نشریه‌ی‌حشره‌شناسی گیاهان زراعی سال چهارم، شماره‌ی دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۳، صفحه‌های ۶۸-۵۹
شاپا : ۷۴۴۸-۲۲۵۱

واکنش تابعی کنه‌ی شکارگر *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) روی کنه‌ی تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) در شرایط آزمایشگاهی

غلامحسین قره خانی[1*]، سمیرا بهری مطلق[2] و حمیده سالک ابراهیمی[2]

۱- استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
*مسئول مکاتبات: e-mail: gharekhani@maragheh.ac.ir
۲- دانش‌جوی سابق کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۰۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۱۷

چکیده

کنه‌های تارتن (*Tetranychus* spp.) از آفات کلیدی محصولات زراعی‌محسوب می‌شوند و کنه‌ی شکارگر *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) مهم‌ترین دشمن طبیعی این گروه از کنه‌ها می‌باشد. قابلیت سازگاری بالای کنه‌های تارتن به شرایط محیطی مختلف باعث فعالیت و خسارت آن‌ها روی میزبان‌های مختلف و در شرایط متفاوت اقلیمی‌شده است. امروزه به‌دلیل مقاومت این گروه از کنه‌ها به طیف وسیعی از سموم کاربردی و نیز مشکل باقی‌مانده‌ی سموم روی محصولات کشاورزی، کنترل بیولژیک آن‌ها در اولویت قرار گرفته است. طی این آزمایش واکنش تابعی کنه‌ی شکارگر *P. persimilis* نسبت به تراکم‌های مختلف کنه‌ی تارتن دو لکه‌ای روی برگ‌های گیاه لوبیا در شرایط آزمایشگاهی در دمای ۱±۲۵ درجه‌ی‌سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد و شرایط نوری ۱۶:۸ساعت(تاریکی:روشنایی) مورد مطالعه قرار گرفت. تعیین نوع واکنش تابعی و برآورد پارامترهای آن نشان داد که با توجه به منفی بودن علامت قسمت خطی منحنی، واکنش تابعی از نوع دوم بوده است. نرخ حمله ۰/۰۰۰۵۸۷±۰/۰۰۱۵۴ بر ساعت و زمان دست‌یابی ۰/۳۵۰۵±۲/۴۱۵۰ ساعت تعیین شد. نتایج نشان داد که کنه‌ی شکارگر فیتوزئیده می‌تواند پتانسیل و کارایی خوبی برای کنترل کنه‌های تارتن به‌ویژه در تراکم‌های پایین آفت داشته باشد.

واژگان کلیدی: واکنش تابعی،کنه‌های فیتوزئید، کنه‌های تارتن، نرخ حمله و زمان دست‌یابی.

مقدمه

کنه‌های تارتن با داشتن دوره‌ی زندگی کوتاه، توانایی زاد و ولد بالا، تولید نسل‌های متعدد و تغذیه از سبزینه‌ی برگ گیاه میزبان می‌توانند با افزایش سریع جمعیت خود، باعث توقف رشد گیاه میزبان و کاهش کمی و کیفی محصول در تراکم‌های بالا گردند. به‌طوری‌که هزینه‌های کشاورزان را جهت تولید محصول سالم و بازارپسند افزایش دهند. استفاده از کنه‌های شکارگر به‌ویژه گونه‌های متعلق به خانواده‌ی Phytoseiidae برای کنترل بیولژیک کنه‌های تارتن از دهه‌ی ۱۹۶۰ آغاز شد. روش‌های مختلف کنترل زیستی از جمله وارد کردن دشمنان طبیعی، ذخیره سازی و رهاسازی گونه‌های بومی نشان می‌دهد که کنترل زیستی حداقل در برخی شرایط پایا بوده و عاری از خطر است (Metcalf and Luckman 1994). از میان ۹ گونه کنه‌ی‌شکارگر که دارای ارزش اقتصادی بوده، مورد پرورش انبوه و رهاسازی قرار می‌گیرند، هفت گونه‌ی آن متعلق به خانواده‌ی فیتوزئیده می‌باشد. از این بین،کنه‌ی شکارگر*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot با داشتن قدرت زاد و ولد بالا، دوره‌ی رشدی کوتاه و توانایی تغذیه از تمامی مراحل زندگی کنه‌ی تارتن از توجه و اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Hajizadeh *et al*. 2002).

