جدول زندگی سن مرحله‌ی زیستی دو جنسی و توانایی شکارگری کفشدوزک شش نقطه‌ای *Menochilus sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار، *Aphis punicae*

سعیده السادات فاطمی، محمد امین سمیع

گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، رفسنجان، ایران

مسئول مکاتبات: محمد امین سمیع، پست الکترونیک: samia_aminir@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۰۲ ۴ (۲) ۷۱-۸۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۲۰

چکیده

جدول زندگی و نرخ شکارگری کفشدوزک *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) (Col.: Coccinellidae) در دماهای ۲±۲۵ و ۲±۲۷/۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بررسی شد. برای این مطالعه ۶۰ عدد لارو یک روزه انتخاب و روزانه با پوره‌های سن سوم و چهارم شته سبز انار، *Aphis punicae* (Hem.: Aphididae) تغذیه شدند. نرخ شکارگری، طول دوره‌ی پیش از بلوغ، نرخ مرگ و میر و باروری روزانه، براساس تئوری جدول زندگی سن مرحله‌ی دو جنسی اندازه‌گیری و میانگین‌ها و خطای معیار فراسنجه‌های رشد جمعیت بر اساس روش بوت‌استرپ با ۱۰۰۰۰ تکرار محاسبه شد. براساس نتایج به‌دست آمده، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت، طول مدت زمان هر نسل و نرخ ناخالص و خالص تولید مثل به‌ترتیب ۰/۰۱±۰/۲۱ (روز$^{-1}$)، ۰/۰۱۰۴±۱/۲۳ (روز$^{-1}$)، ۰/۶۸±۲۴/۵۷ (روز)، ۳۳/۵۷±۲۳۶/۳۶ و ۲۷/۸۳±۱۷۸/۱۵ (تخم/فرد) به‌دست آمد. تعداد پوره‌های شکار شده شته توسط لارو سن چهارم کفشدوزک برای حشرات نر، ۱۸۸/۰۸ و برای حشرات ماده، ۱۷۹/۰۹ عدد به‌دست آمد. همچنین نرخ خالص شکارگری ۳۵۸/۹ عدد شته در مرحله‌ی پیش از بلوغ محاسبه شد که نشان می‌دهد میزان شکارگری این کفشدوزک سهم زیادی در کنترل جمعیت شته سبز انار دارد.

واژه‌های کلیدی: دموگرافی، زیست‌شناسی، کارایی، کفشدوزک زیگ زاگی

مقدمه

انار، *Punica granatum* L. (Punicaceae) یکی از محصولات مهم باغبانی کشور است. از میان عوامل زیان‌آور، شته سبز انار *Aphis punicae* Passerini (Hem.: Aphididae) عمومی‌ترین آفت درختان انار محسوب می‌گردد که در تمامی انارستان‌های کشور وجود دارد (Rezvani, 2003). شته سبز انار، با تغذیه از شیره‌ی پرورده، تولید عسلک فراوان و مساعد نمودن شرایط برای رشد قارچ‌های ساپروفیت و هم‌چنین کاهش تنفس گیاه به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم باعث بروز خسارت روی میزبان خود می‌شود. مهم‌ترین خسارت شته سبز انار ریزش غیرطبیعی گل‌های انار در ابتدای فصل می‌باشد (Shakeri & Daneshvar, 2004). شته سبز انار دارای فون قوی از دشمنان طبیعی می‌باشد که از این میان شکارگرهای راسته‌ی Coleoptera، سخت‌بالپوشان خانواده‌ی Coccinellidae بسیار مهم هستند (Rezvani, 2003). پوره‌ها و حشرات کامل شته سبز انار از جمله طعمه‌های مناسب برای تعدادی از کفشدوزک‌های فعال در باغ‌ها می‌باشند (Samih & Ramazani, 2016a,b; Rounagh & Samih, 2014) لارو و حشره‌ی کامل کفشدوزک شش نقطه‌ای *Menochilus sexmaculatus* (=*Cheilomenes sexmaculata*) (Fabricius) به‌عنوان دشمن طبیعی مهم برای بسیاری از شته‌ها معرفی شده است (Patel & Vyas, 1984؛ Verghese & Tandon, 1987؛ Rizvi *et al.*, 1995؛ Mannan *et al.*, 2001؛ Solangi *et al.*, 2007). جدول زندگی و نرخ شکارگری *Lemnia biplagiata* (Col.: Coccinellidae) با تغذیه از شته سبز انار براساس جدول زندگی سنی- مرحله‌ی دوجنسی بررسی شده است (Yu *et al.*, 2005). بررسی‌های متعددی در مورد توانایی شکارگری کفشدوزک زیگزاگی

Archive of SID

www.SID.ir

شش‌لکه‌ای و مؤثر بودن این کفشدوزک انجام‌گرفته است (Mari *et al.*, 2005; Jogender, 2006; Solangi *et al.*, 2007; Gosh *et al.*, 2007; Ali & Rizvi, 2009; Khalili, 2012; Mirhoseyni, 2013). باتوجه به این‌که دامنه‌ی میزبانی این شکارگر گسترده است (Srivastava & Omkar, 2003; Omkar & Pervez, 2004)، لازم است توان شکارگری این حشره‌ی مفید روی سایر آفات، به‌ویژه آفات بومی مورد بررسی قرارگیرد(Sokal & Rohlf, 1995).

نرخ شکارگری پارامتر مفیدی است که نشان‌دهنده‌ی ظرفیت شکارگری یک گونه در شرایط خاص و روی شکار یا طعمه‌ای مشخص می‌باشد. در این پژوهش تئوری جدول زندگی سن- مرحله‌ی دوجنسی برای تعیین کارایی و شکارگری کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار بررسی شد. نتایج این پژوهش می‌تواند برای کنترل شته سبز انار در زمان مناسب در قالب مدیریت تلفیقی مفید باشد.

مواد و روش‌ها

پرورش و ایجاد کلنی شته‌ی *A. punicae* در آزمایشگاه

جمعیت اولیه‌ی شته در سال ۱۳۹۲ از روی درختان آلوده در باغ انار دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان به مختصات جغرافیایی 30°23'42.3164"N 55°56'51.1177"E جمع‌آوری و پس از شناسایی (Samih, 1993) و تأیید به آزمایشگاه اکولوژی حشرات (گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان) منتقل شد. به‌منظور پرورش و ایجاد کلنی شته، از نهال‌های کشت شده‌ی انار در قفس‌های توری‌دار گلخانه‌ای با ابعاد ۸۰×۱۲۰×۱۷۰سانتی‌متر استفاده شد. برای هم‌سن کردن شته‌ها، تعدادی از حشرات کامل دخترزای بی‌بال شته به نهال‌های فاقد آلودگی منتقل و به آن‌ها اجازه داده شد به‌مدت ۲۴ ساعت پوره‌زایی کنند. پس از ۲۴ ساعت حشرات کامل حذف و به پوره‌ها اجازه داده شد تا مرحله‌ی بلوغ رشد نمایند (Elbert & Cartwright, 1997).

