

## اثر دما بر برخی پارامترهای زیستی کفشدوزک *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) با تغذیه از شته سبز انار *Aphis punicae* Pass.

سعیدالسادات فاطمی<sup>۱</sup> و محمد امین سمیع<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان.

۲- دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان.

\* مسئول مکاتبه: samia\_aminir@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۳۰      تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۲۵

### چکیده

ویژگی‌هایی مانند دوره رشدی کوتاه‌تر، باروری بالاتر و درشتی بدن دشمنان طبیعی حشرات، برای تولید انبوه آن‌ها به عنوان عوامل کنترل زیستی با اهمیت هستند. یکی از شکارگرهای مهم آفات در باغ‌های ایران کفشدوزک *Menochilus sexmaculatus* (Col.: Coccinelidae) است. در این پژوهش تأثیر شش دمای ثابت، ۱۷/۵، ۲۰، ۲۲/۵، ۲۵، ۲۷/۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد بر دوره رشد این کفشدوزک با تغذیه از شته سبز انار *Aphis punicae* (Hem.: Aphididae) در شرایط آزمایشگاهی با رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی بررسی شد. میانگین طول دوره رشدی از تخم تا حشره کامل در این دماها به ترتیب  $0.76 \pm 0.26/83$ ،  $0.74 \pm 0.19/35$ ،  $0.71 \pm 0.16/30$ ،  $0.71 \pm 0.11/66$ ،  $0.70 \pm 0.10/20$  و  $0.73 \pm 0.13/35$  روز بود. نتایج نشان داد که طول دوره رشد و نمو با افزایش دما تا ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد. کم‌ترین میزان مرگ و میر در دمای ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. اثر دما بر طول هر یک از دوره‌های رشدی کفشدوزک معنی‌دار بود. همچنین مشخص شد که میزان بقای کفشدوزک با فاصله گرفتن از دمای بهینه، در دماهای بالاتر و پایین‌تر کاهش می‌یابد. آستانه‌های پایین دمای رشد برای مرحله تخم، لارو، شفیره و کل دوره تخم تا حشره کامل با تغذیه از شته سبز انار به ترتیب ۱۰/۶۹، ۱۲/۲۲، ۱۲/۸۳ و ۱۱/۵۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد و آستانه پایین دمای رشد برای مراحل رشدی بالا به ترتیب ۳۲/۲۵، ۸۳/۳۳، ۳۳/۳۳ و ۱۶۶/۶۶ درجه-روز تخمین زده شد. بر پایه نتایج این پژوهش دمای بهینه برای رشد این کفشدوزک ۲۵ تا ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد است.

**واژه‌های کلیدی:** آستانه پایین رشد، درجه-روز، شته سبز انار، کفشدوزک.

### مقدمه

نسترن *Rosa canina* L. همراه با تولیدمثل بکرزایی گزارش شده است. فعالیت این آفت در نواحی معتدله به صورت ماده‌های بکرزا روی گیاهان *Duranta* sp.، *Plumbago auriculata* Lam. و *Lawsonia* sp. نیز دیده شده است. شته انار با تغذیه از شیره پرورده، تولید عسلک فراوان، مساعد کردن شرایط برای رشد قارچ‌های ساپروفیت و همچنین کاهش تنفس گیاه به صورت مستقیم و غیرمستقیم سبب خسارت روی میزبان خود

انار (*Punica granatum* L. (Punicaceae) یکی از محصولات مهم باغی کشور است (شاکری و دانشور ۱۳۸۲). از بین عوامل زیان‌آور، شته انار *A. punicae* عمومی‌ترین آفت یک میزبان این محصول محسوب می‌شود. با این حال، فعالیت آن روی پنبه توسط بندن هیمر (۱۹۵۱) و اسماعیلی (۱۳۷۵) و نیز مهاجرت آن در تیر ماه به گیاهان بامیه *Hibiscus esculentus* L.

از جمله عواملی که در رابطه با دما و رشد حشره به آن توجه می‌شود "مجموع نیاز حرارتی" یا ثابت حرارتی می‌باشد. به مجموع حرارت مورد نیاز برای تکمیل یک مرحله از رشد یک موجود زنده ثابت حرارتی (DD یا K) گفته می‌شود که بر اساس درجه روز محاسبه می‌گردد (اندروارتا و بیرچ ۱۹۵۴). بنابراین، آگاهی از نیازهای حرارتی در حشرات حداقل از دو جهت مفید می‌باشد: اول، از نیازهای دمایی حشرات می‌توان برای پیش‌بینی وقوع و نوسانات فصلی آن‌ها استفاده نمود. دوم، از اطلاعات مربوط به نیازهای حرارتی و توانایی ورود به دیاپوز حشرات می‌توان برای پیش‌بینی نحوه توزیع و فراوانی گونه‌های مختلف استفاده کرد (برنال و گونزالز ۱۹۹۳) و در جهت کنترل آفات نباتی و حفظ و حمایت حشرات مفید در برنامه‌های مدیریت تلفیقی با آفات استفاده نمود.

با توجه به اینکه در دماهای مختلف میزان رشد و نمو، آستانه دمایی رشد و مجموع حرارت‌های موثر یک گونه حشره متفاوت است و با عنایت به این مطلب که درباره زیست‌شناسی کفشدوزک *M. sexmaculatus* روی شته انار تحقیقات اندکی وجود دارد، در این پژوهش تاثیر دماهای مختلف بر طول دوره‌های رشدی و میزان مرگ و میر کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار بررسی شد. از نتایج این پژوهش می‌توان برای تنظیم زمان کنترل آفت در برنامه مدیریت تلفیقی شته انار استفاده کرد.

#### مواد و روش‌ها

**کشت انار و ایجاد کلنی شته *A. punicae* در آزمایشگاه**  
جمعیت اولیه شته در سال ۱۳۹۲ از روی درختان آلوده در باغ انار از منطقه رفسنجان و به مختصات جغرافیایی  $30^{\circ}23'42.3164''N$   $55^{\circ}56'51.1177''E$  جمع‌آوری و پس از شناسایی با استفاده از کلید شناسایی (سمیع ۱۳۷۱) به آزمایشگاه اکولوژی حشرات (گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر

می‌شود. مهم‌ترین خسارت شته انار، ریزش غیرطبیعی گل‌های انار در ابتدای فصل می‌باشد (شاگری و دانشور ۱۳۸۳). پوره‌ها و حشرات بالغ شته انار از جمله طعمه‌های مناسب برای تعدادی از کفشدوزک‌های فعال در باغ‌ها می‌باشند. کفشدوزک زیگزاگی شش لکه‌ای *M. sexmaculatus* از عمومی‌ترین کفشدوزک‌ها به‌شمار می‌رود و در دامنه شکار این کفشدوزک ۵۷ گونه شته قرار می‌گیرد (اگا روالا و یاسودا ۲۰۰۰). این جنس از کفشدوزک در کشورهای هند، پاکستان، اندونزی، ایران، فیلیپین، سوماترا، جزیره بالی، فرانسه، استرالیا و جنوب آفریقا پراکنده است (بوس و همکاران ۱۹۹۰ و لوخانده و موهان ۱۹۹۰) و به‌طور گسترده از ایران به کشورهای ژاپن و آسیای جنوب شرقی انتقال یافته است و به‌دلیل کنترل زیستی خوب شته حبوبات *Aphis graminum* (Rondani)، این کفشدوزک در شمال آمریکا دارای اهمیت زیادی است (البرت و کارت رایت ۱۹۹۷).

