دانش گیاهپزشکی ایران
دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۵ (ص ۱۵۰-۱۳۹) DOI: 10.22059/ijpps.2016.59297

ترجیح غذایی و سوئیچینگ کنهٔ شکارگر *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) روی سفید بالک گلخانه و کنهٔ تارتن دولکه‌ای

سمیرا حیدری[۱]، حسین اللهیاری[۲*] و آزاده زاهدی گلپایگانی[۲]
۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیاران، گروه گیاهپزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۱۴)

چکیده

سفید بالک گلخانه و کنهٔ تارتن دولکه‌ای از جمله مهم‌ترین آفاتی هستند که به انواع گیاهان و محصولات گلخانه‌ای را حمله می‌کنند. کنهٔ *Amblyseius swirskii* یک شکارگر عمومی است که می‌تواند از هر دو این آفات تغذیه کند. در این بررسی میزان تغذیهٔ این کنهٔ شکارگر از مراحل مختلف رشدی هر یک از دوی آفت و ترجیح شکارگر بین مراحل مختلف رشدی هر یک از آفات و همچنین ترجیح غذایی و رفتار سوئیچینگ کنهٔ *A. swirskii* بین مرحلهٔ مرجح کنهٔ تارتن دولکه‌ای و سفید بالک گلخانه در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۲۵±۱°C، رطوبت نسبی ۱۰±۷۰٪ و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) بررسی شد. نتایج نشان داد که پوره‌های سن‌های پایین سفید بالک گلخانه نسبت به دیگر مراحل رشدی این آفت و مراحل متحرک کنهٔ تارتن دولکه‌ای، نسبت به مرحلهٔ تخم ترجیح داده شدند. مقایسهٔ میانگین شاخص بتای منلی در آزمایش ترجیح کنهٔ شکارگر بین پوره‌های سن‌های پایین سفید بالک گلخانه و مرحلهٔ پروتونمف کنهٔ تارتن دولکه‌ای نشان‌دهندهٔ ترجیح کنهٔ شکارگر برای کنهٔ تارتن دولکه‌ای نسبت به سفید بالک گلخانه است. نتایج به‌دست‌آمده از بررسی سوئیچینگ نشان داد که تغییر نسبت سفید بالک گلخانه و کنهٔ تارتن دولکه‌ای منجر به تغییر خطی مقدار β نمی‌شود و رفتار سوئیچینگ در این شکارگر وجود ندارد. به‌عبارت‌دیگر بدون توجه به فراوانی نسبی کنهٔ تارتن دولکه‌ای و سفید بالک گلخانه، کنهٔ شکارگر کنهٔ تارتن دولکه‌ای را به سفید بالک گلخانه ترجیح می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: *Trialeurodes vaporariorum*، *Tetranychus urticae*، شاخص بتای منلی، شکارگری غیرانتخابی، کنهٔ شکارگر.

Prey preference and switching behavior of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on greenhouse whitefly and two-spotted spider mite

Samira Heydari[1], Hossein Allahyari[2*] and Azade Zahedi Golpayegani[2]
1, 2. M. Sc. Student and Associate Professrs, Department of Plant Protection, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
(Received: Feb. 13, 2016 - Accepted: Jul. 4, 2016)

ABSTRACT

Greenhouse whitefly and two-spotted spider mite are two important pests on greenhouse crops. The polyphagous predatory mite *Amblyseius swirskii* preys on both of these pests. In this research, predation of the predatory mite on different stages of both pests, prey stage preference of pests, prey preference and switching behavior of predator between preferred stage of greenhouse whitefly and two-spotted spider mite were investigated in laboratory conditions (25 ± 1°C, 70 ± 10% RH and 16L: 8D hour photoperiod). The preference index for each experiment was calculated by Manly's β index. Results showed that, young instars (first and second instars) of greenhouse whitefly and non-sessile stages of spider mites (larvae, protonymph and deuonymph) were preferred stages. Comparison of the mean preference index between young instars of greenhouse whitefly and protonymphs of two-spotted spider mite showed that this predator showed a significant preference to *T. urticae*. The variation in different ratio of preys had no effect on predatory mite preference so switching didn't observed in *A. swirskii*.

Keywords: Manly's β index, predatory mite no-choice, *Trialeurodes vaporariorum*, *Tetranychus urticae*.

∗ Corresponding author E-mail: allahyar@ut.ac.ir Tel: +98 26 32210982

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سطح زیر کشت گلخانه‌های کشور بیش از ۸۸۰۰ هکتار است و در بین گیاهان و محصولات گلخانه‌ای، خیار بیشترین سطح زیر کشت را با حدود ۵۴۰۰ هکتار به خود اختصاص داده است (Ebadzade *et al.*, 2013). آفات چندی به محصولات گلخانه‌ای آسیب وارد می‌کنند که یکی از آن‌ها *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) یا سفید بالک گلخانه است. این آفت از راه‌های مختلفی به گیاهان میزبان خود آسیب و زیان می‌رساند. با توجه به اینکه این حشره از شیرهٔ نباتی تغذیه می‌کند، به‌شدت سبب ضعف گیاه می‌شود. از سوی دیگر عسلک ترشح‌شده توسط پوره‌ها و حشره‌های کامل این آفت، سبب رشد قارچ دوده شده که این خود سبب کاهش نورساخت (فتوسنتز) و همچنین کاهش دیگر فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه شده و از بازارپسندی محصولات هم می‌کاهد (Shishebor, 2002). افزون بر سفید بالک‌ها، در بین آفات گلخانه‌ای کنه‌ها نیز سبب کاهش عملکرد و آسیب و زیان جبران‌ناپذیر به گلخانه‌ها می‌شوند. از جمله مهم‌ترین کنه‌های گلخانه‌ای می‌توان به کنهٔ تارتن دولکه‌ای (*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)) اشاره کرد. این کنه به بیش از ۱۸۰ گونهٔ میزبان گیاهی حمله می‌کند و یکی از میزبان‌های این آفت که منجر به آسیب عمده روی آن می‌شود، خیار گلخانه‌ای است. *T. urticae* با تغذیهٔ خود سبب کاهش مجموع محتوای سبزینه‌ای (کلروفیلی) و کاهش نرخ خالص نورساخت در برگ‌ها می‌شود و این آسیب به یاخته‌ها و بافت‌ها اغلب با بدشکلی برگ‌ها همراه است. آلودگی به کنهٔ تارتن دولکه‌ای همچنین باعث می‌شود که تا حدود ۱۴ درصد از شمار برگ‌های تولیدشده توسط گیاه خیار کاهش یابند (Park & Lee, 2005). تولیدمثل زیاد همراه با دورهٔ نشو و نمای کوتاه این کنه‌ها امکان طغیان این آفت را فراهم می‌سازد. این آفت می‌تواند در شرایط مساعد گلخانه‌ای تا هجده نسل در سال هم داشته باشد و به علت شمار نسل زیادی که این آفت دارد، امکان مقاوم شدن سریع به سموم شیمیایی وجود دارد (Nauen *et al.*, 2001). از سویی با توجه به تازه‌خوری محصول خیار استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی برای کنترل آفات با محدودیت همراه است. بنابراین استفاده از دیگر روش‌های جایگزین از جمله کاربرد عامل‌های کنترل زیستی (بیولوژیک) پرهیزناپذیر است. برای عملی کردن کاربرد کنترل زیستی بایستی از روش‌های ساده و ارزان استفاده کرد که یکی از این روش‌ها استفاده از دشمنان طبیعی عمومی برای کنترل چند آفت به‌طور همزمان است. البته با استفاده از یک دشمن طبیعی علیه چندگونه آفت ممکن است همیشه نتیجهٔ دلخواه به دست نیامده و حضور چند آفت سبب شود استفاده از دشمن طبیعی با شکست روبه‌رو شود (Messelink & Jansen, 2008). از سوی دیگر ممکن است حضور چند آفت سبب شود که دشمن طبیعی عملکرد بالاتری داشته و کنترل بهتری بر آفات داشته باشد (Evans *et al.*, 1999; Messelink *et al.*, 2008).

