The University of Tehran Press

Iranian Journal of Plant Protection Science

Online ISNN: 2008-4781

Homepage: http://ijpps.ut.ac.ir/

Mating behavior of the predatory mite *Euseius scutalis* (Acari: Phytoseiidae)

Ali Zergani[1], Parviz Shishehbor[2]✉, Fatemeh Naser Nakhai[3], Elham Riahi[4]

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail:ali-zergani@stu.scu.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: pshishehbor@scu.ac.ir
3. Department of Plant Production Engineering and Genetics,Faculty of Agriculture,Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: f.nasernakhaei@scu.ac.ir
4. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: elham.riahi@modares.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 8 June 2023

Revised: 15 October 2023

Accepted: 30 October 2023

Published online: 19 March 2024

Keywords:

Predatory mite,

Copulation behavior,

Euseius scutalis.

ABSTRACT

The mating behavior of the predatory mite Euseius scutalis (Athias-Henriot) (Acari:Phytoseidae) was studied under laboratory conditions at a constant temperature of 25 ¬± 1 ºC, 60 ± 5% relative humidity and photoperiod of 16: 8 h (L: D). Twenty pairs of newly emerged virgin females and unmated males were kept separately on plastic discs in Petri dishes (9 cm diameter) and their mating behavior was observed continuously under a stereomicroscope using cold light. During mating behavior four phases were recognized. The mean time until the first contact of female and male individuals was approximately 14.4 ± 3.25 minutes (Phase 1). After the first contact the mite male moved to the top of female's dorsum and stayed there for a short time and later moved to the underneath of her in mating position (venter-to-venter position). The mean time needed for this phase was 0.17 ± 0.01 minutes (Phase 2). Then the female walked for mean of 1.09 ± 0.03 minutes in venter-to-venter position (Phase 3). Subsequently the female mite remained still in the mating position for mean of 16.8 ± 0.78 minutes during which probably the sperm transferred from male to female (Phase 4). In addition our results indicated that no changes were observed in the spermathecae of virgin females; after mating most of the females had one spermatophore in one spermatheca while in few of tested females one spermatophore was found in both spermathecae.

Cite this article: Zargani, A., Shishehbor, P., Naser Nakhai, F., & Riahi, E. (2024). Mating behavior of the predatory mite *Euseius scutalis* (Acari: Phytoseiidae). *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 54 (2), 247-259. DOI: https://doi.org/10.22059/ijpps.2023.360167.1007031

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/ijpps.2023.360167.1007031

Extended Abstract

Introduction

The predatory mite *Euseius scutalis* Athias- Henriot (Acari: Phytoseiidae) is an important biological control agent of several plant-feeding mites and whiteflies. It is found in the Middle Eastern countries. In Iran it is found in western provinces including Khuzestan.

Materials and Methods

The mating behavior of the predatory mite *E. scutalis* was studied under laboratory conditions at a constant temperature of 25±1 ºC, 60±5% relative humidity and photoperiod of 16:8 h (L:D). The initial population of *E. scutalis* was collected from hollyhock (*Altha officinalis* L.) leaves grown in the area of Shahid Chamran University of Ahwaz, Ahvaz, Iran during April 2021 and reared on *Tetranychus turkestani* Ugarov and Nikolski for several generations. Twenty pairs of newly emerged virgin females and unmated males were kept separately

on plastic discs in Petri dishes (9 cm diameter) and their mating behavior was observed continuously under a stereomicroscope using cold light. In the current study each mated female was mounted in Hoyer's medium after mating, and later observed under a microscope (Olympus CH-2, magnification 400X). Additionally, 10 virgin females developed from egg to adult stage and 10 females randomly collected from the stock colony were also mounted and observed. The number of inflated spermathecae (but without spermatophore) and/or inseminated spermatheca (inflated with spermathophore) was recorded.

Results

E. scutalis showed Amblyseius-Typhlodromus type mating behavior. The mean time until the first contact of female and male individuals was approximately14.4±3.25 minutes. After the first contact the mite male moved to the top of female's dorsum and stayed there for a short time and later moved to the underneath of her in mating position (venter-to-venter position). The mean time needed for this phase was 0.17±0.01 minutes. Then the female walked for mean of 1.09±0.03 minutes in venter-to-venter position. Subsequently the female mite remained still in the mating position for mean of 16.8±0.78 minutes during which probably the sperm transferred from male to female. Our results indicated that no changes were observed in the spermathecae of virgin females; after a mating most of the females had one spermatophore in one spermatheca while in few of tested females one spermatophore was found in each of the two spermathecae.

Discussion

The Amblyseius-Typhlodromus type mating behavior has been reported in *Amblyseius fallacis* (Chant), *Amblyseius cucumeris* Oudemans, *Amblyseius andersoni* (Chant), *Amblyseius degenerans* (Berlese), *Amblyseius potentiellae* (Garman), *Galendromus* (*Typhlodromus*) *occidentalia* (Nesbitt), and *Typhlodromus pyri* (Schueten). In this study mean real copulation time (venter- to-venter position) lasted 16.8±0.78 minutes. However, longer venter-to-venter position time have been reported for *A. womersleyi* Schicha (138 minutes), *Kampimodromus aberrans* Oudemans (230 minutes), and *Typhlodromus exhilarates* Ragusa (243 minutes). Our results indicated that at the end of a complete insemination in almost all females a spermatheca contained one spermatophore. Similar results have been reported for *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *A. andersoni*, *Neoseiulus bibens* Blommers, *A. womersley*, *T. exliaratus*, *Neoseiulus californicus* (McGregor), *A. cucumeris*, *T. pyri* and *K. aberrans.*

نشریه دانش گیاهپزشکی ایران، دوره ۵۴، شماره ۲

انتشارات دانشگاه تهران

شاپا الکترونیکی: ۷۸۶۸-۲۴۲۳

Homepage: http://ijpps.ut.ac.ir/

رفتار جفتگیری کنه شکارگر (Athias -Henriot) *Euseius scutalis* (Acari: Phytoseiidae)

علی زرگانی[۱] | پرویز شیشه بر[۲]✉ | فاطمه ناصر نخعی[۳] | الهام ریاحی[۴]

۱. گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: ali-zergani@stu.scu.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: pshishehbor@scu.ac.ir

۳. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: f.nasernakhaei@scu.ac.ir

۴. گروه حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: elham.riahi@modares.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۸
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۹

کلیدواژه‌ها:
کنه شکارگر، *Euseius scutalis*، *رفتار جفت گیری*.

