pISSN: 0259-9996 – eISSN: 2783-3968

Journal of Entomological Society of Iran

2026, 46 (2), 219–229

Research Article

واکنش تابعی و برخی ویژگی‌های زیستی کنه شکارگر *Phytoseius corniger* (Acari: Phytoseiidae) با تغذیه از مراحل مختلف زیستی کنه *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)

علیرضا امیری جامی [1] و آزاده فرازمند [2]

۱. بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۲. بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده: با توجه به اهمیت بالقوه کنه شکارگر *Phytoseius corniger* Wainstein, 1959 (Acari: Phytoseiidae) به عنوان گونه بومی جمع‌آوری شده از باغات سیب، واکنش تابعی و ویژگی‌های زیستی کنه‌های ماده این شکارگر با تغذیه از مراحل زیستی لارو، پوره و بالغ کنه تارتن *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) در شرایط آزمایشگاهی با دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۵۵ و دوره نوری ۱۶ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مورد ارزیابی قرار گرفت. واکنش تابعی کنه شکارگر با تغذیه از هر سه مرحله زیستی طعمه از نوع دوم تعیین شد. نرخ حمله (a) شکارگر برای مراحل لاروی (۰/۰۳۹ بر ساعت)، پوره (۰/۰۳۷ بر ساعت) و افراد بالغ طعمه (۰/۰۲۶ بر ساعت) برآورد شد. همچنین زمان دستیابی (T_h) برای مراحل زیستی لارو، پوره و افراد بالغ طعمه به ترتیب ۰/۷۳۶ ساعت، ۰/۷۷۸ ساعت و ۰/۸۰۸ ساعت تخمین زده شد. کوتاه‌ترین طول مرحله قبل از بلوغ (۰/۱۶ ± ۶/۰۸ روز) و بیشترین نرخ تولیدمثل روزانه کنه شکارگر (۰/۰۲ ± ۰/۴۷ تخم/روز) با تغذیه از مرحله بالغ طعمه اتفاق افتاد، اما بیشترین نرخ شکارگری روزانه (۰/۱۹ ± ۵/۴۳ طعمه/روز) مربوط به زمانی بود که شکارگر از مرحله لاروی طعمه تغذیه می‌کرد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، کنه شکارگر *P. corniger* می‌تواند به عنوان یکی از گزینه‌های مناسب جهت مهار جمعیت کنه دو لکه‌ای به ویژه در تراکم‌های پایین‌تر و مراحل قبل از بلوغ مورد توجه قرار گیرد. در هر صورت، مطالعات تکمیلی روی ویژگی‌های رفتاری این گونه و سایر گونه‌های مشابه از خانواده Phytoseiidae و نیز ارزیابی کارآیی این گونه‌های شکارگر در شرایط مزرعه‌ای ضروری به نظر می‌رسد.

کلمات کلیدی: فیتوزئیده، کنترل بیولوژیک، کنه تارتن، نرخ حمله، زیست شناسی

اطلاعات مقاله

دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۱۱

پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۱۴

انتشار: ۱۴۰۵/۰۲/۱۸

دبیر تخصصی: علیرضا صبوری

نویسنده مسئول: علیرضا امیری جامی

ایمیل: alirezaamirijami@gmail.comr

DOI: https://doi.org/10.61186/jesi.46.2.8

مقدمه

کنه‌های شکارگر خانواده Phytoseiidae از راسته میان استیگمایان (Mesostigmata) با بیش از ۲۸۸۰ گونه شناسایی شده (Demite *et al.*, 2024) در زمره مهم‌ترین دشمنان طبیعی کنه‌های تارتن خانواده Tetranychidae و سایر کنه‌ها و نیز حشرات کوچکی مانند سفیدبالک‌ها، تریپس‌ها و شپشک‌ها قلمداد می‌شوند (McMurtry & Croft, 1997). با توجه به نقش موثری که این کنه‌های شکارگر در برقراری تعادل اکولوژیکی در محیط‌های طبیعی برعهده دارند طی دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته و برخی از کنه‌های این خانواده برای کنترل کنه‌های گیاهخوار به صورت تجاری تولید انبوه شده و به منظور رهاسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Gerson *et al.*, 2003; Hajizadeh & Faraji, 2016). در ایران گونه‌های زیادی از این خانواده شناسایی و گزارش شده است (Kazemi *et al.*, 2022) که از جمله آن‌ها کنه *Phytoseius corniger* Wainstein, 1959 (Acari: Phytoseiidae) بوده که علاوه بر ایران از سایر کشورهای منطقه پاله‌آرکتیک از جمله هندوستان، قزاقستان، قرقیزستان، لبنان، مولداوی، پاکستان، صربستان، تاجیکستان و ترکمنستان گزارش شده است (Demite *et al*., 2024). در ایران این گونه از استان‌های مختلف کشور از جمله کرمان (Daneshvar, 1987; Mehrnejad & Ueckermann, 2001)، فارس (Seidpour & Daneshvar, 1993)، تهران (Seidpour & Daneshvar, 1993)، سمنان (Daneshvar, 1987) و خراسان رضوی (Daneshvar, 1980; Namaghi, 2010; Panahi *et al.*, 2014) جمع‌آوری و گزارش شده است. به طور کلی کنه‌های متعلق به جنس *Phytoseius* به عنوان دشمنان طبیعی کنه‌های tetranychid و eriophyid غالبا روی گیاهان با برگ‌های کرک‌دار در حال تغذیه از طعمه‌های خود مشاهده می‌شوند (Pappas *et al.*, 2013). با توجه به اهمیت بالقوه این گروه در مهار جمعیت کنه‌های گیاه‌خوار و لزوم توجه به استفاده از روش‌های مهار زیستی به عنوان یکی از اجزای مهم مدیریت تلفیقی آفات، شناخت ویژگی‌های زیستی و بررسی کارآیی آن‌ها اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. در مورد مطالعه ویژگی‌های زیستی کنه *P. corniger* تا به امروز اطلاعات بسیار اندکی در دسترس می‌باشد. در

پژوهشی پراسنجه‌های جدول زندگی و رشد جمعیت این کنه شکارگر بررسی و نرخ ذاتی افزایش جمعیت آن برابر با ۰/۰۲ ± ۰/۰۶۴ (ماده/ماده/روز) تخمین زده شده است (Baghlani *et al.*, 2023).

از مهم‌ترین شاخص‌های بررسی کارآیی یک دشمن طبیعی، مطالعه واکنش تابعی آن است که به صورت رابطه بین تراکم طعمه و تعداد طعمه مورد حمله قرار گرفته شده توسط یک شکارگر تعریف می‌شود (Enkegaard, 1994). انواع واکنش تابعی در دنیای جانوری به سه نوع اصلی تقسیم بندی می‌شوند که رایج‌ترین آن حالتی است که با افزایش تراکم طعمه، تعداد طعمه‌های مورد حمله قرار گرفته شده توسط شکارگر افزایش یافته اما نسبت طعمه‌های مورد حمله قرار گرفته کاهش می‌یابد (Holling, 1961). پراسنجه‌های اصلی در واکنش تابعی شامل نرخ حمله شکارگر یا کارآیی جستجو (a) (عبارتست از نرخی که توسط آن شکارگر به جستجوی طعمه‌اش می‌پردازد) و زمان دستیابی به طعمه (T_h) (عبارتست از مدت زمان مورد نیاز برای حمله کردن، خوردن و سپس هضم کردن طعمه) هستند. از پراسنجه‌های یادشده برای بررسی توانایی یک دشمن طبیعی در مهار جمعیت آفت مورد نظر استفاده می‌گردد (Fantinou *et al.*, 2012). واکنش تابعی و مقادیر پراسنجه‌های مربوط به آن، می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله نوع طعمه و نیز مراحل مختلف زیستی آن، سن و جنس شکارگر، ویژگی‌های گیاه میزبان و همچنین عوامل محیطی همچون نور و دما تغییر کند (Escudero & Ferragut, 2005; Farazmand *et al.*, 2012; Doker *et al.*, 2016; Fathipour *et al.*, 2017; Hu *et al.*, 2022).

