Archive of SID

تحقیقات آفات گیاهی
۶-۵۱ :(۳) ۶-۱۳۹۵

# واکنش تابعی سن شکارگر *Orius niger* در تغذیه از کنه تارتن دولکه‌ای سالم و تیمار شده با قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana* روی گیاه خیار

**علی اصغر کوثری[۱]، احد صحراگرد*[۱] و رضا طلایی حسنلویی[۲]**

۱ - گروه گیاه پزشکی دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، ۲- گروه گیاه پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۲۶)

## چکیده

بررسی و تعیین پارامترهای رفتاری و نوع واکنش تابعی یک شکارگر در انتخاب آن برای برنامه‌های کنترل بیولوژیک آفات دارای اهمیت است. در صورت کاربرد هم‌زمان شکارگر با یک بیمارگر حشرات، ممکن است واکنش‌های رفتاری آن دستخوش تغییرات شود. در این پژوهش، واکنش تابعی سن شکارگر *Orius niger* (Hem.: Anthocoridae) روی افراد ماده بالغ کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) سالم (بدون پاشش قارچ) و تیمار شده با قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana* در چهار بازه زمانی صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت و شاهد (تیمار با Tween80) در تراکم‌های مختلف ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ در شرایط دمایی ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مورد بررسی قرارگرفت. واکنش تابعی سن شکارگر روی کنه‌های سالم از نوع سوم (III) و در سایر تیمارها واکنش تابعی نوع دوم (II) تعیین شد.در مقایسه پارامترهای قدرت جستجوگری و زمان دستیابی شاهد با تیمارهای آلوده به قارچ بیمارگر در بازه‌های زمانی مختلف، فقط در پارامتر قدرت جستجوی شاهد با تیمار آلوده به قارچ در بازه زمانی صفر و زمان دستیابی در بازه زمانی ۲۴ ساعت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مقایسه پارامترهای سایر تیمارها با شاهد و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بیشینه نرخ حمله ($T/T_h$) در دو تیمار آلوده به قارچ بیمارگر در بازه‌های زمانی ۴۸ و ۷۲ ساعت کاهش یافت و به همان نسبت زمان دستیابی افزایش پیدا کرد. این نتایج بیانگر تاثیر قارچ بیمارگر حشرات بر واکنش‌های رفتاری سن شکارگر *O. niger* می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** کنترل بیولوژیک، جستجوگری، زمان دستیابی، تراکم، نرخ حمله

* نویسنده مسئول: sahragard@guilan.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID



**مقدمه**

به دلیل زنده بودن عوامل کنترل بیولوژیک، وجود برهمکنش‌های مثبت و منفی در بین آن‌ها به طورکامل طبیعی است که با بررسی و شناسایی این برهمکنش‌های مثبت و منفی بین عوامل کنترل بیولوژیک می‌توان به کنترل مطلوب برای هرآفت دست یافت (Roy and Pell, 2000). عنصر اصلی این روابط، واکنش تابعی[1] است که اولین بار توسط سولومون (Solomon, 1949) مطرح و به صورت رابطه بین طعمه مورد حمله قرارگرفته توسط یک شکارگر و تراکم طعمه تعریف شد و بعدها توسط هولینگ (Holling, 1966) توسعه داده شد. علت به‌کارگیری عنوان واکنش تابعی به این دلیل است که تعداد میزبان مورد حمله قرارگرفته توسط یک شکارگر تابعی از تراکم میزبان می‌باشد (Solomon, 1949). دو پارامتر مهم در واکنش تابعی عبارتند از: قدرت جستجو[2] و زمان دستیابی[3] که از آن‌ها برای ارزیابی کارآیی شکارگر یا پارازیتوئید استفاده می‌شود. قدرت جستجو، نرخ افزایش واکنش شکارگر را با تراکم طعمه تعیین می‌کند، در صورتی که زمان دستیابی، تعیین‌کننده حداکثر نرخ حمله می‌باشد (O'Neil, 1990). در ارزیابی میزان کارآیی یک شکارگر و یا پارازیتوئید با استفاده از واکنش تابعی، نوع واکنش تابعی و پارامترهای آن یعنی قدرت جستجو و زمان دستیابی محاسبه می‌شود. بدین‌ترتیب که هرچه قدرت جستجو بیشتر و زمان دستیابی کوتاه‌تر باشد، کارآیی شکارگر و یا پارازیتوئید بالاتر خواهد بود (Montoya *et al*., 2000). در واکنش تابعی نوع دوم نرخ حمله شکارگر متناسب با تراکم شکار تا جایی که از نقطه سیری به ثبات برسد، یا روندی رو به کاهش، افزایش می‌یابد، این نوع واکنش رفتاری ویژه شکارگرانی است که نسبت به یک یا چندگونه خاصی از شکار، اختصاصی عمل می‌کنند. ولی واکنش تابعی نوع سوم، در ابتدا نرخ حمله شتاب گرفته و سپس هم‌زمان با سیری از سرعت آن کاسته می‌شود و این نوع واکنش رفتاری ویژه دشمنان طبیعی غیر اختصاصی است که به آسانی از یک گونه غذایی به گونه دیگر تغییر میزبان می‌دهند و یا تغذیه خود را در مناطقی که منابع غذایی خاصی بیش‌ترین فراوانی را دارند متمرکز می‌کنند (Berryman, 1999). در واکنش تابعی هرگاه رفتار شکارگر به صورت وابسته به تراکم میزبان تغییرکند شکارگر بهتر می‌تواند جمعیت میزبان را تنظیم نماید و از آن‌جا که فقط در واکنش تابعی نوع سوم حداقل در محدوده معینی از تراکم میزبان چنین اتفاقی می‌افتد، لذا می‌توان داشتن واکنش تابعی نوع سوم را ویژگی مطلوبی برای یک شکارگر در نظر گرفت (O'Neil, 1990). عوامل متعددی می‌توانند در ایجاد نوع واکنش تابعی و مقدار قدرت جستجو و زمان دستیابی یک شکارگر نقش داشته باشند که از آن جمله می‌توان به اندازه و کیفیت میزبان، نوع گیاه میزبان آفت، سن شکارگر و دما اشاره کرد (Coll and Ridgway,1995; Bazzocchi and Burgio, 2000; Sagarra *et al*., 2000; Skirvin and Fenlon, 2003). محققین با پژوهش‌های خود به این نتیجه رسیدند که قارچ‌های بیمارگر حشرات، کارآیی جستجو و میزان تغذیه شکارگرهای مختلف از میزبان‌های آلوده را کاهش می‌دهند (Wang *et al*., 2004). وقتی شکارگر *Orius albidipennis* (Reuter) روی برگ آلوده به کنیدی‌های قارچ *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) رهاسازی شد، شکارگر با حرکت‌های تند و سریع خود به منظور فرار از این محیط، بیش‌تر قسمت‌های ظرف آلوده را به صورت تماسی طی کرد، این حالت منجر به چسبیدن احتمالی کنیدی به بدن شکارگر شده و به این دلیل شکارگر مدتی را به تمیز کردن خود پرداخت. بدین‌ترتیب این صرف انرژی برای پاک کردن کنیدی‌ها از سطح بدن، به نوبه خود باعث افزایش زمان جستجوگری شد (Pourian *et al*., 2011). برخی از محققین وجود علائم شیمیایی مربوط به برخی قارچ‌ها را که به عنوان دور کننده و یا جلب کننده گونه‌های قارچ‌خوار و دشمنان طبیعی آن‌ها عمل می‌کنند، در این امر دخیل می‌دانند (Sullivan *et al*., 2004; Guevara *et al*., 2011). سن شکارگر *O. albidipennis* وجود ترکیبات شیمیایی مربوط به قارچ را

