

ترجیح طعمه‌ای مگس شکارگر *Eupeodes corollae* (Dip.: Syrphidae) روی

پوره‌های سنین مختلف شته‌ی *Brevicoryne brassicae* (Hem.: Aphididae)

مریم عربیان^۱، ناصر معینی نقده^{۱*}، عباسعلی زمانی^۱ و فرزاد جلیلیان^۲

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه، ۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: moeeny@razi.ac.ir

Prey preference of *Eupeodes corollae* (Dip.: Syrphidae) on different nymphal instars of *Brevicoryne brassicae* (Hem.: Aphididae)

M. Arabian¹, N. Moeeny Naghadeh^{1&* &}, A. A. Zamani¹ and F. Jalilian²

1. Plant Protection Department, Agricultural Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran, 2. Agricultural and Natural Resources Research Center of Kermanshah Province, Kermanshah, Iran.

*Corresponding author, E-mail: moeeny@razi.ac.ir

چکیده

ترجیح طعمه‌ای لاروهای سن دوم و سوم مگس *Eupeodes corollae* Fabricius نسبت به پوره‌های سنین مختلف شته‌ی مومی کلم، *Brevicoryne brassicae* (L.) در دو حالت انتخابی و غیرانتخابی در دمای ۲ ± ۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی به ۸ ساعت تاریکی بررسی شد. در شرایط غیرانتخابی، از هر مرحله‌ی زندگی شته (سنین پورگی یک تا چهار) به‌صورت جداگانه ۴۰ فرد و در شرایط انتخابی در هر تکرار ۱۰ فرد از هر مرحله انتخاب شد. بر اساس نتایج حاصله، در شرایط غیرانتخابی بین میزان تغذیه‌ی لاروهای سن دوم و سوم مگس *E. corollae* از سنین پورگی یک تا سه شته‌ی مومی کلم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. میزان تغذیه‌ی لاروهای سنین دوم و سوم به‌ترتیب از پوره‌های سن اول و سن دوم شته‌ی مومی کلم با میانگین ۲/۶۱ ± ۲۵/۰۰ و ۳۸/۲ ± ۰/۵۸ شته در روز مشاهده شد. در شرایط انتخابی، بیش‌ترین میزان تغذیه‌ی لاروهای سنین دوم از پوره‌های سن سه با میانگین ۵/۰۰ ± ۰/۸۴ شته در روز بود. ولی بین میزان تغذیه‌ی لارو سن سوم روی سنین مختلف پورگی شته تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تغییر در ترجیح لاروهای سن سوم در ارتباط با تراکم‌های متفاوت سنین مختلف پورگی (نسبت‌های ۱۰:۵۰، ۳۰:۳۰، ۴۰:۲۰ و ۱۰:۵۰ پوره‌ی سن دو: پوره‌ی سن سه) بررسی شد و نتایج حاصله نشان داد که تراکم‌های مختلف تأثیری در میزان ترجیح لاروهای سن سوم نداشت. در شرایط انتخابی، لاروهای سن دوم مگس پوره‌های سن سوم را ترجیح می‌دهند ولی لاروهای سن سوم در شرایط متفاوت نیز ترجیحی نسبت به سنین مختلف از خود نشان نمی‌دهند.

واژگان کلیدی: شته‌ی مومی کلم، *Brevicoryne brassicae*، *Eupeodes corollae*، ترجیح طعمه‌ای، تغییر رفتار

Abstract

The prey stage preferences of the second and third instar larvae of syrphid fly species *Eupeodes corollae* (Fabricius) on different nymphal instars of *Brevicoryne brassicae* (L.) were studied in no-choice and choice conditions (25 ± 2°C, 65 ± 5% R.H. and 16L: 8D photoperiod). In no-choice test, the second and third instar larvae of *E. corollae* were separately supplied with a total of 40 nymphal instars of *B. brassicae*. In choice test, 10 nymphs from all nymphal stages of *B. brassicae* were simultaneously offered to the second and third instar larvae of *E. corollae*. In no-choice test, the highest larval feeding of the second (25.00 ± 2.61) and third (38.2 ± 0.58) instar larvae of *E. corollae* were observed on the first and

second nymphal instars of *B. brassicae*, respectively. However, there were not significant differences in their feeding behavior on the first to third nymphal instars of *B. brassicae*. In choice test, the highest feeding rate of second instar larvae was 5.00 ± 0.84 aphids on third instar nymphs of *B. brassicae*. No significant differences were observed in feeding rates of the predator's third instar larvae. Switching behavior was not observed for the third instar larvae of *E. corollae*, while different second: third instar ratio found to be 10:50, 20:40, 30:30, 40:20 and 50:10.

