

جدول زندگی دوجنسی وابسته به دما در کنه شکارگر (*Amblyseius swirskii* (Mesostigmata:*Phytoseidae*) با تغذیه از کنه انباری (*Carpoglyphus lactis* (Astigmata: *Carpoglyphidae*)سمانه جعفری<sup>۱</sup>، حمید رضا صراف معیری<sup>۱،۲\*</sup> و اورنگ کاوسی<sup>۱</sup>

۱- گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ۲- پژوهشکده فناوری‌های نوین زیستی، دانشگاه زنجان، زنجان.

\*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hamidsarrafm@gmail.com

Temperature – dependent life table of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Mesostigmata: *Phytoseidae*) fed on stored product mite *Carpoglyphus lactis* (Astigmata: *Carpoglyphidae*)S. Jafari<sup>1</sup>, H. Sarraf Moayeri<sup>1,2,\*</sup> and A. Kavousi<sup>1</sup>

1-Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, 2- Research Institute for Biological Modern Technologies, University of Zanjan, Zanjan.

\*Corresponding author, Email: hamidsarrafm@gmail.com

Journal of Entomological Society of Iran, 2016, 36 (3): 163–179.

## چکیده

کنه شکارگر *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) یک شکارگر کارآمد برای کنترل بیولوژیک برخی حشرات، به‌ویژه تریپس‌ها و سفیدبالک‌ها می‌باشد. برای مطالعه مطلوبیت اثرات دماهای مختلف، جدول زندگی کنه شکارگر با رژیم غذایی کنه انباری *Carpoglyphus lactis* L. بر اساس تئوری جدول زندگی دو جنسی سن-مرحله مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $70 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. طول دوره رشدی مرحله جنینی در دمای ۳۰ درجه سلسیوس به طور معنی داری کوتاه‌تر از دماهای ۲۲ و ۳۲ درجه سلسیوس بود. طول دوره رشدی مراحل متحرک قبل از بلوغ، طول عمر بالغ نر و ماده نیز در دمای ۳۲ درجه سلسیوس به طور معنی داری کوتاه‌تر از دمای ۲۵ درجه سلسیوس بود. باروری شکارگر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس ( $72.34$  تخم/ماده) به طور معنی داری بالاتر از دماهای ۲۲، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس بود. نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ ) نرخ منتهای افزایش جمعیت ( $\lambda$ )، نرخ خالص تولید مثل ( $R_0$ ) در دمای ۲۲ درجه سلسیوس به ترتیب  $0.226$  بر روز،  $1/25$  بر روز،  $25/53$  فرد، در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به ترتیب  $0.304$  بر روز،  $1/35$  بر روز،  $33/82$  فرد، در دمای ۳۰ درجه سلسیوس به ترتیب  $0.097$  بر روز،  $1/102$  بر روز،  $2/42$  فرد و در دمای ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب  $0.128$  بر روز،  $1/137$  بر روز،  $2/67$  فرد به دست آمدند. در همه پارامترهای جمعیت کنه *A. swirskii* به‌جز متوسط مدت زمان یک نسل ( $T$ ) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به‌طور معنی داری بالاتر از دماهای ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس بودند. پیش‌بینی کل جمعیت نشان می‌دهد که در اکثر زمان‌ها جمعیت کنه *A. swirskii* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بالاتر از سایر دماها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جدول زندگی دوجنسی، شکارگر، کنه، کنترل بیولوژیک

## Abstract

The predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) is an efficient predator of some insect pests particularly thrips and whiteflies. To evaluate the optimum temperature for *A. swirskii*, a life table study, based on the age-stage, two-sex life table theory, was conducted using the stored product mite, *Carpoglyphus lactis* L. as the food diet. Experiments were performed at temperatures of 22, 25, 30 and 32° C,  $70 \pm 5$  relative humidity and 16: 8 (L: D) photoperiod. Developmental time of eggs at 30° C was significantly shorter comparing to the temperatures 22 and 32° C. Developmental time of the mobile pre-adult stages, male and female, were significantly shorter at 32° C, comparing to 25° C. The highest fecundity of the predator was observed at 25° C (72.34 eggs / female). The intrinsic rate of increase ( $r$ ), finite rate of population increase ( $\lambda$ ), net reproductive rate ( $R_0$ ), at temperature of 22° C were  $0/226 \text{ day}^{-1}$ ,  $1/25 \text{ day}^{-1}$ ,  $25/53$  offspring/individual; at 25° C were  $0/304 \text{ day}^{-1}$ ,  $1.35 \text{ day}^{-1}$ ,  $33/82$  offspring/ individual; at 30° C were  $0/097 \text{ day}^{-1}$ ,  $1/102 \text{ day}^{-1}$ ,  $2/42$  offspring/ individual; at a temperature of 32° C were  $0/128 \text{ day}^{-1}$ ,  $1/137 \text{ day}^{-1}$ ,  $2/67$  offspring/ individual. The population parameters of *A. swirskii*, except mean generation times ( $T$ ), at 25° C and 32° C were significantly higher than those at 30° C, and the average generation time ( $T$ ), at temperature of 22° C, was found to be the highest. The total population projection demonstrated that the highest population growth of predatory mite, *A. swirskii* occurred at 25° C.

Key word: two- sex life table, predator, mite, biological control

## مقدمه

استفاده از دشمنان طبیعی در مدیریت تلفیقی آفات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزار آن همواره مورد توجه بوده است (Seraj, 2009). در این بین کنه‌های خانواده Phytoseiidae، شناخته‌شده‌ترین و مهم‌ترین شکارگران از زیر رده کنه‌ها هستند که بیشترین مطالعات روی آن‌ها در این خصوص انجام‌گرفته است. کنه شکارگر *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) از راسته Mesostigmata و خانواده Phytoseiidae می‌باشد. منشأ این کنه نواحی مدیترانه شرقی، فلسطین، ایتالیا، قبرس و مصر است و روی گیاهان متعددی مانند سیب، انگور، سبزیجات، مرکبات مشاهده شده است (Hoda et al., 1986). این کنه یک شکارگر عمومی بوده و علاوه بر سفیدبالک و تریپس‌ها، از سایر گونه‌های آفت مانند کنه تارتن دولکه‌ای، تخم‌های بالپولکداران و گرده نیز تغذیه می‌کند. این کنه شکارگر به علت کارایی بسیار مطلوب در دهه گذشته به‌گونه‌ای محبوب تبدیل‌شده و به‌صورت تجاری در بسیاری از سامانه‌های تولید محصولات گلخانه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است به‌طوری‌که در بیش از ۲۰ کشور جهان به ثبت رسیده است (Van lenteren, 2011).

کنه‌ها به‌عنوان جانوران خون‌سرد به‌شدت تحت تأثیر دمای محیط می‌باشند و به همین جهت، زمان نشو و نما، میزان مرگ‌ومیر و زادآوری آن‌ها نیز از جمله عواملی است که با تغییرات دما تغییر می‌کند. دما به عنوان یک فاکتور فیزیکی و غیرزنده تأثیر بسیار مهمی روی بقای مراحل نابالغ، دینامیسم و سرعت رشد جمعیت بندپایان دارد (Ali, 1998). تا به امروز مطالعات متعددی روی اثر دما بر ویژگی‌های زیستی و پارامترهای جدول زندگی برخی از کنه‌های شکارگر مانند: *Phytoseius plumifer*، *Neoseiulus barkeri*، *Typhlodromus bagdasarjani*

و *Neoseiulus californicus*، *Iphiseius degenerans* و *Neoseiulus umbraticus* انجام شده است (Kouhjeni Gorji et al., 2012; Ganjisaffar et al., 2011; Jafari et al., 2010; Tsoukanas et al., 2006; Gotoh et al., 2004; Kazak et al., 2002).

