

اثر حشره کش‌های ایمیداکلوپرید و پیریمیکارب روی واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *Aphidius matricariae* Haliday (Hym.: Braconidae) در شرایط آزمایشگاهی

ندا امینی جم^{۱*}، فرحان کچیلی^۲، محمد سعید مصدق^۳، آرش راسخ^۴ و موسی صابر^۵

۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب دانشجوی دکتری حشره‌شناسی، دانشیار، استاد و استادیار گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز ۵، دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۵

چکیده

یکی از ویژگی‌های مهم برای انتخاب دشمن طبیعی مناسب جهت استفاده در برنامه‌های کنترل بیولوژیکی آفات، بررسی واکنش تابعی آن در تراکم‌های مختلف میزبان می‌باشد. از سوی دیگر کاربرد حشره‌کش‌ها روی جمعیت آفات ممکن است، روی واکنش‌های رفتاری از جمله واکنش تابعی و به‌دنبال آن روی ک‌ارایی دشمنان طبیعی تاثیر بگذارد. در این پژوهش، اثر دو حشره‌کش ایمیداکلوپرید و پیریمیکارب روی واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *Aphidius matricariae* (Haliday) نسبت به تراکم‌های مختلف پوره سن سوم شته جالیز *Aphis gossypii* (Glover) در شرایط آزمایشگاهی در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۸: ۱۶ ساعت (تاریکی: روشنایی) مطالعه شد. پارازیتوئیدهای ماده جفت‌گیری کرده که کمتر از ۱۲ ساعت عمر داشتند، به مدت ۲۴ ساعت در معرض سطح آغشته به غلظت LC₂₅ حشره‌کش‌های مذکور و آب مقطر به‌عنوان شاهد در استوانه‌های شیشه‌ای قرار گرفتند. سپس تراکم‌های ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ و ۶۴ میزبان در ۱۰ تکرار در اختیار آن‌ها قرار داده شد. تعیین نوع واکنش تابعی با استفاده از رگرسیون لجستیک و تخمین پارامترها با استفاده از رگرسیون غیرخطی برنامه SAS انجام شد. مطابق با نتایج به‌دست آمده، واکنش تابعی در شاهد و تیمارهای دو حشره‌کش از نوع دوم بود. قدرت جستجوگری (a) در تیمارهای شاهد، ایمیداکلوپرید و پیریمیکارب به ترتیب ۰/۰۶۴۵، ۰/۰۳۷۳ و ۰/۰۴۵۲ بار در ساعت و زمان دستیابی (T_h) به ترتیب ۰/۴۶۰۷، ۰/۸۸۷۳ و ۰/۶۲۹۲ ساعت تخمین زده شدند. حداکثر نرخ حمله (T/T_h) در تیمارهای مذکور به ترتیب ۵۲/۰۹، ۲۷/۰۵ و ۳۸/۱۴ پوره میزبان محاسبه شد. نتایج نشان داد که پیریمیکارب در مقایسه با ایمیداکلوپرید، اثر سوء کمتری روی زمان دستیابی پارازیتوئید دارد.

واژه‌های کلیدی: نتونیکوتینوئید، کاربامات، *Aphis gossypii* *Aphidius matricariae*

مقدمه

واکنش تابعی نوع سوم نیز برای پارازیتوئیدهای *A. Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) و *colemeni* روی شته *Schizaphis granarium* (Rondani) گزارش شده است (Jones et al., 2003).

به دلیل استفاده بی‌رویه از آفت‌کش‌ها احتمال اینکه حشرات در معرض دزهای پایین قرار بگیرند، وجود دارد و این امر می‌تواند باعث اثرات زیرکشنده‌گی در حشرات زنده مانده شود (Brown, 1989). همچنین کاربرد ترکیبات شیمیایی ممکن است رفتار جستجوگری میزبان و واکنش‌های رفتاری از جمله واکنش تابعی دشمنان طبیعی و در پی آن کارایی آن‌ها را تحت تاثیر قرار دهد (Abedi et al., 2012). در زمینه بررسی اثرات آفت‌کش‌ها روی واکنش تابعی پارازیتوئیدهای آفات مطالعاتی صورت گرفته است (Abedi et al., 2012; Dashti, 2010; Desneux et al., 2005; Faal Mohammad Ali et al., 2010; Rafiee Dastjerdi et al., 2009; Saber et al., 2002; Sohrabi, et al., 2012) که از جمله آن‌ها می‌توان به اثرات چند حشره‌کش روی واکنش تابعی پارازیتوئید *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) اشاره کرد (Dashti, 2010; De-Jiu et al., 1991; Desneux et al., 2005).

اما تاکنون در زمینه اثر حشره‌کش‌های ایمیداکلوپرید و پیریمیکارب روی واکنش تابعی *A. matricariae* بررسی صورت نگرفته است. استفاده از این دو حشره‌کش برای کنترل شته جالیز روی گیاه خیار، در کشور رایج است و امید می‌رود که نتایج این پژوهش امکان استفاده توامان این زنبور پارازیتوئید را در قالب یک برنامه مدیریت تلفیقی آفات فراهم کند.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

برای تهیه کلنی شته جالیز، نمونه‌هایی از جمعیت *A. gossypii* از گلخانه‌های خیار اطراف اهواز جمع‌آوری و تشکیل کلنی انجام شد. به این منظور از گیاه خیار گلخانه‌ای رقم نگین، *Cucumis sativus* L. cultivar Negin به-عنوان میزبان استفاده شد. میزبان‌های گیاهی درون قفس توری به ابعاد ۶۰×۶۰×۱۲۰ سانتی‌متر قرار گرفتند. این قفس

شته جالیز *Aphis gossypii* (Glover) یک گونه همه‌جازی و پلی‌فاژ است که در مناطق گرمسیر، نیمه گرمسیر و معتدل پراکنش دارد (Kresting et al., 1999). این شته به دو صورت مستقیم با تغذیه از شیره گیاهی و غیرمستقیم با ترشح عسلک یا انتقال ویروس‌های گیاهی به محصولات خسارت می‌زند (Chan et al., 1991).

