نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۸۸ – ۲۹(۱): ۱–۱۲

مقایسه‌ی پارامترهای رشد جمعیت کفشدوزک *Coccinella septempunctata* (Col.: Coccinellidae) و شته‌ی جالیز، *Aphis gossypii* (Hem.: Aphididae)، در شرایط آزمایشگاهی

مهدی ملاشاهی[۱و*]، احد صحراگرد[۲] و رضا حسینی[۲]

۱- مجتمع آموزش عالی گنبد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران، ۲- دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: amollashahi@yahoo.com

A comparative study on the population growth parameters of *Coccinella septempunctata* (Col.: Coccinellidae) and melon aphid, *Aphis gossypii* (Hem.: Aphididae) under laboratory conditions

M. Mollashahi[1&*], A. Sahragard[2] and R. Hosseini[2]
1. Gonbad High Eductation Center, Agricultural Science & Natural Resources University, Gorgan, Iran, 2. Faculty of Agriculture, Guilan University, Rasht, Iran.
*Corresponding author, E-mail: amollashahi@yahoo.com

چکیده

حشرات کامل کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای، *Coccinella septempunctata* L.، و شته‌ی جالیز، *Aphis gossypii* Glover، از مزارع خیار اطراف رشت جمع‌آوری شدند و در اتاقک رشد در دمای ۲°C ± ۲۶ و دوره‌ی نوری ۸ :۱۶ ساعت (تاریکی: روشنایی) و رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵٪ پرورش داده شدند. ده جفت کفشدوزک در حال جفت‌گیری که ۴۸ ساعت از ظهورشان گذشته بود، به‌طور جداگانه به ظروف پلاستیکی شفاف به ابعاد ۱۲ × ۱۰ × ۸ سانتی‌متر که درپوش آن‌ها دارای توری ارگانزا بود، انتقال داده شدند. با استفاده از نتایج باروری روزانه، جدول زندگی ویژه‌ی باروری تشکیل شد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) و نرخ خالص تولید مثل (R_0) به‌ترتیب ۰/۱۵۹ و ۳۷۳/۹۱۶ بود. میانگین طول دوره‌ی نسل (T) کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای، ۳۷/۲۵ روز و مدت زمان لازم برای دوبرابرشدن جمعیت (DT)، ۴/۳۵ روز بود. جمعیت این کفشدوزک در مدت یک هفته (r_w)، ۳/۴۵ برابر شد. برای تعیین r_m و R_0 شته‌ی جالیز، که به‌ترتیب ۰/۴۷۱ و ۴۹/۲۵۶ بود، تعداد ۲۰ شته‌ی ماده‌ی بکرزا روی برگ خیار در یک قفس برگی به ابعاد ۶۰ × ۱۰ میلی‌متر پرورش داده شدند. میانگین طول مدت هر نسل شته، ۸/۲۷ روز و مدت زمان لازم برای دوبرابرشدن جمعیت، ۱/۴۷روز محاسبه شد. جمعیت شته در مدت یک هفته ۲۷/۰۳ برابر افزایش یافت. میانگین طول عمر حشرات کامل ۱/۰۹ ± ۱۳/۸ روز، میانگین تعداد نتاج تولیدشده در هر ماده ۲/۳۲ ± ۴۹/۰۵ و میانگین تعداد نتاج ماده در هر ماده در هر روز (m_x)، ۰/۵۹ ± ۳/۲۲ بود.