کنهٔ *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) بر پایهٔ طبقه‌بندی McMurtry *et al.* (2013)، از جمله گروه سوم کنه‌های خانوادهٔ فیتوزئیده بوده و به‌عنوان یک شکارگر عمومی‌خوار می‌تواند از حشره‌ها و کنه‌های مختلف و همچنین گردهٔ گیاهان تغذیه کند. این شکارگر می‌تواند شمار زیادی از آفات را در گلخانه همچون دیگر شکارگرهای عمومی کنترل کند (Symondson *et al.*, 2002). امروزه این شکارگر برای کنترل تریپس‌ها و سفید بالک‌ها در گیاهان گلخانه‌ای به کار می‌رود (Nomikou *et al.*, 2001; Messelink *et al.*, 2006). به دلیل اینکه هر دو آفت کنهٔ تارتن دولکه‌ای و سفید بالک گلخانه به‌طور همزمان روی گیاه میزبانشان می‌توانند حضور داشته باشند، داشتن آگاهی در مورد میزان شکارگری کنهٔ شکارگر *A. swirskii* روی مراحل مختلف رشدی هر یک از دو آفت و مشخص کردن اینکه کدام مرحلهٔ رشدی کنهٔ تارتن دولکه‌ای و همچنین سفید بالک گلخانه را ترجیح می‌دهد، ضروری به نظر می‌رسد.

از موضوع‌هایی که لازم است پیش از استفاده از دشمنان طبیعی عمومی بررسی شود، ترجیح غذایی آن‌هاست. زیرا اغلب دشمنان طبیعی عمومی ترجیح

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت به یکی از میزبان‌هایشان دارند و این موضوع سبب می‌شود که آن طعمه نسبت به تراکمش بیشتر استفاده شود (Jervis *et al.*, 2005). تمایل شکارگر برای انتخاب یک طعمه نسبت به یک طعمهٔ دیگر ممکن است تحت تأثیر تراکم نسبی شکارهایی که در اختیار شکارگر است، تغییر کند. این رفتار که سوئیچینگ نام دارد، هنگامی رخ می‌دهد که شکارگر، به شکاری که تراکم بیشتری دارد بیشتر حمله کند و گاهی شکاری را که تراکم کمتری دارد نادیده بگیرد (Murdoch, 1969). رفتار سوئیچینگ در شکارگر سبب می‌شود که گونهٔ طعمه کمیاب از شکارگری فرار می‌کند و طعمهٔ فراوان‌تر بیشتر شکار می‌شود. در این شرایط نامتناسب شکارگری روی طعمه با تراکم بالاتر، هیچ‌کدام از دو گونهٔ شکار نه منقرض می‌شوند و نه بیش‌ازحد افزایش می‌یابند (Oaten & Murdoch,1975; Symondson *et al.*, 2002). این اثر تثبیت‌کنندهٔ جمعیت شکار توسط شکارگرهای عمومی، ممکن است راهکار سودمندی برای مدیریت همزمان چند آفت در بوم‌سازگان (اکوسیستم)های کشاورزی باشد (Symondson *et al.*, 2002).

با بررسی رفتار سوئیچینگ در کنهٔ شکارگر *A. swirskii* این موضوع مشخص می‌شود که آیا این شکارگر ترجیح ثابت نسبت به یکی از طعمه‌ها (سفید بالک گلخانه و کنهٔ تارتن دو نقطه‌ای) دارد و یا با تغییر نسبت طعمه‌ها ترجیح شکارگر نیز تغییر می‌یابد.

مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایش‌ها و پرورش سفید بالک گلخانه از گیاه خیار رقم سلطان استفاده شد. گلدان‌ها در شرایط گلخانه (دمای ۵±۲۵ °C و رطوبت نسبی ۲۰±۵۰ درصد) نگهداری شدند. برای پرورش سفید بالک گلخانه از جمعیتی که در آزمایشگاه پویایی جمعیت حشره‌های (گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران) موجود بود استفاده شد. گیاهان آلوده به سفید بالک در اتاقک رشد با دما ۱±۲۵ °C و رطوبت نسبی ۱۰±۶۰ درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. برای ایجاد کلونی کنهٔ تارتن دولکه‌ای از جمعیتی که در آزمایشگاه رفتارشناسی کنه‌ها (گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران) موجود بود استفاده شد. کنه‌ها به گیاهان لوبیا رقم قرمز الموتی منتقل شدند و در اتاق رشد با دمای ۳±۲۵ °C و رطوبت نسبی ۱۰±۴۰ درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند تا جمعیت به حد شایان پذیرش برسد. برای ایجاد کلونی کنهٔ شکارگر *A. swirskii* از جمعیتی که در آزمایشگاه پویایی جمعیت حشره‌های (گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران) موجود بود استفاده شد. برای انجام آزمایش‌ها از کنه‌های شکارگر بالغ ۱۰-۸ روزه استفاده شد.

آزمایش شکارگری غیرانتخابی (*No-choice*)

برای به دست آوردن مراحل مختلف رشدی کنهٔ تارتن دولکه‌ای، کنه‌های مادهٔ کامل روی سطح پشتی برگ‌های گیاه خیار قرار داده شدند و پس از ۲۴ ساعت کنه‌های ماده را حذف کرده و گیاهان حاوی تخم‌های کنهٔ تارتن دولکه‌ای تا هنگام رسیدن به مرحلهٔ رشدی موردنظر (تخم، لارو، پروتونمف و دئوتونمف) نگهداری شدند. برگ‌های با مرحلهٔ رشدی موردنظر از گیاه خیار جدا شده و دیسک‌های برگی به قطر ۳ سانتی‌متر از آن‌ها تهیه شد و به صورتی که روی برگ به سمت ژل آگار ۲ درصد باشد، در ظروف پتری ۹ سانتی‌متری قرار داده شدند و شمار کنه‌های تارتن دولکه‌ای از مرحلهٔ موردنظر به سی فرد در هر دیسک رسانده شد. سپس شکارگری کنهٔ *A. swirskii* روی تخم، لارو، پورهٔ سن یکم و پورهٔ سن دوم کنهٔ تارتن دولکه‌ای مشخص شد. به این صورت که هر دیسک برگی به مدت ۲۴ ساعت در اختیار شکارگر قرار گرفت و سپس شمار کنهٔ تارتن دولکه‌ای خورده‌شده در هر پتری ثبت شد. این آزمایش در شانزده تکرار انجام شد.

