تحقیقات آفات گیاهی
۱۳۹۷ -۸ (۴): ۴۳-۵۴

ترجیح طعمه و سوئیچینگ بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* روی شته‌ی سبز مرکبات *Aphis spiraecola* و شته‌ی جالیز *Aphis gossypii*

محبوبه مرادی[۱]، مهدی حسن‌پور[۱و*]، علی گلی‌زاده[۱] و سید علی‌اصغر فتحی[۱]
۱-گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۳۰)

چکیده

بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* یکی از دشمنان طبیعی است که به آفات مختلف گیاهان زراعی و باغی حمله می‌کند. ترجیح غذایی دشمنان طبیعی یکی از مهم‌ترین معیارهایی است که در بررسی کارایی آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این بررسی، ترجیح غذایی و سوئیچینگ لاروهای سن دوم و سوم بالتوری سبز روی شته‌ی سبز مرکبات، *Aphis spiraecola* و شته‌ی جالیز، *Aphis gossypii* مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش روی برگ پرتقال، رقم تامسون ناول، در اتاقک رشد در دمای ۲±۲۷ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. نتایج نشان داد که وقتی شته‌ی سبز مرکبات یا شته‌ی جالیز به تنهایی در اختیار لاروهای سن دوم و سوم شکارگر قرار گرفت، نرخ شکارگری لاروها روی شته‌ی جالیز در مقایسه با شته‌ی سبز مرکبات بیشتر بود. در آزمایش سوئیچینگ، ارائه‌ی ترکیب‌های مختلفی از شته‌ی جالیز: شته‌ی سبز مرکبات تفاوت معنی‌داری در میزان تغذیه‌ی لاروهای بالتوری سبز ایجاد کرد. در ترکیب‌های مختلف طعمه، تغذیه‌ی لاروهای سن دوم و سوم شکارگر از شته‌ی سبز مرکبات به ترتیب بین ۷/۹۰ تا ۲۱/۱۰ و ۱۵/۷۰ تا ۳۱/۰۰ و از شته‌ی جالیز به ترتیب بین ۱۴/۶۰ تا ۲۹/۶۰ و ۲۴/۵۰ تا ۳۸/۲۰ عدد متغیر بود. مقدار شاخص ترجیح منلی در نسبت مساوی شته‌ی جالیز:شته‌ی سبز مرکبات برای لارو سن دوم و سوم شکارگر به ترتیب ۰/۶۳۲: ۰/۳۶۸ و ۰/۶۴۷: ۰/۳۵۳ محاسبه شد که نشان دهنده‌ی ترجیح لاروها به شته‌ی جالیز بود. این تحقیق نشان داد که نوع طعمه و تراکم آن روی ویژگی‌های رفتاری لاروهای بالتوری سبز موثر است.

واژه‌های کلیدی: کنترل بیولوژیک، برهمکنش شکارگر- شکار، آزمون های انتخابی و غیر انتخابی، شاخص ترجیح

* نویسنده مسوول: hassanpour@uma.ac.ir

مقدمه

آفات بسیاری به درختان مرکبات خسارت وارد می‌کنند که از بین آنها می‌توان به شته‌ها اشاره کرد (Esmaeili, 1997). شته‌ها گروه متنوعی از حشرات گیاهخوار هستند که بیشتر در اقلیم‌های معتدل از جمله شمال امریکا، اروپا، مرکز و شرق آسیا انتشار دارند (Blackman and Eastop, 2000). در دنیا بیش از ۲۰ گونه‌ی مختلف از شته‌ها روی درختان مرکبات گزارش شده است که چهار گونه از آن‌ها شامل *Aphis spiraecola* Patch، *Aphis gossypii* Glover، *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe و *Toxoptera citricida* Kirkaldy از خانواده‌ی Aphididae بوده و به طور مستقیم و غیر مستقیم به مرکبات خسارت وارد می‌کنند (van Emden and Harrington, 2007; Vacante and Gerson, 2012). در مناطق مدیترانه‌ای بیشترین فراوانی و وسیع‌ترین پراکنش گونه‌ای مربوط به گونه‌های *A. spiraecola* و *A. gossypii* است (Tena and Garcia-Mari, 2011). به طور معمول برای کنترل جمعیت شته‌ها در اکوسیستم‌های کشاورزی، حشره-کش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ اما در بیشتر موارد، استفاده از حشره‌کش‌ها باعث مرگ و میر حشرات مفید، اثرات منفی روی محیط زیست، گسترش مقاومت و طغیان مجدد شته‌ها می‌شود (Orlando *et al.*, 1970). بنابراین، استفاده از دشمنان طبیعی در کنترل آفات می‌تواند در کاهش جمعیت آن‌ها و کاهش اثرات زیست محیطی حشره-کش‌ها بسیار موثر باشد (Delfosse, 2005).

بالتوری‌ها یکی از موفق‌ترین دشمنان طبیعی آفات محسوب می‌شوند که اغلب به دلیل بروز تحمل به آفت‌کش-های مختلف، نسبت به سایر دشمنان طبیعی در برنامه‌های کنترل بیولوژیک بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند (Bigler, 1984). بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* Stephens، به دلیل دارا بودن ویژگی‌های مطلوب از جمله کنترل طیف وسیعی از حشرات با بدن نرم، داشتن قابلیت جستجوگری بالا، پراکنش جغرافیایی وسیع، امکان تولید انبوه و قابلیت سازگاری بالا در مزرعه نسبت به سایر شکارگرها بیش‌ترین توجه را به عنوان یک عامل موثر در کنترل حشرات آفت به ویژه شته‌ها به خود جلب کرده است (Rafiei Karahroudi and Hatami, 2003; Jokar and Zarabi, 2012). با توجه به دامنه‌ی پراکنش وسیع بالتوری سبز و اهمیت آن در کنترل گونه‌های مختلف شته‌ها، تعیین کارایی آن در کنترل جمعیت این آفات ضروری به نظر می‌رسد.

