Journal of Entomological Society of Iran
https://jesi.areeo.ac.ir
Entomological Society of Iran
2022, 42 (2), 147–155
Research Article
https://doi.org.10.52547/jesi.42.2.3
pISSN: 0259-9996
eISSN: 2783-3968
OPEN ACCESS

تاثیر دما روی نرخ شکارگری کنه شکارگر *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) با تغذیه از کنه *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)

مصطفی معروف‌پور و فرشاد مرادی

گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

https://www.orcid.org/0000-0001-6677-7267

M.Maroufpoor@uok.ac.ir

farshadmoradi128@yahoo.com

چکیده: در سال‌های اخیر، استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک برای مدیریت آفات مورد توجه بیشتری قرار گرفته و منجر به افزایش شرکت های تولیدکننده دشمنان طبیعی از جمله شکارگرها شده است. یکی از پدیده‌هایی که در بررسی کارایی و انتخاب دشمنان طبیعی، باید مورد توجه قرار گیرد، نرخ شکارگری و اثرات دما روی این ویژگی شکارگرها می باشد. کنهAthias-Henriot *Amblyseius swirskii* به عنوان نمونه‌ای از شکارگرهای فعال در گلخانه در حال حاضر در سراسر جهان علیه حشرات کوچک و کنه‌های مختلف به ویژه برای کنترل کنه تارتن دو لکه‌ای (TSSM)، *Tetranychus urticae Koch* استفاده می شود. برای بهبود پرورش انبوه این گونه و بهینه سازی کاربرد آن در مدیریت تلفیقی آفات، در پژوهش حاضر، ظرفیت شکارگری این کنه در کنترل کنه تارتن دو لکه‌ای در سه دمای ثابت ۱۷، ۲۲ و ۲۷ درجه سلسیوس ، رطوبت نسبی ۷۰–۸۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه، از کنه‌های بالغ استفاده شد و هر کنه بالغ با تعداد مشخصی از افراد ماده کنه آفت تغذیه شدند. نرخ تبدیل شکار خورده شده به نتاج تولید شده (Qp) روی کنه‌تارتن در دماهای ۱۷، ۲۲ و ۲۷ درجه سلسیوس به ترتیب ۷/۷۱، ۱۰/۱۲ و ۸/۴۸ کنه محاسبه گردید که نشان‌دهنده حد بالایی از کنترل این آفت در دمای ۲۲ درجه سلسیوس است. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، این کنه قادر هست تا در یک دامنه دمایی گسترده، کنترل موثری را روی کنه تارتن دو لکه‌ای داشته باشد و این امر می‌تواند در رهاسازی آن در گلخانه مدنظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: دما،کنترل بیولوژیک ، *Amblyseius swirskii*، نرخ خالص شکارگری

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۱۷

پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۲

دبیر تخصصی: علیرضا صبوری

Citation: Maroufpoor, M. and Moradi, F. (2022) The impact of temperature on predation rate of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Tetranychus urticae* (Acari: Acaridae). *J. Entomol. Soc. Iran*, 42 (2), 147-155.

مقدمه

دمای محیط یک عامل حیاتی است که علاوه بر این‌که بر پویایی جمعیت بندپایان مانند حشرات و کنه‌ها تأثیر می‌گذارد (Trudgill *et al.*, 2005). می‌تواند به‌عنوان محرک فرآیندهای زیستی عمل کرده و سبب تغییر در سرعت این فرآیندها شود (Cossins & Bowler, 1987). در بحث برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات، از آنجایی که عوامل کنترل بیولوژیک ممکن است دارای محدودیت‌های حرارتی مختلف باشند، لازم است برای اطلاع از تاثیر دما روی ویژگی‌های رفتاری و زیستی این عوامل، تمام پراسنجه‌های اساسی جمعیت شناختی مانند نرخ رشد، باروری و همچنین نرخ شکارگری در محاسبات تحلیلی لحاظ شوند (Rahimi *et al.*, 2022). زمانی یک برنامه کنترل بیولوژیکی موفق می‌تواند اجرا شود که پاسخ‌های اقلیمی عوامل کنترل زیستی، به ویژه دما، مشخص شده باشد. در این برنامه‌ها، از جزئیات چنین پاسخ‌هایی برای انتخاب یک عامل کنترل بیولوژیک موثر و سازگار استفاده می شود (Obrycki & Kring, 1998؛ Rosen, 1983).

کنه‌ها از جمله مهم‌ترین آفات گیاهی به شمار می‌روند که در بین آنها، خانواده کنه‌های تارتن (Acari: Tetranychidae) با داشتن دامنه میزبانی وسیع و قدرت انتشار بالا، آسیب شدیدی به انواع محصولات کشاورزی وارد می‌کنند (Gerlach & Sengonca, 1986؛ Han *et al.*, 2003؛ Jung *et al.*, 2005). خسارت کنه تارتن دو لکه‌ای (TSSM)، *Tetranychus urticae* Koch روی بیش از ۱۰۰۰ گونه گیاهی متعلق به ۱۴۰ خانواده گیاهی ثبت شده است (Sedaratian *et al.*, 2011). فعالیت تغذیه‌ای این کنه منجر به پیچ‌خوردگی و لکه‌های کلروتیک زرد معمولی روی برگ‌ها می‌شود (Khodayari *et al.*, 2008). با ادامه تغذیه، برگ‌ها مایل به زرد یا قرمز شده و در نهایت می‌ریزند (Wermelinger *et al.*, 1990). علاوه بر این، جمعیت *T. urticae* به دلیل کوتاه بودن طول یک نسل قادر است تا سریع به سطح خسارت اقتصادی برسد (Azadi Dana *et al.*, 2018). با توجه به بروز مقاومت این آفت نسبت به کنه‌کش‌های رایج (Roy *et al.*, 1999)، مدیریت تلفیقی موثر با تاکید بر عوامل کنترل بیولوژیک مورد نیاز است. در بیشتر محصولات زراعی، از کنه‌های خانواده فیتوزوئید (phytoseiid) برای کنترل بیولوژیک کنه‌های تارتن استفاده می‌شود (Kogan *et al.*, 1999؛ Fathipour *et al.*, 2017؛ Rahimi *et al.*, 2022). پژوهش‌های انجام گرفته تا به امروز، روشن ساخته است که خسارت کنه‌های زیان‌آور را می‌توان با حفظ و حمایت از دشمنان طبیعی نظیر کنه‌های شکارگر فیتوزئید و فعالیت آنها تحت کنترل درآورد (Rahmani *et al.*,

Corresponding author: Mostafa Maroufpoor (E-mail: M.Maroufpoor@uok.ac.ir)

© 2022 by Author(s), Published by the Entomological Society of Iran
This Work is licensed under Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International Public License.

