آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸۵، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۶

ویژگی‌های زیستی و پارامترهای جدول زندگی کفشدوزک *Hyperaspis polita* با تغذیه از شپشک‌های آردآلود *Phenacoccus solenopsis* و *Planococcus citri* در شرایط آزمایشگاهی

صادق نخعی مدیح[۱]، لیلا رمضانی[۲]✉، سارا ضرغامی[۳] و نوشین زندی سوهانی[۲]

۱ و ۲- به ترتیب دانش آموخته‌ی کارشناسی‌ارشد؛ دانشیار؛ گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان؛ ۳- دکتری حشره‌شناسی، گروه گیاهپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

(تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۵؛ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۶)

چکیده

کفشدوزک *Hyperaspis polita* گزینه توانایی برای کنترل شپشک‌های آردآلود است. به‌منظور تعیین بهترین طعمه برای پرورش انبوه این شکارگر با تغذیه از شپشک‌های آردآلود پنبه *Phenacoccus solenopsis* و مرکبات *Planococcus citri* در شرایط آزمایشگاهی (دمای بهینه ۱±۳۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری به تاریکی ۱۴:۱۰) پارامترهای زیستی آن بررسی شد. تجزیه داده‌ها بر اساس جدول زندگی سن- مرحله دوجنسی نشان داد طول دوره تفریخ تخم و طول دوره رشدی لاروها، پیش شفیره و شفیره کفشدوزک با تغذیه از شپشک آرد آلود مرکبات به ترتیب ۵/۰۸، ۳/۶۲، ۲/۴۷، ۶/۵۵ روز و با تغذیه از شپشک آردآلود پنبه به ترتیب ۵/۱۸، ۳/۷۵، ۲/۳۸ و ۶/۱۶ روز بود. طول کل دوره پیش از تخم‌ریزی (TPOP)، پیش از تخم‌ریزی حشرات کامل (APOP)، دوره تخم‌ریزی، عمر حشرات بالغ ماده و نر به ترتیب با تغذیه از شپشک آرد آلود مرکبات برابر با ۴/۳۶، ۳۲/۲۸، ۵۱/۷۲، ۸۱/۸۹ و ۶۹/۸۴ روز و با تغذیه از شپشک آردآلود پنبه برابر با ۴/۸۷، ۳۲/۳۹، ۴۵/۳۳، ۷۰/۸۵ و ۶۴/۴۴ روز برآورد شد. ماده‌ها به‌طور میانگین ۲۲۰/۸ تخم با تغذیه از شپشک آردآلود مرکبات و ۱۸۲/۶۱ تخم با تغذیه از شپشک آردآلود پنبه تولید کردند. مقادیر پارامترهای جدول زندگی شامل نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولید مثل (R_o) و طول دوره یک نسل (T) به ترتیب با تغذیه از شپشک آردآلود مرکبات برابر با ۰/۰۷۸۳ روز$^{-1}$، ۱/۰۸۱۴ روز$^{-1}$، ۵۳/۳۵ نتاج، ۵۰/۸۰ روز و با تغذیه از شپشک آردآلود پنبه برابر با ۰/۰۷۶۷ روز$^{-1}$، ۱/۰۷۹۷ روز$^{-1}$، ۴۳/۳۵ نتاج و ۴۹/۱۴ روز محاسبه شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده هر دو شپشک طعمه برای پرورش انبوه این کفشدوزک مناسب بودند، اما با توجه به سهولت پرورش شپشک آردآلود مرکبات، این شپشک به عنوان بهترین طعمه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: جدول زندگی دوجنسی، *Hyperaspis polita*، *Phenacoccus solenopsis*، *Planococcus citri*

Biology and life table parameters of *Hyperaspis polita* feeding on *Phenacoccus solenopsis* and *Planococcus citri* under laboratory conditions

S. NAKHAEI MADIH[1], L. RAMEZANI[2]✉, S. ZARGHAMI[3] and N. ZANDI SOHANI[2]

1, 2- MSc graduated; Associate professor; Department of Plant protection, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Iran; 3- PhD, Department of Plant Protection, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

Abstract

The coccinellid *Hyperaspis polita* Weise is one of the important predators in controlling mealybugs. In this study, biology and life table parameters of *H. polita* were determined by their feeding on two species of mealybugs, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley and *Planococcus citri* Risso, to idetify the best prey for mass rearing of *H. polita* under laboratory conditions (optimal tepmerature 30 ± 1°C, 65 ± 5% RH and a photoperiod of 14L:10D). Data analyzing based on the age-stage, two sex life table theory indicated that egg incubation, larval instars, prepupal and pupal stages period were 5.08, 3.62, 2.47, and 6.55±0.07 days feeding on *P. citri* and 5.18, 3.75, 2.38, and 6.16days feeding on *P. solenopsis*, respectively. The APOP, TPOP, ovioisition period, female and male longevity, mean number of eggs per female were 4.36, 32.28, 51.72, 81.89, 69.84 days, and 220.8±24.44 eggs on *P.citri* and 4.87, 32.39, 45.33, 70.85, 64.44 days, and 182.61 eggs on *P. solenopsis*, respectively. The maximum daily fecundity was 5.5 eggs per day on both of prey. The life table parameters of *H. polita* including the intrinsic rate of increase (r_m), finite rate of increase (λ), net reproductive rate (R_0), mean generation time (T) were estimated as 0.0783±0.0042 d^{-1}, 1.0814±0.0045 d^{-1}, 53.35±10.06 offsprings, 50.80± 0.81 d on *P. citri*, and 0.067±0.0045 d^{-1}, 1.0797±0.0047 d^{-1}, 43.35±8.58 offsprings, 49.14±0.80 d on *P. solenopsis*, respectively. According to our results, *H. polita* can successfully survive and reproduce on both of mealybugs, thus both of them are suitable for mass production of this predator. But regaring to easily rearing of *P.citri* in laboratory conditions this species is suggested as the best prey.

Keywords: Age-stage two-sex life table, *Hyperaspis polita*, *Phenacoccus solenopsis, Planococcus citri*.

✉ **Corresponding author: danaus_lp@yahoo.com**

مقدمه

شپشک‌های آردآلود (Hemiptera: Pseudococcidae) به علت تعدد گونه‌ای، دامنه میزبانی وسیع، خسارت شدید، تولیدمثل بالا، دوره رشدی طولانی، تعداد نسل زیاد و تداخل نسل‌ها در بسیاری از مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان ازجمله مهم‌ترین گروه‌های آفات محسوب می‌شوند (Nagrare *et al*., 2009; 2011). در این میان شپشک آردآلود پنبه *Phenacoccus solenopsis* Tinsley یک آفت مهم و چندین خواره خطرناک برای دامنه وسیعی از گیاهان زراعی و زینتی محسوب می‌شود که تاکنون از بیش از ۲۰۰ گونه گیاهی از مناطق متعددی در جنوب و مرکز آمریکا، آفریقا و آسیا شناخته شده است (Malumphy *et al*., 2013; Ben-Dov *et al*., 2014). در ایران پراکنش عمده این آفت در مناطق غرب و جنوب غرب از جمله استان خوزستان می‌باشد و طبق گزارش‌ها تهدید جدی برای گیاهان زینتی در فضای سبز محسوب می‌شود (Mossadegh *et al*., 2015). یکی دیگر از شپشک‌های آردآلود مهم شپشک آردآلود مرکبات *Planococcus citri* Risso می‌باشد. این آفت بومی آسیا بوده اما در سراسر آمریکا، اروپا و اقیانوس آرام یافت می‌شود و به دامنه وسیعی از گیاهان حدود ۶۴ تیره گیاهی حمله کرده و علاوه بر این به‌عنوان یک ناقل بیماری‌های ویروسی در تاکستان‌ها شناخته‌شده است (Blumberg and Van Driesche 2001; Ben-Dov *et al*., 2014). در حال حاضر شپشک آرد آلود مرکبات در ایران بیشترین خسارت را در باغ‌های مرکبات استان‌های شمالی و همچنین در گلخانه‌ها روی گیاهان زینتی ایجاد می‌کند (Moghadam, 2013). با توجه به قدرت بالای تولیدمثل این شپشک، در شرایط آزمایشگاه همیشه به‌عنوان یک طعمه مناسب برای پرورش انبوه کفشدوزک‌های شکارگر شپشک‌های آرد آلود مورد استفاده قرارگرفته است (به عنوان مثال: Kontodimas *et al*., 2007; Fand *et al*., 2010; Zarghami *et al*., 2014b).