برای مشخص کردن میزان شکارگری کنهٔ *A. swirskii* روی مراحل مختلف رشدی سفید بالک گلخانه، دیسک‌های برگی حاوی سی عدد از مراحل مختلف رشدی سفید بالک گلخانه را آماده کرده و شکارگر به پتری‌ها معرفی و پس از گذشت ۲۴ ساعت شکارگرها حذف شده و میزان شکارگری روی مراحل مختلف رشدی سفید بالک مشخص شد. این آزمایش در بیست تکرار انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

آزمایش ترجیح مرحلهٔ نموی

برای انجام آزمایش ترجیح کنهٔ شکارگر نسبت به مراحل مختلف رشدی کنهٔ تارتن دولکه‌ای (تخم، لارو، پورهٔ سن یکم و پورهٔ سن دوم) شمار برابری از مراحل مختلف رشدی روی یک دیسک برگی در اختیار شکارگر قرار داده شد. برای داشتن مراحل مختلف رشدی شماری کنهٔ تارتن دولکه‌ای ماده روی گیاه خیار قرار داده شد و پس از گذشت ۲۴ ساعت کنه‌های ماده حذف شدند و گیاه دارای تخم کنهٔ تارتن دولکه‌ای در اتاقک رشد قرار داده شد. دو روز بعد روی گیاه خیار دیگری شماری کنهٔ مادهٔ تارتن دولکه‌ای قرار داده شد و پس از گذشت ۲۴ ساعت کنه‌های کامل حذف شد و گیاهان خیار حاوی تخم کنه نگه داشته شدند. این روند پنج روز و هشت روز بعد نیز انجام شد. بدین ترتیب مراحل مختلف نموی روی برگ ایجاد شد. سپس پانزده عدد از مراحل مختلف رشدی پورهٔ سن دوم، پورهٔ سن یکم، لارو و تخم کنهٔ تارتن دولکه‌ای روی دیسک برگی نگه داشته شد. کنهٔ شکارگر به دیسک برگی وارد و پس از ۲۴ ساعت شمار کنهٔ تارتن دولکه‌ای خورده‌شده از هر مرحله ثبت شد. این آزمایش در بیست تکرار انجام شد.

برای انجام آزمایش ترجیح کنهٔ شکارگر به مراحل مختلف رشدی سفید بالک گلخانه (تخم، پورهٔ سن‌های پایین، پورهٔ سن‌های بالا) نیز شمار برابری از مراحل مختلف رشدی روی یک دیسک برگی در اختیار شکارگر قرار داده شد. برای داشتن مراحل مختلف نموی، شماری سفید بالک ماده روی گیاه خیار قرار داده شد و پس از گذشت ۲۴ ساعت سفید بالک‌های ماده حذف شدند و گیاه دارای تخم سفید بالک در اتاقک رشد قرار داده شد. سپس پس از گذشت نه و دوازده روز روی همان گیاه شماری سفید بالک ماده قرار داده شد و پس از گذشت ۲۴ ساعت سفید بالک‌ها حذف شدند. از برگ‌های این گیاه دیسک‌های برگی تهیه شد و ده عدد از مراحل رشدی سفید بالک روی دیسک‌های برگی حفظ شد و سفید بالک‌های اضافی با سوزن باریکی از روی برگ‌ها حذف شدند. دیسک‌های برگی در پتری قرار داده شدند. در مرحلهٔ بعد کنهٔ شکارگر ماده به پتری معرفی شد و در اتاقک رشد (انکوباتور) با دمای ۱±۲۵ °C و رطوبت نسبی ۱۰±۶۰ درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داده شدند. پس از ۲۴ ساعت شمار سفید بالک خورده‌شده از هر مرحله ثبت شد. این آزمایش در بیست تکرار انجام شد.

آزمایش ترجیح بین‌گونه‌ای

با توجه به نتایج آزمایش‌های پیش مشخص شد که شکارگر کدام مرحلهٔ رشدی از کنهٔ تارتن دولکه‌ای و سفید بالک را ترجیح می‌دهد. در این آزمایش ترجیح غذایی کنهٔ شکارگر بین مرحلهٔ مرجح هر یک از دو آفت بررسی شد. برای انجام این آزمایش در آغاز شماری سفید بالک ماده روی گیاه خیار قرار داده شد و پس از ۲۴ ساعت سفید بالک‌های ماده حذف شده و گیاه دارای تخم سفید بالک در اتاقک رشد نگه داشته شد. دو روز بعد شماری کنهٔ تارتن دولکه‌ای ماده روی گیاه خیار دیگری قرار داده شد. کنه‌های ماده‌ای که روی این گیاه قرار داده شده بود نیز پس از ۲۴ ساعت حذف شد و گیاه دارای تخم کنهٔ تارتن دولکه‌ای نگه داشته شد. پس از گذشت هشت روز از گیاه خیار دارای پورهٔ سن‌های پایین دیسک برگی تهیه شد. دیسک‌های برگی روی ژل آگار ثابت شد. شمار پوره‌های سفید بالک به پانزده عدد کاهش یافت. سپس پانزده عدد پروتونمف کنهٔ تارتن دولکه‌ای به دیسک برگی اضافه شد. کنهٔ شکارگر به دیسک برگی معرفی شد و پس از ۲۴ ساعت کنهٔ شکارگر حذف شد و شمار طعمهٔ خورده‌شده از هر دو گونه طعمه مشخص شد. این آزمایش در بیست تکرار انجام شد.

آزمایش سوئیچینگ

در این آزمایش مانند آزمایش ترجیح هر دو گونه شکار به‌طور همزمان در اختیار شکارگر قرار داده شد. با این تفاوت که نسبت‌های متفاوتی از دو گونه شکار روی دیسک‌های قرار داده شد. نسبت‌های کنهٔ دولکه ای و سفید بالک شامل: ۲۴:۶، ۱۸:۱۲، ۱۵:۱۵، ۱۲:۱۸، ۶:۲۴ بودند. این آزمایش در پانزده تکرار انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیهٔ داده‌ها

نتایج آزمایش‌های ترجیح با استفاده از شاخص β منلی محاسبه شد (Manly, 1974):

$$\beta_i = \frac{\log\left(\frac{e_i}{A_i}\right)}{\sum_{s=1}^{K}\log\left(\frac{e_s}{A_s}\right)}$$

شاخص β_i ترجیح شکارگر به شکار متعلق به دستهٔ i، e_i شمار شکار زنده مانده متعلق به دستهٔ i، A_i شمار اولیهٔ شکار متعلق به دستهٔ i، e_s شمار کل شکار زنده مانده متعلق به دستهٔ s، A_s شمار کل اولیهٔ شکار متعلق به دستهٔ s و K شمار دسته‌های متفاوت شکار را نشان می‌دهند. اگر همهٔ β ها برابر با ۱/k باشد، انتخاب شکار به‌طورکلی تصادفی بوده است. مقدارهای شاخص ترجیح به‌دست‌آمده به کمک آزمون paired t-test و nonparametric Wilcoxon Signed Rank Test در نرم‌افزار Sigmaplot 12.0 تجزیهٔ آماری شد. ازآنجاکه چندین مقایسه انجام شد، از تصحیح بنفرونی[1] استفاده شد.