2010). اکثر گونه‌های این کنه‌ها برای استقرار در محیط به جمعیت فراوان گونه‌های شکار احتیاج ندارند و در هنگام عدم حضور شکار یا به مکان‌های دیگر مهاجرت می‌کنند (Colfer *et al.*, 2003; Tixier *et al.*, 2006) و یا قادر به تغذیه از گونه‌های جایگزین و منابع غذایی دیگر مانند گرده غلات، اسپور قارچ‌ها، مراحل نابالغ حشرات و سایر مواد مترشحه گیاهی می‌باشند (Bouras & Papadoulis, 2005). کنه *Amblyseius swirskii* به عنوان یک فیتوزوئید با دامنه میزبانی وسیع، یکی از کنه‌های وارداتی است که اغلب در گیاهان آلوده به گونه‌های مختلف حشرات (سفیدبالک و تریپس) و کنه‌های تارتن مورد استفاده قرار می‌گیرد (Rahimi *et al.*, 2022؛ Nomikou *et al.*, 2001). این کنه بومی کشورهای فلسطین، ایتالیا، مصر، یونان، قبرس و ترکیه است و روی بیشتر محصولات باغی و زراعی مانند سیب، مرکبات، سبزیجات و پنبه یافت می‌شود (EPPO, 2013). این کنه شکارگر کمترین زمان دستیابی و بیشترین میزان نرخ حمله را دارد (Fathipour *et al.*, 2017). در چند سال اخیر، استفاده از این کنه در مناطق مختلف با شرایط اقلیمی مناسب و روی محصولات متنوع گسترش یافته است (Buitenhuis *et al.*, 2015).

پیش از آغاز یک برنامه کنترل بیولوژیک، باید از کارایی دشمنان طبیعی اطلاعاتی به دست آورد. از جمله مهم‌ترین ویژگی‌های رفتاری قابل مطالعه، میزان تغذیه شکارگر از طعمه (نرخ شکارگری) و تاثیر شرایط محیطی بر میزان شکارگری است که تعیین آنها برای ارزیابی توانایی شکارگرها در تنظیم جمعیت آفات و مقایسه کارایی آنها در کنترل جمعیت شکار اهمیت دارد. نرخ شکارگری نشان‌دهنده ظرفیت تغذیه‌ای یک گونه خاص شکارگر با تغذیه از شکار است (Farhadi *et al.*, 2011). برای توصیف درست تغییرات نرخ شکارگری، میزان مصرف روزانه یک شکارگر و همچنین ظرفیت شکارگری آن در طول عمر باید مورد ارزیابی قرار گیرد (Chi and Yang, 2003). بررسی‌های کمی توسط محققان مختلف در مورد اثرات دما روی نرخ شکارگری زیستی این کنه انجام گرفته است (Fathipour *et al.*, 2017؛ Afshar & Latifi, 2017). لذا در این پژوهش سعی شده است تا با تحقیق در خصوص اثرات دما و مقایسه بین آنها ضمن آگاهی از میزان مصرف شکار در هر دما، بهترین زمان رهاسازی این شکارگر مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

پرورش کنه *Tetranychus urticae*. برای انجام این پژوهش، در ابتدا کنه‌های تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch ، از مزارع خیار در سنندج، در سال ۱۳۹۷ جمع آوری شد. در راستای استقرار و تهیه جمعیت در آزمایشگاه، برای پرورش کنه تارتن دو لکه‌ای (TSSM) از گیاه لوبیا چشم‌بلبلی استفاده شد. پنجاه بوته لوبیا *Phaseolus vulgaris* L در گلدان های حاوی حدود ۳۰ کیلوگرم مخلوط از خاک، کود حیوانی پوسیده و ماسه با نسبت ۱:۱:۱ تهیه شد. سپس با کنه تارتن آلوده شدند. گلدان‌ها در شرایط دوره نوری ۱۴:۱۰ (تاریکی:روشنایی) ساعت، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دمای ۱±۲۶ درجه سلسیوس در اطاقک رشد نگهداری شدند. گیاهچه‌های ۶ تا ۸ برگی برای پرورش کنه‌تارتن دو لکه‌ای استفاده شدند. پس از تشکیل کلنی روی گیاه لوبیا چشم بلبلی و نگهداری آن برای سه نسل از کنه‌های موجود برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد.

پرورش کنه‌ی شکارگر *Amblyseius swirskii*. کنه‌ی شکارگر *A. swirskii* از شرکت کوپرت (Koppert Bilogical Systems) هلند تهیه گردید و به‌منظور پرورش، از جعبه‌های مکعب مستطیل از جنس پلاستیک و به ابعاد ۱۵×۲۵×۳۵ سانتی‌متر به‌عنوان ظروف پرورش استفاده شد (Farazmand *et al.*, 2020). درب جعبه‌ها به‌وسیله پارچه توری مسدود گردید. برای تامین رطوبت از یک لایه پنبه اشباع از آب استفاده شد و روزانه مقداری آب به پنبه‌ها اضافه شد. برای جلوگیری از فرار کنه‌ها که یکی از مشکلات عمده در پرورش آنها محسوب می‌شود از ماده سیاه‌رنگی بنام گلیسیل (Glyceel) استفاده شد که خاصیت دورکنندگی داشت . این ماده حاوی روغن کلزا بوده و از آن برای ردیابی آفات در باغات میوه استفاده می‌کنند (Maroufpoor, 2016). دیواره جعبه‌های پرورش با این ماده آغشته می‌شد تا از بالا آمدن کنه‌ها از دیواره‌ها و فرار آنها جلوگیری شود. درون هر ظرف پرورش، مراحل مختلف زیستی کنه شکارگر قرار داده شد و به منظور تغذیه، از برگ‌های لوبیای آلوده به کنه دو لکه‌ای استفاده گردید. سه بار در هفته برگ‌های تازه آلوده به جعبه‌ها اضافه می‌شد. جعبه‌ها در اتاقک رشد با دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس و دوره نوری ۱۶:۸ (تاریکی:روشنایی) ساعت و رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد قرار داده شدند.

واحدآزمایشی. واحدهای آزمایشی، پتری‌دیش‌های به قطر ۹ سانتی‌متر بودند که کف آن با یک لایه از پنبه خیس، پوشیده شده بود(به شکل جزیره). سپس برگ‌های لوبیا به قطر ۴ سانتی‌متر روی آن گذاشته شده و دور برگ‌ها نیز به وسیله پنبه به منظور فرار کنه‌ها پوشیده شد و برای حفظ رطوبت داخل پتری‌ها روزانه به طور مرتب پنبه‌ها خیس می‌شدند (Afshar & Latifi, 2017).