چکیده

در این مطالعه رفتار جفت گیری کنه شکارگر *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae)در شرایط آزمایشگاهی و در دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس ، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد و دوره روشنایی: تاریکی ۸: ۱۶ساعت مورد بررسی قرار گرفت. بیست جفت از کنه های ماده باکره و نرهای جفت گیری نکرده که به تازگی پوست اندازی کرده و بالغ شده بودند به صورت جداگانه روی دیسک های پلاستیکی در درون ظروف پتری با قطر ۹ سانتی مترگذاشته شده و رفتار جفت گیری آنها با استفاده از یک استریومیکروسکوپ و با نور سرد مشاهده شد .در طول زمان رفتار جفت گیری چهار فاز تشخیص داده شد. میانگین زمان تا اولین تماس برای شروع رفتار جفت‌گیری بین کنه ماده و نر ۱۴/۴ دقیقه بود (فاز اول). بعد از تماس اولیه کنه نر به بالای بدن کنه ماده رفت و مدت کوتاهی در آنجا بود و سپس کنه نر به زیر بدن کنه ماده رفت و به حالت شکم به شکم قرار گرفت که میانگین زمان مورد نیاز برای این مرحله ۰/۱۷ دقیقه طول کشید (فاز دوم). سپس کنه ماده با حالت جفت‌گیری (شکم به شکم) برای میانگین مدت ۱/۹۰دقیقه حرکت کرد (فاز سوم). سپس کنه ماده به مدت میانگین ۱۶/۸دقیقه به حالت شکم به شکم متوقف بود که احتمالا دراین مرحله انتقال اسپرم از کنه نر به کنه ماده انجام شده است (فاز چهارم). به علاوه، نتایج ما نشان داد که در کنه های باکره هیچ نوع تغییری در شکل اسپرماتکا مشاهده نشد . بعد از یک بار جفت‌گیری، در اکثر ماده‌ها در هرکدام از ماده ها یک اسپرماتوفور در درون هر اسپرماتکا مشاهده شد در حالی که در تعداد کمی از آن‌ها یک اسپرماتوفور در هر جفت اسپرماتکا وجود داشت.

استناد: زرگانی، علی؛ شیشه بر، پرویز؛ ناصرنخعی، فاطمه و ریاحی، الهام (۱۴۰۲). رفتار جفتگیری کنه شکارگر *Euseius scutalis* (Athias -Henriot) (Acari: Phytoseiidae). *نشریه دانش گیاهپزشکی ایران*، ۵۴ (۲)، ۲۵۹-۲۴۷. DOI: https://doi.org/10.22059/ijpps.2023.360167.1007031

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijpps.2023.360167.1007031

مقدمه

کنه های شکارگر خانواده Phytoseiidae به عنوان دشمنان طبیعی کنه های تارتن شناخته می شوند و بعضی گونه ها قادرند که جمعیت کنه های تارتن را در سطح پایین نگهدارند (Sabelis, 1985). بعضی ازکنه های فیتوزئید تنها بعد از جفت گیری قادر به تخمگذاری هستند و بعضی گونه ها برای این که حداکثر تولید مثل را داشته باشند باید چندین بار جفت گیری نمایند (Schulten et al,. 1978; Hoy, 1985). حالت جفت گیری از طریق تماس شکم به شکم درحالتی که گناتوزومای هر دو کنه نر و ماده در یک جهت است، در میان کنه های فیتوزئید رایج است یعنی این که کنه نر بعد از انجام بعضی رفتارها به زیر بدن کنه ماده رفته و برای مدتی در همین حال باقی می ماند. در روند جفت گیری اسپرم از سوراخ جنسی نر به اسپرماداکتیل در کلیسر نر منتقل شده و از آنجا به سوراخ القای اسپرم در کنه ماده منتقل می شود (Schulten, 1985).

پیشینهٔ پژوهش

رفتار جفت‌گیری در تعداد کمی از کنه های شکارگر خانواده فیتوزئیدها شامل Phytoseiulus persimilis Athias- Henriot (Amano and Chant, 1978a) ، *Amblyseius andersoni* (Chant) ، *Amblyseius potentillae* (Garman) و *Typhlodromus pyri* (Scheuten) (Overmeer *et al*., 1982) ، *Galendromus occidentalis* (Nesbitt) (Hoy & Cave, 1985)، *Euseius alstoniae* (Gupta) (Kumari & Sadana, 1992) ، *Amblyseius colimensis* (Orlando & McMurtry, 1993) Aponte and McMurtry و *Neoseiulus womersleyi* (Schicha) (Tsunoda, 1994) مورد مطالعه قرار گرفته است. در میان این گونه‌ها در ترتیب رفتارها از اولین تماس بین نر و ماده تا پایان جفت‌گیری تنوع قابل توجهی ثبت شده است. اگر چه در نهایت کنه نر به زیر بدن ماده رفته و در جفت‌گیری به حالت تماس شکم به شکم باقی می‌ماند.

رفتار جفت‌گیری کنه‌های P. persimilis و A. andersoni به صورت گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است (Amano & Chant, 1978a). آنها بیان نمودند که دو نوع رفتار جفت‌گیری در کنه‌های خانواده Phytoseiidae وجود دارد: نوع Amblyseius-Typhlodromus و نوع Phytoseiulus. اختلاف اصلی بین این دو نوع جفت‌گیری در این است که در نوع Amblyseius-Typhlodromus کنه نر ابتدا به بالای بدن کنه ماده می رود و سپس به زیر بدن ماده می رود در صورتی که در نوع Phytoseiulus کنه نر به بالای بدن کنه ماده نمی‌رود و مستقیما به زیر بدن کنه ماده می‌رود و به حالت شکم به شکم قرار می‌گیرد. همان طور که به وسیله Amano & Chant (1978a) توصیف شده است کنه نر و ماده برای مدتی به حالت شکم به شکم باقی می‌مانند و دراین حالت مواد اسپرماتوفوری از سوراخ جنسی نر به اسپرماداکتیل منتقل و بعد این مواد از طریق سوراخ القای اسپرم به اندام اسپرماتکای ماده منتقل می‌شوند. چند دقیقه بعد از جفت‌گیری، اسپرماتکا متورم می‌شود (شبیه یک بالون بزرگ می‌شود) (Amano & Chant, 1978a). بعد از انتقال اسپرم، یک ساختمان دیوار مانند اطراف مواد اسپرماتوفوری به وجود می‌آید که به این ساختمان دیوار مانند اندواسپرماتوفور می گویند. اگر از این کنه‌ها اسلاید میکروسکوپی تهیه شود، این دیواره در درون اسپرماتکا به خوبی قابل مشاهده است. دراین حالت اسپرماتکای متورم به عنوان حامل اسپرم در نظر گرفته می‌شود (Amano & Chant, 1978a). تنوع درون و بین گونه‌ای زیادی از نظر دوره زمانی جفت‌گیری و میزان انتقال اسپرم به اسپرماتکا در کنه‌های خانواده Phytoseiidae گزارش شده است(Schulten , 1985).

