

واکنش تابعی وابسته به دما در سن شکارگر *Orius laevigatus* (Fieber) نسبت به کنه‌ی دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch

مهدی حسن پور^۱، علیرضا یغمایی^۲، علی گلی زاده^۱، هوشنگ رفیعی دستجردی^۱ و لیلا متقی نیا^۲

۱- دانشیار گروه گیاهپزشکی دانشگاه محقق اردبیلی.

۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد رشته‌ی حشره شناسی کشاورزی گروه گیاهپزشکی دانشگاه محقق اردبیلی.

۳- دانشجوی دکتری رشته‌ی حشره شناسی کشاورزی گروه گیاهپزشکی دانشگاه محقق اردبیلی.

* مسئول مکاتبه E-mail: hassanpour@uma.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۸

چکیده

دما یکی از عوامل مهمی است که می‌تواند دینامیسم شکارگر-شکار را تحت تأثیر قرار دهد. در این تحقیق، واکنش تابعی حشرات کامل نر و ماده سن *Orius laevigatus* نسبت به کنه‌ی دولکه‌ای *Tetranychus urticae* در سه دمای ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه‌ی سلسیوس در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت. تراکم‌های مختلفی از مخلوط پوره‌های سنن اول و دوم کنه (دو، چهار، هشت، ۱۶، ۳۲ و ۶۴) روی دیسک‌های برگ‌ی (به قطر شش سانتی‌متر) خیاردر ۱۰ تکرار به صورت جداگانه در اختیار حشرات کامل نر و ماده سن شکارگر قرار داده شد. تعداد طعمه‌های خورده شده پس از ۲۴ ساعت شمارش و ثبت شد. برای تعیین نوع واکنش تابعی و پارامترهای آن به ترتیب از رگرسیون لجستیک و رگرسیون غیرخطی در نرم‌افزار SAS استفاده شد. با افزایش دما و تعداد طعمه در دسترس، نرخ شکارگری هر دو جنس نر و ماده شکارگر افزایش یافت. واکنش تابعی افراد نر و ماده *O. laevigatus* نسبت به تراکم‌های مختلف کنه‌ی دولکه‌ای در دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه‌ی سلسیوس از نوع دوم و در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس از نوع سوم به دست آمد. نرخ حمله‌ی حشرات ماده سن شکارگر در دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه‌ی سلسیوس به ترتیب ۰/۰۴۵۲ و ۰/۰۴۹۸ و در حشرات نر به ترتیب ۰/۰۴۵۷ و ۰/۰۴۶۰ بر ساعت تخمین زده شد. کمترین زمان دستیابی در هر دو جنس نر و ماده در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس محاسبه شد. نتایج نشان داد که سن شکارگر *O. laevigatus* در دماهای بالاتر بهتر می‌تواند کنه‌ی دولکه‌ای، *T. urticae* را کنترل کند.

واژه‌های کلیدی: سن *Orius*، کنه‌ی دولکه‌ای، فعالیت شکارگری، واکنش تابعی.

مقدمه

سلول‌های آن‌ها تغذیه می‌کند. تغذیه آفت منجر به ایجاد لکه‌های زرد رنگ روی برگ‌ها، کاهش میزان فتوسنتز و در نهایت موجب کاهش عملکرد گیاه می‌شود (مک و همکاران ۲۰۱۳، پارک و لی ۲۰۰۲ و هاسی و اسکوپس ۱۹۸۵). طول دوره‌ی نشوونمای این آفت کوتاه و تولیدمثل و تعداد نسل آن در سال زیاد بوده و به همین دلیل در مدت زمان کوتاهی نسبت به اغلب کنه‌کش‌ها

کنه‌ی دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)، آفتی با دامنه‌ی میزبانی وسیع بوده و به گیاهان مختلف زراعی، زینتی و باغی خسارت زیادی می‌زند. خسارت این آفت در گلخانه‌ها نیز زیاد بوده و به ویژه در روی گیاه خیار خسارت آن قابل توجه است. این آفت در سطح زیرین برگ‌ها مستقر شده و از محتویات

طعمه، درصد طعمه‌های شکار شده کاهش یافته و به عبارت دیگر، واکنش وابسته به تراکم معکوس طعمه می‌باشد. در واکنش تابعی نوع سوم، با افزایش تراکم طعمه تا یک حد مشخص درصد طعمه‌های مورد حمله قرار گرفته افزایش (واکنش وابسته به تراکم) و سپس کاهش می‌یابد. نوع و پارامترهای واکنش تابعی دشمنان طبیعی تحت تاثیر عوامل زنده (مانند گیاه میزبان، گونه طعمه، جنسیت دشمن طبیعی، سن و مراحل مختلف رشدی شکار و شکارگر) (حسن پور و همکاران ۲۰۱۱، مددی و همکاران ۲۰۰۷، دینگ‌زو و همکاران ۲۰۰۷ و پیراچولی و همکاران ۱۹۹۴) و عوامل غیر زیستی (مانند دما و رطوبت نسبی) (زمانی و همکاران ۲۰۰۶ و کالیبی و همکاران ۲۰۰۵) قرار می‌گیرد. مطالعات نشان داده است که نرخ شکارگری و پاسخ افراد نر و ماده‌گونه‌های مختلف شکارگرها نسبت به تراکم‌های مختلف طعمه‌ها می‌تواند متفاوت باشد (فرهادی و همکاران ۲۰۱۰، حسن-خانی و اللهیاری ۱۳۹۲، کابرال و همکاران ۲۰۰۹). همچنین با توجه به این که بندپایان موجوداتی خونسرد هستند و نشوونما و فعالیت آن‌ها به طور معمول در محدوده‌های دمایی مشخصی صورت می‌گیرد (ندود و هونک ۲۰۱۲)، بنابراین دما علاوه بر تأثیر روی پارامترهای زیستی و رشدی این موجودات، واکنش‌های رفتاری آنها (مانند واکنش تابعی) رانیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج تحقیقات انجام شده به وسیله محققین مختلف مانند مویری و همکاران (۲۰۱۳)، جعفری و همکاران (۲۰۱۲)، تازرونی و همکاران (۲۰۱۲)، پاکیاری و همکاران (۲۰۰۹)، زمانی و همکاران (۲۰۰۶)، جیلیولی و همکاران (۲۰۰۵)، اسکیروین و فنلون (۲۰۰۳)، فلین و هاگستروم (۲۰۰۲)، فلین (۱۹۹۱)، مک‌کافری و هورسبورگ (۱۹۸۶) موید اهمیت بررسی تاثیر دما بر واکنش تابعی دشمنان طبیعی است. با توجه به اهمیت دما در برهم‌کنش‌های شکارگر-شکار، در این تحقیق تاثیر

مقاومت نشان می‌دهد، بنابراین کنترل آن به وسیله‌ی سموم شیمیایی اغلب مشکل می‌باشد (نیکاسترو و همکاران ۲۰۱۳، اسیلیو و کیتسیس ۲۰۱۳، جئوگیو ۱۹۹۰ و کرانهام و هل ۱۹۸۵). استفاده از راهکارهای مختلف کنترل در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات از جمله عوامل کنترل زیستی می‌تواند در کنترل این کنه روی گیاهان آلوده موثرتر باشد.

سن شکارگر *Orius laevigatus* (Fieber) (Heteroptera: Anthocoridae) یک شکارگر عمومی خوار بوده و به طور گسترده‌ای و به صورت تجاری برای کنترل آفات به ویژه در گلخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (ون لنترن ۲۰۱۲، آلوارادو و همکاران ۱۹۹۷، ویتمن و لیدر ۱۹۹۷ و چامبرز و همکاران ۱۹۹۳). این سن در نواحی مدیترانه‌ای و شمال اروپا پراکندگی وسیعی داشته و در ایران نیز از برخی استان‌ها گزارش شده است (عرفان و استوان ۱۳۸۴، قهاری و همکاران ۲۰۰۹). سن *O. laevigatus* از طعمه‌های متنوعی مانند تریپس‌ها، سفیدبالک‌ها، شته‌ها، تخم و لاروهای سننن پایین بالپولکداران و کنه‌ها تغذیه می‌کند (ونزون و همکاران ۲۰۰۲، مونتسرات و همکاران ۲۰۰۰، کوکوزا و همکاران ۱۹۹۷ و پریکارت ۱۹۷۲).

