

**تأثیر گیاه میزبان بر کشندگی قارچ *Beauveria bassiana* روی کنه تارتن دولکه‌ای،
Orius niger و سن شکارگر *Tetranychus urticae***

۱. علی اصغر کوثری؛ ۲. احد صحراگرد؛ ۳. رضا طلایی حسنلوی*
۱ و ۲. دانشجوی دکتری و استاد، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان
۳. استاد، گروه گیاه‌پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۲)

چکیده

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی گیاه میزبان می‌تواند بر کشندگی عوامل میکروبی روی آفت هدف و دشمنان طبیعی آن تأثیرگذار باشد. در پژوهش حاضر، کشندگی جدایه TV از قارچ *B. bassiana* در غلظت ۱۰۷ کنیدی در میلی‌لیتر با برج پاشش علیه کنه‌های ماده بالغ روی گوجه‌فرنگی، خیار و توت‌فرنگی هر کدام در پنج تکرار مورد بررسی قرار گرفت. شاهد نیز با همان شرایط بدون پاشش قارچ در نظر گرفته شد. در مرحله بعدی، حساسیت سن شکارگر *O. niger* به قارچ بیمارگر با غلظت ۱۰۷ کنیدی در میلی‌لیتر با پاشش روی ماده‌های بالغ و پوره‌های سن پنجم هر کدام در پنج تکرار روی این سه گیاه تعیین شد. اجرای هر دو گروه از آزمون‌ها بر مبنای طرح کاملاً تصادفی بود. نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد قارچ روی کنه *T. urticae* تحت تأثیر سه گیاه دارای اختلاف معنی‌دار است. به طوری که بیمارگری قارچ روی گیاه خیار با میانگین ۶۳ درصد برای کنه‌ها بیش‌تر از تلفات ایجاد شده روی گوجه‌فرنگی با میانگین مرگ ۵۷ درصد می‌باشد. میانگین درصد مرگ‌ومیر ایجاد شده روی توت‌فرنگی (۵۰ درصد) نسبت به دو گیاه دیگر به طور معنی‌داری کمتر بود. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر همان سه گیاه میزبان بر میزان کشندگی قارچ روی افراد بالغ سن شکارگر و پوره‌های سن پنجم با هم اختلاف معنی‌دار ندارند. نتایج این پژوهش نشان داد، جدایه مورد استفاده، توانایی کشندگی خوبی روی جمعیت کنه داشته و نیز حصول نتیجه کنترلی مناسب قارچ علیه یک آفت روی یک گیاه میزبان، لزوماً به منزله اثربخشی آن عامل علیه همان گونه هدف روی گیاه دیگر نیست.

کلیدواژه‌گان: کنه تارتن دولکه‌ای، گوجه‌فرنگی، خیار، توت‌فرنگی، دشمنان طبیعی.

Effect of host plant on the virulence of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against *Tetranychus urticae* and predatory bug *Orius niger*

Ali Asghar Kosari¹, Ahad Sahragard² and Reza Talaei-Hassanloui^{3*}

1, 2. Ph.D. Student and Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Professor, Department of Plant Protection, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Mar. 11, 2016 - Accepted: Sep. 12, 2016)

ABSTRACT

As the host plants based on their physical and chemical characteristics can affect virulence of microbial control agents on the target pest and its natural enemies, therefore in the current study, the virulence of *Beauveria bassiana* TV isolate at concentration 10⁷ conidia/ml was evaluated against *T. urticae* female adults, on three different host plants; tomato, cucumber and strawberry. Spray tower method with five replications was used in this research. In control, the spider mites were not treated by *B. bassiana*. Afterward, the sensitivity of fifth instar nymphs and six-day olds adult females of predatory bug, *O. niger* was investigated to the fungus at concentration of 10⁷ conidia/ml on these three host plants with five replications. The experiments were conducted in a completely randomized design. Variance analysis revealed that the effect of this isolate was different statistically against *T. urticae* on three plants. Mean comparisons using F-LSD demonstrated that the highest mortality of mites with 63% was observed on cucumber compared to tomato and strawberry which were 57% and 50%, respectively. Based on the results, these three host plants did not affect the virulence of isolate TV on *O. niger* female adults and nymphs. Our findings showed, isolate TV is highly toxic to spider mite population tested in laboratory. Also, obtaining a good control result for a biological agent against a particular pest on a specific host plant, does not necessarily mean that the agent is effective on the same target pest but different host plant.

Keywords: cucumber, natural enemies, strawberry, tomato, two-spotted spider mite.

مقدمه

گیاه‌خواران است. گیاهان به روش‌های پیچیده‌ای با گیاه‌خواران و دشمنان طبیعی آن‌ها برهم‌کنش دارند (Skirvin and Fenlon 2001). دستکاری این برهم‌کنش‌ها ممکن است به کنترل بهتر آفت و کاهش مصرف آفت‌کش‌ها منجر شود (Agrawal 2000). ویژگی‌های گیاهان ممکن است گیاه‌خواران، دشمنان طبیعی و برهم‌کنش‌های بین آن‌ها را با اثر مستقیم و یا غیر مستقیم بر گیاه‌خواران، دشمنان طبیعی و یا هر دو تغییر دهند (Price et al. 1980). این ویژگی‌ها ممکن است شیمیایی، فیزیکی و یا ترکیبی از هر دو باشد (Price et al. 1980). در زمینه گیاه میزبان روی حساسیت سطوح تغذیه‌ای تاکنون تحقیقاتی صورت گرفته است، با این حال نیاز است که اثرات گیاه به عنوان یکی از اجزای اصلی در این گونه مطالعات سه سطحی بیشتر بررسی شود (Cedola et al. 2001). بررسی اثر میزبان گیاهی بر حساسیت شته لوبیا چشم بلبلی (*Aphis craccivora* Koch (Hem.: Aphididae) به قارچ بیمارگر حشرات *B. bassiana* نشان داد که شته‌هایی که از سه وارپته مختلف لوبیا (لوبیای چیتی، لوبیا قرمز و لوبیا چشم بلبلی) تغذیه کردند، بیشترین تأثیر مطلوب قارچ بیمارگر برای کنترل جمعیت شته زمانی به دست آمد که شته‌ها روی گیاه لوبیا چیتی تغذیه کردند (Ezzatabadipoor et al. 2015). تحقیقات Ramoska and Todd (1985) نشان داد که سن *Blissus leucopterus* (Say) (Hem.: Lygaeidae) در صورت تغذیه از سورگوم و ذرت در مقایسه با زمانی که از گندم و جو تغذیه می‌کند نسبت به قارچ *B. bassiana* حساسیت متفاوتی دارد. در مطالعات Costa and Gaugler (1989) مشاهده شد که گیاهان گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی اثری در حساسیت *Leptinotarsa* *decemlineata* (Say) (Col.: Chrysomelidae) به قارچ *B. bassiana* ندارد. بررسی اثر گیاه میزبان در بیمارگری قارچ *Paecilomyces fumosoroseus* (Wise) روی پوره سفیدبالک *Trialeurodes vaporariorum* (Hom.: Aleyrodidae) نشان داد که قارچ بیمارگر روی گیاه خیار نسبت به گوجه‌فرنگی دارای قدرت کشندگی مؤثرتری است (Bolckmans et al. 1995). همچنین در آزمایش دیگر مشخص شد که