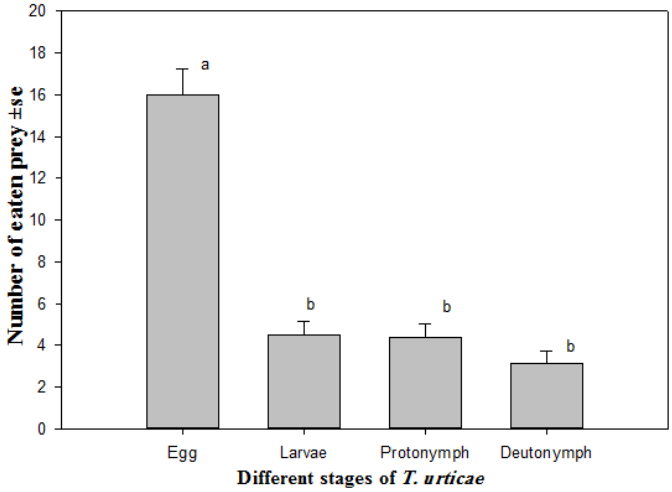
نتایج و بحث

نتایج آزمایش غیرانتخابی شکارگری کنه‌های مادهٔ *A. swirskii* روی مراحل مختلف رشدی کنهٔ دولکه‌ای نشان داد که شکارگر قادر به تغذیه از همهٔ مراحل رشدی طعمه است (شکل ۱). در آزمایش ترجیح شکارگر مراحل مختلف رشدی کنهٔ تارتن دولکه‌ای که تخم، لارو، پروتونمف و دئوتونمف به‌طور همزمان در یک دیسک برگی در اختیار کنهٔ شکارگر قرار گرفت به‌طور میانگین ۱/۳۱±۰/۴۰ از مرحلهٔ تخم، ۲/۸۱±۰/۳۸ از لارو، ۳/۶۸±۰/۷۴ از پروتونمف و ۳/۳۸±۰/۴۷ از دئوتونمف خورده شد. نتایج نشان داد که شمار کنهٔ تارتن دولکه‌ای خورده‌شده از مراحل مختلف متفاوت بود (x^2=۲۴/۳۸ ،P<۰/۰۵). همچنین میانگین شاخص بتای منلی برای تخم ۰/۱۰۸±۰/۰۹۴، برای لارو ۰/۲۷۴±۰/۰۴۷، برای پروتونمف ۰/۰۶۰±۰/۳۱۸ و برای دئوتونمف ۰/۳۱۳±۰/۰۴۷ به‌دست آمد. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که کنهٔ مادهٔ شکارگر لارو را نسبت به تخم (P=۰/۰۱۵، df=۱۵ ، t=-۲/۷۲۲)، پروتونمف را نسبت به تخم (P=۰/۰۰۴۹، df=۱۵، t=-۳/۲۸۸) و دئوتونمف را بر تخم (P=۰/۰۰۰۸، df=۱۵، t =-۴/۱۷۶) ترجیح می‌دهد. اما بین لارو و پروتونمف (df=۱۵، t=-۰/۴۶۹، P=۰/۶۴۶)، لارو و دئوتونمف (df=۱۵، t=-۰/۵۶۹، P=۰/۵۷۸) و همچنین پروتونمف و دئوتونمف (df=۱۵، t=۰/۰۴۵، P=۰/۹۶۴) ترجیحی وجود ندارد (شکل ۲). در بررسی‌های گذشته مشخص شده است که کنهٔ *A. swirskii* توانایی تغذیه از کنهٔ تارتن دولکه‌ای را دارد، اما ترجیح این شکارگر بین مراحل مختلف رشدی این شکارگر مشخص نشده است (El-Laithy & Fouly, 1992; van Houten *et al.*, 2007; Xu & Enkegaard, 2010). نتایج این تحقیق مشخص کرد که کنهٔ *A. swirskii* مراحل لارو و پورهٔ کنهٔ تارتن دولکه‌ای را نسبت به مرحلهٔ تخم ترجیح می‌دهد. برخی از پژوهش‌ها به بررسی ترجیح غذایی کنه‌های شکارگر پرداخته‌اند. Carrillo & Pena (2012) مشاهده کردند که ماده‌های کنهٔ شکارگر *Amblyseius largoensis* (Muma) تخم‌های کنهٔ *Raoiella indica* Hirst را به دیگر مراحل رشدی شکار ترجیح می‌دهند. در بررسی‌هایی که Black-wood *et al.* (2001) انجام دادند، سیزده گونه کنهٔ شکارگر از خانوادهٔ Phytoseiidae در برابر تخم و لارو کنهٔ تارتن دولکه‌ای قرار دادند و دریافتند که گونه‌های چندخوار (الیگوفاژ) مرحلهٔ تخم کنهٔ تارتن دولکه‌ای را ترجیح می‌دهند ولی شکارگرهای چندین‌خوار (پلی‌فاژ) یا ترجیحی نسبت به مراحل مختلف رشدی نشان ندادند و یا اینکه مرحلهٔ لاروی را ترجیح دادند. در این تحقیق نیز مشخص شد که کنهٔ *A. swirskii* به‌عنوان یک شکارگر عمومی دیگر مراحل رشدی کنهٔ تارتن دولکه‌ای را نسبت به تخم ترجیح می‌دهد. نتایج آزمایش Xiao & Fadamiro (2010) نیز نشان داد که سه گونه کنهٔ شکارگر (*Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot)، *Galendromus occidentalis* (Nesbitt)، *Neoseiulus californicus* (McGregor)) پوره‌های کنه *Panonychus citri* (McGregor) را نسبت به تخم شکار ترجیح می‌دهند و پوره‌ها اغلب نخستین شکاری هستند که موردحمله قرار می‌گیرند.

1. Bonferroni correction

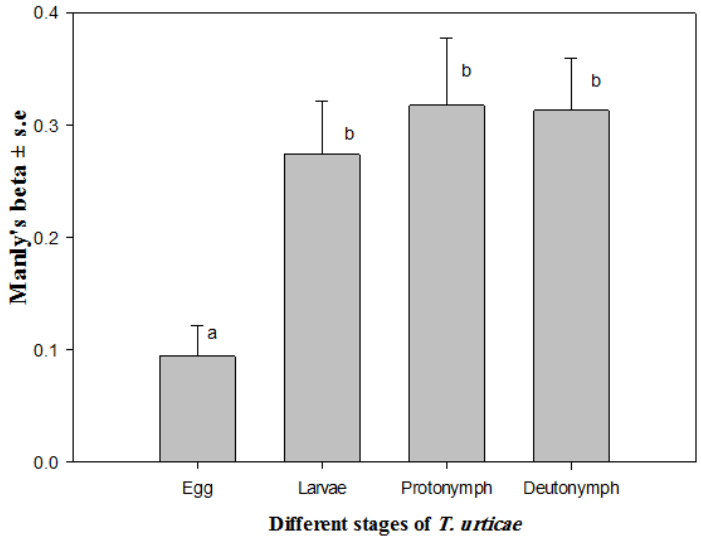
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. شکارگری کنهٔ *Amblyseius swirskii* روی مراحل مختلف رشدی کنهٔ دو لکه‌ای: (Egg) تخم، (Larvae) لارو، (Protonymph) پورهٔ سن یکم و (Deutonymph) پورهٔ سن دوم در شرایط آزمایشگاهی. حروف متفاوت نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار بین ستون‌ها است.

Figure 1. Predation of *Amblyseius swirskii* on different stages of *Tetranychus urticae* (egg, larvae, protonymph, deutonymph) under laboratory conditions. Different letters indicate significant differences among treatments.