واژگان کلیدی: جدول زندگی ویژه‌ی باروری، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ خالص تولید مثل (R_0)، *Coccinella septempunctata*، *Aphis gossypii*، ایران

Abstract

Adult individuals of the ladybird, *Coccinella septempunctata* L., and also the melon aphid, *Aphis gossypii* Glover, were collected from cucumber fields in Rasht area, north of Iran. They were reared in a growth chamber at 26 ± 2°C, R.H. of 65 ± 5% and a photoperiod of 16L: 8D. Ten mated pairs of two-day-

دریافت: ۱۳۸۷/۱/۲، پذیرش: ۱۳۸۸/۲/۱.

old predators were separately transferred in to a plastic container (8 × 10 × 12 cm) that were covered with an organdy net. A demographic life table was constructed based on the daily fertility results. The intrinsic rate of increase (r_m) and also the net reproductive rate (R_0) of *C. septempunctata* were 0.159 and 373.916, respectively. The mean generation time (T) of ladybird was 37.25 days and the population was doubled (DT) in 4.35 days. The population of *C. septempunctata* was able to multiply 3.45 times per week (r_w). In order to determine r_m and R_0 of the melon aphid, twenty wingless adults were put separately into a leaf cage (10 × 60 mm) on cucumber leaves. The R_0 and r_m values of the aphid were 49.256 and 0.471, respectively. The T was 8.27 days and the population of the aphid was doubled within 1.47 days. Female aphids were able to multiply 27.03 times per week. Adult longevity was 13.8 ± 1.09 days and mean number of offspring produced per female was 49.05 ± 2.32 and mean number of females per female per day (m_x) was 3.22 ± 0.59.
Key words: demography life table, intrinsic rate of increase (r_m), net reproductive rate (R_0), *Coccinella septempunctata*, *Aphis gossypii*, Iran

مقدمه

شته‌ی جالیز، *Aphis gossypii* Glover، یک گونه‌ی همه‌جازی و همه‌چیزخوار است که در مناطق گرمسیری، نیمه‌گرمسیری و معتدل پراکنده است. این شته علاوه بر خسارت مستقیم، از طریق غیرمستقیم به وسیله‌ی ترشح عسلک یا انتقال ویروس‌های گیاهی نیز خسارت ایجاد می‌کند. شته‌ی جالیز عامل انتقال حدود ٦٠ ویروس گیاهی روی دامنه‌ی وسیعی از گیاهان است (Kresting *et al*., 1999). جمعیت این شته روی خیار گلخانه‌ای به ترتیب در دامنه‌ی دمایی ١٩، ٢٥ و ٢٦ درجه‌ی سانتی‌گراد در طی یک هفته می‌تواند ٥/٤، ٨/٨ و ٦/٥ برابر افزایش یابد (Vansteenis & El-Khawass, 1995). اثرات دما روی زیست‌شناسی *A. gossypii* روی پنبه در آمریکا (Akey & Butler, 1989) و مصر (Attia & El-Hamaky, 1987)، و میزبان‌های دیگر مانند خیار گلخانه‌ای (Vansteenis & El-Khawass, 1995)، کدو (Aldyhim & Khalil, 1993) و پرتقال (Komazaki, 1982) بررسی شده است.

نظر به افزایش سریع جمعیت شته‌ی جالیز و مقاومت آن به انواع حشره‌کش‌ها، استفاده از روش کنترل بیولوژیک علیه این شته ضروری به نظر می‌رسد که خود نیازمند بینش عمیقی در مورد زیست‌شناسی و پتانسیل افزایش جمعیت شته است (Vansteenis & El-Khawass, 1995). در بین دشمنان طبیعی شته‌ها، کفشدوزک‌ها یکی از مهم‌ترین عوامل مفید در اکوسیستم‌های زراعی هستند که نقش بسیار مهمی را نیز در ایجاد حالت تعادل و کنترل طبیعی پسیل‌ها، سفیدبالک‌ها، زنجرک‌ها، کنه‌ها، تخم پروانه‌ها و لارو حشرات مختلف به عهده دارند. حمایت از جمعیت‌های بومی کفشدوزک‌ها، واردسازی، پرورش و رهاسازی آن‌ها در مناطقی که وجود

ندارند، می‌تواند نقش بسیار مهمی در کاهش استفاده از سموم شیمیایی و تأمین اهداف کنترل تلفیقی داشته باشد (Esmaili, 1997).

کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای، *Coccinella septempunctata* L.، در اکثر نقاط کشور، و احتمالاً در تمام نقاط ایران، فعالیت دارد (Sadeghi, 1992; Peravi Cheshnasar, 1998). آگاهی از پتانسیل رشد جمعیت برای مطالعه‌ی دینامیسم جمعیت و پایه‌ریزی یک برنامه مدیریت آفات ضروری است. تعیین نرخ رشد جمعیت با تهیه‌ی جدول زندگی ویژه باروری می‌تواند صورت گیرد، چون بر اساس تولید مثل و مرگ و میر جمعیت استوار است. جدول زندگی ویژه‌ی باروری برای مطالعه‌ی دینامیسم جمعیت موجودات به ویژه بندپایان مناسب است زیرا یک مرحله‌ی واسط برای تعیین پارامترهای مرتبط با پتانسیل رشد جمعیت است که به آن پارامترهای دموگرافی نیز گفته می‌شود (Aline & Campanhola, 2000). نرخ تولید مثل خالص و نرخ ذاتی افزایش جمعیت دو شاخص مهم در ارزیابی دشمنان طبیعی معرفی شده‌اند. بسیاری از محققین کنترل بیولوژیک بر این عقیده‌اند که دشمنان طبیعی زمانی موثرند که با در نظر گرفتن سایر ویژگی‌ها، نرخ ذاتی افزایش جمعیت آن‌ها حداقل برابر یا بیشتر از آفت باشد (Birch, 1948; Jackson *et al*., 1974; Rakhshani, 2001; Zohdi, 2001).

با در نظر گرفتن موارد فوق، در راستای استفاده‌ی بهینه از کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای، که مستلزم شناخت ویژگی‌های زیستی آن است، پارامترهای جدول زندگی با تأکید بر نرخ ذاتی افزایش جمعیت و دموگرافی کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای و شته‌ی جالیز در شرایط آزمایشگاهی مطالعه شد تا پارامترهای رشد جمعیت و کارآیی این کفشدوزک با توجه به پارامترهای رشدی جمعیت شته‌ی جالیز با هم مقایسه شوند.

مواد و روش‌ها

تجزیه و تحلیل کمی جمعیت کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای

برای تجزیه و تحلیل کمی جمعیت کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای، تعدادی کفشدوزک زمستان‌گذرانی‌کرده که در مزارع خیار اطراف رشت در حال تغذیه و جفت‌گیری بودند، جمع‌آوری شد. این کفشدوزک‌ها به دو گروه تقسیم شده و به اتاق پرورش با دمای ۲ ± ۲۶

درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ٥ ± ٦٥ درصد و دوره‌ی روشنایی ١٦ و تاریکی ٨ ساعت انتقال یافتند. برای تغذیه‌ی حشرات بالغ (چه در کلنی و چه در آزمایش)، روزانه ٣٠٠–٢٥٠ شته‌ی جالیز و برای تغذیه‌ی مراحل لاروی (بسته به مرحله‌ی لاروی) نیز، تعداد کافی از این شته در اختیار آن‌ها قرار داده می‌شد. از گروه اول به عنوان کلنی پرورش استفاده شد، که پس از تخم‌گذاری، از میان تخم‌های گذاشته شده، ١٢٠ عدد تخم هم‌سن به طور تصادفی انتخاب و به صورت انفرادی داخل پتری به قطر ٦ سانتی‌متر منتقل شدند. پتری‌ها روزانه مورد بازدید قرار گرفته و پارامترهای مربوط به مراحل نابالغ شامل تعویض جلد هر یک از مراحل رشدی و نیز مرگ و میر، تعیین و در جداول مربوطه ثبت گردید. گروه دوم شامل ده جفت کفشدوزک بود که هر جفت به طور جداگانه به ظروف استوانه‌ای شفاف (از جنس پلاستیک) به قطر ٣٠ و ارتفاع ٨ سانتی‌متر منتقل شدند. این ظروف روزانه بازدید و تعداد تخم گذاشته‌شده، و نیز مرگ و میر، ثبت گردید. از داده‌های دو آزمایش برای تحلیل دموگرافی به روش Carey (1993) استفاده شد.

