گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۰)، ۶(۱): ۱۳-۲۸
مقاله پژوهشی
DOI: 10.52547/flowerjournal.6.1.13

بررسی فراسنجه‌های جمعیت‌شناسی کنه شکارگر *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) روی کنه میوه خشک *Carpoglyphus lactis* Linnaeus (Acari: Astigmata) با هدف تولید انبوه

اصغر حسینی نیا[1*]، زهرا مجیب حق قدم[2]، محمد حسین عظیمی[3] و محمد خانجانی[4]

۱. گروه مدیریت و فناوری تولید، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، محلات
۲. بخش گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، رشت
۳. گروه ژنتیک و بهنژادی، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، محلات
۴. گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

asghar.hosseini.nia@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۱/۱۲، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۴/۲۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۲۸

چکیده

کنه شکارگر *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot یکی از رایج‌ترین عوامل کنترل زیستی کنه تارتن دونقطه‌ای، سفیدبالک گلخانه و تریپس پیاز در گلخانه‌هاست که به طور گسترده در محصول‌های گلخانه‌های جهان به‌کار می‌رود. هدف این پژوهش بررسی فراسنجه‌های جمعیت‌شناسی این کنه روی کنه میوه خشک برای آسان شدن پرورش انبوه این شکارگر بود. برای ارزیابی پرورش انبوه این شکارگر، جدول زیستی آن روی تخم‌ها، مراحل پورگی و کنه‌های بالغ میوه خشک *Carpoglyphus lactis* Linnaeus در شرایط ۱±۲۵ °C، رطوبت نسبی ۵±۷۰٪، و نورگاه ۱۶:۸ (تاریکی:نور) بررسی شد. شاخص‌های جمعیت شناسی *A. swirskii* ازجمله: r، λ و R_0 هنگام تغذیه از تخم و فراسنجه نرخ ذاتی افزایش جمعیت هنگام تغذیه از مراحل مختلف کنه میوه خشک در تولید انبوه برآورد گردید. افزون بر این ۲۰ تیمار با ترکیب‌های مختلف با حضور و ۲۰ تیمار بدون حضور کنه میوه خشک با سه تکرار در قالب کرت‌های به‌طور کامل تصادفی با روش پرورش انبوه اجرا و نرخ ذاتی تولید مثلی شکارگر برای همه تیمارها محاسبه گردید. بررسی جدول زندگی روی تخم، مراحل پورگی و بالغ کنه میوه خشک نشان داد که کنه *A. swirskii* دارای توانایی تکثیر انبوه روی هر سه مرحله رشدی کنه میوه خشک می‌باشد. شاخص‌های جمعیت‌شناسی *A. swirskii* ازجمله: r، λ و R_0 هنگام تغذیه از تخم کنه میوه خشک به ترتیب ۰/۱۶۵ بر روز، ۱/۱۷۳ بر روز و ۱۲/۹۵ تخم بر ماده برآورد گردید. نتایج بررسی شاخص‌های جدول زندگی به‌ویژه r نشان داد که کنه میوه خشک میزبان مناسبی برای این کنه شکارگر است. همچنین جیره مصنوعی تیمار شماره ۲۰ بدون حضور کنه میوه خشک برای پرورش انبوه این کنه شکارگر به عنوان یک روش جایگزین تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: پرورش انبوه، جدول زندگی، کنه شکارگر، کنه میوه خشک.

مقدمه

کنه میوه خشک *Carpoglyphus lactis* Linnaeus (Acari: Astigmata) از آفات مخرب میوه‌های خشک همانند انجیر می‌باشد و به علت رشد ملایم و مناسب برای پرورش برخی از کنه‌های شکارگر استفاده می‌شود (Ji *et al*., 2015). کنه شکاگر *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) یکی از دشمنان طبیعی مهم در کنترل آفات گیاهان زینتی از جمله کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) ، سفید بالک *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) و تریپس پیاز *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) و تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* (Pergande), (Thysanoptera: Thripidae) و دیگر آفات گلخانه‌های زینتی به‌ویژه گلخانه‌های رز بوده که به صورت عمده در کاهش جمعیت کنه تارتن و سفید بالک استفاده می‌شود (Chmielewski, 1970 Mortinez-Ferre *et al*., 2006; Wimmer *et al*., 2008; Javadi Khedri and Khanjani, 2014a; Javadi Khedri *et al*.,2014b; Jafari and Bazgir 2015; Hosseininia *et al*., 2017). کنه *C. lactis* به محصولات انباری با قند بالا ازجمله میوه‌های خشک، میوه‌های قنددار، نوشابه‌های شیرین و شیرینی‌های مختلف آسیب وارد می‌نماید (Chmielewski, 1970). هدف از این مطالعه، امکان ایجاد تسهیل در پرورش انبوه کنه شکارگر *A. swirskii* و برای مهار زیستی آفات مکنده گلخانه‌ای به‌ویژه کنه تارتن دولکه‌ای روی رز با وجود کمینه خطرهای زیست محیطی و سازگار با محیط زیست بود (Hosseininia *et al*., 2020). هرچند پژوهش‌های بی‌شمار و متفاوتی روی جدول زیستی *A. swirskii* انجام شده است (Park *et al*., 2010; Fouly *et al*., 2011; Onzo *et al*., 2012; Seiedy *et al*., 2016; Javadi khederi *et al*., 2019)، مطالعه دقیق‌تر و بررسی جمعیت شناسی این شکارگر مفید روی سه مرحله زیستی *C. lactis* برای تولید انبوه آن دارای اهمیت بوده و ضروری به نظر می رسد (Hosseininia *et al*., 2020). به همین منظور، شاخص‌های جدول زندگی *A. swirskii* روی تخم، مراحل پورگی و بالغ کنه میوه خشک در شرایط آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفت تا با ارائه روش پرورش انبوه کنه *A. swirskii* روی کنه انباری *C. lactis* و رهاسازی آن برای کنترل آفات مکنده گلخانه‌ای قدمی هرچند کوچک درپیشبرد اهداف استفاده از روش‌های مهارزیستی و روش‌های سازگار با محیط زیست برداشته شود.

مواد و روش‌ها

نهال‌های ریشه‌دار رز رقم *Rosa hybrid* cv. Apollo در گلدان‌های سه لیتری (گلدان با قطر دهانه ۱۹ سانتی متر و ارتفاع ۱۵ سانتی متر) با بستر پرلیت و پیت‌ماس به نسبت حجمی (۱ به ۳) در گلخانه آزمایشی پژوهشکده گل و گیاهان زینتی محلات، استان مرکزی، ایران کاشته شدند. رزها به کنه‌های تارتن *T. urticae* آلوده شدند و سپس روی آن‌ها کنه شکارگر *A. swirskii* تهیه شده از شرکت کوپرت (Koppert®, Netherland) پرورش داده شد که به عنوان منبع اصلی در آزمایش‌ها استفاده شدند. کنه میوه خشک *C. lactis* روی مخمر نانوایی *Saccharomyces cerevisiae* Meyen and Hansen با شرایط °C ۱±۲۵، رطوبت نسبی ۵±۷۰٪، و نورگاه ۱۶:۸ (تاریکی: نور) در اتاقک رشد تکثیر داده شد. برای جمع‌آوری تخم‌های هم سن، ۲۰ کنه میوه خشک بالغ روی دیسک‌های برگ رز به قطر ۲ سانتی‌متر قرار داده شد و پس از ۱۲ ساعت کنه‌های بالغ از روی دیسک‌های برگی حذف شدند و از تخم‌های هم سن به‌دست آمده برای آزمایش‌ها استفاده شد. هم‌سن سازی سایر مراحل نیز به همین روش انجام شد.

