

آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۷۸، شماره ۲، اسفند ۱۳۸۹

واکنش تابعی و تداخل مگس‌های سیرفید *Episyrphus balteatus* و

Scaeva albomaculata (Dip.: Syrphidae) با تغذیه از شته سبز هلو

Functional response and mutual interference of *Episyrphus balteatus* and
Scaeva albomaculata (Dip.: Syrphidae) fed on *Myzus persicae* (Hom.: Aphididae)

فرزاد جلیلیان، یعقوب فتحی‌پور*، علی اصغر طالبی و امین صدارتیان

گروه حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران

(تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۸۸؛ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۸۹)

چکیده

واکنش تابعی و تداخل دو گونه مگس سیرفید شکارگر *Episyrphus balteatus* و *Scaeva albomaculata* در شرایط آزمایشگاه با دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 55 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مورد ارزیابی قرار گرفت. با استفاده از رگرسیون لجستیک مشخص گردید که واکنش تابعی هر دو گونه شکارگر از نوع دوم می‌باشد. مدل راجرز به منظور تخمین قدرت جستجو (a) و زمان دستیابی (T_H) مورد استفاده قرار گرفت. برای لاروهای سنین اول، دوم و سوم گونه *E. balteatus* مقادیر قدرت جستجو به ترتیب معادل ۰/۰۳۵۹، ۰/۰۴۲۰ و ۰/۰۶۷۷ و مقادیر زمان دستیابی به ترتیب ۲/۲۵۷، ۰/۵۰۶ و ۰/۳۱۶ محاسبه گردید. برای لاروهای سنین دوم و سوم گونه *S. albomaculata* مقادیر قدرت جستجو به ترتیب ۰/۰۵۹۰ و ۰/۰۶۵۵ و مقادیر زمان دستیابی به ترتیب ۰/۵۷۵ و ۰/۲۵۲ به دست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده، ارتباط معنی‌داری میان لگاریتم قدرت جستجو (a) و لگاریتم تراکم لاروهای سن سوم (P) شکارگر *E. balteatus* وجود نداشت اما این رابطه در گونه *S. albomaculata* معنی‌دار بود و مقدار ضریب تداخل برای

* Corresponding author: fathi@modares.ac.ir

جلیلیان و همکاران: واکنش تابعی و تداخل مگس‌های سیرفید *Episyrphus balteatus* و *Scaeva albomaculata* ...

لاروهای سن سوم این شکارگر با تغذیه از تراکم ۱۰۰ عددی شته سبز هلو معادل ۰/۲۷۴- به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: *Scaeva albomaculata*, *Episyrphus balteatus*، واکنش تابعی، تداخل، *Myzus persicae*

Abstract

Functional response and mutual interference of two aphidophagous syrphid flies *Episyrphus balteatus* and *Scaeva albomaculata* fed on *Myzus persicae* were determined in laboratory conditions at $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 55 ± 10 relative humidity and a photoperiod of 16L:8D h. Using logistic regression, a type II functional response was determined for both predators. The Rogers model was used for estimating searching efficiency (a) and handling time (T_h). For the first, second and third instars of *E. balteatus*, the estimated values of searching efficiency were 0.0359, 0.0420, and 0.0677 and the values of handling time were 2.257, 0.506 and 0.316, respectively. For the second and third instars of *S. albomaculata*, the estimated values of searching efficiency were 0.0590, and 0.0655 and the values of handling time were 0.575 and 0.252, respectively. According to the obtained results, no significant relationship was observed between log searching efficiency (a) and log third instars density (P) of *E. balteatus*, but this relationship was significant in *S. albomaculata* and the value of interference coefficient for third instars of this predator fed on 100 density of *M. persicae* was -0.274.

Key words: *Episyrphus balteatus*, *Scaeva albomaculata*, Functional response, mutual interference, *Myzus persicae*.

مقدمه

در حال حاضر موفق‌ترین و مؤثرترین سیستم‌های مدیریت تلفیقی آفات بر پایه استفاده از روش‌های غیرشیمیایی استوار می‌باشند (Dent, 1981). از مهم‌ترین روش‌های جایگزین کنترل شیمیایی می‌توان به استفاده از دشمنان طبیعی آفات اشاره کرد که در دو دهه اخیر مطالعات عملی و نظری در خصوص استفاده از آنها افزایش یافته است. در حال حاضر اهمیت و نیاز به شکارگرها و پارازیتوئیدها و همچنین سهولت نسبی در پرورش بعضی گونه‌ها در شرایط آزمایشگاه باعث گسترش این روش کنترل آفات شده است (Jervis and Kid, 1996).

شکارگرهای شته‌خوار نظیر کفشدوزک‌ها و مگس‌های سیرفید از مهم‌ترین دشمنان طبیعی این آفات در کشت‌های یکساله و دائمی به شمار می‌روند (Francis *et al.*, 2001). رژیم غذایی افراد این خانواده‌ها در مراحل نابالغ متنوع بوده و در اکثر گونه‌های شناخته شده لاروها شکارگر می‌باشند که با تغذیه از گروه‌های مختلف آفات به ویژه شته‌ها نقش مهمی را در حفظ تعادل بیولوژیک اکوسیستم‌های کشاورزی ایفا می‌کنند (Peck, 1988).