کنه شکارگر Euseius scutalis (Athias-Henriot) یکی از مهمترین عوامل کنترل بیولوژیک فعال در جمعیت کنه‌های تارتن روی گیاهان مختلف در استان خوزستان و سایر نقاط غرب ایران می‌باشد (Daneshvar, 1980; Shishehbor, 1991; Kamali et al., 2001; Shishehbor et al., 2022). این کنه قبلا به نام های Typhlodromus scutalis Athias- Henriot

Amblyseius gossipi ElBadry ، Amblyseius libanesi Dosse ،Typhlodromus rubini Swirski and Amitai ، و Amblyseius delhiensis Narayanan and Kaur (Bounfour and McMurtry, 1987) شناخته می شده است. این کنه شکارگر در سایر کشورهای خاورمیانه هم گسترش داشته و به عنوان یکی از دشمنان طبیعی مهم کنه های تارتن، کنه های اریوفید و کنه های تارتن دروغین محسوب می شود (Meyerdirk & Coudriet, 1986; Nomikou et al., 2001 ; Kasap & Sekeroglu, 2004; Momen & Abdel-Khalek, 2008) . اما بررسی منابع نشان داد که تا کنون تنها یک مطالعه مختصر در مورد رفتار جفت گیری این کنه شکارگر انجام شده است (ElBadry & ElBenhawy, 1968). در مطالعه کنونی جزئیات فازهای مختلف رفتار جفت گیری E. scutalis ، زمان صرف شده در هر فاز و وجود اسپرم در اسپرماتکا بعد از جفت گیری توصیف شده است. هدف پژوهش حاضر این است که زیست شناسی تولید مثلی این کنه شکارگر مشخص شود موضوعی که در مطالعات بعدی مربوط به استفاده از این شکارگر در برنامه های کنترل بیولوژیکی اهمیت دارد.

روش‌شناسی پژوهش

تشکیل کلنی کنه شکارگر *E. scutalis*

کنه *E. scutalis* از روی گل‌های ختمی موجود در محوطه سازمان مرکزی دانشگاه شهید چمران اهواز در فروردین سال ۱۴۰۰ جمع‌آوری و از طریق کلید Faraji *et al*., (2007) شناسایی شد. این کنه در پتری‌دیش‌های با قطر و ارتفاع ۹×۱ سانتی‌مترنگهداری شد. در این ظرف یک قطعه اسفنج با طول ، عرض و ارتفاع ۵× ۵×۰/۵ سانتی‌مترگذاشته شد. روی اسفنج یک ورقه طلق نازک سبز رنگ به ابعاد مساوی با طول و عرض اسفنج گذاشته شد. جهت حفظ رطوبت و جلوگیری از فرار کنه شکارگر، چهار طرف طلق نوارهایی از دستمال کاغذی به عرض ۴ سانتی‌مترگذاشته شد. به صورتی که یک سانتی‌متر از عرض نوار روی لبه بالای طلق و سه سانتی‌متر دیگر درون ظرف پلاستیکی آویزان بود. سپس ظرف پلاستیکی تا نیمه از آب پر شد. بدین ترتیب آب درون ظرف از طریق دستمال جذب شده و نوار دستمال کاغذی مرطوب شد. خیس شدن دستمال کاغذی رطوبت مورد نیاز کنه را فراهم و همچنین از فرار و خروج کنه از ظرف ممانعت کرد. سپس تعدادی کنه شکارگر نر و ماده *E. scutalis* به وسیله یک برس ظریف سه صفر بر روی طلق منتقل شدند. برای تغذیه کنه *E. scutalis* هر روز تکه ای از یک برگ لوبیا چشم بلبلی آلوده به کنه تارتن توت فرنگی، *Tetranychus turkestani* Ugarov and Nikolski در اختیار آنها گذاشته شد. ظروف پرورش کنه *E. scutalis* در انکوباتور و در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره روشنایی: تاریکی ۸:۱۶ ساعت نگهداری شد. بدین ترتیب کلنی کنه شکارگر *E. scutalis* تهیه شد.

رفتار جفت گیری و دوره زمانی جفت گیری

برای مطالعه رفتار جفت‌گیری کنه شکارگر *E. scutalis* ابتدا تعداد ۳۰ عدد از کنه‌های نر و ماده در درون یک پتری‌دیش مشابه آنچه در قسمت بالا توصیف شد، گذاشته شد. بعد از ۲۴ ساعت هر کدام از تخم‌های گذاشته شده به درون یک پتری‌دیش جدید منتقل شد. هر هشت ساعت با استفاده از یک استریومیکروسکوپ تخم‌ها مورد بازدید قرار گرفته و به محض خروج لاروها، هر کدام به صورت جداگانه به یک پتری‌دیش جدید مشابه منتقل شد. دراین مرحله مراحل مختلف رشدی کنه *T. turkestani* جهت تغذیه در اختیار کنه شکارگر قرار گرفت. هر ۱۲ ساعت با استفاده از یک استریومیکروسکوپ مراحل مختلف رشدی کنه شامل پوره سن اول و پوره سن دوم مورد بازدید قرار گرفته و ثبت شد. بعد از خروج کنه‌های بالغ تعداد ۳۰ عدد کنه ماده بالغ باکره و همچنین ۳۰ عدد کنه نر جفت‌گیری نکرده به مدت یک روز در ظروف پتری دیش به صورت جداگانه نگهداری و با کنه تارتن توت فرنگی تغذیه شدند.

برای توصیف رفتار جفت‌گیری کنه *E. scutalis*، یک جفت کنه ماده و نر باکره با از کلنی های فوق الذکر به یک پتری‌دیش (تقریبا مشابه آنچه که در بالا توصیف شد) منتقل شدند. تفاوت پتری دیش جدید در این بود که به جای طلق از برگ لوبیا چشم بلبلی استفاده شد که مشابه با شرایط طبیعی باشد. دراین مرحله هر زوج به طور مداوم و با استفاده از یک استریومیکروسکوپ (اولیمپوس، ساخت ژاپن با بزرگنمایی 25X) با نور سرد مورد مشاهده قرار گرفت و رفتارهای قبل از جفت‌گیری و جفت‌گیری و همچنین دوره زمانی هر رفتار ثبت شد. بعد از شروع جفت‌گیری یعنی زمانی که کنه نر و ماده به حالت تماس شکم به شکم بودند، به صورت مستمر مشاهده شدند و حالت آنها یعنی این که به حالت تماس شکم به شکم هستند یا نه ثبت شد. بدین ترتیب کل مدت زمان جفت‌گیری هم ثبت شد. قابل ذکر است که در طول آزمایش ده جفت از کنه های مورد آزمایش در آب پتری دیش غرق شدند لذا آزمایش رفتار جفت گیری با ۲۰ جفت (۲۰ تکرار) انجام شد.

