Archive of SID

تاثیر دما بر رشد و نمو کفشدوزک *Cheilomenes sexmaculata* با تغذیه از تخم پروانه آرد در شرایط آزمایشگاهی

محمدعلی میرحسینی* و محمد امین جلالی
گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان.
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Mirhosseini1989@gmail.com

Effect of temperature on development of *Cheilomenes sexmaculata* ladybird fed on egg of Mediterranean Flour Moth on laboratory condition

M. A. Mirhosseini* and M. A. Jalali
Department of Plant Protection, Vali-e-Asr University of Rafsanjan.
*Corresponding author, E-mail: Mirhosseini1989@gmail.com

چکیده

کفشدوزک‌ها مهم‌ترین شکارگرانی هستند که در زمینه کنترل بیولوژیک مورد استفاده قرار گرفته‌اند. کفشدوزک *Cheilomenes sexmaculata* Fabricius (Col.: Coccinellidae) یکی از عوامل مهم کنترل بیولوژیک در شرق آسیاست که به عنوان یک شکارگر پلی‌فاژ بر روی گونه‌های مختلف شته و پسیل فعالیت می‌کند. در پژوهش حاضر تاثیر دماهای ۲۰، ۲٤، ۲۸ و ۳۲ درجه سلسیوس بر رشد و نمو و میزان مرگ و میر این شکارگر مورد بررسی قرار گرفت. دوره رشد و نمو کل در این دماها به ترتیب ۱۸/۲۱، ۱۲/۷، ۹/۷۵ و ۸/۹۳ روز و درصد مرگ و میر کل نیز به ترتیب ٤٦/۹، ۳۱/٤، ۳۲/۳ و ۵۵ درصد حاصل شد. سنگین وزن‌ترین حشرات نر و ماده با اختلاف معنی‌داری مربوط به کمترین دمای مورد آزمایش بود (۱۲/۰۵ میلی‌گرم برای ماده‌ها و ۹/۲٦ میلی‌گرم برای نرها). بالاترین نسبت جنسی (ماده به نر) در دماهای ۲۰ و ۳۲ درجه سلسیوس (به ترتیب ۰/٦۵ و ۰/۷۱) یعنی دماهای با بالاترین مرگ و میر به دست آمد. با توجه به نتایج حاصل شده می‌توان دمای ۲۸ درجه را دمای بهینه برای پرورش انبوه این شکارگر قلمداد کرد.

واژگان کلیدی: غذای جایگزین، کنترل بیولوژیک، کفشدوزک زیگزاگی شش لکه‌ای، مدل‌های خطی، نیاز دمایی

Abstract

Coccinellids are the most important predators which have been used in biological control. *Cheilomenes sexmaculata* Fabricius (Col.: Coccinellidae) ladybird is one of the important factors in the east of Asia that actives on the different species of aphids and psyllids as a polyphagous predator. In current study, effect of 20, 24, 28 and 32 °C temperatures on development and mortality of this predator was examined. Total developmental period in these temperatures were 18.21, 12.7, 9.75 and 8.93 days, and percentage of total mortality were 46.9, 31.4, 32.3 and 55 respectively. The heaviest weight of males and females belonged to the lowest temperature of test significantly (12.05 mg for females and 9.26 mg for males). The most of sex ratio (F/M) was obtained on 20 and 32 °C (0.65 and 0.71 respectively), it means in the temperatures with most of mortality. Based on the results, temperature of 28 °C can be able as an optimum temperature for mass rearing of this predator.

Keywords: Alternative food, Biological control, Six spotted zigzag ladybird, Linear models, Thermal requirement

مقدمه

استفاده از کفشدوزک‌ها جهت کنترل بیولوژیک آفات مختلف گیاهی از زمان‌های قدیم معمول بوده و این حشرات مهم‌ترین شکارگرانی هستند که در زمینه‌ی کنترل بیولوژیک مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Obrycki and Kring, 1998). این حشرات یکی از مجموعه‌های مفید مهم در اکوسیستم‌های کشاورزی به‌شمار می‌آیند و نقش مهمی در کاهش جمعیت آفات مختلف گیاهی دارند (Framanzen, 2002). کفشدوزک *Cheilomenes sexmaculata* Fabricius با نام عمومی Six spotted zigzag ladybird یکی از عوامل مهم کنترل بیولوژیک در نقاط مختلف به خصوص شرق آسیاست که فعالیت آن به عنوان یک شکارگر پلی‌فاژ بر روی گونه‌های مختلف شته و پسیل گزارش شده است (Maisin, 1997). باروری بالا و تغذیه زیاد این کفشدوزک، آن را به‌عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک مؤثر قرار داده است (Parker & Singh, 1973). این گونه، از جمله کفشدوزک‌های استنوتاپیک با ترجیح میزبان‌های گیاهی درختی (Arboreal specialist) می‌باشد و به همین دلیل می‌تواند به