مگس *Episyrphus balteatus* De Geer یکی از گونه‌های خانواده Syrphidae می‌باشد که لاروهای شکارگر آن از جمله مهم‌ترین عوامل کنترل بیولوژیک شته‌ها می‌باشند (Ankersmit *et al.*, 1986; Sadeghi and Gilbert, 2000; Alhmedi *et al.*, 2008). این گونه در مطالعات انجام شده در ایالت یوان چین به عنوان گونه غالب گزارش گردیده که جمعیت شته سبز هلو *Myzus persicae* (Sulzer) را کنترل می‌نماید (Youzhen and Xueyan, 2000). علاوه بر این، گونه فوق به عنوان گونه غالب در اراضی کشاورزی کشور انگلستان نیز مطرح می‌باشد (Dean, 1982; Gilbert, 1986). مگس *Scaeva albomaculata* (Maquart) یکی دیگر از گونه‌های شکارگر این خانواده می‌باشد که از کشورهای مختلف گزارش شده است (Soos and Papp, 1988). در ایران نیز Radjabi (1989) هفت گونه از مگس‌های سیرفید از جمله یک گونه از جنس *Scaeva* را معرفی کرده است که همگی از عوامل کنترل بیولوژیک شته‌های درختان میوه می‌باشند. این گونه به عنوان یکی از عوامل کنترل بیولوژیک شته درختان بادام *Brachycaudus amygdalinus* (Schouteden) در باغات بادام شهرکرد نیز گزارش شده است (Nourbakhsh *et al.*, 2008).

قبل از استفاده از دشمنان طبیعی در کنترل آفات ابتدا باید از میزان کارایی آن‌ها اطلاعات کافی به دست آورد و پس از این مرحله نسبت به سرمایه‌گذاری روی آن‌ها اقدام شود (Waage, 1990). به طور معمول ارزیابی دشمنان طبیعی از طریق بررسی پارامترهای زیستی و رفتار کاوشگری آن‌ها در ارتباط با طعمه یا میزبان صورت می‌گیرد (Donelly and Phillips, 2001). از جمله مهم‌ترین ویژگی‌های رفتاری قابل مطالعه می‌توان به تاثیر تغییرات تراکم طعمه بر میزان شکار (واکنش تابعی) و تاثیر تغییرات تراکم شکارگر روی قدرت جستجوگری آن‌ها (تداخل) اشاره نمود (Jervis and Kidd, 1996). در مطالعه انجام شده

جلیلیان و همکاران: واکنش تابعی و تداخل مگس‌های سیرفید *Scaeva albomaculata* و *Episyrphus balteatus* ...

در کشور چین روی مگس سیرفید *Scaeva pyrastris* (L.) واکنش تابعی آن نسبت به تغییرات تراکم شته سبز سیب تعیین گردید (Fan and Zheng, 1990). واکنش تابعی مگس شکارگر *E. balteatus* نسبت به تراکم‌های مختلف شته‌های *Acyrtosiphon pisum* (Harris) و *Aphis craccivora* Koch نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است (Susetya Putra and Yasuda, 2006). تداخل نیز موضوعی است که می‌تواند در بهبود تکنیک‌های تولید انبوه در آزمایشگاه و رهاسازی انبوه دشمنان طبیعی در واحد سطح مورد توجه قرار گرفته و در افزایش میزان کارایی آن‌ها موثر باشد (Shukla et al., 1997).

با توجه به این که مطالعات اندکی در خصوص بررسی ویژگی‌های رفتاری این دو گونه مگس سیرفید در ایران انجام شده است، این پژوهش در راستای بررسی برخی از ویژگی‌های رفتاری این دو گونه (واکنش تابعی و تداخل) و با هدف امکان بکارگیری آن‌ها به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک شته‌ها انجام پذیرفت.

روش بررسی

پرورش میزبان و دشمن طبیعی: شته‌های مورد نیاز برای انجام آزمایش‌ها از باغ مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان شیروان چرداول و مزارع همجوار در شمال استان ایلام جمع‌آوری شد. آلودگی این مناطق به شته با ایجاد شرایط مطلوب رطوبتی و عدم سمپاشی به شدت گسترش یافته بود. حشرات ماده بارور مگس‌های سیرفید از اطراف گل‌ها و علف‌های هرز و با استفاده از تور حشره‌گیری جمع‌آوری گردیده و سپس با ظروف قابل تهویه به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه حشرات ماده‌ای که شکم برجسته‌تری نسبت به ماده‌های تخم‌ریزی کرده و یا تازه از سفیره خارج شده داشتند به منظور تخم‌ریزی درون قفس‌هایی به ارتفاع ۱۵۰ و قطر ۵۰ سانتی‌متر رهاسازی شدند و برای تغذیه آن‌ها از شاخه‌های گل‌دار گیاهان یونجه، کلزا، ازمک، خاکشی و محلول آب عسل ۱۰٪ استفاده شد. همچنین به منظور تحریک تخم‌ریزی مگس‌های ماده، تعداد پنج عدد برگ زردآلوی آلوده به شته سبز هلو (هر برگ حاوی حدود ۴۰ عدد شته) در کف قفس‌ها قرار گرفت. این برگ‌ها به طور مرتب بررسی و تعویض می‌شدند. تخم‌های گذاشته شده روی برگ‌ها به صورت انفرادی (همراه با برگ) به وسیله

قیچی جدا و روی دیسک‌های برگی حاوی ۲۰۰ عدد پوره‌های سنین مختلف شسته سبز هلو قرار داده شدند و پس از تفریح آن‌ها، لاروهای همسن به دست آمده در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. در طی مراحل انجام آزمایش از قلم موی ۰۰۰ برای جابجایی لاروها و شته‌ها استفاده گردید. در آزمایش‌ها از ظروف پلاستیکی به قطر دهانه ۸ و ارتفاع ۱ سانتی‌متر استفاده شد. روی این ظروف ۶ سوراخ بسیار ریز برای تهویه تعبیه گردید و برای جلوگیری از فرار احتمالی شته‌ها و لاروها و یا باز شدن ناگهانی در آن‌ها، دور درها با چسب بسته شد. در آزمایش‌ها، ملاک ورود مگس‌های سیرفید به سن لاروی بالاتر مشاهده پوسته‌های به جا مانده بود.

