

تأثیر مورچه‌ی *Lasius turcicus* (Hymenoptera: Formicidae) بر کارایی کفشدوزک استرالیایی *Rodalia cardinalis* (Coleoptera: Coccinellidae) در باغ‌های مرکبات استان مازندران

علی افشاری^{۱*}، معصومه غلامی^۲، شعبان‌علی مافی پاشاکلایی^۳ و غلام‌علی عبداللهی آهی^۴

۱، ۲ و ۴ به ترتیب استادیار و دانشجویان سابق کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳، استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران

(تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۳۰)

چکیده

مورچه‌ها با حمایت از شپشک‌ها در مقابل دشمنان طبیعی، می‌توانند مهار زیستی آن‌ها را مختل نمایند. این پژوهش در سال ۱۳۸۹ و با هدف بررسی تأثیر مورچه‌ی *Lasius turcicus* Santschi بر میزان تغذیه و واکنش تابعی کفشدوزک استرالیایی روی نهال‌های نارنج در یک باغ مرکبات در شهرستان ساری انجام گرفت. یک عدد لارو سن سوم یا کفشدوزک ماده‌ی دو تا سه روزه به همراه تراکم مشخصی از مورچه‌های کارگر (شامل صفر، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ عدد) روی یک عدد برگ آلوده به تراکم معینی از پوره‌های سن سوم شپشک استرالیایی (شامل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ عدد) مجبوس شدند. پس از گذشت ۲۴ ساعت، مورچه و کفشدوزک روی برگ حذف شدند و پس از شمارش تعداد شپشک‌های خورده شده روی هر برگ، پارامترهای واکنش تابعی با استفاده از مدل جستجوی تصادفی راجرز تخمین زده شدند. نتایج نشان داد که حضور مورچه روی نهال‌های آلوده به شپشک استرالیایی به کاهش تغذیه‌ی لاروهای سن سوم و حشرات ماده‌ی کفشدوزک استرالیایی از این شپشک منجر شد. با افزایش تراکم مورچه از صفر (شاهد) به ده عدد در هر برگ، میانگین تغذیه‌ی لاروهای سن سوم و حشرات ماده‌ی کفشدوزک به ترتیب از ۳/۸۹ به ۱/۵۵ و از ۳/۲۲ به ۱/۷۸ عدد شپشک در روز کاهش یافت. شکل منحنی واکنش تابعی تحت تأثیر حضور مورچه قرار نگرفت و در تمام تیمارها از نوع دوم بود. اما مقادیر پارامترهای واکنش تابعی تحت تأثیر حضور مورچه قرار گرفتند به طوری که با افزایش تراکم مورچه از صفر به ده عدد در هر برگ، نرخ حمله در لاروهای سن سوم از ۰/۱۴۳ به ۰/۰۰۹ و در کفشدوزک‌های ماده از ۰/۰۹۰۵ به ۰/۰۰۰۲ کاهش یافت. همچنین با افزایش تراکم مورچه، زمان دستیابی در لاروهای سن سوم از ۶/۸۴ به ۱۰/۷۹ ساعت و در کفشدوزک‌های ماده از ۷/۳۶ به ۱۰/۰۴ ساعت افزایش یافت. با توجه به اثرات منفی این مورچه بر میزان تغذیه و واکنش تابعی کفشدوزک استرالیایی، حضور آن روی درختان مرکبات در برنامه‌های مهار زیستی و مدیریت تلفیقی شپشک استرالیایی در باغ‌های مرکبات شمال ایران باید مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: شپشک استرالیایی، مهار زیستی، مورچه‌های همیار، واکنش تابعی

مقدمه

دیگر، با دور ساختن جوربالان غیرهمیار از گیاه و یا شکار کردن آن‌ها، به طور مستقیم نقش یک عامل مهار زیستی را بر عهده می‌گیرند (Sloggett et al., 1999; Eubanks and Styrsky, 2006). تغذیه‌ی هم‌زمان مورچه‌ی قرمز آتشین (*Solenopsis invicta* Buren) از جوربالان آفت و برخی از دشمنان طبیعی آن‌ها در مزارع پنبه و سویا، نمونه‌ای از این عملکرد دوگانه می‌باشد (Eubanks, 2001).

کفشدوزک‌ها به دلیل تنوع و قدرت تغذیه‌ی بالا، از شکارگران مهم جوربالان آفت از جمله شپشک‌ها به شمار می‌روند (Obrycki and Kring, 1998) و به هنگام فعالیت در کلنی این آفات ممکن است از سوی مورچه‌های همیار مورد مزاحمت قرار گیرند. مورچه‌های همیار با نشان دادن رفتارهای تهاجمی مانند گاز گرفتن یا نیش زدن میزان تغذیه و طول مدت حضور کفشدوزک‌ها را در کلنی طعمه کاهش می‌دهند (Takizawa and Yasuda, 2006; Finlayson et al., 2009). تاثیر منفی مورچه‌های همیار بر فعالیت چند گونه از کفشدوزک‌های شته‌خوار مانند *Hippodamia variegata* (Goeze) (Finlayson et al., 2009)، *Coccinella septempunctata* L. (Sloggett and Majerus, 2003) و شپشک‌خوار مانند *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Daane et al., 2007) و *Rodolia cardinalis* (Mulsant) (Estwood, 2004) گزارش شده است.

در فهرست مورچه‌های ایران، هفت گونه از جنس *Lasius* از نقاط مختلف ایران گزارش شده‌اند (Paknia et al., 2008). گونه‌ی *L. turcicus* برای اولین بار از تهران گزارش شد (Alipanah et al., 2000) و در باغ‌های مرکبات شهرستان ساری نیز به عنوان گونه‌ی غالب گزارش شده است (Gholami et al., 2012). در جنوب ایران، فون مورچه‌های همراه با شپشک‌ها در باغ‌های مرکبات استان‌های فارس (Mohammadi et al., 2012) و خوزستان (Dezhakam and Soleyman-Nejadian, 2000) مورد مطالعه قرار گرفته است که از میان آن‌ها فقط یک گونه (*L. cf. platythorax* Seifert) به جنس *Lasius* تعلق داشت.

بیش از ۴۰ درصد از جنس‌های خانواده‌ی Formicidae با جوربالان مولد عسلک به ویژه شته‌ها و شپشک‌ها رابطه‌ی همیاری دارند (Oliver et al., 2008). مورچه‌ها از این حشرات در مقابل شرایط نامساعد محیطی و دشمنان طبیعی محافظت می‌نمایند و با جابجایی آن‌ها موجب دسترسی بهتر و بیش‌تر آن‌ها به منابع غذایی و میزبان‌های گیاهی می‌شوند. در مقابل، جوربالان، عسلک خود را به عنوان یک منبع غذایی سرشار از هیدرات‌های کربن در اختیار مورچه‌ها قرار می‌دهند (Bishop and Bristow, 2003; Finlayson et al., 2009).