www.SID.ir

Archive of SID

عنوان دشمن طبیعی مناسب علیه شته‌ها و پسیل‌های درختان میوه مختلف مطرح باشد. به طوری‌که در منابع فارسی این شکارگر، پرجمعیت‌ترین کفشدوزک در باغات آلوده به پسیل آسیایی مرکبات، *Diaphorina citri* Kuwayama (Hem.:Psyllidae) که از مهم‌ترین آفات کلیدی در نقاط مرکبات خیز جنوب کشور می‌باشد گزارش شده است (Hasanpour *et al*., 2009). همچنین این شکارگر، به عنوان یکی از کفشدوزک‌های معمول در باغات پسته آلوده به پسیل معمولی پسته رفسنجان نام برده شده است (Mehrnejad *et al*., 2011). با توجه به منابع به نظر می‌رسد این کفشدوزک توانایی فراوانی برای استقرار در اکوسیستم‌های گوناگون و تغذیه از آفات مختلف دارد (Jotwani and Verma, 1969; Cartwright *et al*., 1977; Agarwala *et al*., 1998; Sugiura & Takada, 1998). به همین دلیل شناخت بیشتر این کفشدوزک، بخصوص آگاهی از دمای بهینه رشد و نمو می‌تواند در پرورش و تکثیر بهتر این حشره، به عنوان عامل کنترل بیولوژیک، از اهمیت زیادی برخوردار باشد.

هم‌چنین یکی از نیازهای اساسی در برنامه‌ریزی موفق برای مدیریت تلفیقی آفات، دانستن احتیاجات دمایی آفت و دشمن طبیعی آن است (Tauber & Tauber, 1976). دشمنان طبیعی و میزبان‌های (طعمه‌های) آن‌ها دارای محدوده‌ی دمایی متفاوتی برای زنده‌مانی، رشد و نمو، تولید مثل و فعالیت می‌باشند و می‌توان آستانه‌ی دمایی بالا و پایین و درجه حرارت بهینه‌ی رشد را برای تمامی مراحل زندگی آفات و دشمنان طبیعی آن‌ها تخمین زد (Cossins & Bowler, 1987). آگاهی از آستانه‌ی حرارتی رشد و نمو و مجموع حرارت‌های موثر رشد و نمو حشرات مفید یا مضر در علوم کشاورزی نقش بسیار ارزنده‌ای در تعیین موقع و فصل آغاز فعالیت حشرات و دوره نشو و نمای آن‌ها در یک ناحیه دارد و با اطلاع از حداقل آستانه‌ی دمایی رشد و نمو حشرات مفید و مضر و با در نظر گرفتن پیش‌بینی‌های هواشناسی می‌توان در جهت کنترل آفات نباتی و حفظ و حمایت از حشرات مفید در برنامه‌ی مدیریت تلفیقی با آفات استفاده نمود (Emami *et al*., 1997). هدف از این تحقیق بررسی اثر دما بر رشد و نمو کفشدوزک *C. sexmaculata* و تعیین دمای بهینه برای پرورش انبوه این شکارگر با استفاده از جیره غذایی تخم پروانه آرد *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) به عنوان غذای جایگزین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه کلنی کفشدوزک

جهت به کارگیری این کفشدوزک در آزمایش‌های مربوطه، نمونه‌برداری در نیمه اول مهر ماه سال ۱۳۹۱ از درختان پسته آلوده به پسیل معمولی پسته در باغ دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان انجام شد. طی نمونه‌برداری تعداد بالای ۱۰۰ عدد حشره بالغ با آسپیراتور دستی جمع‌آوری و درون ظروف پلاستیکی به ابعاد ۱۰×۲۵×۲۰ سانتی‌متر با تهویه‌ی مناسب قرار داده شدند و به اینسکتاریوم دانشکده کشاورزی دانشگاه منتقل شدند. برای پرورش این کفشدوزک در آزمایشگاه از ظروف پرورش پلاستیکی با مشخصات بالا استفاده و این ظروف در داخل اینسکتاریوم با شرایط ثابت (دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره‌ی روشنایی:تاریکی ۱۶ به ۸ ساعت) نگه‌داری شدند. بازدیدهای منظم روزانه از ظروف پرورش جهت تامین غذا و رطوبت داخل آن‌ها انجام گرفت. جهت ازدیاد شکارگر، کفشدوزک‌های ماده از درون ظروف پرورش گرفته شده و به‌صورت تک‌تک درون پتری دیش‌های به قطر ۶ و ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر که دارای روزنه‌ای به قطر ۱/۵ سانتی‌متر بر روی دربشان بودند و این روزنه با توری پوشانده شده بود قرار داده شدند. با مشاهده تخم درون هر پتری، حشره ماده به پتری دیش جدید منتقل و پتری حاوی دسته‌جات تخم جهت تفریخ نگه‌داری می‌شد. هر دو روز یک‌بار کفشدوزک‌های ماده به درون ظروف پرورش برگردانده می‌شدند تا با انجام عمل جفت‌گیری، از بارور بودن تخم‌ها اطمینان حاصل شود. به محض مشاهده لاروهای سن اول برای جلوگیری از هم‌خواری، هر کدام از لاروها به‌صورت انفرادی درون