مطالعه روی برهم‌کنش‌های دشمنان طبیعی و طعمه‌های آن‌ها می‌تواند کمک شایانی به برنامه‌های

مدیریت تلفیقی آفات کند و درک دینامیسم شکارگری/ پارازیتیسم دشمنان طبیعی را آسان‌تر کند. یکی از روش‌های بررسی ویژگی‌های رفتاری شکارگرها، مطالعه‌ی واکنش تابعی آن‌ها می‌باشد. واکنش تابعی اولین بار توسط Solomon (1949) ارائه گردید و بعداً توسط Holling (1959) توسعه یافت و به‌صورت تغییر در تعداد طعمه‌های خورده شده در یک فاصله‌ی زمانی معین در واکنش به تغییر تراکم طعمه تعریف شد. Holling (1961,1965) چهار نوع واکنش تابعی را توصیف کرد. در واکنش تابعی نوع اول با افزایش تراکم طعمه، تعداد طعمه‌های مورد حمله تا رسیدن به یک مقدار حداکثر به‌صورت خطی افزایش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند (مستقل از تراکم)، در واکنش تابعی نوع دوم با افزایش تراکم طعمه، تعداد طعمه‌های مورد حمله افزایش می‌یابد، ولی این افزایش به‌صورت خطی نبوده، به‌تدریج از شیب منحنی کاسته می‌شود تا به یک مقدار ثابت برسد (وابسته به تراکم معکوس)، در واکنش تابعی نوع سوم در بخشی از منحنی وابسته به تراکم طعمه بوده و با افزایش تراکم طعمه درصد میزبان‌های مورد حمله قرار گرفته تا حدی افزایش یافته، سپس کاهش می‌یابد و در واکنش تابعی نوع چهارم با افزایش تراکم طعمه، تعداد میزبان مورد حمله قرارگرفته پس از رسیدن به یک حداکثر، دوباره کاهش می‌یابد. منحنی این نوع واکنش گنبدی شکلاست. در واقع این نوع واکنش شبیه واکنش تابعی نوع دوم می‌باشد با این تفاوت که در تراکم‌های بالا در عمل شکارگر اختلال به‌وجود می‌آید(Everson 1979).

Mori and Chant (1966) در ارزیابی نحوه‌ی واکنش *P. persimilis* به تراکم‌های مختلف کنه‌ی دولکه‌ای نشان دادند که میزان تغذیه از شکارهای بالغ به‌ازای هر شکارگر با افزایش تراکم شکار افزایش یافته ولی پس از اوج تراکم شکار بلافاصله به‌صورت معنی‌دار کاهش یافته است. این محققین به واکنش تابعی نوع چهار در این بررسی اشاره کرده‌اند. همچنین واکنش تابعی گونه‌های مختلف کنه‌ی شکارگر جنس *Phytoseiulus* توسط محققین دیگر نظیر Everson (1979)، Moezzipour *et al*. (2008)، Sepulveda and Carillo (2008)، Ferla *et al*. (2011) و Zhang *el al*. (1999) روی کنه‌ی دو لکه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفته است. در مطالعات دیگر تأثیر برخی عوامل روی واکنش تابعی کنه‌ی *P. persimilis* در تغذیه از کنه‌ی دولکه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است و تأثیر توزیع مکانی شکار و همزمانی ظهور شکار و شکارگر روی واکنش تابعی و عددی این شکارگر (Ryoo 1996)، نقش گونه‌ی گیاه میزبان روی واکنش تابعی آن (Skirvin and Fenlon 2001)، تأثیر دما روی واکنش تابعی شکارگر (Skirvin and Fenlon 2003) و اثر باقی‌مانده‌ی زیرکشنده‌ی روغن‌های معدنی مورد استفاده در کنترل کنه‌های دولکه‌ای روی واکنش‌های تابعی و عددی (Xue*et al*. 2001) بررسی گردیده است.

در ارزیابی میزان کارایی یک شکارگر با استفاده از واکنش تابعی،نوع واکنش تابعی و پارامترهای آن یعنی قدرت جستجو و زمان دست‌یابی (مدت زمان صرف شده توسط شکارگر برای حمله، خوردن و استراحت کردن) محاسبه می‌گردد. بدین‌نحو که هرچه قدرت جستجو بیشتر و زمان دست‌یابی کوتاه‌تر باشد کارایی شکارگر بالاتر خواهد بود (Allahyari *et al*. 2004 ،Montoya *et al*. 2000). هدف از این تحقیق بررسی واکنش تابعی کنه‌ی شکارگر *P. persimilis* نسبت به تراکم‌های مختلف کنه‌های تارتن *Tetranychus urticae* Koch در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد. با توجه به این‌که شکارگر مزبور از نژادهای بومی نیست و وارداتی می‌باشد، در نوع خود می‌تواند بررسی جدیدی محسوب شده، اطلاعات مفیدی در اختیار پژوهشگران قرار دهد.