کنه تارتن دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) یکی از خسارت‌زاترین آفات کشاورزی در سیستم‌های زراعی، باغی و به‌ویژه گلخانه‌ای می‌باشد که با تغذیه از برگ‌ها باعث نابودی کلروفیل و کاهش سطح فعال فتوسنتزی گیاه می‌شود و در خسارت شدید ریزش برگ‌ها را نیز به همراه دارد (Gorman et al. 2001). مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی علاوه بر خطرات زیست محیطی و اثرات غیر هدف، به طور معمول سبب مقاومت کنه شده، از طرفی نگرانی عمومی در بالا رفتن بقایای آفت‌کش‌ها در محصولات را افزایش می‌دهد (Dagli and Tune 2001). سن‌های خانواده Anthocoridae از مهم‌ترین عوامل کنترل بیولوژیک آفات گلخانه می‌باشند که در تمام دنیا به شدت مورد توجه قرار دارند (Madadi 1999). سن *Orius niger* Wolff (Hem.: Anthocoridae) یک شکارگر عمومی با قدرت بالای شکارگری می‌باشد که در کنترل بیولوژیک آفات مختلف مورد توجه است (Baniamiri et al. 2006, Fathi and Nouri- Ganbalani 2010). گونه بومی *O. niger* با فراوانی بالا در مزارع یونجه و جالیز منطقه کرج وجود دارد (Madadi 1999). برای افزایش کارایی دشمنان طبیعی و انجام یک کنترل موفق می‌توان از تلفیق دو یا چند عامل بیولوژیک استفاده کرد. قارچ‌های بیمارگر این قابلیت را دارند که به عنوان عامل بیولوژیک همراه با سن‌های شکارگر *Orius* sp. برای کنترل تریپس پیاز مورد استفاده قرار گیرند، اما استفاده هم‌زمان از عوامل بیولوژیک ممکن است اثر افزایشی یا کاهش‌دهنده در کنترل آفت داشته باشد (Maniania et al. 2008, Pourian et al. 2010). قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) در آزمایشگاه و مزرعه روی تعداد زیادی از آفات مثل تریپس‌ها، سفیدبالک‌ها، کنه‌ها و شته‌ها آزمایش شده است (Legaspi et al. 2000, Pourian et al. 2010). نتایج موفقیت‌آمیز زیادی برای کاربردی کردن قارچ *B. bassiana* به عنوان عامل میکروبی در کنترل آفات وجود دارد (Inglis et al. 2001, Charnley 2003, Goettel et al. 2001). پوشش گیاهی یکی از عوامل اصلی مؤثر در زندگی تمام

میزان زیادی تحت تأثیر شرایط گیاه میزبان (لوبیا) است و همچنان که گیاه رو به زوال می‌رود، نرخ رشد کنه‌ها و تخم‌های گذاشته‌شده آنها کاهش و نرخ مرگ‌ومیر افزایش می‌یابد (Nachman and Zemek 2002). بروز حساسیت در حشرات توسط قارچ‌های بیمارگر به میزان کنیدی‌های دریافت شده برمی‌گردد و تا زمانی که تراکم کنیدی زیر آستانه آلودگی میزبان باشد به دلیل سازوکارهای مقاومتی حشره، حساسیت و آلوده‌سازی حشره میزبان صورت نمی‌گیرد (Hughes et al. 2004). پس از این که جدایه یا جدایه‌هایی از قارچ‌های بیمارگر، اثرات خوبی در کنترل آفت نشان دادند، آزمایش بی‌خطر بودن این جدایه‌ها روی حشرات غیر هدف یا دشمنان طبیعی ضروری به نظر می‌رسد (Dunkel and Jaronski, 2003). بر اساس تحقیقات (Sosa-Gomez et al. 1997) که مشاهده کردند، سن *Nezara viridula* L. (Hem.: Pentatomidae) در برابر آلودگی جدایه‌های قارچ *B. bassiana* خیلی مقاوم می‌باشند و به نظر می‌رسد این مقاومت مربوط به وجود ترکیبات ضد قارچی موجود در بخش مومی یا لیپیدی کوتیکول این حشرات باشد. اطلاعات کمی در مورد اثرات احتمالی بیمارگرها بر سن‌های شکارگر برای کاربرد ترکیبی آنها در برنامه‌های کنترل بیولوژیک وجود دارد (Pourian et al. 2010, Meyling et al. 2006, Van der Geest et al. 2000). این پژوهش با هدف، بررسی اثر سه گیاه میزبان خیار، توت فرنگی و گوجه فرنگی بر کشندگی قارچ بیمارگر *B. bassiana* روی کنه‌تارتن دولکه‌ای و سن شکارگر *O. niger* انجام شد، تا با شناخت برهم‌کنش‌های موجود در این سامانه، امکان کاربرد قارچ بیمارگر و سن شکارگر به صورت توأم در برنامه کنترل بیولوژیک کنه‌تارتن دولکه‌ای با توجه به اثر گیاه میزبان مشخص شود.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاهان، کنه و عوامل بیولوژیک