www.SID.ir

Archive of SID

پتری‌های مشابه قرار گرفتند و تامین غذای آن‌ها تا ظهور حشرات کامل ادامه یافت. حشرات کامل به درون ظروف پرورش انتقال می‌یافتند. از آن‌جایی که در آزمایش‌های پیشین مشخص شد این گونه با تغذیه از جیره غذایی تخم پروانه آرد قادر به تکمیل رشد و نمو و باروری طبیعی خود می‌باشد، از این جیره غذایی به عنوان جایگزین طعمه‌های طبیعی این شکارگر در آزمایشگاه استفاده شد. کفشدوزک‌های منتقل شده به آزمایشگاه یک نسل بر روی جیره غذایی تخم پروانه‌ی آرد پرورش داده شدند و بعد از آن آزمایش اصلی روی نتاج حاصله از نسل اول انجام شد.

ایجاد کلنی پروانه آرد

برای پرورش پروانه آرد، *E. kuehniella*، از جمعیت آزمایشگاهی موجود در اینسکتاریوم دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه ولی عصر (عج) استفاده شد. پروانه‌ی آرد روی رژیم غذایی آرد گندم (با نسبت ۷۰۰ گرم آرد و ۳۰ گرم سبوس گندم) پرورش داده شد. بدین ترتیب که آرد و سبوس گندم تهیه شده به ارتفاع ۳ سانتی‌متر در ظروف پلاستیکی مستطیلی شکل به ابعاد ۱۰×۲۰×۲۵ سانتی‌متر ریخته شده و سپس مقدار ۰/۲ تا ۰/۳ گرم تخم جمع‌آوری شده پروانه‌ی آرد در سطح ماده غذایی موجود در هر ظرف پخش شد (Yazdanian, 2000). به منظور تامین تهویه، در قسمت وسط درپوش هر ظرف سوراخی به ابعاد ۱۰×۱۵ سانتی‌متر ایجاد کرده و توسط پارچه‌ی توری پوشانده شد. موقعی که حشرات کامل از پوسته شفیرگی خارج شدند، آن‌ها را درون قیف‌هایی که دو انتهای آن‌ها به‌وسیله توری مسدود شده بود، منتقل نموده و قیف‌ها روی سینی‌های پلاستیکی مستقر شدند. پروانه‌ها پس از جفت‌گیری تخم‌ریزی کرده و تخم‌ها هر ٢٤ ساعت یک‌بار از روی سینی‌ها جمع‌آوری شده و سپس در فریزری با دمای ۲۰- درجه‌ی سلسیوس قرار گرفته تا عقیم سازی تخم‌ها صورت گیرد. به منظور جلوگیری از مرطوب شدن و به هم چسبین، تخم‌ها درون ظروف کوچک حاوی برنج نگه‌داری شدند. تخم‌های استفاده شده در آزمایش، عمری کمتر از یک ماه داشتند. پرورش پروانه‌ی آرد در شرایط دمایی ۱±۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ٥±٦٥ درصد و دوره‌ی نوری ١٦ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت.

انجام آزمایش

این آزمایش در ٤ دمای ۲۰، ٢٤، ۲۸ و ۳۲ (±۱) درجه سلسیوس انجام گرفت. بدین منظور در هر دما تعداد حداقل ٤٠ عدد لارو سن اول که کمتر از ۱۲ ساعت عمر داشتند بصورت تک‌تک درون پتری‌دیش‌های ٦ سانتی‌متری قرار داده شدند. پتری‌دیش‌ها درون انکوباتور با دمای ثابت، رطوبت نسبی ٥±٥٥ درصد و دوره نوری ١٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی گذاشته و بررسی آن‌ها هر ۱۲ ساعت انجام شد. از آنجایی که در این پژوهش دامنه دمایی محدود صرفا برای تعیین میزان تاثیر دما بر رشد و نمو و همچنین پیدا کردن دمای بهینه جهت پرورش انبوه این شکارگر مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به عدم وجود دماهای نزدیک به آستانه پایین دمایی در این دامنه، نمی‌توان از مدل‌های گرمایی (خطی و یا غیر خطی) برای تعیین آستانه دمایی پایین (T_0) و نیاز دمایی (K) بهره برد.