مطالعه جدول زندگی

پتری دیش‌هایی به قطر ۱۰ سانتیمتر، دارای یک قطعه اسفنج به قطر ۵ سانتی‌متر که روی آن کاغذ صافی به قطر پنج سانتی‌متر قرار داشت و یک دیسک برگ رز با قطر۲ سانتی‌متر روی آن قرار گرفت، هر کدام به عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. برای به‌دست آوری تخم‌های هم سن[1] حدود چهل کنه ماده بارور *A. swirskii* به عنوان منبع اصلی به هر پتری‌دیش منتقل شدند. به کنه‌های شکارگر ماده، ۱۲ ساعت اجازه داده شد تا تخمگذاری نموده و سپس از پتری‌دیش‌ها حذف گردیدند. به هر یک از ۱۰۰پتری‌دیش به عنوان یک واحد آزمایشی ۳۰ تخم، به هر یک از ۱۰۰ پتری‌دیش دیگر۱۰ پوره و به هر یک از ۱۰۰پتری‌دیش آخر ۵ کنه بالغ میوه خشک به‌طور مجزا به عنوان غذا روزانه با قلم موی نرم انتقال داده شدند. مرحله نابالغ کنه *A. swirskii* روی تخم‌های یاد شده، پوره‌ها و کنه میوه بالغ تغذیه کردند و به رشد و نمو خود ادامه دادند. ظروف هر ۱۲ ساعت تا مرحله بلوغ بازبینی شدند و ثبت رویدادها در آن‌ها انجام گردید. پس از کامل شدن مراحل نابالغ کنه‌های شکارگر نر و ماده با هم جفت‌گیری نموده و زادآوری[2] کنه‌های ماده *A. swirskii* روزانه ثبت گردید و شاخص‌های جمعیتی مربوط به هر دو جنس نر وماده *A. swirskii* محاسبه گردید. ۱۰۰ پتری‌دیش برای هر مرحله رشدی میزبان در نظر گرفته شد که در طی آزمایش برخی از آن‌ها تلفات داشتند و حذف شدند.

پرورش انبوه

برای پرورش انبوه، در این مطالعه مواد غذایی مختلف شامل: پوشال برنج ۲ گرم، آرد گندم۱۰ گرم، آرد سنجد۱۰ گرم، سبوس گندم ۱۰ گرم، شکر ۵ گرم، مخمر ۱ گرم،گرده ذرت ۰/۱ گرم، گرده نخل ۰/۱ گرم، شیر خشک ۱ گرم و پودر زرده تخم مرغ آب پز ۰/۵ گرم (جدول ۱)، به میزان ۰/۵ گرم از مخلوط‌های گفته شده استفاده شد. دو آزمایش هر کدام با ۲۰ تیمار اجرا شد در جمع ۴۰ تیمار با سه تکرار در قالب کرت‌های به‌طور کامل تصادفی اجرا گردید برای هر تیمار ۴۰ کنه میوه خشک با نسبت مساوی نر و ماده در شرایط یکسان (۲۵±۱ °C، رطوبت نسبی ۷۰±۵٪، و نورگاه ۱۶:۸ (تاریکی:نور)) رها سازی شد. و بعد از ده روز ۲ عدد کنه شکارگر *A. swirskii* با نسبت ۱:۱ ماده به نر کنه بالغ، به ۲۰ تیمار دوم که توأم با کنه میوه خشک بود اضافه شد. شمار کنه‌های شکارگر و شمار کنه‌های طعمه بیست روز بعد از رهاسازی کنه شکارگر و یک ماه بعد از رهاسازی کنه میزبان شمارش گردید. برآورد درصد میانگین شمار کنه‌های میوه خشک (شکار) و (شکارگر) محاسبه گردید (جدول۵). همچنین در ۲۰ تیمار دیگر بدون حضور کنه میوه خشک، کنه شکارگر رها سازی گردید و بعد از ۲۰ روز در شرایط یکسان، شمارش کنه شکارگر بدون حضور کنه میوه خشک انجام گردید (جدول ۵).

واکاوی داده‌ها

داده‌های جدول‌های زندگی تک تک نمونه‌ها بر پایه تئوری جدول زندگی روش دو جنسی سن- مرحله رشدی (two sex life table theories) ، (Chi and Liu, 1985; Chi, 1988; Chi, 2017) و با استفاده از نرم افزار the TWOSEX-MSChart program 2018 محاسبه گردید. داده‌های مراحل زیستی از تخم تا بلوغ تجزیه و تحلیل شد و واریانس داده‌ها بر پایه ANOVA بررسی شد. همچنین میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح ۹۵٪ ($P < 0.05$) با نرم افزارSAS مقایسه شد (SAS Institute, 2005).

۱- Cohort

۲- Fecundity

جدول ۱- تیمارهای مختلف غذایی که برای پرورش انبوه استفاده گردیده است واحد مواد مصرفی به گرم می باشد.

Table 1- Different food treatments used for mass-rearing are units of consumables per gram.

ترکیبات	تیمارها																			
Compounds	Treatments																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
پوشال برنج ۲ Rice kernels	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
آرد گندم ۱۰ Wheat flour	+	+	+	+	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	0	0	+	+	+	+
آرد سنجد ۱۰ Sanjd flour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	+
سبوس گندم ۱۰ Wheat bran	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	+	+	+
شکر ۵ Sugar	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	+	+	+
مخمر ۱ Yeast	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	+	+	+
گرده ذرت ۰/۱ Corn pollen	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	+	+	+	+
گرده نخل ۰/۱ Palm pollen	0	0	+	+	0	0	+	+	0	0	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+
شیر خشک ۱ Dry milk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+
زرده تخم مرغ ۰/۵ Yolk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	+

میانگین خطای استاندارد فراسنجه‌های جدول زندگی با مقادیر بوت استرپ تیمارها مقایسه گردید و برای این مقایسه از آزمون بوت استرپ جفتی[۱] استفاده شد (Chi, 2017). اما تفاوت فراسنجه‌های زیستی شکارگر با روش (Tukey-Kramer procedure, 2005) در سطح ۵٪ مقایسه گردید (SAS Institute, 2005). نرخ بقای ویژه سنی[۲] (l_x) ، باروری ویژه سنی[۳] (m_x) و فراسنجه‌های جمعیتی: نرخ ذاتی افزایش جمعیت[۴] (r)، نرخ خالص تولید مثلی[۵] (R_0)، نرخ ناخالص تولید مثلی[۶] (GRR) و طول زندگی یا میانگین مدت زمان یک نسل (T) محاسبه گردید.

برآورد نرخ ذاتی افزایش جمعیت به روش Iterative bisection فرمول زیر استفاده شد:

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

شماره ۱

مرحله تخم برای تجزیه تحلیل صفر در نظر گرفته شد (Goodman, 1982).

۱- The paired bootstrap test
۲- Age-specific survival rate
۳- Age-specific fecundity
۴- Intrinsic rate of increase
۵- Net reproductive rate
۶- The gross reproductive rate

برای برآورد l_x و m_x از همه مراحل مختلف از فرمول‌های زیر استفاده گردید:

$$l_x = \sum_{j=1}^{k} s_{xj}$$ شماره ۲

و

$$m_x = \frac{\sum_{j=1}^{k} s_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^{k} s_{xj}}$$ شماره ۳

برای برآورد نرخ ذاتی افزایش جمعیت به وسیله شمار جمعیت اولیه و بعد از گذشت مدت زمان معین از فرمول زیر استفاده گردید:

$$N_t = N_0 e^{rm} \qquad N_t = N_{t-1} e^{rm}$$ شماره ۴

N_0 شمار اولیه، N_t جمعیت در زمان t، e لگاریتم پایه طبیعی e=2.71828

در فرمول های بالا k شمار مراحل زیستی می‌باشد (Chi and Liu, 1985). همچنین در محاسبه جدول زندگی، میانگین خطای استاندارد فراسنجه‌های جدول زندگی با استفاده از روش بوت‌استرپ و برای مقایسه میانگین‌ها از روش بوت‌استرپ جفت شده با صد هزار تکرار استفاده شد. میانگین طول نسل، به عنوان طول زمانی که یک جمعیت برای دو برابر شدن (R_0-fold) نیاز دارد تعریف شد (i.e., $e^{rT} = R_0$ or $\lambda^T = R_0$) و با توزیع مرحله‌ای- سنی ثابت در نظر گرفته شد. میانگین طول نسل ($T = \mathrm{In}R_0/r$) با نرم افزارTWOSEX–MS Chart به روش دو جنسی سن- مرحله رشدی (Chi, 2017) قابل دسترسی در وبگاه http://140.120.197.172/ecology محاسبه و همه نمودارها با نرم افزار Sigma Plot Version 11.0 ترسیم شد (Systat Software Inc. 2008).

