

تأثیر دما بر ویژگی‌های زیستی و توان تغذیه‌ای *Episyrphus balteatus*
Nasonovia ribisnigri (Diptera: Syrphidae) شکارگر مهم شته کاهو
(Hemiptera: Aphididae)

افروز فارسی*، فرحان کچیلی، محمد سعید مصدق و آرش راسخ

گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: afrooz.farsi@yahoo.com

چکیده

ویژگی‌های زیستی و نرخ تغذیه‌ی مگس *Episyrphus balteatus* روی آفت مهم و اقتصادی کاهو، شته *Nasonovia ribisnigri* در ۴ دمای ثابت (۱۵، ۲۰، ۲۵ و 30 ± 1 درجه سلسیوس)، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بررسی شد. نتایج نشان داد، طول دوره رشد و نمو جنینی (تخم)، سنین اول و سوم لاروی و شفیره *E. balteatus* به طور معنی‌داری با افزایش دما کاهش می‌یابد. افزایش دما همچنین سبب کاهش دوره رشدی پیش از بلوغ شکارگر از ۲۴/۴۳ روز (دمای ۱۵ درجه سلسیوس) به ۱۳/۹۴ روز (دمای ۳۰ درجه سلسیوس) شد. میزان تغذیه *E. balteatus* نیز تحت تأثیر دو متغیر سنین مختلف لاروی و دماهای مورد بررسی قرار گرفت. میزان تغذیه ۲۴ ساعته این شکارگر در ۴ دمای ذکر شده به ترتیب ۱۱/۴۸، ۱۳/۹، ۱۱/۹۷ و ۹/۳۲ عدد پوره به ازای هر لارو بود. ولی از نظر طول دوره رشدی و میزان تغذیه سن دوم لاروی این گونه، هیچگونه اختلاف معنی‌داری در دماهای مورد بررسی مشاهده نشد. کمترین درصد مرگ و میر و بیشترین مقدار تغذیه ۲۴ ساعته به ترتیب به میزان ۱۲ درصد و $11/6 \pm 0/62$ پوره سن سه در مرحله سوم لاروی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس مشاهده شد. بر اساس نتایج به دست آمده و با توجه به نرخ تغذیه بالای *E. balteatus* به ویژه در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، به نظر می‌رسد این شکارگر می‌تواند به عنوان یکی از اجزای مناسب برای برنامه مدیریت تلفیقی شته کاهو در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: *Episyrphus balteatus*، *Nasonovia ribisnigri*، دما، زیست‌شناسی، نرخ تغذیه

Effect of temperature on biological characteristics and feeding capacity of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) as important predator of the currant lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri* (Hemiptera: Aphididae)

Afroz Farsi*, Farhan Kocheili, Mohammad Saeed Mossadegh & Arash Rasekh

Department of plant protection, faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

* Corresponding author, E-mail: afrooz.farsi@yahoo.com

Abstract

Biological characteristics and feeding rate of *Episyrphus balteatus* on *Nasonovia ribisnigri* as an economically important pest of lettuce were evaluated at four constant temperatures (15, 20, 25 and $30 \pm 1^\circ\text{C}$), $65 \pm 5\%$ RH and a photoperiod of 16L: 8D h. Results showed that the developmental time of the incubation period (egg), first and third instars larvae and pupae of *E. balteatus* significantly decreased with increasing temperature. Moreover, the duration of developmental time (total immature stages) of this predator decreased with increasing temperature from 24.43 days at 15°C to 13.94 days at 30°C . The feeding rate of *E. balteatus* was effected by larval instars and temperatures. The 24-hour feeding rate of total larval instars of the predator were 11.48, 13.9, 11.97 and 9.32 nymphs / larva at examined temperatures, respectively. There were no significant differences regarding the developmental time and

دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۲، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۲۸

دبیر تخصصی: احد صحراگرد

24-hour feeding rate of the second larval instar at studied temperatures. The least mortality rate and the greatest 24-hour feeding rate were 12% and 11.6 ± 0.62 third instar nymphs of *N. ribisnigri* / larva, respectively, in third instar larvae of *E. balteatus* at 20°C. According to the obtained results and considering high feeding rate of *E. balteatus* especially at 20°C, seems this predator can be considered as one of the suitable elements for the integrated pest management program of currant lettuce aphid.

Key words: *Episyrphus balteatus*, *Nasonovia ribisnigri*, temperature, biology, feeding rate

Received: 2 March 2020, Accepted: 17 May 2020.