دما یک عامل غیر زنده و مؤثر بر تغییرات جمعیت حشرات، کنه‌ها و دشمنان طبیعی آن‌ها است. در نتیجه می‌توان رابطه سرعت رشد و نمو و دماهای مختلف را در موجودات خونسردی نظیر انواع حشرات مورد مطالعه قرار داد (لمپی ۱۹۹۲ شارپ و دمیکل ۱۹۹۷). رابطه بین نرخ رشد و نمو حشرات و دما تابع یک نمودار سیگموئیدی است. چنانچه در این نمودار اگر خط مستقیم نمودار ادامه یابد و محور افق (x) را قطع نماید آستانه حداقل رشد به‌دست می‌آید (کمپبل و همکاران ۱۹۷۴). آستانه پایین رشد، دمایی است که در آن رشد موجود زنده قابل اندازه‌گیری نیست. به بیان دیگر در این دما موجود زنده (حشره) برای مدت طولانی زنده می‌ماند ولی رشد ندارد یا این‌که رشد آن بسیار کند است ولی به‌محض افزایش دما به بالاتر از آستانه حداقل نرخ رشد حشره به‌تدریج افزایش می‌یابد. در دماهای بیشتر، نرخ رشد و نمو در انتهای خط منحنی کاهش یافته و منحنی آفت پیدا می‌کند (ویلسون و بارنت ۱۹۸۳).

(شته انار) پرورش داده شدند. سپس آزمایش‌های اصلی روی کفشدوزک‌ها آغاز شد. به منظور جلوگیری از رشد قارچ، برگ‌های درون ظروف پرورش هر روز تعویض و ظروف پرورش، هر سه روز یکبار تمیز شدند. بازدید روزانه ظروف پرورش برای تأمین غذای حشرات و رطوبت داخل آن‌ها انجام گرفت. کلیه مراحل پرورش کفشدوزک در دمای  $25 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی انجام شد.

**طول دوره مراحل رشدی و مرگ و میر کفشدوزک *M. sexmaculatus* در دماهای مختلف با تغذیه از شته سبز انار**

#### طول دوره جنینی و درصد تفریخ تخم

برای ایجاد یک جمعیت هم‌سن از کفشدوزک، تعداد ۱۰ کفشدوزک ماده جفت‌گیری کرده برای تخم‌ریزی روی برگ‌های انار منتقل شدند. پس از ۲۴ ساعت کفشدوزک‌های ماده خارج و به ظروف دیگری منتقل شدند. تخم‌های گذاشته شده به تعداد ۲۰۰ عدد نیز داخل همان پتری باقی ماندند، سپس این پتری‌ها درون ظروف پلاستیکی قرار گرفتند. با بازدید روزانه، میانگین حد فاصل میان زمان تخم‌گذاری تا تفریخ تخم‌ها به‌عنوان دوره جنینی تخم ثبت شد. سپس با تعیین نسبت بین تخم‌های تفریخ شده و تخم‌هایی که به نوزاد تبدیل نشده بودند، درصد مرگ و میر تخم محاسبه شد.

**طول دوره و درصد مرگ و میر سنین مختلف لاروی و شفیره کفشدوزک *M. sexmaculatus* در دماهای مختلف**

لاروهای یک‌روزه سن اول با استفاده از قلم موی نرم به صورت جداگانه، به واحدهای آزمایشی منتقل شدند. دوره رشد لارو سن یک تا چهار، پیش‌شفیره و شفیره بررسی و میزان مرگ و میر ثبت شد. لاروهای کفشدوزک در طول انجام این آزمایش به‌صورت جداگانه با شته سبز انار (برگ‌های انار آلوده به شته در اختیار

رفسنجان) منتقل شدند. به‌منظور پرورش و ایجاد کلنی شته، از نهال‌های کشت شده انار استفاده شد که در قفس‌های توری‌دار گلخانه‌ای با ابعاد  $170 \times 120 \times 80$  سانتی‌متر نگهداری شدند. برای هم‌سن کردن شته‌ها، تعدادی از حشرات کامل دخترزای بی‌بال روی نهال‌های فاقد آلودگی به شته انتقال داده شد و به آن‌ها اجازه داده شد به مدت ۲۴ ساعت پوره‌زایی کنند. پس از ۲۴ ساعت حشرات کامل حذف و به پوره‌ها اجازه داده شد که تا مرحله بلوغ رشد نمایند (البرت و کارت رایت ۱۹۹۷). شته‌ها در دمای  $25 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی نگهداری شدند.

#### جمع‌آوری و پرورش کفشدوزک

برای بکارگیری کفشدوزک *M. sexmaculatus* در انجام آزمایش‌ها، از کلنی این کفشدوزک در اینسکتاریوم دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان که قبلاً روی شته سبز هلو 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 جمع‌آوری و پس از شناسایی با استفاده از کلید (باقری و مصدق ۱۳۷۵ و علی‌نقی زاده ۱۳۸۹) به جمعیت آزمایشگاهی افزوده شد. برای پرورش این کفشدوزک در آزمایشگاه از ظروف پرورش پلاستیکی به ابعاد  $25 \times 20 \times 10$  سانتی‌متر استفاده شد. ظروف پلاستیکی در داخل اتاقک رشد با شرایط آزمایشگاهی (دمای  $25 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد و دوره روشنایی به تاریکی ۸:۱۶) نگهداری شدند. بازدید روزانه ظروف پرورش برای تأمین غذای حشرات و رطوبت داخل آن‌ها پیوسته انجام گرفت. برای تغذیه جمعیت اولیه کفشدوزک جمع‌آوری شده، از تخم پروانه بید آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) استفاده شد (اصغری و همکاران ۱۳۹۱). در ادامه، کفشدوزک‌های داخل اینسکتاریوم دو نسل روی جیره غذایی مورد نظر

حرارتی و مجموع حرارت موثر از روش کمپیل (کمپیل و همکاران ۱۹۷۴) با روش ایکه موتو و تاکای (۲۰۰۰) مقایسه شد. در این روش جدید از فرمول زیر استفاده شد که در آن  $D =$  دوره رشد،  $T =$  دما،  $t =$  دمای تخمینی صفر رشد و  $k =$  مجموع دمای موثر می باشد.

$$(DT) = k + tD \quad (1)$$

### تجزیه داده‌ها

داده‌های مربوط به طول دوره‌های رشدی در برنامه Excel 2013 در قالب طرح‌های مربوطه تنظیم و وارد نرم‌افزار SPSS شدند. قبل از تجزیه داده‌ها ابتدا آزمون نرمال بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها با استفاده از گزاره STAT در نرم‌افزار MINITAB 14 انجام شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، محاسبات آماری صورت گرفت. برای حالت‌های غیر نرمال تصحیح داده‌ها انجام شد. میانگین‌های به دست آمده از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه و منحنی‌ها و نمودارها به کمک نرم‌افزار Excel 2013 رسم شدند.

### نتایج و بحث

#### طول دوره‌های رشدی کفشدوزک در دماهای مختلف با تغذیه از شته سبز انار

نتایج همبستگی بین دما و دوره‌های رشدی نشان داد که اثر دما روی دوره رشدی تخم ( $P = 0/0001$ )، لارو سن یک ( $F_{5,12} = 137/38$ ،  $P = 0/008$ )، لارو سن دو ( $F_{5,12} = 46/193$ ،  $P = 0/0001$ )، لارو سن سه ( $F_{5,12} = 126/99$ ،  $P = 0/0001$ )، لارو سن چهار ( $F_{5,12} = 118/79$ ،  $P = 0/0001$ )، دوره شفیرگی ( $F_{5,12} = 299/83$ ،  $P = 0/0001$ )، دوره لاروی ( $F_{5,12} = 30/42$ ،  $P = 0/0001$ )، کل دوره رشدی ( $F_{5,12} = 137/38$ ،  $P = 0/0001$ ) با تغذیه از شته سبز انار اختلاف معنی‌داری وجود دارد. مقدار میانگین مربوط به تأثیر پنج دمای مختلف در طول هر یک از مراحل رشدی کفشدوزک *M. sexmaculatus* در دماهای ۱۷/۵، ۲۰، ۲۲/۵، ۲۵، ۲۷/۵ و ۳۰ درجه سانتی

کفشدوزک قرار گرفت) تغذیه شدند. این آزمایش با ۴۰ لارو سن یک کفشدوزک انجام شد. از طریق بررسی‌های روزانه طول دوره هر یک از مراحل مختلف رشدی و میزان بقای سنین مختلف لاروی، شفیرگی و پیش-شفیرگی کفشدوزک بررسی شد. این آزمایش در دماهای ۱۷/۵، ۲۰/۵، ۲۳/۵، ۲۵، ۲۷/۵ و ۳۰ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی  $65 \pm 5\%$  درصد و طول دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی انجام گرفت.

