

## فعالیت تولیدمثلی و پاسخ بویایی زنبور انگلواره *Lysiphlebus fabarum* به حضور شکارگر درون رسته‌ای *Hippodamia variegata* در لکه‌های میزبان

مهدی طوسی<sup>۱</sup>، آرش راسخ<sup>۲\*</sup> و ناویا اوساوا<sup>۳</sup>

۱ و ۲. کارشناسی ارشد و دانشیار حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز  
۳. دانشیار حشره‌شناسی، آزمایشگاه اکولوژی جنگل، دانشکده تحصیلات تکمیلی کشاورزی، دانشگاه کیوتو، ژاپن  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۱۹)

### چکیده

در این تحقیق فعالیت تولیدمثلی و همچنین پاسخ بویایی زنبور انگلواره (*Lysiphlebus fabarum*) (پارازیتوید) به حضور شکارگر درون‌رسته‌ای، کفشدوزک *Hippodamia variegata* Goeze روی گیاه خیار آلوده به شته جالیز *Aphis gossypii* بررسی شد. به این منظور افزون بر مقایسه میزان تغذیه کفشدوزک از شته‌های بالغ سالم و انگلی شده (پارازیته)، ویژگی‌های تولیدمثلی (درصد انگلی شدن یا پارازیتسم، درصد ظهور و نسبت جنسی) زنبور در سه لکه غذایی تنها شته، شته همراه با کفشدوزک و شته همراه با لاشه‌های شته بررسی شد. همچنین ترجیح زنبور در انتخاب سه لکه یادشده با آزمایش بویایی سنجی تعیین شد. تغذیه کفشدوزک از شته‌های سالم در مقایسه با شته‌های انگلی شده بیشتر بود ( $F_{2,27}=12.53, P<0.001$ ) و در میان لکه‌های غذایی، به نسبت درصد انگلی شدن در لکه حاوی کفشدوزک کمتر بود ( $G_{2,42}=6.99, P=0.03$ ). همچنین در آزمایش‌های بویایی سنجی، زنبور به‌طور معنی‌داری از انتخاب لکه حاوی شکارگر درون‌رسته‌ای خودداری کرد ( $\chi^2=6.40, df=19, P=0.01$ ), اما نتوانست حضور لاشه‌های شته را در لکه غذایی تشخیص دهد. در یک جمع‌بندی با توجه به دوری جستن زنبورهای ماده *L. fabarum* از کفشدوزک و ترجیح غذایی کفشدوزک، انتظار می‌رود که این زنبور بیشتر در لکه‌های بدون کفشدوزک فعال باشد و از سوی کفشدوزک نیز بیشتر از شته‌های سالم تغذیه کند، امری که باعث کاهش شکارگری درون‌رسته‌ای و بهبود کنترل شته جالیز می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بویایی سنجی، شته جالیز، شکارگری درون رسته‌ای، کفشدوزک شکارگر.

## Reproductive activity and olfactory response of *Lysiphlebus fabarum* to the presence of an intraguild predator, *Hippodamia variegata*, in the host patches

Mehdi Toosi<sup>1</sup>, Arash Rasekh<sup>2\*</sup> and Naoya Osawa<sup>3</sup>

1, 2. M.Sc. Associate Professor of Entomology, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

3. Associate Professor of Entomology, Laboratory of Forest Ecology, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, 606-8502 Japan  
(Received: Mar. 13, 2017 - Accepted: Jul. 10, 2017)

### ABSTRACT

In this study, the reproductive activity and olfactory response of the parasitoid wasp *Lysiphlebus fabarum* to the presence of an intraguild predator, the ladybird *Hippodamia variegata*, was investigated on the cotton aphid *Aphis gossypii* on cucumber plants. For this purpose, in addition to comparing the predator feeding of healthy and parasitized adult aphids, reproductive characteristics of the parasitoid wasp (percent parasitism, percent emergence, and sex ratio) were investigated in three different host patches, including those of only aphids alone, aphids with a female ladybird, and aphids with aphid carcasses. Moreover, the preference of the female wasps to these patches was determined using a Y-tube olfactometer. Ladybirds significantly preferred healthy aphids to previously parasitized ones ( $F_{2,27}=12.53, P<0.001$ ), and the proportion of parasitism by parasitoid wasps were lower in the patch containing a female ladybird ( $G_{2,42}=6.99, P=0.03$ ). According to olfactometer test results, the parasitoid wasp significantly avoided the patch containing the intraguild predator ladybird ( $\chi^2=6.40, df=19, P=0.01$ ). In conclusion, based upon the findings of the avoidance of ladybirds by female wasps and also preference of healthy aphids by ladybirds, it is expected that female wasps forage more in patches lacking the intraguild predator ladybirds, and that ladybirds prefer feeding on healthy aphids, resulting in a reduction in the intraguild predation and improving the cotton aphid control.

**Keywords:** Cotton aphid, Intraguild predation, olfactometry, predatory ladybird.

\* Corresponding author E-mail: a.rasekh@scu.ac.ir

### مقدمه

باوجود نقش مهم کاوشگری (foraging) در تأمین منابع غذایی، این رفتار گاهی می‌تواند موجود زنده را در خطر شکار شدن قرار داده و آن را به یک هدف ساده برای شکار تبدیل کند (Djemai et al., 2000). در این میان، رفتارهای کاوشگر و همچنین شکارگر نقش تأثیرگذاری را ایفا می‌کند (Lima & Dill, 1990)، به‌ویژه در هنگامی که موضوع رقابت بین شکارگران مطرح می‌شود (Holt & Polis, 1997). شکارگرانی که بدون توجه به نوع تغذیه، بوم‌شناسی یا موقعیت آرایه‌بندی (Taxonomic) از یک منبع مشترک تغذیه می‌کنند و با تغذیه سطحی از یک رسته از سطحی دیگر از همان رسته منجر به رخداد شکارگری درون رسته‌ای (Intraguild predation) می‌شوند (Polis et al., 1989). شکارگری درون رسته‌ای میان شکارگر-انگل‌واره یا پارازیتوید، به‌طور کلی یک‌سویه (Asymmetry) بوده و گونه شکارگر، به‌عنوان شکارگر درون رسته‌ای (IG predator)، با گونه انگل‌واره (طعمه درون رسته‌ای IG prey)، بر سر منبع مشترک غذایی (Extraguild prey)، به رقابت می‌پردازند (Meyhöfer & Klug, 2002; Lucas, 2005). بنابراین نبود پاسخ مناسب به حمله‌های شکارگر، می‌تواند منجر به مرگ انگل‌واره و یا نتاج آن شود. در این میان رفتارهای گریزی انگل‌واره نقشی اساسی در کاهش میزان شکار شدن توسط شکارگر ایفا می‌کند (Taylor et al., 1998; Raymond et al., 2000; Nakashima et al., 2003). البته عامل‌های چندی از جمله گونه و میزان تحرک حشرات درگیر در برهمکنش و همچنین فاصله زمانی بین رخداد انگلی شدن (پارازیتیسیم) و برخورد با شکارگر، می‌تواند شدت و برای شکارگری درون رسته‌ای را تحت تأثیر قرار دهد. پدیده شکارگری درون رسته‌ای در شته‌ها به‌عنوان میزبان‌هایی که به‌طور همزمان توسط انواع زیادی از انگل‌واره‌ها و شکارگران مورد حمله قرار می‌گیرند، به فراوانی دیده می‌شود و چگونگی برهمکنش این شکارگران به میزان قابل توجهی بر رشد جمعیت شته‌های میزبان تأثیرگذار است (Frazer et al., 1981; Turchin & Kareiva, 1989). به‌عنوان مثال