مقدمه

شته کاهو (*Nasonovia ribisnigri* Mosely (Hem.: Aphididae)، یکی از آفات کلیدی کاهو محسوب می‌شود. این آفت برای اولین بار در سال ۱۳۸۷ از جنوب استان خوزستان گزارش شد (Bagheri et al., 2008). افزایش جمعیت و تغذیه پنهان این آفت از برگ‌های داخلی و سر کاهو باعث می‌شود این آفت از دسترس سموم تماسی محفوظ مانده و خسارت‌های زیادی به محصولات کاهو در مزارع وارد سازد (Palumbo, 2000; Stufkens & Teulon, 2003). در حال حاضر موفق‌ترین و مؤثرترین سیستم‌های مدیریت تلفیقی آفات (IPM) بر پایه استفاده از روش‌های غیرشیمیایی استوار می‌باشند. مگس‌های شکارگر خانواده سیرفیده، یکی از مهمترین دشمنان طبیعی شته‌ها در کشت‌های یک‌ساله و دائمی به شمار می‌روند (Chambers, 1986; Bugg et al., 2008). لاروهای این خانواده به‌عنوان شکارگر شته‌ها دارای نقش مهمی در حفظ تعادل زیستی در بوم سامانه‌های کشاورزی هستند (Hopper et al., 2011; Jalilian et al., 2011). در این میان مگس سیرفید *Episyrphus balteatus* De Geer (Diptera: Syrphidae) به دلیل داشتن نرخ زادآوری بالا، مدت زمان تغذیه و کارایی بالا به عنوان مهمترین شکارگر بسیاری از شته‌ها از جمله شته *N. ribisnigri* در مزارع به شمار می‌رود (Pineda et al., 2007). لارو این گونه، شکارگر بیش از ۱۰۰ گونه از شته‌ها در سراسر جهان می‌باشد (Ankersmit et al., 1986; Putra & Yasuda, 2006; Pineda et al., 2007; Hong & Hung, 2010; Jalilian et al., 2011). این گونه از تمام قسمت‌های اروپا، روسیه، افغانستان، چین، ژاپن، الجزایر، مصر، انگلستان و استرالیا گزارش شده است (Hong & Hung, 2010). این گونه برای اولین بار در ایران از استان‌های فارس و ارومیه گزارش شده است (Modarres Aval, 1994). بر اساس بررسی‌های Smith et al. (2008) در سواحل مرکزی کالیفرنیا، فراوانی سیرفیدها و حضور مداوم آنها در طول فصل زراعی، عامل اصلی کاهش خسارت شته‌های *N. ribisnigri* به زیر سطح زیان اقتصادی می‌باشد. همچنین، Bryant (2004) گزارش نمود که لاروهای مگس‌های سیرفید عامل مهمی در کنترل و جلوگیری از طغیان شته کاهو در مزارع کاهو هستند. این لاروها براحتی می‌توانند از قسمت‌های بالایی به قسمت‌های مرکزی کاهو نفوذ نمایند و هر لارو قادر است روزانه ۳۰ تا ۴۰ عدد شته را مورد تغذیه قرار دهد. در مطالعات انجام شده در خصوص تنوع زیستی و پویایی جمعیت مگس‌های شکارگر سیرفیده در مزارع کاهوی استان خوزستان، این شکارگرها از مهم‌ترین گروه دشمنان طبیعی شته کاهو معرفی شده‌اند که در این میان *E. balteatus*، با ۴۵ درصد فراوانی نسبی، به عنوان گونه غالب شناخته شده است (Farsi et al., 2014).

در برنامه‌های مدیریتی می‌توان با افزایش منابع شهد و گرده گل‌ها در مزارع و باغات موجب جلب و هدایت این شکارگرها شد (Kopta et al., 2009). فاکتورهای بسیار زیادی شناخته شده‌اند که ظرفیت شکارگرهای سیرفید را برای تخم‌گذاری و مصرف طعمه، تحت تأثیر قرار می‌دهند (Vanhaelen, et al., 2001; Almohamad et al., 2006). در بین این عوامل، دما اثر شگرفی روی نرخ رشد و نمو و افزایش مصرف طعمه توسط شکارگرها دارد (Jalilian et al., 2016). (Hong & Hung (2010) ویژگی‌های زیستی و ظرفیت شکارگری گونه *E. balteatus* روی شته *Aphis gossypii* Glover را در دماهای مختلف مورد بررسی قرار داد. همچنین بررسی‌ها نشان داده است که

ارتباط مستقیمی بین میزان تراکم تخم‌ها و لاروهای مگس سیرفید و کاهش جمعیت شته‌ها در مزارع کاهو و دیگر مزارع کشاورزی وجود دارد (Tenhumberg, 1995; Bugg *et al.*, 2008). طبق مشاهدات Smith & Chaney (2007)، بعضی از گونه‌های مگس‌های سیرفید حتی قادرند که بر روی کاهوهای سالم و عاری از شته و یا با جمعیت بسیار پایینی از شته‌ها، به‌طور موفقیت‌آمیزی تخم‌گذاری نمایند. گونه *E. balteatus* این قابلیت را دارد که دسته‌های تخم خود را ذخیره نماید و در زمانی که آلودگی شته‌ها در مزرعه افزایش یافت، تخم‌گذاری را انجام دهد. این محققین حدس زدند که شاید گیاهان گلدار اطراف مزارع با تولید محرک‌های تخم‌ریزی، در این زمینه مؤثر باشند. بر اساس گزارشات (Branquart & Hemptinne 2000)، ظرفیت تخم‌ریزی گونه *E. balteatus* در طول دوره زندگی، حدود ۲۰۰۰ الی ۴۵۰۰ عدد تخم می‌باشد که هر دو عامل زادآوری کل و نرخ تولید تخم این شکارگر ارتباط مستقیمی با اندازه بدن حشرات بالغ ماده دارد. بررسی‌ها همچنین نشان داده است ارتباط مستقیمی بین سن حشره ماده و میزان باروری آن‌ها وجود دارد. بدین ترتیب که ماده‌های جوانتر *E. balteatus* (با سن ۲ الی ۵ هفته‌ای) به واسطه داشتن پتانسیل بالای تخم‌ریزی، نقش مهمی در کنترل بیولوژیک شته‌ها ایفا می‌کنند (Raki, 2010).