Key words: cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*, *Eupeodes corollae*, host preferences, switching behavior

مقدمه

کشت ارقام گیاهی جدید در هر منطقه با خطراتی از قبیل طغیان آفات جدید مواجه است. باتوجه به رایج شدن کشت کلزا در سالیان اخیر در ایران، شته‌ی مومی کلم، *Brevicoryne brassicae* (L.) به عنوان عامل محدودکننده‌ی این زراعت در بیش‌تر نقاط کشور مطرح شده است (Moharrampour et al., 2002). این شته می‌تواند به‌سرعت جمعیت خود را روی کلزا افزایش دهد و در صورت عدم مدیریت به موقع، میزان محصول به‌شدت کاهش می‌یابد. در حال حاضر برای کنترل این آفت از سموم حشره‌کش شیمیایی استفاده می‌شود که شته‌ها نسبت به آن‌ها مقاومت نشان داده‌اند (Ellis et al., 1998). لذا برای کاهش جمعیت آفت باید برنامه‌های مدیریت تلفیقی اجرا شود و در این زمینه، مهار زیستی از مهم‌ترین اجزای این برنامه‌ها می‌باشد. انتخاب عامل زیستی مناسب بسیار مهم است و بدون تعیین کارایی دشمنان طبیعی، انجام چنین انتخابی غیرممکن نظر می‌رسد (Pineda & Marcos-Garcia, 2008).

مگس‌های خانواده‌ی Syrphidae که به مگس‌های گل نیز معروفند، یکی از مهم‌ترین دشمنان طبیعی شته‌ها هستند. لاروهای بیش‌تر گونه‌ها شکارگر بوده و نقش مهمی در تعادل زیستی و مهار طبیعی شته‌ها ایفا می‌کنند (Bugg et al., 2008). حشرات بالغ آن‌ها گرده‌افشان هستند و نقش مهمی در باروری گیاهان مختلف داشته و پس از زنبورها رتبه‌ی دوم را در اختیار دارند (Laubertie, 2007). گونه‌های مختلف شکارگر این خانواده، از جمله گونه‌ی *Eupeodes corollae* (Fabricius) به‌علت میزان تغذیه‌ی بالا و توانمندی در کاهش جمعیت شته‌ها، می‌توانند نقشی مؤثر و کلیدی در مهار شته‌ها داشته باشند (Sommaggio, 1999).

در طبیعت، تغییر رفتار (switching behavior) بین طعمه‌های جایگزین می‌تواند در مقیاس‌های زمانی مختلف اتفاق بیفتد (Dukas & Kamil, 2000) رفتار آذوقه‌گیری شکارگرهایی که به جستجوی شکار می‌پردازند می‌تواند به‌شدت روی سازگاری شکار و شکارگر و در نتیجه

روی پویایی جمعیت‌ها و جوامع جانوران تأثیر بگذارد. از این رو بوم‌شناسان باید شناخت درستی از الگوهای جستجو و پویایی شکارگرها به دست بیاورند (Hassel, 1978).

شکارگرهای دارای دامنه‌ی میزبانی وسیع، وقتی که دارای قدرت انتخاب بین دو یا تعداد بیش‌تری از گونه‌های طعمه باشند، ممکن است یک یا چند گونه را ترجیح دهند. تغییر ناگهانی در ترجیح دشمنان طبیعی بین طعمه‌های مختلف تغییر رفتار نامیده می‌شود. ترجیح طعمه‌ای و تغییر رفتار هر دو زیرمجموعه‌ای از بحث کلی رفتار کاوشگری (foraging behavior) محسوب می‌شوند (Chesson, 1984). از این رو یکی از ویژگی‌های رفتاری شکارگرها که هم در شناخت چگونگی تأثیر روی جمعیت آفت و هم در انجام بررسی‌های آزمایشگاهی اهمیت دارد ترجیح طعمه‌ای و یا ترجیح مرحله‌ی سنی طعمه (Butler & Oneil, 2008) می‌باشد. یکی از اهداف آزمایش‌های ترجیح طعمه‌ای، بررسی اثر عوامل مهار زیستی روی گونه‌های غیرهدف موجود در آن محیط ذکر شده است و می‌تواند در مورد ترجیح مراحل مختلف سنی و انواع طعمه‌ی شکار شده توسط شکارگر نیز مورد استفاده قرار گیرد. ترجیح به یک طعمه‌ی ویژه عبارت از نسبت تعداد طعمه‌ی مورد حمله قرار گرفته از آن شکار به تعداد طعمه‌ی موجود در محیط است. ترجیح می‌تواند نتیجه نرخ‌های جستجوی متفاوت سپری شده در انواع زیستگاه‌ها، توانایی متفاوت طعمه‌ها در فرار و ترکیبی از این عوامل یا عوامل دیگر باشد (Hassel, 1978). بر اساس نظریه‌ی تغییر رفتار، هرچه میزان در دسترس بودن یک میزبان خاص افزایش یابد، به همان نسبت میزان شکار آن از حالت کم‌تر از میزان انتظار به بیش‌تر از میزان مورد انتظار تغییر می‌یابد. اگر دشمن طبیعی از طعمه‌ی فراوان‌تر تغذیه کند، گفته می‌شود که تغییر رفتار مثبت را نشان می‌دهد و زمانی که از نظر نسبت، تعداد بیش‌تری از نوع کمیاب مورد پذیرش واقع شود، تغییر رفتار منفی روی داده است (Chesson, 1984).

Jalilian (2004) ترجیح لارو سن سوم گونه‌ی *E. corollae* را روی شته‌ی سبزه‌هلو و شته‌ی سیاه باقلا مورد مطالعه قرار داد و مشاهده کرد که این لارو برای تغذیه از این دو گونه شته هیچ‌گونه ترجیحی از خود نشان نمی‌دهد. در تحقیقات Fathipour et al. (2007) مشخص شد که گونه‌ی طعمه، ترجیح را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در بررسی اخیر، مگس *Scaeva albomaculata* (Mquart) شته‌ی خال‌دار هلو را نسبت به شته‌ی سبزه‌هلو و شته‌ی مومی کلم کم‌تر ترجیح داد.

