




## The role of familiarity in intragroup relationships and foraging behavior of the predatory mites *Amblyseius swirskii* and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae)

Parisa Jalili Zonouzi<sup>1</sup> , Azadeh Zahedi Golpayegani<sup>2✉</sup> , Alireza Saboori<sup>3</sup> ,  
Navid Sehat Niaki<sup>4</sup> , Helen Mohammadi<sup>5</sup> 

1. Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: [pjalili@ut.ac.ir](mailto:pjalili@ut.ac.ir)
2. Corresponding author: Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: [zahedig@ut.ac.ir](mailto:zahedig@ut.ac.ir)
3. Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: [saboori@ut.ac.ir](mailto:saboori@ut.ac.ir)
4. Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: [navidsehat93@ut.ac.ir](mailto:navidsehat93@ut.ac.ir)
5. Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: [helenmohammadi@ut.ac.ir](mailto:helenmohammadi@ut.ac.ir)

| Article Info   | ABSTRACT  |
|--|---|
| <b>Article type:</b><br>Research Article   | In this study, we investigated the effect of familiarity on foraging behaviour of the predatory mites, <i>Amblyseius swirskii</i> and <i>Neoseiulus californicus</i> . The Predators were reared on the bean plants infested with two spotted spider mites. First the predators passed the same aging process. Each group was contained from 3 trios included two protonymphs and a larva, colored to be easily recognized. Analysis were performed through F test in SPSS 25. grouping behaviour was tested. The results showed a significant difference between the paired distances (familiar protonymph, protonymph), (unfamiliar protonymph, protonymph), (familiar protonymph, larva), (unfamiliar protonymph, larva) and (unfamiliar larva, larva) in the 5 <sup>th</sup> , 35 <sup>th</sup> and 120 <sup>th</sup> minutes of experiment. The paired distances of protonymphs and larvae were compared at the 5 <sup>th</sup> , 35 <sup>th</sup> and 120 <sup>th</sup> minutes of experiment and we found an increase for the familiar protonymphs which was the least at the 120 <sup>th</sup> minute. The same trend was observed for the unfamiliar protonymphs. Comparing the paired unfamiliar nymphs, we found that the interindividual distances were decreased at the 120 <sup>th</sup> comparing with that at the 5 <sup>th</sup> minutes of experiment. Comparing the paired protonymph and larvae distances in either familiar or unfamiliar patterns, we found the individual distances decreased in a slowly manner in the latter one till the 120 <sup>th</sup> minute of the experiment. The paired distances of unfamiliar larvae showed no significant difference even when the data was compared between the 5 <sup>th</sup> and 120 <sup>th</sup> minutes of experiment. Comparing the mean length of dorsal shield, we found a significant bigger shield in familiar <i>A. swirskii</i> rather than the unfamiliar ones. |
| <b>Article history:</b><br>Received: 22 October 2025<br>Revised: 11 December 2025<br>Accepted: 16 December 2025<br>Published online: Autumn and Winter 2025  |   |
| <b>Keywords:</b><br><i>Predator</i> ,<br><i>foraging</i> ,<br><i>Phytoseiidae</i> ,<br><i>behaviour</i> .  |   |
| <b>Cite this article:</b> Jalili Zonouzi, P., Zahedi Golpayegani, Z., Saboori, A. R., Sehat Niaki, N. & Moahmmadi, H. (2025). The role of familiarity in intragroup relationships and foraging behavior of the predatory mites <i>Amblyseius swirskii</i> and <i>Neoseiulus californicus</i> (Acari: Phytoseiidae). <i>Iranian Journal of Plant Protection Science</i> , 56 (1), 215-231. DOI: <a href="https://doi.org/10.22059/ijpps.2025.404155.1007095">https://doi.org/10.22059/ijpps.2025.404155.1007095</a> |   |
|   |   |

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijpps.2025.404155.1007095>

### Extended Abstract

#### Introduction

Familiarity is a key factor shaping social interactions and ecological behaviors in many animal taxa, influencing energy allocation, predator avoidance, and foraging efficiency. In arthropods, particularly predatory mites, the role of familiarity in intragroup behavior and foraging success has been relatively underexplored compared with that in vertebrates. Members of the family Phytoseiidae are among the most important biological control agents against phytophagous mites, including *Tetranychus urticae*. Their efficiency is not only determined by prey availability but also by behavioral and social interactions within conspecific groups. Previous research has shown that familiar individuals in certain predatory mite species tend

to aggregate more closely, forage more efficiently, and exhibit stronger anti-predator responses than unfamiliar individuals. However, evidence regarding the effect of familiarity on developmental performance, grouping tendencies, and predation efficiency in *Amblyseius swirskii* and *Neoseiulus californicus* remains scarce. These two species, which differ in feeding behavior, habitat preference, and ecological adaptability, are widely used in integrated pest management (IPM) programs. Accordingly, this study aimed to evaluate the impact of social familiarity on intragroup spacing, developmental traits, and predation performance of these two predatory mite species under controlled laboratory conditions.

### Materials and Methods

Colonies of *A. swirskii* and *N. californicus* were maintained on bean (*Phaseolus vulgaris*) leaves infested with *T. urticae*. Predatory mites were reared in controlled laboratory conditions using detached-leaf arenas following the Overmeer (1985) method, and familiar/unfamiliar groups were generated by allowing synchronous oviposition and early physical contact (familiarity) or by rearing larvae separately (unfamiliarity). Two main experiments were conducted. (1) Intragroup association test: Trios consisting of two protonymphs and one larva were created for each treatment (familiar or unfamiliar), and pairwise interindividual distances were recorded at 5, 35, and 120 minutes after placement in the experimental arenas. Individuals were color-marked for accurate identification. Data were analyzed using one-way ANOVA followed by Tukey's HSD test to determine significant differences among treatments. (2) Foraging and developmental test: Larvae were reared in familiar or unfamiliar groups and monitored throughout development. Distances between individuals and between shed exuviae were measured using digital micrographs analyzed with DinoCapture software. Predation was quantified as the total number of *T. urticae* eggs consumed until adulthood. The dorsal shield length was measured under a light microscope as a proxy for body size. Each treatment included 20 replicates per species and familiarity condition, and data were analyzed using independent-sample t-tests and ANOVA.

### Results and Discussion

The results demonstrated a consistent and significant effect of familiarity on spatial association, developmental spacing, and foraging efficiency in both predatory mite species. In *N. californicus*, protonymphs from familiar groups exhibited significantly shorter interindividual distances, particularly after 120 minutes of observation, indicating a gradual tendency toward aggregation among familiar individuals. This pattern supports earlier findings in *P. persimilis*. In contrast, distances among unfamiliar larvae remained nearly constant, reflecting their limited mobility and lower exploratory activity. Comparisons across developmental stages revealed that familiar protonymphs and deutonymphs consistently maintained shorter distances than unfamiliar ones, suggesting that early-life social exposure promotes lasting cohesion within conspecific groups. Distances between shed exuviae followed similar trends, reinforcing the idea that familiarity influences not only behavioral interactions but also developmental spatial patterns. Predation assays further confirmed the positive role of familiarity: both *A. swirskii* and *N. californicus* consumed significantly more eggs of *T. urticae* when reared in familiar groups compared with unfamiliar ones. These findings align with the "Limited Attention Theory," which suggests that individuals in familiar groups allocate less energy to monitoring conspecifics and more to essential activities such as foraging and reproduction. Interestingly, *A. swirskii* showed a significant increase in dorsal shield length under familiar conditions, while no such difference was observed in *N. californicus*. This may indicate species-specific physiological plasticity, possibly related to setal (hair) length and adaptation to webbed prey environments. Our findings corroborate previous studies showing that familiarity reduces aggressive interactions and enhances cooperative foraging efficiency. Strodl and Schausberger (2012, 2013) reported that familiar *P. persimilis* individuals formed tighter aggregations and exhibited enhanced predatory performance. Similarly, Griffiths *et al.* (2004) observed in salmonids that familiar groups responded faster to external threats and achieved higher feeding efficiency compared to unfamiliar ones. The present study extends these observations to *A. swirskii* and *N. californicus*, providing new evidence that familiarity enhances the biocontrol potential of predatory mites. Importantly, the effect of familiarity differed between species. In *A. swirskii*, larger dorsal shield size may confer a mechanical advantage for penetrating *T. urticae* webs and improving prey access, whereas in *N. californicus*, enhanced aggregation behavior appeared to be the dominant factor improving foraging success. These interspecific differences underscore that familiarity affects multiple behavioral and physiological traits, whose outcomes depend on species-specific ecology and adaptation.

### Conclusion

The present study demonstrates that social familiarity significantly influences grouping behavior, developmental interactions, and predation efficiency in *A. swirskii* and *N. californicus*. Familiar individuals aggregated more closely, consumed more prey, and in the case of *A. swirskii*, developed larger body sizes.

These findings underscore the ecological and applied importance of social familiarity in shaping predator performance and suggest that promoting familiar cohorts during mass-rearing could enhance the efficiency of these predatory mites in biological control programs. Further research should investigate the long-term effects of familiarity on reproductive success, dispersal, and field-level efficacy under variable environmental conditions.

**Keywords:** Predatory mite; Familiarity; Foraging behavior; Phytoseiidae; Behavioral ecology

### **Author Contributions**

“Conceptualization, Azadeh Zahedi Golpayegani and Alireza Saboori ; methodology, Parisa Jalili Zonouzi.; software, Azadeh Zahedi Golpayegani.; validation, Azadeh Zahedi Golpayegani and Alireza Saboori .,formal analysis, Azadeh Zahedi Golpayegani.; investigation, Parisa Jalili Zonouzi, Helen Mohammadi and Navid Sehat Niaki.; resources, Azadeh Zahedi Golpayegani.; data curation, Navid Sehat Niaki and Azadeh Zahedi Golpayegani.; writing—original draft preparation, Azadeh Zahedi Golpayegani and Navid Sehat Niaki.; writing—review and editing, Navid Sehat Niaki.; supervision, Azadeh Zahedi Golpayegani.; project administration, Azadeh Zahedi Golpayegani.; funding acquisition, University of Tehran. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.”

All authors contributed equally to the conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts.

### **Data Availability Statement**

Not applicable.