مطالعات اخیر در راستای شناسایی دشمنان طبیعی شپشک‌های آردآلود در استان خوزستان منجر به شناسایی کفشدوزک *Hyperaspis polita* Weise شده است (Asadeh and Mossadegh, 1993; Alizadeh *et al*., 2013; Mossadegh *et al*., 2015). این کفشدوزک علاوه بر ایران تا کنون از لبنان، نواحی ساحل شرق مدیترانه، ترکیه، پاکستان، نواحی خشک جنوب غرب آسیا به‌عنوان شکارگر مهم و کارآمد شپشک‌های آردآلود گزارش‌شده است (Yazdani, 1990; Ramindo and van Harten, 2000; Ramindo *et al*., 2006).

بررسی منابع نشان می‌دهد تاکنون مطالعات اندکی روی پارامترهای زیستی این شکارگر صورت گرفته هرچند که استفاده بجا و مناسب از یک دشمن طبیعی برای کنترل آفت مستلزم داشتن درک مناسبی از خصوصیات اکولوژیکی جمعیت از قبیل نرخ رشد و بقاء و زادآوری، با در نظر گرفتن تأثیر فاکتورهای زنده و غیرزنده بر مبنای جدول زندگی می‌باشد. خدامان در سال ۱۹۹۲ ویژگی‌های زیستی کفشدوزک *H. polita* را با تغذیه از شپشک آردآلود جنوب *Nipaecoccus viridis* Newstead مورد بررسی قرار داده است (Khodaman, 1992). صیف‌اللهی و همکاران ویژگی‌های زیستی و جدول زندگی دوجنسی کفشدوزک *H. polita* را با تغذیه از شپشک آردآلود پنبه روی میزبان گیاهی ختمی چینی *Hibiscus rosa-sinensis* L. در سه دما در شرایط آزمایشگاهی بررسی نمودند (Seyfollahi *et al*., 2016). نتایج ایشان نشان داد که دمای ۳۰ درجه سلسیوس بهترین دما برای نمو و تولیدمثل این کفشدوزک می‌باشد. مصدق و همکاران در بررسی دشمنان طبیعی شپشک آردآلود پنبه، کفشدوزک *H. polita* را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شکارگرها معرفی نموده‌اند (Mossadegh *et al*., 2015).

از آنجایی‌که بررسی تأثیر عوامل مختلفی از قبیل گونه طعمه روی خصوصیات بیولوژیکی کفشدوزک *H. polita* می‌تواند ما را در پیش‌بینی فعالیت این شکارگر در شرایط مزرعه‌ای و پرورش موفق آن تحت شرایط آزمایشگاهی راهنمایی کند، در این پژوهش آماره‌های زیستی این شکارگر

با تغذیه از شپشک‌های آرد آلود پنبه و آردآلود مرکبات بررسی شد.

روش بررسی

ایجاد کلنی شپشک‌های آردآلود پنبه و آردآلود مرکبات: در این پژوهش از دو شپشک آردآلود برای تهیه کلنی و انجام آزمایش‌ها مربوطه استفاده شد. برای تهیه کلنی شپشک آردآلود پنبه نمونه‌برداری از جمعیت‌های این شپشک روی درختچه‌های ختمی چینی در شهرستان رامین (نزدیک اهواز) انجام شد. جمعیت اولیه شپشک آردآلود مرکبات از انسکتاریوم واقع در شهرستان دزفول که از باغ‌های مرکبات شمال ایران جمع‌آوری کرده بود، تهیه شد. پس از ظهور پوره‌های سن یک هرکدام از شپشک‌ها، این پوره‌ها توسط قلم‌مو به‌طور جداگانه به روی جوانه‌های سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) به‌عنوان میزبان گیاهی واسط، منتقل شدند تا تکثیر یابند. جوانه‌های کاملاً آلوده به شپشک‌ها در ظروف پلاستیکی به ابعاد ۱۰×۱۶×۲۴ سانتی‌متر نگهداری و در آزمایش‌های مربوطه مورد استفاده قرار گرفتند.

تشکیل کلنی کفشدوزک *H. polita*: جمعیت اولیه کفشدوزک *H. polita* از گیاهان ختمی چینی آلوده به شپشک آردآلود پنبه از شهرستان رامین، در بهار ۱۳۹۳ جمع‌آوری و پس از شناسایی، حشرات کامل ظاهرشده، روی شپشک‌های آردآلود موجود روی سیب‌زمینی رها شدند، نمونه‌ها هر روز مورد بررسی قرار گرفتند و در صورت نیاز، غذای جدید برای کفشدوزک‌ها جایگزین شد. کلنی کفشدوزک و شپشک در دمای بهینه ۱±۳۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری به تاریکی ۱۴:۱۰ نگهداری شدند (Seyfollahi *et al*., 2016) و بعد از سه نسل، از کفشدوزک‌ها برای آزمایش استفاده شد.

تعیین پارامترهای زیستی کفشدوزک: زیست‌شناسی و پارامترهای جدول زندگی کفشدوزک *H. polita* روی دو طعمه غذایی شامل شپشک‌های آردآلود پنبه و آردآلود مرکبات به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا تعدادی نر و ماده بالغ روی یک کلنی شپشک در ظرف پرورش پلاستیکی به ابعاد ۱۰×۱۶×۲۴ سانتی‌متر حاوی درپوش تهویه‌دار رها کرده و پس از گذشت ۸ ساعت به ترتیب ۱۱۳ و ۱۲۷ تخم هم‌سن از کلنی شپشک‌های آردآلود پنبه و آردآلود مرکبات به‌طور تصادفی انتخاب و به‌طور جداگانه (به‌منظور جلوگیری از هم‌خواری) در ظرف پتری به ابعاد ۱×۹ سانتی‌متر نگهداری شدند. لاروهای تازه متولدشده به ظروف آزمایش منتقل شدند. ظروف آزمایش شامل ظروف پلاستیکی به ابعاد ۷×۳×۹ سانتی‌متر که سوراخ‌هایی به قطر ۲ سانتی‌متر برای تهویه روی ظروف ایجاد و با تور با مش ریز پوشانده شده بود. قبل از شروع آزمایش، درون این ظروف یک برش از جوانه سیب‌زمینی آلوده به شپشک قرار داده شد. ظروف در انکوباتور با دمای بهینه ۱±۳۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵± ۶۵ درصد و دوره نوری به تاریکی ۱۴:۱۰ قرار داده شدند و در طول آزمایش روزانه غذای تازه شامل همه مراحل رشدی شپشک‌ها در اختیار آن‌ها قرار گرفت. مرگ‌ومیر مراحل نابالغ و طول دوره رشدی آن‌ها تا زمان ظهور بالغین هر ۱۲ ساعت ثبت شد. پس از ظهور بالغین، نر و ماده‌های هم سن جفت شدند و به ظروف دیگری حاوی طعمه انتقال داده شدند و میزان بقاء و زادآوری آنها هر ۲۴ ساعت تا زمان مرگ افراد ثبت شد.