همیاری مورچه‌ها با شپشک‌های آردآلود (*Mgocheki* and Addison, 2009)، سپردارها (Pekas et al., 2010) و شپشک‌های نرم‌تن (Perfecto and Vandermeer, 2006) در موارد متعددی گزارش شده است، اما همیاری آن‌ها با شپشک‌های غول‌پیکر (خانواده‌ی Margarodidae) کم‌تر مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی ارتباط بین مورچه‌های جنس *Iridomyrmex* و شپشک‌های خانواده‌ی Margarodidae روی درختان اکالیپتوس در استرالیا نشان داد که مورچه‌ها با مراقبت از کلنی شپشک در برابر حمله‌ی شکارگرها موجب افزایش جمعیت آن می‌شوند (Estwood, 2004).

جنس *Lasius* دارای بیش از ۱۰۰ گونه‌ی شناخته شده در جهان می‌باشد (Bolton, 2012) که فعالیت برخی از آن‌ها مانند *L. niger* L. و *L. grandis* Forel از باغ‌های مرکبات آلوده به شپشک‌های سپردار در اسپانیا گزارش شده است (Cerdeira et al., 2009; Pekas et al., 2010). گونه‌ی *L. turcicus* Santschi در سال ۱۹۹۲ به عنوان یک گونه‌ی مستقل توصیف شد (Bolton, 2012) و فعالیت آن در برخی از کشورهای همسایه‌ی ایران مانند ترکیه گزارش شده است (Kiran and Karaman, 2012).

همیاری مورچه‌ها و جوربالان دارای یک نقش دوگانه در مهار زیستی آفات می‌باشد. از یک سو، مورچه‌های همیار با دور ساختن دشمنان طبیعی و یا شکار آن‌ها موجب به وجود آوردن فضایی عاری از دشمنان طبیعی شده و از سوی

در حال فعالیت روی نهالها (Collingwood, 1985; Collingwood and Agosti, 1996)، به کلنی آنها اجازه‌ی استقرار و فعالیت داده شد.

پرورش کفشدوزک استرالیایی (*Rodalia cardinalis* Mulsant)

شفیره‌های کفشدوزک استرالیایی با استفاده از اسپیراتور از باغ‌های مرکبات شهرستان ساری جمع‌آوری و یا به همراه شاخه‌های آلوده به شپشک به آزمایشگاه حشره‌شناسی مرکز تحقیقات کشاورزی استان مازندران منتقل شدند. پس از خروج حشرات کامل و تفکیک افراد نر و ماده‌ی کفشدوزک، حداقل ۵ جفت از آنها روی نهال‌های یک ساله‌ی نارنج که از قبل به شپشک استرالیایی آلوده شده بودند، قرار گرفتند و به آنها اجازه‌ی تخم‌ریزی و تکثیر داده شد. پس از افزایش جمعیت کفشدوزک، افراد ماده و لاروهای سن سوم آنها به تدریج جمع‌آوری و جهت استفاده در آزمایش‌های اصلی، به باغ مرکبات مورد نظر منتقل شدند.

بررسی تاثیر مورچه بر میزان تغذیه‌ی کفشدوزک

پس از تکثیر شپشک استرالیایی روی نهال‌های نارنج، تراکم پوره‌های سن سوم آن روی برگ‌ها به یک تعداد معین (۴۵ تا ۵۰ عدد) رسانده شد (اغلب از طریق حذف افراد اضافی و در موارد معدودی، افزودن افراد جدید). سپس، یک عدد لارو سن سوم یا حشره ماده‌ی کفشدوزک استرالیایی به همراه تراکم معینی از کاست کارگر مورچه (به عنوان تیمارهای آزمایشی) شامل صفر (شاهد)، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ عدد مورچه روی برگ آلوده به شپشک قرار گرفتند و برای جلوگیری از فرار آنها، اطراف برگ با استفاده از پارچه‌ی توری و کش به طور کامل مسدود شد. لاروهای سن سوم و کفشدوزک‌های ماده‌ی مورد استفاده در این آزمایش بین دو تا سه روز سن داشتند و به منظور همسان‌سازی آنها از نظر تغذیه، پیش از شروع آزمایش‌ها به مدت ۱۴ ساعت گرسنه نگه داشته شده بودند. پس از ۲۴ ساعت، کش و پارچه‌ی توری اطراف برگ‌ها برداشته شدند و تعداد شپشک‌های خورده شده توسط کفشدوزک شمارش و یادداشت شد. این آزمایش در ده تکرار و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام شد و داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار

همچنین در باغ‌های مرکبات شمال خوزستان، تاثیر منفی گونه‌ی *Crematogaster antaris* (Forel) بر فعالیت زنبورهای پارازیتوئید شپشک آردآلود جنوب (Soleyman-Nejadian and Dezhakam, 2001) و تاثیر منفی گونه‌ی *Polyrhachis simplex* Andre بر فعالیت کفشدوزک *C. montrouzieri* (Mossadegh et al., 2008) تایید شده است. در شمال ایران، فون مورچه‌های همراه با شپشک‌ها در باغ‌های مرکبات شهرستان ساری مورد مطالعه قرار گرفته و *L. turcicus* به عنوان گونه‌ی غالب معرفی شده است (Gholami et al., 2012)، اما تا پیش از انجام این پژوهش، در زمینه‌ی اثرات منفی مورچه‌ها بر دشمنان طبیعی شپشک‌ها در این منطقه مطالعه‌ای صورت نگرفته بود. مهم‌ترین هدف این پژوهش، بررسی اثرات احتمالی گونه‌ی *L. turcicus* بر میزان تغذیه و پارامترهای واکنش تابعی کفشدوزک استرالیایی در شرایط طبیعی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۹ روی نهال‌های چهارساله‌ی نارنج (*Citrus aurantium* L.) در یک باغ مرکبات واقع در شهرستان ساری (۳۶° ۳۳' ۵۹" شمالی و ۵۳° ۳' ۳۴" شرقی) انجام شد. آلوده‌سازی نهال‌ها از اوایل سال ۱۳۹۰ آغاز شد و آزمایش‌های اصلی طی ماه‌های خرداد تا شهریور انجام گرفتند.