#### آستانه پایین رشد و نیاز حرارتی کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار

آستانه پایین رشد برای مراحل مختلف زیستی این حشره و همچنین تخمین مجموع نیاز حرارتی آن‌ها با استفاده از روش کمپیل و همکاران (۱۹۷۴) و ایکه موتو و تاکای (۲۰۰۰) و نرم‌افزار Excel محاسبه شد. بدین منظور میانگین دوره رشد، برای کل مرحله رشدی در هر یک از دماهای آزمایشی (۱۷/۵، ۲۰/۵، ۲۳/۵، ۲۵، ۲۷/۵ و ۳۰) محاسبه گردید. این دماها بر اساس دامنه دمایی مناسب زندگی شته انار (۲۵ و ۲۲/۵) انتخاب شدند (بایهان و همکاران ۲۰۰۵) و به سبب گرمسیری بودن منطقه دو دمای ۲۷/۵ و ۳۰ نیز اضافه شد. سپس نرخ رشد در هر دما با معکوس نمودن میانگین دوره رشد (روز) برای هر مرحله رشدی حشره به دست آمد. بدین ترتیب معادله خطی برای هر یک از مراحل رشدی این حشره به طور جداگانه به دست آمد. در بررسی رابطه خطی بین دما و سرعت نمو فقط دماهایی که در محدوده خطی قرار داشتند مورد استفاده قرار گرفت (اصغری و همکاران ۱۳۹۰). از معادله خطی برای تخمین آستانه پایین رشد ( $T_0$ ) و مجموع نیاز حرارتی ( $K$ ) استفاده گردید. با توجه به معادله خطی ( $y = a + bT$ )، که در آن  $y$  نرخ رشد و  $T$  دما می باشد، آستانه حداقل حرارتی ( $T_0$ ) از محاسبه رابطه  $T = -a/b$  (آرنولد ۱۹۵۹)، و مجموع نیاز حرارتی ( $K$ ) از طریق فرمول  $K = 1/b$  (کمپیل و همکاران ۱۹۷۴) به دست آمد. مقادیر بدست آمده برای آستانه حداقل

دمای ۲۷/۵ درجه سانتی گراد کاهش و سپس به ۱۳/۳۵ روز در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد افزایش نشان داد. در مقایسه میانگین داده‌ها بیش‌ترین طول دوره رشدی در دمای ۱۷/۵ درجه سانتی گراد و کوتاه‌ترین طول دوره رشدی در دمای ۲۷/۵ درجه سانتی گراد مشاهده شد.

گراد با تغذیه از شته سبز انار در جدول ۱ ارایه شده است. نتایج نشان داد که مدت زمان رشدی تخم، لارو سن یک تا چهار و شفیرگی در دمای ۱۷/۵ درجه سانتی گراد بیش‌ترین و در دمای ۲۷/۵ درجه سانتی گراد کم‌ترین بود. طول دوره رشد پیش از بلوغ از ۲۶/۸۳ روز در دمای ۱۷/۵ درجه سانتی گراد به ۱۰/۴۵ روز در

جدول ۱- میانگین ( $\pm$ SE) طول مراحل مختلف رشد (به روز) دوره‌های رشدی کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار در دماهای مختلف *Aphis punicae*.

| مرحله رشدی       | دما (درجه سانتی گراد)   |                         |                         |                         |                         |                         |
|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                  | ۱۷/۵                    | ۲۰                      | ۲۲/۵                    | ۲۵                      | ۲۷/۵                    | ۳۰                      |
| تخم              | ۴/۹۳±۰/۶۶ <sup>a</sup>  | ۳/۲۰±۰/۲ <sup>b</sup>   | ۳/۰۷±۰/۰۸۸ <sup>c</sup> | ۲/۰۱±۰/۰۱ <sup>c</sup>  | ۲/۰۰±۰/۰۱ <sup>c</sup>  | ۳/۰۲±۰/۰۲ <sup>b</sup>  |
| لارو سن یک       | ۱/۷۵±۰/۰۴ <sup>a</sup>  | ۱/۶۶±۰/۳۳ <sup>a</sup>  | ۱/۶۴±۰/۲۴ <sup>a</sup>  | ۱/۳۶±۰/۰۱۴ <sup>b</sup> | ۱/۲۲±۰/۰۱ <sup>b</sup>  | ۱/۶۵±۰/۰۱۱ <sup>a</sup> |
| لارو سن دو       | ۳/۰۲±۰/۰۲ <sup>a</sup>  | ۱/۹۰±۰/۰۵ <sup>b</sup>  | ۱/۶۳±۰/۰۲ <sup>bc</sup> | ۱/۳۰±۰/۰۶ <sup>c</sup>  | ۱/۰۶±۰/۰۱۲ <sup>d</sup> | ۱/۴۴±۰/۲۲ <sup>c</sup>  |
| لارو سن سه       | ۳/۷۹±۰/۱۶ <sup>a</sup>  | ۲/۴۷±۰/۰۵۳ <sup>b</sup> | ۱/۵۹±۰/۰۳۱ <sup>c</sup> | ۱/۲۰±۰/۰۱۱ <sup>d</sup> | ۱/۰۸±۰/۰۱ <sup>d</sup>  | ۱/۱۷±۰/۰۰۸ <sup>d</sup> |
| لارو سن چهار     | ۶/۴۷±۰/۱۷۹ <sup>a</sup> | ۴/۴۶±۰/۲۳ <sup>b</sup>  | ۲/۷۳±۰/۰۴ <sup>c</sup>  | ۲/۳۱±۰/۰۹ <sup>a</sup>  | ۱/۸۹±۰/۰۱۲ <sup>d</sup> | ۲/۶۱±۰/۲۰ <sup>c</sup>  |
| پیش شفیره        | ۱                       | ۱                       | ۱                       | ۱                       | ۱                       | ۱                       |
| شفیره            | ۵/۸۵±۰/۰۵۹ <sup>a</sup> | ۴/۶۵±۰/۱۹ <sup>b</sup>  | ۴/۳۵±۰/۱۱ <sup>b</sup>  | ۲/۴۶±۰/۱۶ <sup>c</sup>  | ۲/۱۸±۰/۱۲ <sup>c</sup>  | ۲/۴۴±۰/۰۵ <sup>c</sup>  |
| کل دوره لاروی    | ۱۵/۰۴±۰/۱۷ <sup>a</sup> | ۱۰/۵۰±۰/۱۲ <sup>b</sup> | ۷/۵۹±۰/۲۳ <sup>c</sup>  | ۶/۱۸±۰/۱۹ <sup>d</sup>  | ۵/۲۷±۰/۱۴ <sup>e</sup>  | ۶/۸۸±۰/۳۹ <sup>f</sup>  |
| دوره پیش از بلوغ | ۲۶/۸۳±۰/۶۱ <sup>a</sup> | ۱۹/۳۵±۰/۲۳ <sup>b</sup> | ۱۶/۰۲±۰/۱۶ <sup>c</sup> | ۱۱/۶۶±۰/۲۱ <sup>e</sup> | ۱۰/۴۵±۰/۲۰ <sup>f</sup> | ۱۳/۳۵±۰/۳۳ <sup>d</sup> |

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

درصد مرگ و میر از تخم تا حشره کامل با افزایش دما از ۱۷/۵ تا ۲۲/۵ درجه سانتی گراد کاهش یافت. بیش‌ترین درصد مرگ و میر در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد و کم‌ترین درصد مرگ و میر در دمای ۲۲/۵ و ۲۵ درجه سانتی گراد در بین کل دماهای مورد آزمایش مشاهده شد.