اگرچه طی سال‌های اخیر مطالعه واکنش تابعی در رابطه با برخی از گونه‌های خانواده Phytoseiidae مانند *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) (Osman & Tawfik, 2010)، *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Farazmand *et al.*, 2012) و یا *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Merlin *et al.*, 2022) مورد توجه قرار داده شده است، اما در رابطه با سایر گونه‌های مهم این خانواده مانند *P. corniger* نیاز به بررسی‌های بیشتری در این زمینه می‌باشد. کنه *P. corniger* از کنه‌های گیاه‌خوار از جمله کنه تارتن *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) تغذیه می‌کند و عموما روی برگ گیاهان آلوده تخم‌ریزی نموده و مراحل مختلف قبل از بلوغ و نیز افراد بالغ آن از مراحل مختلف زیستی کنه‌های آفت به ویژه کنه تارتن تغذیه می‌کنند (Baghlani *et al.*, 2023). اگرچه این کنه شکارگر در دنیا و بویژه مناطق مختلف ایران پراکنش داشته، متاسفانه تاکنون اطلاعات چندانی در زمینه مطالعه کارآیی آن در تغذیه از کنه‌های آفت گیاهی در دسترس نمی‌باشد. بدین ترتیب مطالعه حاضر با هدف بررسی کارآیی این شکارگر با تغذیه از کنه دو لکه‌ای عمومی (تارتن) از طریق مطالعه پراسنجه‌های زیستی و واکنش تابعی آن صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و پرورش کنه. جمع آوری کنه شکارگر و همچنین کنه دو لکه‌ای (تارتن) از باغ سیب واقع در ا ستان خرا سان ر ضوی، گلمکان (۱۴۳۲ متر، ۵۹ درجه، ۹ دقیقه و ۳۰/۵۴۶ اینچ شمالی و ۳۶ درجه، ۲۸ دقیقه و ۵۶/۰۳۲ اینچ شرقی) و از روی برگ‌های درختان سیب (Rosacea) (Borkh) *Malus domestica* رقم Golden delicious صورت پذیرفت. به منظور شناسایی و تشکیل کلنی اولیه از کنه شکارگر و کنه گیاه‌خوار نمونه‌های برگ سیب در کیسه‌های پلاستیکی گذا شته و به آزمای‌شگاه منتقل شدند. کنه‌ها از هر برگ با ا ستفاده از یک برس مویی (0°n) زیر ا ستریومیکرو سکوپ (SZH-ILLB ،Olympus) بردا شته شدند. کلنی اولیه کنه‌ها با ا ستفاده از یک کنه ماده جفت‌گیری کرده روی برگ گیاهان میزبان ایجاد گردید. بدین منظور کنه‌های ماده جفت‌گیری کرده تو سط برس مویی روی یک قطعه دیسک برگی وارونه (سطح زیرین برگ رو به سمت بالا) داخل تشتک پتری (به قطر ۶ سانتی‌متر) و روی محیط کشت آب آگار مستقر شد. به منظور جلوگیری از فرار این کنه‌ها ر شته‌هایی از پنبه به شکل نخ و ا شباع از آب به ضخامت حدود ۰/۵ سانتی‌متر دور تا دور این بسترهای برگی قرار گرفت. پس از گذشت ۲۴ ساعت تنها تخم‌های حاصل از کنه ماده نگهداری و کنه بالغ توسط برس مویی از روی دیسک برگی برداشته شد. نمونه جهت شناسایی ابتدا در مایع نسبیت قرار داده شد و در مرحله بعد روی ا سلاید در محیط هویر نصب و با ا ستفاده از کلیدهای معتبر شنا سایی گردید (Walter & Krantz, 2009; Demite *et al.*, 2024). گونه کنه تارتن *T. urticae* روی گیاه لوبیا (fabaceae) *Phaseolus vulgaris* L. در گلخانه در شرایط دمایی منا سب (۳ ± ۲۵ درجه سلسیوس طی روز و ۳ ± ۲۰ در طول شب)، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۵۰ و دوره نوری طبیعی طی فصل تابستان پرورش داده شد. این کنه‌ها حداقل ۳ نسل کامل روی این گیاه پرورش و سپس در آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند.

برای پرورش کنه *P. corniger*، ابتدا واحد پرور شی که شامل یک ظرف پلا ستیکی به ابعاد ۱۰ ×۱۰ ×۲۰ سانتی‌متر (که تا نیمه تو سط آب پر شده بود)، یک ا سفنج ا شباع از آب درون این ظرف و همچنین یک صفحه طلق پلا ستیکی که روی ا سفنج قرارداده شده بود راه‌اندازی شد. در این واحد پس از قرار دادن طلق روی اسفنج، حاشیه آن با دستمال کاغذی پوشانده شد به نحوی که انتهای دستمال درون آب قرار گرفت در چنین شرایطی دستمال همیشه مرطوب مانده و مانع از فرار کنه‌های   شکارگر به بیرون می شد، همچنین رطوبت مورد نیاز کنه‌ها نیز فراهم می شد.   سپس برگ‌های آلوده به کنه تارتن روی   صفحه طلق پلاستیکی قرار گرفتند وکنه‌های شکارگر به این واحدهای پرورش اضافه شدند (Walzer & Schausberger, 1999). به منظور تغذیه کنه شکارگر هر ۴۸ ساعت یک بار برگ‌های آلوده به مراحل مختلف زی ستی کنه تارتن تعویض می شدند. این واحدهای پرورش در داخل اتاقک ر شد با دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلا سیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۵۵ و دوره نوری ۱۶:۸ (تاریکی:روشنایی) نگهداری می‌شدند.

روش انجام آزمایش

مطالعه واکنش تابعی. واحدهای آزمای شی برای مطالعه واکنش تابعی کنه *P. corniger* عبارت بودند از پتری‌هایی به قطر ۶ سانتی‌متر که کف آن تو سط محیط ک شت آب آگار پر شده بود. شایان ذکر ا ست قبل از اینکه که کاملا محیط ک شت به حالت جامد درآید دی سک‌های برگی به قطر ۴/۵ سانتی‌متر از گیاه

میزبان تهیه و به صورت وارونه (سطح زیرین برگ رو به سمت بالا) روی آن‌ها قرار داده شد. اطراف این دیسک‌های برگی توسط رشته‌هایی از پنبه که از آب اشباع شده بود پوشانده شد تا مانع از فرار کنه‌ها شود. تراکم مشخص از مراحل لارو، پوره (سن اول و دوم و به نسبت ۱:۱ از لحاظ اندازه بدن طعمه) و بالغ جنس نر و ماده (به نسبت ۱:۱) کنه *T. urticae* در هر واحد آزمایشی ایجاد و سپس کنه شکارگر ماده هم‌سن‌سازی شده که از ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش از تغذیه محروم شده بود به صورت انفرادی در هر واحد رهاسازی شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت کنه شکارگر از واحد آزمایشی حذف و تعداد طعمه خورده شده شمارش و ثبت گردید. واحدهای آزمایش در داخل یک انکوباتور با دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۵۵ و دوره نوری ۱۶:۸ قرار داده شدند. تراکم‌های اولیه طعمه در این آزمایش ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۳۲، ۴۸، ۶۴، ۹۶ و ۱۲۸ عدد با تعداد تکرار ۱۲ برای تراکم‌های ۲ الی ۶۴ عددی و برای دو تراکم بالاتر شامل ۹۶ و ۱۲۸ عددی در مجموع تعداد ۸ تکرار انجام پذیرفت.