معیارهای مختلفی برای ارزیابی و انتخاب عوامل کنترل بیولوژیک از جمله شکارگرها وجود دارد (Waage, 1990). یکی از این معیارها، مطالعه‌ی ویژگی‌های رفتاری آنها به ویژه ارزیابی ترجیح شکارگرها نسبت به طعمه‌های مختلف می‌باشد (Jervis and Kidd, 1996). زمانی که شکارگر حق انتخاب بین دو یا چند گونه‌ی مختلف طعمه را داشته باشد، اغلب یکی از گونه‌ها را به گونه‌ی دیگر ترجیح می‌دهد. این امر موجب می‌شود طعمه‌ی مرجح بیشتر از حد انتظار مورد تغذیه‌ی شکارگر قرار گیرد (Jervis, 2005). ترجیح می‌تواند نتیجه‌ی نرخ جستجوی متفاوت، زمان متفاوت سپری شده در انواع زیستگاه‌ها، توانایی طعمه‌های مختلف در فرار و ترکیبی از این عوامل و یا عوامل دیگر باشد (Hassell, 1978). درک ترجیح غذایی شکارگرهای عمومی برای فهم کارایی این حشرات به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک ضروری است (Eubank and Denno, 2000). اگر چه گاهی عوامل کنترل بیولوژیک بدون مطالعه‌ی ترجیح میزبانی آنها رهاسازی شده‌اند، ولی امروزه مشخص کردن ترجیح غذایی عوامل کنترل بیولوژیک به ویژه دشمنان طبیعی که قرار است در محیط‌های طبیعی استفاده شوند، دارای اهمیت کاربردی می‌باشد (Alaee and Allahyari, 2013). به طور معمول، دارا بودن ترجیح نسبت به یک نوع طعمه‌ی ویژه، یک مزیت برای انتخاب آن عامل برای کنترل آن طعمه‌ی خاص به شمار می‌رود (Butler and O'Neil, 2008).

ترجیح یک شکارگر نسبت به یک طعمه در مقایسه با طعمه‌ی دیگر ممکن است تحت تاثیر تراکم نسبی طعمه‌هایی که در اختیار شکارگر قرار می‌گیرد، تغییر کند. این رفتار که به نام سوئیچینگ نامیده شده و یکی از معیارهای مهم در ارزیابی کارایی دشمنان طبیعی است، هنگامی رخ می‌دهد که شکارگر به طعمه‌ای که از تراکم بالایی برخوردار است، بیشتر حمله کند و طعمه‌ی با تراکم کمتر را نادیده بگیرد (Murdoch, 1969). سوئیچینگ در شکارگر سبب می‌شود که طعمه‌ی با تراکم کمتر، از شکارگری در امان مانده و طعمه‌ی فراوان‌تر بیشتر مورد حمله و تغذیه قرار گیرد. در این شرایط که طعـــمه‌ی با تراکم بالاتر بیشتر مورد تغذیه‌ی شکارگر قرار می‌گیرد، هیچ‌کدام از دو گونه‌ی طعمه نه منقرض می‌شوند و نه جمعیت آن‌ها بیش از حد افزایش می‌یابد (Oaten and Murdoch, 1975; Symondson *et al.*, 2002).

در این تحقیق، برای مطالعه‌ی کارایی بالتوری سبز، *C. carnea* روی دو گونه‌ی شته شامل شته‌ی سبز مرکبات و شته‌ی جالیز، برخی ویژگی‌های رفتاری این شکارگر شامل ترجیح غذایی و سوئیچینگ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند بخشی از روابط شکارگر- شکار بین بالتوری سبز و این دو گونه شته را برای ما مشخص کند.

مواد و روش‌ها

شرایط پرورش حشرات و انجام آزمایش‌ها دمای۲±۲۷ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود.

تهیه‌ی کلنی شته‌ی سبز مرکبات و شته‌ی جالیز و پرورش آن‌ها

برای ایجاد جمعیت اولیه‌ی شته‌ی سبز مرکبات و شته‌ی جالیز، ابتدا شته‌های بالغ بی‌بال از برگ‌های آلوده به هر یک از این شته‌ها از باغ های مرکبات شهرستان قائم‌شهر در استان مازندران جمع‌آوری شد. پس از اطمینان از صحت گونه‌ها، شته‌ها روی جوانه‌های تازه روئیده‌ی نهال‌های پرتقال (رقم تامسون ناول) منتقل و برای چند نسل پرورش داده شدند.

جمع‌آوری و پرورش بالتوری سبز

برای تشکیل کلنی بالتوری سبز، لاروهای این شکارگر از برگ‌های آلوده به شته در باغ های مرکبات شهرستان قائم-شهر جمع‌آوری شد. پس از ظهور حشرات کامل و شناسایی گونه، حشرات کامل داخل ظروف استوانه‌ای پلاستیکی شفاف (به ارتفاع ۱۹ و قطر دهانه‌ی ۱۱ سانتی‌متر) در اتاقک رشد پرورش داده شدند. به منظور انجام تهویه، قسمت‌های بالا و پایین ظروف با پارچه‌ی توری ظریف پوشانده می‌شد. تعداد ۱۰ جفت حشره‌ی کامل نر و ماده در هر ظرف پرورش رهاسازی می‌شد. برای تغذیه‌ی حشرات کامل از غذای مصنوعی معرفی شده توسط وگت و همکاران (Vogt et al., 2000) که شامل هفت قسمت عسل، پنج قسمت مخمر نانوایی و چهار قسمت آب مقطر است، استفاده شد. غذای مصنوعی در جهت طولی و در قسمت میانی یک نوار طلقی مستطیلی شکل (۱/۵ × ۸ سانتی‌متر) مالیده شده و نوار مربوطه از قسمت داخلی دهانه‌ی هر ظرف آویزان شد. برای تامین آب مورد نیاز حشرات، یک قطعه اسفنج مرطوب روی توری ظریف بالای هر ظرف قرار داده می‌شد (Hassanpour *et al.*, 2015). با شروع تخم‌گذاری حشرات، تخم‌های گذاشته شده روی توری و دیواره‌ی داخلی ظروف به وسیله‌ی قیچی از پایک‌ها جدا و به ظروف پتری به قطر ۹ سانتی‌متر منتقل می‌شدند. با خروج لاروها، به دلیل رفتار هم‌نوع‌خواری شدید، هر یک از آنها به‌طور جداگانه به ظروف پتری حاوی تعداد کافی تخم بید آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller منتقل می‌شدند.