تجزیه آماری: مدت‌زمان نمو افراد، شامل نر، ماده و آن‌هایی که قبل از رسیدن به مرحله بلوغ مرده‌اند و زادآوری روزانه ماده بر مبنای تئوری جدول زندگی سنی- مرحله زیستی، دوجنسی (Chi and Liu, 1985) و روش شرح داده شده توسط Chi (1988) محاسبه شد. در این روش نرخ بقاء ویژه مرحله زیستی (S_{xj}) (در اینجا سن =x و مرحله =j)، زادآوری ویژه مرحله زیستی (f_{xj})، نرخ بقاء ویژه سنی (l_x)، زادآوری ویژه سنی (m_x)، ارزش باروی ویژه سنی- مرحله زیستی (v_{xj})، APOP: طول دوره پیش از تخم‌ریزی ماده بالغ، TPOP: طول دوره کامل پیش از تخم‌ریزی واقعی (از زمان

تولد تا آغاز تخم‌ریزی) و پارامترهای رشد جمعیت (r ،Ro ،λ ،T) محاسبه شدند. محاسبه پارامترهای جدول زندگی دوجنسی- ویژه سنی (Chi and Liu, 1985; Chi, 1988) با استفاده از برنامه Two Sex- MS Chart انجام شد (Chi, 2014).

نرخ ذاتی افزایش جمعیت از فرمول اویلر- لوتکا به دست آمد و شروع جدول زندگی بر اساس روش Goodman (1982) از صفر تعیین شد.

(1) $\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)}\, lxmx = 1$

نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولید مثل (R_0) و میانگین طول یک نسل (T) از طریق معادلات زیر محاسبه شدند.

(2) $\lambda = e^{r}$

(3) $R0 = \sum_{x=0}^{\infty} lxmx$

(4) $T = \frac{lnR_0}{r_m}$

امید زندگی ویژه سنی- مرحله زیستی (e_{xj}) طبق روش Chi and Su (2006) محاسبه شد. برای محاسبه میانگین‌ها، واریانس‌ها، خطای استاندارد پارامترهای جمعیت و مقایسه تفاوت‌های آماری میان تیمارها از روش بوت استرپ (Erfon and Tibshirani, 1993) و به منظور ایجاد نتایج بوت استرپ با کمترین تغییرات از ۱۰۰۰۰ تکرار در این مطالعه استفاده شد. شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Sigma plot 12.0 رسم شدند.

نتیجه و بحث

مقادیر مربوط به ویژگی‌های زیستی کفشدوزک *H. polita* با تغذیه از شپشک‌های آردآلود پنبه و آردآلود مرکبات و نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه آماری داده‌ها در جدول ۱ ارائه‌شده است. از ۱۱۳ و ۱۲۷ تخم هم سن کفشدوزک که به‌عنوان گروه همزاد اولیه (کوهورت) در ابتدای آزمایش از روی شپشک‌های آردآلود پنبه و آردآلود مرکبات جداسازی شدند به ترتیب ۱۰۵ و ۹۱ عدد تخم تفریخ شدند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود میان میانگین طول دوره نمو تخم تا پیش شفیرگی کفشدوزک با تغذیه از دو گونه شپشک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اگرچه طول دوره شفیرگی کفشدوزک روی شپشک آردآلود مرکبات ازنظر آماری به‌طور معنی داری بیشتر از شپشک آردآلود پنبه بود ($P<0/05$). صیف‌اللهی و همکاران با بررسی زیست‌شناسی این کفشدوزک با تغذیه از شپشک آردآلود پنبه پرورش‌یافته روی گیاه ختمی چینی در دمای مشابه پژوهش حاضر، طول دوره رشدی تخم تا شفیرگی را به ترتیب ۴/۷±۰/۰۷، ۲/۹±۰/۰۷، ۲±۰/۰۸، ۲/۶±۰/۰۹ ۴/۲±۰/۱، ۲/۱±۰/۰۹ و ۸/۳±۰/۱۷ روز گزارش داده‌اند که با نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش جاری تا حدودی تفاوت دارد (Seyfollahi *et al*., 2016). یکی از علل این اختلاف می‌تواند میزبان گیاهی متفاوت (سیب‌زمینی) استفاده شده در پژوهش حاضر باشد. همچنین Khodaman (1992) با بررسی زیست‌شناسی این کفشدوزک روی شپشک آردآلود جنوب *Nipaecoccus viridis* در دمای ۲۶ درجه سلسیوس، طول دوره رشدی تخم، لارو سن یک تا چهار و شفیرگی را به ترتیب ۷، ۳/۷، ۳، ۴/۲، ۶/۲ و ۱۳ روز گزارش کرده است.

طول دوره رشدی پیش از بلوغ میان جنس نر و ماده اختلاف معنی‌داری نشان نداد و کمترین درصد مرگ‌ومیر پیش از بلوغ با تغذیه از شپشک آردآلود مرکبات مشاهده شد (جدول ۱). صیف اللهی و همکاران طول دوره رشدی پیش از بلوغ نر و ماده و درصد مرگ و میر پیش از بلوغ را به ترتیب ۲۷/۸±۰/۳۴، ۲۶/۷±۰/۳۴ روز و ۳۴ درصد گزارش نموده‌اند (Seyfollahi *et al*., 2016) که با طول دوره رشدی پیش از بلوغ مشاهده شده در پژوهش حاضر مطابقت دارد.

طول دوره پیش از تخم‌ریزی در ماده‌های تغذیه شده روی شپشک آردآلود پنبه به‌طور معنی‌داری بیشتر بود اگرچه طول دوره پیش از تخم‌ریزی کل تحت تأثیر قرار نگرفت ($P<0/05$). این در حالی است که طول دوره تخم‌ریزی و میانگین تخم تولید شده توسط ماده با تغذیه از شپشک