ترجیح مرحله‌ی خاصی از زندگی طعمه، اهمیت به‌سزایی در کارایی شکارگر در مهار جمعیت شکار و افزایش باروری شکارگر دارد (Bilde & Toft, 1994; Butler & Oneil, 2008). به‌عنوان مثال، مگس *Episyrphus balteatus* (De Geer) در سنین اول و دوم لاروی، سنین اولیه‌ی پورگی شته‌ی سبز هلو را ترجیح داد، و در سن سوم لاروی هیچ‌گونه ترجیحی نسبت به هیچ‌کدام از مراحل زیستی این شته نداشت (Fathipour et al., 2007).

هدف از انجام این پژوهش، بررسی ترجیح طعمه‌ای و تأثیر تغییر تراکم مراحل مختلف زیستی شته‌ی مومی کلم روی رفتار لارو سن دوم و سوم مگس *E. corollae* بود. نتایج حاصل از این پژوهش برای پرورش انبوه و استفاده‌ی مؤثرتر از این مگس در مهار زیستی شته‌ی مومی کلم قابل استفاده خواهد بود.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات مورد آزمایش

برای تأمین شته‌های مورد نیاز، کلزای پاییزه‌ی رقم طلایه در زمینی به مساحت ۵۰۰ مترمربع در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه رازی کشت شد. در این مزرعه هیچ‌گونه عملیات سم‌پاشی انجام نشد. در پاییز و بهار، شته‌ی مومی کلم به‌طور طبیعی روی کلزا مستقر گردید. بوته‌های آلوده به این شته توسط قیچی به‌صورت شاخه‌بریده از ۲۰ سانتی‌متری انتهای کلزا جدا و برای تغذیه‌ی شکارگر به آزمایشگاه منتقل شدند.

مگس‌های بالغ با استفاده از تور حشره‌گیری با قطر دهانه‌ی ۲۵ سانتی‌متر از مزرعه‌ی کلزا جمع‌آوری و در شیشه‌های کوچک با قابلیت تهویه به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از شناسایی و انتخاب گونه‌ی مورد نظر، حشرات ماده‌ای که شکم برجسته‌تری نسبت به ماده‌های تخم‌ریزی‌نکرده داشتند در ظروف پتری پلاستیکی به ابعاد $9 \times 1/5$ سانتی‌متر قرار گرفتند. برگ کلزای آلوده به شته‌ی مومی کلم پس از حذف عوامل ناخواسته (شته‌های مومیایی، تخم‌های حشرات و بندپایان دیگر) درون این ظروف پتری قرار داده شد. سپس این ظروف به مدت ۲۴ ساعت به داخل ژرمیناتور با دمای 25 ± 2 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی به ۸ ساعت تاریکی برای تخم‌ریزی منتقل شدند. لاروهای

حاصل از این تخم‌ها داخل ظروف پتری حاوی برگ‌های جوان و بریده‌شده‌ی کلزا قرار گرفت. برای شاداب ماندن برگ‌ها، دم‌برگ آن‌ها با استفاده از پنبه‌ی مرطوب پوشانده شد.

آزمایش ترجیح طعمه‌ای - آزمون غیرانتخابی (no-choice test)

در این روش از هر مرحله‌ی زندگی شته‌ی *B. brassicae* (پوره‌های سن یک تا چهار) به‌صورت جداگانه ۴۰ فرد انتخاب و با استفاده از قلم‌موی ظریف، روی هر برگ بریده‌شده‌ی کلزا و داخل ظروف پتری منتقل شد. پس از آن یک عدد لارو گرسنه که حداکثر ۲۴ ساعت از عمر آن گذشته بود، با استفاده از قلم‌موی داخل هر یک از ظروف پتری قرار داده شد. پس از ۲۴ ساعت، لاروها از داخل ظروف پتری خارج و شته‌های خورده‌شده توسط لاروها به‌صورت جداگانه شمارش و ثبت شدند. این آزمایش برای هر مرحله‌ی سنی شته و برای هر یک از لاروهای سنین دوم و سوم مگس *E. corollae* در پنج تکرار انجام گرفت.

آزمایش ترجیح طعمه‌ای - آزمون انتخابی (choice test)

این آزمایش در شرایطی مشابه با شرایط آزمون غیرانتخابی انجام گرفت، با این تفاوت که در هر تکرار ۱۰ فرد از هر مرحله‌ی پورگی شته‌ی مومی کلم، و در مجموع ۴۰ فرد، انتخاب و به‌صورت تصادفی روی هر کدام از برگ‌های کلزا منتقل شدند. سپس هر کدام از لاروهای گرسنه‌ی سنین دوم و سوم مگس به‌صورت مجزا به داخل هر ظرف پتری انتقال یافته و پس از ۲۴ ساعت خارج شدند. تعداد پوره‌های خورده‌شده از هر یک از مراحل پورگی شته‌ی مومی کلم شمارش و ثبت شد. این آزمایش در پنج تکرار انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