آزمایش‌های نرخ شکارگری. برای انجام این آزمایش، ۵۰ عدد تخم همسن (۱۲ ساعته)ی کنه شکارگر روی برگ‌های آلوده به کنه تارتن بصورت جداگانه قرار داده شد. سپس از کلنی اولیه، افراد بالغ (نر و ماده) کنه شکارگر *A. swirskii* بصورت جداگانه به واحدهای آزمایشی (جزیره) منتقل گردیده و در طول آزمایش با ماده‌های بالغ کنه *T. urticae* که هنوز جفتگیری نکرده بودند تغذیه شدند. روزانه بطور ثابت ۲۰ عدد کنه ماده بالغ تارتن به جزیره‌ها اضافه می‌شد. از جزیره‌ها روزانه بازدید شد و تعداد کنه‌های زنده شمارش شدند. آزمایش‌ها تا مرگ آخرین فرد ادامه یافته و نتایج ثبت شد. مقادیر نرخ شکارگری ویژه سنی(K_x) برابر با میانگین تعداد طعمه مصرف شده توسط یک شکارگر در سن x ، نرخ خالص شکارگری(C_0) برابر با طعمه مصرف شده توسط یک شکارگر در کل دوره زندگی و نرخ تبدیل شکار خورده شده به نتاج تولید شده شکارگر (Q_p) می‌باشد که در شرایط آزمایشگاهی به شرح زیر محاسبه شد (Chi & Yang, 2003؛ Farhadi *et al.*, 2011):

نرخ شکارگری ویژه سنی.

$$k_x = \frac{\sum_{j=1}^{\beta} S_{xj} C_{xj}}{\sum_{j=1}^{\beta} S_{xj}} \qquad (۱)$$

نرخ خالص شکارگری.

$$C_0 = \sum_{x=0}^{\delta} k_x l_x \qquad (۲)$$

که δ آخرین سن جمعیت و K_x نرخ شکارگری ویژه سنی است.

نرخ تبدیل شکار خورده شده به نتاج تولید شده شکارگر

$$Q_p = \frac{C_0}{R_0} \qquad (۳)$$

با در نظر گرفتن میزان زنده‌مانی، Chi & Yang (2003) نرخ خالص شکار ویژه سنی (q_x) را به عنوان تعداد وزنی طعمه مصرف شده توسط شکارگر در سن x تعریف کردند و به صورت زیر محاسبه می شود:

$$q_x = l_x k_x \qquad (۴)$$

روش تجزیه آماری. مقادیر میانگین و خطاهای استاندارد پراسنجه‌ها با استفاده از روش Bootstrapping برآورد شد. برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار TWO-SEX Consumption Rate- MSChart (Chi, 2020) برای رسم نمودارها از نرم‌افزار SigmaPlot نسخه ۱۲/۳ استفاده شد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ تعداد کنه‌های شکار شده توسط کنه شکارگر *A. swirskii* در دماهای مختلف نشان داده شده است. در سه دمای مورد آزمایش، نرخ کل شکار مصرف شده به‌صورت چشمگیری افزایش یافت. نتایج نشان می‌دهد که در بین دماهای مختلف از نظر میزان تغذیه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. به‌طوری که بیشترین میزان تغذیه با نزدیک به ۳۰۰ کنه در دمای ۲۷ درجه سلسیوس رخ داده است، این در حالی است که این میزان در دمای ۱۷ درجه سلسیوس، تنها ۹۲ کنه می‌باشد. برای تعیین نیاز روزانه شکارگرها از میانگین تعداد طعمه‌های کشته‌شده توسط آنها استفاده می‌شود. Afshar & Latifi (2017) گزارش دادند که میزان تغذیه افراد ماده کنه شکارگر *A. swirskii* از تخم کنه تارتن در دمای ۳۰ درجه سلسیوس ۱۲۲۳ عدد تخم بوده است، این میزان در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، ۱۰۰۸ عدد تخم ثبت شده است. بر اساس نتایج Maroufpoor (2016) ، میزان تغذیه این شکارگر روی کنه تارتن در دمای ۲۵ درجه سلسیوس برابر ۱۸۳ عدد کنه بوده است. از دلایل این اختلاف در مورد کنه‌های فیتوزوئید، علاوه بر تفاوت در مرحله زیستی کنه تارتن به‌عنوان طعمه، می‌توان به اختلاف احتمالی در جمعیت شکار و شکارگر، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی میزبان گیاهی شکار به ویژه تراکم تریکوم، کیفیت بستر تخمریزی و همچنین تارهای کنه تارتن نیزاشاره کرد (Moghadasi *et al*., 2018 ؛McMurtry *et al*., 2013 ؛Sabelis, 1985). بر اساس نتایج پژوهش حاضر، دما می‌تواند تاثیر به‌سزایی در میزان تغذیه داشته باشد (جدول ۱). در بررسی‌های گذشته مشخص شده است که دما می‌تواند روی پراسنجه‌های زیستی کنه شکارگر *A. swiskii* (Lee & Gillespie, 2011؛ Rahimi *et al*., 2022) و سایر کنه‌های شکارگر خانواده فیتوزوئید مانند *Iphiseius degenerans* Berlese (Tsoukanas *et al*., 2006) و *Phytoseiulus persimilis* (Skirvin & Fenlon, 2003) تاثیر داشته باشد(Afshar & Latifi (2017 , گزارش کردند که میزان تغذیه کنه شکارگر *A. swirskii* تحت تاثیر دما قرار می گیرد و با افزایش دما میزان تغذیه افزایش می‌یابد. Gorji *et al* (2009) نشان دادند که میزان مصرف روزانه مراحل پورگی *P. plumifer* (پروتونمف و دئوتونمف) با تغذیه از مراحل پورگی کنه تارتن دولکه‌ای *T. urtice* روی انجیر، با افزایش دما افزایش یافت، اما مصرف کل طعمه با افزایش دما کاهش یافت. میزان مصرف روزانه ماده با افزایش دما از ۱۵ به ۳۵ درجه سلسیوس افزایش یافت در حالی که نرخ کل شکار ماده از دمای ۱۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس افزایش یافت و در دمای ۳۰ درجه سلسیوس کاهش یافت و در ۳۵ درجه سلسیوس دوباره افزایش یافت. آنها نشان دادند که بیشترین مصرف کل طعمه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس است. Ganjisaffar *et al* (2011) گزارش کردند که مصرف روزانه مراحل پورگی Wainstein & Arutunjan *Typhlodromus bagdasarjani* از مراحل پورگی کنه *T. urticae* با افزایش دما از ۱۵ به ۲۵ درجه سلسیوس افزایش یافته، در ۳۰ درجه سلسیوس کاهش و مجدداً در ۳۵ درجه سلسیوس افزایش یافته است. نتایج آنها نیز نشان داد که دما بر مصرف طعمه شکارگرها تأثیر می‌گذارد. این تفاوت در نتایج محققین مختلف به دلیل گونه‌های مختلف شکارگر، گیاهان میزبان مختلف، مراحل مختلف زندگی طعمه و همچنین کیفیت طعمه می‌باشد (Mendes *et al*., 2002). شکارگرها برای جبران کیفیت پایین طعمه میزان تغذیه را افزایش می‌دهند (Bazgir *et al*., 2019). برخی عوامل دیگر مانند نوع واحد آزمایشی، دوره نوری و رطوبت نیز می‌توانند بر میزان تغذیه شکارگرها تأثیر بگذارد (Pernando & Hassell, 1980).