نتایج

مدت زمان رشد و نمو و میانگین طول نسل

کنه *A. swirskii* با تغذیه از سه مرحله رشدی طعمه (*C. lactis*) رشد و نمو خود را به طور موفقیت آمیزی کامل کرد (جدول ۲). بیشترین میزان دوره جنینی این شکارگر برای کنه‌های ماده و نر به ترتیب ۱/۸۵ با تغذیه از نمف و در نرها ۲/۱۲ روز با تغذیه از بالغین بود ($F_{۲/۶۶} = ۴/۸۷P$, $< ۰/۰۴۴$; $F_{۲/۴۲} = ۳/۸۹$ P ,$< ۰/۰۱۵$) (جدول۲). طول دوره لاروی برای هر دو جنس ماده و نر با تغذیه از تخم *C. lactis* کوتاه بود و تفاوت معنی‌داری نسبت به بالغ‌ها و پوره‌های آن داشت. در حالی که با تغذیه شکارگر از بالغ‌ها دوره لاروی افزایش یافت ($F_{۲/۲۶} = ۴/۶۵$, $P < ۰/۰۳۹$; $F_{۲/۲۲} = ۶/۸۰$, $P < ۰/۰۰۰۱$). طول دوره پوره سن اول (پروتونمف) از دو جنس ماده و نر *A. swirskii* با تغذیه‌ی هر سه مرحله رشدی اختلاف معنی‌داری دیده نشد. اگرچه تغذیه از تخم و پوره سن اول دوره کوتاه‌تری را نشان داد ($F_{۲/۷۹} = ۰/۵۹$, $P< ۰/۶۶$; $F_{۲/۵۹} = ۰/۴۹$, $P< ۰/۶۵$). کوتاه‌ترین طول دوره پوره سن دوم (دئوتونمف) برای جنس ماده با تغذیه از تخم و پوره‌های کنه *C. lactis* ۲ و ۲/۱۲ روز دیده شد. اما روی جنس نر هیچ تفاوت معنی‌داری دیده نشد. طول دوره پوره سن دوم با تغذیه از تخم کاهش یافت($F_{۲/۲۱} = ۰/۶۰$, $P< ۳/۹۰$;$۳/۸۶ <$,

P ۰/۵۱ = F ۲/۳۵) (جدول۲). طول دوره پیش از بلوغ برای کنه‌های ماده و نر به ترتیب در کمترین میزان ۶/۴۱ تا ۶/۳۹ و بیشترین آن ۷/۳۱ تا ۶/۳۹ روز ثبت شد (۰/۰۰۱ > P, ۱۰/۸۹ = F ۲/۲۱; ۰/۰۰۰۱ > P, ۱۵/۷۳ = F ۲/۵۶) (جدول ۲). کوتاه‌ترین ۲۲/۸۷و ۱۹/۵۰ و طولانی‌ترین ۲۵/۸۸ و ۲۳/۷۹ میانگین طول دوره زندگی به ترتیب برای هر دو جنس ماده و نر در تغذیه از کنه بالغ *C. lactis* و بیشترین طول دوره زندگی در ماده‌ها مربوط به تغذیه از پوره‌ها و برای نرها تغذیه از تخم طعمه دیده شد (۰/۰۰۱ > P, ۲۳/۷۷ = F ۲/۷۲; ۰/۰۰۱ > P, ۱۲/۱۴ = F ۲/۵۶) بود (جدول۲).

جدول ۲- میانگین ± خطای استاندارد مربوط به زمان رشد و نمو، طول عمر و طول دوره زندگی بر حسب روز کنه شکارگر *A. swiriski* ماده و نر پرورش یافته روی تخم، مراحل لاروی و پوره سن یک و پوره سن دوم و کنه‌های بالغ *C. lactis*.

Table 2- Mean (±SE) development time, longevity and total life span (days) of *A. swirskii* females and males reared on *C. lactis* egg, Larva, portonymph, deutonymph and Adult.

طول کل دوره زندگی Life span	نابالغ Immature	دئوتونمف Deutonymph	پروتونمف Protonymph	لارو Larva	اینکوباسیون تخم Incubation	مراحل Stages *C. lactis*
			کنه شکارگر ماده Fimale prodator mite			
23.88 ± 0.33b	6.41 ± 0.30b	2.00 ± 0.18b	1.79 ± 0.21a	1.24 ± 0.27b	1.49 ± 0.24c	تخم Egg
25.88 ± 0.33a	6.43 ± 0.30b	2.12 ± 0.18b	1.85 ± 0.21a	1.30 ± 0.28ab	1.69 ± 0.24b	لارو و پوره Larve, Nymph
22.87 ± 0.27c	7.31 ± 0.29a	2.30 ± 0.17a	1.99 ± 0.22a	1.45± 0.25a	1.85 ± 0.23a	بالغ Adult
			کنه شکارگر نر Male predator mite			
23.79 ± 1.25a	6.39 ± 0.35b	1.68 ± 0.79a	1.88 ± 0.23a	1.15 ± 0.26b	1.75 ± 0.25b	تخم Egg
22.79 ± 1.25a	6.40 ± 0.36b	1.71 ± 0.72a	1.91 ± 0.25a	1.65 ± 0.26a	1.85 ± 0.21b	لارو ، پوره Larve, Nymph
19.50 ± 0.95b	6.45 ± 0.36b	1.85 ± 0.76a	1.99 ± 0.21a	1.75 ± 0.31a	2.12 ± 0.25a	بالغ Adult

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند. آزمون توکی(P<۰/۰۵).

In each column, means followed by the same letter are not significantly different (Tucky's test (P<0.05).

دوره تخم‌گذاری[۱]، باروری و طول عمر کنه‌های بالغ[۲]

بیشترین طول دوره پیش-تخم‌گذاری[۳] کنه شکارگر *A. swirskii* روی کنه‌های بالغ *C. lactis* دیده شد (۰/۰۰۱ > P, ۱۰/۳۲ = F ۲/۵۶). میانگین دوره تخم‌گذاری به طور معنی‌داری با تغذیه از کنه‌های بالغ کاهش یافت(۰/۰۰۰۱ > P, ۶۷/۵۸ = F ۲/۶۶). افزون بر این حداکثر مقدار دوره بعد از تخم‌گذاری[۴] برای تغذیه از مراحل رشدی تخم، پورگی و بالغ کنه *C. lactis* به ترتیب ۵/۸۹ ,۵/۴۹ و ۴/۱۴ بود (۰/۰۷ > P, ۱/۳۷ = F ۲/۵۶) (جدول۳). براساس نتایج حاضر، بیشترین و کمترین باروری کل[۵] برای تغذیه از

۱- Oviposition-period ۲- Adult longevity ۳- Per-oviposition ۴- Post-oviposition
۵- Total Fecundity ۶- Longevity

تخم و کنه بالغ به ترتیب ۲۱/۴۶ و ۱۵/۴۶ به‌دست آمد ($F_{۲/۵۶}$ = ۳/۹۷, P< ۰/۰۱) (جدول ۳). همچنین بیشترین طول عمر[۶] کنه شکارگر ماده و نر ۱۹/۴۷ و ۱۵/۳۷ روز با تغذیه از تخم طعمه و کمترین طول عمر ماده و نر به ترتیب۱۷/۴۰ و ۴۰/۱۱ روز با تغذیه کنه بالغ میوه خشک گزارش شد($F_{۲/۶۴}$= ۷/۳۶, P< ۰/۰۰۱ ;$F_{۲/۶۹}$= ۵۳/۷۵) (جدول ۳).

جدول۳- میانگین ± خطای استاندارد زمان قبل و بعد از تخم‌گذاری ، باروری کل و طول عمر کنه ماده و نر کنه شکارگر طول دوره زمانی تولید مثلی بر حسب روز با تغذیه از تخم، پیش از بلوغ (لارو و پوره‌ها) و بالغ کنه میوه خشک.

Table 3- Mean (± SE) reproductive period (day) and total fecundity (offspring) of *A. swirskii* reared on egg, larve –nymph and adult of *C. lactis.*

مراحل Stages *C. lactis*	پیش از تخم گذاری Pre-oviposition	تخم گذاری Oviposition	پس از تخم گذاری Post-oviposition	باروری کل Total fecundity	طول عمر کنه ماده F-longevity	طول عمر کنه نر M-longevity
تخم Egg	2.54 ± 0.24b	7.36 ± 0.36a	5.89 ± 0.43a	21.46 ± 0.29a	19.47 ± 0.45a	17.40 ± 0.83a
لارو و پوره Larve, Nymph	2.60 ± 0.24ab	7.30 ± 0.36a	5.49 ± 0.45a	21.01 ± 0.19a	19.17 ± 0.25a	17.10 ± 0.81a
بالغ Adult	2.90 ± 0.23a	6.36 ± 0.16b	4.14 ± 0.33a	15.46 ± 0.45b	15.37 ± 0.36b	11.40 ± 0.74b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی داری در سطح ۵درصد هستند(آزمون توکی۰/۰۵>P).

