نامه انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۹۵ - ۳۶(۱): ۶۱-۷۳

پاسخ بویایی سن شکارگر *Orius niger* (Hem.: Anthocoridae) به بوهای حاصل از کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae) سالم و تیمار شده با قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana* روی برگ خیار

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

۱- گروه گیاه‌پزشکی دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، ۲- گروه گیاه‌پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: akosari@ut.ac.ir

Olfactory response of the predatory bug, *Orius niger* (Hem.: Anthocoridae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on cucumber leaves treated or untreated by *Beauveria bassiana*

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.

*Corresponding author, E-mail: akosari@ut.ac.ir

چکیده

برای درک بهتر رفتار شکارگری سن *Orius niger* Wolff روی کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch در دو حالت سالم و تیمار شده با قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill، آزمون‌های بویایی‌سنجی انجام شد. در این راستا، پاسخ بویایی و جهت‌گیری سن شکارگر ماده شش روزه به سمت مواد فرّار با استفاده از لوله‌ی بویایی‌سنج (الفکتومتر) Y شکل تعیین شد. هر آزمایش در ۳ تکرار مستقل و در هر تکرار ۱۵ شکارگر مورد استفاده قرار گرفت. در مطالعه پاسخ بویایی سن شکارگر به رایحه‌های تیمار گیاه خیار آلوده به کنه تارتن در مقایسه با گیاهان خیار سالم (بدون کنه تارتن و قارچ) و تیمار گیاهان خیار آلوده به کنه تارتن در مقایسه با گیاهان خیار آلوده به کنه تارتن آلوده شده با قارچ بیمارگر در تیمار ۷۲ ساعت مشخص شد سن‌های شکارگر بیشتر به‌سمت بازویی که گیاهان آلوده به کنه تارتن سالم قرار داشت، جلب شدند. پاسخ سن‌های شکارگر به گیاه خیار آلوده به کنه تارتن تیمار شده با قارچ بیمارگر در بازه‌های زمانی صفر، ۲٤ و ٤۸ ساعت پس از تیمار با حالت بدون پاشش قارچ تفاوت معنی‌داری نداشت. نتایج، بیانگر توانایی سن‌های شکارگر در تشخیص پچ‌های آلوده به قارچ به‌ویژه در بازه‌های زمانی بالاتر و پرهیز از آن‌ها است.

واژگان کلیدی: پاسخ بویایی، *Orius niger*، شکارگری، *Beauveria bassiana*، جریان هوا

Abstract

Olfactory experiments were performed to study the predation behavior of *Orius niger* Wolff (Hemiptera: Anthocoridae) on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in presence or absence of *Beauveria bassiana* (Bals.). The experiments were carried out with six day old female bugs by recording the predator direction towards each of the Y-tube olfactometer arms and through three dependent replicates consisted of 15 replicates each. The predatory bug showed a significant preference towards the odors related to infested cucumber leaves by *T. urticae* in the absence of fungus and when the predator received odors related to *T. urticae* infested leaves *v.s. B.bassiana* fungus treated, spider mite infested leaves (72 hours). There was no significant difference in the predator olfactory experiment when the alternative arms consisted of treated *v.s.* untreated spider mite infested cucumber leaves (0, 24 and 48 hours after treatment). The results showed the capacity of the predatory bug to recognize the patches infected by *B.bassiana* fungus and successfully avoiding it.

Key words: Olfactory response, *Orius niger*, predation, *Beauveria bassiana*, airflow

مقدمه

کنه تارتن دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch از جمله آفات مهم گیاهان گلخانه‌ای است که در سراسر جهان به دامنه وسیعی از گیاهان گلخانه‌ای، زراعی، درختان میوه و گیاهان زینتی خسارت وارد می‌کند (Hazan *et al.*, 1974). سن‌های خانواده Anthocoridae از مهم‌ترین عوامل کنترل بیولوژیک آفات گلخانه هستند که در تمام دنیا به‌شدت مورد توجه قرار دارند. سن *Orius niger* Wolff (Anthcoridae: Hemiptera) یک شکارگر عمومی با قدرت شکارگری زیاد می‌باشد (Carnero *et al.*, 1993). گونه *O. niger* در منطقه کرج به‌صورت بومی و انبوه در مزارع یونجه و جالیز وجود دارد

دریافت: ۱۳۹۵/۱/۱۵، پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۱۸.