در مطالعه Lee & Gillespie (2011) تأثیر ۹ دمای مختلف (۱۳، ۱۵، ۱۸، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۲، ۳۴ و ۳۶ درجه سلسیوس) روی زمان نشو و نما، تولیدمثل، زنده‌مانی و نسبت جنسی کنه شکارگر *A. swirskii*، مورد بررسی قرار گرفته است و به وضوح اثر دماهای مختلف روی ویژگی‌های زیستی این کنه شکارگر نشان داده شده است. (Asgari et al., 2013). پارامترهای جدول زندگی *A. swirskii* را در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با تغذیه از کنه *Carpoglyphus lactis* L. محاسبه کرده‌اند. در این پژوهش میانگین باروری ۸۲/۱۷ تخم گزارش شده است، همچنین طول دوره رشد مراحل تخم، کل دوره قبل از بلوغ، نر و ماده به ترتیب ۱/۹۴، ۶/۱۳، ۱۰/۰۹ و ۱۵/۵۳ روز گزارش شده است. پژوهش El-Tawab et al. (1982) روی تأثیر دما و دوره نوری بر رشد و نمو این کنه شکارگر، نشان داده است که افزایش دما، سرعت رشد و نمو را افزایش، طول عمر بالغین را کاهش و قابلیت تغذیه و باروری را افزایش خواهد داد. این در حالی است که افزایش دوره نوری، کاهش مصرف شکار و کاهش باروری را به همراه دارد و احتمالاً تمایل کنه *A. swirskii* به قرارگیری روی سطوح برگ‌های پایینی گیاه میزبان نیز به همین دلیل است.

جدول زندگی، جامع‌ترین و مهم‌ترین تعریف از زنده‌مانی، طول زمان نشو و نما و تولیدمثل جمعیت را ارائه می‌دهد که مفهوم مهمی در اکولوژی نظری و کاربردی جمعیت است (Chi & Yang, 2003). با توجه به گسترش استفاده از تئوری جدول زندگی دو جنسی ویژه سنی - مرحله رشدی

شکارگر از کنه انباری *C. lactis* استفاده شد و از نخ‌های کاموایی مشکی‌رنگ به‌عنوان بستر تخم‌گذاری استفاده گردید (Asgari et al., 2013). به منظور پرورش آزمایشگاهی کنه انباری *C. lactis* نیز از ظروف استوانه‌ای شکل که درهای آن برای تامین تهویه دارای چندین منفذ بود، استفاده گردید. کنه‌های *C. lactis* داخل تشتک‌های ۹ سانتی‌متری، روی یک‌تکه یونولیت قرار گرفتند و کف ظرف تا حدود ۵ سانتی‌متر از آب پر شد (Asgari et al., 2013). کنه‌های انباری مذکور از روی خرماهای انباری آلوده از شهر مرند جمع‌آوری و روی مخمر نان پرورش داده شدند.

#### نحوه اجرای آزمایش‌ها برای مطالعه جدول زندگی

واحدهای آزمایشی عبارت بودند از تشتک‌های ۶ سانتی‌متری که در کف هر تشتک ۵ سلول پلاستیکی ۸ میلی‌متری به کمک چسب حرارتی ثابت گردید. همچنین، جهت جلوگیری از فرار کنه‌ها، داخل تشتک‌ها جهت محصور کردن سلول‌ها، با آب پر گردید. برای تهویه مناسب هوای داخل تشتک، روی در آن‌ها منافذی ایجاد شد (Asgari et al., 2013). این آزمایش‌ها با ۸۰ تخم هم‌سن شکارگر شروع شد. به‌منظور تغذیه کنه شکارگر حدود ۲۰ عدد تخم و مراحل نابالغ کنه انباری *C. lactis* (به نسبت مساوی) به‌صورت روزانه در هر سلول قرار داده شد. بازدید از نمونه‌ها هر ۲۴ ساعت یک بار صورت گرفت و زنده‌مانی و رشد و نمو افراد به‌طور روزانه تا مرگ آخرین فرد ثبت شد. پس از بلوغ افراد نر و ماده جفت شدند. علاوه بر زنده‌مانی، تعداد تخم‌گذاری روزانه هم ثبت شد. آزمایش در دماهای ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۲ درجه سلسیوس، رطوبت  $70 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در اتاقک‌های رشد بر مبنای طرح کاملاً تصادفی بر پایه تئوری جدول زندگی دوجنسی سن-مرحله رشدی انجام گرفت.

(Chi & Liu, 1985; Chi, 1988)، در این پژوهش نیز از روش ذکر شده برای بررسی پارامترهای جمعیت کنه شکارگر *A. swirskii* در چهار دمای مختلف (۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس) استفاده شده است. در جدول زندگی باروری با دنبال کردن رویدادهایی مانند تعداد افراد متولدشده تا مرگ آخرین فرد از گروه هم‌سن و همچنین توصیف زمان نشو و نما و نرخ بقای هر مرحله رشدی پیش‌بینی اندازه جمعیت و ساختار سنی آن در یک‌زمان مشخص میسر می‌شود (Carey, 1993). هدف از این پژوهش برآورد و مقایسه برخی از فراسنجه‌های جدول زندگی کنه شکارگر *A. swirskii* و همچنین تعیین ویژگی‌های زیستی آن در دماهای ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد. با توجه به این که بررسی جدول زندگی این شکارگر در دماهای مذکور برای نخستین بار در کشور انجام می‌شود، داده‌های حاصل کمک خواهد کرد تا با اطلاعات بیشتری برای شرایط بهینه پرورش انبوه این شکارگر و همچنین رهاسازی آن در شرایط گلخانه تصمیم‌سازی شود.

#### مواد و روش‌ها

##### تهیه و پرورش کلنی‌ها

کلنی اولیه کنه شکارگر از شرکت کوپرت (Koppert) هلند تهیه شد. پرورش آزمایشگاهی کنه شکارگر در آزمایشگاه اکولوژی و کنترل بیولوژیک پژوهشکده فناوری‌های نوین زیستی دانشگاه زنجان صورت گرفت، از ظروف مستطیلی شکل به ابعاد  $13 \times 25$  سانتی‌متر که درهای آن برای تهویه دارای چندین منفذ است، استفاده شد و کنه‌های *A. swirskii* داخل تشتک‌های ۹ سانتی‌متری، روی یک‌تکه اسفنج مستطیلی شکل قرار گرفتند و کف ظرف تا حدود ۳ سانتی‌متر از آب پر شد. همچنین برای تغذیه کنه‌های

## تجزیه و تحلیل داده‌ها

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس تئوری جدول زندگی دوجنسی ویژه سن- مرحله رشدی (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988) انجام شد. برای انجام محاسبات، از نرم‌افزار TWO-SEX-MSChart استفاده شد (Chi, 2014).

میانگین دوره رشد و نمو مراحل پیش از بلوغ، طول عمر بالغین، کل دوره پیش از تخم‌ریزی، دوره تخم‌ریزی و باروری ماده محاسبه شد. همچنین نرخ بقای ویژه سنی - مرحله رشدی ( $s_{xj}$ )، باروری ویژه سنی - مرحله رشدی ( $f_{xj}$ )، نرخ بقای ویژه سنی ( $l_x$ ) و باروری ویژه سنی ( $m_x$ ) و همچنین پارامترهای رشد جمعیت مانند نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ )، نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ )، نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0$ ) و میانگین مدت زمان یک نسل ( $T$ ) محاسبه شد.

میانگین و خطای استاندارد پارامترهای جدول زندگی با استفاده از روش بوت استرپ و برای مقایسه میانگین‌ها از روش بوت استرپ جفت‌شده (Paired bootstrap) استفاده شد. همچنین شبیه‌سازی جمعیت و برون‌یابی جمعیت (Population projection) نیز، با استفاده از برنامه TWO-SEX-MSChart ترسیم گردید (Chi, 2014).

## نتایج

طول دوره مراحل مختلف رشدی کنه *A. swirskii* در چهار دمای مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که میانگین طول دوره رشدی تخم بین دماهای ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس اختلاف معنی‌داری داشت، اما بین سایر دماها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول‌های ۱ و ۲). میانگین طول دوره رشدی مراحل متحرک قبل از بلوغ بین دماهای ۲۲ و ۳۲ همچنین بین ۲۵ و ۳۲ درجه

سلسیوس اختلاف معنی‌داری داشت، درحالی‌که بین سایر دماها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول‌های ۱ و ۲). در خصوص میانگین کل دوره پیش از بلوغ برای کنه شکارگر فقط بین دماهای ۲۲ و ۲۵ و بین ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس اختلاف معنی‌دار وجود داشت. زمان نشو و نما کنه شکارگر *A. swirskii* در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب برابر ۶/۷۴، ۵/۹۹، ۴/۵۳ و ۴/۱۶ روز بود (جدول‌های ۱ و ۲).

