Archive of SID

تحقیقات آفات گیاهی
۱۵- ۱ :(۴) ۶-۱۳۹۵

واکنش تابعی و تداخل کنه شکارگر *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) با تغذیه از لارو تریپس غربی گل روی چند رقم تجاری توت‌فرنگی

مریم رضائی[۱ و ۲*]، ولی‌الله بنی‌عامری[۳] و علیرضا صبوری[۲]

۱-بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران ، ایران، ۲- گروه گیاه‌پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران، ۳-بخش تحقیقات حشره‌شناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران ، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۱۳)

چکیده

کنه *Neoseiulus californicus* از شکارگرهای موثر در کنترل کنه‌های تارتن است. واکنش تابعی ماده‌های جفت‌گیری‌کرده سه روزه با تغذیه از تراکم‌های مختلف لارو تریپس *Frankliniella occidentallis* (۱، ۲، ۴، ۸ و ۱۶) روی هفت رقم تجاری توت‌فرنگی (سیکوا، چاندلر، کامروسا، ماراک، آلیسو، یالوا و گاویتا) و تداخل شکارگری در تراکم‌های (۱،۲، ۴، ۸ و ۱۶) از کنه شکارگر در تراکم ثابت از شکار (۴۰ عدد لارو تریپس) مطالعه شد. این آزمون‌ها روی دیسک‌های برگی در شرایط آزمایشگاهی (دمای۱±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی% ۵±۷۰ ودوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) بررسی شد. واکنش تابعی روی هفت رقم مورد آزمون از نوع دوم و آماره‌های واکنش تابعی با استفاده از معادله راجرز به‌دست آمد. قدرت جستجوگری و زمان دستیابی روی رقم‌های توت‌فرنگی، سیکوا (به ترتیب ۰/۰۱ بر ساعت، ۴/۷۷ ساعت)، چاندلر (۰/۰۳ بر ساعت، ۴/۳۷ ساعت)، کامروسا (۰/۰۳ بر ساعت، ۵/۴۹ ساعت)، ماراک (۰/۰۳ بر ساعت، ۵/۴۹ ساعت)، آلیسو (۰/۰۲ بر ساعت، ۴/۹۱ ساعت)، یالوا (۰/۰۵ بر ساعت، ۴/۵۴ ساعت) و گاویتا (۰/۰۲ بر ساعت، ۴/۶۵ ساعت) برآورد شد. توانایی کنه شکارگر در شکار لارو تریپس روی رقم چاندلر و یالوا بیشتر از سایر رقم‌ها بود. تراکم کمتر تریکوم روی این رقم‌ها نسبت به سایر رقم‌های مورد آزمون و ترکیبات شیمیایی ثانویه می‌تواند از دلایل این اختلاف باشد. ارتباط معنی‌داری بین لگاریتم تراکم شکارگر و لگاریتم قدرت جستجوی سرانه (محاسبه شده با معادله نیکلسون) وجود داشت. میزان شکارگری کنه شکارگر با افزایش تراکم تریپس و کاهش تراکم شکارگر افزایش می‌یابد. نتایج اهمیت بررسی ویژگی‌های گیاهان میزبان را در استفاده بهینه از کنه شکارگر در کنترل آفات نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: کنه شکارگر، کنترل بیولوژیک، کنه فیتوزئید، تریپس غربی گل، توت‌فرنگی

*نویسنده مسئول: marezaie@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تریپس غربی گل (Pergande) *Frankliniella occidentallis* از آفات مهم بیشتر محصولات گلخانه‌ای است (Parrella and Murphy, 1996; Lewis, 1997). این آفت از مهم‌ترین آفات توت‌فرنگی در گلخانه‌ها محسوب می‌شود و ناقل ویروس‌های tospovirus مانند Tomato Spotted Wilt Virus و Impatiens Necrotic Spot Virus است (Cho *et al*., 1988; Stobbs *et al*., 1992; Daughtrey *et al*., 1997). کنترل تریپس غربی گل به دلیل دامنه میزبانی گسترده این آفت، تولید مثل زیاد، طول نسل کوتاه، پنهان شدن مراحلی از زندگی داخل گل‌ها، جوانه‌ها و خاک و مقاومت به آفت‌کش‌ها تا حدودی مشکل است (Jensen, 2000; Messelink *et al*., 2006). کنترل بیولوژیک تریپس‌ها توسط کنه‌های فیتوزئید برای نخستین بار از کنترل (Lindeman) *Thrips tabaci* در محصولات گلخانه‌ای شروع شد (Woets, 1973). در میان عوامل کنترل بیولوژیک،کنه‌های شکارگر و به ویژه کنه‌های خانواده Phytoseiidae اهمیت زیادی دارند. به علت پرخور بودن این کنه‌ها، رشد سریع جمعیت و همچنین وجود مکمل‌های غذایی نظیر گرده گیاهان، این کنه های شکارگر به عنوان یکی از انتخاب‌های مهم و اصلی در کنترل بسیاری از آفات در مدیریت تلفیقی آفات مورد توجه هستند (Sabelis and van de Baan, 1983).

کنه شکارگر *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) گونه موفقی در کنترل کنه‌های تارتن تعدادی از حشرات (تریپس‌ها و سفید بالک‌ها) محسوب می‌شود (Castagnoli and Simoni, 1991) و نسبت به دیگر کنه‌های فیتوزئید توانایی زیادی در استقرار در لکه‌های با انبوهی کم آفت دارد (Pratt *et al*., 1999). این کنه بومی مناطق مدیترانه‌ای و بسیاری از مناطق جهان محسوب می‌شود (De moraes *et al*., 2004) و از کنه‌های شکارگر انتخابی است (McMurtry *et al*., 2013).

پیش از آغاز یک برنامه کنترل بیولوژیک مطالعه رفتار کاوشگری (واکنش تابعی و تداخل شکارگری) اطلاعات مفیدی در مورد کارایی دشمن طبیعی می‌دهد. از جمله مهم-ترین ویژگی‌های رفتاری می‌توان تاثیر تغییرات تراکم شکار بر میزان شکارگری (واکنش تابعی) و تاثیر تغییرات تراکم شکارگر روی قدرت جستجوگری شکارگر (تداخل) اشاره کرد که تعیین آن‌ها برای ارزیابی توانایی شکارگرها در تنظیم جمعیت آفات و مقایسه کارایی آن‌ها در کنترل جمعیت شکار اهمیت دارد. تداخل شکارگری در بهبود تکنیک تولید انبوه در آزمایشگاه موثر است، ولی در رها سازی دشمنان طبیعی با تراکم زیاد در واحد سطح نیز می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد (Trexler *et al*., 1988; de Clercq *et al*., 2000; Badii *et al*., 2004; Reis *et al*., 2007; Timms *et al*., 2008) بسیاری از پژوهشگران بیان کرده‌اند که میزان جستجوگری و شکارگری کنه‌های شکارگر تحت تاثیر ویژگی‌های فیزیکی گیاه مانند تریکوم و کرک است (Krips *et al*., 1999; Cedola *et al*., 2001; Dalin *et al*., 2008; Loughner *et al*., 2008).