آردآلود مرکبات (۲۲۰/۸±/۲۴/۴۴ تخم) بیشتر از ماده‌های تغذیه کرده از شپشک آردآلود پنبه (۱۸۲/۶۱±۲۳/۴۸) بود. صیف اللهی و همکاران طول دوره‌های APOP، TPOP، تخم‌ریزی و میانگین تخم تولید شده را به ترتیب ۴/۶±۰/۲۰، ۳۱/۴±۰/۴۳، ۵۱/۶±۳/۶۳ روز و ۴۰۵/۵±۳۲/۴۴ تخم گزارش نموده اند (Seyfollahi *et al*., 2016) که با نتایج به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر مطابقت دارد. به علاوه Khodaman (1992) میانگین تخم تولید شده توسط این کفشدوزک با تغذیه از شپشک آردآلود جنوب را ۱۶۵ تخم گزارش کرده است. پژوهش حاضر و تحقیقات Seyfollahi *et al.* (2016) و Khodaman (1992) نشان‌دهنده توانایی تخم‌گذاری زیاد کفشدوزک *H. polita* همانند هم‌گونه‌های خود به‌عنوان مثال کفشدوزک *Hyperaspis notate* Mulsant با تغذیه از شپشک آردآلود *Phenacoccus herreni* Cox & Williams (۳۳۸/۰۴±۳۷/۰۴۷ تخم) (Dreyer *et al*., 1997)، *Hyperaspis jucunda* Mulsant با تغذیه از شپشک آردآلود *Phenacoccus manihotii* Matile-Ferrero (۴۵۶ تخم) *Hyperaspis pantherina* Fursch (Nsiama She *et al*., 1984)، با تغذیه از شپشک آردآلود *Orthezia insignis* Brawne (۳۲۵ تخم) (Booth *et al*., 1995) و *Hyperaspis maindrconi* Sicard با تغذیه از شپشک آردآلود پنبه (۳۷۰/۲±۹/۳۱ تخم) (Fand *et al*., 2010) می‌باشد.

بررسی طول عمر حشرات کامل نشان داد این پارامتر در افراد با تغذیه از شپشک آردآلود مرکبات طولانی‌تر از حشرات کامل با تغذیه از شپشک آردآلود پنبه بود و روی هر دو تیمار، ماده‌ها طول عمر طولانی‌تری نسبت به نرها داشتند (جدول ۲). طول عمر نر و ماده این کفشدوزک ۴۲/۷۹±۴/۴۶ و ۴۶/۱۹±۴/۳۳ روز گزارش شده است (Seyfollahi *et al*., 2016) که کوتاه‌تر از نتایج به دست در پژوهش حاضر است.

بررسی منابع نشان می‌دهد کفشدوزک *H. polita* همانند همگونه‌های خود از طول عمر طولانی برخوردار است. طول عمر نر و ماده دو نژاد برزیلی و کلمبیایی کفشدوزک *Hyperaspis polita notata* توسط Dreyer *et al.* (1997)، در دمای ۳۰ درجه سلسیوس به ترتیب ۱۹/۱۳ و ۲۲/۳۹ روز و توسط Fand *et al*. (2010) در دمای ۲۷ درجه سلسیوس، طول عمر ماده و نر کفشدوزک *H. maindroni* به ترتیب ۷۲/۴۰±۲/۱۱ و ۶۰±۲/۷۶ روز گزارش شده است.

شکل ۱ منحنی نرخ بقاء ویژه سن و مرحله زیستی (S_{xj})، بقاء جنس نر و ماده، تفاوت در میان مراحل رشدی و تفاوت در نرخ نمو افراد *H. polita* با تغذیه از دو گونه طعمه متفاوت را به تفکیک نشان می‌دهد. منحنی بقاء هم زادگان معمولاً با یکدیگر هم‌پوشانی دارد که این امر نشان‌دهنده‌ی رشد متغیر میان افراد است که در نتیجه در سن x ممکن است چندین مرحله از موجود را همزمان داشته باشیم.

احتمال این که یک تخم تازه گذاشته شده تا مرحله بلوغ بقاء یابد در هر دو تیمار تقریباً یکسان است. این میزان برای ماده تغذیه‌کننده از *P. citri* و *P. solenopsis* به ترتیب ۰/۲۴ و ۰/۲۳ و برای نرها تغذیه کننده از *P. citri* و *P. solenopsis* به ترتیب ۰/۳۱ و ۰/۳۲ می‌باشد (شکل ۱). همچنین، بیشترین تلفات پیش از مرحله بلوغ، به ترتیب مربوط به مراحل ابتدایی رشد تخم و لارو سن یک و کمترین تلفات نیز مربوط به مرحله شفیرگی روی هر دو گونه طعمه بود. صیف اللهی و همکاران نرخ بقاء ویژه سن و مرحله زیستی این کفشدوزک را برای ماده‌ها و نرها به ترتیب ۰/۲۸ و ۰/۲۵ گزارش داده‌اند (Seyfollahi *et al*., 2016) که تا حدودی با نتایج به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر مطابقت دارد.

بر اساس منحنی نرخ بقاء ویژه سنی (l_x) طول دوره زنده‌مانی در افراد تغذیه شده از *P. citri* نسبت به افراد تغذیه شده از *P. solenopsis* بیشتر بود، همچنین ماده‌های تغذیه شده از *P. citri* نسبت به افراد تغذیه شده از *P. solenopsis* درصد کمتری از زندگی خود را به تخم‌ریزی (به ترتیب ۶۲/۹ و۶۴ درصد از طول عمر) اختصاص دادند.

جدول ۱- میانگین طول دوره رشد و نمو (±خطای استاندارد) و درصد مرگ‌ومیر کفشدوزک *Hyperaspis polita* با تغذیه از شپشک‌های آردآلود پنبه و آردآلود مرکبات

Table 1. Developmental time (mean±SE) and pre-adult mortality of *Hyperaspis polita* feeding on *Phenacoccus solenopsis* and *Planococcus citri*

Statistics	Prey			
	P. citri		*P. solenopsis*	
	mean±SE	*n* (range)	mean±SE	*n* (range)
Developmental time (d)				
Egg	55.08±0.08[a]*	113(4-8.5)	55.18±0.08[a]*	127(4.7-5.5)
1st insar	3.17±0.08[a]	102(2-5)	3.27±0.06[a]	118(2.2-4.8)
2nd instar	2.35±0.06[a]	95(1.5-3.5)	2.71±0.03[a]	111(3.6-4.2)
3rd instar	3.89±0.05[a]	89(3-5.5)	3.96±0.07[a]	100(4.7-5.4)
4th instar	5.05±0.05[a]	83(4-7)	5.06±0.08[a]	90(2-2.7)
Pre-pupa	2.47±0.05[a]	77(1-4.5)	2.38±0.09[a]	84(5.6-6.6)
Pupa	6.55±0.07[a]	73(4-10)	6.16±0.12[b]	78(2.5-8.5)
Total pre-adult	28.16±0.14[a]	73(24.5-31)	27.79±0.34[a]	78(24.30.5)
Total pre-adult of female	28±0.24[a]	(24.5-29)	27.55±0.24[a]	(24.5-28.5)
Total pre-adult of male	28.29±0.24[a]	(25-30)	27.8±0.24[a]	(25-31)
Total pre-adult Mortality (%)	54%	54	%63	63

* حروف مشابه درون ردیف‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس رویه Paired bootstrap در سطح احتمال ۵ درصد (α=0.05) می‌باشد.

*Rows with the same letter were not significantlly different based on the Paired bootstrap procedure (α=0.05).