In each column, means followed by the same letter are not significantly different (Tucky's test (P<0.05).

پارامترهای جدول زندگی کنه *A. swirskii*

نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)کنه شکارگر ۰/۱۶۴ بر روز برای تخم بود و کمترین مقدار آن برای تغذیه از بالغ *C. lactis* که ۰/۱۲۵ بر روز برآورد شد (جدول ۴). نرخ خالص تولید مثلی (R_0) برای تغذیه از تخم و پوره‌ها به ترتیب ۱۲/۹۵و ۱۲/۹۹ تخم بر ماده و برای تغذیه از کنه بالغ میوه خشک ۶/۹۵ تخم بر ماده محاسبه شد(جدول ۴). شاخص میانگین مدت زمان یک نسل (T) در سه مرحله مختلف طعمه *C. lactis* تفاوت معنی‌داری داشت و بیشترین مقدار این فراسنجه روی کنه بالغ با ۱۵/۸۱ روز برآورد گردید. نرخ پایانی افزایش جمعیت (λ) از ۱/۱۳۶ تا ۱/۱۷۳ بر روز دیده شد و کمترین آن مربوط به تغذیه از کنه بالغ میزبان بود (جدول ۴).

جدول۴- میانگین ± خطای استاندارد شاخص‌های جمعیتی کنه شکارگر *A. swirskii* پرورش یافته روی تخم، لارو-پوره و بالغ کنه *C. lactis*.

Table 4- Mean (± SE) population parameters of *A. swirskii* reared on egg, larve-nymph and adult of *C. lactis.*

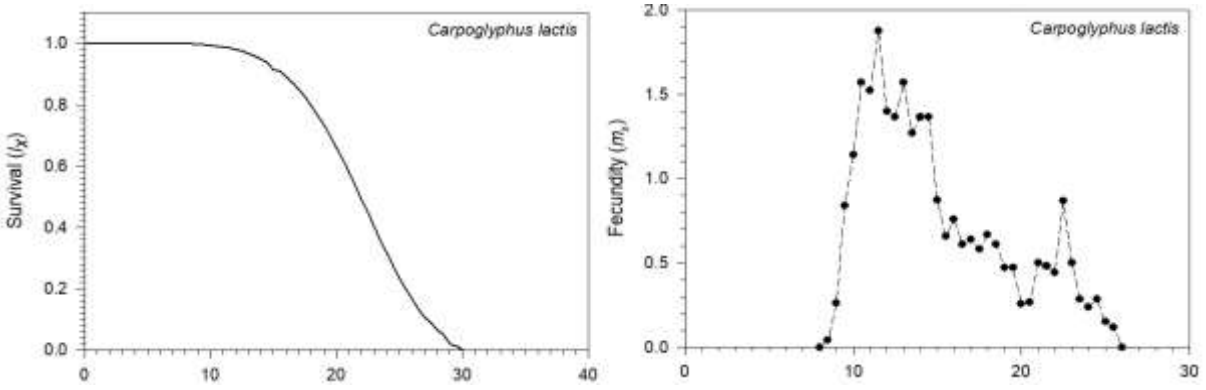
مراحل Stages *C. lactis*	نرخ ذاتی افزایش جمعیت r (day^{-1})	نرخ متناهی افزایش جمعیت λ (day^{-1})	نرخ خالص تولید مثلی R_0(eggs/individual)	طول یک نسل T (day)
تخم Egg	0.164 ± 0.018a	1.173 ± 0.017a	12.95 ± 0.89a	15.61 ± 0.36b
لارو و پوره Larve, Nymph	0.154 ± 0.018a	1.163 ± 0.017a	12.99 ± 0.89a	15.21 ± 0.35ab
بالغ Adult	0.125 ± 0.016b	1.136 ± 0.015b	6.95 ± 0.83b	15.81 ± 0.34a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار معنی دار می‌باشند(P<۰/۰۵, Paired bootstrap).

In each column, means followed by the same letter are not significantly different (Paired bootstrap (P<0.05).

نرخ بقای ویژه سنی[۱] (l_x) و باروری ویژه سنی[۲] (m_x):

افزایش مرگ و میر شکارگر و کاهش طول عمر *A. swirskii* هنگام تغذیه کنه بالغ میوه خشک معنی‌داری بود. به هرحال، نرخ بقا ویژه سنی (l_x) این شکارگر با تغذیه تخم کنه میوه خشک بیشترین تأثیر را نشان داد، در صورتی که نرخ بقا ویژه سنی (l_x) برای کنه *A. swirskii* کاهش شدیدتر ۲۶ روز را برای مرحله بالغ نشان داد. افزون بر این، بیشترین طول عمر۳۰ روز برای ماده‌های بالغ شکارگر تغذیه شده با تخم کنه *C. lactis* و برای تغذیه از مراحل پورگی طعمه ۲۸ روز و برای تغذیه از مرحله بالغ طعمه ۲۵ روز مشاهد شد (شکل ۱ و۲). بیشترین مقدار باروری ویژه سنی (m_x) کنه *A. swirskii* ۱/۹۱ تخم در ماده برای روز یازدهم، ۱/۷۱ تخم در روز برای روز دوازدهم و ۱/۵۳ تخم در روز برای روز دوازدهم به ترتیب برای تغذیه از تخم، مراحل پورگی و بالغ *C. lactis* بود (شکل۱ و ۲).



شکل۱- نرخ بقای ویژه سنی (l_x) و باروری ویژه سنی کل جمعیت (m_x) کنه *A. swirskii* پرورش یافته روی تخم کنه *C. lactis* (برگرفته از Hosseininia *et al.*, 2020).

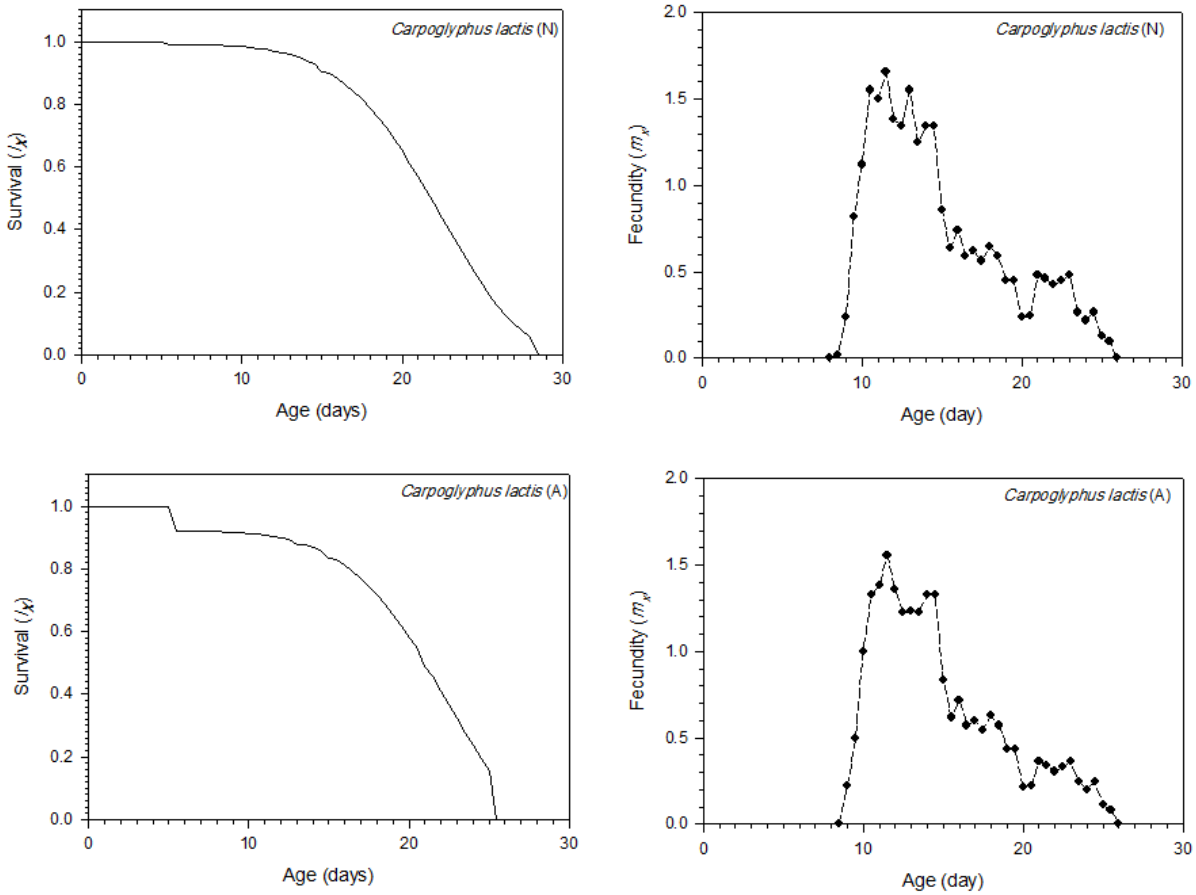
Figure 1- Age-specific survival rate (l_x) and age–specific fecundity (m_x) of *A. swirskii* reared on egg of *C. lactis* (Quoted from Hosseininia *et al.*, 2020).