[1] .Functional Response
[2] .searching efficiency
[3] .Handling time

www.SID.ir

Archive of SID



درک کرده و زمان زیادی را برای جستجوی میزبان مطلوب یا سالم در محیط آلوده صرف کرد. بر اساس بررسی‌های انجام شده اثرات بازدارنده قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill، روی شکارگر *Anthocoris nemorum* (Linnaeus) در تغذیه از میزبان و انتخاب محل تخمریزی گزارش شده است (Meyling and Pell, 2006). همچنین به کاهش شدید تغذیه شکارگر *A. nemorum* از شته‌های آلوده به قارچ *B. bassiana* اشاره شده است (Meyling and Pell, 2006). در تغذیه کنه شکارگر *Phytoseiulus longipes* (Evans) از تخم‌های کنه *Tetranychus evansi* (Baker & Pritchard) سالم و آلوده به قارچ *Neozygites floridana* (Weiser & Muma)، مدت زمان تغذیه شکارگر با افزایش مدت زمان نظافت کنه شکارگر، کارآیی و جستجوی شکارگر کاهش یافت و در نهایت از میزان شکارگری نیز کاسته شد (Wekesa *et al*., 2007). به طور کلی سازگاری‌های خاص برای توانایی تشخیص قارچ‌های بیمارگر در حشرات شکارگر وجود دارد و این مساله در مورد سن‌های خانواده Anthocoridae اثبات شده است (Meyling and Pell, 2006). در بررسی واکنش تابعی کنه شکارگر *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) در تغذیه از کنه تارتن دولکه‌ای ماده بالغ *T. urticae* سالم و آلوده به قارچ *B. bassiana* زمان دستیابی کنه شکارگر تحت تاثیر قارچ قرارگرفت و نتایج زمان دستیابی کنه شکارگر روی تیمار شاهد و آلوده به قارچ بیمارگر *B. bassiana* در بازه‌های زمانی صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. تفاوت معنی‌داری در زمان جستجوگری شکارگر در دو تیمار سالم و آلوده وجود داشت. زمان جستجوگری کنه شکارگر با گذشت از زمان آلودگی کنه های تارتن دو لکه‌ای آلوده به قارچ بیمارگر در بازه‌های زمانی مختلف در مقایسه با تیمار سالم افزایش یافت (Seiedy *et al*., 2012). ایجاد حساسیت در حشرات به وسیله قارچ‌های بیمارگر به میزان کنیدی‌های دریافت شده برمی‌گردد و تا زمانی که تراکم کنیدی در زیرآستانه آلودگی میزبان باشد به دلیل سازوکارهای مقاومتی حشره، حساسیت و آلوده‌سازی میزبان حشره‌ای صورت نمی‌گیرد (Hughes *et al*., 2004). بررسی‌های آزمایشگاهی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی برای برنامه‌های تولید انبوه دشمنان طبیعی و پروژه‌های کنترل بیولوژیک فراهم کند (Montoya *et al*., 2000). این پژوهش با هدف شناخت برهمکنش‌های مثبت و منفی سن شکارگر *O. niger* و قارچ بیمارگر *B. bassiana* در استفاده توام از آن‌ها برای کنترل کنه‌ی تارتن دولکه‌ای *T. urticae* صورت گرفت. برای استفاده همزمان از چند عامل در برنامه‌های کنترل بیولوژیک، در صورتی که اطلاعات کامل در خصوص برهمکنش آن‌ها روی یکدیگر در اختیار نباشد، امکان موفقیت پروژه کاهش می‌یابد، به دلیل ضرورت این اطلاعات، پژوهش حاضرانجام شد.

## مواد و روش‌ها

### پرورش عوامل زنده مورد مطالعه

برای انجام آزمایش‌های لازم، ابتدا گیاه خیار رقم سوپر N3 (تولید شرکت HED آمریکا)، در گلخانه بخش حشره‌شناسی کشاورزی گروه گیاه‌پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی(کرج) داخل گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۷ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۶ سانتی‌متر کاشته شد. همه مراقبت‌های لازم برای جلوگیری از آلوده شدن گیاه به آفات با استفاده از قفس محصور با توری صورت گرفت.کنه‌ی تارتن دولکه‌ای پس از جمع‌آوری ازگیاهان جالیز مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی (کرج) مورد شناسایی قرار گرفت. سپس تشکیل کلنی در اتاقک‌های رشد بخش حشره‌شناسی کشاورزی گروه گیاه‌پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی(کرج) با استفاده از گیاه خیار پرورش یافته در گلخانه صورت گرفت. در زمان انجام آزمایش‌ها، هم‌سن‌سازی با استفاده از گیاه تازه و ایجاد آلودگی کنترل شده روی آن‌ها انجام شد. سن شکارگر *O. niger* در مزارع ذرت، با تکان دادن گل-آذین گل نر در ظروف استوانه‌ای از جنس پلکسی گلاس (ارتفاع ۱۸ × قطر ۸/۷ سانتی‌متر) جمع‌آوری شد. قبل از