گیاهان به روش‌های پیچیده‌ای با گیاه‌خواران، دشمنان طبیعی برهم‌کنش دارند و روی ارتباطات شکار و شکارگر تاثیر می‌گذارد (Walde, 1995). ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی گیاه میزبان بر دشمنان طبیعی اثرات متفاوتی را می-گذارند (Bottrel *et al*., 1998; Messina and Hanks, 1998). این ویژگی‌ها ممکن است شیمیایی (مانندکاهنده‌های هضم‌پذیری، تعادل مواد غذایی) و یا فیزیکی (مانندکرک‌ها، تریکوم‌ها و زبری بافت‌ها) باشد (Agramal, 2000). ساختارهای سطحی گیاه مانند کرک و خار بر الگوهای جستجوگری و زمان توقف شکارگر اثر دارد (Messina and Hanks,1998). کریپس و همکاران (Krips *et al*., 1999) بیان کردند که کرک‌های برگ اثرات مثبت یا منفی

www.SID.ir

Archive of SID

روی جمعیت گیاه‌خواران و دشمنان طبیعی دارند. تعدادی از کنه‌های شکارگر در برگ‌های حاوی تریکوم و کرک فعال‌تر هستند که دلیل آن ایجاد شرایط مطلوب‌تر از نظر رطوبت در سطح برگ و حفاظت آن‌ها در مقابل سایر شکارگرها است. کرک‌های سطح برگ‌ها بر کارایی شکارگرها موثر هستند (Walter, 1996).

در این پژوهش واکنش تابعی کنه شکارگر *N. californicus* روی لارو تریپس *F. occidentalis* روی چند میزبان گیاهی (هفت رقم تجاری توت‌فرنگی) مورد بررسی قرار گرفت. بررسی ویژگی‌های برگ‌های رقم‌های مختلف توت‌فرنگی از نظر تراکم و طول تریکوم روی واکنش تابعی و میزان شکارگری کنه شکارگر از لارو تریپس غربی گل از اهداف این پژوهش است. در ادامه به بررسی تداخل شکارگری این کنه شکارگر در تراکم‌های مختلف و تاثیر آن روی میزان شکارگری از لارو تریپس روی رقم از توت‌فرنگی با کمترین تراکم تریکوم پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه میزبان

در این پژوهش از هفت رقم تجاری توت‌فرنگی (رقم‌های آلیسو، یالوا، ماراک، سیکوا و چاندلر گاویتا و کامروسا) استفاده شد. این رقم‌ها از مرکز تحقیقات باغبانی دانشگاه تهران تهیه شد و در گلخانه موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی در دمای مناسب (۲۵-۳۰ درجه سلسیوس در روز و ۱۵-۲۰ درجه سلسیوس در شب)، رطوبت نسبی ۶۵-۷۵ درصد و نور دایم نگهداری شدند. از کود کامل آهن هر دو هفته یک‌بار ۵۰ گرم برای هر ظرف (حاوی شش نشای توت‌فرنگی) استفاده شد و برای تکثیر و ازدیاد گیاهان، ساقه‌های رونده این گیاهان را داخل گلدان‌های پرلیت و پیت‌ماس قرار داده و پس از ریشه‌زنی از گیاه اصلی قطع می‌شد.

برای بررسی نقش ساختارهای برگ رقم‌های مختلف گیاه توت‌فرنگی، ۲۰ عدد از برگ‌های رقم‌های مختلف به صورت تصادفی از گیاه جدا شده و تعداد کرک و تریکوم و درازی هر تریکوم در یک سانتی‌متر مربع زیر استریومیکروسکوپ به دقت ثبت شد و سپس با برنامه آماری SPSS مورد بررسی قرار گرفت.

پرورش تریپس غربی گل

برای ایجاد جمعیت اولیه آفت، حشرات کامل تریپس غربی گل با آسپیراتور از توت‌فرنگی‌های آلوده به تریپس از گلخانه‌ای در استان البرز جمع‌آوری شد. برای پرورش تریپس از غلاف لوبیا در ظروف استوانه‌ای (شیشه نوشابه) در اتاق پرورش با دمای ۲۵-۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۰-۵۰ درصد استفاده شدکه اطراف آن سوراخ‌هایی برای تهویه تعبیه شده بود، برای پرورش استفاده شد. داخل این ظروف مقداری دستمال کاغذی خرد شده برای تشکیل شفیره‌های تریپس قرار داده شد. حشرات بالغ با آسپیراتور جمع‌آوری شدند. هر دو روز یک‌بار غلاف لوبیا تعویض شد و غلاف قدیمی که حاوی تخم‌های تریپس بود تا دو روز نگهداری شد و لاروهای ظاهر شده با قلم مو جابجا شدند.

پرورش کنه شکارگر *N. californicus*

کنه شکارگر *N. californicus* از شرکت کوپرت هلند تهیه و به ژرمیناتور آزمایشگاه کنه‌شناسی، بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی با دمای ۱± ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی منتقل شد. برای پرورش این کنه شکارگر از محیط‌های مصنوعی شامل یک صفحه طلق پلاستیکی روی یک اسفنج اشباع از آب درون ظرف پلاستیکی که تا نیمه پر از آب بود استفاده شد. برای جلوگیری از فرارکنه-ها، نوارهایی از دستمال کاغذی مرطوب در حاشیه این صفحات پلاستیکی قرار گرفتند، به نحوی که یک طرف آن در آب ظرف پلاستیکی فرو رفته و با مکش رطوبت، آب مورد نیاز کنه-ها را فراهم و همین طور از فرار آن‌ها جلوگیری کند. کنه‌های شکارگر روی برگ‌های توت‌فرنگی (رقم‌های مختلف به صورت جداگانه) پرورش داده شدند. برای پرورش این کنه شکارگر از مراحل مختلف زیستی کنه *T. urticae* و گرده ذرت استفاده شد (Hatherly *et al*., 2005).

www.SID.ir

Archive of SID

دیسک‌های برگی مطابق با روش کوستیانن و هوی (Kostiainen and Hoy, 1994) برای انجام آزمون‌ها استفاده شد. این دیسک‌های برگی به ابعاد ۲×۲ سانتی‌متری را داخل تشک پتری (به قطر ۶ سانتی‌متر) روی لایه پنبه‌ای اشباع شده از آب قرار داده و رشته‌های از پنبه به شکل نخ و اشباع از آب به ضخامت ۰/۵ سانتی‌متر دور تا دور بسترهای برگی قرار گرفت. این موانع از فرار شکارگرها جلوگیری می‌کند. هر روز مقداری آب به تشک پتری‌ها اضافه شد.

آزمایش‌های واکنش تابعی

دیسک‌های برگی از رقم‌های مختلف توت‌فرنگی به ابعاد ۲×۲ سانتی‌متری ۲۴ ساعت پیش از انجام آزمون تهیه شد و این دیسک‌های برگی روی اسفنج مرطوب در تشک پتری‌های ۶ سانتی‌متری قرار گرفت. ماده‌های کامل ۳ روزه کنه شکارگر هم-سن برای انجام آزمون انتخاب شدند. روی دیسک‌های برگی رقم‌های مختلف توت‌فرنگی نسبت‌های ۱،۲، ۴، ۸ و ۱۶ عددی لارو سن اول تریپس غربی گل قرار داده شد. به ماده‌های کنه شکارگر ۲۴ ساعت فرصت داده شد از این لاروها تغذیه کنند. تعداد لاروهای تریپس شکار شده توسط کنه‌های شکارگر ثبت شد. میزان شکارگری محاسبه شد و نوع واکنش تابعی و آماره-های آن تعیین شد. هر آزمون مربوط به هر تراکم لارو تریپس غربی گل، ۱۵-۲۰ بار تکرار شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس روش دو مرحله‌ای جولیانو انجام شد (Juliano, 2001). بر اساس این روش، ابتدا داده‌ها به یک تابع چند جمله‌ای (رابطه زیر) برازش داده شدند تا نوع واکنش تابعی مشخص شود.

