نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۱۹۰-۱۷۹

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 179-190

واکنش تابعی کفشدوزک شش لکه‌ای زیگزاگی، *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) (Col.: Coccinellidae) با تغذیه از شته سبز انار، *Aphis punicae* Pass. (Hem.: Aphididae) در دماهای مختلف

سعیدالسادات فاطمی[۱] - محمد امین سمیع[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۰۴

چکیده

شته سبز انار، *Aphis punicae* Pass. عمومی‌ترین آفت درختان انار محسوب می‌گردد که در تمامی انارستان‌های کشور وجود دارد و در بعضی از سال‌ها، در باغ‌هایی که شرایط برای رشد و تکثیر آفت فراهم باشد باعث خسارت می‌گردد. در این پژوهش، واکنش تابعی کفشدوزک شکارگر *Menochilus sexmaculatus* نسبت به تراکم‌های مختلف پوره‌های سن سه و چهار شته سبز انار به‌عنوان طعمه در دماهای ۲۰، ۲۲/۵، ۲۵، ۲۷/۵، و ۳۰ (±۱) برای ماده‌های بالغ ۱۰ روزه و ۲۵ و ۲۷/۵ (±۱) درجه سلسیوس برای لاروهای سن سه و چهار و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بررسی شد. تراکم‌های استفاده شده برای لارو سن سه و چهار کفشدوزک شامل ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۰۰ و ۱۲۸ طعمه و برای ماده بالغ و حشرات کامل نر و ماده ۱۰ روزه شامل ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۰۰ و ۱۲۸ طعمه بود و میزان تغذیه در هر تراکم پس از ۲۴ ساعت ثبت شد. نوع واکنش‌تابعی به‌وسیله رگرسیون لجستیک و تخمین فراسنجه از طریق رگرسیون غیر خطی تعیین شد. واکنش تابعی تمامی مراحل مختلف رشدی کفشدوزک در تمام دماها از نوع دوم بود. نتایج نشان داد که دما در واکنش شکارگر به تراکم طعمه موثر بود و قدرت جستجوگری از دمای ۲۲/۵ تا دمای ۲۷/۵ افزایش یافت. بیش‌ترین و کمترین مقدار قدرت جستجوگری به ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۰۵ بار در ساعت توسط حشرات بالغ ماده در دمای به ترتیب ۲۷/۵ و ۲۲/۵ درجه سلسیوس و برای زمان دستیابی به ترتیب ۰/۲۶ و ۰/۰۱۸ ساعت در دمای به ترتیب ۲۰ و ۲۲/۵ درجه سلسیوس به‌دست آمد. بنابراین با نگرش به قدرت جستجوگری، دمای ۲۷/۵ درجه سلسیوس مناسب‌ترین دما برای فعالیت شکارگری این کفشدوزک در طبیعت در نظر گرفته می‌شود و مرحله رشدی حشرات کامل و لارو سن چهار بهترین مرحله است و در برنامه مهار زیستی شته سبز انار با این کفشدوزک در خور نگرش است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کفشدوزک زیگزاگی شش‌لکه‌ای احتمالاً می‌تواند گزینه مناسبی برای مهار زیستی شته سبز انار در برنامه مدیریت تلفیقی آفات باغ‌های انار باشد.

واژه‌های کلیدی: زمان دستیابی، قدرت جستجوگری، شکارگر

مقدمه

انار *Punica granatum* L. (Punicaceae) یکی از محصولات مهم باغی کشور است. از میان عوامل زیان‌آور به این محصول، شته انار *Aphis punicae* Pass. (Hem.: Aphididae) عمومی‌ترین آفت درختان انار محسوب می‌گردد که در تمامی انارستان‌های کشور وجود دارد و در باغ‌هایی که شرایط برای رشد و تکثیر آفت فراهم باشد باعث خسارت می‌گردد. شته انار، با تغذیه از شیره پرورده عسلک تولید کرده و شرایط را برای رشد قارچ‌های ساپروفیت و هم‌چنین کاهش تنفس گیاه فراهم می‌کند. مهم‌ترین خسارت شته انار ریزش غیرطبیعی گل‌های انار در ابتدای فصل می‌باشد (۴۹).

پوره‌ها و حشرات بالغ شته انار از جمله طعمه‌های مناسب برای تعدادی از کفشدوزک‌های فعال در کشتزارها می‌باشد. این کفشدوزک با نام‌های *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius)، *Chilomenes sexmaculata* (Fabricius) و *Menochilus quadriplagiatus* (Swartz) در دنیا شناخته شده است. کفشدوزک زیگزاگی شش‌لکه‌ای از عمومی‌ترین کفشدوزک‌ها به‌شمار می‌رود و در دامنه شکار این کفشدوزک ۵۷ گونه شته قرار می‌گیرد (۲). این جنس از کفشدوزک در کشورهای هند، پاکستان، اندونزی، مالزی، ایران، فلیپین، سوماترا، جزیره بالی، فرانسه، استرالیا و جنوب آفریقا پراکنده است (۱۰، ۳۵، ۵۱ و ۲۴). هر چند بررسی‌های متعددی روی شکارگری و توانایی کفشدوزک زیگزاگی شش‌لکه‌ای و مؤثر بودن این کفشدوزک انجام گرفته است (۳۷، ۲۹، ۵۲، ۳، ۳۲، ۳۱ و ۴۰). اما این کفشدوزک در دامنه گسترده‌ای از طعمه‌ها فعالیت می‌کند (۵۴ و ۴۲).

۱ و ۲- دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد و استاد گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان
(* - نویسنده مسئول: Email: samia_aminir@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jpp.v0i0.41174

Archive of SID
www.SID.ir

یکی از عوامل مهم در ارزیابی کارآیی شکارگرها مطالعه واکنش تابعی، میزان تغذیه آن‌ها از طعمه، قدرت جستجوگری و ارزیابی عملکرد آنها بعد از رهاسازی می‌باشد (۱۵). تعیین این فراسنجه‌های زیستی تحت تاثیر عوامل زیادی ازجمله طول عمر شکارگرها، نوع طعمه و شرایط آزمایش می‌باشد (۷). واژه واکنش تابعی نخستین بار توسط سولومون (۵۳) و به منظور نشان دادن رابطه بین تراکم طعمه مورد حمله واقع شده توسط دشمن طبیعی و تراکم اولیه طعمه ارائه شد (۲۸). واکنش تابعی شکارگرها یا پارازیتویید‌ها به تغییرات تراکم طعمه یا میزبان در فرایند تنظیم جمعیت آفات جایگاه مهمی دارد و شاخص مناسبی برای استفاده موفقیت‌آمیز از دشمن طبیعی در برنامه‌های کنترل آفات به‌شمار می‌روند (۵۶). شکارگرها ممکن است با توجه به نوع گیاه میزبان (۳۹ و ۱۳) یا نوع طعمه، واکنش تابعی خاصی را از خود نشان دهند(۴۸). دو آماره مهم واکنش تابعی شامل قدرت جستجوی آنی (a) و زمان دست‌یابی شکارگر (Th) می‌باشند. علاوه بر خصوصیات فردی شکارگر، عوامل دیگری از جمله اندازه و کیفیت میزبان، شرایط مختلف فیزیکی، (۱۲، ۳۸ و ۳۹) مرحله رشدی (۱۸، ۵ و ۱۲) و دما (۲۷ و ۶) بر نوع واکنش تابعی و مقدار آماره‌های آن تاثیرگذار است.