شکل ۲. میانگین (خطای معیار±) شاخص بیتای منلی در آزمون ترجیح غذایی کنهٔ *Amblyseius swirskii* روی مراحل مختلف رشدی کنهٔ دو لکه‌ای: (Egg) تخم، (Larvae) لارو، (Protonymph) پورهٔ سن یکم و (Deutonymph) پورهٔ سن دوم. حروف متفاوت نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار بین ستون‌ها است.

Figure 2. Mean values (±SE) of Manly's preference index (β) on different stages of *Tetranychus urticae* (egg, larvae, protonymph and deutonymph) for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. Different letters indicate significant differences among treatments.

Popov & Kondryakov (2008) گزارش کردند ماده‌های کامل کنهٔ *P. persimilis* و *G. occidentalis* نرهای بیشتری از کنهٔ تارتن دولکه‌ای را نسبت به تخم و ماده‌ها مصرف کردند. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که کنهٔ *A. swirskii* مراحل لارو و پورهٔ کنهٔ تارتن دولکه‌ای را به مرحلهٔ تخم ترجیح می‌دهد که این ترجیح ممکن است مربوط به تفاوت در اندازه و میزان تحرک در این مراحل باشد. کنهٔ *A. swirskii* نیز مراحل متحرک کنهٔ تارتن دولکه‌ای را نسبت به مرحلهٔ تخم که بی‌تحرک است، ترجیح داده است. ممکن

www.SID.ir

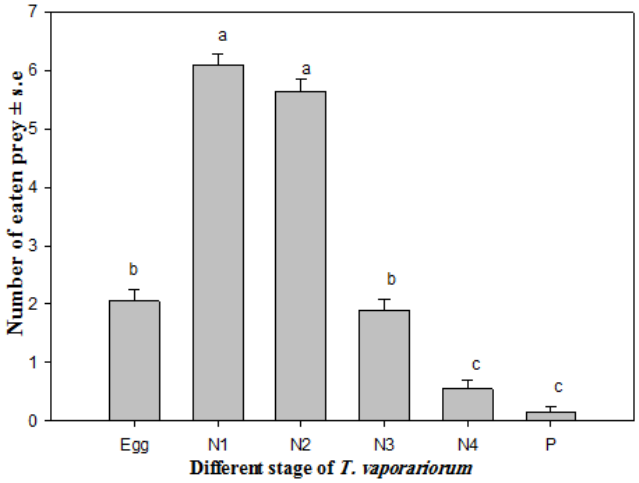
است شکارگر مراحل رشدی که اندازهٔ بزرگتری داشته و متحرک هستند را به دلیل بالا بودن احتمال رویارویی ترجیح دهد (Xiao & Fadamiro, 2010). نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش نیز ممکن است در نتیجهٔ تفاوت در ارزش غذایی تخم با دیگر مراحل رشدی کنهٔ تارتن دولکه‌ای برای کنهٔ *A. swirskii* باشد. در تحقیقات پیشین که روی ارزش غذایی تخم و پورهٔ کنهٔ تارتن دولکه‌ای انجام شد، مرحلهٔ تخم، سودمندترین مرحله برای تغذیهٔ کنه‌های شکارگر *P. persimilis* معرفی شد (Black-wood *et al.*, 2001). در برابر بررسی دیگری نشان داد که ماده‌های *Typhlodromus pyri* Scheuten هنگامی‌که از مراحل نابالغ متحرک *Tetranychus cinnabarinus* Biosduval تغذیه می‌کنند نسبت به هنگامی‌که از تخم تغذیه می‌کنند زادآوری بالاتری دارند (Zaher & Shehata, 1971). نتایج آزمایش Xiao & Fadamiro (2010) نیز نتیجهٔ همسانی داشت و پوره نسبت به تخم طعمهٔ مناسب‌تری بود. در این پژوهش نیز کنهٔ شکارگر، پوره و لارو شکار را به مرحلهٔ تخم آن ترجیح داد.

در تحقیقی که Black-wood *et al.* (2001) انجام دادند، تخم کنهٔ تارتن دولکه‌ای برای سیزده گونه کنه‌های فیتوزئیده مورد آزمایش زمان دستیابی بالاتری داشت. یک توضیح ممکن برای این موضوع این است که گونه‌های شکارگر عمومی قطعات دهانی دارند که برای سوراخ کردن پوستهٔ بیرونی تخم مؤثر نیست (Black-wood *et al.*, 2001). Flechtmann & McMurtry (1992) نشان دادند که ویژگی‌های کلیسرها در گونه‌هایی که به‌طور عمده از کنهٔ تارتن دولکه‌ای تغذیه می‌کنند نسبت به گونه‌هایی که به‌طور عمده از گرده تغذیه می‌کنند، متفاوت هستند. نتایج این آزمایش نیز نشان داد که کنهٔ *A. swirskii* هنگامی‌که حق انتخاب بین مراحل مختلف رشدی شکار خود را داشته باشد، دیگر مراحل رشدی را به تخم ترجیح می‌دهد. از سوی دیگر هنگامی‌که تنها تخم شکار در آزمایش بدون انتخاب در اختیارش باشد، می‌تواند از آن تغذیه کند. ممکن است کلیسرهای کنهٔ *A. swirskii* به‌گونه‌ای باشد که توانایی تغذیه از تخم را داشته باشد اما سوراخ کردن جلد مراحل لارو، پورهٔ سن یکم و پورهٔ سن دوم برایش آسان‌تر باشد که دیگر مراحل رشدی را به تخم ترجیح می‌دهد.

نتایج آزمایش تغذیهٔ غیرانتخابی نشان داد کنهٔ شکارگر *A. swirskii* از تخم و پوره‌های سن‌های مختلف سفید بالک گلخانه تغذیه می‌کنند اما تغذیه از پورهٔ سن چهارم و شفیره بسیار اندک است (شکل ۳). در آزمایش ترجیح که مراحل مختلف زندگی تخم، پوره‌های سن‌های پایین و پوره‌های سن‌های بالا به‌طور همزمان در یک دیسک برگی در اختیار کنهٔ شکارگر قرار گرفت به‌طور میانگین از مرحلهٔ تخم ۰/۱۸±۰/۵، از پوره‌های سن‌های پایین ۰/۱۵±۰/۵، و از پوره‌های سن‌های بالا ۰/۱۳±۰/۴۵ خورده شد. آزمون کای اسکور نشان داد که شمار سفید بالک‌های خورده‌شده در مراحل مختلف متفاوت است ($P<0/05$، $x^2=137/80$). همچنین میانگین شاخص بتای منلی برای تخم ۰/۰۲۸ ± ۰/۰۷۳ و برای پوره‌های سن پایین ۰/۰۳۴±۰/۸۷ و برای پوره‌های سن‌های بالا ۰/۰۱۸±۰/۰۵۶ به دست آمد. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که کنهٔ مادهٔ پوره‌های سن پایین را نسبت به تخم (W=۱۹۰، Z-Statistic=۳/۸۴۶، $P<0/001$) و پوره‌های سن بالا (W=-۲۱۰، Z-Statistic=-۳/۹۴۰، $P<0/001$) ترجیح می‌دهد. اما بین پوره‌های سن‌های بالا و تخم ترجیحی وجود ندارد (df=۱۹، t=۰/۵۲۵، P=۰/۶۰۵، شکل ۴). در بررسی‌های گذشته مشخص شده است که کنهٔ *A. swirskii* شکارگر مراحل نابالغ سفید بالک‌ها است (Calvo *et al.*, 2011; Nomikou *et al.*, 2002; Messelink *et al.*, 2010) اما به این موضوع پرداخته نشده است که این کنهٔ شکارگر کدامیک از مراحل نابالغ را ترجیح می‌دهد. نتایج آزمایش ترجیح کنهٔ *A. swirskii* بین مراحل مختلف زیستی سفید بالک گلخانه نشان داد که این کنه توانایی تغذیه از تخم و همهٔ مراحل پورگی سفید بالک گلخانه را دارد ولی با بالا رفتن مرحلهٔ پورگی میزان شکارگری کاهش می‌یابد به‌طوری‌که میزان تغذیه از شفیره‌ها بسیار اندک است. شاید این بدان علت باشد که با بالا رفتن سن پوره‌ها، پوستک (کوتیکول) حشره ضخیم‌تر شده و کنه قادر به سوراخ کردن پوسته و تغذیه نیست.