در ایران اطلاعات اندکی در زمینه زیست‌شناسی مگس‌های سیرفید در دسترس است (Moetamedinia *et al.*, 2004; Nourbakhsh *et al.*, 2008; Jalilian, 2015; Jalilian *et al.*, 2011 & 2016). در مطالعات انجام شده توسط Jalilian (2015)، طول دوره‌های رشدی و نرخ تغذیه لاروهای *E. balteatus* روی شته *Aphis pomi* De Geer در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بررسی شد. همینطور (Jalilian *et al.*, 2011) واکنش تابعی و تداخل مگس‌های سیرفید *E. balteatus* و *Scavea albomaculata* Maquart با تغذیه از شته سبز هلو *Myzus persicae* Sulzer مورد بررسی قرار دادند. هدف از انجام این پژوهش، برداشتن گامی در مسیر مهار زیستی شته‌ها، به هم نخوردن چرخه‌های زنجیره غذایی و حفظ تعادل محیط زیست است. این مطالعه با هدف بررسی زیست‌شناسی آزمایشگاهی و میزان تغذیه گونه *E. balteatus* در ۴ دمای ثابت انجام شد تا اطاعات به دست آمده به منظور بکارگیری این شکارگر به عنوان عامل مهار زیستی شته کاهو مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تهیه کلنی شته *N. ribisnigri* و مگس شکارگر *E. balteatus*

برای این منظور بذره‌های رقم کاهو پیچ معمولی (Romaine) در گلدان‌های پلاستیکی به قطر دهانه ۱۶ و ارتفاع ۱۳ سانتی‌متر که حاوی مخلوطی از خاک، ماسه و کود گیاهی بود، کشت شدند. برای تهیه طعمه به منظور پرورش لاروهای مگس شکارگر *E. balteatus*، مراحل مختلف رشدی شته‌های *N. ribisnigri* از روی کاهوهای آلوده در مزرعه جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور تشکیل کلنی شته، درون ظروف تلقی و استوانه‌ای شکل به قطر دهانه ۷ و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر، شیشه‌ای به قطر دهانه ۲/۵ و ارتفاع ۷/۵ سانتی‌متر حاوی آب گذاشته و در هر یک از آنها یک برگ کاهو قرار داده شد. بر روی هر برگ، مراحل مختلف شته اعم از پوره، ماده بی‌بال و بال‌دار رهاسازی شده و جهت جلوگیری از ورود شته‌ها به آب، اطراف هر برگ توسط پنبه به خوبی پوشانیده شد. به منظور تهویه، بر روی درپوش ظروف پلاستیکی سوراخی تعبیه شد و روی آن یک پارچه توری ریز بافت قرار گرفت. این ظروف در اتاقک رشد در دمای 20 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (تاریکی:روشنایی) نگهداری شدند (Diaz & Fereres, 2005).

به منظور پرورش نسل اول مگس سیرفید *E. balteatus* در هر دما، لاروهای سن یک این شکارگر از داخل کلتی‌های شته در طبیعت جمع‌آوری و بر روی کاهوهای آلوده به شته، درون ظروف پلاستیکی به ابعاد $14 \times 7 \times$ ۲۱ سانتی‌متر، تا رسیدن به مرحله بلوغ نگهداری شدند. سپس حشرات بالغ نر و ماده تفریخ شده درون سبدهای پرورشی به ابعاد $29 \times 29 \times 42$ سانتی‌متر که بدنه آن به منظور تهویه سوراخ شده و با یک پارچه توری ریز بافت به منظور امکان تهویه، پوشانده شده بود، رهاسازی شدند. جهت تغذیه آن‌ها، از شاخه‌های بریده شده گل جعفری و محلول آب عسل ۱۰ درصد و به منظور تحریک تخم‌ریزی مگس‌های ماده، کاهوهای آلوده به شته استفاده گردید. تخم‌های گذاشته شده روی برگ‌ها به صورت انفرادی (همراه با برگ) به وسیله قیچی جدا و بطور جداگانه در ظرف پتری به ابعاد 6×1 سانتی‌متر نگهداری شدند. تخم‌ها روزانه بررسی شدند تا پس از تفریخ، لاروهای هم‌سن به دست آمده در آزمایش مورد استفاده قرار گیرند (Putra & Yasuda, 2006).