جمع‌آوری و پرورش کفشدوزک *M. sexmaculatus*

برای پرورش کفشدوزک *M. sexmaculatus* و انجام آزمایش‌ها، از کلنی این کفشدوزک در اتاق پرورش دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان که قبلاً روی شته‌ی خرزهره *A. nerii* Boyer de Fonscolombe پرورش داده شده بودند، استفاده شد. برای حفظ توان ژنتیکی جمعیت در توده نخستین، حشرات کامل این کفشدوزک از روی گیاهان خرزهره، پسته و انار از منطقه‌ی رفسنجان و اردکان گردآوری و پس از شناسایی با استفاده از کلیدهای معتبر (Bagheri & Mosadegh, 1996; Alinaghizadeh, 2011) و تأیید متخصص و مقایسه با کلکسیون موجود به جمعیت آزمایشگاهی افزوده شدند. کفشدوزک‌های منتقل شده به آزمایشگاه درون ظروف پتری به‌قطر شش سانتی‌متر با روزنه‌ای به قطر ۱/۵ سانتی‌متر که با توری ظریف پوشانده شده بود، قرار داده شدند. درون هر پتری حداکثر شش حشره‌ی بالغ یا یک لارو کفشدوزک (برای ممانعت از هم خواری) قرارداده شد. برای تغذیه‌ی جمعیت اولیه‌ی کفشدوزک جمع‌آوری شده، از تخم پروانه آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) استفاده شد (Asghari *et al.*, 2011a; 2012). برای خوراک کفشدوزک‌ها روزانه از دست کم پنج برگ انار که دارای شمار کافی از پوره‌ها و حشرات بالغ شته‌ی سبز انار بود استفاده شد. ظروف پرورش روزانه بازدید و به‌منظور جلوگیری از رشد قارچ، برگ‌های انار هر روز و ظروف پرورش، هر سه روز یک‌بار تعویض شدند. پیش از انجام آزمایش جدول زندگی برای سازگار شدن شکارگر با شرایط آزمایش، کفشدوزک مورد نظر دست کم دو نسل روی شته سبز انار پرورش داده شد. تمام مراحل پرورش کفشدوزک و شته سبز انار در دمای۲±۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد.

تعیین نرخ شکارگری دوره‌ی پیش از بلوغ کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از پوره‌های سن سه و چهار شته سبز انار

لاروهای یک‌روزه‌ی کفشدوزک با استفاده از قلم‌موی نرم به‌صورت جداگانه به واحدهای آزمایشی (ظروف پتری به قطر شش سانتی‌متر) منتقل و با پوره‌های سن سه و چهار شته سبز انار تغذیه شدند. بدین‌منظور، با استفاده از سوزن ظریف پوره‌های سن یک و دو شته از روی برگ‌های انار

Archive of SID

www.SID.ir

حذف و پوره‌های سن سه و چهار باقی‌مانده شمارش و دیسک‌های برگی داخل پتری‌های مورد نظر قرارداده شدند. سپس به هر پتری یک لارو سن یک کفشدوزک اضافه شد. از پتری‌ها، روزانه بازدید و پوره‌های زنده‌ی شته شمارش و میزان تغذیه در هر ۲۴ ساعت تعیین شد. برای تغذیه سنین اول تا چهار کفشدوزک به‌ترتیب ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۸۰ پوره‌ی سن سه و چهار شته (بر پایه مشاهده‌های نخستین برای تعیین میزان تقریبی خوراک روزانه هر مرحله سنی به گونه‌ای که همیشه غذای کافی برای تغذیه وجود داشته باشد) استفاده شد. برای اندازه‌گیری نرخ مرگ و میر طبیعی شته، هر یک از تراکم‌های مذکور به‌عنوان شاهد (بدون حضور کفشدوزک) نیز مورد بررسی قرار گرفت با توجه به این‌که نرخ مرگ و میر طبیعی شته زیر ۱۰ درصد بود، از تصحیح داده‌ها صرف نظر شد. این آزمایش با ۲۵ عدد لارو سن یک کفشدوزک آغاز و روند رشد و نمو و میزان شکار تا رسیدن به مرحله‌ی شفیرگی بررسی و یادداشت شد. این آزمایش در دمای ۲±۲۷/۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت.

دموگرافی کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار

مطالعه‌ی جدول زندگی با استفاده از ۱۰۰ عدد تخم شروع شد. هر ۲۴ ساعت یک‌بار از دیسک‌های برگی حاوی تخم بازدید شد. با تفریخ تخم‌ها، تعداد ۶۰ لارو یک‌روزه به‌صورت جداگانه در ظروف پتری به‌قطر شش سانتی‌متر با روزنه‌ای به قطر ۱/۵ سانتی‌متر که با توری پوشانده شده بودند، قرارداده شدند و روند رشد آن‌ها به‌صورت روزانه مورد مطالعه قرار گرفت و دوره‌ی لاروی در سنین مختلف بررسی شد. میزان مرگ و میر سنین مختلف لاروی و شفیرگی نیز ثبت شد. پس از اتمام دوره‌ی شفیرگی حشرات کاملی که در یک روز ظاهر شدند را به یک ظرف پتری منتقل کرده تا جفت‌گیری نمایند (Bonte *et al.*, 2010). براساس جدول زندگی سن-مرحله دو جنسی بایستی سرنوشت تک تک افراد از زمان تولد تا زمان مرگ به‌صورت جداگانه مشخص و ثبت شود به‌صورتی که مشخص باشد هر حشره‌ی کامل متعلق به‌کدام تخم وارد شده در آزمایش است. برای مشخص کردن کفشدوزک‌های هر تکرار و افراد نر و ماده از روش بنهام و ماگلتون استفاده شد (Benham & Muggleton, 1970). ابتدا به‌وسیله‌ی ته سنجاق آغشته به لاک ناخن به‌آرامی نشانی روی انتهای بالپوش سمت راست کفشدوزک‌هایی که در یک روز ظاهر شده بودند (برای هر فرد یک نشان مختلف براساس رنگ و تعداد نشان‌ها) گذاشته شد. برای اطمینان از وجود نر و ماده در هر ظرف پتری از کفشدوزک‌هایی که از پیش جفت‌گیری کرده و جنسیت آن‌ها مشخص شده بود استفاده شد. روزانه به نوبت یک نر و یک ماده نشان‌دار به‌طور جداگانه در اختیار کفشدوزک‌های جوان نشان‌دارشده قرارداده شدند. این عمل تا زمان مشاهده جفت‌گیری و تعیین جنسیت حشرات کامل تازه ظاهر شده هر روز تکرار شد. در این کفشدوزک‌ها حاشیه‌ی استرنیت آخر در حشرات نر مقعر و در حشرات ماده گرد است (Maisin, 1997). حشرات در حال جفت‌گیری به پتری‌های مجزا منتقل شدند و تخم‌گذاری روزانه هر جفت ثبت شد، سپس حشرات کامل به پتری دیش‌های جدید منتقل شدند. تخم‌های گذاشته شده توسط هر جفت روزانه بررسی گردید. علاوه بر تعداد تخم‌ها، میزان مرگ و میر حشرات ماده و نر ثبت شدند. این بررسی تا انتهای عمر آخرین حشره نر و ماده ادامه یافت. پس از جمع‌آوری داده‌های لازم، شاخص‌های رشد جمعیت محاسبه شدند. این آزمایش در دمای ۲±۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت.