پرورش شپشک استرالیایی (*Icerya purchasi* Maskell) و مورچه‌ی *L. turcicus*

حشرات ماده‌ی شپشک استرالیایی به همراه کیسه‌های تخم‌شان روی انواع مرکبات آلوده به این آفت در شهرستان ساری جمع‌آوری شدند و روی نهال‌های نارنج از پیش آماده شده قرار گرفتند. پوره‌های سن اول (پوره‌های خزنده) پس از خروج از تخم، شروع به نشو و نما و استقرار روی برگ‌ها نمودند. با توجه به غالب بودن مورچه‌ی *L. turcicus* در باغ‌های مرکبات این منطقه، پس از استقرار جمعیت شپشک روی نهال‌ها، کلنی این مورچه به شکل طبیعی در خاک اطراف نهال‌های آلوده تشکیل شد و کارگرهای آن شروع به فعالیت روی نهال‌ها نمودند. پس از شناسایی گونه‌ی مورچه‌ی

(۱) برازش یافتند و مقادیر پارامترهای نرخ حمله (a) و زمان دستیابی به طعمه (T_h) برآورد شدند.

$$N_a = N_0 \{1 - \exp[a(T_h N_a - T)]\} \quad (1)$$

در این معادله: N_a = تعداد طعمه‌های خورده شده، N_0 = تراکم اولیه‌ی طعمه، a = نرخ حمله‌ی شکارگر^۱، T = طول مدت زمان آزمایش و T_h = زمان دستیابی به طعمه^۲ می‌باشند.
(ج) مقایسه‌ی پارامترهای واکنش تابعی: به منظور مقایسه‌ی پارامترهای واکنش تابعی در حضور تراکم‌های مختلف مورچه، از معادله‌ی ۲ استفاده شد (Juliano, 2001; Allahyari et al., 2004).

$$N_a = \frac{[a + D_a(j)]N_0^2 T_t}{1 + [a + D_a(j)]N_0^2 [T_h + D_{Th}(j)]} \quad (2)$$

در این معادله: T_t یک متغیر شاخص که مقدار آن برای دو تیمار مورد مقایسه به ترتیب صفر و ۱ در نظر گرفته می‌شود، D_{Th} و D_a پارامترهایی هستند که مقادیر آن‌ها به ترتیب اختلاف بین a و T_h را در تیمارهای مورد مقایسه، برآورد می‌کنند. به عنوان مثال، اگر $a + D_a$ به ترتیب نرخ حمله‌ی کفشدوزک در نبود و حضور مورچه باشند، اختلاف بین آن‌ها در صورتی معنی‌دار خواهد بود که مقدار D_a با صفر اختلاف معنی‌دار داشته باشد (یعنی حدود بالا و پایین محدوده‌ی اطمینان آن عدد صفر را شامل نشود). در مقابل، اگر مقدار D_a با صفر اختلاف معنی‌دار نداشته باشد (یعنی حدود بالا و پایین محدوده‌ی اطمینان آن عدد صفر را شامل شود) اختلاف بین نرخ‌های حمله معنی‌دار نخواهد بود.

نتایج

تاثیر مورچه‌ی *L. turcicus* بر میزان تغذیه‌ی کفشدوزک استرالیایی

نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان دادند که میزان تغذیه‌ی حشرات ماده و لاروهای سن سوم کفشدوزک استرالیایی در سطح احتمال یک درصد به شکل معنی‌داری تحت تاثیر حضور مورچه قرار گرفت (به ترتیب، $F=۱۳/۳۱$ ، $P \leq ۰/۰۰۰۱$ و $df=۴۸$ ، $F=۵/۹۸$ ، $P \leq ۰/۰۰۰۱$).

SAS (SAS Institute, 1999) و آزمون LSD در دو سطح احتمال پنج و یک درصد تجزیه‌ی واریانس و مقایسه میانگین شدند. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده شد.

بررسی تاثیر مورچه بر واکنش تابعی کفشدوزک

در این آزمایش، همانند آزمایش قبل ابتدا تراکم پوره‌های سن سوم شپشک روی تعدادی از برگ‌های نهال‌های نارنج به یک تعداد مشخص شامل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ عدد در برگ رسانده شد. سپس، تراکم معینی از مورچه‌های کارگر شامل صفر (شاهد)، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ عدد به همراه یک عدد لارو سن سوم یا حشره‌ی ماده‌ی کفشدوزک استرالیایی (دو تا سه روزه و با ۱۴ ساعت گرسنگی پیش از آغاز آزمایش) روی برگ آلوده به شپشک قرار گرفتند و به منظور جلوگیری از فرار آن‌ها، اطراف برگ با استفاده از پارچه‌ی توری و کش به طور کامل مسدود شد. پس از ۲۴ ساعت، کش و پارچه‌ی توری اطراف برگ‌ها برداشته شدند و تعداد شپشک‌های خورده شده توسط کفشدوزک در حضور تراکم‌های مختلف مورچه شمارش و یادداشت شد. این آزمایش نیز در ده تکرار انجام شد و برای تعیین نوع واکنش تابعی و برآورد مقادیر پارامترهای آن، از روش دومرحله‌ای جولیانو (Juliano, 2001) و نرم‌افزار SAS (SAS Institute, 1999) به شرح زیر استفاده شد:

(الف) تعیین نوع واکنش تابعی: ابتدا، نسبت

شپشک‌های خورده شده (N_e/N_0) به تراکم اولیه‌ی شپشک (N_0) به رگرسیون لجستیک چندجمله‌ای برازش یافت. سپس، با استفاده از جدول تجزیه‌ی رگرسیونی، مقدار و علامت (منفی یا مثبت بودن) شیب بخش‌های خطی، درجه‌ی دو و درجه‌ی سه در منحنی چندجمله‌ای حاصل تعیین شدند. علامت شیب قسمت خطی منحنی نوع واکنش تابعی را نشان می‌دهد به طوری که منفی و مثبت بودن شیب قسمت خطی منحنی به ترتیب نشان‌دهنده‌ی واکنش‌های تابعی نوع دوم و سوم می‌باشد.

(ب) برآورد پارامترهای واکنش تابعی: پس از تعیین

نوع واکنش تابعی، داده‌های حاصل با استفاده از رگرسیون غیرخطی با مدل تصادفی راجرز (Rogers, 1972) (معادله‌ی

¹ Attack coefficient

² Handling time

۰/۰۰۰۲±۰/۰۰۰۰۷ تا ۰/۰۹۰۵±۰/۰۰۴ در تیمار شاهد تا ۰/۰۰۰۲±۰/۰۰۰۰۷ در حضور ۱۰ مورچه و زمان دستیابی به طعمه در آن‌ها از ۷/۳۶±۰/۳۴ ساعت در تیمار شاهد تا ۱۰/۰۴±۱/۷۲ ساعت در حضور ۱۰ مورچه نوسان داشت. محاسبه‌ی مقادیر D_{Th} و D_a در کفشدوزک‌های ماده (جدول ۳) نشان داد که از میان ۱۵ مقایسه‌ی دوتایی، نرخ حمله در ۸ مورد و زمان دست‌یابی به طعمه در یک مورد با همدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند.

بحث

نتایج این مطالعه حاکی از تاثیر منفی مورچه‌ی *L. turcicus* بر میزان تغذیه و مقادیر پارامترهای واکنش تابعی کفشدوزک استرالیایی بود و با افزایش تراکم مورچه، این اثرات منفی شدیدتر شد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که پس از محبوس شدن افراد این مورچه در کنار افراد کفشدوزک استرالیایی روی برگ، هیچ موردی از مرگ و میر در میان آن‌ها مشاهده نشد که این موضوع حاکی از رقابتی (غیرشکارگری) بودن برهمکنش بین آن‌ها می‌باشد. با توجه به غالب بودن این مورچه در باغ‌های مرکبات آلوده به شپشک استرالیایی در شهرستان ساری (Gholami et al., 2012) و فعالیت چشمگیر کفشدوزک استرالیایی در این باغ‌ها (Hallaji Sani et al., 2013)، این مورچه را می‌توان به عنوان یک عامل بازدارنده در مهار زیستی شپشک استرالیایی معرفی نمود.

