تحقیقات آفات گیاهی
جلد ۲/شماره ۲/سال ۱۳۹۱

تاثیر قارچ *Lecanicillium longisporum* (Hypocreales: Clavicipitaceae) روی پارامترهای جدول زندگی زنبور پارازیتوئید *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae)

محمود فاضلی دینان*[۱]، رضا طلایی حسنلویی[۲]، حسین اللهیاری[۳]، عزیز خرازی پاکدل[۴]، سید حسین گلدانساز[۵]

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار، دانشیار، استاد و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۳۱)

چکیده

تاثیر قارچ *Lecanicillium longisporum* روی توان تولیدمثلی زنبور پارازیتوئید *Encarsia formosa* در شرایط آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار گرفت. آلودگی قارچی با پاشش غلظت $۱۰^{۵}$ × ۹/۵ کنیدی در میلی‌لیتر روی پوره سن سوم سفیدبالک گلخانه ایجاد شد و در چهار بازه زمانی صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پاشش در اختیار زنبور پارازیتوئید قرار گرفت. طول عمر، دوره پیش از تخم‌گذاری، طول مدت تخم‌گذاری و سایر پارامترهای مهم جدول زندگی در تیمارهای مختلف پس از اسپورپاشی مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور پارازیتوئید روی میزبان‌های سالم ۰/۲۰۳ بر روز بوده و در بازه‌های زمانی پس از پاشش قارچ روی میزبان، یک روند کاهشی روی نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور ایجاد شد. نرخ خالص تولید مثل (R_0)، نرخ ناخالص تولید مثل (GRR)، زمان لازم برای رشد یک نسل (T) و نرخ متناهی رشد (λ) پارازیتوئید روی میزبان سالم به ترتیب ۴۱/۷۵ نتاج ماده، ۴۳/۴۲ نتاج ماده، ۱۸/۳۲ روز و ۱/۲۲ بر روز برآورد شد که اختلاف معنی‌داری را با بازه‌های زمانی پس از آلودگی قارچی میزبان نشان داد و بیانگر این نکته بود که توان تولیدمثلی زنبور پارازیتوئید روی میزبان‌های آلوده به قارچ در مقایسه با میزبان‌های سالم کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: پارامتر جدول زندگی، بازه زمانی، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، *Encarsia formosa*، *Lecanicillium*

* نویسنده مسئول: fazelidinan@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سفیدبالک گلخانه با نام علمی *Trialeurodes vaporariorum* Westwood آفتی با دامنه میزبانی بسیار وسیع می‌باشد و در کلیه کشورهای اروپایی و آسیایی مشاهده می‌شود. این آفت در ایران نیز در بیشتر مناطق پراکندگی دارد (Behdad, 1987). این آفت در مزارع، کشت‌های زیر پوشش و گلخانه‌ها فعالیت داشته و روی گیاهان مختلف زراعی و زینتی از جمله توتون، لوبیا، سویا، گوجه‌فرنگی، بادمجان، خیار، فلفل، بنت قنسول، داوودی و شمعدانی خسارت‌زا می‌باشد (Cuthbertson *et al*., 2008). همچنین سفیدبالک گلخانه ناقل برخی از بیماری‌های ویروسی در سبزیجات و گیاهان زینتی به حساب می‌آید (Nombela *et al*., 2000). زنبور پارازیتوئید *Encarsia formosa* Gahan (Hym.: Aphelinidae) دارای پراکنش جهانی بوده و کاربرد به نسبت فراوانی را در کنترل سفیدبالک‌ها به‌ویژه روی محصولات گلخانه‌ای دارا می‌باشد. مهم‌ترین محصولات گلخانه‌ای که توسط این زنبور تحت پوشش قرار داده شده‌اند، گوجه فرنگی و خیار بوده است (van Lenteren, 1995; van Lenteren and Woets,1988). زنبور *E. formosa* از تمام مراحل نابالغ میزبان خود به غیر از مرحله‌ی تخم تغذیه می‌کند اما ترجیح آن برای تغذیه، پوره‌های سن دوم میزبان می‌باشد (Alpen *et al*., 1976). این زنبور در تمام مراحل نابالغ سفیدبالک گلخانه به غیر از تخم و مرحله متحرک سن اول، تخم‌ریزی می‌کند اما ترجیح آن برای پارازیتیسم، پوره‌های سن سوم و شفیره سفیدبالک می‌باشد. وقتی زنبور پارازیتوئید سنین ترجیحی خود را انگلی می‌کند، نرخ خروج حشرات کامل بسیار زیاد می‌باشد (Boisclair *et al*., 1990; Nechols and Tauber, 1977; Nell *et al*, 1976).