شکارگرها، شته‌های انگلی‌شده (پارازیته) را به دلیل تحرک کمتر در مقایسه با شته‌های سالم بیشتر مورد حمله قرار می‌دهند، چراکه این شته‌ها به‌طور معمول در همسانه خود (کلنی) باقی مانده و به تغذیه و فعالیت‌های تولیدمثلی خود ادامه می‌دهند (Brodeur & Rosenheim, 2000). در یک بررسی نشان داده شد که در ساعت‌های اولیه حضور شکارگر (*Coccinella undecimpunctata* L.)، به دلیل القای رفتار فرار در شته سبز هلو (*Myzus persicae* Sulzer)، میزان انگلی شدن زنبور *Aphidius colemani* Viereck کاهش یافت، درحالی‌که با گذشت زمان با توجه به نبود تمایل شکارگر به تغذیه از شته‌های انگلی‌شده، از فشار شکارگری درون رسته‌ای کاسته شد (Bilu & Coll, 2007). در شکارگری درون‌رسته‌ای افزون بر تغذیه شکارگران از میزبان‌های انگلی‌شده، مواردی از تغذیه مستقیم کفشدوزک‌های عمومی‌خوار از لاروهای انگل‌های خارجی (Ectoparasites) و مراحل بالغ انگل‌واره‌ها گزارش شده است (Colfer & Yeno, 2005; Rosenheim, 2001). همچنین دیده شده است که حضور شکارگر در لکه غذایی افزون بر اختلال در فعالیت‌های تخم‌ریزی زنبور (Hoffmeister & Roitberg, 1997) باعث کاهش تغذیه آن‌ها از عسلک شته‌ها (Kats & Dill, 1998) و یا تغییر در رفتار کسب عسلک می‌شود (Dicke & Grostal, 2001). از سویی مشخص شده است که زنبورهای انگل‌واره از راه یادگیری، به‌صورت رفتارهای دوری جستن به حضور شکارگر در لکه‌های غذایی مشترک، پاسخ می‌دهند (Nakashima & Senoo, 2003). باین‌حال بعضی از گونه‌های انگل‌واره، لکه غذایی را در حضور شکارگران ترک نمی‌کنند، بلکه رفتارهای نامنظمی از خود نشان می‌دهند، به‌طور مثال بیشتر وقت خود را در حال حرکت سپری کرده و یا پی‌درپی رفتارهای حرکت و استراحت را به نمایش می‌گذارند، بدون آن‌که میزبان‌های خود را انگلی‌شده کنند (Bilu et al., 2006). در این ارتباط شواهد چندی مبنی بر توانایی بندپایان در تشخیص حضور شکارگران با یادگیری اطلاعات شیمیایی وجود دارد (Papaj & Lewis, 1993; Vet et al., 1995). به صورتی که زنبورهای

گسترده‌ای دارد (Carver, 1984)، به طوری که توانایی انگلی شده کردن بیش از صد گونه مختلف شته را دارد (Yu et al., 2013). این زنبور از بسیاری از استان‌های ایران با نام بردن گیاه و شته میزبان گزارش شده است (Stary et al., 2000; Rakhshani et al., 2006). زنبور *L. fabarum* دو نژاد با تولیدمثل جنسی (Arrhenotoky) و غیرجنسی (Thelytoky) دارد (Belshaw et al., 1999)، که نژاد جنسی این زنبور از مناطق مختلف ایران (Mossadegh et al., 2011) و جمعیت ماده‌زای آن نیز تاکنون تنها از منطقه چورزق زنجان گزارش شده است (Rasekh et al., 2011).

بنابر آزمایش‌های مقدماتی انجام شده، فعالیت شکارگری و میزان انگلی کردن بالایی به ترتیب توسط کفشدوزک *H. variegata* و زنبور *L. fabarum* روی شته جالیز مشاهده شد، بنابراین در این بررسی ابعاد مختلف شکارگری درون رسته‌ای مانند میزان تغذیه کفشدوزک از شته‌های انگلی شده توسط زنبور *L. fabarum*، میزان فعالیت‌های انگلی کردن زنبور روی شته جالیز هنگام حضور کفشدوزک *H. variegata* و لاشه‌های شته ناشی از تغذیه آن و همچنین امکان تشخیص حضور کفشدوزک در لکه غذایی، توسط زنبور با آزمایش بویایی سنجی بررسی شد.

## مواد و روش‌ها

### تهیه همسانه حشرات

برای تشکیل جمعیت اولیه شته جالیز، برگ‌های آلوده به شته، از گلخانه‌های خیار دانشکده کشاورزی دانشگاه چمران اهواز گردآوری و روی گیاهان خیار پنج تا شش برگه رقم (Super N3F1) در گلدان‌هایی درون قفس توری به ابعاد ۶۰×۶۰×۱۲۰ منتقل شد (در شرایط دمایی ۱±۲۲°C، رطوبت نسبی ۵۵±۶ درصد و دوره روشنایی: تاریکی ۱۶:۸). از آن جایی که امکان پرورش انبوه کفشدوزک *H. variegata* (Farhadi et al., 2012) و زنبور انگل‌واره *L. fabarum* (Rasekh et al., 2010) روی شته سیاه باقلا *Aphis fabae* Scopoli وجود دارد، از این شته، برای پرورش این دشمنان طبیعی استفاده شد. شته سیاه باقلا طی نمونه‌برداری از کشتزار باقلای دانشکده کشاورزی

انگل‌واره با شناسایی مواد شیمیایی به جامانده در مسیر حرکت کفشدوزک‌های شکارگر، از این شکارچیان بالقوه دوری می‌کنند، البته این امر با کاهش رفتارهای جستجوگری بهینه زنبور منجر به کاهش میزان انگلی شدن نیز می‌شود (Nakashima et al., 2006).