به طور کلی برهمکنش بین مورچه‌ها و کفشدوزک‌ها در سه گروه طبقه‌بندی شده‌اند (Slogget et al., 1999): (۱) رقابت کفشدوزک‌ها با مورچه‌ها که در این حالت، مورچه‌ها جوروبالانی مانند شته‌ها یا شپشک‌ها را در ازای دریافت عسلک (به عنوان منبع هیدرات‌های کربن) یا تغذیه از آن‌ها (به عنوان منبع پروتئین) در مقابل حمله‌ی کفشدوزک‌ها محافظت می‌نمایند. (۲) کفشدوزک‌ها به عنوان یک شکارگر ممکن است در موارد بسیار نادر، مورچه‌ها را شکار نمایند. (۳) مورچه‌ها ممکن است کفشدوزک‌ها را به عنوان طعمه مورد حمله قرار داده و از آن‌ها تغذیه کنند. برهمکنش نوع سوم در حقیقت، نوعی شکارگری درون‌رسته‌ای^۳ به شمار

۵، ۴۸=df). نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان دادند که با افزایش تراکم مورچه، میانگین تغذیه‌ی روزانه‌ی لاروهای سن سوم و نیز حشرات ماده‌ی کفشدوزک به طور معنی‌داری کاهش یافت. به طوری که میانگین پوره‌های خورده شده توسط لاروهای سن سوم و کفشدوزک ماده به ترتیب از ۳/۸۹ و ۳/۲۲ عدد شپشک در غیاب مورچه تا ۱/۵۵ و ۱/۷۸ عدد شپشک در حضور ۱۰ عدد مورچه نوسان داشت (شکل ۱). میانگین تغذیه‌ی روزانه‌ی لاروهای سن سوم و کفشدوزک‌های ماده در حضور صفر، ۲ و ۴ عدد مورچه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند اما اختلاف آن‌ها با میانگین تغذیه در حضور تراکم‌های بالاتر مورچه (۶، ۸ و ۱۰ عدد مورچه) معنی‌دار بود (شکل ۱).

تاثیر مورچه‌ی *L. turcicus* بر واکنش تابعی کفشدوزک استرالیایی

منحنی‌های تعداد طعمه‌ی خورده شده توسط لاروهای سن سوم و حشرات ماده‌ی کفشدوزک استرالیایی در حضور تراکم‌های مختلف پوره‌ی سن سوم شپشک استرالیایی و مورچه‌ی *L. turcicus* در شکل ۲ و میانگین مقادیر پارامترهای حاصل از برازش واکنش تابعی آن‌ها با مدل جستجوی تصادفی راجرز در جدول ۱ ارایه شده‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد که حضور مورچه بر شکل واکنش تابعی لاروهای سن سوم و حشرات ماده‌ی کفشدوزک استرالیایی تاثیری نداشت و این واکنش در همه‌ی تراکم‌های مورچه از نوع دوم بود.

با وجود عدم تغییر نوع واکنش تابعی، مقادیر پارامترهای واکنش تابعی در برخی از موارد تحت تاثیر حضور مورچه قرار گرفتند (جدول‌های ۲ و ۳). نرخ حمله‌ی لاروهای سن سوم کفشدوزک از ۰/۱۴۳±۰/۰۷ در تیمار شاهد تا ۰/۰۰۹±۰/۰۰۰۵ در حضور ۱۰ عدد مورچه و زمان دستیابی به طعمه در آن‌ها از ۶/۸۴±۰/۲۵۳ ساعت در نبود مورچه تا ۱۰/۷۹±۲/۰۲ ساعت در حضور ۱۰ عدد مورچه متغیر بود. مقادیر D_{Th} و D_a در لاروهای سن سوم (جدول ۲) نشان داد که از میان ۱۵ مقایسه‌ی دوتایی، نرخ حمله در یک مورد و زمان دستیابی به طعمه در ۷ مورد با همدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. نرخ حمله‌ی کفشدوزک‌های ماده از

^۱ Intraguild predation

واکنش تابعی کفشدوزک‌ها گزارشی مشاهده نشد. اما، برخی از محققان مانند تاکیزاوا و یاسودا (Takizawa and Yasuda, 2006) نشان دادند که حضور مورچه‌ی *L. japonicus* روی بوته‌های باقلا موجب کاهش مدت زمان اقامت حشرات کامل کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای روی بوته‌ها و افزایش چشمگیر میزان فرار آن‌ها شد. فینلایسون و همکاران (Finlayson et al., 2009) نیز اظهار داشتند که مورچه‌ی *Myrmica rubra* L. به هنگام مواجه شدن با حشرات کامل کفشدوزک‌های *H. variegata* و *Coleomegilla maculata lengi* Timberlake رفتارهایی را مانند گاز گرفتن، نیش زدن و یا در چنگال گرفتن^۴ از خود نشان دادند. اگرچه در این پژوهش واکنش‌های رفتاری مورچه‌ی *L. turcicus* به هنگام مواجه شدن با کفشدوزک استرالیایی مورد بررسی قرار نگرفت، اما با توجه به نتایج آزمایش این احتمال داده شد که در برهمکنش بین کفشدوزک استرالیایی و مورچه‌ی *L. turcicus*، وقوع برخی رفتارهای تهاجمی از سوی مورچه مانند گاز گرفتن یا در چنگال گرفتن موجب افزایش زمان دستیابی به طعمه و کاهش قدرت شکارگری این کفشدوزک می‌شود. زمان دستیابی (T_H) طبق تعریف جرویس و کید (Jervis and Kidd, 1996) عبارت است از فاصله‌ی زمانی بین گرفتن یک طعمه تا آغاز جستجو برای طعمه‌ی بعدی و شامل مجموع زمان‌هایی است که شکارگر صرف فعالیت‌هایی غیر از جستجوی طعمه مانند تعقیب کردن طعمه، گرفتن و خوردن طعمه، پاک کردن قطعات دهانی و استراحت کردن می‌نماید. برای پی بردن به سازوکار دقیق تاثیر مورچه بر قدرت جستجوگری کفشدوزک استرالیایی، انجام مطالعات رفتارشناختی^۱ بیش تر توصیه می‌شود. همچنین با توجه به نقش منفی مورچه‌ی *L. turcicus* و احتمالاً گونه‌های دیگر مورچه در مهار زیستی شپشک استرالیایی توسط کفشدوزک استرالیایی، حضور آن‌ها روی درختان مرکبات باید در برنامه‌های مهار زیستی و مدیریت تلفیقی شپشک استرالیایی مورد توجه قرار گیرد.