از میان قارچ‌های بیمارگر حشرات، مشخص شده که برخی گونه‌های جنس قارچ *Lecanicillium* علاوه بر حشرات (Askary *et al*., 1998; Cuthbertson and Walters, 2005)، روی عوامل بیماری‌زای گیاهی (Askary *et al*., 1998; Miller *et al*., 2004) و نماتودهای انگل گیاهان (Meyer *et al*., 1990) نیز موثر می‌باشند. به‌خاطر این توانایی، علاقه‌مندی برای استفاده از این قارچ در برنامه‌های مدیریتی تلفیقی آفات و به‌ویژه در سامانه‌های گلخانه‌ای و سایر محصولات زیر پوشش افزایش یافته است. برای استفاده همزمان از دو عامل کنترل بیولوژیک زنبور *E. formosa* و قارچ بیمارگر *L. longisporum* در کنترل سفیدبالک گلخانه و در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات، بررسی اثر قارچ بر ویژگی‌های زیستی زنبور پارایتوئید ضروری به نظر می‌رسد که این‌کار از طریق مقایسه پارامترهای جدول زندگی امکان‌پذیر می‌باشد. مناسب‌ترین پارامتر برای انجام مقایسه، برآورد نرخ ذاتی افزایش جمعیت یا r_m است. مقدار r_m هر موجود بستگی به زادآوری، طول عمر و سرعت رشد آن دارد که در شرایط استاندارد شده‌ای تعیین می‌شود و همین امر امکان مقایسه حشرات را در تیمارهای مختلف فراهم می‌آورد (Farhadi *et al*., 2011). لذا تحقیق حاضر با هدف تعیین پارامترهای جدول زندگی زنبور پارازیتوئید *E. formosa* روی پوره‌های سن سوم سفیدبالک سالم و آلوده به قارچ و مقایسه آن‌ها با یکدیگر در شرایط آزمایشگاهی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه کلنی سفیدبالک و زنبور پارازیتوئید

سفیدبالک گلخانه، *T. vaporariorum* و زنبور پارازیتوئید آن *E. formosa* از منطقه هشتگرد استان البرز جمع‌آوری و برای تشکیل کلنی به آزمایشگاه منتقل شد. سفیدبالک گلخانه روی گیاه خیار به عنوان میزبان آفت مستقر شد و پس از استقرار کلنی آفت، پوره‌های سن سوم سفیدبالک در اختیار زنبور قرار گرفت. پوره‌های پارازیته شده جمع‌آوری و حشرات ماده برای بررسی‌های بعدی نگهداری و با آب و عسل ۱۰ درصد تغذیه شدند. شرایط نگهداری کلنی دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود.

تهیه دیسک‌های برگی

از آن‌جایی که سفیدبالک دارای رفتار تغذیه‌ای خاص می‌باشد، در بررسی‌های زیست‌سنجی روی مراحل نابالغ به شیوه‌ای عمل شد که برگ‌های گیاهی حاوی مراحل نابالغ

Archive of SID

www.SID.ir

سفیدبالک برای مدتی (حداقل دو هفته) سبز و سالم نگه داشته شوند تا مورد تغذیه سفیدبالک قرار بگیرند. برای این منظور دیسک‌های برگی به قطر ۵ تا ۷ سانتی‌متر از برگ‌های خیار آلوده تهیه شد و روی تشتک‌های پتری حاوی آب و آگار دو درصد قرار گرفت. در نهایت با بررسی برگ‌ها زیر استریومیکروسکوپ، رسیدن تعداد تخم‌ها و سایر مراحل نابالغ در هر دیسک برگی به تعداد دلخواه بررسی شد (Karimi, 1999).

کشت قارچ و تهیه زادمایه قارچ

قارچ *L. longisporum* LRC216 جدا شده روی کرم سیب که در آزمون‌های اولیه (داده‌های منتشر نشده) زهرآگینی زیادی علیه سفیدبالک گلخانه نشان داد، روی محیط PDA (potato dextrose agar) کشت داده شد. پس از ۱۴ روز و کامل شدن اسپورزایی، سوسپانسیونی با غلظت $۹/۵\times۱۰^{۵}$ کنیدی در میلی‌لیتر تهیه شد. این مقدار، برآورد LC_{50} قارچ روی پوره‌های سن سوم سفیدبالک گلخانه در آزمون مقدماتی بود (داده‌های منتشر نشده).

تعیین پارامترهای جدول زندگی پارازیتوئید روی پوره‌های سن سوم سفیدبالک سالم و آلوده به قارچ