پرورش انبوه روی ترکیبات‌های مختلف

درصد میانگین شمار کنه‌های شکارگر *A. swirskii* و کنه میوه خشک *C. lactis* و نرخ ذاتی رشد شکارگر ۲۰ روز پس از رهاسازی روی ترکیبات مختلف یاداشت برداری شد و بر اساس محتویات جیره غذایی مرتب گردید (جدول ۵). پس از محاسبه میانگین شمار کنه‌ها برای سه تکرار در قالب کرت‌های به‌طور کامل تصادفی تجزیه واریانس و با روش توکی گروه بندی شد. به‌طورکلی، ۴۰ تیمار آزمایشی در دو گروه ۲۰ تایی بودند که بهترین تیمار از ۲۰ تیمار مخلوط کنه میوه خشک و کنه شکارگر تیمار شماره ۲۰ در گروه a بود. بهترین تیمارها برای تیمارهای جیره مصنوعی پرورش بدون حضور کنه میوه خشک نیز تیمار شماره ۲۰ a بود. هرچند تیمار ۱۹ و ۲۰ در یک گروه آماری a قرار گرفتند (جدول ۵).

۱- Age-specific survival rate

۲- Age-specific fecundity



شکل۲- نرخ بقای ویژه سنی (l_x) و باروری ویژه سنی کل جمعیت (m_x) کنه ***A. swirskii*** پرورش یافته روی مراحل پورگی (لارو پوره سن اول و پوره سن دوم) و کنه بالغ ***C. lactis***

Figure 2- Age-specific survival rate (l_x) and age–specific fecundity (m_x) of *A. swirskii* reared on larve to nymphs and adult stages of C. *lactis.*

جدول۵- درصد میانگین شمار کنه های شکارگر و کنه میوه خشک و نرخ ذاتی رشد شکارگر بیست روز پس از رها سازی شکارگر روی ترکیبات مختلف.

Table 5- Mean percentage of predator mites and dried fruit mites and intrinsic growth rate of predator 20 day after release of predator on different compounds.

متغیرها variables	تیمارها Tratment																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
شکارگر، شکار predator, prey	12 ± 0.22e	36 ± 0.21c	31 ± 0.19c	35 ± 0.17c	11 ± 0.16e	37 ± 0.12c	37 ± 0.27c	35 ± 0.23c	15 ± 0.33e	47 ± 0.31c	44 ± 0.17c	50± 0.24c	6± 0.25b	38 ± 0.26d	33 ± 0.36d	40 ± 0.39c	73 ± 0.26b	71 ± 0.25b	79 ± 0.14b	89 ± 0.12a
شکارگر و شکار rm predator, prey rm	0.045 ± 0.21e	0.099± 0.18c	0.090 ± 0.19c	0.098± 0.19c	0.051 ± 0.21e	0.099 ± 0.23c	0.099 ± 0.21c	0.098 ± 0.19c	0.055 ± 0.26e	0.112 ± 0.24c	0.109 ± 0.23c	0.115± 0.25c	0.010 ± 0.19f	0. 108 ± 0.21d	0.099± 0.18d	0.104 ± 0.15c	0.134 ± 0.19b	0.133 ± 0.25b	0.138 ± 0.27b	0.144± 0.29a
شکارگر و شکار predator, prey	52 ± 0.39d	62± 0.319c	60± 0.32c	68± 0.37c	55 ± 0.36d	64 ± 0.34c	63 ± 0.31c	65 ± 0.33c	70± 0.37b	65 ± 0.32c	65± 0.44c	70 ± 0.46b	0	49 ± 0.41d	50 ± 0.35d	60± 0.39c	96± 0.41a	95± 0.45a	99 ± 0.47a	100± 0.49a
شکارگر، شکار predator, prey	7± 0.49e	23 ± 0.49d	21± 0.49d	25 ± 0.49d	10 ± 0.49e	25± 0.49d	24 ± 0.49d	22 ± 0.49d	2± 0.49f	27 ± 0.49d	26 ± 0.49d	31 ± 0.49c	0	24 ± 0.49d	22 ± 0.49d	24± 0.49d	41 ± 0.49b	40 ± 0.49b	45 ± 0.49a	52 ± 0.49a
شکارگر روی جیره rm predator, on diet	0.017± 0.29e	0.077 ± 0.31d	0.072 ± 0.25d	0.081 ± 0.23d	0.036 ± 0.19e	0.081 ± 0.30d	0.079 ± 0.29d	0.074 ± 0.25d	0.046± 0. 24f	0.085 ± 0.22d	0.083± 0.21d	0.091 ± 0.19c	0.169± 0.19f	0.079± 0.29d	0.074 ± 0.26d	0.081± 0.27d	0.105± 0.31b	0. 104± 0.25b	0.110 ± 0.36a	0.117 ± 0.38a

بحث

نتایج نشان داد که جمعیت *A. swirskii* قادر است که رشد و نمو خود را روی هر سه مرحله رشدی تخم، پورگی و بالغ *C. lactis* تکمیل نماید. این شکارگر دارای پتانسل بالایی در تغذیه تخم کنه میوه خشک بوده و همچنین کنه *C. lactis* می‌تواند یک طعمه و غذای مناسب برای تولید انبوه کنه *A. swirskii* باشد. البته شاخص‌های زندگی *A. swirskii* هنگام تغذیه از کنه بالغ میوه خشک ضعیف‌تر از مراحل پیش از بلوغ می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان دهنده‌ی افزایش معنی داری در زمان رشد و نمو کنه شکارگر و طول دوره پیش از تخم‌گذاری، افزایش دوره تخم‌گذاری و باروری آن در تغذیه از تخم کنه میوه خشک بود. انواع رژیم‌های غذا می‌توانند اثرات متفاوتی روی جدول زندگی کنه شکارگر *A.swirskii* داشته باشند. فاکتورهای مختلف از جمله گیاه میزبان، دما، روش پرورش، فراوانی غذایی،گونه‌ی شکار، مراحل مختلف رشدی شکار و شرایط آزمایشگاهی متفاوت به عنوان عوامل تغییر طول مدت زمان رشد و نمو کنه های فیتوزئیده گزارش شده است (Escudero and Ferragut, 2005; Park *et al*., 2010; Lee and Gillespie, 2011; Javadi Khedri and Khnjani, 2014a; Jafari and Bazgir, 2015; Seiedy *et al*., 2016; Hosseininia *et al*., 2020). طول دوره رشد و نمو کنه *A. swirskii* با تغذیه از تخم *C. lactis* برابر ۶/۳۹ روز بود و این دوره کوتاه تر از طول دوره‌ی زندگی این شکارگر روی کنه زنگار گوجه فرنگی *Aculops lycopersici* (Massee) (Acari: Eriophyidae)دردمای ۲۵ °C درجه سلسیوس (Park *et al*., 2011)، تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) و ترپیس پیاز *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بوده است (Wimmer *et al*., 2008)، که احتمال دارد مناسب تر بودن مرحله تخم نسبت به مراحل پورگی برای شکارگر *A. swirskii* باشد (Nomikou *et al*., 2001; Juan-Blasco *et al*., 2012; Seiedy *et al*., 2016). این نتیجه ممکن است به خاطر تاثیر بیشتر توده‌های تخم شکار، که دارای مواد غذایی بیشتر و زمان کمتر هضم و صرف انرژی کمتر شکارگر برای به‌دست‌آوری تخم کنه میزبان باشد (Javadi Khedri *et al*., 2014b; Hosseininia *et al*., 2020). اگرچه طول دوره زندگی *A. swirskii* روی کنه تارتن *T. urticae* در دمای ۲۶ درجه سلسیوس (El-Laithy and Fouly, 1992) و روی عسلک پنبه *B. tabaci* در دمای ۲۸ درجه سلسیوس (Momen *et al*., 2013) بوده است. ولی هنگامی که این شکارگر از تخم *T. vaporariorum* تغذیه نمود، طول دوره رشد و نموی مراحل نابالغ آن به طور معنی‌داری افزایش یافت (Hosseininia *et al*., 2020). طول دوره زندگی مراحل نابالغ(Phytoseiidae) *Typhlodromus bagdasarjani* و ماده *A. swirskii* هنگام تغذیه از کنه *Cenopalpus irani* (Tenuipalpidae) به ترتیب ۷/۶ روز در دمای ۲۷ درجه سلسیوس و ۷/۴۸ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در مطالعات (Jafari and Bazgir 2015; Bazgir *et al*., 2018) بوده است که با طول دوره زندگی *A. swirskii* در پژوهش حاضر(۷/۲۱ روز) تقریباً مشابه بودند. تفاوت یافته‌های این پژوهش با پژوهش‌های دیگر ممکن است در اختلاف گونه‌های شکار باشد. به هر حال، نمی‌توان منکر تفاوت طول مدت زمان رشد و نمو نژادهای محلی و اکوتیپ‌های مختلف و یا تاثیر شرایط رشدی مختلف از جمله دما و رطوبت نسبی شد. طول عمر و مدت زمان یک نسل[1] برای هر دو جنس ماده و نر مانند دوره تخم‌گذاری و باروری *A. swirskii* هنگام تغذیه از کنه بالغ میوه خشک کاهش یافت. این یافته‌ها مشابه نتایج حاصل از پژوهش (Zhang *et al*., 2015) در مورد تغذیه کنه شکارگر *A. orientalis* از عسلک پنبه *T. tabaci* تغذیه کرده که در آن کوتاه‌ترین دوره تخم‌گذاری، طول