مواد و روش‌ها

آماده سازی کنه‌ی تارتن و کنه‌ی شکارگر: پوره‌ها و افراد کامل کنه‌های تارتن دولکه‌ای از برگ‌های آلوده‌ی مزرعه‌ی لوبیای شهرستان مراغه جمع‌آوری و همراه با برگ‌های گیاه میزبان در داخل پاکت‌های مقوایی به محیط آزمایشگاه (شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) منتقل شدند و روی گیاهان لوبیای کاشته شده در شرایط گل‌خانه‌ای پرورش داده شدند. از نتاج این جمعیت صحرایی برای آلوده سازی لوبیاهای کاشته شده در محیط آزمایشگاه که ۳۰ روز ازکاشت آن‌ها گذشته بود استفاده شد و آزمایش‌ها روی نسل جدید ایجاد شده روی این میزبان‌ها صورت گرفت. آزمایش‌ها با استفاده از افراد کامل

همسن کنه‌های آفت صورت گرفت که روی برگ بریده‌ی لوبیا مستقر شدند و در انکوباتور در دمای ۱±۲۵ درجه‌ی‌سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد و شرایط نوری ۱۶:۸ (تاریکی:روشنایی) نگه‌داری شدند. کنه‌های شکارگر *P. persimilis* ازشرکت COPPERT(نمایندگی ایران) تهیه گردیدند. برای اطمینان از طول عمر کنه‌های شکارگر یک نسل از آن‌ها روی کنه‌ی میزبان در شرایط محیط آزمایشگاهی پرورش داده شد و از کنه‌های شکارگر همسن نسل دوم در آزمایش‌ها استفاده شد.

نحوه‌ی انجام آزمایش: به‌منظور انجام آزمایش واکنش تابعی از برگ‌های گیاهان لوبیای کشت شده در محیط آزمایشگاه استفاده شد، به این صورت که برگ‌های لوبیا داخل ظروف پتری شیشه‌ای به‌قطر ۳/۵ و ارتفاع ۱/۵سانتی‌متر منتقل شدند که توسط لایه‌ی نازکی از پنبه‌ی خیس شده با آب مقطر پوشانده شده بودند. سپس افراد بالغ (نر و ماده) کنه‌های شکارگر به‌طور انفرادی داخل ظروف آزمایش منتقل شدند. داخل هر ظرف به‌ازای هر یک از شکارگرها کنه‌های بالغ ماده‌ی شکار در تراکم‌های ۱، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۵۰ عدد قرار داده شدند. شکارگرهای ۳-۴ روزه به‌مدت ۲۴ ساعت قبل از آزمایش گرسنه نگه داشته شدند. تعداد کنه‌های خورده شده توسط هر شکارگر ۲۴ ساعت بعد از انجام آزمایش شمارش شد. تمام آزمایش‌ها تحت شرایط دمایی۱±۲۵ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد و شرایط نوری ۱۶:۸ (تاریکی:روشنایی) اجرا گردید و برای هر تراکم شکار۱۰ تکرار در نظر گرفته شد(Moezzipour *et al*. 2008). ماده‌های بالغ به‌عنوان شکار استفاده گردید تا اثرات ناشی از اختلافات وزنی شکار که احتمالاً روی میزان حمله و زمان دست‌یابی شکارگر اثر می‌کند، کاهش یابد.

تعیین نوع واکنش تابعی و پارامترهای آن: تجزیه‌ی داده‌های واکنش‌تابعی در دو مرحله صورت گرفت (Juliano1993). در مرحله‌ی تعیین نوع واکنش‌تابعی با استفاده از رگرسیون لجستیک نسبت کنه‌های خورده شده به کل شکارهای موجود در تراکم اولیه محاسبه شد (معادله‌ی۱). این رگرسیون میزان شیب و منفی یا مثبت بودن آن را در سه قسمت اصلی منحنی یعنی قسمت‌های خطی، درجه‌ی دو و درجه‌ی سه با استفاده از نرم افزار SAS (رویه‌یCATMOD) نشان می‌دهد. علامت منفی یا مثبت قسمت خطی منحنی به‌ترتیب نشانگر واکنش تابعی نوع II و III می‌باشد. در مرحله‌ی دوم، پس از تعیین نوع واکنش‌تابعی، با برازش داده‌ها با مدل Holling (معادله‌ی۲)، با استفاده از رگرسیون غیرخطی، پارامترهای قدرت جستجو یا ضریب حمله (a) و زمان دست‌یابی (T_h) برآورد شدند (Montoya *et al*. 2000، Reay-Jones *et al*. 2006، Jones *et al*. 2007، Sepulveda and Carrillo 2008، Moezzipour *et al*. 2008، Abd El-Fazlul Hoque *et al*. 2010، Gavad *et al*. 2010، Gosh and Chandra 2011، Fantinou *et al*. 2012، Mrosso *et al*. 2013، Rasmya *et al*. 2014). محاسبه‌ی ضریب تبیین (r^2) با استفاده از رابطه‌ی $r^2= 1- SS_{Residual}/SS_{Corrected}$ محاسبه شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel صورت گرفت.

معادله‌ی (۱)
$$\frac{N_a}{N_0} = \frac{\exp(P_0+P_1N_0+P_2N_0^2+P_3N_0^3+P_4N_0^4)}{1+\exp(P_0+P_1N_0+P_2N_0^2+P_3N_0^3+P_4N_0^4)}$$

مقادیر P_0، P_1، P_2، P_3 و P_4 پارامترهایی هستند که با روش بیشینه‌ی درست نمایی برآورد شدند.