طول عمر بالغین ماده و نر در (جدول ۱) نشان داده شده است. میانگین طول عمر برای افراد ماده از حدود ۵ تا ۱۷ روز متغیر بود. دماهای ۲۲ و ۲۵ درجه سلسیوس از نظر این پارامتر با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند اما بین سایر دماها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. درحالی‌که میانگین طول عمر افراد نر بین دو دمای ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس اختلاف معنی‌دار نداشت و بین سایر دماها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. میانگین طول عمر افراد نر در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب برابر ۱۶/۴۳، ۸/۸۰۲ و ۵/۱۶ و ۴/۳۵ روز به دست آمد (جدول‌های ۱ و ۲).

در جدول زندگی دوجنسی، منحنی بقا ( $s_{xj}$ ) احتمال بقای یک فرد تازه متولد شده تا سن  $x$  و مرحله رشدی  $z$  را نشان می‌دهد که این منحنی برای مراحل مختلف زیستی کنه شکارگر *A. swirskii* به صورت تفکیک شده در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، احتمال رسیدن یک تخم تازه متولد شده به مرحله ماده بالغ در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب ۰/۱۵، ۰/۴۵، ۰/۱۱ و ۰/۰۲ می‌باشد که در دمای ۲۲ و ۲۵ درجه در روز هفتم و در دماهای ۳۰ و ۳۲ درجه در روزهای پنجم و چهارم می‌باشد (شکل ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های زیستی کنه شکارگر *A. swirskii* پرورش یافته روی *C. lactis*، در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس

**Table 1.** Biological characteristics of the predatory mite *A. swirskii* reared on *C. lactis*, at temperatures of 22, 25, 30 and 32 °C

Mite Stages	22 ° C		25 ° C		30 ° C		32 ° C	
	Number	Number	Number	SE ± Mean	Number	SE ± Mean	Number	SE ± Mean
		SE ± Mean						
Eggs	49	1.99 ± 0.005	65	1.42 ± 0.494	63	1 ± 0.0	64	1.06 ± 0.003
Mobile preadult stages	45	4.22 ± 0.419	59	3.99 ± 0.002	50	3.53 ± 0.498	37	3.08 ± 0.104
Preadult period	45	6.74 ± 0.43	59	5.99 ± 0.006	50	4.53 ± 0.49	37	4.16 ± 0.112
Male adult	7	16.43 ± 1.67	26	8.802 ± 1.214	24	5.162 ± 0.668	20	4.35 ± 0.488
Female adult	38	17.57 ± 1.103	33	14.69 ± 1.027	26	6.99 ± 0.623	17	5.25 ± 0.528

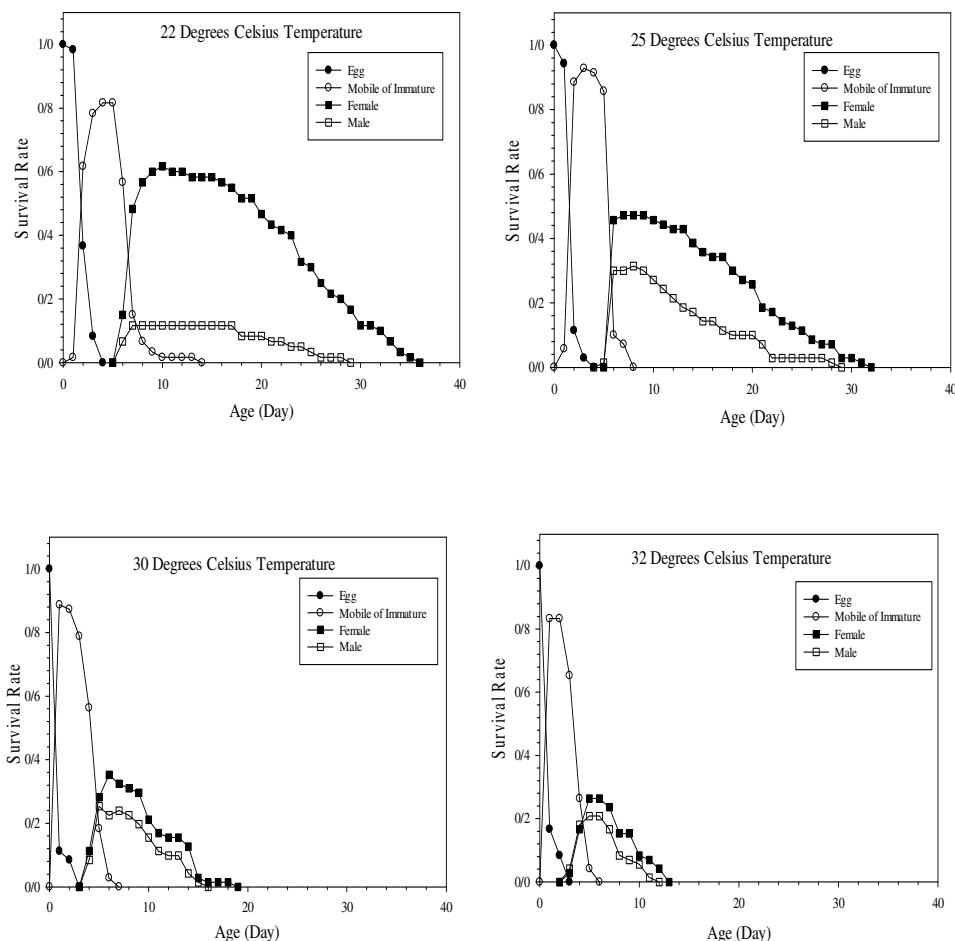
جدول ۲- حدود اطمینان ۹۵٪ ویژگی‌های زیستی کنه شکارگر *A. swirskii* پرورش یافته روی *C. lactis*، در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس

**Table 2.** 95% Confidence of biological characteristics of the predatory mite *A. swirskii* reared on *C. lactis*, at temperatures of 22, 25, 30 and 32 ° C

Mite Stages	95% Confidence	95% Confidence	95% Confidence	95% Confidence	95% Confidence	95% Confidence
	22° C and 25 ° C temperature difference	22° C and 30 ° C temperature difference	22° C and 32 ° C temperature difference	25° C and 30 ° C temperature difference	25° C and 32 ° C temperature difference	30° C and 32 ° C temperature difference
Eggs	(-0.39 , 1.54)	(0.99 , 1.009)*	(0.87 , 0.99)*	(-0.54 , 1.39)	(-0.606 , 1.33)	(3.43 , 0.12)*
Mobile preadult stages	(-0.59 , 1.05)	(-0.58 , 1.96)	(0.29 , 1.99)*	(-0.51 , 1.44)	(0.708 , 1.12)*	(-0.54 , 1.45)
Preadult period	(-0.106 , 1.61)	(0.92 , 3.508)*	(0.43 , 0.112)*	(0.47 , 2.44)*	(1.57 , 2.09)*	(-0.62 , 1.37)
Male adult	(3.56 , 11.69)*	(7.72 , 14.81)*	(8.65 , 15.50)*	(0.91 , 6.36)*	(1.88 , 7.01)*	(-0.809 , 2.43)
Female adult	(-7.38 , 5.85)	(8.10 , 13.062)*	(9.92 , 14.72)*	(5.33 , 10.05)*	(7.17 , 11.69)*	(0.14 , 3.34)*

\* مقایسه میانگین‌ها با روش Paired bootstrap انجام شد. علامت \* در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها می‌باشد.

\* Comparison of the averages done by paired bootstrap method. \* shows significant difference at each row.