تجزیه و تحلیل کمی جمعیت شته‌ی جالیز

تعداد ٢٥ عدد گلدان خیار به اتاق پرورش با شرایط فوق انتقال داده شد. گلدان‌ها در گلخانه‌ای با شرایط نور طبیعی (نور خورشید) و متوسط دمای ٢٤/٥ (دامنه‌ی ٣٧–١٨ درجه‌ی سانتی‌گراد) پرورش یافته بودند. تعداد ٥٠ عدد شته‌ی بالغ بی‌بال بکرزا به طور جداگانه داخل قفس‌های برگی روی برگ‌های میانی گیاه خیار که ٦٠–٥٠ سانتی‌متر از سطح خاک گلدان فاصله داشتند، محصور و به مدت ٢٤ ساعت نگهداری شدند. قفس‌های برگی متشکل از دو ظرف پتری به ابعاد ٦٠ × ١٠ میلی‌متر بود که با گیره به هم وصل شده و برای جلوگیری از زخمی شدن برگ، به لبه‌های این ظروف اسفنج چسبانده شده بود. پس از گذشت زمان فوق، شته‌های بالغ حذف شده و اجازه داده شد تا پوره‌های تولیدشده به شته‌های بالغ تبدیل شوند. پس از ظهور شته‌های بالغ، ٢٠ شته‌ی بالغ بکرزا که کمتر از ٢٤ ساعت از بلوغ آن‌ها می‌گذشت، انتخاب و هر کدام به‌طور مجزا روی یک برگ توسط قفس برگی محصور شدند. نتاج تولیدشده توسط هر شته به طور روزانه ثبت گردید. برای جلوگیری از اشتباه در شمارش،

پوره‌های تولیدشده در هر روز، از داخل قفس برگی حذف می‌شدند. شمارش پوره‌ها تا زمان مرگ آخرین شته‌ی مادر ادامه یافت و نتایج در جداول مربوطه ثبت شد.

محاسبه‌ی پارامترهای رشد جمعیت

داده‌ها بر اساس سن (x)، بقای میان‌دوره (l_x) و تعداد ماده‌های حاصل از تولید مثل یک ماده در سن x (m_x) تنظیم و پارامترهای رشد جمعیت کفشدوزک و شته با استفاده از اطلاعات و فرمول‌های Carey (1993) و Birch (1948) به شرح زیر محاسبه گردید:

نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)	فرمول ۱	$\sum_{o}^{w} e^{r_m x} l_x m_x = 1$
	فرمول ۲	$r_m = \frac{\ln R_0}{T}$
نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)	فرمول ۳	$\lambda = e^{r_m}$
نرخ خالص تولید مثل (R_0)	فرمول ٤	$R_0 = \sum_{0}^{w} l_x m_x$
متوسط مدت زمان یک نسل (T)	فرمول ٥	$T = \frac{\ln R_0}{r_m}$
	فرمول ٦	$T = \frac{\sum_{0}^{w} x l_x m_x}{\sum_{0}^{w} l_x m_x}$
مدت زمان دوبرابرشدن جمعیت (DT)	فرمول ۷	$DT = \frac{\ln 2}{r_m}$
چندبرابر شدن جمعیت در طی یک هفته (r_w)	فرمول ۸	$r_w = (e^{r_m})^7$

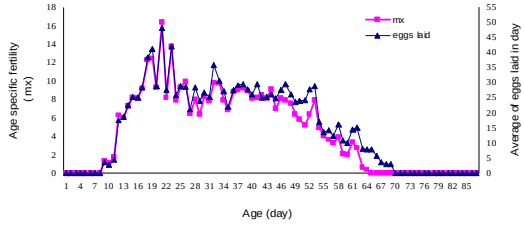
کلیه‌ی محاسبات و ترسیم شکل‌ها با نرم‌افزارهای Excel 2000 و Matlab version 6 انجام شد.