معادله‌ی (۲)
$$N_a = \frac{aTN_0}{1+aT_hN_0}$$

در این معادله Na تعداد شکار مورد حمله قرار گرفته، N0 تعداد اولیه‌ی شکار، T زمان در معرض قرارگرفتن (۲۴ ساعت)، a نرخ حمله و Th زمان دست‌یابی می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج تعیین نوع واکنش تابعی کنه‌ی شکارگر *P. persimilis* روی کنه‌ی دولکه‌ای و برآورد نرخ حمله و زمان دست‌یابی به‌ترتیب در جدول ۱و ۲ ارایه شده است. شیب بخش خطی رگرسیون لجستیک برای آزمایش واکنش تابعی کنه‌ی شکارگر نسبت به کنه‌ی دولکه‌ای منفی و مقدار آن برابر ۰/۰۶۱۹ بود. منفی بودن این شیب بیانگر واکنش تابعی نوع دوم می‌باشد. شکارگرهایی که این نوع واکنش را از خود نشان می‌دهند بیشترین اثر و شکار خود را در تراکم‌های پایین شکار انجام می‌دهند و بنابراین در مرحله‌ی استقرار شکار می‌توانند مؤثر باشند، ولی با افزایش جمعیت شکار، کارآیی آن‌ها کاهش می‌یابد. البته تنها بر اساس آزمایش واکنش تابعی نمی‌توان در مورد

کارایی واقعی یک دشمن طبیعی اظهار نظر نمود. کنه‌های شکارگر دیگر از خانواده‌ی Phytoseiidae در وضعیت‌های متفاوت آزمایشی که به‌عنوان مثال طعمه‌ها متفاوت بوده یا کنه‌ی دولکه‌ای قبل از انجام آزمایش واکنش تابعی گیاه میزبان متفاوتی در اختیار داشته، واکنش تابعی متفاوتی را از خود نشان داده‌اند (Cedola *et al*. 2001، Skirvin and Fenlon 2001). همچنین هرچه قدرت جستجو بیشتر و زمان دست‌یابی کوتاه‌تر باشد کارایی شکارگر بالاتر خواهد بود. قدرت جستجو یا توانایی یافتن میزبان یا شکار در تراکم‌های پایین، تأثیر مهمی در موفقیت بلندمدت دشمن طبیعی در موقعیت‌های پایدار دارد. یک دشمن طبیعی که قادر است درصد معینی از جمعیت آفتی را که دارای جمعیت پراکنده است از بین ببرد نسبت به دشمن طبیعی که همان درصد از جمعیت آفت متراکم را مورد حمله قرار می‌دهد، از کارایی بیشتری برخوردار است. قدرت جستجوی مؤثر می‌تواند جمعیت آفت را در تراکم‌های پایین تنظیم نماید. تعیین تعداد میزبان‌های خورده شده در هر روز برای تعیین تراکم‌های بالای شکار مفید است (Holling 1959). منحنی درصد شکارگری در شکل ۲ آورده شده است. این منحنی نشان می‌دهد که با افزایش تعداد کنه‌ی دولکه‌ای، درصد شکارگری کنه‌های شکارگر فیتوزییده *P. persimilis* روی کنه‌های دولکه‌ای مورد آزمایش کاهش می‌یابد.

منحنی‌تعداد میزبان‌های شکار شده به‌وسیله‌ی کنه‌ی شکارگر فیتوزئیده در شکل ۱ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش تراکم شکار، تعداد میزبان شکار شده هم افزایش می‌یابد، ولی این افزایش به‌صورت خطی نبوده، به‌تدریج از شیب منحنی کاسته می‌شود.

تاکنون آزمایش‌های متعددی روی واکنش تابعی گونه‌های مختلف کنه‌های شکارگر خانواده‌ی فیتوزئیده انجام شده است و محققین تأثیر عوامل مختلف و تغییرات آن‌ها را بر نوع واکنش تابعی و پارامترهای مربوطه بررسی کرده‌اند. میزبان گیاهی یکی از عوامل مؤثر بر واکنش تابعی شکارگرهای خانواده‌ی فیتوزئیده است. پژوهشگران دیگری نیز تأثیر عوامل مختلف را بر واکنش تابعی شکارگرهای این خانواده همانند Skirvin and Fenlon (2003) (اثر دما)، Ryoo (1996) (تأثیر الگوی پراکنش شکار)، Reis *et al*.(2003) (مقایسه‌ی دو شکارگر) و Lester *et al*. (2005) (بررسی سیستم‌های شکارگری باز و بسته) را بررسی نمودند. منظور از سیستم بسته، لکه‌ی همسان و یک‌نواختی از زیستگاه می‌باشد (از جمله شرایط آزمایشگاهی) و سیستم باز در ساده‌ترین حالت خود، مجموعه‌ای از چندین لکه می‌باشد. نتایج اکثر پژوهش‌های انجام شده مبین واکنش تابعی نوع دوم کنه‌های شکارگر فیتوزئیده در شرایط آزمایشی مختلف بوده است (Castagnoli and Simoni 1992، Koveos and Broufas 2000).