ارزیابی ویژگی‌های زیستی و نرخ تغذیه مگس شکارگر *E. balteatus*

این آزمایش در چهار دمای ثابت ۱۵، ۲۰، ۲۵ و 30 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (تاریکی: روشنایی) در ۲۰ تکرار انجام شد. پس از گذشت یک نسل از پرورش شکارگر *E. balteatus* در دمای مربوطه، درون ظروف طلقی ذکر شده در مرحله قبل، تعداد ۵۰ عدد پوره سن سه *N. ribisnigri* بر روی یک برگ کاهو رهاسازی گردید و یک عدد لارو سن یک این شکارگر با دقت بر روی آن منتقل شد (Hopper et al., 2011). در هر بازدید پس از شمارش پوره‌های خورده شده، تعداد پوره‌های زنده به ۵۰ عدد روی هر برگ کاهو رسانده شد. پرورش لارو سن دو و سه نیز مانند پرورش لارو سن یک تا زمان شفیره شدن ادامه یافت. در این آزمایش ملاک ورود مگس‌های سیرفید *E. balteatus* به سن لاروی بالاتر مشاهده پوست‌های به‌جا مانده بود. شفیره‌ها نیز بطور جداگانه به ظروف استوانه‌ای دیگری منتقل و تا قبل از ظهور حشره بالغ، روزانه بررسی شدند. در نهایت، طول دوره‌های رشدی (طول مراحل تخم، سنین لاروی، شفیره، طول عمر و نسبت جنسی حشرات بالغ) و میزان تغذیه سنین مختلف لاروی *E. balteatus* ثبت شد (Hopper et al., 2011).

میزان تغذیه مراحل لاروی مگس شکارگر *E. balteatus*

میزان تغذیه سنین لاروی شکارگر *E. balteatus* در مدت ۲۴ ساعت با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Cabral, et al., 2006):

$$V_0 = (A - a_{24})ra_{24}$$

در این رابطه V_0 تعداد شکار خورده شده، A تعداد شکار در دسترس، a_{24} تعداد شکار زنده بعد از ۲۴ ساعت و ra_{24} نسبت شکار زنده بعد از ۲۴ ساعت در ظرف کنترل (تعداد شته‌های زنده / کل شته‌های گذاشته شده در تیمار کنترل در ۲۴ ساعت) می‌باشد. به منظور مقایسه میزان تغذیه لاروهای *E. balteatus* در چهار دمای ذکر شده، V_0 برای هر یک از سنین لاروی و در کل طول دوره رشدی آن‌ها محاسبه شد.

مقایسه طول دوره رشدی و میزان تغذیه مراحل مختلف زیستی مگس سیرفید از طریق تجزیه واریانس بر اساس طرح پایه کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد و با بکارگیری نرم‌افزار SAS انجام شد. همچنین، اثر متقابل دو فاکتور دما و سن لاروی بر روی میزان تغذیه مگس شکارگر *E. balteatus* با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بررسی شد.

نتایج و بحث

طول دوره رشد و نمو مراحل نابالغ مگس شکارگر *E. balteatus*

میانگین طول دوره‌های نموی هر مرحله رشدی مگس *E. balteatus* و نتایج به‌دست آمده از تجزیه آماری آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین طول دوره نمو تخم این گونه ($F=42.38$, $df=3, 118$, $P<0.0001$) در دماهای مختلف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. با افزایش دما، طول دوره نمو تخم از ۳/۸۶ روز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس تا ۱/۸۷ روز در دمای ۳۰ درجه سلسیوس کاهش یافت. همچنین، طول دوره نموی لارو سن یک ($F=17.75$, $df=3, 107$, $P<0.0001$)، لارو سن سه ($F=12.56$, $df=3, 86$, $P<0.0001$) و شفیره ($F=62.62$, $df=3, 81$, $P<0.0001$) نیز با افزایش دما به طور معنی‌داری کاهش یافت. با این تفاوت که در طول دوره نموی لارو سن دو هیچ گونه اختلاف معنی‌داری در دماهای مختلف مشاهده نشد ($F=1.42$, $df=3, 92$, $P=0.2405$). طولانی‌ترین طول دوره پیش از بلوغ نیز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس (۲۴/۴۳ روز) و کوتاه‌ترین طول این دوره در دمای ۳۰ درجه سلسیوس (۱۳/۹۴ روز) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری داشتند ($F=35.51$, $df=3, 81$, $P<0.0001$). بیشترین طول دوره رشدی قبل از بلوغ به ترتیب در شفیره، لارو سن سوم و تخم مشاهده گردید. بر اساس این نتایج، دما با افزایش سوخت و ساز بدن سبب کاهش طول دوره رشد پیش از بلوغ شد که با نتایج به‌دست آمده از تحقیقات (Ankersmit et al. (1986)، Tenhumberg (1995)، Hong & Hung (2010) و Hopper et al. (2011) مطابقت دارد.

جدول ۱- میانگین طول دوره رشد و نمو (\pm خطای استاندارد)، درصد مرگ و میر و نسبت جنسی مگس شکارگر

Episyrphus balteatus روی شته *Nasonovia ribisnigri* در ۴ دمای ثابت

Table 1. Mean (\pm SE) developmental time, mortality and sex ratio of *Episyrphus balteatus* on *Nasonovia ribisnigri* at four constant temperatures

Developmental time (day)	Mean \pm SE ¹			
	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
Egg	3.86 \pm 0.18 a	3.80 \pm 0.11 a	2.60 \pm 0.15 b	1.87 \pm 0.12 c
1 st instar larva	1.93 \pm 0.13 a	1.37 \pm 0.04 b	1.23 \pm 0.09 b	1.13 \pm 0.03 b
2 nd instar larva	1.88 \pm 0.13 a	1.63 \pm 0.12 ab	1.50 \pm 0.10 b	1.74 \pm 0.18 ab
3 rd instar larva	4.39 \pm 0.13 b	5.00 \pm 0.18 a	4.60 \pm 0.01 ab	3.25 \pm 0.20 c
Pupa	12.38 \pm 0.41 a	10.93 \pm 0.47 b	6.74 \pm 0.43 c	5.64 \pm 0.13 c
Developmental time	24.43 \pm 0.42 a	22.70 \pm 0.72 a	16.61 \pm 0.44 b	13.94 \pm 0.13 c
Pre-adult Mortality (%)	31.3	12	23.4	48.6
Sex ratio (Male : Female)	(9:91)	(36:64)	(40:60)	(33:67)

¹ Means followed by the same letters in each row are not significantly different at $P<0.05$ (Tukey test).