www.SID.ir

Archive of SID



انتقال به آزمایشگاه، سن‌های *Orius* به وسیله لوله مکنده از سایر حشرات جدا و پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از ویژگی‌های ریخت‌شناسی گونه *O. niger* جداسازی شد و کلنی انفرادی با استفاده از حشرات ماده جفت‌گیری کرده ایجاد شد. در نهایت با تشریح پارامر حشرات نر تشخیص نهایی صورت گرفت. مشابه روش ون دن میراکر (Van den Meiracker, 1999) پرورش اولیه شکارگر داخل انکوباتور و در دمای ۱± ۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵± ۶۵ درصد ودوره نوری به نسبت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. از تخم *Ephestia kuheniella* Zeller و گرده گیاه ذرت به عنوان تیمار غذایی برای تشکیل کلنی استفاده شد. جدایه TV از قارچ *B. bassiana* از کلکسیون قارچ‌های بیمارگر حشرات در گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران انتخاب و روی محیط کشت Sabouraud Dextrose Agar (SDA) درون تشتک‌های پتری پلاستیکی (با قطر ۹۰ میلی‌متر) کشت شد و اطراف آن‌ها با پارافیلم بسته شد. سپس ظروف پتری به اتاقک رشد در دمای ۱± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد منتقل شدند. بعد از گذشت ۱۵ تا ۲۰ روز که اسپورزایی قارچ به طور کامل انجام شد، در شرایط استریل زیر هود، قارچ از سطح کشت با اسکالپل جمع‌آوری و درون لوله فالکون۵۰ میلی‌لیتری محتوی ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل ریخته شد. مقدار دو تا سه گرم مهره شیشه‌ای و یک میلی‌لیتر Tween 80 دو صدم درصد داخل لوله اضافه شد و به مدت پنج دقیقه روی ورتکس قرار داده شد. سپس حجم سوسپانسیون فوق را به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و دوباره دو دقیقه ورتکس شد. سوسپانسیون حاصل از کاغذ صافی (واتمن شماره یک) عبور داده شد. برای تعیین غلظت کنیدی‌های درون سوسپانسیون از لام گلبول‌شمار زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی ۲۰X استفاده شد. بعد از تعیین غلظت سوسپانسیون حاصله با رقیق کردن، سایر غلظت‌های مورد نیاز تهیه شد.

## روش انجام آزمایش‌ها

ابتداء سوسپانسیونی از قارچ *B. bassiana* با غلظت $10^7$ کنیدی در میلی‌لیتر تهیه و با استفاده از برج پاشش در فشار ۵ پوند بر اینچ مربع ($lb/in^2$) که معادل ۰/۳۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد و با استفاده از نازل ۰/۲۵ میلی‌متر از ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر، روی دیسک‌های برگی گیاه خیار به قطر ۳۵ میلی‌متر، حاوی کنه‌ی تارتن دولکه‌ای ماده کامل به طور مستقیم پاشیده شد و برای شاهد Tween80 ۰/۰۲ درصد پاشش صورت گرفت. برای انجام آزمایش‌های واکنش تابعی سن شکارگر *O. niger* روی کنه‌ی تارتن دولکه‌ای ماده سالم و تیمار شده با قارچ از طرح قفس تاشیرو استفاده شد (Tashiro, 1967). ابتدا شیشه‌ای به ضخامت ۶ میلی‌متر و به ابعاد ۱۰۰ × ۱۰۰ میلی‌متر تهیه و روی آن با پنبه آغشته به آب مقطر پوشانده شد. سپس برگ گیاه خیار را روی آن قرار داده و شیشه دوم به همان ابعاد شیشه قبلی که در وسط آن سوراخی به قطر ۳۵ میلی‌متر بود روی آن قرار داده شد. پس از اضافه کردن کنه‌ها روی برگ گیاه خیار، شیشه سوم مشابه شیشه دوم که توری ارگانزای ۱۲۰ مش روی سوراخ آن چسبانده شده بود، قرار داده شد و سپس هر سه شیشه به وسیله گیره‌ای مخصوص به هم فشرده شدند. مدت زمان انجام آزمایش واکنش تابعی ۲۴ساعت و در تراکم‌های ۵ ،۱۰، ۲۰ (در ۱۵ تکرار)، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و۶۰ (در ۱۰ تکرار) و در بازه‌های زمانی صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از آلوده‌سازی کنه‌ها توسط قارچ بیمارگر *B. bassiana* انجام شد. برای انجام آزمایش واکنش تابعی، سن‌های شکارگر ماده پنج روزه انتخاب و ۲۴ ساعت قبل از آزمایش در شرایط بدون غذا (دوره گرسنگی) قرار داده شدند (در این دوره فقط یک قطعه غلاف لوبیاسبز در ظروف استفاده شد). پس از آن، سن‌های شکارگر همسن ۶ روزه روی واحد های آزمایشی رهاسازی شدند. برای جلوگیری از خطای ناشی از مصرف تخم‌های گذاشته شده توسط کنه‌ها در طول زمان آزمایش، هر ۸

www.SID.ir

Archive of SID



ساعت یک‌بار تخم های گذاشته شده توسط کنه‌ها از واحد آزمایش حذف شد. واحدهای آزمایشی در دمای ۱± ۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دوره نوری به نسبت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داده شد.

## تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تعیین نوع واکنش تابعی و پارامترهای آن از روش دو مرحله‌ای جولیانو (Juilano, 2001) استفاده شد. در مرحله اول داده‌ها با استفاده از تابع چند جمله‌ای برازش شدند (Juliano, 2001).

$$\frac{N_e}{N_0} = \frac{exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)}{1 + exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)}$$

$N_e$ تعداد شکار خورده شده توسط سن شکارگر، $N_0$ تراکم شکار در شروع آزمایش و $P_0$, $P_1$, $P_2$, $P_3$,... پارامترهایی که با روش بیشینه درست‌نمایی تخمین زده می‌شوند. اگر پارامتر خطی $P_1$ منفی باشد، واکنش تابعی از نوع دوم (II) بوده و اگر این پارامتر مثبت باشد، واکنش تابعی از نوع سوم (III) است (Juliano, 2001). برای تفکیک واکنش تابعی نوع دوم و سوم، از رگرسیون لوجستیک[4] نسبت شکار خورده شده ($N_e/N_0$) در مقابل تراکم شکار، عرضه شده ($N_0$) با استفاده از مدل پلی نومیال[5] (معادله ۱) استفاده شد (Trexler *et al.*, 1988). این پارامترها با استفاده از رویه CATMOD در برنامه آماری SAS Version9.1 برآورد شدند (SAS Institute, 2003). رگرسیون لوجستیک بخش خطی منحنی‌های نسبت خورده شده‌ها در واکنش‌های نوع دوم و سوم به‌ترتیب ضریب منفی و مثبت دارند (Juliano, 2001). پس از مشخص شدن نوع واکنش تابعی سن شکارگر نسبت به تراکم‌های مختلف شکار، برای برآورد پارامترها از مدل ترجیحی رگرسیون غیرخطی حداقل مربعات، تعداد میزان خورده شده به تعداد میزبان اولیه استفاده شد (روش NLIN در برنامه آماری SAS Version9.1). برای تعیین زمان دستیابی $T_h$ وقدرت جستجو ($a$) Searching efficiency در واکنش تابعی نوع دوم از فرمول‌های مدل Random predator استفاده شد (Rogers, 1972):

$$N_e = N_0\{1 - \exp[a(T_h N_e - T)]\}$$

$N_e$ تعداد شکار خورده شده، $N_0$ *تراکم* شکار در شروع آزمایش، $T$ زمان کل، $a$ میزان قدرت جستجو و $T_h$ زمان دستیابی می‌باشد. برای تعیین زمان دستیابی $T_h$ و ثابت جستجوی $b$ در واکنش تابعی نوع سوم از فرمول زیر استفاده شد (Rogers, 1972):

$$N_e = N_0\{1 - \exp[(d + bN_0)(T_h N_e - T)]/(1 + cN_0)\}$$

در صورتی که نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون غیر خطی حداقل مربعات مشخص کرد که پارامترهای $c$ و $d$ با عدد صفر اختلاف معنی‌داری نداشته باشند از مدل حذف و در نتیجه از مدل کاهش یافته برای محاسبه پارامترها استفاده می‌شود (Juliano, 2001).