شته جالیز *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) به عنوان یکی از آفت‌های اصلی سبزی‌ها و گیاهان زینتی در مناطق گرمسیری، نیمه گرمسیری و معتدل گزارش شده است (Leclant & Deguine, 1994). این آفت افزون بر تغذیه مستقیم از شیره گیاهی که منجر به پژمردگی و کوتولگی گیاه می‌شود (Attia & El-Hamaky, 1987)، به صورت غیرمستقیم با ترشح عسلک و انتقال ویروس‌های گیاهی (Kresting et al., 1999)، آسیب شدیدی به گیاه میزبان وارد می‌سازد. این آفت در استان خوزستان از روی ۲۶ گونه گیاهی از جمله خیار در گلخانه‌ها و مزارع گزارش شده است (Hojjat, 1993). به دلیل رعایت نشدن اصول بهینه سم‌پاشی و پیدایش جمعیت‌های مقاوم شته‌ها به آفت‌کش‌ها، به طور معمول استفاده از عامل‌های کنترل زیستی به ویژه استفاده همزمان از دو یا چند عامل در قالب مدیریت تلفیقی آفات (Integrated Pest Management) توصیه می‌شود (Desneux et al., 2007). کفشدوزک *Hippodamia variegata* Goeze (Coleoptera: Coccinellidae) گونه‌ای با پراکنش بسیار زیاد در مناطق پالئارکتیک و نئارکتیک بوده (Obrycki & Orr, 1990) و از کرج و ورامین در حال تغذیه از شته‌ها و تریپس گندم (Vojdani, 1964) و همچنین در شمال ایران از روی شپشک‌های زیان‌آور مرکبات مانند شپشک معمولی مرکبات *Parlatoria blanchardi* Targ و شپشک‌های *Phenacoccus aeris* و *Pseudococcus citri* Risso Signoret، با نقش مؤثر در کاهش نسبی جمعیت آفت، گزارش شده است (Vojdani, 1964; Sadeghi, 1991). زنبور *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Braconidae: Aphidiinae) نیز یکی از مهم‌ترین انگل‌واره‌های شته‌های جنس *Aphis* به شمار می‌آید (Nuessly et al., 2004). این انگل‌واره انفرادی-درونی (Abou-Fakhr & Kawar, 1998)، دامنه میزبانی

آغاز یک دسته تخم (با کمینه ده تخم) از یک کفشدوزک ماده (تغذیه شده با شته سیاه باقلا) انتخاب شد. پس از تفریح این تخمها، لاروها تا زمان ظهور حشرات کامل پرورش داده شدند. از نتاج به دست آمده از تخمهای این کفشدوزک به عنوان حشرات همسن در آزمایشها استفاده شد.

#### واحدهای آزمایش

واحدهای آزمایش، ظرفهای دیش به قطر ۹ و عمق ۱/۵ سانتی متر بودند که برای تهویه، سوراخی به قطر ۳ سانتی متر روی درپوش آنها ایجاد و توسط توری حریر پوشانده شده بود. قطعه‌ای از برگ خیار رقم (Super N<sub>3</sub>F<sub>1</sub>) توسط ژل آگار در کف این ظرفهای پتری به گونه‌ای ثابت شده بود که سطح زیرین برگ رو به بالا قرار گیرد. به منظور جلوگیری از فرار حشرات در زمان آزمایش نیز اطراف درپوش پتریها توسط پارافیلیم مسدود شده بود.

#### طراحی و انجام آزمایشها

مقایسه میزان تغذیه کفشدوزک ماده *H. variegata* از شته‌های جالیز سالم و انگلی شده برای تولید شته‌های انگلی شده، در آغاز یک کوهورت بزرگ از شته جالیز بالغ تشکیل و زنبورهای همسن دو روزه *L. fabarum* به نسبت ۱ به ۵ (زنبور: شته) به این شته‌ها معرفی شدند. پس از ۲۴ ساعت زنبورها حذف و ۷۲ ساعت پس از این شته‌ها در واحدهای آزمایشی استفاده شد. در هر واحد آزمایشی (n=۱۰)، روی پهنه برگ خیار در ظرفهای پتری حاوی دروایه (سوسپانسیون) آگار، ده شته بالغ جالیز و یک کفشدوزک ماده چهار روزه جفت‌گیری کرده، که به مدت ۸ ساعت از دسترسی به غذا محروم بود، معرفی شد. پس از دو ساعت کفشدوزک حذف و شمار شته‌های زنده مانده و خورده شده ثبت شد. همزمان با آزمایش یادشده، همه مراحل بالا برای بررسی میزان تغذیه کفشدوزک از شته‌هایی که ۲۴ ساعت پیش انگلی شده بودند و همچنین شته‌های سالم، انجام و شمار شته‌های خورده شده در هر یک از آنها ثبت شد.

گردآوری و روی گیاهان باقلا (رقم شوشتری) در گلدان‌هایی درون قفس توری و شرایط یادشده پرورش یافتند. همزمان با گردآوری شته سیاه باقلا، مومیایی‌های این شته به دست آمده از فعالیت انگلی کردن نژاد جنسی زنبور *L. fabarum* نیز به دست آمد. پس از شناسایی گونه زنبور به منظور نگهداری و پرورش، شماری از زنبورهای نر و ماده روی شته سیاه باقلا، در قفسی در شرایط محیطی همسان شته‌ها رهاسازی شد تا زنبورها مستقر شوند. حشرات کامل کفشدوزک نیز با تور زدن از یونجه‌زار دانشکده کشاورزی گردآوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. آنگاه بالغان در ظرفهای پلاستیکی مکعبی به ابعاد ۱۵ در ۲۰ و ارتفاع ۱۲ سانتی متر، در اتاقک رشد (انکوباتور) با شرایط دمایی  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ، رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد و دوره روشنایی: تاریکی ۸:۱۶ به مدت سه نسل پرورش یافتند.