نتایج همبستگی بین دما و درصد مرگ و میر دوره‌های رشدی نشان داد که اثر دما روی درصد مرگ و میر مرحله لارو سنین سوم و چهارم و هم‌چنین مرحله پیش‌شفیره در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار و برای سایر مراحل معنی‌دار نیست. درصد مرگ و میر مراحل مختلف رشدی کفشدوزک در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۲- درصد مرگ و میر مراحل مختلف زندگی کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار *Aphis punicae* در

دماهای مختلف.

| دما (درجه سانتی گراد) |                    |                     |                   |                    |                    | مرحله رشدی       |
|-----------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| ۳۰                    | ۲۷/۵               | ۲۵                  | ۲۲/۵              | ۲۰                 | ۱۷/۵               |                  |
| .                     | .                  | .                   | .                 | .                  | .                  | تخم              |
| ۲/۲۱ <sup>a</sup>     | ۵/۲ <sup>a</sup>   | ۵ <sup>a</sup>      | .                 | .                  | .                  | لارو سن یک       |
| ۳۳ <sup>a</sup>       | ۶ <sup>a</sup>     | ۱ <sup>a</sup>      | ۳/۴ <sup>a</sup>  | ۳/۳۳ <sup>a</sup>  | ۱۳ <sup>a</sup>    | لارو سن دو       |
| ۳۱ <sup>a</sup>       | ۲ <sup>b</sup>     | .                   | ۱ <sup>b</sup>    | ۶ <sup>b</sup>     | ۲۳ <sup>a</sup>    | لارو سن سه       |
| ۱۹ <sup>a</sup>       | ۲/۲۲ <sup>b</sup>  | .                   | ۱ <sup>b</sup>    | ۲۲ <sup>a</sup>    | ۶ <sup>b</sup>     | لارو سن چهار     |
| .                     | ۱۹/۱۸ <sup>a</sup> | ۴/۱۸ <sup>b</sup>   | ۱/۹۶ <sup>b</sup> | .                  | ۲۹/۹۱ <sup>a</sup> | پیش شفیره        |
| ۸/۳۳ <sup>a</sup>     | ۳/۷۰ <sup>a</sup>  | ۲/۰۸ <sup>a</sup>   | .                 | .                  | .                  | شفیره            |
| ۶۶/۶۷ <sup>a</sup>    | ۳۴/۳۴ <sup>b</sup> | ۲۰/۰۰ <sup>bc</sup> | ۸/۴۲ <sup>c</sup> | ۳۰/۰۰ <sup>b</sup> | ۵۷/۷۸ <sup>a</sup> | دوره پیش از بلوغ |

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس از مون چند دامنه‌ای دانکن است.

بر اساس روش کمپل حداقل آستانه دمایی برای لارو سن یک، دو، سه، چهار و شفیره به ترتیب ۹/۸۲، ۱۱/۶۵، ۱۳/۷۸، ۱۳/۵۹ و ۱۲/۸۳ درجه سانتی گراد بود. به‌طور متوسط مقدار حرارت لازم برای طی مراحل مختلف رشدی از لارو سن یک تا شفیره به ترتیب ۲۰، ۱۷/۲۴، ۱۴/۲۸، ۲۶/۲۱ و ۳۳/۳۳ درجه سانتی گراد به‌دست آمد شکل ۱ (۱ تا ۶). بر اساس روش ایکه‌موتا و تاکای آستانه پایین رشد برای لارو سن یک تا چهار و شفیره به ترتیب ۵/۰۳، ۱۱/۸۹، ۱۳/۸۸، ۱۳/۸۸ و ۱۲/۷۶ درجه سانتی گراد و مجموع نیاز حرارتی برای مراحل رشدی فوق به ترتیب ۲۹/۴، ۱۶/۶۴، ۱۴/۱۱، ۲۵/۹۸ و ۳۳/۱۶ درجه-روز بدست آمد. بر اساس نتایج این آزمایش برای کل دوره لاروی، معادله رگرسیون خطی  $Y = 0.125X - 0.1528$  و  $R^2 = 0.99$ ، آستانه پایین رشد ۱۲/۲۲ درجه سانتی گراد و نیاز حرارتی ۸۳/۳۳ درجه-روز تخمین زده شد (شکل ۱-۷). بر اساس روش ایکه‌موتا و

نیازهای حرارتی مراحل مختلف کفشدوزک

*M. sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار

با استفاده از میانگین دوره جنینی تخم کفشدوزک در دماهای مورد آزمایش ۱۷/۵-۳۰ (درجه سانتی گراد) نرخ رشد حشره در شرایط آزمایشگاه محاسبه شد. بر اساس نتایج این آزمایش به روش کمپل (کمپبل و همکاران ۱۹۷۴)، معادله رگرسیون خطی  $Y = 0.31X - 0.33$  و  $R^2 = 0.91$  به‌دست آمد. خط رگرسیون محور X ها را در نقطه ۱۰/۶۹ قطع می‌کند، لذا این نقطه به‌عنوان آستانه پایین رشد برای تخم این شکارگر به‌دست آمد (شکل ۱-۱) و مجموع نیاز حرارتی نیز برابر با ۳۲/۲۵ درجه-روز محاسبه شد، همچنین بر اساس روش ایکه موتا و تاکای (۲۰۰۰) مقادیر آستانه پایین رشد و مجموع نیاز حرارتی در این مرحله به ترتیب ۱۱/۴۵ و ۳۰/۰۷ محاسبه گردید (شکل ۱-۲).

این رخداد در پژوهش‌های مختاری (۱۳۹۰) و رونق اردکانی (۱۳۹۲) نیز مشاهده شد. نتایج این پژوهش نشان داد، مرحله تخم کفشدوزک در تمام دماهای مورد آزمایش بدون مرگ و میر بود بنابراین، مقاوم‌ترین مرحله رشدی نسبت به دمای پایین را در بین مراحل رشد این کفشدوزک داشت. پژوهش‌های گوناگونی در مورد اثر غذا و دما روی طول دوره رشدی و درصد مرگ و میر کفشدوزک‌های مختلف انجام شده است که در ادامه اشاره می‌شود، اختلاف‌هایی که پژوهش حاضر با پژوهش‌های پیشین دارد به دلیل متفاوت بودن میزبان و دماهای انتخاب شده می‌باشد.

طول دوره مرحله اول تا چهارم لاروی کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته سیاه یونجه *Aphis craccivora* Koch در شرایط دمایی ۲۵ درجه سانتی گراد به ترتیب ۱/۳۹±۰/۱۶، ۱/۳۲±۰/۱۶، ۱/۲۹±۰/۲۹ و ۲/۳۹±۰/۳۷، دوره شفیرگی ۲/۵۰±۰/۵۹ و مجموع کل دوره رشدی تا بلوغ ۱۳/۲۸±۱/۰۰ روز بوده است در حالی که این مقادیر در شته انار برابر با ۱/۳۶±۰/۰۱ و ۲/۴۶±۰/۱۶، ۲/۳۱±۰/۰۹، ۱/۲۰±۰/۱۱، ۱/۳۰±۰/۰۶ و ۲۱/۶۶±۱۱/۱۱ روز بود. بنابراین، کفشدوزک با تغذیه از شته سبز انار در زمان کوتاه‌تری موفق به طی کردن تمامی مراحل زندگی خود شد. هم‌چنین زمانی که این کفشدوزک از شته جالیز تغذیه می‌کند طول دوره مرحله اول تا چهارم لاروی به ترتیب ۱/۷۵±۰/۴۰، ۳/۱۹±۰/۵۴ و ۲/۵۵±۰/۱۰، ۳۲/۶۷±۰/۳۶ و مجموع کل دوره رشدی تا بلوغ ۱۵/۹۵±۱/۴۱ تخمین زده می‌شود (امکار و بیند ۲۰۰۴). بنابراین، تغذیه از شته سبز انار شرایط رشدی بهتری برای کفشدوزک *M. sexmaculatus* نسبت به شته جالیز و شته سیاه یونجه فراهم می‌کند. خلیلی (۱۳۹۱) در بررسی زیست‌شناسی *M. sexmaculatus* روی شته خرزهره در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که طول دوره رشد و نمو از تخم تا حشره کامل در دماهای ۱۷/۵، ۲۲/۵، ۲۷/۵، ۳۰ و ۳۲/۵ درجه سانتی گراد و با تغذیه از

تاکای آستانه پایین رشد برای کل دوره لاروی ۱۲/۲۶ و مجموع نیاز حرارتی این مرحله ۷۹/۳۶ درجه-روز تخمین زده شد (شکل ۲-۲).