ابتدا گیاهان خیار رقم سوپر N3 (تولید شرکت HED آمریکا)، توت‌فرنگی رقم سلوا (Selva) و گوجه‌فرنگی رقم کومودورو (Comodoro) در گلخانه پژوهشی بخش حشره‌شناسی کشاورزی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران داخل گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۷ سانتی‌متر و

که پوره‌های *T. vaporariorum* در اثر تغذیه کردن از خیار نسبت به گوجه‌فرنگی به قارچ‌های *B. bassiana* و *P. fumosoroseus* حساس‌تر شده بودند (Poprawski et al. 2000). بررسی اثر میزبان‌های گیاهی مختلف شامل خیار، گوجه‌فرنگی، طالبی، فلفل‌سبز، سیب‌زمینی، بادنجان، کلم، پنبه و لوبیا را در حساسیت *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) نسبت به قارچ *B. bassiana* نشان داد که روی میزبان خیار بیشترین حساسیت را ایجاد کرده است (Santiago-Alvarez et al. 2009, Olleka et al. 2006). در مطالعه Seidy et al. (2010) روی قدرت کشندگی جدایه DEBI008 از قارچ *B. bassiana* در غلظت 10^8 کنیدی بر میلی‌لیتر در پاشش مستقیم بر کنه‌تارتن دولکه‌ای *T. urticae* روی گیاه خیار باعث ۷۴ درصد مرگ‌ومیر شد. همچنین همچنین بررسی (Seyed-Talebi et al. 2012) نشان داد جدایه EUT105 از قارچ *B. bassiana* در غلظت 10^7 کنیدی بر میلی‌لیتر روی کنه‌تارتن دولکه‌ای که از گیاه خیار تغذیه کرده بودند ۶۸ درصد مرگ‌ومیر ایجاد کرد. بر اساس تحقیقات (Arasteh et al. 2012)، مرگ پوره سن دوم سفیدبالک *B. tabaci* ناشی از یک جدایه ایرانی از قارچ *B. bassiana* پرورش‌یافته روی میزبان‌های پنبه، خیار و گوجه‌فرنگی متفاوت بود و بیشترین حساسیت روی میزبان خیار ایجاد شده است. مطالعات Vidal et al. (1998) نشان دادند که گوجه‌فرنگی، کلم و خیار باعث تفاوت در حساسیت سفیدبالک *B. argentifolii* (Bellows and Perring) به *P. fumosoroseus* نمی‌شود. در تحقیق دیگر مشاهده شد که گیاهان کلم چینی، کلزا و کلم‌گل هیچ تأثیری در حساسیت بید کلم نسبت به دو قارچ *B. bassiana* و *Metarhizium anisopliae* ایجاد نکردند (Mohammadi-Tabar et al. 2015). بر اساس تحقیقات (Gatarayih et al. 2009) کنه بالغ *T. urticae* حساس‌ترین مرحله زیستی از کنه تارتن به آلودگی قارچی است. از طرف دیگر مقایسه بین مقادیر LC_{50} به دست‌آمده نشان می‌دهد که کنه‌تارتن روی میزبان خیار حساسیت بیشتری نسبت به آلودگی قارچ داشته است. شرایط سنی گیاه میزبان نیز می‌تواند روی گیاه‌خواران مؤثر باشد به طوری که در پژوهشی مشاهده شد پویایی جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای به

شدند. بعد از گذشت ۱۵ تا ۲۰ روز اسپورزایی قارچ که به طور کامل انجام شد، در شرایط استریل زیر هود، قارچ از سطح کشت با اسکالپل جمع‌آوری و درون لوله فالكون محتوی ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل ریخته شد. سپس مقدار سه گرم مهره شیشه‌ای^۲ و یک میلی‌لیتر Tween80 ۰/۰۲ درصد اضافه و به مدت پنج دقیقه روی ورتکس^۳ قرار داده شد. بعد از ورتکس، حجم سوسپانسیون فوق 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^۴ زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی ۲۰X استفاده شد. بعد از تعیین غلظت سوسپانسیون محلول پایه^۵ حاصل شد، که با رقیق کردن غلظت‌های مورد نیاز تهیه شد.

زیست‌سنجی بررسی تأثیر گیاه میزبان بر حساسیت

کنه‌تارتن دولکه‌ای *T. urticae* به قارچ *B. bassiana*

این آزمایش به دو روش انجام شد، ابتدا مقدار ۱۵۰۰ میکرولیتر (۱/۵ میلی‌لیتر) از سوسپانسیون قارچ *B. bassiana* با استفاده از برج پاشش، روی دیسک‌های برگی هر سه گیاه میزبان پاشیده شد و سپس رهاسازی ۲۰ کنه تارتن دولکه‌ای ماده کامل صورت گرفت و اثر غیرمستقیم قارچ روی کنه مورد بررسی قرار گرفت. هدف از پاشش غیر مستقیم بررسی توانایی پیش‌گیرانه قارچ در کنترل آفت بود. در روش بعدی ابتدا ۲۰ کنه‌تارتن دولکه‌ای ماده روی دیسک‌های برگی هر سه گیاه میزبان رهاسازی و سپس مقدار ۱۵۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون قارچ به‌طور مستقیم با استفاده از برج پاشش روی هر واحد دیسک‌های برگی پاشیده شد و تأثیر مستقیم قارچ روی کنه‌تارتن دولکه‌ای ماده به مدت ۱۰ روز ثبت شد. در هر دو مرحله، پاشش قارچ با استفاده از برج پاشش با فشار پنج پوند بر اینچ مربع (lb/in^2) که معادل ۰/۳۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بود. نازل برج پاشش به قطر ۰/۲۵ میلی‌متر و ارتفاع