واکنش تابعی مگس‌های شکارگر: برای مطالعه واکنش تابعی لاروهای مگس *E. balteatus* نسبت به پوره سن ۵ شته سبز هلو از تراکم‌های ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ و ۶۴ عددی شته برای لارو سن اول مگس، تراکم‌های ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴ و ۱۲۸ عددی شته برای لارو سن دوم مگس و تراکم‌های ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸، ۲۵۶ و ۵۱۲ عددی شته برای لارو سن سوم این گونه شکارگر استفاده گردید. در ارزیابی واکنش تابعی مگس *S. albomaculata* از تراکم‌های ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸ و ۲۵۶ عددی پوره سن ۵ شته سبز هلو برای لارو سن دوم و تراکم‌های ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸، ۲۵۶ و ۵۱۲ عددی شته برای لارو سن سوم این شکارگر استفاده گردید. کلیه آزمایش‌ها در رابطه با ارزیابی واکنش تابعی دو شکارگر مورد مطالعه با استفاده از ۶ تکرار انجام پذیرفت. شته‌ها در داخل ظروف پتری به مدت ۲۴ ساعت در اختیار هر لارو مگس *E. balteatus* و *S. albomaculata* که ۴۸ ساعت از پوست اندازی آن‌ها گذشته بود قرار گرفتند. پس از سپری شدن این دوره، لارو شکارگر از محیط خارج گردید و تعداد شته‌های خورده شده شمارش و ثبت شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از واکنش تابعی در دو مرحله و با استفاده از نرم افزار SAS انجام گردید (Juliano, 1993). در این روش در مرحله اول به منظور تعیین نوع واکنش تابعی از رگرسیون لجستیک نسبت شته خورده شده (N_a) به شته موجود در تراکم اولیه (N_i) استفاده شد. در واکنش تابعی نوع دوم با افزایش تراکم طعمه از درصد طعمه‌های شکار شده کاسته می‌شود (وابسته معکوس به تراکم) و بر این اساس قسمت خطی منحنی دارای شیب

جلیلیان و همکاران: واکنش تابعی و تداخل مگس‌های سیرفید *Episyrphus balteatus* و *Scaeva albomaculata* ...

منفی است. در واکنش تابعی نوع سوم با افزایش تراکم طعمه ابتدا درصد طعمه‌های شکار شده تا حد معینی افزایش می‌یابد (وابسته به تراکم) ولی با افزایش تراکم طعمه از حدی معین، درصد طعمه‌های خورده شده کاهش می‌یابد و لذا شیب قسمت خطی منحنی لجستیک مثبت است. بنابراین شیب قسمت خطی منحنی لجستیک نشان دهنده نوع واکنش تابعی می‌باشد (Fathipour *et al.*, 2006). در مرحله دوم و پس از تعیین نوع واکنش تابعی به وسیله رگرسیون غیرخطی، پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی برآورد گردید. در برآورد این پارامترها از مدل ارائه شده توسط راجرز استفاده شد (Rogers, 1972). این مدل عبارت است از:

$$N_a = N_t [1 - \exp(a(T_h N_a - T))]$$

$$\begin{aligned} N_a &= \text{تعداد میزبان‌های خورده شده} \\ N_t &= \text{تراکم اولیه میزبان} \\ \exp &= \text{پایه لگاریتم طبیعی} \\ T_h &= \text{زمان دستیابی} \\ T &= \text{مدت زمان آزمایش} \\ a &= \text{قدرت جستجو} \end{aligned}$$

پس از برآورد پارامترهای واکنش تابعی، حداکثر میزان شکارگری نیز (T/T_h) محاسبه گردید (Fathipour *et al.*, 2002).

تأثیر تراکم‌های مختلف لارو بر قدرت جستجوی سرانه (تداخل) و سرانه شکارگری:

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف لارو سن سوم دو گونه شکارگر بر قدرت جستجوی سرانه و سرانه شکارگری آن‌ها روی پوره‌های سن ۵ شته سبز هلو انجام گرفت. در این آزمایش‌ها از تراکم‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ عددی لارو سن سوم دو گونه شکارگر مورد مطالعه در مقابل تراکم ۱۰۰ عددی شته سبز هلو استفاده شد. هر یک از تراکم‌های بالا به مدت ۲۴ ساعت در اختیار لارو سن سوم که ۴۸ ساعت از پوست اندازی آن گذشته بود قرار گرفتند. پس از پایان آزمایش، تعداد شته‌های خورده شده شمارش و ثبت گردید و سپس با استفاده از معادله زیر قدرت جستجوی سرانه هر یک از شکارگرها محاسبه شد (Nicholson, 1933):

$$a = \frac{I}{P} \ln \left[\frac{N_t}{N_t - N_a} \right]$$

\ln = لگاریتم طبیعی

$$N_p = \text{تعداد شته‌های میزبان} \quad N_a = \text{تعداد شته‌های خورده شده}$$
$$P = \text{تعداد لارو سن سوم شکارگر} \quad a = \text{قدرت جستجوی سرانه}$$

در مرحله بعد، ضریب تبیین و شیب خط رگرسیون بین لگاریتم تعداد شکارگرها به عنوان متغیر مستقل و لگاریتم قدرت جستجوی سرانه به عنوان متغیر وابسته تعیین گردید. معادله خط رگرسیون به صورت زیر است (Hassell and Varley, 1969):

$$\log a = \log Q - m \log p$$

$$Q = \text{ثابت جستجو}$$

m = شیب خط رگرسیون یا ضریب تداخل که نشان‌دهنده شدت تداخل می‌باشد. در صورت معنی دار بودن رابطه بین لگاریتم تراکم لارو و لگاریتم قدرت جستجوی سرانه، علامت منفی شیب خط رگرسیون (m) نشان‌دهنده کاهش قدرت جستجوی سرانه به ازای افزایش تراکم شکارگر می‌باشد (Fathipour et al., 2002).