همچنین بر اساس مقایسه میزان تغذیه افراد نر و ماده، نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین نرخ شکارگری افراد نر و ماده مشاهده شد و افراد ماده به مراتب میزان تغذیه بیشتری دارند. به عبارت دیگر شکارگری این کنه وابسته به جنسیت است (Nguyen & Shih, 2011). به‌عنوان مثال در دمای ۲۲ درجه سلسیوس میزان تغذیه افراد ماده ۱۹۲ عدد کنه تارتن بالغ می‌باشد که در مقایسه با میزان تغذیه افراد نر در همان دما (۸۰ عدد کنه) اختلاف بسیار چشمگیری وجود دارد (جدول ۱). نتایج مشابه توسط Afshar & Latifi (2017) گزارش شده است. این محققین بیان داشتند که افراد نر و ماده در دماهای مختلف میزان تغذیه متفاوت داشته‌اند بطوری که میزان تغذیه افراد ماده از تخم کنه‌تارتن ۱۰۰۸ عدد تخم و افراد نر در همان دما تنها ۶۴۵ عدد تخم را مورد

تغذیه قرار داده‌اند. از آنجایی که اندازه بدن ماده‌ها بزرگتر از نرها است و برای تولید تخم به انرژی بیشتری نیاز دارند، ماده‌ها بیش از دو برابر نرها، از شکار تغذیه می‌کنند (Nguyen & Shih, 2011). مشاهدات ما نیز موید این موضوع می‌باشد. هفتاد درصد توده زنده (Biomass) تخم‌های گذاشته شده در شکارگرها به میزان شکار بستگی دارد، ماده‌ها، به ویژه در طول دوره تخم‌گذاری، بیشتر از نرها تغذیه می‌کنند و بیشترین تغذیه در زمان تخم‌ریزی رخ می‌دهد (Metwally *et al*., 2005؛ Hodek & Honêk, 2013). یعنی هرچه طول مرحله تخم‌ریزی یک کنه‌ی شکارگر بیشتر باشد نرخ شکارگری بالاتری دارد. میزان تغذیه در زمان تخم‌ریزی بیشتر از دوران قبل و بعد از تخم‌ریزی گزارش شده است (Abou-Awad *et al*., 2001). تنوع مرحله سنی نرخ شکارگری و مرحله آسیب پذیر طعمه در بسیاری از مطالعات مشاهده شده است (Hu & Frank, 1997؛ Clements & Yeargan, 1997؛ Chi & Yang, 2003). به عنوان مثال، Moghadasi *et al* (2018) گزارش کردند که افراد ماده بالغ کنه شکارگر *Phytoseiulus persimilis* به طور قابل توجهی نسبت به افراد نر دارای نرخ شکارگری بالاتری است. نتایج مشابه توسط دیگر محققان گزارش شده است (Rasmy *et al*., 1991؛ Naher *et al*., 2005؛ Khalequzzaman *et al*., 2007) و تفاوت قابل توجهی در میزان شکار در بین مراحل شکارگر یافتند.

نرخ خالص شکار مرحله سنی (C_x) کنه شکاری *A . swirskii* روی کنه تارتن دو لکه‌ای در شکل ۱ نشان داده شده است. این روند نرخ شکار ویژه مرحله سنی را نشان می دهد، یعنی میانگین تعداد کنه‌های مصرف شده توسط شکارگر در سن x و مرحله j را نشان می‌دهد. این منحنی تأثیرات دما را روی نرخ شکار منعکس می‌کند. همانطور که مشاهده می‌شود میزان تغذیه این کنه شکاری با افزایش دما افزایش یافته است. میزان شکار در ۳۰ روز اول بالا بود و سپس به تدریج با افزایش سن کاهش یافت (شکل ۱). یافته‌های Fathipour *et al.* (2017) و Afshar & Latifi (2017) نتایج بدست آمده را تایید می‌کند. این نویسندگان نشان دادند که در طول عمر *A. swirskii* با افزایش سن از اوایل ظهور بالغین تا اواسط زندگی، نرخ مصرف طعمه تغذیه شکارگر روند صعودی و سپس کاهشی داشت. بیشترین تعداد طعمه‌های خورده شده در دماهای ۱۷، ۲۲ و ۲۷ درجه سلسیوس توسط افراد ماده به ترتیب در سنین ۸، ۱۱ و ۱۲ روزگی بوده است.