شکل ۱- منحنی نرخ بقای ویژه سنی- مرحله رشدی کنه شکارگر *A. swirskii* تغذیه شده با کنه انباری *C. lactis* در دماهای مختلف

**Fig. 1.** Age-stage specific survival rate of predatory mite, *A. swirskii* fed on *C. lactis* at different temperature

روزها کنه‌های شکارگر به‌طور میانگین به ترتیب ۳/۳۵، ۷/۷۷، ۴ و ۲/۶۳ عدد تخم‌گذاری کردند (شکل ۲). با توجه به شکل ۲ و داده‌های به‌دست‌آمده از جدول زندگی ترسیم‌شده نشان می‌دهد تخم‌ریزی شکارگر در دمای ۲۲ درجه سلسیوس در یک بازه زمانی ۲۸ روزه (از روز ۶ تا روز ۳۴)؛ در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در مدت‌زمان ۲۳ روزه (از روز ۶ تا روز ۲۹)؛ در دمای ۳۰ درجه سلسیوس در مدت‌زمان ۱۲ روزه (از روز ۵ تا

باروری ویژه سنی- مرحله رشدی ( $f_{ij}$ )، که میانگین تعداد تخم‌هایی است که توسط هر فرد ماده در هر روز تولید می‌شود در شکل ۲ نشان داده شده است. تخم‌ریزی این کنه در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب در روزهای پنجم، پنجم، چهارم و دوم آغاز شد. حداکثر نرخ باروری در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب در روزهای هجدهم، یازدهم، شانزدهم و هشتم رخ داد که در این

ترتیب ۱۳/۹۴، ۱۱/۰۱۲، ۱۰/۱۵ و ۷/۴۰ روز به دست آمد که بین تمام دماها اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول‌های ۳ و ۴). میانگین باروری کنه شکارگر *A. swirskii*، در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب ۴۰/۵۶، ۷۲/۳۴، ۷/۴۸ و ۹/۶۰ (تخم/ماده) محاسبه شد، که بین دمای ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما بین سایر دماها اختلاف معنی‌دار بود. طول دوره تخم‌ریزی در دمای ۲۲ درجه سلسیوس (۱۴/۰۲۱ روز) به طور معنی‌داری از دماهای ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس (به ترتیب ۳/۴۷ و ۳/۸۹ روز) طولانی‌تر بود. این ویژگی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس ۱۱/۹۷ برآورد شد که با تمام دماها غیر از دمای ۲۲ درجه سلسیوس اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۵ و ۶). میانگین طول دوره پیش از تخم‌ریزی در دمای ۳۰ درجه سلسیوس (۲/۱۷۲ روز) به طور معنی‌دار طولانی‌تر از سایر دماها بود، در حالی‌که میانگین کل دوره پیش از تخم‌ریزی در دمای ۲۲ درجه سلسیوس (۷/۳۱) به طور معنی‌داری از دماهای ۲۵ و ۳۲ درجه سلسیوس (به ترتیب ۶ و ۴/۷۳ روز) بیشتر بود (جدول‌های ۵ و ۶).

شبیه‌سازی جمعیت برای پیش‌بینی ساختار و روند رشدی جمعیت با گذشت زمان استفاده می‌شود که می‌تواند به دو صورت پیش‌بینی تمام مراحل زیستی به صورت تفکیک‌شده (شکل ۴) و نیز پیش‌بینی کل جمعیت (شکل ۵) ترسیم شود. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، ظهور مراحل زیستی نسل بعد کنه شکارگر در دماهای استفاده‌شده در این پژوهش، قابل تفکیک است. پیش‌بینی کل جمعیت نشان می‌دهد که در اکثر زمان‌ها جمعیت کنه *A. swirskii*، در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بالاتر از سایر دماها می‌باشد و بعد از آن به ترتیب در دماهای ۲۲ و ۳۲ و ۳۰ درجه سلسیوس جمعیت بالاتر است (شکل ۵).

روز ۱۷) و در دمای ۳۲ درجه سلسیوس (از روز ۳ تا روز ۱۱) در مدت‌زمان ۸ روز اتفاق افتاده است. همچنین تخم‌ریزی در دماهای مذکور به ترتیب تا روز ۳۵، ۳۰، ۱۸ و ۱۲ ادامه داشت (شکل ۲).

تعداد روزهایی که فرد در هر سن و مرحله رشدی قادر به زنده ماندن است را با منحنی امید به زندگی ویژه سنی - مرحله رشدی ( $e_{xj}$ )، نشان می‌دهند. امید به زندگی ویژه سنی - مرحله رشدی ( $e_{xj}$ ) کنه شکارگر *A. swirskii* در دماهای مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است. امید زندگی برای یک فرد تازه متولد شده در چهار دمای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب برابر ۱۹/۴۱، ۱۶/۱، ۸/۸۳ و ۶/۳۶ روز به دست آمد (شکل ۳).

پارامترهای جدول زندگی کنه شکارگر *A. swirskii* در چهار دمای مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ ) و نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) برای کنه *A. swirskii* در دمای ۲۲ درجه سلسیوس به ترتیب برابر ۰/۲۲۶ و ۱/۲۵ بر روز، در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به ترتیب برابر ۰/۳۰۴ و ۱/۳۵ بر روز، در دمای ۳۰ درجه سلسیوس به ترتیب برابر ۰/۰۹۷ و ۱/۱۰۲ بر روز و در دمای ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب برابر ۰/۱۲۸ و ۱/۱۳۷ بر روز بود که بین تمام تیمارها به جز دماهای ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول‌های ۳ و ۴). نرخ خالص تولید مثل ( $R_0$ )، در دماهای مذکور به ترتیب ۲۵/۵۳، ۳۳/۸۲، ۲/۴۲ و ۲/۶۷ فرد بود که بین دماهای ۲۲ و ۲۵ و همچنین بین دماهای ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در حالی‌که بین سایر دماها اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول‌های ۳ و ۴). به علاوه متوسط مدت‌زمان یک نسل ( $T$ )، در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به

جدول ۳- پارامترهای جمعیتی کنه شکارگر *A. swirskii* پرورش یافته روی *C. lactis*، در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس

**Table 3.** Population parameters of the predatory mite *A. swirskii* reared on *C. lactis*, at temperatures of 22, 25, 30 and 32 ° C

Population Parameters	Number	22 ° C		25 ° C		30 ° C		32 ° C	
		SE ± Mean	Number	SE ± Mean	Number	SE ± Mean	Number	SE ± Mean	
Intrinsic rate of increase (r)	60	0.226 ± 0.009	70	0.304 ± 0.001	71	0.097 ± 0.002	72	0.128 ± 0.003	
Finite rate of increase (λ)	60	1.25 ± 0.001	70	1.35 ± 0.001	71	1.102 ± 0.002	72	1.137 ± 0.004	
Net reproductive rate (R0)	60	25.53 ± 3.42	70	33.82 ± 5.51	71	2.42 ± 0.747	72	2.67 ± 0.676	
Mean generation time (T)	60	13.94 ± 0.271	70	11.012 ± 0.124	71	10.15 ± 0.414	72	7.40 ± 0.257	

جدول ۴- حدود اطمینان ۹۵٪ پارامترهای جمعیتی کنه شکارگر *A. swirskii* پرورش یافته روی *C. lactis*، در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس

**Table 4.** 95% Confidence of population parameters of the predatory mite *A. swirskii* reared on *C. lactis*, at temperatures of 22, 25, 30 and 32 ° C

Population Parameters	95% Confidence		95% Confidence		95% Confidence		95% Confidence	
	22° C and 25° C temperature difference	22° C and 30° C temperature difference	22° C and 32° C temperature difference	25° C and 30° C temperature difference	25° C and 32° C temperature difference	30° C and 32° C temperature difference		
Intrinsic rate of increase (r)	(4.43 , 0.112)*	(8.078 , 0.17)*	(2.57 , 0.17)*	(0.15 , 0.25)*	(0.1009 , 0.25)*	(-5.18 , 0.11)		
Finite rate of increase (λ)	(5.73 , 0.147)*	(9.74 , 0.205)*	(3.42 , 0.19)*	(0.19 , 0.31)*	(0.13 , 0.306)*	(-5.75 , 0.12)		
Net reproductive rate (R0)	(-4.43 , 21.021)	(16.24 , 29.97)*	(16.024 , 29.69)*	(20.48 , 42.31)*	(20.25 , 42.054)*	(-1.73 , 2.22)		
Mean generation time (T)	(2.34 , 3.51)*	(2.81 , 4.76)*	(5.802 , 7.26)*	(1.27 , 1.706)*	(3.042 , 4.16)*	(1.79 , 3.69)*		

\* مقایسه میانگین‌ها از روش Paired bootstrap انجام شد. علامت \* در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها می‌باشد.  
\* Comparison of the averages done by paired bootstrap method. \* shows significant difference at each row. differences.