تعداد پوره‌های خورده‌شده‌ی شته‌ی *B. brassicae* (به تفکیک سنین پورگی) توسط مگس *E. corollae* در آزمون‌های انتخابی و غیرانتخابی به‌صورت جداگانه از طریق آزمون تجزیه‌ی واریانس یک‌طرفه بررسی شد. در صورت معنی‌دار بودن آزمون، میانگین‌ها از طریق آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه و گروه‌بندی شدند. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در نظر

گرفته شد. هم‌چنین میزان شکارگری لاروهای سنین دوم و سوم مگس روی هر مرحله‌ی مشخص از زندگی شته‌ی مومی کلم، به‌وسیله‌ی آزمون t مقایسه گردید. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار MINITAB 13.1 انجام شد (MINITAB, 2000).

تعیین مرحله‌ی سنی مرجح میزبان

برای تعیین دقیق مرحله‌ی سنی مرجح، بر اساس نظریه‌ی تغییر رفتار مورداک (Murdoch, 1969) آزمایش دیگری به شرح زیر انجام شد. در این آزمایش پوره‌های سنین دوم و سوم شته‌ی *B. brassicae* به نسبت‌های ۱۰:۵۰، ۲۰:۴۰، ۳۰:۳۰، ۴۰:۲۰، ۵۰:۱۰، ساعت در اختیار لارو گرسنه‌ی سن سه قرار گرفتند. شرایط آزمایش مشابه شرایط ذکر شده در آزمون انتخابی بود. در این آزمایش نیز شته‌های خورده‌شده‌ی سنین مذکور شمارش و ثبت گردید. این آزمایش نیز در پنج تکرار انجام شد.

برای تعیین مرحله‌ی سنی مرجح، از شاخص ترجیح مورداک به شرح زیر استفاده شد. شاخص ترجیح در تراکم‌های یکسان میزبان‌ها (مانند ۳۰:۳۰)، از معادله‌ی $C = E_1 / E_2$ (معادله‌ی ۱) محاسبه می‌شود. در این معادله، C شاخص ترجیح در تراکم‌های مساوی از میزبان‌ها و E_1 و E_2 به ترتیب تعداد شته‌های خورده‌شده‌ی نوع اول و دوم می‌باشد. با توجه به مقدار C در تراکم‌های یکسان میزبان، اگر $C > 1$ باشد نشانگر ترجیح میزبان نوع دوم، اگر $C > 1$ باشد نشانگر ترجیح میزبان نوع اول و اگر $C = 1$ باشد بیانگر عدم ترجیح نسبت به میزبان‌ها است.

مقدار C در تراکم‌های مختلف میزبان‌ها از طریق معادله‌ی $C = (N_2 E_1) / (N_1 E_2)$ (معادله‌ی ۲) محاسبه می‌شود. در این معادله، N_1 و N_2 به ترتیب تعداد طعمه‌های نوع اول و دوم موجود در محیط می‌باشند.

روش دیگر برای تعیین ترجیح گونه‌ها نسبت به هم روش رسم نمودار نسبت E_1 / E_2 در مقابل N_1 / N_2 می‌باشد. براین اساس خطوط با شیب برابر با یک ($C = \text{tga} = 1$) نشان‌دهنده‌ی عدم وجود ترجیح است. در صورتی که شیب خط کم‌تر از یک باشد، ترجیح منفی و در شیب‌های بیش از یک ترجیح مثبت وجود دارد. در شیب خطی به همان میزان که نسبت N_1 / N_2 در محیط افزایش می‌یابد، نسبت E_1 / E_2 نیز افزایش خواهد یافت.

وقتی که دو گونه یا دو مرحله‌ی سنی میزبان در محیط وجود داشته باشند، درصد شکارگری هریک از گونه‌ها یا هریک از مراحل سنی میزبان را با استفاده از معادله‌ی $P_1 = CF_1 / [(1 - F_1) + (CF_1)]$ (معادله ۳) می‌توان محاسبه کرد. در این معادله، P_1 نسبت مورد انتظار طعمه‌های نوع اول مورد حمله قرار گرفته، F_1 نسبت طعمه‌های نوع اول موجود در محیط و C شاخص ترجیح محاسبه شده در تراکم یکسان از طعمه‌ها است (معادله ۱) (Murdoch, 1969).

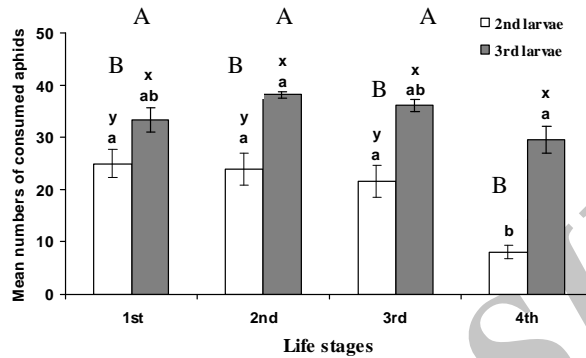
پس از انجام محاسبات، میانگین تعداد شته‌ی خورده‌شده‌ی مشاهده‌شده برای هریک از میزبان‌های نوع اول و دوم در تراکم‌های مختلف با تعداد شته‌ی خورده‌شده‌ی محاسبه‌شده، از طریق معادله‌ی مورد‌اکم مقایسه شد. مشاهده‌ی اختلاف بیانگر تغییر رفتار لاروها در ترجیح میزبان‌های مختلف بود.