جدول ۲- طول عمر کفشدوزک‌های بالغ *Hyperaspis polita* (نر و ماده) (روز)، طول دوره‌های پیش از تخم‌ریزی (APOP و TPOP) (روز) و زادآوری با تغذیه از شپشک‌های آردآلود پنبه و آردآلود مرکبات

Table 2. Preoviposition period (APOP), total preoviposition period (TPOP), oviposition period, adult longevity, fecundity (mean±SE) of *Hyperaspis polita* feeding on *Phenacoccus solenopsis* and *Planococcus citri*

Statistics	Prey			
	P. citri		*P. solenopsis*	
	mean±SE	*n* (range)	mean±SE	*n* (range)
Adult Longevity (d)				
Female	81.89±5.95[aA]	32(1.5-104)	70.85±5.55[aA]	33(80-139)
Male	69.84±3.37[aA]	41(1-68)	64.44±2.83[aA]	45(1-64)
Adult Preoviposition (d)				
APOP	4.36±0.08[a]	25(3-6)	4.87±0.18[b]	24(4-7)
TPOP	32.28±0.34[a]	25(28.5-36)	32.39±0.0.36[a]	24(29.5-37)
Oviposition period (d)	51.72±2.95[a]	25(0-69)	45.33±3.48[a]	24(0-67)
Fecundity (egg/female)	220.8±24.44[a]	32(0-393)	182.61±23.48[a]	33(0-393)
Maximum daily fecundity	5.5		5.5	

* حروف مشابه درون ردیف‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس رویه Paired bootstrap در سطح احتمال ۵ درصد (α=0.05) می‌باشد.

*Rows with the same letter were not significantlly different based on the Paired bootstrap procedure (α=0.05).

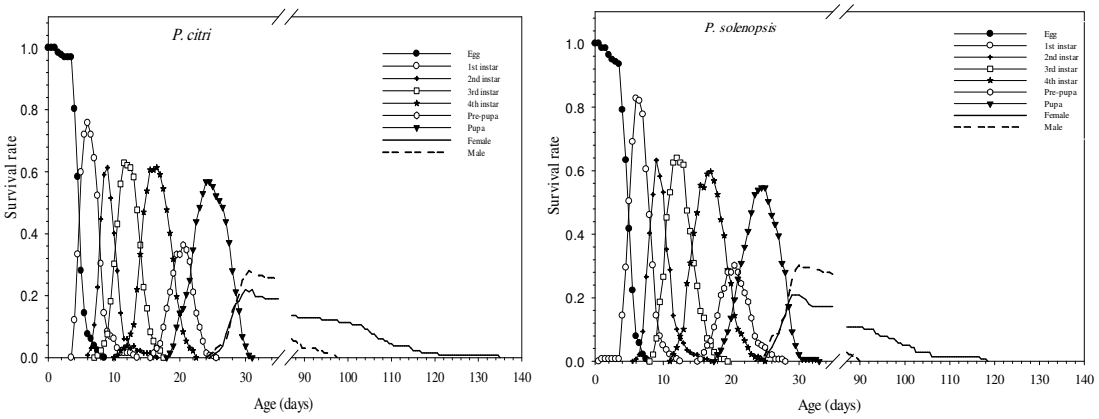
منحنی باروری ویژه سنی ماده f_{x8}(یعنی ماده هشتمین مرحله زندگی) نشان داد که تولیدمثل در ماده‌های تغذیه شده از *P. citri* از روز بیست و هشتم و ماده‌های تغذیه شده از *P. solenopsis* از روز بیست و نهم شروع شد (شکل ۲). شروع تخم‌ریزی این کفشدوزک از روز بیست و یکم طول عمر آن گزارش شده است (Seyfollahi *et al.*, 2016) که این امر در شرایط دمای مشابه پژوهش حاضر (۳۰° C) زودتر رخ داده است. اوج باروری ویژه سنی ماده (f_{xj})، باروری ویژه سنی کل جمعیت (m_x)، زایش ویژه سنی (l_xm_x) در ماده‌های تغذیه شده از *P. citri* تفاوتی با ماده‌های تغذیه شده از *P. solenopsis* نداشت (شکل ۲). علاوه بر این با مشاهده منحنی‌های ارزش باروری ویژه سن و مرحله زیستی (v_{xj}) مشاهده شد زمان رسیدن به حداکثر اوج باروری در ماده‌های تغذیه شده از *P. citri* در روز چهلم (۷۷/۹۶=۴۰/۵۰ v) و در ماده‌های تغذیه شده از *P. solenopsis* در روز سی و هشتم (۷۹/۱۲=۳۸/۵۰ v) مشاهده شد (شکل ۳). ارزش تولیدمثلی (v_{xj}) به‌عنوان سهم یک فرد در جمعیت بعدی تلقی شده است (Fisher , 1930) زودتر به اوج رسیدن باروری در ماده‌های تغذیه شده از *P. solenopsis* سبب افزایش سریع‌تر جمعیت آن با تغذیه از این شپشک شد. ازآنجایی‌که سهم نرها در جمعیت بعدی توسط فیشر معین نشده است، در اینجا نیز منحنی برای نر وجود ندارد. در پژوهش صیف‌اللهی و همکاران (Seyfollahi *et al.*, 2016) اوج باروری در چهلمین روز از طول عمر حشرات کامل ماده *H. polita* مشاهده شد.

امید به زندگی با استفاده از نرخ بقاء ویژه سنی S_{xj} و بدون در نظر گرفتن اینکه جمعیت به توزیع پایدار می‌رسد محاسبه می‌شود و می‌توان از آن برای پیش‌بینی بقاء یک جمعیت تحت همان شرایط استفاده کرد (Chi and Su, 2006). امید زندگی یک تخم تازه متولدشده (e_{0l}) مانند میانگین طول عمر در هر تیمار می‌باشد. بیشترین امید زندگی همه مراحل رشدی کفشدوزک در افراد تغذیه‌کننده از *P. citri* مشاهده شد. ازآنجایی‌که آزمایش‌های تحقیق حاضر در شرایط آزمایشگاهی انجام‌شده بود و تحت تأثیر شرایط ناسازگار محیط قرار نگرفته بود، با افزایش سن حشره نیز امید زندگی به‌تدریج کاهش یافت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از امید زندگی کفشدوزک *H. polita* می‌توان پیش‌بینی کرد که ماده‌ها و نرهای رشد کرده این کفشدوزک روی *P. citri* و *P. solenopsis* به ترتیب بیش از ۴ و ۳ ماه زنده بمانند (شکل ۴) که با نتایج بدست آمده توسط Seyfollahi *et al.* (2016) مطابقت دارد. اگرچه این مقدار تحت شرایط طبیعی به دلیل مجموعه‌ای از عوامل زنده و غیرزنده می‌تواند متفاوت باشد.

توزیع سنی پایدار جمعیت کفشدوزک *H. polita* برای مراحل رشدی تخم، لارو سن یک تا چهار، پیش شفیره، شفیره، نر و ماده بالغ با تغذیه از *P. citri* به ترتیب ۴۱/۰۶، ۱۵/۵۴، ۸/۷۷، ۱۰/۵۵، ۹/۰۱، ۳/۱۳، ۵/۴۸، ۳/۶۴ و ۲/۸۳ و با تغذیه از *P. solenopsis* به ترتیب ۳۹/۱۸، ۱۶/۵۱، ۹/۷۰، ۱۰/۷۴، ۸/۹۶، ۲/۹۹، ۵/۳۱، ۳/۹۵ و ۲/ ۶۵ درصد تخمین زده شد. بر این اساس کمترین مشارکت در پایداری جمعیت را حشرات بالغ و بیشترین را تخم‌ها داشتند.

