

مقایسه پارامترهای جدول زندگی کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) و شته سیاه باقلا (*Aphis fabae* (Hem.: Aphididae))

رویا فرهادی^۱، حسین اللهیاری^{۲*}، آرش راسخ^۳، مهسا الداغی^۴ و فرهاد فرهودی^۵
۱، ۲، ۴، ۵، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و دانشجویان کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی
و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ۳، استادیار دانشگاه شهید چمران اهواز
(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۵ - تاریخ تصویب: ۸۹/۴/۱)

چکیده

برای کسب اطلاعاتی دقیق در مورد توان تولیدمثلی کفشدوزک *Hippodamia variegata* و مقایسه آن با توان تولیدمثل شته سیاه باقلا، *Aphis fabae* Scopoli، جدول زیستی باروری این دو حشره در شرایط آزمایشگاهی کنترل شده (دمای $23 \pm 1^\circ\text{C}$) مورد مطالعه قرار گرفت. داده‌های خام جدول زندگی با مدل اوایلر-لوتکا تجزیه شد. برای محاسبه خطای استاندارد پارامترهای رشدی جمعیت و تولید داده‌های کاذب برای این پارامترها از روش جک نایف استفاده شد. بر اساس مدل اوایلر-لوتکا، نرخ ذاتی افزایش جمعیت کفشدوزک 0.197 ± 0.002 در روز برآورد گردید، دیگر پارامترهای جدول زندگی شامل نرخ خالص تولیدمثل، میانگین مدت زمان نسل، نرخ متناهی افزایش جمعیت و زمان دو برابر شدن جمعیت به ترتیب $365/43 \pm 22/09$ پوره، $29/96 \pm 0/37$ روز، $1/218 \pm 0/002$ در روز و $3/52 \pm 0/033$ روز برآورد گردید. پارامترهای برآورد شده برای شته سیاه باقلا عبارتند از: نرخ ذاتی افزایش جمعیت $0.309 \pm 0/01$ در روز، نرخ خالص تولیدمثل $41/98 \pm 4/6$ پوره، میانگین مدت زمان نسل $12/1 \pm 0/21$ روز، نرخ متناهی افزایش جمعیت $1/36 \pm 0/015$ در روز و زمان دو برابر شدن جمعیت $2/24 \pm 0/078$ روز. مقایسه آماری مقدار پارامترهای محاسبه شده با مدل اوایلر-لوتکا برای شته و کفشدوزک نشان داد که بین آنها تفاوت معنی‌داری وجود دارد و توان تولیدمثلی شته بیش از کفشدوزک می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جدول زندگی، اوایلر-لوتکا، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، کنترل بیولوژیک

مقدمه

وسیع در مناطق پالئارکتیک است که از آنجا به مناطق نئارکتیک نیز گسترش یافته است (Obrycki & Orr, 1990). شکارگری این گونه روی ۱۲ گونه شته و پسپیل در استرالیا ثبت شده است (Franzmann, 2002). این کفشدوزک در آمریکا به عنوان گونه‌ای وارداتی تکثیر و علیه شته روسی گندم رهاسازی می‌شود (Obrycki & Orr, 1990). فعالیت این گونه در اکثر نقاط ایران روی

کفشدوزک‌ها یکی از عوامل مفید در اکوسیستم‌های زراعی هستند که نقش بسیار مهمی در ایجاد حالت تعادل و کنترل طبیعی شته‌ها، پسپیل‌ها، سفید بالک‌ها، زنجربک‌ها، کنه‌ها، تخم پروانه‌ها و لارو حشرات به عهده دارند (Esmaili et al., 1995). کفشدوزک *Hippodamia variegata* Goeze شکارگری با دامنه پراکنش بسیار

جدول زندگی سه گونه کفشدوزک *Harmonia Pallas* *H. bipunctata* L. و *H. variegata axyridis* را در شرایط آزمایشگاهی با تغذیه از شته سبز هلو (*Myzus persicae* Sulzer) با یکدیگر مقایسه کردند. ElHag & Zaitoon (1996) پارامترهای بیولوژیکی ۴ گونه کفشدوزک *Adonia variegata* Herbst، *Coccinella septempunctata* L. *novemnotata* و *C. undecimpunctata* را با تغذیه از شته‌های *Rhopalosiphum padi* و *Brevicoryne brassicae* L. مورد بررسی قرار دادند.