(Madadi, 1999). برای افزایش کارایی دشمنان طبیعی و انجام کنترل موفق می‌توان از تلفیق دو یا چند عامل بیولوژیک استفاده کرد. قارچ‌های بیمارگر حشرات این توانایی را دارند که به‌عنوان عوامل بیولوژیک مطلوب همراه با سن‌های شکارگر *Orius* sp. برای کنترل آفات مورد استفاده قرار گیرند، اما استفاده هم‌زمان از عوامل بیولوژیک ممکن است اثر افزایشی یا کاهشی در کنترل آفت داشته باشد (Maniania *et al*., 2008). بیمارگری قارچ *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. در آزمایشگاه و مزرعه روی تعداد زیادی از آفات مثل تریپس‌ها، سفیدبالک‌ها، کنه‌ها و شته‌ها آزمایش شده است (Legaspi *et al*., 2000). امروزه نتایج موفقیت‌آمیز زیادی برای کاربردی کردن قارچ *B. bassiana* به‌عنوان عامل میکروبی در کنترل آفات به‌دست آمده است (Inglis *et al*., 2001; Goettel *et al*., 2001; Charnley, 2003). گونه‌های مختلف موجودات زنده می‌توانند به روش‌های مختلف با یک‌دیگر برهم‌کنش داشته باشند. انواع برهم‌کنش‌ها به‌طورمعمول بر اساس اثرات مثبت، خنثی یا منفی روی رشد و مرگ هر گونه قابل تشخیص است(Schowalter, 2000). پیام‌رسان‌های شیمیایی (سمیوکمیکال‌ها) در برهم‌کنش‌های شیمیایی بین موجودات زنده مرتبط، ایفای نقش می‌کنند (Nordlund, 1981). اطلاعاتی که به‌صورت علامت‌های شیمیایی از گیاهان متصاعد می‌شود نقش مهمی در فرآیند جستجوگری گیاه‌خواران و دشمنان طبیعی آنها دارد (Dicke & Van Loon, 2000). برهم‌کنش‌های بین گیاه و گیاه‌خوار و هم‌چنین تعامل‌های بین گیاه‌خواران و دشمنان طبیعی آنها تنها زمانی قابل فهم خواهد بود که سه سطح زنجیره غذایی (گیاه- گیاه‌خوار- دشمن طبیعی) به‌طور هم‌زمان و در کنار هم مورد مطالعه قرار گیرد (Dicke & Sabelis, 1988). به عقیده Price *et al*.(1980) در یک سیستم سه سطح غذایی اطلاعات مؤثری که درخصوص حضور شکار (میزبان) به گوشت‌خواران سطح سوم می‌رسد و علائم بویایی که از طعمه به‌طور مستقیم توسط شکارگران یا پارازیتوئیدها مورد استفاده قرار می‌گیرد در شناخت و حضور طعمه قابل اعتمادتر می‌باشد (Price *et al*., 1980). از آن‌جایی‌که بندپایان گیاه‌خوار در حجم بسیار کم علایم بویایی تولید می‌کنند لذا اغلب شناسایی این علائم به‌ویژه از فواصل دور برای دشمنان طبیعی مشکل است. چرا که از منظر تکاملی نیز آنها به‌دلیل فشار انتخاب طبیعی به‌سمتی سازگار می‌شوند که با کاهش تولید این مواد، حضور خود را برای دشمنان طبیعی کمتر آشکار نمایند (Turlings *et al*., 1991; Vet & Dicke, 1992). براساس تحقیقات محققین، گیاهان در اثر حضور گیاه‌خوار و صدمه ناشی از آن علاوه بر افزایش میزان رایحه متصاعد شده، ترکیبات متفاوتی نسبت به گیاه سالم تولید می‌کنند که حالتی انتخابی برای دشمنان طبیعی به‌وجود می‌آورد. افزون بر این، نقش رایحه‌های القایی گیاه در این برهم‌کنش‌ها متناسب با رژیم غذایی دشمنان طبیعی و طعمه آنها می‌تواند متفاوت باشد (Vet & Dicke, 1992). درک فرایندهای رفتاری پایه که بین حشرات و بیمارگرها رخ می‌دهد، نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. ایجاد یک آلودگی موفق در حشره به‌وسیله قارچ بیمارگر حشرات، نیازمند برقراری تماس بین میزبان و بیمارگر است (Roy *et al*., 2006). رفتار حشرات با ایجاد تغییرات در فعالیت حشره می‌تواند روی تماس آن با بیمارگر تأثیرگذار باشد و احتمال آلودگی را افزایش یا کاهش دهد (Cory & Hoover, 2006). یک حشره اگر توانایی تشخیص احتمال خطر آلودگی با قارچ‌های بیمارگر حشرات را داشته باشد و از طریق رفتار پرهیز یا با واکنش‌های پس از تماس نظیر تیمار و تمیز کردن پاسخ نشان دهد، امتیاز مهمی خواهد بود (Chouvenc *et al*., 2008). براساس تحقیقات Seiedy *et al*. (2013) پاسخ بویایی کنه شکارگر *Phytoseiulus persimilis* به رایحه‌های القایی گیاه خیار

آلوده به کنه تارتن دولکه‌ای در مقابل گیاه خیار آلوده به کنه دولکه‌ای تیمار شده با قارچ *B. bassiana* در دستگاه بوسنج، اختلاف معنی‌دار داشت و شکارگر از گرایش به بازوی حاوی کنه‌های تیمار شده با قارچ *B. bassiana* که در اثر بیماری کنه‌ها فرمون اعلام خطر تولید می‌کنند، خودداری می‌کند. براساس تحقیقات Ormond (2007) کفشدوزک هفت نقطه‌ای *Coccinella septempunctata* قارچ بیمارگر *B.bassiana* را هم در خاک و هم در روی برگ گیاه و روی گیاه‌خوار تشخیص می‌دهد و از آن دوری می‌کند. در بررسی پاسخ حشرات به قارچ‌های بیمارگر حشرات رفتارهایی مانند جلب شدن یا دوری‌گزینی مشاهده شده است Meyling *et al*., 2006; Baverstock *et al*., (2009; Sullivan & Berisford, 2004; Faldt *et al*., 1999) پاسخ بویایی کفشدوزک شکارگر *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera:Coccinellidae) به رایحه‌های القایی گیاه باقلا آلوده به شته سیاه باقلا :*Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae) در مقابل گیاه باقلا آلوده به شته سیاه باقلای تیمار شده با قارچ *B. bassiana* در بازه زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از آلودگی در انتخاب بازوی دستگاه بوسنج توسط شکارگر اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (Seiedy *et al*., 2015). امروزه توجه به این‌گونه عوامل و اثرات آن‌ها، هم از لحاظ نظری و هم از لحاظ کاربردی رو به فزونی است، که از این عوامل مؤثر، در رابطه میزبان و شکارگر می‌توان به حضور قارچ‌های بیمارگر در محیط و بررسی پاسخ رفتاری شکارگر در زمان حضور یا عدم حضور میزبان- قارچ بیمارگر اشاره کرد. بنابراین با توجه به اهمیت کاربرد توأم عوامل کنترل کننده بیولوژیک در کنترل آفات و برهم‌کنش‌های احتمالی موجود میان این عوامل در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات، هدف از مطالعه حاضر تعیین اثرات مثبت یا منفی ناشی از برهم‌کنش میان سن شکارگر *O. niger* و قارچ بیمارگر *B. bassiana* در برنامه مدیریت تلفیقی کنه تارتن دولکه‌ای است.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه خیار، کنه دولکه‌ای و عوامل بیولوژیک