از آن‌جا که رفتار شکارگری ممکن است در اثر دما و مرحله سنی شکارگر و طعمه تغییر کند در این پژوهش واکنش تابعی مراحل مختلف سنی کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از تراکم‌های مختلف پوره سن سه و چهار شته سبز انار به عنوان طعمه در دماهای مختلف بررسی شد.

مواد و روش‌ها

کشت گیاه انار و ایجاد کلنی شته *A. punicae* در آزمایشگاه

جمعیت اولیه شته از باغ انار واقع در رفسنجان به مختصات جغرافیایی 30°23'42.3164"N 55°56'51.1177"E جمع‌آوری و پس از شناسایی با استفاده از کلید شناسایی (۴۷) و تایید متخصص به آزمایشگاه اکولوژی حشرات منتقل شدند. به منظور پرورش و ایجاد کلنی شته، نهال‌های انار کشت شده و در قفس‌های توری‌دار گلخانه‌ای با ابعاد ۸۰×۱۲۰×۱۷۰سانتی‌متر نگه‌داری شدند. برای هم‌سن کردن شته‌ها، تعدادی از حشرات کامل دخترزای بی‌بال روی نهال‌های فاقد آلودگی به شته انتقال داده و به آن‌ها اجازه داده شد به‌مدت ۲۴ ساعت پوره‌زایی داشته باشند. پس از ۲۴ ساعت حشرات کامل حذف گردید و به پوره‌ها اجازه داده شد تا رشد کرده و به مرحله بلوغ برسند (۱۶). از این شته‌های هم‌سن برای برخی آزمایش‌ها استفاده شد. شته‌ها در دمای ۲±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگه‌داری شدند.

جمع‌آوری و پرورش کفشدوزک

برای بکارگیری کفشدوزک *M. sexmaculatus* در انجام آزمایش‌ها، از کلنی این کفشدورک در اینسکتاریوم دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان که قبلاً روی شته خرزهره *Aphis nerii* Boyer de Fonscolombe پرورش داده شده بودند استفاده شد و در ادامه برای حفظ توان ژنتیکی جمعیت، حشرات کامل این کفشدوزک از باغ‌های پسته و انار از منطقه رفسنجان گردآوری و پس از شناسایی با استفاده از کلید (۸ و ۴) و مقایسه کلکسیون موجود و تایید متخصص به جمعیت آزمایشگاهی افزوده شد. کفشدوزک‌های منتقل شده به آزمایشگاه درون ظروف پتری به قطر ۱۲ سانتی‌متر با روزنه‌ای به قطر ۱/۵ سانتی‌متر که با توری پوشانده شده بود (درون هر پتری حداکثر شش حشره بالغ و یک لارو کفشدوزک) قرار داده شدند. این ظروف برای جلوگیری از خروج لاروها و حشرات کامل مناسب‌تر هستند. کفشدوزک‌ها روزانه با مقدار کافی شته سبز انار (هر بار تعداد دست کم پنج برگ آلوده انار به شته استفاده می‌شد) تغذیه شدند و بعد از آن آزمایش‌های اصلی روی کفشدوزک‌ها آغاز شد. به منظور جلوگیری از رشد قارچ، برگ‌های درون ظروف پرورش هر روز و ظروف پرورش، هر سه روز یک‌بار تعویض شدند. بازدید روزانه ظروف پرورش برای تامین غذای حشرات و رطوبت داخل آن‌ها پیوسته انجام گرفت. تمام مراحل پرورش کفشدوزک در دمای۲ ±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد.

آزمایش‌های واکنش تابعی

برای انجام این آزمایش‌ها از ظروف پتری با قطر ۱۲ سانتی‌متر استفاده شد. جمعیت کفشدوزک به مدت دو نسل روی شته سبز انار (برای کاهش اثر میزبان پیشین) پرورش داده شد و تخم‌های حاصل از نسل دوم برای انجام این آزمایش استفاده شد. لاروهای سن سه و چهار که ۲۴ ساعت از عمر آن‌ها می‌گذشت و در این مدت گرسنه نگه داشته شده بودند وارد آزمایش شد. در مرحله ظهور حشرات کامل، ماده‌های بالغ ۱۰ روزه (دوره تخمگذاری آغاز شده باشد) که ۲۴ ساعت قبل از آغاز آزمایش گرسنگی داده شده بودند استفاده شد. در این آزمایش از تراکم‌های ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۰۰ و ۱۲۸ پوره سن سه و چهار شته سبز انار برای تغذیه لارو سن سه و چهار و تراکم ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۰۰ و ۱۲۸ جهت تغذیه ماده‌های بالغ استفاده شد. این تراکم‌ها بر اساس آزمایش‌های مقدماتی و ماندن دست کم ۱۰ درصد طعمه انتخاب شدند. بدین‌منظور، پوره‌های سن یک و دو شته سبز انار از روی برگ‌های آلوده انار حذف و پوره‌های سن سه و چهار باقی‌مانده روی دیسک برگ‌ها شمارش و داخل ظروف پتری قرار داده شدند (انتخاب دو سن پوره‌گی شته با هم، به دلیل زمان کوتاه سنین

Archive of SID

www.SID.ir

پوره‌گی شته و دشواری در شناسایی و تفکیک این دو سن پوره‌گی بود) و مرحله سنی مورد نظر کفشدوزک در هر پتری قرار داده شد. هر تراکم شامل هشت تکرار همزمان بود و برای هر تراکم از شاهد (شامل پتری دیش با شته و بدون کفشدوزک) استفاده شد و بر این اساس تصحیح داده‌ها انجام شد. بعد از ۲۴ ساعت، تعداد شته‌های زنده و خورده شده توسط هر کفشدوزک یادداشت شد. آزمایش‌ها در دماهای۱±۲۰، ۱±۲۲/۵، ۱±۲۵، ۱±۲۷/۵ و ۱±۳۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی۵±۶۵ درصد و دوره روشنایی به تاریکی ۸:۱۶ ساعت انجام شد. این دماها بر اساس دامنه دمایی مناسب زندگی شته سبز انار (۲۲/۵ و ۲۵ درجه سلسیوس) انتخاب شدند (۹) و به‌سبب گرمسیری بودن منطقه دمای ۲۷/۵ و ۳۰ درجه سلسیوس نیز اضافه شد.

برای تعیین نوع واکنش تابعی و براورد آماره‌های آن، از روش دو مرحله‌ای جولیانو (۳۰) و نرم افزار SAS استفاده شد. نوع واکنش تابعی بوسیله رگرسیون لجستیک نسبت طعمه خورده شده به‌عنوان تابعی از تراکم اولیه طعمه و از طریق تابع چند جمله‌ای از رابطه ۱ تعیین شد.

رابطه ۱ $$N_e/N_0 = \frac{\exp(P0+P1N0+P2N02+P3N03)}{1+\exp(P0+P1N0+P2N02+P3N03)}$$

در این رابطه N_e تعداد شکار خورده شده، N_0 تعداد اولیه شکار و P_0 ،P_1 ،P_2 و P_3 فراسنجه‌هایی هستند که باید برآورد شوند. این فراسنجه‌ها از طریق رویه CATMOD در برنامه آماریSAS تخمین زده شد (۳۰). منفی یا مثبت بودن ضریب خطی در تابع چند جمله‌ای به‌ترتیب نوع دوم و سوم واکنش تابعی را نشان می‌دهد (۳۰). بعد از تعیین نوع واکنش تابعی، باید فراسنجه‌های Th و a (برای واکنش تابعی نوع دوم) یا b، c و d (برای نوع سوم) تخمین زده شود. با توجه به جایگزین نشدن شته‌های خورده شده و تجزیه رگرسیون لجستیک مدل نوع دوم راجرز(۴۳) به داده‌ها برازش داده شد ۰رابطه ۲).