نتایج و بحث

پارامترهای رشد جمعیت در کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای

بر اساس نتایج به‌دست آمده، میانگین مجموع تخم‌های گذاشته شده و میانگین تخم‌گذاری روزانه‌ی کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای به‌ترتیب ۱٤ ± ۱۲٦۷ و ۱/۳۳ ± ۲۲ عدد بود.

میانگین نتاج ماده در هر ماده در هر روز (m_x)، ۰/٤۸ ± ۵/۹۲ بود، که بیشترین تولید افراد ماده (۱٦/٤ عدد) در روز بیستم عمر کفشدوزک هماهنگ با بیشترین میزان تخم‌گذاری بود (شکل ۱).



شکل ۱. تغییرات تخم‌های گذاشته‌شده با تولید افراد ماده در طول دوره‌ی تخم‌گذاری در کفشدوزک *C. septempunctata*.

Fig. 1. Changes of egg laid and age specific fertility of *C. septempunctata* in oviposition period.

با استفاده از فرمول ٤، نرخ خالص تولید مثل (R_0)، ۳۷۳/۹۱٦ به‌دست آمد که نشان‌دهنده‌ی تعداد نتاج ماده به ازای هر کفشدوزک ماده در هر نسل می‌باشد. با استفاده از فرمول ۱، مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، ۰/۱۵۹ محاسبه شد. طول مدت هر نسل ۳۷/۲۵ روز و مدت زمان لازم برای دوبرابرشدن جمعیت ٤/۳۵ روز تعیین گردید. میزان افزایش جمعیت افراد ماده در یک هفته با استفاده از فرمول ۸ به دست آمد (جدول ۱).

تغییرات نسبت بقا و تولید نتاج ماده با سن در کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای در شکل ۲ نشان داده شده است. بیشترین میزان تولید نتاج در روز بیست و یکم (۱٦/٤ عدد) و کمترین مقدار آن به میزان ۰/۳۸ مربوط به روز ۷۸ بود. در مابقی عمر، تولید نتاج صفر است. چنین روند تغییراتی در نسبت بقا و تولید نتاج در سایر مطالعات انجام شده نیز گزارش شده است (Chazeau *et al.*, 1991).

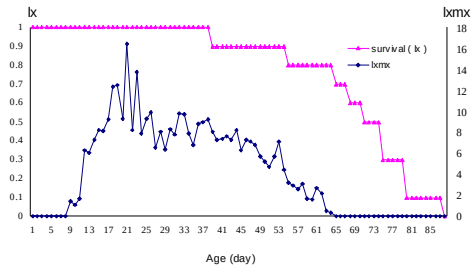
مقدار r_m محاسبه شده برای کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای (۰/۱۵۹) تقریباً مشابه مقدار r_m برای جمعیت‌های این کفشدوزک مربوط به آیوا (۰/۱۷) است که مقدار آن با جمعیت‌های دلوار

جدول ۱. مقایسه پارامترهای رشد جمعیت کفشدوزک *C. septempunctata* و شته‌ی جالیز، *A. gossypii*

Table 1. Comparison of the population growth parameters of *A. gossypii*, and *C. septempunctata*.

Species	Value of variable population growth parameters					
	T (day)	R_0	r_m	λ	DT (day)	r_w
A. gossypii	8.27	49.256	0.471	2.95	1.47	27.3
C. septempunctata	37.25	373.91	0.159	1.4	4.35	3.045