به منظور تعیین میزان کل و سرانه شکارگری لاروهای سن سوم شکارگرهای مورد مطالعه نیز از داده‌های به دست آمده از آزمایش‌ها استفاده گردید. اطلاعات حاصله در رابطه با میزان کل و سرانه شکارگری لاروهای سن سوم در تراکم‌های ۱-۵ عددی لاروهای هر دو گونه شکارگر با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه و در سطح احتمال ۰.۰۵ مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتیجه و بحث

واکنش تابعی: منحنی‌های واکنش تابعی و درصد شکارگری مربوط به هر دو گونه شکارگر مورد مطالعه در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. نتایج حاصل از آزمایش‌ها نشان داد که شیب قسمت خطی منحنی درجه سه رگرسیون لجستیک در آزمایش‌های واکنش تابعی برای هر دو گونه مورد مطالعه منفی بود (جدول ۱) که نشان‌دهنده واکنش تابعی نوع دوم در هر دو گونه شکارگر مورد مطالعه می‌باشد. این امر مشخص می‌کند که شکارگرهای مورد مطالعه در این بررسی در مقابل تراکم‌های مختلف شته سبز هلو به صورت وابسته به تراکم معکوس عمل نموده‌اند. در این وضعیت، با افزایش تراکم طعمه، درصد طعمه‌های شکار

شده به تدریج کاهش یافته و منحنی حاصله در نهایت به صورت مجانب در می‌آید. در میان انواع واکنش‌های تابعی مطرح شده (Holling, 1959) فقط در واکنش تابعی نوع سوم دشمن طبیعی در محدوده‌ای از تراکم طعمه به صورت وابسته به تراکم عمل کرده و در نتیجه بهتر می‌تواند جمعیت آن را کنترل نماید. در مطالعه انجام شده روی *S. pyrastris* یکی دیگر از گونه‌های شکارگر سیرفید در تغذیه از تراکم‌های مختلف شته سبز سبب نیز واکنش تابعی نوع دوم به دست آمد (Fan and Zheng, 1990). در پژوهشی دیگر در چین واکنش تابعی لاروهای *E. balteatus* نسبت به تراکم‌های مختلف شته سبز هلو نیز از نوع دوم به دست آمد (Youzhen and Xueyan, 2000) که با نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر مطابقت دارد. واکنش تابعی لاروهای *E. balteatus* نسبت به شته‌های *A. craccivora* و *A. pisum* نیز از نوع دوم برآورد گردیده است (Susetya Putra and Yasuda, 2008).

پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی لاروهای سنین اول تا سوم گونه *E. balteatus* و لاروهای سنین دوم و سوم گونه *S. albomaculata* در جدول ۲ نشان داده شده است. مقایسه حدود اطمینان پارامترهای فوق نشان داد که هر چند بیشترین قدرت جستجو در لاروهای شکارگر گونه *E. balteatus* مربوط به سن سوم می‌باشد، اما تنها تفاوت مشاهده شده میان قدرت جستجوی لاروهای سنین اول و سوم این شکارگر از لحاظ آماری معنی دار بود. علاوه بر این، اختلافات مشاهده شده در مقادیر زمان دستیابی سنین مختلف لاروی گونه فوق نیز از نظر آماری معنی دار بود (جدول ۲). در گونه *S. albomaculata* نیز لاروهای سن سوم در مقایسه با سن دوم دارای قدرت جستجوی بیشتری بودند اما اختلافات مشاهده شده از نظر آماری معنی دار نبود. با این وجود، تفاوت‌های مشاهده شده در مقادیر زمان دستیابی لاروهای سنین دوم و سوم این شکارگر از لحاظ آماری معنی دار بود و مقدار این پارامتر در لاروهای سن سوم کمتر از لاروهای سن دوم بود (جدول ۲). در مقایسه دو گونه شکارگر مورد مطالعه در این بررسی مشخص گردید که هر چند اختلافاتی در مقادیر پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی لاروهای سنین دوم و سوم دو گونه مورد مطالعه مشاهده شد، اما تنها اختلافات مشاهده شده در مقادیر زمان دستیابی لاروهای سن سوم دو گونه مورد مطالعه از نظر آماری معنی دار بود (جدول ۲).