نتیجه و بحث

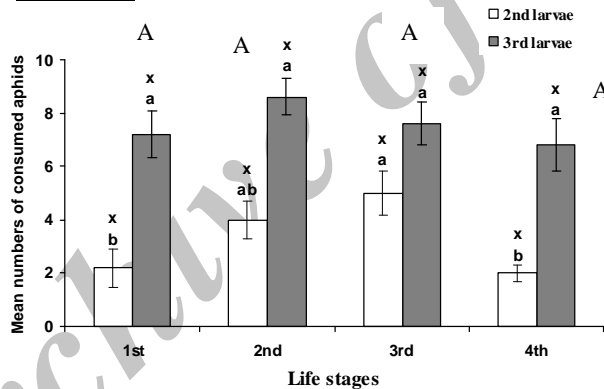
ترجیح طعمه‌ای در وضعیت غیرانتخابی

میانگین تعداد شته‌های خورده‌شده از مراحل مختلف پورگی توسط هریک از لاروهای سنین دوم ($P_{value} = 0/001$; $df = 3$ و 16) و سوم ($P_{value} = 0/027$; $df = 3$ و 16) و $F = 9/02$ اختلاف معنی‌دار داشت. بر این اساس، در مورد لارو سن دوم بالاترین میزان تغذیه از مرحله‌ی پوره‌ی سن یک به‌وقوع پیوست که به‌طور میانگین $25/00 \pm 2/61$ شته خورده شد (جدول ۱). بین میانگین تعداد شته‌های خورده‌شده‌ی سنین اول، دوم و سوم پورگی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P_{value} > 0/05$). لارو سن دوم به‌طور میانگین از $1/30 \pm 8/00$ پوره‌ی سن چهار شته‌ی مومی کلم تغذیه کرد (شکل ۱). بین تعداد شته‌های خورده‌شده از هریک از مراحل زندگی شته‌ی *B. brassicae* تفاوت معنی‌داری بین لاروهای سن دوم و سوم وجود داشت ($P_{value} < 0/05$). در شرایط غیرانتخابی میانگین تغذیه‌ی هریک از سنین لاروی از سنین یکسان پورگی شته متفاوت بود و در تمامی مراحل، لارو سن سه تغذیه‌ی بیش‌تری داشت ($P_{value} < 0/05$).

No-choice test



Choice test



شکل ۱- میانگین تعداد شته‌های (*B. brassicae*) خورده‌شده در سنین مختلف پورگی توسط لاروهای سنین دوم و سوم مگس *E. corollae* در آزمون‌های غیرانتخابی و انتخابی (حروف a و b بیانگر اختلاف معنی‌دار درون هر یک از سنین لاروی روی سنین مختلف پورگی شته؛ A و B بیانگر اختلاف معنی‌دار بین سنین لاروی روی هر یک از مراحل زیستی شته می‌باشد).

Fig. 1. Average number of consumed nymphs of *B. brassicae* in different life stages of the second and third instar larvae of *E. corollae* in no-choice and choice experiments (a and b indicate significant differences within the same larval instar on different life stages of aphid; A and B indicate differences between two larval instars in the same aphid's life stage).

جدول ۱- میانگین تعداد پوره‌های خورده‌شده و میانگین نسبت پوره‌های خورده‌شده‌ی سنین دوم و سوم شته‌ی *B. brassicae* در نسبت‌های مختلف ارایه شده به لارو سن سوم مگس *E. corollae*.

Table 1. Mean number of consumed and proportion of consumed second and third instar nymphs of *B. brassicae* in different ratios offered to the third instar larvae of *E. corollae*.

$N_1:N_2$ *	E_1 **	E_2	N_1/N_2	E_1/E_2	E_2/E_1
10:50	0.51 ± 8.60	2.27 ± 35.20	0.2	0.01 ± 0.25	0.23 ± 4.11
20:40	1.93 ± 12.80	2.98 ± 24.00	0.5	0.03 ± 0.53	0.13 ± 1.92
30:30	3.32 ± 19.00	2.19 ± 21.00	1	0.12 ± 0.89	0.15 ± 1.20
40:20	3.23 ± 34.60	1.30 ± 16.00	2	0.05 ± 2.15	0.01 ± 0.46
50:10	2.01 ± 40.40	0.51 ± 8.40	5	0.16 ± 4.83	0.00 ± 0.21

* N_1 and N_2 , the number of available second and third instar nymphs of *B. brassicae*, respectively.