گیاه خیار رقم سوپرN3 (تولید شرکتHED آمریکا) در گلخانه پژوهشی بخش حشره‌شناسی کشاورزی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران داخل گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۷ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۶ سانتی‌متر کاشته و نگه‌داری شدند. برای ایجاد کلنی کنه تارتن دولکه‌ای ابتدا این آفت از روی گیاهان جالیز مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی (کرج) جمع‌آوری و شناسایی گونه *T. urticae* انجام شد. سپس کلنی کنه *T. urticae* در اتاقک‌های رشد روی گیاه خیار تشکیل شد. در زمان انجام آزمایش‌ها، هم‌سن سازی کلنی کنه روی گیاه خیار صورت گرفت. جمع آوری سن شکارگر *O. niger* از مزارع ذرت، با تکان دادن گل آذین گل نر در ظروف استوانه‌ای از جنس پلکسی گلاس که قطر آن ۷/۸ سانتی‌متر و ارتفاع آن تا درپوش ۱۴ سانتی‌متر و ارتفاع آن با درپوش ۱۸ سانتی‌متر بود صورت گرفت. محل جمع‌آوری سن شکارگر *O. niger*، مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در جاده محمدشهر کرج بود. سن‌های *Orius* جمع‌آوری شده قبل از انتقال به آزمایشگاه، به‌وسیله آسپیراتور (Aspirator) از سایر حشرات جداسازی شد. پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از ویژگی‌های ریخت‌شناسی، گونه *O. niger* از سایر گونه‌ها جداسازی شد .کلنی انفرادی با استفاده از حشرات ماده جفت‌گیری کرده ایجاد شد. در نهایت با تشریح پارامر حشرات نر پرورش یافته در آزمایشگاه تشخیص نهایی صورت گرفت (Linnavuori & Hosseini, 2000). پرورش سن شکارگر

مشابه روش Van den Meiracker (1999) داخل انکوباتور و در دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ٦۵ درصد و دوره نوری به نسبت ١٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. از تخم *Ehestia kuehniella* Zeller و گرده گیاه ذرت به‌عنوان تیمار غذایی برای تشکیل کلنی استفاده شد. جدایهTV 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 داده و اطراف آنها با پارافیلم بسته شد. پتری‌های حاوی قارچ به انکوباتور با دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ٦۵ درصد منتقل شدند. بعد از گذشت ۱۵ تا ۲۰ روز اسپورزایی قارچ که به‌طور کامل انجام شد، در شرایط استریل زیر هود پودر قارچ *B. bassiana* از سطح کشت با اسکالپل جمع‌آوری و درون لوله فالکون محتوی ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل ریخته شد. سپس مقدار سه گرم مهره شیشه‌ای (glass bead) و یک میلی‌لیتر Tween 80 ۰/۰۲ درصد اضافه و به‌مدت پنج دقیقه روی ورتکس (Vortex) گردید. بعد از ورتکس حجم سوسپانسیون فوق به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و مجدداً دو دقیقه ورتکس شد. سوسپانسیون حاصل، از کاغذ صافی (واتمن شماره یک) عبور داده شد. برای تعیین غلظت کنیدی‌های درون سوسپانسیون از گلبول شمار (Hemocytometer) در زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی ۲۰X استفاده گردید. بعد از تعیین غلظت سوسپانسیون محلول پایه (Stock soloution) حاصل شد، که با رقیق کردن غلظت‌های مورد نیاز تهیه گردید.

دستگاه بویایی‌سنج (الفکتومتر)

به‌منظور انجام این آزمون از دستگاه بوسنج (آزمایشگاه رفتارشناسی کنه‌ها، موزه جلال افشار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران) شامل یک لوله شیشه‌ای Y شکل پیرکس (بازوی قاعده‌ای) به قطر چهار سانتی‌متر با طول بازوی اصلی و دو بازوی فرعی ۱۳ سانتی‌متر، استفاده شد (شکل ۱). هر یک از بازوهای فرعی به‌طور مستقل منبع رایحه (Volatile compounds; odur) موردنظر و جعبه‌های پلکسی گلاس حاوی زغال اکتیو به‌عنوان منبع بوگیر متصل شدند. جریان مداوم هوای تمیز به‌وسیله پمپ هوا ایجاد می‌شد. سرعت و جریان هوا توسط دو جریان‌سنج (Air Flow meter) که در بازوهای فرعی قرار داشت، به میزان ۵۰۰ میلی‌لیتر در دقیقه تنظیم شد تا سرعت باد در هر دو بازو یکسان شود (Vet *et al*., 1983). آزمایش بویایی‌سنجی در شرایط آزمایشگاهی در دمای ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ±٦۰ درصد و زیر نور سفید (مهتابی) با آزاد کردن یک عدد سن شکارگر ماده در بازوی اصلی آغاز شد. در این آزمایش تا انتخاب یکی از بازوهای بویایی‌سنج، ردیابی سن شکارگر ادامه یافت. پاسخ سن شکارگر به هر یک از بازوهای فرعی در صورتی مورد قبول واقع می‌شد که حشره در مدتی کمتر از دو دقیقه زمان بحرانی (Critical time) دست‌کم هفت سانتی‌متر از بازوی فرعی را می‌پیمود. سن‌های شکارگر که در این فاصله زمانی هیچ‌کدام از بازوها را انتخاب نمی‌کردند به‌عنوان بی‌پاسخ (No choice) محسوب شده و در محاسبات منظور نمی‌شد. پس از ارزیابی پاسخ بویایی هر ۱۵ سن شکارگر، لوله Y شکل بوسنج با الکل ۷۰ درصد شسته و محفظه‌های نگه‌داری رایحه‌ها بین بازوهای چپ و راست تعویض می‌شدند تا از احتمال هر گونه خطای ناشی از عدم تقارن احتمالی کاسته شود. هر آزمایش با ۱۵ سن شکارگر ماده در سه تکرار مستقل انجام شد.

شکل ۱– دستگاه بوسنج مورد استفاده در آزمون‌ها (اصلی).

Fig. 1. Olfactometer used in tests (Original).