واکنش تابعی دشمنان طبیعی از هر نوعی که باشد در کاهش جمعیت میزبان مؤثر است. واکنش تابعی یکی از اجزای مهم دینامیسم جمعیت است و نوع آن یکی از عوامل مهم در انتخاب دشمن طبیعی مناسب برای استفاده در برنامه‌های کنترل بیولژیک می‌باشد. بررسی‌های دیگری هم وجود دارند که تأیید کننده‌ی موارد فوق بوده، نشان می‌دهند که نوع واکنش تابعی و پارامترهای آن ممکن است توسط عواملی از قبیل گیاه میزبان، تراکم میزبان، رطوبت نسبی، سن دشمن طبیعی، دما، نوع طعمه یا میزبان تغییر کند(Allahyari *et al*. 2004، Hassanpour *et al*. 2010).

همچنین عوامل کنترل بیولژیکی مختلف ممکن است در مواجهه با یک شکار یا میزبان یکسان، عکس‌العمل‌های متفاوتی از خود بروز دهند.کنه‌های دولکه‌ای شکارگرهای مهم دیگری هم دارند، ازجمله کفش‌دوزک‌های استتوروس که از شکارگرهای مؤثر این کنه‌ها محسوب می‌شوند. بررسی‌ها توسط Britto *et al*. (2008) نشان داده است که کفش‌دوزک *Stethorus tridens* Gordon روی کنه‌ی دولکه‌ای *Teteranychus evansi* Baker and Pritchard واکنش تابعی نوع دوم نشان داده و با داشتن نرخ شکارگری بالا و زمان دست‌یابی پایین کارایی بیشتری در مقایسه با کنه‌ی شکارگر فیتوزئیده داشته است. Hassanpour *et al*. (2010) در بررسی واکنش تابعی سنین مختلف لارو بال‌توری سبز روی کنه‌ی دولکه‌ای نشان دادند که لاروهای سن اول و دوم واکنش تابعی نوع دوم و سن سوم پورگی واکنش نوع سوم نشان داده است. همچنین Jalalizand *et al*. (2011) اثر گیاهان میزبان را بر واکنش تابعی سن‌های شکارگر اوریوس (*Orius niger*)

Wolff روی کنه‌های دولکه‌ای بررسی کرده و نشان داده‌اند که روی هر دو گیاه میزبان واکنش تابعی نسبت به کنه‌های بالغ از نوع دوم بوده است و نرخ حمله روی میزبان خیار و توت فرنگی هر دو بیشتر از آزمایش حاضر بوده است.

با مقایسه‌ی نرخ حمله (بالا) و زمان دست‌یابی (پایین) لاروهای سن اول و دوم بال‌توری سبز و سن‌های شکارگر اوریوس که نوع واکنش مشابهی نسبت به کنه‌ی دولکه‌ای نشان داده‌اند می‌توان نتیجه گرفت که لارو سن اول و دوم بال‌توری سبز و سن‌های اوریوس در برابر کنه‌های دولکه‌ای مؤثرتر از کنه‌های فیتوزیید عمل می‌کنند. هرچند برای این قضاوت مقایسه‌ی همزمان این شگارگرها و نیز انجام آزمایش در شرایط مزرعه‌ای می‌تواند جواب‌گوی بهتری باشد، چون شرایط آب‌وهوایی لازم برای کنه‌های آفت و کنه‌ی شکارگرمی‌تواند مشابهت بیشتری نسبت به سازگاری کلیمایی کنه‌ها و لارو بال‌توری سبز و سن‌های اوریوس داشته باشد.بااین حال،مطالعات آزمایشگاهی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی برای استانداردهای کنترل کیفیت در برنامه‌های تولید انبوه دشمنان طبیعی و پروژه‌های کنترل بیولژیک فراهم کند(Montoya *et al*. 2000)، ولی برای یافتن راه‌کار مناسب و انتخاب دشمن طبیعی مطلوب لازم است علاوه بر مطالعات آزمایشگاهی، مطالعات در شرایط نیمه‌مزرعه‌ای و مزرعه‌ای انجام پذیرد تا نتایج آزمایشگاهی تکمیل، عملی و کاربردی شود. در هر حال، پیشنهاد می‌شود برای تعیین شکارگر مناسب و مطلوب کنه‌های دولکه‌ای، آزمایش‌هایی در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای طراحی و نسبت به بررسی نوع واکنش و تعیین پارامترهای آن و بررسی کارایی دشمنان طبیعی در شرایط یکسان و مشابه اقدام شود.