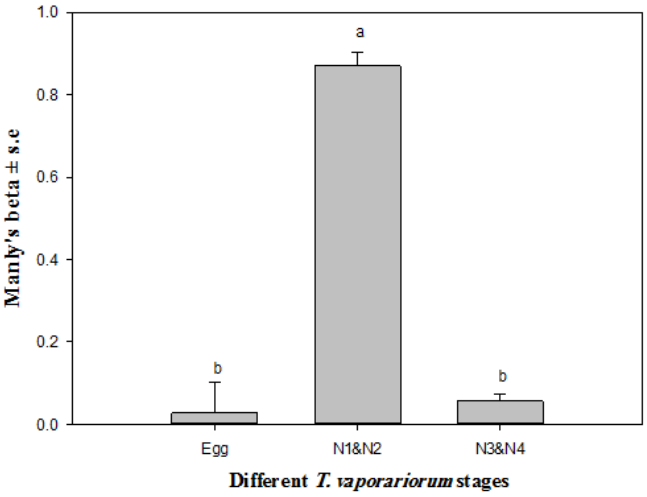
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳. تغذیهٔ *Amblyseius swirskii* روی مراحل مختلف رشدی *Trialeurodes vaporariorum* در شرایط آزمایشگاهی: (Egg) تخم، (N1) پورهٔ سن اول، (N2) پورهٔ سن دوم، (N3) پورهٔ سن سوم، (N4) پورهٔ سن چهارم و (P) شفیره. حروف متفاوت نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است.

Figure 3. Predation of *Amblyseius swirskii* on different stages of *Trialeurodes vaporariorum* under laboratory conditions. (egg, N1: first instar nymph, N2: second instar nymph, N3: third instar nymph, N4: fourth instar nymph, P: pupa). Different letters indicate significant differences among treatments.



شکل ۴. میانگین (خطای معیار±) شاخص بیتای منلی در آزمون ترجیح غذایی کنهٔ *Amblyseius swirskii* روی مراحل مختلف رشدی سفید بالک گلخانه: (Egg) تخم، (N1&N2) پورهٔ سن اول و دوم، (N3&N4) پورهٔ سن سوم و چهارم. حروف متفاوت نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار بین ستون‌ها است.

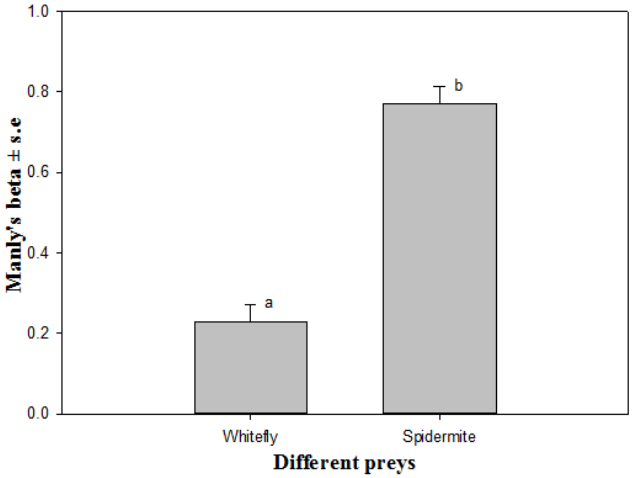
Figure 4. Mean values (±SE) of Manly's preference index (β) on different stages of *Trialeurodes vaporariorum* (egg, N1&N2: first and second instar nymph, N3&N4: third and fourth instar nymph) for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. Different letters indicate significant differences among treatments.

در آزمایش بررسی ترجیح غذایی کنهٔ شکارگر هنگامی‌که سفید بالک گلخانه و کنهٔ تارتن دولکه‌ای به‌طور همزمان در اختیار کنهٔ شکارگر قرار داده شد، شکارگر به‌طور میانگین از ۴/۹±۰/۵۸ کنهٔ تارتن دولکه‌ای و از ۱/۸±۰/۴۳ سفید بالک تغذیه کرد. میانگین شاخص بتای منلی برای کنهٔ تارتن دولکه‌ای، ۰/۷۷±۰/۰۴۲ و برای سفید بالک ۰/۲۳±۰/۰۴۲ به دست آمد و مقایسهٔ میانگین‌ها نشان‌دهندهٔ ترجیح کنهٔ *A. swirskii* برای کنهٔ تارتن دولکه‌ای نسبت به سفید بالک است (P<۰/۰۰۱، df=۱۹، t=۶/۴۰۵، شکل ۵). در برخی بررسی‌های ترجیح غذایی کنهٔ *A. swirskii* برابر چندگونه طعمه بررسی شده است. به‌طور مثال Maanen

www.SID.ir

Janssen & (2008) ترجیح این کنه را در برابر تخم‌های سفید بالک *T. vaporariorum* و لارو تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* (Pergande) بررسی کردند که ترجیح به سمت لاروهای تریپس گزارش شد. Xu & Enkegaard (2010) ترجیح شکارگری کنهٔ *A. swirskii* را در برابر لارو سن یک تریپس *F. occidentalis* و پوره‌های کنهٔ دونقطه‌ای *T. urticae* بررسی کردند و این کنه ترجیح مشخصی نسبت به تریپس از خود نشان داد. همچنین ترجیح این شکارگر در برابر لارو تریپس *F. occidentalis* و لارو کنهٔ شکارگر *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) بررسی شد که این کنه ترجیح نسبت به لاروهای تریپس داشت (Buitenhuis *et al.*, 2010). نتایج این پژوهش نیز نشان داد کنهٔ شکارگر *A. swirskii* بین پورهٔ سن‌های پایین سفید بالک گلخانه و پورهٔ کنهٔ تارتن دولکه‌ای، پورهٔ کنهٔ تارتن دولکه‌ای را ترجیح داد.

