

Comparison of Efficiency of the Predatory Mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) Reared on Several Plant Pollens

M. Rezaie ^{1*}

1- Zoology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

(* - Corresponding author's Email: ma.rezaie@areeo.ac.ir)

How to cite this article:

Received: 23-10-2025

Revised: 07-12-2025

Accepted: 05-01-2026

Available Online: 22-06-2026

Rezaie, M. (2026). Comparison of efficiency of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on several plant pollens. *Iranian Plant Protection Research*, 40(2), 565-578. (In Persian).
<https://doi.org/10.22067/JPP.2026.96230.1260>

Introduction

The predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor) is an effective predator for the control of many pests, especially in greenhouses. Evaluation of mass rearing of biological agents has several objectives and strategies, and predator quality control plays a key role in the use of these biological agents. Pollen can be used as an available food source for the rearing and mass production of phytoseiid mites. The nutritional value of pollen varies between plant species. In this study, the efficiency of the predatory mites reared on several plant pollens (corn, palm, sunflower, and walnut pollen) and different developmental stages of the storage mite *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acari: Acaridae) was investigated. Evaluate the effectiveness of the predatory mites, it is necessary to examine characteristics such as host preference, predation rate, and functional response.

Material & Methods

The female predatory mites *N. californicus* from the rearing colonies were placed on strawberry leaf discs (2 × 2 cm²) with 50-60 spider mite eggs and the number of spider mite eggs after 24 hours was counted. The predation rate of the predatory mites reared on tested pollen and storage mites for one, five, and 20 generations from *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) eggs was compared. In another test, the predation rate of individuals reared on tested pollen from different life stages of the two-spotted spider mite was compared. The host preference of the populations of different life stages of the two-spotted spider mite were also investigated. The Manley method was used to determine the host preference of the predatory mite. The functional response of three-day old mated female from the rearing colonies feeding on densities of *T. urticae* eggs (2, 4, 8, 16, 32, 45, 60 and 70) was studied on strawberry leaves. These tests were conducted under laboratory condition (27±1°C, 16L: 8D photoperiod and 70-80% RH).

Results & Discussion

The results showed that the duration of rearing of the predatory mite had no significant effect on the predation rate. The lowest predation rate of spider mite nymphs and adults was reported for individuals reared on



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

<https://doi.org/10.22067/JPP.2026.96230.1260>

sunflower pollen. Among prey life stages, adults in reared populations of *N. californicus* mites showed a greater preference for protonymphs, while no differences were observed between populations. The handling time among the tested populations was different, and the shortest time for the predatory mites reared on sunflower pollen and corn pollen. There is a significant difference in the predation rate of predatory mites on eggs, nymphs and adults of spider mites. The highest predation rate is on spider mites nymphs. The presence of pollen in the rearing containers has caused a significant difference in the predation rate of predatory mites on two-spotted spider mite eggs. The calculated Manley β index of predatory mite populations on different life stages of spider mites is significant. The functional response of the predatory mite on sunflower pollen, palm pollen, walnut pollen populations exhibited type II and on the spider mites and corn pollen populations exhibited type III. The Rogers equation was used to determine the statistics of attack coefficient (a, b) and handling time (T_h). The attack coefficient for the predatory mite *N. californicus* reared on sunflower pollen, palm pollen and walnut pollen was estimated to be 0.057 ± 0.020 , 0.180 ± 0.017 and 0.077 ± 0.023 , respectively. The handling time and attack coefficient (b) for populations of predatory mites *N. californicus* reared on corn pollen and two-spotted spider mite eggs were estimated to be (1.360 ± 0.220 h and 0.100 ± 0.090) and (2.370 ± 0.210 h and 0.170 ± 0.010), respectively. Using the combined equation, the functional response statistics were compared and it was found that the handling time of predatory mites in different rearings was significantly different from each other. The shortest time for a predatory mite to reach prey is in mites reared on sunflower pollen and corn pollen.

Conclusion

The time to reach prey varies among the populations tested, and the shortest time for the predatory mites to reach prey is in mites reared on sunflower pollen and corn pollen. The use of walnut pollen and palm pollen in addition to different life stages of the storage mite *T. putrescentiae* is suitable for mass and semi-mass rearing of the predatory mite *N. californicus*. The efficiency of reared mites in terms of predation rate from preferred prey was also better in populations reared on walnut pollen or palm pollen with storage mites than in other cases studied, and their use is recommended for rearing predatory mites. The use of walnut and palm pollen with different life stages of the storage mite *T. putrescentiae* is suitable for mass and semi-mass rearing of *N. californicus*. The efficiency of reared mites in terms of predation rate from preferred prey was also better in populations reared on walnut pollen or palm pollen with storage mites than in other cases studied, and their use is recommended for rearing predatory mites.

Keywords: Functional response, Host preference, Mass rearing, Predation rate, Storage mite

مقایسه کارایی کنه شکارگر *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) پرورش یافته روی چند گونه گیاهی

مریم رضائی*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۵

چکیده:

کنه شکارگر *Neoseiulus californicus* (McGregor) یکی از شکارگرهای مؤثر در مهار بسیاری از آفات به‌ویژه در گلخانه‌ها است. دشمن طبیعی مؤثر دارای خصوصیتی مانند توانایی جست‌وجوگری بالا، وابستگی به تراکم، توانایی افزایش سریع جمعیت در تراکم پایین شکار هستند. در این پژوهش، کارایی کنه‌های پرورش یافته روی گرده ذرت، خرما، آفتابگردان و گردو به همراه کنه انباری *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) بررسی شد. برای ارزیابی کارایی، ترجیح میزبانی، میزان شکارگری و واکنش تابعی انجام گردید. میزان شکارگری کنه *N. californicus* پرورش یافته روی گرده‌های مورد آزمون و کنه انباری به مدت یک، ۵ و ۲۰ نسل، از تخم کنه *Tetranychus urticae* Koch مقایسه شد. میزان شکارگری و ترجیح میزبانی جمعیت‌ها نیز از کنه تارتن و واکنش تابعی آن‌ها روی تراکم‌های مختلف تخم کنه تارتن بررسی گردید. مدت زمان پرورش کنه شکارگر روی میزان شکارگری تأثیر نداشت. کمترین میزان شکارگری از پوره و بالغین کنه تارتن، برای افرادی که روی گرده آفتابگردان پرورش یافتند، گزارش شد و بیشترین میزان شکارگری در جمعیت پرورش یافته روی گرده خرما و گرده گردو به دست آمد. بالغین جمعیت‌های پرورش یافته به پوره سن یک ترجیح بیشتری داشتند، درحالی که بین جمعیت‌ها اختلافی مشاهده نشد. زمان دستیابی به شکار در جمعیت‌های مورد آزمون تفاوت داشت و کمترین زمان دستیابی کنه شکارگر به شکار در کنه‌های پرورش یافته روی گرده آفتابگردان و گرده ذرت مشاهده شد. استفاده از گرده گردو و گرده خرما به‌علاوه مراحل مختلف زیستی کنه انباری *T. putrescentiae* برای پرورش کنه شکارگر مناسب بود. کارایی کنه‌های پرورش یافته از نظر میزان شکارگری از شکار ترجیحی نیز در جمعیت‌های پرورش یافته از گرده گردو یا گرده خرما به همراه کنه انباری بهتر از سایر موارد مورد بررسی بود و استفاده از آن‌ها برای پرورش کنه شکارگر توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پرورش انبوه، ترجیح میزبانی، نسبت شکارگری، کنه‌های انباری و واکنش تابعی

مقدمه

مهار آفات وجود دارند که روش سازگار با محیط‌زیست، کنترل بیولوژیک است. در بین عوامل کنترل بیولوژیک، کنه‌های شکارگر و به‌خصوص کنه‌های خانواده Phytoseiidae دارای اهمیت زیادی هستند. کنه شکارگر *Neoseiulus (Amblyseius) californicus* (McGregor) یکی از شکارگرهای مؤثر در مهار بسیاری از آفات در گلخانه‌ها است که با رهاسازی این شکارگر و حمایت از آن، به مهار کنه‌های آفت خانواده‌های Tarsonemidae، Tetranychidae و

سالانه درصد بالایی از محصولات کشاورزی در اثر حمله آفات صدمات زیادی را متحمل می‌شوند (Norbakhsh, 2023). با توجه به افزایش روزافزون جمعیت جهان، استفاده از حداکثر منابع جهت تأمین غذا لازم و ضروری به نظر می‌رسد، روش‌های متنوعی جهت

تربیس‌ها کمک مؤثری خواهد شد (Tanigoshi, 1982).
کنه شکارگر *N. californicus* دارای پراکندگی گسترده در نقاط مختلف دنیا و به‌ویژه در آب‌وهوای مدیترانه‌ای است (McMurtry &

۱- بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
(Email: ma.rezaie@areeo.ac.ir)
*- نویسنده مسئول:

<https://doi.org/10.22067/JPP.2026.96230.1260>

کنه‌های شکارگر پرورش‌یافته از میزبان ترجیحی (کنه تارتن دو لکه-ای)، ترجیح میزبانی و واکنش تابعی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته‌اند و در نهایت رژیم غذایی مناسب جهت پرورش کنه‌های شکارگر با کارایی بهتر مشخص شده است.