برای تجزیه داده‌های آزمایش واکنش تابعی از روش دو مرحله‌ای جولیانو (Juliano, 2001) استفاده شد. بر این اساس، در مرحله نخست برای تعیین نوع واکنش تابعی کنه شکارگر از یک مدل رگرسیون لجستیک در نرم‌افزار آماری *R* استفاده گردید (نسخه ۴.۱.۱). بر اساس مدل مذکور، احتمال خورده شدن طعمه تابعی از تراکم اولیه آن می‌باشد. بعد از بدست آمدن نسبت طعمه‌های خورده شده، با استفاده از تبدیل لجستیک نسبت بین طعمه‌های خورده شده و تراکم اولیه به حالت خطی در آورده شد. در این روش خطا از توزیع دو جمله‌ای پیروی می‌کند چرا که هر طعمه به عنوان یک پدیده مستقل در نظر گرفته شده است (خورده شدن یا عدم خورده شدن) و مقدار تخمین زده شده در این مدل شیب رابطه تبدیل شده (لگاریتمی) است. سپس با استفاده از عرض از مبداء و شیب خط برآورد شده احتمال خورده شدن به عنوان تابعی از تراکم اولیه طعمه تعیین و بر اساس شیب ناحیه خطی نوع واکنش تابعی مشخص گردید (Juliano, 2001; Amiri-Jami & Sadeghi-Namaghi, 2014). در مرحله دوم برای تخمین پراسنجه‌های واکنش تابعی یک مدل رگرسیون غیرخطی (مجموعه *nls* در نرم‌افزار *R*) به داده‌ها برازش داده شد. از آنجایی که طعمه‌های خورده شده توسط شکارگر، طی مدت زمان آزمایش جایگزین نشده بودند و با توجه به تعیین واکنش تابعی نوع دوم در مرحله قبل، از معادله شکار تصادفی راجرز (Rogers, 1972) برای تخمین دقیق‌تر پراسنجه‌های نرخ حمله (*a*) و زمان دستیابی (T_h) استفاده شد:

$$N_e = N_0\,\{1 - \exp\,[\,a\,(T_h\,N_e - T)]\}$$

در این معادله، Ne تعداد طعمه خورده شده، N_0 تعداد طعمه اولیه، a نرخ حمله، T_h زمان دستیابی و T کل مدت زمان در معرض قرار گرفتن (۲۴ ساعت) می‌باشند.

اندازه‌گیری ویژگی‌های زیستی. در هر تیمار تعداد ۲۵ فرد ماده بالغ جفت‌گیری کرده از کلنی اصلی کنه شکارگر جداسازی و توسط یک قلم موی ظریف به واحدهای آزمایشی منتقل شدند که شامل یک دیسک برگی به قطر ۳ سانتی‌متر در داخل تشتک پتری حاوی آب آگار به قطر ۶ سانتی‌متر بود. پس از گذشت ۲۴ ساعت افراد بالغ از واحدهای آزمایشی حذف و تنها تخم‌های گذاشته شده توسط آن‌ها برای تعیین شاخص‌های زیستی کنه شکارگر مورد استفاده قرار گرفت. برای تغذیه افراد حاصل از این تخم‌ها در مرحله قبل از بلوغ روزانه تعداد۱۰ الی ۱۵ عدد و پس از بالغ شدن تعداد ۱۵ الی ۲۰ عدد از مراحل زیستی مشخص طعمه (لارو، پوره و یا بالغ) به واحدهای آزمایشی اضافه شد. در این واحدها تعداد طعمه خورده شده ثبت و بقیه حذف و توسط افراد جدید کنه دو لکه‌ای با تراکم مشخص جایگزین می‌شد. همچنین طی مشاهدات روزانه در واحدهای آزمایشی پس از بالغ شدن افراد تا پایان عمر تعداد تخم گذاشته شده توسط هر فرد ماده جفت‌گیری کرده شمارش و سپس این تخم‌ها حذف شدند. برای جفت‌گیری افراد ماده پس از آخرین پوست اندازی این افراد، کنه‌های نر بالغ از کلنی اصلی به صورت تصادفی انتخاب و به واحدهای آزمایش اضافه شد. پس از گذشت ۲۴ تا ۴۸ ساعت و اطمینان از جفت‌گیری، افراد نر مذکور از واحدهای آزمایش حذف گردیدند. در مجموع تعداد ۲۵ تکرار برای تغذیه شکارگر از هر یک از سه مرحله زیستی متحرک طعمه‌اش انجام پذیرفت.

نتایج

بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون لجستیک، شیب خط (P_1) در رابطه با تغذیه کنه *P. corniger* از هر سه مرحله زیستی کنه تارتن منفی برآورد گردید و در نتیجه آن واکنش تابعی از نوع دوم برای کنه شکارگر در رابطه با تغذیه از هر سه مرحله کنه تارتن تعیین شد (جدول ۱). در این نوع از واکنش تابعی با افزایش تراکم طعمه، تعداد طعمه‌های خورده شده توسط کنه ماده شکارگر با نرخی کاهنده افزایش پیدا کرده است (شکل ۱). مقادیر برآورد شده برای پراسنجه‌های نرخ حمله (*a*) و زمان دستیابی (T_h) در جدول ۲ آورده شده است. همان طور که در این جدول مشاهده می‌شود کنه شکارگر با افزایش مرحله سنی طعمه‌اش به نسبت زمان بیشتری را صرف دستیابی به آن کرد و بالعکس بیشترین نرخ حمله آن در رابطه با مرحله لاروی کنه تارتن مشاهده شد (جدول ۲). مقدار عددی a/T_h نشان دهنده کارآیی شکارگر است بدین مفهوم که هر چه نرخ حمله بالاتر و زمان دستیابی کوتاه‌تر باشد کارآیی بیشتر خواهد بود (Ziaei Madbouni *et al.*, 2017) که مقدار عددی این شاخص به ترتیب برای تغذیه از مراحل لارو، پوره و بالغ کنه تارتن توسط کنه *P. corniger* ۰/۰۵۴، ۰/۰۴۷ و ۰/۰۳۲ محاسبه شد. همچنین حداکثر نرخ شکارگری برآورده شده با استفاده از رابطه T/T_h (Hassell, 1982) برای کنه شکارگر با تغذیه از مراحل مختلف رشدی لارو، پوره و بالغ کنه تارتن به ترتیب ۳۲/۶۳، ۳۰/۸۴ و ۲۹/۷۱ به دست آمد. مقادیر شاخص‌های زیستی کنه ماده شکارگر شامل طول مرحله قبل از بلوغ، طول دوره زندگی، نرخ شکارگری و همچنین زادآوری روزانه با تغذیه از مراحل مختلف زیستی کنه دولکه‌ای عمومی در جدول ۳ آورده شده است. بر اساس این نتایج مرحله زیستی طعمه به طور معنی‌داری روی پراسنجه‌های طول مرحله قبل از بلوغ ($F_{2,72}$= 10.03, $P < 0.001$) و طول دوره زندگی ($F_{2,72}$= 24.41, $P < 0.001$) اثرگذار بود. همچنین دو شاخص مهم یعنی میزان زادآوری و نرخ شکارگری روزانه کنه‌های ماده شکارگر نیز به صورت معنی‌داری تحت تاثیر تغذیه از مراحل مختلف زیستی طعمه قرار گرفت (به ترتیب: $F_{2,72}$= 22.81, $P < 0.001$ و $F_{2,72}$= 47.84, $P < 0.001$). بر این اساس، کمترین مدت زمان بالغ شدن و کوتاه‌ترین طول دوره زندگی در رابطه با تغذیه از مرحله بالغ طعمه مشاهده شده است (جدول ۳).