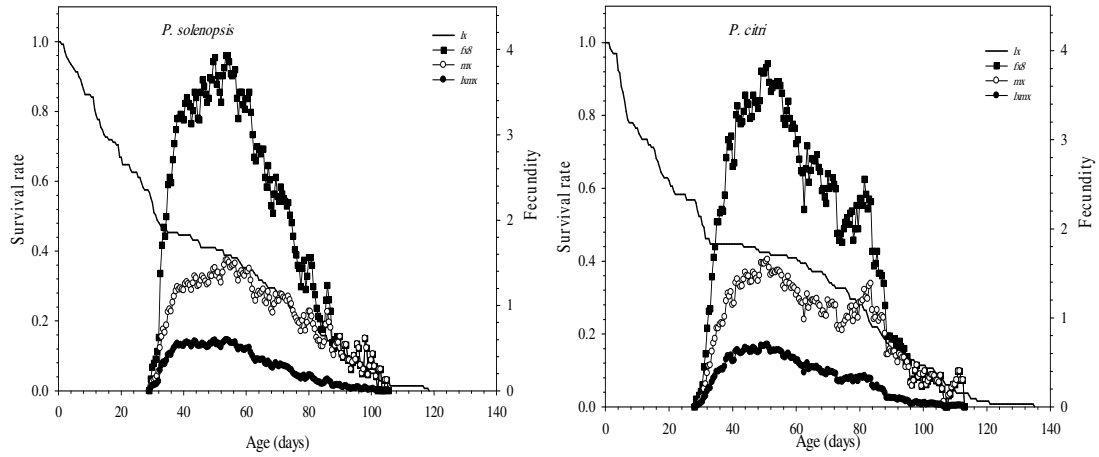
مقادیر میانگین و خطای استاندارد پارامترهای جدول زندگی (r_m, λ, R_0, T) کفشدوزک *H. polita* با تغذیه از دو گونه شپشک آردآلود با استفاده از روش بوت استرپ در جدول ۳ نشان داده‌شده است. بررسی پارامترهای رشد جمعیت نشان می‌دهند گونه طعمه اثر معنی‌داری روی پارامترهای جدول زندگی نداشته و کفشدوزک می‌تواند به‌خوبی روی هر دو طعمه بقاء، نمو، رشد و تولیدمثل نماید.

اگر چه نرخ ذاتی افزایش جمعیت روی طعمه شپشک آردآلود مرکبات (۰/۰۷۸۳±۰/۰۰۴۲ بر روز) کمی بیشتر از شپشک آردآلود پنبه (۰/۰۷۶۷±۰/۰۰۴۵ بر روز) بود. ازآنجایی‌که $\lambda = e^r$، نرخ متناهی افزایش جمعیت نیز مانند r_m بیشترین میزان خود را بدون اختلاف معنی‌داری روی طعمه شپشک آردآلود مرکبات نشان می‌دهد.



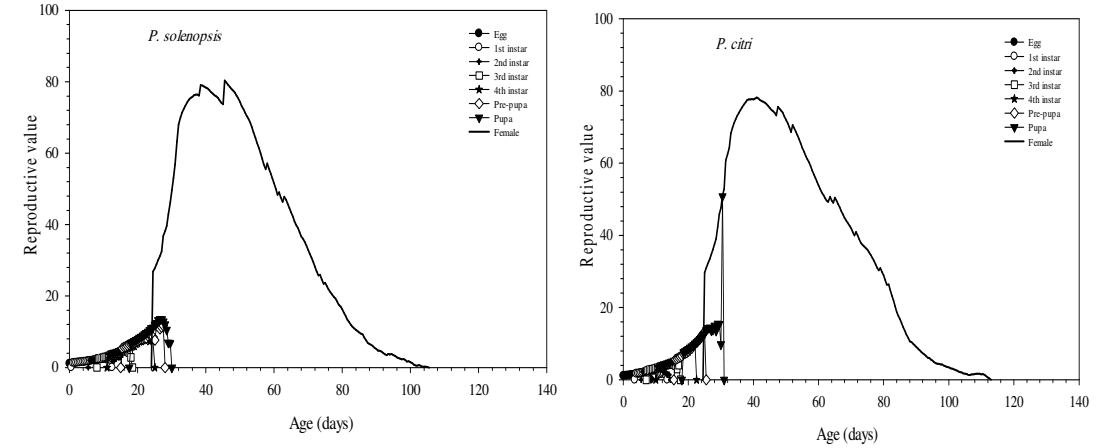
شکل ۱- تعداد نسبی افراد زنده در هر گروه سنی و مرحله زیستی S_{xj} کفشدوزک *Hyperaspis polita* با تغذیه از شپشک‌های آردآلود پنبه و آردآلود مرکبات

Fig. 1. Age-stage specific survival rate (s_{xj}) of *Hyperaspis polita* feeding on *Phenacoccus solenopsis* and *Planococcus citri*



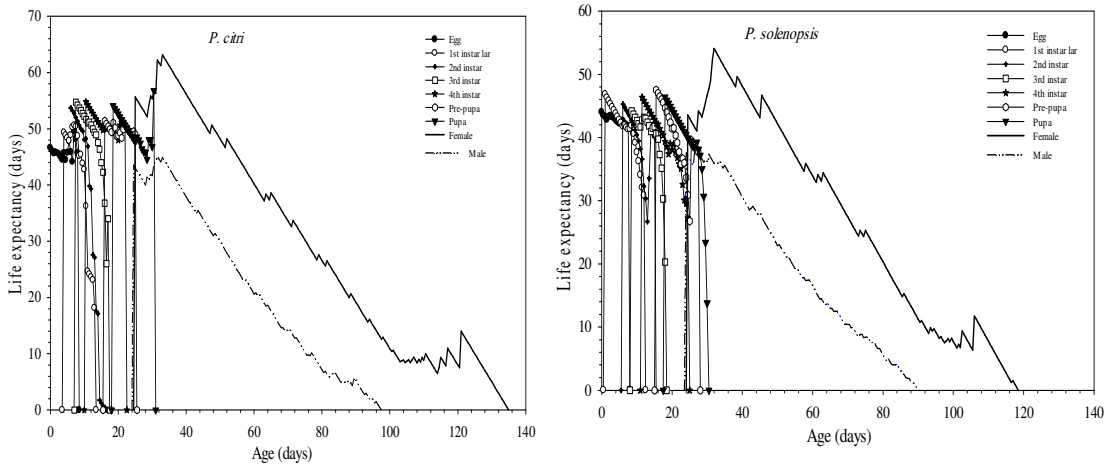
شکل ۲- نرخ بقاء ویژه سنی (l_x)، باروری ویژه سنی ماده f_{x8}(ماده هشتمین مرحله زندگی)، باروری ویژه سنی کل جمعیت (m_x)، زایش ویژه سنی (l_xm_x) کفشدوزک *Hyperaspis polita* با تغذیه از شپشک‌های آردآلود پنبه و آردآلود مرکبات

Fig. 2. Age-specific survival rate (l_x), age-stage specific fecundity (f_{x8}), age-specific fecundity (m_x) and age-specific maternity (l_xm_x) of *Hyperaspis polita* feeding on *Phenacoccus solenopsis* and *Planococcus citri*



شکل ۳- ارزش باروری ویژه سن و مرحله زیستی (v_{xj}) کفشدوزک *Hyperaspis polita* با تغذیه از شپشک‌های آردآلود پنبه و آردآلود مرکبات