مواد و روش‌ها

کاشت گیاه میزبان

برای پرورش انبوه کنه *T. urticae* از گیاه لوبیا رقم سانری (*Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae)) استفاده شد. کاشت بذور در مخلوطی از پرلیت و پیت‌ماس به نسبت ۲ به ۱ در لیوان پلاستیکی به ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر و قطر هشت سانتی‌متری صورت گرفت. کاشت گیاهان در اتاقک پرورش در شرایط دمایی 27 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 45 ± 5 درصد و با شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنائی و ۸ ساعت تاریکی و با آبیاری روزانه (همراه با کود C_{20}) انجام شد. به منظور حفظ کلنی کنه تارتن، کاشت گلدان‌ها در تمام طول دوره آزمایش به صورت هفتگی انجام گردید. برای بررسی کارایی کنه شکارگر در روی گیاه، از گیاه توت‌فرنگی رقم گاوپتا استفاده شد. پرورش توت‌فرنگی در گلخانه با شرایط کنترل‌شده صورت گرفت. برای تکثیر این گیاه از ساقه‌های رونده این گیاه در خاک حاوی پرلیت و پیت‌ماس استفاده شد. آبیاری گیاهان نیز با استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای انجام گردید. در تعدادی از آزمون‌ها از برگ خیار رقم نگین استفاده شد.

پرورش کنه تارتن دو لکه‌ای و کنه انباری

Tyrophagus (Schrank) (Acari: Acaridae putrescentiae)

در ابتدا برای بررسی و انجام آزمون‌ها کنه شکارگر فیتوزئید، اقدام به پرورش کنه تارتن *T. urticae* شد. برای این منظور گیاهان لوبیا به عنوان میزبان انتخاب گردید. گیاه مورد نظر در اتاق پرورش (دمای $27-28$ درجه سلسیوس و رطوبت $45-40$ درصد و روشنائی ۸ : ۱۶) کشت شد. کنه تارتن روی گیاه لوبیا رهاسازی شده و به مدت چند نسل روی این گیاه در شرایط کنترل‌شده نگهداری گردید. برای آزمون‌های مختلف روی این کنه تارتن از روش دیسک‌های برگی هله و اورمر (Helle & Overmeer, 1985) استفاده شد. برای پرورش کنه انباری از سبوس گندم مطابق روش ژنگ و همکاران (Zhang et al., 2007) استفاده گردید. در ظروف پرورش با ابعاد 40×25 سانتی‌متر (ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر) مخمر جو به همراه سبوس گندم و گرده ذرت به نسبت ۱:۱۰:۱ قرار داده شد.

پرورش کنه شکارگر

کنه شکارگر *N. californicus* در ژرمیناتور آزمایشگاه کنه-

(Croft, 1997)، این کنه قادر است از تمامی مراحل زیستی کنه‌های تارتن و کنه زرد پهن تغذیه کند، همچنین سایر کنه‌های آفت و تعدادی از حشرات را شکار کند و روی گرده‌های گیاهان مختلف زنده بماند (Swirski et al., 1970; Friese & Gilstrap, 1982; Croft et al., 1998). این کنه بومی مناطق مدیترانه‌ای و بسیاری از مناطق جهان محسوب می‌شود (De Moraes et al., 2004). این شکارگر به تارهای تولیدی کنه‌های تارتن بدون صدمه وارد می‌شود (Shimoda et al., 2009). در شرایط آب‌وهوای خشک و گرم بهتر از کنه شکارگر *P. persimilis* عمل می‌کند. (Weintraub & Palevsky, 2008). روت و پانسونبی (Rott & Pansonby, 1998) به مقاوم بودن این کنه به شرایط محیطی با رطوبت کم اشاره کردند. از ویژگی‌های دیگر توانایی شکارگری این شکارگر، افزایش جمعیت سریع و استقرار طولانی مدت و مداوم در سامانه‌های گیاهی است (Walzer et al., 2007).

دشمن طبیعی مؤثر باید دارای خصوصیات مانده توانایی جستجو، وابستگی به تراکم، توانایی افزایش سریع جمعیت در تراکم پایین شکار، تخصص بالا و توانایی سازش با شرایط محیطی آفت باشد (Hokkanen, 1989). لوک (Luck, 1990)، میزان شکارگری را به عنوان بهترین مشخصه نام برده است. ارزیابی پرورش انبوه عوامل بیولوژیک دارای چندین هدف و راهبرد است (Steiner, 1993) مهار کیفی شکارگر در استفاده از این عوامل بیولوژیک، نقش اساسی را ایفا می‌کند (Van Lenteren & De Ponti, 1990).

گرده به عنوان منبع غذایی در دسترس برای پرورش و تولید انبوه کنه‌های فیتوزئید قابل استفاده است (Yue & Tsai, 1996; van Rijn & Tanigoshi, 1999; Nomikou et al., 2003). در آزمایشگاه می‌توان بعضی از گونه‌های فیتوزئید را با تغذیه از انواع مختلف گرده نگهداری کرد. ارزش تغذیه‌ای گرده بین گونه‌های گیاهی متفاوت است و طول دوره رشدی و میزان زادوولد کنه‌های شکارگر در صورت تغذیه از گرده‌های گیاهی، متفاوت خواهد بود. پژوهش‌های متعددی در ارتباط با تأثیر گرده روی ویژگی-های زیستی کنه‌های فیتوزئید از جمله کنه *N. californicus* وجود دارد، به عنوان نمونه گرده لویی و گرده خرما و گرده زنبور عسل (Vacacela et al., 2019)، گرده توت‌فرنگی (Yan et al., 2020).

در این پژوهش، کارایی کنه‌های پرورش‌یافته روی گرده‌های گیاهی (گرده ذرت، گرده خرما، گرده آفتابگردان و گرده گردو) مورد بررسی قرار گرفته است. کنه‌ها در مدت کوتاه (یک نسل) و طولانی-مدت (۵ و ۲۰ نسل) مورد بررسی قرار گرفته‌اند. میزان شکارگری این

دیسک‌های برگ توت‌فرنگی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌مترمربع که حاوی ۶۰-۵۰ عدد تخم کنه تارتن است به مدت ۲۴ ساعت در اختیار ماده‌های کنه شکارگر *N. californicus* ۳-۲ روزه هم‌سن از کلنی-های پرورشی قرار گرفت و تعداد تخم کنه تارتن شکارشده به‌عنوان مقیاسی جهت تعیین میزان شکارگری و در نهایت کارایی کنه‌های شکارگر بود. ابتدا، نرخ شکارگری در صورت وجود گرده مورد آزمون در ظروف مورد آزمون مقایسه شد. در آزمون دیگری، افراد پرورش‌یافته روی گرده‌های ذرت، گرده خرما و گرده گردو به همراه مراحل مختلف زیستی کنه انباری *T. putrescentiae* در نسل اول (یک هفته بعد از شروع آزمون)، نسل پنجم (یک ماه بعد از شروع آزمون) و نسل بیستم (چهار ماه بعد از شروع آزمون) بررسی و مقایسه گردید. در آزمون دیگری، میزان شکارگری افراد پرورش‌یافته روی گرده‌های مورد آزمون از مراحل مختلف زیستی کنه تارتن دو لکه‌ای مقایسه شد.

ترجیح میزبانی

واحدهای آزمایشی دیسک‌های برگ از گیاه توت‌فرنگی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌مترمربع بودند. در آزمون ترجیح میزبانی، در پتری دیش‌ها به‌صورت انفرادی دیسک‌های برگ توت‌فرنگی همراه با ۲۰ عدد تخم کنه تارتن هم‌سن قرار گرفت و مقداری گرده گیاهی نیز قرار گرفت و تعداد تخم کنه تارتن شکارشده توسط کنه‌های شکارگر (ماده‌های ۳-۲ روزه هم‌سن) در مدت ۲۴ ساعت در حضور و عدم حضور دانه گرده به‌عنوان مقیاسی جهت ترجیح میزبانی کنه شکارگر بین کنه تارتن و گرده مورد بررسی قرار گرفت. این برگ‌ها درون تشک پتری شش سانتی‌متری قرار داده شد. دیسک‌های برگ که پیش از انجام آزمایش با تخم کنه تارتن آلوده شدند، استفاده گردید. این دیسک‌های برگ به مدت ۲۴ ساعت در اختیار کنه شکارگرهای هم‌سن قرار داده شد و تعداد شکارهای خورده‌شده، ثبت گردید. در آزمونی دیگر، ۲۰ عدد تخم و ۲۰ عدد پوره سن یک کنه تارتن دو لکه‌ای و ۲۰ عدد بالغ کنه تارتن روی دیسک‌های برگ در اختیار کنه‌های ماده در جمعیت‌های مختلف پرورشی (تغذیه از گرده‌های مورد آزمون به‌صورت جداگانه) قرار گرفت. برای تعیین ترجیح میزبانی کنه شکارگر از روش منلی (Menly, 1994) (معادله ۱) استفاده شد. شاخص منلی آلفا (معادله ۲) نیز برای تعیین ترجیح شکار توسط شکارگر مورد استفاده قرار گرفت.