تحلیل کمی جمعیت

نقطه‌ی شروع شاخص‌های رشد جمعیت (به‌عنوان بخشی از دموگرافی) مطالعه زیست‌شناسی فرد است و مهم‌ترین عامل در آن، سن می‌باشد. داده‌های به‌دست آمده براساس مدل جدول زندگی سن-مرحله‌ی دوجنسی که توسط چی و لیو (۱۹۸۵) و چی (۱۹۸۸) تهیه شده با نرم افزار TWOSEX-MSChart (چی، ۲۰۱۳) مورد تجزیه‌ی آماری قرارگرفت (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988; Chi, 2013)

Archive of SID

www.SID.ir

که در Visual BASIC (version 6, service pack 6) برای سیستم عامل ویندوز طراحی شده است. پارامتر مهم نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) براساس معادله اویلر- لوتکا ($\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} = 1$) برآورد شد به‌طوری که سن حشره از روز صفر در نظرگرفته شده است (Goodman, 1982). برای تشکیل جدول زندگی سن-مرحله‌ی دوجنسی وقایع روزانه همه افراد از تولد تا مرگ شامل باروری روزانه ماده‌ها، هم‌چنین مراحل رشدی مانند تخم، پوره، شفیره و حشره‌ی کامل و جنسیت تک تک افراد مانند نر، ماده و ناشناخته‌ها مشخص و در نرم افزار Notepad ثبت شد (Chi, 1988). نرخ زنده‌مانی ویژه سن (l_x)، باروری ویژه‌ی سن (m_x)، نرخ زنده‌مانی ویژه سن-مرحله (s_{xj}) (x: سن، j: مرحله)، نرخ مصرف ویژه سن-مرحله (C_{xj})، (میانگین تعداد شکار خورده شده به‌وسیله‌ی افراد شکارگر در سن x و مرحله j) نرخ شکارگری ویژه سن (k_x) و نرخ خالص شکارگری ویژه سن (q_x) و فراسنجه‌های رشد جمعیت r: نرخ ذاتی افزایش جمعیت، λ: نرخ متناهی افزایش جمعیت، R_0: نرخ خالص تولید مثل، GRR: نرخ ناخالص تولید مثل و T_0: میانگین مدت زمان نسل، مطابق روابط مربوطه محاسبه شدند (Chi, 1988). برای تکراردار کردن فراسنجه‌ها، از روش بوت استرپ با ۱۰۰۰۰ بار تکرار و میانگین‌ها و خطای معیار (SE) محاسبه و با استفاده از آزمون بوت استرپ جفت شده، اختلاف‌ها بر اساس فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد در برنامه TWOSEX-MSChart (version 2015.002) مقایسه شدند. چنانچه فاصله‌ی اطمینان در بردارنده‌ی صفر بود میانگین‌ها فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بودند (Smucker *et al.*, 2007).

نرخ شکارگری ویژه سن (k_x) که میانگین تعداد شته‌ی خورده شده به‌وسیله‌ی کفشدوزک را در مرحله‌ی سنی x نشان می‌دهد با استفاده از معادله‌ی شماره یک محاسبه شد (Chi & Yang, 2003).

معادله‌ی (۱): $$k_x = \frac{\sum_{j=1}^{\beta} s_{xj} c_{xj}}{\sum_{j=1}^{\beta} s_{xj}}$$

در این معادله S_{xj} نرخ زنده‌مانی ویژه سن- مرحله است که در آن x نشان دهنده‌ی سن و j نشان دهنده‌ی مرحله‌ی سنی است. C_{xj} نرخ مصرف ویژه سن- مرحله است که میانگین تعداد شته‌ی سبز انار مصرف شده به‌وسیله‌ی کفشدوزک *M. sexmaculatus* در سن x و مرحله‌ی j را نشان می‌دهد. نرخ خالص شکارگری (C_0) از معادله‌ی ۲ محاسبه شد (Chi & Yang, 2003). که در آن k_x نرخ شکارگری ویژه سن می‌باشد. میانگین و خطای استاندارد نرخ خالص شکارگری (C_0) با استفاده از روش بوت استرپ با ۱۰۰۰۰ بار تکرار محاسبه شد (Farhadi *et al.*, 2011; Rounagh & Samih, 2014).

معادله‌ی (۲): $$C_o = \sum_{x=0}^{\infty} k_x l_x$$

نرخ تبدیل جمعیت شکار به نتاج شکارگر (Q_p) که نسبت شکارگری خالص به تولید مثل خالص را نشان می‌دهد با استفاده از معادله‌ی ۳ محاسبه شد (Chi & Yang, 2003).

معادله‌ی (۳): $$Q_p = \frac{C_0}{R_0}$$

تجزیه‌ی داده‌ها

وقایع روزانه‌ی تمام افراد از تولد تا مرگ شامل زمان رشدی تمام مراحل (تخم، پوره و حشره‌ی کامل)، جنسیت افراد (نر، ماده و افرادی که قبل از بلوغ مرده بودند) و زادآوری روزانه‌ی ماده‌ها در نرم‌افزار Notepad ثبت و براساس مدل جدول زندگی سن- مرحله‌ی دوجنسی (Chi, 1988) و با استفاده از نرم‌افزار TWOSEX-MSChart (version 2015.002) تجزیه شد(Chi, 2015). داده‌های نرخ شکارگری پس از تنظیم در نرم‌افزار Notepad به‌کمک نرم‌افزار ONSUME-MSChart (version 2015.002) تجزیه شد (Chi, 2015). منحنی‌ها و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار SigmaPlot 12.0 (Systat software Inc.) رسم شد.

نتایج و بحث

میانگین طول دوره‌ی تخم، لاروهای سن اول تا چهارم، شفیره، پیش شفیره و کل دوره‌ی زندگی کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته‌ی سبز انار در دمای ۲۷/۵ درجه‌ی سلسیوس به‌ترتیب ۰/۰۲±۰/۲،۰۷/۰۲±۰/۲،۱/۴۳،

Archive of SID

www.SID.ir

۱/۲۴±۰/۰۶، ۱/۱۸±۰/۰۷ و ۲/۴۱±۰/۱، ۱، ۲/۴۴±۰/۰۸ و ۳۳/۹۸±۰/۶۵ روز به‌دست آمد.