نوع شکار و عوامل محیطی می‌توانند نتایج جدول زندگی را تحت تأثیر قرار دهند. تحقیقات El Habi et al. (2000) نشان داد که دما تأثیر بسزایی در رشد و میزان پرخوری کفشدوزک *H. variegata* روی شته جالیز (*A. gossypii*) دارد. Michaud & Qureshi (2006)، Abdel-Salam & Abdel-Baky (2001)، Huang et al. (2008) از دیگر کسانی بودند که به مطالعه جدول زندگی کفشدوزک‌ها تحت شرایط متفاوت پرداختند. Mollashahi et al. (2009) پارامترهای رشد جمعیت کفشدوزک *C. septempunctata* و شته جالیز را با یکدیگر مقایسه کردند.

با وجود مطالعات متعددی که روی جدول زندگی کفشدوزک *H. variegata* تحت شرایط متفاوت انجام شده است، ولی مقایسه‌ای با پارامترهای شکار مورد استفاده انجام نشده است. برای رفع این کمبود، در این پژوهش برای بررسی کارایی کفشدوزک *H. variegata* روی شته سیاه باقلا، جدول زندگی این کفشدوزک و شته سیاه باقلا در شرایط آزمایشگاهی مشابه مورد مطالعه و مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای ایجاد جمعیت اولیه شته، برگ‌های آلوده به شته سیاه باقلا از مزرعه باقلا جمع‌آوری شدند. شته‌ها به گیاهان باقلا منتقل و در اتاقک رشد با دمای $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$ و رطوبت نسبی 70 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند تا کلنی به حد قابل قبولی برسد. برای انجام آزمایش و نگهداری کلنی از باقلای رقم سرخسی استفاده شد. حشرات کامل

شته‌های مختلف گزارش شده است و احتمال می‌رود در تمام نقاط کشور فعالیت داشته باشد (Vojdani, 1964). این کفشدوزک به‌عنوان گونه غالب کفشدوزک در مزارع یونجه کرج نیز معرفی شده است (Sadeghi, 1991).

کفشدوزک *H. variegata* چندخوار بوده و شکارگر شته‌ها می‌باشد، اما در شرایط گرسنگی از کنه‌های خانواده Tetranychidae نیز تغذیه می‌کند (Obrycki & Orr, 1990). فعالیت این کفشدوزک روی شپشک‌های زیان‌آور مرکبات و تریپس گندم نیز گزارش شده است (Vojdani, 1964). شته سیاه باقلا یکی از طعمه‌های مهم این کفشدوزک می‌باشد. این شته همانند دیگر شته‌ها، به علت قدرت تولیدمثلی بسیار بالا یکی از آفات مهم کشاورزی می‌باشد. این شته علاوه بر باقلا روی چغندر، نخود، لوبیا، سیب زمینی، شمشاد و بسیاری دیگر از انواع گیاهان زراعی وجود داشته و قادر به خسارت‌زایی است. در ایران در حدود ۵۰ گونه گیاهی و در جهان بیش از ۲۰۰ گونه گیاهی مورد حمله این آفت قرار می‌گیرد؛ همچنین قادر به انتقال بیماری‌های ویروسی می‌باشد (Esmaili et al., 1995). برای بررسی امکان کنترل این شته توسط کفشدوزک *H. variegata* لازم است توان تولیدمثلی آنها تعیین و مورد مقایسه قرار گیرد. یکی از کاملترین پارامترها برای انجام مقایسه‌ها، نرخ ذاتی افزایش جمعیت یا r_m است. مقدار r_m هر موجود بستگی به زادآوری، طول عمر و سرعت رشد موجود دارد. نرخ ذاتی افزایش طبیعی تحت شرایط استاندارد شده‌ای تعیین می‌شود و همین امر امکان مقایسه حشرات را تحت تیمارهای مختلف (دما و گیاه میزبان) فراهم می‌آورد. این آماره برای تعیین کارایی دشمنان طبیعی نیز قابل استفاده می‌باشد.