$$a = \frac{\log P_i}{\sum_{i=1}^n \log P_j} \quad (1)$$

$$\alpha = \log P_i P_i / \sum_{i=1}^n \log P_j \quad (2)$$

آلفا: شاخصی برای ترجیح شکار است که بین ۰ تا ۱ است، P_i :

نسبت باقی‌مانده از مرحله شکار مورد نظر در پایان آزمایش و P_j :

شناسی، بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی با دمای 1 ± 27 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 5 ± 60 درصد و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شد. برای پرورش این کنه شکارگر از محیط‌های مصنوعی شامل یک صفحه طلق پلاستیکی روی یک اسفنج اشباع از آب درون ظرف پلاستیکی پر از آب استفاده گردید. برای جلوگیری از فرار کنه‌ها، نوارهایی از دستمال کاغذی مرطوب در حاشیه این صفحات پلاستیکی (طلق) قرار گرفتند، به‌نحوی که یک طرف آن در آب ظرف پلاستیکی فرو رفته و با مکش رطوبت، آب مورد نیاز کنه‌ها را فراهم و همین‌طور از فرار آن‌ها جلوگیری می‌کرد. برای پرورش این کنه شکارگر از مراحل مختلف زیستی کنه انباری *Tyrophagus putrescentiae* و گرده ذرت استفاده شد (Hatherly et al., 2005).

دیسک‌های برگ با روش کوستینان و هوی (Kostiainen & Hoy, 1994) برای انجام آزمون‌ها استفاده شد. این دیسک‌های برگ به ابعاد 2×2 سانتی‌متری را در داخل تشک پتری (به قطر شش سانتی‌متر) روی لایه پنبه‌ای اشباع‌شده از آب قرار داده و رشته‌هایی از پنبه به‌شکل نخ و اشباع از آب به‌ضخامت ۰/۵ سانتی-متر دور تا دور بسترهای برگ قرار گرفت. این موانع از فرار شکارگرها جلوگیری می‌کند. هر روز مقداری آب نیز به تشک پتری‌ها اضافه شد.

جمع‌آوری و نگهداری گرده‌ها

گرده‌های گیاهان مختلف (ذرت، خرما، گردو و آفتابگردان) برای این پروژه انتخاب شد. دلیل استفاده از این گرده‌ها، دسترسی آسان و ارزان بودن این گرده‌ها بود. این گرده‌ها از مناطق مختلف جمع‌آوری و به مدت چند روز روی برگه‌های کاغذ خشک شد و سپس به یخچال با دمای پنج درجه سلسیوس در آزمایشگاه کنه‌شناسی بخش تحقیقات جانورشناسی منتقل گردید و برای آزمون‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفت. گرده ذرت، از مزرعه‌های واقع در کرج (بخش اصلاح بذر) در اوایل بهار جمع‌آوری شد. گرده گردو از آذربایجان شرقی و گرده آفتابگردان نیز از محوله باغ گیاهپزشکی تهران در بهار جمع‌آوری گردید. گرده خرما نیز از استان کرمان و از شهر بم در اواخر بهار جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. زمان برداشت گرده این گیاهان اوایل بهار بود. گرده‌ها بعد از جمع‌آوری کاملاً خشک و سپس به یخچال منتقل شد.

در این پژوهش، کارایی کنه‌های شکارگری که روی گرده‌های ذرت، آفتابگردان، خرما و گردو به همراه مراحل مختلف زیستی کنه انباری *T. putrescentiae* پرورش یافته‌اند، مورد بررسی قرار می‌گیرد. میزان شکارگری، ترجیح میزبانی و واکنش تابعی کنه‌های شکارگر مورد آزمون بررسی شده است.

بررسی میزان شکارگری

آماره P_1 تعیین گردید. علامت مثبت آماره P_1 (بخش خطی) نشان‌دهنده واکنش تابعی نوع سوم و علامت منفی آماره P_1 نشان‌دهنده واکنش تابعی نوع دوم است (Juliano, 2001). در مرحله بعدی، آماره‌های واکنش تابعی محاسبه شدند. برای این منظور از رگرسیون غیرخطی با رویه MLIN در نرم‌افزار SAS استفاده گردید. از آنجا که تراکم شکار در مدت آزمایش ثابت نبوده و شکار خورده‌شده در طول آزمایش جایگزین نشد، مدل مناسب برای برآورد آماره‌های واکنش تابعی مدل راجرز (معادله ۴) بود (Roger, 1972).

$$N_a = N_0 \left[1 - \exp\left(\frac{-bN_0T_h}{1+bT_hN_0^2}\right) \right] \quad (4)$$

که در آن، N : تعداد میزبان یا شکار مورد حمله قرارگرفته، N_0 : تعداد اولیه میزبان، T : زمان در معرض قرار گرفتن (۲۴ ساعت)، T_h : زمان دستیابی و b : مقداری ثابت است. برای مقایسه زمان دستیابی و قدرت جست‌وجوگری از آماره‌های D_b و D_{T_h} در معادله ۲ ترکیبی زیر (معادله ۵) استفاده شد (Juliano, 2001).

$$N_a = N_0 \left\{ 1 - \exp\left[-(b + D_b(j))\left(T - (T_h + D_{T_h}(j))N\right)\right] \right\} \quad (5)$$

نتایج

میزان شکارگری

در آزمون‌های میزان شکارگری، کنه‌های شکارگر از کلنی‌های مختلف شامل کنه‌های پرورش‌یافته با گرده ذرت، گرده آفتابگردان، گرده گردو و خرما و کنه‌های انباری مورد مقایسه قرار گرفت. میزان شکارگری جمعیت‌های کنه شکارگری که به مدت یک نسل (یک هفته)، ۵ نسل (یک ماه) و ۲۰ نسل (چهار ماه) در ظروف حاوی گرده‌های مورد آزمون پرورش یافتند، در جدول ۱ نشان داده شده است. میزان شکارگری از تخم کنه تارتن در نسل‌های متمادی اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P=0/82$).

نسبت باقی‌مانده از مجموع تمام شکارگرها در پایان آزمایش و n : تعداد مراحل و انواع شکارها است. اگر α به یک نزدیک باشد، ترجیح به شکار اول بیشتر است و اگر $0/5$ باشد، کنه شکارگر ترجیحی را نشان نداده است.

ترجیح بین هر دو مرحله سنی از فرمول مرداک (Murdoch, 1969) محاسبه شد.

$$E_1/E_2 = c(N_1/N_2) \quad (3)$$

که در آن، N_1, N_2 : تعداد اولیه شکار در دو مرحله سنی و E_1, E_2 : تعداد افراد شکارشده از هر یک از مراحل سنی و c : شاخص ترجیح است (Jervis & Kidi, 1996).

بررسی واکنش تابعی

واکنش تابعی، یکی از رفتارهای شکارگری است که میزان شکار مصرف‌شده در واحد زمان نسبت به تغییرات تراکم شکار را نشان می‌دهد. ریخت‌شناسی گیاه با کاهش دادن قدرت جست‌وجوگری شکارگرها، توانایی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای تعیین واکنش تابعی کنه‌های شکارگر پرورش‌یافته روی گرده‌های مختلف و کنه انباری، دیسک‌های برگی (برگ خیار) با نسبت‌های مختلف تخم کنه تارتن (۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ و ۶۰، ۷۰) به مدت ۲۴ ساعت در اختیار کنه‌های شکارگر قرار گرفت و تعداد تخم‌های خورده‌شده شمارش شد.

تجزیه داده‌ها براساس روش دو مرحله‌ای جولیانو (Juliano, 2001) انجام شد. براساس این روش، ابتدا داده‌ها به یک تابع چند جمله‌ای (معادله ۳) برازش داده شدند تا نوع واکنش تابعی مشخص شود.

$$\frac{N_a}{N_0} = \frac{\exp(P_0 + P_1N_0 + P_2N_0^2 + P_3N_0^3)}{1 + \exp(P_0 + P_1N_0 + P_2N_0^2 + P_3N_0^3)} \quad (3)$$

آماره‌های P_0, P_1, P_2 و P_3 با استفاده از نرم‌افزار SAS و رویه CATMOD انجام شد. نوع واکنش تابعی با استفاده از علامت

جدول ۱- میزان شکارگری کنه شکارگر *N. californicus* پرورش‌یافته روی گرده‌های ذرت، خرما، گردو و آفتابگردان و کنه انباری *T.*

putrescentiae در مدت یک، ۵ و ۲۰ نسل از تخم کنه تارتن دو لکه‌ای

Table1- Predation rate of the predatory mite *N. californicus* reared on corn, date, walnut and sunflower pollen with stored mite *T. putrescentiae* during one, five and 20 generations of two-spotted spider mite eggs

Reared on	The first generation	The 5 th generation	The 20 th generation
Corn pollen	14.10±0.93 ^{a*}	13.80±0.59 ^a	13.20±1.01 ^a
Date palm pollen	15.50±0.79 ^a	14.30±0.79 ^a	13.70±0.49 ^a
Walnut pollen	15.60±0.48 ^a	13.70±0.76 ^a	16.30±0.61 ^a
Sunflower pollen	14.20±1.02 ^a	14.50±0.52 ^a	13.02±1.03 ^a

* Similar letters indicate no significant difference at the 95% level.