واکنش تابعی یکی از اجزای مهم دینامیسم شکارگر-شکار بوده و مطالعه آن از جمله روش‌های مهم برای تعیین میزان کارایی دشمنان طبیعی و استفاده‌ی موفق از آن‌ها در برنامه‌های کنترل زیستی می‌باشد (ویدنمن و اسمیت ۱۹۹۷). واژه‌ی واکنش تابعی اولین بار توسط سولومون (۱۹۴۹) برای نشان دادن رابطه‌ی بین تراکم طعمه و تعداد طعمه‌ی شکار شده توسط یک شکارگر مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس نظر هولینگ (۱۹۶۱) سه نوع واکنش تابعی نوع اول، دوم و سوم تعریف شده است که انواع دوم و سوم در حشرات رایج-تر می‌باشد. در واکنش تابعی نوع دوم، با افزایش تراکم

سوراخ (به قطر سه سانتی‌متر) در قسمت سرپوش و سوراخ دیگر با همان ابعاد در بدنه ظروف و نزدیک به قاعده ایجاد و با پارچه توری ظریف پوشانده شد. برای تغذیه‌ی سن‌ها از تخم منجمد بید آرد، (*Anagasta kuehniella* Zeller) و گرده ذرت استفاده شد. جهت تامین رطوبت محیط پرورش و بستر تخم‌ریزی سن شکارگر از غلاف لوبیا سبز در داخل ظروف پرورش استفاده شد. به منظور کاهش میزان هم‌نوع‌خواری سن‌ها در داخل ظروف پرورش از نوارهای کاغذی چین‌دار استفاده شد. تعویض غلاف‌های لوبیای حامل تخم‌های سن شکارگر به صورت روزانه انجام می‌شد. ارائه غذا به حشرات هر دو روز یکبار صورت می‌گرفت. کلنی سن شکارگر در اتاقک رشد در دمای 26 ± 2 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۰-۵۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی پرورش داده شد.

نحوه‌ی انجام آزمایش

واکنش تابعی سن شکارگر *O. laevigatus* به تفکیک افراد نر و ماده نسبت به پوره‌های کنه‌ی دولکه‌ای درسه دمای ثابت ۲۰، ۲۵ و 30 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۰-۵۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها در داخل ظروف پتری پلاستیکی به قطر هشت سانتی‌متر انجام شد. برای تأمین هوای داخل این ظروف، سوراخی به قطر دو سانتی‌متر در سرپوش آن‌ها ایجاد و با پارچه توری ظریف پوشانده شد. داخل هر ظرف آزمایش با پنبه مرطوب مفروش و یک دیسک برگی (به قطر ۵/۵ سانتی‌متر) تهیه شده از بوته‌های خیار روی آن قرار داده شد، به طوری که سطح زیرین برگ رو به بالا باشد. از حشرات کامل نر و ماده ۴۸-۲۴ ساعته در آزمایش‌ها استفاده گردید. سن‌ها قبل از انجام آزمایش به مدت ۲۴

سه دمای مختلف ثابت روی واکنش تابعی افراد نر و ماده سن شکارگر *O. laevigatus* نسبت به مخلوطی از پوره‌های سنین اول و دوم کنه‌ی دولکه‌ای، *T. urticae* مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه میزبان و بندپایان

برای پرورش کنه‌ی دولکه‌ای و انجام آزمایش‌های واکنش تابعی از گیاه خیار (رقم زحل) استفاده شد. به منظور آماده‌سازی بستر پرورش گیاهان از مخلوط خاک، ماسه و کود دامی به نسبت ۲:۱:۱ در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۲۰ و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر استفاده شد. بذور خیار به مدت ۷۲-۴۸ ساعت خیسانده شده و سپس یک عدد بذر تازه جوانه زده خیار در گلدان‌های مذکور کاشته شد. گیاهان در گلخانه و در دمای 25 ± 3 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. گلدان‌ها هفته‌ای دو بار آبیاری می‌شدند.

کنه‌ی دولکه‌ای، *T. urticae* از روی گیاهان لوبیای مستقر در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی جمع‌آوری و پس از تهیه اسلاید از افراد نر و حصول اطمینان از گونه کنه نسبت به پرورش آن اقدام شد. کلنی کنه قبل از شروع آزمایش‌ها برای حدود یک ماه روی بوته‌های خیار در گلخانه (با شرایط فوق) پرورش داده شد. برای تداوم پرورش کنه، گیاهان شدیداً آلوده با گیاهان سالم و غیر آلوده جایگزین می‌شدند.

سن شکارگر *O. laevigatus* از طریق نمایندگی شرکت کوپرت^۱ در ایران (شرکت گیاه بذر الوند- اصفهان) تهیه شد. برای پرورش سن شکارگر از ظروف استوانه‌ای شفاف به ارتفاع ۱۸ و قطر هشت سانتی‌متر استفاده شد. برای تأمین تهویه‌ی ظروف پرورش یک عدد

^۱Koppert Co.

رگرسیون غیرخطی پارامترهای واکنش تابعی (نرخ حمله و زمان دستیابی) برآورد شد. به دلیل عدم جایگزینی طعمه‌های خورده شده در طول آزمایش، برای واکنش‌های تابعی نوع دوم و سوم از مدل راجرز (۱۹۷۲) به شرح زیر استفاده شد (معادله‌های شماره ۲ و ۳):

$$N_e = N_0 \{1 - \exp[a(T_h N_e - T)]\} \quad [۲]$$

$$N_e = N_0 \{1 - \exp[(d + bN_0)(T_h N_e - T)/(1 + cN_0)]\} \quad [۳]$$

در واکنش تابعی نوع سوم، با توجه به این که مقادیر c و d اختلاف معنی‌داری با صفر نداشتند، بنابراین از مدل کاهش یافته این نوع واکنش تابعی به شرح زیر استفاده شد (مدل شماره ۴):

$$N_e = N_0 \{1 - \exp[bN_0(T_h N_e - T)]\} \quad [۴]$$

در معادلات فوق، N_e تعداد طعمه خورده شده، N_0 تعداد اولیه طعمه، a نرخ حمله، T_h زمان دستیابی، T مدت زمان آزمایش و b ، c و d مقادیر ثابت می‌باشند.

برای مقایسه پارامترهای واکنش تابعی سن شکارگر از معادله زیر استفاده شد:

$$N_e = N_0 \{1 - \exp[-(a + D_a(J))(T - (T_h + D_{Th}(J))N_e)]\} \quad [۵]$$

در این معادله، J متغیری است که برای داده‌های تیمار اول عدد صفر و برای داده‌های تیمار دوم عدد یک برای آن در نظر گرفته می‌شود. پارامترهای D_a و D_{Th} وجود اختلاف معنی‌دار در مقادیر a و T_h را بین دو تیمار مورد بررسی مشخص می‌کند. به عبارت دیگر، نرخ حمله برای یک تیمار a و برای تیمار دیگر $a + D_a$ در نظر گرفته می‌شود. تفاوت معنی‌دار D_a با صفر نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین a و $a + D_a$ بوده و بنابراین اختلاف در نرخ حمله شکارگر بین دو تیمار معنی‌دار خواهد بود. زمان دستیابی بین تیمارها نیز مشابه نرخ حمله مقایسه - شد (جولیانو ۲۰۰۱).

برای مقایسه‌ی نرخ شکارگری سن اوریوس در دماهای مختلف، پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) انجام و

ساعت گرسنه نگه داشته شدند. شش تراکم مختلف از پوره‌های کنه (مراحل پروتومف و دئوتومف) شامل دو، چهار، هشت، ۱۶، ۳۲ و ۶۴ عدد با استفاده از قلم موی ظریف به روی دیسک‌های برگی منتقل شده و یک ساعت پس از آن شکارگرها به ظروف آزمایش رها شدند. برای جلوگیری از فرار بندپایان، دیواره‌ی بیرونی ظروف پتری با پارافیلیم پوشانده شد. هر تراکم به صورت جداگانه برای افراد نر و ماده در ۱۰ تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. طعمه‌های خورده شده در طول آزمایش جایگزین نشدند. پس از گذشت ۲۴ ساعت، شکارگرها از داخل ظروف پتری حذف و تعداد طعمه‌های زنده (و به تبع آن تعداد طعمه‌های خورده شده محاسبه شد) در زیر استریومیکروسکوپ شمارش و ثبت شد.