#### همسن‌سازی حشرات مورد استفاده در آزمایشها

از آنجایی که برای انجام آزمایشها به جمعیت همسن (Cohort) شته نیاز بود، بیست شته بالغ جالیز روی هر پهنه برگ خیار در پتری‌هایی حاوی محلول آگار (به غلظت ۱/۵ درصد) قرار داده شد. این شته‌ها پس از ۱۲ ساعت حذف و پوره‌های همسن تا بلوغ پرورش داده شدند. برای همسن‌سازی زنبورها نیز در آغاز دو گلدان گیاه باقلا آلوده به شته سیاه در قفسی با ابعاد  $30 \times 30 \times 60$  قرار داده شد، پس از آن با توجه به شمار شته‌های سیاه روی این گیاهان، زنبورها به نسبت ۱ به ۵ (زنبور به شته میزبان) به گیاهان معرفی شد. بنا بر بررسی‌های پیشین، این نسبت زنبور به شته، منجر به انگلی شدن بیشتر شته‌ها با کمترین رخداد سوپرپارازیتیسیم می‌شود (Mohseni et al., 2016). پس از ۱۲ ساعت این زنبورها حذف شدند. در ادامه با ظهور شته‌های مومیایی، یکایک آنها به آرامی توسط قلم‌مو از گیاه جدا و به درون ظرفهای پتری انتقال یافتند. زنبورهای ظاهر شده با محلول آب و عسل (۳۰٪) تغذیه شدند و پس از گذشت یک روز ( $6 \pm$  ساعت)، از این زنبورها در آزمایشها استفاده شد. به منظور ایجاد حشرات کامل همسان کفشدوزک، در

بیست عدد شته بالغ و در لکه دوم ۲۰ عدد شته بالغ به همراه یک کفشدوزک ماده سیر (چهار روزه) قرار گرفت. در آزمایش دوم، در لکه اول روی پهنه برگ‌های خیار، بیست عدد شته بالغ و در لکه دوم بیست عدد شته بالغ به همراه پنج عدد لاشه شته قرار گرفت. در هر یک از تکرارها، یک عدد زنبور انگل‌واره ماده (دو روزه و جفت‌گیری کرده)، در مخزن رهاسازی حشره قرار داده شد تا یکی از دو بازو را انتخاب کند. هر یک از آزمایش‌های بالا در بیست تکرار انجام گرفت و چنانچه هر حشره به مدت ده دقیقه پاسخی نداد از آزمایش حذف می‌شد. به‌منظور به‌کمینه رساندن خطا پس از انجام پنج تکرار جای لکه‌های آزمایش تعویض شد و در پایان ده تکرار، همه لوله‌ها و ظرف‌ها با آب و الکل شستشو شد. همه آزمایش‌های این بررسی، در شرایط دمایی  $22 \pm 1^\circ\text{C}$  و رطوبت نسبی  $65 \pm 5\%$  در و در شرایط روشنایی با شدت نور ۱۶۰۰ لوکس انجام شد.

#### تجزیه داده‌ها

در این بررسی به‌منظور مقایسه میزان تغذیه کفشدوزک از شته‌های سالم و انگلی‌شده، از آزمون آماری تجزیه واریانس یک‌سویه و برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها از آزمون تکمیلی توکی (Post Hoc-Tukey) (در سطح ۰/۰۵)، استفاده شد. از مدل‌های خطی تعمیم (Generalized linear models) برای تجزیه داده‌های مربوط به درصد انگلی شدن، درصد ظهور و نسبت جنسی استفاده شد. در این مدل از توزیع دوجمله‌ای خطا (Binomial error distribution) با تابع خطی لوگ (Loglinear) برای درصد انگلی شدن و تابع لوژیت (Logit) برای درصد ظهور و نسبت جنسی استفاده شد. برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها از آزمون تکمیلی بونفرونی (Post Hoc-Bonferroni) (در سطح ۰/۰۵) استفاده شد. همچنین برای تجزیه نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش‌های بویایی سنج از آزمون مربع کای پیرسون ( $\chi^2$ ) استفاده شد (SPSS, 1998). همه داده‌ها با کمک نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۲) تجزیه شدند.

تأثیر حضور کفشدوزک ماده یا لاشه‌های شته در لکه غذایی، روی فعالیت‌های تولیدمثلی *L. fabarum* برای انجام این آزمایش در تیمار اول به لاشه شته جالیز نیاز بود. برای این کار در یک ظرف پتری ۲۰۰ عدد شته بالغ جالیز توسط سوزن مخصوص اتاله تشریح و شکافته شد، آنگاه یک کفشدوزک ماده چهار روزه به مدت یک ساعت به این پتری انتقال یافت تا با حرکت روی این لاشه‌ها و دهان زدن به آن‌ها بوی خود را روی لاشه‌ها بر جای گذارد. همچنین برای انجام تیمار دوم، کوهورت‌هایی از کفشدوزک‌های ماده چهار روزه جفت‌گیری کرده تهیه شد. به‌منظور به‌کمینه رساندن تغذیه این کفشدوزک‌ها در مدت‌زمان آزمایش، این ماده‌ها از ۳ ساعت پیش از آغاز آزمایش به میزان کافی شته جالیز برای تغذیه دسترسی داشتند. در تیمار اول به هر یک از واحدهای آزمایش ( $n=15$ )، افزون بر ۱۵ شته بالغ همگن، ۱۰ لاشه شته به همراه یک زنبور ماده داده شد. در تیمار دوم به هر واحد آزمایش، افزون بر شته و زنبور ماده، یک کفشدوزک ماده بالغ رها شد و در تیمار شاهد تنها یک زنبور به شته‌ها داده شد. پس از گذشت دو ساعت در همه واحدهای آزمایشی، کفشدوزک‌ها و زنبورها حذف شدند و شته‌ها به‌منظور مقایسه شمار مومیایی (درصد انگلی شدن)، شمار زنبورهای ظاهر شده (درصد ظهور) و نسبت جنسی نتاج، پرورش یافتند.