زنبور *Aphidius matricariae* (Haliday) یکی از مهم‌ترین پارازیتوئیدهایی است که برای کنترل زیستی محصولات گلخانه‌ای به کار می‌رود. این زنبور دارای گسترش جهانی است و به‌خصوص در شرایط اقلیمی معتدل بسیار فعال می‌باشد (Hagvar and Hofsvang, 1991). پارازیتوئید مذکور روی چندین گونه شته از جمله شته *A. gossypii* از مناطق مختلف خوزستان جمع‌آوری و گزارش شده است (Mossadegh et al., 2011). اگرچه استفاده از دشمنان طبیعی بدون کاربرد حشره‌کش‌های شیمیایی برای مهار آفات مطلوب است اما کنترل برخی از آفات به‌ویژه شته‌ها به دلیل نرخ تولیدمثلی بالا با استفاده از یک روش کنترل، دشوار بوده و در مواردی استفاده از حشره‌کش‌های انتخابی همراه با عوامل کنترل‌کننده زیستی لازم به‌نظر می‌رسد. بر این اساس از کنترل شیمیایی و بیولوژیک به‌عنوان دو رویکرد مهم در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات^۱ یاد می‌شود (Stark and Rangus, 1994).

از جمله ویژگی‌های مهم انتخاب یک دشمن طبیعی برای برنامه‌های کنترل بیولوژیک، نشان دادن واکنش تابعی مناسب به تغییرات تراکم طعمه یا میزبان است (Jervis and Kidd, 1996). واکنش تابعی پارازیتوئیدهای شته‌ها به‌طور عمده از نوع دوم گزارش شده است. برای مثال می‌توان به واکنش پارازیتوئیدهای *Aphidius colemeni* (Viereck) و *A. matricariae* به تغییرات تراکم شته *A. gossypii* (Zamani et al., 2006) و واکنش زنبور *A. matricariae* به تغییرات تراکم شته *Aphis fabae* (Scopoli) (Tahriri et al., 2007) اشاره نمود. اگر چه

¹ Integrated Pest Management

شد. برای تهویه، دهانه هر استوانه توسط پارچه ارگانزا پوشیده شد. به منظور تغذیه زنبورها از یک نوار کوچک روغنی آغشته به محلول آب و عسل ۳۰ درصد استفاده شد. استوانه‌های مورد آزمایش به آنکوباتور با شرایط دمایی 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (تاریکی:روشنایی) انتقال داده شدند. ۲۴ ساعت بعد از معرفی زنبورها، تعداد مرگ و میر شمارش و داده‌ها توسط فرمول ابوت (Abbot, 1925) تصحیح شد.

برای محاسبه LC_{50} روی مقادیر مرگ و میر به دست آمده و ۹۵٪ حدود اطمینان^۴، تجزیه پروبیت با استفاده از برنامه SAS 9.1 انجام شد (SAS Institute, 2003). اختلاف بین دو مقدار LC_{50} زمانی معنی‌دار در نظر گرفته شد که حدود اطمینان محاسبه شده در سطح ۹۵ درصد با یکدیگر همپوشانی نداشتند (Al Antary et al, 2010).

هم‌سن سازی سن سوم پورگی شته جالیز روی

دیسک‌های برگ‌گی خیار

حدود ۱۰ عدد شته بالغ بکرزای بی بال روی دیسک‌های برگ‌گی خیار (قطر ۵ سانتی‌متر) که درون تشتک‌های پتری (قطر ۹۰ و ارتفاع ۱۰ میلی‌متر) حاوی آب-آگار ۱/۲ درصد قرار داشته بودند، به مدت ۱۲ ساعت مستقر شدند. بعد از ۱۲ ساعت شته‌های بالغ حذف شدند و به پوره‌های سن یک هم-سن اجازه داده شد تا مرحله سن سوم پورگی رشد نمایند. به منظور تهویه، روی درپوش هر تشتک پتری سه دریچه به قطر ۱/۲ سانتی‌متر که با توری ارگانزا محصور شده بودند، تعبیه شد. تمام تشتک‌های پتری به آنکوباتور با شرایط ذکر شده، انتقال داده شدند.

آزمایش واکنش تابعی

در این آزمایش از غلظت LC_{25} حشره‌کش‌های ایمیداکلوپرید و پیریمیکارب که به ترتیب ۰/۳ و ۴/۲ پی‌پی‌ام بود، استفاده شد (جدول ۱). در تیمار شاهد از آب مقطر به همراه ۵۰۰ پی‌پی‌ام توئین ۲۰ استفاده شد. به منظور در معرض قرار گرفتن پارازیتوئیدها با بقایای حشره‌کش‌ها، سطح داخلی هر استوانه شیشه‌ای با اندازه ذکر شده در قسمت

در اتاقک رشد در دمایی 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ (تاریکی:روشنایی) نگهداری شد.