آزمایش شکارگری غیر انتخابی

نرخ شکارگری لاروهای سنین دوم و سوم بالتوری سبز روی هر یک از دو گونه‌ی شته مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش داخل ظروف پتری پلاستیکی (به قطر ۹ سانتی‌متر)،

که به منظور تهویه سوراخی به قطر ۲ سانتی‌متر روی سرپوش آنها ایجاد و با پارچه‌ی توری ظریف پوشانده شده بود، انجام شد. جهت تامین رطوبت برگ، داخل هر ظرف پتری مقداری ژل آگار ۲ درصد ریخته شد و قبل از سرد و جامد شدن کامل ژل، یک برگ کامل پرتقال به مساحت تقریبی ۱۶/۵ سانتی-مترمربع به صورت واژگون به طوری که سطح رویی برگ در تماس با ژل باشد، روی آن قرار داده شد. پوره‌های (ترکیبی از سنین سوم و چهارم) شته‌ی سبز مرکبات و شته‌ی جالیز هر کدام در تراکم‌های ۶۰ و ۸۰ عدد (به ترتیب برای لارو سن دوم و سوم شکارگر) با استفاده از قلم‌مو روی هر برگ به صورت جداگانه منتقل شد. سپس لاروهای سن دوم و سوم بالتوری سبز، که قبل از شروع آزمایش به مدت ۲۴ ساعت گرسنه نگه داشته شده بودند، به صورت انفرادی به داخل ظروف پتری رهاسازی شدند. آزمایش در ۱۰ تکرار برای هر سن لاروی شکارگر و هر گونه‌ی طعمه انجام شد. پس از ۲۴ ساعت، لاروهای شکارگر از داخل ظروف پتری حذف و با شمارش تعداد افراد زنده مانده، تعداد طعمه‌های خورده شده محاسبه و ثبت شد.

آزمایش ترجیح گونه‌ی طعمه و سوئیچینگ

برای بررسی ترجیح طعمه و سوئیچینگ لاروهای سنین دوم و سوم بالتوری سبز، پوره‌های (ترکیبی از سنین سوم و چهارم) شته‌ی سبز مرکبات و شته‌ی جالیز در ترکیب‌های مختلف برای هر سن لاروی شکارگر با استفاده از قلم‌مو روی برگ پرتقال به مساحت تقریبی ۱۶/۵ سانتی‌مترمربع، با شرایط مشابه آزمایش قبل، منتقل شدند. بدین صورت که ترکیب‌های ۴۰:۲۰، ۳۰:۳۰ و ۲۰:۴۰ عددی از شته‌ی جالیز و شته‌ی سبز مرکبات برای لارو سن دوم و ترکیب‌های ۵۰:۳۰، ۴۰:۴۰ و ۳۰:۵۰ عددی از طعمه‌های مذکور برای لارو سن سوم شکارگر در نظر گرفته شد. هر یک از این ترکیب‌ها در ۱۰ تکرار در اختیار لاروهای بالتوری سبز، که قبل از انجام آزمایش به مدت ۲۴ ساعت گرسنه نگه داشته شده بودند، قرار گرفت. پس از ۲۴ ساعت، لاروهای شکارگر از داخل ظروف پتری حذف و با شمارش تعداد شته‌های زنده مانده، تعداد طعمه‌ی خورده شده از هر یک از گونه‌ها محاسبه و ثبت شد.

تجزیه‌های آماری

برای مشخص کردن وجود اختلاف معنی‌دار بین نرخ شکارگری لاروهای بالتوری سبز روی هر یک از گونه‌های شته در آزمون غیرانتخابی، از آزمون t مستقل نرم‌افزار SPSS استفاده شد. برای بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین داده‌های مشاهده شده (تعداد طعمه‌ی خورده شده) و مورد انتظار در هر یک از نسبت‌های طعمه‌ها، از آزمون کای اسکوئر استفاده شد. در تجزیه‌ی داده‌های حاصل از بررسی ترجیح گونه‌ی طعمه، با توجه به این‌که طعمه‌های خورده شده توسط شکارگر در طول آزمایش جایگزین نشدند و با گذشت زمان از تراکم آنها کاسته می‌شد، از شاخص بتای منلی (Manly *et al.*, 1972) به صورت زیر استفاده شد:

$$\beta_1 = \frac{\log\left(\frac{e_1}{A_1}\right)}{\log\left(\frac{e_1}{A_1}\right) + \log\left(\frac{e_2}{A_2}\right)}$$

در این معادله، β_1 ترجیح شکارگر برای طعمه‌ی نوع اول، e_1 تعداد طعمه‌ی نوع اول زنده مانده در انتهای آزمایش، A_1 تعداد طعمه‌ی نوع اول ارائه شده به شکارگر، e_2 تعداد طعمه‌ی نوع دوم زنده مانده در انتهای آزمایش و A_2 تعداد طعمه‌ی نوع دوم ارائه شده به شکارگر می‌باشد. مقدار شاخص بتا برای هر طعمه بین صفر تا یک متغیر می‌باشد و مجموع شاخص بتا در تمام طعمه‌ها همیشه برابر یک است. با توجه به فرمول بالا، مقدار شاخص ترجیح وقتی نزدیک به یک باشد، نشانگر ترجیح برای طعمه‌ی نوع اول و وقتی نزدیک به صفر باشد، بیانگر ترجیح برای طعمه‌ی نوع دوم می‌باشد. مقدار نزدیک به ۰/۵ نیز نشان‌دهنده‌ی تصادفی بودن انتخاب طعمه توسط شکارگر و عدم ترجیح آن نسبت به هر یک از طعمه‌ها می-باشد (Manly, 1974). مقادیر شاخص ترجیح به دست آمده برای هر یک از سنین لاروی شکارگر نسبت به دو نوع طعمه، با استفاده از آزمون t جفت شده در نرم‌افزار SPSS مورد

تجزیه‌ی آماری قرار گرفت. برای مقایسه‌ی تعداد خورده شده از هر یک از طعمه‌ها توسط هر سن لاروی شکارگر در سه ترکیب مورد مطالعه، تجزیه واریانس یک طرفه انجام و برای مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون توکی (در سطح احتمال پنج درصد) نرم‌افزار SPSS استفاده شد. برای مقایسه‌ی بین تعداد خورده شده توسط هر سن لاروی شکارگر از هر گونه‌ی طعمه در هر ترکیب، از آزمون t جفت شده نرم افزار SPSS استفاده شد. به منظور ارزیابی سوئیچینگ لاروهای بالتوری سبز بین شته‌ی سبز مرکبات و شته‌ی جالیز، مقادیر شاخص ترجیح به مدل خطی منلی برازش داده شد (Manly *et al.*, 1972; Manly, 1973).