(۰/۲)، فرانسه (۰/۱۹)، مولداوی و اوکراین (۰/۱۸) متفاوت است (Phoofolo & Obrycki, 1995). ذکر این نکته ضروری است که با توجه به اینکه r_m پارامتر دقیقی است، عوامل زیادی از جمله گونه‌ی حشره مورد مطالعه (Wyatt & White, 1977; Uygun & Elekciogulu, 1998)، نوع میزبان (Tanigoshi & McMurtry, 1977; Uygun & Elekciogulu, 1998; Tasai & Wang, 2001; Hoddle *et al*., 2001)، منشاء جغرافیایی (Obrycki *et al*., 1993; Phoofolo & Obrycki, 1995)، شرایط اقلیمی (دما، نور و رطوبت) (Kresting *et al*., 1999; Infante, 2000)، طول عمر حشرات کامل و غیره روی آن تاثیر می‌گذارند. برای تعیین اثرات ذکر شده، مقدار r_m را محاسبه می‌کنند. لذا این تفاوت در مقدار r_m را می‌توان به تفاوت در ظرفیت تولید مثلی (نرخ تولید مثل خالص)، میزان تخم‌گذاری، طول دوره‌ی نسل، نوع طعمه (*A. gossypii*) و دمای پرورش، منطقه‌ی جغرافیایی پراکنش (ایران) و روش محاسبه‌ی r_m و غیره نسبت داد.



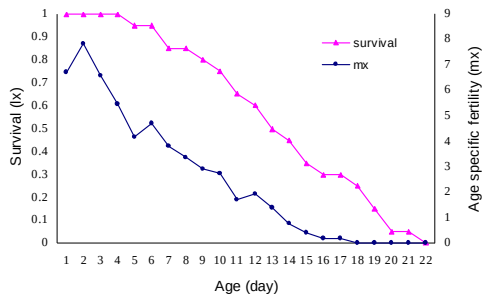
شکل ۲. تغییرات نسبت بقا (l_x) و تعداد نتاج ماده با سن در کفشدوزک *C. septempunctata*.

Fig. 2. Changes of proportion of surviving (l_x) and the number of female production of *C. septempunctata vs.* its age.

پارامترهای رشد جمعیت در شته‌ی جالیز

بر اساس نتایج به‌دست آمده، میانگین طول عمر حشرات کامل شته‌ی جالیز ۱/۰۹ ± ۱۳/۸ روز و میانگین تعداد نتاج ماده در هر ماده در هر روز (m_x)، ۰/۵۹ ± ۳/۲۲ بود. بیشترین میزان m_x در روز دوم عمر شته‌ها بود. میزان پوره‌زایی با افزایش سن کاهش یافته و در اواخر عمر به صفر رسید (شکل ۳). با استفاده از فرمول ۱، مقدار نرخ ذاتی افزایش ۰/٤۷۱ و با استفاده از فرمول ۵، طول مدت هر نسل ۸/۲۷ روز تعیین شد. با فرمول‌های ۷ و ۸ و با داشتن نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته می‌توان سرعت رشد جمعیت را تعیین نمود. بر این اساس زمان لازم برای دوبرابر شدن جمعیت شته و چندبرابرشدن جمعیت آن در مدت یک هفته محاسبه شد (جدول ۱).

مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت در شته جالیز (جدول ۱) تقریبا مشابه نرخ ذاتی افزایش جمعیت ۰/٤۲٦ در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد روی خیار (Vansteenis & El-Khawass, 1995)، ۰/٤۹٦ در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد روی کدو (Aldyhim & Khalil, 1993)، ۰/٤۳۵ در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد روی خیار (Attia & El-Hamaky, 1987) و ۰/٤۱۳ در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد روی پنبه است (Kresting *et al*., 1999).



شکل ۳. تغییرات نتاج ماده در هر ماده در هر روز (m_x) و نسبت بقا (l_x) با سن در شته‌ی جالیز، *A. gossypii*.

Fig. 3. Changes of proportion of surviving (l_x) and females per female per day (m_x) of *A. gossypii vs.* its age.