برای برآورد پارامترهای جدول زندگی از پوره‌های سن سوم سفیدبالک سالم (تیمار شده با آب مقطر و Tween 80) به عنوان شاهد و پوره‌های آلوده به قارچ *L. longisporum* به عنوان تیمارهای آزمایش استفاده شد. پوره‌های سالم و پوره‌های سن سوم آلوده (۱۰۰ پوره برای هر تیمار آزمایشی) به قارچ در چهار بازه زمانی صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پاشش، به مدت ۲۴ ساعت در اختیار ۲۰ زنبور ماده *E. formosa* قرار گرفتند تا شفیره‌های هم‌سن زنبور به‌دست آید. پس از این مدت، زنبورها از ظرف خارج شدند و پوره‌ها تا زمان تشکیل شفیره زنبور که با سیاه رنگ شدن پوره سفیدبالک مشخص می‌شد مورد بازدید روزانه قرار گرفتند. برای هر تیمار آزمایشی ۴۰ شفیره زنبور انتخاب شد و ماده‌های حاصل از این شفیره‌ها به صورت انفرادی برای اثر قارچ بر آماره‌های جدول زندگی پارازیتوئید مورد استفاده قرار گرفتند. بدین‌ترتیب که به طور روزانه ۴۰ عدد پوره سن سوم سفیدبالک سالم که روی دیسک‌های برگی خیار مستقر شده بودند در اختیار آن‌ها قرار گرفت وبازدید روزانه تا زمان تشکیل شفیره ادامه یافت. برگ‌های حاوی پوره‌های سن سوم سفیدبالک به منظور شادابی روی آگار دو درصد درون تشتک‌های پتری ۹ سانتی‌متری ثابت شده بود. مقدار کمی آب و عسل ۱۰ درصد نیز برای تغذیه زنبور داخل تشتک‌های پتری قرار گرفت. تعویض پوره‌های سفیدبالک به صورت روزانه و تا زمان مرگ آخرین زنبور ادامه یافت. پوره‌های پارازیته شده به صورت روزانه از تشتک پتری خارج و به لوله‌های آزمایش (۷۵×۱۲ میلی‌متر) منتقل و تا ظهور حشرات کامل نگهداری شدند. کلیه مراحل در شرایط کنترل شده دمایی ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مورد بررسی قرار گرفت. با شمارش تعداد پوره‌های پارازیته شده و نتاج، نتایج هر یک از تیمارهای آزمایشی به صورت روزانه ثبت شدند. در نهایت داده‌ها بر اساس اطلاعات مربوط به سن (x)، نسبت بقا (l_x) و باروری ویژه سن (m_x) (تعداد ماده‌های حاصل از تولید مثل یک زنبور ماده در سن x) در جداول مربوطه تنظیم شدند.