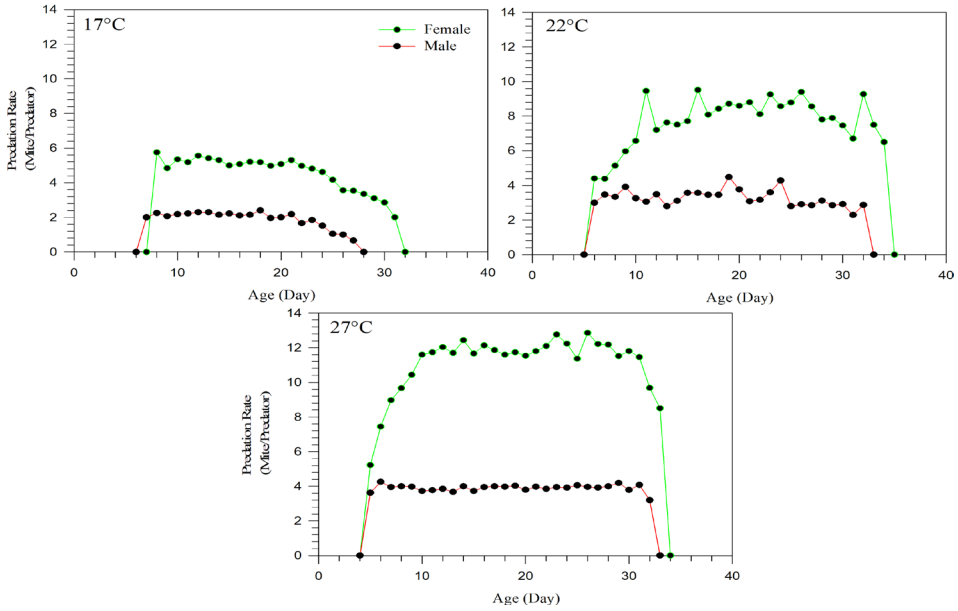
جدول ۱- میانگین(± SE) نرخ شکارگری افراد نر و ماده کنه شکارگر *Amblyseius swirskii* با تغذیه از کنه تارتن دو لکه ای *Tetranychus urticae* در سه دمای ثابت

Table 1. Mean (± SE) predation rate of *Amblyseius swirskii* male and female *fed on Tetranychus urticae* at three constant temperatures

Gender	Temperature (°C)		
	17	**22**	**27**
Female	92.33±6.56Ac	5.92Ab ±192.17	5.48Aa±299.93
Male	33.93 ±5.20B	5.92Bb±80.26	6.32Ba±90.22

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف و حروف بزرگ متفاوت در هر ستون نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. برای محاسبه خطای استاندارد از روش بوت استرپ با ۱۰۰۰۰۰ تکرار و برای مقایسه میانگین ها از آزمون بوت استرپ جفتی استفاده شد.

Means followed by different small letters in a row and different capital letters within a column are significantly different at 5% significance level. The standard errors were estimated using the bootstrap method with 100,000 bootstrap samples. The paired bootstrap test was used for multiple comparisons of the treatments.



شکل ۱- نرخ خالص شکارگری ویژه سنی (C_x) کنه شکارگر *Amblyseius swirskii* با تغذیه از کنه *Tetranychus urticae* در سه دمای ثابت.

Fig.1. Age-stage predation rate (C_x) of *Amblyseius swirskii fed on Tetranychus urticae* at three temperatures.

نرخ شکارگری ویژه سن (k_x) و نرخ خالص شکارگری ویژه سن (q_x) کنه فیتوزوئید با تغذیه از کنه‌های تارتن در دماهای ثابت، در **Error! Reference source not found.** نشان داده شده است. در این منحنی، میزان تغذیه کنه بالغ شکارگر در طول عمر آمده است. در هر سه دمای مورد آزمایش،

میزان شکار مرحله بالغ با افزایش سن به مدت ۲۰ روز (سن ۱۰ تا ۳۰ روز از تولد) به طور قابل توجهی افزایش یافته و سپس به تدریج با نرخ زنده‌مانی سن کاهش می‌یابد.

نرخ خالص شکارگری (C_0) برابر با طعمه مصرف شده توسط یک شکارگر در کل دوره زندگی است و نرخ تبدیل شکار خورده شده به نتاج تولید شده (Q_p) می‌باشد. با در نظر گرفتن نرخ زنده‌مانی، بیشترین نرخ خالص شکارگری کنه شکارگر *A. swirskii* در دمای ۲۷ درجه سلسیوس نسبت به دمای ۱۷ و ۲۲ درجه مشاهده شد. نرخ خالص شکارگری (C_0) کنه شکارگر *A. swirskii* با تغذیه از کنه تارتن در دمای ۱۷ درجه سلسیوس، ۸۰/۵۱±۳/۵۷ است در حالی که این مقدار در دمای ۲۷ درجه سلسیوس به بیشترین میزان یعنی ۱۲/ ۷۱ ± ۱۹۰/۹۷ رسید. مقدار Q_p برای کنه شکاری *A. swirskii* با تغذیه از کنه تارتن ۷/۷۱ عدد است که به این معنی است برای تولید یک عدد تخم کنه شکارگر *A. swirskii* به ۷/۷۱ عدد کنه تارتن احتیاج است. مقادیر بالاتر Q_p در دمای ۲۲ و ۲۷ درجه سلسیوس مشاهده شد. پراسنجه Q_p یک تخمین دموگرافیک از ارتباط بین میزان طعمه خورده شده و میزان تولیدمثل می‌باشد و به نوعی نشان‌دهنده کیفیت بهتر شرایط تغذیه (دمای مناسب) برای کنه‌ی شکارگر *A. swirskii* است. این مقدار در دمای ۲۲ درجه ۱۰/۴۴ کنه بود (جدول ۲). مقدار Q_p در دمای ۲۲ درجه سلسیوس در مقایسه با دماهای ۱۷ و ۲۷ درجه سلسیوس، نشان می‌دهد که این شکارگر طعمه بیشتری را برای تولید تخم در دمای ۲۲ درجه سلسیوس مصرف کرده است. بنابراین، می توان این گونه تفسیر کرد که کنه شکارگر *A. swirskii* در دمای ۲۲ درجه سلسیوس نسبت به دماهای ۱۷ و ۲۷ درجه سلسیوس حریص‌تر است و پتانسیل کنترل بیشتری دارد. با توجه به مقدار بالای Q_p این کنه در دمای ۲۷ درجه سلسیوس (۸/۴۸ کنه)، به نظر می‌رسد که بیشترین فعالیت این کنه در دماهای بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس باشد اگرچه Afshar & Latifi (2017) گزارش دادند که کنه شکارگر *A. swirskii* در دمای ۳۵ درجه سلسیوس هم در کنترل کنه تارتن کارایی دارد و نتایج بدست آمده در این پژوهش هم نشان داد که در دمای ۱۷ درجه سلسیوس نیز می‌تواند فعالیت کند.