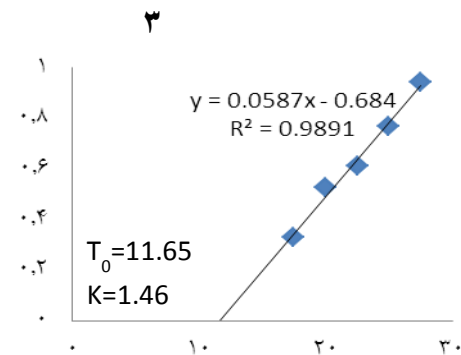
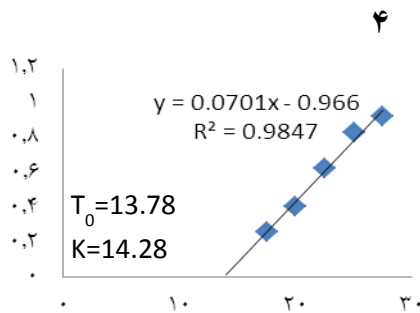
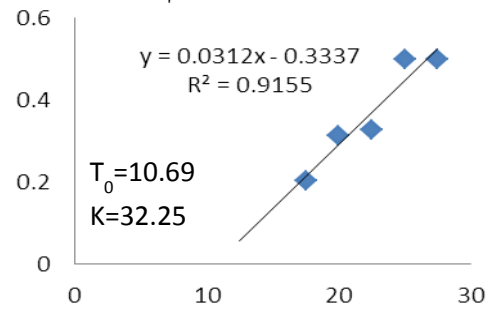
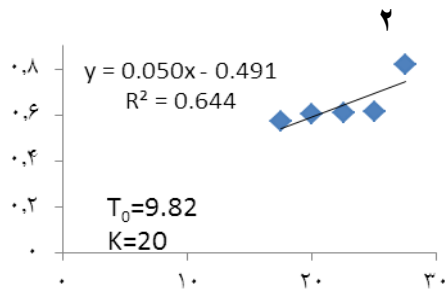
برای محاسبه آستانه پایین رشد برای مجموع مراحل رشدی، میانگین تعداد روز برای دوره تخم و دوره لاروی تا ظهور حشره کامل با یکدیگر جمع شدند. سپس نرخ رشد برای دماهای مورد آزمایش محاسبه گردید. در این آزمایش به روش کمپل معادله رگرسیون خطی برای دوره پیش از بلوغ  $R^2=0/98$ ،  $Y=0/006x-0/0693$  آستانه پایین رشد ۱۱/۵۵ درجه سانتی گراد و نیاز حرارتی ۱۶۶/۶۶ درجه-روز تخمین زده شد (شکل ۱-۸) و بر اساس روش ایکه موتا و تاکای آستانه پایین رشد برای مجموع مراحل رشدی ۱۱/۳۵ درجه سانتی گراد و مجموع نیاز حرارتی ۱۶۷/۷ درجه-روز محاسبه گردید (شکل ۲-۴).

#### بحث

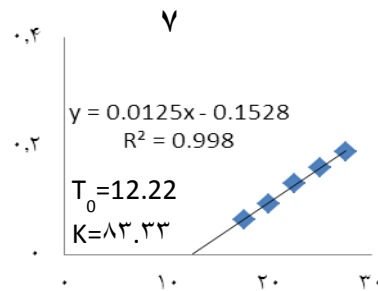
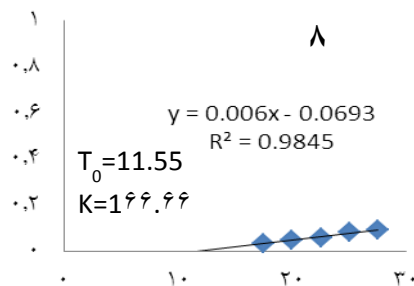
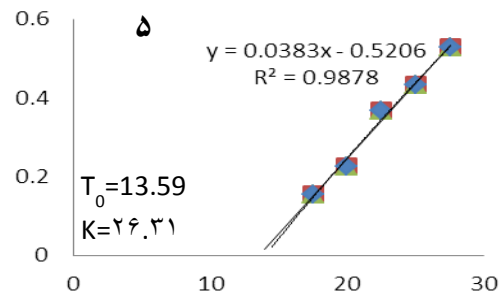
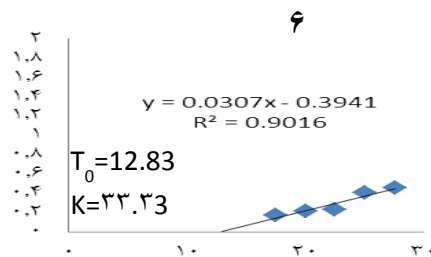
نتایج نشان داد که بهترین دما برای پرورش کفشدوزک شش لکه‌ای زیگزاگی *M. sexmaculatus* در فاصله دمایی ۲۲/۵ تا ۲۷/۵ درجه سانتی گراد قرار دارد. دمای ۲۲/۵ درجه سانتی گراد با دارا بودن کم‌ترین میزان مرگ و میر مناسب‌ترین دما برای پرورش این کفشدوزک است. در این آزمایش کوتاه‌ترین دوره رشدی در دمای ۲۷/۵ درجه سانتی گراد و بلندترین دوره رشدی در دمای ۱۷/۵ درجه سانتی گراد اتفاق افتاد. با افزایش دما از ۱۷/۵ به ۲۷/۵ درجه سانتی گراد سرعت رشد کفشدوزک زیاد و طول دوره‌های رشدی کوتاه‌تر شد که بیانگر این مسئله است که دما به‌طور معنی‌داری باعث تغییر طول دوره رشدی کفشدوزک می‌شود. در این پژوهش بیش‌ترین میزان مرگ و میر در دمای ۳۰ درجه مشاهده گردید و در بین مراحل رشدی، مرحله لارو سن یک و دو دارای بیش‌ترین میزان مرگ و میر بود. مرحله لاروی سن یک و دو به دلیل هم‌خواری، کوچک بودن جثه و قدرت کم تسلط بر میزبان در دسترسی به میزبان دچار مشکل شده و تلفات بیشتری را تحمل می‌کند. مشابه