تجزیه آماری

اطلاعات مربوط به سن (x)، نسبت بقا (l_x) و باروری ویژه سن (m_x) هر ماده مطابق روش جدول زندگی دو جنسی ویژه سن – مرحله رشدی محاسبه شد (Chi and Liu, 1985; Chi, 1988). به دلیل این‌که رشد و نمو تخم و سنین لاروی زنبور *E. formosa* داخل بدن پوره‌های سفیدبالک انجام می‌شود و نیز جنس نر در این زنبور بسیار نادر است، طول زندگی پارازیتوئید به سه مرحله پیش از بلوغ (تخم + لارو)، شفیره و ماده بالغ تقسیم شد. پارامترهای جدول زندگی حشره (r، λ، R_0، T و GRR) نیز با استفاده از نرم‌افزار Tow-Sex-MSchart (Chi, 2008) محاسبه شد. همچنین برای محاسبه میانگین پارامترهای جدول زندگی و خطای استاندارد از نرم افزار Tow-Sex-MSchart (Chi, 2008) استفاده شد. مقایسه میانگین پارامترها بین افراد سالم و آلوده در چهار بازه زمانی ذکر شده با استفاده از آزمون F-LSD در سطح پنج درصد و با استفاده از نرم‌افزار SYSTAT-12 انجام گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از ثبت داده‌های تولیدمثلی زنبورها روی سفیدبالک‌های سالم و آلوده شده در بازه‌های زمانی متفاوت پس از پاشش قارچ در جدول ۱ آورده شده است. بررسی‌ها نشان داد که زنبور پارازیتوئید دوره نمو تخم و لارو را روی پوره‌های سالم سفیدبالک طی۹/۹ روز و روی پوره-های آلوده در چهار بازه زمانی صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پاشش به ترتیب در ۱۰/۲، ۱۰/۸، ۱۰/۶ و ۱۱/۱ روز طی می‌کند (F=۹/۴۹ ،df=۱۹۵, ۴ ،P <۰/۰۰۱). دوره شفیرگی پارازیتوئید روی سفیدبالک سالم به‌طور متوسط ۴/۴ روز و روی چهار بازه زمانی به ترتیب ۴/۸، ۵/۱، ۵/۲ و ۵/۳ روز محاسبه شد (F=۹/۵۲ ،df=۱۹۵, ۴ ،P <۰/۰۰۱). مقایسه زمان کل رشد و نمو مرحله پیش از بلوغ این پارازیتوئید (تخم + لارو، شفیره) روی سفیدبالک‌های سالم (شاهد) و آلوده شده به قارچ در تیمارهای زمانی متفاوت پس از پاشش بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در تیمارهای آزمایشی با شاهد بود به‌طوری‌که بیش‌ترین زمان این مرحله مربوط به پارازیتوئیدهایی بود که دوره رشدی خود را در میزبان‌هایی که ۷۲ ساعت از آلودگی آن‌ها با قارچ می‌گذشت، تکمیل کردند (F=۱۹/۱۳ ،df=۱۹۵, ۴ ،P <۰/۰۰۱). طول عمر حشرات کامل *E. formosa* که از پوره‌های سالم سفیدبالک خارج شده بودند به طور متوسط ۸/۱ روز بود که این میزان در بازه‌های زمانی بعد از پاشش قارچ برای حشرات کامل زنبور به طور معنی‌دار کاهش یافت (F=۱۵/۵۲،df=۱۹۵ , ۴ ،P <۰/۰۰۱). عسگری و عجم حسنی (Askari and Ajam-Hassani, 2008) در بررسی‌های خود نشان دادند که میانگین طول عمر افراد ماده زنبور پارازیتوئید Ashmead *Aphidius nigripes* زمانی که تحت تاثیر قارچ بیمارگر *L. muscarium* (Petch) Zare et Gams قرار گرفتند به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت اما برای میانگین کل دوره زندگی بین شاهد و سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی داری مشاهد نکردند. همچنین سالاما و همکاران (Salama *et al*. 1991a, b) در برهم‌کنش بین باکتری *Bacillus thuringiensis* Berliner و زنبور Wesmael *Bracon brevicornis* گزارش کردند که طول عمر زنبورهای آلوده شده به باکتری کمتر از زنبورهای سالم است. نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان داده است که طول دوره رشد و نمو *E. formosa* می‌تواند در شرایط مختلف متفاوت باشد (Qiu *et al*., 2004) به طوری که قارچ بیمارگر نیز می‌تواند عاملی برای نشان دادن این روند تغییرات به‌شمار آید. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که زنبور ماده در بازه‌های زمانی طولانی‌تر پس از پاشش قارچ (۷۲ ساعت پس از تیمار قارچ) به زمان بیش‌تری برای کامل کردن دوره پیش از بلوغ نیاز دارد. این احتمال وجود دارد هرچه که از زمان پاشش قارچ می‌گذرد رقابت بین زنبور و قارچ به‌ویژه برای لاروهای جوان، سبب می‌شود که لارو زنبور انرژی بیش‌تری را صرف پدیده رقابت کرده و در نتیجه کل مرحله نابالغ نیز طولانی‌تر شود اما اگر از آلودگی پوره‌های میزبان به قارچ مدت زیادی نگذشته باشد و هنوز قارچ بیمارگر توسعه و تکثیر کافی نیافته باشد لارو زنبور با سرعت بیش‌تری رشد خود را کامل کرده و فضا را برای قارچ محدودتر می‌کند. بنابراین هرچقدر که لارو زنبور پارازیتوئید در رویارویی با قارچ بیمارگر مسن‌تر باشد از شانس بالاتری برای رقابت با قارچ بر سر میزبان مشابه برخوردار بوده و احتمال میزان خروج موفقیت-آمیز زنبور نیز بیش‌تر خواهد بود (Fransen and van Lenteren, 1994). در پژوهش حاضر مشخص شد که با طولانی‌تر شدن بازه‌های زمانی پاشش قارچ روی میزبان زنبور پارازیتوئید، طول عمر حشرات کامل خارج شده از این میزبان‌ها نیز کاهش می‌یابد که این امر می‌تواند به دلیل رقابت بین لارو پارازیتوئید و قارچ بیمارگر بر سر منبع غذایی مشترک باشد. در حقیقت احتمال بروز رقابت بین قارچ و پارازیتوئید با افزایش بازه‌های زمانی افزایش می‌یابد و قارچ کیفیت میزبان را برای لارو پارازیتوئید کاهش می‌دهد (Brobyn *et al*., 1988; Rashki *et al*., 2009).

چنانچه در شکل ۱ روند نرخ بقا و تولید مثل ویژه سنی زنبور پارازیتوئید در تیمارهای مختلف مشاهده می‌شود، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هر حشره ماده در طول زندگی خود به طور متوسط ۴۱/۷۵ تخم داخل بدن پوره‌های میزبان سالم می‌گذارد؛ به عبارت دیگر با توجه به انفرادی بودن پارازیتوئید، می‌توان گفت که هر پارازیتوئید به طور متوسط