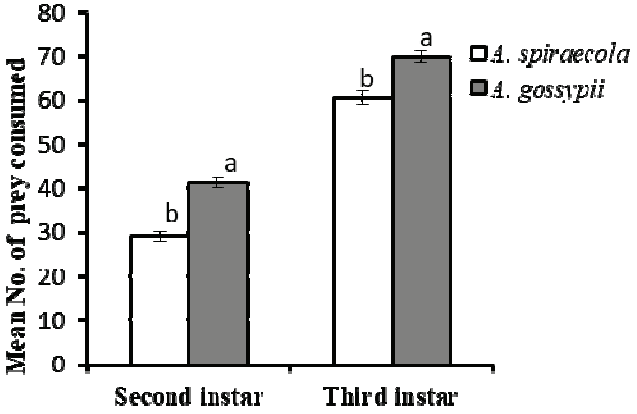
نتایج

نتایج حاصل از آزمایش شکارگری غیر انتخابی

نتایج به‌دست آمده از آزمون t نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تعداد طعمه‌ی خورده شده از دو گونه‌ی شته توسط لاروهای سن دوم و سوم بالتوری سبز وجود داشت (به ترتیب $p<0.0001$؛ $df=18$؛ $t=-7.957$ و $p<0.0001$؛ $df=18$؛ $t=-4.665$). لارو سن دوم بالتوری سبز به طور میانگین تعداد بیشتری از شته‌ی جالیز را در مقایسه با شته‌ی سبز مرکبات مورد تغذیه قرار داد. نتیجه‌ی مشابهی نیز برای لارو سن سوم شکارگر به دست آمد (شکل ۱). هم‌چنین، نتایج آزمون t نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین دو سن لاروی بالتوری سبز در تغذیه از شته‌ی سبز مرکبات ($p<0.0001$؛ $df=18$؛ $t=-16.641$) و شته‌ی جالیز ($p<0.0001$؛ $df=18$؛ $t=-17.067$) وجود داشت (شکل ۱).

نتایج حاصل از آزمایش ترجیح گونه و سوئیچینگ

بر اساس نتایج آزمون کای اسکوئر، در لارو سن دوم بالتوری سبز اختلاف بین تعداد طعمه‌ی خورده شده با تعداد مورد انتظار در ترکیب‌های ۳۰ : ۳۰ و ۲۰ :۴۰ (شته‌ی جالیز: شته‌ی سبز مرکبات) معنی‌دار بود (به ترتیب $p<0.01$؛ $\chi^2 = 29.2$ و $p<0.01$؛ $\chi^2 = 99.22$). در نسبت ۴۰ :۲۰ طعمه‌ها، این



شکل ۱- میانگین تغذیه‌ی لاروهای سنین دوم و سوم بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* از شته‌ی *Aphis spiraecola* و شته‌ی *Aphis gossypii* در آزمون شکارگری غیر انتخابی. حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تعداد طعمه‌های خورده شده توسط هر یک از سنین لاروی شکارگر در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (آزمون *t*).

Figure 1. Mean consumption of second and third instar larvae of the green lacewing, *Chrysoperla carnea* upon *Aphis spiraecola* and *Aphis gossypii* in no-choice predation experiment. Different letters indicate significant difference between number of preys consumed by each larval instar ($p<0.05$; *t* test).

اختلاف معنی‌دار نبود (χ^2 = ۶/۳۹؛ p=۰/۷). در لارو سن سوم شکارگر، این اختلاف در هر سه ترکیب ۴۰ : ۴۰، ۳۰ : ۵۰ و ۵۰ : ۳۰ (شته‌ی جالیز : شته‌ی سبز مرکبات) معنی‌دار بود (به ترتیب ۰/۰۱ > p؛ χ^2 = ۶۱/۷؛ p<۰/۰۱ ؛ χ^2 = ۱۶۱/۶۱؛ p<۰/۰۱ و p<۰/۰۱؛ χ^2 = ۲۱/۸۴).

بر اساس نتایج تجزیه‌ی واریانس، ارائه‌ی تراکم‌های متفاوتی از شته‌ی سبز مرکبات و شته‌ی جالیز تفاوت معنی‌داری در میزان تغذیه‌ی لاروهای سن دوم (به ترتیب p<۰/۰۰۰۱؛ ۲۷ و df=۲؛ F=۴۶/۱۹ و p<۰/۰۰۰۱؛ ۲۷ و df=۲؛ F=۱۰۱/۴۶) و سوم (به ترتیب p<۰/۰۰۰۱؛ ۲۷ و df=۲؛ F=۵۵/۵۹ و p<۰/۰۰۰۱؛ ۲۷ و df=۲؛ F=۳۸/۵۰) بالتوری سبز ایجاد کرد. میانگین تعداد طعمه‌ی خورده شده توسط لارو سن دوم شکارگر از شته‌ی سبز مرکبات بین ۷/۹۰ تا ۲۱/۱۰ عدد و از شته‌ی جالیز بین ۱۴/۶۰ تا ۲۹/۶۰ عدد متغیر بود. بیشترین تعداد خورده شده از شته‌ی سبز مرکبات در ترکیب۲۰:۴۰ و از شته‌ی جالیز در ترکیب ۲۰:۴۰ (شته‌ی جالیز: شته‌ی سبز مرکبات) مشاهده شد (جدول ۱). هم‌چنین، میانگین تعداد طعمه‌ی خورده شده توسط لارو سن سوم بالتوری سبز از شته‌ی سبز مرکبات بین ۱۵/۷۰ تا ۳۱/۰۰ عدد و از شته‌ی جالیز بین ۲۴/۵۰ تا ۳۸/۲۰ عدد در نوسان بود. بیشترین تعداد خورده شده از شته‌ی سبز مرکبات در ترکیب ۵۰:۳۰ و از شته‌ی جالیز در ترکیب ۳۰:۵۰ (شته‌ی جالیز: شته‌ی سبز مرکبات) به دست آمد (جدول ۱).