$$N_e = N_0\{1 - \exp[bN_0\ (T_h N_e - T)]\}$$

مدل کاهش یافته برای محاسبه پارامترها برای انجام مقایسه‌ی پارامترهای واکنش تابعی نوع II در تیمارهای مختلف آزمایشی (کنه‌های ماده بالغ آلوده به قارچ در بازه‌های زمانی مختلف و شاهد) از معادله‌ی زیر استفاده شد:

$$N_e = N_0\{1 - \exp(-\frac{[a + D_a(j)]TN_0}{1 + [a + D_a(j)][T_h + DT_h(j)N_0^2}\}$$

$N_e$ تعداد کنه شکار شده توسط شکارگر، $N_0$ تراکم میزبان در شروع آزمایش، $D_a$ و $D_{Th}$ برآورد تفاوت بین جمعیت‌ها در مقادیری از پارامترهای $T_h$ و $a$، $T$ زمان کل، $J$ متغیر نشانگر با عدد صفر برای جمعیت اول و عدد یک برای جمعیت دوم، $a$ میزان قدرت جستجو و $T_h$ زمان دستیابی می‌باشد. با تخمین پارامترهای $D_a$ و $D_{Th}$ می‌توان تفاوت معنی‌داری در مقدار $a$ و $T_h$ را مشخص کرد. یعنی در هنگام مقایسه‌ی دو تیمار، زمان دستیابی تیمار اول $T_h$ و زمان دستیابی تیمار دوم $T_h + D_{Th}$ در نظر گرفته می‌شود. برای درک این‌که تفاوت بین زمان‌های دستیابی این دو تیمار معنی‌دار است یا نه، باید ثابت شود که مقدار $D_{Th}$ معنی‌دار بوده و با صفر تفاوت معنی‌داری دارد. اگر $D_{Th}$ با صفر تفاوت معنی‌دار نداشته باشد، نتیجه این خواهد بود که $T_h$ و $T_h + D_{Th}$ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند و در نتیجه زمان دستیابی بین دو تیمار تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

[4]. Logistic regression
[5]. Polynomial

www.SID.ir

Archive of SID



قدرت جستجو بین دو تیمار نیز با استفاده از پارامتر $D_a$ و مشابه زمان دستیابی مقایسه می‌شود (Juliano, 2001; Allahyari *et al*., 2004). برای ترسیم نمودارهای واکنش تابعی از نرم‌افزار سیگماپلات ۱۲ استفاده شد (Sigmaplot, 2012).