† Degrees of freedom for ANOVA=84

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵٪ است.

درجه آزادی آزمون ANOVA = ۸۴

به دلیل عدم وجود اختلاف معنی دار بین جمعیت های مورد آزمون، میزان شکارگری افرادی که پنج نسل در ظروف پرورش گرده های مورد آزمون قرار گرفتند، مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. میزان شکارگری افراد از تخم، پوره سن یک و افراد کامل کنه تارتن مورد مقایسه قرار گرفتند. میزان شکارگری کنه *N. californicus* از تخم، پوره و افراد کامل *T. urticae* اختلاف معنی داری نشان داد ($P \leq 0.01$) (جدول ۲). بیشترین میزان شکارگری از پوره کنه تارتن به دست آمد (به ترتیب در جمعیت های پرورش یافته روی گرده ذرت،

جدول ۲- میزان شکارگری کنه شکارگر *N. californicus* پرورش یافته روی گرده‌های ذرت، خرما، گردو و آفتابگردان و کنه انباری *putrescentiae* از تخم، پوره سن یکم و افراد کامل کنه تارتین دو لکه‌ای *T.*

Reared on	Predation rate on egg of <i>T. urtica</i>	Predation rate on nymph of <i>T. urtica</i>	Predation rate on adults of <i>T. urtica</i>
Corn pollen + <i>T. putrescentiae</i>	7.24±0.70 ^{b*}	10.41±0.99 ^a	2.23±0.40 ^c
Date pollen + <i>T. putrescentiae</i>	8.06±0.75 ^b	10.41±0.99 ^a	3.00±0.00 ^c
Walnut pollen + <i>T. putrescentiae</i>	7.21±0.34 ^b	9.00±0.00 ^a	4.33±0.171 ^c
Sunflower pollen + <i>T. putrescentiae</i>	5.52±0.55 ^b	8.44±0.17 ^a	1.77±0.33 ^c

† Degrees of freedom for ANOVA=30

۳۰ = ANOVA درجه آزادی آزمون

در آزمون دیگری، میزان شکارگری افراد پرورش یافته در کلسی-های حاوی گرده‌های گیاهی (گرده ذرت $1/0/94 \pm 0/74/14$ ، گرده گردو $1/0/24/15 \pm 1/0/4 \pm 14/17$ و گرده آفتابگردان $0/95 \pm 13/5$) با میزان شکارگری افراد پرورش یافته بدون گرده گیاهی اختلاف معنی داری داشت. در صورت قرار دادن گرده در پتری‌های آزمایشی بین گرده‌های گیاهی اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P \leq 0/01$)، اما اختلاف در بین جمعیت‌ها معنی دار نبود ($P = 0/86$) (جدول ۳). نتایج افراد خورده شده توسط ماده‌های کنه شکارگر نشان داد که میزان شکارگری کنه شکارگر در صورت تغذیه از تنها گرده ذرت ($0/01 \pm 9/0$)، گردو ($0/99 \pm 8/1$) و خرما ($0/80 \pm 2/8$)

جدول ۳- میزان شکارگری کنه شکارگر *N.californicus* پرورش یافته روی گرده‌های ذرت، خرما، گردو و آفتابگردان و کنه انباری *putrescentiae* از تخم کنه تارتین دو لکه‌ای در حضور و عدم حضور گرده‌های گیاهی

	Corn pollen	Walnut pollen	Date pollen	Sunflower pollen	Two-spotted spider mite
The presence of pollen	14.74±0.94 ^a	15.24±1.05 ^a	14.17±1.04 ^a	13.00±0.95 ^a	10.00±0.95 ^b
Absence of pollen	9.00±1.46 ^a	8.19±0.99 ^a	8.28±0.80 ^a	8.00±0.92 ^a	

† Degrees of freedom for ANOVA=80

۸۰ =ANOVA درجه آزادی آزمون

جدول ۴- مقایسه حضور گرده بر میزان شکارگری جمعیت‌های کنه *N. californicus* پرورش یافته روی چند گرده گیاهی و کنه انباری *T. putrescentiae*

Table 4- Comparison of pollen presence on predation rates of *N. californicus* mite populations reared on several plant pollens with stored mite *T. putrescentiae*,

Reared on	The presence of pollen	Absence of pollen
Corn pollen	9.00±1.46 ^b	14.374±0.94 ^a
Date palm pollen	8.28±0.80 ^b	14.17±1.04 ^a
Walnut pollen	8.19±0.99 ^b	15.24±1.05 ^a
Sun flower pollen	7.12±0.89 ^b	13.50±1.50 ^a

Different letters indicate significant difference at the 95% level.

† Degrees of freedom for ANOVA=51

حروف مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۹۵٪ است.

درجه آزادی آزمون ANOVA = ۵۱

مختلف زیستی با یکدیگر اختلاف معنی داری را نشان داد ($P \leq 0.01$)

(جدول ۵). شاخص بتای منلی تخم، پوره سن یکم و بالغین در جمعیت‌های مختلف کنه شکارگر با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشت (به ترتیب برای مراحل تخم، پوره سن یک و افراد بالغ $P = 0.09$ ، $P = 0.14$ و $P = 0.34$).

ترجیح میزبانی

ترجیح کنه‌های شکارگر ماده بین مراحل مختلف زیستی کنه تارتن دو لکه‌ای نشان داد که شاخص بتای منلی محاسبه شده جمعیت‌های مختلف کنه شکارگر روی مراحل مختلف زیستی کنه تارتن دو لکه‌ای اختلاف معنی داری نشان داد ($P \leq 0.01$). در جمعیت کنه شکارگر پرورش یافته روی کنه تارتن دو لکه‌ای، شاخص بتای مراحل

جدول ۵- شاخص بتای منلی محاسبه شده جمعیت‌های مختلف ماده کنه شکارگر *N. californicus* پرورش یافته روی گرده‌های گیاهی مختلف و کنه انباری *T. putrescentiae*

Table 5-The Manly's β index of different populations of female predatory mites *N. californicus* reared on different plant pollens with stored mite *T. putrescentiae*

Reared on	Manly's β index of <i>T. urticae</i> eggs	Manly's β index of <i>T. urticae</i> nymph	Manly's β index of <i>T. urticae</i> adults
Corn pollen	0.42±0.04 ^a	0.44±0.04 ^a	0.13±0.03 ^b
Date pollen	0.42±0.04 ^a	0.48±0.04 ^a	0.09±0.004 ^b
Walnut pollen	0.38±0.01 ^b	0.47±0.02 ^a	0.15±0.02 ^b
Sunflower pollen	0.32±0.01 ^b	0.51±0.02 ^a	0.17±0.02 ^c
Tetranychus urticae	0.42±0.01 ^b	0.55±0.02 ^a	0.11±0.02 ^c

Different letters indicate significant difference at the 95% level.

† Degrees of freedom for ANOVA=36

حروف مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۹۵٪ است.

درجه آزادی آزمون ANOVA = ۳۶

غیرخطی استفاده گردید.

در تحلیل نوع واکنش تابعی، داده‌های حاصل از شکار کنه شکارگر در تراکم‌های مختلف تخم کنه تارتن با استفاده از رگرسیون لجستیک مشخص شد که آماره‌های مربوط به جمعیت‌های مختلف کنه شکارگر در جدول ۶ نشان داده شده است. واکنش تابعی جمعیت‌های گرده آفتابگردان، گرده خرما و گرده گردو از نوع دوم و جمعیت‌های کنه تارتن و گرده ذرت از نوع سوم بود. واکنش تابعی نوع سوم یا مدل سیگموئید از روی علامت مثبت مقدار برآورد شده برای پارامتر ضریب N_0 در جدول برآورد آماره‌ها تعیین شد. جدول ۷، مقادیر آماره‌های قدرت جست‌وجوگری و زمان دستیابی محاسبه شده کنه شکارگر

شاخص بتا روی پوره سن اول کنه تارتن بیشتر از مرحله تخم و مرحله تخم بیشتر از مرحله بالغ بود. کنه شکارگر در جمعیت‌های مختلف پرورش یافته به پوره سن اول کنه *T. urticae* نشان داده است.