آنالیز داده‌ها

جهت آنالیز داده‌های مربوط به دوره رشد و نمو مراحل نابالغ و وزن حشرات نر و ماده، با توجه به متغیر مربوطه، از نرم‌افزار SPSS (2006)، روش آنووای یک‌طرفه، آزمون توکی و سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. داده‌های مربوط به میزان مرگ و میر مراحل نابالغ و هم‌چنین نسبت جنسی نیز از طریق همین نرم فزار و آزمون کای مربع انجام گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

میانگین مربوط به تاثیر ٤ دمای مختلف بر طول دوره رشد و نمو و درصد مرگ و میر مراحل مختلف رشدی کفشدوزک *C. sexmaculata* در جدول ۱ آمده است. نتایج نشان داد که طول دوره انکوباسیون تخم، طول دوره رشد و نمو لاروی و شفیرگی و همچنین طول دوره رشدی کل مراحل نابالغ رابطه معکوس با دما دارد. بدین معنی که کوتاه‌ترین طول دوره رشدی در هر کدام از مراحل مربوط به دمای ۳۲ و بلندترین آن متعلق به دمای ۲۰ درجه سلسیوس بود. میانگین طول دوره‌های مختلف لاروی نیز در جدول ۲ نشان داده شده است. آنالیز داده‌ها نشان داد که بین رشد و نمو این مراحل در دماهای مختلف اختلاف به شدت معنی دار است. اما طول دوره رشدی در لارو سن سوم و چهارم بین دماهای ۲۸ و ۳۲ درجه سلسیوس اختلاف معنی داری را نشان نداد (P=۱، برای هر دو). در لارو سن دوم، کوتاه ترین طول دوره رشدی با ۰/۷٦ روز مربوط به دمای ۲۸ درجه سلسیوس بود و بین دماهای ۲٤ و ۳۲ درجه اختلافی مشاهده نشد (P=۰/٦۳٤). در هر چهار مرحله لاروی بلندترین طول دوره رشدی مربوط به دمای ۲۰ درجه سلسیوس بود. اگر چه با افزایش دما طول دوره رشد و نمو حشرات کاهش می‌یابد ولی در دماهای بالاتر از دمای بهینه (بعبارتی کمی پایین‌تر از دمای کشنده بالا) ممکن است به علت اختلالات فیزیولوژیک و یا مختل کردن تغذیه، افزایش طول دوره رشد و نمو را نسبت به دمای بهینه داشته باشیم. بطور مثال در جدول ۲ نشان داده شده که دوره رشدی لارو سن دوم در دمای ۳۲ درجه بلندتر از دوره رشدی در دمای ۲۸ درجه سلسیوس می‌باشد (۰/۹٦در مقابل ۰/۷٦ روز)، و یا در لارو سن سوم و چهارم علی‌رغم افزایش دما در دمای ۳۲ درجه کاهش معنی داری در طول دوره رشدی حاصل نشده است. بطور مشابه پژوهش Eliopoulos *et al*. (2010) بر روی کفشدوزک نقابدار دو لکه‌ای نشان داد که طول دوره رشدی این کفشدوزک با تغذیه از *Aspidiotus neri* (Hem.: Diaspididae) در دمای ۳۵ از ۳۲/۵ درجه سلسیوس بیشتر است (۱۹/۹ روز برای ۳۵ و ۱۸/۸ روز برای ۳۲/۵ درجه سلسیوس). طی پژوهشی طول دوره رشد و نمو مراحل مختلف رشدی این کفشدوزک در دماهای ۱۷/۵، ۲۲/۵، ۲۵، ۲۷/۵، ۳۲/۵ و ۳۵ درجه سلسیوس با تغذیه از شته خرزهره مورد مطالعه قرار گرفت (Khalili, 2012). طبق نتایج پژوهش اخیر طول دوره رشد و نمو کل در دماهای مورد آزمایش به ترتیب ٤۳/۵۸±۰/۵٦، ۲٦/۵۵±۰/۵۲، ۲۱/۱٦±۰/٤۰، ۱۹/٦٦±۰/۳۹، ۱۷/٤۲±۰/۳۸ و ۱٦/۵۰±۰/٤٦ روز به دست آمد. نتایج این پژوهش با پژوهش حاضر مطابقت دارد، بدین معنی که با افزایش درجه حرارت طول دوره رشد و نمو کاهش می‌یابد. نتایج خلیلی نشان داد که، آستانه حداقل حرارتی برای تخم، کل دوره لاروی، دوره شفیرگی و دوره رشد و نمو کل مراحل نابالغ برای این شکارگر به ترتیب ۱۱/۸۸، ۹/٤، ۱۱/۰۵ و ۱۰/۲۳ و ثابت حرارتی ۲۳/۸۱، ۱۰۰/۰۱، ۲۳/۲٦ و ۱٦۳/۹۳ می‌باشد، ولی از آنجایی که این پارامترها در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار نگرفت مقایسه آن‌ها با پژوهش اخیر امکان پذیر نمی‌باشد. با توجه به طول دوره رشد و نمو کل حاصل شده توسط این پژهشگر در مقایسه با پژوهش حاضر به نظر می‌رسد جیره غذایی تخم پروانه آرد نسبت به شته خرزهره غذای مناسب‌تری بوده باشد هر چند که برای قضاوت دقیق‌تر بین این دو جیره غذایی باید میزان تخم‌ریزی نیز مورد بررسی قرار گیرد. وزن حشرات نر و ماده حاصل شده در دماهای مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. آزمون توکی نشان داد که در سطح ۵ درصد، اختلاف بین وزن حشرات در دماهای مختلف معنی‌دار است (F=۱۵/٦۳٤، P <۰/۰۰۱ برای ماده‌ها و F=۱۱/۲۷۳، P <۰/۰۰۱ برای نرها). طبق این شکل در تمام دماها حشرات ماده بدلیل جثه بزرگتر (احتمالا اندوخته بافت چربی بیشتر بدلیل عمل تخم‌ریزی) دارای وزن بیشتری بودند. حشرات نر و ماده حاصل شده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس با اختلاف معنی داری سنگین‌تر از سه دمای دیگر بودند. باتوجه به دوره رشد و نمو طولانی‌تر در این دما به نظر می‌رسد که حشرات در این دما فرصت بیشتری برای تغذیه کردن داشتند و همین امر سبب سنگین‌تر شدن آن‌ها شده است. کمتر بودن وزن حشرات در بالاترین دمای آزمایش از وزن سایرین می‌تواند معلول این علت