جدول ۱- پارامترهای بدست آمده از رگرسیون لجستیک در آزمایش واکنش تابعی مگس‌های شکارگر *Episyrphus balteatus* و *Scaeva albomaculata* نسبت به تراکم‌های مختلف شته سبز هلو

Table 1. Results of logistic regression analysis of the proportion of *Myzus persicae* consumed by predator flies of *Episyrphus balteatus* and *Scaeva albomaculata*

Predator species	Instars	Parameter	Estimated value	SE	P-value
<i>E. balteatus</i>	First	Intercept	1.6052	0.6497	0.0135
		Linear (N ₀)	-0.2168	0.0940	0.0211
		Quadratit (N ₀₂)	0.00562	0.00346	0.1041
		Cubic (N ₀₃)	-0.00005	0.000034	0.1555
	Second	Intercept	1.2746	0.3763	0.0007
		Linear (N ₀)	-0.0429	0.0278	0.1228
		Quadratit (N ₀₂)	0.00051	0.000518	0.3254
		Cubic (N ₀₃)	-2.000048	2.000539	0.3277
	Third	Intercept	2.6088	0.1815	0.0001
		Linear (N ₀)	-0.0277	0.00320	0.0001
		Quadratit (N ₀₂)	0.000065	0.000015	0.0001
		Cubic (N ₀₃)	-5.00000059	1.00000808	0.0020
<i>S. albomaculata</i>	Second	Intercept	2.1070	0.2766	0.0001
		Linear (N ₀)	-0.0430	0.00998	0.0001
		Quadratit (N ₀₂)	0.000186	0.000093	0.0452
		Cubic (N ₀₃)	-3.00000006	2.0000281	0.1802
	Third	Intercept	2.7189	0.2240	0.0001
		Linear (N ₀)	-0.0239	0.00387	0.0001
		Quadratit (N ₀₂)	0.000048	0.000018	0.0068
		Cubic (N ₀₃)	-3.00000053	2.00000146	0.1002

جلیلیان و همکاران: واکنش تابعی و تداخل مگس‌های سیرفید *Episyrphus balteatus* و *Scaeva albomaculata* ...

مقادیر مربوط به حداکثر میزان شکارگری (تعداد و درصد شته‌های خورده شده) توسط مدل مورد استفاده برای تعیین نوع واکنش تابعی برآورد گردید و در ترسیم منحنی‌های واکنش تابعی و درصد شکارگری نیز مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۲ و شکل‌های ۱ و ۲). اطلاعات ارائه شده در جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که حداکثر میزان شکارگری در لاروهای هر دو گونه شکارگر مربوط به لاروهای سن سوم می‌باشد و کمترین مقادیر این پارامتر نیز در گونه‌های *E. balteatus* و *S. albomaculata* به ترتیب در لاروهای سنین اول و دوم به دست آمد. علاوه بر این، در مقایسه مقادیر به دست آمده این پارامتر در لاروهای سنین دوم و سوم دو گونه شکارگر مورد مطالعه مشخص گردید که حداکثر میزان شکارگری لارو سن دوم گونه *E. balteatus* بیشتر از گونه *S. albomaculata* می‌باشد ولی در گونه *S. albomaculata* مقادیر این پارامتر در لارو سن سوم بیشتر بود.

جدول ۲- مقادیر پارامترهای واکنش تابعی (\pm SE) مگس‌های شکارگر *Episyrphus balteatus*

و *Scaeva albomaculata* نسبت به تراکم‌های مختلف شته سبز هلو

Table 2. Estimates of functional response parameters (\pm SE) of predator flies of *Episyrphus balteatus* and *Scaeva albomaculata* to proportion of *Myzus persicae*

Predator species	Instars	(a)	(T_h)	(T/T_h)	(r^2)
<i>E. balteatus</i>	First	0.0359 \pm 0.00718 (0.0212-0.0506)	2.257 \pm 0.2192 (1.8077-2.7059)	10.63	99.07
	Second	0.0420 \pm 0.00555 (0.0307-0.0533)	0.506 \pm 0.0472 (0.4101-0.6018)	47.43	98.00
	Third	0.0677 \pm 0.00812 (0.0515-0.0839)	0.316 \pm 0.0143 (0.2876-0.3449)	75.71	94.23
<i>S. albomaculata</i>	Second	0.0590 \pm 0.00786 (0.0431-0.0749)	0.575 \pm 0.0312 (0.5118-0.6381)	41.74	0.87
	Third	0.0655 \pm 0.00902 (0.0473-0.0836)	0.252 \pm 0.0144 (0.2233-0.2814)	92.24	0.87

تأثیر تراکم‌های مختلف لارو بر قدرت جستجوی سرانه (تداخل) و سرانه شکارگری: نتایج نشان داد که ارتباط معنی‌داری میان لگاریتم تراکم لاروهای سن سوم گونه *E. balteatus* و لگاریتم قدرت جستجوی سرانه آن‌ها در مقابل تراکم ۱۰۰ عددی شته سبز هلو از لحاظ آماری وجود نداشت ($P > 0.05$). عدم وجود ارتباط معنی دار نشانگر آن است که میانگین قدرت جستجوی سرانه لاروهای سن سوم این شکارگر با افزایش تراکم آن‌ها کاهش نمی‌یابد (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین (\pm خطای معیار) قدرت جستجوی سرانه، سرانه و کل شکارگری مگس‌های شکارگر *Episyrphus balteatus* و *Scaeva albomaculata* در مقابل تراکم ۱۰۰ عددی شته سبز هلو