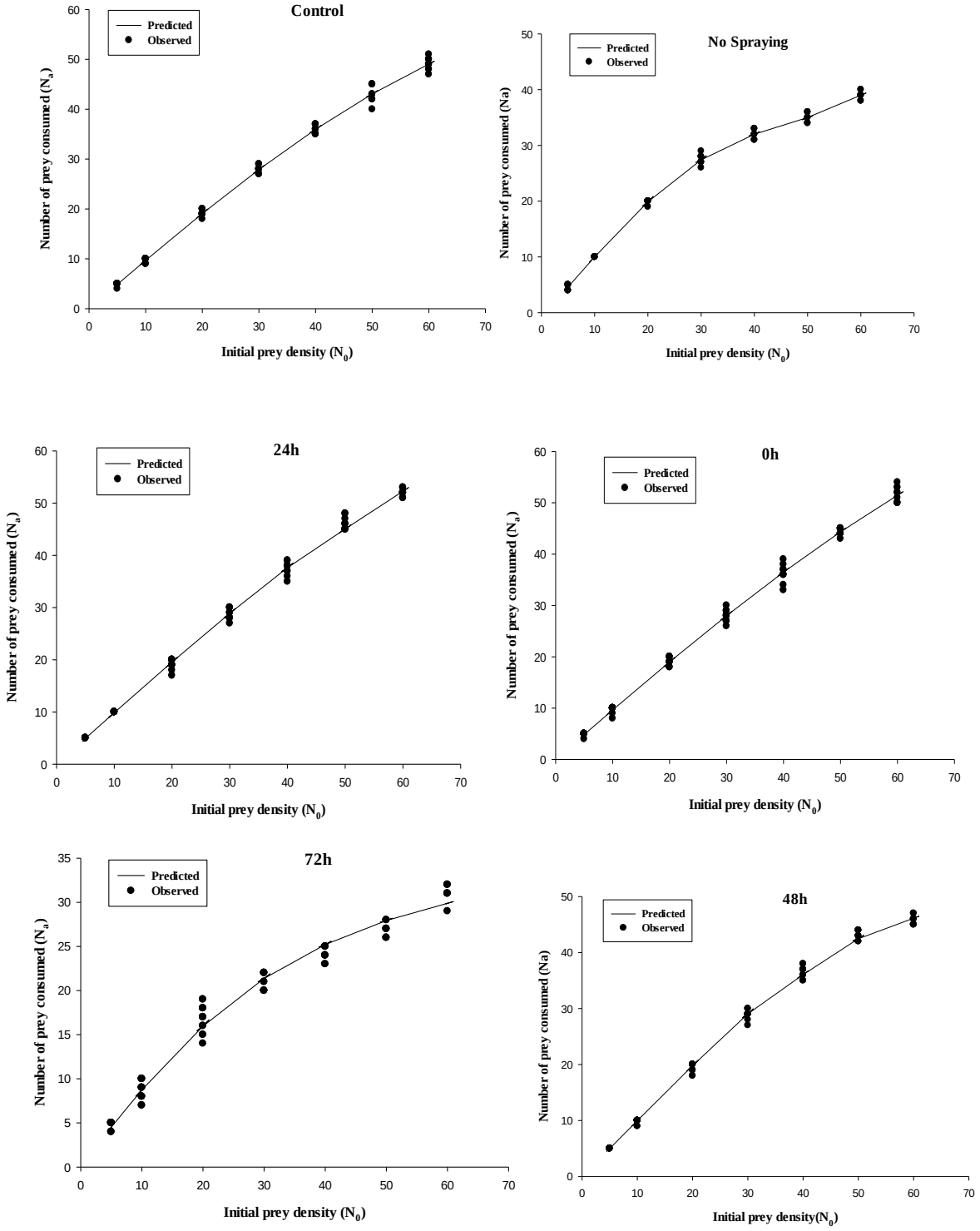
## نتایج

نتایج واکنش تابعی سن شکارگر *O. niger* روی کنه‌ی تارتن دولکه‌ای *T. urticae* سالم (بدون پاشش قارچ)، تیمار شده با قارچ *B. bassiana* در چهار بازه زمانی (صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پاشش) و شاهد، نشان دادکه نوع واکنش تابعی می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلف قرارگیرد (شکل ۱). نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی نشان می‌دهدکه سن شکارگر *O. niger* نسبت به کنه‌های سالم واکنش‌تابعی نوع سوم و برای کنه‌های تیمار شده با قارچ و شاهد (پاشش Tween80 دو صدم درصد) واکنش‌تابع نوع دوم را نشان می‌دهند (جدول ۱). نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون غیر خطی حداقل مربعات مشخص کرد که پارامترهای $c$ و $d$ با عدد صفر اختلاف معنی‌داری نداشته و بنابراین از مدل حذف شدند و در نتیجه از مدل کاهش یافته برای محاسبه پارامترها استفاده شد (Juliano, 2001). بر اساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون غیر خطی حداقل مربعات مشخص شد قدرت جستجو $(a)$ و ثابت جستجوگری $(b)$ سن شکارگر برای کنه‌های سالم و آلوده شده در بازه‌های زمانی صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پاشش قارچ و شاهد به‌ترتیب ۰/۴۳۶۴، ۰/۱۵۰۳، ۰/۲۰۰۹، ۰/۲۸۴۶، ۰/۱۱۰۱ و ۰/۱۶۳۳ بر ساعت می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود سن شکارگر روی کنه‌ی آلوده به قارچ، در بازه ۷۲ساعت پایین‌ترین نرخ لحظه‌ای جستجو را از نظر عددی به‌خود اختصاص داد. ولی تیمار آلوده به قارچ در بازه زمانی ۴۸ و ۷۲ ساعت بیش‌ترین زمان دستیابی را داشتند (جدول ۲). پس از مشخص شدن نوع واکنش تابعی شکارگر نسبت به تراکم‌های مختلف شکار در تیمارهای مختلف، در تیمارهایی که واکنش تابعی از نوع دوم بود، مقایسه پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی در واکنش تابعی نوع دوم سن شکارگر *O. niger* روی کنه‌های آلوده به قارچ در بازه‌های زمانی صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پاشش قارچ و شاهد به صورت دو به دو صورت گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که فقط در پارامتر قدرت جستجوی شاهد با تیمار آلوده به قارچ در بازه زمانی صفر و زمان دستیابی در بازه زمانی ۲۴ ساعت اختلاف معنی‌دار نبود. در مقایسه پارامترهای سایر تیمارها با شاهد و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳). در بررسی پارامترهای حاصل از برازش واکنش تابعی سن شکارگر ماده بالغ *O. niger* با مدل جستجوی تصادفی راجرز در حضور کنه ماده بالغ *T. urticae* شاهد، سالم و آلوده به قارچ بیمارگر در بازه‌های زمانی صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پاشش قارچ بیشینه نرخ حمله به‌ترتیب ۸۶/۷۰۵۲، ۳۳/۶۴۱۷، ۹۹/۱۹۹۶، ۹۰/۹۴۳۵، ۵۸/۷۳۷۲ و ۴۰/۴۵۸۵ مشاهده شد. در مقایسه بیشینه نرخ حمله $(T/T_h)$ در تیمارهای که نوع واکنش تابعی از نوع دوم بود، مشخص شد که بیشینه نرخ حمله در دو تیمار آلوده به قارچ بیمارگر در بازه‌های زمانی ۴۸ و ۷۲ ساعت کاهش یافته و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت و به همان نسبت زمان دستیابی در آن دو تیمار افزایش پیدا کرد که با سایر تیمار ها اختلاف معنی‌داری داشتند.

www.SID.ir

Archive of SID






شکل ۱- واکنش تابعی سن شکارگر *Orius niger* روی جمعیت کنه‌ی سالم و آلوده به قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana* در بازه‌های زمانی صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پاشش و شاهد

Figure1. Functional responses of *Orius niger* to densities of *Tetranychus urtica*e at different time intervals 0, 24, 48 and 72 hour after treating with the fungus or no fungus and control.

www.SID.ir

Archive of SID



جدول۱ - پارامترهای رگرسیون خطی محاسبه شده توسط روش حداکثر احتمال برای سن شکارگر *Orius niger* روی کنه‌ی تارتن دولکه‌ای سالم و آلوده به قارچ *Beauveria bassiana* در بازه‌های زمانی صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت و شاهد

Table 1. Results of logistic regression analysis of the proportion of *Tetranychus urtica*e, attacked by *Orius niger* at 0, 24, 48, and 72 hour after treating with fungus or without fungus and control

| **Treatment** | **Parameter** | **Estimate** | **SE** | **$\chi 2$ value** | **P-Value** |
|---|---|---|---|---|---|
| Control (Only Tween80 ) | Intercept (*P0*) | 4.6065 | 0.7439 | 38.34 | <0.0001 |
| | Linear (*P1*) | -0.1060 | 0.0444 | 5.72 | 0.0168 |
| No spraying | Intercept (*P0*) | 2.9084 | 0.8378 | 12.05 | 0.0005 |
| | Linear (*P1*) | 0.1553 | 0.0799 | 3.78 | 0.0519 |
| | Quadratic (*P2*) | -0.0078 | 0.0023 | 11.41 | 0.0007 |
| 0 h post inoculation | Intercept (*P0*) | 4.3702 | 0.4429 | 98.24 | 0.0001 |
| | Linear (*P1*) | -0.0394 | 0.0141 | 7.8 | 0.0052 |
| 24 h post inoculation | Intercept (*P0*) | 7.8637 | 1.7008 | 21.38 | 0.0001 |
| | Linear (*P1*) | -0.3516 | 0.1285 | 7.49 | 0.0062 |
| 48 h post inoculation | Intercept (*P0*) | 5.5234 | 0.7918 | 48.66 | 0.0001 |
| | Linear (*P1*) | -0.0852 | 0.0372 | 5.25 | 0.0219 |
| 72 h post inoculation | Intercept (*P0*) | 3.2965 | 0.3113 | 112.10 | 0.0001 |
| | Linear (*P1*) | -0.1067 | 0.0167 | 40.94 | 0.0001 |

جدول ۲- نوع واکنش تابعی، زمان دستیابی ($T_h$) و میزان قدرت جستجو (a) و ($b$) بر اساس رگرسیون غیر خطی برای سن شکارگر *Orius niger* روی کنه‌ی سالم و آلوده به قارچ *Beauveria bassiana* در بازه‌های زمانی صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت و شاهد