جدول ۱- پارامترهای حاصل از برازش رگرسیون لجستیک به داده‌های واکنش تابعی کنه‌ی شکارگر *Phytoseiulus persimilis* نسبت به کنه‌ی تارتن *Tetranychus urticae*

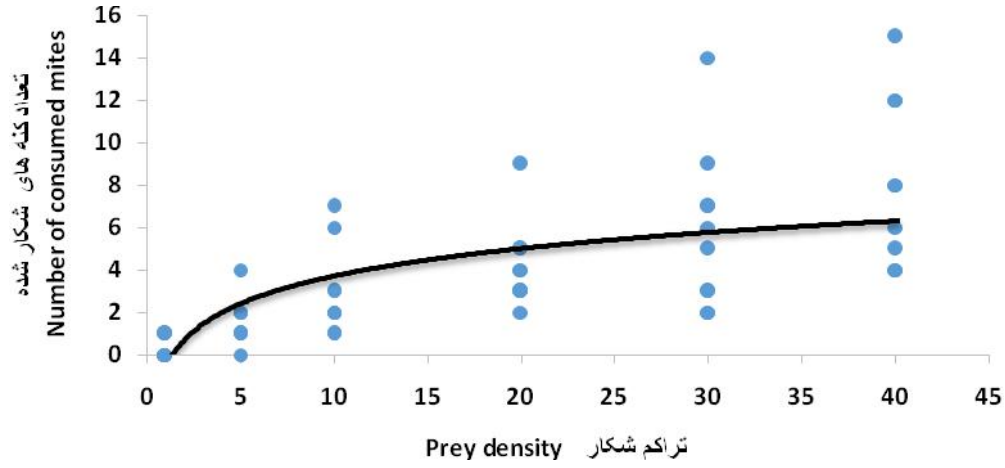
Table 1. Estimated parameters for logistic regression of the proportion of *Tetranychus urticae* eaten against the number of prey supplied for *Phytoseilus persimilis*

Prey **طعمه**	Parameter **فراسنجه**		Estimate **برآورد**	Standard error	χ^2	P-value
T. urticae	Intercept (P_0)	عرض از مبدا	-0.1390	0.5936	0.05	0.8149
	Linear (P_1)	خطی	-0.0619	0.1066	0.34	0.5618
	Quadratic (P_2)	درجه ۲	0.000714	0.00524	0.02	0.8917
	Cubic (P_3)	درجه ۳	4.797	0.750000	-	0.9487

جدول ۲- برآورد نرخ حمله(a ±SE) و زمان دست یابی (T_h± SE) *P. persimilis* نسبت به شکار (*T. urticae*) با استفاده از مدل هولینگ

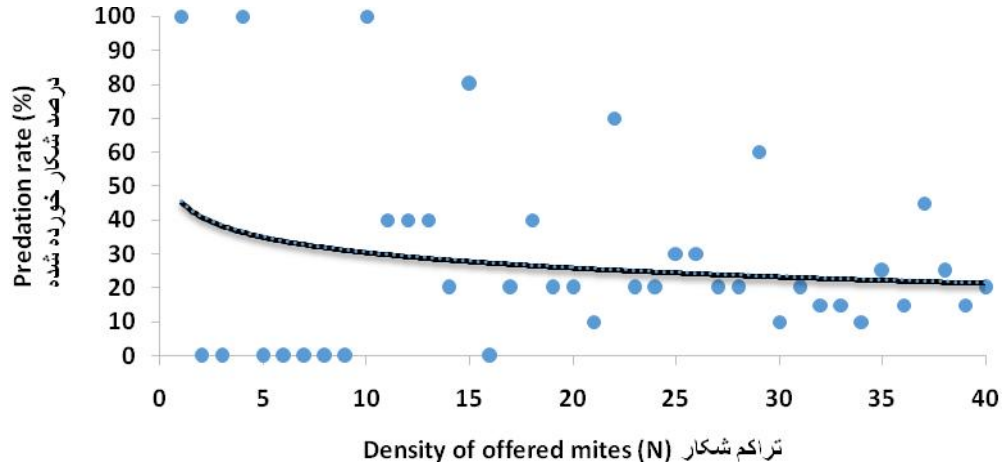
Table2. Estimated attack rate (a ±SE) and handling time (T_h± SE) of *P. persimilis* on *T. urticae*by using the Holling model

Prey **طعمه**	Attack rate (h^{-1}) **نرخ حمله** a ±SE (Lower-Upper 95 %)	Handling time (h) **زمان دست‌یابی** T_h± SE (Lower-Upper 95%)	(r^2)	Maximum attack rate T/T_h **بیشینه‌ی نرخ حمله**
T. urticae	0.00154±0.000587 (0.000358- 0.00273)	2.415±0.3505 (1.7065-3.1234)	0.82	9.94



شکل ۱- منحنی تعداد کنه‌های دولکه‌ای شکار شده در تراکم‌های مختلف توسط کنه‌ی شکارگر فیتوزئیده

Figure 1. Consumed number of *Tetranychus urticae* by *Phytoseilus persimilis* at different densities of the prey



شکل ۲- واکنش تابعی شکارگر *Phytoseilus persimilis* روی افراد بالغ کنه‌ی دولکه‌ای *Tetranychus urticae*

Figure 2. Functional response of *Phytoseilus persimilis* to the density of prey *Tetranychus urticae*

References

Abd El-Gavad Hany AS, Sayed Aeff MM, Ahmed Sayed A. 2010. Functional response of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) larvae to *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 4(8): 2182-2187.