Archive of SID

www.SID.ir

در طول زندگی خود ۴۱/۷۵ عدد پوره را پارازیته می‌کند. با در نظر گرفتن بازه‌های زمانی پس از پاشش، مشاهده شد که در بازه‌های زمانی طولانی‌تر میزان تخم‌گذاری و در نتیجه میزان پارازیتیسم پوره‌ها توسط زنبور به صورت معنی‌داری کاهش یافت ($P<$ ۰/۰۰۱، df=۱۹۵, ۴، F=۲۵/۲۱) (جدول ۱). راشکی و همکاران (Rashki *et al*., 2009) در برهم‌کنش قارچ *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. با زنبور پارازیتوئید *Aphidius matricariae* Haliday روی میزبان‌های شته آلوده به قارچ در بازه‌های زمانی متفاوت گزارش کردند که تعداد مومیایی‌های تولید شده توسط هر فرد ماده و درصد خروج افراد ماده در نسل بعد در بازه‌های زمانی متفاوت اختلاف معنی‌داری داشتند، اگرچه برخی پارامترهای جدول زندگی تحت تاثیر پاشش قارچ قرار نگرفتند. پاول و همکاران (Powell *et al*., 1986) نیز نتایج مشابهی را در زمان تاثیر قارچ *Pandora (Erynia) neoaphidis* Humber در بازه‌های زمانی متفاوت روی شته‌های میزبان زنبور پارازیتوئید *Aphidius rhopalosiphi* de Stefani-Perez گزارش کردند. مطالعات نشان می‌دهد که کاهش میزان مومیایی کردن میزبان‌های آلوده به قارچ توسط زنبورهای پارازیتوئید ۲۴ ساعت پس از آلودگی میزبان فرصت مناسبی را برای قارچ بیمارگر در رقابت با لاروهای جوان فراهم می‌آورد در حالی‌که لاروهای پارازیتوئیدهایی که مسن‌تر می‌باشند به احتمال بیشتر در رقابت با قارچ بیمارگر بر سر میزبان موفق‌تر عمل خواهند کرد، بنابراین حساسیت کمتری به آلودگی قارچ از خود نشان می‌دهند (Fransen and van Lenteren, 1994). در مطالعه‌ای دیگر گزارش شد که زنبورهای *E. formosa* زمانی که از میزبان‌های سفیدبالک آلوده به قارچ *Aschersonia aleyrodis* Webber خارج می‌شوند از لحاظ میزان تولیدمثل تفاوت معنی‌داری با زنبورهای خارج شده از میزبان‌های سالم نداشتند (Fransen and Van Lenteren, 1993). باوراستاک و همکاران (Baverstock *et al*., 2005) بیان کردند که این امکان وجود دارد که بین قارچ بیمارگر و زنبور پارازیتوئید سازگاری وجود داشته باشد و بدون این‌که آلودگی قارچی روی میزان تخم‌ریزی زنبور اثر نامطلوب داشته باشد این دو عامل بیولوژیک دوره زندگی خود را تکمیل کنند. نتایج پژوهش حاضر در مورد کاهش میزان پارازیتیسم با افزایش مدت زمان پس از پاشش قارچ نشان می‌دهد که احتمال بروز رقابت بین قارچ و پارازیتوئید با افزایش بازه‌های زمانی افزایش می‌یابد. به نظر می رسد که قارچ کیفیت میزبان را برای لارو پارازیتوئید کاهش می‌دهد و گاهی حتی موجب مرگ میزبان می‌شود (Brobyn *et al*., 1988; Rashki *et al*., 2009). همچنین ممکن است دشمن طبیعی منابعی که برای تولید تخم استفاده می‌کند را به سرمایه‌گذاری برای دفاع علیه بیمارگر اختصاص دهد (Roy *et al*., 2008). به هرحال اطلاعات کمی در مورد توان تولید مثلی پارازیتوئیدها زمانی که از میزبان‌های آلوده به قارچ خارج می‌شوند، وجود دارد.

مقدار پارامترهای جدول زندگی زنبور پارازیتوئید در جدول ۲ ارائه شده است. مقایسه آماری نشان داد که بین پارامترها اختلاف معنی‌دار وجود دارد به طوری که قارچ *L. longisporum* در بازه‌های زمانی متفاوت و در مقایسه با شاهد موجب کاهش نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) و نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) شد درحالی‌که میانگین زمان نسل (T) در بازه‌های زمانی متفاوت را افزایش داد (جدول ۲). کاهش میزان r_m شاید به دلیل افزایش دوره رشد ونمو باشد. فاتیحا و همکاران (Fatiha *et al*., 2008) گزارش کردند که کاربرد مستقیم قارچ بیمارگر *Verticillium lecanii* Nees روی دشمنان طبیعی سفیدبالک، میزان نرخ خالص تولیدمثل R_0 را کاهش می‌دهد درحالی‌که طول دوره یک نسل (T) بین تیمارهای سالم و آلوده به قارچ متفاوت نبود. از آن جا که منابع بسیار کمی در مورد اثرات بیمارگرهای حشرات روی پارامترهای جدول زندگی دشمنان طبیعی آفات در دسترس می‌باشد، بنابراین لزوم انجام چنین تحقیقاتی در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد (Lacey *et al*., 1997). تعدادی از مطالعات نشان داده‌اند که در کاربرد همزمان قارچ بیمارگر و زنبور پارازیتوئید، لارو زنبور توانایی رقابت با عامل بیمارگر را بر سر منبع غذایی ندارد (Scopes, 1970) زیرا ارزش غذایی میزبان در آلودگی به عامل