بررسی اسپرماتکا

در آزمایش کنونی از ۲۰ عدد از کنه های ماده *E. scutalis* که مرحله جفت گیری را کاملا انجام داده بودند با استفاده از مایع هویر اسلاید میکروسکوپی تهیه شد. همچنین از تعداد ۱۷ عدد کنه ماده که به صورت تصادفی از کلنی کنه *E. scutalis* جمع آوری شده بودند هم اسلاید میکروسکوپی تهیه شد. به علاوه از تعداد ۱۰ عدد کنه ماده باکره که از تخم تا بالغ رشد کرده بودند هم اسلاید میکروسکوپی تهیه شد. اسلاید ها در زیر یک میکروسکوپ (اولیمپوس، ساخت ژاپن و با بزرگنمایی 400X) مشاهده شدند. سپس تعداد اسپرماتکاهای متورم (متورم بدون اسپرماتوفور) و/ یا بارور شده (متورم با اسپرماتوفور) ثبت شده و بر اساس پنج گروه پیشنهادی Amano & Chant (1978a) گروه بندی شدند: الف. هر دو اسپرماتکا متورم و بارور شده بودند (نوع ۲–۲)، ب. هر دو اسپرماتکا متورم ولی یکی از آنها بارور شده بود (نوع ۲–۱)، پ. هر دو اسپرماتکا متورم بود ولی هیچ کدام بارور نشده بودند (نوع ۲–۰)، ت. یکی از اسپرماتکاها متورم اما هیچ کدام بارور نشده بودند (نوع ۱–۰)، ث. هیچکدام از اسپرماتکاها متورم یا بارور نشده بودند (نوع ۰–۰).

یافته‌های پژوهش

مراحل رفتار جفت‌گیری

مراحل رفتار جفت‌گیری کنه شکارگر *E. scutalis* به صورت شماتیک در شکل ۱ نشان داده شده است. قبل از اولین تماس معمولا ماده‌ها آرام‌تر از نرها بودند، در صورتی که نرها فعال‌تر بودند و به سرعت در سطح برگ حرکت می‌کردند. در اکثر جفت‌های مطالعه شده دوره زمانی از انتقال دو فرد بر روی دیسک برگی تا اولین تماس بین آنها میانگین زمانی ۳/۲۵ ± ۱۴/۴ دقیقه (دامنه ۲ تا ۳۵ دقیقه) ثبت شد (جدول ۱).

فاز اول

تماس اولیه از سه طریق انجام شد (شکل ۱، فاز اول (I) a، b، c). (a) کنه نر و ماده از طریق قسمت جلویی بدن با یکدیگر تماس گرفتند (تماس گناتوزوما با گناتوزوما) ، (b) یا از طریق جانبی (گناتوزومای کنه نر با قسمت جانبی‌ایدیوزومای کنه ماده)، یا (c) از طریق قسمت عقب (گناتوزومای نر با قسمت عقبی ایدیوزومای کنه ماده) با هم تماس گرفتند. در اکثر موارد تماس کنه نر با ماده در حال سکون انجام شد یا این که در تعداد موارد کمی تماس در حالتی انجام شد که هر دو در حال حرکت بودند. بعد از مواجه شدن کنه نر با کنه ماده (شکل ۱) فاز اول II (a، b و c)، کنه نر با استفاده از پاهای جلو و پالپ‌های خود با گناتوزوما (a)، با قسمت جانبی (b)، یا قسمت عقبی‌ایدیوزوما ی (c) کنه ماده تماس برقرار کرد.

فاز دوم

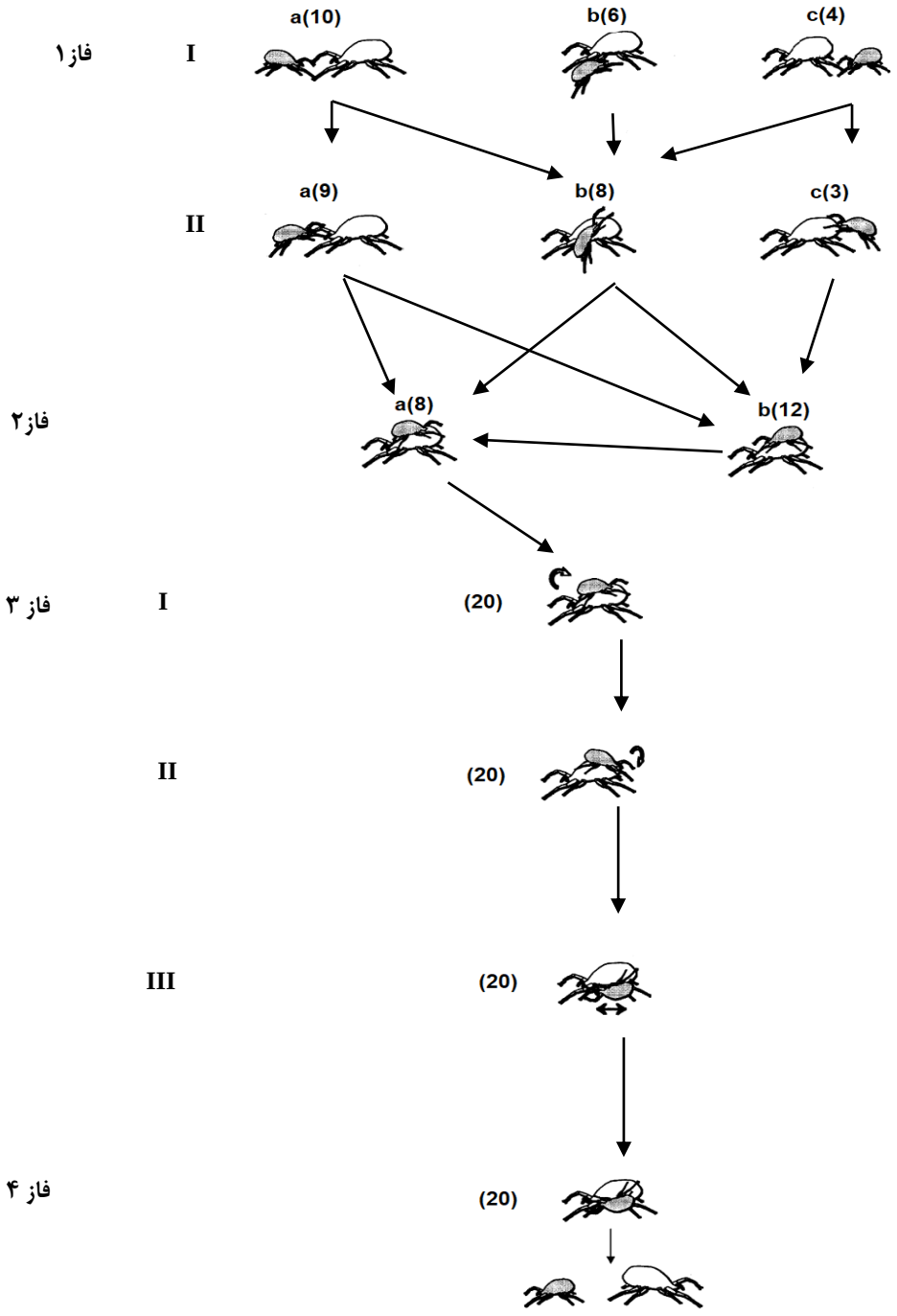
کنه نر در حالی که در تماس با بدن کنه ماده قرار داشت از یکی از دو طریق نشان داده شده در شکل۱ (فاز دوم a، b) به قسمت بالای بدن کنه ماده رفت، در حالی که کنه ماده آرام باقی مانده بود یا تنها در موارد معدودی حرکت می‌کرد. در هشت مورد بعد از این که کنه نر از جلو یا پهلوی بدن کنه ماده بر بالای کنه ماده رفت، و قسمت عقبی بدن ماده را لمس کرد (فاز دوم الف)؛ در هفت مورد بعد از این که کنه نر از عقب بدن کنه ماده بر بالای بدن کنه ماده رفت ابتدا به سمت جلوی بدن کنه ماده رفت ولی بعد برگشت و قسمت عقبی بدن ماده را لمس کرد (فاز دوم ب)؛ در پنج مورد نیز بعد از این که کنه نر از عقب بدن کنه ماده بر بالای بدن آن رفت ابتدا قسمت عقب بدن کنه ماده را لمس کرد ولی بعد تغییر مسیر داد و قسمت جلویی بدن ماده را لمس کرد و در نهایت برگشت و قسمت عقبی بدن کنه ماده را لمس نمود (فاز دوم ب).