بررسی واکنش تابعی

تجزیه داده‌های واکنش تابعی در دو مرحله و با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. در مرحله اول برای تعیین نوع واکنش تابعی از رگرسیون لجستیک و برای برآورد مقادیر شاخص‌های قدرت جست‌وجوگری (a, b) و زمان دستیابی (T_h) از روش تجزیه رگرسیون

شکارگری کنه شکارگر پرورش یافته روی گرده‌های گیاهی مختلف و کنه *T. putrescentiae* در تراکم‌های مختلف شکار در سطح ۹۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشت ($P \leq 0.01$). میزان شکارگری در تراکم‌های متفاوت شکار در جدول ۹ نشان داده شده است.

در بین جمعیت‌های متفاوت در تراکم ۷۰ عددی جمعیت کنه تارتن و گرده ذرت، در تراکم ۶۰ عددی جمعیت‌های روی گرده گردو و در تراکم ۳۲ عددی شکار جمعیت روی کنه تارتن بالاترین میزان شکارگری را نشان داد (جدول ۹).

بحث

ارزیابی کارایی دشمنان طبیعی پرورش یافته با ارزیابی پارامترهای زیستی (تجزیه و تحلیل کمی جمعیت) و همچنین با ارزیابی ویژگی‌های رفتاری آن‌ها انجام می‌گیرد (van Alphen & Jervis, 1996). برای ارزیابی میزان تأثیر یک شکارگر روی شکار، نیاز به مطالعه ویژگی‌های بسیاری از جمله ترجیح میزبانی، توانایی جست‌وجوگری، پتانسیل تولیدمثلی، واکنش‌های تابعی وابسته به تراکم میزبان و واکنش عددی، قدرت جست‌وجوگری مناسب در داخل یک ناحیه جست‌وجوگری لکه میزبانی است (Badi et al., 1999).

در تراکم‌های مختلف تخم کنه تارتن دو لکه‌ای روی جمعیت‌های مختلف کنه شکارگر را نشان می‌دهد.

برای تعیین آماره‌های قدرت جست‌وجوگری (a) و زمان دستیابی (T_h) از معادله راجرز استفاده شد. قدرت جست‌وجوگری برای کنه‌های شکارگر *N. californicus* پرورش یافته روی گرده آفتابگردان، گرده خرما و گرده گردو به ترتیب 0.057 ± 0.020 ، 0.180 ± 0.017 و 0.077 ± 0.023 برآورد شد. زمان دستیابی و ضریب ثابت b برای جمعیت‌های کنه‌های شکارگر *N. californicus* پرورش یافته روی گرده ذرت و تخم کنه تارتن دو لکه‌ای به ترتیب $1/360 \pm 0.220$ ساعت و 0.100 ± 0.090 و $2/370 \pm 0.210$ ساعت و 0.170 ± 0.010 برآورد شد. با استفاده از معادله ترکیبی آماره‌های واکنش تابعی مقایسه و مشخص شد که زمان دستیابی کنه شکارگر در پرورش‌های مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۸). شکل ۱، منحنی واکنش تابعی کنه شکارگر پرورش یافته روی گرده‌های ذرت، خرما، گردو، آفتابگردان و کنه انباری روی تراکم‌های تخم *T. urticae* را نشان می‌دهد. از آنجا که میزان آماره‌های D_{Th} در جمعیت‌های گرده آفتابگردان، گرده گردو، کنه تارتن و گرده ذرت با عدد صفر اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد، زمان دستیابی کنه شکارگر در شکار تخم کنه تارتن دو لکه‌ای روی این جمعیت‌ها نسبت به هم تفاوت معنی‌داری داشت.

کمترین زمان دستیابی کنه شکارگر به شکار، در کنه‌های پرورش یافته روی گرده آفتابگردان و گرده ذرت مشاهده شد. میزان

جدول ۶- نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون لجستیک نسبت طعمه‌های خورده شده (تخم کنه تارتن دو لکه‌ای) به طعمه‌های ارائه شده به کنه شکارگر *N. californicus* (N_e/N_0) برای تعیین نوع واکنش تابعی در جمعیت پرورش یافته روی گرده‌های ذرت، خرما، گردو کنه تارتن و آفتابگردان و کنه انباری *T. putrescentiae*

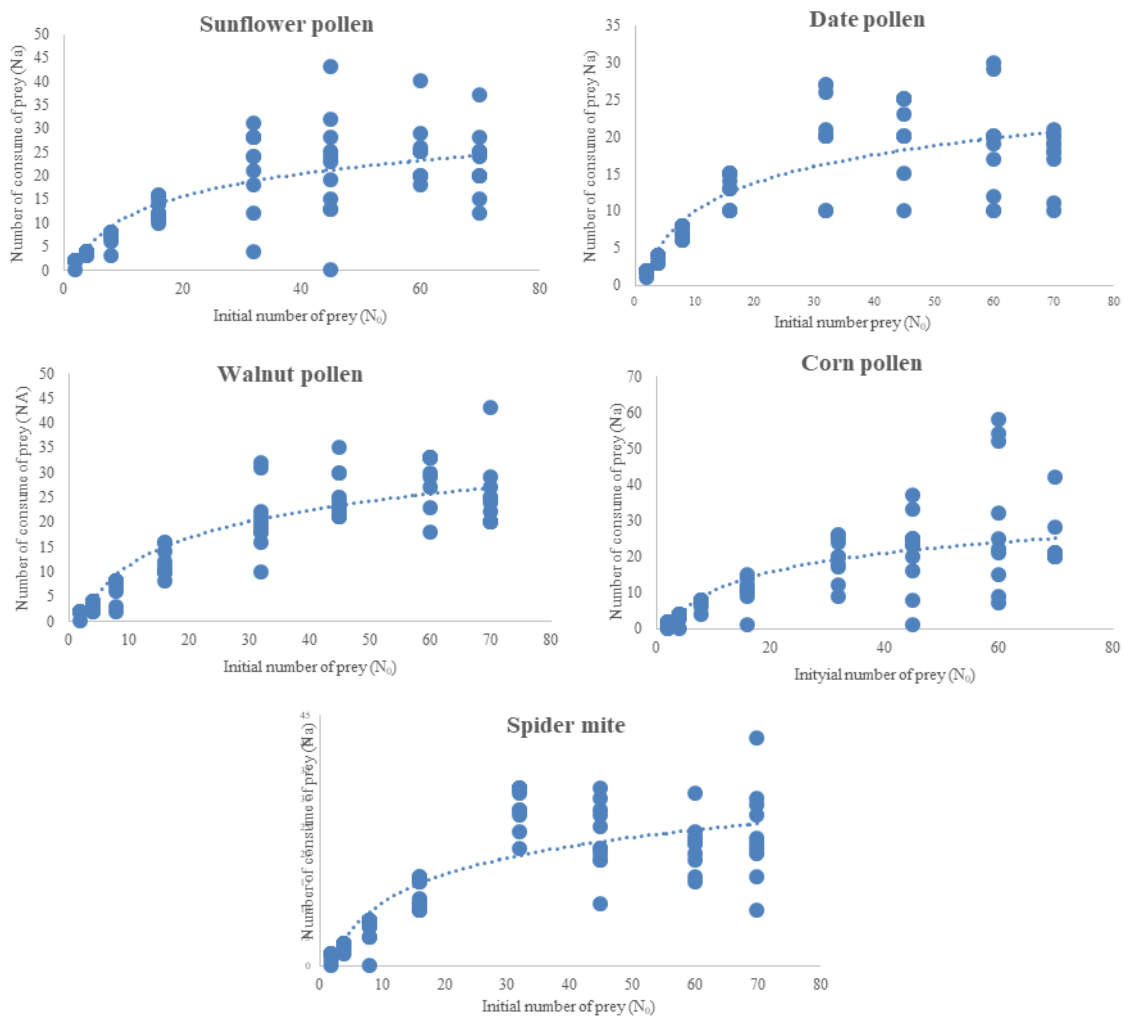
Table 6- Logistic regression analysis of the proportion of prey eaten (egg of two-spotted spider mite) by the predatory mite *N. californicus* (N_e/N_0) fed with different pollens and stored mite *T. putrescentiae* to determine the type of functional response

Reared on	Coefficient	Estimate	SE	Chi-squared value	P value
Sunflower pollen + <i>T. urticae</i>	Constant	3.81	0.63	38.17	0.0001
	Linear	-0.11	0.05	4.26	0.039
	Quadratic	0.001	0.001	1.01	0.315
Date pollen + <i>T. urticae</i>	Constant	5.09	1.43	12.59	0.004
	Linear	-0.225	0.20	1.23	0.267
	Quadratic	0.0037	0.009	0.15	0.969
Walnut pollen + <i>T. urticae</i>	Constant	4.77	0.88	29.47	0.001
	Linear	-0.47	0.124	14.34	0.0002
	Quadratic	0.023	0.055	18.40	0.0001
Corn pollen + <i>T. urticae</i>	Constant	1.72	0.54	10.18	0.001
	Linear	0.079	0.086	0.851	0.46
	Quadratic	0.001	0.0004	2.60	0.11
<i>T. urticae</i>	Constant	2.004	0.34	34.59	0.001
	Linear	0.02	0.19	1.15	0.28
	Quadratic	0.001	0.01	1.10	0.38