بر اساس نتایج (Ankersmit et al. (1986)، طول دوره پیش از بلوغ از تخم تا حشره بالغ مگس گل *E. balteatus* در دمای ۱۵ درجه سلسیوس ۴۰ روز طول کشید. تخم‌ها و لاروهای این شکارگر توانستند در دمای پایین ۷/۵ درجه سلسیوس دوره رشدی خود را تکمیل نمایند و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، کاهش شدیدی در طول دوره رشدی تخم‌ها مشاهده شد. در بررسی‌های (Hong & Hung (2010)، طول این دوره در دمای ۲۶/۶ و ۲۹/۹ درجه سلسیوس به ترتیب به ۳/۱ و ۲/۸ روز کاهش یافته بود. در تحقیق انجام شده توسط (Jalilian (2015)، طول دوره رشد و نمو تخم، لاروی، شفیرگی و کل دوره پیش از بلوغ مگس *E. balteatus* با تغذیه از شته *A. pomi* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، به ترتیب ۴، ۱۱/۳۳، ۷/۲۰ و ۲۳/۵۰ روز به‌دست آمد. نتایج این مطالعه به نتایج ما تا حدودی نزدیک بود و اختلاف در دوره رشد و نمو به گونه طعمه مربوط می‌باشد. نوع طعمه پراسنجه‌های زیستی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Putra & Yasuda, 2006; Vanhaelen et al., 2002).

در پژوهش حاضر کمترین درصد مرگ و میر پیش از بلوغ مگس شکارگر *E. balteatus* در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و بیشترین درصد مرگ و میر به ترتیب در دمای ۳۰ و ۱۵ درجه سلسیوس مشاهده شد (جدول ۱). بر این اساس به دلیل مرگ و میر زیاد در دمای ۱۵ و ۳۰ درجه سلسیوس، این دو دما برای نمو مگس شکارگر *E. balteatus* مناسب نمی‌باشند. در طی تحقیقات (Tenhumberg 1995) درصد مرگ و میر پیش از بلوغ *E. balteatus* با تغذیه از شته باقلا *Aphis fabae* Scop. در دماهای ۱۵، ۲۰، ۲۲ و ۲۵ درجه سلسیوس به ترتیب ۳۰، ۲۳، ۲۷ و ۲۷ درصد گزارش شده است. این در حالی است که (Ankersmit et al. 1986) بیشترین درصد مرگ و میر لاروهای مگس گل *E. balteatus* را با تغذیه از شته *Sitobion avenae* Fabricius در دمای ۱۷ درجه سلسیوس ۷۰ درصد گزارش نمود. در بررسی حاضر تغییر دما همچنین اثر قابل توجهی بر روی نسبت جنسی داشت، به شکلی که با افزایش دما، نسبت ماده در دمای ۱۵ درجه سلسیوس از ۹۱ درصد (۹۱ ماده : ۹ نر) به سمت تولید بیشتر نر (۳۳ ماده : ۶۷ نر) در دمای ۳۰ درجه سلسیوس (۳۳ درصد) کاهش یافت (جدول ۱). بر اساس مشاهدات (Ankersmit et al. 1986) در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، ۶۱ درصد از جمعیت لاروهای مگس شکارگر *E. balteatus* تبدیل به ماده شدند که نتایج این بررسی با نتایج آن‌ها همخوانی دارد.

بررسی میزان تغذیه مراحل لاروی مگس گل *E. balteatus*

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین میزان تغذیه روزانه لاروهای سنین مختلف مگس شکارگر *E. balteatus* با تغذیه از شته کاهو در ۴ دمای ثابت به ترتیب در جدول ۲ و ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر سنین لاروی و دما بر میزان تغذیه ۲۴ ساعته لاروهای مگس شکارگر *Episyrphus*

balteatus روی شته *Nasonovia ribisnigri*

Table 2. Analysis of variance the effect of larval instar and temperature on 24-hour feeding rate of *Episyrphus balteatus* on *Nasonovia ribisnigri*

Source	df	F Value	P
Larval instar	2	867.30	<0.0001
Temperature	3	13.77	<0.0001
Larval instar × Temperature	6	18.55	<0.0001
Error	285		
Coefficient of variation	40.01		