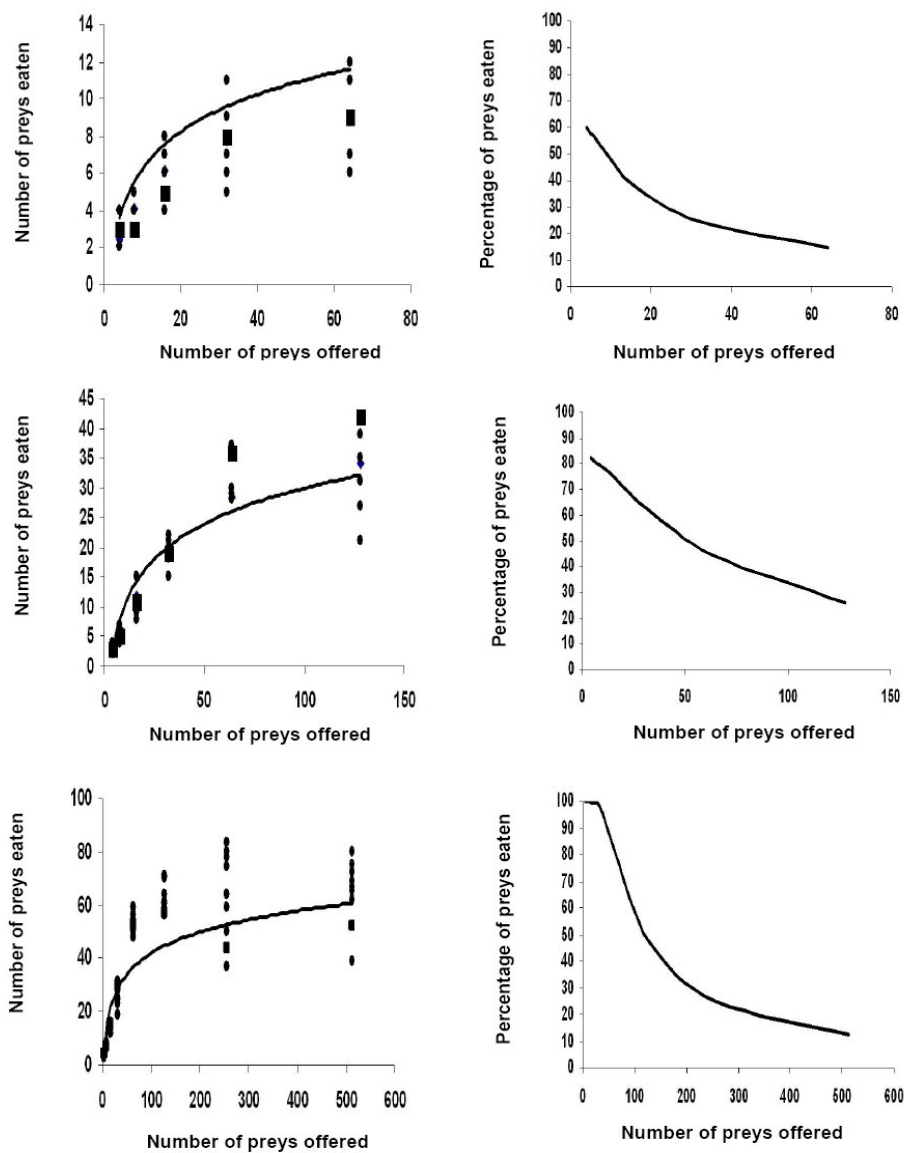
Table 3. Mean (\pm SE) per capita searching efficiency, per capita and total predation rate of *Episyrphus balteatus* and *Scaeva albomaculata* to 100 *Myzus persicae*

Predator species	Predator density	Total predation rate	Per capita predation rate	Per capita searching efficiency
<i>E. balteatus</i>	1	59.00 \pm 3.75b*	59.00 \pm 3.75a	0.91 \pm 0.09a
	2	79.00 \pm 5.94a	39.50 \pm 2.97b	0.97 \pm 0.23a
	3	85.00 \pm 3.80a	28.33 \pm 1.27c	0.68 \pm 0.08ab
	4	88.50 \pm 4.03a	22.13 \pm 1.01cd	0.83 \pm 0.11ab
	5	90.50 \pm 3.00a	18.10 \pm 0.59d	0.40 \pm 0.07b
<i>S. albomaculata</i>	1	74.00 \pm 4.70c	74.00 \pm 4.70a	1.47 \pm 0.25a
	2	91.17 \pm 2.96b	45.58 \pm 1.48b	1.44 \pm 0.24a
	3	97.00 \pm 1.15ab	32.33 \pm 0.38c	1.19 \pm 0.12a
	4	98.50 \pm 0.56ab	24.62 \pm 0.14d	1.14 \pm 0.00a
	5	99.00 \pm 0.51a	19.80 \pm 0.10d	0.91 \pm 0.00a

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون (برای هر گونه) نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند (Duncan).

*Means followed by the same letter in a column (for each species) are not significantly different at 5% probability level (Duncan).