برای تشکیل کلنی زنبور، شته‌های مومیایی شده *A. gossypii* از مزارع خیار در حاشیه اهواز جمع‌آوری شد. پس از شناسایی گونه *A. matricariae* زنبورهای نر و ماده به کمک آسپیراتور جمع‌آوری و برای جفت‌گیری و تخم-ریزی روی بوته‌های خیار حاوی مراحل مختلف شته جالیز در قفس‌های پرورشی به ابعاد $100 \times 60 \times 60$ سانتی‌متر، رهاسازی شدند، این قفس توسط توری ارگانزا محصور و در اتاقک رشد در شرایطی مشابه کلنی شته نگهداری شد.

حشره‌کش‌های مورد استفاده

حشره‌کش‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: ایمیداکلوپرید^۱ (کونفیدور[®] ۳۵SC) (شرکت گیاه، ایران) و پیریمیکارب^۲ (پریمور[®] ۵۰WP) (شرکت مشکفام فارس، ایران).

زیست‌سنجی

آزمایش‌های مقدماتی برای تعیین حدود غلظت‌های موثر حشره‌کش‌ها انجام گرفت و براساس آن پایین‌ترین و بالاترین غلظت که به ترتیب ۱۰ و ۹۰ درصد مرگ و میر را موجب شدند، مشخص شد. غلظت‌های حدفاصل این دو غلظت با محاسبه فاصله لگاریتمی تعیین و در مجموع ۵ غلظت و در هر غلظت ۴ تکرار استفاده شد. هر آزمایش در سه نوبت تکرار شد. به هر یک از غلظت‌ها ماده خیس‌کننده توئین ۲۰^۳ با غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام اضافه شد. در تیمار شاهد از آب مقطر به همراه ۵۰۰ پی‌پی‌ام توئین ۲۰ استفاده شد. برای انجام این آزمایش مطابق روش ارائه شده توسط دستنوکس و همکاران (Desneux et al., 2004) از استوانه‌های شیشه‌ای (قطر ۲/۵ و طول ۱۰ سانتی‌متر) استفاده شد. سطح داخلی این استوانه‌ها با ۲۰۰ میکرولیتر از هر غلظت حشره‌کش آغشته شد، یک ساعت بعد از خشک شدن ظروف، تعداد ۱۰ عدد زنبور ماده که کمتر از ۱۲ ساعت عمر داشتند، در هر استوانه رهاسازی

¹ Imidacloprid

² Pirimicarb

³ Tween 20

⁴ 95% Confidence limits

خطی منحنی به ترتیب نشان‌دهنده واکنش تابعی‌های نوع دوم و سوم می‌باشد (Juliano, 2001).

در مرحله دوم، پس از تعیین نوع واکنش تابعی برای برآورد پارامترها از مدل ترجیحی رگرسیون غیر خطی حداقل مربعات تعداد میزبان‌های پارازیت شده به تعداد میزبان اولیه استفاده شد (Juliano, 2001) (روش NLIN در برنامه برنامه آماری (SAS Version 9.1) (SAS Institute,) (2003). برای واکنش تابعی نوع دوم مدل پیشنهادی راجرز (Rogers, 1972) برای پارازیتوئیدها با داده‌ها برازش یافت. معادله جستجوی تصادفی راجرز (Rogers, 1972) عبارت است از:

معادله (۲)

$$N_a = N_0 \left[1 - \exp \left(- \frac{a T_t}{1 + a T_h N_0} \right) \right]$$

T_t : کل زمانی که پارازیتوئید و میزبان در معرض هم هستند، a : نرخ جستجوگری پارازیتوئید و T_h : زمان دستیابی می‌باشند.

برای مقایسه پارامترهای واکنش تابعی پارازیتوئید در تیمارهای مختلف از معادله (۳) استفاده شد (Juliano, 2001).

معادله (۳)

$$N_a = N_0 \left[1 - \exp \left(- \frac{[a + D_a(j)] T N_0}{1 + [a + D_a(j)] [T_h + D_{T_h}(j)] N_0^2} \right) \right]$$

j : یک متغیر شاخص است که برای تیمار اول عدد صفر و برای تیمار بعدی مقدار ۱ در نظر گرفته می‌شود. پارامترهای D_a و D_{T_h} به ترتیب تفاوت در مقادیر قدرت جستجوگری (a) و زمان دستیابی (T_h) بین دو جمعیت را مشخص می‌نمایند. به عبارت دیگر زمان دستیابی پارازیتوئید در تیمار شاهد T_h و در تیمار حشره کش $T_h \pm D_{T_h}$ در نظر گرفته می‌شود. برای تشخیص تفاوت معنی‌دار بین زمان‌های دستیابی این دو جمعیت باید ثابت شود که D_{T_h} با صفر تفاوت معناداری دارد. اگر D_{T_h} با صفر تفاوت معنی‌دار نداشته باشد نتیجه این خواهد بود که T_h و $T_h \pm D_{T_h}$ تفاوت

زیست سنجی با ۲۰۰ میکرولیتر از غلظت‌های مذکور آغشته شدند. یک ساعت بعد از خشک شدن، تعداد ۱۰ زنبور ماده جفت‌گیری کرده که کمتر از ۱۲ ساعت عمر داشتند، در هر استوانه رهاسازی شدند. برای هر تیمار ۱۰ استوانه شیشه‌ای استفاده شد. برای تهویه، دهانه هر ظرف توسط پارچه ارگانزا محصور شد. به منظور تغذیه زنبورها از یک نوار کوچک روغنی آغشته به محلول آب و عسل ۳۰ درصد استفاده شد. بعد از ۲۴ ساعت برای هر تیمار، ۶۰ عدد زنبور ماده زنده مانده به طور تصادفی انتخاب و به صورت انفرادی روی دیسک‌های برگی خیار با تراکم‌های مشخص ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ و ۶۴ از پوره سن سوم *A. gossypii* که درون تشتک‌های پتری حاوی آب-آگار مستقر شده بودند، رهاسازی شدند. به منظور تغذیه زنبورها از محلول آب و عسل ۳۰ درصد استفاده شد. زنبورها بعد از ۲۴ ساعت از هر تشتک پتری حذف و شته‌ها در انکوباتور با شرایط ذکر شده نگه‌داری شدند. با تشکیل مومیایی‌ها، تعداد شته‌های پارازیت شده شمارش و ثبت شدند. ۱۰ تکرار در هر تراکم برای هر تیمار حشره‌کش و شاهد مورد استفاده قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌های واکنش تابعی