دستگاه بویایی‌سنج متعلق به آزمایشگاه رفتارشناسی کنه‌ها در گروه گیاه‌پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران (کرج) است.

-Olfactometer set (Acarology Laboratory, University of Tehran).

طراحی روش‌های اجرایی آزمایش بوسنجی

برای انجام آزمایش، دیسک‌های برگی گیاه خیار با قطر پنج سانتی‌متر انتخاب شد. یک روز قبل از آزمایش بوسنجی، با استفاده از قلم موی (000) و به‌کمک استریومیکروسکوپ، کنه‌های ماده کامل که سن آنها ۲٤ تا ٤۸ ساعت بود، به روی دیسک برگی گیاه خیار در ظرف‌های پلکسی‌گلاس هشت ضلعی به قطر ۱۱ سانتی‌متر و ارتفاع چهار سانتی‌متر که جهت تهویه در دهانه ظرف سوراخی به قطر هفت و نیم سانتی‌متر (۷/۵ سانتی‌متر) ایجاد و توسط توری ارگانزا ۱۲۰ مش پوشانده شده بود منتقل شد. در هر ظرف حداقل ۱۵۰ کنه ماده کامل هم‌سن قرار داده شد. پس از تهیه غلظت موردنظر از جدایه‌ی TV از قارچ بیمارگر *B. bassiana* (10^{7} کنیدی بر میلی‌لیتر) مقدار ۱۵۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون قارچ با استفاده از برج پاشش در چهار بازه زمانی، پاشش قارچ روی دیسک‌های برگی در نظر گرفته شده صورت گرفت (صفر، ۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت). در پایان، توانایی سن شکارگر *O. niger* در تشخیص مناسب‌ترین مکان برای تغذیه و جهت‌گیری آن‌ها به سمت مواد فرّار متصاعد از کنه آلوده به قارچ و کنه سالم در هفت آزمایش متفاوت، با استفاده از لوله بوسنج با لحاظ منابعی که جریان هوا را به سمت بازوهای لوله هدایت می‌کردند بررسی شد. برای آنجام آزمایش‌ها از حشرات کامل سن ماده شکارگر هم‌سن (شش روزه به‌دلیل نیاز غذایی بالا) استفاده شد. ۱۲ ساعت قبل از انجام آزمون به سن‌های شکارگر در محیط فاقد غذا گرسنگی داده شد. در دوره گرسنگی فقط یک قطعه غلاف لوبیا سبز برای تأمین آب مورد نیاز حشره در ظرف قرار داشت.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آزمون نکویی برازش (G- test) یا (Goodness of fit) در برنامه اکسل استفاده شد (Sokal and Rohlf, 1995).

نتایج

آزمایش‌های بوسنجی سن شکارگر *O. niger* در هفت آزمون صورت گرفت و نتایج به‌دست آمده براساس تحقیقات قبلی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج حاصل از واکنش سن شکارگر *O. niger* به مواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار سالم در مقایسه با هوای پاک مشاهده شد که ٤۱ سن شکارگر معادل ۹۱ درصد به‌سمت یکی از دو بازو جلب شدند (٤۱ سن شکارگر از ٤۵ سن شکارگر مورد استفاده در آزمایش). میزان رجحان شکارگر در این آزمایش بوسنجی نشان می‌دهد، ٦۳/۳ درصد از شکارگر ها به سمت بازویی که به گیاهان خیار سالم منتهی می‌شد جلب شده و ۳٦/۷ درصد از سن‌های شکارگر به سمت بازویی تمایل داشتند که به هوای پاک منتهی می‌شد (جدول ۱– I). با توجه به این که مقدار P برابر با ۰/۰۰۱ شد بین سن‌های شکارگری که هر یک از دو بازو را انتخاب کردند، تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P = 0.001$). این

مشاهدات را می‌توان این‌طور توجیه کرد که گیاه میزبان برای سن شکارگر قابل شناسایی است و در مقابل بازویی که هوای پاک وجود دارد به بازوی حاوی گیاه میزبان جلب می‌شود (جدول ۱– II).

نتایج حاصل از واکنش سن شکارگر *O. niger* به مواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای در مقایسه با گیاهان خیار سالم نشان داد که ۳۲ سن شکارگر معادل ۷۱ درصد به‌سمت یکی از دو بازو جلب شدند. میزان رجحان سن شکارگر در این آزمایش بوسنجی نشان می‌دهد، ٦٥/٦ درصد از شکارگرها به‌سمت بازویی که به گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای منتهی می‌شد جلب شد. ٣٤/٤ درصد از سن‌های شکارگر به‌سمت بازویی تمایل داشتند که به گیاهان خیار سالم منتهی می‌شد (جدول ۲– I). با توجه به این‌که مقدار P برابر با ۰/۰۱ شد بین سن‌های شکارگری که هر یک از دو بازو را انتخاب کردند، تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P = 0.01$)، این مشاهدات را می‌توان این‌طور توجیه کرد که از نظر سن کاوشگر، بازویی که به پچ حاوی شکار (کنه تارتن دولکه‌ای) منتهی می‌شود برای شکارگر جلب کننده‌تر از بازویی است که فقط گیاه خیار سالم قرار دارد (جدول ۲– II).

نتایج حاصل از واکنش سن شکارگر *O. niger* به مواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای در مقایسه با گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای تیمار شده با Tween 80 ۰/۰۲ درصد مشخص شد که ۳۷ شکارگر معادل۸۲ درصد به‌سمت یکی از دو بازو جلب شدند. میزان رجحان سن شکارگر در این آزمایش بوسنجی نشان می‌دهد، ٥٤ درصد از شکارگرها به‌سمت بازویی که به گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای منتهی می‌شد جلب شد. ٤٦ درصد از سن‌های شکارگر به‌سمت بازویی تمایل داشتند که به گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای تیمار شده با Tween 80 ۰/۰۲ درصد منتهی می‌شد (جدول ۳– I). با توجه به این‌که مقدار P برابر با ۰/۸ شد بین سن شکارگرها که هر یک از دو بازو را انتخاب کردند، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P = 0.8$). این نتایج را می‌توان این‌طور توجیه کرد که از نظر سن کاوشگر، هر دو پچ حاوی شکار از شرایط مناسبی برخوردارند (جدول ۳– II).