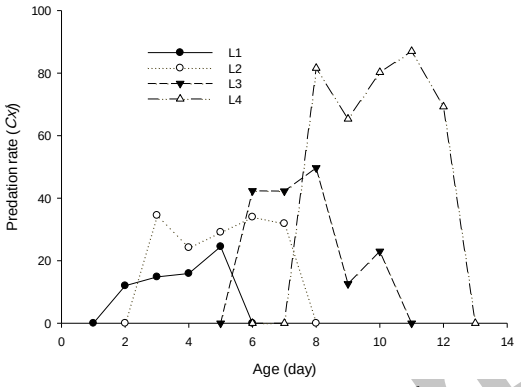
مقدار مصرف و نرخ شکارگری کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار

تعداد شته‌های شکار شده توسط مراحل مختلف سنی کفشدوزک در جدول یک و شکل یک نشان می‌دهد که میزان شکار از سن اول لاروی به‌سمت سن چهارم افزایش پیدا می‌کند. سن چهارم لاروی بیش‌ترین میزان شکار را نسبت‌به سنین دیگر داشته است. اما در هیچ‌کدام از مراحل لاروی براساس فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری بین شکار کفشدوزک‌های نر و ماده وجود نداشت (شکل ۱).

در شکل ۲ نرخ بقاء ویژه‌ی سن (l_x)، نرخ شکارگری ویژه‌ی سن (k_x) و نرخ خالص شکارگری ویژه‌ی سن ($k_x l_x$) کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته‌ی سبز انار نشان داده شده است. با افزایش سن در مرحله‌ی لاروی کفشدوزک، نرخ شکارگری هم افزایش می‌یابد. سطح زیر منحنی $k_x l_x$ نشان دهنده‌ی نرخ خالص شکارگری یعنی C_0است. مقدار نرخ خالص شکارگری مرحله‌ی پیش از بلوغ ۳۵۸/۹ شته به‌دست‌آمد.

دموگرافی کفشدوزک *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار

نرخ بقاء ویژه‌ی مرحله‌ی سنی (s_{xj})، *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته‌ی سبز انار با احتمال این‌که یک تخم گذاشته شده تا سن x و مرحله‌ی j بقا خواهد یافت در شکل ۳ نشان داده شده است. این منحنی‌ها بقا و تفاوت مراحل، روی هم افتادگی مراحل و تغییرات نرخ رشد بین افراد را نشان می‌دهند (Yang & chi, 2006; Hu *et al.*, 2010). به‌دلیل این‌که جدول زندگی دو جنسی مرحله‌ی سنی تغییرات نرخ رشد را در بین افراد در نظر می‌گیرد، روی هم افتادگی معنی‌داری در بین مراحل می‌تواند مشاهده شود (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988). Yang & chi, (2006) نشان دادند که تغییرات نرخ رشد در بین افراد منجر به‌روی هم افتادگی مراحل در منحنی بقا می‌گردد. اگر منحنی‌های بقا براساس میانگین هر مرحله ساخته شوند (Carey, 1993)، روی هم افتادگی مراحل مشاهده نخواهد شد و منجر به ایجاد خطاهایی در منحنی‌های بقا می‌گردد (Yang & chi, 2006).



شکل ۱- میانگین نرخ شکارگری مراحل نابالغ زندگی کفشدوزک *Menochilus sexmaculatus*.

Fig. 1. The mean predation rate of pre-adult life stages of *Menochilus sexmaculatus*.

جدول ۱- میانگین تعداد شته سبز انار شکار شده توسط مراحل نابالغ لاروی کفشدوزک *Menochilus sexmaculatus* در دمای ۲۷/۵ °C.

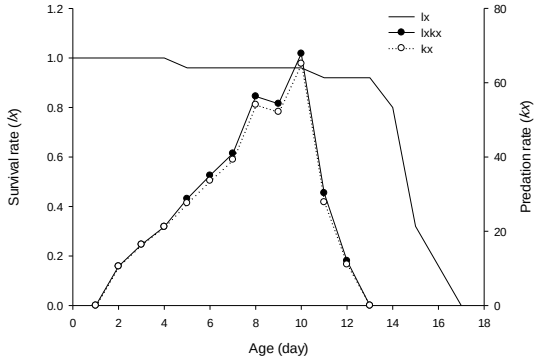
Table 1. The Mean number (±SE) of aphid prey (*Aphis punicae*) eaten by different pre-adult life stages of *Menochilus sexmaculatus* at 27.5°C.

Sex	Stages			
	4 th larval instar	3 rd larval instar	2 nd larval instar	1 st larval instar
Female (n=11)	179.09±9.63a	95.36±8a	79.2±5.22a	27.7±2.12a
Male (n=12)	188.08±16.86a	72.83±16.6a	75.9±5.65a	29.7±3.14a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف لاتین مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد هستند.

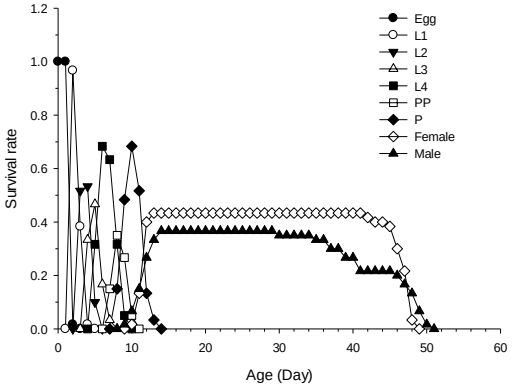
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- نرخ بقا ویژه سن (l_x)، نرخ شکارگری ویژه سن (k_x)، نرخ خالص شکارگری ویژه سن ($k_x l_x$) مراحل پیش از بلوغ کفشدوزک *Menochilus sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار .

Fig. 2. Age-specific survival rate (l_x), age specific predation rate (k_x), and age-specific net predation rate ($k_x l_x$) predator *Menochilus sexmaculatus* by feeding on *Aphis punicae*.



شکل ۳- نرخ بقای ویژه‌ی مرحله‌ی سنی کفشدوزک *Menochilus sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار.

Fig. 3. Age-stage survival rate (S_{xj}) of predator *Menochilus sexmaculatus* by feeding on *Aphis punicae*.

نرخ بقا ویژه‌ی سن (l_x)، باروری ویژه سنی (m_x) و زادآوری ویژه‌ی سن ($l_x m_x$)، *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته‌ی سبز انار در شکل ۴ نشان داده شده است. l_x احتمال بقا یک تخم تازه گذاشته شده تا سن x است و به‌وسیله‌ی یکی کردن بقای همه افراد دو جنس و آن‌هایی که در طول مراحل پیش از بلوغ مرده‌اند، محاسبه می‌شود. بقا حشره‌ی ماده با تغذیه از شته‌ی سبز انار ۴۹/۴۸ روز و دوره‌ی تخم‌گذاری حشره ماده ۳۸ روز بود و بقای حشره‌ی نر با تغذیه از شته‌ی سبز انار ۵۱/۵۸ روز به‌دست آمد.