می‌رود و وقوع آن بین کفشدوزک‌های هفت‌نقطه‌ای و *H. variegata* با مورچه‌ی *S. invicta* در مزارع پنبه گزارش شده است (Kaplan and Eubanks, 2002; Eubanks et al., 2002).

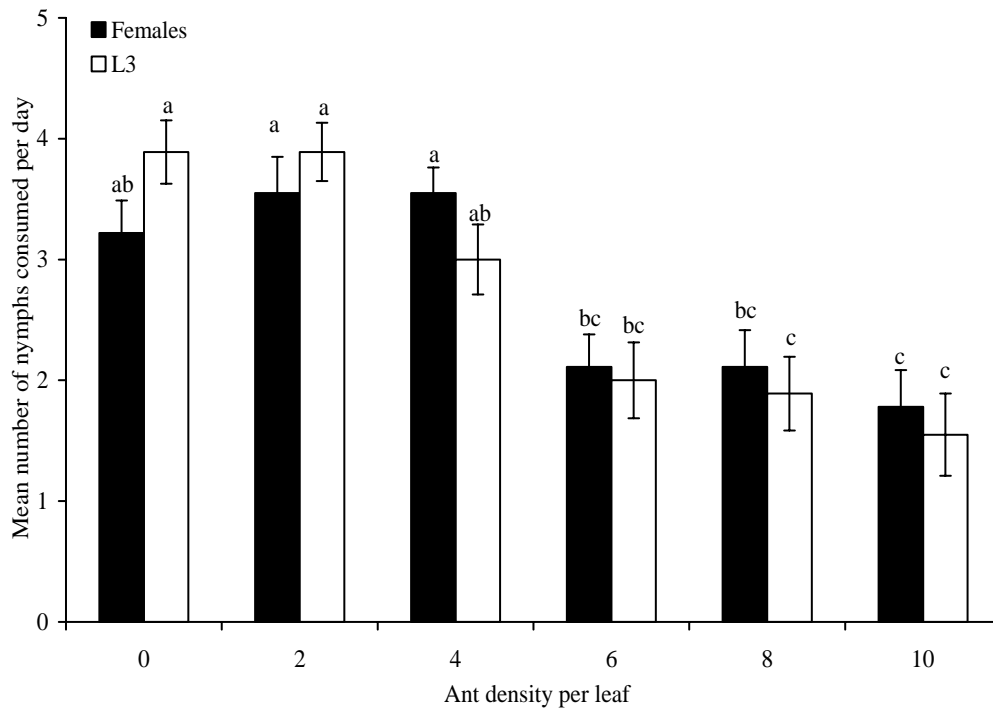
نتایج پژوهش حاضر نشان داد که حضور مورچه‌ی *L. turcicus* روی برگ‌های مرکبات، موجب کاهش میزان شکار شدن شپشک استرالیایی توسط حشرات ماده و لاروهای سن سوم کفشدوزک استرالیایی شد. به طوری که با افزایش تراکم مورچه از صفر به ده عدد در برگ، میانگین تعداد پوره‌های شپشک شکار شده توسط لاروهای سن سوم و کفشدوزک‌های ماده به ترتیب نزدیک به ۴۵ و بیش از ۶۰ درصد کاهش یافت. در زمینه‌ی تاثیر منفی مورچه‌ها بر جمعیت کفشدوزک استرالیایی تاکنون گزارشی منتشر نشده است اما در مورد کفشدوزک‌های دیگر، گزارش‌های متعددی وجود داشت: تاکیزاوا و یاسودا (Takizawa and Yasuda, 2006) نشان دادند که حضور مورچه‌ی *L. japonicus* Santschi روی بوته‌های باقلا موجب کاهش میزان تغذیه‌ی حشرات کامل کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای از شته‌ی *Aphis craccivora* Koch شد اما بر میزان تغذیه‌ی لاروهای آن تاثیر سویی نداشت. همچنین نتایج پژوهش حاضر در زمینه‌ی همیاری مورچه‌ی *L. turcicus* با شپشک استرالیایی و تاثیر بازدارنده‌ی این همیاری بر کفشدوزک استرالیایی با نتایج هیل و بلک‌مور (Hill and Blackmore, 1980) در زمینه‌ی تاثیر منفی همیاری مورچه‌ی *Componotus maculatus* (F.) با شپشک *Icerya seychellarum* Westw. بر جمعیت کفشدوزک *Chilocorus nigritus* L. مطابقت داشت.

نتایج پژوهش پیش رو نشان داد که حضور مورچه‌ی *L. turcicus* روی برگ درخت، بر نوع واکنش تابعی کفشدوزک استرالیایی تاثیری نداشت اما در برخی از موارد، مقادیر پارامترهای واکنش تابعی (نرخ حمله و زمان دستیابی به طعمه) را تحت تاثیر قرار داد. این تاثیر در لاروهای سن سوم بیش تر به صورت افزایش زمان دستیابی به طعمه و در کفشدوزک‌های ماده بیش تر به صورت کاهش نرخ حمله بود. در بررسی منابع، در زمینه‌ی تاثیر منفی مورچه‌ها بر