### **Acknowledgements**

The authors would like to thank University of Tehran for preparing the fund of research and also all participants of the present study.

### **Ethical considerations**

The study was approved by the Ethics Committee of the University of Tehran. The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

### **Conflict of interest**

Acarology, Mite Ecology and Behaviour

## نقش آشنایی در روابط درون‌گروهی و رفتار کاوشگری کنه‌های شکارگر *Amblyseius* *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) و *swirskii*

پریسا جلیلی زنوزی<sup>۱</sup> | آزاده زاهدی گلپایگانی<sup>۲</sup> | علیرضا صبوری<sup>۳</sup> | نوید صحت‌نیایی<sup>۴</sup> | هلن محمدی<sup>۵</sup>

۱. گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: [pjalili@ut.ac.ir](mailto:pjalili@ut.ac.ir)
۲. نویسنده مسئول، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: [zahedig@ut.ac.ir](mailto:zahedig@ut.ac.ir)
۳. گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: [saboori@ut.ac.ir](mailto:saboori@ut.ac.ir)
۴. گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: [navidsehat93@ut.ac.ir](mailto:navidsehat93@ut.ac.ir)
۵. گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: [helenmohamadi@ut.ac.ir](mailto:helenmohamadi@ut.ac.ir)

| چکیده  | اطلاعات مقاله  |
|--|--|
| در این پژوهش، نقش آشنایی اجتماعی در روابط درون‌گروهی، الگوی فاصله‌گذاری، و کارایی رفتاری دو کنه شکارگر <i>Amblyseius swirskii</i> Athias- Henriot و <i>Neoseiulus californicus</i> McGregor بررسی شد. هر دو گونه روی گیاه لوبیا و با استفاده از کنه تارتن دولکه‌ای ( <i>Tetranychus urticae</i> Koch) به‌عنوان طعمه پرورش یافتند. آزمایش‌ها در شرایط کنترل‌شده انجام شدند. در آزمون نخست، اثر آشنایی در مراحل نابالغ <i>N. californicus</i> بر رفتار درون‌گروهی مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از هم‌ساز، هر گروه از سه Trio شامل دو پوره سن اول و یک لارو تشکیل شد که باهم آشنا و با Trio دیگر نا آشنا بودند و به منظور تشخیص رنگ‌آمیزی شدند. تجزیه داده‌ها در آزمون F در نرم‌افزار SPSS25 نشان داد که آشنایی منجر به کاهش معنی‌دار فاصله بین افراد آشنا در مقایسه با افراد ناآشنا می‌شود و این تفاوت در بازه‌های زمانی ۵، ۳۵ و ۱۲۰ دقیقه حفظ شد. همچنین، در پوره‌های سن یک، فاصله بین افراد آشنا در طول زمان به‌طور پیوسته کاهش یافت، در حالی که در لاروها به دلیل تحرک پایین تفاوتی مشاهده نشد. در آزمون دوم، اثر آشنایی بر فاصله جفتی افراد پراکنش پوسته‌های ریخته‌شده، میزان شکارگری و اندازه بدن در دو گونه شکارگر ارزیابی شد. فاصله بین افراد و پوسته‌ها در تمام مراحل رشدی در گروه‌های آشنا به‌طور معنی‌داری کمتر از ناآشناها بود، که بیانگر تمایل بیشتر به تجمع و تشکیل گروه است. همچنین، میزان شکارگری از تخم‌های <i>T. urticae</i> در گروه‌های آشنا در هر دو گونه افزایش معنی‌داری نشان داد. در مقایسه میانگین طول صفحه پستی، تنها در <i>A. swirskii</i> تفاوت معنی‌داری مشاهده شد، به‌طوری‌که میانگین طول صفحه پستی در افراد آشنا بیشتر از افراد ناآشنا بود. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که آشنایی اجتماعی یکی از عوامل کلیدی در بهینه‌سازی تعاملات گروهی، کاهش فاصله فضایی، و افزایش کارایی تغذیه در کنه‌های شکارگر است. این پدیده می‌تواند از طریق کاهش هزینه‌های رفتاری و انرژی مصرفی در تعاملات درون‌گونه‌ای، به بهبود موفقیت بقا، رشد و شکارگری منجر شود. درک بهتر از نقش آشنایی در رفتارهای اجتماعی کنه‌های شکارگر می‌تواند در بهینه‌سازی برنامه‌های پرورش انبوه و استفاده مؤثرتر از آن‌ها در سامانه‌های کنترل زیستی کاربرد داشته باشد. | <p>نوع مقاله:</p> <p>مقاله پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۳۰</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۲۰</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۵</p> <p>تاریخ انتشار: پاییز و زمستان ۱۴۰۴</p> <p>کلیدواژه‌ها:</p> <p>شکارگر، کاوشگری، <i>Phytoseiidae</i>، رفتار.</p> |

**استناد:** جلیلی زنوزی، پریسا؛ زاهدی گلپایگانی، آزاده؛ صبوری، علیرضا؛ صحت‌نیایی، نوید و محمدی، هلن (۱۴۰۴). نقش آشنایی در روابط درون‌گروهی و رفتار کاوشگری کنه‌های شکارگر *Amblyseius swirskii* و *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *نشریه دانش‌کدامپزشکی ایران*، ۵۶ (۱)، ۲۱۵-۲۳۱. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijpps.2025.404155.1007095>



© نویسندگان.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijpps.2025.404155.1007095>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

## مقدمه

در میان دشمنان طبیعی کنه‌های تارتن، کنه‌های خانواده Phytoseiidae از اهمیت بسیار زیادی برخوردارند (Ibrahim & AbdIbrahim 1997) و تا به امروز مطالعات بسیاری برای کاربرد آن‌ها با حمایت از جمعیت‌های بومی فیتوزئیدها، واردسازی، پرورش و رهاسازی آن‌ها در قالب برنامه‌های کنترل تلفیقی انجام شده است (Gotoh *et al.*, 2006). عوامل استرس‌زای محیطی در دوران اولیه زندگی کنه‌های شکارگر ممکن است اثرات زیادی روی دوره رشدی و همین‌طور توانمندی (Fitness) موجود داشته باشند. یکی از عوامل تنش‌زای مهم در دوره جوانی، در گونه‌هایی که به صورت گروهی زندگی می‌کنند، حضور یا عدم حضور و همین‌طور وضعیت آشنایی آن‌ها با افراد هم‌گونه و خویشاوندشان است. در همین راستا بسیاری از جانوران این توانایی را پیدا کرده‌اند که، افراد آشنا و ناآشنا با خودشان را براساس ارتباط‌های پیشین شناسایی کرده و بالطبع بیشتر با افراد آشنا ارتباط برقرار کنند (Zhang and Zhang, 2023., Schausberger & Nguyen, 2024). با توجه به اینکه موجودات در روابطشان نیاز کمتری به پایش افراد آشنا دارند، برقراری ارتباط با این افراد موجب کاهش مصرف انرژی و در نتیجه افزایش کارایی دیگر امور زندگی‌شان می‌شود. آشنایی عبارت است از تغییرات رفتاری و واکنش جانور به هم‌گونه‌ای که بر اساس درجه خویشاوندی آن دو رخ می‌دهد (Barnard, 1991). آشنایی پدیده قابل انتظار و ضروری در حشرات اجتماعی است، این در حالی است که چنین پدیده‌ای در حشرات غیراجتماعی هم مشاهده و دلایل زیادی نیز بر ضرورت آن شمرده است، که از آن جمله می‌توان به راهبرد تخریب میزبان با توجه به حضور یا فقدان هم‌گونه‌ای‌ها، پرهیز از هم‌خواری، پرهیز از سوپرپارازیتسم و بروز رفتار تجمع به منظور کاهش خطر شکار شدن اشاره کرد (Fellowes, 1998; Schausberger *et al.*, 2017). افراد آشنا به‌طور معمول با هم تشکیل گروه می‌دهند و رفتار کاوشگری بهتر و کارآمدتری نشان می‌دهند (Strodl & Schausberger, 2012) به همین منظور در این پژوهش تاثیر آشنایی روی رفتارهای درون گروهی، الگوهای کاوشگری، میزان شکارگری و برخی شاخص‌های رشدی دو گونه شکارگر *Amblyseius swirskii* و *Neoseiulus californicus* بررسی می‌شود. فرض بر این است که رابطه آشنایی بر برخی فراسنجه‌های دوره زندگی کنه‌های شکارگر مانند میزان شکارگری، تخمگذاری و استقرار به نحو مثبتی تاثیرگذار است.

## پیشینه پژوهشی

جانوران به منظور افزایش میزان زنده‌مانی در شرایط پرخطر حضور شکارگر، از سازوکارهای ضدشکارگری مانند مخفی شدن، واکنش‌های دفاعی و یا تشکیل گروه با هدف بیشتر کردن تاثیر احتیاط جمعی بهره می‌برند (Lima & Dill, 1990). تاثیر زندگی گروهی در کاهش خطر شکارشدن فرد، به محدودیت توانایی فردی شکار در به‌دست آوردن اطلاعات محیطی و پردازش این اطلاعات به منظور اخذ بهترین تصمیم بازمی‌گردد (Krause & Ruxton, 2002). هرچه تعداد افراد شرکت کننده در گروه شکار بیشتر باشد، تخمین تعداد و موقعیت شکارگر راحت‌تر و دقیق‌تر بوده و زمان و انرژی کمتری برای بروز رفتار مناسب ضد شکارگری صرف می‌شود (Earley & Dugatkin, 2010). این مفهوم در چالش‌های دیگر دوره زندگی جانوران مانند تشخیص افراد هم‌گونه از غیرهم‌گونه هم بسیار مهم بوده و تاثیرات اساسی و بلندمدتی بر شکل زندگی گونه‌ها می‌گذارد (Schausberger *et al.*, 2017). نحوه قرارگیری افراد یک‌گونه در گروه، امری تصادفی تلقی نمی‌شود و به عواملی مانند دوره زندگی، سن فرد، درجه خویشاوندی، جنسیت و آشنایی وابسته است (Krause & Ruxton, 2002). منظور از آشنایی، برخورد قبلی با افراد است (Mateo, 2004) و اگر فرد در روند رشد و نمو خود، این قابلیت را داشته باشد که افراد آشنا را برای تعامل و تشکیل گروه انتخاب کند، با مزایای زیادی در فرایندهایی مانند کاوشگری و به‌طور کلی احتمال زیاده‌تر بقا روبه‌رو خواهد بود (Griggiths *et al.*, 2004).