امید به زندگی هر گروه مرحله‌ی سنی (e_{xj}) کفشدوزک شکارگر *M. sexmaculatus* با تغذیه از شته‌ی سبز انار، زمان مورد انتظار برای هر فرد از سن x را که تا مرحله‌ی j زنده خواهد ماند را نشان می‌دهد. امید به زندگی با کاربرد نرخ بقا مرحله‌ی سنی (S_{xj}) بدون فرض این‌که جمعیت توزیع مرحله‌ی سنی پایداری را به‌دست آورد محاسبه می‌شود، بنابراین می‌توانیم بقا یک جمعیت را در هر شرایطی پیش‌بینی کنیم (Yang & chi, 2006) امید به‌زندگی براساس جدول زندگی دو جنسی مرحله‌ی سنی تفاوت بین افراد همان سن اما مراحل مختلف یا جنس‌های مختلف را مشخص می‌کند (Chi, 1990) . امید به زندگی کفشدوزک‌های ماده و نر با تغذیه از شته سبز انار به ترتیب ۵۱/۳۰ و ۴۹/۵۵ روز به‌دست آمد.

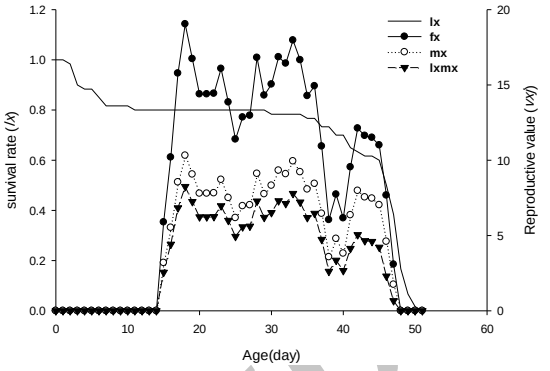
شکل ۵ ارزش تولید مثل مرحله‌ی سنی (v_{xj}) *M. sexmaculatus* یعنی سهم یک فرد در سن x و مرحله‌ی j در جمعیت بعدی شکارگر با تغذیه از شته¬ی سبز انار را نشان می‌دهد. ارزش تولید مثلی یک تازه متولد شده (v_{01}) دقیقاً نرخ متناهی افزایش جمعیت است. ارزش تولیدمثلی به‌طور معنی‌داری وقتی که تولیدمثل شروع می‌شود افزایش می‌یابد. نقطه‌ی اوج اصلی در پارامترهای تولیدمثلی ماده با تغذیه از شته‌ی سبز انار در روز هفدهم ۸۱/۸۱ به‌دست آمد اگر یک حشره‌ی ماده نتاجی را تولید نکند نرخ تولیدمثل آن صفر می‌شود اما ممکن است منحنی بقا هم‌چنان ادامه داشته باشد که این موضوع در شکل‌ها قابل مشاهده است (Yang & chi, 2006; Hu *et al*., 2010).

شاخص‌های رشد جمعیت کفشدوزک *M. sexmaculatus* روی پوره‌های شته‌ی سبز انار نشان داد که طول مدت زمان هر نسل (T) ۲۴/۵۷±۰/۶۸ روز و نرخ خالص تولید مثل (R_0) (میانگین تعداد زاده‌های تولید شده به‌وسیله‌ی یک فرد در طول عمر با دخالت عامل بقاء) ۱۷۸/۱۴۸±۲۷/۸۳ تخم بر فرد بود. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) و نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) (روز$^{-1}$)، نرخ

Archive of SID

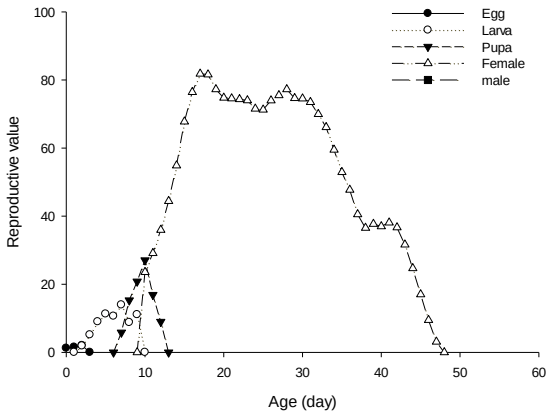
www.SID.ir

ناخالص تولید مثل (GRR) و میانگین باروری (تخم بر فرد) به‌ترتیب ۰/۰۰۸۵±۰/۲۱ ، ۰/۰۱۰۴±۱/۲۳، ۳۳/۵۷±۲۳۶/۳۶۶ و ۲۸/۴۷±۴۱۱/۰۸ بود.



شکل ۴- نرخ بقا ویژه‌ی سن (l_x)، باروری ویژه‌ی سن مرحله‌ی (f_x)، زادآوری ویژه‌ی سنی (m_x) و باروری ویژه‌ی سن (l_xm_x) کفشدوزک *Menochilus sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار.

Fig. 4. Age-specific survival rate (l_x), age-stage fecundity (f_x), age-specific fecundity (m_x) and Age-specific maternity (l_xm_x) predator *Menochilus sexmaculatus* by feeding on *Aphis punicae.*



شکل ۵- ارزش تولید مثلی مراحل مختلف زندگی کفشدوزک *Menochilus sexmaculatus* با تغذیه از شته سبز انار.

Fig. 5. The reproductive value for the predator *Menochilus sexmaculatus* feeding on *Aphis punicae.*

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که طول دوره‌های رشدی کفشدوزک *M. sexmaculatus* در دمای ۲۷/۵ درجه‌ی سلسیوس کمتر از طول دوره‌ی تخم، لارو و پیش از بلوغ (به‌ترتیب ۰/۰۷±۲/۵۷، ۰/۱۴±۷/۰۹، ۰/۱۶±۱۲/۷۶ روز) کفشدوزک *Hippodamia variegate* (Goeze) با تغذیه از شته‌ی سبز انار در همین دما در پژوهش Ramazani & Samih (2016) است. در این پژوهش میزان شکار از سن اول لاروی به‌سمت سن چهار افزایش پیدا کرد. سن چهارم لاروی بیش‌ترین میزان شکار را نسبت‌به سنین دیگر داشته است. نتایج نشان داد که در مرحله‌ی پیش از بلوغ بین خوراک نر و ماده تفاوت زیادی وجود ندارد. سمیع و رمضانی (۲۰۱۶b) نشان‌دادند که در افراد ماده و نر در دمای ۲۷/۵ درجه‌ی سلسیوس به‌ترتیب ۱۰/۳ و ۱۶/۶درصد شکار مربوط به دوره‌ی لاروی و ۸۹/۷ و ۸۳/۴ در صد مربوط به دوره‌ی حشره کامل است. میزان تغذیه افراد ماده‌ی بالغ ۱/۵ برابر افراد نر است که شاید به‌دلیل اندازه بزرگ‌تر نسبت به افراد نر و نیاز به انرژی بیش‌تر برای تخم گذاری باشد. اما تغذیه لاروهای نر و ماده تفاوت چشم گیری ندارند (Samih & Ramazani, 2016b). همچنین تعداد پوره‌های سن سه و چهار شته‌ی سبز انار شکار شده توسط لارو سن چهار در پژوهش جاری برای حشرات نر برابر ۱۶/۸۶±۱۸۸/۰۸ و حشرات ماده ۹/۶۳±۱۷۹/۰۹ به‌دست آمد که بیشتر از پژوهش Samih & Ramazani (2016b) است و پرخوری بیشتری را نشان می‌دهد. رونق و سمیع (۲۰۱۴) نشان دادند که تعداد پوره‌های سن سه و چهار شته‌ی سبز انار شکار شده توسط لارو سن چهار کفشدوزک *Oenopia conglobata contaminata* (Menetries) در دمای ۲۷/۵ درجه‌ی سلسیوس ۹/۱±۱۲۲/۶ شته است که کمتر از پژوهش حاضر است و نشان می‌دهد که کفشدوزک *Oenopia conglobata contaminata* (Menetries) برای مهار زیستی شته سبز انار بر اساس این فراسنجه ضعیف‌تر است و همچنین تعداد شته‌ی شکار شده توسط کفشدوزک از سن اول لاروی تا سن چهارم لاروی افزایش یافت اما از نظر شته‌ی خورده شده توسط بالغین تفاوت قابل توجهی بین