فاز سوم

بعد از این که کنه نر بر بالای بدن کنه ماده رفت، از قسمت عقب (فاز سوم I ، فاز سوم II) به وضعیت جفت‌گیری (تماس شکم به شکم) رفت. به محض این که جفت کنه‌ها به وضعیت شکم به شکم (فاز سوم III) رسیدند، کنه نر برای مدتی بدن خود را به سمت چپ – راست حرکت داد. ولی در این وضعیت در اکثر موارد کنه ماده به صورت عادی و طبیعی روی برگ حرکت نمود تا این که هر دو کنه نر و ماده بی حرکت باقی ماندند.

فاز چهارم

در فاز چهارم کنه نر و ماده برای مدت ۰/۷۸ ±۱۶/۸ دقیقه (Mean± SE) به حالت شکم به شکم و بی حرکت باقی ماندند (جدول ۱) و تصور بر این است که دراین حالت انتقال اسپرم از سوراخ جنسی نر و از طریق اسپرماداکتیل به اسپرماتکای ماده منتقل شده است. در انتهای فاز چهارم و در اواخر دوره بی‌حرکتی، کنه ماده در اکثر موارد شروع به دویدن کرد، در حالی که کنه نر بی‌حرکت بود یا این که بدن خود را به چپ- راست حرکت می‌داد. بعد از مدت کوتاهی کنه نر از کنه ماده جدا شد و هر کدام از کنه‌ها به مسیر خود رفتند.



شکل ۱. نمایش نموداری رفتار جفت‌گیری کنه شکارگر *Euseius scutalis*. فاز ۱: ملاقات اولیه، a: تماس گناتوزوما ی کنه نر با گناتوزومای کنه ماده، b: تماس گناتوزومای کنه نر با قسمت جانبی‌ایدیوزومای کنه ماده، c: تماس گناتوزومای کنه نر با قسمت عقبی‌ایدیوزومای کنه ماده؛ فاز ۲: بالا رفتن کنه نر به پشت ماده ،a: بالا رفتن کنه نر به پشت کنه ماده از سمت جلوی بدن، b: بالا رفتن کنه نر به پشت بدن کنه ماده از سمت عقب بدن ؛ فاز ۳: رسیدن به موقعیت جفت‌گیری (شکم به شکم)؛ فاز ۴: موقعیت جفت‌گیری.(اعداد داخل پرانتز نشان دهنده تعداد جفت‌هایی است که در هر فاز مشاهده شده است).

طول دوره مراحل جفت‌گیری

زمان مورد نیاز برای اولین تماس بعد از انتقال دو کنه به روی سطح برگ درون قفس به طور متوسط۳/۲۵ ± ۱۴/۴ دقیقه (Mean± SE) دقیقه بود (جدول ۱). سپس کنه نر بر بالای بدن کنه ماده رفت و برای چند ثانیه بر بالای کنه ماده باقی ماند. تقریبا ۰/۰۱ ± ۰/۱۷ دقیقه بعد از اولین تماس، جفت کنه به وضعیت جفت‌گیری شکم به شکم رسیدند. بعد از این که کنه‌ها به وضعیت جفت‌گیری شکم به شکم رسیدند، کنه نر تقریبا به مدت ۰/۰۳ ± ۱/۰۹ دقیقه در زیر شکم کنه ماده بدن خود را به سمت چپ و راست حرکت داد (جدول ۱). در نهایت دو کنه به مدت ۰/۷۸ ± ۱۶/۸ دقیقه به صورت ثابت و بدون حرکت باقی ماندند (جدول ۱).

جدول ۱ . طول دوره زمانی فازهای مختلف جفت‌گیری یک کنه ماده باکره تازه بالغ شده با یک کنه نر تازه بالغ شده *E. scutalis*.

مرحله	تکرار	مدت زمان (دقیقه)(±SE)
زمان قرار گیری کنه ماده و نر جفت‌گیری نکرده در ظرف تا اولین تماس (فاز۱)	۲۰	۱۴/۴±۳/۲۵
زمان اولین تماس تا قرار گیری کنه نر در حالت جفتگیری شکم به شکم (فاز۲)	۲۰	۰/۱۷±۰/۰۱
زمان از ابتدای حالت شکم به شکم تا شروع حالت بی حرکتی (فاز۳)	۲۰	۱/۰۹±۰/۰۳
زمان حالت بی حرکتی کنه نر و ماده تا جدا شدن آنها (فاز۴)	۲۰	۱۶/۸±۰/۷۸

بررسی اسپرماتکا

سه عدد از ۲۰ عدد ماده‌هایی که جفت‌گیری را کامل کرده بودند در اثنای تهیه اسلاید میکروسکوپی صدمه دیدند و در نتیجه بررسی اسپرماتکای آنها میسر نشد. بر اساس روش Amano & Chant (1978a) در شش عدد از ۱۷ عدد کنه باقی مانده یکی از اسپرماتکاهای آنها متورم و بارور شده بود (نوع ۱–۱) (یک اسپرماتکا متورم – همان اسپرماتکا تلقیح شده بود)؛ در ۲ عدد از کنه‌های ماده هر دو اسپرماتکا متورم بود اما تنها یکی از آنها بارور شده بود (نوع ۲–۱)؛ در ۷ عدد از کنه‌های ماده هردو اسپرماتکا متورم و بارور شده بود (نوع ۲–۲)؛ در یک مورد هیچکدام از اسپرماتکا نه متورم و نه تلقیح شده بود (نوع ۰–۰). هیچ کدام از ماده‌ها دارای بیش از یک اسپرماتوفور در هر اسپرماتکا نبود. همچنین در هیچ کدام از ماده‌های باکره اسپرماتکاهای متورم یا بارور دیده نشد (نوع ۰–۰). به علاوه در دو مورد از ۱۷ کنه ماده‌ای که به صورت تصادفی از کلنی کنه شکارگر انتخاب شده بود هر دو اسپرماتکا متورم و بارور بود (نوع ۲–۲). همچنین در دو عدد از کنه‌های ماده ای که به صورت تصادفی از کلنی انتخاب شده بودند هر دو اسپرماتکا متورم بود ولی تنها یکی از آنها با یک اسپرماتوفور بارور شده بود (نوع ۲–۱)؛ در ۸ ماده یک اسپرماتکا متورم و بارور شده بود (نوع ۱–۱)؛ در یک ماده یک اسپرماتکا متورم شده بود ولی بارور نشده بود (نوع۱–۰) و در دو مورد هیچکدام از اسپرماتکا نه متورم و نه تلقیح شده بود(نوع۰–۰). در یک مورد اسپرماتکا قابل مشاهده نبود و در یک مورد دیگر فقط یک اسپرماتکا مشاهده شد که متورم و تلقیح نشده بود.