اگر گروه از افراد آشنا تشکیل شده باشد، انرژی کمتری برای حفاظت و توجه به آنها صرف می‌شود. این حالت در بسیاری از گونه‌های ماهی قزل‌آلا مشاهده شده است (Griggiths *et al.*, 2004)، به این صورت که گروه‌های متشکل از افراد آشنا

سریعتر نسبت به محرک خارجی واکنش نشان می‌دهند و میزان شکارگری بیشتری نسبت به ماهی‌هایی دارند که از افراد ناآشنا تشکیل شده‌اند. همچنین در بررسی رفتار تریپس *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) در برابر کنه شکارگر *Iphiseius degenerans* Berlese (Acari: Phytoseiidae) دریافتند که لاروهای آشنا نسبت به سایر لاروها از قدرت تدافعی و احتمال زنده‌مانی بیشتری برخوردارند (de Bruijn et al., 2014). آشنایی در افراد کنه شکارگر *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)، اثر قابل توجهی بر روابط درون گروهی دارد طوری که لاروهای افراد آشنا یکدیگر را پیدا کرده و در فاصله نزدیک تری نسبت به هم قرار می‌گیرند و متعاقباً رفتارهای کاوشگری خود را با بازدهی بیشتری بروز می‌دهند (Strodl & Schausberger, 2012). در لاروهای آشنای *P. persimilis*، میانگین زمان پاسخ ضد شکارگری در برای شکارگرهای غیرهمگونه کاهش چشمگیری نشان داد. علت این امر به متمرکز شدن زمان و انرژی روی ارزیابی شکارگر بازمی‌گردد این در حالی است که در لاروهای غیرآشنا، بیشتر تمرکز بر بررسی وضعیت لاروهای کناری (همسایه) ناآشنا صرف می‌شود (Strodl & Schausberger, 2012). در این پژوهش به نقش آشنایی در روابط درون گروهی دو کنه شکارگر *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot و *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae) پرداخته شده است. این دو گونه از عوامل مهم و مطرح در زمینه کنترل بیولوژیک کنه‌ها و حشرات کوچک بشمار می‌روند که در خانواده Phytoseiidae به دو تیپ مختلف تغذیه‌ای تعلق دارند. *A. swirskii* شکارگر عمومی تیپ سوم بوده، و بیشتر برای کنترل تریپس و سفیدبالک در گلخانه‌ها استفاده می‌شود. افزودن گرده به رژیم غذایی این گونه، کارایی آن در کنترل آفات را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. *N. californicus* شکارگر غیراختصاصی تیپ دوم از خانواده مشابه است که سازگاری زیادی با شبکه متراکم تارهای کنه تارتن دولکه ای داشته و با قابلیت قیچی کردن تارها به کمک کلیسر، کارایی خوبی در کنترل این آفت از خود نشان داده است (McMurtry et al., 2013).

## روش شناسی پژوهش

### پرورش گیاه میزبان

از گیاه لوبیایی قرمز رقم الموتی برای پرورش کلنی کنه تارتن دو لکه‌ای *T. urticae* استفاده شد. بذرها به مدت ۲۴ ساعت خیس‌انده و پس از جوانه زنی در لیوان‌های یکبارمصرف با زهکشی مناسب کاشته شدند. گیاهان در دوره‌های یک روز در میان با محلول کود کامل (نیتروژن، فسفر و پتاسیم به نسبت ۲۰ در ۲۰ در ۲۰) آبیاری شدند. به منظور پرورش کنه تارتن دولکه ای و شکارگر آن، کلنی کنه تارتن روی گیاهان گلدانی لوبیا در شرایط نور کامل و دمای  $26 \pm 2$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۱۰±۶۵ درصد پرورش داده شد. گیاهان سالم به‌طور مرتب در کنار گلدان‌های آلوده به کنه تارتن قرار می‌گرفت تا کلنی حفظ شود. کنه شکارگر *A. swirskii* و *N. californicus* از آزمایشگاه رفتارشناسی کنه‌ها در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران تهیه گردید و از روش Overmeer (1985) برای افزایش جمعیت آن استفاده شد. ظرف‌های پرورش در ژرمیناتور با دمای  $26 \pm 1$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $60 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند.

### پرورش کنه‌های شکارگر *Amblyseius swirskii* و *Neoseiulus californicus*

برای پرورش کنه‌های شکارگر، از واحد پرورش برگ مجزا (جزیره) استفاده شد. این کنه‌ها در ژرمیناتور با دمای  $25 \pm 2$  درجه‌ی سلسیوس و رطوبت  $65 \pm 5$  درصد با استفاده از برگ‌های لوبیایی آلوده به کنه تارتن پرورش داده شدند. در این روش یک واحد پرورشی مجزا  $10 \times 10 \times 5$  سانتی‌متری روی یک صفحه پلاستیک  $4 \times 5 \times 5$  سانتی‌متری روی یک ابر شناور درون آب قرار گرفت و چهار طرف صفحه پلاستیکی با دستمال کاغذی احاطه شد. برگ گیاهان آلوده بر روی صفحه پلاستیکی منتقل، سپس کنه شکارگر به این برگ‌ها اضافه شد. در فواصل زمانی ۳-۴ روزه برگ‌های آلوده جدید به این ظروف اضافه و برگ‌های خشک‌شده از پیچ خارج شدند. کنه‌های شکارگر با وارد شدن برگ آلوده جدید به پیچ تغذیه‌ای به سمت آن حرکت

می‌کردند، در نتیجه برگ‌های قدیمی عاری از شکارگر و حذف می‌شدند. گیاهان سالم در بازه‌های زمانی ۲ تا سه روزه به کلنی آلوده منتقل و گیاهان خشکیده از کلنی خارج می‌شدند. به منظور هم‌سن‌سازی کنه‌های شکارگر حدود ۳۰ عدد کنه ماده بارور جدا کرده و روی جزیره‌هایی مشابه بالا قرار گرفت. ظروف پرورش و هم‌سن‌سازی درون ژرمیناتور در دمای  $25 \pm 2$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $60 \pm 10$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. لازم به ذکر است برای ایجاد آشنایی، برقراری یک تماس کوتاه‌مدت کافی است لذا افراد آشنای آزمون از یک جزیره و افراد نا آشنا از جزیره‌های جداگانه انتخاب می‌شدند.

### آزمون اول: بررسی اثر آشنایی بر رفتار درون گروهی (فاصله افراد) در مراحل نابالغ در کنه‌های شکارگر

برای بررسی اثر آشنایی بر فاصله‌گذاری فضایی بین مراحل نابالغ، واحدهای آزمایشی شامل گروه‌های سه‌تایی (دو پوره سن یکم و یک لارو) تشکیل شدند. هر گروه شامل دو Trio بود، به طوری که افراد درون هر Trio با یکدیگر آشنا (انتخاب شده از یک جزیره) و با افراد Trio دیگر نا آشنا (متعلق به جزیره‌های متفاوت) بودند. برای ایجاد شرایط آشنایی، ۵۰ تا ۸۰ ماده بارور اجازه یافتند طی ۴ تا ۵ ساعت روی برگ لوبیا تخم‌گذاری کنند و به این ترتیب جزایر تخم‌گذاری ایجاد شد. بخشی از تخم‌ها که قرار بود دیرتر به لارو تبدیل شوند در شرایط  $8 \pm 0$  درجه سلسیوس و رطوبت  $60 \pm 5$  درصد نگهداری شدند، در حالی که تخم‌هایی که بایستی در موعد مقرر به پوره سن یکم تبدیل شوند در دمای  $25 \pm 2$  درجه سلسیوس و رطوبت  $65 \pm 5$  درصد قرار گرفتند. پس از ۱۲ ساعت، شش تخم (چهار پوره سن یکم و دو لارو) به جزیره آشنایی منتقل شدند. هر جزیره با ابعاد تقریبی  $1 \times 1$  سانتی‌متر و وجود تعداد زیادی تخم *T. urticae* شرایط لازم برای تماس مستقیم بین افراد آشنا را فراهم می‌کرد. پس از گذشت ۴ تا ۶ ساعت، افراد آشنا و نا آشنا با رنگ‌های محلول در آب روی سپر پشتی بدن علامت‌گذاری شدند. رنگ‌ها به گونه‌ای انتخاب شدند که جفت‌های موردنظر در مقایسه‌ها قابل تشخیص باشند؛ برای نمونه، پوره‌های سن یکم آشنا با رنگ‌های آبی و بنفش، پوره‌های سن یکم نا آشنا با صورتی و آبی، پوره-لارو آشنا با آبی و سیاه، پوره-لارو نا آشنا با قرمز و قهوه‌ای، و لارو-لارو نا آشنا با سیاه و قهوه‌ای مشخص شدند. سپس دو Trio (یکی آشنا و دیگری نا آشنا) روی جزیره آزمایشی به ابعاد تقریبی  $1 \times 1$  سانتی‌متر قرار گرفتند. موقعیت هر فرد، وضعیت آشنایی نزدیک‌ترین همسایه و احتمال اینکه اولین تا پنجمین همسایه فرد موردنظر آشنا باشند، در زمان‌های ۵، ۳۵ و ۱۲۰ دقیقه با استفاده از استریومیکروسکوپ ثبت شد. در نهایت، فاصله جفتی بین لارو-لارو، پوره-لارو و پوره-پوره محاسبه گردید. این آزمایش در ۱۴ تکرار و در شرایط کنترل شده دما ( $25 \pm 2$  درجه سلسیوس)، رطوبت نسبی ( $65 \pm 5$  درصد) و دوره نوری (۱۶:۸ ساعت تاریکی:روشنایی) انجام شد.