Allahyari H, Fard PA, Nozari J. 2004. Effects of host on functional response of offspring in two populations of *Trissolcus grandis* on the sunn pest.*Journal of Applied Entomology* 128: 39-43.

Britto EPJ, Manoel GC, Gondim MGC, Torres JB, Fiaboe KKM, Moraes GJ, Knapp M. 2008. Predation and reproductive output of the ladybird beetle *Stethorus tridens* preying on tomato red spider mite *Tetranychus evansi*. *BioControl* 54(3):363-368.

Castagnoli M, Simoni S. 1992. The effect of high temperature on development and survival rate of *Amblyseius californicus* (McGregor) eggs. Proceedings of Second Symposium EURAAC, 31 August – 5 September, 1992 Krynica, Poland, P. 150.

Cédola CV, Sánchez NE, Liljesthröm GG. 2001. Effect of tomato leaf hairiness on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 25(10-11): 819-831.

Everson P. 1979. The functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) to various densities of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *The Canadian Entomologist* 111: 7-10.

Fantinou AA, Baxevani A, Drizou F, Labropoulos P, Perdikis D, Papadoulis G. 2012. Consumption rate, functional response and preference of the predaceous mite *Iphiseius degenerans* to *Tetranychus urticae* and *Eutetranychus orientalis*. *Experimental and Applied Acarology* 58:133–144.

Fazlul HoqueMd, Wahedul Islam Md, Khalequzzaman M. 2010. Functional response of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot to *Tetranychus urticae* Koch: Effects of prey life stages and temperature. *University Journal of Zoology Rajshahi University* 29: 1-8.

Ferla NJ, Marchetti M, Johann L, Haetinger C. 2011. Functional response of *Phytoseiulus persimilis* under different *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) population density in laboratory. *Zoologia* 28(1): 17-22.

Gosh A, Chandra G. 2011. Functional response of *Laccotrephes griseus* (Hemiptera: Nepidae) against *Culex qinquenfasciatus* (Diptera: Culicidae) in laboratory bioassay. *Journal of Vector Borne Disease* 48: 72-77.

Hajizadeh J, Hosseini R, McMurtry JA. 2002. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with eriophyid mites (Acari: Phytoseiidae) in Guilan province of Iran. *International Journal of Acarology* 28(4): 373-377.

Hassanpour M, Mohaghegh J, Iranipour S, Nouri Ganbalani G, Enkeggard A. 2010. Functional response of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): Effect of prey and predator stages. *Insect Science* 18(2): 217-224.

Holling CS. 1959. Some characteristic of simple types of predation and parasitism. *The Canadian Entomologist* 91: 385-398.

Holling CS. 1961. Principles of insect predation. *Annual Review of Entomology* 6: 163-182.

Holling CS. 1965. The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population. *Memoires of the Entomological Society of Canada* 48: 1-86.

Jalalizand A, Modaresi M, Tabeidian SA, Karimy A. 2011. Functional response of *Orius nigerniger* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Effect of host plant morphological feature. International Conference on Food Engineering and Biotechnology.May 7-9, 2011 Bangkok, Thailand. P. 92-96.

Jervis M, Kidd N. 1999. *Insect Natural Enemies, Practical Approaches to Their Study and Evaluation*. Chapman and Hall, London. 490pp.

Jones DB, Kristopher L, Giles KL, Elliott NC, Payton ME. 2007. Parasitism of greenbug, *Schizaphis graminum*, by the parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* at winter temperatures. *Environmental Entomology* 36(1): 1-8.

Juliano SA. 1993. Non linear curve fitting: Predation and functional response curves. In: Scheinerand S, Gurevitch J. (eds.), *Design and Analysis of Ecological Experiments*. Chapman and Hall, New York.Pp. 159-182.

Koveos DS, Broufas GD. 2000. Functional response of *Euseius finlandicus* and *Amblyseius andersoni* to *Panonychus ulmi* on apple and peach leaves in the laboratory. *Experimental and Applied Acarology* 24(4): 247-256.

Lester PJ, Yee JM, Yee S, Haywood J, Thistlewood HMA, Harmsen R. 2005. Does altering patch number and connectivity change the predatory functional response type experiments and simulations in an acarine predator–prey system? *Canadian Journal of Zoology* 83(6): 797–806.