¹ Grasping

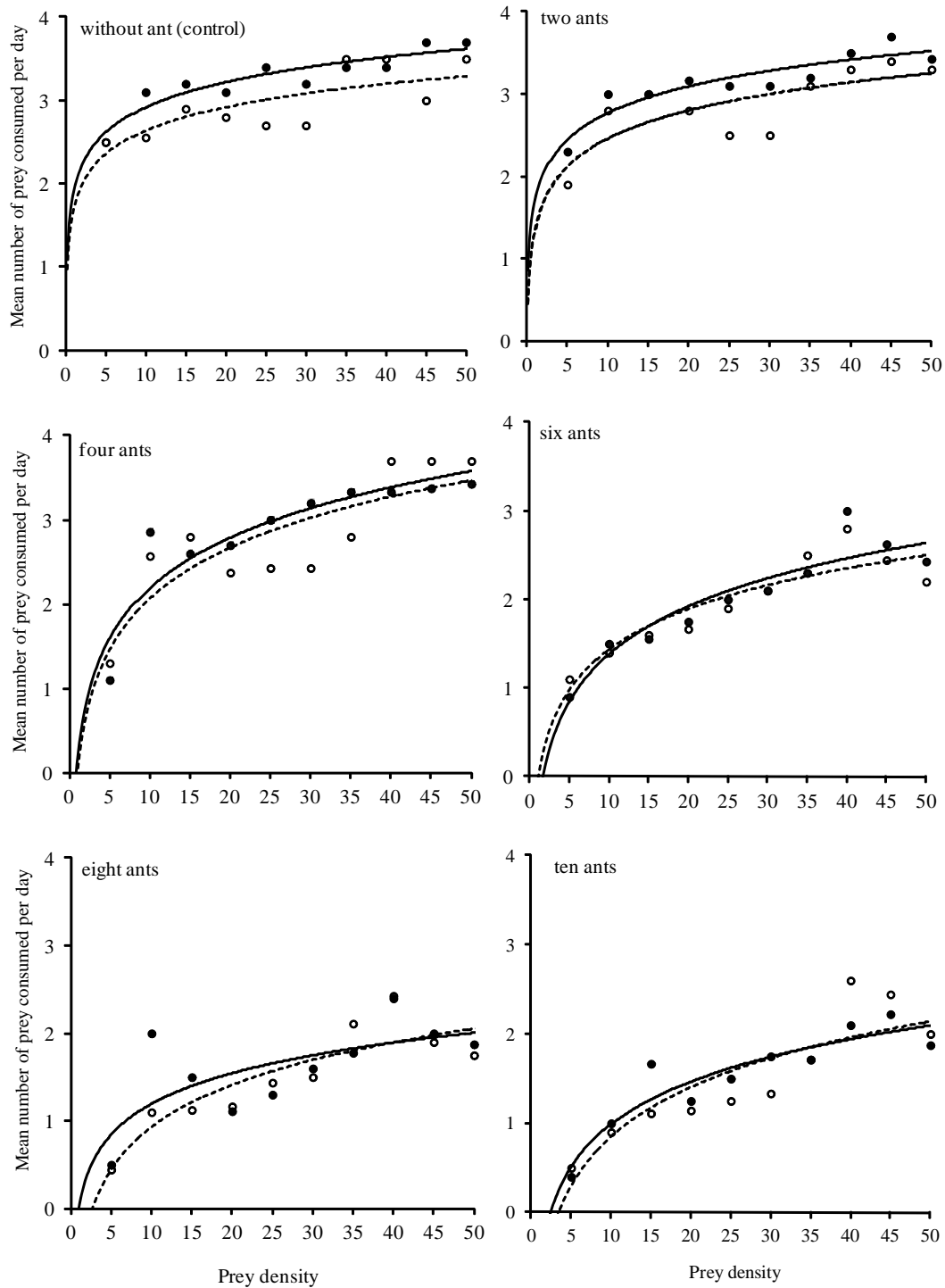
سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای دکتر حسین اللهیاری عضو محترم هیات علمی دانشگاه تهران به خاطر ارایه‌ی راهنمایی‌های آماری کمال تشکر به عمل می‌آید.



شکل ۱- میانگین (\pm SE) تغذیه‌ی روزانه‌ی افراد ماده و لاروهای سن سوم کفشدوزک استرالیایی از پوره‌های سن سوم شپشک استرالیایی در حضور تراکم‌های مختلف مورچه‌ی *Lasius turcicus* (میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند).

Figure 1. Mean daily feeding of adult females and third instars (L3) of *Rodalia cardinalis* on third instars of *Icerya purchasi* in the presence of different densities of *Lasius turcicus* (Hym.; Formicidae). Means with the same letter were not significantly different (LSD; $P=0.05$)



شکل ۲- واکنش تابعی لاروهای سن سوم (خطوط ممتد و نقاط توپر) و حشرات ماده (خط چین و نقاط توخالی) کفشدوزک استرالیایی به تراکم‌های مختلف پوره‌ی سن سوم شیشک استرالیایی در حضور تراکم‌های مختلف مورچه‌ی *Lasius turcicus*

Figure 2. Functional response of third instars (solid lines and markers) and females (dashed lines and no fill markers) of *Rodalia cardinalis* to different densities of third instar of *Icerya purchasi* in the presence of different densities of *Lasius turcicus*

جدول ۱- پارامترهای برآورد شده از برازش واکنش تابعی لاروهای سن سوم و حشرات ماده‌ی کفشدوزک استرالیایی با مدل جستجوی

تصادفی راجرز در حضور تراکم‌های مختلف مورچه‌ی *L. turcicus*

Table 1. Parameters estimate from fitting functional response of third instars and adult females of *R. cardinalis* to searching model in the presence of different densities of *L. turcicus* Rogers's random

Ant Density	Functional response type		Attack coefficient (a) ± SE (1/h)		Handling time (T _h) ± SE (h)		Maximum attack rate (T/T _h)		r ²	
	L ₃	Female	L ₃	Female	L ₃	Female	L ₃	Female	L ₃	Femal e
0	II	II	0.143±0.07	0.091±0.004	6.84±0.253	7.36±0.34	3.51	3.26	0.738	0.538
2	II	II	0.116±0.05	0.053±0.002	7.18±0.285	7.28±0.39	3.34	3.3	0.61	0.606
4	II	II	0.039±0.01	0.026±0.007	7.21±0.41	6.58±0.49	3.33	3.65	0.80	0.671
6	II	II	0.013±0.004	0.013±0.005	8.41±1.03	9.36±1.08	2.85	2.56	0.63	0.514
8	II	II	0.004±0.003	0.004±0.001	13.30±0.92	6.98±2.6	1.80	3.43	0.64	0.505
10	II	II	0.009±0.005	0.0002±0.007	10.79±2.02	10.04±1.7	2.22	2.39	0.66	0.427

جدول ۲- برآورد مقادیر D_a و D_{Th} (میانگین ± خطای استاندارد) توسط معادله‌ی دارای متغیر شاخص (معادله‌ی ۲) جهت مقایسه‌ی دوتایی

پارامترهای واکنش تابعی لاروهای سن سوم کفشدوزک استرالیایی در حضور تراکم‌های مختلف مورچه

Table 2. Estimation (mean±SE) of D_a and D_{Th} values by an equation with indicator variable (equation 2) for pairwise comparing functional response parameters of third instars of vedalia beetle in presence of different ant densities

Ant density	D _a			D _{Th}		
	Estimate	Asymptotic 95% CI		Estimate	Asymptotic 95% CI	
		Lower	Upper		Lower	Upper
0 and 2	-0.0054±0.0601	-0.1241	0.1132	0.3488±0.388	-0.4159	1.1135
0 and 4	-0.0691±0.0450	-0.1578	0.0195	0.4362±0.489	-0.5280	1.4005
0 and 6	-0.0936±0.0464	-0.1850	-0.0021	1.6110±1.008	-0.3771	3.5992
0 and 8	-0.0814±0.0505	-0.1811	0.0182	5.6073±1.298	3.0475	8.1670
0 and 10	-0.0960±0.0500	-0.1947	0.0027	4.3835±1.772	0.8888	7.8783
2 and 4	-0.0637±0.0448	-0.1519	0.0246	0.0874±0.5026	-0.9039	1.0787
2 and 6	-0.0881±0.0462	-0.1792	0.0030	1.2622±1.0127	-0.7349	3.2594
2 and 8	-0.0692±0.0522	-0.1721	0.0337	5.5378±1.2393	3.0937	7.9818
2 and 10	-0.0906±0.0499	-0.1889	0.0078	4.0347±1.7714	0.5413	7.5282
4 and 6	-0.0245±0.0126	-0.0493	0.0004	1.1748±1.0787	-0.0953	3.3022
4 and 8	-0.0055±0.0247	-0.0542	0.0431	5.4503±1.3031	2.8805	8.0202
4 and 10	-0.0269±0.0137	-0.0538	0.00004	3.9473±1.8336	0.3312	7.5634
6 and 8	0.0189±0.0228	-0.0260	0.0639	4.2754±1.6676	0.9865	7.5642
6 and 10	-0.00245±0.007	-0.0156	0.0107	2.7725±2.1567	-1.4810	7.0259
8 and 10	-0.0214±0.0243	-0.0693	0.0266	-1.5030±2.3414	-6.1206	3.1146

