوش را می دهند از هم جدا می شوند. این دیواره شش گوش به طور ثابت به صفحه پایینی که نقش کف دستگاه را دارد، چسبیده است. صفحه بالایی توسط ۸ عدد پیچ قابل تنظیم روی صفحه پایینی قرار گرفته و درون محفظه و در فاصله ۱/۵ سانتی متری از مدخل ورودی هوا یک صفحه شش گوش تعبیه شده است. هوای ورودی به درون محفظه توسط این صفحه به دو قسمت کاملاً مساوی تقسیم شده و در طول دیواره های جانبی به سمت جلو حرکت می کند. محل قرار گرفتن این صفحه بسیار مهم بوده (شکل ۱) و کمترین تغییر در موقعیت آن تأثیر زیادی بر جریان هوای ورودی خواهد گذاشت. ورقه نازکی از اسفنج بین دو صفحه روی دیواره شش گوش و در اطراف دستگاه روی دیواره ها قرار می گیرد تا هنگام کار با دستگاه از خروج هوای حاوی بو یا ماده مورد آزمایش جلوگیری شود. جریان ملایمی از هوا که توسط پمپ کوچک آکواریوم مکیده می شود، توسط لوله ای باریک وارد محفظه می شود. دیواره شش گوش جریان هوا را به دو قسمت مساوی تقسیم کرده و بعد از عبور از روی مواد مورد آزمایش در امتداد دیواره جانبی به سمت جلو رانده می شود. در انتهای دستگاه محفظه کوچکی تعبیه شده که محل قرار گرفتن حشره است و حشره در واکنش به بوی رسیده به محفظه به سمت جلو حرکت کرده و یکی از تیمارها را بر دیگری ترجیح می دهد (Mossadegh, 1976)؛ Mossadegh, 1980.



شکل ۱- a) الفکتومتر (B قاعده محفظه C محفظه H صفحه شش گوش I ورودی O خروجی هوا (Mossadegh, 1976; Mossadegh, 1980)

Figure 1. a, Olfactometer; B, base of the chamber; C, chamber; H, hexagonal plate; I, inlet; O, outlet (Mossadegh, 1976; Mossadegh, 1980)

را نداشت و حداکثر ۳ روز از عمر آن می گذشت، درون محفظه جلویی دستگاه قرار داده شد و واکنش حشره به هر دو تیمار مورد بررسی قرار گرفت. هر زنبور پارازیتوئید ماده روز اول عمر خود را در یک استوانه شیشه‌ای (با اندازه ذکر شده در بالا) سپری کرد و در روز دوم نیز به همراه یک زنبور نر هم سن در معرض باقی مانده حشره کش‌ها (LC₂₅) قرار گرفت. در تمام این مدت پارازیتوئیدها با محلول آب عسل ۳۰ درصد تغذیه شدند. برای هر آزمایش در هر تیمار ۴۰ زنبور ماده در استوانه‌های شیشه‌ای در ژرمیناتور با شرایط ذکر شده نگهداری شدند و در روز سوم عمر آنها برای هر آزمایش تعداد ۲۰ عدد زنبور زنده مانده در هر تیمار به طور تصادفی انتخاب و عکس العمل آنها در الفکتومتر مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش‌ها در ۲۰ تکرار (هر تکرار یک پارازیتوئید جداگانه) انجام شد. در ۱۰ تکرار اول، تیمار اول سمت راست و تیمار دوم، سمت چپ و در ۱۰ تکرار بعدی جای تیمارها تعویض شد. به این صورت اثر احتمالی انتخاب براساس ویژگی‌های دستگاه بین دو تیمار حذف شد. جهت حذف اثر نور روی رفتار حشره تمام آزمایش‌ها در تاریکی و در زیر نور قرمز انجام گردید. بعد از مشاهده عکس العمل ۱۰

به منظور بررسی رفتار جهت‌یابی میزبان توسط زنبورهای پارازیتوئیدی که به مدت ۲۴ ساعت در معرض باقی مانده حشره کش‌ها (LC₂₅) قرار گرفته بودند، آزمایش‌هایی به شرح جدول ۱ انجام شد. هر کدام از بوته‌های سه هفته‌ای باقلا با ۳۰ عدد شته بالغ بکرزای بی‌بال *A. fabae* (با طول عمر کمتر از ۱۲ ساعت)، آلوده شدند و هر روز پوره‌های حاصل از آنها از روی گیاه حذف شد. بعد از ۷ روز، از برگ‌های این گیاهان که حاوی عسلک شته‌ها بودند، به طور تصادفی جهت انجام آزمایش‌ها استفاده شد. برای مثال، به منظور تهیه تیمار برگ حاوی شته سیاه باقلا و عسلک، هفت عدد پوره سن سوم شته (سنی که زنبور پارازیتوئید برای تخم‌ریزی نسبت به سایر سنین پورگی ترجیح می‌دهد)، روی یک دیسک برگی آلوده به عسلک (قطر ۲/۵ سانتی‌متر) درون پتری دیش به قطر ۶ و ارتفاع ۱ سانتی‌متر به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند، سپس این تیمار برای انجام آزمایش در الفکتومتر به کار برده شد.