۱- Total life span

عمر و حداقل باروری مشابه تغذیه این شکارگر با کنه تارتن اکوتیپ گلخانه *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) بوده است. افزون بر آن، نتایج مشابهی توسط (Seiedy *et al*., 2016) روی کنه تارتن *T. urticae* وسفیدبالک *Bemisia tabaci* به‌دست آمده است. بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر، باروری کل[1] کنه *A. swirskii* برای تخم کنه *C. lactis* ۲۱/۴۶ نتاج[2] بودند که به طور معنی‌داری بیشتر از این فراسنجه روی مراحل پورگی و بالغ بود. این مقدار روی *T. urticae* و *C. lactis* بیشتر از تغذیه کنه‌های شکارگر روی عسلک پنبه *B. tabaci* که ۱۹/۲۲ تخم در ماده دردمای ۲۵ درجه سلسیوس بوده (Seiedy *et al*., 2016) و همچنین با تغذیه از *Rhynacaphytoptus ficifoliae* Kiefer (Acari: Eriophyidae) که ۲۰/۴ تخم در ماده در دمای ۲۹ درجه سلسیوس بوده است (Abou-Awad *et al*., 1999). اگرچه مشاهدات پژوهشگران دیگر برای همان شکارگر روی کنه زنگار گوجه فرنگی *Aculops lycopersici* (Massee),(Acari: Eriophyidae) برابر با ۳۸/۱ تخم در ماده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، برای کنه *T. urticae* ۳۷/۱ تخم در ماده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و برای *C. lactis* ۲۹/۰۳ تخم در ماده در دمای ۲۳ درجه سلسیوس (Park *et al*., 2010, 2011; Nguyen *et al*., 2013, 2014) بیشتر از این مقدار در مطالعه حاضر بوده است. در این یافته‌ها دیده شد که نوع غذای استفاده شده برای کنه شکارگر به خوبی شرایط آزمایشگاهی تاثیر به سزایی بر باروری و دوره تخم‌گذاری داشته است. فراسنجه‌های جدول زندگی یک ابزار مناسب برای یافتن پتانسیل رشد جمعیت تحت شرایط اقلیمی و تغذیه‌ای است، همچنین انعکاس یافته از همه اثرات دمایی و تغذیه‌ای روی رشد، بقاء، نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ تولید مثلی بندپایان می‌باشد (Javadi Khedri and Khanjani, 2014). نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) به عنوان یک شاخص رشدی جمعیت کنه‌ها و حشرات بوده و اهمیت ویژه‌ای در پژوهش‌های رشد جمعیت بندپایان دارد (El-Laithy and Fouly, 1992). فراسنجه(r) در تلفیق با اثرات مرگ و میر و باروری یک موجود دارای ارزش بسیاری هستند بنابراین تحت تأثیر دامنه وسیعی از متغیرها شامل بقاء پیش از بلوغ، نرخ رشد و نمو، طول عمر ماده‌ها، جدول باروری و نسبت جنسی می‌باشد و همه آن معیارها تحت تاثیر شرایط غذایی و اقلیمی می‌باشد (Javadi Khederi *et al*., 2014b; 2019) بنابراین فراسنجه‌های رشدی جمعیت *A. swirskii* هنگامی که این کنه شکارگر روی تخم *C. lactis* تغذیه نموده بود در مقایسه با دیگر مراحل اثر مطلوب بیشتری داشت. این موضوع بوسیله نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) که ۰/۱۶۴ بر روز روی کنه‌های *C. lactis* بود در صورتی که برای مراحل پورگی و بالغ به ترتیب ۰/۱۵۴ و ۰/۱۲۵ بر روز برآورد گردید. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) گزارش شده برای *A. swirskii* روی کنه *Aceria ficus* (Cotte), (Acari: Eriophyidae) ۰/۱۵۵ بر روز دردمای ۲۹ درجه سلسیوس، و روی *R. ficifoliae* Keifer, (Acari: Diptilomiopidae) ۰/۱۲۲ بر روز در دمای ۲۹ درجه سلسیوس (Abou-Awad *et al*., 1999) و *Cenopalpus irani* Dosse, (Acari: Tenuipalpidae) با ۰/۱۴۰ بر روز در دمای ۲۶ درجه و روی عسلک پنبه *B. tabaci* ۰/۱۲۰ بر روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس (Seiedy *et al*., 2016)، از یافته‌های مطالعه حاضر هنگامی که *A. swirskii* روی *C. lactis* تغذیه می کند، کمتر بود. معیار های فراسنجه‌ای گزارش شده برای *A. Swirskii* روی *Eotetranychus frosti* (McGregor)با ۰/۱۶۷ بر روز در دمای ۲۶ درجه سلسیوس (Bazgir *et al*., 2018) و کنه *C. lactis* با ۰/۱۷۵ بر روز دردمای ۲۳ درجه سلسیوس و کنه *T. urticae* با ۰/۱۶۷ بر روز در دمای ۲۶ درجه سلسیوس (El-Laithy and Fouly, 1992)، با نتایج