رابطه ۲ $$Ne = N0\ \{1-exp\ [-a\ (T_h\ N_e - T)]\}$$

Na= تعداد شکارمورد حمله واقع شده، Nt = تراکم اولیه طعمه در زمان آزمایش t، exp= پایه لگاریتم طبیعی، a= قدرت جستجوگری (h-1)، Pt= تعداد دشمن طبیعی در زمان آزمایش t، T= مدت زمان انجام آزمایش (۲۴ ساعت)، Th= زمان دست‌یابی در ساعت می‌باشد. علاوه بر محاسبه فراسنجه‌های ذکر شده حداکثر نرخ حمله توسط مدل‌های واکنش تابعی از رابطه $\left(\frac{T}{T_h}\right)$وضریب تبیین (r2) با استفاده از رابطه ۳ بدست آمد.

رابطه ۳

r^2 =۱− مجموع مربعات کل تصحیح شده/ مجموع مربعات باقی مانده

برای مقایسه فراسنجه‌های واکنش تابعی از رابطه ۴ استفاده شد:

رابطه ۴ $$Na = \{1-exp\ [-(a + D_a(j))(T-(T_h+D_{Th}(J))\ Na)]\}$$

پس از تعیین پارامترهای مورد نظر، وجود تفاوت معنی دار آماری بین پارامترها با استفاده از معادله ۴ مورد بررسی قرار گرفت .در این معادله، j یک متغیر شاخص است که از صفر برای سری اول داده‌ها تا یک برای سری دوم داده‌ها ارزش گذاری می‌شود. با تخمین فراسنجه‌های D_a و D_{Th} می‌توان تفاوت معنی‌دار در مقدار a و T_h را مشخص کرد. به عبارت دیگر نرخ حمله برای یک مرحله a و برای مرحله دیگر $a+D_a$ می‌باشد (۳۰). به عبارت دیگر، زمان دستیابی در دمای ۲۵ درجه برابر T_hو برای دمای ۳۰ درجه $T_h + D_{Th}$ می شود. برای یافتن اختلاف بین دو زمان دستیابی بایستی ثابت شود که D_{Th}، مقداری معنی‌دار است و برابر صفر نیست. اگر D_{Th}اختلاف معنی داری با صفر نداشته باشد آن گاه اختلاف بین T_h و$T_h + D_{Th}$ معنی‌دار نیست و دو زمان دستیابی از دیدگاه آماری مساوی هستند. تفاوت معنی‌دار D_{Th} با صفر نشان دهنده معنی‌دار بودن تفاوت زمان دستیابی بین دو تیمار است. قدرت جستجو گری بین دو تیمار نیز با استفاده از پارامتر D_a و مشابه زمان دستیابی مقایسه شد.

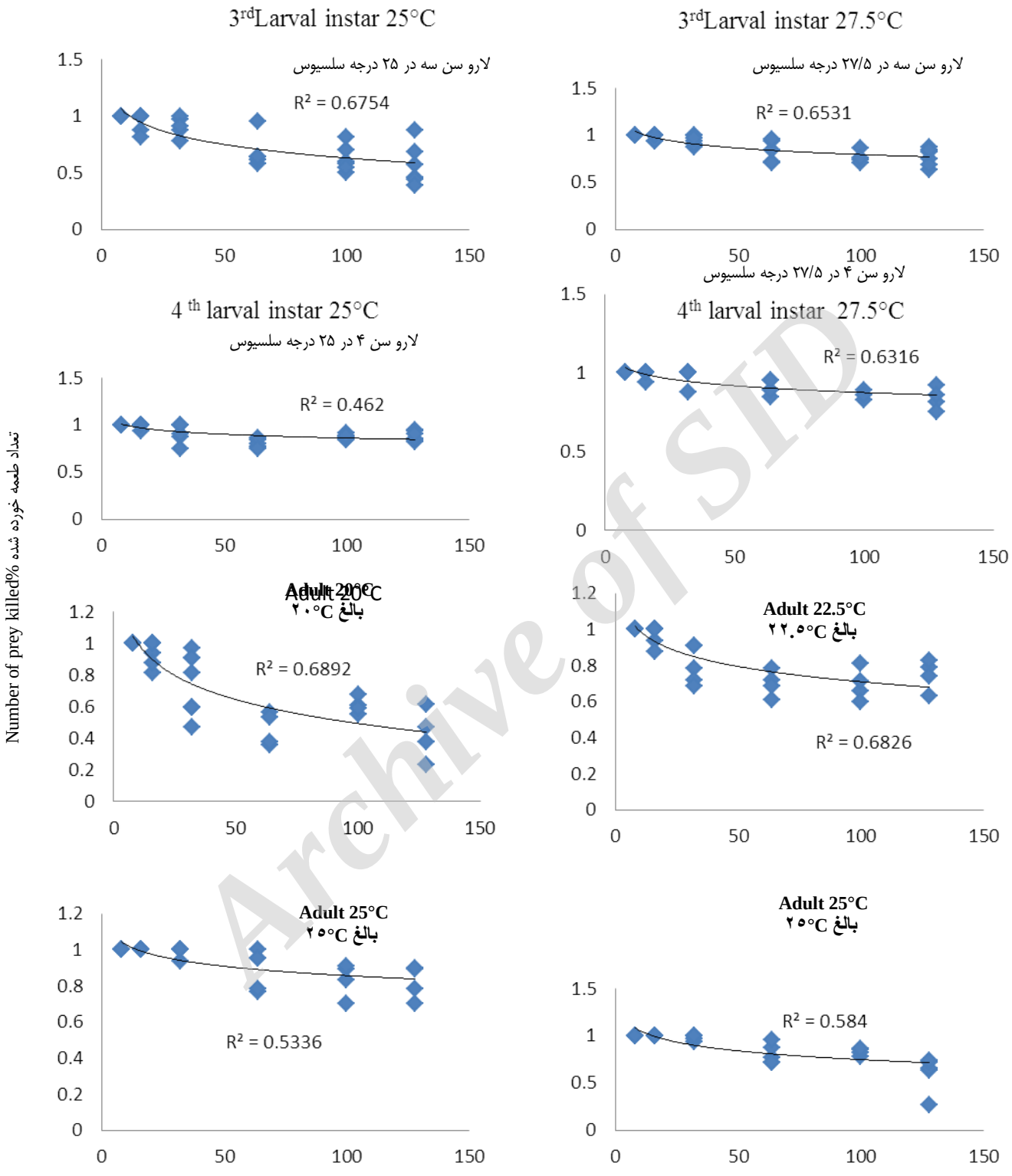
نتایج و بحث

منحنی‌های نسبت طعمه‌های خورده شده توسط لارو سن سوم و چهارم کفشدوزک شکارگر *M. sexmaculatus* با تغذیه از پوره‌های سن سه و چهار شته سبز انار در دماهای ۲۵ و ۲۷/۵ درجه سلسیوس و در ماده‌های بالغ کفشدوزک در دماهای ۲۰، ۲۲/۵، ۲۵، ۲۷/۵ و ۳۰ درجه سلسیوس در شکل ۱ آورده شده است. فراسنجه‌های حاصل از برقراری رگرسیون لجستیک بین تعداد طعمه خورده شده توسط مراحل مختلف رشدی کفشدوزک در دماهای فوق در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. آنالیز رگرسیون چند جمله‌ای لجستیک مشخص کرد که نوع واکنش تابعی نشان داده شده توسط کفشدوزک *M. sexmaculatus*. با تغذیه از شته سبز انار در تمام دماهای مورد آزمایش و مراحل رشدی از نوع دوم بود (جدول‌های ۱ و ۲) (شکل ۱). در تمام دماها با افزایش تراکم طعمه، تعداد طعمه خورده شده افزایش یافت (شکل ۱).