بحث

اولین قدم در رفتار جفت‌گیری کنه *E. scutalis* مواجه شدن کنه نر با یک ماده و شروع رفتار جفت گیری بود که بلافاصله بعد از آخرین پوست اندازی و خروج کنه ماده بالغ صورت گرفت. Elbadry & Elbenhawy (1968) رفتار جفت‌گیری کنه *E. scutalis* را بررسی نمودند. آنها گزارش نمودند که کنه‌های ماده بلافاصله بعد از آخرین پوست اندازی رفتار جفت‌گیری را آغاز کردند که نتایج ما با یافته‌های آنها مشابهت دارد. رفتار مشابهی در سایر کنه‌های متعلق به خانواده Phytoseiidae از قبیل *G.*

Euseius mesembrinus و (Amano & Chant, 1978a) *A. andersoni* و *P. persimilis* ، (Laing, 1969) *occidentalis* (Dean) (Abou-Setta & Childers, 1987) گزارش شده است. با این حال، Pappas *et al*. (2005) گزارش کردند که در کنه فیتوزئید *Kampimodromus aberrans* Oudemans رفتار جفت‌گیری یک روز بعد از خروج کنه ماده بالغ انجام شد و در روز اول کنه ماده کنه نر را از خود دور کرد. در روز اول کنه نر و ماده *K. aberrans* اکثر وقت خود را صرف تغذیه کردند. آنها حدس زدند که یک روز برای رفع نیازهای غذایی و بلوغ جنسی ضروری بوده است.

نتایج آزمایش کنونی نشان داد که کنه‌های نر *E. scutalis* در فاز اول جفت‌گیری از طریق قسمت جلو، پهلو یا عقب بدن کنه ماده به آن نزدیک شدند. تنوع مشابهی در مواجه شدن اولیه کنه نر با کنه ماده در سایر کنه‌های فیتوزئید از قبیل *P. persimilis* (Amano & Chant, 1978a) *T. pyri* و *A. andersoni* ، (Overmeer *et al*., 1982) *G. occidentalis* ، (Hoy & Cave, 1985) و *A. womersleyi* (Tsunoda, 1994) گزارش شده است.

مراحل جفت‌گیری *E. scutalis* که در ۲۰ جفت مورد مطالعه دیده شد (یعنی داشتن فاز دوم؛ یعنی رفتن کنه نر بر بالای ایدیوزومای کنه ماده) مشابه با نوع *Amblyseius- Typhlodromus* توصیف شده به وسیله Amano & Chant (1978a) است. این رفتار جفت‌گیری برای *E. scutalis* با رفتار جفت‌گیری همین گونه که توسط Elbadry & Elbenhawy (1968) قبلا گزارش شده است، مشابهت دارد. مشابه این رفتار جفت‌گیری برای سایر کنه‌های فیتوزئید از قبیل *G. occidentalis* (Lee & Davis, 1968)، *Neoseulus fallacis* (Garman) (Rock *et al*., 1976) *A. andersoni* ، (Overmeer *et al*., 1982) *T. pyri* ، (Zaher & Shehata, 1971) و *Kampimodromus aberrans* (Pappas *et al*., 2005) هم گزارش شده است. در کنه *A. womersleyi* اکثر جفت‌ها نوع جفت‌گیری *Amblyseius- Typhlodromus* را نشان دادند در صورتی که تعداد کمی از آنها نوع جفت‌گیری *Phytoseiulus* را نشان دادند که در آن کنه نر بدون رفتن بر روی پشت بدن کنه ماده مستقیما به زیر آن رفت و به حالت شکم به شکم قرار گرفت (Tsunoda, 1994). بنابراین در گونه های مختلف کنه‌های فیتوزئید تنوع زیادی در رفتار جفت‌گیری مشاهده شده‌است. به نظر می‌رسد که تنوع بین گونه‌ای و یا حتی بین جمعیتی در رفتار جفت‌گیری کنه‌های خانواده Phytoseiidae پدیده‌ای مرسوم باشد (Hoy & Cave, 1985).

در این مطالعه میانگین مدت زمان بین شروع آزمایش تا اولین تماس بین دو جنس نر و ماده ۱۴/۴ دقیقه طول کشید که نزدیک به ۱۵ دقیقه گزارش شده برای *A. andersoni* و *T. pyri* (Overmeer *et al*., 1982) بود. در کنه *A. andersoni* که رفتار جفت‌گیری نوع *Amblyseius- Typhlodromus* دارد، کنه نر بر بالای کنه ماده رفته و برای مدت دو دقیقه یا کمتر در آنجا مانده و سپس به وضعیت شکم به شکم در آمد (Overmeer *et al*., 1982). در کنه *K. aberrans* کنه نر تقریبا ۳۰ ثانیه بر بالای بدن کنه ماده مانده و سپس پایین آمده و به حالت شکم به شکم در آمد (Pappas *et al*., 2005). در کنه *E. scutalis* هم کنه نر تقریبا ۱۰ ثانیه بر بالای بدن کنه ماده ایستاده و بعد پایین آمده و به حالت شکم به شکم در آمد که این رفتار جفت‌گیری تقریبا مشابه رفتار جفت‌گیری کنه *K. aberrans* و متفاوت با رفتار جفت‌گیری کنه *A. andersoni* است. کل زمان جفت‌گیری *E. scutalis* از اولین تماس تا شروع جفت‌گیری واقعی (شکم به شکم) ۱/۲۶ دقیقه بود، که مشابه با زمان مورد نیاز برای جفت‌گیری کنه *K. aberrans* (Pappas *et al*., 2005) و کنه *A. andersoni* و *P. persimilis* (Amano & Chant, 1978a) بود. به نظر می‌رسد که دوره زمانی از اولین تماس تا شروع جفت‌گیری اصلی (شکم به شکم) یک خصوصیت اختصاصی گونه است تا این که مربوط به ترتیب رفتار توصیف شده در انواع جفت‌گیری *Amblyseius- Typhlodromus* و *Phytoseiulus* باشد. به علاوه، کنه ماده باکره *P. persimilis* نرهای غیر خویشاوند را راحت‌تر از کنه‌های خویشاوند پذیرفت (Enigl & Schausberger, 2004) که نشان می‌دهد خویشاوند بودن بین کنه نر و ماده می تواند به صورت معنی داری بر زمان بین اولین تماس تا شروع مرحله شکم به شکم تاثیر بگذارد. منظور از کنه خویشاوند یعنی این که کنه نر و ماده مربوط به یک کلنی باشند یعنی مثلا فرزندان یک پدر و مادر باشند که این موضوع از طریق خویش آمیزی (Inbreeding) ایجاد می‌شود.