جدول ۵- ویژگی‌های تولیدمثلی کنه شکارگر *A. swirskii* پرورش یافته روی *C. lactis*، در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس

**Table 5.** Reproductive characteristics of the predatory mite *A. swirskii* reared on *C. lactis* , at temperatures of 22, 25, 30 ° C

Features reproduction	22 ° C		25 ° C		30 ° C		32 ° C	
	Number	Standard Error ± Average	Number	Standard Error ± Average	Number	Standard Error ± Average	Number	Standard Error ± Average
APOP	38	0.631 ± 0.085	33	0.121 ± 1.75	23	2.172 ± 0.23	19	0.421 ± 0.115
TPOP	38	7.31 ± 0.464	33	6 ± 0.00	23	6.75 ± 0.429	19	4.73 ± 0.198
Fecundity	38	40.56 ± 3.58	33	72.34 ± 7.29	26	7.48 ± 1.45	20	9.60 ± 1.65
Oviposition period	38	14.021 ± 1.108	33	11.97 ± 0.988	26	3.47 ± 0.573	20	3.89 ± 0.497

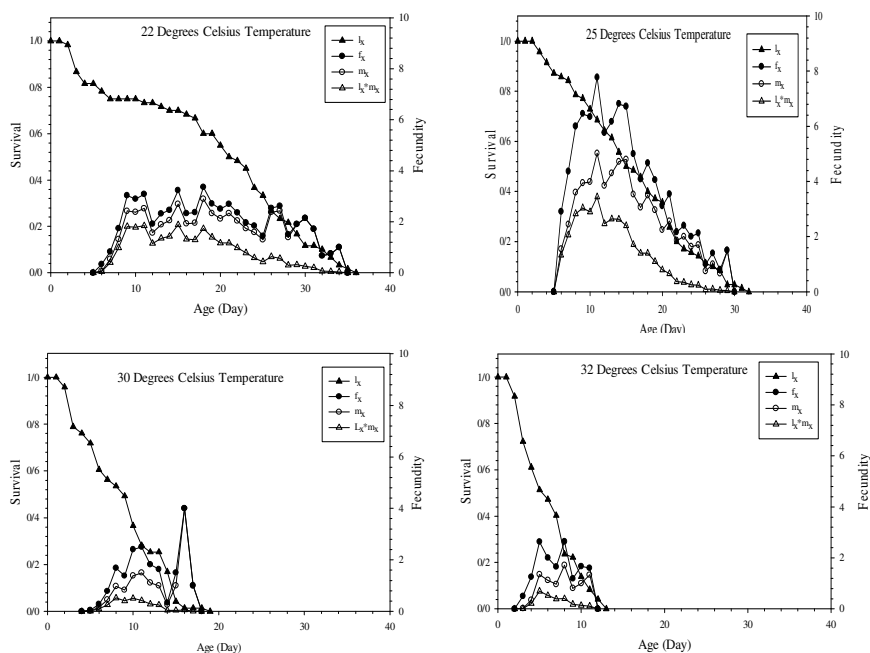
جدول ۶- حدود اطمینان ۹۵٪ ویژگی‌های تولیدمثلی کنه شکارگر *A. swirskii* پرورش یافته روی *C. lactis*، در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس

**Table 6.** Confidence 95% Reproductive characteristics of the predatory mite *A. swirskii* reared on *C. lactis* , at temperatures of 22, 25, 30 and 32 ° C

Features reproduction	95% Confidence	95% Confidence	95% Confidence	95% Confidence	95% Confidence	95% Confidence
	22° C and 25° C temperature difference	22° C and 30° C temperature difference	22° C and 32° C temperature difference	25° C and 30° C temperature difference	25° C and 32° C temperature difference	30° C and 32° C temperature difference
APOP	(0.299 , 0.721)*	(1.054 , 2.028)*	(0.77 , 0.496)	(1.585 , 2.517)*	(4.849 , 0.552)*	(1.246 , 2.256)*
TPOP	(0.404 , 2.22)*	(-0.68 , 1.79)	(1.58 , 3.57)*	(-8.33 , 1.59)	(0.87 , 1.65)*	(1.093 , 2.94)*
Fecundity	(15.83 , 47.72)*	(25.49 , 40.66)*	(23.21 , 38.703)*	(50.26 , 79.45)*	(48.041 , 77.43)*	(-2.204 , 6.44)
Oviposition period	(-0.86 , 4.96)	(8.098 , 12.99)*	(7.74 , 12.506)*	(6.25 , 10.74)*	(5.905 , 10.25)*	(-1.066 , 1.906)

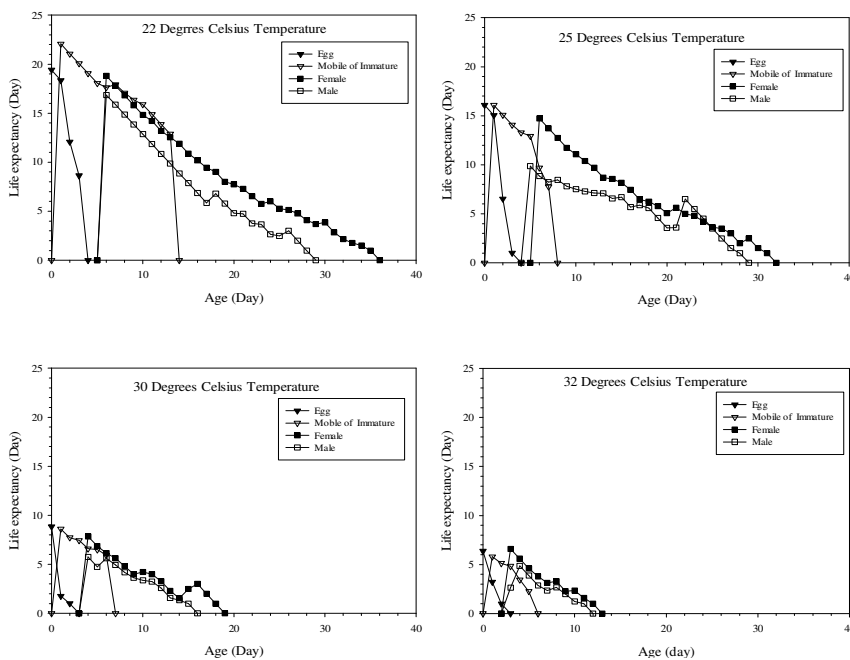
\* مقایسه میانگین‌ها از روش Paired bootstrap انجام شد. علامت \* در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها می‌باشد.

\* Comparison of the averages done by paired bootstrap method. \* shows significant difference at each row.



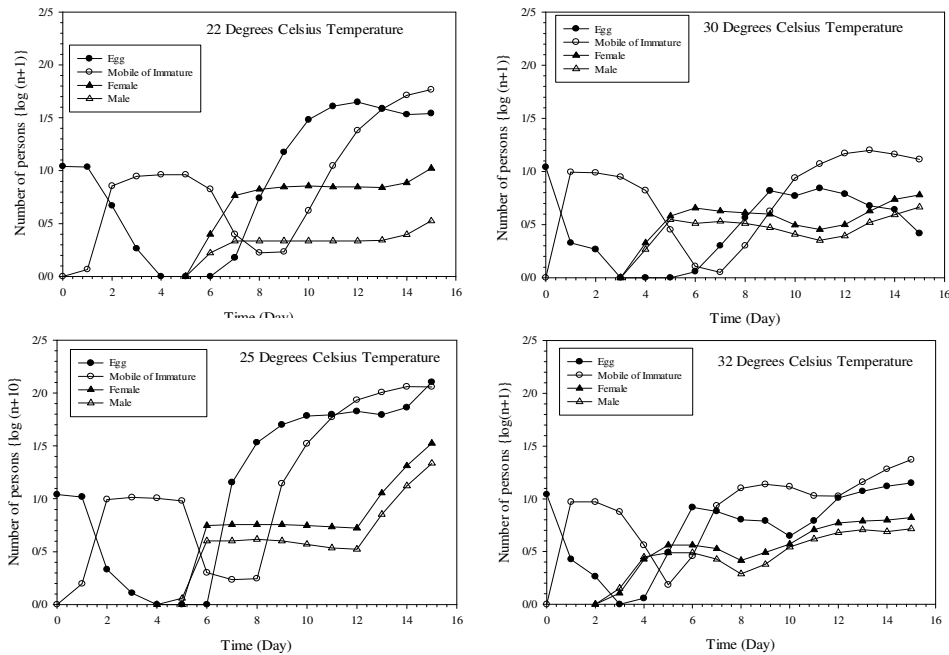
شکل ۲- نرخ بقای ویژه سنی ( $l_x$ )، باروری ویژه سنی ماده ( $f_{x5}$ )، باروری ویژه سنی کل جمعیت ( $m_x$ )، زایش ویژه سنی ( $l_x m_x$ ) کنه شکارگر *A. swirskii* تغذیه شده با کنه انباری *C. lactis* در دماهای مختلف