تجزیه‌ی داده‌ها

برای تعیین نوع واکنش تابعی و برآورد پارامترهای آن از روش دو مرحله‌ای جولیانو (۲۰۰۱) در نرم افزار SAS استفاده شد (SAS, 2001). در مرحله‌ی اول، نوع واکنش تابعی با استفاده از رگرسیون لجستیک تعیین شد، بدین صورت که داده‌ها به یک تابع چند جمله‌ای به شرح زیر برازش داده شدند:

$$\frac{N_e}{N_0} = \frac{\exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)}{1 + \exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)} \quad [۱]$$

در این رابطه، N_e تعداد طعمه‌ی خورده شده؛ N_0 تعداد اولیه‌ی طعمه و P_0 ، P_1 ، P_2 و P_3 پارامترهایی هستند که توسط مدل تخمین زده می‌شوند.

رگرسیون لجستیک میزان شیب و منفی یا مثبت بودن شیب سه قسمت اصلی منحنی درجه‌ی سه یعنی قسمت‌های خطی (P_1)، درجه‌ی دو (P_2) و درجه‌ی سه (P_3) را نشان می‌دهد. از علامت قسمت خطی برای تعیین نوع واکنش تابعی استفاده شد. علامت منفی نشان دهنده واکنش تابعی نوع دوم و علامت مثبت بیانگر واکنش تابعی نوع سوم است. در مرحله‌ی دوم با استفاده از

کنه (به ترتیب $p < 0.05$ و $F = 4/4$; $df = 2$ و 27 ; $p < 0.05$ و $F = 4/17$; $df = 2$ و 27) در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس نسبت به تراکم مشابه در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس به طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۱). با توجه به این نتایج می‌توان اظهار داشت که در تراکم‌های بالاتر، افزایش دما از ۲۰ به ۳۰ درجه‌ی سلسیوس تأثیر قابل توجهی در افزایش نرخ شکارگری سن *O. laevigatus* در تغذیه از کنه‌ی دولکه‌ای *T. urticae* دارد. با این حال، با وجود بیشتر بودن مقدار عددی نرخ شکارگری افراد نر سن اوریوس در تراکم ۶۴ کنه در دمای ۳۰ درجه نسبت به ۲۵ درجه؛ و ۲۵ درجه نسبت به ۲۰ درجه، اختلاف بین آن‌ها معنی‌دار نبود.

نرخ شکارگری افراد نر و ماده سن *O. laevigatus* در تراکم‌های مشابه کنه‌ی دولکه‌ای *T. urticae* (دو جنس: یک دما)

بر اساس نتایج آزمون *t*، در هیچ یک از دماهای مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری بین میزان تغذیه افراد نر و ماده سن شکارگر *O. laevigatus* در تراکم‌های مشابه کنه‌ی دولکه‌ای مشاهده نشد، هر چند در هر سه دمای مورد بررسی در تراکم ۶۴ کنه مقدار عددی نرخ تغذیه افراد ماده در مقایسه با افراد نر بیشتر بود (جدول ۲).

واکنش تابعی

نتایج حاصل از تجزیه‌رگرسیون لجستیک در جدول ۳ ارائه شده است. علامت شیب قسمت خطی (P_1) منحنی لجستیک برای افراد نر و ماده در دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه‌ی سلسیوس منفی (واکنش تابعی از نوع دوم) و در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس مثبت بود (واکنش تابعی از نوع سوم). منحنی‌های تعداد طعمه خورده شده توسط سن شکارگر در شکل ۱ نشان داده شده است.

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد در نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. جهت مقایسه نرخ شکارگری بین افراد نر و ماده از آزمون *t* نرم‌افزار فوق استفاده شد. منحنی‌ها در نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج

نرخ شکارگری سن *O. laevigatus* در تراکم‌های مختلف کنه‌ی دولکه‌ای *T. urticae* (یک جنس: یک دما)

نرخ شکارگری افراد نر سن *O. laevigatus* در تراکم ۶۴ کنه در دماهای ۲۰ درجه ($p < 0.05$; $df = 5$ و 54); $F = 48/85$) و ۲۵ درجه سلسیوس ($p < 0.05$; $df = 5$ و 54); $F = 30/48$) به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تراکم‌های همان دما بدست آمد. همچنین در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس در تراکم‌های ۳۲ و ۶۴ کنه اختلاف معنی‌داری در نرخ شکارگری سن اوریوس نسبت به سایر تراکم‌ها مشاهده شد ($p < 0.05$; $df = 5$ و 54 ; $F = 68/72$). نرخ شکارگری افراد ماده سن *O. laevigatus* در هر سه دمای ۲۰ درجه ($p < 0.05$; $df = 5$ و 54 ; $F = 26/28$); ۲۵ درجه ($p < 0.05$; $df = 5$ و 54 ; $F = 97/28$) و ۳۰ درجه‌ی سلسیوس ($p < 0.05$; $df = 5$ و 54 ; $F = 11/63$) در تراکم ۶۴ کنه به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تراکم‌ها به دست آمد. در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس، غیر از تراکم‌های چهار و هشت در سایر موارد اختلاف در نرخ شکارگری افراد ماده سن اوریوس بین دو تراکم متوالی معنی‌دار بود (جدول ۱).

نرخ شکارگری سن *O. laevigatus* در تراکم‌های مشابه کنه‌ی دولکه‌ای *T. urticae* (یک جنس: سه دما)

نرخ شکارگری افراد نر و ماده سن *O. laevigatus* در تراکم ۳۲ کنه (به ترتیب $p < 0.05$ و 27 و $F = 6/06$; $df = 2$) و ۲۷ درجه‌ی سلسیوس نسبت به تراکم مشابه در دو دمای دیگر؛ و ۶۴

جدول ۱- مقایسه نرخ شکارگری ($SE \pm$ میانگین) سن *Orius laevigatus* در دماها و تراکم‌های مختلف کنه‌ی دولکه‌ای *Tetranychus*

دما ($^{\circ}C$)			تراکم	جنسیت
۳۰	۲۵	۲۰		
Ad $1/5 \pm 0/22$	Ad $1/5 \pm 0/22$	Ad $1/4 \pm 0/22$	۲	نر
Acd $2/9 \pm 0/46$	Ad $2/8 \pm 0/33$	Ad $2 \pm 0/36$	۴	
Ac $5/2 \pm 0/8$	Acd $4/6 \pm 0/56$	Acd $5/5 \pm 0/65$	۸	
Ab $12/4 \pm 1/05$	Abc $11/1 \pm 1/1$	Ac $9/6 \pm 1/12$	۱۶	
Aa $25/3 \pm 1/76$	Bb $17 \pm 2/3$	Bb $17/1 \pm 1/69$	۳۲	
Aa $40/4 \pm 2/5$	ABa $30 \pm 4/06$	Ba $27/8 \pm 2/85$	۶۴	
Ae $1/6 \pm 0/22$	Ad $1/8 \pm 0/13$	Ad $1/4 \pm 0/27$	۲	ماده
Ad $3/1 \pm 0/31$	Ad $2/7 \pm 0/37$	Acd $2/4 \pm 0/45$	۴	
Ad $5/3 \pm 0/7$	Ac $5/5 \pm 0/65$	Acd $5/3 \pm 0/65$	۸	
Ac $12/6 \pm 1/07$	Ab $12/8 \pm 0/87$	Abc $10 \pm 1/09$	۱۶	
Ab $25/2 \pm 1/72$	Bb $17/2 \pm 1/9$	Bb $17 \pm 1/74$	۳۲	
Aa $43/9 \pm 2/56$	ABa $33/3 \pm 4/12$	Ba $28/7 \pm 4/49$	۶۴	

حروف کوچک متفاوت در هر ستون و حروف بزرگ متفاوت در هر ردیف و برای یک جنس نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

شود با افزایش دما از ۲۰ به ۲۵ درجه‌ی سلسیوس تغییر در مقادیر نرخ حمله و زمان دستیابی در هر دو جنس نر و ماده غیرمعنی‌دار بود. با این حال، با افزایش دما از ۲۰ به ۲۵ درجه‌ی سلسیوس، زمان دستیابی افراد نر و ماده به ترتیب از ۰/۴۱۵۲ به ۰/۳۴۷۸ و از ۰/۳۸۰۸ به ۰/۲۸۹۱ ساعت کاهش یافت، ولی مجدداً در دمای ۳۰ درجه افزایش یافت (جدول ۴).