۱- Total fecundity

۲- Offspring

پژوهش حاضر همسویی داشتند. افزون‌براین، یافته‌های این پژوهش نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در میانگین مدت زمان یک نسل (T)، نرخ خالص تولید مثلی (R_0) و نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) برای سه مرحله رشدی میزبان بود و نشان دهنده‌ی آن است که *A. swirskii* به خوبی روی تخم کنه *C. lactis* در مقایسه دو مرحله دیگر سازگارتر هست (P <۰/۰۵). تغییر در فراسنجه‌های رشدی مختلف می‌تواند به اثرات مختلف اقلیمی همچنین به دماهای متفاوت، رطوبت نسبی و کیفیت غذا مرتبط باشد (Duek *et al*., 2001; Bi *et al*., 2001; Bi and Toscano, 2007). مطالعه جدول زندگی تحت شرایط کنترل شده در دمای خاص و غذاهای مختلف می‌تواند فاکتورهای باشد که باعث تغییر فراسنجه‌های رشدی در بندپایان شود (Sabelis, 1985; Javadi Khederi and Khanjani, 2014a). منحنی‌های نرخ بقاء ویژه سنی (lx) و باروری ویژه سنی (m_x) حاکی از آن است که تغذیه از کنه بالغ باعث کاهش باروری و بقاء *A. swirskii* در مقایسه با دو مرحله دیگر شده است. افزون بر این حداکثر تولید مثل روزانه در کنه‌های تغذیه شده با کنه بالغ میوه خشک در مقایسه با شکارگر تغذیه شده با تخم آن و مرحله پورگی کنه میوه خشک کاهش یافته است که این ممکن است به علت کاهش بقاء و تولید مثل شکارگر باشد. یافته‌های حاضر نشان داد که تخم و دوره پورگی *C. lactis* میزبان مناسبی در مقایسه با مرحله بالغ برای این کنه شکارگر می‌باشند هرچند این شکارگر می‌تواند از همه مراحل رشدی کنه میوه خشک در پرورش انبوه تغذیه نماید. به هرحال بایستی مطالعات کاملی برای سنجش اثرات مختلف نظیر شرایط اقلیمی و گیاهان میزبان برای جدول زیستی کنه *A. swirskii* در قالب کنترل بیولوژیک انجام پذیرد. هرچند از منظر برنامه‌های کنترل بیولوژیک استفاده از کنه میوه خشک برای پرورش انبوه جمعیت این کنه شکارگر به نظر مفید و قابل توصیه می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از آزمایش در تیمار ۲۰ با ترکیبات (پوشال برنج، آرد گندم، آرد سنجد، سبوس گندم، مخمرنانوایی، گرده ذرت، گرده خرما، شکر، شیرخشک و ذرده تخم مرغ با نسبت‌های ذکر شده (جدول۱) بهترین تیمار برای پرورش توام و پرورش انفرادی شکارگر *A. swirskii* بود که در پرورش توأم با شکار *C. lactis* با نرخ ذاتی (۰/۱۴۴ day^{-1}) و در پرورش اختصاصی (۰/۱۷۷day^{-1}) داشت و علت تفاوت آن وجود ماده غذایی مناسب در پرورش کنه شکارگر روی بستر مصنوعی توأم با کنه میوه خشک می‌باشد. در مطالعه حاضر تیمار ۲۰ حاوی گرده ذرت و گرده نخل به نسبت مساوی در هر واحد آزمایشی بودند. نرخ ذاتی افزایش جمعیت در دو حالت جیره مصنوعی (۰/۱۱۷day $^{-1}$) و کشت جیره غذایی همراه کنه میوه خشک (۰/۱۴۴day $^{-1}$) از نتایج (Samaras *et al*., 2015) که روی گرده ذرت (۰/۱۷۰day $^{-1}$) و روی گرده کاج (day^{-1} ۰/۱۴۱) برآورد شده بود کمتر می‌باشد (جدول ۵)، که علت احتمالی آن وجود شرایط آزمایشگاهی متفاوت و یا استفاده از مواد همراه افزون بر گرده گل و نیز پرورش انبوه و با حجم در مطالعه حاضر میتوانند باشد (جدول ۱). مطالعه مشابه دیگری مربوط به (Soltaniyan *et al*., 2018) است که نرخ ذاتی پژوهش حاضر کمتر از نرخ ذاتی تغذیه کنه *Neoseiulus californicus* از گرده‌های پسته و زردآلو و *T. urticae* به ترتیب با (۰/۱۶۵ day^{-1} ، ۰/۱۳۲ و ۰/۱۷۲) و بالاتر از گرده‌های گلابی و سرو به ترتیب با (۰/۰۵ day-1 و ۰/۰۲۹) بوده است و البته در مطالعه ما کنه *A. swriskii* با نرخ ذاتی (۰/۱۱۷ day^{-1}) با تغذیه از تخم کنه *C. lactis* نرخ بالاتری از نرخ گونه *N. californicus* داشت (جدول ۵). البته یکی از عوامل محدود کننده در پرورش توأم این است که به مرور زمان با افزایش جمعیت میزبان، افزایش جمعیت شکارگر محدود می‌شود و به یک حداقل و تعادل می‌رسد. جمعیت در پرورش کنه شکارگر بدون حضور کنه میوه خشک و صرفاً روی جیره‌های غذایی دارای روند کندی است ولی مزیت آن خالص بودن جمعیت شکارگر می باشد که برای برخی موارد لازم است.

برای پرورش انبوه این شکارگر بهتر است، از تیمار ۲۰ با حضور و بدون حضور کنه میوه خشک استفاده شود. هر چند نرخ ذاتی کنه شکارگر با غذای مصنوعی کمتر است اما برتری آن خلوص شکارگر بدون حضور کنه میوه خشک می‌باشد. البته برای نگهداری و رهاسازی با پاکت‌های بسته‌بندی معمولاً از فرآورده‌های هر دو روش (با حضور و بدون حضور کنه میوه خشک) استفاده می‌شود تا نرخ ذاتی تولید مثلی کنه شکارگر قبل از زمان استقرار در گلخانه بیشتر باشد. افزون بر این موارد، طبق مشاهدات این پروژه حاضر خطر آلودگی به کنه‌های شکارگر دیگر به‌ویژه کنه‌های خانواده *Laelapidae* و یک موریانه ریز می‌باشد که برای شناسایی به متخصصان مربوطه ارسال گردیده است. به محض کاهش رطوبت در ظروف پرورش آلودگی به مهاجمین زیاد می‌شود و در صورت افزایش رطوبت گسترش قارچ‌های گندزا به‌ویژه آسپرژیلوس و پنی‌سیلیوم محیط رشد را تهدید می‌نماید.

سپاسگزاری

این مطالعه در قالب پروژه پژوهشی در پژوهشکده گل و گیاهان زینتی محلات انجام گردیده است. به دلیل متقبل شدن تمامی هزینه‌های پژوهش و امکانات آزمایش در پژوهشکده گل و گیاهان زینتی از مسئولان و همکاران پژوهشکده و موسسه تحقیقات علوم باغبانی تشکر می‌نمایم. از آقای دکتر علی رضایی در سازمان حفظ نباتات کشور، دکتر سعید جوادی خدری و دکتر محمد رضا امین که در اجرای این مطالعه ما را یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

Abou-Awad, B.A., El-Sawaf, B.A., Abdel-Khalek, A.A. (1999). Impact of two eriophyoid fig mites, *Aceria ficus* and *Rhyncaphytoptus ficifoliae*, as prey on postembryonic development and oviposition rate of the predacious mite *Amblyseius swirskii*. *Acarologia*, *40*(1), 364 – 371.

Bazgir, F., Shakarami, J., Jafari, S. (2018). Life table and predation rate of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Eotetranychus frosti* (Tetranychidae) and *Cenopalpus irani* (Tenuipalpidae). *Systematic and Applied Acarology*, *23*(8), 1614-1626.

Bi, J.L., Toscano, N.C., Ballmer, G.R. (2001). Seasonal Population dynamics of the Greenhouse Whitefly *Trialeurodes vaporariorum* on Oxnard area. Department of Entomology, University of California, Riverside. *Journal of Economic Entomology*, *95*(6),1179-1184.

Bi, J..L., Toscano, N.C. (2007) Current status of the greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) susceptibility to neonicotinoid and conventional insecticides on strawberries in southern California, *Pest Management Science*, *63*(8), 747–752.

Chi, H., Liu, H. (1985) Two new methods for the study of insect population ecology, *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica*, *24*(2), 225–240.

Chi, H. (1988) Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rate among individuals, *Environmental Entomology*, *17*(1), 26–34.

Chi, H. (2017) TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. http:// 140.120.197.173/Ecology/. *National Chung Hsing University, Taichung Taiwan.*

Chmielewski, W. (1970) Studies of a food pest: the mite, *Carpoglyphus lactis* (L.). *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny'*, *21*(6), 611-7.

Duek, L., Kaufman, G., Palevsky, E., Berdicevsky, I. (2001) Mites in fungal cultures, *Mycoses*, *44*, 390 – 394.

El-Laithy, A.Y.M., Fouly, A.H. (1992). Life table parameters of the two phytoseiid predators *Amblyseius scutalis* (Athias-Henriot) and *A. swirskii* A.-H. (Acari, Phytoseiidae) in Egypt, *Journal of Applied Entomology*, *113*(1), 8 – 12.

Escudero, L.A., Ferragut, F. (2005). Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae), *Biological Control*, *32*, 378–384.

Fouly, A.H., Al-Deghairi, M.A., Abdel Baky, N.F. (2011). Biological aspects and life tables of *Typhlodromips swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyroididae), *Journal of Entomology*, *8*, 52 – 62.