آمد، همچنین این آزمایش در دمای ۳۵ درجه انجام شد

شته خرزهره، به ترتیب ۰/۵۲±۰/۲۶، ۰/۵۶±۰/۴۳، ۰/۳۸±۰/۱۷ و ۰/۴۶±۰/۱۶ روز به دست



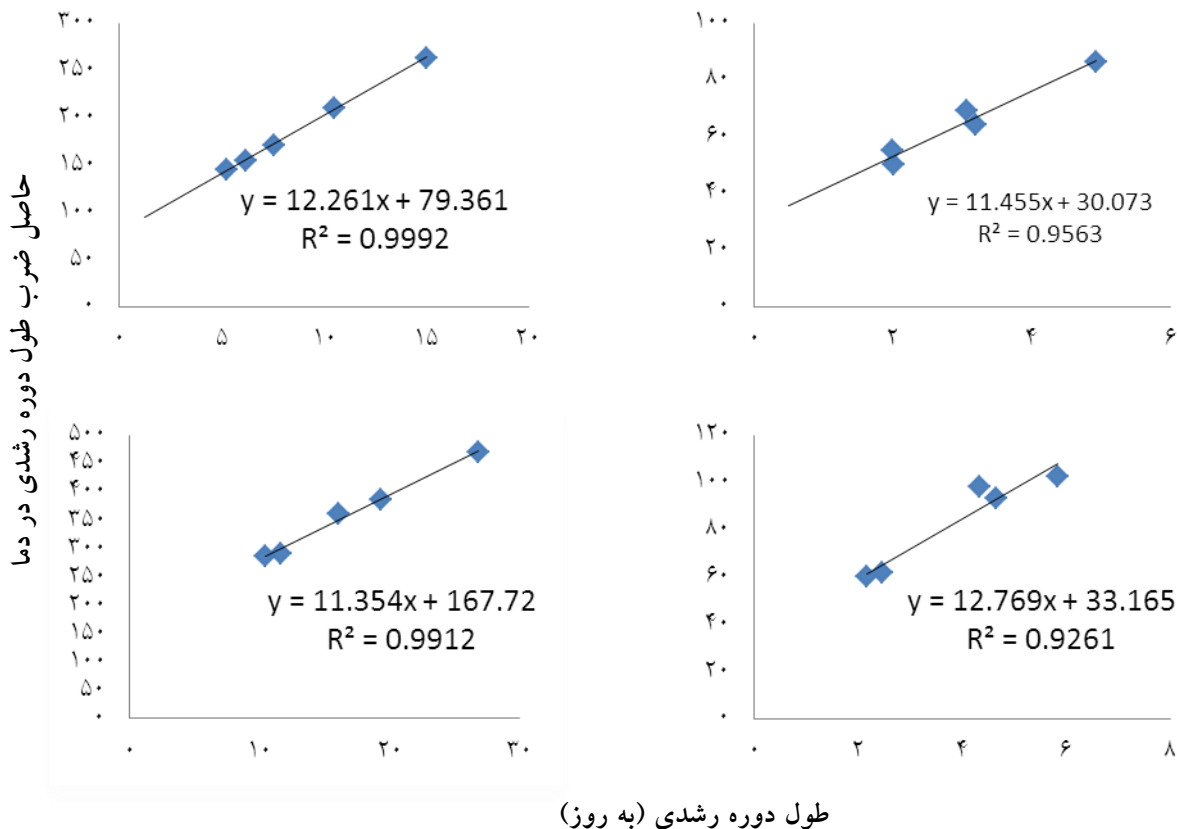
نرخ رشد و نمو



دما (درجه سلسیوس)

شکل ۱- نرخ رشد و نمو برای مراحل: ۱- تخم، ۲- لارو سن یک، ۳- لارو سن دو، ۴- لارو سن سه، ۵- لارو سن چهار، ۶- شفیره، ۷- کل دوره لاروی، ۸- کل مراحل نابالغ. نقاط آبی در این شکل نقاط مشاهده شده است و خط از مدل رگرسیونی بدست آمده (روش کمپیل) است.





طول دوره رشدی (به روز)

شکل ۲- نرخ رشد و نمو برای مراحل: ۱- تخم، ۲- کل دوره لاروی، ۳- سفیره، ۴- کل مراحل نابالغ. نقاط آبی در این شکل نقاط مشاهده شده است و خط از مدل رگرسیونی بدست آمده است. روش اکیموتو و تاکای).

کرده است. نوع میزبان و مناسب بودن غذا دو عامل مهم در رشد و نمو، بقا و زادآوری در مراحل مختلف زیستی کفشدوزکها می باشد (آتلیهان و کیدان ۲۰۰۲). در پژوهش سولانگی و همکاران (۲۰۰۷) دوره انکوباسیون تخم کفشدوزک *M. sexmaculatus* در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد روی شته برگ ذرت (Fitch) *Aphis gossypii* شته جالیز *Rhopalosiphum maidis* Glover، و شته خالدار یونجه *Therioaphis trifolii* (Monell) به ترتیب ۷/۵، ۷/۱ و ۷/۲ روز و درصد تفریح تخم به ترتیب ۶۵/۴۲، ۶۴/۳۳ و ۷۰/۶۹ درصد بدست آمد که بیشتر از پژوهش حاضر است؛ بنابراین شته سبز انار نسبت به شته های پژوهش فوق میزبان مناسب تری از نظر دو فراسنجه دوره و درصد تفریح تخم است.

ولی در لاروهای تازه خارج شده از تخمها در این دما تلفات زیاد بود به طوری که قادر به تکمیل دوره رشدی خود در این دما نبودند. در این آزمایش بلندترین دوره رشدی در دمای ۱۷/۵ درجه سانتیگراد می باشد که با پژوهش حاضر مطابقت دارد و کوتاه ترین دوره رشدی در دمای ۳۲/۵ درجه سانتیگراد می باشد که با پژوهش حاضر اختلاف دارد و این بدین معنی است که تحمل دمایی این کفشدوزک روی شته خرزهره بیشتر است و نوع غذا روی واکنش دمایی کفشدوزک تاثیر گذار است. در تمام دماهای پژوهش خلیلی (۱۳۹۱) که مشابه با پژوهش حاضر است طول دوره از تخم تا حشره کامل بیشتر است. بنابراین، شته سبز انار شرایط رشدی بهتری برای این کفشدوزک نسبت به شته خرزهره فراهم

مناطق معتدل زندگی می‌کنند (میلر ۱۹۹۲؛ رودریگز ساونا و میلر ۱۹۹۹).

رونق اردکانی (۱۳۹۲) آستانه پایین رشد و مجموع نیاز حرارتی کفشدوزک *O. conglobata contaminata* را با تغذیه از شته سبز انار برای کل دوره لاروی به ترتیب ۸/۵۴ و ۱۶۳/۹۳ درجه روز و برای کل دوره رشدی به ترتیب ۹/۳۴ و ۲۸۵/۷۱ درجه روز به دست آورد در حالی که این مقادیر برای کفشدوزک *M. sexmaculatus* برای کل دوره لاروی به ترتیب ۱۲/۲۲ و ۸۳/۳۳ درجه روز و برای کل دوره رشدی به ترتیب ۱۱/۵۵ و ۱۶۶/۶۶ درجه روز به دست آمد. مشخص گردید که آستانه پایین رشد و مجموع نیاز حرارتی برای کل دوره لاروی و کل دوره رشدی در کفشدوزک *O. conglobata contaminata* نسبت به *M. sexmaculatus* کمتر است در حالی که مجموع نیاز حرارتی آن در هر دو مرحله بیشتر می‌باشد.

پژوهش‌های مختلفی در رابطه با نیاز حرارتی کفشدوزک‌های دیگر صورت گرفته است، جلالی (۱۳۸۰) آستانه پایین رشد را برای کفشدوزک‌های *O. conglobata contaminata* و *Hippodamia variegata* (Goeze) با تغذیه از پسیل پسته به ترتیب ۱۲/۷۶ و ۱۴/۴۱ درجه سانتی گراد به دست آورد که بیشتر از پژوهش حاضر است بنابراین کفشدوزک *M. sexmaculatus* زودتر از دو کفشدوزک فوق‌الذکر در طبیعت ظاهر می‌شود. در پژوهش کاتسارو و همکاران (۲۰۰۵) روی کفشدوزک *H. convergens* آستانه پایین رشد برای تخم ۹/۷، لارو ۱۱/۲۰، شفیره ۱۱/۸ و تخم تا حشره کامل ۱۰/۷ درجه سانتی گراد بدست آمد که کمتر از پژوهش حاضر است بنابراین تحمل سرمایی کفشدوزک فوق‌الذکر بیشتر از *M. sexmaculatus* بوده و در اقلیم‌های سردسیری مناسب‌تر است. ربولدول و همکاران (۲۰۰۹) آستانه پایین رشد را برای کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از *Acyrtosiphon pisum* (Harris)، ۱۰ درجه سانتی گراد و مجموع نیاز حرارتی را