مقایسه‌ی شاخص‌های رشد جمعیت کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای با شاخص‌های رشد جمعیت شته‌ی جالیز (جدول ۱) نشان می‌دهد که نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته‌ی جالیز خیلی بیشتر از کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای است؛ هرچند نرخ تولید مثل خالص آن بسیار کمتر از کفشدوزک بوده ولی به دلیل کوتاه بودن طول دوره‌ی نسل، مقدار r_m آن بالا می‌باشد. به‌هرحال، برای تصمیم‌گیری اساسی در مورد کنترل شته توسط کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای، باید علاوه بر نرخ ذاتی افزایش جمعیت، میزان تغذیه (روزانه و کل) حشرات کامل و سنین لاروی کفشدوزک، قدرت جستجو، زمان دستیابی و در نهایت واکنش تابعی کفشدوزک را نیز در این رابطه منظور کرد و با استفاده از ترکیب این پارامترها، نسبت رهاسازی کفشدوزک به شته را تعیین نمود. به عنوان مثال، کارآیی کنه‌ی شکارگر *Typhlodromus floridanus* Muma و کفشدوزک *Stethorus picipes* Casey برای تنظیم جمعیت کنه‌ی *Oligonychus punicae* (Hirst) که آفت آووکادو در کالیفرنیا است، مطالعه و نرخ ذاتی افزایش جمعیت در *O. punicae*، ۰/۲۲۲، در *T. floridanus*، ۰/۱۵۹ و در *S. picipes*، ۰/۱۲۱ محاسبه شد. با استفاده از مقدار r_m، میزان مصرف طعمه توسط *T. floridanus* و یک مدل ریاضی نشان داده شد که وجود یک نسبت اولیه‌ی ۱۰ طعمه به یک شکارگر در تنظیم جمعیت *O. punicae* در ۱۳ روز کافی است (Tanigoshi & McMurtry, 1977). همچنین، در بررسی پارامترهای زیستی کفشدوزک *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) روی پسیل *Paurocephala psylloptera* Crawford در دمای ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد، نرخ ذاتی افزایش جمعیت ۰/۱۶۵، نرخ خالص تولید مثل ۱۴۳/۹۲ و میانگین طول نسل ۳۰/۰۷ روز محاسبه شد. با استفاده از مقادیر به‌دست آمده و آزمایش‌های گلخانه‌ای بهترین نسبت رهاسازی کفشدوزک برای کنترل پسیل ۲۰۰ :۱ (پسیل: کفشدوزک) بدست آمد (Hsieh *et al*., 1985).

سپاس‌گزاری

از آقایان دکتر سید ابراهیم صادقی و دکتر علی‌اصغر طالبی به خاطر راهنمایی و در اختیار قرار دادن پایان‌نامه‌ها و نیز از محققین خارجی، به‌ویژه دکتر J. Obrycki از دانشگاه آیوا، دکتر

J. Carey از دانشگاه دیویس و دکتر J. Miller از دانشگاه کالیفرنیا به خاطر راهنمـایی و ارسـال نرم‌افزار و مقالات صمیمانه سپاس‌گزاری می‌شود.

منابع

Akey, D. H. & Butler, G. D. (1989) Developmental rates and fecundity of apterus *Aphis gossypii* on seedlings of *Gossypium hirsutum*. *Southwestern Entomologist* 14, 295-299.

Aldyhim, Y. N. & Khalil, A. F. (1993) Influence of temperature and daylength on population development of *Aphis gossypii* on *Cucurbita pepo*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 67(2), 167-172.

Aline, M. A. & Campanhola, C. (2000) Statistical inference on associated fertility life table parameters using jacknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology* 93(2), 511-518.

Attia, A. A. & El-Hamaky, M. A. (1987) The biology of the cotton aphid *Aphis gossypii* Glover in Egypt (Homoptera: Aphididae). *Bulletin de la Société Entomologique d'Egypte* 85, 359-371.

Birch, L. C. (1948) The intrinsic rate of natural increase in an insect population. *Journal of Animal Ecology* 17, 15-26.

Carey, J. R. (1993) *Applied demography for biologists*. 206 pp. Oxford University Press.