برای تعیین واکنش تابعی و پارامترهای آن از روش دو مرحله‌ای جولیانو (Juliano, 2001) استفاده شد. در مرحله اول داده‌ها با استفاده از تابع چندجمله‌ای (معادله ۱) برازش شدند (Juliano, 2001).

معادله (۱)

$$\frac{Na}{N_0} = \frac{\exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)}{1 + \exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)}$$

P_0 : عرض از مبدا، P_1 : قسمت خطی^۱، P_2 : قسمت درجه دو^۲، P_3 : قسمت درجه سه^۳. N_a : تعداد میزبان‌های پارازیت شده، N_0 : تعداد میزبان در اختیار پارازیتوئید هستند. این پارامترها با استفاده از رویه CATMOD در برنامه آماری SAS Version 9.1 برآورد شدند (Juliano, 2001; SAS Institute, 2003). منفی یا مثبت بودن شیب قسمت

¹ Constant

² Linear

³ Quadratic

⁴ Cubic

نشود، نشان دهنده این است که اختلاف معنی داری در قدرت جستجوگری و زمان دستیابی بین دو تیمار وجود دارد در حالی که، حدود اطمینان صفر را شامل شود تفاوت معنی داری در پارامترهای مذکور بین دو تیمار وجود ندارد. بر این اساس، میزان قدرت جستجو و زمان دستیابی در تیمار امیداکلوپرید نسبت به شاهد تفاوت معنی داری داشتند، در حالی که پارامترهای مذکور در تیمار پیریمیکارب نسبت به شاهد اختلاف معنی داری را نشان ندادند (جدول ۲). مقایسه قدرت جستجو و زمان دستیابی در تیمارهای حشره کش ها نیز نشان داد که زمان دستیابی در امیداکلوپرید نسبت به پیریمیکارب به طور معنی داری بیشتر است در حالی که تفاوت معنی داری در میزان قدرت جستجو بین دو تیمار وجود نداشت (جدول ۲).

نسبت زمان آزمایش به زمان دستیابی (T/T_h) نشان دهنده حداکثر پارازیتسم یا حداکثر نرخ حمله می باشد، که این مقدار در تیمارهای شاهد، امیداکلوپرید و پیریمیکارب به ترتیب ۵۲/۰۹، ۲۷/۰۵ و ۳۸/۱۴ پوره میزان بود. ضریب تبیین (r^2) در تیمارهای مذکور به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۹۱ و ۰/۹۰ بود.

بحث

نتایج ارزیابی حساسیت حشرات کامل پارازیتوئید *A. matricariae* نسبت به آفت کش ها نشان داد که، امیداکلوپرید نسبت به پیریمیکارب سمیت بیشتری روی پارازیتوئید دارد (جدول ۱). الانتری و همکاران (Al Antary et al., 2010) سمیت بیشتر تیمتوکسام را (که از حشره کش های نئونیکوتینوئیدی است) روی پارازیتوئید *D. rapae* نسبت به پیریمیکارب، گزارش کرده اند. خردمند و همکاران (Kheradmand et al., 2012) در بررسی اثرات چندشته کش روی حشرات کامل زنبور *D. rapae* نشان دادند که غلظت های توصیه شده مزرعه ای حشره کش های امیداکلوپرید و پیریمیکارب ۱۰۰ درصد پارازیتوئیدها را از بین می برد. نتایج ذکر شده با یافته های این پژوهش مطابقت دارد.

بررسی های اثرات آفت کش ها روی واکنش تابعی می تواند در موفقیت برنامه های مدیریت تلفیقی آفات و رهاسازی دشمنان طبیعی موثر باشد. براساس نتایج به دست

معنی داری با یکدیگر نداشته و در نتیجه زمان دستیابی بین دو جمعیت تفاوت معنی داری با هم نخواهد داشت (Juliano, 2001).

نتایج

زیست سنجی

مقادیر LC_{25} ، LC_{50} و LC_{90} امیداکلوپرید و پیریمیکارب روی حشرات کامل زنبور پارازیتوئید *A. matricariae* و شیب خط رگرسیون در جدول ۱ خلاصه شده است. با توجه به داده های این جدول مشخص می شود که حشره کش امیداکلوپرید سمیت بیشتری نسبت به پیریمیکارب روی پارازیتوئید *A. matricariae* دارد.

واکنش تابعی

منحنی های واکنش تابعی زنبور *A. matricariae* نسبت به تغییرات تراکم شته میزان در تیمارهای شاهد، امیداکلوپرید و پیریمیکارب در شکل ۱ نشان داده شده است. مقادیر شیب قسمت خطی (P_1) منحنی درجه سه رگرسیون لجستیک در تیمارهای شاهد، امیداکلوپرید و پیریمیکارب به ترتیب ($\chi^2 = ۲/۲۴$ ، $P = ۰/۱۳$)، ($\chi^2 = ۰/۸۲$ ، $P = ۰/۳۶$)، ($\chi^2 = ۰/۱۱$ ، $P = ۰/۰۷$) و ($\chi^2 = ۳/۰۹$ ، $P = ۰/۰۸$) به دست آمد. منفی بودن شیب نشان دهنده واکنش تابعی نوع دوم می باشد، یعنی پارازیتوئید نسبت به تراکم های مختلف میزان خود به صورت وابسته به عکس تراکم عمل کرده است. در این وضعیت با افزایش تراکم میزان نسبت تعداد میزان های پارازیته شده به تعداد میزان های اولیه به تدریج کاهش می یابد و منحنی حاصله در نهایت به صورت مجانب در می آید (شکل ۱).