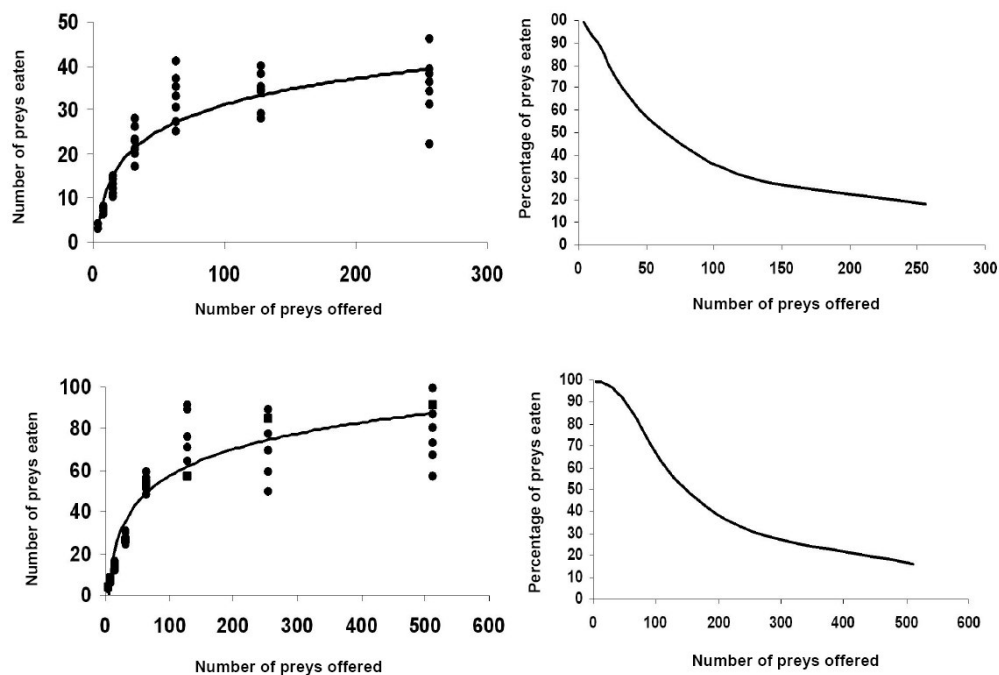
جلیلیان و همکاران: واکنش تابعی و تداخل مگس‌های سیرفید *Episyrphus balteatus* و *Scaeva albomaculata* ...



شکل ۱- منحنی‌های واکنش تابعی (چپ) و درصد طعمه‌های خورده شده شته سبز هلو (راست)

توسط لاروهای سنین اول (بالا)، دوم (وسط) و سوم (پائین) مگس *Episyrphus balteatus*

Fig. 1. Functional response (left) and percentage of prey eaten of *Myzus persicae* (right) by first (upside), second (navel) and third (bottom) instars of *Episyrphus balteatus*



شکل ۲- منحنی‌های واکنش تابعی (چپ) و درصد طعمه‌های خورده شده سبزه سبز هلو (راست)

توسط لاروهای سنین دوم (بالا) و سوم (پایین) مگس *Scaeva albomaculata*

Fig. 2. Functional response (left) and percentage of prey eaten of *Myzus persicae* (right) by second (upside) and third (bottom) instars of *Scaeva albomaculata*

در گونه *S. albomaculata* ارتباط میان لگاریتم تراکم لاروهای سن سوم این شکارگر و لگاریتم قدرت جستجوی سرانه آن‌ها در مقابل تراکم ۱۰۰ عددی شته سبز هلو معنی دار بود ($P < 0.05$) و معادله خط رگرسیون به صورت $\log a = 0.200 - 0.274 \log P$ به دست آمد. میزان ضریب همبستگی (r^2) نیز برابر با ۰/۸۰ بود. با توجه به منفی بودن شیب خط رگرسیون می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش تراکم لارو، میانگین قدرت جستجوی سرانه به ازای هر لارو کاهش می‌یابد و این امر نشانگر وجود تداخل به عنوان یک عامل وابسته به تراکم می‌باشد (جدول ۳). وجود تداخل در لاروهای سن سوم گونه *S. albomaculata* در مقایسه با

جلیلیان و همکاران: واکنش تابعی و تداخل مگس‌های سیرفید *Episyrphus balteatus* و *Scaeva albomaculata* ...

E. balteatus احتمالاً به علت کاهش بیشتر میانگین قدرت جستجوی سرانه به ازای افزایش تراکم لاروهای شکارگر این گونه می‌باشد که این امر نیز می‌تواند به دلیل جثه بزرگتر لاروهای سن سوم این گونه در مقایسه با گونه *E. balteatus* باشد. برخی محققین معتقدند که موضوع تداخل فقط در شرایط آزمایشگاهی و محیط‌های محدود اعتبار دارد و در شرایط صحرایی احتمال وجود تداخل بین افراد یک گونه شکارگر بسیار اندک است. در بررسی میانگین قدرت جستجوی سرانه اختلاف زیادی بین نتایج کارهای آزمایشگاهی و صحرایی وجود داشته و میزان تداخل در شرایط طبیعی کمتر بوده است (Jones and Hassell, 1988). به هر حال مطالعه پدیده تداخل به منظور رهاسازی دشمنان طبیعی در محیط‌های محدود مانند گلخانه‌ها و انبارهای محصولات کشاورزی از اهمیت بیشتری برخوردار است.

نتایج حاصل از آزمایش‌ها نشان داد که افزایش تراکم لاروهای شکارگر در هر دو گونه مورد مطالعه به ترتیب سبب افزایش و کاهش میزان شکارگری کل و سرانه می‌گردد (جدول ۳). در هر دو گونه مگس شکارگر، بیشترین و کمترین میزان کل شکارگری به ترتیب در تراکم‌های ۵ و ۱ عددی لاروهای سن سوم به دست آمد. علاوه بر این، بیشترین میزان سرانه شکارگری در هر دو گونه مگس شکارگر در تراکم ۱ عددی لارو سن سوم به دست آمد (جدول ۳)*.

منابع:

- ALHMEDI, A., E. HAUBRUGE and F. FRANCIS, 2008. Role of prey-host plant associations on *Harmonia axyridis* and *Episyrphus balteatus* reproduction and predatory efficiency. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 128: 49-56.
- ANKERSMIT, G. W., H. DIJKMAN, N. J. KEUNING, H. MERTENS, A. SINS and H. M. TACOMA, 1986. *Episyrphus balteatus* as a predator of aphid *Sitobion avenue* on

* نشانی نگارندگان: دکتر یعقوب فتحی‌پور، مهندس فرزاد جلیلیان، دکتر علی اصغر طالبی و مهندس امین صداریان، گروه حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی ۳۳۶-۱۴۱۱۵، تهران، ایران.