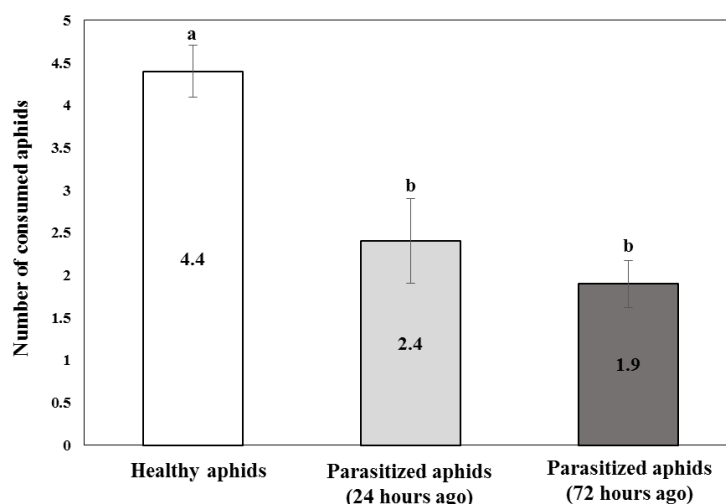
#### تعیین توانایی زنبور در تشخیص حضور کفشدوزک

بالغ و لاشه‌های شته در لکه غذایی، از راه بویایی در این آزمایش از یک دستگاه بویایی‌سنج دو شاخه (Y-tube olfactometer) که هر بازوی آن ۱۰ سانتی‌متر بود، استفاده شد. محل اتصال این بازوها توسط یک لوله ۱۵ سانتی‌متری به مخزن رهاسازی کفشدوزک متصل شده بود. ضخامت همه لوله‌ها ۲ سانتی‌متر بود، هر بازو در انتهای دیگر به یک ظرف به قطر ۵ سانتی‌متر متصل شده بود. در این ظرف‌ها (لکه) تیمارهای آزمایش برای بررسی ترجیح زنبور قرار گرفت. این ظرف‌ها به لوله‌های متصل به بادبزن وصل شدند تا جریان باد (۱-۰/۵ متر بر ساعت) فراهم شود. در آزمایش اول، در لکه اول روی پهنه برگ‌های خیار،

## نتایج و بحث

بر پایه نتایج به دست آمده، میزان تغذیه کفشدوزک ماده از شته‌های سالم نسبت به شته‌های انگلی شده (۲۴ و ۷۲ ساعت پیش انگلی شده، دیده نشد ( $P=0/61$ ) (شکل ۱).

این در حالی است که اختلافی میان تغذیه کفشدوزک از شته‌های ۲۴ و ۷۲ ساعت پیش انگلی شده، دیده نشد ( $P=0/61$ ) (شکل ۱).



شکل ۱. میانگین (±خطای معیار) میزان تغذیه کفشدوزک ماده *H. variegata* از شته‌های جالیز بالغ سالم و انگلی شده (۲۴ و ۷۲ ساعته) توسط زنبور *L. fabarum* (حروف لاتین همسان نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است).

Figure 1. Means (±SE) of *Hippodamia variegata* females feeding on healthy and parasitized adult aphids 24 or 72 hours after parasitism by the parasitoid wasp, *Lysiphlebus fabarum*. Means followed by same letter are not significantly different from each other (Post Hoc-Tukey test  $P > 0.05$ ).

بنابر نتایج دیگر بررسی‌ها، میزان تغذیه شکارگران از میزبان‌های سالم و انگلی شده بسیار متنوع بوده و به عامل‌های مختلفی مانند گونه (Provost *et al.*, 2003) و ویژگی‌های شکارگر (اندازه نسبی، ویژگی‌های تغذیه‌ای) (Hindayana *et al.*, 2001) و همچنین ویژگی‌های طعمه (فاصله زمانی از رخداد انگلی شدن، تراکم و سن طعمه) (Lucas *et al.*, 1998) بستگی دارد. نتایج این پژوهش نشان داد، میزان تغذیه کفشدوزک بالغ *H. variegata* از شته‌های سالم نسبت به شته‌های انگلی شده (۲۴ و ۷۲ ساعته) بیشتر بود. باین حال نکته قابل توجه تغذیه کفشدوزک از شته‌های انگلی شده بود، نکته‌ای که نشان‌دهنده رخداد پدیده شکارگری درون رسته‌ای است. بنابر دیگر بررسی‌های انجام شده میزان تغذیه کفشدوزک‌های *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville از شته‌های سالم *A. gossypii* بیشتر از شته‌های انگلی شده توسط زنبور *Lysiphlebus testaceipes* Cresson بود (Meyhöfer & Klug, 2002).

درصد انگلی کردن، درصد ظهور و نسبت جنسی زنبورهای *L. fabarum* فعال در لکه‌های مختلف غذایی

زنبورهای *L. fabarum* فعال در لکه‌های مختلف غذایی

غذایی شاهد (بدون حضور کفشدوزک و لاشه شته)، با ۲۰ درصد و کمترین درصد انگلی کردن زنبور در لکه غذایی شته حاوی کفشدوزک ماده با ۱۳ درصد مشاهده شد. نتایج به دست آمده در مورد نرخ ظهور در لکه‌های مختلف غذایی اختلاف معنی‌داری نشان نداد ( $G_{2,42}=0/89$ ,  $P=0/64$ ). همچنین نسبت‌های جنسی زنبورهای پرورش‌یافته در سه لکه غذایی اختلاف معنی‌داری نداشت ( $G_{2,42}=0/78$ ,  $P=0/67$ ).

شته جالیز در جدول ۱ ارائه شده است. بنابر نتایج به دست آمده، اختلاف معنی‌داری در میزان انگلی کردن زنبورها در حضور و بدون حضور کفشدوزک مشاهده شد ( $G_{2,42}=6/99$ ,  $P=0/03$ )، این در حالی است که انگلی کردن زنبور در لکه حاوی لاشه‌های شته جالیز با لکه غذایی حاوی شته ( $P=1/00$ ) و لکه غذایی شته حاوی کفشدوزک ماده ( $P=0/11$ ) اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین میزان انگلی کردن زنبور در لکه

جدول ۱. میانگین ( $\pm$  خطای معیار) درصد انگلی شدن، درصد ظهور بالغان و نسبت جنسی (درصد ماده‌ها) نتاج زنبورهای *Lysiphlebus fabarum* هنگامی که ماده‌ها به ۱۵ شته بالغ *Aphis gossypii* در حضور یک حشره ماده *Hippodamia variegata* یا پنج لاشه شته معرفی شدند.