نتایج به‌دست‌آمده از بررسی سوئیچینگ نشان داد که با توجه به رگرسیون خطی برازش داده شده بین نسبت شمار کنهٔ دو لکه‌ای به‌کل شکارها (کنهٔ تارتن دولکه‌ای و سفید بالک) و β محاسبه شده، رابطهٔ خطی وجود نداشت (P=۰/۴۸۰، شکل ۶). بنابراین این نشان می‌دهد تغییر نسبت آفات در این بررسی منجر به تغییر خطی مقدار β نمی‌شود. پدیدهٔ سوئیچینگ در بین شکارگرهای عمومی بسیاری بررسی شده است. در برخی پژوهش‌ها که به بررسی سوئیچینگ در کفشدوزک‌ها پرداخته‌اند (Houck, 1986; Murdoch & Marks, 1973; Lucas *et al.*, 1997). نتایج این بررسی‌ها نشان داد که سوئیچینگ در این شکارگرها وجود ندارد. Murdoch & Marks (1973) اظهار داشتند که به‌احتمال‌زیاد هنگامی سوئیچینگ رخ می‌دهد که شکارگرها رفتار جستجوگری متفاوتی را برای دو گونهٔ شکار نشان می‌دهند و یا هنگامی شکارگرها مجبور هستند به شیوه‌های متفاوت شکارگری کنند تا هرگونه را بتوانند به دست آورند. Lucas *et al.* (1997) علت نبود سوئیچینگ در دو گونه کفشدوزک مورد آزمایش روی دو گونه طعمهٔ استفاده‌شده را به این موضوع نسبت دادند و اظهار داشتند که ممکن است رفتار سوئیچینگ در نسبت‌های بسیار بالای طعمه به‌ویژه در مورد کفشدوزک همه‌چیزخوار *H. axyridis* رخ دهد. برخی از پژوهش‌ها نیز به بررسی سوئیچینگ در شکارگران عمومی مانند سن‌های شکارگر پرداخته‌اند و نتایج این بررسی‌ها نشان‌دهندهٔ وجود سوئیچینگ در این شکارگران بود (Enkegaard *et al.*, 2001; Jaworski *et al.*, 2013).

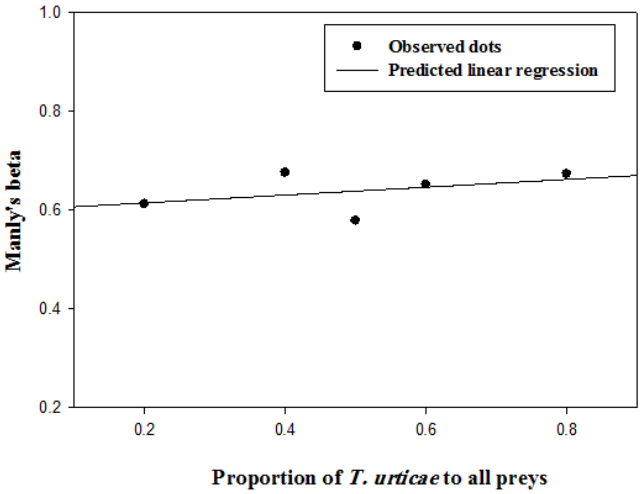


شکل ۵. میانگین (خطای معیار±) شاخص بیتای منلی در آزمون ترجیح غذایی کنهٔ *Amblyseius swirskii* بین کنهٔ دولکه‌ای و سفید بالک گلخانه. حروف متفاوت نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است.

Figure 5. Mean values (±SE) of Manly's preference index (β) between *Tetranychus urticae* and *Trialeurodes vaporariorum* for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. Different letters indicate significant differences among treatments.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶. رگرسیون برازش داده شده بین نسبت شمار کنهٔ دو لکه‌ای خورده‌شده در طی ۲۴ ساعت به مجموع شکارها (کنهٔ تارتن دولکه‌ای و سفید بالک گلخانه) و مقدار بیتا برای کنهٔ شکارگر *Amblyseius swirskii*.

Figure 6. Predicted linear regression between the proportions of *T. urticae* consumed during 24 h, in relation to all initial preys (*Tetranychus urticae* with *T. vaporariorum)* and Manly's index (β) for *Amblyseius swirskii.*

برخی از پژوهش‌ها به بررسی سوئیچینگ در کنه‌های شکارگر پرداخته‌اند. نتایج آزمایش سوئیچینگ روی سه گونه کنهٔ شکارگر (*P. persimilis*، *G. occidentalis* و *N. californicus*) نسبت به تخم و پورهٔ کنهٔ *P. citri* نشان داد که *P. persimilis* رفتار سوئیچینگ را نشان نمی‌دهد اما دو گونهٔ دیگر سوئیچینگ معنی‌دار داشتند (Xiao & Fadamiro, 2010). Blackwood *et al.* (2001) نیز برای سه گونه از پنج گونه کنهٔ فیتوزئیده سوئیچینگ معنی‌دار نشان دادند. MacRae & Croft (1997) رفتار سوئیچینگ را بین دو گونه کنهٔ شکارگر *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) و *Typhlodromus pyri* Schueten با یکدیگر مقایسه کردند. نتایج نشان داد که *T. pyri* نسبت به کنهٔ *M. occidentalis* سوئیچینگ بیشتری به سمت لارو فیتوزئیده در تیمارهایی که نسبت‌های مختلفی از کنهٔ تارتن دولکه‌ای حضور دارد، نشان می‌دهد.

پدیدهٔ سوئیچینگ، دشمنان طبیعی به‌ویژه شکارگرهای عمومی را قادر می‌سازد هنگامی‌که شکار مرجح شکارگر کمیاب باشد، زنده بمانند. همچنین سبب ایجاد تعادل در جمعیت شکارهایی که دشمن طبیعی از آن‌ها تغذیه می‌کند، می‌شود (Murdoch, 1973). با توجه به بررسی‌های انجام‌شده، رفتار سوئیچینگ در برخی شکارگرهای عمومی و به‌ویژه در اغلب کنه‌های شکارگری که بررسی شده‌اند و به برخی از آن‌ها اشاره شد، وجود ندارد. اما وجود نداشتن این پدیده دلیلی بر کارآمد نبودن دشمن طبیعی و یا توانایی نداشتن شکارگر برای کنترل همزمان آفات نیست. برای مثال در پژوهشی که به بررسی تأثیر تنوع شکار بر کارایی کنهٔ شکارگر *A. swirskii* پرداخته شد، مشخص شد کنهٔ تارتن دولکه‌ای هنگامی‌که به‌تنهایی روی گیاه حضور داشته باشد نسبت به هنگامی‌که کنهٔ تارتن دولکه‌ای در حضور تریپس غربی گل و سفید بالک گلخانه باشد، آسیب کمتری به گیاه وارد می‌سازد. همچنین مشخص شد هنگامی‌که تنوع آفات بالاتری روی گیاه میزبان حضور داشته باشد، کنهٔ *A. swirskii* توانایی بالاتری در کنترل آفات دارد (Messelink *et al.*, 2010). در این بررسی مشخص شد کنه‌های مادهٔ *A. swirskii* با وجود تغذیه از هر دو آفت سفید بالک گلخانه و کنهٔ تارتن دولکه‌ای، ترجیح ثابت نسبت به کنهٔ تارتن دولکه‌ای دارند و با تغییر نسبت طعمه‌ها تغییری در این ترجیح ایجاد نشد. البته با توجه به اینکه این نتایج در شرایط آزمایشگاهی به‌دست‌آمده است، برای تعمیم دادن این نتایج بهتر است این آزمایش‌ها در شرایط گلخانه‌ای آزمایش شوند. زیرا شرایط محیط آزمایش از جمله ویژگی‌های گیاه میزبان ممکن است بر رفتار جستجوگری و شکارگری شکارگر تأثیر داشته باشند (Pratt *et al.*,

Archive of SID

www.SID.ir

2002) و با نتایج به‌دست‌آمده در شرایط آزمایشگاهی نمی‌توان برهمکنش‌هایی که تحت شرایط گلخانه‌ای رخ می‌دهد را پیش‌بینی کرد. افزون بر انجام آزمایش‌ها در مقیاس بزرگ‌تر بایستی تأثیر برنامهٔ (رژیم) غذایی مخلوطی از هر دو آفت و برهمکنش بین آفات و همچنین بین آفات و *A. swirskii* مشخص شود تا بتوان نتیجهٔ بهتری از استفاده از یک عامل زیستی برای کنترل همزمان چند آفت بهره برد.