Fig. 3. Age-specific reproductive value (v_{xj}) of *Hyperaspis polita* feeding on *Phenacoccus solenopsis* and *Planococcus citri*



شکل ۴- امید زندگی ویژه سنی و مرحله زیستی (e_{xj}) کفشدوزک *Hyperaspis polita* با تغذیه از شپشک‌های آردآلود پنبه و آردآلود مرکبات

Fig. 4. The age-stage life expectancy (e_{xj}) of *Hyperaspis polita* feeding on *Phenacoccus solenopsis* and *Planococcus citri*

با تغییر گونه طعمه مصرفی کفشدوزک طول دوره یک نسل تغییر معنی‌داری نشان نداد اما بیشترین میزان R_0 (۱۰/۰۶±۵۳/۳۵ نتاج) با تغذیه از شپشک آردآلود مرکبات و کمترین آن با تغذیه از شپشک آردآلود پنبه (۸/۵۸±۴۳/۳۵ نتاج) مشاهده شد. صیف اللهی و همکاران میزان r_m ، λ ،T ،R_0 را به ترتیب ۰/۰۰۴±۰/۱۰۰۲روز$^{-1}$، ۰/۰۰۴۵±۱/۰۰۰ روز$^{-1}$، ۳۳/۶۴±۴۶/۷۴ روز و ۱/۰±۱۵۴/۲۴۰ نتاج گزارش داده‌اند (Seyfollahi *et al.*, 2016) که تا حدودی با نتایج به دست آمده مطابقت دارد.

از آنجا که پارامتر r_m اثر مرگ و میر و زادآوری را در یک معیار منفرد نشان می‌دهد به عنوان یک معیار مناسب برای انتخاب عامل کنترل بیولوژیک به کار می‌رود (Jervis and Copland, 1996). بررسی این پارامتر کفشدوزک نشان می‌دهد که مانند هم‌گونه‌های خود، دو نژاد برزیلی و کلمبیایی کفشدوزک *H. notate* (به ترتیب ۰/۱۰۲۴ و ۰/۱۱۵۷ ماده/ماده/ روز در دمای ۳۰°C) که توسط Dreyer *et al.* (1997) گزارش شده است، از پتانسیل تولیدمثلی بالایی برخوردار است، همچنین مانند رقیب‌های خود مانند کفشدوزک *Nephus arcuatus* Kapur ضمن تغذیه از شپشک آردآلود پنبه (۰/۱۳۵±۱۳۵ماده/ماده/روز) (Frouzan *et al.*, 2016) و شپشک آردآلود جنوب (۰/۰۰۵۶±۰/۱۵۴۰ روز$^{-1}$) (Zarghami *et al.*, 2014a)، *Nephus includens* Kirsch با تغذیه از شپشک آردآلود مرکبات (۰/۰۸۶ ماده/ماده/روز) دمای ۳۰ درجه سلسیوس (Kontodimas *et al.*, 2007) و مهم‌ترین رقیب خود کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant با تغذیه از شپشک آردآلود مرکبات (۰/۰۹۲ ماده/ماده/روز) (Ghorbanian *et al.*, 2011) (۰/۰۰۱±۰/۰۸۱ روز$^{-1}$) و شپشک آردآلود *Pseudococcus viburni* Signoret (۰/۰۰۱±۰/۰۹۴ روز$^{-1}$) (Abdollahi Ahi *et al.*, 2015)، شپشک آردآلود صورتی (۰/۱۳۵±۱۳۵ ماده/ماده/روز) در دمای ۲۸ درجه سلسیوس از پتانسیل تولیدمثلی بالایی برخوردار است (Persad and Khan, 2002).

طبق روش Chi (1988) جدول زندگی دوجنسی – ویژه سنی ارتباط بین میانگین زادآوری ماده (F) و نرخ خالص تولیدمثل (R_0) به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$R_0 = F.(N_f/N) \quad (5)$$

در اینجا N تعداد تخم استفاده‌شده در آغاز مطالعه جدول زندگی و N_f تعداد ماده ظاهرشده از این تعداد تخم می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر تعداد کل نتایج تولیدشده توسط تمام ماده‌ها معادل نرخ خالص تولیدمثل در اندازه کوهورت می‌باشد. در آزمایش‌های ما این رابطه برقرار است. چنانچه جدول زندگی تنها بر مبنای مرحله بالغ ساخته می‌شد و درصد مرگ‌ومیر

بیش از بلوغ در آن نادیده گرفته می‌شد ارتباط نادرستی بین میانگین زادآوری و نرخ خالص تولیدمثل به دست می‌آمد (Chi and Yang, 2003; Chi and Su, 2006).

جدول ۳- مقادیر میانگین پارامترهای جدول زندگی (±خطای استاندارد) کفشدوزک *Hyperaspis polita* با تغذیه از شپشک‌های آردآلود پنبه و آردآلود مرکبات

Table 3. Mean±SE of population parameters of *Hyperaspis polita* feeding on *Phenacoccus solenopsis* and *Planococcus citri*

Parameters	Prey	
	P. solenopsis	***P. citri***
r **(days^{-1})**	0.0783±0.0042 [a]	0.0767±0.0045 [a]
λ **(days^{-1})**	1.0814±0.0045 [a]	1.0797±0.0047 [a]
R_0 **(offspring)**	53.35±10.06 [a]	43.35±8.58 [a]
T **(days)**	50.80±10.06 [a]	49.14±0.80 [a]

*ردیف‌ها با حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس رویه توکی در سطح احتمال ۵ درصد (α=0.05) می‌باشد.

*Rows with the same letter were not significantlly different based on the Paired bootstrap procedure (α=0.05)

به‌طورکلی نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد کفشدوزک *H. polita* به‌خوبی روی هر دو طعمه پرورش می‌یابد اما با توجه به سهولت پرورش شپشک آردآلود مرکبات به‌عنوان طعمه در شرایط آزمایشگاه و مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر با مطالعه Seyfollahi *et al.* (2016)، بهترین طعمه برای پرورش انبوه شپشک آردآلود مرکبات پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان به خاطر تامین اعتبار لازم و مساعدت در اجرای این تحقیق قدردانی می‌شود.

References

ABDOLLAHI AHI, G. A., A. AFSHARI, V. BANIAMERI, H. DADPOUR, M. YAZDANIAN and A. GOLIZADEH, 2015. Laboratory survey on biological and demographic parameters of *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on two mealybug species, Journal of Crop Protection, No. 4(3): 267-276.

ALIZADEH, M. S., M. S. MOSSADEGH and M. ESFANDIARI, 2013. Natural enemies of *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) and their population fluctuations in Ahvaz, southwest of Iran, Journal of Crop Protection, No. 2: 13-21.

ASADEH, GH. A. and M. S. MOSSADEGH, 1993. Important natural enemies of mealybugs (*Pseudococcus* spp.) in the Khuzestan province Iran, Scientific Journal of Agriculture Shahid Chamran University, No. 16 (1, 2): 46-52.

BEN-DOV, Y., D. R. MILLER and G. A. P. GIBSON, 2014. ScaleNet, Available at: http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm.

BLUMBERG, D. and R. G. VAN DRIESCHE, 2001. Encapsulation rates of three encyrtid parasitoids by three mealybug species (Homoptera: Pseudococcidae) found commonly as pests in commercial greenhouses, Biological Control, No. 22: 191–199.