Archive of SID

www.SID.ir

کفشدوزک‌های نر و ماده وجود ندارد (Rounagh & Samih, 2014). سولانجی و همکاران (۲۰۰۷) بیولوژی کفشدوزک *M. sexmaculatus* را در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس روی شته‌ی جالیز *Aphis gossypii* Glover، شته‌ی برگ ذرت *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) و شته‌ی خال‌دار یونجه *Therioaphis trifolii* (Monell) مطالعه کردند. در پژوهش فوق میانگین شکار مراحل نابالغ این کفشدوزک با تغذیه از شته‌ی برگ ذرت ۴۹/۴۷، با تغذیه از شته‌ی جالیز ۲۵/۰۴ و با تغذیه از شته‌ی خال‌دار یونجه ۵۷/۱۱ می‌باشد (Solangi *et al.*, 2007). در مقایسه با پژوهش حاضر کفشدوزک *M. sexmaculatus* به‌طور میانگین تعداد بیشتری شته‌ی سبز انار را خورده است. البته صرفاً با استناد به فراسنجه‌های جدول زندگی یا نرخ مصرف نمی‌توان در مورد پتانسیل شکارگر بحث کرد چراکه باید هر دوی این اطلاعات در برنامه تایمینگ وارد و براساس خروجی آن قضاوت کرد. در پژوهش مختاری و سمیع (۲۰۱۴) در بررسی نرخ شکارگری کفشدوزک *O. conglobata contaminata* روی پوره‌ی سن سوم شته سبز هلو در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس مشخص شد که میزان شکار از سن اول لاروی به سن چهارم افزایش پیدا می‌کند که هماهنگ با پژوهش حاضر است. هم‌چنین تعداد شته‌ی شکار شده توسط لارو سن چهار، ۷/۰۴±۱۹۰/۱ شته به‌دست آمد (Mokhtari & Samih, 2014). فرهادی و همکاران طی مطالعاتی مشخص کردند تعداد شته‌ی سیاه باقلا خورده شده توسط کفشدوزک *H. variegata* از سن اول لاروی تا سن چهار افزایش پیدا می‌کند که هماهنگ با پژوهش حاضر است (Farhadi *et al.*, 2011).

در یک پژوهش Chi & yang (2003) نشان دادند که در کفشدوزک *Propylaea japonica* (Thunberg) با تغذیه از شته سبز هلو *Myzus persicae* (Sulzer) نرخ مصرف افراد ماده تقریباً دو برابر افراد نر است و شکارگری کفشدوزک تا پایان عمر ادامه دارد و با افزایش سن کاهش پیدا نمی‌کند که با پژوهش حاضر، Farhadi *et al.* (2011) و Rounagh & samih (2014) مطابقت دارد. رونق و سمیع (۲۰۱۴) نشان دادند که بقا حشره‌ی ماده کفشدوزک *O. conglobata contaminata* با تغذیه از شته سبز انار ۹۶ روز، دوره‌ی تخم‌گذاری حشره ماده ۷۶ روز و بقای حشره نر ۱۱۴ روز است که بیشتر از مقدار پژوهش حاضر است (Rounagh & Samih, 2014). بنابراین بقاء و دوام کفشدوزک فوق روی شته سبز انار بیشتر از *M. sexmaculatus* است. رونق و سمیع (۲۰۱۴) نشان دادند که امید به زندگی ماده و نر کفشدوزک *O. conglobata contaminata* با تغذیه از شته‌ی سبز انار به‌ترتیب ۵۷/۸۲ و ۵۷/۴۳ روز بود که اندکی بیشتر از پژوهش حاضر است (Rounagh & Samih, 2014).

نرخ خالص شکارگری (C_0) کفشدوزک *O. conglobata contaminata* با تغذیه از شته سبز انار ۲۳۱۱/۸ شته (Rounagh & Samih, 2014) به‌دست آمده است. در پژوهش سمیع و رمضانی (۲۰۱۶b) مقدار نرخ خالص شکارگری کفشدوزک *H. variegata* روی شته سبز انار در مرحله‌ی پیش از بلوغ کمتر از پژوهش حاضر به‌دست آمد (Samih & Ramazani, 2016b). بنابراین براساس نرخ خالص شکارگری کفشدوزک *M. sexmaculatus* در مقایسه با دو شکارگر فوق برای کنترل شته سبز انار از کفشدوزک *O. conglobata contaminata* توانایی بیشتری و از *H. variegata* توانایی کمتری دارد.

در پژوهش سمیع و مختاری (۲۰۱۶) نرخ خالص تولید مثل کفشدوزک *O. conglobata contaminata* با تغذیه از شته سبز هلو و پسیل پسته به‌ترتیب ۵۷۶/۶۳ و ۵۶۵/۳۱ تخم بر فرد و نرخ ذاتی افزایش جمعیت ۰/۱۷۹ برای شته و برای پسیل ۰/۱۸۷ بر روز تعیین شد (Samih & Mokhtari, 2016)، در پژوهش سمیع و رمضانی (۲۰۱۶a) روی کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته‌ی سبز انار نرخ ذاتی و نرخ متناهی افزایش جمعیت به ترتیب ۰/۰۶۴±۰/۲۱ و ۰/۰۰۷۹±۱/۲۴ (روز$^{-1}$) تعیین شد. متوسط مدت زمان یک نسل ۰/۲۶±۲۵/۵ روز و نرخ ناخالص و خالص تولید مثل به ترتیب ۳۷/۶۸±۳۴۰/۳۴۸ و ۳۲/۹۴±۲۴۸/۱۸ (تخم/فرد) بود (Samih & Ramazani