مقادیر تخمین زده شده برای پارامترهای نرخ حمله (a) و زمان دستیابی (T_h) افراد نر و ماده‌ی سن شکارگر *O. laevigatus* در دماهای مختلف در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به مشابه بودن نوع واکنش تابعی در دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه‌ی سلسیوس، معادله ترکیبی جهت مقایسه پارامترهای واکنش تابعی سن شکارگر بین این دو دما مورد استفاده قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است. به طوری که در این جدول مشاهده می-

جدول ۲- مقایسه نرخ شکارگری (\pm میانگین) افراد نر و ماده سن *Orius laevigatus* در تراکم‌های مشابه کنه‌ی دولکه‌ای *Tetranychus urticae* در سه دمای مختلف ثابت.

دما (°C)			تراکم	جنسیت
۳۰	۲۵	۲۰		
۱/۵±۰/۲۲a	۱/۵±۰/۲۲a	۱/۴±۰/۲۲a	۲	نر
۱/۶±۰/۲۲a	۱/۸±۰/۱۳a	۱/۴±۰/۲۷a		ماده
۲/۹±۰/۴۶a	۲/۸±۰/۳۳a	۲±۰/۳۶a	۴	نر
۳/۱±۰/۳۱a	۲/۷±۰/۳۷a	۲/۴±۰/۴۵a		ماده
۵/۲±۰/۸a	۴/۶±۰/۵۶a	۵/۵±۰/۶۵a	۸	نر
۵/۳±۰/۷a	۵/۵±۰/۶۵a	۵/۳±۰/۶۵a		ماده
۱۲/۴±۱/۰۵a	۱۱/۱±۱/۱a	۹/۶±۱/۱۲a	۱۶	نر
۱۲/۶±۱/۰۷a	۱۲/۸±۰/۸۷a	۱۰±۱/۰۹a		ماده
۲۵/۳±۱/۷۶a	۱۷±۲/۳a	۱۷/۱±۱/۶۹a	۳۲	نر
۲۵/۲±۱/۷۲a	۱۷/۲±۱/۹a	۱۷±۱/۷۴a		ماده
۴۰/۴±۲/۵a	۳۰±۴/۰۶a	۲۷/۸±۲/۸۵a	۶۴	نر
۴۳/۹±۲/۵۶a	۳۳/۳±۴/۱۲a	۲۸/۷±۴/۴۹a		ماده

حروف مشابه در هر تراکم و دمای مشخص نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین افراد نر و ماده در آزمون t در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

بحث

دما یکی از مهم‌ترین عواملی است که فرایندهای رشدی و فیزیولوژیک جانوران خونسرد را شدیداً تحت تاثیر قرار می‌دهد (چاپمن ۱۹۹۸). رفتار حشرات نیز می‌تواند تحت تاثیر این عامل غیر زنده قرار گیرد، به طوری که واکنش تابعی و پارامترهای آن (محقق و همکاران ۲۰۰۱) و به ویژه رفتار جستجوگری دشمنان طبیعی می‌تواند متاثر از این عامل غیر زنده باشد. در مطالعه‌ی حاضر نوع واکنش تابعی افراد کامل سن شکارگر *O. laevigatus* متاثر از دماهای مورد بررسی بود، به طوری که افزایش دما از ۲۰ و ۲۵ درجه به ۳۰ درجه‌ی سلسیوس موجب تغییر واکنش تابعی از نوع دوم به نوع سوم در هر دو جنس نر و ماده شد. حسین‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) در سه دمای مشابه با بررسی حاضر،

نتایج معادله ترکیبی برای مقایسه پارامترهای واکنش تابعی بین دو جنس نر و ماده در دماهای مشابه در جدول ۶ ارائه شده است. به طوری که مشاهده می‌شود در هیچ یک از دماهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری بین دو جنس نر و ماده مشاهده نمی‌شود. نرخ دستیابی^۱ که از تقسیم کل مدت زمان آزمایش به زمان دستیابی تخمین زده شده توسط مدل (T/T_h) به دست می‌آید (هسل ۱۹۷۸) در هر دو جنس نر و ماده با افزایش دما از ۲۰ به ۲۵ درجه‌ی سلسیوس افزایش یافت، ولی در دمای ۳۰ درجه مجدداً کاهش یافت. در هر سه دما نرخ دستیابی در افراد ماده بیشتر از افراد نر بود (جدول ۴).

¹Handling rate

Tetranychus Orius similis Zheng را نسبت به کنه‌ی *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) در سه دمای ۲۵، ۲۸ و ۳۱ درجه‌ی سلسیوس از نوع دوم گزارش کردند. به طوری که مشاهده می‌شود تغییر دما در برخی موارد تأثیری در نوع واکنش تابعی سن‌های اوریوس نداشته است، در حالی که در برخی مطالعات مثل بررسی حاضر افزایش دما به ۳۰ درجه‌ی سلسیوس باعث تغییر در نوع واکنش تابعی سن *O. laevigatus* شده است. در بیشتر مطالعات صورت گرفته، واکنش تابعی گونه‌های مختلف سن‌های شکارگر اوریوس نسبت به گونه‌های مختلف کنه‌ها از نوع دوم و در موارد اندکی از نوع سوم گزارش شده است.

واکنش تابعی سن *Orius albidipennis* Reuter را نسبت به کنه *Tetranychus turkestanii* Ugarov & Nikolski از نوع دوم به دست آوردند. حسن پور (۱۳۸۸) واکنش تابعی افراد ماده سن *O. albidipennis* را نسبت به کنه‌ی دولکه‌ای در دمای ۲۶ درجه‌ی سلسیوس از نوع سوم به دست آورد. مونتسرات و همکاران (۲۰۰۰) واکنش تابعی افراد ماده سن *O. laevigatus* را نسبت به شفیره- *Trialeurodes vaporariorum* Westwood و لارو سن دوم تریپس *Frankliniella occidentalis* Pergande در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس از نوع دوم به دست آوردند. همچنین، ژانگ و همکاران (۲۰۱۲) واکنش تابعی سن

جدول ۳- نتایج تجزیه رگرسیون لجستیک نسبت کنه‌ی دولکه‌ای *Tetranychus urticae* خورده شده توسط حشرات کامل نر و ماده سن شکارگر *Orius laevigatus* در تراکم‌های مختلف طعمه در سه دمای مختلف ثابت.