www.SID.ir

Archive of SID

باشد که بالا بودن بیش از حد دما باعث اختلالات فیزیولوژیکی در این حشره شده و احتمالا تغذیه مناسب در این دما صورت نگرفته است. نظر به اینکه در این دما مرگ و میر بیشتری نیز رخ داده است، می‌توان بیان کرد که احتمالا دماهای بالاتر از این دما برای این شکارگر دمای کشنده باشند (شکل ۲). نرها و ماده‌های حاصل شده در دو دمای ۲٤ و ۲۸ درجه سلسیوس نیز از نظر وزن اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند (P=۰/۹۸۸ برای ماده‌ها و P=۰/۹٦۸ برای نرها). در شکل ۲ درصد مرگ و میر کل مراحل نابالغ و درصد ماده‌های حاصل شده (نسبت جنسی) در دماهای مختلف نشان داده شده است. آنالیز داده‌های مربوط به درصد مرگ و میر کل با آزمون کای مربع نشان داد که بصورت کلی اختلاف بین دماها معنی‌دار است (X^2 =۱۷/۰۳۲ و P=۰/۰۰۱). در صد مرگ و میر در دو دمای ۲٤ و ۲۸ درجه سلسیوس با اختلاف معنی‌داری کمتر از دو دمای دیگر بود و بعبارتی با فاصله گرفتن از دمای بهینه میزان مرگ و میر بیشتری اتفاق افتاد. در پژوهشی که رشد و نمو کفشدوزک *Stethorus punctillum* با تغذیه از کنه *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae) در چند دما مورد بررسی قرار گرفت نیز مشخص شد که بالاترین زنده مانی کل(تقریبا ۷۰درصد) مربوط به دمای ۲۵ درجه سلسیوس بود و با فاصله گرفتن از این دما میزان مرگ و میر افزایش می‌یابد (به طوری‌که در دماهای بالاتر از ۳۵ و پایین‌تر از ۱۵ درجه سلسیوس میزان مرگ و میر ۱۰۰درصد حاصل شد) (Roy *et al*., 2002). آزمون کای مربع نشان داد که نسبت جنسی (ماده به نر) افراد رشد یافته در دماهای مختلف نیز با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند (X^2 =۱۰/۰۹۷ و P=۰/۰۱۸). شکل ۲ نشان می‌دهد در دماهایی که مرگ و میر بیشتری اتفاق افتاده، درصد ماده‌ها نیز از نرها بیشتر بوده است. یا بعبارتی اکثر افراد مرده را افرادی که قرار بوده به جنس نر تبدیل شوند تشکیل می‌دهد. و این بدین معنی است که افراد ماده در برابر شرایط نامساعد محیطی نظیر دماهای بالاتر یا پایین‌تر از دمای بهینه مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند. این مقاومت شاید بدلیل جثه بزرگتر ماده‌ها و دارا بودن میزان بیشتری بافت چربی و یا اختلافات فیزیولوژیک آن‌ها با نرها باشد. البته این اختلافات ماده‌ها دور از انتظار نیست زیرا مسولیت اصلی تولید مثل و بقای نسل گونه‌ها به عهده جنس ماده است و این جنس با مقاومت بیشتری که در برابر شرایط نامساعد از خود نشان می‌دهد باعث پراکنده شدن هر چه بیشتر گونه در اکوسیستم‌های با شرایط اقلیمی مختلف می‌شود. جدول ۱ نشان می‌دهد که میزان مقاومت مراحل مختلف رشدی در برابر دماهای نامساعد یکسان نیست. با این توضیح که در دماهای پایین‌تر (۲۰ و ۲٤ درجه سلسیوس) میزان مرگ و میر دوره تخم و شفیرگی از دو دمای ۲۸ و ۳۲ درجه کمتر بوده است، ولی با فاصله گرفتن از دمای بهینه میزان مرگ و میر مرحله لاروی افزایش می‌یابد. پژوهشی که توسط Jalali *et al*. (2010) روی رشد و نمو کفشدوزک *Adalia bipunctata* L. در دماهای مختلف و روی دو جیره غذایی (شته سبز هلو و غذای ساختگی شامل تخم پروانه آرد و گرده به نسبت ۵۰:۵۰) انجام گرفت نیز نشان داد که مرگ و میر دو مرحله تخم و شفیرگی روی جیره غذایی ساختگی در دماهای بالا (۲۷ و ۳۰ درجه سلسیوس) بیشتر از دماهای پایین بود (در دمای ۳۵ درجه صد در صد تخم‌های این شکارگر روی هر دو جیره غذایی دچار مرگ و میر شدند). مرگ و میر بیشتر این مراحل در دماهای بالا شاید به علت از دست رفتن آب آن‌ها بدلیل تبخیر بیش از حد و جلوگیری از تکمیل رشد و نمو در این مراحل باشد. البته اختلالات فیزیولوژیک نیز می‌تواند دلیل دیگری باشد.