بر اساس این نتایج، میزان تغذیه مگس شکارگر *E. balteatus* تحت تأثیر دو متغیر سنین مختلف لاروی و دماهای مختلف قرار گرفت ($F=171.37$, $df=11, 285$, $P<0.0001$). اثرات سن لاروی، دما و اثرات متقابل آن‌ها بر روی میزان تغذیه مگس شکارگر *E. balteatus* اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۲). نتایج این بررسی نشان داد که میزان تغذیه لارو سن یک ($F=20.77$, $df=3, 107$, $P<0.0001$) و لارو سن سه ($F=17.16$, $df=3$) در دماهای مختلف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. در حالی که هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در تغذیه لاروهای سن دو در دماهای مختلف مشاهده نشد ($F=1.04$, $df=3, 92$, $P=0.376$). کمترین تعداد شته مصرف شده در کل طول دوره لاروی در دمای ۳۰ درجه و بیشترین تغذیه در دمای ۲۰ درجه سلسیوس با اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($F=17.16$, $df=3, 86$, $P<0.0001$) (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین تغذیه روزانه بین سنین لاروی در هر دما نشان داد که در میزان مصرف لاروها اختلاف معنی‌داری وجود داشت و بیشترین تغذیه در سن سه لاروی صورت گرفت (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین تغذیه روزانه (\pm خطای استاندارد) مراحل مختلف لاروی مگس شکارگر *Episyrphus balteatus* با تغذیه از شته کاهو *Nasonovia ribisnigri* در چهار دمای ثابت

Table 3. Mean (\pm SE) daily feeding rate of larval instar of *Episyrphus balteatus* on *Nasonovia ribisnigri* at four constant temperatures

Developmental stages	Mean \pm SE ^{1,2}			
	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
1 st instar larva	0.95 \pm 0.08 Cb	0.48 \pm 0.05 Cd	1.29 \pm 0.05 Ca	0.71 \pm 0.08 Cc
2 nd instar larva	1.62 \pm 0.17 Bb	1.77 \pm 0.15 Bb	1.95 \pm 0.14 Bb	2.08 \pm 0.28 Ba
3 rd instar larva	8.77 \pm 0.35 Ab	11.6 \pm 0.62 Aa	8.72 \pm 0.41 Ab	6.48 \pm 0.59 Ac
Total	11.48 \pm 0.33 b	13.9 \pm 0.63 a	11.97 \pm 0.39 b	9.32 \pm 0.63 c

¹ Means followed by the lowercase letters in each row are not significantly different at $P < 0.05$ (Tukey test).

² Means followed by the uppercase letters in each column are not significantly different at $P < 0.05$ (Tukey test).

بر اساس بررسی‌های *Ankersmit et al.* (1986)، نرخ تغذیه مگس شکارگر *E. balteatus* تحت تأثیر دو عامل سن لاروی و اندازه شته‌ها قرار گرفت. تعداد کل شته‌های مصرف شده با افزایش وزن لاروها به صورت خطی افزایش یافت و بهترین مرحله طعمه به منظور تغذیه لارو سن سوم مگس شکارگر *E. balteatus* سن سوم پورگی شته *Sitobium avenae* F. گزارش شده است. وزن بدن سن سوم پوره شته‌ها سه برابر سن اول آنها بوده است. بیشترین میزان تغذیه لاروها در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و کمترین میزان تغذیه در دمای ۱۳ درجه سلسیوس ثبت شد. در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به ازای هر ۲۸ میلی‌گرم وزن لارو مگس شکارگر *E. balteatus* نیاز به ۱۴۵ تا ۱۵۰ عدد شته سن سوم می‌باشد. در همین راستا *Tenhumberg* (1995) گستره تعداد شته خورده شده توسط لاروهای مگس گل *E. balteatus* را بین ۶۶۰ الی ۱۱۴۰ عدد شته *S. avenae* تخمین زده است.

در جریان تحقیقات *Hong & Hung* (2010) کمترین ظرفیت شکارگری لارو سن سوم مگس گل *E. balteatus* به طور میانگین با ۳۲/۲ و ۳۰/۵ شته به ترتیب در دماهایی ۲۷/۵ و ۳۰/۶ درجه سلسیوس بود. در همین راستا، *Hopper et al.* (2011) با بررسی طول دوره رشد و نمو و تغذیه مراحل مختلف لاروی چهار گونه مگس شکارگر *Sphaerophoria sulphuripes* (Thomson)، *Eupeodes fumipennis* (Thomson)، *Allograpta obliqua* (Say) و *Toxomerus marginatus* (Say) روی سن سوم پورگی شته کاهو *N. ribisnigri* به این نتیجه رسیدند که نرخ تغذیه دو گونه مگس گل *A. obliqua* و *E. fumipennis* با اندازه بزرگ‌تر بطور معنی‌داری بیشتر از دو گونه دیگر بود و بالاترین تعداد شته مصرف شده در طول دوره رشدی برای این دو گونه به ترتیب ۵۰۷ و ۲۲۷ عدد به دست آمد. در بررسی *Jalilian* (2015) میانگین تغذیه روزانه لارو سن اول، سن دوم و سن سوم مگس *E. balteatus* از شته سیب، *A. pomi*، به ترتیب ۸/۴۰، ۳۶/۸۲ و ۸۴/۳۳ عدد پوره به دست آمد و میانگین کل تغذیه در طی دوره لاروی، ۶۵/۶۰ عدد برآورد شد که ۶۷/۶۹ درصد آن مربوط به سن سوم لاروی بود. مدت زمان تغذیه متناسب با سن شکارگر متغیر است. شکارگرهای جوان نیاز به زمان بیشتری جهت غلبه بر طعمه خود دارند. همچنین مدت زمان تغذیه با رشد شکارگرها کاهش می‌یابد و منجر به افزایش اثر شکارگری بر روی جمعیت طعمه می‌شود (*Tinkeu & Hance*, 1998). در تحقیقات *Pineda & Macros-Garcia* (2008) چندین استراتژی برای طولانی شدن مدت استقرار لارو مگس *E. balteatus* در گلخانه‌های فلفل ارائه شده است.