### آزمون دوم: بررسی اثر آشنایی بر کاوشگری، وضعیت رشدی و شکارگری در دو گونه کنه شکارگر

این آزمون به منظور بررسی نقش آشنایی در فاصله‌گذاری، پراکنش پوسته‌های ریخته‌شده، میزان شکارگری و اندازه بدن در دو گونه *N. californicus* و *A. swirskii* طراحی شد. برای این منظور، ۷۰ تا ۹۰ کنه ماده بارور به پیچ‌های تخم‌گذاری منتقل شدند و در یک بازه زمانی چهار ساعته اجازه تخم‌گذاری یافتند. تخم‌ها پس از جمع‌آوری به جزیره‌های آشنایی منتقل شدند. لاروهای آشنا همگی از یک جزیره آشنایی بودند، در حالی که لاروهای نا آشنا از جزیره‌های متفاوت انتخاب شدند. پس از تفریح، لاروها به مدت ۷ تا ۹ ساعت دوره آشنایی را طی کردند. هر واحد آزمایشی شامل یک قطعه برگ لوبیا ( $2/5 \times 2/5$  سانتی‌متر) روی دستمال مرطوب بود که ۲۰ تخم کنه تارتن دولکه‌ای *T. urticae* به عنوان منبع غذایی روی آن قرار داده شد. برای هر تیمار ۲۰ تکرار و برای هر جنس و وضعیت آشنایی در نظر گرفته شد. در طول رشد تا مرحله بلوغ، فاصله بین پوره‌های سن یکم، پوره‌های سن دوم و کنه‌های کامل اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها تا زمانی ادامه یافت که تمام پوره‌های سن یکم به پوره‌های سن دوم و تمام پوره‌های سن دوم به کنه کامل تبدیل شدند. تصاویر دیجیتالی تهیه‌شده با استفاده از نرم‌افزار Dino capture برای محاسبه فاصله‌ها به کار رفت. علاوه بر این، پوسته‌های ریخته‌شده در هر مرحله با نقاط رنگی آبرنگی علامت‌گذاری و عکسبرداری شدند و فاصله بین آن‌ها به عنوان شاخصی از پراکنش رشدی محاسبه گردید. به منظور

بررسی میزان شکارگری، تعداد تخم‌های مصرف‌شده *T. urticae* توسط شکارگر در هر مرحله رشدی ثبت شد. این شمارش پس از هر بار دگرذیسی تا رسیدن به بلوغ کامل ادامه یافت. پس از بلوغ، کنه‌ها برای شفاف‌سازی به مدت چند روز در محلول نسبت قرار داده شدند و سپس روی لام میکروسکوپی نصب گردیدند. با در نظر گرفتن این مساله که روابط و برهم‌کنش کنه‌ها با ویژگی‌های شکل‌شناختی آنها در ارتباط است، طول صفحه پشتی به‌عنوان شاخصی از اندازه کل بدن با میکروسکوپ نوری اندازه‌گیری شد. تمام آزمایش‌ها در شرایط کنترل‌شده ( $25 \pm 2$  درجه سلسیوس،  $65 \pm 5$  درصد رطوبت نسبی و دوره نوری ۱۶:۸) انجام شدند.

### تحلیل آماری

برای بررسی اثر آشنایی بر رفتارهای درون‌گروهی مراحل نابالغ در آزمون اول، داده‌های فاصله‌جفتی بین افراد در زمان‌های مختلف با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه تحلیل شدند. در مواردی که تفاوت معنی‌دار مشاهده شد، مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای توکی (Tukey's HSD) انجام گرفت. در آزمون دوم، برای مقایسه میانگین فاصله بین افراد (پوره سن یکم، پوره سن دوم و کنه کامل)، فاصله پوسته‌های ریخته‌شده، تعداد تخم‌های شکارشده، و طول صفحه پشتی بین گروه‌های آشنا و ناآشنا از آزمون *t* مستقل استفاده شد. سطح معنی‌داری در تمام آزمون‌ها ۱ درصد در نظر گرفته شد و تمامی تحلیل‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد.

### یافته‌های پژوهش

#### آزمون اول: بررسی اثر آشنایی بر رفتار درون‌گروهی (فاصله افراد) در مراحل نابالغ در کنه شکارگر *N. californicus*

نتایج حاصل از بررسی اثر آشنایی بر فاصله‌جفتی بین پوره‌های سن یکم و لارو (آشنا و ناآشنا) در کنه شکارگر *N. californicus* در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. این یافته‌ها نشان دادند که هم وضعیت آشنایی و هم زمان مشاهده، به‌طور معنی‌داری بر فاصله بین افراد تأثیرگذار بودند.

جدول ۱. مقادیر *P* حاصل از مقایسه چندگانه فاصله‌جفتی (میلی‌متر) بین تیمارها در آزمون اثر آشنایی بر تغییرات فاصله پوره‌های سن یکم و لارو (آشنا و ناآشنا) در کنه شکارگر *N. californicus*

| P      | df | F     | میانگین فاصله $\pm$ خطای استاندارد |                 |                 |                  |                 | دقیقه |
|--------|----|-------|------------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-------|
|        |    |       | پوره-لارو ناآشنا                   | پوره-لارو آشنا  | پوره-لارو آشنا  | پوره-پوره ناآشنا | پوره-پوره آشنا  |       |
| P<0.01 | ۴  | ۱۶/۶۸ | ۴/۲۶ $\pm$ ۰/۶۷                    | ۳/۶۹ $\pm$ ۰/۴۵ | ۳/۵۴ $\pm$ ۰/۷۱ | ۹/۸۰ $\pm$ ۰/۶۱  | ۷/۱۷ $\pm$ ۰/۵۱ | ۵     |
| P<0.05 | ۴  | ۲/۶   | ۴/۶ $\pm$ ۰/۴۵                     | ۵/۴۵ $\pm$ ۰/۳۶ | ۴/۶۲ $\pm$ ۰/۶۴ | ۶/۶۱ $\pm$ ۰/۴۹  | ۵/۷۶ $\pm$ ۰/۴۸ | ۳۵    |
| P<0.01 | ۴  | ۱۰/۳  | ۵/۱۶ $\pm$ ۰/۵۸                    | ۷/۹۳ $\pm$ ۰/۳۹ | ۵/۹۵ $\pm$ ۰/۵۲ | ۵/۷۸ $\pm$ ۰/۵۵  | ۳/۲۵ $\pm$ ۰/۵۵ | ۱۲۰   |

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، در دقیقه ۵ بین پنج تیمار اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ مشاهده شد. میانگین فاصله (میلی‌متر) پوره‌های آشنا برابر با  $7/17 \pm 0/51$  بود که کمتر از پوره‌های ناآشنا با میانگین  $9/80 \pm 0/61$  بود، اگرچه این تفاوت در آزمون توکی معنی‌دار نشد (جدول ۲). فاصله پوره-لارو آشنا برابر  $3/54 \pm 0/71$  و فاصله پوره-لارو ناآشنا برابر  $3/0 \pm 69/45$  بود و هر دو نسبت به تیمارهای پوره-پوره به‌طور معنی‌داری کمتر بودند اما با تیمار لارو-لارو ناآشنا تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). در دقیقه ۳۵ نیز میانگین فاصله پوره‌های آشنا برابر با  $5/76 \pm 0/48$  بود

که بیشتر از پوره های نا آشنا ( $6/61 \pm 0/49$ ) بود. فاصله پوره-لارو آشنا کمتر از پوره-لارو نا آشنا بود. فاصله لارو-لارو نیز برابر با  $4/6 \pm 0/45$  بود که تنها با تیمار پوره های آشنا تفاوت معنی دار داشت و در این زمان بین هیچ دو تیمار دیگری اختلاف معنی دار مشاهده نشد. در دقیقه ۱۲۰ نیز اختلاف بین تیمارها با سطح ۱٪ معنی دار شد. میانگین فاصله پوره های آشنا به  $3/25 \pm 0/55$  کاهش یافت که کمترین مقدار در میان تیمارها بود و با پوره های نا آشنا که با فاصله بیشتر ( $5/78 \pm 0/55$ ) تفاوت معنی دار داشتند. فاصله پوره-لارو آشنا برابر  $5/95 \pm 0/52$  بود که با فاصله پوره-لارو نا آشنا ( $7/93 \pm 0/39$ ) اختلاف معنی داری نداشت. تیمار لارو-لارو نا آشنا نیز فاصله ای معادل  $5/16 \pm 0/58$  نشان داد که تنها با گروه پوره-لارو نا آشنا تفاوت معنی دار داشت. نتایج این بخش نشان داد که علی رغم معنی دار بودن یا نبودن، همواره فاصله افراد در گروه های آشنا کمتر از گروه نا آشنا بود و به نظر می رسد پوره های نا آشنا برای بهینه سازی فعالیت کاوشگری خود (حفظ فاصله با افراد آشنا) نیاز به زمان دارند. مقایسه فاصله های پوره سن یکم-لارو در دو حالت آشنا و نا آشنا در هیچ یک از تیمارهای ۵، ۳۵ و ۱۲۰ دقیقه، معنی دار نشد. دلیل این امر را می توان به کمتر بودن میزان تحرک لارو نسبت به پوره نسبت داد به ویژه اینکه در دقیقه ۱۲۰ام یعنی زمانی که لارو مسن تر شده و به مرحله پورگی نزدیکتر می شود، تفاوت این فاصله افزایش یافته است.