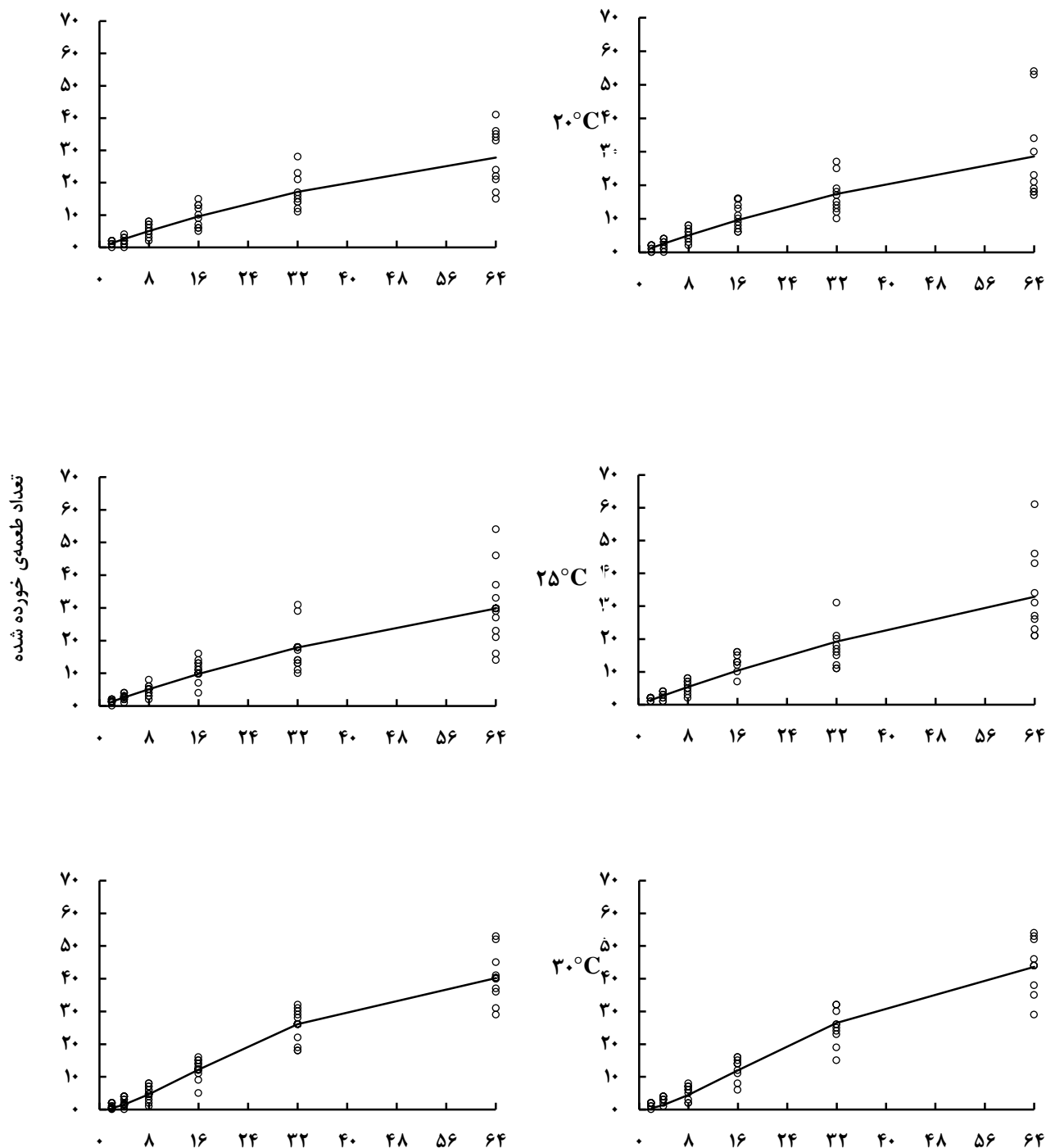
ماده				نر				پارامتر	دما (°C)
<i>P-value</i>	χ^2	خطای استاندارد	برآورد	<i>P-value</i>	χ^2	خطای استاندارد	برآورد		
۰/۰۰۰۷	۱۱/۴۳	۰/۲۲۴۱	۰/۷۵۷۴	۰/۰۰۴۵	۸/۰۶	۰/۲۲۲۶	۰/۶۳۱۷	P_0	۲۰
۰/۱۱۴۰	۲/۵۰	۰/۰۱۴۴	-۰/۰۲۲۷	۰/۲۷۵۰	۱/۱۹	۰/۰۱۴۳	-۰/۰۱۵۶	P_1	
۰/۵۰۸۴	۰/۴۴	۰/۰۰۰۱۸۱	۰/۰۰۰۱۱۹	۰/۸۸۸۶	۰/۰۲	۰/۰۰۰۱۸۰	۰/۰۰۰۰۲۵	P_2	
<۰/۰۰۰۱	۴۰/۳۶	۰/۲۵۴۵	۱/۶۱۶۶	<۰/۰۰۰۱	۱۶/۸۵	۰/۲۲۹۷	۰/۹۴۳۱	P_0	۲۵
۰/۰۰۰۱	۱۴/۵۷	۰/۰۱۵۷	-۰/۰۶۰۰	۰/۰۳۷۷	۴/۳۲	۰/۰۱۴۶	-۰/۰۳۰۴	P_1	
۰/۰۰۳۸	۸/۳۷	۰/۰۰۰۱۹۴	۰/۰۰۰۰۵۶	۰/۲۴۳۶	۱/۳۶	۰/۰۰۰۱۸۳	۰/۰۰۰۲۱۳	P_2	
۰/۰۰۰۵	۱۲/۱۸	۰/۲۴۶۶	۰/۸۶۰۶	۰/۰۱۰۲	۶/۵۹	۰/۲۳۹۷	۰/۶۱۵۴	P_0	۳۰
۰/۰۷۴۳	۳/۱۹	۰/۰۱۶۴	۰/۰۲۹۳	۰/۰۰۴۷	۷/۹۹	۰/۰۱۶۱	۰/۰۴۵۶	P_1	
۰/۰۲۱۸	۵/۲۶	۰/۰۰۰۲۰۸	-۰/۰۰۰۴۸	۰/۰۰۰۴	۱۲/۷۲	۰/۰۰۰۲۰۵	-۰/۰۰۰۷۳	P_2	

جدول ۴- پارامترهای واکنش تابعی حشرات کامل نر و ماده سن شکارگر *Orius laevigatus* نسبت به کنه‌ی دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* در سه دمای مختلف ثابت.

دما (°C)	جنسیت	نوع واکنش تابعی	SE ± نرخ حمله (CI)	SE ± زمان دستیابی (CI)	نرخ دستیابی (T/T _h)	R ²
۲۰	نر	II	۰/۰۴۵۷ ± ۰/۰۰۹۶۴ (۰/۰۲۶۴؛ ۰/۰۶۵۰)	۰/۴۱۵۲ ± ۰/۱۱۹۵ (۰/۱۷۶۰؛ ۰/۶۵۴۴)	۵۷/۸۰	۰/۸۲
	ماده	II	۰/۰۴۵۲ ± ۰/۰۱۳۱ (۰/۰۱۹۰؛ ۰/۰۷۱۴)	۰/۳۸۰۸ ± ۰/۱۶۴۷ (۰/۰۵۱۲؛ ۰/۷۱۰۴)	۶۳/۰۲	۰/۷۱
۲۵	نر	II	۰/۰۴۶۰ ± ۰/۰۱۲۷ (۰/۰۲۰۶؛ ۰/۰۷۱۴)	۰/۳۴۷۸ ± ۰/۱۵۴۷ (۰/۰۳۸۱؛ ۰/۶۵۷۴)	۶۹/۰۰	۰/۷۳
	ماده	II	۰/۰۴۹۸ ± ۰/۰۱۳۱ (۰/۰۲۳۶؛ ۰/۰۷۵۹)	۰/۲۸۹۱ ± ۰/۱۳۸۸ (۰/۰۱۱۲؛ ۰/۵۶۷۰)	۸۳/۰۲	۰/۷۷
۳۰	نر	III	—*	۰/۵۲۱۴ ± ۰/۰۲۸۱ (۰/۴۶۵۱؛ ۰/۵۷۷۷)	۴۶/۰۳	۰/۹۲
	ماده	III	—*	۰/۴۶۲۳ ± ۰/۰۲۷۱ (۰/۴۰۸۰؛ ۰/۵۱۶۷)	۵۱/۹۱	۰/۹۳

CI: حدود اطمینان ۹۵ درصد.

* ضریب ثابت b برای افراد نر و ماده در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس به ترتیب (۰/۰۰۳۲۲ - ۰/۰۰۶۹۵) و (۰/۰۰۳۲۲ - ۰/۰۰۶۹۵) و (۰/۰۰۵۰۹ ± ۰/۰۰۰۹۳۱) و (۰/۰۰۳۰۱ - ۰/۰۰۶۳۵) تخمین زده شد.



تراکم اولیه‌ی طعمه

شکل ۱- منحنی‌های تعداد طعمه خورده توسط افراد نر (چپ) و ماده (راست) سن شکارگر *Orius laevis* در تراکم‌های مختلف کنه دولکهای *Tetranychus urticae* در دماهای مختلف ثابت. نقاط و خطوط به ترتیب نشانگر مقادیر مشاهده شده و مورد انتظار از برازش داده‌ها با مدل راجرز می‌باشند.

جدول ۵- پارامترهای تخمین زده شده با معادله ترکیبی برای مقایسه نرخ حمله و زمان دستیابی سن شکارگر *Orius laevigatus* نسبت به کنه‌ی دولکه‌ای *Tetranychus urticae* در دو دمای مختلف ثابت.