بعد از قرار دادن تیمارها در مکان خود، دستگاه روشن گردید، پس از گذشتن چند دقیقه از روشن نمودن دستگاه یک عدد زنبور پارازیتوئید ماده جفت‌گیری کرده که تجربه مواجهه با شته و گیاه میزبان

نرم افزار SPSS 16.0 انجام شد.

نتایج و بحث

آزمایش های زیست سنجی

نتایج آزمایش های زیست سنجی مربوط به برآورد مقادیر LC₂₅، LC₅₀ و LC₉₀ ایمیداکلوپرید و پی متروزین روی حشرات کامل زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* در جدول ۲ آورده شده است. مقدار سمیت نسبی غلظت های کشنده ۵۰ درصد حشره کش های مزبور از طریق آزمون سمیت نسبی ۳۶/۳۸۶ بود و حدود اطمینان آن ها در سطح ۹۵ درصد ۴۶۵/۷۹-۳۲۲/۹۵ بودند. معنی دار بودن سمیت نسبی زمانی است که حدود اطمینان ۹۵ درصد عدد ۱ را شامل نمی شود. بنابراین سمیت ایمیداکلوپرید برای حشره ی کامل زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* به طور معنی داری بیشتر از پی متروزین بود ($P < 0.05$).

زنبور و قبل از جابجایی تیمارها به منظور حذف بو و مواد جامانده احتمالی، دستگاه با چند قطره مایع ظرفشویی و آب مقطر شستشو داده می شد. حداکثر مدت زمان مشاهده برای بررسی عکس العمل هر زنبور ۲۵ دقیقه در نظر گرفته شد. به منظور محاسبه زمان دسترسی پارازیتوئیدها، مدت زمان صرف شده توسط هر زنبور از زمان رها شدن در الفکتومتر تا رسیدن به لکه های ارائه شده به عنوان تیمارهای آزمایش ثبت شد.

داده های این آزمایش ها با استفاده از آزمون کای-اسکوئر در برنامه SPSS 16.0 آنالیز شدند. زنبورهایی که به هیچکدام از تیمارها عکس العمل نشان ندادند، در محاسبات آماری در نظر گرفته نشدند. به دلیل نرمال بودن داده های زمان صرف شده توسط زنبورها برای دسترسی به تیمارها، تغییری روی آن ها انجام نشد. مقایسه میانگین زمان های دسترسی به تیمارها توسط زنبورها با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون LSD در

جدول ۱- تیمارهای استفاده شده در هر آزمایش در دستگاه الفکتومتر برای زنبورهای ماده سه روزه *L. fabarum* روی گیاه باقلا
Table 1. Used treatments in each experiment in olfactometer device for females wasps of *L. fabarum* (3 days) on the broad bean plant.

Number of experiment	Treatment 1	Treatment 2
1	Leaf contains aphids and honeydew	Leaf without aphids and honeydew
2	Leaf contains aphids and honeydew	Leaf contains aphids and without honeydew
3	Leaf contains honeydew	Leaf without aphids and honeydew
4	Leaf contains aphids treated with LC ₂₅ of insecticides	Leaf contains aphids

جدول ۲- سمیت ایمیداکلوپرید و پی متروزین روی حشرات کامل *L. fabarum*
Table 2. Toxicity of imidacloprid and pymetrozine to adult wasps of *L. fabarum*

Pesticide	Slope±SE	² (df)	Lethal concentration (ppm) [mg a.i./l]		
			LC ₂₅ (95% FL*)	LC ₅₀ (95% FL)	LC ₉₀ (95% FL)
Imidacloprid	1.61±0.09	3.26(3)	3.2	8.3	51.7
			[1.1]	[2.9]	[18.1]
			(2.4-3.9)	(6.7-10.2)	(36.4-83.2)
			[0.84-1.4]	[2.3-3.6]	[12.7-29.1]
Pymetrozine	7.23±0.39	1.40(3)	2586.6	3206.8	4823.9
			[646.5]	[802.5]	[1205.9]
			(2488.4-2675.2)	(3120.8-3294.1)	(4610.1-5091.9)
			[622.1-668.8]	[780.2-823.5]	[1152.5-1272.9]

*Fiducial limits

$(df=1, P=0/005)$ و تیمار پی متروزین ($df=1, P=0/008$) و تیمار پی متروزین (شکل ۲A).