با توجه به این تحقیق اثر دما به عنوان یک راهبرد مؤثر روی رشد و نمو لارو مگس *E. balteatus* با هدف بهبود روش‌های رهاسازی سیرفید در گلخانه‌ها کمک شایانی نموده و تأثیر دما بر کارایی شکارگر را بیان می‌دارد (*Putra & Yasuda*, 2006). بر اساس نتایج و مطالعات انجام شده در سایر نقاط دنیا می‌توان استنباط نمود که در گونه مورد ارزیابی به علت میزان بالای تغذیه لاروهای سنین مختلف *E. balteatus* به‌ویژه لارو سن سوم می‌تواند نقش مهم و مؤثری را در کنترل شته‌ها به‌طور طبیعی عهده‌دار شود (*Ankersmit et al.*, 1986; *Putra & Yasuda*, 2006).

قابل توجه این گونه، از جمله کوتاهی چرخه زندگی، تغذیه لاروها، چند نسلی بودن، قدرت مطابقت و سازگاری با زیستگاه‌های متفاوت و توانایی تحمل سرمای شدید در زمستان می‌توان با رهاسازی انبوه این شکارگر به عنوان یک عامل بسیار کاربردی و مفید در برنامه‌های مدیریت آفات به ویژه کنترل شته‌ها در گلخانه‌ها بهره جست (Hart & Bale, 1997). بر این اساس، با در نظر گرفتن اثرات دما در بکارگیری این شکارگرها، می‌توان کارایی بالاتر آن‌ها در مهار جمعیت شته‌ها به‌ویژه در محیط‌های تحت کنترل مانند گلخانه‌ها را کسب کرد. بر اساس نتایج به‌دست آمده از این بررسی، به نظر می‌رسد که در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، مگس شکارگر *E. balteatus* با داشتن کمترین درصد مرگ و میر، تولید ۶۴ درصد ماده و بیشترین میزان تغذیه به ویژه در سن سوم لاروی می‌تواند عملکرد خوبی داشته باشد. ارزیابی کارایی شکارگر بویژه در شرایطی با تراکم پایین جمعیت شته، نگهداری حشرات بالغ در سیستم زراعی، تعداد شکارگر مورد نیاز در واحد سطح برای یک کنترل موفق و هزینه‌های تولید از جمله مسائلی است که مطالعات دقیق و جداگانه‌ای را می‌طلبد (Vanhaelen et al., 2002).

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت و شورای محترم پژوهشی و فناوری دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر تأمین بخشی از هزینه‌های این طرح سپاسگزاری می‌شود.

References

- Almohamad, R., Verhegyen, F., Francis, F. & Haubruge, E.** (2006) Evaluation of hoverfly *Episyrphus balteatus* De Geer (Diptera: Syrphidae) oviposition behaviour toward aphid-infested plants using a leaf disc system. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences Ghent University* 71(2), 403-412.
- Ankersmit, G. W., Dijkman, H., Keuning, N. J. Mertens, H., Sins, A. & Tacoma, H. M.** (1986) *Episyrphus balteatus* as a predator of the aphid *Sitobion avenae* on winter wheat. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 42, 271-277.
- Bagheri, S., Tavosi, M. & Dehghani, A.** (2008) Introduction of *Nasonovia ribisnigri* (Mosely) (Hom.: Aphididae) as the most important lettuce aphid in south of Khuzestan province and study on the effect of cultivation date and lettuce cultivars on its population. *Proceedings of 18th Iranian Plant Protection Congress, Hamedan, Iran*. 79-80. [In Persian with English summary].
- Branquart, E. & Hemptinne, J. L.** (2000) Development of ovaries, allometry of reproductive traits and fecundity of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). *European Journal of Entomology* 97, 165-170.
- Bryant, D.** (2004) Coverage keys lettuce aphid control. Available in: <http://westernfarm-press.com/coverage-keys-lettuce-aphid-control>.