جدول ۳- برآورد مقادیر D_a و D_{Th} (میانگین \pm خطای استاندارد) توسط معادله‌ی دارای متغیر شاخص (معادله‌ی ۲) جهت مقایسه‌ی دوتایی پارامترهای واکنش تابعی حشرات ماده‌ی کفشدوزک استرالیایی در حضور تراکم‌های مختلف مورچه

Table 3. Estimation (mean \pm SE) of D_a and D_{Th} values by an equation with indicator variable (equation 2) for pairwise comparing functional response parameters of female vedalia beetles in presence of different ant densities

Ant density	D_a			D_{Th}		
	Estimate	Asymptotic 95% CI		Estimate	Asymptotic 95% CI	
		Lower	Upper		Lower	Upper
0 and 2	-0.0370 \pm 0.0458	-0.1274	0.05330	-0.0847 \pm 0.5163	-1.1029	0.9335
0 and 4	-0.0654 \pm 0.0436	-0.1515	0.02070	-0.8557 \pm 0.5884	-2.0160	0.3047
0 and 6	-0.0771 \pm 0.0416	-0.1591	-0.0049	2.0007 \pm 1.1265	-0.2208	4.2223
0 and 8	-0.0865 \pm 0.0428	-0.1709	-0.00206	-0.2863 \pm 2.4661	-5.1500	4.5773
0 and 10	-0.0876 \pm 0.0438	-0.1739	-0.00132	-2.7837 \pm 2.9864	-8.6734	3.1060
2 and 4	-0.0284 \pm 0.0213	-0.0705	0.01370	-0.7723 \pm 0.6254	-2.0057	0.4610
2 and 6	-0.0401 \pm 0.0200	-0.0795	-0.00066	2.0854 \pm 1.1556	-0.1937	4.3645
2 and 8	-0.0494 \pm 0.0201	-0.0891	-0.00973	-0.2016 \pm 2.5030	-5.1380	4.7348
2 and 10	-0.0506 \pm 0.0205	-0.0911	-0.01000	-2.6990 \pm 3.0270	-8.6688	3.2708
4 and 6	-0.0117 \pm 0.00831	-0.0281	0.00470	2.8575 \pm 1.2230	0.4455	5.2696
4 and 8	-0.0210 \pm 0.00705	-0.0350	-0.00714	0.5707 \pm 2.6015	-4.5600	5.7013
4 and 10	-0.0222 \pm 0.00712	-0.0362	-0.00814	-1.9266 \pm 3.1375	-8.1143	4.2610
6 and 8	-0.00935 \pm 0.0051	-0.0193	0.000597	-2.2871 \pm 2.6994	-7.6108	3.0367
6 and 10	-0.0105 \pm 0.00506	-0.0205	-0.00052	-4.7844 \pm 3.1947	-11.0847	1.5160
8 and 10	-0.00114 \pm 0.0017	-0.0044	0.00211	-2.4973 \pm 4.0210	-10.4274	5.4328

References

- Alipanah, H., Kharazi, A. and Moghadassi, P.** 2000. Taxonomical study of Formicinae ants in Tehran. Proceedings of 14th Iranian Plant Protection Congress, 5-8 September, Isfahan, Iran, pp 350. (in Farsi).
- Allahyari, H., Fard, P. A. and Nozari, J.** 2004. Effects of host on functional response of offspring in two populations of *Trissolcus grandis* on the sunn pest. **Journal of Applied Entomology** 128, 39-43.
- Bishop, D. B. and Bristow, C. M.** 2003. Effects of the presence of the Allegheny mound ant (Hymenoptera: Formicidae) in providing enemy-free space to myrmecophilous aphid and soft scale populations. **Annals of Entomological Society of America** 96(3): 202-210.
- Bolton, B.** 2012. An Online Catalog of the Ants of the World. Retrieved July 1, 2012 from <http://www.antcat.org/catalog/438907>
- Cerda, X., Palacios, R. and Retana, J.** 2009. Ant community structure in citrus orchards in the Mediterranean basin: impoverishment as a consequence of habitat homogeneity. **Environmental Entomology** 38(2): 317-324.
- Collingwood, A. C.** 1985. Hymenoptera: Family Formicidae of Saudi Arabia-Fauna of Saudi Arabia, 7: 230-302.
- Collingwood, A. C. and Agosti, D.** 1996. Formicidae (Insecta: Hymenoptera) of Saudi Arabia (Part 2). Fauna of Saudi Arabia, 15: 300-385.
- Daane, K. M., Sime, K. R., Fallon, J. and Cooper, M.L.** 2007. Impacts of Argentine ants on mealybugs and their natural enemies in California's coastal vineyards. **Ecological Entomology** 32: 583-596.