شیب قسمت‌های مختلف منحنی و علامت مربوط به هر کدام از آن‌ها در مورد مراحل مختلف کفشدوزک *M.sexmaculatus* به تراکم‌های مختلف پوره‌های سن سه و چهار شته سبز انار در دمای مورد آزمایش در جدول ۱ و ۲ آمده است.

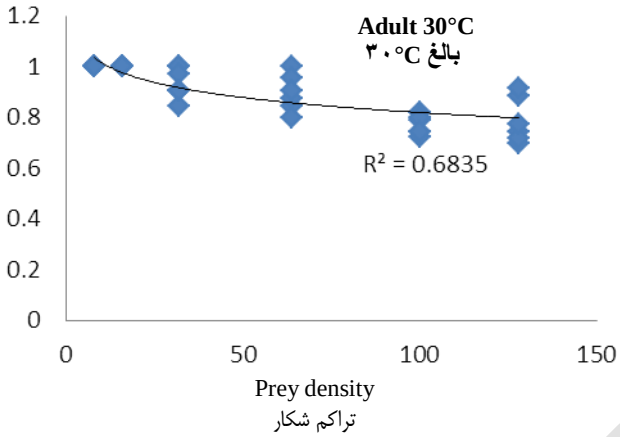
Archive of SID

www.SID.ir



Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- منحنی‌های نسبت طعمه‌های خورده شده توسط لارو سن سه، چهار و ماده‌های بالغ کفشدوزک *M. sexmaculatus* به تراکم‌های مختلف پوره‌های سن سه و چهار شته سبز انار در دماهای مختلف (بر حسب درجه سلسیوس)

Fig. 1 Number of prey killed% curves by three and fourth larval instars and adults of *Menochilus sexmaculatus* to different densities of three and fourth instars of *Aphis punicae* at different tempereture°C

علامت منفی برآوردهای ضریب‌های خطی در هر آزمایش، وجود واکنش تابعی نوع دوم را احراز می‌کند که با مدل هولینگ انطباق بیشتری داشت (علامت مثبت برآوردهای ضریب خطی وجود واکنش تابعی نوع سوم را احراز می‌کند که با مدل تصادفی راجرز برازش بهتری دارد). نتایج و منحنی‌های بدست آمده نشان می‌دهد که در این آزمایش باید تراکم‌های بالاتری از طعمه در اختیار شکارگر قرار بگیرد تا بتواند حد بالای شکارگری را در این شکارگر مشخص کند. به این معنی که تراکم‌های بالاتری از پوره‌های سن سه و چهار شته سبز انار باید در اختیار کفشدوزک قرار گیرد تا شیب منحنی به صفر یا نزدیک به آن برسد و یا زمان آزمایش کوتاه‌تر در نظر گرفته شود تا از صفر شدن تعداد باقیمانده طعمه در تراکم‌های پایین جلوگیری به‌عمل آید.

واکنش تابعی نوع دوم برای این کفشدوزک و شماری دیگر از کفشدوزک‌ها گزارش شده است (۲۰، ۳۳، ۵۵، ۲۶، ۱۸، ۴۶ و ۳۶). دیکسون (۱۵) واکنش تابعی کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Goeze) با تغذیه از شته مومی کلم *Brevicoryne brassica* L. را از نوع دوم تشخیص دادند، نوع واکنش تابعی در پژوهش‌های فوق با پژوهش حاضر که از نوع دوم گردیده است مطابقت دارد. الحاق و زیتون (۱۷) واکنش تابعی کفشدوزک *H. variegata* را با تغذیه از شته‌ی جالیز *Aphis gossypii* Glover مورد بررسی قرار دادند و دریافتند واکنش تابعی حشرات کامل از نوع دوم بود که نتایج این پژوهش با یافته‌های آن‌ها هماهنگی دارد. خلیلی (۳۲) واکنش تابعی کفشدوزک *M. sexmaculatus* را نسبت به تراکم‌های پوره سن چهارم شته خرزهره در سه دمای ۱۷ ، ۲۵ و ۳۳ درجه سلسیوس بررسی کرد که نتایج نشان دهنده واکنش تابعی از نوع دوم بود. خان و میر (۳۳) واکنش تابعی کفشدوزک *H. variegata*، *Coccinella septempunctata* L.، *Adalia tetraspilota* (Hope) را با تغذیه از *Aphis pomi* (De Geer) از نوع دوم گزارش کردند.

واکنش تابعی نوع سوم در شمار کمی از کفشدوزک‌ها دیده می‌شود. اسیکبار و کوپلند (۲۵) در تعیین نوع واکنش تابعی دو گونه کفشدوزک *Scymnus levaillanti* Muls و *Cycloneda sanguinea* L. روی شته جالیز در رژیم‌های دمایی مختلف دریافتند که تنها *C. sanguinea* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس واکنش تابعی نوع سه را نشان داد. لانزونی و همکاران (۳۴) واکنش تابعی کفشدوزک *H. variegata* را روی شته سبز هلو *Myzus persicae* (Sulzer) از نوع سوم تشخیص دادند. سارمنتو و همکاران (۴۸) واکنش تابعی کفشدوزک *Eriopis conexa* Germar را روی شته *Macrosiphum euphorbiae* Thomas را از نوع سوم تشخیص دادند. عبدالهی آهی و همکاران (۱) واکنش تابعی لارو سن چهارم کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant را روی پوره‌های سن سه و چهارم شپشک آرد آلود مرکبات *Planococcus citri* (Risso) از نوع سوم گزارش کردند. هولینگ (۲۳) سه نوع واکنش تابعی تشخیص داد و اظهار داشت که تنها نوع سوم به صورت وابسته به انبوهی عمل می‌کند و این نوع، بیش‌تر از نوع دوم می‌تواند جمعیت را تنظیم کند. هسل و همکاران (۲۱) و هسل (۲۲) بر این باورند که تنها واکنش تابعی نوع سوم شکارگر می‌تواند جمعیت طعمه (آفت) را به تعادل برساند. با این وجود، کارایی این کفشدوزک در مهار زیستی با واکنش تابعی نوع دوم نیز امکان پذیر است زیرا عوامل دیگری مانند اثر گیاه میزبان، عوامل زیستی و غیره نیز بر کارایی شکارگرها اثر گذار است (۴۱ و ۱۸).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- برآورد بیشینه درست‌نمایی Maximum likelihood به‌دست آمده از رگرسیون لجستیک بین تراکم های مختلف پوره سن سه و چهار شته سبز انار و میزان تغذیه لارو سن سوم و چهارم کفشدوزک M. sexmaculatus در دماهای۲۵°C و ۲۷/۵°C

Fig. 1. Maximum-likelihood estimates from logistic regressions analysis between densities of three and fourth instars of *Aphis punicae* and feeding of three and fourth larval instars of *Menochilus sexmaculatus* at 25 and 27.5 °C.