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

آماره‌های P_0، P_1، P_2 و P_3 با استفاده از نرم‌افزار SAS و رَویه CATMOD انجام شد. نوع واکنش تابعی با استفاده از علامت آماره P_1 تعیین شد. علامت مثبت آماره P_1 (بخش خطی) نشان‌دهنده واکنش تابعی نوع سوم و علامت منفی آماره P_1 نشان‌دهنده واکنش تابعی نوع دوم است (Juliano, 2001). در مرحله بعدی آماره‌های واکنش تابعی (قدرت جستجوگری و زمان دستیابی) محاسبه شدند. برای این منظور از رگرسیون غیر خطی در نرم افزار SAS استفاده شد. از آن‌جا که تراکم شکار در مدت آزمایش ثابت نبوده و شکار خورده شده در طول آزمایش جایگزین نشد، مدل مناسب برای برآورد آماره‌های واکنش تابعی مدل کاهش یافته راجِرز است (Rogers, 1972):

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

در این رابطه، N_a تعداد میزبان یا شکار مورد حمله قرار گرفته، N_0 تعداد اولیه میزبان، T زمان در معرض قرار گرفتن (۲۴ ساعت)، T_h زمان دستیابی، b مقداری ثابت است. برای مقایسه زمان دستیابی و قدرت جستجوگری از آماره های D_b، D_{T_h} ترکیبی زیر استفاده شد (Juliano, 2001):

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

تداخل یا تاثیر تراکم‌های مختلف شکارگر

این آزمون به منظور بررسی تاثیر تراکم‌های مختلف کنه شکارگر بر قدرت جستجوی سرانه و سرانه شکارگری آن روی لارو تریپس غربی گل انجام گرفت. تراکم‌های ۱، ۲، ۴، ۸ و ۱۶ عددی ماده‌های کنه شکارگر *N. californicus* در برابر تراکم ۴۰ عددی لارو تریپس غربی گل تراکمی بیشتر از نیاز کنه شکارگر در مدت ۲۴ ساعت (Rezaie, 2014) مورد مطالعه قرار گرفتند. دیسک‌های برگی توت‌فرنگی (رقم چاندلر، رقمی با تراکم کم تریکوم که برای زیست کنه تارتن و کنه شکارگر مناسب است (Rezaie, 2014)) به مدت ۲۴ ساعت در اختیار کنه‌های ماده بالغ ۳-۴ روزه جفت گیری نکرده با تراکم‌های مختلف قرار گرفت. سپس تعداد لارو تریپس‌های خورده شده شمارش و ثبت شد. آزمایش‌ها در ۲۰ تکرار انجام شد. با استفاده از رابطه نیکلسون (رابطه زیر) (Nicholson, 1933) قدرت جستجوگری سرانه (a) کنه شکارگر محاسبه شد.

www.SID.ir

Archive of SID

$$a = (\frac{1}{P}) \ln \left[\frac{N_t}{(N_t - N_a)} \right]$$

که P تعداد شکارگر، N_t تراکم اولیه میزبان و N_0 تعداد شکار خورده شده است. از مقادیر P، a لگاریتم گرفته و لگاریتم تعداد شکارگرها $\log P$ به عنوان متغیر مستقل در محورx ها و لگاریتم قدرت جستجوگری سرانه $\log a$ به عنوان متغیر وابسته روی محورyها نشان داده شد و با استفاده از آن‌ها رگرسیون خطی رسم شد. در مرحله بعد، شیب خط رگرسیون بین لگاریتم تعداد شکارگرها به عنوان متغیر مستقل و لگاریتم قدرت جستجوگری سرانه به عنوان متغیر وابسته با رابطه زیر تعیین شد (Hassell and Varley, 1969).

$$\log a = \log Q - m \log P$$

که Q ثابت جستجوگری و m ضریب تداخل است. در صورت معنی‌دار بودن رابطه بین لگاریتم تراکم کنه شکارگر و لگاریتم قدرت جستجوگری سرانه، علامت منفی شیب خط رگرسیون (m) نشان دهنده کاهش قدرت جستجوگری سرانه به ازای افزایش تراکم شکارگر است (Fathipour *et al*., 2002). مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی انجام شد.

نتایج و بحث

واکنش تابعی کنه شکارگر *N. californicus* روی تراکم‌های مختلف لارو تریپس *F. occidentalis* روی رقم‌های مختلف توت‌فرنگی در شکل ۱ نشان داده شده است.

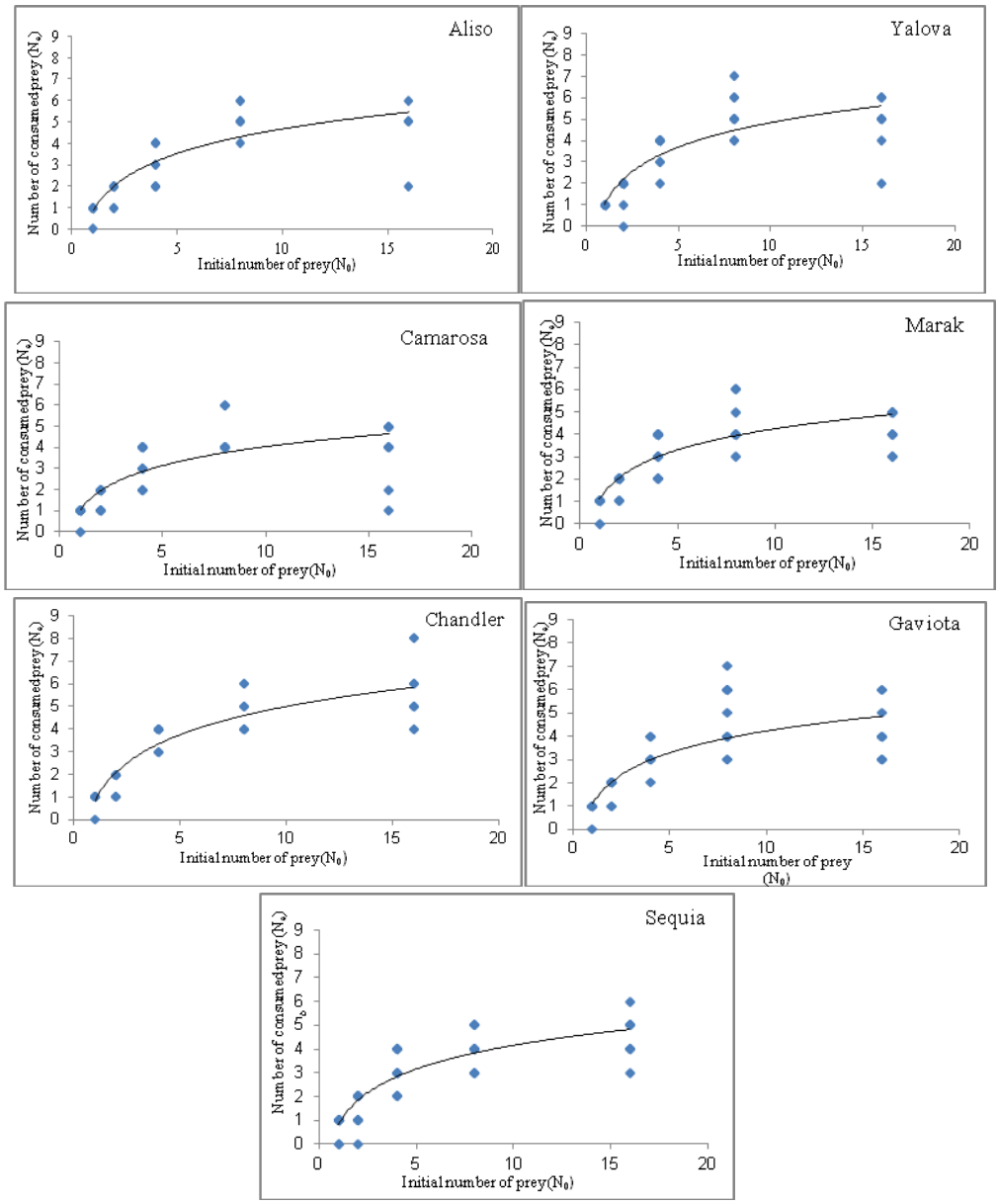
جدول۱- نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون لجستیک نسبت طعمه‌های خورده شده (لارو *Frankliniella occidentalis*) توسط کنه شکارگر *Neoseiulus californicus*(N_e/N_0) برای تعیین نوع واکنش تابعی روی هفت رقم توت‌فرنگی