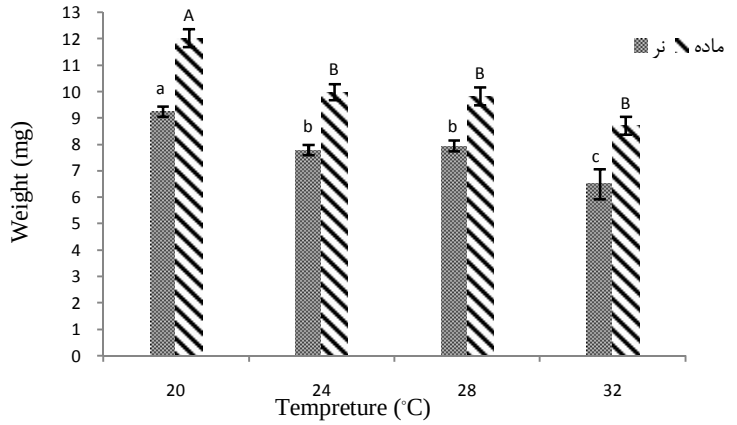
نتیجه‌گیری

دامنه میزبانی وسیع و ترجیح کفشدوزک *Cheilomenes sexmaculata* برای تغذیه از آفات درختی نشان می‌دهد که این گونه در صورت پرورش انبوه بهینه و مقرون به صرفه، می‌تواند کاندید مناسبی برای معرفی و کنترل آفات باغی باشد. نتایج نشان می‌دهد که این کفشدوزک با تغذیه از تخم پروانه آرد قادر به تکمیل نمودن رشد و نمو خود و نیز تخم‌ریزی