**Fig. 2.** Age-specific survival rate ( $l_x$ ), age-stage specific fertility ( $f_{x5}$ ), age-specific fecundity ( $m_x$ ), age-specific maternity ( $l_x m_x$ ), of predatory mite, *A. swirskii* fed on *C. lactis* at different temperatures



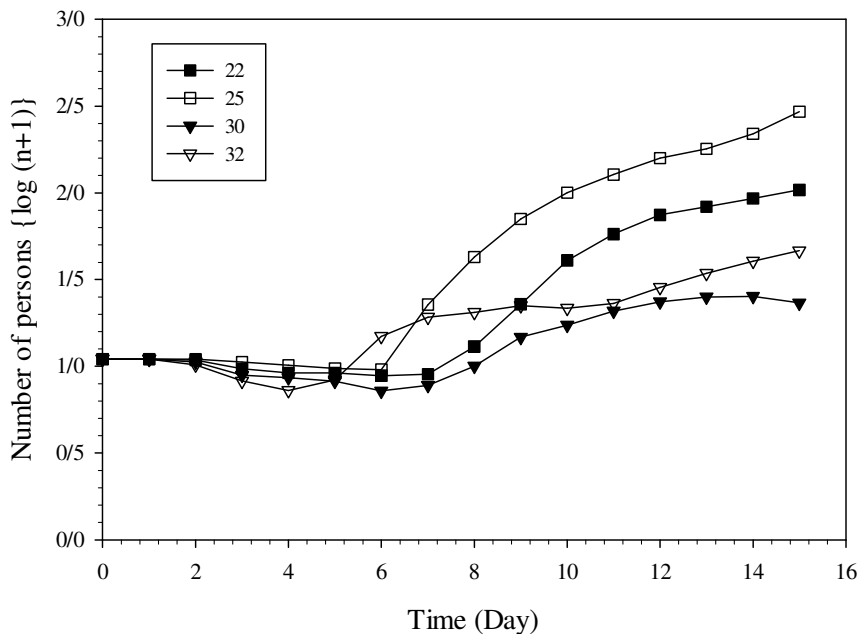
شکل ۳- منحنی امید زندگی ویژه سنی - مرحله رشدی کنه شکارگر *A. swirskii* تغذیه شده با کنه انباری *C. lactis* در دماهای مختلف

**Fig. 3.** Age-stage specific life expectancy of predatory mite, *A. swirskii* fed on *C. lactis* at different temperatures



شکل ۴- پیش‌بینی جمعیت تمام مراحل زیستی کنه شکارگر *A. swirskii* تغذیه شده با کنه انباری *C. lactis* در دماهای مختلف

Fig. 4. Population projection of whole stages of predatory mite, *A. swirskii* fed on *C. lactis* at different temperatures



شکل ۵- پیش‌بینی کل جمعیت کنه شکارگر *A. swirskii* تغذیه شده با کنه انباری *C. lactis* در دماهای مختلف

Fig. 5. Total Population projection of predatory mite *A. swirskii* fed on *C. lactis* at different temperatures

## بحث

این پژوهش به وضوح تأثیر دما را بر ویژگی‌های زیستی، پارامترهای جدول زندگی و پارامترهای تولیدمثلی کنه *A. swirskii* نشان می‌دهد (جدول‌های ۱، ۳ و ۵). در اکثر ویژگی‌های زیستی کنه *A. swirskii* و فراسنجه‌های رشد جمعیت، حداقل در دو تیمار از دماهای استفاده شده اختلاف معنی‌داری مشاهده شده است (جدول‌های ۲، ۴ و ۶). همچنین نتایج نشان داد با افزایش دما از ۲۲ به ۳۲ درجه سلیوس میانگین زمان نشو و نما قبل از بلوغ و پس از بلوغ کاهش پیدا کرده است ولی در مورد میانگین باروری افزایش دما از ۲۲ به ۲۵ درجه سلسیوس افزایش یافته ولی برعکس با افزایش دما به ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به شدت میزان باروری (بیش از ۹ برابر) نسبت به دمای ۲۵ درجه سلسیوس کاهش یافته است.

در پژوهشی Lee & Gillespie (2011) نشان دادند کل دوره پیش از تخم‌ریزی و میزان باروری کنه شکارگر *A. swirskii* با تغذیه از گرده گل در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۲ نسبت به زمانی که با کنه‌های انباری *C. lactis* تغذیه شده باشد بسیار متفاوت است. کل دوره پیش از تخم‌ریزی شکارگر با گرده گل *T. latifolia* در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۲ به ترتیب برابر ۱۱/۸، ۹/۸ و ۸/۲ روز و میزان باروری آن‌ها به ترتیب برابر ۱۶/۱، ۱۴/۵ و ۱۰/۱ تخم بوده است در حالی که اعداد متناظر در این پژوهش با تغذیه از *C. lactis*، به ترتیب ۶، ۶/۷۵ و ۴/۷۳ روز و میزان باروری ۷۲/۳۴، ۷/۴۸ و ۹/۶۰ تخم بوده است (جدول ۱). این نتایج نشان می‌دهد که کنه شکارگر *A. swirskii* با تغذیه از گرده گل نسبت به غذای جانوری کل دوره پیش از تخم‌ریزی در تمامی دماهای مورد آزمون طولانی‌تر و میزان باروری به شدت کمتری در دمای ۲۵ درجه سلسیوس خواهد داشت. همچنین آن‌ها با رژیم غذایی ذکر شده طول عمر بالغین

نر را به ترتیب ۲۹/۶، ۲۶/۶ و ۲۲/۲ و طول عمر بالغین ماده را به ترتیب ۲۵/۸، ۲۱/۸ و ۱۴/۹ روز گزارش کردند که این مقادیر نسبت به نتایج تحقیق حاضر بسیار طولانی‌تر می‌باشد. در طبقه بندی کنه‌های شکارگر فیتوزیید که بر اساس رفتار تغذیه ای آن‌ها صورت پذیرفته، کنه شکارگر *A. swirskii* در گروه سوم قرار می‌گیرد (Mc Murtry et al. 2013). گونه های این گروه علاوه بر اینکه به عنوان شکارگر گیاهخواران متعددی از جمله کنه‌ها، تریپس‌ها و سفیدبالک‌ها شناخته می‌شوند توانایی تغذیه از گرده گل به عنوان غذای کمکی را نیز دارند (McMurtry et al., 2013). اسید آمینه‌های موجود در گرده گل برخی از گونه‌های گیاهی باعث می‌شود این گروه از کنه‌های شکارگر در صورت عدم وجود شکار جانوری بتوانند علی‌رغم پایین بودن ارزش غذایی گرده جمعیت خود را با وجود کاهش شاخص‌های زیستی مانند زنده‌مانی و باروری حفظ نمایند (Goleva & Zebitz, 2013).

در مطالعه Asgari et al. (2013)، پارامترهای جدول زندگی *A. swirskii* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با تغذیه از کنه *C. lactis* محاسبه شد. در این پژوهش میانگین باروری ۸۲/۱۷ تخم گزارش شده است که در مقایسه با دمای ۲۵ درجه سلسیوس تحقیق حاضر (۷۲/۳۴) اختلاف چندانی ندارد. همچنین طول دوره رشد مراحل تخم، کل دوره قبل از بلوغ، نر و ماده به ترتیب ۱/۹۴، ۶/۱۳، ۱۰/۰۹ و ۱۵/۵۳ روز گزارش شده است که این نتایج بسیار نزدیک به نتایج حاصل شده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس (۱/۴۲، ۵/۹۹، ۸/۸۰۲ و ۱۴/۶۹) در این پژوهش بود. نکته قابل توجه دیگری که در جدول ۱ دیده می‌شود، افزایش نسبت جنسی (تعداد کل/تعداد ماده‌ها) به نفع ماده‌ها در دمای ۲۲ درجه می‌باشد. نسبت جنسی برای شکارگران در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب برابر ۰/۸۴،

۰/۵۵، ۰/۵۲ و ۰/۵۴ بوده است. یکی از شاخص‌های حائز اهمیتی که در پرورش انبوه دشمنان طبیعی مورد توجه قرار می‌گیرد و در تمام راهنماهای کنترل کیفی مدنظر IOBC لحاظ می‌شود، نسبت جنسی است (Van Ienteren, 2003). با توجه به اینکه نتایج حاصل از این پژوهش نشان دهنده افزایش تعداد ماده‌ها در دمای پایین‌تر (۲۲ درجه سلسیوس) می‌باشد برای قضاوت دقیق‌تر در این مورد آزمایش‌های تکمیلی در خصوص اثر دما بر نسبت جنسی و رابطه آن با کنترل کیفی در پرورش انبوه این‌کنه شکارگر باید مورد توجه بیشتر قرار گیرد.