پارازیتوئیدها ترجیح معنی داری را بین برگ حاوی شته و عسلک و برگ با شته و بدون عسلک در تیمارهای شاهد ($df=1, P=0/008$) و پی متروزین ($df=1, P=0/012$)، نشان دادند و به سمت برگ حاوی شته و عسلک جلب شدند. در حالی که زنبورهایی که در معرض باقی مانده ایمیداکلوپرید قرار گرفته بودند ترجیح معنی داری را نسبت به تیمارهای مذکور نشان ندادند ($df=1, P=0/346$) (شکل ۲B).

در آزمایش عکس العمل رفتاری نسبت به برگ دارای عسلک یا برگ فاقد شته و عسلک، زنبورهای پارازیتوئیدی که در معرض باقی مانده ایمیداکلوپرید قرار گرفته بودند، نسبت به هیچ کدام از تیمارها، ترجیح معنی داری را نشان ندادند ($df=1, P=0/371$)، در حالی که زنبورهای پارازیتوئید در تیمارهای شاهد ($df=1, P=0/001$) و پی متروزین ($df=1, P=0/007$)، به طور معنی داری به سمت برگ دارای عسلک جلب شدند (شکل ۲C).

زنبورهای پارازیتوئید در سه تیمار شاهد ($df=1, P=0/001$)، ایمیداکلوپرید ($df=1, P=0/018$)، و پی متروزین ($df=1, P=0/001$) به طور معنی داری از برگ‌های آلوده به شته و آغشته به LC_{25} ایمیداکلوپرید (شکل ۲D) دور شده و به سمت برگ حاوی شته سیاه باقلا جلب شدند. نتایج نشان داد که ایمیداکلوپرید دارای اثر دورکنندگی روی زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* بود. اثر دورکنندگی ایمیداکلوپرید روی زنبورهای پارازیتوئید *A. matricariae* (Amini Jam et al., 2013) و *Encarsia formosa* Gahan (Richter et al., 2003) نیز گزارش شده است.

پارازیتوئیدها ترجیح معنی داری را بین برگ حاوی شته و آغشته به LC_{25} پی متروزین و برگ دارای شته در تیمارهای شاهد ($df=1, P=0/37$)،

پژوهش‌های دیگر نیز حساسیت زنبورهای پارازیتوئید شته‌ها به ایمیداکلوپرید را گزارش نموده اند. در بررسی اثر دو حشره کش روی زنبور *A. matricariae*، میزان LC_{50} برآورد شده برای ایمیداکلوپرید، $(1/3-2/3)$ و $1/7$ پی پی ام بود (Amini Jam et al., 2013). در مطالعه‌ی دیگری، مقدار LC_{50} ایمیداکلوپرید روی حشرات بالغ زنبور *A. colemani*، $0/28$ گرم ماده مؤثر در لیتر گزارش شد (Golmohammadi, 2015). علت تفاوت در میزان LC_{50} برآورد شده در پژوهش حاضر با تحقیقات صورت گرفته توسط Amini Jam et al. (2013) و Golmohammadi (2015)، احتمالاً به دلیل تفاوت در گونه پارازیتوئید مورد آزمایش، موقعیت جغرافیایی، گونه متفاوت شته و گیاه میزبان و حساسیت مختلف پارازیتوئیدها به حشره کش‌های مورد استفاده است. Kobori and Amano (2004) ۷۱ درصد مرگ و میر حشرات کامل ماده *Aphidius gifuensis* Ashmead تحت تأثیر غلظت مزرعه‌ای ایمیداکلوپرید را گزارش نمودند در حالی که در پژوهش حاضر، غلظت توصیه شده ایمیداکلوپرید باعث ۱۰۰ درصد تلفات حشرات بالغ زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* شد. Kheradmand et al. (2012) نیز ۱۰۰ درصد مرگ و میر زنبور پارازیتوئید ماده *Diaeretiella rapae* (M Intosh) را پس از کاربرد غلظت توصیه شده ایمیداکلوپرید (۶۲۵ پی پی ام) گزارش نمودند در حالی که غلظت توصیه شده پی متروزین (۲۵۰ پی پی ام) ۲۷ درصد جمعیت زنبور مذکور را از بین برد.