در پژوهش رونق اردکانی (۱۳۹۲) میانگین طول دوره رشدی از تخم تا حشره کامل کفشدوزک *Oenopia conglobata contaminata* (Menetries) شته سبز انار *A. punicae* در دماهای ۲۵، ۲۷/۵ و ۳۰ درجه سانتی گراد به ترتیب ۲۰/۳۷، ۱۸/۳۱، ۱۶/۳۹ و ۱۴/۳۴ روز بوده است در پژوهش حاضر میانگین طول دوره رشدی از تخم تا حشره کامل در دماهای ۲۵، ۲۷/۵ و ۳۰ درجه سانتی گراد به ترتیب ۱۶/۰۲، ۱۱/۶۶، ۱۰/۴۵ و ۱۳/۳۵ روز به دست آمد که در مقایسه با پژوهش رونق اردکانی (۱۳۹۲) طول دوره رشدی در تمامی دماهای مشابه کمتر می‌باشد. همچنین درصد مرگ و میر در کلیه دماهای مشابه فوق نسبت به پژوهش حاضر بیشتر بوده است. بنابراین، شته سبز انار برای کفشدوزک *M. sexmaculatus* در مقایسه با کفشدوزک *O. conglobata contaminata* میزبان مناسب‌تری است. و همچنین کفشدوزک *M. sexmaculatus* نسبت به کفشدوزک *O. conglobata contaminata* شکارگر مناسب‌تری برای شته انار است. داوری پایانی زمانی امکان‌پذیر است که پارامترهای زیستی از جمله نرخ ذاتی افزایش طبیعی جمعیت محاسبه و مقایسه شود. در محاسبه نرخ ذاتی افزایش طبیعی فاکتورهای هم‌چون باروری، طول عمر و نرخ زنده‌مانی مورد توجه قرار می‌گیرد (چی ۱۹۹۰ و هو و همکاران ۲۰۱۰).

نتایج بسیاری از پژوهشگران نشان داد که افزایش دما باعث کاهش دوره رشدی گونه‌های مختلف کفشدوزک روی میزبان‌های مختلف می‌شود (جلالی ۱۳۸۰، مختاری ۱۳۹۰؛ جعفری و همکاران ۱۳۸۷؛ الهابی و همکاران ۲۰۰۰؛ کاتسارو و همکاران ۲۰۰۵). همچنین ضمن این بررسی مشخص شد که مرگ و میر لاروهای سن یک و دو بسیار بیشتر از لاروهای سنین بعدی و شفیره به‌ویژه در دماهای پائین می‌باشد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که بیشترین میزان مرگ و میر لاروی در دمای نزدیک دمای پایین رشد اتفاق می‌افتد که یک پدیده طبیعی در بین کفشدوزک‌های شته‌خوار می‌باشد که در

شکارگر بوده و آفت زودتر در طبیعت ظاهر می‌گردد. دستاوردهای این پژوهش برای تعیین دامنه پراکنش این کفشدوزک در طبیعت و بهترین زمان و مکان رهاسازی آن برای مهار زیستی شته انار به کار می‌رود. بر اساس دمای بهینه رشد، دامنه دمایی مناسب، آستانه پایین دمایی و درجه-روزهای مورد نیاز و آمار هواشناسی منطقه آلوده به شته سبز انار و استفاده از سیستم GIS این مدیریت امکان‌پذیر خواهد شد. با استفاده از این اطلاعات، زمان نمونه‌برداری، پیش‌آگاهی، زمان اعمال برنامه مدیریت برای کاربرد کفشدوزک و مهار شته سبز انار انجام می‌شود. همچنین با استفاده از دستاوردهای این پژوهش برای تعیین دمای بهینه و آستانه پایین رشد کفشدوزک و آفت، مشخص می‌شود که کدام یک زودتر در طبیعت ظاهر می‌شوند. در صورتی که آستانه پایین رشد برای آفت کمتر از شکارگر باشد نشان می‌دهد که آفت زودتر از شکارگر در طبیعت ظاهر شده و مهار زیستی آفت به وسیله کفشدوزک در ابتدای فصل آسان نخواهد بود (مهرنژاد و جلالی ۲۰۰۴). با تعیین آستانه پایین رشد شته انار، این پیش‌بینی امکان‌پذیر خواهد بود.

۱۰/۲±۱۹۰/۳۲ درجه-روز به دست آوردند در حالی که در پژوهش حاضر آستانه پایین رشد ۱۱/۵۵ درجه سانتی‌گراد و مجموع نیاز حرارتی ۱۶۶/۶۶ درجه-روز بدست آمد. بنابراین آستانه پایین رشد در کفشدوزک *M. sexmaculatus* بیشتر از کفشدوزک *H. variegata* (الهایی و همکاران ۲۰۰۰) و کفشدوزک *H. convergens* (ایریکی و توبر ۱۹۸۲ و کاتسارو و همکاران ۲۰۰۵) است و نشان دهنده این است که کفشدوزک *M. sexmaculatus* دیرتر از دو کفشدوزک فوق‌الذکر در طبیعت ظاهر می‌شود و تحمل دمای پایین در کفشدوزک‌ها متفاوت است و آگاهی از آن برای پیش‌بینی میزان سازگاری کفشدوزک نسبت به محیط مهم است.

در پژوهش بایهان و همکاران (۲۰۰۵) روی شته سبز انار *A. punicae* آستانه پایین رشد برای دوره لاروی ۱۱/۰۸ درجه سانتی‌گراد به دست آمد و مجموع نیاز حرارتی برابر با ۶۶/۴ درجه-روز به دست آمد که این مقادیر کمتر از مقادیر محاسبه شده برای کفشدوزک *M. sexmaculatus* در پژوهش حاضر است. بنابراین، تحمل سرمایی شته سبز انار بیشتر از کفشدوزک

## منابع

- اسماعیلی م، ۱۳۷۵. آفات مهم درختان میوه، مرکز نشر سپهر، ۵۸۷ صفحه.
- اصغری ف، سمیع م ا، مهدیان ک، بصیرت م و ایزدی ح، ۱۳۹۰. اثر دما بر برخی ویژگی‌های زیستی کفشدوزک *Hippodamia variegata* با تغذیه از پسیل معمولی پسته و تخم بید غلات مجله دانش گیاهپزشکی ایران، جلد ۴۲ شماره ۱، صفحه‌های ۱۳۷ تا ۱۴۹.
- اصغری ف، سمیع م ا و مهدیان ک، ۱۳۹۱. برخی ویژگی‌های زیستی کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Goeze) با تغذیه از شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* L. و تخم بید آرد *Ephestia kuehniella* Zeller. مجله کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی، جلد ۱، شماره اول، صفحه‌های ۱۹ تا ۲۷.
- باقری م و مصدق م س، ۱۳۷۵. فون کفشدوزک‌های (Col.:Coccinellidae) استان چهار و محال بختیاری (قسمت اول زیر خانواده‌های Coccinellinae و Chilocorinae). مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی، جلد‌های ۷ و ۸: صفحه‌های ۲۹ تا ۳۵.