جدول ۱– نتایج آزمون بوسنج (I) و نتایج آزمون نیکویی برازش (II) حاصل از واکنش سن شکارگر *Orius niger* به مواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار سالم در مقایسه با هوای پاک.

Table 1. Results of olfactometer experiment (I) and Goodness of fit test of experiment (II), *Orius niger* response to the odours and volatile compounds from clean cucumber plants vs. clean air.

(I) Replication	non preference	Cucumber	clean air	total
1	1	9	5	15
2	1	10	4	15
3	2	10	3	15
(II) G-test	**df**		**G**	***P* value**
G_h	2		0.17	0.9
G_p	1		10.03	0.001
G_t	3		10.2	0. 01

جدول ۲- نتایج آزمون بوسنج (I) و نتایج آزمون نیکویی برازش (II) حاصل از واکنش سن شکارگر *Orius niger* به مواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای در مقایسه با گیاهان خیار سالم.

Table 2. Results of olfactometer experiment (I) and Goodness of fit test of experiment (II) *Orius niger* response to the odours and volatile compounds from cucumber plants with two-spotted spider mite vs. clean cucumber plants.

(I) Replication	non preference	Cucumber + two-spotted mite	Cucumber	Total
1	4	8	3	15
2	4	7	4	15
3	5	6	4	15

(II) G-test	df	G	*P* value
G_h	2	0.4	0.8
G_p	1	6.2	0. 01
G_t	3	6.6	0. 08

جدول ۳- نتایج آزمون بوسنج (I) و نتایج آزمون نیکویی برازش (II) حاصل از واکنش سن شکارگر *Orius niger* به مواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای در مقایسه با گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای تیمار شده با Tween 80 ۰/۰۲ درصد.

Table 3. Results of olfactometer experiment (I) and Goodness of fit test of experiment (II), *Orius niger* response to the odours and volatile compounds from cucumber plants with two-spotted spider mite vs. cucumber with two-spotted spider mite treated with Tween 80.

Replication (I)	non preference	Cucumber + two-spotted mite	cucumber + two-spotted mite+ Tween 80)	Total
1	3	7	5	15
2	2	7	6	15
3	3	6	6	15

G-test (II)	df	G	*P* value
G_h	2	0.17	0.9
G_p	1	0.07	0.8
G_t	3	0.24	0. 5

نتایج حاصل از واکنش سن شکارگر *O. niger* به مواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای در مقایسه با گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای تیمار شده با قارچ بیمارگر *B. bassiana* در بازه زمانی صفر ساعت پس از پاشش نشان داد، ٤٠ سن شکارگر(۸۹ درصد) به‌سمت یکی از دو بازو جلب شدند. میزان رجحان سن‌های شکارگر در این آزمایش بوسنجی نشان می‌دهد، ۵۰ درصد از شکارگرها به‌سمت هر کدام از بازوها جلب شدند (جدول ٤- I). با توجه به این که مقدار P برابر با ۰/٤ شد، بین سن‌های شکارگر که هر یک از دو بازو را انتخاب کردند، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P = 0.4$). این مشاهدات را این‌طور می توان توجیه کرد که از نظر سن کاوشگر، هر دو پچ حاوی شکار از شرایط مناسبی برخوردارند (جدول ٤- II).

نتایج حاصل از واکنش سن شکارگر *O. niger* به مواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای در مقایسه با گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای تیمار شده با قارچ بیمارگر *B. bassiana* در بازه زمانی ٢٤ ساعت پس از پاشش نشان داد، ٣٨ سن شکارگر معادل ٨٤/٤ درصد به‌سمت یکی از دو بازو جلب شدند. میزان رجحان سن شکارگر در این آزمایش بوسنجی نشان می‌دهد، ٥٤/١ درصد از شکارگرها به‌سمت بازویی که به گیاهان خیار حامل کنه سالم منتهی می‌شد جلب شد. ٤٥/٩ درصد از سن‌های شکارگر به‌سمت بازویی تمایل داشتند که به گیاهان خیار حامل کنه تیمار شده با قارچ بیمارگر در بازه زمانی ٢٤ ساعت منتهی می‌شد ((جدول ٥– I). با توجه به این‌که مقدار P برابر با ٠/٦٥ شد، بین سن‌های شکارگرکه هر یک از دو بازو را انتخاب کردند، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P = 0.65$). احتمالا در کلنی کنه تیمار شده با قارچ بیمارگر در بازه‌های زمانی ٢٤ ساعت، هنوز آلودگی قارچ در آن به‌حدی نرسیده است که کنه‌ها تولید مواد فرّاری کنند که برای شکارگر آنها بازدارنده باشد (جدول ٥– II).

نتایج حاصل از واکنش سن شکارگر *O. niger* به مواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای در مقایسه با گیاهان خیار حامل کنه دولکه‌ای تیمار شده با قارچ بیمارگر *B. bassiana* در بازه زمانی ٤٨ ساعت پس از پاشش نشان داد، ٤١ سن شکارگر معادل ٩١/١ درصد به‌سمت یکی از دو بازو جلب شدند. میزان رجحان سن شکارگر در این آزمایش بوسنجی نشان می‌دهد، ٥٨/٥ درصد از شکارگرها به سمت بازویی که به گیاهان خیار حامل کنه سالم منتهی می‌شد جلب شد. ٤١/٥درصد از سن‌های شکارگر به‌سمت بازویی تمایل داشتند که به گیاهان خیار حامل کنه دولکه‌ای تیمار شده با قارچ بیمارگر در بازه زمانی ٤٨ ساعت منتهی می‌شد (جدول ٦– I). با توجه به این‌که مقدار P برابر با ٠/٨ شد، بین سن‌های شکارگری که هر یک از دو بازو را انتخاب کردند، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P = 0.8$). این مشاهدات بیانگر آن است که از نظر شکارگر، هر دو پچ حاوی شکار، از شرایط مناسب برخوردارند. احتمالاً هنوز آلودگی قارچ در آن به‌حدی نرسیده که کنه‌ها مواد فرّار اعلام خطر تولید کنند (جدول ٦– II).