** E_1 and E_2 , the number of consumed second and third instar nymphs of *B. brassicae*, respectively.

ترجیح طعمه‌ای در وضعیت انتخابی

در آزمون انتخابی، میانگین تعداد شته‌های خورده‌شده توسط لارو سن دوم از کل مراحل مختلف رشدی شته تفاوت معنی‌دار داشت ($F = ۴/۵۵$; $df = ۳$ و ۱۶ ; $P_{value} = ۰/۰۱۷$). میزان تغذیه‌ی لارو سن سوم مگس *E. corollae* از پوره‌های سن دوم و سوم از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت ($F = ۰/۸۵$; $df = ۳$ و ۱۶ ; $P_{value} > ۰/۰۵$) (شکل ۱). در این آزمایش بین میزان تغذیه‌ی سنین دوم و سوم پورگی شته توسط لارو سن دوم مگس از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P_{value} > ۰/۰۵$) (شکل ۱). میانگین تعداد شته‌های خورده‌شده توسط لارو سن دوم از پوره‌های سنین دو و سه به ترتیب $۴/۰۰ ± ۰/۷۱$ و $۵/۰۰ ± ۰/۸۴$ شته بود. این مقادیر برای لارو سن سوم به ترتیب $۸/۰۶ ± ۰/۸۶$ و $۷/۰۶ ± ۰/۸۱$ شته بود. بین تعداد شته‌های خورده‌شده‌ی هر یک از مراحل پورگی شته‌ی *B. brassicae*، توسط لاروهای سن دوم و سوم در حالت انتخابی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (آزمون t ، $P_{value} < ۰/۰۵$) (شکل ۱).

نتایج حاصله نشان‌دهنده‌ی متفاوت بودن میانگین تغذیه‌ی هر یک از سنین لاروی از مراحل مختلف پورگی شته است. ترجیح طعمه‌ای تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد. لاروهای مگس‌های Syrphidae جزو شکارگرهای عمومی محسوب می‌شوند که از طیف وسیعی از شته‌ها تغذیه می‌کنند. از آنجایی که گونه‌ی میزبان ترجیح را تحت تأثیر قرار می‌دهد،

مگس *S. albomaculata* شته‌ی خال‌دار هلو را نسبت به شته‌ی سبز هلو و شته‌ی مومی کلم کم‌تر ترجیح داد (Fathipour et al., 2007). مطالعه‌ی انجام شده توسط (Sadeghi & Gilbert 2000) روی دو گونه‌ی *E. balteatus* و *Syrphus ribesii* (L.) در استرالیا روی شته‌ی نخود، شته‌ی رز و شته‌ی گزنه نشان داد که این دو مگس شته‌ی نخود و رز را نسبت به شته‌ی گزنه بیش‌تر ترجیح می‌دهند. در مطالعه‌ی ترجیح غیرانتخابی و انتخابی مگس *E. corollae* روی نه گونه شته مشخص شد که این مگس شته‌ی افاقیای پرورش‌یافته روی گیاه باقالا را ترجیح می‌دهد؛ و آزمایش انتخابی نشان داد که مگس *E. corollae* نسبت به دو شته‌ی *Aphis craccivora* Koch و *Rhopalosiphum padi* (L.) ترجیح خاصی ندارد ولی شته‌ی سبز هلو را اصلاً ترجیح نمی‌دهد (Reepmeyer, 1969). ترجیح مرحله‌ی خاصی از زندگی میزبان، اهمیت به‌سزایی در کارایی شکارگر در مهار شکار خود دارد. در بررسی‌های انجام شده توسط (Fathipour et al. 2007). مگس *E. balteatus* در سنین اول و دوم لاروی، سنین اولیه‌ی پورگی را ترجیح داد و در سن سوم لاروی هیچ‌گونه ترجیحی نسبت به سنین مختلف پورگی، حشره‌ی کامل بال‌دار و بدون بال شته‌ی سبز هلو، *Myzus persicae* (Sulzer) نداشت. باتوجه به تأثیر عوامل مختلف بر ترجیح طعمه‌ای، مطالعه‌ی بیش‌تر روی اثر عوامل مختلف از قبیل دما، دوره‌ی نوری و تراکم‌های مختلف دشمن طبیعی ضروری می‌باشد.

مرحله‌ی سنی مرجح میزبان

بر اساس نظریه‌ی مورداک (Murdoch, 1969)، با تغییر تراکم نسبی میزبان‌های موجود در محیط، میزان ترجیح شکارگر نسبت به آن‌ها تغییر می‌کند. اگر در تراکم یکسان از دو میزبان، ترجیح بیش‌تری برای میزبان A وجود داشته باشد، با کاهش تراکم نسبی میزبان A در محیط، ترجیح طعمه‌ای به سمت میزبان B سوق می‌یابد و نسبت بیش‌تری از افراد B انتخاب می‌شوند؛ به‌عبارت‌دیگر، تغییر ترجیح یا switching رخ می‌دهد.

لارو سن سوم *E. corollae* با افزایش تراکم نسبی پوره‌های سن دوم شته‌ی *B. brassicae* از این پوره‌ها به نسبت بیش‌تری تغذیه کرد (جدول ۲). وقتی که پوره‌های سنین دوم و سوم شته به تعداد مساوی در اختیار لاروها قرار گرفتند، مقدار ضریب C_1 کوچک‌تر از C_2 بود،

بنابراین در تراکم یکسان از پوره‌های سنین دوم و سوم شته، ترجیح بیش‌تری روی پوره‌های سن سه وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۲- تغییرات ترجیح طعمه‌ای لارو سن سوم *E. corollae* با تغییر تراکم نسبی پوره‌های سنین دوم و سوم شته‌ی *B. brassicae*

Table 2. The variation of host preference of third instar larvae of *E. corollae* at different relative densities of second and third instar nymphs of *B. brassicae*.