Chazeau, J., Bouye, E. & Larbogne, L. B. (1991) Development and life table of *Olla v-nigrum* (Col: Coccinellidae) a natural enemy of *Heteropsylla cubana* (Hom: Psyllidae) introduced in New Caledonia. *Entomophaga* 36(2), 275-285.

Esmaili, M. (1997) *Important pests of fruit trees*. 578 pp. Sepeher Publication Center. [In Persian].

Hoddle, M. S., Jones, J., Orishi, K., Morgan, D. & Robinson, L. (2001) Evaluation of diets for the development and reproduction of *Franklinothrips orizabensis* (Thysanoptera: Aeolothripidae). *Bulletin of Entomological Research* 91, 273-280.

Hsieh, F. K., WU, I. S. & Hung, L. M. (1985) Preliminary studies on biological control of the mulberry psyllid. *Special Publication, Taiwan Agricultural Research Institute* 19, 14-20.

Infante, F. (2000) Development and population growth rates of *Prorops nasuta* (Hym: Bethylidae) at constant temperatures. *Journal of Applied Entomology* 124, 343-348.

Jackson, H. B., Rogers, C. E., Eikenbary, R. D., Stark, K. J. & McNew, R. W. (1974) Biology of *Ephedrus plagiator* on different aphid hosts and various temperatures. *Environmental Entomology* 3, 618-620.

Komazaki, S. (1982) Effect of constant temperature on population growth of three aphid species, *Toxoptera citricidus* (Kirkalday), *Aphis citricola* van der Goot and *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on citrus. *Applied Entomology and Zoology* 17, 75-81.

Kresting, U., Satar, S. & Uygun, N. (1999) Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Hom:Aphididae) reared on *Gossypium hirsutum* L. *Journal of Applied Entomology* 123, 23-27.

Obrycki, J. J., Orr, D. B., Orr, C. J., Wallendorf, M. & Flanders, R. V. (1993) Comparative developmental and reproductive biology of three populations of *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control* 3(1), 27-33.

Peravi Cheshnasar, H. (1998) A part of lady beetles fauna in Guilan Province. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Guilan University. 100 pp. [In Persian].

Phoofolo, M. W. & Obrycki, J. J. (1995) Comparative life history studies of Nearctic and Palearctic populations of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology* 24(30), 581-587.

Rakhshani, E. (2001) Identification of natural enemies of walnut aphid, *Chromaphis juglandicola* (Homoptera: Aphididae) and biology of parasitoid wasp, *Trioxys pallidus* (Hymenoptera: Braconidae). M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University. 164 pp. [In Persian].

Sadeghi, A. (1992) Faunistic study of ladybeetles (Coccinellide) in alfalfa fields and dominant species in Karaj. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University. 284 pp. [In Persian].

Tanigoshi, L. K. & McMurtry, J. A. (1977) The dynamics of predation of *Stethorus picipes* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Typhlodromus floridanus* on the prey *Oligonychus punicae* (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae), Part I, comparative life history and life table studies. *Hilgardia* 45(8), 237-261.

Tasai, J. H. & Wang, J. J. (2001) Effect of host plant on biology and life table parameters of *Aphis spiraecola* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 30(1), 44-50.

Uygun, N. & Elekciogulu, N. Z. (1998) Effect of three diaspididae prey species on development and fecundity of the lady beetle *Chilocorus bipustulatus* in the laboratory. *Biocontrol* 43,153-162.

Vansteenis, M. J. & El-Khawass, K. A. M. H. (1995) Life history of *Aphis gossypii* on cucumber: influence of temperature, host plant and parasitism. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 76,121-131.

Wyatt, I. J. & White, P. F. (1977) Simple estimation of intrinsic increase rates for aphids and tetranychid mites. *Journal of Applied Ecology* 14, 757-766.

Zohdi, H. (2001) Study on the biology of the elm leaf beetle egg parasitoid, *Tetrastichus gallerucae* (Hymenoptera: Eulophidae) in Kerman. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University. 164 pp. [In Persian].