Table 2. Functional response and parameters estimated by an equation with indicator variable (4), measuring response of *Orius niger* at 0, 24, 48, and 72 hour after treating with fungus or without fungus and control

| Treatment | Type of Functional Response | Parameter | Estimate | Asymptotic SE | Asymptotic 95% CI | | ($r^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Lower | Upper | |
| Control | II | $a$ | 0.1633 | 0.0077 | 0.1479 | 0.1786 | 0.99 |
| | | $T_h$ | 0.2768 | 0.0124 | 0.2522 | 0.3014 | |
| No spraying | III | $b$ | 0.4364 | 0.0705 | 0.2961 | 0.5766 | 0.95 |
| | | $T_h$ | 0.7134 | 0.0038 | 0.7059 | 0.7208 | |
| 0 h post inoculation | II | $a$ | 0.1503 | 0.0087 | 0.1329 | 0.1677 | 0.99 |
| | | $T_h$ | 0.2144 | 0.0177 | 0.1792 | 0.2496 | |
| 24 h post inoculation | II | $a$ | 0.2009 | 0.0128 | 0.1755 | 0.2963 | 0.99 |
| | | $T_h$ | 0.2639 | 0.0148 | 0.2345 | 0.2933 | |
| 48 h post inoculation | II | $a$ | 0.2846 | 0.0170 | 0.2508 | 0.3185 | 0.97 |
| | | $T_h$ | 0.4086 | 0.0086 | 0.3915 | 0.4258 | |
| 72 h post inoculation | II | $a$ | 0.1101 | 0.0064 | 0.0973 | 0.1228 | 0.94 |
| | | $T_h$ | 0.5932 | 0.0185 | 0.5565 | 0.6300 | |

www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۳- مقایسه بین پارامترهای واکنش تابعی سن شکارگر *Orius niger* روی کنه‌های آلوده به قارچ در بازه‌های زمانی صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پاشش قارچ و شاهد

Table 3. Comparing estimated functional response parameters of *Orius niger* at 0, 24, 48, and 72 hour after treating with the fungus or without fungus and control

| Treatment | Parameter | Estimate | Asymptotic SE | Asymptotic 95% CI | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Lower | Upper |
| Control and 0 h post inoculation | $D_a$ | -0.0130 | 0.0117 | -0.0361 | 0.0101 |
| | $D_{Th}$ | -0.0624 | 0.0213 | -0.1044 | -0.0204* |
| Control and 24 h post inoculation | $D_a$ | 0.0376 | 0.0149 | 0.0083 | 0.0669* |
| | $D_{Th}$ | -0.0129 | 0.0193 | -0.0510 | 0.0251 |
| Control and 48 h post inoculation | $D_a$ | 0.1213 | 0.0194 | 0.0830 | 0.1597* |
| | $D_{Th}$ | 0.1318 | 0.0149 | 0.1024 | 0.1612* |
| Control and 72 h post inoculation | $D_a$ | -0.0532 | 0.0113 | -0.0754 | -0.0310* |
| | $D_{Th}$ | 0.3164 | 0.0223 | 0.2724 | 0.3604* |
| 0 h and 24 h post inoculation | $D_a$ | 0.0506 | 0.0161 | 0.0188 | 0.0824* |
| | $D_{Th}$ | 0.0495 | 0.0230 | 0.0040 | 0.0950* |
| 0 h and 48 h post inoculation | $D_a$ | 0.1344 | 0.0214 | 0.0921 | 0.1767* |
| | $D_{Th}$ | 0.1942 | 0.0187 | 0.1574 | 0.2311* |
| 0 h and 72 h post inoculation | $D_a$ | -0.0402 | 0.0115 | -0.0629 | -0.0175* |
| | $D_{Th}$ | 0.3788 | 0.0262 | 0.3272 | 0.4305* |
| 24 h and 48 h post inoculation | $D_a$ | 0.0838 | 0.0218 | 0.0407 | 0.1268* |
| | $D_{Th}$ | 0.1448 | 0.0167 | 0.1118 | 0.1777* |
| 24 h and 72 h post inoculation | $D_a$ | -0.0908 | 0.0170 | -0.1244 | -0.0572* |
| | $D_{Th}$ | 0.3293 | 0.0244 | 0.2811 | 0.3776* |
| 48 h and 72 h post inoculation | $D_a$ | -0.1746 | 0.0240 | -0.2220 | -0.1271* |
| | $D_{Th}$ | 0.1846 | 0.0193 | 0.1465 | 0.2227* |

علامت "*"، معنی‌دار بودن اختلاف میان پارامترهای واکنش تابعی در بازه‌های زمانی مختلف را نشان می‌دهد.

## بحث

عوامل مختلفی می‌توانند نوع واکنش تابعی یک شکارگر را تحت تاثیر قرار دهند که از جمله به مساحت دیسک برگی،گیاه میزبان، دما، سن حشره شکارگر، مدت زمان آزمایش، مرحله رشدی طعمه (شکار) و اندازه آن می‌توان اشاره کرد (Xu.*et.al.*, 2007). در مطالعه اخیر بروز رفتار متفاوت سن شکارگر *O. niger* نسبت به کنه‌های عاری از آلودگی قارچی یکی از احتمال‌های مرتبط با حداقل آستانه برخورد است. به نظر می‌رسد در تیمارهایی که روی برگ گیاه میزبان پاشش صورت گرفت، منجر به افزایش تحرک کنه‌ها شد، به طوری که کنه‌ها تلاش کردند خود را از محل آلودگی دور کنند. در این موارد کنه‌ها بیشتر روی توری ارگانزا تجمع پر تحرک یافتند، احتمالا این امر باعث افزایش آستانه برخورد بین سن شکارگر و کنه‌ی طعمه شد، لذا واکنش تابعی سن شکارگر از نوع دوم بود. در تیمار عاری از پاشش، کنه‌ها روی برگ گیاه میزبان (دیسک برگی گیاه خیار) با تحرک کم در کنار رگ برگ‌های اصلی و دارای کرک‌های بلند، متمرکز و تغذیه می‌کردند. بنابراین به دلیل شرایط فیزیکی سطح برگ گیاه خیار، تحرک کم کنه‌ها و جثه بزرگ تر سن شکارگر *O. niger* نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای، احتمالا باعث کاهش آستانه برخورد شکارگر با شکار شد و واکنش تابعی از نوع سوم بود. واکنش تابعی نوع سوم، رفتار ویژه دشمنان طبیعی غیر اختصاصی است که به آسانی از یک گونه غذایی به گونه دیگر تغییر میزبان می‌دهند و یا تغذیه خود را در مناطقی که منابع غذایی خاصی بیش‌ترین فراوانی را دارند