Archive of SID

www.SID.ir

بیمارگر تحت تاثیر قرار می‌گیرد که نقش مهمی در تعیین میزان افزایش جمعیت پارازیتوئید بازی می‌کند و می‌تواند به عنوان یک عامل بازدارنده رشد جمعیت محسوب شود. عوامل کنترل بیولوژیک قارچی می‌توانند با تاثیر بر کیفیت میزبان، باروری و میزان تخم‌ریزی دشمنان طبیعی، کیفیت و سودمندی آن‌ها را تحت تاثیر قرار دهند (Wekesa *et al*., 2007). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که قارچ بیمارگر *L. longisporum* می‌تواند تا حدی اثر منفی روی رشد پارازیتوئید داخلی *E. formosa* داشته باشد. بررسی پارامترهای جدول زیستی باروری زنبور پارازیتوئید *E. formosa* بر پوره‌های سفیدبالک آلوده به قارچ در این پژوهش نشان داد که با افزایش زمان آلودگی پوره‌ها به قارچ و تغذیه زنبور پارازیتوئید، وجود قارچ بر پارامترهای زیستی زنبور پارازیتوئید اثر نامطلوبی می‌گذارد و باعث می‌شود در نهایت نرخ ذاتی افزایش جمعیت کاهش پیدا کند. بنابراین با در نظر گرفتن انتخاب زمان مناسب برای پاشش قارچ بیمارگر و رهاسازی زنبور پارازیتوئید باید احتمال بروز چنین رخدادی را در ترکیب این عوامل کنترل کننده بیولوژیک در برنامه‌های مدیریتی تلفیقی سفیدبالک گلخانه به حداقل رساند.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از مرکز تحقیقات Grant Duke, Lethbridge کانادا برای ارسال جدایه قارچ و آزمایشگاه کنترل بیولوژیک گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران، بخاطر در اختیار گذاشتن امکانات برای انجام ابن تحقیق قدردانی می‌کنند.

جدول ۱- میانگین (±SE) روزهای سپری شده برای هر مرحله زندگی زنبور ماده *Encarsia formosa* روی پوره‌های سالم سفیدبالک و تیمار شده با قارچ *Lecanicillium longisporum* در بازه‌های زمانی مختلف

Table1. Mean (±SE) of days spent for each stage of *Encarsia formosa* females on intact and treated nymphs of white fly by *Lecanicillium longisporum* at different time intervals

duration (days)	Control	0 hour after treatment	24 hour after treatment	48 hour after treatment	72 hour after treatment	F	df	p
Egg+Larva	9.9±0.9a	10.2±0.25ab	10.8±0.13bc	10.6±0.94bc	11.1±0.16c	9.49	195	<0.001
Pupa	4.4±0.59a	4.8±0.1ab	5.1±0.11b	5.2±0.13c	5.3±0.12c	9.52	195	<0.001
Preadult	14.3±0.15a	14.98±0.19b	15.8±0.17c	15.9±0.22c	16.3±0.18c	19.13	195	<0.001
Adult	8.1±0.21a	7.7±0.29ab	6.9±0.24bc	6.4±0.23cd	5.5±0.33cd	15.52	195	<0.001

Means with different letter in each row are significantly different at 5% (using F-LSD post-hoc test)

جدول ۲- میانگین (±SE) پارامترهای زیستی زنبور ماده *Encarsia formosa* روی پوره‌های سفیدبالک سالم و تیمار شده با قارچ *Lecanicillium longisporum* در بازه‌های زمانی مختلف، مقادیر F و p مربوط به مقایسات میانگین و df: درجه آزادی

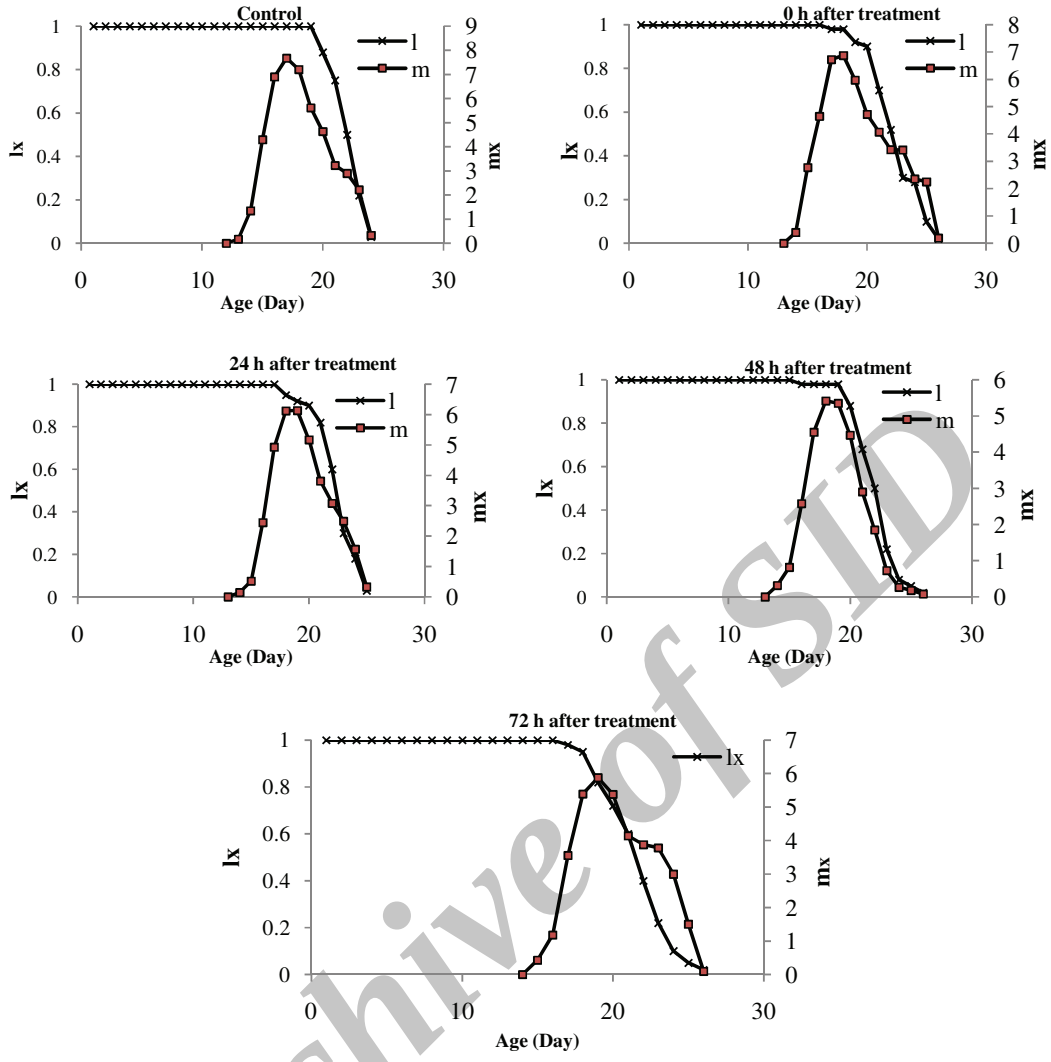
Table 2. Means of life table parameters of *Encarsia formosa* females on intact and treated nymphs of white fly by *Lecanicillium longisporum* at different time intervals