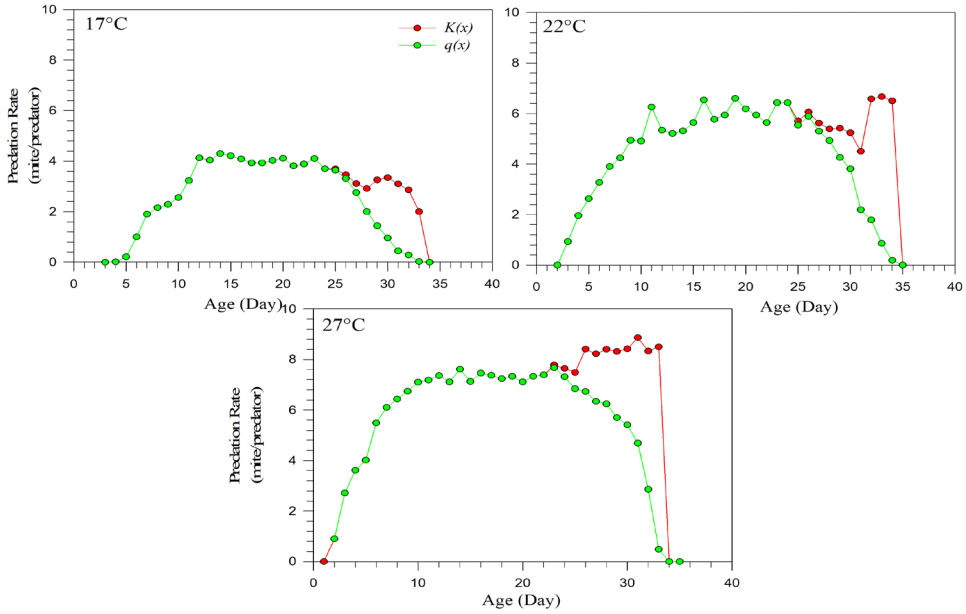
جدول ۲- نرخ خالص شکارگری (C_0) و نرخ تبدیل شکار خورده شده به نتاج تولید شده (Q_p) کنه شکارگر *Amblyseius swirskii* با تغذیه از کنه تارتن دو لکه ای *Tetranychus urticae* در سه دمای ثابت

Table 2. The Age-stage predation rate (C_0) and the transformation rate from prey population to predator offspring (Q_p) of *Amblyseius swirskii fed on Tetranychus urticae at three constant temperatures*

Gender	Temperature (°C)		
	17	22	27
Female	80.51±3.57c	7.30Ab ±144.79	12.71a±190.97
Male	7.71 ±0.13c	0.21a±10.12	0.47b±8.48

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف شانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. برای محاسبه خطای استاندارد از روش بوت استرپ با ۱۰۰۰۰۰ تکرار و برای مقایسه میانگین ها از آزمون بوت استرپ جفتی استفاده شد.

Means followed by different small letters in a row are significantly different at 5% significance level. The standard errors were estimated using the bootstrap method with 100,000 bootstrap samples. The paired bootstrap test was used for multiple comparisons of the treatments.



شکل ۲- نرخ شکارگری ویژه سن (k_x) و نرخ خالص شکار ویژه سنی (q_x) کنه شکارگر *Amblyseius swirskii* با تغذیه از کنه *Tetranychus urticae* در سه دمای ثابت

Fig. 2. Age-specific predation rate (k_x), and age-specific net predation rate (q_x) of *Amblyseius swirskii* fed on *Tetranychus urticae* at three temperatures.

دانش در مورد سازگاری حشرات و کنه‌ها با شرایط آب و هوایی نقش مهمی در برنامه‌های مدیریت آفات، به ویژه در پیش‌بینی زمان رشد ونمو، نرخ شکارگری، تولیدمثل و توزیع فضایی دارد. پراسنجه‌های مختلفی در انتخاب نهایی عوامل کنترل بیولوژیک می‌توانند تاثیر داشته باشند که از بین آنها می‌توان به دما، نوع

واحد و نحوه پرورش و گونه آفت اشاره کرد. یکی از ویژگی‌های مهم یک دشمن طبیعی موثر و کارا در انجام برنامه‌های کنترل بیولوژیک، قدرت سازگاری با شرایط محیطی و زیستی است (Zhang, 2003). از آنجایی که کنه شکارگر *A. swirskii* برای کنترل آفات در گلخانه‌ها بصورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد جنبه‌های مختلف زیست شناسی و ویژگی‌های رفتاری آن از جمله باروری (Wimmer *et al.*, 2008؛Nomikou *et al.*, 2001) ، ظرفیت شکارگری (Maroufpoor, 2016)، نیاز گرمایی (Lee & Gillespie, 2011؛ Rahimi *et al.*, 2022) ، ترجیح طعمه (Soleymani *et al.*, 2016 ؛Xu & Enkegaard, 2010) و واکنش تابعی (Afshar & Latifi, 2017 ؛Fathipour *et al.*, 2017) مورد بررسی قرار گرفته است. هدف اصلی مطالعه حاضر ارائه اطلاعاتی در خصوص میزان تغذیه این شکارگر در دماهای مختلف می‌باشد. متاسفانه با وجود اهمیت نرخ شکارگری و جداول زندگی در تدوین یک مدل مناسب و پویا شکار–شکارگر، اکثر برنامه‌های کنترل بیولوژیک و مدیریت آفات هنوز از این ابزار ارزشمند استفاده نمی‌کنند. در این پژوهش با استفاده از این ابزار تلاش شد تا توصیف دقیقی از ظرفیت شکارگری این شکارگر در دماهای مختلف نشان داده شود. با استفاده از این نتایج و همچنین نتایج حاصل از جداول زندگی، می‌توان امیدوار بود که این شکارگر قادر است در نوسانات دمایی در طول روز و شب گلخانه یک کاندید موثر در کنترل و سرکوب کنه تارتن باشد.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه کردستان به خاطر پیشتیبانی مالی در انجام این تحقیق قدردانی می‌شود.

REFERENCES

Abou-Awad, B. A., Korayem, A. M., Hassan, M. F. & Abou-Elela, M. M. (2001) Life history of the predatory mite *Lasioseius athiasae* (Acari: Phytoseiidae) on various kinds of food substances: a polypeptide analysis of prey consideration. *Journal of Applied Entomology* 125, 125–130. https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2001.00523.

Afshar, F. R. & Latifi, M. (2017) Functional Response and Predation Rate of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytosei-Idae) at Three Constant Temperatures. *Persian Journal of Acarology* 6 (4), 299–314.

Azadi Dana, E., Sadeghi, A., Güncan, A., Khanjani, M., Babolhavaeji, H. & Maroufpoor, M. (2018) Demographic comparison of the *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) reared on different cultivars of strawberry. *Journal of Economic Entomology* 111(6), 2927–2935. https://doi.org/10.1093/jee/toy242.

Bazgir, F., Shakarami, J. & Jafari, Sh. (2019) Life table and predation rate of *Typhlodromus bagdasarjani* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Eotetranychus frosti* (Tetranychidae) on apple leaves. *International Journal of Acarology* 45(4), 1-7. http://dx.doi.org/10.1080/01647954.2019.1584241.