Table 1. Maximum lilkelihood estimates from logistic regression of the proportion of prey eaten (Larvae for estimate type of functional response (N_e/N_0) of flower western thrips) by *Neoseiulus californicus* on on seven strawberry cultivars

Strawberry cultivar	Cofficient	Estimate	SE	Chi-squared value	P value
Chandler	Constant	3.298	0.671	24.14	<0.0001
	Linear	-0.452	0.156	8.34	0.0004
	Quadratic	0.013	0.0007	3.01	0.083
Sequia	Constant	2.278	0.511	19.91	<0.0001
	Linear	-0.349	0.123	8.09	0.004
	Quadratic	0.009	0.006	2.37	0.124
Gaviota	Constant	3.130	0.700	19.99	<0.0001
	Linear	-0.420	0.151	7.72	0.0005
	Quadratic	0.009	0.007	2.03	0.154
Aliso	Constant	2.380	0.664	12.94	0.0003
	Linear	-0.258	0.145	2.81	0.009
	Quadratic	0.002	0.007	0.11	0.743
Marak	Constant	3.595	0.762	22.26	<0.0001
	Linear	-0.506	0.159	10.05	0.001
	Quadratic	0.010	0.011	0.85	0.357
Yalova	Constant	4.169	0.853	23.90	0.001
	Linear	-0.563	0.189	8.91	0.003
	Quadratic	0.016	0.009	3.21	0.073
Camarosa	Constant	2.775	0.589	22.14	0.0001
	Linear	-0.386	0.142	7.39	0.007
	Quadratic	0.009	0.007	1.65	0.199

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- واکنش تابعی (نوع دوم) کنه شکارگر *Neoseiulus californicus* روی تراکم‌های مختلف لارو *Frankliniella occidentalis* روی هفت رقم توت‌فرنگی

Figure 1. Functional response (type II) of the predatory mite, *Neoseiulus californicus* on different larval densities of *Frankliniella occidentalis* on seven strawberry cultivars

برازش داده‌های واکنش تابعی کنه شکارگر روی لارو تریپس روی هفت رقم توت فرنگی مورد آزمون نشان داد که بخش خطی رابطه منفی بود که نمایانگر وجود واکنش تابعی نوع دوم است (جدول ۱)، در این نوع واکنش تابعی، تعداد طعمه خورده شده به ازای هر شکارگر با افزایش تراکم اولیه افزایش می‌یابد و سپس به تدریج کم شده و منحنی حاصله به موازات خط مجانب افقی امتداد می‌یابد. با استفاده از رابطه راجرز آماره‌های واکنش تابعی به شرح جدول ۲ محاسبه

www.SID.ir

Archive of SID

شدند. برای مقایسه آماره‌های واکنش تابعی، میزان آماره‌های D_a و D_{T_h} برای کنه شکارگر روی رقم‌های مختلف توت‌فرنگی بر اساس داده‌های جدول ۳ برآورد شد. از آن‌جا که میزان آماره‌های D_{T_h} در رقم‌های گاویتا و چاندلر، کامروسا و یالوا، ماراک و چاندلر، چاندلر و سیکوا، چاندلر و کامروسا، چاندلر و گاویتا با عدد صفر اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد، زمان دستیابی کنه شکارگر در شکار لارو تریپس غربی گل روی این رقم‌ها با هم تفاوت معنی‌داری داشت.

جدول ۲– مقادیر برآورد شده قدرت جستجوگری و زمان دستیابی توسط مدل راجرز و حداکثر میزان شکارگری برای کنه شکارگر *Neoseiulus californicus* روی لارو *Frankliniella occidentalis* روی هفت رقم توت‌فرنگی

Table 2.Estimated of attack rate and handling time by the Rogers equation and the expected maximum consumption for *Neoseiulus californicus* on larvae of *Frankliniella occidentalis* on seven strawberry cultivars

Strawberry cultivars	Attack coefficient (a)(h^{-1}) Approximate (lower-upper)	Handling time (T_h)(h) Approximate (lower- upper)	The expected maximum consumption (T/T_h)
Sequia	0.01±0.04 (0.01-0.55)	4.80±0.35 (4.11-5.48)	4.50±0.27
Chandler	0.03±0.02 (0.25-0.47)	4.37±0.17 (4.03-4.70)	3.20±0.26
Camarosa	0.03±0.02 (0.02-0.70)	5.49±0.39 (4.72-6.26)	3.90±0.43
Marak	0.03±0.01 (0.03-0.55)	5.16±0.28 (4.61-5.71)	4.30±2.1
Aliso	0.02±0.03 (0.11-0.21)	4.91±0.42 (4.05-5.77)	4.60±0.68
Yalova	0.05±0.03 (0.02-1.23)	4.54±0.26 (4.02-5.05)	4.90±0.38
Gaviota	0.02±0.03 (0.34-0.46)	4.65±0.32 (4.08-5.28)	4.08±0.29