جدول ۲. مقادیر P حاصل از مقایسه چندگانه فاصله جفتی (میلی متر) بین تیمارها در آزمون اثر آشنایی بر تغییرات فاصله پوره های سن یکم و لارو (آشنا و نا آشنا) در کنه شکارگر *N. californicus*

| دقیقه | تیمار             | پوره-پوره آشنا | پوره-پوره نا آشنا | پوره-لارو آشنا | پوره-لارو نا آشنا | لارو-لارو نا آشنا |
|-------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------------|
|       | پوره-پوره آشنا    | -              | P>0.05            | P<0.01         | P<0.01            | P<0.01            |
|       | پوره-پوره نا آشنا | P>0.05         | -                 | P<0.01         | P<0.01            | p<0.01            |
| ۵     | پوره-لارو آشنا    | P<0.01         | P<0.01            | -              | P>0.05            | P>0.05            |
|       | پوره-لارو نا آشنا | P<0.01         | P<0.01            | P>0.05         | -                 | P>0.05            |
|       | لارو-لارو نا آشنا | P<0.01         | P<0.01            | P>0.05         | P>0.05            | -                 |
|       | پوره-پوره آشنا    | -              | P>0.05/           | P>0.05         | P>0.05            | P>0.05            |
|       | پوره-پوره نا آشنا | P>0.05         | -                 | P>0.05         | P>0.05            | P<0.05            |
| ۳۵    | پوره-لارو آشنا    | P>0.05         | P>0.05            | -              | P>0.05            | P>0.05/           |
|       | پوره-لارو نا آشنا | P>0.05         | P>0.05            | P>0.05         | -                 | P>0.05            |
|       | لارو-لارو نا آشنا | P>0.05         | P>0.05            | P>0.05         | P>0.05            | -                 |
|       | پوره-پوره آشنا    | -              | P<0.05*           | P<0.01         | P<0.01            | P>0.05            |
|       | پوره-پوره نا آشنا | P<0.05         | -                 | P>0.05         | P>0.05            | P>0.05            |
| ۱۲۰   | پوره-لارو آشنا    | P<0.01         | P>0.05            | -              | P>0.05            | P>0.05            |
|       | پوره-لارو نا آشنا | P<0.01         | P<0.05            | P>0.05         | -                 | P<0.01            |
|       | لارو-لارو نا آشنا | P>0.05         | P>0.05            | P>0.05         | P>0.05            | -                 |

### آزمون دوم: بررسی اثر آشنایی بر کاوشگری، وضعیت رشدی و شکارگری دو گونه کنه شکارگر

#### ۱- مقایسه فاصله بین افراد (پوره سن یکم، پوره سن دوم و کنه کامل) در دو حالت آشنا و نا آشنا

نتایج این بخش نشان داد که وضعیت آشنایی اثر معنی داری بر فاصله جفتی افراد در هر دو گونه شکارگر دارد (جدول ۳). نتایج آزمون t مستقل نشان داد که در کنه شکارگر *N. californicus* فاصله (میلی متر) بین پوره های سن یکم (در اولین رکوردی که هر سه فرد تبدیل به پوره سن یک شده بودند) در حالت آشنا ( $24/07 \pm 1/8$ ) به طور معنی داری از همین فاصله بین افراد نا آشنا ( $41/9 \pm 2/1$ ) کمتر بود. در مقایسه فاصله بین افراد پوره سن دوم نیز مشخص شد که میانگین فاصله افراد آشنا

( $20/94 \pm 1/4$ ) به طور معنی داری کمتر از همین فاصله در افراد ناآشنا ( $34/7 \pm 1/8$ ) بود. در مورد کنه‌های کامل نیز نتایج نشان داد که افراد آشنا در مقایسه با افراد ناآشنا بطور معنی داری در فاصله نزدیکتری در کنار هم فعالیت می‌کردند ( $23/81 \pm 2/06$ ) در مقابل ( $39/03 \pm 1/7$ ). در *A. swirskii* نیز نتایج مشابهی به دست آمد. فاصله بین پوره‌های سن یکم در حالت آشنا ( $24/08 \pm 1/12$ ) به طور معنی داری از همین فاصله بین افراد ناآشنا ( $41/31 \pm 3/09$ ) کمتر بود. در پوره سن دوم نیز میانگین فاصله افراد آشنا ( $22/77 \pm 0/09$ ) به طور معنی داری کمتر از همین فاصله در افراد ناآشنا ( $41/92 \pm 2/06$ ) بود. در مورد کنه‌های کامل نیز افراد آشنا بطور معنی داری در فاصله نزدیکتری ( $22/04 \pm 0/85$ ) در مقایسه با افراد ناآشنا ( $40/12 \pm 3/05$ ) در کنار هم فعالیت می‌کردند.

جدول ۳. مقایسه فاصله (میلی‌متر) بین افراد (پوره سن یکم، پوره سن دوم و کنه کامل) در دو حالت آشنا و ناآشنا در کنه‌های شکارگر *N. californicus* و *A. swirskii*

| <i>A. swirskii</i> |                |         | <i>N. californicus</i> |                |         | تکرار | تیمار  |
|--------------------|----------------|---------|------------------------|----------------|---------|-------|--------|
| P                  | خطای استاندارد | میانگین | P                      | خطای استاندارد | میانگین |       |        |
| P<0.01             | ۱/۱۲           | ۲۴/۰۸   | P<0.01                 | ۱/۸            | ۲۴/۰۷   | ۲۰    | آشنا   |
|                    | ۳/۰۹           | ۳۱/۴۱   |                        | ۲/۱            | ۴۱/۹    | ۲۰    | ناآشنا |
| P<0.01             | ۰/۰۹           | ۲۲/۷۷   | P<0.01                 | ۱/۴            | ۲۰/۹۴   | ۲۰    | پوره   |
|                    | ۲/۰۶           | ۴۱/۹۲   |                        | ۱/۸            | ۳۴/۷    | ۲۰    | ناآشنا |
| P<0.01             | ۰/۸۵           | ۲۲/۰۴   | P<0.01                 | ۲/۰۶           | ۲۳/۸    | ۲۰    | کنه    |
|                    | ۳/۰۵           | ۴۰/۱۲   |                        | ۱/۷            | ۳۹/۰۳   | ۲۰    | کامل   |

## ۲- مقایسه فاصله بین پوسته‌های پوره ها و کنه کامل دو حالت آشنایی و ناآشنایی

نتایج این بخش نشان داد که وضعیت آشنایی اثر معنی داری بر پراکنش پوسته‌ها داشت (جدول ۴). نتایج آزمون t مستقل نشان داد که فاصله (میلی‌متر) بین پوسته پوره‌های سن یکم در کنه شکارگر *N. californicus* (در نخستین رکوردی که هر سه فرد تبدیل به پوره سن یک شده بودند) در حالت آشنا ( $18/6 \pm 1/6$ ) به طور معنی داری از همین فاصله بین افراد ناآشنا ( $35/04 \pm 2/3$ ) کمتر بود. در مقایسه فاصله بین پوسته پوره‌های سن دوم مشخص شد که میانگین فاصله افراد آشنا ( $24/7 \pm 1/09$ ) به طور معنی داری کمتر از همین فاصله در افراد ناآشنا ( $36/7 \pm 2/2$ ) بود. در مورد کنه‌های کامل نیز نتایج نشان داد که افراد آشنا بطور معنی داری در فاصله نزدیکتری در مقایسه با افراد ناآشنا در کنار هم فعالیت می‌کردند ( $22/5 \pm 1/2$ ) در مقابل ( $34/8 \pm 2/01$ ). در *A. swirskii* نیز نتایج مشابهی به دست آمد. فاصله بین پوسته پوره‌های سن یکم در حالت آشنا ( $30/27 \pm 1/8$ ) به طور معنی داری از همین فاصله بین افراد ناآشنا ( $39/97 \pm 3/1$ ) کمتر بود. در مقایسه فاصله بین پوسته پوره‌های سن دوم مشخص شد که میانگین فاصله افراد آشنا ( $31/94 \pm 2/02$ ) به طور معنی داری کمتر از همین فاصله در افراد ناآشنا ( $40/2 \pm 41/36$ ) بود. در کنه‌های کامل نیز افراد آشنا به طور معنی داری در فاصله نزدیکتری ( $29/72 \pm 2/1$ ) در مقایسه با افراد ناآشنا ( $50/16 \pm 2/1$ ) در کنار هم فعالیت می‌کردند.

جدول ۴. مقایسه فاصله (بر حسب میلی‌متر) بین پوسته‌های پوره سن یکم، پوره سن دوم و کنه کامل در دو حالت آشنا و ناآشنا در کنه‌های شکارگر *N.*

*A. swirskii* و *californicus*

| <i>A. swirskii</i> |                |         | <i>N. californicus</i> |                |         | تکرار | تیمار |
|--------------------|----------------|---------|------------------------|----------------|---------|-------|-------|
| <i>P</i>           | خطای استاندارد | میانگین | <i>P</i>               | خطای استاندارد | میانگین |       |       |
| P<0.01             | ۱/۸            | ۳۰/۲۷   | P<0.01                 | ۱/۶            | ۱۸/۶    | ۲۰    | آشنا  |
|                    | ۳/۱            | ۳۹/۹۷   |                        | ۲/۳            | ۳۵/۰۴   |       | ۲۰    |
| P<0.01             | ۲/۰۲           | ۳۱/۹۴   | P<0.01                 | ۱/۰۹           | ۲۴/۷    | ۲۰    | آشنا  |
|                    | ۲/۳۶           | ۴۰/۴۱   |                        | ۲/۲            | ۳۶/۷    |       | ۲۰    |
| P<0.01             | ۲/۱            | ۲۹/۷۲   | P<0.01                 | ۱/۲            | ۲۲/۵    | ۲۰    | آشنا  |
|                    | ۲/۱            | ۵۰/۱۶   |                        | ۲/۰۱           | ۳۴/۸    |       | ۲۰    |

### ۳. مقایسه میزان شکارگری تخم کنه تارتن دولکه‌ای در دو حالت آشنایی و ناآشنایی

نتایج آزمون این بخش نشان داد که وضعیت آشنایی اثر معنی‌داری بر میزان شکارگری تخم کنه تارتن دولکه‌ای داشت (جدول ۵) نتایج حاصل از آزمون *t* مستقل نشان داد که میزان شکارگری روی تخم کنه تارتن در پیچ‌های آزمایشی که شکارگرهای *N. californicus* از مرحله لاروی تا کنه کامل با یکدیگر آشنا بوده اند ( $40/89 \pm 1/6$  تخم) به طور معنی‌داری بیشتر از این میزان در پیچ‌هایی بود که شکارگرهای آن دوره آشنایی را نگذارنده بودند ( $25/9 \pm 1$  تخم). در *A. swirskii* نیز میزان شکارگری روی تخم کنه تارتن در پیچ‌های آزمایشی که شکارگرها از مرحله لاروی تا کنه کامل با یکدیگر آشنا بوده اند ( $38/1 \pm 0.5/2$ ) به‌طور معنی‌داری بیشتر از این میزان در پیچ‌هایی بود که شکارگرهای آن دوره آشنایی را نگذارنده بودند ( $27/0 \pm 7/77$ ).