ارتفاع ۱۶ سانتی‌متر کاشته و نگهداری شدند. برای ایجاد کلنی کنه‌تارتن 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 بخش حشره‌شناسی کشاورزی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران روی هر سه گیاه میزبان به صورت مجزا تشکیل شد. در زمان انجام آزمایش‌ها، هم‌سن سازی درکلنی کنه‌ها روی هر سه گیاه خیار، توت‌فرنگی و گوجه‌فرنگی صورت گرفت. جمع‌آوری 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 و در مزارع یونجه با تور زدن صورت گرفت. محل جمع‌آوری سن شکارگر *O. niger*، مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در جاده محمدشهرکرج بود. سن‌های *Orius* جمع‌آوری شده قبل از انتقال به آزمایشگاه، به وسیله آسپیراتور^۱ 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 و در نهایت با تشریح پارامر حشرات نر تشخیص نهایی صورت گرفت (Linnavuori and Hosseini 2000). پرورش سن شکارگر مشابه روش Van den Meiracker (1999) داخل انکوباتور و در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری به نسبت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. 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 درگروه 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 پارافیلیم بسته شد و سپس ظروف پتری به انکوباتور در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد منتقل

2. Glass bead

3. Vortex

4. Hemocytometer (NEUBAUER IMPROVED, GERMANY)

5. Stock solution

1. Aspirator

تخمیریز حشره ماده با سطح گیاه میزبان آلوده به کنیدی‌های قارچ بیمارگر که بیشتر در معرض آلودگی قرار دارد انجام شد. هر کدام از تیمارها روی هر سه گیاه میزبان به صورت مجزا صورت گرفت. در این آزمایش اثر مستقیم قارچ روی سن شکارگر با زیست‌سنجی انفرادی بر پایه روش Dunkel and Jaronski (2003) با تغییراتی در ظرف پرورش و روش زیست‌سنجی انجام شد. واحد زیست‌سنجی مشابه قفس‌های تاشیرو و داخل هر واحد زیست‌سنجی از برگ گیاه میزبان استفاده شد. پاشش سوسپانسیون قارچ با استفاده از برج پاشش بود. تعداد حشره برای هر دو مرحله رشدی ۵۰ عدد در نظر گرفته شد. نگهداری نمونه‌های واحدهای زیست‌سنجی داخل انکوباتور در شرایط دمایی 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری به نسبت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. به مدت ۱۰ روز میزان تلفات، روزانه یادداشت شد. برای تغذیه سن شکارگر از کنه‌ی تارتن دولکه‌ای ماده هر دو روز یکبار استفاده شد. برای اثبات بیمارگری یا عدم بیمارگری جدایه قارچ *B. bassiana* ابتدا سن‌های مرده جمع‌آوری و ضدعفونی شدند. سن‌های مرده پس از ضدعفونی شدن (به ترتیب با هیپوکلریت سدیم سه درصد، دو دقیقه، اتانول ۹۶ درصد یک دقیقه و آب مقطر سترون یک دقیقه) به صورت جداگانه درون تشتک‌های پتری شش سانتی‌متری روی آگار یک درصد در شرایط ژرمیناتور قرار داده شدند. پس از پنج روز (حداکثر) سطح بدن سن‌ها با میسلیم سفیدرنگ پوشیده شد که با تهیه اسلاید میکروسکوپی گونه قارچ بیمارگر تایید شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش اثر سه گیاه میزبان متفاوت خیار، گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی بر میزان کشندگی جدایه بومی TV از قارچ *B. bassiana* روی کنه‌تارتن دولکه‌ای *T.urticae* و سن شکارگر *O. niger* مورد بررسی قرار گرفت. طرح آماری برای انجام آزمایشات بر اساس طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بود. از نرم‌افزار SYSTAT13 Version13 [Computer program] (2000) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. برای محاسبه میانگین مرگ‌ومیر ابتدا با استفاده از فرمول

پاشش ۶۰ سانتی‌متر بود. در این پژوهش در مرحله نخست، آزمون مقدماتی با غلظت‌های 10^5 ، 10^6 ، 10^7 و 10^8 کنیدی در میلی‌لیتر انجام شد و با توجه به نزدیکی نتایج مقدماتی غلظت 10^7 به LC_{50} قارچ *B. bassiana* در جدایه بومی TV، برای آزمایش اصلی غلظت 10^7 مورد استفاده قرار گرفت. برای شاهد Tween80/۰۲ درصد پاشش شد. برای بررسی کشندگی قارچ بیمارگر *B. bassiana* روی کنه‌تارتن دولکه‌ای از طرح قفس تاشیرو استفاده شد (Tashiro 1967). ابتدا یک شیشه به ضخامت ۶ میلی‌متر و به ابعاد 100×100 میلی‌متر تهیه کرده و روی آن با پنبه آغشته به آب مقطر پوشانده شد، سپس برگ سه گیاه میزبان روی آنها قرار داده شد. 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، روی سوراخ با توری ارگانزا ۱۲۰ مش پوشانده شد. برای اینکه توری روی شیشه بچسبد و فرار شکار میسر نباشد، شیشه سوم که دارای سوراخی به قطر ۳۵ میلی‌متر بود، روی آن قرار داده و سپس هر ۳ شیشه به وسیله گیره‌ای مخصوص، به هم فشرده شد. آزمایش در شرایط دمایی 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری به نسبت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. برای اثبات بیمارگری یا عدم بیمارگری جدایه قارچ *B. bassiana* ابتدا کنه‌های مرده جمع‌آوری و ضدعفونی شدند. کنه‌های مرده پس از ضدعفونی شدن (به ترتیب با هیپوکلریت سدیم سه درصد یک دقیقه، اتانول ۹۶ درصد یک دقیقه و آب مقطر سترون یک دقیقه) به صورت جداگانه درون تشتک‌های پتری شش سانتی‌متری روی آگار یک درصد در شرایط ژرمیناتور قرار داده شدند. پس از پنج روز (حداکثر) سطح بدن کنه‌ها با میسلیم سفیدرنگ پوشیده شد که با تهیه اسلاید میکروسکوپی گونه قارچ بیمارگر تایید شد.