به همین منظور مطالعات متعددی روی ویژگی‌های زیستی و جدول زندگی کفشدوزک‌ها صورت گرفته است. Kontodimas & Stathas (2005) برخی ویژگی‌های زیستی کفشدوزک *H. variegata* روی شته *Dysaphis crataegi* Kaltentbach را مورد بررسی قرار دادند. Mollashahi et al. (2004) پارامترهای جدول زندگی این کفشدوزک را با تغذیه از شته جالیز (*Aphis gossypii* Glover) در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند. Lanzoni et al. (2004) پارامترهای

گردید. در صورت مرگ ماده جدول زندگی در آن تکرار فقط با نر ادامه داده شد ولی در صورت مرگ نر، یک کفشدوزک نر از کلنی جایگزین شد. مشاهده پتری‌ها تا زمان زنده بودن آخرین کفشدوزک ادامه یافت. با مرگ تمام کفشدوزک‌ها ثبت داده‌ها به پایان رسید. در مورد شته‌ها، بازدیدها هر ۱۲ ساعت یکبار انجام شد تا شته‌ها کامل گردند. پس از کامل شدن شته‌ها، بازدیدها روزانه انجام شد و پوره‌های گذاشته شده ثبت گردید و از روی برگ حذف شدند. هر ۲ تا ۳ روز یکبار برگ‌ها تعویض گردید. ثبت داده‌ها تا زمان مرگ شته‌ها ادامه یافت.

برای تعیین نسبت جنسی در طول دوره تخم‌گذاری ماده‌ها، چندین دسته تخم به صورت تصادفی انتخاب و به ظرف‌های جدید منتقل شدند. این تخم‌ها تا زمان ظهور حشرات کامل نگهداری شدند. پس از ظهور حشرات کامل، نرها و ماده‌ها شناسایی شده و نسبت جنسی یادداشت شد. این کار هر ۳ روز یکبار تکرار شد و هر بار بیش از ۷۰ تخم جدا شد. برای تعیین درصد تفریح در طول دوره تخم‌گذاری ماده‌ها چندین دسته تخم به صورت تصادفی انتخاب و به ظروف جدید منتقل شدند. تخم‌ها تا زمان تفریح نگهداری شدند. به محض تفریح، لاروهای خارج شده از تخم‌ها شمارش و حذف شد تا از خورده شدن تخم‌هایی که دیرتر خارج می‌شوند جلوگیری شود. تخم‌ها به مدت یک هفته نگهداری شدند تا از تفریح همه تخم‌های بارور اطمینان حاصل گردد. این کار نیز هر ۳ روز یکبار تکرار شد و هر بار بیش از ۱۰۰ تخم جدا شد.

تجزیه داده‌ها

پارامترهای نرخ خالص تولیدمثل $R_0 = \sum l_x m_x$ ، میانگین مدت زمان یک نسل $T = \ln R_0 / r_m$ ، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت $DT = \ln 2 / r_m$ و نرخ متناهی افزایش جمعیت $\lambda = e^{r_m}$ مورد محاسبه قرار گرفت. برای برآورد مهمترین پارامتر جدول زندگی یعنی r_m از شکل تغییر یافته معادله اوپلر-لوتکا (Birch, 1948) استفاده شد:

$$\sum L_x m_x e^{r_m Pivotalx} = 1$$

برای مقایسه آماری پارامترهای جدول زندگی کفشدوزک و شته، با استفاده از روش جک نایف

کفشدوزک با تورزنی از مزرعه یونجه کرج جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. کفشدوزک‌ها به ظروف پلاستیکی به قطر دهانه ۲۵ و عمق ۲۰ سانتی‌متر منتقل (۵۰ عدد در هر ظرف) و تعداد کافی از شته سیاه باقلا برای تغذیه و مقداری کاغذهای چین خورده به عنوان محیط تخم‌ریزی به ظروف اضافه شد، سپس در ظروف به انکوباتور منتقل شده و در دمای $23 \pm 1^\circ C$ ، رطوبت 70 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. ظروف آزمایش شامل پتری‌هایی به قطر ۹ و ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر بود. برای ایجاد تهویه، سوراخی به قطر سه سانتی‌متر روی در ظروف ایجاد و با توری پوشانده شده بود.

برای شروع آزمایش نیاز به تخم‌های همسن کفشدوزک بود. برای همسن سازی تخم‌ها، کفشدوزک‌های ماده به ظرف‌های جداگانه منتقل شدند. تعدادی شته برای تغذیه کفشدوزک‌ها و مقداری برگ و کاغذهای چین خورده به عنوان زمینه تخم‌ریزی به ظرف‌ها اضافه شد. ظرف‌ها به انکوباتور منتقل و به مدت شش ساعت نگهداری شدند. بعد از شش ساعت تخم‌های گذاشته شده جمع‌آوری شده و در پتری قرار داده شد. برای همسن سازی شته‌ها، روی هر برگ ثابت شده روی ژل آگار یک شته ماده قرار داده شد. به فاصله دو ساعت، پوره‌زایی شته‌ها بررسی شد. سپس تمام پوره‌ها و شته مادر به جز یک پوره از روی برگ حذف شدند.

تخم‌های کفشدوزک هر شش ساعت یکبار بررسی شدند. پس از تفریح تخم‌ها، لاروهای سن یک به طور جداگانه داخل پتری‌ها قرار داده شدند. هر دوازده ساعت کلیه ظروف بازبینی شده و مرحله زندگی آنها ثبت شد. هر ۲۴ ساعت ظرف‌های آنها عوض شده و شته تازه در اختیار آنها قرار گرفت. این کار تا ظهور کفشدوزک‌های کامل ادامه پیدا کرد. پس از ظهور کفشدوزک‌های کامل، نرها و ماده‌ها شناسایی شدند و در کنار هر ماده یک نر قرار گرفت و ظرف‌های مربوط به حشرات نر حذف شد. مقداری برگ و کاغذ چین خورده به عنوان بستر تخم‌ریزی به ظروف اضافه شد. هر ۲۴ ساعت ظرف‌های آنها عوض شده و شته تازه در اختیار آنها قرار گرفت و تخم‌های گذاشته شده توسط هر ماده شمارش و حذف

(Meyer *et al.*, 1986) مقادیرهای کاذبی برای پارامترها تولید شد. فرآیند محاسبه با نرم‌افزار PersianRm (Naveh *et al.*, 2004) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون من - ویتنی انجام شد.