parameter	Control	0 hour after treatment	24 hours after treatment	48 hours after treatment	72 hours after treatment	F	df	p
R_0	41.75±1.23a	37.45±1.35b	30.22±1.06b	29.52±1.4c	24.23±1.31d	26.86	195	<0.001
GRR	43.42±1.25a	42.68±1.29ab	33.36±1.08bc	36.59±4.07cd	30.42±1.6d	7.68	195	<0.001
r_m	0.203±0.002a	0.191±0.002b	0.175±0.001c	0.174±0.003c	0.161±0.003d	39.49	195	<0.001
T	18.32±0.16a	18.95±0.20b	19.53±0.19bc	19.44±0.24bc	19.79±0.22c	8.02	195	<0.001
λ	1.22±0.002a	1.21±0.002b	1.19±0.002b	1.19±0.003c	1.17±0.003d	39.03	195	<0.001
Total fecundity	41.75±1.23a	37.45±1.35a	30.32±1.08b	30.27±1.4b	24.24±1.6c	25.21	195	<0.001

Means with different letter in each row are significantly different at 5%level (using F-LSD post-hoc test)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- منحنی بقای ویژه سن (l_x)، منحنی باروری ویژه سن (m_x) *Encarsia formosa* روی پوره‌های سالم و آلوده به قارچ *Lecanicillium longisporum* در چهار بازه زمانی پس از پاشش

Figure 1. Survival rate (l_x) and number of females produced per female per day (m_x) of *Encarsia formosa* on intact and treated nymphs of white fly at four time intervals

Archive of SID

www.SID.ir

References

Askary, H., and Ajam-Hassani, M. 2008. Effect of *Lecanicillim longisporum* (Deut.: Moniliales) on longevity, fecundity and mating behavior of *Aphidius nigripes* (Hym.:Aphilinidae). **Journal of Plant Pests and Disease** 76(2): 15-29 (In Farsi).

Askary, H., Carriere Y., Belange, R. R. and Brodeur, J. 1998. Pathogenicity of the fungus *Verticillium lecanii* to aphids and powdery mildew. **Biocontrol Science and Technology** 8: 23-32.

Barbara, D. and Clewes, E. 2003. Plant pathogenic *Verticillium* species: how many of them are there?" **Molecular Plant Pathology** 4: 297-305.

Baverstock, J., Alderson, P. G. and Pell, J. K. 2005. Influence of the aphid pathogen *Pandora neoaphidis* on the foraging behavior of the aphid parasitoid *Aphidius ervi*. **Ecological Entomology** 30: 665-672.

Behdad, A. 1987. Pests and diseases of forest trees and shrubs and ornamental plants of Iran. Sepehr Press, Tehran, pp. 824. (In Farsi).

Boisclair, J., Brueren, G. J. and van Lenteren, J. C. 1990. Can *Bemisia tabaci* be controlled with *Encarsia formosa*? **WPRS bulletin** 5: 32-35.

Brobyn, P. J., Clark, S. J. and Wilding, N. 1988. The effect of fungus infection of *Metopolophium dirhodum* (Hom.: Aphididae) on the oviposition behaviour of the aphid parasitoid *Aphidius rhopalosiphi* (Hym.: Aphidiidae). **Entomophaga** 33: 333-338.