Table 1. Estimates from logistic regression of proportion of prey eaten as a function of initial prey (*Tetranychus urticae*) densities by predatory female of *Phytoseius corniger*

جدول ۱. نتایج رگرسیون لجستیک نسبت طعمه خورده شده به عنوان تابعی از تراکم‌های اولیه طعمه (*Tetranychus urtica*) توسط کنه ماده شکارگر *Phytoseius corniger*

Prey stage	Parameter	Estimate (±SE)	Z value	*P*
Larva	Intercept	0.6214 ± *0.0685*	9.077	<0.001
	Slope (P_1)	-0.0181 ± 0.0009	-19.680	<0.001
Nymph	Intercept	0.3569 ± 0.0683	5.224	<0.001
	Slope (P_1)	-0.0161± 0.0009	-17.544	<0.001
Adult	Intercept	0.0377 ± 0.069	0.541	0.588
	Slope (P_1)	-0.0147 ± 0.001	-15.504	<0.001

بیشترین نرخ شکارگری روزانه به مقدار ۰/۱۹ ± ۵/۴۳ (طعمه/روز) مربوط به زمانی بود که شکارگر از مرحله لاروی طعمه تغذیه کرده بود. در حالی که بیشترین نرخ زادآوری روزانه کنه ماده شکارگر به مقدار ۰/۰۲ ± ۰/۴۷ (تخم/روز) زمانی مشاهده شد که از افراد بالغ طعمه تغذیه کرد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که میزان زادآوری به صورت معنی‌داری زمانی که شکارگر از طعمه‌های بالغ تغذیه می‌کرد بیشتر از دو مرحله دیگر زیستی بود. اما به صورت جالب توجهی نرخ شکارگری روزانه به صورت عکس تحت تاثیر مراحل زیستی شکار قرار گرفت (جدول ۳).

بحث و نتیجه گیری

اگرچه امروزه استفاده از کنه‌های شکارگر خانواده Phytoseiidae برای مهار زیستی تعدادی از کنه‌های گیاه‌خوار رو به گسترش است، اما ویژگی‌های زیستی مانند طول مراحل مختلف زیستی، توانایی تولیدمثل، و همچنین رفتاری مانند ترجیح غذایی نسبت به طعمه‌های مختلف و مراحل زیستی مختلف آن‌ها و توانایی‌های شکارگری در رابطه با بسیاری از گونه‌های آن‌ها همچنان ناشناخته باقی مانده است (McMurtry *et al.*, 2013).

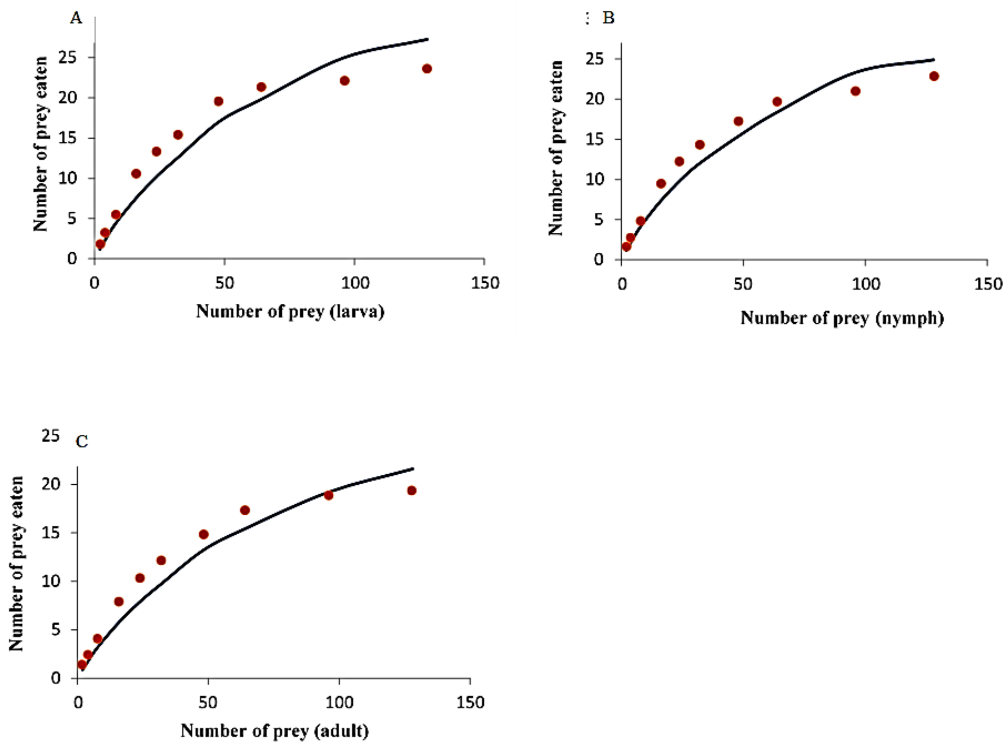

Fig. 1. The functional response of *Phytoseius corniger* when feds on larva (A), nymph (B) and adult (C) of *Tetranychus urticae*.(Symbols and lines with different colors represents the mean of observed values and predicted values, respectively)

شکل ۱– واکنش تابعی کنه *Phytoseius corniger* با تغذیه از لارو (A)، پوره (B) و افراد بالغ (C) کنه *Tetranychus urticae*. (نمادها و خطوط با رنگ متفاوت به ترتیب نشان دهنده‌ی میانگین مقادیر مشاهده شده و پیش بینی شده توسط مدل می‌باشند)

Table 2. Instantaneous attack rate (*a*) and handling time (T_h) for predatory female of *Phytoseius corniger* fed on different motile stages of *Tetranychus urticae*, estimated by non-linear regression model

جدول ۲. مقادیر برآورد شده نرخ حمله (*a*) و زمان دستیابی (T_h) توسط مدل رگرسیون غیرخطی برای کنه ماده شکارگر *Phytoseius corniger* با تغذیه از مراحل مختلف زیستی متحرک کنه *Tetranychus urticae*

	Parameters							
Prey stage	T_h (h)				a (h^{-1})			
	Estimate	SE	*t* value	*p*	Estimate	SE	*t* value	*p*
Larva	0.7356	0.0319	23.04	< 0.001	0.0394	0.0036	10.94	< 0.001
Nymph	0.7782	0.0257	30.3	< 0.001	0.0366	0.0026	14.31	< 0.001
Adult	0.8078	0.0457	17.68	< 0.001	0.0256	0.0023	11.36	< 0.001

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، واکنش تابعی کنه شکارگر *P. corniger* نسبت به تراکم‌های مختلف کنه تارتن (*T. urticae*) صرف نظر از مرحله زیستی طعمه از نوع دوم تعیین شد. مشابه با نتایج مطالعه حاضر، در مطالعه‌ای توسط Farazmand *et al.* (2012) روی دو گونه کنه *N. californicus* و *Typhlodromus bagdasarjani* همین نوع واکنش تابعی مشاهده شده است. مطالعات دیگری نیز وقوع این نوع از واکنش تابعی را در رابطه با گونه‌های دیگری از این خانواده را گزارش کرده‌اند (Ahn *et al.*, 2010; Jafari *et al.*, 2012; Rafizadeh Afshar & Latifi, 2017). به نظر می‌رسد واکنش تابعی نوع دوم در گونه‌های متعلق به این خانواده از کنه‌های شکارگر شکل غالب باشد. با این حال، در مقایسه برخی مطالعات نیز سایر شکل‌های واکنش تابعی را در رابطه با برخی گونه‌های خانواده Phytoseiidaeگزارش کرده‌اند. به عنوان مثال در یک مورد آزمایش روی کنه *Neoseiulus fallacis* واکنش تابعی نوع اول در رابطه با تغذیه از مراحل زیستی تخم و بالغ جنس نر کنه *T. urticae* گزارش شده است (Reis *et al.*, 2003).