- جعفری ر، کمالی ک و استوان ه، ۱۳۸۷. زیست‌شناسی کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Goeze) در شرایط آزمایشگاهی. خلاصه مقالات هیجدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران دانشگاه گیلان، رشت، صفحه ۴۶۶.
- جلالی م ا، ۱۳۸۰. بررسی میزان پسیل‌خواری کفشدوزک‌های شکارگر پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* در منطقه رفسنجان و تنظیم جدول زندگی برای آن‌ها در شرایط آزمایشگاهی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- خلیلی س ا، ۱۳۹۱. بررسی زیست‌شناسی و کارایی کفشدوزک زیگزاگی شش‌نقطه‌ای *Menochilus sexmaculatus* (Col.: Coccinellidae) در شرایط آزمایشگاهی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان.
- رونق اردکانی ح، ۱۳۹۲. زیست‌شناسی و کارایی کفشدوزک *Oenopia conglobata contaminata* (Menteries) با تغذیه از شته سبز انار *Aphis punicae* در شرایط آزمایشگاهی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان.
- سمیع م ا، ۱۳۷۱. مورفولوژی و شناسایی فرم‌های بکرزای *Aphis spp.* در مناطق سردسیری جنوب استان اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی. دانشگاه جندی‌شاپور اهواز، ۱۹۸ صفحه.
- شاکری م و دانشور م، ۱۳۸۳. گزارش همایش بررسی دستاوردها و مشکلات مدیریتی کرم گلوگاه انار. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، ۹۴ صفحه.
- علی‌نقی‌زاده ع، ۱۳۸۹. بررسی فون کفشدوزک‌های استان کرمان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان.
- مختاری ب، ۱۳۹۰. بیولوژی و کارایی کفشدوزک *Oenopia conglobata contaminata* (Menteries) روی شته سبز هلو *Myzus persicae* (Sulzer) در شرایط آزمایشگاهی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان.
- Agarwala BK and Yasuda H, 2000. Competitive ability of ladybird predators of aphids, a review of *Cheilomenes sexmaculata* Fabricus (Col.: Coccinellidae) with a worldwide checklist of preys. Journal of the Aphidology 14: 1-20.
- Anderwartha HG and Birch LC, 1954. The Distribution and Abundance of Animals. University of Chicago Chicago Press.
- Arnold CY, 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 74: 430-445.
- Atlihan RM and Kaydan B, 2002. Development, survival and reproduction of three coccinellids. feeding on *Hyalopterus pruni* (Geoffe) (Homoptera: Aphididae). Turkish Journal of Agriculture 26, 119-124.
- Bayhan E, Bayhan O, Ulusoy MR and Brown JK, 2005. Effect of temperature on the biology of *Aphis punicae* (Passerini) (Homoptera: Aphididae) on pomegranate. Environmental Entomology 34, 22-26.
- Bernal J and Gonzalez D, 1993. Temperatures requirements of four parasites of the Russian wheat aphid, *Duraphis noxia*. Entomologia Experimentalis et Applicata 69: 173-182.

- Bondenheimer FS, 1951. Insects as Human Food: A Chapter of the Ecology of Man. Dr. W. Junk, Publishers, the Hague. 352 pp.
- Booth RG, Cox ML and Madge RB, 1990. IIE guides to insects of importance to Man. 3. Coleoptera. Wallingford, UK: Cab International Institute of Entomology 384.
- Campbell A, Frazer BD, Gilbert N, Gutierrez AP and Mackauer M, 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites. *Journal of Applied Ecology* 11: 431-438.
- Chi H, 1990. Timing of control based on the stage structure of pest population: a simulation approach. *Journal of Economic Entomology* 83, 1143-1150.
- Elbert TA and Cartwright B, 1997. Biology and ecology of *Aphis gossypii* (Glover) (Homoptera: Aphididae). *Society of Southwestern Entomologists* 22: 116-145.
- Elhabi M, Sekat A, Elljad L and Boumezzouh A, 2000. Biology, *Hippodamia variegata* (Goeze) (Col.: Coccinellidae) et possibilities de son utilization control *Aphis gossypii* (Glover) (Homoptera: Aphididae) Sous Serres de Concomber. *Journal of Applied Entomology* 124: 365-374.
- Ikemoto T and Takai K, 2000. A new linearized formula for the law of total effective temperature and the evaluation of line-fitting methods with both variables subject to error. *Environmental Entomology* 29, 671-682
- Hu LX, Chi H, Zhang J, Zhou Q and Zhang RJ, 2010. Life table analysis of the performance of *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae) on two wild rice species. *Journal of Economic Entomology* 103: 1628-1635.
- Katsarou I, Margaritopoulos JT, Tsitsipis JA, Dionyssios Ch and Zarpas KD, 2005. Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae*. *Biocontrol* 50: 565-588.
- Lamp RJ, 1992. Development rate of *Acyrtosiphom pisum* (Homoptera: Aphididae) at low temperatures: Implications for estimating rate parameters for insects. *Environmental Entomology* 21: 10-19.
- Lokhande RK and Mohan P, 1990. Study in biocontrol of aphid *Aphis craccivora* Koch. by ladybird beetle *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Col.: Coccinellidae) in Chillie. *Advance in Plant Science* 3: 281-6.
- Mehrnejad MR and Jalali MA, 2004. Life history parameters of the coccinellid beetle, *Oenopia conglobate contaminata*, an important predator of the common pistachio psylla. *Biocontrol Science and Technology* 14: 701-711.
- Miller JC, 1992. Temperature-dependent development of the convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology* 21: 197-201. 371
- Obrycki JJ and Tauber MJ, 1982. Thermal requirements for development of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Annals of the Entomology Society of America* 75: 678-683.
- Omkar and Bind RB, 2004. Prey quality dependent growth, development and reproduction of a biocontrol agent, *Cheilomenes sexmaculata* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae). *Biocontrol Science and Technology* 14, 665-673.
- Rebolledol R, Sheriff J, Parra L and Aguilera A, 2009. Life, seasonal cycles, and population fluctuation of *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), in the central plain of La Araucanía Region Chile. *Chilian Journal of Agricultural Research* 6(2): 292-298.
- Rodriguez-Saona C and Miller JC, 1999. Temperature-dependent effects on development, mortality and growth of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology* 28: 518-522.

- Sharpe JH and Demichele DU, 1997. Reaction kinetics of poikilotherm development. *Journal of Theoretical Biology* 64: 649-660.
- Solangi BK, Hullio MH 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* 23: 1097-1101.
- Wilson LT and Barnett WW, 1983. Degree-days: an aid in crop and pest management. *California Agriculture* 37,4-7.

## Effect of Temperature on Some Biological Parameters of *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) by Feeding on Pomegranate Green Aphid, *Aphis punicae* Pass.

SS Fatemi<sup>1</sup> and MA Samih<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Former MSc Student, Department of Plant Protection. Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan.

<sup>2</sup>Associate Professor, Department of Plant Protection. Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan.

\*Corresponding author: samia\_aminir@yahoo.com

Received: 20 Jun 2014

Accepted: 16 Nov 2014

### Abstract

Characteristics such as lower developmental time, higher fertility and a large body size of natural enemies as biological control agents are important for mass rearing. *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) (Col.: Coccinellidae) is one of the major predators of pests in the orchards of Iran. The effect of six constant temperatures of 17.5, 20, 22.5, 25, 27.5 and 30 °C were investigated on the development of the predator by feeding on the Pomegranate green aphid *Aphis punicae* (Hem.: Aphididae) under laboratory conditions (65 ± 5 RH and 16L: 8D h). The developmental time of *M. sexmaculatus* were 26.83± 0.61, 19.35 ± 0.23, 16.02 ± 0.16, 11.66 ± 0.12, 10.45 ± 0.20 and 13.35 ± 0.33 days on above mentioned temperatures, respectively. The results showed that developmental time decreased with increasing temperature to 27.5 °C. The lowest mortality was observed at 22.5°C among the above-mentioned temperatures. The results indicated that there were significant differences for developmental times in different temperatures. Survival rate decreased away from the desirable temperature, 27.5 °C, in both higher and lower orders. Lower temperature thresholds for eggs, larvae, pupae and adults were 10.69, 12.22, 12.83, 11.55°C and thermal constants for egg, total larval period, pupa and egg to adult were 32.25, 83.33, 33.33, 166.66 degree-days, respectively, by feeding green pomegranate aphid. The results showed that optimum temperature were 25 to 27.5°C for the rearing of the lady beetle.

**Keywords:** Coccinellid, Degree day, Pomegranate green aphid, Thermal constant.