جنسیت	دما (°C)	پارامتر	برآورد	خطای استاندارد	
				حد پایین	حد بالا
نر	۲۵-۲۰	D_a	۰/۰۰۰۳۶۶	۰/۰۱۶۰	-۰/۰۳۱۳
		D_{Th}	-۰/۰۶۷۴	۰/۱۹۶۸	-۰/۴۵۷۲
ماده	۲۵-۲۰	D_a	۰/۰۰۴۵۹	۰/۰۱۸۵	-۰/۰۳۲۰
		D_{Th}	-۰/۰۹۱۷	۰/۲۱۴۸	-۰/۵۱۷۲

جدول ۶- پارامترهای تخمین زده شده با معادله ترکیبی برای مقایسه نرخ حمله و زمان دستیابی بین افراد نر و ماده سن شکارگر *Orius laevigatus* نسبت به کنه‌ی دولکه‌ای *Tetranychus urticae* در سه دمای مختلف ثابت.

تیمار	دما (°C)	پارامتر	برآورد	خطای استاندارد	
				حد پایین	حد بالا
نر- ماده	۲۰	D_a	۰/۰۰۰۴۶۳	۰/۰۱۶۳	-۰/۰۳۱۸
		D_{Th}	۰/۰۳۴۳	۰/۲۰۳۸	-۰/۳۶۹۴
نر- ماده	۲۵	D_a	-۰/۰۰۳۷۶	۰/۰۱۸۲	-۰/۰۳۹۸
		D_{Th}	۰/۰۵۸۷	۰/۲۰۷۷	-۰/۳۵۲۷
نر- ماده	۳۰	D_{b^*}	۰/۰۰۷۷۵	۰/۰۲۲۰	-۰/۰۳۵۸
		D_{Th}	۰/۰۹۸۵	۰/۱۰۵۲	-۰/۱۰۹۷

* این پارامتر برای مقایسه ضرایب ثابت b بین دو جنس نر و ماده مورد استفاده قرار گرفت.

خورده شده افزایش یافته و نهایتاً منجر به پایداری سیستم شکارگر- شکار خواهد شد (هسل ۱۹۷۸). دشمنان طبیعی عمومی خوار به طور معمول واکنش تابعی نوع سوم را نشان می‌دهند (شنک و بیچر ۲۰۰۲) و به دلیل این که در محدوده‌ای از تراکم طعمه به صورت وابسته به تراکم عمل می‌کنند در تنظیم جمعیت طعمه‌های خود موفق‌تر هستند (هسل و واگ ۱۹۸۴). افزایش سرعت حرکت و فعالیت جستجوگری شکارگر با افزایش تراکم طعمه (هسل ۱۹۷۸) در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس می‌تواند از جمله دلایل حدوث واکنش تابعی نوع سوم در این دما برای این شکارگر باشد.

زمان دستیابی در هر دو جنس نر و ماده با افزایش دما از ۲۰ به ۲۵ درجه‌ی سلسیوس کاهش ولی در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش یافت. با توجه به این که مدت زمان دستیابی تخمین زده شده توسط مدل‌های واکنش تابعی خیلی بیشتر از مدت زمان دستیابی واقعی (مدت زمان تغذیه از یک واحد طعمه) هستند (هولینگ ۱۹۶۵، هسل ۱۹۷۸)، بنابراین بیشتر بودن مدت زمان دستیابی به دست آمده از مدل الزاماً نشانگر کاهش توانایی شکارگر در آن شرایط نیست، چراکه این زمان صرفاً شامل مدت زمان تغذیه از طعمه نبوده و رفتارهای غیر از شکارگری شامل استراحت، تمیز کردن شاخک و قطعات دهانی و برخی رفتارهای مشابه را نیز شامل می‌شود (هسل ۱۹۷۸) و بیشتر بودن نسبی مدت زمان دستیابی سن شکارگر در دماهای ۲۰ و ۳۰ درجه‌ی سلسیوس نسبت به دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس ممکن است به این دلیل باشد. با این حال، قضاوت صحیح در این مورد نیازمند انجام مطالعات مشاهده‌ای مستقیم و ثبت مدت زمان دستیابی واقعی سن شکارگر در دماهای مختلف می‌باشد. در هر سه دمای مورد بررسی زمان دستیابی افراد ماده در مقایسه با افراد نر کمتر بود. این

واکنش تابعی نوع دوم نشانگر فعالیت شکارگری وابسته به تراکم معکوس و نوع سوم بیانگر رفتار شکارگری وابسته به تراکم شکارگرها در تغذیه از طعمه‌ها می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق می‌توان اظهار داشت که در دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه‌ی سلسیوس بیشترین فعالیت شکارگری هر دو جنس نر و ماده سن *O. laevigatus* در تراکم‌های پایین‌تر کنه‌ی دولکه‌ای رخ می‌دهد و با افزایش تراکم طعمه، درصد شکارگری کاهش می‌یابد، در حالی که در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس درصد شکارگری تا تراکم ۳۲ کنه افزایش (وابسته به تراکم) و سپس کاهش می‌یابد.

در بررسی حاضر مقادیر محاسبه شده برای نرخ حمله شکارگر در دو دمای ۲۰ و ۲۵ درجه‌ی سلسیوس تقریباً مشابه بود. با این حال، حداکثر تعداد طعمه‌ای که سن ماده به صورت تئوریک در طی ۲۴ ساعت می‌تواند مصرف کند در دمای ۲۵ درجه بیشتر از دمای ۲۰ درجه‌ی به دست آمد، هر چند در دمای بالاتر (۳۰ درجه سلسیوس) کاهش یافت. نرخ شکارگری مشاهده شده در دمای ۳۰ درجه سلسیوس بیشتر از دو دمای دیگر بود. افزایش نرخ شکارگری در اثر افزایش دما می‌تواند به این دلیل باشد که سن‌های ماده فعالیت به نسبت کم‌تری را در دماهای پایین‌تر از خود نشان می‌دهند (مک‌کافری و هورسبورگ ۱۹۸۶)، اما با افزایش دما تا یک حد مشخص طعمه خود را به طور فعالانه جستجو می‌کنند. همچنین با توجه به نوع واکنش تابعی سن شکارگر در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس انتظار می‌رود که در صورت به دست آمدن نتیجه مشابه در شرایط گلخانه‌ای، این شکارگر در این دما بتواند جمعیت آفت را به صورت وابسته به تراکم کنترل نماید. این موضوع از نظر کنترل زیستی یک ویژگی مطلوب محسوب می‌شود، چرا که در این حالت با افزایش تراکم طعمه تا یک حد مشخص، درصد طعمه

که سن شکارگر *O. laevigatus* در دماهای مورد آزمایش (بین ۲۰ تا ۳۰ درجه‌ی سلسیوس) روی کنه دولکه‌ای به خوبی فعالیت کرده و می‌تواند به عنوان یک عامل کنترل زیستی موفق در این محدوده دمایی مطرح شود، به ویژه این که در دمای ۳۰ درجه واکنش تابعی هر دو جنس نر و ماده از نوع سوم بود که نشانگر فعالیت وابسته به انبوهی سن شکارگر در این دما می‌باشد. با این حال، مطالعات جامع‌تری برای بررسی میزان کارایی سن شکارگر *O. laevigatus* در کنترل کنه‌ی دولکه‌ای، *T. urticae* در شرایط طبیعی و نیز در محدوده‌ی دمایی وسیع‌تر مورد نیاز است. نتایج آزمایش‌های واکنش تابعی انجام شده در محیط‌های محدود آزمایشگاهی به تنهایی نمی‌تواند برای نشان دادن کارایی دشمنان طبیعی در شرایط مزرعه‌ای مورد استناد قرار گیرد (آنیل ۱۹۸۹، کاریوا ۱۹۹۰) چرا که عوامل متعددی در شرایط مزرعه‌ای رفتار جستجوگری دشمنان طبیعی را تحت تاثیر قرار می‌دهند که از آن جمله می‌توان به گیاهان میزبان مختلف، محدوده جستجوی وسیع، حضور طعمه‌های دیگر و رقابت با سایر دشمنان طبیعی اشاره کرد (مورداد ۱۹۷۳، مونیانزا و ابریکی ۱۹۹۷، کالیبی و همکاران ۲۰۰۵). هم چنین، دشمنان طبیعی با نوسانات دمایی متعددی در شرایط طبیعی مواجه هستند که به نوبه خود می‌تواند رفتار جستجوگری و شکارگری آن‌ها را در ساعات مختلف روز تحت تاثیر قرار دهد. به عنوان مثال، مونیانزا و ابریکی (۱۹۹۷) گزارش کردند که وجود نوسانات دمایی در مزرعه باعث پایین بودن نرخ حمله‌ی کفشدوزک *Coleomegilla maculata* DeGeer نسبت به شرایط آزمایشگاهی می‌شود. با این که مطالعات آزمایشگاهی می‌تواند برای نشان دادن برخی از برهم‌کنش‌های شکارگر-شکار که ممکن است در شرایط طبیعی به وقوع بپیوندد، موثر واقع شود، ولی انجام