Bouras, F., Shakarami, J. & Jafari, Sh. (2019) Life table and predation rate of *Typhlodromus bagdasarjani* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Eotetranychus frosti* (Tetranychidae) on apple leaves. *International Journal of Acarology* 45(4), 1-7. http://dx.doi.org/10.1080/01647954.2019.1584241.

Buitenhuis, R., Murphy, G., Shipp, L. & Scott-Dupree, C. (2015) *Amblyseius swirskii* in greenhouse production systems: a floricultural perspective. *Experimental and Applied Acarology* 65, 451–464.

Chi, H. (2020) Consume-mschart: A computer program for predation rate study based on age-stage, two-sex life table http://140120197173. Ecology.

Chi, H. & Yang, T. C. (2003) Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 32, 327-333. https://doi.org/10.1603/0046-225X-32.2.327.

Clements, D. J. & Yeargan, K. V. (1997) Comparison of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) and *Nabis roseipennis* (Heteroptera: Nabidae) as predators of the green cloverworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology* 26, 1482-1487. https://doi.org/10.1093/ee/26.6.1482.

Colfer, R. G., Rosenheim, J. A., Godfrey, L. D. & Hsu, C. L. (2003) Interactions between the augmentative released predaceous mite *Galendromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae) and naturally occurring genera-list predators. *Environmental Entomology* 32(4), 840-852. https://doi.org/10.1603/0046-225X-32.4.840.

Cossins, A. R. & Bowler, K. (1987) *Temperature biology of animals* (Vol. 438). London: Chapman and Hall.438.

Farazmand, A., Amir-Maafi, M., & Atlihan, R. (2020) Temperature-dependent development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Systematic and Applied Acarology* 25(3), 538–547. https://doi.org/10.11158/saa.25.3.13.

Farhadi, R., Allahyari, H. & Chi, H. (2011) Life table and predation capacity of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Biological Control* 59, 83-89. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.07.013.

Fathipour, Y., Karimi, M., Farazmand, A. & Talebi, A. A. (2017) Age-specific functional response and predation rate of *Amblyseius swirskii* (Phytoseiidae) on two-spotted spider mite. *Systematic and Applied Acarology* 22(2), 159-169. https://doi.org/10.11158/saa.22.2.1.

Ganjisaffar, F., Fathipour, Y. & Kamali, K. (2011) Effect of temperature on prey consumption of *Typhlodromus bagdasarjani* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology* 37(6), 556–560. https://doi.org/10.1080/01647954.2010.528800.

Gerlach, S. & Sengonca, C. (1986) Feeding activity and effectiveness of the predatory thrips, *Scolothrips longicornis* Priesner (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Applied Entomology* 101, 444–452.

Gorji, M., Fathipour, Y. Kamali, K. (2009) The effect of temperature on the functional response and prey consumption of *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae) on the two-spotted spider mite. *Acarina* 17(2): 231-237.

Han, SH., Jung, C.,v & Lee, J. H. (2003) Release strategies of *Amblyseius womersleyi* and population dynamics of *Amblyseius womersleyi* and *Tetranychus urticae*: I Release position in pear. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 6, 221–227. https://doi.org/10.1016/S1226-8615(08)60190-9.

Hodek, I. & Honek, A., (1996) *Ecology of Coccinellidae*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Hu, G. Y. & Frank, J. H. (1997) Predation on the horn fly (Diptera: Muscidae) by five species of *Philonthus* (Coleoptera: Staphylinidae). *Environmental Entomology* 26, 1240 -1246. https://doi.org/10.1093/ee/26.6.1240.

Jung, C. (2005) Some evidences of aerial dispersal of twos-potted spider mite from an apple orchard into a soybean field. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 8, 279–283. https://doi.org/10.1016/S1226-8615(08)60246-0.

Jung, C., Kim, D. S., Park, Y. S. & Lee, J. H. (2005) Simulation modeling of two spotted spider mite population dynamics in apple and pear orchards in Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 8, 285–290.https://doi.org/10.1016/S1226-8615(08)60247-2.

Khalequzzaman, M., Mondal, M., Fazlul Haque, M. & Sajedul Karim, M. (2007) Predatory Efficacy of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on the Two Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Biosciences* 15, 127–132.

Khodayari, S., Kamali, K. & Fathipour, Y. (2008) Biology, life table, and predation of *Zetzellia mali* (Acari: Stigmaeidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Acarina* 16, 191–196.

Kogan, M., Croft, B. A. & Sutherst, R. F. (1999) *Applications of ecology for integrated pest management*, pp. 681-736. In C. B. Huffaker and A. P. Gutierrez [eds.], Ecological entomology, 2nd ed. Wiley, New York.

Lee, J. H. & Gillespie, D. R. (2011) Life tables and development of *Amblyseius* swirskii (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures. *Experimental and Applied Acarology* 53(1), 7–27. https://doi.org/10.1007/s10493-010-9385-5.

Maroufpoor, M. (2016) Comparison of predation rates *Amblyseius swirskii* fed on *Phyllocoptes adalius* and *Tetranychus urticae* under laboratory condition. *Biocontrol in Plant Protection* 4 (1), 85-92.

McMurtry, J. A., De Moraes, G. J. & Sourassou, N. F. (2013) Revision of the Life styles of Phytoseiid Mites (Acari: Phytoseiidae) and Implications for Biological Control Strategies. *Systematic and Applied Acarology* 18(4), 297–320. https://doi.org/10.11158/saa.18.4.1.

Mendes, S. M., Bueno, V. H., Argolo, V. M., & Silveira, L. C. P. (2002) Type of prey influences biology and consumption rate of *Orius insidiosus* (Say)(Hemiptera, Anthocoridae). *Revista Brasileira de Entomologia* 46, 99–103. https://doi.org/10.1590/S0085-56262002000100012.

Metwally, A. M., Abou-Awad, B. A. & Al-Azzazy, M. M. A. (2005)Life table and prey consumption of the predatory mite *Neoseiulus cydnodactylon* Shehata and Zaher (Acari: Phytoseiidae) with three mite species as prey. *Journal of Plant Diseases and Protection* 112 (3), 276-286.

Moghadasi, M., Saboori, A., Allahyari, H. & Zahedi Golpayegani, A. (2016) Life table and predation capacity of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) feeding on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on rose. *Journal of Agricultural Science and Technology* 18, 1279-1288.

Naher, N., Islam, W. & Haque, M. M. (2005) Predation of Three Predators on Two-Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Life and Earth Science* 1(1), 1–4.