نتایج حاصل از واکنش سن شکارگر *O. niger* به مواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای در مقایسه با گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای تیمار شده با قارچ بیمارگر *B. bassiana* در بازه زمانی ٧٢ ساعت پس از پاشش نشان داد، ٤١ سن شکارگرمعادل ٩١/١ درصد به‌سمت یکی از دو بازو جلب شدند. میزان رجحان سن شکارگر در این آزمایش بوسنجی نشان می‌دهد، ٨٠/٥ درصد از شکارگر ها به‌سمت بازویی که به گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای منتهی می‌شد جلب شد. ١٩/٥ درصد از سن‌های شکارگر به‌سمت بازویی تمایل داشتند که به گیاهان خیار حامل کنه دولکه‌ای تیمار شده با قارچ بیمارگر در بازه زمانی ٧٢ ساعت منتهی می‌شد (جدول ٧– I). با توجه به این‌که مقدار P برابر با ٠/٠٠٠٤ شد، بین سن‌های شکارگرکه هر یک از دو بازو را انتخاب کردند، تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P = 0.0004$). این مشاهدات را می‌توان این‌طور توجیه کرد که احتمالا کنه‌های تارتن دولکه‌ای تیمار شده با قارچ، در اثر بیماری ایجاد شده در خود تولید فرومون اعلام خطر می‌کنند که این فرومون برای شکارگر قابل شناسایی است. سن شکارگر از رفتن به پچ حاوی شکار تحت خطر، جلوگیری می‌کند (جدول ٧– II).

جدول ٤- نتایج آزمون بوسنج (I) و نتایج آزمون نیکویی برازش (II) حاصل از واکنش سن شکارگر *O. niger* به مواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای در مقایسه با گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای تیمار شده با قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana* در بازه زمانی صفر ساعت پس از پاشش.

Table 4. Results of olfactometer experiment (I) and Goodness of fit test of experiment (II), *Orius niger* response to the odours and volatile compounds from cucumber plants with two-spotted spider mite vs. cucumber with two-spotted spider mite treated with fungus *Beauveria bassiana* (0 h after spraying).

Replication (I)	non preference	Cucumber + two-spotted mite	cucumber + two-spotted mite+ fungus(0 h)	Total
1	2	7	6	15
2	1	7	7	15
3	2	6	7	15

G-test (II)	df	G	*P* value
G_h	2	0.15	0.9
G_p	1	0.62	0.4
G_t	3	0.77	0. 8

جدول ٥- نتایج آزمون بوسنج (I) و نتایج آزمون نیکویی برازش (II) حاصل از واکنش سن شکارگر *Orius niger* به مواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای در مقایسه با گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای تیمار شده با قارچ بیمارگر *Beauveri bassiana* در بازه زمانی ٢٤ ساعت پس از پاشش.

Table 5. Results of olfactometer experiment (I) and Goodness of fit test of experiment (II), *Orius niger* response to the odours and volatile compounds from cucumber plants with two-spotted spider mite vs. cucumber with two-spotted spider mite which treated with fungus *Beauveria bassiana* (24h after spraying).

Replication (I)	non preference	Cucumber + two-spotted mite	cucumber + two-spotted mite+ fungus(24 h)	Total
1	2	7	6	15
2	3	7	5	15
3	2	6	7	15

G-test (II)	df	G	*P* value
G_h	2	0.38	0.83
G_p	1	0.20	0.65
G_t	3	0.58	0.90

جدول ٦- نتایج آزمون بوسنج (I) و نتایج آزمون نیکویی برازش (II) حاصل از واکنش سن شکارگر *Orius niger* به مواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای در مقایسه با گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای تیمار شده با قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana* در بازه زمانی ٤٨ ساعت پس از پاشش.

Table 6. Results of olfactometer experiment (I) and Goodness of fit test of experiment (II), *Orius niger* response to the odours and volatile compounds from cucumber plants with two-spotted spider mite vs. cucumber with two-spotted spider mite treated with fungus *Beauveria bassiana* (48h after spraying).

Replication (I)	non preference	Cucumber + two-spotted mite	cucumber + two-spotted mite+ fungus(48 h)	Total
1	2	7	6	15
2	1	9	5	15
3	1	8	6	15

G-test (II)	df	G	*P* value
G_h	2	0.32	0.7
G_p	1	0.08	0.8
G_t	3	0.4	0. 9

جدول ۷- نتایج آزمون بوسنج (I) و نتایج آزمون نیکویی برازش (II) حاصل از واکنش سن شکارگر *Orius niger* به مـواد فرّار بویایی حاصل از گیاهان خیار حامل کنه تارتن دولکه‌ای در مقایسه بـا گیاهـان خیـار حامـل کنـه تـارتن دولکه‌ای تیمار شده با قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana* در بازه زمانی ۷۲ ساعت پس از پاشش.

Table 7. Results of olfactometer experiment (I) and Goodness of fit test of experiment (II), *Orius niger* response to the odours and volatile compounds from cucumber plants with two-spotted spider mite vs. cucumber with two-spotted spider mite which treated with fungus *Beauveria bassiana* (72h after spraying).