میانگین مدت زمان جفت‌گیری واقعی بین کنه نر و ماده (تماس شکم به شکم) در کنه *E. scutalis* تقریبا ۱۶/۸±۰/۷۸ دقیقه طول کشید که کمتر از زمان گزارش شده برای همین گونه (۳۰ دقیقه) توسط(Elbadry & Elbenhawy, 1968) بود. علت این اختلاف می تواند به دلیل تفاوت در نژاد کنه *E. scutalis* باشد. با این حال، میانگین زمان جفت‌گیری واقعی (شکم به شکم) در کنه *A. wonersleyi* ۱۳۸ دقیقه (Amano & Chant, 1978a) ، در کنه *Typhlodromus exhilarates* Ragusa ۲۴۳ دقیقه (Castagnoli & Liguori, 1991) ، در کنه *A. andersoni* ۱۸۵ دقیقه (Tsunoda & Amano, 2001) و در کنه *K. aberrans* ۲۳۰ دقیقه (Pappas *et al*., 2005) گزارش شده است. در کنه‌های شکارگر *N. californicus*، *N. cucumeris* ، *A. colimensis* و *T. pyri* دوره زمانی جفت‌گیری شکم به شکم ۳۵۱– ۵۰۰ دقیقه گزارش شده است (Overmeer *et al*., 1982; Castagnoli & Liguori, 1991; Orlando & McMurtry, 1993). همچنین در گونه‌هایی که رفتار جفت‌گیری نوع *Phytoseiulus* را نشان می دهند طول دوره تماس شکم به شکم متغیر گزارش شده است: ۹۰ دقیقه در *Phytoseiulus macropilis* Banks، ۱۴۸ دقیقه در *P. persimilis* و ۱۴۵ دقیقه در *Neoseiulus bibens* (Blommers) (Prasad, 1967; Amano & Chant, 1978a; Schulten *et al.*, 1978; Enigl & Schausberger, 2004). داده‌های موجود دراین منابع نشان می دهد که رابطه هماهنگی بین دوره زمانی جفت‌گیری شکم به شکم و نوع رفتار جفت‌گیری وجود ندارد.

در چندین کنه مورد مطالعه قرار گرفته مانند *P. persimilis*، *A. andersoni* ، *N. bibens* ، *A. womerleyi*، *T. ehilaratus* ، *N. californicus* ، *A. cucumeris* ، *T. pyri* و *K. aberrans* بعد از یک جفت‌گیری موفق، یک اسپرماتکای بارور شده حاوی یک اسپرماتوفور بوده است (Amano & Chant, 1978a; Schulten *et al*., 1978; Overmeer *et al*., 1982; Hoy & Cave, 1985; Castagnoli & Liguori, 1991; Tsunoda & Amano, 2001; Pappas *et al*., 2005). به صورت مشابه در کنه *E. scutalis* هم تقریبا در کلیه اسپرماتکاهای بارور تنها یک اسپرماتوفور دیده شد. با این حال، در یک مورد یک ماده که به صورت تصادفی از کلنی آزمایشگاهی انتخاب شده بود دارای دو اسپرماتوفور در درون یک اسپرماتکا بود. در گونه‌های *A. andersoni*، *P. persimilis* و *G. occidentalis* حتی تا چهار اسپرماتوفور در درون یک اسپرماتکا که در نتیجه جفت‌گیری‌های متعدد بوده است، گزارش شده است (Amano & Chant, 1978b; Hoy & Smilanick, 1979). در کنه‌های *T. pyri* و *A. cucumeris* ماده‌های با تاریخچه تولید مثلی نامشخص تا دو اسپرماتوفور در درون یک اسپرماتکا داشتند (Overmeer *et al*.,1982; Castagnoli & Liguori, 1991).

در کلیه گونه‌های فوق به جز *G. occidentalis* (که مطالعه نشده است)، اختلال مصنوعی در روند جفت‌گیری سبب کاهش در تعداد و اندازه اسپرماتوفور در درون اسپرماتکا، زادآوری، دوره تخمگذاری و نسبت جنسی نوزادان (نسبت دخترها به کل فرزندان) شد (Amano & Chant, 1978b; Schulten *et al*., 1978; Overmeer *et al*., 1982; Castagnoli & Liguori, 1991; Tsunoda and Amano, 2001).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در نتیجه گیری نهایی باید گفت که در کنه *E. scutalis* رفتار جفت‌گیری نوع *Amblyseius – Typhlodromus* مشاهده شد. به علاوه، نتایج این پژوهش نشان داد که بعد از یک جفت‌گیری، در اکثر ماده‌ها یک اسپرماتوفور در درون یک اسپرماتکا وجود داشت.

سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز (Grant no. SCU.Ap 1401.400) تشکر می شود.

منابع

دانشور، ه. ۱۳۵۹. گونه هایی از کنه های شکارگر شمل و غرب ایران. آفات و بیماری های گیاهی. ۴۸ (۱): ۸۷– ۹۶.

Abou-Setta, M. M., & Childers, C. C. (1987). Biology of *Euseius mesembrinus* (Acari: Phytoseiidae): life tables on ice plant pollen at different temperatures with notes on behavior and food range. *Experimental & Applied Acarology, 3*, 123-130. https://doi.org/10.1007/bf01270474

Amano, H., & Chant, D. A. (1978a). Some factors affecting reproduction and sex ratios in two species of predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Amblyseius andersoni* (Chant)(Acarina: Phytoseiidae). *Acarologia, 20*, 196-213. https://doi.org/10.1139/z78-221

Amano, H., & Chant, D. A. (1978b). Some factors affecting reproduction and sex ratios in two species of predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Amblyseius andersoni* (Chant)(Acarina: Phytoseiidae). *Canadian Journal of Zoology*, *56*(7), 1593-1607. https://doi.org/10.1139/z78-221

Bounfour, M. & McMurtry, J. A. (1987). Biology and ecology of Euseius scutalis (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae). *Hilgardia*, 55 (5): 1- 23. https://doi.org/10.3733/hilg.v55n05p023

Castagnoli, M. & Liguori, M. (1991). Laboratory observation on duration of copulation and egg production of three phytoseiid species fed on pollen. In: Schuster R. & Murphy, P. W. (eds), The Acari. Reproduction, development and life history strategies. Chapman and Hall, London, pp. 231- 239. https://doi.org/10.1007/978-94-011-3102-5_15