واکنش تابعی نوع دوم در کنه‌های فیتوزئید به طور معمول دیده می‌شود. واکنش تابعی کنه *N. californicus* با تغذیه از پوره کنه *Panonychus citri* McGregor از نوع دوم گزارش شده است (Xiano and Fadamiro, 2010)، همچنین مارافیل و همکاران (Marafel *et al*., 2011) نیز واکنش تابعی این کنه شکارگر روی پوره‌های کنه *T. urticae* روی رز مورد مطالعه قرار دارند و واکنش تابعی از نوع دوم گزارش شد. پژوهشگران دیگری نیز مانند لایین و اسبورن (Laing and Osborn, 1974) و فریس و گیلستراپ (Friese and Gilstrap, 1982) هم واکنش تابعی کنه *N. californicus* را به‌ترتیب روی افراد نر کنه *T. urticae* و تخم کنه تارتن دو لکه‌ای از نوع دوم گزارش کردند. فرازمند و همکاران (Farazmand *et al*., 2012) واکنش تابعی این کنه شکارگر را روی تخم و پوره کنه تارتن دو لکه‌ای روی دیسک‌های برگی خیار از نوع دوم گزارش کردند. کاستگلونی و سیمونی (Castagnoli and Simoni, 1999) تاثیر طولانی مدت تغذیه با شکارهای مختلف (کنه تارتن دو لکه‌ای، *Dermatophagoides farinae* و گرده کاج) را روی واکنش تابعی کنه شکارگر *N. californicus* مورد بررسی قرار دادند، در نتیجه واکنش تابعی نوع دوم را در شکار این طعمه‌ها گزارش کردند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳-مقادیر آماره‌های محاسبه شده D_a, D_{th} برای مقایسه زمان دستیابی و قدرت جستجوگری کنه شکارگر *Neoseiulus californicus* روی هفت رقم توت فرنگی

Table 3. Parameter estimated D_a and D_{th} to comparing handling time and attack rate of *Neoseiulus califonicus* on seven strawberry cultivars

Strawberry cultivars	Cofficient	Estimate	SE	Approximate (95%) lower	upper
Gaviota -Aliso	D_a	-0.185	0.322	-0.824	0.453
	D_{th}	-0.337	0.490	-1.308	0.634
Gaviota-Chandler	D_a	-0.208	0.274	-0.750	0.334
	D_{th}	-1.17	0.381	-1.927	-0.419
Chandler-Aliso	D_a	-0.022	0.125	-0.270	0.226
	D_{th}	-0.836	0.411	-1.650	-0.022
Seqouia-Marak	D_a	-0.165	0.123	-0.410	0.788
	D_{th}	-0.363	0.404	-1.162	0.435
Seqouia-Yalova	D_a	0.010	0.017	-0.024	0.044
	D_{th}	-0.940	0.237	-1.470	-0.401
Seqouia- Camarosa	D_a	-0.004	0.016	-0.036	0.027
	D_{th}	-0.066	0.343	-0.744	0.612
Marak-Yalova	D_a	0.009	0.170	-0.024	0.043
	D_{th}	-0.722	0.287	-0.289	0.154
Marak-Camarosa	D_a	-0.005	0.016	-0.036	0.026
	D_{th}	0.155	0.359	-0.056	0.865
Camarosa-Yalova	D_a	-0.014	0.018	-0.05	0.021
	D_{th}	0.876	0.320	0.243	0.510
Seqouia-Aliso	D_a	0.095	0.108	-0.118	0.309
	D_{th}	0.033	0.468	-0.894	0.961
Camarosa-Aliso	D_a	-0.096	0.123	-0.519	0.327
	D_{th}	-0.658	0.518	-1.685	0.367
Yalova- Aliso	D_a	-0.284	0.371	-1.019	0.450
	D_{th}	0.292	0.416	-0.533	1.116
Yalova- Gaviota	D_a	-0.099	0.437	-0.965	0.767
	D_{th}	0.629	0.386	-0.136	1.393
Yalova- Chandler	D_a	-0.307	0.315	-0.929	0.316
	D_{th}	-0.544	0.313	-1.164	0.075
Marak- Chandler	D_a	-0.092	0.137	-0.363	0.179
	D_{th}	-1.167	0.359	-1.877	-0.462
Marak- Aliso	D_a	-0.070	0.176	-0.418	0.278
	D_{th}	0.330	0.465	-1.252	0.591
Marak-Gaviota	D_a	0.116	0.297	-0.473	0.704
	D_{th}	0.006	0.436	-0.857	0.871
Gaviota-Camarosa	D_a	-0.90	0.331	-0.745	0.566
	D_{th}	0.322	0.478	-0.642	1.286
Gaviota- Seqouia	D_a	-0.281	0.260	-0.799	0.235
	D_{th}	-0.370	0.442	-1.244	0.504
Chandler- Seqouia	D_a	-0.073	0.069	-0.209	0.063
	D_{th}	0.803	0.367	0.078	1.528
Chandler- Camarosa	D_a	0.118	0.173	-0.225	0.462
	D_{th}	1.495	0.411	0.681	2.308
Chandler- Gaviota	D_a	0.208	0.274	-0.334	0.750
	D_{th}	1.170	0.381	0.419	1.927

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی مقایسه میانگین تعداد و طول تریکوم‌های سطح زیری برگ‌های رقم‌های موردبررسی در جدول ۴ نشان داده شده است. از نظر تراکم تریکوم اختلاف معنی‌داری مشاهده شده است، ولی از نظر طول تریکوم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۴- میانگین تعداد و طول تریکوم‌های سطح زیری برگ‌های هفت رقم توت‌فرنگی

Table 4. Mean (±SE) number and length of trichomes on lower surface of seven strawberry cultivars

Parameters	'Chandler'	'Camarosa'	'Yalova'	'Aliso'	'Gaviota'	'Seqouia'	'Marak'	F	P
Number of trichomes (number in 1 cm^2)	227.1±3[b]	293.7+1.9[a]	292.0±2.4[a]	291.9±8.7[a]	290.6±3[a]	289.3±4[a]	287.4±4.4[a]	57.9	0.001
Length of trichomes (mm)	1.8±0.06 [a]	1.6±0.05 [a]	1.5±0.06 [a]	1.6±0.04 [a]	1.6±0.05 [a]	1.7±0.05 [a]	1.5+0.06 [a]	8.9	0.179

*Means within a row followed by the same letter(s) were not significantly different based on Duncan test (α=5%). Degrees of freedom for ANOVA=114

نتایج نشان داد که زمان دستیابی کنه شکارگر *N. californicus* به لارو تریپس غربی گل روی رقم‌های مختلف توت‌فرنگی اختلاف دارد. چنین استنباط می‌شود که میزبان گیاهی در ایجاد نوع واکنش تابعی تاثیر بسزایی دارد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی گیاه میزبان بر دشمنان طبیعی اثرات متفاوتی را می‌گذارند (Bottrel *et al.*, 1998; Messina and Hanks, 1998). میزبان گیاهی از عوامل موثر بر واکنش تابعی کنه‌های شکارگر است. ویژگی‌های ساختاری برگ رقم‌های مختلف توت‌فرنگی، کرک، تریکوم و بلندی این تریکوم‌ها و همچنین ترکیبات شیمیایی برگ این رقم‌ها از عوامل موثر بر نوع واکنش تابعی و آماره‌های آن است. شیب و وایت‌فیلد (Shipp and Whitfield, 1991) نشان دادند که میزان شکارگری *N. cucumeris* (Oudemans) به دلیل تراکم تریکوم بیشتر برگ‌های خیار، روی برگ‌های سورگوم بیشتر از برگ‌های خیار است. تریکوم برگ تعدادی از رقم‌های توت‌فرنگی (رقم ماچیانگ و سولیانگ[1]) روی واکنش تابعی کنه *N. californicus* نسبت به مراحل نابالغ کنه تارتن دو لکه‌ای تاثیر دارد (Ahn *et al.*, 2009). مددی و همکاران (Madadi *et al.*, 2007) بیان کردند که تفاوت تراکم تریکوم در میزبان‌های گیاهی باعث اختلاف در آماره‌های واکنش تابعی کنه شکارگر *N. cucumeris* می‌شود. کنه شکارگر *N. cucumeris* روی برگ‌های گیاه *Dombeya acutangula* Cav. از خانواده استرکلاسه[2] به علت وجود تریکوم در هر دو سطح برگ تریپس *F. occidentalis* کمتری را شکار می‌کند (Scott *et al.*, 1999).