www.SID.ir

Archive of SID

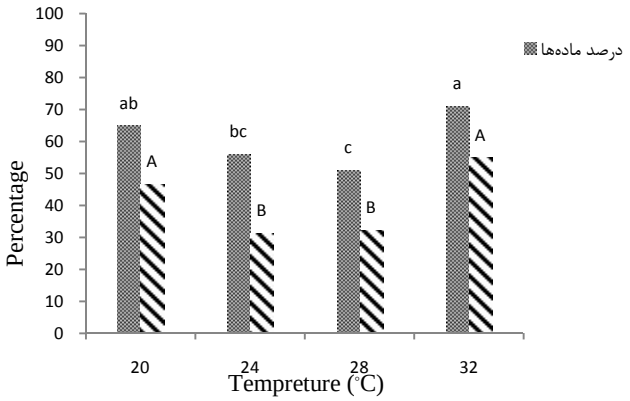
(Mirhosseini *et al*., 2015) می‌باشد، بنابراین این جیره غذایی می‌تواند به عنوان غذای جایگزین برای پرورش انبوه این شکارگر در اینسکتاریوم‌ها مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به طول دوره رشد و نمو و میزان مرگ و میر این گونه شکارگر، می‌توان دمای ۲۸ درجه سلسیوس را دمای بهینه برای پرورش قلمداد کرد.



شکل ۱- وزن حشرات بالغ نر و ماده کفشدوزک *Cheilomenes sexmaculata* با تغذیه از تخم پروانه آرد در دماهای مختلف و شرایط کنترل شده*

*رطوبت ٦٠-٥٠ درصد و روشنایی ١٦ ساعت در شبانه روز. ستون‌هایی که توسط حرف مشترک مشخص شده‌اند اختلاف معنی‌داری با هم ندارند (آزمون توکی، آلفا=٥ درصد)

Fig. 1. Weight of adult male and female of ladybird *Cheilomenes sexmaculata* fed on Mediterranean flour moth at different temperatures and controlled conditions*
*RH%: 50-60 and Photoperiod: 16:8 (L:D). Columns with same letter were not significantly different (Tukey test, α=5%).



شکل ۲- درصد مرگ و میر کل و ماده‌های حاصل شده کفشدوزک *Cheilomenes sexmaculata* با تغذیه از تخم پروانه آرد در دماهای مختلف و شرایط کنترل شده*

*رطوبت ٦٠-٥٠ درصد و روشنایی ١٦ ساعت در شبانه روز. ستون‌هایی که توسط حرف مشترک مشخص شده‌اند اختلاف معنی‌داری با هم ندارند (آزمون توکی، آلفا=٥ درصد)

Fig. 2. Percentage of total mortality and earned females of ladybird *Cheilomenes sexmaculata* fed on Mediterranean flour moth at different temperatures and controlled conditions *
*RH%: 50-60 and Photoperiod: 16:8 (L:D). Columns with same letter were not significantly different (Tukey test, α=5%).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- دوره رشد و نمو و درصد مرگ و میر مراحل مختلف رشدی کفشدوزک *Cheilomenes sexmaculata* با تغذیه از تخم پروانه آرد در دماهای مختلف و شرایط کنترل شده.

Table 1. Developmental time and percentage of mortality of different stages of ladybird *Cheilomenes sexmaculata* fed on Mediterranean flour moth at different temperatures and controlled conditions.

Temperature (±1 °C)	Incubation (day ± SE)	Egg mortality %	Total larvae (day ± SE)	Larval mortality %	Pupa (day ± SE)	Pupal mortality %	Total (day ± SE)
20	4.1 ± 0.03a **n=100	12.29 n=114	8.96 ± 0.18a n=26	39.53 n=43	5.15 ± 0.06a n=26	0 n=26	18.21 ± 0.18a
24	2.39 ± 0.02b n=84	14.29 n=98	8.96 ± 0.18a n=26	20 n=40	3.9 ± 0.04b n=32	0 n=32	12.7 ± 0.09b
28	1.99 ± 0.004c n=151	23.36 n=192	6.4 ± 0.09b n=32	12 n=50	2.8 ± 0.03c n=43	2.27 n=44	9.75 ± 0.07c
32	1.6 ± 0.018d n=114	25 n=152	4.96 ± 0.06c n=44	35.99 n=50	2.68 ± 0.05c n=24	6.25 n=24	8.93 ± 0.1d
F	2477.47		312.09		475.93		1224.5
P	< 0.001		< 0.001		< 0.001		< 0.001

*RH%: 50-60 and Photoperiod: 16:8 (L:D). Columns with same letter were not significantly different (Tukey test, α=5%).
** Number of replication

جدول ۲- میانگین طول دوره‌های لاروی (روز) کفشدوزک *Cheilomenes sexmaculata* با تغذیه از تخم پروانه آرد در دماهای مختلف و شرایط کنترل شده.

Table 2. Mean developmental time of larval stages (day) ladybird *Cheilomenes sexmaculata* fed on Mediterranean flour moth at different temperatures and controlled conditions.