عوامل مختلف اعم از زنده و غیرزنده بر نوع واکنش تابعی دشمنان طبیعی آفات اثرگذار می‌باشند که از آن جمله می‌توان دما، مرحله زیستی طعمه، اندازه بدن طعمه و شکارگر، نوع طعمه، اندازه محیط آزمایش و ویژگی‌های میزبان گیاهی را اشاره نمود (Van Lenteren & Baker, 1976; Parajulee *et al.*, 1994; Kalinkat *et al.*, 2013; Rafizadeh Afshar & Latifi, 2017; Hassanpour & Moradi, 2019; Esmaeili *et al.*, 2024).در هر صورت، با توجه به اینکه کنه‌های شکارگر Phytoseiidae به عنوان عوامل اصلی مهار زیستی آفاتی از قبیل کنه‌های تارعنکبوتی و تریپس‌ها به شمار می‌آیند بروز شکل دوم واکنش تابعی در رابطه با بسیاری از گونه‌های آن از جمله در مطالعه حاضر نشان می‌دهد که این گونه‌ها در زمان‌هایی که تراکم آفت هنوز خیلی بالا نرفته باشد به خوبی می‌توانند جمعیت آن را مهار کنند، اما با افزایش جمعیت طعمه احتمالا کارآیی آن‌ها کاهش پیدا می‌کند. پراجولی و همکاران (Parajulee *et al.* 1994) پیشنهاد کردند برای شکارگرهایی که واکنش تابعی نوع دوم را نشان می‌دهند، در تراکم‌های بالای آفت اقدامات مدیریتی مداخله‌ای همچون تکثیر و رهاسازی عامل مهار زیستی می‌تواند در افزایش کارآیی آن و کاهش جمعیت آفت موثر باشد. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، نرخ حمله کنه *P. corniger* با افزایش مرحله سنی (رشدی) کنه تارتن کاهش پیدا کرده است که این تفاوت بین تغذیه از مراحل زیستی نابالغ و بالغ طعمه قابل توجه بوده است (جدول ۲). به طور مشابهی، در مطالعه‌ای توسط (Badii *et al.*, 2004) با اندازه‌گیری نرخ حمله (جستجوگری) کنه *Euseius hibisci* (Chant) روی مراحل نابالغ کنه تارتن، کاهش در نرخ حمله با افزایش مرحله سنی طعمه مشاهده شد، اما در هر صورت اختلاف بین مراحل لارو و پوره معنی‌دار نبوده است. Landeros *et al.* (2013) نیز چنین کاهشی را در نرخ حمله کنه شکارگر *N. californicus* با تغذیه از مراحل لاروی و پورگی کنه تارتن اندازه‌گیری کرده‌اند. در مطالعه دیگری روی کنه *Galendromus flumenis* (Chant) با تغذیه از مراحل نابالغ کنه *Oligonychus pratensis* (Banks) اختلاف معنی‌داری را بین نرخ حمله کنه شکارگر با تغذیه از مراحل لاروی و پورگی طعمه گزارش کرده‌اند (Ganjisaffar & Perring, 2015). در رابطه با مقایسه نرخ حمله کنه‌های شکارگر Phytoseiidae بین تغذیه از مراحل زیستی نابالغ و همچنین مرحله بالغ کنه تارتن در مطالعه‌ای توسط (Ersin, 2021) روی کنه شکارگر *Typhlodromus recki* اختلاف معنی‌داری در این رابطه بین تغذیه از مرحله لاروی کنه تارتن با پوره و بالغ جنس نر مشاهده شده است، اما بین مرحله پورگی و بالغ جنس نر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است.

Table 3. Biological parameters (Mean ± SE) of the predatory female of *Phytoseius corniger* fed on different motile stages of *Tetranychus urticae*

جدول ۳. پراسنجه‌های زیستی (میانگین ± خطای معیار) کنه ماده شکارگر *Phytoseius corniger* با تغذیه از مراحل مختلف زیستی متحرک کنه *Tetranychus urticae*

Biological parameter of predator	Prey stage		
	Larva	Nymph	Adult
Immature stage (days)	7.2 ± 0.19 (a)	6.8 ± 0.18 (a)	6.08 ± 0.16 (b)
Longevity (days)	21.96 ± 0.47 (a)	24.04 ± 0.48 (b)	19.6 ± 0.39 (c)
Oviposition rate (per day)	0.31 ± 0.02 (a)	0.37 ± 0.02 (b)	0.47 ± 0.02 (c)
Predation rate (per day)	5.43 ± 0.19 (a)	4.15 ± 0.12 (b)	3.48 ± 0.09 (c)

Means within the same row followed by the same letter are not significantly different (p< 0.01, Tukey's

از آنجا که نرخ حمله عملا نشان دهنده کارآیی جستجوگری یک شکارگر می‌باشد به نظر می‌رسد کاهش یافتن این نرخ با افزایش مراحل سنی طعمه ناشی از افزایش اندازه بدن طعمه باشد، در همین ارتباط Kalinkat *et al.* (2013) اشاره کرده است که پراسنجه‌های واکنش تابعی به نسبت اندازه توده بدنی (جثه) شکارگر و طعمه وابسته هستند. در منحنی واکنش تابعی پراسنجه نرخ حمله سرعت رسیدن به خط مجانب (T/T_h) را نشان می‌دهد و بنابراین رابطه معکوسی با مدت زمان دستیابی به طعمه خواهد داشت. بر اساس نتایج مطالعه حاضر نیز پراسنجه زمان دستیابی (T_h) با افزایش مرحله سنی طعمه افزایش یافته است (جدول ۲). نتایج افزایش مدت زمان دستیابی در کنه‌های شکارگر Phytoseiidae با افزایش مرحله سنی طعمه آن‌ها، در پژوهش‌های سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (e.g., Nwilene & Nachman, 1996; Alatawi *et al.*, 2018; Park *et al.*, 2021). شایان ذکر می‌باشد که زمان دستیابی شکارگر به طعمه‌اش تحت تاثیر عوامل دیگر همچون ویژگی‌های گیاه میزبان نیز تغییر می‌کند (Gholami Moghaddam *et al.*, 2012). در هر صورت افزایش این پراسنجه با پیشرفت مراحل رشدی طعمه همچنان که در پژوهش حاضر نیز مشاهده گردید، احتمالا می‌تواند ناشی از صرف زمان بیشتر برای گرفتن، کشتن و همچنین خوردن و هضم طعمه با اندازه بدن بزرگتر نسبت به مرحله رشدی قبل‌تر آن باشد. از آنجا که در پژوهش حاضر، حاصل عددی a/T_h با افزایش مرحله سنی طعمه کاهش یافت، این قضیه نشانگر کارآیی بالاتر کنه شکارگر *P. corniger* در زمانی بود که از مراحل نابالغ کنه تارتن تغذیه کرده بود. این قضیه در رابطه با مقدار عددی نرخ شکارگری نظری (حداکثری) نیز صدق می‌کرد. نتایج مربوط به شاخص‌های طول مرحله قبل از بلوغ و طول دوره زندگی کنه ماده شکارگر نشان داد که کوتاه‌ترین مدت زمان قبل از بلوغ با تغذیه از مرحله بالغ طعمه‌اش (۰/۱۶ ± ۶/۰۸ روز) و همچنین بیشترین میزان طول عمر با تغذیه از مرحله پورگی (۰/۴۸ ± ۲۴/۰۴ روز) به وقوع پیوسته است. اگرچه در خصوص تعیین شاخص‌های زیستی کنه *P. corniger* اطلاعات چندانی در دسترس نمی‌باشد، با این حال در یک مورد مطالعه توسط Baghlani *et al.* (2023) طول مرحله زیستی قبل از بلوغ این شکارگر با تغذیه از کنه تارتن را ۰/۰۶ ± ۶/۵ روز و طول عمر کل کنه‌های ماده شکارگر را ۰/۲۱ ± ۲۴/۱۸ روز گزارش شد که اختلاف چندانی با نتایج مطالعه حاضر نشان نمی‌دهند. Soheir & Ibraheim (2007) با مطالعه کنه شکارگر *Phytoseiulus macropilis* (Banks) با تغذیه از مراحل نابالغ و بالغ کنه *Tetranychus cucurbitacearum* (Sayed) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. کوتاه‌تر شدن طول دوره قبل از بلوغ و کاهش مدت زمان چرخه زندگی کنه شکارگر می‌تواند بازتابی از مطلوبیت غذایی بالاتر مرحله بالغ طعمه کنه تارتن برای شکارگر مورد مطالعه می‌باشد. این مساله با نرخ تخم‌ریزی کنه شکارگر زمانی که از مرحله بالغ طعمه تغذیه می‌شد نیز در ارتباط است. به عبارت دیگر رشد و نمو سریعتر منجر به افزایش نرخ تولیدمثل روزانه و کاهش مدت زمان چرخه زندگی شده است. این نتایج با یافته‌های مطالعات اخیر Brienen *et al.,* (2020) و Li *et al.,* (2022) که رابطه بین سرعت رشد و نمو با طول عمر و تولیدمثل را روی تعداد زیادی گونه گیاهی و جانوری از جمله کنه‌ها بررسی کرده و بیان داشته‌اند که اساسا نرخ رشد و نمو سریعتر با کوتاه‌تر شدن چرخه زندگی و افزایش نرخ تولیدمثل همراه خواهد بود همخوانی دارد.