REFERENCES

1. Blackwood, J., Schausberger, P. & Croft, B. (2001). Prey-stage preference in generalist and specialist phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) when offered *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) eggs and larvae. *Environmental Entomology*, 30, 1103-1111.
2. Buitenhuis, R., Shipp, L. & Scott-Dupree, C. (2010). Intra-guild vs extra-guild prey: effect on predator fitness and preference of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) and *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae). *Bulletin of Entomological Research*, 100, 167-173.
3. Calvo, F., Bolckmans, K. & Belda, J. (2011). Control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in cucumber by *Amblyseius swirskii*. *Biocontrol*, 56, 185-192.
4. Carrillo, D. & Peña, J. E. (2012). Prey-stage preferences and functional and numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Experimental and Applied Acarology*, 57, 361-372.
5. Ebadzade, H., Mohammadnia Afrozi, S., Abbas Taleghani, R., Saadat Akhgar, A., Moradi Eslami, A., Abbasi, M. & Yari, S. (2013). *Agriculture statistics*, 82-83, from http://www.maj.ir/Portal/File/ShowFile.aspx?ID=6f66d3e3-0884-4823-b12d-6319a2edad84
6. Enkegaard, A., Brødsgaard, H. F. & Hansen, D. L. (2001). *Macrolophus caliginosus*: functional response to whiteflies and preference and switching capacity between whiteflies and spider mites. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 101, 81-88.
7. El-Laithy, A. & Fouly, A. (1992). Life table parameters of the two phytoseiid predators *Amblyseius scutalis* (Athias-Henriot) and *A. swirskii* (Athias-Henriot) (Acari, Phytoseiidae) in Egypt. *Journal of Applied Entomology*, 113, 8-12.
8. Evans, E. W., Stevenson, A. T. & Richards, D. R. (1999). Essential versus alternative foods of insect predators: benefits of a mixed diet. *Oecologia*, 121, 107-112.
9. Flechtmann, C. H. & McMurtry, J. A. (1992). Studies on how phytoseiid mites feed on spider mites and pollen. *International Journal of Acarology*, 18, 157-162.
10. Houck, M. (1986). Prey preference in *Stethorus punctum* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology*, 15, 967-970.
11. Jaworski, C. C., Bompard, A., Genies, L., Amiens-Desneux, E. & Desneux, N. (2013). Preference and prey switching in a generalist predator attacking local and invasive alien pests. *Plos One*, 8(12), 1-10.
12. Jervis, M. A. (2005). *Insects as natural enemies*. Springer, Wales.
13. Lucas, É., Coderre, D. & Vincent, C. (1997). Voracity and feeding preferences of two aphidophagous coccinellids on *Aphis citricola* and *Tetranychus urticae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 85, 151-159.
14. MacRae, I. V. & Croft, B. A. (1997). Intra-and interspecific predation by adult female *Metaseiulus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) when provisioned with varying densities and ratios of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and phytoseiid larvae. *Experimental & Applied Acarology*, 21(4), 235-246.
15. Mcmurtry, J.A., De Moraes, G.J. & Sourassou, N.F. (2013). Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acarology*, 18, 297-320.
16. Messelink, G. J., Van Maanen, R., Van Holstein-Saj, R., Sabelis, M. W. & Janssen, A. (2010). Pest species diversity enhances control of spider mites and whiteflies by a generalist phytoseiid predator. *Biocontrol*, 55, 387-398.
17. Messelink, G.J. & Jansen, A. (2008) Do whiteflies help controlling thrips? *IOBC/WPRS Bulletin*, 32, 131-134.
18. Messelink, G. J., van Maanen, R., van Steenpaal, S. E. & Janssen, A. (2008). Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. *Biological Control*, 44, 372-379.
19. Messelink, G. J., Van Steenpaal, S. E. & Ramakers, P. M. (2006). Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *Biocontrol*, 51, 753-768.
20. Murdoch, W.W. (1969). Switching in general predators: experiments on predator specificity and stability of prey populations. *Ecological Monographs*, 39, 335-354.

Archive of SID

www.SID.ir

21. Murdoch, W.W. & Marks, J. (1973). Predation by coccinellid beetles: experiments on switching. *Ecology*, 160-167.
22. Nauen, R., Stumpf, N., Elbert, A., Zebitz, C.P.W. & Kraus, W. (2001). Acaricide toxicity and resistance in larvae of different strains of *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science*, 57, 253-261.
23. Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R. & Sabelis, M. (2001). Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Experimental & Applied Acarology*, 25, 271-291.
24. Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R. & Sabelis, M. W. (2002). Phytoseiid predators suppress populations of Bemisia tabaci on cucumber plants with alternative food. *Experimental & Applied Acarology*, 27, 57-68.
25. Oaten, A. & Murdoch, W.W. (1975). Switching, functional response, and stability in predator-prey systems. *American Naturalist*, 299-318.
26. Park, Y.-L. & Lee, J.-H. (2005). Impact of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on growth and productivity of glasshouse cucumbers. *Journal of Economic Entomology*, 98, 457-463.
27. Popov, S.Y. & Kondryakov, A. (2008). Reproductive tables of predatory phytoseiid mites (*Phytoseiulus persimilis*, *Galendromus occidentalis*, and *Neoseiulus cucumeris*). *Entomological Review*, 88, 658-665.
28. Pratt, P., Rosetta, R. & Croft, B. (2002). Plant-related factors influence the effectiveness of *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae), a biological control agent of spider mites on landscape ornamental plants. *Journal of Economic Entomology*, 95, 1135-1141.
29. Shishebor, P. (2002). *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*. Shahid Chamran Ahvaz University.
30. Symondson, W., Sunderland, K. & Greenstone, M. (2002). Can generalist predators be effective biocontrol agents? 1. *Annual Review of Entomology*, 47, 561-594.
31. van Houten, Y.M., Hoogerbrugge, H. & Bolckmans, K.J. (2007). Spider mite control by four phytoseiid species with different degrees of polyphagy. *IOBC-WPRS Bulletin*, 30, 123-128.
32. van Maanen, R. & Janssen, A. (2008). Prey preference of the generalist predator Amblyseius swirskii. *IOBC-WPRS Bulletin*, 32, 241.
33. Xiao, Y. & Fadamiro, H.Y. (2010). Functional responses and prey-stage preferences of three species of predacious mites (Acari: Phytoseiidae) on citrus red mite, *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae). *Biological Control*, 53, 345-352.
34. Xu, X. & Enkegaard, A. (2010). Prey preference of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* between first instar western flower thrips *Frankliniella occidentalis* and nymphs of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Journal of Insect Science*, 10, 149.
35. Zaher, M. & 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 für Angewandte Entomologie*, 67, 389-394.

Archive of SID

www.SID.ir