بررسی اثر گیاه میزبان بر حساسیت سن شکارگر *O. niger* به قارچ *B. bassiana*

این آزمایش روی پوره سن پنچ و حشرات کامل ماده شکارگر شش روزه به دلیل نیاز غذایی بالا و تماس

با میانگین مرگ ۶۳ درصد برای کنه‌ها بیش‌تر از تلفات ایجاد شده روی گوجه‌فرنگی با میانگین مرگ ۵۷ درصد می‌باشد. میانگین درصد مرگ ایجاد شده روی توت‌فرنگی (۵۰ درصد) نسبت به دو گیاه دیگر به طور معنی‌داری کمتر بود (F -LSD test, $P < 0.0001$). در روش پاشش سوسپانسیون قارچ بیمارگر روی برگ سه گیاه میزبان و سپس رهاسازی کنه‌تارتن دولک‌های (اثر غیرمستقیم قارچ روی کنه)، میانگین مرگ کنه‌ها کمتر از هفت درصد بوده و اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای گیاهی مشاهده نشد ($F_{2,12} = 4.50$, $P \geq 0.05$). تجزیه داده‌های بررسی مقایسه‌ای اثر قارچ *B. bassiana* با دو روش مستقیم (تعبیر به پیشگیرانه) روی هر سه گیاه، نشان داد که این دو اثر روی هر سه گیاه گوجه‌فرنگی، خیار و توت‌فرنگی در مقایسه دو به دو دارای اختلاف معنی‌دار است (جدول ۱).

Schneider-Orelli's formula (Püntener, 1981) مرگ‌ومیر اصلاح‌شده محاسبه گردید و سپس برای مقایسه میانگین مرگ‌ومیر تیمارها از آزمون F -LSD استفاده شد و برای محاسبه LT_{50} نرم‌افزار Leora POLO-PC (1987) مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از بررسی تأثیر گیاه میزبان بر حساسیت کنه تارتن دولک‌های نسبت به جدایه TV از قارچ بیمارگر *B. bassiana* با روش پاشش مستقیم سوسپانسیون قارچ روی کنه، نشان داد که حساسیت کنه *T. urticae* به قارچی *B. bassiana* روی تیمارهای گیاهی اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($F_{2,12} = 17.55$, $P < 0.0001$). مقایسه میانگین تیمارها با آزمون F -LSD مشخص کرد که این اثر گیاه خیار

جدول ۱. میانگین (\pm SE) مرگ‌ومیر کنه *Tetranychus urticae* ماده کامل توسط قارچ *Beauveria bassiana* روی دیسک‌های برگ

سه گیاه گوجه‌فرنگی، خیار و توت‌فرنگی به دو روش پاشش مستقیم و غیرمستقیم

Table 1. Mean mortality (\pm SE) of *Tetranychus urticae* female adults direct and indirect praying with *Beauveria bassiana* on three different host plants (tomato, cucumber and strawberry)

Host plant	No. of Spray	Mean (\pm SE)	t	df	p-value
Tomato	I	56.9 (± 1.44)	25.605	8	<0.0001
	II	7.4 (± 1.29)			
Cucumber	I	62.5 (± 1.57)	24.370	8	<0.0001
	II	7.2 (± 1.63)			
Strawberry	I	49.9 (± 1.49)	23.887	8	<0.0001
	II	3.1 (± 1.26)			

I. پاشش قارچ بیمارگر روی دیسک برگ بعد از رهاسازی کنه تارتن دولک‌های ماده کامل (اثر مستقیم قارچ بر کنه تارتن دولک‌های).

II. پاشش قارچ بیمارگر روی دیسک برگ قبل از رهاسازی کنه تارتن دولک‌های ماده کامل (اثر غیرمستقیم قارچ بر کنه تارتن دولک‌های).

I. Spraying of fungus on leaf disk after mite release (direct effect on spider mite).

II. Spraying of fungus on leaf disk before mite release (in-direct effect on spider mite).

گیاه خیار کمتر از دو گیاه گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی است. مقدار LT_{50} روی دو گیاه گوجه‌فرنگی و خیار با هم اختلاف معنی‌دار نداشته ولی هر دو با مقدار آن روی توت‌فرنگی اختلاف معنی‌دار دارند (جدول ۲).

محاسبه و مقایسه مقادیر مدت زمان لازم برای کشندگی ۵۰ درصد (LT_{50}) قارچ بیمارگر *B. bassiana* در پاشش مستقیم روی کنه تارتن دولک‌های *T. urticae* روی برگ سه گیاه میزبان نشان داد که این مقدار روی

جدول ۲. مقادیر LT_{50} در پاشش مستقیم سوسپانسیون قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana* روی کنه‌تارتن دولک‌های *Tetranychus urticae*

روی برگ سه گیاه گوجه‌فرنگی، خیار و توت‌فرنگی

Table 2. The LT_{50} values of direct spraying with *Beauveria bassiana* for female adult stage of *Tetranychus urticae* on three different host plants (tomato, cucumber and strawberry)

Host plant	LT_{50}	Confidence Intervals (95%)		df	Slope	Chi-square
		Lower	Upper			
Strawberry	7.8	7.38	8.35	43	4.83 \pm 0.42	14.31
Cucumber	6.9	6.60	7.25	43	5.47 \pm 0.42	15.59
Tomato	7.2	6.84	7.57	43	5.20 \pm 0.41	25.60

معنی دار در سطح ۰.۹۵٪ می باشد. همین طور توانمندی نسبی قارچ بیمارگر روی گیاه خیار نسبت به گیاه توت فرنگی دارای اختلاف معنی دار در سطح ۰.۹۹٪ بود، ولی در مقایسه توانمندی نسبی دو گیاه خیار و گوجه فرنگی اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳).