البته برآورد نرخ شکارگری روزانه کنه شکارگر *P. corniger* روی سه مرحله زیستی طعمه‌اش نشان داد که تعداد طعمه خورده شده مربوط به تغذیه از مراحل نابالغ کنه تارتن بیشتر از مرحله بالغ آن بوده است. با کوچکتر شدن اندازه بدن طعمه این انتظار می‌رود که تعداد طعمه مورد استفاده توسط شکارگر نیز افزایش یابد (Kalinkat *et al.*, 2013; Amiri-Jami & Sadeghi-Namaghi, 2014) که نتایج این مطالعه نیز از چنین روندی تبعیت کرده است. در مطالعه‌ای توسط Devasia & Ramani (2023) روی کنه *N. longispinosus* با تغذیه از مراحل مختلف زیستی کنه تارتن نتایج مشابهی مشاهده شد و نامبردگان اشاره کردند که مرحله زیستی طعمه به شکل قابل توجهی روی نرخ شکارگری کنه شکارگر موثر بوده است. در مقابل برخی مطالعات به تفاوت محسوسی در این رابطه اشاره نکرده‌اند (Canlas *et al.*, 2006; Akyazi *et al.*, 2019). وجود چنین تفاوت‌هایی احتمالا به عواملی همچون گونه شکارگر و طعمه (Ibrahim & Palacio, 1994; Ali *et al.,*, 2011; Jafari *et al.*, 2012; Rahman *et al.*, 2013) و نیز مرحله زیستی شکارگر (Devasia & Ramani, 2019) مرتبط هستند. به منظور یافتن یک شکارگر مناسب جهت استفاده در برنامه‌های مهار زیستی آفات در گام نخست اندازه‌گیری ویژگی‌های زیستی مانند طول مراحل زندگی و نرخ زادآوری و رفتاری از جمله واکنش تابعی و همچنین مطالعه سایر ویژگی‌های شکارگری همچون ترجیح میزبانی، نرخ شکارگری و ... ضروری به نظر می‌رسد. اگرچه روز به روز تعداد گونه‌های جدید شناسایی شده مربوط به کنه‌های شکارگر Phytoseiidae افزایش می‌یابد، اما در کنار این قضیه اطلاعات در دسترس در رابطه با قابلیت‌های شکارگری این گونه محدود و نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، افراد ماده کنه شکارگر *P. corniger* که از باغ‌های سیب منطقه جمع‌آوری و شناسایی شده بود دارای پتانسیل تغذیه از مراحل مختلف زیستی آفت کنه تارتن بود. در مجموع با اطلاعات به دست آمده به نظر می‌آید کنه شکارگر *P. corniger* می‌تواند به عنوان یکی از گزینه‌های بالقوه به منظور کاربرد در برنامه‌های مهار زیستی علیه کنه‌های گیاه‌خوار به کار گرفته شود. مطالعات تکمیلی برای شناخت توانایی شکارگری این گونه نسبت به سایر کنه‌های گیاه‌خوار و همچنین سایر شکارگران هم‌رسته و همچنین بررسی کارآیی این شکارگر در شرایط مزرعه‌ای و گلخانه ضروری به نظر می‌رسد.

Author's Contributions

Alireza Amirijami: conceptualization, methodology, formal analysis, draft preparation, final review and edit, **Azadeh Farazmand:** supervision, project administration and funding acquisition, final review and edit and methodology.

Author's Information

Ali Reza Amiri-Jami alirezaamirijami@gmail.com *https://orcid.org/0000-0003-0956-4446*
Azadeh Farazmand farazmand_a@yahoo.com *https://orcid.org/0000-0003-1187-8479*

Funding

This research has received financial support by the Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran.,

Data Availability Statement

All data supporting the findings of this study are available within the paper.

Acknowledgments

Authors like to thank Razavi-Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center for providing the facilities for this research. The authors would like to thank Professor Serge Krieter for confirming and helping in the identification of phytoseiid mites collected from Razavi-Khorasan Province..

Ethics Approval and Consent to Participate

Insects and plants were used in this study. All applicable international, national, and institutional guidelines for the care and use of animals were followed. This article does not contain any studies with human participants performed by any of the authors.

Consent for Publication

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

Generative AI statement

The authors declare that no Gen AI was used in the creation of this manuscript.

REFERENCES

Ahn, J. J., Kim, K. W. & Lee, J. H. (2010) Functional response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry leaves. *Journal of Applied Entomology* 134(2):98–104. https://doi.org/ 10.1111/j.1439-0418.2009.01440.x.

Akyazi, R., Soysal, M. & Altunç Y. E. (2019) The prey-stage preferences of *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot and *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Mesostigmata: Phytoseiidae), between egg and nymph stages of *Tetranychus urticae* Koch (Trombidiformes: Tetranychidae). *Plant Protection Bulletin* 59(1): 37–42. https://doi.org/10.16955/bitkorb.438910

Alatawi, F. J., Abidin, S. Z. U., Mirza, J. H. & Kamran, M. (2018) Functional response of the predatory mite *Cydnoseius negevi* (Swirski & Amitai) (Acari: Phytoseiidae) to the *Oligonychus afrasiaticus* (Mcgregor) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Asian Journal of Agriculture and Biology* 6(2):265–277. DOI: 10.1080/01647958808683789

Ali, M. P., Naif, A. A. & Huang, D. (2011) Prey consumption and functional response of a phytoseiid predator, *Neoseiulus womersleyi*, feeding on spider mite, *Tetranychus macfarlanei*. *Journal of Insect Science* 11: 1–11. https://doi.org/10.1093/jis/11.1.167

Amiri-Jami, A. R. & Sadeghi-Namaghi, H. (2014) Responses of *Episyrphus balteatus* DeGeer (Diptera: Syrphidae) in relation to prey density and predator size. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 17, 207–211. https://doi.org/10.1016/j.aspen.2014.01.007

Badii, M. H., Hernandez-Ortize, E., Flores A. E. & Lan, J. (2004) Prey stage preference and functional response of *Euseius hibisci* to *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* 34, 263–273 https://doi.org/10.1007/s10493-004-1180-8