BOOTH, R. G., A. E. CROSS, S. V. FOWLER and R. H. SHAW, 1995. The biology and taxonomy of *Hyperaspis pantherina* (Coleoptera: Coccinellidae) and the classical biological control of its prey, *Orthezia insignis* (Homoptera: Ortheziidae), Bulletin of Entomological Research, No. 85: 307-314.

CHI, H. 1988. Life–table analysis incorporation both sexes and variable development rate among individual, Environmental Entomology, No. 17(1): 26-34.

CHI, H. 2014. TWOSEX-MSChart: a computer program for the population projection based on the stage, two-sex life table, Available at: http:<//140.120.197.173/Ecology>.

CHI, H. and H. LIU, 1985. Two new methods for the study of insect population ecology.Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica, No. 24: 224-240.

CHI, H. and H. Y. Su. 2006. Age – stage, two – sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconide) and its host *Myzus persicae* (sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate, Environmental Entomology, No. 35: 10-21.

CHI, H. and T. C. YANG, 2003. Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (sulzer) (Homoptera: Aphididae), Environmental Entomology, No. 32: 327- 333.

DREYER, B. S., P. NEUENSCHWANDER, B. BOUYJOU, J. BAUMGARTNER and S. DORN, 1997. The influence of temperature on the life table of *Hyperaspis notata*, Entomologia Experimentalis et Applicata, No. 84: 85–92.

ERFON, B. and R. J. TIBSHIRANI, 1993. An introduction to the bootstrap, Chapman and Hall, New York, 444 pp.

FAND B. B., R. D. GAUTAM and S. S. SUROSHE, 2010. Comparative biology of four coccinellid predators of solenopsis mealybuy, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae), Journal of Biological Control, No. 24(1): 35-41.

FISHER, R. A. 1930. The genetical theory of natural selection, Clarendon Press, Oxford, United Kingdom, 287 pp.

FROUZAN, A., P. SHISHEHBOR, M. ESFANDIARI and M. S. MOSSADEGH, 2016. Biological characteristics and life table parameters of coccinelid *Nephus arcuatus* feeding on *Phenacoccus solenopsis* at different temperatures, Plant Protection, No. 39(1): 75-84 .

GHORBANIAN, S., H. R. AGHDAM., H. GHAJARIEH and S. H. MALKESHI, 2011. Life cycle and population growth parameters of *Cryptolaemus montroutieri* Mulsant (Col.:Coccinelldae) Reared on *Planococcus citri* (Risso) (Hem.: Pseudo coccidae) on coleus, Journal of the Entomological Research Society, No. 13(2): 53 – 59.

GOODMAN, D. 1982. Optimal life histories, optimal notation and the value of reproductive value. American Naturalist, No. 119: 803–823.

JERVIS, M. A. and M. J. W. COPLAND, 1996. The life cycle, *In*: Jerris M. A. and Kidd, N. (eds), Insect natural enemies, Chapman and Hall, London, United Kingdom. pp. 63-161.

KHODAMAN, A. 1992. Biological study of mealybug *N. viridis* and possibility of it's biological control, by Crypt ladybird and other available coccinellids in Khuzestan (southwest Iran) province, M. Sc. Thesis, Shahid Chamran University of Ahvaz, 140 pp. (in Persian with English summary).

KONTODIMAS, D. C., P. G. MILONAS, G. J. STATHAS, L. P. ECONOMOUS and N. G. KAVALLIERATOS, 2007. Life table parameters of the pseudococcids predators *Nephus includens* and *Nephus bisignatus* (Coleoptera: Coccinellidae), European Journal of Entomology, No. 104: 407-415.

MALUMPHY, C., R. BAKER and H. ANDERSON, 2013. Rapid pest risk analysis for *Phenacoccus solenopsis* (Cotton mealybug) and the closely related *P. defectus* and *P. solani*, The Food and Environment Research Agency, UK, No. 5: 1-8.

MOGHADAM, M. 2013. An annotated checklist of the scale insects of Iran (Hemiptera, Sternorrhyncha, Coccoidea) with new records and distribution data, ZooKeys, No. 334: 1-92.

MOSSADEGH, M. S., S. H. VAFAEI, A. FARSI, S. ZARGHAMI, M. ESFANDIARI, F. S. DEHKORDI, A. FAZELINEJAD and F. SEYFOLLAHI, 2015. *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Pseudococcidae), its natural enemies and host plants in Iran. In: 1st Iranian International Congress of Entomology, 29-31 August, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran, pp. 251-259.

NAGRARE, V. S., S. KRANTHI, R. KUMAR, B. DHARA, M. AMUTHA, A. J. DESHMUKH, K. D. SONE and R. KRANTHI, 2011. Compendium of Cotton Mealybugs, CICR publication, Nagpur, India, 42 pp.

NAGRARE, V. S., S. KRANTHI, V. K. BIRADAR, N. N.

ZADE, V. SANGODE, G. KAKDE, R. M. SHUKLA, D. SHIVARE, B. M. KHADI and K. R. KRANTHI, 2009. Widespr ead infestation of the exotic mealybug species, *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) (Hemiptera: Pseudococcidae), on cotton in India, Bulletin of the Entomological Research, No. 99: 537–541.

NSIAMA SHE, H. D., J. A. ODEBIYI and H. R. HERREN, 1984. The biology of *Hyperaspis Jucunda* (Col.: Coccinellidae) an exotic predator of the Cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* (Hom.: Pseudococcidae) in Southern Nigeria, Entomophaga, No. 29 (1): 87-93.

PERSAD, A. and A. KHAN, 2002. Comparison of life table parameters for *Maconellicoccus hirsutus*, *Anagyrus kamali*, *Cryptolaemus montrouzieri* and *Scymnus coccivora*, BioControl, No. 47: 137-149.

RAMINDO, A. C. and A. VAN HARTEN, 2000. An annotated checklist of Coccinellidae (Insecta: Coleoptera) of Yemen, Fauna of Arabia, No. 18: 211-243.

RAMINDO, A. C., H. FURSCH and A. VAN HARTEN, 2006. Additional notes on the ladybird beetles (Coleoptera: Coccinellidae) of Yemen with descriptions of new species, Fauna of Arabia, No. 21: 217-245.

SEYFOLLAHI, F., M. ESFANDIARI, M. S. MOSSADEGH, and A. RASEKH. 2016. Life table parameters of the coccinellid *Hyperaspis polita*, a native predator in Iran, feeding on the invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis*. Journal of Asia-Pacific Entomology, 19(3): 835-840.

YAZDANI, A. 1990. The coccinellids (Col.; Coccinellidae) Fauna of Fars province, M.S. Thesis, University of Shiraz , Iran, 145 pp. (in Persian with English summary).

ZARGHAMI, S., F. KOCHEILI, M. S. MOSSADEGH, H. ALLAHYARI and A. RASEKH. 2014a. Effect of temperature on population growth and life table parameters of *Nephus arcuatus* (Coleoptera: Coccinellidae), European Journal of Entomology, No. 111 (2): 199-206.

ZARGHAMI, S., F. KOCHEILI, M. S. MOSSADEGH, H. ALLAHYARI and A. RASEKH. 2014b. Prey preference and consumption capacity of *Nephus arcuatus* (Coleoptera: Coccinellidae): the influence of prey stage, prey size and feeding experience, Biocontrol Science and Technology, No. 24(9): 1062-1072.