مقادیر قدرت جستجوگری کنه شکارگر روی رقم‌های مختلف توت‌فرنگی از ۰/۰۱ تا ۰/۰۵ بر ساعت متغیر است که استفاده از رابطه ترکیبی در تجزیه داده‌ها نشان داده است که بین رقم‌ها از نظر قدرت جستجوگری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است. میزان جستجوگری کنه *P. persimilis* روی رقم‌هایی از ژربرا با تراکم بیشتر تریکوم، کم است (Krips *et al.*, 1999). میزان جستجوگری *E. finlandicus* روی برگ سیب ۰/۰۲ و روی برگ‌های هلو ۰/۰۷ است وجود کرک‌های هر دو سطح برگ سیب، تحرک کنه‌های شکارگر را کاهش می‌دهد (Koveos and Broufas, 2000).

زمان دستیابی کنه شکارگر روی رقم‌های مورد بررسی بین ۵/۴-۴۹/۳۷ ساعت است. زمان دستیابی روی رقم‌های چاندلر و یالوا به طور معنی‌داری با سایر رقم‌های مورد آزمون اختلاف

[1] Machyang and Sulhyang

[2] Stercullaceae

www.SID.ir

Archive of SID

دارند و زمان دستیابی روی این رقم‌ها کمتر از زمان دستیابی روی سایر رقم‌ها است. تراکم کمتر تریکوم و کرک روی برگ این رقم‌ها از عوامل موثر بر کاهش زمان دستیابی کنه شکارگر باشد. بسیاری از پژوهشگران معتقدند که زمان دستیابی کنه‌های فیتوزئید با افزایش تراکم تریکوم میزبان‌های گیاهی کاهش می‌یابد (Shipp and Whitfield, 1991; Koveos and Broufas, 2000; Skirvin and Fentons, 2001). کنه شکارگر *N. cucumeris* روی فلفل نسبت به خیار و بادنجان در شکارگری از لارو سن یک *T. tabaci* کارایی بیشتری دارد. مدت زمان دستیابی کنه شکارگر *N. cucumeris* روی فلفل نسبت به دو میزبان دیگر ۵۵-۴۳ درصد کمتر است (Madadi *et al*., 2007). زمان دستیابی کنه شکارگر *E. finlandicus* نسبت لارو کنه قرمز اروپایی روی برگ سیب ۱۴/۸ ساعت و روی برگ هلو ۷/۸ ساعت است. وجود کرک‌های هر دو سطح برگ سیب تحرک کنه-های شکارگر و زمان دستیابی را کاهش می‌دهد (Koveos and Broufas, 2000). شیپ و ویت‌فیلد نشان دادند که کارایی شکارگری *N. cucumeris* با تغذیه از تریپس غربی گل روی برگ‌های سورگوم بیشتر از برگ‌های خیار است. تراکم زیاد تریکوم در سطح برگ سورگوم از دلایل آن است. کاهش کارایی کنه شکارگر *A. andersoni* به دلیل تحرک بیشتر لارو کنه قرمز اروپایی (شکار) روی برگ هلو نسبت به برگ سیب است (Shipp and Whitfield, 1991). میزان دستیابی شکارگر با شکار می‌تواند متاثر از ویژگی‌های فیزیکی مکانی باشد که شکار در آن قرار دارد. شکارگر روی برگ‌های با کرک کمتر فعال‌تر است. زیرا کرک‌های متراکم باعث ایجاد وقفه در جستجوگری شکار شده و زمان دستیابی را افزایش می‌دهد و این امر سبب کاهش میزان شکار خورده-شده توسط شکارگر می‌شود.

نتایج نشان می‌دهد که ارتباط میان لگاریتم تراکم افراد ماده کنه شکارگر و لگاریتم قدرت جستجوگری سرانه آن در تراکم ۴۰ عددی لارو تریپس معنی‌دار است و رابطه خط رگرسیون به صورت $\log a = -0.45 \log P - 0.99$ است و میزان ضریب همبستگی (r^2) نیز ۰/۷۳ است. با توجه به منفی بودن شیب خط رگرسیون می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش تراکم کنه‌های شکارگر، میانگین قدرت جستجوگری سرانه به ازای هر کنه شکارگر کاهش می‌یابد و این امر نشانگر وجود تداخل به عنوان یک عامل وابسته به تراکم است (شکل ۲). افزایش تراکم کنه‌های شکارگر سبب کاهش میزان شکارگری کل و شکارگری هر فرد می‌شود. بیشترین میزان شکارگری (۳/۰±۶۵/۱۵) به ازای هر فرد در تراکم یک و کمترین میزان شکارگری (۰/۰±۹۰/۰۴) در تراکم ۱۶ تایی کنه شکارگر به دست آمد. میانگین کل شکارگری کنه *N. californicus*، شکارگری هر فرد و قدرت جستجوگری سرانه در تراکم ۴۰ عددی تخم لارو تریپس غربی گل در جدول ۵ قابل مشاهده است. با افزایش تعداد شکارگرها، شکارگری کل افزایش یافت اما تعداد شکار به ازای هر شکارگر و کارایی جستجوگری کاهش یافت. نتایج به‌دست آمده با نتایج فرهادی و همکاران (۱۳۹۴)، فرازمند و همکاران (۲۰۱۲) و ناچمن (Nachman, 2006) همسو است که با افزایش تراکم شکارگر، سرانه شکارگری کاهش می‌یابد.

تفاوت در تراکم شکار- شکارگر بر کارایی کنه شکارگر موثر است. اختلاف در واکنش تابعی کنه شکارگر روی تریپس ممکن است به دلیل اختلافات مرفولوژیکی ساختار برگ رقم‌های مختلف توت‌فرنگی است و یا تاثیر در تفاوت اثرات ساختارهای برگ روی تریپس (شکار) است. تعداد افراد تریپس شکار شده توسط کنه شکارگر روی برگ‌های با تریکوم و کرک کمتر، بیشتر است. توانایی *N. californicus* در شکار لارو تریپس غربی گل روی رقم‌های چاندلر و یالوا بیشتر از سایر رقم‌ها بود. تراکم کمتر تریکوم روی این رقم‌ها نسبت به سایر رقم‌های مورد آزمون و ترکیبات شیمیایی ثانویه می‌تواند از دلایل این اختلاف باشد. میزان شکارگری کنه شکارگر با افزایش تراکم تریپس و کاهش تراکم شکارگر افزایش می‌یابد. نتایج، اهمیت بررسی ویژگی‌های گیاهان

www.SID.ir

Archive of SID

میزبان در استفاده بهینه از کنه شکارگر را در کنترل آفات نشان می‌دهد و در نهایت کاشت گیاهان میزبانی با تراکم تریکوم و کرک کمتر به کنترل موثرتر آفات گیاهی توسط این کنه شکارگر کمک موثری خواهد داشت.