Replication (I)	non preference	Cucumber + two-spotted mite	cucumber + two-spotted mite+ fungus fungus(72h)	Total
1	1	11	3	15
2	1	12	2	15
3	2	10	3	15

G-test (II)	df	G	*P* value
G_h	2	0.4	0.4
G_p	1	12.4	0.0004
G_t	3	12.8	0. 005

بحث

در آزمایش‌هایی که با استفاده از دستگاه بوسنج انجام شد، مشخص شد که حضور توام کنه تارتن دولکه‌ای و قارچ بیمارگر روی گیاه خیار در انتهای هر یک از بازوها، در بازوی حاوی کنه تیمار شده با قارچ بیمارگر وجود یک پچ با احتمال خطر را به سن‌های شکارگر القاء کرد. سن‌های شکارگر برای مقابله با هر گونه تأثیر منفی احتمالی از جانب عواملی که نقش رقیب را داشته باشد قادر است به‌صورت رفتار پرهیز واکنش نشان دهد. نتایج این پژوهش با تحقیقات Seiedy *et al*. (2013) که کنه شکارگر *P. persimilis* به بوهای القایی گیاه خیار آلوده به کنه تارتن دولکه‌ای در مقابل گیاه خیار آلوده به کنه دولکه‌ای تیمار شده با قارچ *B. bassiana* در بازه زمانی ٤٨ و ٧٢ ساعت اختلاف معنی‌دار نشان داد و از رفتن به بازوی حاوی کنه دولکه‌ای تیمار شده با قارچ *B. bassiana* در بازه زمانی ٤٨ و ٧٢ اجتناب نمود، با در نظر گرفتن تفاوت موجود در جدایه قارچ بیمارگر و نوع شکارگر مطابقت دارد. هم‌چنین با نتایج مطالعات Seiedy *et al*. (2015) که کفشدوزک شکارگر *H. variegata* به بوهای القایی گیاه باقلا آلوده به شته سیاه باقلا *A. fabae* تیمار شده با Tween 80 ۰/۰۲ درصد در مقابل گیاه باقلا آلوده به شته سیاه باقلای تیمار شده با قارچ*B. bassiana* در بازه زمانی ٢٤، ٤٨ و ٧٢ ساعت اختلاف معنی‌دار در انتخاب بازوی توسط شکارگر مشاهده شد، مطابقت دارد. آزمایش‌های انجام شده نشان دادند که شکارگرها به سراغ پچ‌هایی که از مدت زمان آلودگی آنها به قارچ بیمارگر زمان زیادی می‌گذرد، جلب نمی‌شوند. نقش رایحه‌های القایی گیاه در این برهم‌کنش‌ها متناسب با رژیم غذایی دشمنان طبیعی و طعمه آنها می‌تواند متفاوت باشد که با تحقیقات Vet & Dicke (1992) مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد این رفتار مزایایی را برای سن‌های کاوشگر که به‌علت گرسنگی پیش از آزمایش به دنبال غذا و نیز مکان مناسب برای تخم‌ریزی است در برداشته باشد. اول این که از بروز رقابت بین شکارگر و قارچ بیمارگر پیشگیری می‌کند. دوم این‌که از نظر سن‌های شکارگر، پچ حاوی شکار تحت خطر، از شرایط چندان مناسبی (حداقل در طولانی مدت و پس

از رفع نیازهای آنی) حکایت نمی‌کند. وجود بیمارگر موجود در پچ‌های آلوده، کنه تارتن دو لکه‌ای را وادار به تولید فرومون می‌کند که از حضور سایر کنه‌های تارتن در محل جلوگیری کند (Cory & Hoover, 2006). مواد شیمیایی فرّاری را که واکنش‌های پرهیز را در سن‌های شکارگر سبب می شوند را هم می‌توان به کنه گیاه خوار آلوده به قارچ و هم به گیاه میزبان نسبت داد. گیاه‌خوار آلوده به قارچ، فرومون‌های هشداردهنده‌ای (فرومون اعلام خطر) به‌منظور آگاه‌سازی گیاه‌خواران هم‌گونه در ارتباط با وجود خطر (قارچ) تولید می‌کند. در اثر گذشت زمان و ارتباط تخصصی تغذیه‌ای که بین سن‌های شکارگر و کنه تارتن دولکه‌ای به‌وجود آمده، این فرومون اعلام خطر برای سن‌های شکارگر قابل شناسایی شده و با دریافت و درک این فرومون، از پچ‌های احتمال خطر دوری کند (Chouvenc *et al*., 2008) . نتایج این تحقیق با مطالعات Meyling *et al*. (2006) که دریافتند سن‌های شکارگر *Anthocoris nemoram* به‌عنوان شکارگر عمومی شته‌ها از سطوح برگ آلوده به قارچ بیمارگر *B.bassiana* اجتناب کرده و از تماس با اجساد شته‌های آلوده به قارچ بیمارگر *B.bassiana* خودداری می‌کند هم‌چنین با تحقیقات Ormond (2007) که کفشدوزک هفت نقطه‌ای *Coccinella septempunctata* قارچ بیمارگر *B.bassiana* را هم در خاک و هم در روی برگ گیاه و گیاه‌خوار تشخیص می‌دهد و از آن دوری می‌کند، مطابقت دارد. در این پژوهش سن‌های شکارگر نشان دادند قابلیت تشخیص عامل بیمارگر را در محیط دارا می‌باشند و با افزایش زمان آلودگی کنه‌های تارتن به قارچ رفتار پرهیز سن شکارگر نسبت به این کنه‌های تیمار شده افزایش پیدا می‌کند که با نتایج تحقیق Baverstock *et al*. (2009) مطابقت دارد. دلیل عدم تمایل سن‌های شکارگر به بازه‌های زمانی بالاتر را می‌توان در زمان کافی برای رشد قارچ بیمارگر و تشخیص احتمالی سن‌های شکارگر برای جلوگیری از رقابت بین قارچ و شکارگر دانست که با تحقیقات محققین قبلی مطابقت دارد (Sullivan & Berisford, 2004; Baverstock *et al*., 2009). اگرچه ذکر دقیق دلایل و سازوکارهای نتایج این پژوهش، نیازمند انجام آزمایش‌های جداگانه‌ای است که به پژوهش‌های آینده واگذار می‌شود.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از آزمایشگاه اکولوژی و رفتارشناسی کنه‌ها در گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران و هم‌چنین خانم دکتر آزاده زاهدی گلپایگانی به‌خاطر کمک‌ها و رهنمودهای ارزشمند ایشان در انجام این پژوهش قدردانی می‌کنند.