آزمایش‌های رفتار جهت یابی

نتایج به دست آمده از آزمایش‌های عکس العمل جهت یابی زنبورهای پارازیتوئید *L. fabarum* نسبت به برگ حاوی شته و عسلک یا برگ فاقد شته و عسلک نشان داد که زنبورها به طور معنی داری به سمت برگ آلوده به شته و عسلک در تیمارهای شاهد ($df=1, P=0/002$)، تیمار ایمیداکلوپرید ($df=1, P=0/029$)،

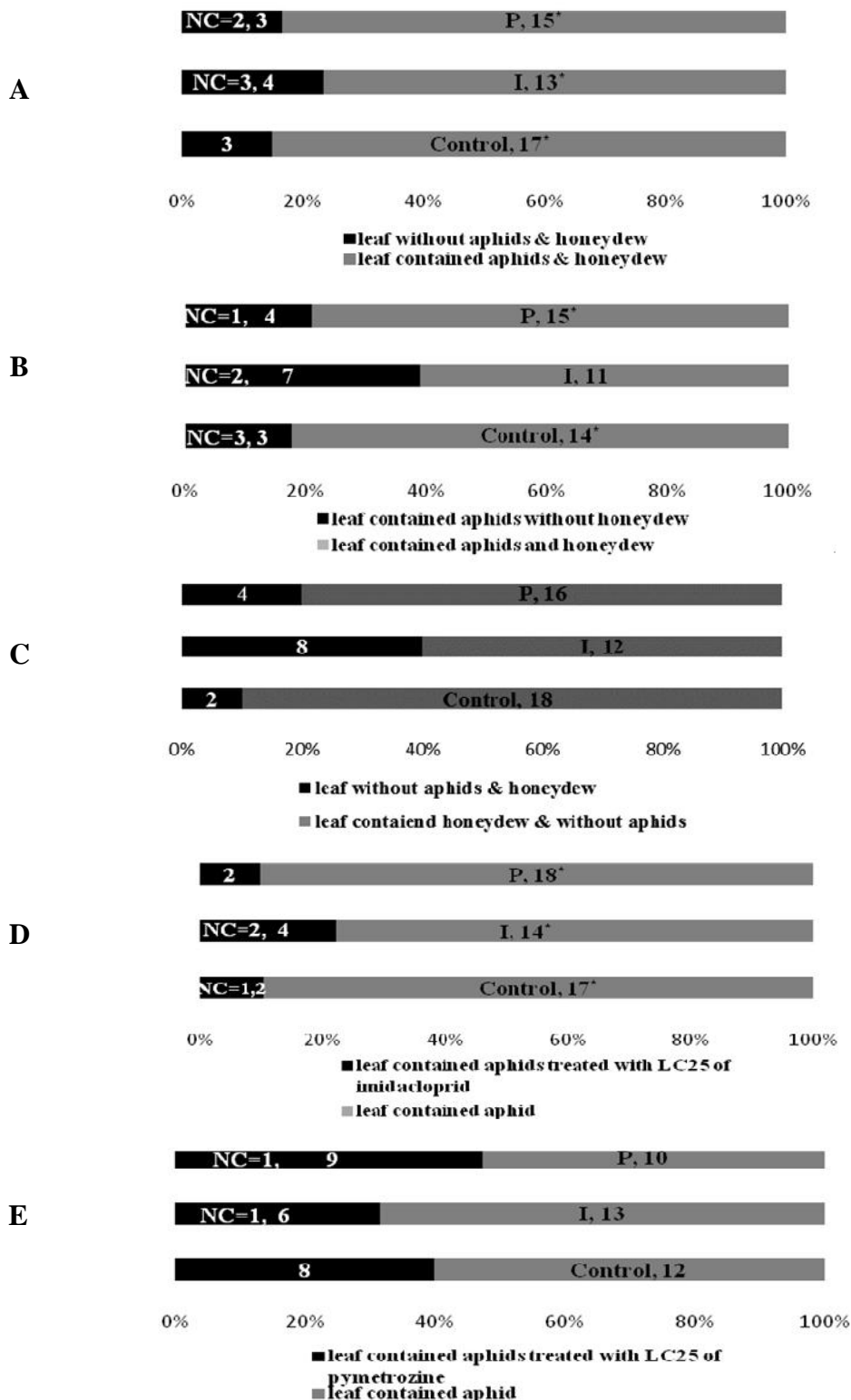
و ایمیداکلوپرید ($P=0/108$, $df=1$, $F=2/58$) و پی متروزین ($P=0/819$, $df=1$, $F=0/05$) نشان ندادند (شکل ۲E) که بیانگر عدم دورکنندگی حشره کش پی متروزین روی پارازیتوئید *L. fabarum* بود. این حشره کش همچنین فاقد اثر دورکنندگی روی زنبور پارازیتوئید *Aphelinus mali* H. (Sadeghi and Pourmirza, 2008).