Temperature (±1 °C)	Mean developmental time of larval stages (day ± SE)			
	L1	L2	L3	L4
20	2.66 ± 0.07a	1.71 ± 0.07a	1.86 ± 0.07a	2.73 ± 0.09a
24	1.81 ± 0.07b	1.04 ± 0.04b	1.35 ± 0.05b	2.18 ± 0.04b
28	1.53 ± 0.05c	0.76 ± 0.03c	1.01 ± 0.02c	1.67 ± 0.04c
32	1.08 ± 0.04d	0.96 ± 0.02b	1.01 ± 0.03c	1.61 ± 0.05c
F	104.23	72.93	71.13	72.98
P	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

*RH%: 50-60 and Photoperiod: 16:8 (L:D). Columns with same letter were not significantly different (Tukey test, α=5%).

منابع

Agarwala, B., Bhattacharya, S. & Bardhanroy, P. (1998) Who eats whose eggs? Intra-versus inter-specific interactions in starving ladybird beetles predaceous on aphids. *Ethology Ecology & Evolution* 10, 361-368.

Cartwright, B., Eikenbary, R., Johnson, J., Farris, T. & Morrison, R. (1977) Field release and dispersal of *Menochilus sexmaculatus*, an imported predator of the greenbug, *Schizaphis graminum*. *Environmental Entomology* 6, 699-704.

www.SID.ir

Archive of SID

Cossins, A. R. & Bowler, K. (1987) Effect of temperature on reproduction, development and growth. In *Temperature biology of animals*. (pp. 248-293). Chapman and Hall, London Press.

Eliopoulos, P. A., Kontodimas, D. C. & Stathas, G. J. (2010) Temperature-dependent development of *Chilocorus bipustulatus* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology*, 39(4), 1352-1358.

Emami, M. S., Sahragard, A. & Hajizadeh, J. (1997) Effect of different temperatures on growth stages of *Scymnus syriacus* Marseul. *Journal of Plant pests and diseases* 66 (1, 2), 35-40. (In Farsi).

Franzman, A. B. (2002) *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), a predacious ladybird new in Australia. *Journal of Entomology* 41, 375-377.

Hasanpour, M., Talebi, A. A., Rakhshani, E. & Ameri, A. (2009) Identification of natural enemies of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hem., Psyllidae) in Hormozgan province. *Journal of Entomological Research* 1(3), 185-195. (In Farsi).

Jalali, M. A., Tirry, L., Arbab, A. & De Clercq, P. (2010) Temperature - dependent development of the two- spotted ladybeetle, *Adalia bipunctata*, on the green peach aphid, *Myzus persicae*, and a factitious food under constant temperatures. *Journal of Insect Science* 10, 1536-1549

Jotwani, M. G. & Verma, K. K. (1969) *Chilomenes sexmaculata* Fabricius(Coleoptera: Coccinellidae) as a predator of sorghum stem borer *Chilozonellus* (Swinnoe). *Indian Journal of Entomology* 31, 84-85.

Khalili, A. (2012) *Biology and biological control potential of the Menochilus sexmaculatus (Col.: Coccinellidae) in laboratory conditions*. Msc dissertation. Department of Plant Protection, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran. (In Farsi).

Maisin, N. (1997) *Reproductive morphology and behavior of Menochilus sexmaculatus Fabricius*. Msc dissertation. Department of Biology, University of Putra, Malaysia.

Mehrnejad, M. R., Jalali, M. & Mirzaei, R. (2011) Abundance and biological parameters of psyllophagous coccinellids in pistachio orchards. *Journal of Applied Entomology* 135, 673-681.

Mirhosseini, M. A., Hosseini, M. R. & Jalali, M. A. (2015) Effects of diet on development and reproductive fitness of two predatory coccinellids (coleoptera: coccinellidae). *European Journal of Entomology* 112 (3), 446-452.

Obrycki, J. J., & Kring, T. J. (1998) Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomology* 43, 295-321.

Parker, B. L. & Singh, G. (1973) The distribution feeding habits and fecundity of four Coccinellidae. *Malaysian Agriculture Research* 2(1), 29-33.

Roy, M., Brodeur, J. & Cloutier, C. (2002) Relationship between temperature and developmental rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its Prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). *Environmental Entomology* 31(1), 177-187.

SPSS (2006) *SPSS version 15.0*. SPSS Inc., Chicago, IL.

Sugiura, K. & Takada, H. (1998) Suitability of seven aphid species as prey of *Cheilomenes sexmaculata* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 42, 217-225.

Tauber, M. J. & Tauber, C. A. (1976) Insect seasonality: diapause maintenance, termination, and post diapause development. *Annual Review of Entomology* 21, 81-107.

Yazdanian, M., Talebi-Chaichi, P. & Haddad Irani Nejhad, K. (2000) Studying development of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*, reared on some diets containing wheat flour and bran. *Agricultural Science* 10 (3), 35-48. (In Farsi).

www.SID.ir