Messina FJ, Hanks JB. 1998. Host plant alters the shape of the functional response of an aphid predator (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology* 27: 1196-1202.

Metcalf RL, Luckman WH. 1994. Introduction to insect pest management. John Wiley & Sons, New York.3rd ed.

Moezzipour M, Kafili M, Nooeei S, Allahyari H. 2008. Functional response of predatory mite, *Phytoseilus plumifer* (Canestrini & Fanzago) on different densities of *Amphitetranychus viennensis* (Zacher) and *Tetranychus urticae* (Koch). *Agricultural Research, Water, Soil and Plant in Agriculture* 8(3): 107-116.

Montoya P, Liedo P, Benrey B, Barrera JF, Cancino J, Aluja M. 2000. Functional response and superparasitism by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America* 93(1): 47-54.

Mori H, Chant DA. 1966. The influence of prey density, relative humidity and starvation on the predacious behavior of *Phytoseilus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae). *Canadian Journal of Zoolohy* 44:483-491.

Mrosso F, Mwatawala M, Rwegasira G. 2013. Functional responses of *Cheilomenes propingua*, *C. lunata* and *C. sulphurea* (Coleoptera: Coccinellidae) to predation on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) in eastern Tanzania. *Journal of Entomology* 10: 76-85.

Rasmya, AH, Abou-Elella GM, Osman MA. 2014. Functional response of the phytoseiid mite *Typhlodromus negevi* Swirski and Amitai to the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 47(11): 1327–1334.

Reay-Jones FPF, Rochat J, Goebel R, Tabone E. 2006. Functional response of *Trichogramma chilonis* to *Galleria mellonella* and *Chilo sacchariphagus* eggs. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 118: 229–236.

Reis PR, Sousa EO, Teodoro AV, Neto MP. 2003. Effect of prey density on the functional and numerical responses of two species of predaceous mites (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology* 32(3): 461-467.

Ryoo MI. 1996. Influence of the spatial distribution pattern of prey among patches and spatial coincidence on the functional and numerical response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Applied Entomology* 120(3): 187-192.

SAS Institute Inc. 2011.*SAS/ STAT user's guide, Ver9.2*. Cary, North Carolina, USA.

Skirvin DJ, Fenlon JS. 2001. Plant species modifies the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): implications for biological control. *Bulletin of Entomological Research* 91: 61-67.

Skirvin DJ, Fenlon JS. 2003. The effect of temperature on the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 31: 37-49.

Sepulveda F, Carrillo R. 2008. Functional response of the predatory mite *Chileseius camposi* (Acarina: Phytoseiidae) on densities of its prey, *Panonychus ulmi* (Acarina: Tetranychidae). *Revista de Biologia Tropical* 56(3): 1255-1260.

Solomon ME. 1949. The natural control of animal population. *Journal of Animal Ecology* 18: 1-35.

Xue Y, Meats A, Beattie GA, Spooner-Hart R, Herron GA. 2001. The influence of sublethal deposits of agricultural mineral oil on the functional and numerical responses of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) to its prey, *Tetranychusurticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*48(4): 291-302.

Zhang Y, Zhang ZQ, Ji J, Lin J. 1999. Predation of *Ambleyseius longispinusus* (Acari: Phytoseiidae) on *Schizotetranychus nanygensis* (Acari: Tetranychidae), a spider mite injurious to bamboo in Fulian, China. *Systematic and Applied Acarology* 4: 63-68.

Journal of Field Crop Entomology, Vol. 4, No. 2, 2014, pp. 59-68

Functional response of predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in laboratory condition

Gholamhossein Gharekhani[1*], Samira Bahri Motlagh[2] and Hamideh Salek-Ebrahimi[2]

1. Assistant professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran. (*Corresponding author, e-mail: gharekhani@maragheh.ac.ir)
2. Former M.Sc. student, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural, University of Maragheh, Maragheh, Iran.

Received: 22 Jan. 2015, Accepted: 8 July. 2015

Abstract

While spider mites (*Tetranychus* spp.) are the key pests of crop products, phytoseiid mites are the most important and famous natural enemies of the herbivore mites as well as nominated as effective natural enemies of spider mites. High adaptability of spider mites to different environmental conditions resulted permanent activity and severe damage during the year. Due to the resistance to a wide range of pesticide application in herbivorous mites and pesticide residue onthe crops, biologicalcontrol of the herbivore mites was considered recently. In the present study functional response of predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* was investigated against *Tetranychus urticae* in laboratory condition (27±1ºC, 50±10% RH, 16:8 L: D photoperiod). The results indicated that the predatory mite exhibited type II functional response. Estimation of functional response parameters indicated that attack coefficient (a) and the handling time (T_h) were 0.00154±0.000587 and 2.415±0.3505 respectively. Results revealed that the phytoseiid mite has potential and good performance for the control of spider mites in particular in low densities of the prey.

Key words: Functional response, Phytoseiid mites, Spider mites.