سپاس‌گزاری

نویسندگان مقاله از موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور و دانشگاه تهران به واسطه حمایت از این کار تحقیقاتی تشکر می‌کنند.

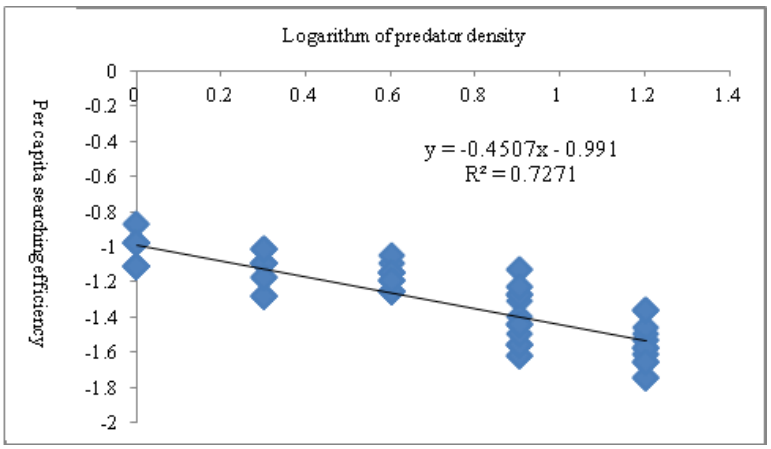
جدول ۵-میانگین (±خطای معیار) کل شکارگری، شکارگری هر فرد و قدرت جستجوگری سرانه کنه *Neoseiulus californicus* در تراکم ۴۰ عددی لارو *Frankliniella occidentalis*

Table 5. Mean (±*SE*) of total predation rate, predation rate per individual and per capita searching efficiency of *Neoseiulus californicus* on larvae of *Frankliniella occidentalis*

Density of predator	Total predation rate	Predation rate per individual	Per capita searching efficiency
1	3.65±0.15 [e]	3.65±0.15 [a]	0.96±0.004 [a]
2	5.62±0.24 [d]	2.81±0.045 [b]	0.076±0.003 [b]
4	9.24±0.25[c]	2.31±0.12 [b]	0.066±0.002 [b]
8	11.13±0.73 [b]	1.39±0.09 [c]	0.042±0.003 [c]
16	14.42±0.72 [a]	0.90±0.04 [c]	0.028±0.002 [d]

*Means within a row followed by same letter were not significantly different based on Tukey test (α=5%).

† Degrees of freedom for ANOVA=42



شکل ۲- خط رگرسیون بین لگاریتم قدرت جستجوگری و لگاریتم تراکم کنه شکارگر *Neoseiulus californicus*

Figuer 2. The regression line between logarithm of per capita searching efficiency and logarithm of predatory mite, *Neoseiulus californicus* density

References

Ahn, J. J., Kim, K. W. and Lee, J. H. 2009. Functional response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry leaves. **Journal of Applied Entomology** 134: 98–104.

Agrawal, A. A. 2000. Mechanisms, ecological consequence and agricultural implication of tri- trophic interactions. **Current Opinion in Plant Biology** 3: 329- 335.

Badii, M. H., Ortiz, E. H., Flores, A. E. and Landeros, J. 2004. Prey stage preference and functional response of *Euseius hibisci* to *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology** 34: 263– 273.

www.SID.ir

Archive of SID

Bottrell, D., Barbosa, P. and Gould, F. 1998. Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy. **Annual Review of Entomology** 43: 347–367.

Castagnoli, M. and Simoni, S. 1991. Influence of temperature on population increase of *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acarina: Phytoseiidae). **Redia** 74: 621–640.

Castagnoli, M. and Simoni, S. 1999. Effect of long- term feeding history on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology** 23: 217- 234.

Cedola, C. V., Sanchez, N. E. and Lijesthrom, G. 2001. Effect of tomato hairiness on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Experimental Applied Acarology** 25: 819-831.

Cho, J. J., Mau, R. F. L., Hamasaki, R. T. and Gonsalves, D., 1988. Detection of tomato spotted wilt virus in individual thrips by enzyme- linked immunosorbent assay. **Phytopathology** 78: 1348–1352.

Croft, B. A., Monetti, L. N. and Pratt, P. D. 1998. Comparative life histories and predation types: are *Neoseiulus californicus* and *N. fallacies* (Acari: Phytoseiidae) similar type II selective ality control of mass–reared arthropods: nutritional effects on performanance of predatory mites. **Journal of Applied Entomology** 108: 462-475.

Dalin, P., Agren, J., Bjorkman, C., Huttunen, P. and Karkkainen, K. 2008. Leaf trichome formation and plant resistance to herbivory. **Heidelberg** 89– 105.

Daughtrey, M. L., Jones, R. K., Moyer, J. W., Daub, M. E. and Baker, J. R. 1997. Tospoviruses strike the greenhouse industry. **Plant Disease** 81: 1220–1230.

de Clercq, P., Mohaghegh, J. and Tirry, L. 2000. Effect of host plant on the functional response of the predator *Podisus nigrispinus* (Hoteroptera: Pentatomidae). **Biological Control** 18: 460–470.

de Moraes, G. J., McMurtry, J. A., Denmark, H. A. and Campos, C. B. 2004. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae.Magnolia Press. Auckland. 494 pp.

Farazmand, A., Fathipour, Y. and Kamali, K. 2012. Functional response and mutual interference of*Neoseiulus californicus* and *Typhlodromus bagdasarjani* (Acari: Phytoseiidae) in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **International Journal of Acarology** 38(5): 369–376.

Farhadi, R., Allahyari, H. and Chi, C. 2015. Functional response and predation interference of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) feeding on *Trialeurodes vapovariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) on cucumber. **Plant protection** 38(2): 37–48.

Fathipour, Y., Dadpour Moghanloo, H. and Attaran, M. 2002. The effect of the type of laboratory host on functional response of *Trichogramma pintoi* Voegele (Hym: Trichogrammatidae). **Journal of Agricultural Science and Natural Resources** 9: 102–118.

Friese D. D. and Gilstrap F. E. 1982. Influence of prey availability on reproduction and prey consumption of *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus*, and *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology** 8: 85–89.

Hatherly, L. S., Bale, J. S. and Walters, K. F. A. 2005. Intraguild predation and feeding preferences in three species of phytoseiid mite used for biological control. **Experimental and Applied Acarology** 37: 43–55.

Hassell, M. P. and Varley, G. C. 1969. New inductive population model for insect parasites and its bearing on biological control. **Nature** 223: 1113-1137.

Laing J. E. and Osborn J. A. L. 1974. The effect of prey density on functional and numerical response of three species of predatory mites**. Entomophaga** 19: 267–277.

Lewis, T. 1997. Thrips as crop pests. CAB International. Wallingford. 740 pp.

Loughner, R., Goldman, K., Loeb, G. and Nyrop, J. 2008. Influence of leaf trichomes on predatory mitxp. (*Typhlodromus pyri*) abundance in grape varieties. **Experimental and Applied Acarology** 45: 111–122.