نتایج و بحث

از ۱۲۳ تخم اولیه کفشدوزک که برای مطالعه جدول زندگی انتخاب شده بودند، ۹۶ تخم تفریح شدند. بررسی نشان داد که کفشدوزک دوره نمو تخم، لارو سن ۱، لارو سن ۲، لارو سن ۳، لارو سن ۴، پیش شفیرگی و شفیرگی را به ترتیب در ۲/۹۹±۰/۱۹، ۱/۹۱±۰/۰۴۶، ۲/۷۲±۰/۰۴۸، ۱/۸۰±۰/۰۳۶، ۲/۴۷±۰/۰۴۸ و ۱/۲۶±۰/۰۳۴ روز طی می‌کند. مشاهده می‌شود که لارو سن چهارم طول دوره نمو بالاتری نسبت به سایر سنین لاروی دارد. میانگین طول دوره پیش از حشره کامل برابر با ۱۶/۰۶±۰/۰۵ روز است. Lanzoni *et al.* (2004) طول دوره قبل از حشره کامل این کفشدوزک را ۱۸/۱ روز تخمین زده بودند و این در حالیکه Mollashahi *et al.* (2004) طول دوره قبل از حشره کامل این کفشدوزک را در دمای ۲۶°C روی شته جالیز ۹ روز گزارش کردند. El Habi *et al.* (2000) گزارش کردند که زمان لازم برای نمو از مرحله تخم تا حشره کامل این کفشدوزک بین ۷ تا ۲۷/۵۸ روز می‌باشد که بستگی به دما دارد. تفاوت معنی‌داری بین طول دوره قبل از حشره کامل دو جنس وجود دارد (Mann-Whitney U=379, P< 0.001). نرها تقریباً ۱۲ ساعت بیشتر از ماده‌ها برای کامل شدن نیاز به زمان دارند. میانگین طول عمر حشرات کامل ۵۴/۵۹ روز می‌باشد. طول عمر حشرات کامل نر (۶۳/۵۶ روز) به طور معنی‌داری طولانی‌تر از طول عمر حشرات ماده (۴۶/۲۶ روز) (Mann-Whitney U=585, P=0.027) بود. ElHag & Zaitoon (1996) گزارش کرده‌اند که هیچ تفاوت معنی‌داری بین طول دوره زندگی حشرات کامل نر و ماده وجود ندارد و طول دوره زندگی حشرات کامل در دمای ۲۵°C با تغذیه از شته *Brevicoryne brassicae* و *Rhopalosiphum padi* را ۷۱/۸ روز گزارش کرده‌اند. Mollashahi *et al.* (2004) طول عمر حشرات کامل این حشره را در دمای ۲۶°C و با تغذیه از

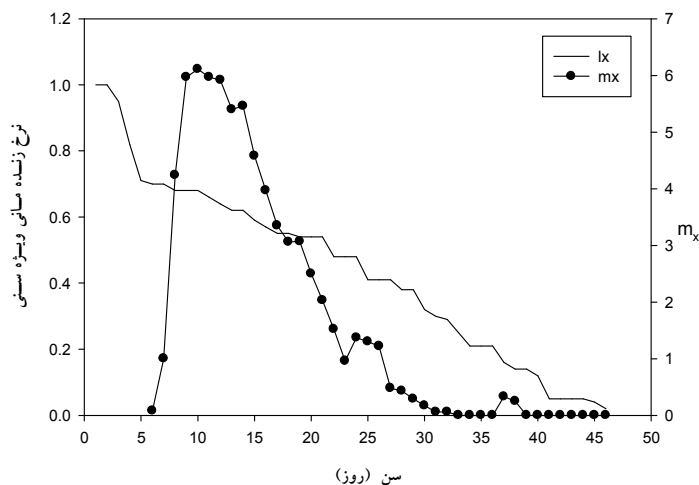
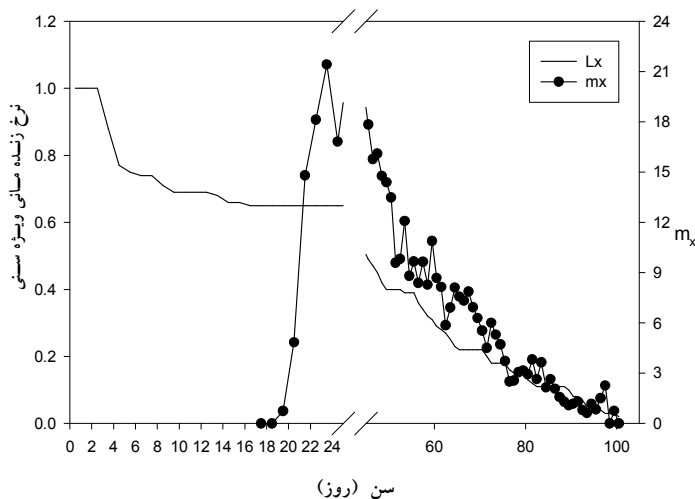
شته جالیز ۵۳/۴ روز گزارش کرده‌اند. در شکل ۱- بالا، روند نرخ بقا و تولیدمثل ویژه سنی کفشدوزک نشان داده شده است. نتایج نشان داد که هر ماده در طول زندگی خود به طور متوسط ۱۱۳۹/۲۱۴ عدد تخم می‌گذارد. طول دوره تخم‌ریزی آنها ۴۰/۸۶۹ روز برآورد شد، به عبارت دیگر ماده‌ها ۸۸/۳ درصد از طول دوره زندگی خود را تخم‌گذاری کردند و تنها ۱۱/۷ درصد از طول دوره زندگی خود تخم‌گذاری نکردند. در طول دوره تخم‌ریزی هر سه روز یکبار چندین دسته تخم از ظروف آزمایش برداشته و تا بلوغ نگهداری شد و پس از تعیین جنسیت، نسبت نر و ماده محاسبه شد. اینکار ۱۳ بار در طول دوره تخم‌ریزی تکرار شد. نتایج حاصله نشان داد که نسبت جنسی ۱:۱ است.