جدول ۷ - مقادیر آماره‌های قدرت جست‌وجوگری و زمان دستیابی محاسبه شده کنه شکارگر *N. californicus* در برابر تراکم‌های مختلف تخم کنه تارتین دو لکه‌ای در جمعیت‌های پرورش یافته روی گرده‌های ذرت، خرما، گردو کنه تارتین و آفتابگردان و کنه انباری *T. putrescentiae*

Table 7- Estimated values of attack coefficient and handling time by Rogers model for predatory mite *N. californicus* on the egg of two-spotted spider mite in case of feeding on sunflower, corn, date and walnut pollens and stored mite *T. putrescentiae*

Reared on	Attack coefficient (a) (β)	Handling time (T_h)
	Approximate (lower- upper)	Approximate (lower- upper)
Sunflower pollen + <i>T. putrescentiae</i>	0.057±0.02 (0.60-0.01)	0.51±0.50 (0.20-1.02)
Date pollen + <i>T. putrescentiae</i>	0.18±0.017 (0.01-0.50)	0.22±0.05 (0.01-0.54)
Walnut pollen + <i>T. putrescentiae</i>	0.077±0.023 (0.001-0.100)	1.02±0.14 (0.25-1.95)
Corn pollen + <i>T. putrescentiae</i>	0.10±0.09 (0.01-0.85)	1.02±0.14 (0.58-1.52)
<i>T. urticae</i>	0.17±0.01 (0.10-0.45)	1.36±0.22 (0.22-2.02)



شکل ۱- واکنش تابعی کنه شکارگر *N. californicus* پرورش یافته روی گرده‌های ذرت، خرما، آفتابگردان، گردو و کنه انباری *T. putrescentiae* روی تراکم‌های مختلف تخم *T. urticae*

Figure 1- Functional response of the predatory mite, *N. californicus* on the egg of two-spotted spider mite in case of feeding on sunflower, corn, date and walnut pollens and stored mite *T. putrescentiae*

جدول ۸- مقادیر برآورد شده توسط مدل ترکیبی برای آماره‌های واکنش تابعی کنه شکارگر *N. californicus* پرورش یافته روی گرده‌های ذرت، خرما، آفتابگردان، گردو و کنه انباری *T. putrescentiae*

Table 8- Calculated values of D_a , D_{th} statistics to compare the attack coefficient and handling time of predatory mite *N. californicus* in case of feeding on sunflower, corn, date and walnut pollens and stored mite *T. putrescentiae*

Pollen	Coefficient	Estimate	SE	Approximate (95%)	
				Lower	Upper
Sunflower pollen- date pollen	D_a	-0.017	0.049	-0.114	0.080
	D_{th}	0.046	0.094	-0.140	0.231
Sunflower pollen- walnut pollen	D_a	-0.004	0.052	-0.010	0.107
	D_{th}	-0.021	0.088	-0.195	-0.153
Date pollen-walnut pollen	D_a	-0.033	0.057	-0.140	0.079
	D_{th}	0.035	0.124	-0.208	-0.279
Spider mite-corn pollen	D_a	-0.154	0.124	-0.399	0.092
	D_{th}	-0.446	0.816	-0.607	-0.285

جدول ۹- میانگین ($\pm$ خطای معیار) شکارگری هر فرد کنه *N. californicus* پرورش یافته روی گرده‌های ذرت، خرما، آفتابگردان، کنه تارتین و گردو و کنه انباری *T. putrescentiae* در تراکم‌های متغیر تخم *T. urticae*

Table 9- Mean ($\pm$ SE) of predation rate per individual of the predatory mite *N. californicus* reared on corn, date, walnut and sunflower pollen stored mite *T. putrescentiae* on egg of *Tetranychus urticae*

Density of prey	Reared on				
	Date pollen + <i>T. putrescentiae</i>	Walnut pollen + <i>T. putrescentiae</i>	Corn pollen + <i>T. putrescentiae</i>	Sunflower pollen + <i>T. putrescentiae</i>	<i>T. urticae</i>
2	1.9 $\pm$ 0.01 ^a	1.8 $\pm$ 0.02 ^a	1.50 $\pm$ 0.02 ^a	1.8 $\pm$ 0.02 ^a	1.70 $\pm$ 0.02 ^a
4	3.8 $\pm$ 0.01 ^a	3.4 $\pm$ 0.02 ^a	3.40 $\pm$ 0.04 ^a	3.80 $\pm$ 0.01 ^a	3.70 $\pm$ 0.02 ^a
8	7.4 $\pm$ 0.08 ^a	6.60 $\pm$ 0.07 ^b	7.20 $\pm$ 0.07 ^a	7.10 $\pm$ 0.09 ^a	6.40 $\pm$ 0.09 ^b
16	13 $\pm$ 0.06 ^a	11.70 $\pm$ 0.08 ^c	10.5 $\pm$ 1.19 ^c	12.80 $\pm$ 0.07 ^b	12.60 $\pm$ 0.08 ^b
32	20.1 $\pm$ 0.02 ^b	20.70 $\pm$ 0.23 ^b	19.70 $\pm$ 0.19 ^b	21.8 $\pm$ 0.36 ^b	28.70 $\pm$ 0.17 ^a
45	20.8 $\pm$ 0.16 ^b	24.70 $\pm$ 0.14 ^a	23.50 $\pm$ 0.26 ^a	23.50 $\pm$ 0.29 ^a	24.20 $\pm$ 0.15 ^a
60	14.50 $\pm$ 0.02 ^c	23.30 $\pm$ 0.16 ^a	13.2 $\pm$ 0.56 ^c	17.70 $\pm$ 0.31 ^b	16 $\pm$ 0.17 ^b
70	17.30 $\pm$ 0.01 ^c	25.50 $\pm$ 0.21 ^b	27.1 $\pm$ 0.47 ^a	22.20 $\pm$ 0.22 ^c	24.10 $\pm$ 0.26 ^b

* Means within a row followed by same letter were not significantly different ($\alpha=5\%$).

† Degrees of freedom for ANOVA=42

حروف مشابه نشان دهنده در ردیف‌ها عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵٪ است.

درجه آزادی آزمون ANOVA = ۴۲

و نرخ شکارگری را کاهش می‌دهد که در استفاده از این عوامل در گلخانه‌های تجاری با در نظر گرفتن این مورد و از طرف دیگر به دلیل گرده‌های گیاهی، کنه‌ها شکارگر موفق‌تر مستقر خواهند شد. از دیگر موارد مورد بررسی، ترجیح میزبانی کنه شکارگر است، در این پژوهش بیشترین میزان شکارگری کنه‌های پرورش یافته روی گرده‌های ذرت، خرما، آفتابگردان و گردو از پوره کنه تارتین دو لکه‌ای حاصل شد. در پژوهش دیگری مشخص شد که پوره کنه تخم کنه برای پوره‌های کنه *N. californicus* و پوره سن یکم کنه تارتین دو لکه‌ای برای ماده‌های کنه شکارگر به‌عنوان مرحله سنی ترجیح داشتند (Rezaie et al., 2017). پژوهشگران دیگری نیز پژوهش‌هایی در این ارتباط انجام داده‌اند، کنه شکارگر *N. californicus* از تخم، لارو و پوره‌های کنه تارتین نسبت به افراد کامل کنه *T. urticae* بیشتر تغذیه کردند (Canlas et al., 2006). درحالی‌که مارافل و همکاران (Marafel et al., 2011) نشان دادند که کنه شکارگر *N. californicus* از بین همه مراحل زیستی کنه تارتین از لارو بیشتر تغذیه می‌کند. بلک وود و همکاران (Blackwood et al., 2001) بیان کردند که لارو کنه‌های تارتین برای کنه‌های فیتوزئید عمومی‌خوار

در این پژوهش، پرورش کنه‌های شکارگر روی گرده‌های گیاهی مورد آزمون در کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت روی کارایی کنه شکارگر (میزان شکارگری) آن تأثیر نامطلوبی نداشت. ساماراز و همکاران (Samaras et al., 2021) در پژوهشی گزارش کردند که اضافه کردن گرده‌های کاج، لوبی و گرده ذرت به شکار (تریپس *Frankliniella occidentalis* (Pergande))، میزان شکارگری کنه شکارگر *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor) را افزایش داد و البته نوع گرده در افزایش میزان شکارگری کنه شکارگر از تریپس‌ها متفاوت بود، به‌طوری‌که گرده کاج بهتر از دو گرده مورد بررسی بود. در پژوهش حاضر، میزان شکارگری کنه *N. californicus* پرورش یافته روی گرده‌های گیاهی متفاوت و کنه انباری *T. putrescentiae* تفاوت معنی‌داری داشت، کمترین میزان شکارگری در جمعیت پرورش یافته روی گرده آفتابگردان و بیشترین میزان شکارگری در جمعیت پرورش یافته روی گرده خرما و گرده گردو به دست آمد که دلیل آن شاید ترکیبات و مواد تشکیل دهنده گرده آفتابگردان بود. قرار دادن گرده در ظروف حاوی شکار در آزمون‌های مکرر روی میزان شکارگری کنه شکارگر تأثیر داشته

مناسب‌تر از تخم کنه‌های تارتن است که دلیل آن را بهتر بودن مواد غذایی و زمان دستیابی ذکر کردند و یا اینکه قطعات دهانی این کنه‌های فیتوزئید برای باز کردن کوریون تخم کنه‌های تارتن مناسب نبود. کنه‌های فیتوزئید، پوره‌های متحرک شکار را به دلیل بزرگ‌تر و فعال بودن ترجیح دادند (Sabelis, 1985).