نتایج حاصله از این پژوهش تأثیر دما را بر تمامی پارامترهای جمعیت زندگی کنه *A. swirskii* را نیز به‌خوبی نشان می‌دهد (جدول‌های ۳ و ۴). نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ )، ترکیبی از اطلاعات به‌دست‌آمده از دوره رشد و نموی، بقا و باروری کل بوده و یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده کارایی عوامل کنترل بیولوژیک می‌باشد (Maanen et al., 2010; Kambhampati & Mackauer, 1989). مقایسه چهار دمای مختلف در این پژوهش نشان می‌دهد که بین تمام دماها به‌غیر از دماهای ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس اختلاف معنی‌داری وجود دارد. مقدار  $r$  با تغذیه از *C. lactis* در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب ۰/۳۰۴، ۰/۰۹۷ و ۰/۱۲۸ برآورد شده که در هر سه مورد مقادیر به‌دست‌آمده بالاتر از مطالعه Lee & Gillespie (2011) (۰/۱۳۵، ۰/۱۴۴ و ۰/۱۵۹ بر روز) است. به نظر می‌رسد دلیل این تفاوت را بتوان در کیفیت غذایی بالاتر کنه‌ی انباری مورد آزمایش نسبت به گرده گل جستجو کرد. همچنین (Nguyen et al. (2013) مقدار نرخ ذاتی رشد کنه *A. swirskii* را روی کنه انباری *C. lactis* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس ۰/۱۷۵ گزارش کرده اند که کمتر از

مقادیر متناظر به‌دست‌آمده در دماهای ۲۲ (۰/۲۲۶) و ۲۵ (۰/۳۰۴) درجه سلسیوس برای این‌کنه شکارگر می‌باشد. با توجه به مشابه بودن شرایط محیطی آزمایش، شاید بتوانیم دلیل این اختلاف را مرتبط با متفاوت بودن روش تجزیه و تحلیل داده‌ها، سوش‌های استفاده‌شده کنه‌های انباری به‌عنوان غذا برای شکارگر و یا کیفیت شکار برای شکارگر دانست، چراکه در تحقیق حاضر کنه انباری *C. lactis* روی مخمر نان ولی در پژوهش ذکرشده این‌کنه روی مخمر ترولا (*Torula yeast*) و جوانه گندم پرورش داده‌شده بود. در یک مطالعه دیگر، پارامترهای جدول زندگی *A. swirskii* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۰ درصد، با تغذیه از کنه *Suidasia medanensis* (Oudemans) بررسی شده است (Midthassel et al., 2013). در این پژوهش مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت ۰/۲۲۲ بر روز گزارش شده است که کمتر از پژوهش حاضر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس می‌باشد. در تحقیق حاضر برای تغذیه کنه شکارگر بیشتر از مرحله تخم کنه انباری استفاده شد. به نظر می‌رسد که چون تخم علاوه بر اینکه منبع غنی غذایی به‌شمار می‌رود، فاقد مکانیسم دفاعی احتمالی موجود در بالغین نیز می‌باشد، شاید بتوان دلیل بیشتر بودن مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت در این پژوهش نسبت به پژوهش‌های مشابه ذکرشده را تغذیه بیشتر کنه شکارگر از مرحله تخم و یا نوع شکار دانست که برای قضاوت بهتر در این خصوص آزمایش‌های تکمیلی و محاسبه نرخ ذاتی افزایش جمعیت با تغذیه کنه شکارگر از مراحل مختلف طعمه توصیه می‌شود.

سایر پارامترهای رشد جمعیت کنه *A. swirskii* مانند نرخ منتهای افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) در مطالعه Lee & Gillespie (2011) در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب ۱/۱۴، ۱/۱۵ و ۱/۱۷ و در مطالعه Midthassel et al. (2013) ۱/۲۴۹ برآورد شده

۲۲ درجه سلسیوس دارای بیشترین زمان نشو و نما در مرحله نابالغ و متوسط مدت زمان یک نسل می باشد که به ترتیب برابر ۶/۷۴ و ۱۳/۹۴ است.

در پژوهش (Asgari et al. 2013). مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ منتهای افزایش جمعیت، نرخ خالص تولیدمثل و متوسط مدت زمان یک نسل به ترتیب ۰/۳۱، ۱/۳۷، ۳۹/۷۶ و ۱۱/۵۶ روز گزارش شده است که این مقادیر مشابه نتایج حاصل از دمای ۲۵ درجه سلسیوس (۰/۳۰۴، ۱/۳۵، ۳۳/۸۲، ۶۶/۵۳، ۱۱/۰۱۲) در این پژوهش بود.

در جدول زندگی دو جنسی سنی - مرحله رشدی امکان ارایه اطلاعات به تفکیک مراحل مختلف رشدی وجود دارد و تفاوت در میزان نشو و نما افراد در منحنی های زنده ماننی و امید به زندگی نشان داده می شود. همان طور که در منحنی های بقای کنه *A. swirskii* مشاهده می شود، مرگومیر در مرحله جوانی بسیار کم ولی با افزایش سن به تدریج مرگومیر افزایش می یابد. با توجه به نمودارهای امید زندگی ویژه سنی - مرحله رشدی ( $e_{xj}$ ) کنه شکارگر *A. swirskii* مشاهده می شود بین افراد نر و ماده، کنه های ماده امید زندگی بیشتری نسبت به نرها داشتند. همچنین امید زندگی نرها در دماهای ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس، کمتر از دو دمای دیگر می باشد.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ ) پتانسیل رشد جمعیت را نشان می دهد اما اطلاعات کمی و واقعی در رابطه با پیش بینی تعداد افراد در مراحل مختلف رشدی باگذشت زمان را ارائه نمی دهد، بنابراین برای نشان دادن جزئیات اطلاعات در مورد رشد جمعیت، شبیه سازی جمعیت و پیش بینی رشد جمعیت باگذشت زمان می تواند بسیار حائز اهمیت باشد (Ebrahimi et al. 2013). نمودارهای پیش بینی رشد

است که کمتر از موارد به دست آمده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در این پژوهش می باشد؛ در حالی که در مقایسه با دماهای ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس بیشتر از اعداد متناظر در این پژوهش می باشد. همچنین نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0$ )، در مطالعه Lee & Gillespie (2011) در دماهای مذکور به ترتیب ۱۱/۱۴، ۸/۷۰ و ۶/۶۳ و در مطالعه Midthassel et al. (2013) برآورد شد که کمتر از مقدار به دست آمده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در این پژوهش می باشد ولی در مقایسه با دماهای ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس بسیار بیشتر می باشند. شاید مهم ترین تفاوت در آزمایش های مذکور و تحقیق حاضر که باعث چنین اختلافی در نتایج شده است رژیم غذایی متفاوت و یا روش مورد استفاده برای محاسبه پارامترهای جدول زندگی باشد.