زنبورهایی که در معرض باقی مانده ایمیداکلوپرید قرار گرفتند در آزمایش های عکس العمل رفتاری نسبت به برگ دارای شته و عسلک یا برگ با شته و بدون عسلک (شکل ۲B) و همچنین برگ دارای عسلک با برگ تمیز (شکل ۲C) ترجیح معنی داری را نشان ندادند. در حالی که زنبورهایی که در معرض باقیمانده پی متروزین قرار گرفته بودند مشابه زنبورهای تیمار نشده با حشره کش ها به سمت برگ دارای شته و عسلک و برگ دارای عسلک جلب شدند. حشره کش ایمیداکلوپرید برخلاف پی متروزین روی رفتار جهت یابی زنبور پارازیتوئید در دو آزمایش مذکور تأثیر گذاشت. در یک مطالعه دیگر نیز گزارش شده است که زنبورهای پارازیتوئید *A. matricariae* که در معرض باقی مانده حشره کش های ایمیداکلوپرید و پیریمیکارب قرار گرفته بودند در مقایسه با تیمار شاهد، به سمت برگ خیار دارای عسلک در مقابل برگ تمیز ترجیح معنی داری را نشان ندادند که یافته مذکور با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (Amini Jam et al., 2013).

اگرچه در سایر آزمایش های انجام شده LC_{25} حشره کش های ایمیداکلوپرید و پی متروزین، عکس العمل جهت یابی پارازیتوئیدهای *L. fabarum* را در مقایسه با تیمار شاهد مختل نکردند. برای مثال زنبورها به سمت برگ های دارای شته و عسلک در مقابل برگ های فاقد شته و عسلک جلب شدند. عدم تأثیر غلظت زیرکشندهی حشره کش های ایمیداکلوپرید و پیریمیکارب در جلب زنبورهای *A. matricariae* به سمت برگ های خیار دارای شته جالب در مقابل برگ های تمیز نیز گزارش شده

است (Amini Jam et al., 2013). همچنین عدم تأثیر دزهای مختلف حشره کش های لامبدا-سی هالوترین، کلروپیرفوس و پیریمیکارب روی عکس العمل جهت یابی پارازیتوئید *A. ervi* به سمت بوی گیاه کلزای دارای شته *M. persicae* گزارش شده است (Desneux et al., 2004). همچنین آزمایش های الفکتومتری روی ماده های زنبور *A. ervi* که بعد از در معرض قرار گرفتن با بقایای دزهای مختلف دلتامترین زنده مانده بودند، انجام شده است و نتایج بیانگر این بوده است که زنبورهای زنده مانده قادرند تا توانایی خود را برای جهت یابی به سمت بوهای میزبان حفظ نمایند (Desneux et al., 2006). دو دلیل احتمالی در مورد عدم تأثیر دزهای زیرکشنده حشره کش ها روی رفتار جهت یابی زنبورهای پارازیتوئید بیان شده است. اول این که مولکول های حشره کش اعمال ضروری برای واکنش های الفکتوری در الفکتومتر را تغییر نمی دهند و دوم این که حشرات بقا یافته حساسیت کمتری دارند (Desneux et al., 2004).

نتایج اثر زیرکشنده حشره کش های ایمیداکلوپرید و پی متروزین روی میانگین زمان های صرف شده توسط زنبور *L. fabarum* برای دستیابی به تیمارها در هر آزمایش الفکتومتری در جدول ۳ آورده شده است. زنبورهایی که در معرض باقی مانده ایمیداکلوپرید قرار گرفته بودند مدت زمان بیشتری را برای دستیابی به تیمارها در مقایسه با تیمارهای شاهد و پی متروزین صرف کردند. حشره کش پی متروزین روی مدت زمان دستیابی زنبور به هر تیمار تأثیری نداشت. مطابق با یافته های این پژوهش، افزایش مدت زمان دستیابی به تیمارها در آزمایش های الفکتومتری در زنبورهای پارازیتوئید *A. matricariae* تیمار شده با حشره کش ایمیداکلوپرید (Amini Jam et al., 2013) و *A. ervi* که در معرض بقایای مختلف حشره کش های لامبدا سی هالوترین، کلروپیرفوس و پیریمیکارب قرار گرفته بودند (Desneux et al., 2004) نیز گزارش شده است.