Archive of SID

www.SID.ir

2016a). در پژوهش رونق و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ی جدول زندگی کفشدوزک *O. conglobata contaminata* روی شته سبز انار نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت به‌ترتیب ۰/۱۸ و ۱/۱۹، نرخ ناخالص تولید مثل و نرخ خالص تولید مثل به‌ترتیب ۳۹۲/۶۷و ۲۵۱/۶۵ تخمین زده شد (Rounagh & Samih 2014). باتوجه به نتایج این بررسی و پژوهش‌های Rounagh & samih (2014) و Samih & Ramazani (2016a) مشخص شد که کفشدوزک *M. sexmaculatus* توان تولید مثلی بیشتری نسبت به شکارگر *O. conglobata contaminata* و توان کمتری نسبت به *H. variegata* دارد و می‌توان آن را به‌عنوان گزینه انتخابی دوم برای کنترل شته سبز انار در نظر گرفت. بسیاری از محققین کنترل بیولوژیک بر این عقیده‌اند که دشمنان طبیعی زمانی موثرترند که با در نظر گرفتن سایر ویژگی‌ها، r_m آن‌ها حداقل برابر یا بیش‌تر از آفت باشد (Huffaker *et al.*, 1997; Jakson *et al.*, 1974). پیشنهاد هوفاکر و همکاران (۱۹۹۷) این است که اگر r_m یک دشمن طبیعی کمتر از r_m آفت مربوطه است نباید تلقی کنیم که آن دشمن طبیعی ضعیف است و نمی‌تواند به‌عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک برای آن آفت به‌حساب آید (Huffaker *et al.*, 1997). تاکنون پژوهش‌های گوناگونی برای تعیین نرخ رشد این کفشدوزک روی میزبان‌های دیگر و یا شکارگرهای دیگر با شرایط آزمایشی همانند یا متفاوت انجام شده است مقایسه‌ی این پژوهش‌ها با پژوهش حاضر در فهم یافتن میزبان و شرایط مناسب برای افزایش کارایی این کفشدوزک کمک می‌کند. در تحقیقی دیگر (Asghari *et al.*, 2012b) نرخ ذاتی افزایش جمعیت کفشدوزک *H. variegata* را با تغذیه از پسیل معمولی پسته ۰/۱۴ ماده/ماده/روز و (Mirzaii *et al.*, 2011) نرخ ذاتی افزایش جمعیت بالتوری سبز *Chrysoprela carnea* Stephens را با تغذیه از پسیل معمولی پسته ۰/۱۲ بر روز گزارش کردند. در مقایسه با پژوهش حاضر و پژوهش Samih & Ramazani (2016b) نشان می‌دهد که توان تولید مثلی این دو شکارگر کمتر از *M. sexmaculatus* است و به‌عنوان گزینه‌های انتخابی دوم در خور توجه هستند. البته این مقدار تفاوت مربوط روش تجزیه‌ی داده‌ها براساس جدول زندگی سنی ماده (Carry, 1993) در مقایسه با روش پژوهش حاضر (جدول زندگی دوجنسی مرحله‌ی سنی) و همچنین به‌متفاوت بودن دمای مورد بررسی، دقت آزمایش و میزبان شکار (Jalali, & Michaud, 2012) می‌باشد. اصغری و همکاران (۲۰۱۲b) معتقدند داوری پایانی برای تعیین نوع شکارگر برای مهارزیستی یک آفت زمانی امکان‌پذیر است که تمام گزینه‌های مناسب در شرایط یکسان مجدداً ارزیابی شود (Asghari *et al.*, 2012b) نتایج پژوهش حاضر، نشان داد که کفشدوزک *M. sexmaculatus* از لحاظ توانایی و سرعت افزایش جمعیت در وضعیت مطلوبی قرار دارد و می‌تواند به‌عنوان یک گزینه انتخابی برای مهار زیستی شته سبز انار استفاده شود. اما این حشره شکارگر نیز مانند سایر دشمنان طبیعی نیاز به حمایت دارد.

Archive of SID

References

Ali, A., & 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.

Alinaghizadeh, A. 2010. Faunistic study of ladybrid beetles (Coccinellidae) in Kerman. M.Sc. thesis in Agricultural Entomology, Vali Asr University of Rafsanjan. 111 pages. (In Persian with English summary).

Asghari, F., Samih., M.A. & Izadi, H. 2011. Demographic of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) feed on pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* (Hem .: Aphalaridae) in vitro. Journal of Plant Protection, 34 (2): 75-88. (In Persian with English summary).

www.SID.ir

Asghari, F., Samih. M.A., Mahdian. K., Basirat. M. & Izadi, H. 2012a. The effect of temperature on some biological characteristics of *Hippodamia variegata* feed on pistachio psylla and grain moth eggs. Journal of Plant Science, 42 (1): 137-149. (In Persian with English summary).

Asghari, F., Samih, M.A., & Mahdian. K. 2012b. Some biological characteristics of ladybird *Hippodamia variegata* (Goeze) feed on cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* L. and eggs of flour moth *Ephestia kuehniella* Zeller. Biological Control of Pests and Plant Diseases, 1: 19-27. (In Persian with English summary).

Bagheri, M.R., & Mosadegh, S. 1996. Faunistic study of coccinellid (Col.: Coccinellidae) Chaharmahal and Bakhtiari (the first part of the subfamily of Coccinellinae and Chilocorinae). Journal of Agricultural Sciences, 7 and 8: 29-35. (In Persian with English summary).

Benham, B.R., & Muggleton, J.M. 1970. Studies on the ecology of *Coccinella undecimpunctata* Linn (Coleoptera: Coccinellidae). The Entomologyist, 103: 153-170.

Bonte, M., Samih, M.A., & De Clercq, P. 2010. Development and reproduction of *Adalia bipunctata* on factitious and artificial foods. BioControl, 55: 485- 491.

Carey, J.R. 1993. Applied demography for biologists with special emphasis on insects. Oxford University Press, UK, 211.

Chi, H. & Liu, H. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica, 24: 225-240.

Chi, H. 1988. Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. Environmental Entomology, 17: 26-34.

Chi, H. 1990. Timing of control based on the stage structure of pest population: a simulation approach. Journal of Economic Entomology, 83, 1143-1150.

Chi, H., & Yang, T.C. 2003. Two- sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). Environmental Entomology, 32: 327-333.

Chi, H. 2014a. TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. Retrieved May 2013, from: http://140.120.197.173/Ecology/.

Chi, H. 2014b. CONSUME-MSChart: a computer program for the predation rate analysis based on age-stage, two-sex life table. (http://140.120.197.173/Ecology/Download/ Consume-MSChart.zip).

Elbert, T.A. & Cartwright, B. 1997. Biology and ecology of *Aphis gossypii* (Glover) (Homoptera: Aphididae). Society of South Western Entomologists, 22: 116-145.

Farhadi, R., Allahyari, H. & Chi, H. 2011. Life table and predation capacity of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae). Journal of Biological Control, 59(2): 83–89

Ghosh, S., Laskar, N. & Senapati, S.K. 2007. Seasonal incidence of predar *Menochilus sexmaculatus* Fabricus (Col.: Coccinellidae) on brinjal and harmful effect of insecticides on the predator. Indian Journal of Agriculture Research, 41: 102-106.

Goodman, D. 1982. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. The American Naturalist, 119: 803–823.

Archive of SID

www.SID.ir

Hu, L.X., Chi, H., Zhang, J., Zhou, Q. & Zhang, R.J. 2010. Life table analysis of the performance of *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae) on two wild rice species. Journal of Economic Entomology, 103: 1628-1635.