بر اساس نتایج آزمون t، در تمام ترکیب‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری بین تعداد طعمه‌ی خورده شده از هر دو گونه‌ی شته توسط لارو سن دوم (به ترتیب p<۰/۰۰۰۱، df=۱۸، t=۵/۴۶۵؛ p<۰/۰۰۰۱، df=۱۸، t=-۵/۵۵۸ و p<۰/۰۰۰۱، df=۱۸، t=-۱۵/۲۸۹) و سن سوم بالتوری سبز (به ترتیب p<۰/۰۰۰۱؛ df=۱۸، t=۴/۰۱۰؛ p<۰/۰۰۰۱؛ df=۱۸ و t=-۷/۳۱۰؛ p<۰/۰۰۰۱؛ df=۱۸؛ t=-۱۴/۰۸۴) وجود داشت؛ به طوری که میانگین تغذیه از شته‌ی جالیز در ترکیب‌های ۳۰:۳۰ و ۴۰:۲۰ برای لارو سن دوم و در ترکیب‌های ۴۰:۴۰ و ۵۰:۳۰ برای لارو سن سوم نسبت به شته‌ی سبز مرکبات بیشتر بود (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین (± خطای معیار) تعداد طعمه‌های خورده شده توسط لاروهای سنین مختلف بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* در نسبت‌های مختلف شته‌ی *Aphis spiraecola* و شته‌ی *Aphis gossypii*

Table 1. Mean (±SE) number of preys consumed by different larval instars of the green lacewing, *Chrysoperla carnea* at different ratios of *Aphis spiraecola* and *Aphis gossypii*.

Larval instar	Prey ratios (*Aphis spiraecola*: *Aphis gossypii*)	*Aphis spiraecola*	*Aphis gossypii*
Second instar	40:20	21.10 ± 1.03^{Aa}	14.60 ± 0.58^{Bc}
	30:30	15.40 ± 0.70^{Bb}	21.20 ± 0.77^{Ab}
	20:40	7.90 ± 1.13^{Bc}	29.60 ± 0.85^{Aa}
Third instar	50:30	31.00 ± 1.39^{Aa}	24.50 ± 0.83^{Bc}
	40:40	21.20 ± 0.98^{Bb}	30.80 ± 0.86^{Ab}
	30:50	15.70 ± 0.57^{Bc}	38.20 ± 1.48^{Aa}

Means in the same column followed by different lowercase letters are significantly different ($p < 0.05$, Tukey's test).

Means in the same row followed by different uppercase letters are significantly different ($p < 0.05$, *t* test).

نتایج آزمون t شاخص ترجیح منلی نشان داد که در ترکیب‌های ۳۰ : ۳۰، ۲۰ : ۴۰ و ۴۰ : ۲۰ (شته‌ی جالیز: شته‌ی سبز مرکبات) اختلاف معنی‌داری در ترجیح لاروهای سن دوم بالتوری سبز وجود داشت (به ترتیب $t=-۷/۹۹۵$، $df=۹$، $p<۰/۰۰۱$؛ $t=-۶/۳۷۲$، $df=۹$، $p=۰/۰۰۲$؛ $t=-۴/۲۸۰$، $df=۹$، $p<۰/۰۰۱$ و $t=-۸/۶۵۴$، $df=۹$، $p<۰/۰۰۱$؛ $t=-۶/۳۱۲$، $df=۹$، $p<۰/۰۰۱$ و $t=-۸/۷۲۹$، $df=۹$، $p<۰/۰۰۱$) و در تمام موارد شاخص ترجیح روی شته‌ی جالیز به طور معنی‌داری بیشتر از مقدار آن روی شته‌ی سبز مرکبات بود (جدول ۲). در بررسی سوئیچینگ لارو سن دوم بالتوری سبز مشخص شد که بین نسبت تعداد شته‌ی جالیز به کل شته‌ها و شاخص ترجیح محاسبه شده، رابطه‌ی خطی وجود دارد ($p=۰/۰۲۲$؛ ۲۹ و $df=۱$؛ $F=۵/۹۲$). بنابراین، معنی‌دار و مثبت بودن شیب خط برازش داده شده نشان داد که لارو سن دوم بالتوری سبز قادر به سوئیچینگ بین شته‌ی سبز مرکبات و شته‌ی جالیز بود ($y = ۰/۳۰۵ x + ۰/۵۱$). انجام بررسی مذکور در لارو سن سوم بالتوری سبز حاکی از عدم وجود رابطه‌ی خطی بود ($p=۰/۲۳۵$ ؛ ۲۹ و $df=۱$؛ $F=۱/۴۷$) و معنی‌دار نبودن شیب خط نشان داد که تغییر نسبت طعمه‌های مورد بررسی، سوئیچینگ لارو سن سوم شکارگر را در پی نداشت.

بحث

بالتوری سبز به دلیل دارا بودن ویژگی چندین‌خواری از طعمه‌های مختلفی تغذیه می‌کند، اما رفتار تغذیه‌ای این شکارگر در حالت‌هایی که یک یا چند نوع طعمه در اختیار دارد، ممکن است متفاوت باشد. نتایج به دست آمده از بررسی حاضر نشان داد که زمانی که شته‌ی سبز مرکبات یا شته‌ی جالیز به تنهایی و یا در ترکیب‌های مختلف در اختیار لاروهای سن دوم و سوم بالتوری سبز قرار گرفت، لاروهای این شکارگر به ویژه لارو سن سوم آن از تعداد بیشتری از پوره‌های شته‌ی جالیز نسبت به شته‌ی سبز مرکبات تغذیه کردند. نوع گونه‌ی طعمه می‌تواند روی میزان تغذیه‌ی بالتوری سبز موثر باشد. چنان‌که لیو و چن (Liu and Chen, 2001) نشان دادند که بالتوری سبز به هنگام رودررویی با گونه‌های مختلف شته (شته‌ی سبز هلو، شته‌ی کلزا و شته‌ی جالیز) تغذیه‌ی بیشتری روی شته‌ی جالیز داشت. در بررسی انجام

جدول ۲- شاخص ترجیح (± خطای معیار) سنین مختلف لاروی بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* در نسبت‌های مختلف شته‌ی *Aphis spiraecola* و شته‌ی *Aphis gossypii*

Table 2. Preference index (±SE) of different larval instars of the green lacewing, *Chrysoperla carnea* at different ratios of *Aphis spiraecola* and *Aphis gossypii*.