از واکنش تابعی برای تعیین کارایی شکارگر استفاده می‌شود (De Clereq et al., 2000; Badi et al., 2004; Reis et al., 2007; Timms et al., 2008). واکنش تابعی در سامانه شکار-شکارگر به عنوان یک ترکیب مهم مطرح است (Jeschke et al., 2002) و ترکیبی کلیدی در انتخاب شکارگر برای کنترل بیولوژیک محسوب می‌شود (Lester & Harmsen, 2002). هر چقدر میزان قدرت جست‌وجوگری بالاتر باشد، کارایی شکارگر در حمله به میزبان و یا طعمه افزایش می‌یابد (van Alphen & Jervis, 1996). افزون بر ویژگی‌های فردی شکارگرها، عوامل دیگری از جمله گیاهان میزبان (رقم گیاه) و عوامل محیطی (به‌ویژه شرایط دمایی) بر نوع واکنش تابعی و مقدار آماره‌های آن تأثیر دارد (Coll & Ridgway, 1995; Messina & Hanks, 1998). هر چقدر زمان دستیابی کمتر باشد، کارایی دشمن طبیعی بیشتر است (van Alphen & Jervis, 1996). قدرت جست‌وجوگری در زمان دستیابی شکارگر افزودن بر تراکم طعمه به نوع شکار در دسترس نیز بستگی دارد (Messina & Hanks, 1998).

واکنش تابعی نوع دوم در کنه‌های فیتوزئید به‌طور معمول دیده می‌شود. در این نوع واکنش تابعی، تعداد طعمه خورده‌شده به‌ازای هر شکارگر با افزایش تراکم اولیه افزایش می‌یابد و سپس به‌تدریج کم شده و منحنی حاصله به موازات خط افقی امتداد می‌یابد. در این پژوهش، واکنش تابعی کنه‌های شکارگر پرورش‌یافته روی گرده آفتابگردان، گرده گردو و گرده خرما روی تخم کنه تارتن دو لکه‌ای از نوع دوم بود. در پژوهش‌های دیگر، در بیشتر موارد واکنش تابعی از نوع دوم گزارش شده است، واکنش تابعی کنه *N. californicus* با تغذیه از پوره کنه *Panonychus citri* McGregor از نوع دوم گزارش شده است (Xiao & Fadamiro, 2010)، همچنین مارافیل و همکاران (Marafel et al., 2011) نیز واکنش تابعی این کنه شکارگر روی پوره‌های کنه *T. urticae* روی رز مورد مطالعه قرار دارند و واکنش

تابعی از نوع دوم گزارش شد. پژوهشگران دیگری نیز واکنش تابعی کنه *N. californicus* را به‌ترتیب روی افراد نر کنه *T. urticae* و تخم کنه تارتن دو لکه‌ای از نوع دوم گزارش کردند (Laing & Osborn, 1974; Friese & Gilstrap, 1982). فرازمند و همکاران (Farazmand et al., 2012)، واکنش تابعی این کنه شکارگر را روی تخم و پوره کنه تارتن دو لکه‌ای روی دیسک‌های برگ‌خوار از نوع دوم گزارش کردند. کاستگولنی و سیمونی (Castagnoli & Simoni, 1999)، تأثیر طولانی‌مدت تغذیه با شکارهای مختلف (کنه تارتن دو لکه‌ای، *Dermatophagoides farinae* و گرده کاج) را روی واکنش تابعی کنه شکارگر *N. californicus* مورد بررسی قرار دادند، در نتیجه واکنش تابعی نوع دوم را در شکار این طعمه‌ها گزارش کردند. در نوع سوم واکنش تابعی تعداد شکار کشته‌شده به‌صورت تابع S شکل است (Juliano, 2001). کمترین زمان دستیابی به شکار در کنه‌های پرورش‌یافته روی گرده آفتابگردان و گرده ذرت بود. گرده‌های گردو و خرما از نظر رفتاری (زمان دستیابی) برای پرورش کنه شکارگر مناسب‌تر بودند و ماده‌های کنه شکارگر دو سه روز اول زیست خود تنها از گرده تغذیه کردند، در مزارع زراعی در اول فصل کشت که تعداد آفات کم است برای ایجاد پایداری در محصول مورد استفاده قرار گرفت و در غیاب شکار، کنه شکارگر در محصول مستقر شد.

نتیجه‌گیری

زمان دستیابی به شکار در جمعیت‌های مورد آزمون تفاوت داشت و کمترین زمان دستیابی کنه شکارگر به شکار در کنه‌های پرورش‌یافته روی گرده آفتابگردان و گرده ذرت مشاهده شد. استفاده از گرده گردو و گرده خرما به‌علاوه مراحل مختلف زیستی کنه انباری *N. californicus* مناسب بود. کارایی کنه‌های پرورش‌یافته از نظر میزان شکارگری از شکار ترجیحی نیز در جمعیت‌های پرورش‌یافته از گرده گردو یا گرده خرما به همراه کنه انباری بهتر از سایر موارد مورد بررسی بود و استفاده از آن‌ها برای پرورش کنه شکارگر توصیه می‌شود.

References

- Badi, M. H., McMurtry, J. A., & Flores, A. E. (1999). Rates of development, survival and predation of immature stages of *Phytoseiulus longipes* (Acari: Mesostigmata: Phytoseiidae). *Experimental Applied Acarology*, 23, 611-621. <https://doi.org/10.1023/A:1006179323636>
- Blackwood, J. S., Schausberger, P., Croft, B. A. (2001). Prey- stage preference in generalist and specialist phytoseiid mite (Acari: phytoseiidae) when offered *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) eggs and larvae. *Environmental Entomology*, 30, 1103-1111. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-30.6.1103>
- Canlas, L., Amano, H., Ochiai, N., & Takeda, M. (2006). Biology and predation of the Japanese strain of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Systematic & Applied Acarology*, 11, 141-157. <https://doi.org/10.11158/saa.11.2.2>
- Castagnoli, M., & Simoni, S. (1999). Effect of long-term feeding history on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental Applied Acarology*, 23, 217-234. <https://doi.org/10.1023/A:100606930638>