N_1 / N_2 *	C_1 **	C_2
0.2	0.06 ± 1.23	0.05 ± 0.82
0.5	0.07 ± 1.06	0.06 ± 0.96
1	0.12 ± 0.89	0.15 ± 1.20
2	0.02 ± 1.07	0.02 ± 0.93
5	0.03 ± 0.97	0.03 ± 1.04

* N_1 and N_2 , the number of second and third instar nymphs of *B. brassicae*, respectively.

** C_1 and C_2 , preference coefficients for second and third instar nymphs of *B. brassicae*, respectively

جدول ۳- میانگین نسبت پوره‌های خورده‌شده‌ی سنین دوم و سوم شته‌ی *B. brassicae* با تغییر نسبت تراکم آن‌ها توسط لاروهای سن سوم *E. corollae*

Table 3. The average proportion of consumed second and third instar nymphs of *B. brassicae* at different relative densities by third instar larvae of *E. corollae*.

$N_1 / N_1 + N_2$ *	$E_1 / E_1 + E_2$ **	$N_2 / N_1 + N_2$	$E_2 / E_1 + E_2$
0.2	0.01 ± 0.20	0.8	0.01 ± 0.80
0.3	0.01 ± 0.34	0.7	0.01 ± 0.65
0.5	0.03 ± 0.46	0.5	0.03 ± 0.54
0.7	0.00 ± 0.68	0.3	0.00 ± 0.32
0.8	0.00 ± 0.83	0.2	0.00 ± 0.17

* N_1 and N_2 , the number of available second and third instar nymphs of *B. brassicae*, respectively.

** E_1 and E_2 , the number of consumed second and third instar nymphs of *B. brassicae*, respectively.

در هر تراکم نسبی، اگر خط عدم تغییر ترجیح به‌وسیله‌ی منحنی میانگین شته‌های خورده‌شده قطع شود، بیانگر این است که پدیده‌ی تغییر ترجیح رخ داده است. باتوجه به شکل ۲ ملاحظه می‌شود که پدیده‌ی تغییر ترجیح در مورد لارو سن سوم *E. corollae* مشاهده نمی‌شود؛ به‌عبارت‌دیگر، با وجود طعمه‌ی فراوان‌تر در محیط برای تغذیه‌ی لارو سن سه هیچ‌گونه ترجیحی برای آن طعمه مشاهده نشد. پس از محاسبه‌ی درصد خورده‌شده بر اساس

معادله‌ی مورد‌دک و رسم نمودار به‌همراه درصد مشاهده‌شده، مشخص شد که تغییر رفتار وجود ندارد (جدول ۴).

جدول ۴- مقادیر محاسبه‌شده‌ی نسبت پوره‌های خورده‌شده‌ی سنین دوم و سوم شته‌ی *B. brassicae* در نسبت‌های مختلف ارایه شده به لاروهای سن سوم *E. corollae* استفاده از مدل Murdoch (1969).

Table 4. The calculated proportion of consumed second and third instar nymphs of *B. brassicae* in different relative densities offered to third instar larvae of *E. corollae* using Murdoch (1969) model.

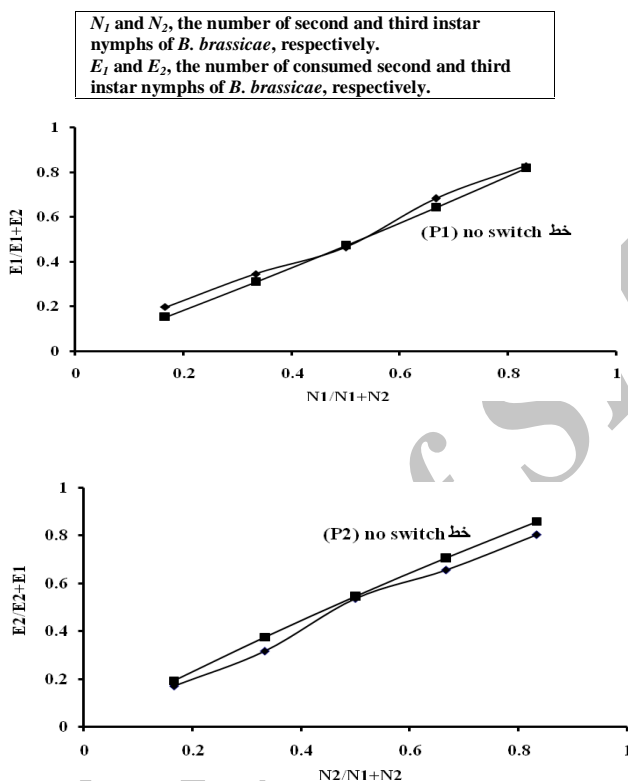
$N_1 / N_1 + N_2$ *	P_1 **	$N_2 / N_1 + N_2$	P_2
0.2	0.197	0.8	0.804
0.3	0.346	0.7	0.658
0.5	0.471	0.5	0.546
0.7	0.683	0.3	0.318
0.8	0.828	0.2	0.172

* N_1 and N_2 , the number of second and third instar nymphs of *B. brassicae*, respectively.

** P_1 and P_2 , the calculated proportion of consumed second and third instar nymphs of *B. brassicae* using Murdoch (1969) model, respectively.