Larval instar	Prey ratios (*Aphis spiraecola*: *Aphis gossypii*)	Preference index	
		Aphis spiraecola	*Aphis gossypii*
Second instar	40:20	0.370±0.03[b]	0.630±0.03[a]
	30:30	0.368±0.01[b]	0.632±0.01[a]
	20:40	0.268±0.03[b]	0.732±0.03[a]
Third instar	50:30	0.370±0.01[b]	0.630±0.01[a]
	40:40	0.353±0.02[b]	0.647±0.02[a]
	30:50	0.337±0.01[b]	0.663±0.01[a]

Means in the same row followed by different letters are significantly different ($p< 0.05$, paired *t* test).

شده توسط شرستا و انکگارد (Shrestha and Enkegaard, 2013) نیز زمانی‌که شته‌ی *Nasonovia ribisnigri* Mosley و تریپس *Frankliniella occidentalis* Pergande در اختیار لارو سن سوم بالتوری سبز قرار داده شد، شکارگر با نشان دادن ترجیح بیشتر نسبت به شته‌ی *N. ribisnigri* تعداد بیشتری از آن را مورد تغذیه قرار داد. وجود عناصر غذایی و ترکیبات شیمیایی مورد نیاز و مطلوب برای شکارگر در یک طعمه و نیز صرف وقت و انرژی کمتر در حمله و دستیابی به آن نقش موثری در افزایش تعداد تغذیه شده از آن طعمه دارد (Sabelis, 1985).

بر اساس نتایج به دست آمده از بررسی حاضر، وقتی ترکیبی از تراکم‌های مختلف شته‌ی جالیز و شته‌ی سبز مرکبات در اختیار لاروهای بالتوری سبز قرار گرفت، میزان تغذیه از هر یک از طعمه‌ها نسبت به زمانی که هر طعمه به تنهایی به آن عرضه شده بود، کاهش یافت. این امر نشان می‌دهد که بالتوری سبز همانند سن شکارگر *Nabis pseudoferus* Remanes به دلیل رفتار چندین‌خواری می‌تواند از منابع غذایی متعدد استفاده کند (Mahdavi and Madadi, 2017). البته نتایج بررسی حاضر نشان داد که در تراکم یکسان شته‌ی جالیز و شته‌ی سبز مرکبات، لاروهای شکارگر با تغذیه‌ی بیشتر از شته‌ی جالیز ترجیح بیشتری به آن داشتند. این ترجیح نه تنها با افزایش فراوانی این شته همچنان برقرار بود، بلکه با کاهش تراکم شته‌ی جالیز نیز ادامه یافت که حاکی از وقوع رفتار سوئیچینگ در لارو سن دوم این شکارگر می‌باشد. مورداک و مارکس (Murdoch and Marks, 1973) اظهار داشتند که سوئیچینگ به احتمال زیاد هنگامی رخ می‌دهد که شکارگرها در مواجهه با دو گونه‌ی طعمه رفتار جستجوگری متفاوتی را نشان می‌دهند. از طرف دیگر، اختلاف اندازه‌ی این دو شته ممکن است دلیلی بر تفاوت در تعداد تغذیه شده از آن‌ها توسط لاروهای بالتوری سبز باشد. شته‌ی جالیز اندازه‌ی کوچک‌تری نسبت به شته‌ی سبز مرکبات داشته و بنابراین به تعداد بیشتری مورد تغذیه‌ی لاروهای شکارگر قرار گرفته است. به طور معمول، زمانی که اندازه‌ی طعمه کوچک باشد شکارگر برای تامین نیازهای غذایی خود تعداد بیشتری از آن را مورد تغذیه قرار می‌دهد. نتیجه‌ی مشابه در مطالعه‌ی میراب‌زاده و همکاران (Mirabzadeh *et al.*, 1998) نیز به دست آمد. چارنو (Charnov, 1976) معتقد است که نرخ برخورد شکارگر با طعمه می‌تواند تابعی از اندازه‌ی طعمه باشد، به طوری که طعمه‌ی بزرگ‌تر، به دلیل فراهم کردن حجم غذای بیشتر برای شکارگر، به طعمه‌ی کوچک‌تر ترجیح داده می‌شود. از سوی دیگر، برخی بررسی‌ها نشان داده است که با افزایش جثه‌ی طعمه، به دلیل واکنش دفاعی بهتر آن یا توانایی بیشتر برای فرار، تعداد افراد شکار شده از آن طعمه کاهش می‌یابد (Provost *et al.*, 2006; Fantinou *et al.*, 2009). در هر حال، باید توجه داشت که اندازه‌ی طعمه نمی‌تواند به عنوان تنها عامل تعیین کننده در انتخاب آن توسط شکارگر باشد، زیرا عوامل مهم‌تری مانند ارزش غذایی طعمه نیز می‌تواند در انتخاب آن نقش داشته باشد. این موضوع درباره‌ی شکارگرهای مختلف و طعمه‌ای که در دسترس آن‌ها می‌باشد، ممکن است متفاوت باشد (Butler and O'Neil, 2008). گزارش شده است که دشمنان طبیعی آفات به ویژه شکارگرها وقتی با دو یا چند گونه‌ی مختلف طعمه مواجه می‌شوند میزان تغذیه از میزبان را با نیازهای تغذیه‌ای خود متعادل می‌سازند، به طوری‌که یکی از طعمه‌ها را به دیگری ترجیح می‌دهند. این امر ممکن است به دلیل تاثیر بیشتر طعمه‌ی مرجح (به دلیل ارزش غذایی بالا) در افزایش برخی پارامترهای رشد جمعیت شکارگر به ویژه زادآوری آن باشد (Stephens and Krebs, 1986). خورو و همکاران (Khuhro *et al.*, 2012) گزارش کردند که شته‌ی سبز هلو، *Myzus persicae* Sulzer و شته‌ی سویا، *Aphis glycines* Matsumura به دلیل افزایش زادآوری، طول عمر و بقاء بالتوری *Chrysoperla sinica* Tjeder به عنوان طعمه‌های مطلوب برای این شکارگر بودند، اما شته‌ی اقاقیا، *A.*