متوسط مدت زمان یک نسل ( $T$ )، در پژوهش حاضر در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب ۱۱/۰۱۲، ۱۰/۱۵ و ۷/۴۰ روز به دست آمد، در پژوهش های (Lee & Gillespie 2011) به ترتیب ۱۷/۸، ۱۴/۹ و ۱۱/۸ و در مطالعه (Nguyen et al. 2012) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس برآورد شده است که نسبت به این دو پژوهش در دمای ۲۵ درجه سلسیوس حدود ۶ روز و در دماهای ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس حدود ۴ روز کمتر بوده است. با توجه به مقادیر زمان نشو و نما مراحل نابالغ، تفاوت در مقدار متوسط مدت زمان یک نسل قابل توجهی به نظر می رسد زیرا زمان نشو و نما مراحل نابالغ کنه *A. swirskii* در مطالعه حاضر در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب ۵/۹۹، ۴/۵۳ و ۴/۱۶ روز به دست آمد ولی در پژوهش (Lee & Gillespie 2011) این موارد بیشتر و به ترتیب معادل ۱۱/۸، ۹/۸ و ۸/۲ روز گزارش شده است. در این پژوهش دمای

نشان نداد اما با توجه به نمودارهای شبیه‌سازی جمعیت می‌توان پیش‌بینی کرد مقدار جمعیت کنه شکارگر در دمای ۳۲ درجه سلسیوس، باگذشت زمان به‌مراتب بالاتر از دمای ۳۰ درجه سلسیوس می‌باشد که دلیل آن را می‌توان به میزان بقا و زمان یک نسل شکارگر در این دو دما نسبت داد.

نتایج این پژوهش میزان رشد جمعیت کنه شکارگر *A. swirskii* در شرایط مختلف و علل آن را نشان داده و در نتیجه می‌تواند در پرورش انبوه آن به‌عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک کارآمد، مورد استفاده قرار گیرد. ویژگی‌های زیستی و پارامترهای جمعیتی این کنه شکارگر، در پرورش انبوه آن بسیار مهم و ضروری می‌باشد و جدول‌های زندگی، ابزار مناسبی در توصیف مقایسه‌ای پارامترهای مذکور می‌باشند. برای پرورش انبوه این کنه شکارگر و استفاده مفید از آن در امر کنترل بیولوژیک آفات، آگاهی از پارامترهای جدول زندگی کنه مذکور در دماهای مختلف باعث دستیابی به اطلاعات دقیق‌تر و جامع‌تر و به‌کارگیری آن‌ها جهت بهینه‌سازی شرایط پرورش انبوه و رهاسازی در شرایط گلخانه می‌شود.

جمعیت به‌خصوص در پرورش انبوه دشمنان طبیعی با استفاده از داده‌های جداول زندگی دوجنسی می‌تواند اطلاعات قابل‌توجهی را ارائه دهد (Huang & Chi, 2012). در شکل ۴ تعداد افراد تشکیل‌دهنده جمعیت بر مبنای گذشت زمان به تفکیک مراحل مختلف زیستی با رشدی لگاریتمی نشان داده شده است. برای مثال در روز ۱۵، در دمای ۲۲ درجه سلسیوس، تعداد کنه‌های ماده ۱/۰۲۲ فرد بر پایه لگاریتم می‌باشد که کمتر از تعداد ۱/۵۲۴ فرد مربوط به دمای ۲۵ درجه سلسیوس می‌باشد. این مقادیر نیز در دمای ۳۰ و ۳۲ به ترتیب برابر ۰/۷۷۸ و ۸۲۳/۱ فرد می‌باشد (شکل ۴). به‌علاوه همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، ظهور تخم‌های نسل بعد کنه شکارگر در دماهای ۲۲، ۲۵، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب در روزهای هفتم، هفتم، ششم و چهارم می‌باشد. تعداد کل جمعیت در طول زمان نیز بیشتر بودن رشد جمعیت شکارگر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس برحسب لگاریتم را نشان می‌دهد که می‌تواند در پرورش انبوه این کنه شکارگر مورد توجه قرار گیرد.

اگرچه باروری کنه *A. swirskii* بین دو دمای ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری

## منابع

- Ali, F. S. (1998). Life tables of *Phytoseiulus macropilis* (Gamasida: Phytoseiidae) at different temperatures. *Experimental and Applied Acarology* 22, 335-342.
- Asgari, F., Moayeri, H. R. S. & Kavousi, A. (2013). Study of some biological properties of predatory mite *Amblyseius swirskii* on dried fruit mite (*Carpoglyphus lactis* L.) at two different temperatures. 20<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress, 25-29 August. Shiraz University. Iran. P934.
- Carey, J. R. (1993) *Applied Demography for Biologists with special emphasis on insects*. Oxford University Press. New York. 206 pp.
- Chi, H. & Liu, H. (1985) Two new methods for the study of insect population ecology. *Bulletin of Instant Zoology Academia Sinica* 24, 225- 240.
- Chi, H. (1988) Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology* 17, 26- 34.

- Chi, H.** (2014) TWO-SEX-MSChart (<http://znu-ac.ir/agriculture/pages/plantprotection/software/index.Htm/TWO-SEX-MsChart.Zip>). Version: 2014. 111)
- Chi, H. & Yang, T.** (2003) Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg fed on *Myzus persicae* (Sulzer). *Environmental Entomology* 32, 327-333.
- Ebrahimi, M., Sahragard, A., Talaei- Hassanloui, R., Kavousi A. & Chi H.** (2013) The life table and parasitism rate of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) reared on larvae of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), with special reference to the variable sex ratio of the offspring and comparison of jackknife and bootstrap techniques. *Annals of the Entomological Society of America* 106(3), 279- 287.
- El-Tawab, A. Y., El-Keifl, A. H. & Metwally, A. M.** (1982) Effect of temperature and photoperiod on the development, fecundity and longevity of *Amblyseius swirskii* Ath-Henr (Acari: Phytoseiidae). *Anzeiger für Schädlingkunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz* 55, 107-109.
- Goleva, L. & Zebitz, C. P. W.** (2013) Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari, Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 61, 259-283.
- Gotoh, T., Yamaguchi, K. & Mori, K.** (2004) Effect of temperature on life history of the predatory mite *Amblyseius (Neoseiulus) californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 32, 15-30.
- Haghani, S., Zahedi Golpaygani, A., Sabori, A. & Allahyari, H.** (2014) Effect of corn pollen on predation and oviposition rate of *Amblyseius swirskii*. 21<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress, 23-26 Agust. Urmia University. Iran. P934.
- Hoda, F. M., El-Naggar, M. E., Taha, A. H. & Ibrahim, G. A.** (1986) Effect of different types of food on fecundity of predacious mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). *Bulletin de la Societe Entomologique d'Egypte* 66, 113-116.
- Huang, Y. B. & Chi, H.** (2012) Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. *Insect Science* 19, 263- 273.
- Jafari, S., Fathipour, Y., Faraji, F. & Bagheri, M.** (2010) Demographic response to constant temperatures in *Neoseiulus barkeri* (Phytoseiidae) fed on *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). *Systematic and Applied Acarology* 15, 83-99.
- Kazak, C., Yildiz, S. & Sekeroglu, E.** (2002). Biological characteristics and life tables of *Neoseiulus umbraticus* Chant (Acari:Phytoseiidae) at three constant temperatures. *Anzeiger fur Schadlingkunde* 75(5), 118-121.
- Kouhjeni Gorji, M., Fathipour, Y. & Kamali, K.** (2012). Life table parameters of *Phytoseius plumifer* (Phytoseiidae) fed on two-spotted spider mite at different constant temperatures. *International Journal of Acarology* 38(5), 377-385.
- Lee, H. & Gillespie D.** (2011) Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures *Experimental and Applied Acarology* 53, 17- 27.
- McMurtry J. A., Moraes G. J. & Famah Sourassou, N.** (2013). Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acarology* (18), 297-320.
- Midthassel, A., Leather, S. R. & Baxter, I. H.** (2013) Life table parameters and capture success ratio studies of *Typhlodromips swirskii* (Acari: Phytoseiidae) to the factitious prey *Suidasia medanensis* (Acari: Suidasidae). *Experimental and Applied Acarology* 61, 69-78.
- 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(3), 369-377.



- Seraj, A. A.** (2009) *Principles of plant pests control (insect pest management)*. Shahid chamran University Ahwaz. Iran. 540 pp.
- Tsoukanas, V. I., Papadopoulos, G. D., Fantinou, A. A. & Papadoulis, G. Th.** (2006) Temperature- dependent development and life table of *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae). *Environmental Entomology* 35(2), 212-218.
- Van Lenteren, J. C.** (2003) Commercial availability of biological control agents. pp 167-179. In van Lenteren, J. C. (ed). *Quality Control and Production of Biological Control Agents: theory and testing procedures*. CAB International, Oxon, UK.
- Van Lenteren, J. C.** (2011) The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Biological Control* 57, 1- 20.