دما (درجه سلسیوس) Temperature (°C)	مرحله رشدی Stages period	فراسنجه Coefficient	مقدار براورد شده Estimate	خطای استاندارد SE	*P-value*
25	لارو سن سوم 3rd Larval instar	عرض از مبدا Constant	5.54	0.7894	<0.0001
		قسمت خطی Linear	0.1484	0.0342	<0.0001
		درجه‌ی ۲ Quadratic	0.00148	0.000452	<0.0010
		درجه‌ی ۳ Cubic	$-5.03*10^{-6}$	$1.829*10^{-6}$	<0.06
	لارو سن چهارم 4 th larval instar	عرض از مبدا Constant	7.3953	1.079	<0.0001
		قسمت خطی Linear	-0.2274	0.0465	<0.0001
		درجه‌ی ۲ Quadratic	0.00272	0.000616	<0.0001
		درجه‌ی ۳ Cubic	$-9.94*10^{-6}$	$2.512*10^{-6}$	<0.0001
27.5	لارو سن سوم 3rd Larval instar	عرض از مبدا Constant	5.9434	1.0476	<0.0001
		قسمت خطی Linear	-0.126	0.0451	<0.0052
		درجه‌ی ۲ Quadratic	0.00112	0.000596	<0.0610
	لارو سن چهارم 4 th larval instar	عرض از مبدا Constant	7.2484	1.6163	<0.0001
		قسمت خطی Linear	-0.1524	0.0681	<0.0235
		درجه‌ی ۲ Quadratic	0.00151	0.000880	<0.0856

میانگین فراسنجه‌های حاصل از برازش منحنی‌های واکنش‌هـای تابعی برای لارو سن سوم و چهارم کفشدوزکM. sexmaculatus در دماهای ۲۵ و ۲۷/۵ درجه سلسیوس در جدول ۳ و برای ماده بـالغ در دماهای ۲۰، ۲۲/۵، ۲۵، ۲۷/۵، و ۳۰ درجه سلسـیوس در تـراکم‌هـای مختلف پوره‌های سن سه و چهار شته سبز انارد‌ر جدول ۴درج گردیده است. ضریب تبیین (r^2) درآزمایش‌های واکنش تابعی مراحل مختلـف سـنی کفشـدوزک شـکارگر کفشـدوزک M. sexmaculatus بـه تراکم‌های مختلف پوره‌های سن سه و چهار شته سبز انار در دماهـای مختلف نشان دهنده میزان تطبیق نوع واکنش تابعی با منحنی بدست آمده است.

برای بررسی وجود تفاوت معنی‌دار پارامترهای واکـنش تـابعی در کفشدوزک شکارگر در دماها و مراحل مختلف از بـرازش داده‌هـا بـه مدل ۴ استفاده شد. نتایج نشان داد که بـیش‌تـرین و کمتـرین مقـدار قدرت جستجوگری (a) توسط حشرات بالغ ماده در دمای بـه ترتیـب ۲۷/۵ (۰/۱۴۵۸) و ۲۲/۵ (۰/۰۵۸۲) درجـه سلسـیوس و بـرای زمـان دستیابی در دمای به ترتیـب ۲۰ (۰/۲۶۲۴) و ۲۲/۵ (۰/۰۱۸۲) درجـه سلسیوس بدست آمد. در هر دو دمـای ۲۵ و ۲۷/۵ درجـه سلسـیوس بیشترین مقدار قدرت جسـتجوگری مربـوط بـه حشـرات کامـل بـود (جدول‌های ۳ و ۴). در دمای ۲۷/۵ بین قدرت جستجوگری لارو سـن چهار و حشرات کامل ماده تفاوت چندانی دیده نشـد. بنـابراین قـدرت جستجوگری حشرات بالغ ماده در دمای ۲۷/۵ درجه سلسیوس نسـبت به سایر مراحل و دماهـا بیشـترین بـود. نتـایج نشـان داد کـه قـدرت جستجوگری لارو سن سه با افزایش دما از ۲۵ به ۲۷/۵ کاهش یافتـه و در لارو سن چهار افزایش یافته است که با نتایج رونق و سمیع (۴۵) هماهنگی دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- برآورد بیشینه درست‌نمایی Maximum likelihood به‌دست آمده از رگرسیون لجستیک بین تراکم های مختلف پوره سن سه وچهار شته سبز انار و میزان تغذیه حشره کامل کفشدوزک *M. sexmaculatus* در دماهای مختلف (درجه سلسیوس)

Fig. 2. Maximum-likelihood estimates from logistic regressions analysis between densities of three and fourth instars of *Aphis punicae* and feeding of adults of *Menochilus sexmaculatus* at different temperatures ºC.

دما (درجه سلسیوس) Temperature (°C)	فراسنجه Coefficient	مقدار براورد شده Estimate	خطای استاندارد SE	P-value
20	عرض از مبدا Constant	6.8185	0.7012	<0.0001
	قسمت خطی Linear	-0.2864	0.0336	<0.0001
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.00374	0.000465	<0.0001
	درجه‌ی ۳ Cubic	0.00002	$1.932*10^{-6}$	<0.0001
22.5	عرض از مبدا Constant	5.0331	0.7032	<0.0001
	قسمت خطی Linear	-0.1496	0.0334	<0.0001
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.00163	0.000467	<0.0005
	درجه‌ی ۳ Cubic	$-5.5*10^{-6}$	$1.968*10^{-6}$	<0.0052
25	عرض از مبدا Constant	11.0217	2.7976	<0.0001
	قسمت خطی Linear	-0.2755	0.1017	<0.0067
	درجه‌ی ۲ (N_{02}) Quadratic	0.00268	0.00118	<0.0233
	درجه‌ی ۳ Cubic	$-8.64*10^{-6}$	$4.38*10^{-6}$	<0.0485
27.5	عرض از مبدا Constant	13.1455	2.3866	<0.0001
	قسمت خطی Linear	-0.4123	0.0869	<0.0001
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.0047	0.00101	<0.0001
	درجه‌ی ۳ Cubic	-0.00002	$3.784*10^{-6}$	<0.0001
30	عرض از مبدا Constant	5.1985	0.9529	<0.0001
	قسمت خطی Linear	-0.0679	0.0411	<0.0001
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.000264	0.000539	<0.0001
	درجه‌ی ۳ Cubic	$2.236*10^{-6}$	$2.165*10^{-6}$	<0.0001

نتایج به‌دست آمده در این پـژوهش نشـان مـی‌دهـد کـه دمـا در واکنش شکارگر به تراکم طعمه موثر بوده است و قدرت جسـتجوگری از دمای ۲۲/۵ تا دمـای ۲۷/۵ افـزایش یافتـه اسـت. ایـن رفتـار در *Adalia bipunctata* L. با تغذیه از *M. persicae* در دمـای ۱۹ تـا