Jensen, S. E. 2000. Insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. **Journal of Insect Science** 5: 131–146.

www.SID.ir

Archive of SID

Juliano, S. A. 2001. Nonlinear curve–fitting, predation and functional response curves. In: Scheiner, S. M., Gurevitch, J. (Eds.). Design and analysis of ecological experiment. Oxford University Press. New York. Pp178– 196.

Kostiainen, T. and Hoy, M. A. 1994. Egg-harvesting allows large scale rearing of *Amblyseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) in the laboratory. **Experimental and Applied Acarology** 18: 155–165.

Koveos, D. S. and Broufas, G. D. 2000. Functional response of *Euseius finlandicus* and *Amblyseius undersoni* to *Panonychus ulmi* on apple and peach leaves in the laboratory. **Experimental and Applied Acarology** 24: 247–256.

Krips, O. E., Kleijn, P. W., Willems, P. E. L., Gols, G. I. Z. and Dicke, M. 1999. Leaf hairs influence searching efficiency and predation rate of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology** 23: 119–131.

Madadi, H., Enkegaard, A., Brodsgaard, H. F., Kharrazi -Pakdel, A., Mohaghegh, J. and Ashouri, A. 2007.Host plant effects on the functional response of *Neoseiulus cucumeris* to onion thrips larvae. **Journal of Applied Entomology** 131: 728–733.

Marafel, P. P., Reis, P. R., Silveira, E. C., Toledo, M. A. and Souza- Pimentel, G. C. 2011. *Neoseiulus californicus* preying in different life stages *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Acarologia** 51: 499– 506.

Messelink, G. J., van Steenpaal, S. E. F. and Ramakers, P. M. J. 2006. Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. **BioControl** 51: 753–768.

Messina, F. J. and Hanks, J. B. 1998. Host plant alters the shape of functional response of an aphid predator (Coloptera: Coccinellidae). **Environmental Entomology** 27: 1196– 1202.

Nachman, G. 2006. The effects of prey patchiness, predator aggregation, and mutualinterference on the functional response of *Phytoseiulus persimilis* feeding on *Tetranychusurticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology** 38: 87–111.

Nicholson, A. J. 1933. The balance of animal population. **Journal of Animal Ecology** 2: 131– 178.

Reis, P. R., Teodoro, A. V., Eto, M. V. and Silva, E. V. 2007. Life history of *Amblyseius herbicolus* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) on coffee plants. **Neotropical Entomology** 36: 282-287.

Rezaie, M. 2014. Interaction between the predatory mite, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae* in presence of western flowerthrips on different commercial varieties of strawberry. Phd Thesis.University of Tehran. 275pp.

Rogers, D. J. 1972. Random search and insect population models. **Journal of Animal Ecology** 41: 369-383

SAS Inc. 2003. Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary. Nc. USA.

Sabelis, M. W. and van de Baan, H. E. 1983. Location of distant spider mite colonies by phytoseiid predatores: demonstration of specific kairomones emitted by *Teranychus urticae* and *Panonychus ulmi*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 33: 303 –314.

Scott, A. S., Simmonds, M. S. J. and Blaney, W. M. 1999. Influence of species of host plants on the predation of thrips by *Neoseiulus cucumeris*, *Iphiseius degenerans* and *Orius laevigatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 92: 283–288.

Shipp, J. L. and Whitfield, G. H. 1991. Functional response of the predatory mite. *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae), on western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). **Environmental Entomology** 20: 694– 699.

Skirvin, D. J. and Fenlon, J. S. 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.

Stobbs, L. W., Broadbent, A. B., Allen, W. R. and Stirling, A. L. 1992. Transmission of tomato spotted wilt by western flower thrips to weeds and native plants found in southern Ontario. **Plant Disease** 76: 13–29.

SPSS Inc. 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, version 21.0. Armonk, NY, IBM Crop.

www.SID.ir

Archive of SID

Timms, J. E., Oliver, T. H., Straw, N. A. and Leather, S. R. 2008. The effects of host plant on three coccinellid functional response. Is the conifer specialist *Aphidecta obliterate* (L.) (Coleoptera: coccinelidae) better adapted to spruce than the generalist *Adatia bipunctat* (L.) (Coloptera: Coccinelidae)? **Biological Control** 47: 273– 281.

Trexler, J. C., McCulloch, C. E. and Travis, J. 1988. How can the functional response best be determined? **Oecologia** 76: 206– 214.

Parrella, M. P. and Murphy, B. 1996. Western flower thrips: Identification, biology and research on the development of control strategies**. Bulletin of the IOBC/WPRS** 19: 115-118.

Pratt, P. D., Schausberger, P. and Croft, B. A. 1999. Prey-food types of *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae) and literature versus experimentally derived prey-food estimates for five phytoseiid species. **Experimental and Applied Acarology** 23: 551–565.

Xiao, Y. and 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.

Walde, S. 1995. How quality of host plant affects a predators-prey interaction in biological control. **Ecology** 76: 1206–1219.

Walter, D. E. 1996. Living on leaves: mites, tomato, leaf domatia. **Annual Review of Entomology** 41: 101–114.

Woets, J. 1973. Integrated control in vegetables under glass in the Netherlands. **IOBC/WPRS Bulletin** 4: 26–31.

www.SID.ir

Archive of SID

Plant Pest Research
2017- 6(4): 1-15

Functional response and predation interference of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) feeding on the western flower thrips larvae on several commercial strawberry cultivars

M. Rezaie[1, 2*], V. Baniamerie[3] and A. Saboori[2]

1. Zoology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Tehran, Iran, 2. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran, 3. Agricultural Entomology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Organization (AREEO), Tehran, Iran.

(Received: June 30, 2016- Accepted: January 2, 2017)

Abstract

Neoseiulus californicus is an effective predatory mite to control of the spider mites. The functional response of three-day old mated female feeding on densities of *Frankliniella occidentalis* larvae (1,2,4,8 and 16) was studied on seven commercial strawberry cultivars ('Sequoia', 'Chandler', 'Camarosa', 'Marak', 'Aliso', 'Yalova' and 'Gaviota') and predation interference of this predator in (1,2,4,8 and 16) densities of the predatory mites on constant density of prey (40 larvae of thrips) were studied. These tests were conducted under laboratory condition (27±1˚C, 16L: 8D photoperiod and 70-80% RH). The predatory mite exhibited type Π on seven strawberry cultivars tested with Rogers equation. The attack coefficient and handling time were estimated on different strawberry cultivars (on 'Sequioa (0.01, 4.77 hours), on 'Chandler (0.03, 4.37 hours), 'Camarosa' (0.03, 5.49 hours), 'Marak' (0.03, 5.16 hours), 'Aliso' (0.02, 4.91 hours), 'Yalova' (0.05, 4.54 hours) and 'Gaviota' (0.02, 4.65 hours). The predatory mite ability in predation on *F. occidentalis* larvae on 'Chandler' and 'Yalova' were more than the other tested cultivars. It may be due to less trichome density on these cultivars or secondary chemical compounds. The relationship of logarithm of predator density and the logarithm of per capita searching efficiency was significant. The rate of predation increased as the host density increased and the predator decreased. These results emphasize the importance of the host plant characteristic for optimizing the predatory mite use in biological control of pests.

Key words: Predatory mite, Biological control, Phytoseiid mites, Western flower thrips, Strawberry

*Corresponding author: marezaie@ut.ac.ir

www.SID.ir