- winter wheat. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 42: 271-277
- DEAN, G. J., 1982. Ponology of aphidophagous predators *Annual Applied Biology*, 101: 182-184.
- DENT, D. 1981. *Insect Pest Management*. C. H. B. International, London,. 410 pp.
- DONELLY, B. E. and T. W. PHILLIPS, 2001. Functional response of *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae): effects of prey species and habitat. *Environmental Entomology*, 30: 617-627.
- FAN, Y. G. and F. Q. ZHENG, 1990. Determination of predatory function of the late instars larvae of *lasiophthicus pyrastris* (Dip: Syrphidae). *Natural Enemies of Insect*, 12: 105-107.
- FATHIPOUR, Y., H. DADPOUR MOGHANLOO and M. ATTARAN, 2002. The effect of the type of laboratory host on functional response of *Trichogramma pintoi* Voegele (Hym., Trichogrammatidae). *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*, 9: 102-118.
- FATHIPOUR, Y., A. HOSSEINI, A. A. TALEBI and S. MOHARRAMIPOUR, 2006. Functional response and mutual interference of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiidae) on *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae). *Entomologica Fennica*, 17: 90-97.
- FRANCIS, F., P. CPLIGNON, P. HSTIR, E. HAUMBORAGE and C. GASPER, 2001. Evaluation of aphidophagous ladybird population in vegetable crop and implication as biological agents. *Med. Fac. Landbouw. Univ.*, 66: 333-340.
- GILBERT, F. S. 1986. *Hover Flies*. Cambridge University Press. UK.
- HASSELL, M. P. and G. C. VARLEY, 1969. New inductive population model for insect parasites and its bearing on biological control. *Nature*, 223: 1113-1137.
- HOLLING, C. S. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Canadian Entomologist*, 91: 385-398.
- JERVIS, M. A. and N. KID, 1996. *Insect Natural Enemies, Practical Approaches to their Study and Evaluation*, Chapman and Hull, London.
- JONES, T. H. and M. P. HASSELL, 1988. Patterns of parasitism by *Tribliographa rapae* a cinipid parasitoid of cabbage root fly, under laboratory and field conditions. *Ecological Entomology*, 13: 309-317.
- JULIANO, S. A. 1993. Nonlinear Curve Fitting: Predation and Functional Responses Curves. In: SCHEINER, S. M. and GURREVITCH. J. (Eds.). pp. 159-182. *Design and Analysis*

جلیلیان و همکاران: واکنش تابعی و تداخل مگس‌های سیرفید *Episyrphus balteatus* و *Scaeva albomaculata* ...

- of Ecological Experiments. Chapman and Hall, London.
- NICHOLSON, A. J. 1933. The balance of animal populations. *Journal of Animal Ecology*, 2: 132-178.
- NOURBAKHS, S. H., E. SOLEYMAN-NEJADIAN and A. R. NEMTI, 2008. Biology and population dynamics of *Scaeva albomaculata* (Diptera: Syrphidae) in almond orchards of Shahrekord, Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, 27: 93-108.
- PECK, L. V. 1988. Family Syrphidae. In: SOOS, A. and PAPP, L. (Eds.). pp. 11-230. *Catalog of Palaearctic Diptera. Proceeding of Crop Protection Conference, Pest and Diseases*. Brighton, November 1992.
- RADJABI, G. 1989. *Insects Attacking Rosaceous Fruit Trees in Iran*. Iranian Institute Research of plant protection.
- ROGERS, D. J. 1972. Random search and insect population models. *Journal of Animal Ecology*, 41: 369-383.
- SADEGHI, H. and F. GILBERT, 2000. Oviposition preferences of aphidophagous hoverflies. *Ecological Entomology*, 25: 91-100.
- SHUKLA, A. N., C. P. M. TRIPATHI and R. SINGH, 1997. Effect of food plants on numerical response of *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Lipaphis erysimi* (Kalit.) (Homoptera: Aphididae). *Biological Agriculture and Horticulture*, 14: 71-77.
- SOOS, A. and L. PAPP, 1988. *Catalogue of Palaearctic Diptera. Vol 8, Syrphidae and Conopidae*. Zoological Department Hungarian Natural History Museum Budapest, Hungary. 363 pp.
- SUSETYA PUTRA, N. and H. YASUDA, 2006. Effects of prey species and its density on larval performance of two species of hoverfly larvae, *Episyrphus balteatus* de Geer and *Eupeodes corollae* Fabricius (Diptera: Syrphidae). *Applied Entomology and Zoology*, 41: 389-397.
- WAAGE, J. 1990. Ecological Theory and the Selection of Biological Control Agents. In: MACKAUER, M., EHLER, L. E. and Roland. J. (Eds.). pp. 135-154. *Issues in Biological Control*. Intercept press, Andorer.
- YOUZHEN, L. and L. XUEYAN, 2000. Study on the predation of *Epistrophe balteatus* De Geer on *Myzus persicae* (sulzer). *Journal of Yunnan Agricultural University*, 15: 109-111.

آفات و بیماری‌های گیاهی: جلد ۷۸، شماره ۲، اسفند ۱۳۸۹

Address of the authors: Eng. F. JALILIAN, Dr. Y. FATHIPOUR, Dr. A. A. TALEBI and Eng. A. SEDARATIAN, Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, P. O. Box 14115-336, Tehran, Iran.

جلیلیان و همکاران: واکنش تابعی و تداخل مگس‌های سیرفید *Episyrphus balteatus* و *Scaeva albomaculata* ...