Goodman, D. (1982). Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value, *The American Naturalist*, *119* (6), 803–823.

Hosseininia, A., Khanjani, M., Khoobdel, M., Javadi Khederi, S. (2017). Compare the efficiency of the current oils and insecticide compounds in control of greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), (Hem.: Aleyrodidae) on rose and their interaction, *Journal of Plant Protection*, *30*(4), 718–726. (In Persian).

Hosseininia, A., Khanjani, M., Asadi, M., Soltani, J. (2020). Life-history of the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), *Carpoglyphus lactis* Linnaeus (Acari: Carpoglyphidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae), *Journal of Ornamental Plants*, *10*(3), 1-11.

Jafari, S., Bazgir, F. (2015). Life history traits of predatory mite *Typhlodromus* (*Anthoseius*) *bagdasarjani* (Phytoseiidae) fed on *Cenopalpus irani* (Tenuipalpidae) under laboratory conditions, *Systematic and Applied Acarology*, *20*(4), 366–374.

Javadi Khederi, S., Khanjani, M. (2014a). Modeling demographic response to constant temperature in *Bryobia rubrioculus* (Acari: Tetranychidae), *Ecologia Montenegrina*, *1*(1), 18–29.

Javadi Khederi, S., Khanjani, M., Babolhavaeji, H., Soleimani, M.A., Asali Fayaz, B. (2014b). Population parameters of *Tetranychus turkestani* (Acari: Prostigmata: Tetranychidae) on fourteen melon genotypes. *Persian Journal of Acarology*, *3*(3), 217–234.

Javadi khederi, S., Khoobdel, M., Khanjani, M., Hosseininia, A., Sadeghi Sorkhe Dizaji, B., Hosseini, S. M., Sobati H. (2019). Insecticidal effects of essential oils from two medicinal plants against *Aleuroclava jasmini* (Hemiptera: Aleyrodidae), *Journal of Crop Protection*, *8*(1), 57–67.

Ji, J., Zhang, Y.X., Lin, J.Z., Chen, X., Sun, L., Saito, Y. (2015). Life histories of three predatory mites feeding upon *Carpoglyphus lactis* (Acari, Phytoseiidae; Carpoglyphidae), *Systematic and Applied Acarology*, *20*(5), 491–496.

Juan-Blasco, M., Qureshi, J.A., Urbaneja, A., Stansly, P.A. (2012). Predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae), for biological control of Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina Citri* (Hemiptera: Psyllidae), *Florida Entomologist*, *95*, 543 – 551.

Lee, H.-S., Gillespie, D.R. (2011). Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures, *Experimental and Applied Acarology*, *53*,17 – 27.

Momen, F.M., Hussein, H., Reda, A.S. (2013). Intra-guild vs extraguild prey: Effect on development, predation and preference of *Typhlodromus negevi* Swirski and Amitai and *Typhlodromips swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae), *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, *48*, 95 – 106.

Nguyen, D.T., Vangansbeke, D., Lü, X., De Clercq, P. (2013). Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets, *BioControl*, *58*, 369–377.

Nguyen, D.T., Vangansbeke, D., De Clercq, P. (2014). Artificial and factitious foods support the development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii*, *Experimental and Applied Acarology*, *62*, 181–194.

Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R., Sabelis, M.W. (2001). Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*, *Experimental and Applied Acarology*, *25*(4), 271–291.

Onzo, A., Houedokoho, A.F., Hanna, R. (2012). Potential of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* to suppress the Broad Mite, *Polyphagotarsonemus latus* on the Gboma Eggplant, Solanum macrocarpon, *Journal of Insect Science*, *12*,1 – 11.

Park, H.-H., Shipp, L., Buitenhuis, R. (2010). Predation, development, and oviposition by the Predatory Mite *Amblyseius swirskii* (Acari: phytoseiidae) on Tomato Russet Mite (Acari: Eriophyidae), *Journal of Economic Entomology*, *10*(3), 563 – 569.

Park, H.-H., Shipp, L., Buitenhuis, R., Ahn, J.J. (2011). Life history parameters of a commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*), *Journal of Asia-Pacific Entomology, 14*, 497 – 501.

Sabelis, M.W. 1985. Predation on spider mites. In: Helle W., Sabelis M.W., editors. Spider mites: Their biology, natural enemies and control (Vol. IB), *Amsterdam: Elsevier Science*; p.: 103 – 129.

Samaras, K., Pappas, M.L., Fytas, E. (2015). Pollen suitability for the development and reproduction of *Amblydromus limonicus* (Acari: Phytoseiidae), *BioConrtol*, *60*, 773-782.

SAS Institute (2005). SAS software version 9.2 SAS Institute, Cary.

Seiedy, M., Soleymani, S., Hakimitabar, M. (2016). Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and *Bemisia tabaci* Gennadius (Heteroptera: Aleyrodidae), *International Journal of Acarology*, *43* (2), 160-164.

Soltaniyan, A., Kheradmand, K., Fathhipour, Y., Shirdel, D. (2018). Suitability of pollen from different plant species as alternative food sources for *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) in comparison with a natural prey, *Biological and Microbial Control, Journal of Economc Entomology*, *10* (1),1-8.

Systat Software (2008). Sigma Plot Statistics Users Guide, version 11.0. Systat Software, Inc, San Jose.

Wimmer, D., Hoffmann, D., Schausberger, P. (2008). Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *Amblyseius swirskii*, *Biocontrol Science and Technology*, *18*, 533 – 542.

Zhang, X., Lv, J., Hu, Y., Wang, B., Chen, X., Xu, X., Wang, E. (2015). Prey Preference and Life Table of *Amblyseius orientalis* on *Bemisia tabaci* and *Tetranychus cinnabarinus*, *PLOS ONE*, *10*(10), 1-10.

Flower and Ornamental Plants (2021), 6(1): 13-28
Research article
DOI: 10.52547/flowerjournal.6.1.13

Study of demographic parameters of the predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on dried fruit mite *Carpoglyphus lactis* Linnaeus (Acari: Astigmata) for mass rearing

Asghar Hosseininia[1*], Zahra Mojib Hagh Ghdam[2], Mohamad Hossein Azimi[3] and Mohamad Khanjani[4]

1. Technology and Production Management Department of Ornamental Plants Research Center (OPRC), Horticultural Sciences Research Institute (HSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat
2. Plant Protction Research Department of Agricultureal and Natural Research Center of Agricultural Research Education and Etension Organization (AREEO), Rasht
3. Genetic and Breeding Department of Ornamental Plants Research Center (OPRC), Horticultural Sciences Research Institute (HSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat
4. Plant Protection Department, Agricultural Faculty, Bu Ali Sina University, Hamedan

asghar.hosseini.nia@gmail.com

Received: 31/1/2021, Revised: 17/7/2021, Accepted: 19/7/2021

Abstract

Amblyseius swirskii Athias-Henriot predatory mite is one of the most common biological control agents for two-spotted spider mite, greenhouse whitefly and onion thrips in greenhouses, which is widely used in greenhouse crops around the world. The importance of this study is to facilitate the mass rearing of this predatory mite. To evaluate the mass rearing of this predator, its life table on eggs, nymphal stages and adult mites of *Carpoglyphus lactis* Linnaeus under conditions of 25 °C, 70 ±5% RH, 16:8 (L: D) was examined. Demographic parameters of *A. swirskii* including: *r*, λ and R_0 when feeding eggs, nymphal stages and adult were estimated. Therefore, r parameter for feeding at different growth stages of dried fruit mite was estimated in mass production part. In addition, 20 treatments with different compounds with presence and 20 treatments without presence of dried fruit mite with three replications in a completely randomized block design with mass rearing method and intrinsic rate of increase (*r*) for all treatments were estimated and analyzed. Survey of egg life table, nymphal and adult stages of dried fruit mite showed that *A. swirskii* has the ability to mass rearing on all three developmental stages of dried fruit mite. Life table parameters, *A. swirskii* including: *r*, λ and R_0 when feeding on dried fruit eggs were estimated to be 0.165 d^{-1}, 1.173 d^{-1}, and 12.95 eggs/individual, respectively. The results of life table parameters, especially *r*, showed that dried fruit mite has the potential to be a suitable intermediate host. Furthermore, the artificial diet of treatment number 20 without the presence of dried fruit mites is suitable for mass breeding of this predatory mite as an alternative method.

Keywords: Mass rearing, Life table, Prodatory mite, Dry fruit mite.