موضوع می‌تواند به دلیل جثه نسبتاً بزرگتر افراد ماده در مقایسه با افراد نر و احتمالاً سرعت حرکت بیشتر آن‌ها و در نتیجه نرخ برخورد بیشتر با طعمه در واحد زمان و تغذیه از آن باشد. ژانگ و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تاثیر سه دمای ۲۵، ۲۸ و ۳۱ درجه‌ی سلسیوس روی واکنش تابعی سن شکارگر *O. similis* نسبت به *T. cinnabarinus* نشان دادند که با افزایش دما زمان دستیابی کاهش می‌یابد. در مطالعه‌ی جعفری و همکاران (۲۰۱۲) زمان دستیابی کنه شکارگر *Neoseiulus barkeri* Hughes نسبت به کنه‌ی دولکه‌ای، *T. urticae* با افزایش دما از ۲۰ به ۳۵ درجه‌ی سلسیوس کاهش یافت. با این که در تحقیق حاضر زمان دستیابی با افزایش دما از ۲۰ به ۲۵ درجه کاهش یافت، ولی افزایش آن در دمای ۳۰ درجه متفاوت از روند تغییرات این پارامتر در تحقیقات فوق‌الذکر بوده و می‌تواند نشانگر رفتار متفاوت شکارگرهای مختلف در دماهای مشابه باشد.

کنه‌ی دولکه‌ای در دماهای بالاتر میزان فعالیت خود را افزایش می‌دهد (پنمن و چاپمن ۱۹۸۰) و این عامل سبب افزایش تولید تار ابریشمی در سطح برگ توسط کنه می‌شود (سایتو ۱۹۷۷). با توجه به محدود بودن مدت زمان آزمایش (۲۴ ساعت) در بررسی حاضر، احتمالاً میزان افزایش در تولید تار توسط کنه در این دما در حدی نبوده است که سبب ایجاد اختلال در فعالیت سن شکارگر به ویژه در تراکم‌های بالاتر شود، چرا که با افزایش تراکم طعمه نرخ شکارگری هر دو جنس نر و ماده‌سن اوریوس افزایش یافته است (جدول ۲).

آگاهی از تاثیر دما در برهم‌کنش‌های شکارگر-شکار و توانایی یک شکارگر در فعالیت در شرایط دمایی مختلف برای استفاده‌ی موفق از آن در برنامه‌های کنترل زیستی ضروری می‌باشد (کوهجانی گرجی و همکاران ۲۰۰۹). بر اساس نتایج به دست آمده از این بررسی مشخص شد

تحقیقات در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای و بررسی رفتار جستجوگری یک شکارگر و توانایی آن در کنترل آفات جهت استفاده از آن در برنامه‌های کنترل زیستی آفات ضروری است.

منابع

- حسن‌پور م، ۱۳۸۸. مطالعه‌ی برخی ویژگی‌های زیستی و شکارگری بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* (Stephens) و سن *Orius albidipennis* (Reuter) روی کرم غوزه‌ی پنبه، *Helicoverpa armigera* Hubner و کنه‌ی دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch، رساله دکتري رشته حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- حسن‌خانی خ و اللهیاری ح، ۱۳۹۲. واکنش تابعی حشرات کامل نر و ماده کفشدوزک *Hippodamia variegata* Goeze (Col.: Coccinellidae) روی شته‌ی سبز هلو. نشریه کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی، جلد دوم، شماره ۱، صفحه‌های ۶۵ تا ۷۰.
- حسین‌زاده ح، شیشه‌بر پ، اسفندیاری م و رجب‌پور ع، ۱۳۹۱. واکنش تابعی سن *Orius albidipennis* (Hem: Anthocoridae) با تغذیه از کنه *Tetranychus turkestanii* در سه دمای مختلف. جلد ۱- صفحه ۲ خلاصه مقاله‌های بیستمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، دانشگاه شیراز، شیراز.
- عرفان د و استوان ه، ۱۳۸۴. تنوع گونه‌ای سنک‌های خانواده Anthocoridae در شیراز و مناطق اطراف. مجله علوم کشاورزی، جلد یازدهم، شماره ۲، صفحه‌های ۸۱ تا ۹۵.
- Alvarado P, Balta O and Alomar O, 1997. Efficiency of four Heteroptera as predators of *Aphis gossypii* and *Macrosiphum euphorbiae* (Hom., Aphididae). *Entomophaga* 42: 215-226.
- Cabral S, Soares AO and Garcia P, 2009. Predation by *Coccinella undecimpunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) on *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae): Effect of prey density. *Biological Control* 50: 25-29.
- Chambers RJ, Long S and Helyer NL, 1993. Effectiveness of *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) for the control of *Frankliniella occidentalis* on cucumber and pepper in the UK. *Biocontrol Science and Technology* 3: 295-307.
- Chapman RF, 1998. *The Insects: Structure and Function*, 4th Ed. Cambridge University Press, UK.
- Cocuzza GE, De Clercq P, Lizzio S, Van de Veire M, Tirry L, Degheele D and Vacante V, 1997. Life tables and predation activity of *Orius laevigatus* and *O. albidipennis* at three constant temperatures. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 85: 189-198.
- Cranham JE and Helle W, 1985. Pesticide resistance in Tetranychidae. Pp. 405-421 In: Helle W and Sabelis MW (eds.) *Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control*. Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam.
- Ding-Xu L, Juan T and Zuo-Rui Sh, 2007. Functional response of the predator *Scolothrips takahashii* to hawthorn spider mite, *Tetranychus viennensis*: effect of age and temperature. *Biocontrol* 52: 41-61.
- Farhadi R, Allahyari H and Juliano SA, 2010. Functional response of larval and adult stages of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) to different densities of *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 39: 1586-1592.

- Flinn PW and Hagstrum DW, 2002. Temperature-mediated functional response of *Theocolax elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in stored wheat. *Journal of Stored Products Research* 38: 185–190.
- Flinn PW, 1991. Temperature-dependent functional response of the parasitoid *Cephalonomia waterstoni* (Gahan) (Hymenoptera: Bethyridae) attacking rusty grain beetle larvae (Coleoptera: Cucujidae). *Environmental Entomology* 20: 872-876.
- Geoghiou GP, 1990. Overview of insecticide resistance. Pp. 18-41 In: Green MB, LeBaron HM and Moberg WK (eds.) *Managing Resistance to Agrochemicals*. American Chemical Society Symposium Series 421.
- Ghahari H, Carpintero DL and Ostovan H, 2009. An annotated catalogue of the Iranian Anthocoridae (Hemiptera: Heteroptera: Cimicomorpha). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae* 49: 43-58.
- Gilioli G, Baumgärtner J and Vacante V, 2005. Temperature influences on functional response of *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) individuals. *Journal of Economic Entomology* 98: 1524-1530.
- Hassanpour M, Mohaghegh J, Iranipour Sh, Nouri-Ganbalani G and Enkegaard A, 2011. Functional response of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): effect of prey and predator stages. *Insect Science* 18: 217-224.
- Hassell MP and Waage JK, 1984. Host–parasitoid population interactions. *Annual Review of Entomology* 29: 89-114.
- Hassell MP, 1978. *The Dynamics of Arthropod Predator– Prey Systems*, Princeton: Princeton University Press.
- Holling CS, 1961. Principles of insect predation. *Annual Review of Entomology* 6: 163-182.
- Holling CS, 1965. The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population regulation. *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 45: 1–60.
- Hussey NW and Scopes NEA, 1985. Mite management for greenhouse vegetables in Britain. Pp. 285-297 In: Helle W and Sabelis MW (eds.) *Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control*, vol 1B. Elsevier, Amsterdam.
- Jafari S, Fathipour Y and Faraji F, 2012. The influence of temperature on the functional response and prey consumption of *Neoseiulus barkeri* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Entomological Society of Iran* 31: 39-52.
- Juliano SA, 2001. Non-linear curve fitting: predation and functional response curves. Pp. 178-196 In: Scheiner SM and Gurevitch J (eds.) *Design and Analysis of Ecological Experiments*. Chapman and Hall, New York.
- Kalyebi A, Overholt WA, Schulthessa F, Muekec, JM, Hassand SA and Sithananthama S, 2005. Functional response of six indigenous trichogrammatid egg parasitoids (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Kenya: influence of temperature and relative humidity. *Biological Control* 32: 164-171.
- Kareiva P, 1990. The special dimension in pest-enemy interaction. Pp. 213-227 In: Mackauer M, Ehler LE and Roland J (eds.) *Critical Issues in Biological Control*. Intercept, Anover, Hants.
- Kouhjani Gorji M, Fathipour Y and Kamali K, 2009. The effect of temperature on the functional response and consumption of *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae) on the two spotted spider mite. *Acarina* 17: 231-237.