Table 1. Means ( $\pm$  SE) of percent parasitism, percent adult emergence, and sex ratio (% female) of *Lysiphlebus fabarum* offspring when females were introduced into 15 adult instars of *Aphis gossypii*, in the presence of a female *Hippodamia variegata* or five aphid carcasses

|                      | Control<br>(host aphids) | Host aphids &<br>aphid carcasses | Host aphids & a<br>female ladybird | df   | G    | P      |
|----------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------|------|--------|
| Parasitism (%)       | 20 $\pm$ 2.2 a           | 19 $\pm$ 2.1 ab                  | 13 $\pm$ 1.8 b                     | 2,42 | 6.99 | P=0.03 |
| Emergence (%)        | 96 $\pm$ 3.0 a           | 98 $\pm$ 2.3 a                   | 93 $\pm$ 4.6 a                     | 2,42 | 0.89 | P=0.64 |
| Sex ratio (% Female) | 60 $\pm$ 6.8 a           | 61 $\pm$ 7.0 a                   | 52 $\pm$ 8.8 a                     | 2,42 | 0.78 | P=0.67 |

در هر ردیف حرف‌های لاتین همسان نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

In each row, Means followed by same letter are not significantly different from each other ( $P > 0.05$ ).

می‌شود. برخلاف موارد پیشین، زنبور *L. fabarum* در حضور شکارگرانی مانند *Chrysopa carnea*، *Episyrrhus*، *C. septempunctata*، Stephens و *balteatus* de Geer هیچ‌گاه لکه غذایی را ترک نکرد و به انگلی کردن شته‌های *A. fabae* ادامه داد (Meyhöfer & Klug, 2002). البته در این بررسی، تأثیر حضور کفشدوزک *H. variegata* روی مدت‌زمان حضور در لکه زنبور *L. fabarum* بررسی نشد و احتمال کسب نتایج همسان در حضور این‌گونه کفشدوزک نیز وجود داشت. در بررسی دیگری روی زنبور *Aphelinus abdominalis* Dalman، تجربه پیشین برخورد با لارو سن دوم بالتوری *C. carnea* و همچنین حضور بالتوری در لکه غذایی شته *M. persicae* و شته *Macrosiphum euphorbiae*، تأثیر معنی‌داری در میزان انگلی شدن زنبورهای با تجربه و بدون تجربه نداشت (Jazzer et al., 2008).

شکارگران در اغلب موارد با حمله به مراحل بالغ انگل‌واره‌ها، از سویی باعث شکار شدن آن‌ها می‌شوند و

بررسی‌های انجام‌شده توسط Bilu & Coll (2007) روی شته *M. persicae* نشان داد که میزان انگلی شدن زنبور *A. colemani* روی این شته ۱۱/۱۲ درصد بود که این میزان در زمان حضور کفشدوزک *C. undecimpunctata* به ۵/۸۷ درصد کاهش یافت. در بررسی دیگری در ارتباط با تأثیر حضور کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant انگلی شدن شپشک مرکبات *Planococcus citri* Risso توسط زنبور انگل‌واره *Leptomastix dactylopii* Howard، نتایج نشان داد، با افزایش شمار کفشدوزک در لکه، میزان انگلی شدن زنبور کاهش یافت (Chong & Oetting, 2007). Taylor et al. (1998) در توجیه دلیل کاهش انگلی شدن ناشی از حضور شکارگر استدلال کرده‌اند که کفشدوزک *C. septempunctata* در لکه غذایی افزون بر القای رفتارهای دفاعی در شته‌ها، با پراکندن جمعیت شته میزبان *Acyrtosiphon pisum* Harris (به علت ترشح فرمون اعلام‌خطر توسط شته)، به‌واسطه کاهش رویارویی زنبور انگل‌واره *Aphidius ervi* Haliday با شته از میزان انگلی شدن کاسته

از سوی می‌توانند با حمله‌های خود روی رفتار جستجوگری انگل‌واره‌ها اثر منفی گذاشته و در نتیجه باعث کاهش انگلی شدن شوند (Weisser et al., 1994). به‌عنوان مثال در برهمکنش میان زنبور *A. abdominalis* و لارو سن سوم بالتوری *C. carnea*، حمله‌های متوالی بالتوری به زنبور بالغ مشاهده شد، در صورتی که زنبور کشته نمی‌شد، فاصله خود را با بالتوری زیاد کرده و به‌سرعت لکه غذایی را ترک می‌کرد (Jazzer et al., 2008). در این تحقیق نیز در هنگام بررسی میزان تخم‌ریزی زنبور در حضور کفشدوزک بالغ *H. variegata*، در شماری از تکرارها (۴ مورد از ۲۰) حمله مستقیم کفشدوزک

از سوی می‌توانند با حمله‌های خود روی رفتار جستجوگری انگل‌واره‌ها اثر منفی گذاشته و در نتیجه باعث کاهش انگلی شدن شوند (Weisser et al., 1994). به‌عنوان مثال در برهمکنش میان زنبور *A. abdominalis* و لارو سن سوم بالتوری *C. carnea*، حمله‌های متوالی بالتوری به زنبور بالغ مشاهده شد، در صورتی که زنبور کشته نمی‌شد، فاصله خود را با بالتوری زیاد کرده و به‌سرعت لکه غذایی را ترک می‌کرد (Jazzer et al., 2008). در این تحقیق نیز در هنگام بررسی میزان تخم‌ریزی زنبور در حضور کفشدوزک بالغ *H. variegata*، در شماری از تکرارها (۴ مورد از ۲۰) حمله مستقیم کفشدوزک

| Aphid patch | Aphid & female ladybird patch |     |
|-------------|-------------------------------|-----|
| 14          | 6                             | (a) |
| Aphid patch | Aphid & aphid carcasses patch |     |
| 9           | 11 <sup>NS</sup>              | (b) |

#### Response of mated female *L. fabarum*

شکل ۲. تأثیر حضور کفشدوزک ماده *Hippodamia variegata* (a) یا لاشه‌های شته *Aphis gossypii* (b) در لکه غذایی، روی رفتار جهت‌یابی زنبورهای ماده *Lysiphlebus fabarum* (NS= بدون اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد)

Figure 2. Impact of the presence of a female *Hippodamia variegata* (a) or *Aphis gossypii* carcasses (b) in the host patches, on the orientation behaviour of *Lysiphlebus fabarum* females. NS= not significant; Chi-square test; ( $P > 0.05$ ).

منتشر شده از جانب شکارگر توسط زنبور انگل‌واره باشد (Taylor et al., 1998). برخلاف موارد پیشین، گزارش شده که زنبور *A. colemani* بین دو لکه غذایی ترجیحاً آلوده به شته *M. persicae* تفاوتی در حضور و یا بدون حضور کفشدوزک *C. undecimpunctata* قائل نشد، حتی دیده شد که زنبور به سمت ترکیب شته همراه با شکارگر رفته و پس از تماس با لارو کفشدوزک منطقه را ترک نمی‌کند (Bilu et al., 2006). البته ویژگی‌های مختلف گونه‌های شکارگر و انگل‌واره می‌تواند دلیل عمده این رفتار متفاوت زنبور باشد.

#### نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این بررسی، پدیده شکارگری درون رسته‌ای یک‌سویه توسط کفشدوزک *H. variegata* روی مراحل لاروی و حشره کامل زنبور انگل‌واره

علت دوری جستن زنبور ماده *L. fabarum* از لکه‌های میزبان حاوی کفشدوزک بالغ *H. variegata* می‌تواند توانایی این زنبور در تشخیص مواد شیمیایی فرار ناشی از کفشدوزک‌ها باشد. زنبور با پرهیز کردن از چنین لکه‌هایی سعی می‌کند که خود و همچنین نتاجش را از پدیده شکارگری درون رسته‌ای در امان نگه دارد، چراکه بنابر نتایج همین تحقیق، کفشدوزک قادر به کشتن حشرات کامل زنبور و همچنین تغذیه از شته‌های انگلی شده است. در بررسی‌های همسانی زنبور انگل‌واره *L. fabarum* لکه حاوی شته *A. fabae* را نسبت به لکه میزبان حاوی کفشدوزک *Coccinella* sp. ترجیح داد (Raymond et al., 2000) و همچنین زنبور انگل‌واره *A. ervi* روی لکه‌های شته *A. pisum*، از برخورد با کفشدوزک *C. septempunctata* دوری کرد. به نظر می‌رسد که دلیل همه این موارد، درک آثار شیمیایی



کفشدوزک فعال بوده و به انگلی کردن شته‌ها بپردازد و از سویی کفشدوزک نیز بیشتر از شته‌های سالم تغذیه کند، امری که باعث کاهش شکارگری درون رسته‌ای و بهبود کنترل شته جالیز می‌شود، هرچند نیاز است که این موضوع در شرایط طبیعی نیز ارزیابی شود.

### سپاسگزاری

از حمایت‌های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز (شماره گزنت ۹۴/۳/۰۲/۳۱۵۸۰)، تشکر و قدردانی می‌گردد.

*L. fabarum* مشاهده شد. در پاسخ به این برهمکنش، کاهش تخم‌ریزی زنبور در لکه‌های حاوی شکارگر درون رسته‌ای و همچنین دوری جستن از این لکه‌ها، در صورت فرصت انتخاب لکه‌های بدون شکارگر، مشاهده شد. پاسخی که نشان‌گر تکامل زنبور برای به بیشینه رساندن شایستگی خود و نتاجش در برخورد با شکارگران درون رسته‌ای است. البته با توجه به ترجیح کفشدوزک در تغذیه از شته‌های سالم در مقایسه با شته‌های انگلی‌شده، در شرایط طبیعی انتظار می‌رود که زنبور ماده *L. fabarum* بیشتر در لکه‌های بدون

### REFERENCES

1. Abou-Fakhr, E. M. & Kwar, N. S. (1998). Complex of endoparasitoid of aphids (Hom.: Aphididae) on vegetables other plants. *Entomologicheskoe Obozrenie*, 77, 753-763.
2. Attia, A. A. & El-Hamaky, M.A. (1987). The biology of the cotton aphid *Aphis gossypii* Glover in Egypt (Hom: Aphididae). *Bulletin Societe Entomologique Egypte*, 85, 359-371.
3. Belshaw, R., Quicke, D. L., Volkl, W. & Godfray, H. C. J. (1999). Molecular markers indicate rare sex in a predominantly asexual parasitoid wasp. *Evolution*, 53, 1189-1199.
4. Bilu, E. & Coll, M. (2007). The importance of intraguild interaction to the combined effect of a parasitoid and predator on aphid population suppression. *Biocontrol*, 52, 753-763.
5. Bilu, E., Hopper, K. R. & Coll, M. (2006). Host choice by *Aphidius colemani*: effects of plants, plant-aphid combinations and the presence of intraguild predators. *Ecological Entomology*, 31, 331-336.
6. Brodeur, J. & Rosenheim, J. A. (2000). Intraguild interactions in aphid parasitoids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 97, 93-108.
7. Carver M. (1984). The potential host ranges in Australia of some imported aphid parasite (Hom., Aphididae). *Entomophaga*, 29, 351-359.
8. Chong, J. H. & Oetting, R. D. (2007). Intraguild predation and interference by the mealybug predator *Cryptolaemus montrouzieri* on the parasitoid *Leptomastix dactylopii*. *Biocontrol Science and Technology*, 17(9), 933-944.
9. Colfer, R. G. & Rosenheim, J. A. (2001). Predation on immature parasitoids and its impact on aphid suppression. *Oecologia*, 126, 292-304.
10. Desneux, N., Decourtye, A. & Delpuech, J. M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52, 81-106.
11. Dicke, M. & Grostal, P. (2001). Chemical detection of natural enemies by arthropods: an ecological perspective. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32, 1-23.
12. Djemai, I., Meyhöfer, R. & Casas, J. (2000). Geometrical games between a host and a parasitoid. *The American Naturalist*, 156, 257-265.
13. Farhadi, R., Allahyari, H., Rasekh, A., Aldaghi, M. & Farhoodi, F. (2012). Comparative study of life table parameters of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) and *Aphis fabae* (Hem.: Aphididae). *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 42(2), 209-215. (in Farsi)
14. Frazer, B. D., Gilbert, N., Nealis, V. & Raworth, D. A. (1981). Control of aphid density by a complex of predators. *The Canadian Entomologist*, 113, 1035-1041.
15. Hindayana, D., Meyhofer, R., Scholz, D. & Poehling, H. M. (2001). Intraguild predation among the hoverfly *Episyrphus balteatus* deGeer (Diptera: Syrphidae) and other aphidophagous predators. *Biological Control*, 20, 236-246.
16. Hoffmeister, T. S. & Roitberg, B. D. (1997). Counterespionage in an insect herbivore-parasitoid system. *Naturwissenschaften*, 84, 117-119.
17. Hojjat, S. H. (1993). *Iran's list of aphids and their host*. Shahid Chamran University of Ahvaz Publication, Ahvaz. (in Farsi)
18. Holt, R. D. & Polis, G. A. (1997). A theoretical framework for intraguild predation. *American Naturalist*, 149, 745-764.
19. Jazzer, C., Meyhofer, R., Ebssa, L. & Poehling, H. M. (2008). Two protagonists on aphidophagous patches: effects of learning and intraguild predation. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 127, 88-99.