مقادیر قدرت جستجو (نسبت میزان های پارازیته شده به تعداد میزان های موجود در واحد زمان جستجو) و زمان دستیابی در تیمارهای شاهد، امیداکلوپرید و پیریمیکارب به ترتیب ۰/۰۶۴۵، ۰/۰۲۷۲-۰/۰۶۴۵ (۰/۰۳۷۳) و ۰/۰۱۹۳-۰/۰۶۴۵ (۰/۰۴۵۲) بار در ساعت و ۰/۴۶۰۷، ۰/۴۲۶۶-۰/۴۶۰۷ (۰/۸۸۷۳) و ۰/۱۶۸۵-۰/۴۶۰۷ (۰/۶۲۹۲) ساعت بود (جدول ۲). نتایج مقایسه پارامترهای واکنش تابعی توسط معادله (۳) در جدول ۲ نشان داده شده است. در صورتی که حدود اطمینان ۹۵٪ برای D_a و D_{Th} صفر را شامل

است توسط حشره‌کش‌های عصبی با نحوه‌های مختلف عمل، تحت تاثیر قرار گیرند (Desneux *et al.*, 2004).

نتایج این تحقیق نشان داد که، ایمیداکلوپرید اثر منفی روی پارامترهای واکنش تابعی *A. matricariae* داشته است. اگرچه در هنگام کاربرد پیریمیکارب، قدرت جستجو و زمان دستیابی پارازیتوئید اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت. فعال محمد علی و همکاران (Faal-Mohammad-*et al.*, 2010) نیز نشان دادند که کاربرد کلرپایرفوس و فن‌پروپاترین، باعث کاهش قدرت جستجو و افزایش زمان دستیابی زنبور پارازیتوئید (*Habrobracon hebetor* (Say) شده است. برخلاف نتایج پژوهش حاضر در مورد تیمار ایمیداکلوپرید، سهرابی و همکاران (Sohrabi *et al.*, 2012) گزارش کردند که استفاده از غلظت زیرکشنده ایمیداکلوپرید، پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی پارازیتوئید *E. inaron* را نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری تغییر نداده است. مقایسه پارامترهای واکنش تابعی زنبور *A. matricariae* در تیمارهای مختلف نشان داده است که قدرت جستجوگری پارازیتوئید در تیمار ایمیداکلوپرید به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد بوده اما با تیمار پیریمیکارب تفاوت معنی‌داری نداشته است. زمان دستیابی پارازیتوئید در تیمار ایمیداکلوپرید نسبت به تیمارهای شاهد و پیریمیکارب به‌طور معنی‌داری بیشتر بوده است. زمان دستیابی مدت زمانی است که یک پارازیتوئید برای یافتن و پارازیته کردن یک میزبان، تمیز کردن خود و استراحت صرف می‌کند (Holling, 1959). افزایش این مدت زمان در تیمار ایمیداکلوپرید می‌تواند به دلیل تاثیر این حشره‌کش روی طولانی شدن هر یک از مراحل ذکر شده از جمله افزایش مدت زمان تخم‌ریزی باشد، که در نهایت منجر به کاهش توانایی پارازیتوئید در پارازیته کردن میزبان خود می‌شود.

از آنجایی که پیریمیکارب در مقایسه با ایمیداکلوپرید، اثر منفی کمتری روی ویژگی‌های رفتاری مرتبط با زمان دستیابی در پارازیتوئید *A. matricariae* داشته است. بنابراین می‌توان پیریمیکارب را برای کنترل شته جالیز در مناطقی که این پارازیتوئید وجود دارد، توصیه نمود. البته علاوه بر بررسی-

آمده، غلظت LC₂₅ حشره‌کش‌های ایمیداکلوپرید و پیریمیکارب روی حشرات کامل پارازیتوئید که به ترتیب ۰/۳ و ۴/۲ پی‌پی‌ام بود (جدول ۱)، نوع واکنش تابعی را نسبت به تیمار شاهد تغییر نداد. مشابه با نتایج این تحقیق، سهرابی و همکاران (Sohrabi *et al.*, 2012) نیز در بررسی اثر حشره‌کش‌های ایمیداکلوپرید و بوپروفزین روی واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید (*Encarsia inaron* (Walker) نشان دادند که دو حشره‌کش مذکور باعث تغییر در نوع واکنش تابعی پارازیتوئید نسبت به شاهد نشده است. همچنین صابر و همکاران (Saber *et al.*, 2002) تغییری در نوع واکنش تابعی پارازیتوئید *Trissolcus semistriatus* (Nees) در معرض قرار گرفته با آفت‌کش‌های فنیتروتیون و دلتامترین نسبت به تیمار شاهد مشاهده نمودند. در حالی که دی-جیو و همکاران (De-Jiu *et al.*, 1991) نشان دادند که دزهای زیرکشنده پیریمیکارب، سایرترین و دیمتوات در مقایسه با تیمار شاهد، واکنش تابعی *D. rapae* را از نوع دوم به سوم تغییر دادند. دشتی (Dashti, 2010) نیز در بررسی اثرات چند شته‌کش روی واکنش تابعی *D. rapae* روی شته معمولی گندم *S. graminum* گزارش کرد که، غلظت‌های توصیه شده مزرعه‌ای حشره‌کش‌های ایمیداکلوپرید، پیریمیکارب و دیمتوات نسبت به شاهد، نوع واکنش تابعی زنبورهایی را که از شته‌های مومیایی تیمار شده خارج شده بودند، از نوع سوم به دوم تغییر دادند. یعنی کاربرد حشره‌کش‌ها، اثر منفی روی نوع واکنش تابعی پارازیتوئید داشته است. در حالی که در پژوهش حاضر کاربرد حشره‌کش‌ها تغییر در نوع واکنش تابعی پارازیتوئید *A. matricariae* نسبت به تیمار شاهد ایجاد نکرد. البته شرایط مختلف آزمایشگاهی، گونه متفاوت زنبور پارازیتوئید، شته میزبان، حساسیت متفاوت پارازیتوئیدها به آفت‌کش‌ها، غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌های مورد بررسی، پهنه آزمایش (ظروف مورد استفاده) می‌توانند در تفاوت نتایج به دست آمده در بررسی‌های مختلف موثر باشند. در ضمن رفتارهای جهت‌یابی و جستجوگری دشمنان طبیعی، به‌طور کامل به انتقال دهنده‌های عصبی وابسته هستند که ممکن