نتایج این تحقیق با مطالعات Jalilian (2004) مطابقت داشت. این محقق با بهره‌گیری از نسبت‌های متغیر ۳۰:۳۰، ۴۰:۲۰ و ۵۰:۱۰ از پوره‌های بالغ دو گونه شته (شته‌ی سبز هلو و شته‌ی سیاه باقلا) ترجیح میزبانی لارو سن سوم مگس *E. corollae* را در شش تکرار در مدت ۲۴ ساعت بررسی کرد. لارو مگس برای تغذیه از این دو گونه شته هیچ‌گونه ترجیحی از خود نشان نداد.

با توجه به اهمیت مگس‌های شکارگر در اکوسیستم‌های کشاورزی، ادامه‌ی مطالعات کاربردی در جهت ایجاد یک برنامه‌ی مدیریت تلفیقی آفات (IPM) ضروری به‌نظر می‌رسد. آگاهی از ترجیح غذایی یک شکارگر نسبت به گونه‌ی میزبان، مرحله‌ی زندگی میزبان و گیاه میزبان به بهتر شدن کارایی شکارگر کمک شایانی می‌کند. مگس *E. corollae* دارای پتانسیل بالایی در مدیریت انبوهی شته‌ها می‌باشد. لذا در مدیریت تلفیقی آفات می‌توان با افزایش منابع شهد و گرده‌ی گل‌ها در مزارع و باغ‌ها باعث جلب و هدایت آن‌ها شد (Macleod, 1999).



شکل ۲- تغییر ترجیح لاروهای سن سوم مگس *E. corollae* با تغییر نسبت تراکم پوره‌های سنین دوم و سوم شته‌ی *B. brassicae* در محیط آزمایش.

Fig. 2. Switching behavior of third instar larvae of *E. corollae* on different relative densities of second and third instar nymphs of *B. brassicae* in experimental environment.

منابع

- Bilde, T. & Toft, S. (1994) Prey preference and egg production of carabid beetle *Agonum dorsale*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 73, 151-156.
- Bugg, R. L., Colfer, R. G., Chaney, W. E., Smith, H. A. & Cannon, J. (2008) Flower flies (Syrphidae) and biological control agents for aphids in vegetable crops. Available on: <http://www.anrcatalog.ucdavis.edu> (accessed December 2010).

- Butler, C. D. & Oneil, R. J.** (2008) Voracity and prey preference of insidious flower bug (Hemiptera: Anthocoridae) for immature stages of soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) and soybean thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Environmental Entomology* 37(40), 964-972.
- Chesson, P. L.** (1984) Variable predators and switching behavior. *Theoretical Population Biology* 26, 1-26.
- Dukas, R. & Kamil, A. C.** (2000) Limited attention: the constraint underlying search image. *Behavioral Ecology* 12(2), 192-199.
- Ellis, P. R., Pink, D. A. C., Phelps, K., Jukes, P. L., Breeds, S. E. & Pinnegar, A. E.** (1998) Evaluation of a core collection of *Brassica oleracea* accessions for resistance to *Brevicoryne brassicae*, the cabbage aphid. *Euphytica* 103, 149-160.
- Fathipour, Y., Jalilian, F., Talebi, A. A. & Moharramipour, S.** (2007) Life history and foraging behavior of three aphidophagus hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Proceedings of the International Symposium, Ecology of Aphidophaga* 10, 24-35.
- Hassel, M. P.** (1978) *The dynamics of arthropod predator-prey systems*. 237 pp. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Jalilian, F.** (2004) Identification of syrphid flies in Northern of Ilam and study on biology and behaviour of some aphids predator species. M.Sc. Thesis. Tarbiat Modares University, 127 pp.
- Laubertie, E.** (2007) The role of resource subsidies in enhancing biological control of aphids by hoverflies (Diptera: Syrphidae). Ph.D. Dissertation. Lincoln University.
- Macleod, A.** (1999) Attraction and retention of *Episyrphus balteatus* DeGeer (Diptera: Syrphidae) at an arable field margin with rich and poor floral resources. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 73, 237-244.
- MINITAB** (2000) *MINITAB user's Guide, Version 13.1*. MINITAB LTD., UK.
- Moharramipour, S., Monfared, A., Fathipour, Y. & Talebi, A. A.** (2002) Antixenosis of 27 rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties to cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.) in growth room. *Proceeding of the 15th Iranian Plant Protection Congress*, p 98.
- Murdoch, W. W.** (1969) Switching in general predators: experiments on predator specificity and stability of prey populations. *Ecological Monographs* 39, 335-354.
- Pineda, A. & Marcos-Garcia, M. A.** (2008) Evaluation of several strategies to increase the residence time of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) releases in sweet pepper greenhouses. *Annals of Applied Biology* 152, 271-276.

- Reepmeyer, H.** (1969) Studies on the influence of aphids on oviposition in *Syrphus corollae* Fabricius (Diptera: Syrphidae). Unpublished Dissertation. Faculty of Agriculture, Georg-August University, Göttingen, Germany.
- Sadeghi, H. & Gilbert, F.** (2000) Oviposition preferences of aphidophagous hoverflies. *Ecological Entomology* 25, 91-100.
- Sommaggio, D.** (1999) Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? *Agriculture Ecosystem and Environment* 74, 343-356.

Archive of SID