20. Kats, L. B. & Dill, L. M. (1998). The scent of death: chemosensory assessment of predation risk by prey animals. *Ecoscience*, 5, 361-394.
21. Kresting, U., Satar, S. & Uygun, N. (1999). Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) reared on *Gossypium hirsutum*. *Journal of Applied Entomology*, 123(1), 23-27.
22. Leclant, F. & Deguine, J. P. (1994). Aphids (Hemiptera: Aphididae). pp. 285-323 in Matthews, G. A. & Tunstall, J.P. (Eds). *Insect pests of cotton*. 593 pp. Wallingford Publishing.
23. Lima, S. L. & Dill, L. M. (1990). Behavioral decisions made under the risk of predation: A review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, 68, 619-640.
24. Lucas, E. (2005). Intraguild predation among aphidophagous predators. *European Journal of Entomology*, 102, 351-364.
25. Lucas, E., Coderre, D. & Brodeur, J. (1998). Intraguild predation among aphid predators: characterization and influence of extraguild prey density. *Ecology*, 79, 1084-1092.
26. Meyhöfer, R. & Klug, T. (2002). Intraguild predation on the aphid parasitoid *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Aphidiidae): mortality risks and behavioral decisions made under the threats of predation. *Biological Control*, 25, 239-248.
27. Mohseni, L., Rasekh, A. & Kocheili, F. (2016). Comparative effect of wasp density in unisexual and bisexual strains of *Lysiphlebus fabarum*, on superparasitism in the black bean aphid, *Aphis fabae*. *Journal of Plant Protection*, 30(2), 251-260. (in Farsi)
28. Mossadegh, M. S., Stary, P. & Salehipour, H. (2011). Aphid parasitoids in a dry lowland area of Khuzestan, Iran (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae). *Asian Journal of Biological Sciences*, 4, 175-181.
29. Nakashima, Y. & Senoo, N. (2003). Avoidance of ladybird trails by an aphid parasitoid *Aphidius ervi*: active period and effects of prior oviposition experience. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 109, 163-166.
30. Nakashima, Y., Birkett, M. A., Pye, B. J. & Powell, W. (2006). Chemically mediated intraguild predation avoidance by aphid parasitoids: interspecific variability in sensitivity to semiochemical trails of ladybird predators. *The Journal of Chemical Ecology*, 32, 1989-1998.
31. Nuessly, G. S., Hentz, M. G., Beiriger, R. & Scully, B. T. (2004). Insects associated with faba bean, *Vicia faba* (Fabales: Fabaceae), in southern Florida. *Florida Entomologist*, 87(2), 204-211.
32. Obrycki, J. J. & Orr, C. J. (1990). Suitability of three prey species for Nearctic populations of *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata* and *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Economic Entomology*, 83, 1292-1297.
33. Papaj, D. R. & Lewis, A. C. (1993). *Insect Learning. Ecological and Evolutionary Perspectives*. Chapman & Hall, New York, NY, USA.
34. Polis, G. A., Myers, C. A. & Holt, R. D. (1989). The ecology and evolution of intraguild predation: Potential competitors that eat each other. *Annual Review of Ecology & Systematics*, 20, 297-330.
35. Provost, C., Coderre, D., Lucas, E. & Bostanian, N. J. (2003). Impacts of Lambda cyhalothrin on intraguild predation among three mite predators. *Environmental Entomology*, 32, 256-263.
36. Rakhshani, E., Talebi, A. A., Manzari, S., Rezwani, A. & Rakhshani, H. (2006). An investigation on alfalfa aphids and their parasitoids in different parts of Iran, with a key to the parasitoids (Hemiptera: Aphididae; Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Journal of Entomological Society of Iran*, 25(2), 1-14.
37. Rasekh, A., Michaud, J. P., Allahyari, H. & Sabahi, Q. (2010). The foraging behavior of *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) a thelytokous parasitoid of the black bean aphid in Iran. *Journal of Insect Behavior*, 23, 165-179.
38. Rasekh, A., Kharazi-Pakdel, A., Michaud, J. P., Allahyari, H. & Rakhshani, E. (2011). Report of a thelytokous population of *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Aphidiidae) from Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, 30(2), 83-84.
39. Raymond, B., Darby, A. C. & Douglas, A. E. (2000). Intraguild predators and the spatial distribution of a parasitoid. *Oecologia*, 124, 367-372.
40. Sadeghi, A. (1991). *An investigation on the coccinellids fauna of alfalfa fields and determination of species at Karaj*. M. Sc. thesis. Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran. (in Farsi)
41. SPSS. (1998). SPSS 8.0 for Windows. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA.
42. Stary, P., Remaudière, G., González, D. & Shahrokhi, S. (2000). A review and host associations of aphid parasitoids (Hym., Braconidae, Aphidiinae) of Iran. *Parasitica*, 56(1), 15-41.
43. Taylor, A. J., Müller, C. B. & Godfray, H. C. J. (1998). Effect of aphid predators on oviposition behavior of aphid parasitoids. *Journal of Insect Behavior*, 11, 297-302.
44. Turchin, P. & Kareiva, P. (1989). Aggregation in *Aphis varians*: an effective strategy for reducing predation risk. *Ecology*, 70, 1008-1016.

45. Vet, L. E. M., Lewis, W. J. & Cardé, R. T. (1995). Parasitoid foraging and learning. In: R. T. Cardé & W. J. Bell (Ed), *Chemical Ecology of Insects* (pp. 65–101.) Chapman & Hall, New York, NY, USA.
46. Vojdani, S. (1964). *The useful and harmful ladybirds of Iran*. Plant Protection Publication of University of Tehran. (in Farsi)
47. Weisser, W. W., Holston, A. I. & Volkl, W. (1994). Foraging strategies in solitary parasitoids: the trade-off between female and offspring mortality risks. *Evolutionary Ecology*, 8, 587-597.
48. Yeno, E. (2005). Effects of intraguild predation and interspecific competition among Biological control agents in augmentation biological control in greenhouse. *Second international symposium on biological control of arthropods*, 12-16 Sep, Davos, Switzerland, pp. 523-531.
49. Yu, D. S., Van Achterberg, C. & Horstmann, K. (2013). *World Ichneumonoidea. Taxonomy, Biology, Morphology and Distribution*. Taxapad (Scientific Names for Information Management), Interactive Catalogue, Ottawa. Retrieved May 15, 2016, from <http://www.taxapad.com>.