گزارای می‌شود. از آقایان پروفیسور پیتر استاری، استاد حشره-شناسی جمهوری چک به دلیل تایید گونه زنبور پارازیتوئید و دکتر ارسلان جمشیدینا عضو محترم هیئت علمی دانشگاه تهران به خاطر راهنمایی‌های ارزنده‌شان در مباحث آماری تشکر و قدردانی می‌شود.

های آزمایشگاهی، انجام آزمایش‌های نیمه‌مزرعه‌ای و مزرعه‌ای به‌منظور بررسی دقیق‌تر اثرات حشره‌کش‌های مذکور روی واکنش‌های تابعی، عددی و پارامترهای رشد جمعیت پارازیتوئید *A. matricariae* پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

از معاونت و شورای محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به‌خاطر تامین بخشی از هزینه‌های طرح سپاس -

جدول ۱- سمیت ایمیداکلوپرید و پیریمیکارب روی حشرات کامل *Aphidius matricariae*

Table 1. Toxicity of imidacloprid and pirimicarb to adult wasps of *Aphidius matricariae*

Pesticide	The total number of adult wasps	Slope \pm SE	χ^2 (df)	Lethal concentration (ppm)		
				LC ₂₅ (95% FL ^a)	LC ₅₀ (95% FL)	LC ₉₀ (95% FL)
Imidacloprid	720	0.93 \pm 0.1	4.3 (3)	0.3 (0.2-0.5)	1.7 (1.3-2.3)	40.8 (24.3-80.3)
Pirimicarb	720	1.6 \pm 0.1	7.6 (3)	4.2 (3.4-5)	10.8 (9.2-12.9)	66.5 (49.2-98.1)

^a Fiducial limits or Confidence limits

جدول ۲- پارامترهای تخمین زده شده توسط فرمول (۳) برای سری داده‌های متفاوت: واکنش تابعی *Aphidius matricariae* در