- Madadi H, Enkegaard A, Brødsgaard HF, Kharrazi-Pakdel A, Mohaghegh J and Ashouri A, 2007. Host plant effects on the functional response of *Neoseiulus cucumeris* to onion thrips larvae. *Journal of Applied Entomology* 131: 728-733.
- McCaffrey JP and Horsburgh RL, 1986. Functional response of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) to the European red mite *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae), at different constant temperatures. *Environmental Entomology* 15: 532-535.
- Meck ED, Kennedy, GG and Walgenbach JF, 2013. Effect of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on yield, quality, and economics of tomato production. *Crop Protection* 52: 84-90.
- Moayeri HRS, Madadi H, Pouraskari H and Enkegaard A, 2013. Temperature dependent functional response of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiidae) to the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). *European Journal of Entomology* 110: 109-113.
- Mohaghegh J, De Clercq P and Tiry L, 2001. Functional response of the predators *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae) to the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lep., Noctuidae): effect of temperature. *Journal of Applied Entomology* 125: 131-134.
- Montserrat M, Albajes R and Castane C, 2000. Functional response of four heteropteran predators preying on greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Environmental Entomology* 29: 1075-1082.
- Munyanza J and Obrycki JJ, 1997. Functional response of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) to Colorado potato beetle eggs (Coleoptera: Chrysomelidae). *Biological Control* 8: 215-224.
- Murdoch WW, 1973. The functional response of predators. *Journal of Applied Ecology* 10: 335-342.
- Nedvěd O and Honěk A, 2012. Life history and development. Pp. 54-109 In: Hodek I, Van Emden HF and Honek A (eds.) *Ecology and Behavior of the Ladybird Beetles (Coccinellidae)*, Blackwell Publishing Ltd.
- Nicastro RL, Sato ME, Arthur V and Silva MZ, 2013. Chlorfenapyr resistance in the spider mite *Tetranychus urticae*: stability, cross-resistance and monitoring of resistance. *Phytoparasitica* 41: 503-513.
- O'Neil RJ, 1989. Comparison of laboratory and field measurements of the functional response of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 62: 148-155.
- Pakyari H, Fathipour Y, Rezapanah M and Kamali K, 2009. Temperature-dependent functional response of *Scolothrips longicornis* (Thysanoptera: Thripidae) preying on *Tetranychus urticae*. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 12: 23-26.
- Parajulee MN, Phillips TW and Hogg DB, 1994. Functional response of *Lyctocoris campestris* (F.) adults: effects of predator sex, prey species, and experimental habitat. *Biological Control* 4: 80-86.
- Park YL and Lee JH, 2002. Leaf cell and tissue damage of cucumber caused by two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology* 95: 952-957.
- Penman DR and Chapman RB, 1980. Effect of temperature and humidity on the locomotory activity of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae), *Typhlodromus occidentalis* and *Amblyseius fallacis* (Acarina: Phytoseiidae). *Acta Oecologica* 1: 259-264.
- Péricart J, 1972. Hémiptères. Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'Ouest-Paléarctique. Masson et Cie., Paris.

- Rogers D, 1972. Random search and insect population models. *Journal of Animal Ecology* 41: 369-383.
- Saito Y, 1977. Study of the spinning behavior of the spider mite (Acarina: Tetranychidae). I. Method for the quantitative evaluation of the mite webbing, and the relationship between webbing and walking. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 21: 27-34.
- SAS Institute, 2001. SAS/STAT user's guide. SAS Institute Inc., Cary, NC Inc.
- Schenk D and Bacher S, 2002. Functional response of a generalist insect predator to one of its prey species in the field. *Journal of Animal Ecology* 71: 524-531.
- Skirvin DJ and Fenlon JS, 2003. The effect of temperature on the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 31: 37-49.
- Solomon ME, 1949. The natural control of animal population. *Journal of Animal Ecology* 18: 1-35.
- Tazerouni Z, Talebi AA and Rakhshani E, 2012. Temperature-dependent functional response of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Diuraphis noxia* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of the Entomological Research Society* 14 (1): 31-40.
- van Lenteren JC, 2012. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl* 57: 1-20.
- Vassiliou VA and Kitsis P, 2013. Acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) populations from Cyprus. *Journal of Economic Entomology* 106: 1848-1854.
- Venzon M, Janssen A and Sabelis MW, 2002. Prey preference and reproductive success of the generalist predator *Orius laevigatus*. *Oikos* 97: 116-124.
- Wiedenmann RN and Smith JW, 1997. Attributes of natural enemies in ephemeral crop habitats. *Biological Control* 10:16-22.
- Wittmann EJ and Leather SR, 1997. Compatibility of *Orius laevigatus* Fieber (Hemiptera: Anthocoridae) with *Neoseiulus (Amblyseius) cucumeris* Oudemans (Acari: Phytoseiidae) and *Iphiseius (Amblyseius) degenerans* Berlese (Acari: Phytoseiidae) in the biological control of *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae). *Experimental and Applied Acarology* 21: 523-538.
- Zamani AA, Talebi AA, Fathipour Y and Baniamiri V, 2006. Temperature-dependent functional response of two aphid parasitoids, *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphidiidae), on the cotton aphid. *Journal of Pest Science* 79: 183-188.
- Zhang SC, Zhu F, Zheng XL, Lei CL and Zhou XM, 2012. Survival and developmental characteristics of the predatory bug *Orius similis* (Hemiptera: Anthocoridae) fed on *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) at three constant temperatures. *European Journal of Entomology* 109: 503-508.

Temperature-Dependent Functional Response of the Predatory Bug *Orius laevigatus* (Fieber) Preying Upon the Two-Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* (Koch)

M Hassanpour^{1*}, A Yaghmaee², A Golizadeh¹, H Rafiee-Dastjerdi¹ and L Mottaghinia³

¹Associate Professor, Department of Plant Protection, University of Mohaghegh Ardabili,

²Former MSc Student of Agricultural Entomology, University of Mohaghegh Ardabili,

³Ph.D Student of Agricultural Entomology, University of Mohaghegh Ardabili.

*Corresponding author: hassanpour@uma.ac.ir

Received: 30 Dec 2014

Accepted: 31 May 2015

Abstract

Temperature is one of the important factors that can influence the predator- prey dynamics. In this research, functional responses of males and females of *Orius laevigatus* towards *Tetranychus urticae* nymphs were investigated in laboratory condition at three constant temperatures, 20, 25 and 30°C. Different densities of mixture of protonymph and deutonymph of mite (2, 4, 8, 16, 32 and 64), on cucumber leaf discs (6 cm in diameter), were separately offered to male and female predators. After 24 h, the number of consumed preys was recorded. Ten replicates of the experiment were performed. Logistic regression and nonlinear regression of SAS software were used to determine the type of functional response and estimate the parameters, respectively. Consumption rate of both male and female predators increased with increasing temperature and prey density. Functional responses of both male and female predators to the mite were Type II at 20 and 25°C and Type III at 30°C. At 20 and 25°C, attack rates were estimated to be 0.0452 and 0.0498 h⁻¹ for females; and 0.0457 and 0.0460 h⁻¹ for males, respectively. The lowest handling time for both male and female predators was estimated at 25°C. The results revealed that the predatory bug *O. laevigatus* may be more effective for biological control of *T. urticae* at higher temperature.

Keywords: *Orius*, Predation activity, Functional response, Two-spotted spider mite.