در بررسی مقایسه ای توانمندی نسبی (Relative potencies) قارچ بیمارگر *B. bassiana* روی سه گیاه میزبان به صورت دو به دو، نتایج حاصل از آنالیز داده ها نشان داد که توانمندی نسبی قارچ بیمارگر روی گیاه گوجه فرنگی نسبت به گیاه توت فرنگی دارای اختلاف

جدول ۳. بررسی مقایسه ای توانمندی نسبی (Relative potencies) زهر آگینی قارچ *Beauveria bassiana* بر کنه تارتن دولکهای

Tetranychus urticae روی برگ سه گیاه گوجه فرنگی، خیار و توت فرنگی

Table 3. Comparison of relative potencies for the virulence values of entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* against the adult stage of *Tetranychus urticae* on three different host plants (tomato, cucumber and strawberry)

Host plant 1	Host plant 2	Slope	Relative potencies
Tomato	Strawberry	0.42±4.83	1.11 (1.03-1.18)*
Cucumber	Strawberry	0.42±5.47	1.07 (1.01-1.14)**
Tomato	Cucumber	0.41±5.2	0.97 (0.9-1.03) ^{ns}

ns: بدون اختلاف معنی دار، * و **: دارای اختلاف معنی دار با سطح اطمینان ۹۵ درصد و ۹۹ درصد.
ns: Not different statistically, *, **: Different statistically Confidence Intervals (%95) and (%99).

مرگومیر شد. همچنین با نتایج بررسی Seyed-Talebi *et al.* (2012) که جدایه EUT105 از قارچ *B. bassiana* در غلظت 10^7 کنیدی بر میلی لیتر روی کنه تارتن دولکهای که از گیاه خیار تغذیه کرده بودند ۶۸ درصد مرگومیر ایجاد کرده بود، مطابقت دارد. در پاشش مستقیم قارچ بر کنه *T. urticae* روی سه گیاه گوجه فرنگی، خیار و توت فرنگی به ترتیب با میانگین مرگ ۴۹/۵، ۵۵/۳ و ۴۶/۸ درصد برای کنه ها بیش تر از تلفات ایجاد شده در پاشش غیرمستقیم روی همان گیاهان بود. نتایج به دست آمده برای روش پاشش غیرمستقیم روی کنه بیانگر آن بود که دریافت کنیدی های قارچ با حرکت و جابجایی کنه ها روی برگ ها یا صورت نگرفته یا این که مقادیر دریافتی در حدی نبوده که باعث مرگ کنه ها شود. پاشش قارچ بیمارگر باید به صورت مستقیم بعد از مشاهده کنه ها صورت گیرد تا اثر کنترلی مطلوب و کارآمد داشته باشد، که با تحقیقات Hughes *et al.* (2004) که بیان نمودند ایجاد حساسیت در حشرات به وسیله قارچ های بیمارگر به میزان کنیدی های دریافت شده برمی گردد و تا زمانی که تراکم کنیدی ها زیر آستانه آلودگی میزبان باشد به دلیل سازوکارهای مقاومتی حشره، حساسیت و آلوده سازی حشره میزبان صورت نمی گیرد، مطابقت دارد. در بین سه گیاه میزبان، بالاترین اثر کشندگی روی گیاه خیار بود که با مطالعه Gatarayihya *et al.* (2009) که کنه تارتن روی میزبان خیار حساسیت بیشتری

نتایج حاصل از بررسی اثر سه گیاه میزبان بر حساسیت حشره کامل ماده و پوره سن پنجم سن شکارگر *O. niger* به جدایه TV از قارچ *B. bassiana* تفاوت معنی داری روی سه گیاه گوجه فرنگی، خیار و توت فرنگی مشاهده نشد ($F_{2,12} = 3.6, P \geq 0.05$).

بحث

در راستای مطالعات مربوط به استفاده توام از عوامل بیولوژیک و برخورد های احتمالی این عوامل روی یکدیگر، اثر جدایه TV از قارچ *B. bassiana* روی حشره کامل شش روزه و پوره سن پنجم سن شکارگر *O. niger* و کنه تارتن دولکهای *T. urticae* بررسی شد. پژوهش اخیر نشان داد که جدایه بومی TV از قارچ *B. bassiana* بیمارگری بالایی روی جمعیت کنه تارتن دولکهای ایجاد می کند. این جدایه در غلظت 10^7 کنیدی بر میلی لیتر در روش پاشش مستقیم کنیدی قارچ روی کنه دولکهای روی سه گیاه گوجه فرنگی، خیار و توت فرنگی بیش از ۵۰ درصد مرگومیر را ایجاد می کند. اثر سه گیاه مختلف روی درصد تلفات ناشی از کاربرد قارچ *B. bassiana* با هم دارای اختلاف معنی داری بود. و بیشترین مرگومیر روی گیاه خیار ایجاد شد که با مطالعه Seidy *et al.* (2010) روی قدرت کشندگی جدایه DEBI008 از قارچ *B. bassiana* در غلظت 10^8 کنیدی بر میلی لیتر در پاشش مستقیم بر کنه تارتن دولکهای *T. urticae* روی گیاه خیار که باعث ۷۴ درصد

می‌دهند، مطابقت دارد (Meyling and Pell 2006,) بر اساس تحقیقات (Dunkel and Jaronski, 2003). Sosa-Gomez *et al.* (1997) که مشاهده کردند، سن *Nezara viridula* L. (Hem.: Pentatomidae) آلودگی جدایه‌های قارچ *B. bassiana* خیلی مقاوم می‌باشند و این مقاومت به نظر می‌رسد مربوط به وجود ترکیبات ضد قارچی موجود در بخش مومی یا لیپیدی کوتیکول این حشرات باشد. چنین سازوکاری احتمالاً در سن‌های خانواده Anthocoridae نیز وجود داشته باشد که باعث کاهش اثر قارچ روی این شکارگرها شده است.