craccivora به جهت کاهش زادآوری و طول عمر بالتوری *C. sinica* طعمه‌ی مناسبی برای این شکارگر نبود. در بررسی ناروکا و همکاران (Naruka *et al.,* 2017) نیز زمانی که شته‌های مختلف به عنوان طعمه در اختیار بالتوری *Chrysoperla zastrowi arabica* (Henry *et al.*) قرار گرفت تغذیه از شته‌ی جالیز موجب افزایش زادآوری این شکارگر شد. هر چند در بررسی حاضر تاثیر هر یک از طعمه-ها روی ویژگی‌های زیستی بالتوری سبز مورد بررسی قرار نگرفت، اما احتمال دارد مشابه بررسی ناروکا و همکاران (Naruka *et al.*, 2017) ترجیح بیشتر بالتوری سبز به شته‌ی جالیز ناشی از تاثیر مثبت این طعمه روی زادآوری آن باشد. در بررسی انجام شده توسط علایی و الهیاری (Alaee and Allahyari, 2013) لارو سن چهارم کفشدوزک *Hippodamia variegata* Geoze شته‌ی با جثه‌ی کوچک‌تر (شته‌ی خردل *Lipaphis erysimi* Kaltenbach) را به شته‌ی بزرگ‌تر (شته‌ی مومی کلم *Brevicoryne brassicae* Linnaeus) ترجیح داد که با نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر در ارتباط با جثه‌ی طعمه‌ها مشابهت دارد. این محققین دلیل ترجیح لارو کفشدوزک نسبت به شته‌ی کوچک‌تر را عدم وجود پوشش مومی روی شته‌ی خردل در مقایسه با شته‌ی مومی کلم، تغذیه‌ی بهتر از آن و قدرت دفاعی کمتر این شته ذکر کردند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که وجود دو طعمه‌ی متفاوت و تغییر تراکم آن‌ها نقش مهمی در تغذیه‌ی بالتوری سبز داشت، به طوری که این شکارگر ترجیح بیشتری به شته‌ی جالیز در مقایسه با شته‌ی سبز مرکبات نشان داد. بنابراین، طبق نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر می‌توان احتمال داد که در پچ‌هایی که این دو گونه‌ی شته با هم حضور داشته باشند (Marco, 2015)، بالتوری سبز بیشتر روی شته‌ی جالیز متمرکز شود و کارایی خوبی در کنترل آن نشان دهد؛ البته پیش از این باید درستی این فرضیه در شرایط طبیعی نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد که بدین‌وسیله قدردانی می‌شود. همچنین از کمک‌های جناب آقای دکتر مجتبی حسینی (دانشگاه فردوسی مشهد) در تجزیه‌ی بخشی از داده‌ها صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

References

Alaee, T. and Allahyari, H. 2013. Prey preference of *Hippodamia variegata* (Col., Coccinellidae) on two aphid species: *Lipaphis erysimi* and *Brevicoryne brassicae.* **Plant Pests Research** 3: 11-19 (In Farsi with English abstract).

Bigler, F. 1984. Biological control by Chrysopids: Integration with pesticides. In: Canard, M., Séméria, Y. and New, T. R. (Eds.). Biology of the Chrysopidae. Dr Junk, The Hague, pp. 233-245.

Blackman, R. L. and Eastop, V. F. 2000. Aphids on the world's crops. An identification and information guide. Second edition, The Natural History Museum. London.

Butler, C. D. and O'Neil, R. J. 2008. Voracity and prey preference of insidious flower bug (Hem: Anthocoridae) for immature stages of soybean aphid (Hem: Aphididae) and soybean thrips (Thys.: Thripidae). **Environmental Entomology** 37: 964-972.

Charnov, E. L. 1976. Optimal foraging, the marginal value theorem. **Theoretical Population Biology** 9: 129-136.

Delfosse, E. S. 2005. Risk and ethics in biological control. **Biological Control** 35: 319-329.

Esmaeili, M. 1997. The most important pests of fruit trees .Publishing Center Sepehr (in Farsi).

Eubanks, M. D. and Denno, R. F. 2000. Health food versus fast food: the effect of prey quality and mobility on prey selection by a generalist predator and indirect interactions among prey species. **Ecological Entomology** 25: 140-146.

Fantinou, A. A., Perdikis, D. C., Labropoulos, P. D. and Maselou, D. A. 2009. Preference and

consumption of *Macrolophus pygmaeus* preying on mixed instar assemblages of *Myzus persicae*. **Biological Control** 51: 76-80.

Hassanpour, M., Maghami, R., Rafiee-Dastjerdi, H., Golizadeh, H., Yazdanian, M., and Enkegaard, A. 2015. Predation activity of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) upon *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae): Effect of different hunger levels. **Journal of Asia-Pacific Entomology** 18, 297–302.

Hassell, M. P. 1978. The dynamics of arthropod predator-prey system. New Jersey, Princeton University Press, New Jersey, USA.

Jervis, M. A. 2005. Insect as natural enemies: a practical perspective. Springer, Wales.

Jervis, M. A. and Kidd, N. A. C. 1996. Insect natural enemies: Practical approaches to their study and evaluation. Chapman and Hall, London.

Jokar, M. and Zarabi, M. 2012. Prominence of three diets on life table parameters for *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) to mass rearing under laboratory conditions. **Archives of Phytopathology and Plant Protection** 45: 2213-2222.

Khuhro, N. H., Chen, H., Zhang, Y., Zhang, L. and Wang, M. 2012. Effect of different prey species on the life history parameters of *Chrysoperla sinica* (Neuroptera: Chrysopidae). **European Journal of Entomology** 109: 175-180.

Liu, T. X. and Chen, T. Y. 2001. Effects of three aphid species (Homoptera: Aphididae) on development, survival and predation of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Applied Entomology and Zoology** 36: 361-366.