Huang, Y.B. & Chi, H. 2012. Assessing the application of the jackknife and bootstrap techniques to the estimation of the variability of the net reproductive rate and gross reproductive rate: a case study in *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Dipt.: Tephritidae). Journal of Agriculture and Forestry, 61: 37-45.

Huffaker, C.B., Luck, R.F. & Messenger, P.S. 1997. The ecological basis of biological control. Proceeding of 15th International Conggres Entomology Washington, 560-586.

Jackson H.B., Rogers C.E., & Eikenbary R.D. 1971. Colonization and release of *Aphelinus asychis* an important parasite of the greenbug. Journal of Economic Entomology, 64 (6): 1435-1438.

Jalali, M.A. & Michaud, J.P. 2012. Aphid-plant interactions affect the suitability of *Myzus* spp. as prey for the two spot ladybird, *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). European Journal of Entomology, 109 (3): 345-352.

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.

Khalili, S.A. 2012. Biology and efficiency of six spotted ladybird, *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) (Col.: Coccinellidae) under laboratory conditions. M.Sc. thesis in Agricultural Entomology, Faculty of Agriculture, Vali Asr University of Rafsanjan. (In Persian with English summary).

Mannan, M.A., Islam, K.S. & Jahan, M. 2001. Effect of the predator *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Col.: Coccinellidae) in controlling potato aphis *Myzus persica*. Pakistan Journal of Science and Industrial Research, 44: 101-104.

Mari, J.M., Rizvi, N.H., Nizamani, S.M., Qureshi, K.H. & 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.

Mirhosseini, M.A. 2014. Effect of age and number of previous breeding male in the female reproductive and developmental results in predator *Cheilomenes sexmaculata* Fabricius (Col .: Coccinellidae) M.Sc. thesis in Agricultural Entomology, Faculty of Agriculture, Vali Asr University of Rafsanjan. (In Persian with English summary).

Mirzaii, F., Samih, M.A., Irannezad, M.K., Shabani. Z. & Alizadeh, A. 2011. Lethal effects plant extracts *Fumaria parviflora* Lam. and *Eucalyptus camadulensis* and insecticides, amitraz on *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer under laboratory conditions. 63th International Symposiums on Crop Protection, Gent-Belgium. May 24th.–May 24th, 151pp.

Misin, N. 1997. Reproductive morphology and behaviour of *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Col.: Coccinellidae). M.Sc. thesis. Department of Biology University Putra Malaysia.

Mokhtari, B. & Samih, M.A. 2014. Predatory efficiency of *Oenopia conglobata contaminata* (Menteries) on *Myzus persicae* (Sulzer) (Hem.: Aphalaridae) under laboratory conditions. Biological Control of Plant Pests and Diseases, 3(1), 53-65.

Archive of SID

www.SID.ir

Omkar & Pervez, A. 2004. Predaceous coccinellids in India: Predator-prey Catalogue. Oriental Insects, 38: 27-61.

Patel, A.G. & Vyas, H.N. 1984. Studies on predatory capacity of ladybird beetle, *Menochilus sexmaculatus* Fabricius against *Aphis craccivora* Koch under laboratory condition.Pesticides, 18: 11, 8-9.

Rezvani, A. 2003. Aphids of Trees and Shrubs in Iran. Plant Pests and Diseases Research Institute, 270 pages. (In Persian with English summary).

Rizvi, N.H., Rahoo, G.M., Mizamani, S.M. & Khuhro, R.D. 1995. Feeding potential of zigzag beetle, *Menochilus sexamaculatus* Fabricus. (Col.: Coccinellinae) on mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt on two cultivars under greenhouse conditions. 1st International Conference Entomology of Lahore Pakistan, 1: 35-37.

Rounagh, H. & 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.

Samih, M.A. 1993. Morphology and identification of parthenogenetic forms of Aphis spp in cold regions south of the Esfahan province. M.Sc. thesis of Agricultural Entomology, Shahid Chamran University, 198 p.

Samih, M.A. & Mokhtari, B. 2016. Two-sex life table parameters of *Oenopia conglobata* cantaminata (Menetries) feed on *Myzus persicae* (Sulzer) and *Agonoscena pistaciae* under laboratory condition. Journal of Plant Protection, 3(1): 53-65

Samih, M.A. & Ramazani, I. 2016a. Two sex life table of *Hippodamia variegata* (Goez) by feeding on pomegranate green aphid, *Aphis punicae* Pass. National Meeting on Biological Control in Agriculture and Natural Resources 2 and 3 February, Ferdowsi University of Mashhad, 25-30.

Samih, M.A. & Ramazani, I. 2016b. Pradatory rate of *Hippodamia variegata* (Goez) feeding on pomegranate green aphid, *Aphis punicae*. National Meeting on Biological Control in Agriculture and Natural Resources 2 and 3 February, Ferdowsi University of Mashhad, 31-35.

Shakeri, M. & Daneshvar, M. 2004. Report of the Conference for achievements and management problems Carob Moth. Yazd Research Center for Agriculture and Natural Resources. page 13. (In Persian with English summary).

Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1995. Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Sciences. (3rd ed.), WH Freman and Company, New York.

Solangi, B.K.H., Hullio, M.H. & 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.

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

Verghese, A. & Tandon, P.L. 1978. Inter specific associations among *Aphis gossypii, Menochilus sexmaculatus* and *Camponotus compressus* in a Guava ecosystem. Phytoparasitica, 15(4): 289-297.

Yang, T.C. & Chi, H. 2006. Life table and development of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) at different temperatures. Journal of Economic Entomology, 99: 691-698.

Archive of SID

www.SID.ir

Two-sex life table parameters and efficiency of six spotted ladybird *Menochilus sexmaculatus* feed on *Aphis punicae*

Saeideh Sadat Fatemi, Mohammad Amin Samih

Department of Plant Protection, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

Corresponding author: Mohammad Amin Samih, email: samia_aminir@yahoo.com

Received: Feb., 21, 2016 4 (2) 71-83 Accepted: Jan., 09, 2017

Abstract

Study on the life table and predation rate of *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) (Col.: Coccinellidae) was performed under laboratory conditions at 25±2°C and 27.5±2°C, respectively and 65±5% RH and 16:8h L:D. To study the life table, 60 one- day-old larvae were chosen and were feed on third and fourth instars of pomegranate green aphid *Aphis punicae*. Daily fertility, immature development time and mortality were analyzed through age-stage, two-sex life table analysis-MSChart software. The mean and standard error of parameters of population growth were analyzed according to the bootstrap method. Based on the results, the intrinsic rate of increase (r_m), finite rate of increase (λ), mean generation time (T_0), gross and net reproductive rate (R_0) were 0.21±0.01 d^{-1}, 1.23±0.01 d^{-1}, 24.57±0.46 d, 236.36±33.57 and 178.15±27.83 eggs/individual, respectively. The amounts of consumed aphids by fourth larval instars of ladybird were 188.08 for males and 179.09 for females. Average predation rate (C_0) at pre-mature stage was 358.9 aphids and showed that predation of the *M. sexmaculatus* has a high potential in natural population control of this aphid.

Keywords: biology, demography, efficiency, zigzag ladybird

Archive of SID

www.SID.ir