Archive of SID

www.SID.ir

۲۷ درجه سلسیوس نیز گزارش شد(۲۷). نتایج ما همچنین نشان داد که زمان دست‌یابی با افزایش دما از ۲۵ به ۲۷/۵ درجه سلسیوس در لارو سن سه، کاهش یافت ولی در کل از روند خاصی پیروی نمی‌کند. نتایج نشان داد که دردمای ۲۵ درجه سلسیوس قدرت جستجوگری از لارو سن سه به لارو سن چهار و حشره کامل ماده از روند خاصی پیروی نمی‌کند به گونه‌ای که کمترین آن در لارو سن چهار و بیشترین آن در حشرات کامل ماده بود؛ و بر این اساس لارو سن سه و حشرات کامل ماده کارایی بیشتری دارند. بر عکس در دمای ۲۷/۵ قدرت جستجوگری با افزایش سن رابطه مستقیم دارد و حشرات کامل ماده بیشترین بود؛ و بر این اساس لارو سن چهار و حشرات کامل در این دما بیشترین کارایی را دارند. بنابراین با نگرش به فراسنجه قدرت جستجوگری، دمای ۲۷/۵ درجه سلسیوس مناسب‌ترین دما برای فعالیت شکارگری این کفشدوزک در طبیعت در نظر گرفته می‌شود و مرحله رشدی حشرات کامل و لارو سن چهار بهترین مرحله بود و در برنامه مهار زیستی شته سبز انار با این کفشدوزک در خور نگرش است. فرهادی و همکاران (۱۸) نشان دادند که قدرت جستجوگری در کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته سیاه باقلا با افزایش سن لاروی افزایش و زمان دست‌یابی کاهش یافت. اصغری و همکاران (۵) نشان دادند که میزان تغذیه روزانه مراحل مختلف کفشدوزک *H.variegata* با تغذیه از شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* L. و تخم پروانه بید آرد *Ephestia kuehniella* Zeller. با افزایش دما و هم‌چنین افزایش سنین لاروی افزایش می‌یابد. بنابراین، بر پایه میانگین دمای محیط مراحل رشدی متفاوتی از شکارگر جهت مهار آفت کارایی دارد. با نگرش به اینکه رهاسازی لارو سن چهار برای مهار زیستی آفات در شرایط طبیعی (به سبب آسیب‌پذیری این مرحله، دشواری انتقال، دشواری در نگهداری آن و نیاز به غذا) دشوار است، استفاده از حشرات کامل برای رهاسازی مناسب‌ترین حالت می‌باشد. نتایج رونق و سمیع (۴۴ و ۴۵) نشان داد که قدرت جستجوگری ماده‌های بالغ بیش‌تر از جمعیت مخلوط از ماده و نر است؛ بنابراین دخالت و رهاسازی نر به همراه ماده کارایی را کاهش می‌دهد. در این حالت نسبت رهاسازی یا میزان جمعیت در نظر گرفته شده برای رهاسازی بایستی بیش‌تر از زمانی باشد که از ماده‌های بالغ استفاده می‌شود.

جدول ۳- مقادیر پارامترهای محاسبه شده بوسیله معادله شکارگری تصادفی واکنش تابعی لارو سن سوم و چهارم کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از پوره‌های سن سه و چهار شته سبز انار در دمای‌های ۲۵ و ۲۷/۵ درجه سلسیوس

Table 3- Parameters estimated by the random predator equation of functional response of three and fourth larval instars of Menochilus sexmaculatus to different densities of three and fourth instars of *Aphis punicae* at 25 and 27.5 °C

دما (درجه سلسیوس) Temperature (°C)	مرحله سنی Stages	نوع واکنش تابعی Type	قدرت جستجوگری a (h^{-1})	زمان دست‌یابی T_h(h)	ضریب تبیین (r^2)	P
25	لارو سن سه 3rd Larval instar	2	0.0914±0.0336	0.2089±0.0592	0.83	<0.0001
	لارو سن چهار 4 th larval instar	2	0.0782±0.0112	0.180±0.0364	0.99	<0.0001
27.5	لارو سن سه 3rd Larval instar	2	0.1013±0.021	0.1045±0.0347	0.97	<0.0001
	لارو سن چهار 4 th larval instar	2	0.1457±0.0256	0.1092±0.0238	0.99	<0.0001

a attack rate (on a 20-25 cm^2 leaf area), T_h handling time

خلیلی (۳۲) در بررسی واکنش تابعی کفشدوزک M. sexmaculatus نسبت به تراکم‌های پوره سن چهارم شته خرزهره در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نشان داد که قدرت جستجو و زمان دستیابی به‌ترتیب ۰/۰۲۹ و ۰/۴۴۷ است، و مشخص گردید که در پژوهش حاضر قدرت جستجو (۰/۱۲۷۸) نسبت به پژوهش فوق بیش‌تر می‌باشد، و زمان دستیابی (۰/۱۰۶۳) کمتر است. با توجه به نتایج به دست آمده در پژوهش رونق و سمیع (۴۵) در بررسی واکنش تابعی کفشدوزک Oenopia conglobata contaminata (Menteries) با تغذیه از شته سبز انار در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قدرت جستجو و زمان دستیابی به‌ترتیب برای لارو سن سوم ۰/۰۹۲۰ و ۰/۵۰۰۸ و برای لارو سن چهارم ۰/۰۱۲۴ و ۰/۳۳۸۹ به‌دست آمد.

در پژوهش حاضر قدرت جستجو و زمان دستیابی به‌ترتیب در دمای ۲۵ درجه سلسیوس برای لارو سن سوم ۰/۰۹۱۴ و ۰/۲۰۸۹ و برای لارو سن چهارم ۰/۰۷۸۲ و ۰/۱۸ به‌دست آمد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول٤- مقادیر پارامترهای محاسبه شده بوسیله معادله شکارگری تصادفی واکنش تابعی حشرات کامل کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از پوره‌های سن سه و چهار شته سبز انار در دمای‌های مختلف

Table 4. Parameters estimated by the random predator equation of functional response of adults of *Menochilus sexmaculatus* to different densities of three and fourth instars of *Aphis punicae* at different temperatures

دما (درجه سلسیوس) Temperature (°C)	نوع واکنش تابعی Type	قدرت جستجوگری a (h^{-1})	زمان دست‌یابی T_h(h)	ضریب تبیین (r^2)	P
20°C	2	0.0683±0.0207	0.2624±0.0659	0.77	<0.0001
22.5°C	2	0.0582±0.0103	0.0182±0.0499	0.96	<0.0001
25°C	2	0.1278±0.0299	0.1063±0.035	0.97	<0.0001
27.5°C	2	0.1458±0.0264	0.1765±0.0212	0.98	<0.0001
30°C	2	0.1128±0.0185	0.1109±0.0261	0.98	<0.0001

a attack rate (on a 20-25 cm^2 leaf area), T_h handling time

بنابراین لارو سن سوم *M. sexmaculatus* شکارگر مناسب‌تری برای کنترل شته سبزانار در دمای ۲۵ درجه سلسیوس می‌باشد. در پژوهش رونق و سمیع (۴۵) قدرت جستجو و زمان دست‌یابی به‌ترتیب در دمای ۲۷/۵ درجه سلسیوس برای لارو سن سوم ۰/۱۱۲۳ و ۰/۴ و برای لارو سن چهارم ۰/۱۱۹۳ و ۰/۳۳ به‌دست آمد در پژوهش حاضر قدرت جستجو و زمان دستیابی به‌ترتیب در دمای ۲۷/۵ درجه سلسیوس برای لارو سن سوم ۱۰۳۷/. و ۱۰۴/. و برای لارو سن چهارم ۱۴۵۷/. و ۰/۱۰۹۲ به‌دست آمد. بنابراین در دمای ۲۷/۵ درجه سلسیوس لارو سن چهارم کفشدوزک *M. sexmaculatus* در مقایسه با *O. conglobata contaminata* در کنترل شته سبز انار می‌تواند موفق‌تر عمل کند. در پژوهش دهقان دهنوی و همکاران (۱۴)واکنش تابعی کفشدوزک دونقطه‌ای *Adalia bipunctata* Passerini نسبت به تراکم‌های مختلف شته انار *A. punicae* در دمای ۲۷درجه سلسیوس از نوع دوم تشخیص داده شد و قدرت جستجوگری و زمان دستیابی برای حشرات ماده کفشدوزک به ترتیب ۰/۱۴۴ و ۰/۰۸۴ و برای لارو سن چهارم به ترتیب ۰/۲۲ و ۰/۰۷ به دست آمد، که در مقایسه با پژوهش حاضر نشان می‌دهد کفشدوزک‌های بالغ دو نقطه‌ای زمان کمتری برای به چنگ آوردن و خوردن شته سبز انار نسبت به کفشدوزک بالغ زیگزاگی شش‌نقطه‌ای صرف می‌کند. مقایسه بین مرحله چهارم لاروی نشان می‌دهد که لارو سن چهارم کفشدوزک دونقطه‌ای قدرت جستجوی بالاتر و زمان دستیابی کمتری نسبت به کفشدوزک زیگزاگی شش‌نقطه‌ای دارد، بنابراین در کنترل شته سبز انار می‌تواند موفق‌تر عمل کند. شنگ و همکاران (۵۰) واکنش تابعی کفشدوزک M. sexmaculatus روی شته هلو را در دماهای متفاوت بررسی کردند. واکنش تابعی در این آزمایش از نوع هولینگ دو و سه بود که نتایج حاصل حاکی از رفتار این کفشدوزک نسبت به افزایش تراکم میزبان خود بوده و با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. نتایج به دست آمده نشان داد دما می‌تواند اثرات مهمی در شکارگری کفشدوزک‌ها داشته باشد، بر این اساس با افزایش دما قدرت جستجوگری و حداکثر تعداد شکار افزایش و میانگین زمان دستیابی به طعمه کاهش می‌یابد. درتمام این پژوهش‌ها دما در واکنش شکارگر به تراکم طعمه مؤثر بوده و سطح شکارگری از دمای پایین تا دمای بالا تغییر کرده است و قدرت جستجوگری افزایش یافته است. داوری پایانی برای تعیین نوع شکارگر برای مهار زیستی یک آفت زمانی امکان‌پذیر است که تمام گزینه‌های مناسب در شرایط یکسان ارزیابی مجدد شود (۶) نتایج پژوهش حاضر، نشان داد که کفشدوزک M.sexmaculatus از لحاظ کارایی و شکارگری در وضعیت مطلوبی قرار دارد و می‌تواند به عنوان یک گزینه انتخابی برای مهار زیستی شته خرزهره (۳۲) و شته انار استفاده شود. ولی این دشمن طبیعی نیز مانند سایر دشمنان طبیعی نیاز به حمایت دارد.