جدول ۵. مقایسه میزان شکارگری تخم کنه تارتن دولکه‌ای در دو حالت آشنایی و ناآشنایی در کنه‌های شکارگر *A. swirskii* و *N. californicus*

| <i>A. swirskii</i> |                |         | <i>N. californicus</i> |                |         | تکرار | تیمار |
|--------------------|----------------|---------|------------------------|----------------|---------|-------|-------|
| <i>P</i>           | خطای استاندارد | میانگین | <i>P</i>               | خطای استاندارد | میانگین |       |       |
| P<0.01             | ۱/۲            | ۳۸/۰۵   | P<0.01                 | ۱/۶            | ۴۰/۸۹   | ۲۰    | آشنا  |
|                    | ۰/۷۷           | ۲۷/۷    |                        | ۱/۴            | ۲۵/۹    |       | ۲۰    |

### ۴. مقایسه میانگین طول صفحه پستی در افراد آشنا و ناآشنا

نتایج آزمون *t* که در جدول ۶ ارائه شده است نشان داد که در کنه *N. californicus*، میانگین طول صفحه پستی افراد آشنا ( $108/4 \pm 35/4$  میکرون) نسبت به افراد ناآشنا ( $104/66 \pm 3/7$  میکرون) تفاوت اندکی داشت و اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در این گونه آشنایی تأثیری بر اندازه بدن نداشت. در مقابل، در *A. swirskii* اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار مشاهده شد. میانگین طول صفحه پستی افراد آشنا ( $101/37 \pm 4/3$  میکرون) به‌طور معنی‌داری در سطح ۱ درصد بیشتر از میانگین افراد ناآشنا ( $86/76 \pm 2/1$  میکرون) بود. این نتیجه نشان می‌دهد که آشنایی در *A. swirskii* می‌تواند با افزایش اندازه بدن همراه باشد و احتمالاً تأثیر مثبتی بر رشد و کارایی این گونه داشته باشد.

جدول ۶. مقایسه میانگین طول صفحه پشتی (میکرون) در افراد آشنا و ناآشنا در کنه های شکارگر *A. swirskii* و *N. californicus*

| P      | <i>A. swirskii</i> |         | P      | <i>N. californicus</i> |         | تکرار | تیمار |
|--------|--------------------|---------|--------|------------------------|---------|-------|-------|
|        | خطای استاندارد     | میانگین |        | خطای استاندارد         | میانگین |       |       |
| P<0.01 | ۴/۳                | ۱۰۱/۳۷  | P>0.05 | ۴/۴                    | ۱۰۸/۳۵  | ۲۰    | آشنا  |
|        | ۲/۱                | ۸۶/۷۶   |        | ۳/۷                    | ۱۰۴/۶۶  |       | ۲۰    |

## بحث

آشنایی میان افراد یک جمعیت می‌تواند نقشی اساسی در شکل‌دهی به تعاملات اجتماعی و کارایی رفتاری آن‌ها داشته باشد. در کنه‌های شکارگر که به‌عنوان عوامل مهم کنترل زیستی در کشاورزی به کار می‌روند، شناخت چنین روابطی اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا می‌تواند بر موفقیت آن‌ها در شکار و کارایی زیستی تأثیرگذار باشد (Strodl & Schausberger, 2012). یافته‌های این پژوهش نشان داد که آشنایی نه تنها بر الگوی فاصله‌گذاری و هم‌گروهی در مراحل مختلف رشدی اثر می‌گذارد، بلکه می‌تواند بر جنبه‌هایی از رشد و کارایی شکارگری نیز تأثیر مثبت داشته باشد. این نتایج بیانگر آن است که توجه به مفهوم آشنایی در پرورش و رهاسازی کنه‌های شکارگر می‌تواند در بهبود عملکرد آن‌ها در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات نقش کلیدی ایفا کند.

نتایج آزمون اول نشان داد که آشنایی در مراحل نابالغ *N. californicus* به‌طور کلی موجب کاهش فاصله بین افراد می‌شود، هرچند شدت و معنی‌داری این تفاوت‌ها در زمان‌های مختلف متغیر بود. به‌نظر می‌رسد که افراد ناآشنا برای تنظیم رفتارهای کاوشگری و فاصله‌گذاری به زمان بیشتری نیاز دارند، در حالی که افراد آشنا سریع‌تر در فاصله‌های نزدیک‌تر تثبیت می‌شوند. این الگو با یافته‌های پیشین در مورد *P. persimilis* همخوانی دارد که گزارش کردند که فاصله جفتی پوره‌های ناآشنا در مقایسه با افراد آشنا بیشتر است، اما روند کاهشی این فاصله در طول زمان مشاهده شد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که اثر آشنایی یک پدیده عمومی در میان کنه‌های شکارگر است که می‌تواند نقش مهمی در بهینه‌سازی رفتارهای جستجوگری ایفا کند (Strodl & Schausberger, 2012).

نتایج آزمون دوم نشان داد که آشنایی در هر دو گونه شکارگر *A. swirskii* و *N. californicus* منجر به کاهش فاصله جفتی میان افراد در مراحل مختلف رشدی می‌شود و در تمام موارد، افراد آشنا در نزدیکی بیشتری نسبت به یکدیگر قرار می‌گیرند (جدول ۳). این موضوع بیانگر نقش کلیدی آشنایی در افزایش هم‌گروهی و انسجام اجتماعی در این گونه‌ها است. تشکیل گروه یکی از سازوکارهای شناخته‌شده برای افزایش احتمال بقا در برابر شکارگران است (Krause & Ruxton, 2010; Nonacs & Blumstein, 2002). زندگی گروهی خطر شکارشدن را کاهش می‌دهد زیرا افراد به‌تنهایی توان محدودی برای پایش محیط و واکنش به تهدیدها دارند (Sillen-Tulberg & Leimar, 1998; Van Sewinderen, 2007). علاوه بر این، افراد گروه با صرف انرژی کمتر برای شناسایی محرک‌ها، منابع بیشتری را به رفتارهای حیاتی مانند کاوشگری، تولیدمثل و گسترش گروه اختصاص می‌دهند (Lima et al., 1990). بر اساس تئوری Limited attention، که به معایب تمرکز فرد بر یک فرایند رشدی می‌پردازد، تشکیل گروه با افراد آشنا هزینه‌های فیزیولوژیک و رفتاری را کاهش می‌دهد، زیرا افراد آشنا نیاز به نظارت و توجه کمتری نسبت به افراد ناآشنا دارند (Strodl & Schausberger, 2012). یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که کنه‌های شکارگر قادر به شناسایی افراد آشنا بوده و تمایل بیشتری به تشکیل گروه با آن‌ها دارند. نتایج مشابهی برای شکارگر *P. persimilis* گزارش شده است؛ به‌طوری که لاروهای آشنای این گونه در فاصله نزدیک‌تری نسبت به یکدیگر قرار گرفته و در برابر شکارگران درون‌رده واکنش سریع‌تری نشان دادند (Schausberger, 2005). همچنین مشاهده شد که ماده‌های *P. persimilis* قادرند با استفاده از ترکیبات بویایی افراد آشنا را حتی از فاصله‌های دور شناسایی کرده و به آن‌ها

بیبوندند (Muleta & Schausberger, 2018). تشکیل گروه در این گونه علاوه بر بهبود شناسایی پیچ، پراکنش موفق آن را نیز تسهیل می‌کند (Zach et al., 2012).

یافته‌های ما همچنین نشان‌دهنده‌ی پراکنده‌شدن کمتر پوسته‌ها در گروه‌های آشنا بود (جدول ۴)، که با ایده‌ی کلی کاهش فاصله اجتماعی<sup>۱</sup> یا در موجوداتی که همدیگر را می‌شناسند، سازگار است. مطالعات پیشین نشان دادند که آشنایی اجتماعی می‌تواند محدودیت‌های «توجه محدود» را کاهش دهد و منجر به افزایش هم‌گروهی، واکنش‌دهی سریع‌تر به تهدیدات و بهبود کارایی کاوشگری شود (Strodl & Schausberger, 2012). یکی از مکانیسم‌های محتمل برای توضیح تجمع نزدیک پوسته‌ها، نقش پیام‌های شیمیایی (بویایی) است: مطالعات روی *P. persimilis* نشان داده‌اند که تصمیم به ملحق‌شدن به یک گروه اغلب توسط نشانه‌های بویایی آشنایی هدایت می‌شود و کنه‌ها می‌توانند از این گونه سیگنال‌ها برای شناسایی و پیوستن به هم‌گروهی‌های آشنا استفاده کنند (Muleta & Schausberger, 2013). بنابراین احتمال دارد که در گونه‌های مورد مطالعه‌ی ما نیز نشانه‌های شیمیایی ناشی از تماس یا ترشحات سطح بدن باعث تشدید تجمع و در نتیجه نزدیک‌تر قرار گرفتن پوسته‌ها شده باشند. کارهای تجربی روی مگس‌ها و سایر مدل‌های آزمایشی نشان داده‌اند که تجربه اجتماعی و پیشینه تماس، الگوی فاصله‌گذاری و تشکیل خوشه‌های اجتماعی را تغییر می‌دهد (Simon et al., 2012; Jiang et al., 2020). این مطالعات مفهوم فاصله اجتماعی اندازه‌پذیر را معرفی و نشان دادند که رفتار جمعی می‌تواند از جفت‌به‌جفت تعاملات ساده پدید آید؛ بنابراین، کاهش پراکنده‌ی پوسته‌ها در گروه‌های آشنا می‌تواند یک پیامد عمومی از تعاملات جفتی آشنایی باشد، نه پدیده‌ای منحصر به کنه‌ها. از دیدگاه کاربردی، کاهش فاصله پوسته‌ها در گروه‌های آشنا می‌تواند دو پیامد مهم داشته باشد: اول، نشانه انسجام بالاتر گروه حتی در زمانی که اعضا غیرمتحرک یا کمتر فعال‌اند (مثلاً بلافاصله پس از دگردیسی) و دوم، افزایش احتمال هماهنگی در کاوشگری بعدی و استفاده کاراتر از پیچ شکار (Jiang et al., 2020; Simon et al., 2012). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که آشنایی می‌تواند به بهبود هماهنگی در بهره‌برداری از پیچ غذایی و کاهش رقابت درون‌گروهی کمک کند؛ بنابراین کاهش پراکنش پوسته‌ها می‌تواند سازوکاری برای تسهیل چنین هماهنگی‌هایی باشد (Zach et al., 2012). طبق نتایج این پژوهش، آشنایی تأثیر معنی‌داری بر میزان شکارگری هر دو گونه کنه شکارگر داشت، به طوری که در *N. californicus* و *A. swirskii* در شرایطی که افراد از مرحله لاروی تا بلوغ با یکدیگر آشنا بودند، از تعداد بیشتری تخم کنه تارتن تغذیه کردند (جدول ۵). این یافته بیانگر آن است که تشکیل گروه با افراد آشنا می‌تواند کارایی شکارگری را افزایش دهد. این نتایج تا حدی با گزارش‌های موجود در گونه *P. persimilis* قابل مقایسه است، جایی که نشان داده شد لاروهای آشنای این گونه در مرحله پورگی سن یکم نسبت به هم‌گونه‌ای‌های ناآشنا از تخم‌های کمتری تغذیه کردند و در این مرحله تفاوت معنی‌داری میان دو گروه مشاهده نشد (Strodl & Schausberger, 2012). به نظر می‌رسد اثر آشنایی بر شکارگری می‌تواند بسته به مرحله رشدی و گونه شکارگر متفاوت باشد.