www.SID.ir

Archive of SID



متمرکز می‌کنند (Berryman, 1999). این نظریه در مورد سن شکارگر *O. niger* که یک شکارگر عمومی است، می‌تواند قابل انتظار باشد و از جهتی دیگر در بررسی‌های سیدی و همکاران (Seiedy *et al*., 2012) واکنش تابعی شکارگر *P. persimilis* در تیمار بدون پاشش نیز از نوع دوم بود که متفاوت با نتایج پژوهش حاضر بود. دلیل تفاوت احتمالا به نوع شکارگر نیز ارتباط داشته باشد. کنه شکارگر *P. persimilis* تقریبا تفاوت چندانی از لحاظ اندازه با کنه تارتن دولکه‌ای ندارد و به‌راحتی می‌تواند در لابه لای کرک‌های سطح برگ گیاه خیار شکار خود را جستجوکند. همچنین با توجه به این‌که مدت زمان آزمایش (T) واکنش تابعی در این پژوهش ۲۴ ساعت بود، زمان کل آزمایش از عوامل اثرگذار در پارامترهای واکنش تابعی و نوع واکنش تابعی می‌باشد. نتایج این تحقیق با پژوهش‌های کریمی (Karimi, 2006) در مورد واکنش تابعی سن شکارگر *O. albidipennis* روی گیاه خیار متفاوت بود. علت اصلی این تفاوت احتمالا مربوط به مدت زمان آزمایش می‌باشد، که در پژوهش اشاره‌شده ۸ ساعت بود. نوع واکنش تابعی روی کنه ماده بالغ سالم از نوع دوم و روی تخم کنه‌ها از نوع سوم بوده است. حداکثر میزان شکارگری سن‌های *O. niger* و *O. albidipennis* ۶ تا ۸ ساعت بعد از زمان رها سازی در تراکم‌های بالا صورت می‌گیرد (در سن‌های ماده شکارگر شش روزه به دلیل قرار گرفتن در اولین اوج تخم ریزی، در صورت کاهش مدت زمان واکنش تابعی نتیجه به طور کامل متفاوت خواهد بود)، لذا نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش کریمی (Karimi, 2006) به دلیل تفاوت زمان کل آزمایش در نوع واکنش تابعی متفاوت است. سن شکارگر *O. niger* نسبت به تراکم‌های مختلف ماده کامل کنه تارتن دولکه‌ای *T. urticae* عاری از آلودگی، به صورت وابسته به تراکم عمل کرده و در محدوده‌ای از تراکم میزبان متناسب با افزایش تراکم آن، درصد شکارگری نیز افزایش یافت و اگر این رابطه به صورت یک رابطه متقابل بین این شکارگر و کنه تارتن دولکه‌ای در نظرگرفته شود، بهتر می‌تواند میزبان خود را کنترل و به جمعیت آن فائق آید. با گذشت زمان آلودگی میزبان به قارچ بیمارگر پارامترهای واکنش تابعی شکارگر از جمله نرخ حمله، قدرت جستجو و زمان دستیابی نیز دچار تغییر شد. زمان دستیابی سن شکارگر نسبت به بازه‌های زمانی مختلف آلودگی کنه‌ها به قارچ بیمارگر *B. bassiana* و سالم به طور معنی‌داری برای سن شکارگر *O. niger* متفاوت بوده است. زمان دستیابی سن شکارگر *O. niger* نسبت به کنه‌های بالغ که ۴۸ و ۷۲ ساعت از زمان آلودگی آن‌ها به قارچ بیمارگر سپری شده بود، نسبت به سایر بازه-های زمانی آلودگی بالاتر بود. احتمالا دلیل افزایش زمان دستیابی در بازه‌های زمانی بالا نشان می‌دهد که قارچ زمان کافی برای رشد داشته، در نتیجه سن شکارگر *O. niger* در تغذیه از میزبان آلوده به قارچ دچار مشکل می‌شود. سن شکارگر باید زمان بیش‌تری را صرف پاک کردن سطح بدن کنه آلوده نماید تا بتواند از آن تغذیه کند. سن شکارگر *O. niger* پس از تغذیه باید سطح بدن خود را از اسپورهای احتمالی قارچ که به آن چسبیده است تمیز[6] کند. مقایسه پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی تیمار شاهد با تیمارهای آلوده به قارچ بیمارگر در بازه‌های زمانی مختلف، فقط در پارامتر قدرت جستجوی شاهد با تیمار آلوده به قارچ در بازه زمانی صفر و زمان دستیابی در بازه زمانی ۲۴ ساعت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مقایسه پارامترهای سایر تیمارها با شاهد و با یکدیگر، اختلاف معنی‌دار بود. بیشینه نرخ حمله ($T/T_h$) در دو تیمار آلوده به قارچ بیمارگر در بازه‌های زمانی ۴۸ و ۷۲ ساعت کاهش یافت و به همان نسبت زمان دستیابی افزایش پیدا کرد. نتایج این پژوهش با پژوهش‌های پوریان و همکاران با در نظر گرفتن اختلاف دو گونه *O. niger* و *O. albidipennis* با هم مشابه بود (Pourian *et al*., 2011). نتایج این پژوهش با بررسی‌های سایر محققین که در مطالعات خود از شکارگر به همراه عامل بیمارگرها استفاده کردند تا حدودی مطابقت داشت (Farish,1972; Hajek and Delalibera, 2010; Seiedy *et al*., 2012). نتایج این پژوهش نشان داد که زمان جستجوگری سن شکارگر *O. niger* در رودررویی

6. Grooming

www.SID.ir

Archive of SID



با ماده بالغ کنه *T. urticae* آلوده به قارچ بیمارگر به ویژه در بازه‌های زمانی بالاتر پس از پاشش قارچ نسبت به شاهد افزایش پیدا می‌کند. در بررسی‌های وکسا و همکاران (Wekesa *et al*., 2007) به این نتیجه رسیدند که هر چقدر زمان دستیابی یک شکارگرکوتاه‌تر باشد، دشمن طبیعی تعداد بیش‌تری از میزبان را در دورهٔ زمانی مشخص می‌تواند مصرف کند. بنابراین میانگین کنه شکار شده توسط سن شکارگر *O. niger* در برخورد با کنه تارتن‌دولکه‌ای تیمار شده با قارچ پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت در مقایسه با شاهد کاهش یافت. در صورتی که زمان دستیابی بین بازه زمانی صفر و ۲۴ ساعت با شاهد مشابه بوده و در نتیجه میانگین شکار کردن تفاوتی نداشت. در بازهای زمانی ۴۸ و ۷۲ ساعت، که قارچ روی کنه‌ها رشد کرده و نشانه‌های ایجاد اسپور (به‌ویژه در بازه ۷۲ ساعت) در سطح بدن میزبان مشهود بود، سن‌های شکارگر تمایل چندانی به تغذیه این کنه‌ها نداشتند. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده‌ی برهمکنش قارچ بیمارگر- شکارگر- میزبان در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی است که طی آن مشخص شد که آلودگی قارچی میزبان می‌تواند به عنوان یک عامل کاهش‌دهنده عملکرد شکارگر در کاربرد هم‌زمان باشد. پاشش قارچ بیمارگر، زمان دستیابی شکارگر را تحت تاثیر قرار می‌دهد. زمانی این اتفاق رخ می‌دهد که تنها میزبان غذایی آلوده در اختیار شکارگر قرار گیرد. درصورتی‌که در کاربرد شکارگر به همراه قارچ در شرایط نیمه‌طبیعی (Microcosm) وگلخانه‌ای باید پژوهش‌های بیشتری صورت گیرد، چون به نظر می‌رسد که در اثر پاشش قارچ بیمارگر در شرایط گلخانه همه طعمه‌های شکارگر آلوده نمی‌شوند.