منابع

1- Abdollahi G., Afshari A., Baniameri V., Dadpour-Moghanlo H. Asadeh G., and Yazdanian M. 2012. Functional response of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col.; CoccInellidae) to citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso) (Hom.; Pseudococcidae) under laboratory conditions. Journal of plant protection, 35:1, 1-14. (in Persian with English abstract)

2- Agarwala B.K., and Yasuda H. 2000. Competitive ability of ladybird predators of aphids a review of *Cheilomenes sexmaculata* Fabricus (Col.: Coccinellidae) with a worldwide checklist of pray. Journal of the Aphidology, 14: 1-20.

3- Ali A., and Rizvi P.Q. 2009. Life table of *Menochilus sexmaculatus* Fabricus (Col.: Coccinellidae) at varying temperature on *Lipaphis erysimi* Kalt. World Applied Sciences Journal, 7(7): 897-901.

Archive of SID

www.SID.ir

4- Alinaghizadeh A. 2011. Faunistic survey of ladybirds (Coccinellidae) In Kerman. MSc. Thesis of Agricultural Entomology, Vali-e-Asr University, 111pp (in Persian with English summary).
5- Asghari F., Samih M.A. and Mahdian K. 2012a. Some biological characteristics of *Hippodamia variegata* (Goeze) reared on *Brevicoryne brassicae* L. and eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller. Biological Control of Plant Pest and Diseases 1: 19-27. (in Persian with English abstract).
6- Asghari F., Samih M.A., Mahdian K., Basirat M., and Izadi H. 2012b. Effects of temperature on some biological characteristics of *Hippodamia variegata* (Goeze) reared on common pistachio psylla *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer and angoumois grain moth, *Sitotroga crealella* Olivier In laboratory conditions. Journal of Plant Protection Science 42(1), 137-149. (in Persian with English abstract).
7- Atlihan R. M., and Kaydan B. 2002. Development, survival and reproduction of three coccinellids feeding on *Hyalopterus pruni* Geoffer (Homoptera: Aphidadae). Turkish Journal of Agriculture, 26: 119-124.
8- Bagheri M. R., and Mossadegh M., S. 1996. The faunistic studies of Coccinellidae In Charmahal Bakhtiari province (Part I Family: Chilocorinae and Coccinelidae). Journal of Agricultural Science, 7,8: 29-35. (in Persian with English abstract).
9- Bayhan E., Bayhan O., Ulusoy M. R., and Brown J. K. 2005. Effect of temperature on the biology of *Aphis punicae* (Passerini) (Homoptera: Aphididae) on pomegranate. Journal of Environmental Entomology, 34: 22-26.
10- Booth R.G., Cox M.L., and Madge R.B. 1990. IIE guides to institute of important to Man Three International Institute of Entomology, 384.
11- Cartwright B.O., Eikenbary R.D., Johnson J.W., Farris T.N., and Morrison R.D. 1977. Field release and dispersal of *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Col.: Coccinellidae) an imported predator of the greenbug *Schizaphis graminum*. Environmental Entomology, 6: 699-704.
12- Coll M., and Ridgway R.L. 1995. Functional and numerical response of *orius insidiosus* to, Its prey In different vegetable crops. Annals of the Entomological Society of America, 88: 732-738.
13- De Clercq P., Mohaghegh J., and Tirry L. 2000: Effect of host plant on the functional response of predator *Podisus nigripinus* (Heteroptera: Pentatomidae). Journal of Biological Control, 18: 65–70.
14- Dehgan Dehnavi L., Samih M.A., Talebi A.A., and Goldasteh, S. 2007.Functional response of two-spotted lady beetle *Adalia bipunctata* (Col. Coccinellidae) on pomegranate aphid *Aphis punicae* (Hom.Aphididae) In controlled conditions. New Research of Agriculture, 1: 3, 215-223. (In Persian with English abstract)
15- Dixon A.F.G. 2000. Insect predator-prey dynamics ladybird beetles and biological control. Cambridge University Press, Cambridge, 275.
16- Elbert T.A., and Cartwright B. 1997. Biology and ecology of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). Society of Southwestern Entomologists, 22: 116-145.
17- Elhag E.T.A., and Zaitoon A.A. 1996. Biological parameters for four coccinellid species In central Saudi Arabia. Journal of Biological Control, 7: 316-319.
18- Farhadi R., Allahyari H., and Juliano S. 2010. Functional response of larval and adult stages of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinelidae) to different densities of *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae). Journal of Environmental Entomology, 39(5): 1586-1592.
19- Ghosh S., Laskar N. and Senapati S. K. 2007. Seasonal incidence of predator *Menochilus sexmaculatus* (Berlinger) on brinjal and harmful effect of insecticides on the predator. Indian Journal of Agricultural Research, 41: 102-106.
20- Hasani M.R., Mehrnejad M.R., and Ostovan H. 2008. Some characteristics biology and predatory ladybird *Oenopia conglobata contaminata* common on pistachio psylla In vitro. Research Journal of Protection Forest In Iran, 6:110-117. (In persian with English abstract)
21- Hassell M.P., Lawton J.H., and Bedington J.R. 1977. Sigmoid functional responses by invertebrate predators and parasitoids. Journal of Animal Ecology, 46: 246-262.
22- Hassell M.P. 1978. The dynamics of arthropoda– prey system. Princeton University Press, Princeton, NJ. 237 p.
23- Holling C.S. 1966. the functional response of invertebrate predator to prey density. Entomology Society Canada, 48: 1-86.
24- Hussien M. Y. 1991. *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Col.: Coccinellidae) its biology prey requirement and artificial diets. Journal of Plant Protection In the Tropics, 8: 153-60.
25- Isikber A.A., and Copland M.J.W. 2005. Food consumption and utilization by larvae of two coccinellid predators, *Scymnus levaillanti* and *Cycloneda sanguinea*, on cotton aphid, *Aphis gossypii*. Journal of Biological Control, 46: 455-67.
26- Jafari R., and Goldaste Sh. 2009. Functional response of *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) On *Aphis fabae* (Scopoli) (Homoptera: Aphididae) In laboratory conditions. Acta Entomology Sinica, 14(1): 93-100.
27- Jalali M.A., Tirry L., and De Clercq P. 2009. Effect of temperature on the functional response of *Adalia bipunctata* to *Myzus persicae*. Journal of Biological Control, 55: 261-269.
28- Jervis M., and Kidd N. 1996. Insect natural enemies, practical approaches to their study and evaluation. Chapman