- Bugg, R. L., Colfer, R. G., Chaney, W. E., Smith, H. A. & Cannon, J.** (2008) *Flower flies (Syrphidae) and other biological control agents for aphids in vegetable crops*. University of California Division of Agriculture and Natural Resources 8285. 1-25.
- Cabral, S., Soares, A. O., Moura, R. & Garcia, P.** (2006) Suitability of *Aphis fabae*, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) and *Aleyrodes proletella* (Homoptera: Aleyrodidae) as prey for *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control* 39, 434-440.
- Chambers, R. J.** (1986) Preliminary experiments on the potential of hoverflies (Dipt.: Syrphidae) for the control of aphids under Glass. *Entomophaga* 3(2), 197-204.
- Diaz, B. M. & Fereres, A.** (2005) Life table and population parameters of *Nasonovia ribisnigri* (Homoptera: Aphididae) at different constant temperatures. *Environmental Entomology* 34(3), 527-534.
- Farsi, A., Kocheili, F., Mossadegh, M. S., Rasekh, A. & Tavoosi, M.** (2014) Natural enemies of the currant lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri* (Mosely) (Hemiptera: Aphididae) and their population fluctuations in Ahvaz, Iran. *Journal of Crop Protection* 3(4), 487-497.
- Hart, A. J. & Bale, J. S.** (1997) A method of mass-rearing the hoverfly *Episyrphus balteatus* (Diptera, Syrphidae). *Dipterists Digest* 4, 1-3.
- Hong, B. M. & Hung, Q.** (2010) Effect of temperature and diet on the life cycle and predatory capacity of *Episyrphus balteatus* (De Geer) (Syrphidae: Diptera) cultured on *Aphis gossypii* (Glover). *Journal of International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences* 16(2), 98-103.
- Hopper, J. V., Nelson, E. H., Daane, K. M. & Mills, N. J.** (2011) Growth, development and consumption by four syrphid species associated with the lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri*, in California. *Biological Control* 58, 271-276.
- Jalilian, F.** (2015) Biology and larval feeding rate of *Episyrphus balteatus* (Dip.: Syrphidae) on *Aphis pomi* (Hom.: Aphididae) at laboratory conditions. *Biological Forum-An International Journal* 7(1), 1395-1399.
- Jalilian, F., Fathipour, Y., Talebi, A. A. & Sedaratian, A.** (2011) Functional response and mutual interference of *Episyrphus balteatus* and *Scaeva albomaculata* (Dip.: Syrphidae) fed on *Myzus persicae* (Hom.: Aphididae). *Applied Entomology and Phytopathology* 78, 257-273. [In Persian with English summary].
- Jalilian, F., Karimpour, Y., Aramideh, Sh. & Gilasian, E.** (2016) Predacious syrphid flies of *Brevicoryne brassicae* in rapeseed fields of Kermanshah province and study on biology and feeding behavior of *Eupeodes corollae*. *Biocontrol in Plant Protection* 4(2), 11-24. [In Persian with English summary].
- Kopta, T., Pokluda, R. & Sarapatka, B.** (2009) Flowering plant strips as potential host plants for natural enemies (Coccinellidae and Syrphidae) in the Czech Republic. pp: 80-

120. In: *Bioacademy Proceedings, organic farming: a response to economic and environmental challenges, Lednice na Morave, Czech Republic.*
- Modarres Aval, M.** (1994) *List of agricultural pests and their natural enemies in Iran.* 364 pp. Ferdowsi University of Mashhad Press. [In Persian]
- Moetamedinia, B., Sahragard, A., Salehi, I. & Jalali Sendi, J.** (2004) Biology of *Sphaerophoria scripta* (Dip.: Syrphidae) in laboratory conditions. *Journal of Entomological Society of Iran* 23(2), 33-43. [In Persian with English summary].
- Nourbakhsh, S. H., Soleymannejadian, E. & Nemati, A. R.** (2008) Biology and population dynamics of *Scavea albomaculata* (Diptera:Syrphidae) in almond orchards of Shahrekord, Iran. *Journal of Entomological Society of Iran* 27(2), 93-108. [In Persian with English summary].
- Palumbo, J. C.** (2000) Seasonal abundance and control of the lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri* on head lettuce in Arizona. Available from: <http://arizona.openrepository.com/arizona/handle/10150/220018>.
- 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.
- Pineda, A., Morales, I., Marcos-Garcia, M. A. & Fereres, A.** (2007) Oviposition avoidance of parasitized aphid colonies by the syrphid predator *Episyrphus balteatus* mediated by different cues. *Biological Control* 42, 274-280.
- Putra, N. S. & Yasuda, H.** (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(3), 389-397.
- Raki, A.** (2010) *Foraging and oviposition behaviour in the predatory hoverfly Episyrphus balteatus De Geer (Diptera: Syrphidae): a multitrophic approach.* Ph.D. thesis. 165 pp. University of Liege, Gembloux Agro-Bio Tech.
- Smith, H. A. & Chaney, W. E.** (2007) A survey of syrphid predators of *Nasonovia ribisnigri* in organic lettuce on the central coast of California. *Journal of Economic Entomology* 100(1), 39-48.
- Smith, H. A., Chaney, W. E. & Bensen, T. A.** (2008) Role of syrphid larvae and other predators in suppressing aphid infestation in organic lettuce on California's central coast. *Journal of Economic Entomology* 101(5), 1526-1532.
- Stufkens, M. A. W. & Teulon, D. A. J.** (2003) Distribution, host range and flight pattern of the lettuce aphid in New Zealand. *New Zealand Plant Protection* 56, 27-32.
- Tenhuberg, B.** (1995) Estimating predatory efficiency of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) in cereal fields. *Environmental Entomology* 24(3), 687-691.
-

-
- Tinkeu, L. N. & Hance, T.** (1998) Functional morphology of the mandibles of the larve of *Episyrphus balteatus* (De Geer, 1776) (Diptera: Syrphidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology* 27(2), 135-142.
- Vanhaelen, N., Haubruge, E., Gaspar, C. & Francis, F.** (2001) Oviposition preferences of *Episyrphus balteatus*. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent* 66(2), 269-275.
- Vanhaelen, N., Gaspar, C. & Francis, F.** (2002) Influence of prey host on a generalist aphidophagous predator, *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). *European Journal of Entomology* 99, 561-564.
-