شکل ۲- تأثیر غلظت زیر کشنده‌ی (LC₂₅) حشره کش های ایمیداکلوپرید و پی متروزین روی رفتار جهت یابی زنبور پارازیتوئید ماده *L. fabarum* نسبت به تیمارهای مختلف (اعداد مندرج در هر بار نشان دهنده تعداد زنبورهایی است که به هر تیمار واکنش نشان دادند، NC: منظور تعداد افرادی است که به هیچکدام از تیمارها عکس العملی نشان ندادند. پی متروزین، I: ایمیداکلوپرید. *آزمون کای-اسکوئر و $P < 0.05$)

Figure 2. Effect of sublethal concentration (LC₂₅) of imidacloprid and pymetrozine on orientation behavior of female wasps *L. fabarum* to various treatments. Numbers in each bar indicate the wasps responded to each treatment. NC. Numbers of non-response individual. I. imidacloprid, P. pymetrozine. *Significant, $P < 0.05$ (chi-square test)

جدول ۳- تأثیر غلظت زیر کشندهی (LC₂₅) ایمیداکلوپرید و پی متروزین روی میانگین زمان دستیابی به تیمارها (± خطای معیار) توسط زنبور پارازیتوئید ماده *L. fabarum* در هر آزمایش الفکتومتری

Table 2. Effect of sublethal concentration (LC₂₅) of imidacloprid and pymetrozine on mean handling time to treatments (±SE) by female wasps of *L. fabarum* at each olfactometry experience

Treatment	Mean access time to treatments ± SE (min)			Statistical factors		
	Control	Imidacloprid	Pymetrozine	P	F	df
leaf without aphids & honeydew or leaf contains aphids & honeydew	8.67±0.47 ^b	15.31±0.65 ^a	10.03±0.66 ^b	0.0001	33.94	2.52
leaf contains aphids without honeydew or leaf contains aphids and honeydew	12.17±0.78 ^b	17.06±0.21 ^a	11.67±0.74 ^b	0.0001	22.60	2.51
leaf without aphids & honeydew or leaf contains honeydew & without aphids	8.18±0.48 ^b	14.18±0.45 ^a	8.78±0.71 ^b	0.0001	27.47	2.57
leaf contains aphids treated with LC ₂₅ of imidacloprid or leaf contains aphid	10.31±0.68 ^b	16.02±0.39 ^a	11.18±0.79 ^b	0.0001	22.86	2.52
leaf contains aphids treated with LC ₂₅ of pymetrozine or leaf contains aphid	12.97±0.7 ^b	17.17±0.26 ^a	12.21±0.71 ^b	0.0001	19.79	2.55

a: Means in each row followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

بررسی های تکمیلی در مورد حشره کش های مذکور و سایر آفت کش ها روی رفتار کاوشگری و کارایی زنبور پارازیتوئید در شرایط مزرعه ای ضروری به نظر می رسد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده، استفاده از حشره کش انتخابی پی متروزین به منظور حفاظت زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* در برنامه کنترل تلفیقی شته سیاه باقلا توصیه می شود.

سپاس گذاری

بدین وسیله از حمایت های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول تشکر و قدردانی می شود.

نتایج این بررسی نشان داد که در اکثر آزمایش های انجام شده LC₂₅ حشره کش های ایمیداکلوپرید و پی متروزین روی رفتار جهت یابی پارازیتوئید *L. fabarum* اختلالی ایجاد نکرد. با این حال، حشره کش ایمیداکلوپرید در مقایسه با پی متروزین عکس العمل جهت یابی زنبور *L. fabarum* را در دو آزمایش این پژوهش تحت تأثیر قرار داد و در همه آزمایش ها مدت زمان دستیابی زنبورها به تیمارها را نیز افزایش داد. همچنین حشره کش مذکور اثر دورکنندگی روی پارازیتوئید داشت. در حالی که حشره کش پی متروزین فاقد اثر دورکنندگی بود و تأثیری روی رفتار جهت یابی زنبور و مدت زمان دستیابی آن ها به تیمارها نداشت. بنابراین حشره کش پی متروزین می تواند گزینه مناسب تری برای مدیریت تلفیقی شته *A. fabae* در مزارع باقلا باشد. اگرچه

REFERENCES

Abbot, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18: 265-267.

Amini Jam, N., Kochevli, F., Mossadegh, M.S., Rasekh, A., and Saber, M. 2013. Sublethal effects of imidacloprid and pirimicarb on orientation behaviour of *Aphidius matricariae* Haliday (Hym.: Braconidae). Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 36(2): 79-91. (In Farsi with English abstract).

Ausborn, J., Wolf, H., Mader, W., and Kayser, H. 2005. The insecticides pymetrozin selectivity affects chordotonal mechanoreceptors. *Journal of Experimental Biology*, 208: 4451-4466.