Archive of SID

www.SID.ir

and Hall, London, 40-44.
29- Jogender S.R. 2006. Response of *Coccinella septempunctata* and *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Col.: Coccinellidae) to their aphid prey, *Lipaphis erysimi* (Hem.: Aphididae) In rapeseed-mustard. European Journal of Entomology, 103: 81-83.
30- Juliano S.A. 2001. Nonlinear curve fitting: predation and functional response curves. pp. 178-216 In Scheiner, S. M. and Gurevitch, J. (Eds.) Design and analysis of ecological experiments. Oxford University Press, New York. 432 pp.
31- Karnataka J. 2007. Biology of ladybird beetle *Cheilomenes sexmaculata* Fabricius (Col.: Coccinellidae) In middle Gujarat conditions. Journal of Agricultural Sciences, 20: 634-636.
32- Khalili E. 2013. Biology and biological control potential of the *Menochilus sexmaculatus* (Col.: Coccinellidae) In laboratory conditions. MSc. Thesis of Agricultural Entomology, Vali-e-Asr University, (in Persian with English abstract).
33- Khan A.A., and Mir R.A. 2008. Functional response of four predaceous coccinellids, *Adalia tetraspilota* (Hope), *Coccinella septempunctata* L., *Calvia punctata* (Mulsant) and *Hippodamia variegata* (Goeze) feeding on the green apple aphid, *Aphis pomi* De Geer (Homoptera: Aphididae). Journal of Biological Control, 22(2): 291-298
34- Lanzoni A., Accinelli G., Bazzacchi G.G., and Burgio G. 2004. Biological traits and life table of the exotic *Harmonia axyridis* compared with *Hipopodamia variegata* and *Adalia bipunctata* (Coleoptera:Coccinellidae). Journal of Applied Entomology, 128(4): 298-306.
35- Lokhande R. K., and Mohan P. 1990. Study In biocontrol of aphid *Aphis craccivora* Koch. by ladybird beetle *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Col.: Coccinellidae) In chillies. Advance In Plant Science, 3: 281-6.
36- Madadi H., Mohajeri Parizi E., Allahyari H. and Enkegaard A. 2011. Assessment of the biological control capability of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) using functional response experiments. Journal of Pest Science, 84: 447-455.
37- Mari J. M., Rizvi N. H., Nizamani S. M., Qureshi K. H. and Lohar M. K. 2005. Predatory efficiency of *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Col.: Coccinellidae) and *Coccinella undecimpunctata* (Col.: Coccinellidae) on Alfalfa aphid, *Therioaphis trifolii* Monell. Asian Journal of Plant Sciences, 4(4): 365-369.
38- Messiana F.J., Jones T.A., and Neilson D.C. 1997. Host plant effects on the efficiency of two predators attacking Russian wheat aphid. Journal of Environmental Entomology, 26: 1398-1404.
39- Messiana F.J., and Hanks J. B. 1998. Host plant alerts the shape of the functional response of an aphid predator. Journal of Environmental Entomology, 27: 1196-1202.
40- Mirhosseini M.A., Michaud J.P., Jalali M.A., and Ziaaddini M. 2014. Paternal effects correlate with female reproductive stimulation In the polyandrous ladybird *Cheilomenes sexmaculata*. Bulletin of Entomological Research 104, 480–485
41- Obrycki J.J., and Kring T.J. 1998. Predaceous Coccinellidae In biological control. Annual Review of Entomology, 43: 295-321.
42- Omkar Prevez A. 2004. Functional and numerical responses of *Propylea dissecta* (Col: Coccinellidae). Journal of Applied Entomology. 128: 140-146.
43- Rogers D. J. 1972. Random search and insect population models. Journal of Animal Ecology, 41: 369-383
44- Rounagh H., and Samih M. A. 2014. The two-sex life table and predation rate of *Oenopia conglobata contaminata* (Col.: Coccinellidae) feeding on pomegranate green aphid, *Aphis punicae* (Hem.: Aphididae), under laboratory conditions. Journal of Entomological Society of Iran, 34(1), 59-72. (In Persian with English abstract)
45- Rounagh H., and Samih M. A. 2015.Functional response of *Oenopia conglobata contaminata* (Col.: Coccinellidae) by feeding on pomegranate greenaphid, *Aphis punicae* (Hem.:Aphididae) under laboratory conditions. Plant protection (scientific Journal of Agriculture), 38(1), 51-65.(In Persian with English abstract)
46- Sabaghi R., Sahragard A., and Hosseini R. 2011. Functional and numerical response of *Scymnus syriacus* Marseul (Coleoptera: Coccinellidae) to the black bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae) under laboratory conditions. Plant Protection Research, 51: 423-428.
47- Samih M.A. 1993. Morphology and identification of *Aphis* spp. (Hom.: Aphididae) In cooler region of southern Isfahan. Shahid Chamran University, Collage of Agriculture, 198 pp. (In Persian with English abstract).
48- Sarmento R.A., Pallini A., Venzon M., de Souza O.F.F., Molina-Rugama A.J., and de Oliveira C.L. 2007. Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. Brazilian Archive of Biology and Technology, 50: 121-126. -49
49- Shakeri M., and Daneshvar M. 2004. Conference report on the achievements and problems of management Carob, *Ectomyelois ceratoniae*.Research Center for Agriculture and Natural Resources of Yazd, p. 13 (in Persian with English abstract).
50- Sheng C.W., Zhi-win C., Ji-jun R., and Yun-bo W. 2004. Functional responses of *Menochilus sexmaculatus* Fabricus (Col.: Coccinellidae) to peach aphid under different temperature. Chinese Journal, 2: 433-476.
51- Sirkanth J., and Lakkundi N.H. 1990. Seasonal population fluctuations of cowpea aphid *Aphis craccivora* koch and its predatory coccinellids. Insect Science and its Application, 11: 21-26

Archive of SID

www.SID.ir

52- Solangi B.K.H., Hullio M.H., and Baloch N. 2007. Biological parameters and prey consumption by zigzag beetle *Menochilus sexamaculatus* Fabricus. (Col.: Coccinellidae) against *Rhopalosiphum maidis* fitch, *Aphis gossypii* Glov.And *Therioaphis trifolii* Monell. Sarhad Journal of Agriculture, pp: 23.

53- Solomon M.E. 1949. The natural control of animal population. Animal Ecology 18:1-35.

Srivastava S., and Omkar. 2003. Influence of temperature on certain biological attributes of a ladybeetle *Coccinella septempunctata* Linnaeus. Entomologia Sinica, 10 (3):185-193

54- Timms J.E., Oliver T.H., Straw N.A., and Leather S.R. 2008. The effects of host plant on the coccinellid functional response: Is the conifer specialist *Aphidecta obliterata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) better adapted to spruce than the generalist *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). Journal of Biological Control, 47: 273-281.

55- Wiedenmann R.N., and Smith J.W. 1997. Attributes of the natural enemies In ephemeral crop habitats. Journal of Biological Control, 10: 16-22.

Archive of SID

www.SID.ir