Mollashahi *et al.* (2004)، r_m را برای این کفشدوزک با تغذیه از شته جالیز ۰/۲۵۴، Lanzoni *et al.* (2004) با استفاده از شته سبز هلو، *Myzus persicae* ۰/۱۱۴ و Kontodimas & Stathas (2005) روی شته *Dysaphis crataegi* (Kaltenbach) ۰/۱۷۸ برآورد کردند. مقایسه یافته‌های مطالعه ما با مطالعات پیشین نشان‌دهنده این است که فاکتورهایی مانند شکار و شرایط محیطی می‌توانند بر نرخ بقا، طول دوره‌های رشدی، طول دوره زندگی حشرات کامل و پارامترهای جدول زندگی تأثیر بگذارند.

مقدار پارامترهای اصلی جدول زندگی کفشدوزک *H. variegata* و شته سیاه باقلا در جدول ۱ ارائه شده است. مقدار پارامتر r_m محاسبه شده برای شته در مقایسه با مقدار r_m کفشدوزک بسیار بالا می‌باشد. مقایسه آماری نشان داد که این تفاوت از نظر آماری نیز معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). در شکل ۱- پایین روند نرخ بقا و تولیدمثل ویژه سنی شته سیاه باقلا نشان داده شده است. همانگونه که در شکل دیده می‌شود، شته تولیدمثل خود را در زمانی بسیار زودتر از کفشدوزک آغاز کرده و اگر چه در دوره نمو خود تعداد نتاج کمتری تولید می‌کند، ولی طول دوره نسل کوتاه و همچنین آغاز پوره‌زایی در زمان زودتر باعث می‌شود که در مجموع، r_m بالاتری داشته باشد. مقایسه دیگر پارامترها نیز نشان داد که تفاوت دیگر پارامترها هم از نظر آماری معنی‌دار است (جدول ۱). نتایج نشان می‌دهد که این شته قادر است

رشد جمعیت کفشدوزک *C. septempunctata* و شته جالیز، به این نتیجه رسیدند که نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته بسیار بیشتر از نرخ ذاتی افزایش جمعیت کفشدوزک می‌باشد و در نهایت تصمیم‌گیری در مورد کارایی کفشدوزک در مهار شته را به انجام مطالعات بیشتر منوط کردند.