Nguyen, T. V. & Shih C. I. T. (2011) Predation rates of *Neoseiulus womersleyi* (Schicha) and *Euseius ovalis* (Evans) feeding on tetranychid mites (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 14, 441–447. https://doi.org/10.1016/j.aspen.2011.05.006.

Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R. & Sabelis, M. W. (2001) Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Experimental & Applied Acarology* 25(4), 271–291. https://doi.org/10.1023/a:1017976725685.

Obrycki, J. J. & Kring, T. J. (1998) Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomolog* 43, 295- 321.

Pernando, M. H. J. P. & Hassell, M. P. (1980) Predator-prey responses in an acarine system. *Researches on Population Ecology* 22, 301–322. https://doi.org/10.1007/BF02530853.

Rahimi, A., Moradi, F., Sadeghi, A., Fathipour, Y. & Maroufpoor, M. (2022) Impact of constant temperatures on population characteristics of *Amblyseuis swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Systematic and Applied Acarology* 27(9), 1775–1786. https://doi.org/10.11158/saa.27.9.7.

Rahmani, H., Fathipour, Y. & Kamali, K. (2010) Spatial distribution and seasonal activity of *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) and Its Predator *Zetzellia mali* (Acari: Stigmaeidae) in apple orchards of Zanjan, Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology* 12, 155-165.

Rasmy, A. H., Abdel-Rahman, H., A. & Hussein, H. E. (1991) Suitability of Different Mite Prey for the Development of the Predatory Mite, *Phytoseiulus persimilis*. *Experimental and Applied Acarology* 11, 89–91. https://doi.org/10.1007/BF01193732

Rosen, D. & Huffaker, D. R. (1983) An overview of desired attributes of effective biological control agents, with particular emphasis on mites, pp. 2-11. In M. A. Hoy, G. L. Cunningham, and L. Knutson [eds.], *Biological control of pests by mites*. University of California, Berkeley. Div. Agric. Nat. Res. Spec. Publ. 3304.

Roy, M., Brodeur, J. & Cloutier, C. (1999) Seasonal abundance of spider mites and their predators on red raspberry in Quebec. *Environmental Entomology* 28, 735-747. https://doi.org/10.1093/ee/28.4.735.

Sabelis, M. W. (1985) Predation on Spider Mites. In: Spider Mites: *Their Biology, Natural Enemies and Control*, (Eds): Helle, W. and Sabelis, M. W. Elsevier, Amsterdam, 1B, 103–129.

Sedaratian, A., Fathipour, Y. & Moharramipour, S. (2011) Comparative life table analysis of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on 14 soybean genotypes. *Insect Science* 18, 541–553. https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2010.01379.x.

Skirvin, D. J. & Fenlon, J. S. (2003) The effect of temperature on the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 31, 37–49. https://doi.org/10.1023/B:APPA.0000005107.97373.87

Soleymani, S., Hakimitabar, M. & Seiedy, M. (2016) Prey preference of predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Biocontrol Science and Technology* 26(4), 562–569.

Tixier, M., Kreiter, S., Cheval, B., Guichou, S., Auger, P. & Bonafos R. (2006) Immigration of phytoseiid mites from surrounding uncultivated areas into a newly planted vineyard. *Experimental and Applied Acarology* 39, 227-242. https://doi.org/10.1007/s10493-006-9010-9.

Trudgill, D. L. Honek, A., Li, D. & van Straalen, N. M. (2005) Thermal time—concepts and utility. *Annals of Applied Biology* 146,1–14. https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2005.04088.x.

Tsoukanas, V. I., Papadopoulos, G. D., Fantinou, A. A. & Papadoulis, G. T. (2006). Temperature- dependent development and life table of *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae). *Environmental Entomology* 35(2), 212–218. https://doi.org/10.1603/0046-225X-35.2.212.

Wermelinger, B., Schnider, F., Oertli, J. J. & Baumgärtner, J. (1990). Environmental factors affecting the life tables of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina). II. Host plant water stress. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 63, 347–357. https://doi.org/10.1007/BF01193472.

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(*6*), 541–550. https://doi.org/10.1080/09583150802029784.

Xu, X. & Enkegaard, A. (2010). Prey preference of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* between first instar Western Flower *Thrips Frankliniella* occidentalis and nymphs of the two spotted Spider Mite *Tetranychus urticae*. *Journal of Insect Science* 10(149), 1–11. https://doi.org/10.1673/031.010.14109.

Zhang, Z. Q. (2003)*Mites of Greenhouses Identification, Biology and Control*. London, CABI Publishing, 244 pp.

The impact of temperature on predation rate of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Tetranychus urticae* (Acari: Acaridae)

Mostafa Maroufpoor & Farshad Moradi

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

✉ M.Maroufpoor@uok.ac.ir https://www.orcid.org/0000-0001-6677-7267
✉ farshadmoradi128@yahoo.com

Article History
Received: 8 November 2022 | *Accepted:* 13 December 2022 | Subject Editor: Alireza Saboori

Abstract
In recent years, the utilization of biocontrol agents for agriculture pests has received more attention, which has led to a growth in companies producing biocontrol agents, including predators and parasites. One of the phenomena that should be taken into consideration in the evaluation of the efficiency and selection of natural enemies is the predation rate and the effects of temperature on this characteristic of predators. As part of predatory communities in the greenhouse, *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot is currently used worldwide as a biological control agent against small insects and various mites, particularly to suppress the population of the two-spotted spider mite (TSSM), *Tetranychus urticae* Koch is used. To improve the mass rearing of this species and optimize its use in integrated pest management, in this research, the predation capacity of this mite was investigated in the control of the two-spotted spider mite at three constant temperatures 17, 22, and 27(±1)°C, 70-80% RH and a photoperiod of 16:8 (L: D) h in the laboratory. In this study, adult mites were used and each adult mite was fed with a certain number of adult mites. The transformation rate from prey population to predator offspring (Qp) on TSSM at temperatures of 17, 22, and 27 were calculated as 7.71, 10.12, and 8.47 respectively, which indicates the upper limit of controlling this pest at 22°C. According to the results of the present research, these species can have effective control of the two-spotted spider mite in a wide temperature range, and this can be considered in their release in the greenhouse.

Keywords: *Amblyseius swirskii,* Biological control, Temperature, Net predation rate

Corresponding Author: Mostafa Maroufpoor (Email: m.maroufpoor@uok.ac.ir)

Citation: Maroufpoor, M. and Moradi, F. (2022) The impact of temperature on predation rate of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Tetranychus urticae* (Acari: Acaridae). *J. Entomol. Soc. Iran*, 42 (2), 147-155. https://doi.org.10.52547/jesi.42.2.3