نتایج همچنین نشان داد که میزان تغذیه کنه شکارگر *A. swirskii* از تخم کنه تارتن در حالت آشنا هیچ تفاوت معنی‌داری در مقایسه با این میزان در *N. californicus* نداشت. هر دوی این شکارگرها به‌عنوان گونه‌هایی با تأثیر متوسط برای کنترل کنه‌های تارتن دولکه ای گزارش شده‌اند و میزان تولید تخم در *N. californicus* بیشتر از این میزان در *A. swirskii* مشاهده شده است (Xiao et al., 2013). همچنین نشان داده شده که هیچ‌یک از این دو شکارگر ترجیح خاصی نسبت به مراحل مختلف رشدی کنه تارتن نشان نمی‌دهند (Xiao et al., 2013). به نظر می‌رسد کارایی این دو شکارگر در تغذیه از تخم‌های کنه تارتن در حالت آشنا یکسان باشد ولی برای بررسی تأثیر آشنایی در میزان شکارگری هر یک از دو گونه از سایر مراحل رشدی کنه تارتن، انجام پژوهش‌های تکمیلی ضروری است. در یک پژوهش دیگر، تفاوت معنی‌داری بین میزان شکارگری کنه‌های ماده آشنا و ناآشنای *P. persimilis* مشاهده نشد، همچنین گزارش شد که اندازه گروه تأثیر معنی‌داری بر میزان شکارگری این گونه

ندارد (Strodl and Schausberger, 2013). این پژوهشگران، عدم افزایش میزان شکارگری در افراد آشنا را بر اساس «تئوری کم‌توجهی» توجیه کردند و به این نتیجه رسیدند که افراد آشنا انرژی و تمرکز خود را بیشتر بر مهم‌ترین فاکتور زندگی یعنی تخم‌گذاری معطوف می‌کنند که این امر می‌تواند نوعی مزیت رفتاری برای آن‌ها محسوب شود (Schausberger et al., 2021). در واقع، اثر فاکتور آشنایی و نیز مرحله رشدی بر دوره رشدی این شکارگر معنی‌دار بود، اما اثرات متقابل این دو عامل تفاوت معنی‌داری نشان نداد. تفاوت در برداشت از «تئوری کاوشگری بهینه» می‌تواند تغییرات مشاهده‌شده در میزان شکارگری میان افراد آشنا و ناآشنا را توضیح دهد. برای نمونه، در پژوهش دیگری گزارش شد که افزایش میزان شکارگری در افراد ناآشنا می‌تواند ناشی از صرف انرژی بیشتر برای فعالیت‌های کاوشگری باشد (Strodl and Schausberger, 2012). در مقابل، پژوهش‌های انجام‌شده بر روی گونه‌ای ماهی نشان داده‌اند که افراد آشنا نسبت به افراد ناآشنا در واحد زمان از تعداد شکار بیشتری تغذیه می‌کنند. این مشاهده به کاهش رفتارهای تهاجمی درون‌گروهی و صرف انرژی بیشتر برای جستجوی غذا نسبت داده شد (Griffiths et al., 2004). نتایج مشابهی نیز برای ماهی قنات گزارش شده است (Chivers et al., 1995). یافته‌های این پژوهش با تحقیقات مشابه در مورد تأثیر مثبت آشنایی بر میزان تغذیه شکارگر *P. persimilis* از کنه تارتن دولکه‌ای مطابقت دارد (Zach et al., 2012). با این حال، کاهش احتمالی میزان شکارگری در افراد آشنا در برخی مطالعات را می‌توان چنین تفسیر کرد که افزایش شکارگری لزوماً به معنای افزایش کارایی کاوشگری یا بهبود شرایط زیستی نیست (Strodl and Schausberger, 2012). همچنین، همیشه کوتاه‌ترین دوره رشدی بهترین دوره رشدی نخواهد بود (Walzer and Schausberger, 2011). به نظر می‌رسد تأثیر آشنایی بر میزان شکارگری، بسته به انتخاب میان شدت تغذیه، میزان جابه‌جایی در پیچ‌ها و سایر فاکتورهای مؤثر بر کاوشگری متغیر است (Zach et al., 2012). در مجموع، در هر دو حالت کاهش و افزایش شکارگری، افراد آشنا در یک گروه معمولاً بهترین راهبرد ممکن را انتخاب می‌کنند؛ اما اینکه چرا در برخی گونه‌ها این راهبرد به صورت کاهش شکارگری و در برخی دیگر به صورت افزایش آن بروز می‌یابد، نیازمند انجام مطالعات تکمیلی است.

در این مطالعه، همچنین مشاهده شد که در گونه *N. californicus*، تفاوت معنی‌داری بین میانگین طول صفحه پشتی افراد آشنا و ناآشنا مشاهده نمی‌شود، به طوری که ارزش‌های میکرونی تقریباً نزدیک به هم بودند. اما در گونه *A. swirskii* میانگین اندازه صفحه پشتی افراد آشنا، به طور قابل توجهی بزرگ‌تر از افراد ناآشنا بودند، که نشان‌دهنده تأثیر احتمالی آشنایی بر رشد یا مورفولوژی است. عدم مشاهده تأثیر آشنایی بر اندازه صفحه پشتی در *N. californicus* ممکن است نشان دهد که این گونه دارای پایداری بیشتر (canalization) در ویژگی‌هایی مانند اندازه بدن است، به طوری که تغییرات محیطی یا تجربی تأثیر کمی بر آن می‌گذارند. این نتیجه با یافته‌های پیشین مبنی بر اینکه اندازه بدن در برخی انواع کنه‌ها تحت فشار انتخاب شدید بوده و انعطاف‌پذیری کمی دارد، همسو است (Walzer & Schausberger, 2014). در گونه *A. swirskii*، مشاهده شد که افراد آشنا دارای صفحه پشتی بزرگ‌تری هستند؛ ویژگی‌ای که می‌تواند مزیتی برای نفوذ به شبکه تار کنه‌های طعمه و بهبود توانایی حرکت و کاوشگری فراهم آورد. این رشد بیشتر مورفولوژیکی احتمالاً ناشی از اختصاص انرژی و منابع بیشتر به توسعه سازه‌های بدنی در شرایط گروه‌های آشنا است، جایی که تعاملات پایدار و هماهنگ میان افراد می‌تواند شرایط فیزیولوژیکی مطلوب‌تری ایجاد کند. افزایش طول صفحه پشتی در افراد آشنا که در این پژوهش برای نخستین بار گزارش می‌شود، ممکن است به بلندتر شدن موها و افزایش فاصله قاعده آن‌ها مربوط باشد؛ عاملی که می‌تواند به عنوان یک سازوکار تطبیقی برای بهینه‌سازی تغذیه و کاوشگری در محیط‌های تارکنه‌ای در نظر گرفته شود. بررسی‌ها نشان داده‌اند که آشنایی از مراحل اولیه رشد می‌تواند بر رفتارهای فاصله‌گذاری و عملکرد تغذیه در کنه‌های شکارگر تأثیرگذار باشد. برای مثال، در گونه *P. persimilis* مشاهده شده است که آشنایی از زمان لاروی موجب کاهش فاصله جفتی میان افراد و همچنین کاهش فاصله بین پوسته‌ها<sup>۲</sup> می‌شود، که با یافته‌های حاضر در بخش مربوط به پوسته‌ها مطابقت دارد (Strodl and Schausberger, 2012).

1 Less attention theory

2. Exuviae

2012). این شباهت نشان می‌دهد که آشنایی می‌تواند در بسیاری از گونه‌های کنه شکارگر به‌عنوان عاملی کلیدی در بهبود تعاملات اجتماعی و افزایش کارایی زیستی عمل کند. افزون بر این، نتایج برخی مطالعات نشان داده است که در گروه‌های آشنا، انرژی اختصاص یافته به تعاملات اجتماعی کاهش یافته و در نتیجه، افراد قادرند انرژی بیشتری را به رشد و تولیدمثل اختصاص دهند (Muleta and Schausberger, 2013). این موضوع می‌تواند توجیهی برای مشاهده تفاوت‌های مورفولوژیکی در گونه *A. swirskii* باشد.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