جمعیت خود را هر ۲/۲ روز، دو برابر کند که از زمان دو برابر شدن جمعیت کفشدوزک کوتاهتر می‌باشد. متأسفانه مقاله‌های بسیاری کمی در دسترس است که در آنها به‌طور همزمان جدول زندگی کفشدوزک و شکار آن مورد بررسی و مقایسه و تحلیل قرار گرفته باشد. Mollashahi *et al.* (2009) در بررسی پارامترهای



شکل ۱- روند تغییرات نرخ زنده‌مانی ویژه سنی و m_x کفشدوزک *Hippodamia variegata* (بالا) و شته سیاه باقلا (پایین) به ازای سن

جدول ۱- مقایسه پارامترهای جدول زندگی (خطای استاندارد \pm) کفشدوزک *Hippodamia variegata* و شته سیاه باقلا

پارامتر	کفشدوزک	شته سیاه باقلا	Mann-Whitney U	P
R_0	$365/430 \pm 22/091$	$4/98 \pm 4/63$	۹	$<0/001$
r_m	$0/197 \pm 0/002$	$0/309 \pm 0/011$	۷۴	$<0/001$
T	$29/964 \pm 0/370$	$12/1 \pm 0/21$	۰/۰۰۰	$<0/001$
λ	$1/218 \pm 0/002$	$1/362 \pm 0/015$	۸۹۵	$<0/001$
DT	$3/52 \pm 0/033$	$2/24 \pm 0/078$	۰/۰۰۰	$<0/001$

روی شته *M. Persicae* کفشدوزک *Lemnia bipagiata* Swartz را روی شته *A. gossypii* و مراحل لاروی مگس (Diptera: *Feltiella acarisuga* Vallot *Tetranychus* Tetranychidae) روی کنه تار عنکبوتی (Acari: *Tetranychidae*) *urticae* Koch با استفاده از روش چی مورد بررسی قرار گرفته است (Mo & Liu, 2006; Yu *et al.*, 2005; Chi & Yang, 2003) و در صورت محاسبه این پارامتر برای کفشدوزک *H. variegata* می‌توان با دقت بالایی در مورد کارایی کفشدوزک اظهار نظر کرد. با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش نمی‌توان درباره کارایی این کفشدوزک در مهار شته سیاه باقلا نظر قطعی داد و لازم است که نرخ کشتار آن نیز محاسبه گردد تا در کنار نتایج جدول زندگی بتوان در مورد کارایی آن اظهار نظر کرد.

در صورتی که قرار باشد بر اساس پارامترهای جدول زندگی، در مورد کارایی کفشدوزک اظهار نظر کرد، باید چنین نتیجه گرفت که کفشدوزک قادر به تنظیم جمعیت شکار خود نیست. اما باید یک نکته را مورد توجه قرار داد؛ برخلاف پارازیتوییدها که تولید هر تخم برابر با یک مرگ در جمعیت میزبان است، در شکارگرها هر تخم برابر با یک مرگ در جمعیت شکار نبوده و هر تخم منجر به تعداد بسیار بیشتری مرگ در جمعیت شکار می‌گردد. از این رو، این احتمال وجود دارد که کفشدوزک به این ترتیب ضعف تولیدمثلی خود را جبران کرده و جمعیت شکار خود را مهار نماید. برای بررسی دقیق این موضوع پیشنهاد می‌شود که نرخ کشتار (Chi & Yang, 2003)، ایجاد شده توسط مراحل مختلف زندگی کفشدوزک مورد بررسی قرار گیرد. نرخ کشتار کفشدوزک *Propylaea japonica* Thunber