Baghlani, L., Sadeghi Namaghi, H. & Fekrat, L. (2023) Development and life table parameters of the *Phytoseius corniger* Wainstein (Acari: Phytoseiidae) feeding on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari:

Tetranychidae) under laboratory conditions. *Acarological studies* 5(2), 52–57. https://doi.org/10.47121/acarolstud.1234593

Brienen, R. J., Caldwell, L., Duchesne, L., Voelker, S., Barichivich, J., Baliva, M., Ceccantini, G., Di Filippo, A. Helama, S., Locosselli, G. M., Locosselli, Lopez, L., Piovesan, G., Schöngart, J., Villalba R. & Gloor, E. (2020) Forest carbon sink neutralized by pervasive growth-lifespan trade-offs. *Nature Communications* 11 (1), 1–10. https://doi.org/10.1038/s41467-020-17966-z

Canlas, L. Z., Amano, H., Ochiai, N. & Takeda, M. (2006) Biology and the predation Japannese strainof *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae). *Systematic and Applied Acarology* 11: 141–157. https://doi.org/10.11158/saa.11.2.2

Daneshvar, H. (1980) Some predacious mites from northern and western areas of Iran. *Applied Entomology and Phytopathology* 48(1), 87–89.

Daneshvar, H. (1987) Some predacious mites from Iran, with descriptions of one new genus & six new species (Acari: Phytoseiidae, Ascidae). *Entomologie et Phytopathologie Appliquées* 54(1-2): 13–37. (In English), 55–73 [In Persian].

Demite, P. R., Moraes, G. J., de McMurtry, J. A., Denmark, H. A. & Castilho, R. C. (2024) Phytoseiidae database. University of São Paulo, Brazil. Available from: www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae

Devasia, J. & Ramani, N. (2019) Evaluation of prey stage preference of the predatory mite *Neoseiulus longispinosus* (Evans) on the spider mite pest *Tetranychus neocaledonicus* (André) (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Acarologia* 59 (4): 484–491. http://dx.doi.org/10.24349/acarologia/20194347

Devasia, J. & Ramani, N. (2023) Predator potential and prey stage preference of *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) to life stages of *Tetranychus urticae* and *T. macfarlanei* (Acari: Tetranychidae). *Acarologia* 63(3): 658–664. https://doi.org/10.24349/cq41-j4t2

Doker, I., Kazak, C. & Karut, K. (2016). Functional response and fecundity of a native *Neoseiulus californicus* population to *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) at extreme humidity conditions. *Systematic and Applied Acarology* 21: 1463–1472. https://doi:10.11158/saa.21.11.3

Enkegaard, A. (1994) Temperature dependent functional response of *Encarsia formosapar-* parasitizing the poinsettia-strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci*, on poinsettia. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 73, 19–29.

Ersin, F. (2021) Functional response and egg production of a native *Typhlodromus recki* Wainstein, 1958 (Acari: Phytoseiidae) population to *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae). *Turkish Journal of Entomology* 45 (3): 331–341. http://dx.doi.org/10.16970/entoted.963283

Escudero, L. & 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. https://doi:10.1016/j.biocontrol.2004.12.010

Esmaeili, M., Hassanpour, M., Rafiee Dastjerdi, H., Fathi, A. A. & Khoshhal Sarmast, M. (2024) Effect of three wheat cultivars on functional response of *Hippodamia variegate* (Col.: Coccinellidae) to the greenbug, *Schizaphis graminum* (Hem.: Aphididae). *Journal of Entomological Society of Iran* 44(3), 369–381. https://doi.org.10.61186/jesi.44.4.1

Fantinou, A., Baxevani, A., Drizou, F., Labropoulos, P., Perdikis D. & Papadoulis, G. (2012) Consumption rate, functional response and preference of the predaceous mite *Iphiseius degenerans* to *Tetranychus urticae* and *Eutetranychus orientalis*. *Experimental and Applied Acarology* 58: 133–144. https://doi.org/10.11158/saa.21.11.3

Farazmand, A., Fathipour, Y. & Kamali, K. (2012) Functional response and mutual interference of *Neoseiulus californicus* and *Typhlodromus bagdasarjani* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology* 38: 369–376. https://doi.org/10.1080/01647954.2012.655310

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, 159–170. https://doi.org/10.11158/saa.22.2.1

Ganjisaffar, F. & Perring, T. M. (2015) Prey stage preference and functional response of the predatory mite *Galendromus flumenis* to *Oligonychus pratensis*. *Biological Control* 82, 40–45. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.12.004

Gerson, U., Smiley, R. L. & Ochoa, R. (2003) *Mites (Acari) for Pest Control*. Blackwell Science Ltd., UK, 539 pp.http://doi.org/ 10.1002/9780470750995

Gholami Moghaddam, S., Hosseini, M., Modarres Awal, M. & Allahyari, H. (2012) Effect of leaf surface characteristics of wheat cultivars on functional response of *Orius albidipennis* (Reuter) to barely aphid *Sipha maydis* (Passerini). *Biological Control of Pest and Plant Diseases* 2: 73–85.

Hajizadeh, J. & Faraji, F. (2016) *Identification guide and diagnosis, key for predatory mites, of the family Phytoseiidae of Iran*. University of Guilan Press, Rasht, Iran, 164 pp. [In Persian].

Hassanpour, M. & Moradi, M. (2019) Temperature-dependent functional response of *Cryptolaemus montrouzieri* (Col.: Coccinellidae) to the citrus mealy bug, *Planococcus citri* (Hem.: Pseudococcidae). *Journal of Plant Protection* 33, 267–280. https://doi.org/10.22067/jpp.v33i3.79292

Hassell, M. (1982) Patterns of parasitism by insect parasitoids in patchy environments. *Ecological Entomology* 7, 365–377. https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1982.tb00678.x

Holling, C. S. (1961) Principles of insect predation. *Annual Review of Entomology* 6, 163–182. https://doi.org/10.1146/ANNUREV.EN.06.010161.001115

Hu, X. S., Li, J. W., Peng, J. F., Wang, H., Yan, F. Y., Zhou, Z. F., Zhang, Z. F., Zhao, H. Y., Feng, Y. & Liu, T. X. (2022) Effects of crop resistance on the tritrophic interactions between wheat lines, *Schizaphis graminum* (Hemitera: Aphididae), and *Propylaea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae). *Plants* 11, 2754. https://doi.org/10.3390/plants11202754

Ibrahim, Y. B. & Palacio, V. B. (1994) Life history and demography of the predatory mite, *Amblyseius longispinosus* Evans. *Experimental and Applied Acaro*logy 6: 361–369. https://doi.org/10.1007/BF00116317

Jafari, S., Fathipour, Y. & Faraji, F. (2012) The influence of temperature on the functional response and prey consumption of *Neoseiulus barkeri* (Phytoseiidae) on two-spotted spider mite. *Journal of Entomological Society of Iran* 31(2), 39–52.

Juliano, S. A. (2001) Nonlinear curve fitting: predation and functional response curves. In: Scheiner SM, Gurevitch J, editors. Design and analysis of ecological experiments. New York (NY): Oxford University Press. p. 178–196.

Kalinkat, G., Schneider, F. D., Digel, C., Guill, C., Bjorn, C., Rall, B. C. & Brose, U. (2013) Body masses, functional responses and predator–prey stability. *Ecological Letter* 16(9), 1126–1134.