Baghery-Matin, Sh., Sahragard, A., and Rasoolian, G. 2005. Some behavioral characteristics of *Lysiphlebus fabarum* (Hymenoptera: Aphidiidae) parasitizing *Aphis fabae* (Homoptera: Aphididae) under laboratory conditions. *Journal of Entomology*, 20: 64-68.

Baroon, N. 2007. A study of population fluctuations of black bean aphid, *Aphis fabae* (Homoptera: Aphididae) and the efficiency of its parasitoid *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hymenoptera: Braconidae) on Faba bean in Ahvaz. M. Sc. Thesis. Shahid Chamran University of Ahvaz. (In Farsi).

Baroon, N., Kocheyli, F., and Mossadegh, 2011. The population dynamics of black bean aphid *Aphis fabae* (Hom.: Aphididae) and its parasitoid wasp *Lysiphlebus fabarum* (Hym.: Braconidae) on two broad bean varieties in Ahvaz. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 34(1): 23-35. (In Farsi with English abstract).

Croft, B. A. 1990. *Arthropod biological control Agent and Pesticides*. John Willey and Sons, New York, USA.

Croft, B.A., and Brown, A.W.A. 1975. Response of arthropod natural enemies to insecticides. *Annual Review of Entomology*, 20: 285-355.

Delpuech, J.M., Gareau, E., Terrier, O., and Fouillet, P. 1998. Sublethal effects of the insecticide chlorpyrifos on sex pheromonal communication of *Trichogramma brassicae*. *Chemosphere*, 36(8): 1775-1785.

Desneux, N., Decourtye, A., and Delpuech, J.M. 2007. The Sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52: 81-106.

Desneux, N., Denoyelle, R., and Kaiser. 2006. A multi-step bioassay to assess the effect of deltamethrin on the parasitic wasps *Aphidius ervi*. *Chemosphere*, 65 (10): 1697-1706.

Desneux, N., Rafalimanana, H., and Kaiser, L. 2004. Dose-response relationship in lethal and behavioral effects of different insecticides on the parasitic wasp *Aphidius ervi*. *Chemosphere*, 54: 619-627.

Golmohammadi, G.R. 2015. To study the effect of imidacloprid (SC350) on parasitoid wasp *Aphidius colemani* Viereck under laboratory conditions. *Pesticides in Plant Protection Sciences*, 2(1): 44-51. (In Farsi with English abstract).

Jervis, M., and Kidd, N. 1996. *Insect natural enemies, practical approaches to their study and evaluation*. Chapman and Hall, London. P. 491.

Kheradmand, K., Khosravian, M., and Shahrokhi, S. 2012. Side effect of four insecticides on demographic statistics of aphid parasitoid, *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (Hym.: Braconidae). *Annals of Biological Research*, 3(7): 3340-3345.

- Kobori, Y., and Amano, H. 2004. Effects of agrochemicals on life history parameters of *Aphidius gifuensis* Ashmead (Hym.: Braconidae). *Applied Entomology and Zoology*, 39(2): 255-261.
- Komez, N., Fouillet, P., Bouletreau, M., and Delpuech, J.M. 2001. Modification, by insecticide chlorpyrifos, of the behavioral responses to kairomones of a parasitoid wasp, *Leptopilina boulandi*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 41: 436-442.
- LeOra Software. 1987. POLO-PC a user's guide to probit or logit analysis. LeOra Software, Berkeley.
- Longley, M., and Stark, J. 1996. Analytical techniques for quantifying direct, residual, and oral exposure of an insect parasitoid to an organophosphate insecticide. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 57(5): 683-690.
- Mossadegh, M.S., Stary, P., and Salehipour, H. 2011. Aphid parasitoids in dry lowland area of Khuzestan, Iran (Hym.: Braconidae, Aphidiinae). *Asian Journal of Biological Science*, 4(2): 175-181.
- Mossadegh, M.S. 1976. The biology of *Plodia interpunctella* (Hubner) with particular reference to the role of the mandibular glands. Ph.D. Thesis. Reading University. P. 190.
- Mossadegh, M.S. 1980. Inter- and intra-specific effects of mandibular gland secretion of larvae of the Indian-meal moth, *Plodia interpunctella*. *Physiological Entomology*, 5: 165-173.
- Nuessly, G.S., Hentz, M.G., Beiriger, R., and Scully, B.T. 2004. Insects associated with faba bean, *Vicia faba* (Fabales: Fabaceae), in southern Florida. *Florida Entomologist*, 87: 204-211.
- Rasekh A., Michaud J.P., Kharazi-Pakdel A., Allahyari H., and Rakhshani E. 2009. Report of a thelytokous population of *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Aphidiidae) from Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, 10: 126.
- Rezvani. A. 2001. Identification Key of Iran aphids. Iran organization of agricultural researches. (In Farsi).
- Richter, E., Albert, R., Jaeckel, B., and Leopold, D. 2003. *Encarsia formosa*, a parasitoid for biological control under influence of insecticides and changing hosts. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 55(8): 161-172. (Abstract)
- Robertson, J.L., Russell, R.M., Preisler, H.K., and Savin, N.E. 2007. Pesticide bioassays with arthropods. CRC Press, Michigan. P. 127.
- Sadeghi, G.R., and Pourmirza, A.A. 2008. Study on the mortality and repellency effects of three insecticides on *Aphelinus mali* (Haldeman) (Hym.: Aphelinidae). *Journal of Plant Protection (Agricultural Science and Technology)*, 22(2): 27-33. (In Farsi with English abstract).
- SPSS. 2007. SPSS 16.0 for windows. SPSS Inc., Prentice Hall, New Jersey.
- Stary, P. 1976a. Aphid parasites of central Asian area. House of Czech. P. 114.