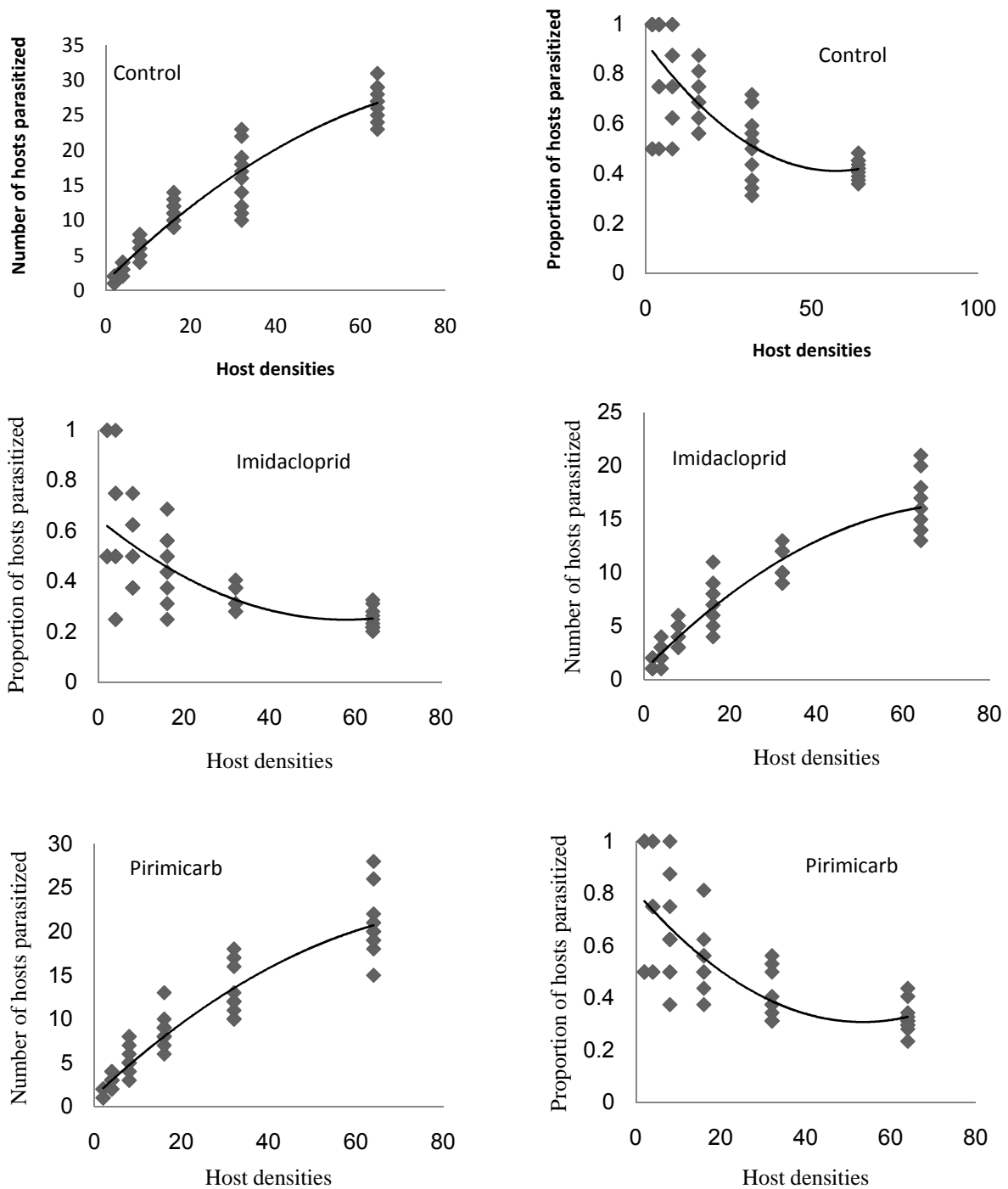
تیمارهای مختلف

Table 2. Parameters estimated by the equation (3) for different data set: functional response of *Aphidius matricariae*, in different treatments

Parameter	Estimate	Asymptotic SE	Asymptotic 95% CI	
			Lower	Upper
Control and Imidacloprid				
Attack rate (α)	0.0645	0.0089	0.0469	0.0822
Handling time (T_h)	0.4607	0.0454	0.3708	0.5507
D_a^a	-0.0272	0.0109	-0.0487	-0.0057
$D_{T_h}^b$	0.4266	0.1137	0.2015	0.6517
Control and Pirimicarb				
Attack rate (α)	0.0645	0.0102	0.0444	0.0847
Handling time (T_h)	0.4607	0.0518	0.3581	0.5633
D_a	-0.0193	0.0126	-0.0442	0.0056
D_{T_h}	0.1685	0.0952	-0.0200	0.3571
Imidacloprid and Pirimicarb				
Attack rate (α)	0.0374	0.0060	0.0255	0.0493
Handling time (T_h)	0.8873	0.1015	0.6863	1.0884
D_a	0.00787	0.00871	-0.00938	0.0251
D_{T_h}	-0.2581	0.1223	-0.5002	-0.0159

^a D_a : indicator variable estimates the differences between the treatments in the value of the parameter a

^b D_{T_h} : indicator variable estimates the differences between the treatments in the value of the parameter T_h



شکل ۱- واکنش تابعی های زنبور پارازیتوئید *Aphidius matricariae* در تراکم های مختلف پوره های سن سوم *Aphis gossypii* در تیمارهای شاهد، ایمیداکلوپرید و پیریمیکارب. نمودار چپ: تعداد میزبان های پارازیته شده. نمودار راست: نسبت میزبان های پارازیته شده

Figure 1. Functional responses of *Aphidius matricariae* at different densities of third instar nymphs of *Aphis gossypii* in control, imidacloprid and pirimicarb treatments. Left: number of hosts parasitized. Right: proportion of hosts parasitized

References

- Abbot, W. S.** 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology** 18: 265-267.
- Abedi, Z., Saber, M., Gharekhani, G., Mehrvar, A. and Mahdavi, V.** 2012. Effects of azadirachtin, cypermethrin, methoxyfenozide and pyridalil on functional response of *Habrobracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae). **Journal of Plant Protection Research** 52(3): 353-358.
- Al Antary, T. M., Ateyyat, M. A. and Abussamin, B. M.** 2010. Toxicity of certain insecticides to the parasitoid *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (Hymenoptera: Aphidiidae) and its host, the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera: Aphididae). **Australian Journal of Basic and Applied Sciences** 4(6): 994-1000.
- Brown, R. A.** 1989. Pesticides and non-target terrestrial invertebrates: an industrial approach. In Jepson, P.C. (Ed.), Pesticides and Non-target Invertebrates (1st ed.) Intercept, Wimborne, England. pp. 19-42.
- Chan, C. K., Forbes, A. R. and Raworth, D. A.** 1991. Aphid-Transmitted Viruses and Their Vectors of the World (3rd ed.). Agriculture Canada Research Branch Technical Bulletin.
- Dashti, H.** 2010. Investigation of some aphicides on functional response of *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (Hym.: Braconidae) on *Schizaphis granarium* (Rondani) (Hem.: Aphididae). MSc. Thesis. The University of Tehran. (in Farsi)
- De-Jiu, G., Ming-En, Y., Ren-Huan, H. and Zhe-huai, L.** 1991. The effects of sublethal doses of insecticides on the foraging behavior of parasitoid, *Diaeretiella rapae* (Hym.: Braconidae). **Acta Ecologica Sinica** 4: 1-4.
- Desneux, N., Fauvergue, X., Dechaume-Moncharmont, O. X., Kerhoas, L., Ballanger, Y. and Kaiser, L.** 2005. *Diaeretiella rapae* limits *Myzus persicae* populations after applications of deltamethrin in oilseed rape. **Journal of Economic Entomology** 98(1): 9-17.
- Desneux, N., Rafalimanana, H. and Kaiser, L.** 2004. Dose-response relationship in lethal and behavioural effects of different insecticides on the parasitic wasp *Aphidius ervi*. **Chemosphere** 54: 619-627.
- Faal-Mohammad-Ali, H., Seraj, A. A., Talebi Jahromi, K., Shishehbor, P. and Mossadegh, M. S.** 2010. The effect of sublethal concentration of chlorpyrifos and fenproparthin on functional response of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) in larval and pupal stages. Proceedings of 19th Iranian Plant Protection Congress. 31 July-3 August, Iran. pp. 236.
- Hagvar, E. B. and Hofsvang, T.** 1991. Aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae): biology, host selection and use in biological control. **Biocontrol News Information** 12: 13-41.
- Holling, C. S.** 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Canadian Entomologist** 91: 385-398.
- 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.
- Kresting, U., Satar, S. and Uygun, N.** 1999. Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Hom.: Aphididae) reared on *Gossypium hirsutum* L. **Journal of Applied Entomology** 123: 23-27.
- Jervis, M. A. and Kidd, N. A. C.** 1996. Insect Natural Enemies, Practical Approaches to Their Study and Evaluation (1st ed.). Chapman and Hall. 504 pp.
- Jones, D. B., Giles, K. L., Berberet, R. C., Royer, T. A., Elliott, N. C. and Payton, M. E.** 2003. Functional response of an introduced parasitoid and an indigenous on green bug at four temperatures. **Environmental Entomology** 32: 425-432.
- Juliano, S. A.** 2001. Nonlinear curve fitting: Predation and functional response curves. In Scheiner, S. M. and Gurevitch, J. (Eds.). Design and Analysis of Ecological Experiments (2nd ed.) Oxford University Press, New York, USA. pp. 178-196.
- 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.