Kazemi, S., Mohammad-Doustaresharaf, M. & Döker, I. (2022) An annotated checklist of the Iranian Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata), with an updated key to the species. *Systematic and Applied Acarology* 27(4), 697–748. https://doi.org/10.11158/saa.27.4.6

Landeros, J., Cerda, P., Badii, M. H., Aguirre, L. A., Cerna, E. & Ochoa, Y. M. (2013) Functional response of *Neoseiulus californicus* on *Tetranychus urticae* on apple leaves. *Southwestern Entomologist* 38(1), 79–84. https://doi.org/10.3958/059.038.0108

Li, G. Y., Li, Y. C., Wang, Z. Y., Zhang, K. J., Li, Y. Y. & Liu, H. (2022) Life history traits of spider mites and their relationship: A test of trade-off theory. *Zoosymposia* 21, 004–036. https://doi.org/10.11646/ZOOSYMPOSIA.21.1.3

McMurtry, J. & Croft, B. (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology* 42, 291–321. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.42.1.291

McMurtry, J. A., Moraes, G. J. D. & Sourassou, N. F. (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acaro*logy 18: 297–320. https://doi.org/10.11158/saa.18.4.1

Mehrnejad, M. R. & Ueckermann, E. A. (2001) Phytophagous and predatory mites of pistachio trees in Iran. III International Symposium on Pistachios and Almonds 591 (pp. 545–547). *Acta Horticulture* 591, 545–547.

Merlin, B. L., Ferreira, Lucia. P., Godoy, W. A. C., Moraes, G. J. & Cônsoli, F. L. (2022) Functional response of *Neoseiulus californicus* preying on *Tetranychus urticae* is affected by prey quality and host-plant acclimation. *Biological Control* 165, 1–10. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104811

Namaghi, H. S. (2010) Mites (Acari: Prostigmata & Mesostigmata) inhabiting green plantings in urban environment of north-eastern Iran, including six new records. *Munis Entomology and Zoology* 5 (1), 123-130.

Nwilene, F. E. & Nachman, G. (1996) Functional responses of *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus teke* (Acari: Phytoseiidae) to changes in the density of the cassava green mite, *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* 20, 259–271. https://doi.org/10.1007/BF00052876

Osman, M. A. & Tawfik, A. A. (2010) Functional Response of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot to the Two-Spotted Spider Mite Different Stages (Acari: Tetranychidae). *Acarines* 4, 57–61.

Panahi Laeen, H., Askarianzadeh, A. & Jalaeian, M. (2014) Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) of fruit orchards in cold regions of Razavi Khorasan province (northeast Iran), with redescription of two species. *Persian Journal of Acarology* 3 (1): 27–40. https://doi: 10.22073/pja.v3i1.10127

Pappas, M. L., Xhantis, C., Samaras, K., Koveos, D. S. & Broufas, G. D. (2013) Potential of the predatory mite *Phytoseius finitimus* (Acari: Phytoseiidae) to feed and reproduce on greenhouse pests. *Experimental and Applied Acarology* 61: 387–401. https://doi: 10.1007/s 10493-013-9711-9

Parajulee, M. N., Phillips, T. W. & Hogg, D. B. (1994) Functional response of *Lyctocoris campestris* (F.) adults: effects of predator sex, prey species, and experimental habitat. *Biological Control* 4, 80–86. https://doi.org/10.1603/0046-225X-30.3.617

Park, Y. G., Lee, J. H. & Lim, U. T. (2021) Functional response of *Amblyseius eharai* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Plos One* 16(12): 1–16. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260861

Rahman, V. J., Babu, A., Roobakkumar, A., Perumalsamy, K. & Samy, A. (2013) Life table and predation of *Neoseiulus longispinosus* (Acari : Phytoseiidae) on *Oligonychus coffeae* (Acari: Tetranychidae) infesting tea. *Experimental and Applied Acarology* 60, 229–240. https://doi.org/10.1007/s10493-012-9649-3

Rafizadeh Afshar, F. & Latifi, M. (2017) Functional response and predation rate of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at three constant temperatures. *Persian Journal of Acarology* 6(4), 299–314. http://dx.doi.org/10.22073/pja.v6i4.32392

Reis, P. R., Sousa, E. O., Teodoro, A. V. & Neto, M. P. (2003) Effect of prey densities on the functional and numerical response of two species of predaceous mites (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology* 32(3):461–467.

Rogers, D. J. (1972) Random search and insect population models. *Journal of Animal Ecology* 41, 369–383. https://doi.org/10.2307/3474

Seidpour, S. M. & Daneshvar, H. (1993) Introducing some important fig mite predators in Fars and Tehran province. Abstract Book of the 11th Iranian Plant Protection Congress. Rasht, Iran, 204 pp.

Soheir, A. E. & Ibrahiem, A. A. (2007) Influence of the prey type on the biology and life table parameters of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (BANKS) (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Agricultural Science* Mansoura University 32(2): 1435–1441.

Van Lenteren, J. C. & Baker, K. (1976) Functional response in invertebrates. *Netherland Journal of Zoology* 26, 567–572.

Walter, D. E. & Krantz, G. W. (2009) Collecting, rearing and preparing specimens *In*: Krantz G. W., Walter D. E. (eds) A manual of acarology, 3rd ed Texas Tech University Press, Lubbock, 807 pp.

Walzer, A. & Schausberger, P. (1999) Cannibalism and interspecific predation in the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*: predation rates and effects on reproduction and juvenile development. *Biological Control* 43, 457–468. https://doi.org/10.1023/A:1009980401662

Ziaei Madbouni, M. A., Samih, M. A., Namvar, P. & Biondi, A. (2017) Temperature-dependent functional response of *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) to different densities of pupae of cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *European Journal of Entomology* 114, 325–331. https://doi.org/10.14411/eje.2017.040

Citation: Amiri-Jami, A. R. & Farazmand, A. (2026) Functional response and some biological parameters of predatory mite *Phytoseius corniger* (Acari: Phytoseiidae) when it fed on different life stages of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Entomol. Soc. Iran*, 46 (2), 219–229.

DOI: https://doi.org/10.22034/jesi.46.2.8

URL: https://jesi.areeo.ac.ir/article_131275.html pISSN: 0259-9996 – eISSN: 2783-3968

Journal of Entomological Society of Iran

2026, 46 (2), 219–229

Functional response and some biological parameters of predatory mite *Phytoseius corniger* (Acari: Phytoseiidae) when it fed on different life stages of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)

Ali Reza Amiri-Jami[1] & Azadeh Farazmand[2]

1. *Plant Protection Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources. Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran*
2. *Department of Agricultural Zoology, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran*

Abstract. Given the potential importance of the predatory mite *Phytoseius corniger* Wainstein, 1959 (Acari: Phytoseiidae) as a native species collected from an apple orchard, the functional response and biological parameters of the female predatory mite fed on biological stages larva, pupa and adult of the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) were tested under laboratory conditions at 25 ± 1 °C, 55 ± 5 RH, and 16:8 photoperiod. The type II functional response were determined for the predatory mite at all three different life stages of its prey. The predator attack rate (*a*) was estimated for larval stages (0.039/h), nymphs (0.037/h), and adult prey (0.026/h). Also, the handling time (T_h) for larva, nymph and adult of prey was estimated to be 0.736 h, 0.778 h and 0.808 h, respectively. The shortest duration of the immature stage (6.08 ± 0.16) and highest daily oviposition rate (0.47 ± 0.02 egg per day) were estimated when *P. corniger* fed on adult stage of prey. On the other hand, the highest daily predation rate (5.43 ± 0.19 prey per day) was observed when it fed on larval stage of prey. According to the results of the present study, the predatory mite *P. corniger* is able to effectively reduce the population of the two-spotted mite, especially at lower densities and pre-adult stages. Future studies on other similar species as well as evaluation of the efficiency of these predatory species under field conditions, seem necessary.

Keywords: Phytoseiids, biological control, spider mite, attack rate, biology

Article info

Received:	02 August	2025
Accepted:	03 February	2026
Published:	08 May	2026

Subject Editor: Ali Reza Sboori

Corresponding author: Ali Reza Amiri-Jami
E-mail: alirezaamirijami@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.22034/jesi.46.2.8