منابع

Baverstock, J., Clark, S. J., Alderson, P. G. & Pell, J. K. (2009) Intraguild interactions between the entomopathogenic fungus *Pandora neoaphidis* and an aphid predator and parasitoid at the population scale. *Journal of Invertebrate Pathology* 102, 167-172.

Carnero, A., Pena, M. A., Perez-Padron, F., Garrid, W. C. & Hernandez Garcia, M. (1993) Bionomics of *Orius albidipennis* and *Orius limbatus*. *IOBC/WPRS Bulletin* 16, 27-30.

Charnley, A. K. (2003) Fungal pathogens of insects: cuticle degrading enzymes and toxins. *Advances in Botanical Research* 40, 241-321.

Chouvenc, T., Su, N. Y. & Elliott, M. L. (2008) Interaction between the subterranean termite *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae) and the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* in foraging arenas. *Journal of Economic Entomology* 101, 885-893.

Cory, J. S. & Hoover, K. (2006) Plant-mediated effects in insectpathogen interactions. *Trends in Ecology and Evolution* 21, 278-286.

Dicke, M. & Sabelis, M. W. (1988) Infochemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds?. *Functional Ecology* 2, 131-139.

Dicke, M. & van Loon, J. J. A. (2000) Multitrophic effects of herbirore induced Plant Volatiles in an erolutionary context. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 17, 237-249.

Faldt, J., Jonsell, M., Nordlander, G. & Borg-Karlson, A. K. (1999) Volatiles of bracket fungi *Fomitopsis pinicola* and *Fomes fomentarius* and their functions as insect attractants. *Journal of Chemical Eeology* 25, 567-590.

Goettel, M. S., Hajek, A. E., Siegel, J. P. & Evans, H. C. (2001) Safety of fungal biocontrol agents. pp. 347-375 in Butt, T. M., Jackson, C.W. & Magan, N. (Eds), Fungal as biocontrol agents. 401 pp. CAB International, Wallingford, London, UK.

Hazan, A., Gerson ,U. & Tahori, A. S. (1974) Spider mite webbing1. The production of webbing under various environmental conditions. *Acarologia* 16 (1), 68-84.

Inglis, G. D., Goettel, M. S., Butt, T. M. & Strasser, H. (2001) Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests. pp. 27-69 in Butt, T. M., Jackson, C. & Magan, N. (Eds) Fungi as biocontrol agents. 401 pp. CABI, International, Wallingford, London, UK.

Legaspi, J. C., Poprawski, T. J. & Legaspi, B. C. (2000) Laboratory and field evaluation of *Beauveria bassiana* against sugarcane stalk borers (Lepidoptera: Pyralidae) in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *Journal of Economic Entomology* 93 (1), 54-59.

Madadi, H. (1999) Investigation on identification the species of genus *Orius* Wolf (Het.: Anthocoridae) in cucumber fields in Karaj and possiblity of their rearing. Msc., thesis Tehran Univ. Karaj, Iran. PP. 112. [In Persian].

Maniania, N., Bugeme, D., Wekesa, V., Delalibera, I. & Knapp, M. (2008) Role of entomopathogenic fungi in the control of *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), pests of horticultural crops. *Experimental and Applied Acarology* 46, 259-274**.**

Meyling, N. V., Pell, J. K. & Eilenberg, J. (2006) Dispersal of *Beauveria bassiana* by the activity of nettle insects predator. *Journal of Invertebrate Pathology* 93, 121-126.

Nordlund, D. A. (1981) Semiochemicals: A Review of the Terminology. pp. 13-28in Nordlund, D. A. R. L. & Lewis W. J. (Eds). Semiochemicals: Their Role in Pest Management, Wiley, New York.

Ormond, E. (2007) The overwintering interactions of the seven spot ladybird (*Coccinella septempunctata*) and the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*.Ph. D. thesis, Anglia Ruskin University, Cambridge.

Price, P. W., Bouton, C. E., Gross, P., McPheron, B. A., Thompson, J. N. & Weis, A. E. (1980) Interactions among three trophic levels: Influencce of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annual Review of Entomology* 11, 41-65.

Romeis, J. & Zebitz, C. P. W. (1997) Searching behaviour of *Encarsia formosa* as mediated by colour and honeydew. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 82, 299-309.

Roy, H. E., Steinkraus, D., Eilenberg, E., Hajek, A. & Pell, J. K. (2006) Bizarre interactions and endgames: Entomopathogenic fungi and their arthropod hosts. *Annual review of Entomology* 51, 331-367.

Seiedy, M., Heydari, S. & Tork, M. (2015) Orientation of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) to healthy and *Beauveria bassiana*-infected *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae) in an olfactometer system. *Turkish Journal of Zoology* 39, 53-58.

Seiedy, M., Saboori, A. R. & Zahedi-Golpayegani, A. (2013) Olfactory response of Phytoseiulus persimilis (Acari:Phytoseiidae) to untreated and Beauveria bassianatreated *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* 60, 219-227.

Schowalter, T. D. (2000) Insect ecology an ecosystem approach. 1st. ed. Academic press, 483 pp.

Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. (1995) Biometry. New York, NY, USA: W.H. Freeman and Company.

Sullivan, B. T. & 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.

Turlings, T. C. J., Tumlinson, J. H., Heath, R. R., Provcaux, A. T. & Doolittle, R. E. (1991) Isolation and identification of allelochemicals that attract the laval parasitoid, *Cotesia marginiventris* (Cresson), to the microhabitat of one of its hosts. *Journal of Chemical Ecology* 17, 2235-2257.

Van den Meiracker, R. A. F. (1999) Biocontrol of western flower thrips by heteropteran bugs. Ph.D. thesis, Amsterdam, The Netherlands.147 pp.

Vet, L. E. M., van Lenteren, J. C., Heymanns, M. & Meelis, E. (1983) An airflow olfactometer for measuring olfactory responses of hymenopterous parasitoids and other small insects. *Physiological Entomology* 8, 97-106.

Vet, L. E. M. & Dicke, M. (1992) Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annual Review of Entomology* 37, 141-172.