- Rafiee Dastjerdi, H., Hejazi, M. J., Ganbalani, G. N. and Saber, M.** 2009. Effects of some insecticides on functional response of ectoparasitoid, *Habrobracon hebetor* (Say) (Hym.: Braconidae). **Journal of Entomology** 6(3): 161-166.
- Rogers, D.** 1972. Random search and insect population models. **Journal of Animal Ecology** 41: 369-383.
- Saber, M., Hejazi, M. J. and Sheykhi, A.** 2002. Effect of sublethal concentration of fenitrothion and deltamethrin on functional response of *Trissolcus semistriatus* (Hymenoptera: Scelionidae). Proceeding of 15th Iranian Plant Protection Congress. 7-11 September, Iran. pp. 13.
- SAS Institute.** 2003. The SAS system for Windows, Release 9.0. SAS Institute, Cary, NC.
- Sohrabi, F., Shishehbor, P., Saber, M. and Mossadegh, M. S.** 2012. Effect of sublethal concentration of buprofezin and imidacloprid on functional response of *Encarsia inaron* (Walker) (Hymenoptera: Aphelinidae). **Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)** 35(1): 25-34. (in Farsi)
- Stark, J. and Rangus, T.** 1994. Lethal and sublethal effects of the neem insecticide formulation, Margosan-O, on the pea aphid. **Pesticide Science** 41: 155-160.
- Tahriri, S., Talebi, A. A., Fathipour, Y. and Zamani, A.** 2007. Host stage preference, functional response of *Aphidius matricariae* (Hym.: Braconidae: Aphidiinae) on *Aphis fabae* (Hom.: Aphididae). **Entomological Science** 10: 323-331.
- Zamani, A. A., Talebi, A. A., Fathipour, Y. and Baniameri, V.** 2006. Temperature-dependent functional response of two aphid parasitoids, *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphidiidae), on the cotton aphid. **Journal of pest Science** 79: 183-188.

Effect of imidacloprid and pirimicarb on functional response of *Aphidius matricariae* Haliday (Hym: Braconidae) under laboratory conditions

N. Amini Jam^{1*}, F. Kocheyli², M. S. Mossadegh³, A. Rasekh⁴ and M. Saber⁵

1,2,3,4, PhD student, Associate professor, Professor and Assistant professor respectively, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. 5, Associate professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, Maragheh University

(Received: October 16, 2012- Accepted: December 15, 2012)

Abstract

Study of natural enemies responses to different densities of hosts, is one of the most important criteria that can be used to select a suitable natural enemy in biological control programs. On the other hand, application of insecticides to pest's controls may affect the behavioral responses such as functional response as well as efficiency of natural enemy. In this research, effect of imidacloprid and pirimicarb was studied on functional response of *Aphidius matricariae* (Haliday) to densities of 2, 4, 8, 16, 32 and 64 of third instar nymphs of *Aphis gossypii* (Glover) under laboratory conditions (25 ± 1 °C, $65 \pm 5\%$ R.H. and 16:8 (L:D) h). Mated females (< 12 h old) were exposed to LC_{25} of mentioned insecticides and distilled water as control in glass tubes. Experiments were conducted in 10 replicates. Functional response type was determined using logistic regression and the parameters, were estimated by non-linear regression using SAS program. Functional response on control and insecticides treatments fitted the type II. Attack rate (a) in control and insecticides treatments were estimated 0.0645, 0.0373 and 0.0452 h^{-1} and handling time (T_h) were 0.4607, 0.8873 and 0.6292 h, respectively. The maximum attack rate (T/T_h) was calculated 52.09, 27.05 and 38.14, respectively. The results indicated that pirimicarb had the lowest effect on handling time of *A. matricariae* in comparison with imidacloprid.

Key words: Neonicotinoid, Carbamate, *Aphidius matricariae*, *Aphis gossypii*

*Corresponding author: naminijam@gmail.com