نتیجه‌گیر نهایی

جدایه مورد استفاده در این پژوهش، توانایی کشندگی خیلی خوبی روی جمعیت مورد استفاده از کنه تارتن دولکهای داشت. این جدایه از قارچ بیمارگر *B. bassiana* با دشمنان طبیعی به ویژه شکارگرها، سازگار است که این ویژگی نیز مطلوب بودن کاربرد قارچ‌های بیمارگر را در راستای برنامه مدیریت تلفیقی کنه تارتن دو لکه‌ای را نشان می‌دهد.

سپاسگزاری

از آزمایشگاه کنترل بیولوژیک و بخش حشره‌شناسی کشاورزی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران و آقای دکتر خلیل طالبی استاد گروه گیاه‌پزشکی به‌خاطر حمایت‌های آزمایشگاهی برای انجام این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌گردد.

نسبت به آلودگی قارچ داشته است، مطابقت دارد. به طور کلی آزمون آزمایشگاهی قارچ *B. bassiana* روی حشرات کامل ماده و پوره‌های سن پنجم شکارگر *O. niger* بیانگر تحمل نسبی شکارگر به قارچ روی هر سه گیاه گوجه‌فرنگی، خیار و توت‌فرنگی بود و نتایج به‌دست آمده با هم اختلاف معنی‌داری نداشت. طبق نتایج حاصل هر دو مرحله زیستی شکارگر (سن شکارگر بالغ و پوره سن پنجم) به یک میزان به قارچ حساسیت نشان دادند و بین دو مرحله زیستی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. با مقایسه اثر کشندگی قارچ مورد نظر روی سن شکارگر و کنه تارتن دولکهای این نتیجه حاصل شد که سن شکارگر نسبت به جدایه قارچ حساسیت خاصی نشان نمی‌دهد. سایر مطالعات انجام شده در زمینه بررسی اثر قارچ‌های بیمارگر حشرات روی سن‌های شکارگر نیز بیانگر آلودگی کم یا عدم آلودگی سن‌های Anthocoridae به قارچ‌های بیمارگر حشرات است (Meyling *et al.* 2006, Pourian *et al.* 2010a,) (Pourian *et al.* 2010b). در مجموع این نتیجه حاصل شد که شکارگر *O. niger* نسبت به قارچ *B. bassiana* دارای یک مقاومت نسبی می‌باشد و تقریباً در غلظت‌های بالا، تحت تأثیر قرار می‌گیرد. نتایج این پژوهش با مطالعات برخی از محققین روی زیست‌سنجی تعدادی از شکارگرهای خانواده Anthocoridae با قارچ‌های بیمارگر (در غلظت‌های توصیه‌شده مزرعه‌ای و در شرایط آزمایشگاهی) که مشاهده نمودند این حشرات با کاربرد قارچ‌های بیمارگر، آلوده نشده و مقاومت نسبی نشان

REFERENCES

- Agrawal A A (2000) Mechanisms, ecological consequences and agricultural implications of tritrophic interactions. *Current Opinion in Plant Biology* 3: 329-335.
- Arasteh S, Zarabi M, Ghajareh H, Talaie-Hassanloui R (2012) Effect of host plants on susceptibility of silver leaf whitefly *Bemisia argentifolii* Belows and Perring (Hem.: Aleyrodidae) on the virulence of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. National Conference on Modern Agricultural Sciences and Technologies, Zanjan, Iran. (in Persian)
- Baniameri V, Soleyman-nejadian E, Mohagheh J (2006) The predatory bug *Orius niger*: its biology and potential for controlling *Thrips tabaci* in Iran. *IOBC/wprs Bulletin* 29: 207-209.
- Bolckmans K, Sterk G, Eyal J, Sels B, Stepman W (1995) PreFeRal (*Paecilomyces fumosoroseus* (Wise) Brown and Smith, strain Apopka 97), a new microbiological insecticide for the biological control of whiteflies in greenhouses. *Med Fac Landbouww University Gent* 60: 719-724.
- Cedola CV, Sanches NE, Lilijesthorm GG (2001) Effect of tomato leaf hairiness on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 25: 819-831.
- Charnley AK (2003) Fungal pathogens of insects: cuticle degrading enzymes and toxins. *Advances in Botanical Research* 40: 241-321.