Mahdavi, T. S. and Madadi, H. 2017. Prey preference of *Nabis pseudoferus on Aphis gossypii* Glover and *Tuta absoluta*. **Plant Protection** 40: 33-47. (In Farsi with English abstract)

Manly, B. F. J. 1973. A linear model for frequency-dependent selection by predators. **Researches on Population Ecology** 14: 137-150.

Manly, B. F. J. 1974. A model for certain types selection experiments. **Biometrics** 30: 281-294.

Manly, B. F. J., Miller, P. and Cook, L. M. 1972. Analysis of a selective predation experiment. **American Naturalist** 106: 719–736.

Marco, F. G. 2015. Integrated pest management of *Aphis spiraecola* (Hemiptera: Aphididae) in clementines: enhancing its biological control. PhD. Thesis. Universitat Politècnica de València. Spain.

Mirabzadeh, A., Sahragard, A., Mossaddegh, M. S. and Azema, M. 1998. Host species and host stage preference by predator larvae *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Entomological Society of Iran** 16 and 17: 57-69. (In Farsi with English abstract).

Murdoch, W. W. 1969. Switching in general predators: experiments on predator specificity and stability of prey populations. **Ecological Monographs** 39(4): 335-354.

Murdoch, W. W. and Marks, J. R. 1973. Predation by coccinellid beetles: experiments on switching. **Ecology** 54: 160-167.

Naruka, P., Meena, A. and Meena, B. M. 2017. Feeding potential of *Chrysoperla zastrowi arabica* (Henry *et al.*) on different prey hosts. **Journal of Entomology and Zoology Studies** 5: 608-612.

Oaten, A. and Murdoch, W. W. 1975. Switching, functional response, and stability in predator- prey systems. **American Naturalist** 109: 299-318.

Orlando, A., CamauBa, T., Sobrinho and Suplicy, F. N. 1970. Tests on the control of yellow beetle *Coccinella vulgate* on guava with new pesticides. **Biologica** 36: 79-82.

Provost, C., Lucas, E. and Coderre, D. 2006. Prey preference of *Hyaliodes vitripennis* as an intraguild predator, active predator choice or passive selection. **Biological Control** 37: 148-154.

Rafiei Karahroudi, Z. and Hatami, B. 2003. Comparison of two methods of releasing *Chrysoperla carnea* (Steph.). **Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources** 7: 215-225. (in Farsi with English abstract)

Sabelis, M. W. 1985. Predation on spider mites. In Helle, W. and Sabelis, M. W. (Eds.) Spider mites: their biology, natural enemies and control. Vol. 1B. Elsevier Science Publisher, Amsterdam. pp. 103-129.

Shrestha, G. and Enkegaard, A. 2013. The green lacewing, *Chrysoperla carnea*: preference between lettuce aphids, *Nasonovia ribisnigri*, and western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. **Journal of Insect Science** 13: 1-10.

Stephens, D.W. and Krebs, J. R. 1986. Foraging theory. Princeton University Press. Princeton.

Symondson, W., Sunderland, K. and Greenstone, M. 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agent? **Annual Review of Entomology** 47: 561-594.

Tena, A. and Garcia-Mari, F. 2011. Current situation of citrus pests and diseases in the Mediterranean basin. **IOBC-WPRS Bulletin** 62: 365-378.

Vacante, V. and Gerson, U. 2012. Integrated control of citrus pests in the Mediterranean region. Bentham Books.

van Emden, H. F. and Harrington, R. D. 2007. Aphids as crop pests. CAB International, Wallingford.

Vogt, H., Bigler, F., Brown, k., Candolfi, M. P., Kemmeter, F., Kuhner. Ch., Moli, M., Travis, A., Ufer, A., Vineula, E., Wiadburger, M. and Waltersdorfer, A. 2000. Laboratory method to test effects of plant protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* Stephen (Neuroptera: Chrysopidae). In Condolfi, M. P., Blomel, S. and Forster, R. (Eds.). Guidelines to evaluate side effects of plant protection products to non-target Arthropods. IOBC, BART, and EPPO Joint Initiative, pp. 27-44.

Waage, J. 1990. Ecological theory and the selection of biological control agents. In Mackauer, M., Ehler, L. E. and Roland, J. (Eds.). Critical issues in biological control. Intercept press, Andover, pp. 135-157.

Plant Pest Research
2019- 8(4): 43-54

Prey preference and switching of the green lacewing *Chrysoperla carnea* on the citrus aphid *Aphis spiraecola* and the melon aphid *Aphis gossypii*

M. Moradi[1], M. Hassanpour[1, *], A. Golizadeh[1] and S. A. A. Fathi[1]
1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

(Received: December 11, 2018-Accepted: February 19, 2019)

Abstract

The green lacewing *Chrysoperla carnea* is one of the natural enemies, which attacks various pests on crops and orchards. Feeding preference of natural enemies is one of the most important criteria used in evaluation of their efficiency. In this research, feeding preferences and switching of the second and third instar larvae of *C. carnea* were studied on the citrus aphid, *Aphis spiraecola* and the melon aphid, *Aphis gossypii*. The experiments were carried out on orange leaves in a growth chamber at 27±2°C, 65±5% RH and a photoperiod of 16L: 8D h. The results showed that when *A. spiraecola* or *A. gossypii* were separately offered to the second and third instar larvae of predator, the predation rate was higher on *A. gossypii* compared to *A. spiraecola*. Providing different combinations of *A. gossypii*: *A. spiraecola* significantly affected the consumption of *C. carnea* larvae in switching experiment. In different combinations, the consumption of the second and third instar larvae of the predator varied from 7.90 to 21.10 and from 15.70 to 31.00 on *A. spiraecola*, and from 14.60 to 29.60 and from 24.50 to 38.20 on *A. gossypii*, respectively. The values of Manly's preference index in equal ratios of *A. gossypii*: *A. spiraecola* were calculated 0.632:0.368 and 0.647:0.353 for second and third larval instars, respectively, showing the preference of the larvae to *A. gossypii*. The results of the present study showed that the types of prey and their densities have a great effect on behavioral traits of *C. carnea* larvae.

Key words: Biological control, predator-prey interaction, choice and no-choice tests, preference index

*Corresponding author: hassanpour@uma.ac.ir