- Sary, P. 1976b. Aphid parasites of Mediterranean area. House of Czech. P. 95.
- Sary, P. 1986. Creeping thistle, *Cersium avense*, as a reservoir of aphid parasitoid (Aphidiidae) in agroecosystem. Acta Entomologica Bohemoslovaca, 97: 339-346.
- Sary, P., Remaudiere, D., Gonzalez, D., and Shahrokhi, S. 2001. A review and host association of aphid parasitoid (Hym.: Braconidae, Aphidiinae) of Iran. Parasitica, 56(1): 15-41.
- Talebi-Jahromi, K. 2007. Pesticide toxicology. University of Tehran Publication, Tehran. (In Farsi).
- Varley, G.C., and Edwards, R.L. 1953. An olfactometer for observing the behavior of small animals. Nature, 171: 789-790.
- Volkl, W., and Stechmann, D.H. 1998. Parasitism of black bean aphid (*Aphis fabae*) by *Lysiphlebus fabarum* (Hymenoptera: Aphidiidae): the influence of host plant and habitat. Journal of Applied Entomology, 122: 201-206.
- Wright, D.J., and Verkert, R.H.J. 1995. Integration of chemical and biological systems for arthropods; evaluation in a multitrophic context. Pesticides Science, 44: 207-218.
- Yu, D.S., Van Achterberg, C., and Horstmann, K. 2013. World Ichneumonoidea 2011. Taxonomy, Biology, Morphology and Distribution. Taxapad (Scientific Names for Information Management), Interactive Catalogue, Ottawa Available on. www.taxapad.com.

Residual effect of imidacloprid and pymetrozine on orientation behavior of *Lysiphlebus fabarum* Marshall, a parasitoid of the black bean aphid *Aphis fabae* Scopoli

N. Amini Jam*

***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Basic Sciences, Jundi-Shapur University of Technology, Dezful, Iran, (naminijam@jsu.ac.ir)

Received: 1 October 2016

Accepted: 22 January 2017

Abstract

For suitable insecticides selection in integrated broad bean aphid management, testing their side-effects on *Lysiphlebus fabarum* Marshall is needed. Therefore, in this research, the sublethal effect of imidacloprid and pymetrozine was investigated on orientation behavior of sexual population of *L. fabarum* using an olfactometer device. Mated females (<48h old) were exposed to concentrations of 1.1 and 646.5 mg a.i./l (LC_{25}) of imidacloprid and pymetrozine, respectively. Results of the olfactory responses demonstrated that the parasitoid wasps had a significant preference to volatiles of leaves containing aphids and their honeydew in imidacloprid, pymetrozine and control treatments ($P < 0.05$) compared to leaves without them. Responses of the parasitoids to volatiles of leaves contained aphids and honeydew vs leaves with aphids and without honeydew and to volatiles of leaves containing honeydew vs leaves without aphids and their honeydew showed that parasitoids exposed to imidacloprid had no significant preference to treatments ($P > 0.05$) compared to pymetrozine and control treatments. They were significantly attracted to volatiles of leaves containing aphids and honeydew and leaves containing honeydew ($P < 0.05$). In insecticides and control treatments, the repellent effect of leaves and contained aphids treated with imidacloprid was demonstrated against aphid parasitoids. However, pymetrozine did not have such an effect. Therefore, application of pymetrozine for parasitoid conservation is recommended.

Keywords: *Sublethal effect, Olfactometer, Orientation behavior, Repellent effect*