REFERENCES

1. Abdel-Salam, A. H. & Abdel-Baky, N. F. (2001). Life table and biological studies of *Harmonia axyridis* Pallas (Col., Coccinellidae) reared on the grain moth eggs of *Sitotroga cerealella* Olivier (Lep., Gelechiidae). *Journal of Applied Entomology*, 125, 455-462.
2. Birch, L. C. (1948). The intrinsic rate of natural increase in an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17, 15-26.
3. 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.
4. El Habi, M., Sekkat, A., Jadd, L. El. & Boumezzough, A. (2000). Biologie d'*Hippodamia variegata* Goeze (Col., Coccinellidae) et possibilite de son utilisation contre *Aphis gossypii* Glov (Hom., Aphididae) sous serres de concombre. *Applied Entomology*, 124, 365-374.
5. El Hag, E. T. A. & Zaitoon, A. A. (1996). Biological parameters for four coccinellid species in central Saudi Arabia. *Biological Control*, 7, 316-319.
6. Esmaili, M., Azmayesh Fard, P. & Mirkarimi, A. A. (1995). *Agricultural entomology*. Tehran University Press. (In Farsi).
7. Franzmann, B. A. (2002). *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), a predacious ladybird new in Australia. *Australian Journal of Entomology*, 41, 375-377.
8. Huang, Z., Ren, S. X. & Musa, P. D. (2008). Effects of temperature on development, survival, longevity, and fecundity of the *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) predator, *Axinoscymnus cardilobus* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control*, 46, 209-215.
9. Kontodimas, D. C. & Stathas, G. J. (2005). Phenology, fecundity and life table parameters of the predator *Hippodamia variegata* reared on *Dysaphis crataegi*. *Biocontrol*, 50, 223-233.
10. Lanzoni, A., Accinelli, G., Bazzocchi, G. G. & Burgio, G. (2004). Biological traits and life table of the exotic *Harmonia axyridis* compared with *Hippodamia variegata*, and *Adalia bipunctata* (Col., Coccinellidae). *Journal of Applied Entomology*, 128, 298-306.
11. Meyer, J. S., Igersoll, C. G., MacDonald, L. L. & Boyce, M. S. (1986). Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. *Ecology*, 67, 1156-1166.
12. Michaud, J. P. & Qureshi, J. A. (2006). Reproductive diapause in *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) and its life history consequences. *Biological Control*, 39, 193-200.
13. Mo, T. L. & Liu, T. X. (2006). Biology, life table and predation of *Feltiella acarisuga* (Diptera: Cecidomyiidae) feeding on *Tetranychus cinnabarinus* eggs (Acari: Tetranychidae). *Biological Control*, 39, 418-426.
14. Mollashahi, M., Sahragard, A. & Hossaini, R. (2009). A comparative study on the population growth

- parameters of *Coccinella septempunctata* (Col.: Coccinellidae) and melon aphid, *Aphis gossypii* (Hem.: Aphididae) under laboratory conditions. *Journal of Entomological Society of Iran*, 29(1), 1-12.
15. Mollashahi, M., Sahragard, A. & Hossaini, R. (2004). Determination of life table parameters of lady beetle, *Hippodamia variegata* (Col: Coccinellidae) under laboratory conditions. *Journal of Agricultural Sciences*, 1, 47-60.
 16. Naveh, V. H., Allahyari, H. & Saei, M. (2004). A computer program for estimating of fertility life table parameters using Jackknife and Bootstrap techniques. In: *Proceedings of the 19th International Plant Protection Congress*, 11-16 May, Beijing, China, p. 299.
 17. Obrycki, J. J. & Orr, C. J. (1990). Suitability of three prey species for Nearctic populations of *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata* and *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Economic Entomology*, 83, 1292-1297.
 18. Sadeghi, A. (1991). *An investigation on the coccinellids fauna of alfaalfa fields and determination of species at Karaj*. M. Sc. thesis. Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran. (In Farsi).
 19. Vojdani, S. (1964). *The useful and harmful ladybirds of Iran*. Plant Protection Publication of University of Tehran. (In Farsi).
 20. Yu, J. Z., Chi, H. & Chen, B. H. (2005). Life table and predation of *Lemnia bipagiata* (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* (Homoptera : Aphididae) with a proof on relationship among gross reproduction rate, net reproduction rate, and preadult survivorship. *Annals of the Entomological Society of America*, 98, 475-482.