- Coll, M., & Ridgway, R. L. (1995) Functional and numerical responses of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthracoridae) to its prey in different vegeta Ble crops. *Annals of the Entomological Society of America*, 88, 732-738. <https://doi.org/10.1093/aesa/88.6.732>
- Croft, B. A., Monetti, L. N., & Pratt, P. D. (1998). Comparative life histories and predation types: Are *Neoseiulus californicus* and *N. fallacies* (Acari: Phytoseiidae) similar type II selective ality control of mass– reared arthropods: Nutritional effects on performanance of predatory mites. *Experimental Applied Acarology*, 108, 462-475. <https://doi.org/10.1093/ee/27.3.531>
- De Clercq, P., Mohaghegh, J., & Tirry, L. (2000) Effect of host plant on the functional response of the predator *Podisus nigripinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biological Control*, 18, 65-70. <https://doi.org/10.1006/bcon.1999.0808>
- De Moraes, G. J., McMurtry, J. A., Denmark, H. A., & Campos, C. B. (2004). A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. Magnolia Press, Auckland. 494 pp. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.434.1.1>
- Farazmand, A., Fathipour, Y., & Kamali, K. (2012). Functional response and mutual interference of *Neoseiulus californicus* and *Typhlodromus bagdasarjani* (Acari: Phytoseiidae) in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology*, 38(5), 369-376. <https://doi.org/10.1080/01647954.2012.655310>
- Friese, D. D., & Gilstrap, F. E. (1982). Influence of prey availability on reproduction and prey consumption of *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus*, and *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*, 1982(8), 85-89. <https://doi.org/10.1080/01647958208683283>
- Hatherly, L. S., Bale, J. S., & Walters, K. F. A. (2005). Intraguild predation and feeding preferences in three species of phytoseiid mite used for biological control. *Experimental Applied Acarology*, 37, 43-55. <https://doi.org/10.1007/s10493-005-0358-z>
- Helle, W., & Overmeer, W. P. J. (1985). Rearing techniques. In: W. M. Helle & W. Sablis (Eds.) *Spider Mites: Their Biology*. Elsevier, Amsterdam. *Natural Enemies and Control*, 1a, 331-335.
- Kostiainen, T., & Hoy, M.A. (1994). Egg-harvesting allows large scale rearing of *Amblyseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) in the laboratory. *Experimental Applied Acarology*, 18, 155-165. <https://doi.org/10.1007/BF02353683>
- Hokkanen, H. M. T. (1989) Choosing an effective biocontrol agant - an evolutionary prespective. *Acta Entomologica Fennica*, 53, 19-24.
- Laing, J. E., & Osborn, J. A. L. (1974). The effect of prey density on functional and numerical response of three species of predatory mites. *Entomophaga*, 19, 267-277. <https://doi.org/10.1007/bf02371052>
- Lester, P. J., & Harmsen, R. (2002). Functional and numerical responses do not always indicate the most effective predator for biological control: An analysis of two predators in a two-prey system. *Journal of Applied Ecology*, 39, 455-468. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2002.00733.x>
- Luck, R. F. (1990). Evaluation of natural enemis for biological control: A behavioral evaluation. Trends of Ecology Evoltion. In: U. Gerson, R. L. Smiley, & R. Ochoa (Eds). *Mites (Acari) For Pest Control*. Blackwell Science Ltd, Oxford, Uk, 539 p.
- Jervis, M., & Kidd, K. (1996). *Insect natural enemy's practical approaches to their study and evaluation*, 1st Edition. Chapman & Hall. London.
- Jeschke, J. M., Kopp, M., & Tollrian, R. (2002). Predator functional responses: Discriminating between handling and digesting prey. *Ecological Monographe*, 72(1), 95-112. [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(2002\)072\[0095:PFRDBH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(2002)072[0095:PFRDBH]2.0.CO;2)
- Juliano, S. A. (2001). Nonlinear curve-fitting, predation and functional n and Analysis of Ecolresponse curves. In: S. M. Scheiner & J. Gurevitch (Eds.). *Desigological Experiment*. Oxford University Press. New York. 432 p. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195131871.003.0010>
- Manly, B. F. J. (1974). A model for certain types of selection experiments. *Biometrics*, 30, 281-294. <https://doi.org/10.2307/2529649>
- Marafel, P. P., Reis, P. R., Silveira, E. C., Toledo, M. A., & Souza-Pimentel, G.C. (2011). *Neoseiulus californicus* preying in different life stages *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Acarologia*, 51, 499- 506. <https://doi.org/10.1051/acarologia/20112031ff> .
- Messina, F. J., & Hanks, J. B. (1998). Host plant alters the shape of functional response of an aphid predator (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmenyal Entomology*, 27, 1196-1202. <https://doi.org/10.1093/ee/27.5.1196>
- McMurtry, J. A., & Croft, B. A. (1997). Life-styles of phytoseiid mite and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*, 42, 291-321. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.42.1.291>
- Murdoch, W. W. (1969). Switching in general predators experiments on predator specificity and stability of prey populations. *Ecological Monographe*, 39(4), 335-354. <https://doi.org/10.2307/1942352>
- Nomikou, M., Janssen, A., & Sabelis, M. W.(2003). Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food source. *Experimental Applied Acarology*, 31, 15-26. <https://doi.org/10.1023/b:appa.0000005142.31959.e8>.
- Norbakhsh, S. (2023). List of important pests, diseases and weeds of major agricultural crops, pesticides and recommended methods for their control. Plant Protection Organization.Tehran, 226 p.
- Rezaie, M., Saboori, A., & Baniamери, V. (2017). The effect of strawberry cultivars on functional culticvars on

functional response and prey- stage preference of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(1), 27-35.

Rogers, D. J. (1972). Random search and insect population models. *Journal of Animal Ecology*, 41(2), 369-383. <https://doi.org/10.2307/3474>

Rott, A. S., & Ponsonby, D. J. (1998). The effect of temperature, relative humidity and host plant on the behaviour of *Amblyseius californicus* as a predator of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). The Proceedings of the British Crop Protection Council International Conference: Pests and Diseases. vol 3. Brighton. 807-812 pp.

Sabelis, M. W. (1985). Reproductive strategies: In: W. Helle & M. W. Sabelis (Eds). Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Controls, Vol. 1A. Elsevier. Amsterdam. pp. 265-278.

Samaras, K., Pappas, M. L., Pekas, A., Wackers, F., & Broufas, G. D. (2021). Benefits of a balanced diet? Mixing prey with pollen is advantageous for the phytoseiid predator *Amblydromalus limonicus*. *Biological Control*, 155, 104531, <https://doi.org/10.1016/j.Biocontrol.2021.104531>.

SAS, Inc. (2003). Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary. Nc. USA.

Shimoda, T., Kishimoto, H., Takabayashi, J., Amano, H., & Dicke, M. (2009). Comparison of thread-cutting behavior in three specialist predatory mite to cope with complex webs of *Tetranychus* spider mite. *Experimental Applied Acarology*, 47, 111-120. <https://doi.org/10.1007/s10493-008-9205-3>

SPSS Inc. (2012). IBM SPSS Statistics for Windows, version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp

Steiner, M. Y. (1993). Some observations on the quality of biological control organisms used in greenhouses. *IOBC/WPRS Bulletin*, 16, 165-168.

Swirski, E., Amitai, S., & Dorzia, N. (1970). Laboratory studies on the feeding habits, post-embryonic survival and oviposition of the predaceous mites *Amblyseius chilensis* Dosse and *Amblyseius hibisci* Chant (Acarina: Phytoseiidae) on various kinds of food substances. *Entomophaga*, 15, 93-106. <https://doi.org/10.1007/bf02371627>

Tanigoshi, L. K. (1982). Advances in knowledge of the biology of the Phytoseiidae. 1-22. In: U. Gerson, R. L. Smiley & R. Ochoa. Mites (acari) for Pest Control. Blackwell Science Ltd.

Timms, J. E., Oliver, T. H., Straw, N. A., & Leather, S. R. (2008). The effects of host plant on three coccinellid functional response. Is the conifer specialist *Aphidecta obliterate* (L.) (Coleoptera: coccinellidae) better adapted to spruce than the generalist *Adatia bipunctat* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae)? *Biological Control*, 47, 273-281. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.08.009>.

Reis, P. R., Teodoro, A. V., Eto, M. V., & Silva, E. V. (2007). Life history of *Amblyseius herbicolus* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) on coffee plants. *Neotropical Entomology*, 36, 282-287. <https://doi.org/10.1590/s1519-566x2007000200016>

Van Alphen, J. J. M., & Jervis, M. A. (1996). Foraging behaviour. In: M. Jervis & N. Kidd (Eds). Insect Natural Enemies Practical Approaches to Their Study and Evaluation. Chapman & Hall. London, 491 p.

van Lenteren, J. C., & De Ponti, O. M. B. (1990). Plant- leaf morphology, host- plant resistance and biological control. *Symposia biologica hungarica. Hungary*, 39, 365-386.

van Rijn, P. C. I., & Tanigoshi, L. K. (1999). Pollen as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history. *Experimental Applied Acarology*, 23, 785-805. <https://doi.org/10.1023/A:1006227704122>

Vacacela, H. E., Colares, E., Lemos, F., Marques, P. H., Franklin, E. C. (2019). Supplementary food for *Neoseiulus californicus* boosts biological control of *Tetranychus urticae* on strawberry. *Pest Manag Science*, 75(7), 1989-1992. <https://doi.org/10.1002/ps.5312>

Walzer, A., Castagnoli, M., Simoni, S., & Liguori, M. (2007). Intraspecific variation in humidity susceptibility of the predatory mite *Neoseiulus californicus*: Survival, development and reproduction. *Biological Control*, 41, 42-52. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.11.012>

Weintraub, P., & Palevsky, E. (2008). Evaluation of the predatory mite, *Neoseiulus californicus*, for spider mite control on greenhouse sweet pepper under hot arid weld conditions. *Experimental Applied Acarology*, 45, 29-37. <https://doi.org/10.1007/s10493-008-9169-3>

Xiao, Y., & Fadamiro, H. Y. (2010). Functional responses and prey-stage preferences of three species of predacious mites (Acari: Phytoseiidae) on citrus red mite, *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae). *Biological Control*, 53, 345-352. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.03.001>

Yan, L., Mori, Sh., Haroyama, N., HiraL, N., & Osakable, M. (2020). Strawberry pollen as a source of UV-B protection ingredients for the phytoseiid mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Pest Management Science*, 77(2). <https://doi.org/10.1002/ps.6089>

Yue, B., & Tsai, J. H. (1996). Development, survivorship and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) on selected plant pollens and temperatures. *Environmental of Entomology*, 125, 488- 494. <https://doi.org/10.1093/ee/25.2.488>

Zhang, B. X., Li, D. S., Feng, L., & Huang, S. H. (2007). Research progress of mass production and release technologies of predatory mites. *Chinese Journal of Biological Control*, 23, 279-283.