کنه‌های شکارگر *A. swirskii* و *N. californicus* قادرند با شناسایی افراد آشنا و تشکیل گروه، اثرات مخرب تنش‌های محیطی را برای خود و نتاج‌شان به حداقل برسانند. این شکارگران از تئوری کم‌توجهی پیروی می‌کنند؛ به این معنا که با پیوستن به هم‌گونه‌های آشنا، انرژی خود را به‌جای نظارت و رقابت درون‌گروهی، بیشتر صرف فعالیت‌های اساسی مانند کاوشگری، تغذیه و تولیدمثل می‌کنند و از صرف انرژی اضافی برای تنظیم رفتارهای جستجوگری، اجتناب می‌شود. نتایج این پژوهش نشان داد که آشنایی از مراحل نابالغ (لاروی و پورگی سن یکم) در هر دو گونه اثر مثبتی بر رفتارهای اجتماعی، فاصله‌گذاری و کارایی شکارگری دارد. فاصله بین افراد و پوسته‌های ریخته‌شده در گروه‌های آشنا به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه‌های ناآشنا بود، که این امر بیانگر تمایل بیشتر به تشکیل گروه و تعاملات اجتماعی پایدارتر در افراد آشنا است. علاوه بر این، میزان شکارگری در شرایط آشنا به‌طور معنی‌داری بیشتر بود و کارایی دو گونه در تغذیه از تخم‌های کنه تارتن دو لکه‌ای مشابه ارزیابی شد. افزایش شکارگری الزاماً به معنای افزایش کارایی زیستی یا بهینه‌سازی کامل کاوشگری نیست، زیرا عوامل دیگری مانند رقابت درون‌گونه‌ای، استراتژی‌های تغذیه و شرایط محیطی نیز بر عملکرد شکارگری تأثیر گذارند. همچنین، در آزمون زمان‌بندی (۵، ۳۵ و ۱۲۰ دقیقه)، میانگین فاصله‌های جفتی در گروه‌های آشنا کمتر از ناآشنا بود، در حالی که در مرحله لاروی به دلیل تحرک پایین، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این نتایج با فرضیه اولیه مبنی بر تأثیر مثبت آشنایی بر رفتارهای درون‌گروهی و بهینه‌سازی مصرف انرژی هم‌خوانی داشت. به نظر می‌رسد که *A. swirskii* و *N. californicus* از قابلیت شناسایی اجتماعی و حافظه رفتاری کوتاه‌مدت برخوردارند که به آن‌ها اجازه می‌دهد افراد آشنا را تشخیص دهند و از مزایای تعامل با آن‌ها (مانند کاهش استرس و افزایش هماهنگی حرکتی) بهره‌مند شوند. علاوه بر رفتار، آشنایی می‌تواند بر ویژگی‌های مورفولوژیکی نیز اثرگذار باشد. در این مطالعه، افزایش معنی‌دار طول صفحه پستی تنها در افراد آشنای *A. swirskii* ثبت شد، در حالی که در *N. californicus* تفاوتی مشاهده نشد، که احتمالاً به تفاوت‌های گونه‌ای در انعطاف‌پذیری رشدی و فیزیولوژیکی مربوط است. به‌طور کلی، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که آشنایی یک فاکتور رفتاری کلیدی در بهینه‌سازی تعاملات اجتماعی، افزایش هماهنگی در فعالیت‌های گروهی و ارتقای کارایی شکارگری در کنه‌های شکارگر است، که می‌تواند در طراحی برنامه‌های مؤثر کنترل زیستی مورد توجه قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده، تأثیر فاکتور آشنایی بر سایر شاخص‌های مورفولوژیکی مانند طول و فاصله قاعده موهای پستی، و نیز کارایی شکارگری در مراحل مختلف رشدی طعمه (تخم، پوره و بالغ) مورد بررسی قرار گیرد. علاوه بر این، انجام پژوهش‌های رفتاری در شرایط نیمه‌میدانی و میدانی می‌تواند درک دقیق‌تری از نقش آشنایی در پایداری جمعیت و موفقیت کنترل زیستی ارائه دهد. از سوی دیگر، استفاده از روش‌های مولکولی و شیمی‌اکولوژیکی برای شناسایی ترکیبات بویایی یا شیمیایی دخیل در شناسایی آشنایی می‌تواند در آینده مسیر تازه‌ای برای درک این پدیده فراهم کند.

### سپاسگزاری

نگارندگان این پژوهش از حمایت‌ها و امکانات فراهم‌شده توسط دانشگاه تهران در اجرای این پژوهش، صمیمانه قدردانی می‌کنند.

هیچگونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد.

## REFERENCES

- Barnard, C. (1991). Kinship and social behavior: the trouble with relatives. *Trends in Ecology and Evolution*, 6(10), 310–312. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(91\)90035-v](https://doi.org/10.1016/0169-5347(91)90035-v)
- Chivers, D. P., Brown, G. E., & Smith, R. J. F. (1995). Familiarity and shoal cohesion in fathead minnows (*Pimephales promelas*): implications for anti-predator behaviour. *Canadian Journal of Zoology*, 73, 955–960. <https://doi.org/10.1139/z95-111>
- de Bruijn, P. J. A., Sabelis, M. W., & Egas, M. (2014). Effects of kinship or familiarity? Small thrips larvae experience lower predation risk only in groups of mixed-size siblings. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 68(6), 1029–1035. <https://doi.org/10.1007/s00265-014-1715-x>
- Earley, R. L., & Dugatkin, L. A. (2005). Fighting, mating and networking: Pillars of poeciliid sociality. In *Animal Communication Networks* (pp. 84-113). Cambridge University Press.
- Fellowes, M.D.E. (1998). Do non-social insects get the (kin) recognition they deserve? *Ecological Entomology*, 23(2), 223–227. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.1998.00128.x>
- Gotoh, T., Tsuchiya, A., & Kitashima, Y. (2006). Influence of prey on performance developmental, reproduction and prey consumption of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 40(3), 189–204. <https://doi.org/10.1007/s10493-006-9032-3>
- Griffiths, S. W., Brockmark, S., Hojesjo, J., & Johnsson, J. I. (2004). Coping with divided attention: the advantage of familiarity. *Proceedings Royal Society Biology*, 271, 695-699. <https://doi.org/10.1098/rspb.2003.2648>
- Ibrahim, Y. B., & Abdul Rahman, R. B. (1997). Influence of prey density, species an developmental stages on the predatory behavior of *Amblyseius longispinosus* (Acari: Phytoseiidae). *Entomophaga*, 42(3), 319–327.
- Jiang, L., Cheng, Y., Gao, S., Zhong, Y., Ma, C., Wang, T., & Zhu, Y. (2020). Emergence of social cluster by collective pairwise encounters in *Drosophila*. *eLife*, 9, e51921. <https://doi.org/10.7554/eLife.51921>
- Krause, J., & Ruxton, G. D. (2002). *Living in groups*. Oxford, UK: Oxford University Press, 210 pp.
- Lima, S. L., & Dill, L. M. (1990). Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, 68, 619–640. <https://doi.org/10.1139/z90-092>
- Mateo, J. M. (2004). Recognition systems and biological organization: the perception component of social recognition. *Annales Zoologici Fennici*, 41, 729–745.
- McMurtry, J. A., De Moraes, G. J., & Sourassou, N. Z. (2013). Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acarology*, 18(4), 297–320. <https://doi.org/10.11158/saa.18.4.1>
- Muleta, G., & Schausberger, P. (2013). Smells familiar: group-joining decisions of predatory mites are mediated by olfactory cues of social familiarity *Animal Behaviour*, 86(3), 507–512. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2013.05.040>
- Nonacs, P., Blumstein, D. T. (2010). *Predation risk and behavioral life history*. In: Westneat D, F, Fox C, W, editors. *Evolutionary Behavioural Ecology*. Oxford: Oxford University Press (pp 207-221).
- Overmeer W. P. J. (1985). *Rearing and handling*. In: Sabelis MW (ed) *Spider mites, their biology, natural enemies and control*. Elsevier Science, Amsterdam, the Netherlands, pp. 161-170.
- Schausberger, P. (2005). The predatory mite *Phytoseiulus persimilis* manipulates imprinting among offspring through egg placement. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 58, 53-59. <https://doi.org/10.1007/s00265-004-0898-y>
- Schausberger, P., & Nguyen, T. H. (2024). Early social isolation disrupts adult personality expression in group-living mites. *Journal of Animal Ecology*, 94(1), 45-57. <https://doi.org/10.1007/s00265-004-0898-y>
- Schausberger, P., Gratzner, M., & Strodl, M. A. (2017). Early social isolation impairs development,

- mate choice and grouping behaviour of predatory mites. *Animal Behaviour*, 127, 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2017.02.024>
- Schausberger, P., Yano, S., & Sato, Y. (2021). Cooperative Behaviors in Group-Living Spider Mites. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 745036. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.745036>
- Sillen-Tullberg, B., & Leimar, O. (1988). The evolution of gregariousness in distasteful insects as a defense against predators. *American Naturalist*, 132, 723-734. <https://doi.org/10.1086/284884>
- Simon, A. F., Chou, M. -T., Salazar, E. D., Nicholson, T., Saini, N., Metchev, S., & Krantz, D. E. (2011). A simple assay to study social behavior in *Drosophila*: measurement of social space within a group. *Genes, Brain and Behavior*, 11(2), 243-252. <https://doi.org/10.1111/j.1601-183x.2011.00740.x>
- Strodl, M. A., & Schausberger, P. (2013). Social familiarity relaxes the constraints of limited attention and enhances reproduction of group-living predatory mites. *Oikos*, 122(8), 1217-1226. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2012.20833.x>
- Strodl, M.A., & Schausberger, P. (2012). Social familiarity reduces reaction Times and enhances survival of group-living predatory mites under the risk of predation. *PLoS ONE* 7(8), e43590. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043590>
- Van Swinderen, B. (2007). Attention-like processes in *Drosophila* require short-term memory genes. *Science*, 315, 1590-1593. <https://doi.org/10.1126/science.1137931>
- Walzer, A. Schausberger, P. (2011). Sex-specific developmental plasticity of generalist and specialist predatory mites (Acari: Phytoseiidae) in response to food stress. *Biological Journal of the Linnean Society*, 102: 650-660. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2010.01593.x>
- Walzer, A., & Schausberger, P. (2014). Canalization of body size matters for lifetime reproductive success of male predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 111(4), 889-899. <https://doi.org/10.1111/bij.12235>
- Xiao, Y., Osborne, S., Chen, J., & Mckenzi, L. (2013). Functional responses and prey-stage preferences of a predatory gall midge and two predacious mites with two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae*, as host. *Journal of Insect Science*, 13:8. <https://doi.org/10.1673/031.013.0801>
- Zach, J., Peneder, S., Strodl, M. A., & Schausberger, P. (2012). Social familiarity governs prey patch exploitation, leaving and inter-patch distribution of the group living predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *PLoS ONE* 7(8), e42889. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042889>
- Zhang, K. & Zhang, A. Q. (2023). A thelytokous predatory mite is more cannibalistic towards distant kin. *Current Zoology*, 69 (5): 578- 584.