- Dezhakam, M. and Soleyman-Nejadian, E.** 2000. The fauna of symbiotic ants with the Southern mealybug, *Nipaecoccus viridis*, on citrus in Khuzestan. Proceedings of 14th Irania Plant Protection Congress, 5-8 September, Isfahan, Iran, pp 266. (in Farsi).
- Estwood, R.** 2004. Successive replacement of tending ant species at aggregations of scale insects (Hemiptera: Margarodidae and Eriococcidae) on eucalyptus in south-east Queensland. **Australian Journal of Entomology** 43: 1-4.
- Eubanks, M. D.** 2001. Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. **Biological Control** 21: 35-43.
- Eubanks, M. D. and Styrsky, J. D.** 2006. Ant-hemipteran mutualisms: keystone interactions that alter food web dynamics and influence plant reproduction. In: Brodeur, J., and Boivin, G. (eds.). Trophic and Guild Interactions in Biological Control. Springer publishing, New York, pp 171-190.
- Eubanks, M. D., Blackwell, S. A., Parrish, C. J., Delamar, Z. D. and Hull-Sanders, H.** 2002. Intraguild predation of beneficial arthropods by red imported fire ants in cotton. **Environmental Entomology** 31(6): 1168-1174.
- Finlayson, C. J., Alyokhin, A. V. and Porter, E. W.** 2009. Interactions of native and non-native ladybeetle species (Coleoptera: Coccinellidae) with aphid-tending ants in laboratory arenas. **Environmental Entomology** 38(3): 846-855.
- Gholami, M., Afshari, A. and Mafi Pashakolaei Sh. A.** 2012. The fauna and frequency of cottony cushion scale (*Icerya purchasi* Maskell)-related ants (Hymenoptera: Formicidae) community in citrus orchards of Sari region, northern Iran. Proceedings of 20th Iranian Plant Protection Congress, Shiraz University, 25–28 August, pp. 175.
- Hallaji Sani, M. F., Rasekh, A. and Aghajanzadeh, S.** 2013. Investigation of biology and dynamism of cottony cushion scale, *Icerya purchasi* Maskell in north of Iran. **Journal of Plant Protection** 26(4): 389-394. (in Farsi).
- Hill, M. G. and Blackmore, P. J. M.** 1980. Interactions between ants and the coccid, *Icerya seychellarum* on *Aldabra atoll*. **Oecologia** 45: 360-365.
- Jervis, M., and Kidd, N.** 1996. Insect Natural Enemies: Practical Approaches to Their Study and Evaluation. Chapman and Hall, London, 491 pp.
- 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. Oxford University Press, New York, pp 178-216.
- Kaplan, I. and Eubanks, M. D.** 2002. Disruption of cotton aphid (Homoptera: Aphididae)-natural enemy dynamics by red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae). **Environmental Entomology** 31(6): 1175-1183.
- Kiran, K. and Karaman, C.** 2012. First annotated checklist of the ant fauna of Turkey (Hymenoptera: Formicidae). **Zootaxa** 3548: 1-38.
- Mgocheki, M. and Addison, P.** 2009. Interference of ants (Hymenoptera: Formicidae) with biological control of the vine mealybug, *Planococcus ficus* (Signort) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Biological Control** 49: 180-185.
- Mohammadi, Sh., Mossadegh, M. S. and Esfandiari, M.** 2012. Eight ant species (Hymenoptera: Formicidae) new for the fauna of Iran. **Munis Entomology and Zoology** 7(2): 847-851.
- Mossadegh, M. S., Esfandiari, M. and Heidarnia, Z.** 2008. The relationship effects of symbiotic ants on biological control of *Nipaecoccus viridis* (New.) by *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant in citrus orchards of North Khuzestan. Proceedings of 18th Iranian Plant Protection Congress, 24-27 Aug., University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran, pp 36.
- Obrycki, J. J. and Kring, T. J.** 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. **Annual Review of Entomology** 43: 295-321.
- Oliver, T. H., Leather, S. R. and Cook, J. M.** 2008. Macroevolutionary patterns in the origin of mutualisms involving ants. **Journal of Evolutionary Biology** 21: 1597-608.
- Paknia, O., Radchenko, A., Alipanah, H. and Pfeiffer, M.** 2008. A preliminary checklist of the ants (Hymenoptera: Formicidae) of Iran. **Myrmecological News** 11: 151-159.
- Pekas, A., Tena, A., Aguila, A. and Garsia-Mari, F.** 2010. Effect of Mediterranean ants (Hymenoptera: Formicidae) on California red scale (Hemiptera: Diaspididae) populations in citrus orchards. **Environmental Entomology** 39(3): 827-834.

- Perfecto, I. and Vandermeer, J.** 2006. The effect of an ant-hemipteran mutualism on the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in southern Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 117: 218-221.
- Rogers, D.** 1972. Random searching and insect population models. **Journal of Animal Ecology** 41: 369-383.
- SAS Institute**, 1999. SAS user's guide, version 8.2. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sloggett, J. J. and Majerus, M. E. N.** 2003. Adaptations of *Coccinella magnifica*, a myrmecophilous coccinellid to aggression by wood ants (*Formica rufa* Group).II: Larval Behaviour, and ladybird oviposition location. **European Journal of Entomology** 100: 337-334.
- Sloggett, J. J., Manica, A., Day, M. J. and Majerus, M. E. N.** 1999. Predation of ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) by wood ants, *Formica rufa* L. (Hymenoptera: Formicidae). **Entomologist's Gazette** 50: 217-221.
- Soleyman-Nejadian, E. and Dezhakam, M.** 2001. Investigation on the protection of *Nipaecoccus viridis* (New.) by *Crematogaster antaris* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) against two wasp parasitoids on citrus in Dezful. **The Scientific Journal of Agriculture** 23(2):53-69. (in Farsi)
- Takizawa, T. and Yasuda, H.** 2006. The effects of attacks by the mutualistic ant, *Lasius japonicus* Santschi (Hymenoptera: Formicidae) on the foraging behavior of the two aphidophagous ladybirds, *Coccinella septempunctata* brucki Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) and *Propylea japonica* (Thunberg) (Coleoptera: Coccinellidae). **Applied Entomology Zoology** 41(1): 161-169.

Impact of *Lasius turcicus* (Hymenoptera: Formicidae) on efficacy of vedalia beetle, *Rodalia cardinalis* (Coleoptera: Coccinellidae) in citrus orchards of Mazandaran province

A. Afshari^{*1}, M. Gholami², Sh. A. Mafi Pashakolaei³ and Gh. A. Abdollahi Ahi⁴

1, 2 and 4. Assistance Professor and Former MSc., Students of Entomology, Plant Protection Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. 3. Assistance Professor, Research Center of Agriculture and Natural Resources, Mazandaran Province, Iran

(Received: June 30, 2013- Accepted: July 21, 2013)

Abstract

Ants (Hymenoptera: Formicidae) can interfere with biological control of scale insects through protecting them against natural enemies. This study was carried out to investigate the impact of *Lasius turcicus* Santschi on feeding and functional response of vedalia beetle, *Rodalia cardinalis* on sour orange saplings in a citrus orchard in Sari County, northern Iran, during 2010. A 2-3-day old third instar (L3) or female beetle with a certain number of worker ants (including 0, 2, 4, 6, 8 or 10) were confined on a leaf which infested with a certain density of third nymphal instars of *Icerya purchasi* Maskell (including, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 or 50). After 24 hours, the ant and ladybird were removed and the number of consumed scale was counted. The functional responses parameters were estimated using Rogers' random predator equation. Results showed that the presence of ant on infested saplings decreased feeding of ladybird on scale. Mean daily feeding of females and third larval instars of ladybird decreased from 3.22 to 1.78 and 3.89 to 1.55 scales, respectively, while ant density increased from zero to 10 individuals per leaf. The functional response type was not affected by ant presence and a type II was observed in all treatments. In contrast, the values of functional response parameters were adversely affected by the ant activity. So that, by increasing ant density from zero to 10 individuals per leaf, the attack coefficient (a) of third larval instars of ladybird decreased from 0.143 to 0.009 and of adult females decreased from 0.0905 to 0.0002. After such increasing in ant density, handling times for third instars and adult females were increased from 6.84 to 10.79 and 7.36 to 10.04 hours, respectively. Because of adverse effects of this ant on feeding and functional response of *R. cardinalis*, its presence on citrus trees should be considered in biological control and integrated pest management program of cottony cushion scale in citrus orchards of northern Iran.

Key Words: *Icerya purchasi*, Biological control, Mutualistic ants, Functional response

*Corresponding author: Ahvazuniv@yahoo.com