Elbadry, E. A., & Elbenhawy, E. M. (1968). Studies on the mating behavior of the predaceous mite *Amblyseius gossipi* (Acarina, Phytoseiidae). *Entomophaga, 13*, 159-162. https://doi.org/10.1007/bf02371786

Enigl, M., & Schausberger, P. (2004). Mate choice in the predaceous mite *Phytoseiulus persimilis*: evidence of self-referent phenotype matching. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *112*(1), 21-28. https://doi.org/10.1111/j.0013-8703.2004.00175.x

Faraji, F., Hajizadeh, J., Ueckerman, E. A., Kamali, K. & McMurtry, G. A. 2007. Two new records of Iranian phytoseiid mites with synonymy and keys to the species of Typhloseiulus Chant and McMurtry and Phytoseiidae in Iran (Acari: Mesostigmata). *International Journal of Acarology*, 33 (3): 231- 239. https://doi.org/10.1080/01647950708684527

Hoy, M. A. (1985). Recent advances in genetics and genetic improvement of the Phytoseiidae. *Annual Review of Entomology*, *30*(1), 345-370. https://doi.org/10.1146/annurev.en.30.010185.002021

Hoy, M. A., & Cave, F. E. (1985). Mating behavior in four strains of *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). *Annals of the Entomological Society of America*, *78*(5), 588-593. https://doi.org/10.1093/aesa/78.5.588

Hoy, M. A., & Smilanick, J. M. (1979). A sex pheromone produced by immature and adult females of the predatory mite, *Metaseiulus occidentalis*, Acarina: Phytoseiidae. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *26*(3), 291-300. https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1979.tb02930.x

Kamali, K., Ostovan, H., & Atamehr, A. (2001). A catalog of mites and ticks (Acari) of Iran. *Islamic Azad University Scientific Publication Center, 206* https://doi.org/10.13140/2.1.4825.8244

Kasap, İ., & Şekeroğlu, E. (2004). Life history of *Euseius scutalis* feeding on citrus red mite *Panonychus citri* at various temperatures. *BioControl, 49*, 645-654. https://doi.org/10.1023/b:bico.0000046733.53887.2b

Kumari, M. & Sadana, G. L. (1992). Mating behavior of the predatory mite Amblyseius alstonia Gupta (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Insect Science 5*, 165- 166. https://doi.org/10.1007/s10493-005-5303-7

Laing, J. E. (1969). Life history and life table of *Metaseiulus occidentalis*. *Annals of the Entomological Society of America*, *62*(5), 978-982. https://doi.org/10.1093/aesa/62.5.978

Lee, M. S., & Davis, D. W. (1968). Life history and behavior of the predatory mite *Typhlodromus occidentalis* in Utah. *Annals of the Entomological Society of America*, *61*(2), 251-255. https://doi.org/10.1093/aesa/61.2.251

Meyerdirk, D. E., & Coudriet, D. L. (1986). Evaluation of two biotypes of *Euseius scutalis* (Acari: Phytoseiidae) as predators of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of economic entomology*, *79*(3), 659-663. https://doi.org/10.1093/jee/79.3.659

Momen, F., & Abdel-Khalek, A. (2008). Influence of diet on biology and life-table parameters of the predacious mite *Euseius scutalis* (AH)(Acari: Phytoseiidae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, *41*(6), 418-430. https://doi.org/10.1080/03235400600813508

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

Orlando, A., & McMurtry, J.1993. Mating behavior and reproductive mechanisms of *Amblyseius colimensis* Aponte and McMurtry (Acari: Phytoseiidae). Bol.Entomol.Venez.7:1-12 https://doi.org/10.1080/01647959308683974

Overmeer, W. P. J., Doodeman, M., & Zon, A. V. (1982). Copulation and egg production in *Amblyseius potentillae* and *Typhlodromus pyri* (Acari, Phytoseiidae). *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, *93*(1-5), 1-11.https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1982.tb03563.x

Pappas, M. L., Broufas, G. D., & Koveos, D. S. (2005). Mating behavior of the predatory mite *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental & applied acarology*, *36*, 187-197.https://doi.org/10.1007/s10493-005-5303-7

Prasad, V. (1967). Biology of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* in Hawaii (Acarina: Phytoseiidae). *Annals of the Entomological Society of America*, *60*(5), 905-908.https://doi.org/10.1093/aesa/60.5.905

Rock, G. C., Monroe, R. J., & Yeargan, D. R. (1976). Demonstration of a sex pheromone in the predaceous mite *Neoseiulus fallacis*. *Environmental Entomology*, *5*(2), 264-266. https://doi.org/10.1093/ee/5.2.264

Sabelis, M. W. (1985). Predator – prey interaction. Predation on spider mites. In: Helle, W. & Sabelis, M. W. (eds), World crop pests: Spider mites, Their biology, natural enemies and control. Vol 1B, pp 103-129.

Schulten, G. G. M. (1985). Mating. In: Helle, W. & Sabelis, M. W. (eds), World crop pests: Spider mites, Their biology, natural enemies and control. Vol 1B, pp 55-65.

Schulten, G. G. M., Van Arendonk, R. C. M., Russell, V. M., & Roorda, F. A. (1978). Copulation, egg production and sex-ratio in *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius bibens* (Acari: Phytoseiidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *24*(2), 145-153.https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1978.tb02764.x

Shishehbor, P. (1991). Population dynamics of *Tetranychus turkestani* (Ugarov and Nikolski)(Acari: Tetranychidae) on castor bean in southwestern Iran. In *Proceedings of the 10th Plant Protection Congress of Iran 1-5 Sep. 1991 Kerman (Iran Islamic Republic)*. https://doi.org/10.11158/saa.13.1.2

Shishehbor, P., Rahmani-Piyani, A., & Riahi, E. (2022). Effects of different pollen diets in comparison to a natural prey, *Tetranychus turkestani* (Acari: Tetranychidae), on development, survival, and reproduction of *Euseius scutalis* (Acari: Phytoseiidae). *Systematic and Applied Acarology*, *27*(10), 2111-2122.https://doi.org/10.11158/saa.27.10.19

Tsunoda, T. (1994). Mating behavior of the predacious mite, *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acari: Phytoseiidae). *Applied Entomology and Zoology*, *29*(2), 141-147.https://doi.org/10.1303/aez.29.141

Tsunoda, T., & Amano, H. (2001). Female mate-receptivity behavior in multiple matings of a predacious mite, *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acari: Phytoseiidae). *Applied Entomology and Zoology*, *36*(3), 393-397.https://doi.org/10.1303/aez.2001.393

Zaher, M. A., & Shehata, K. K. (1971). Biological studies on the predator mite *Typhlodromus pyri* Sch.(Acarina Phytoseiidae) with the effect of prey and non-prey substances. *Zeitschrift fürAngewandte Entomologie*, *67*(1-4), 389-394.