- Costa SD, Gaugler R** (1989) Influence of solanum host plants on Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) susceptibility to the entomopathogen *Beauveria bassiana*. *Environmental Entomology* 18: 531-536.
- Dagli F, Tunc I** (2001) Dicofol resistance in *Tetranychus cinnabarinus*: Resistance and stability of resistance in populations from Antalya, Turkey. *Pest Management Science* 57: 609-614.
- Dunkel FV, Jaronski DT** (2003) Development of a bioassay system for the predator *Xylocoris flavipes* (Reuter) and its use in subchronic toxicity/pathogenicity studies of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Strain GHA. *Journal of Economic Entomology* 96: 1045-1053.
- Ezzatabadipoor Z, Shirvani A, Rashki M** (2015) Effects of host plants on the susceptibility of Cowpea Aphid, *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae) to the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Ascomycota, Hypocreales). *Journal of Entomological Society of Iran* 35(1): 27-36.
- Fathi SAA, Nouri-Ganbalani G** (2010) Assessing the potential for biological control of potato field pests in Ardabil, Iran: functional responses of *Orius niger* (Wolf.) and *O. minutus* (L.) (Hemiptera: Anthocoridae). *Journal of Pest Science* 83: 47-52.
- Gatarayiha MC, Laing M, Miller R** (2009) Effects of adjuvant and conidial concentration on the efficacy of *Beauveria bassiana* for the control of the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Experimental and Applied Acarology* 50: 217-229.
- Gorman K, Hewitt F, Denholm L, Devine GJ** (2001) New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK. *Pest Management Science* 58: 123-130.
- Goettel MS, Hajec AE, Siegel JP, Evans HC** (2001) Safety of fungal biocontrol agents. In: Butt TM, Jackson CW, Magan N, (eds), *Fungi as biocontrol agents*. UK, CAB International. pp347-375.
- Hughes WOH, Petersen KS, Ugelvig IV, Pedersen D, Thomsen L, Poulsen M** (2004) Density-dependence and within-host competition in a Semelparous parasite of leaf-cutting ants. *BMC Evolutionary Biology* 4: 45.
- Inglis GD, Goettel MS, Butt TM, Strasser H** (2001) Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests. In: Butt TM, Jackson CW, Magan N (eds) *Fungi as Biocontrol Agents*. UK CABI International. PP23-70. Jaronski S, Lord J, Rosinska J, Bradley C, Hoelmer K, Simmons G, Osterlind R, Brown C, Staten R, Antilla L (1998) Effect of *Beauveria bassiana*-based mycoinsecticide on beneficial insects under field conditions. 1998 Brighton Conference. *Pest Disease* 3: 651-656.
- Legaspi JC, Poprawski TJ, Legaspi BC** (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.
- Leora S** (1987) *POLO-PC: a user's guide to probit or logit analysis*. Berkeley, CA, USA: Leora Software.
- Linnavuori, RE and Hosseini R** (2000) Hemiptera of Guilan (with remarks on species of the adjacent areas Part 1). 1th ed. PP 94. Guilan University Publication.
- Madadi H** (1999) Investigation on identification the species of genus *Orius* Wolf (Hem.: Anthocoridae) in cucumber fields in Karaj and possibility of their rearing. Msc. Thesis, University of Tehran, Karaj, Iran. 112pp. (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 NV, Pell JK** (2006) Detection and avoidance an entomopathogenic fungus by a generalist insect predator. *Ecological Entomology* 31: 162-171.
- Meyling NV, Pell JK, Eilenberg J** (2006) Dispersal of *Beauveria bassiana* by the activity of nettle insects predator. *Journal of Invertebrate Pathology* 93: 121-126.
- Mohammadi-Tabar H, Talaei-Hassanloui R, Allahyari H, Karimzadeh-Esfahani J, Ashouri A** (2015) Fertility life-table parameters of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae) on three host plants in the laboratory conditions. *Iranian Journal of Plant Protection* 46(2): 277-284. (in Persian)
- Nachman G, Zemek R** (2002) Interaction in a trophic acarine predator-prey metapopulation IV: effects of host plant condition on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* 26: 43-70.
- Olleka A, Mandour N, Ren Sh** (2009) Effect of host plant on susceptibility of whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales). *Biocontrol Science and Technology* 19(7): 717-727.
- Poprawski TJ, Greenberg SM, Ciomperlik MA** (2000) Effect of host plant on *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* induced mortality of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Environmental Entomology* 29: 1048-1053.

- Pourian HR, Talaei-Hassanlou R, Kharazi-Pakdel A** (2010a) A Laboratory Investigation on Virulence of *Metarhizium anisopliae* on the Onion Thrips, *Thrips tabaci* (Thys.: Thripidae) and its Predator, *Orius albidipennis* (Hem.: Anthocoridae). Journal of Entomological Society of Iran 30(1):15-32. (in Persian)
- Pourian HR, Talaei-Hassanlou R, Kosari AA, Ashouri A** (2010b) 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.
- Price PW, Bouton CE, Gross P, McPheron BA, Thompson JN, Weis AE** (1980) Interactions among three trophic levels: Influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. Annual Review of Entomology 11: 41-65.
- Püntener W**(1981) Manual for field trials in plant protection. 2nd edition. Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited.
- Ramoska WA, Todd T** (1985) Variation in efficacy and viability of *Beauveria bassiana* in the Chinch Bug (Hemiptera: Lygaeidae) as a result of feeding activity on selected host plants. Environmental Entomology 14: 146-148.
- Santiago-Alvarez C, Maranhao EA, Maranhao E, Quesada-Moraga E** (2006) Host plant influences pathogenicity of *Beauveria bassiana* to *Bemisia tabaci* and its sporulation on cadavers. BioControl 51: 519-532.
- Seiedy M, Saboori A, Allahyari H, Talaei-Hassanlou R, Tork M** (2010) Laboratory investigation on the virulence of two isolates of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against the two spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). International Journal of Acarology 36: 527-532.
- Seyed-Talebi F, Tork P, Dilmagani MR, Talaei-Hassanlou R** (2012) Potential synergism between *Beauveria bassiana* and ether-extract of *Ginkgo biloba* for control of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Journal of Crop Protection 1: 49-55.
- Sosa-Gomez DR, Bouclas D, Nation J** (1997) Attachment of *Metarhizium anisopliae* to southern green stink bug, *Nezara viridula*, cuticle and fungistatic effect of cuticular lipids aldehydes. Journal of Invertebrate Pathology 69: 31-39.
- SYSTAT Version13 [Computer program]** (2000) Chicago, IL: SPSS Science Marketing Department SPSS Inc.
- Skirvin DJ, Fenlon JS** (2001) Plant species modifies the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari : Phytoseiidae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): implications for biological control. Bulletin of Entomological Research 91: 61-67.
- Tashiro H** (1967) Self-watering acrylic for confining insects and mites on detached leaves. Journal of Economic Entomology 74: 213-213.
- Van den Meiracker RAF** (1999) Biocontrol of western flower thrips by heteropteran bugs. Ph.D. thesis, Amsterdam, The Netherlands. 147pp.
- Van der Geest LPS, Elliot SL, Breeuwer JAJ, Beerling EAM** (2000) Diseases of mites. Experimental and Applied Acarology 24: 497-560.
- Vidal C, Osborne LS, Lacey LA, Fragues J** (1998) Effect of host plant on the potential of *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for controlling the silver leaf whitefly, *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in greenhouses. Biological Control 12: 191-199.