**References**


**Allahyari, H., Fard P. A. and 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**.**

**Bazzocchi, G. G. and Burgio, G.** 2000. Functional response of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) against *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) at two constant temperatures. **Bollettino dell Istituto di Entomologia Guido Grandi** 54: 13-21.

**Berryman, Alan, A.** 1999. Principles of population dynamics and their applicaton (1st ed.). Taylor and Francis, London, P. 400.

**Coll, M. and Ridgway, R. L.** 1995. Functional and numerical response of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) to its prey in different vegetable crops. **Annals of the Entomological Society of America** 88: 732-738.

**Guevara-Coto, J. A., Barboza-Vargas, N., Hernandez-Jimenez, E., Hammond, R. W. and Ramirez-Fonseca, P.** 2011. *Bemisia tabaci* biotype Q is present in Costa Rica. **European Journal of Plant Pathology** 131: 2167-170.

**Hajek, A. E. and Delalibera Jr. I.** 2010. Fungal pathogens as classical biological control agents against arthropods. **BioControl** 55: 147–158.

**Hughes, W. H. O., Petersen, K. S., Ugelvig, I. V., Pedersen, D., Thomsen, L. and Poulsen, M.** 2004. Density- dependence and within-host competition in a semelparous parasite of leaf-cutting ants. **BMC Evolutionary Biology** 4: 45.

**Holling, C. S.** 1966. The functional response of invertebrate predators to prey density. **Memoirs of the Entomological Society of Canada** 48: 1-86.

**Juliano, S. A.** 2001. Nonlinear curve fitting: Predation and functional response curves. In Scheiner, S. M. and Gurevitch, J. (Eds.). Design and Analysis of Ecological Experiments (2nd ed.) Oxford University Press, New York, USA. pp.178-196.

**Karimi, A.** 2006. Effect of host plants (cucumber and strawberry) on the *Tetranychus urticae* fitness and searching behavior of predatory bug, *Orius albidipennis*. Msc. thesis, University of Tehran, Karaj, Iran. 121 pp. [In Persian].

**Montoya, P., Liedo, P., Benrey, B., Barrera, J. F., Cancino, J. and 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.


www.SID.ir

Archive of SID



**Meyling, N. V., Pell, J. K. and Eilenberg, J.** 2006. Dispersal of *Beauveria bassiana* by the activity of nettle insect predator. **Journal of Invertebrate Pathology** 93: 121-126.

**O'Neil, R. J.** 1990. Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insect pests in agricultural systems. **New Directions in Biological Control**: 83-96.

**Pourian, H. R., Talaei-Hassanloui, R., Kosari, A. A. and Ashouri, A.** 2011. Effects of *Metarhizium anisopliae* on searching, feeding and predation by *Orius albidipennis* (Hem.: Anthocoridae) on *Thrips tabaci* (Thy.: Thripidae) larvae. **Biocontrol Science and Technology** 21(1): 15-21.

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

**Roy, J. E. and Pell, J. K.** 2000. Interactions between entomopathogenic fungi and other natural enemies: implications for biological control. **Biocontrol Science and Technology** 10: 737-752.

**Sagarra, L. A., Vincent, C, Peters, N. F. and Stewart, P. K.** 2000. Effect of host density, temperature, and photoperiod on the fitness of *Anagyrus kamali*, a parasitoid of the hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 96: 141-147.

**SAS Institute.** 2003. The SAS system for Windows, Release 9.0. SAS Institute, Cary, NC.

**Seiedy, M., Saboori, A. R., Allahyari, H., Talaei-Hassanloui, R. and Tork, M.** 2012. Functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on untreated and *Beauveria bassiana* treated adults of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Insect Behavior** 25: 543–553.

**SigmaPlot 12.** 2012. Mystat 12 statistical analysis software from Systat Software Inc. Release 1 Publications – English (pdf).

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

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

**Sullivan, B. T. and Berisford, C. W.** 2004. Semiochemicals from fungal associates of bark beetles may mediate host location behavior of parasitoids. **Journal of Chemical Ecology** 30: 703-717.

**Tashiro, H.** 1967. Self-watering acrylic for confining insects and mites on detached leaves. **Journal of Economic Entomology** 74: 213–213.

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

**Van den Meiracker R. A. F.** 1999. Biocontrol of western flower thrips by heteropteran bugs. PhD dissertation, Amsterdam, The Netherlands. 147 pp.

**Wang, L., Huang, J., You, M. and Liu, B.** 2004. Time-dose-mortality modeling and virulence indices for six strains of *Verticillium lecanii* against sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius). **Journal of Applied Entomology** 128: 494-500.

**Wekesa, V. W., Moraes, G. J., Knapp, M. and Delalibera-Jr, I.** 2007. Interaction of two natural enemies of *Tetranychus evansi*, the fungal pathogen *Neozygites floridana* (Zygomycetes: Entomophthorales) and predatory mite, *Phytoseiulus longipes* (Acari: Phytoseiidae). **BioControl** 41: 408-414.

**Xu, L. D., Juan, T. and Zuo-Rui, S.** 2007. Functional response of the predator *Scolothrips takahashii* to hawthorn spider mite, *Tetranychus viennensis*: effect of age and temperature. **BioControl** 52: 41–61.

www.SID.ir

Archive of SID



Plant Pest Research
2016- 6(3): 51-63

# Functional response of *Orius niger* on healthy and *Beauveria bassiana*-treated two-spotted spider mite on cucumber

**A. A. Kosari[1], A. Sahragard[1*] and R. Talaei-Hassanloui[2]**
1. Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran,
2. Department of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

(Received: July 31, 2016- Accepted: November 16, 2016)

**Abstract**

Study of behavioral parameters and functional response of predators is an important process in selecting these agents for biological control programs. In case of simultaneous use of these predatory insects with entomopathogens, behavioral reactions of predator may be altered. In this study, type of functional response of the predator, *Orius niger* (Hem.: Anthocoridae) was determined on the healthy adult female mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and on the *Beauveria bassiana*-treated mites at the four time intervals 0, 24, 48 and 72 hours at different densities of 5, 10, 20, 30, 40, 50 and 60 at 25 ± 1 ° C, 65 ± 5% RH and 16:8h (L:D) photoperiod. The results showed functional response of this predatory bug on untreated mites was type III while it was type II in other treatments. Comparison of searching efficiency and handling time in control with fungus treatments at various time intervals was only non-significant between control and 0 hour in searching efficiency and between control and 24 hours in handling time post-inoculation. The maximum attack rate ($T/T_{h)}$ in two treatments of 48 and 72 hours was reduced and was significantly different from other treatments; concomitantly handling time of predator was increased. These results suggest the effect of entomopathogenic fungus on behavioral reactions of predatory bug, *O. niger*.

**Keywords**: biological control, searching**,** handling time**,** density, attack rate

*Corresponding author: sahragard@guilan.ac.ir

www.SID.ir