Chi, H. 1988. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rate among individuals. **Environmental Entomology** 17: 26-34.

Chi, H. 2008. TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. from http://140.120.197.173/Ecology/Download/Twosex-MSChart.zip.

Chi, H. and Liu, H. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. **Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica** 24: 225-240.

Cuthbertson, A. G. S. and Walters, K. F. A. 2005. Pathogenicity of the entomopathogenic fungus *Lecanicillium muscarium* against the sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* under laboratory and glasshouse conditions. **Mycopathology** 160(2): 315-319.

Cuthbertson, A. G. S., Blackburn, L. F., Northing, P., Luo, W., Cannon, R. J. C. and Walters, K. F. A. 2008**.** Further compatibility tests of the entomopathogenic fungus *Lecanicillium muscarium* with conventional insecticide products for control of sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* on poinsettia plants. **Journal of Insect Science** 15(4): 355-360.

Farhadi, R., Allahyari, H., Rasekh, A., Aldaghi, M. and Farhudi, F. 2011. Comparison of life table parameters of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) and) *Aphis fabae* (Hem.: Aphididae). **Journal of Knowledge of Iranian Plant Protection** 42(2): 209-215. (In Farsi).

Fatiha, L., Huang, Z., Ren, S. X. and Ali, S. 2008. Effect of *Verticillium lecanii* on biological characteristics and life tables of *Serangium japonicum* (Coleoptera:Coccinellidae), a predator of whiteflies under laboratory conditions. **Journal of Insect Science** 15: 327-333.

Fransen, J. J, and Van Lenteren, J. C. 1993. Host selection and survival of the parasitoid *Encarsia formosa* on greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, in the presence of hosts infected with the fungus *Aschersonia aleyrodis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 69(3): 239-249.

Fransen, J. J. and Van Lenteren, J. C. 1994. Survival of the parasitoid *Encarsia formosa* after treatment of parasitized greenhouse whitefly larvae with fungal spores of *Ascherosonia aleyrodis.* **Entomologia Experimentalis et Applicata** 71(3): 235-243.

Hall, R. A. 1981. The fungus *Verticillium lecanii* as a microbial insecticide against aphids and scales. In Burges, H. D. (Ed.). Microbial Control of Pests and Plant Diseases. Academic Press, London. pp. 483-498.

Karimi, J. 1999. Virulence of *Beauveria bassiana* on *Trialeurodes vaporariorum.* MSc. thesis. University of Tehran. 67 pp. (In Farsi).

Koike, N., Hyakumachi, M., Ageyama, K. K., Tsuyumu, S. and Doke, N. 2001. Induction of systemic resistance in cucumber against several diseases by plant growth promoting fungi: lignification and superoxide generation. **European Journal of Plant Pathology** 107: 523-533.

Archive of SID

www.SID.ir

Lacey, L. A., Mesquita, A. L. M., Mercadier, G., Debire, R., Kazmer, D. J. and Leclant, F. 1997. Acute and sublethal activity of the entomopathogenic fungus *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on adult *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Environmental Entomology** 26: 1452-1460.

Liu, S. S. 1990. The relationship between the age at parasitization and parasite impact in *Myzus persicae*. **Acta Entomologica Sinica** 33: 430-436.

Mesquita, A. L. M. and Lacey, L. A. 2001. Interactions among the entomopathogenic fungus, *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes), the parasitoid, *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelinidae) and their aphid host. **Biological Control** 22: 51-59.

Meyer, S. L. F., Huettel, R. N., Sayre, R. M. 1990. Isolation of fungi from *Heterodera glycines* and in vitro bioassays for their antagonism to eggs. **Journal of Nematology** 22: 532-537.

Miller, T. C., Gubler, W. D., Laemmlen, F. F., Geng, S., Rizzo, D. M. 2004. Potential for using *Lecanicillium lecanii* for suppression of strawberry powdery mildew. **Biocontrol Science and Technology** 14: 215-220.

Nagata, R. T., Wilkison, L. M. and Nuessly, G. S. 1998. Longevity, fecundity, and leaf stippling of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) as affected by lettuce cultivar and supplemental feeding. **Journal of Economic Entomology** 91: 999-1004.

Nechols, J. R. and Tauber, M. J. 1977. Age-specific interaction between the greenhouse whitefly and *Encarsia formosa*: influence of host on the parasite's oviposition and development. **Environmental Entomology** 6: 143-149.

Nell, H. W., Sevenster-Van der Lelie, L. A., Woets, J. and van Lenteren, J. C. 1976. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). II. Selection of host stages for oviposition and feeding by the parasite. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie** 81: 372-376.

Nombela, G., Beitia, F. and Muñiz, M. 2000. Variation in tomato host response to *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in relation to acyl sugar content and presence of the nematode and potato aphid resistance gene Mi. **Bulletin of Entomological Research** 90: 161-167.

Powell, W., Wilding, N., Brobyn, P. J. and Clark, S. J. 1986. Interference between parasitoids [Hym.: Aphidiidae] and fungi [Entomophthorales] attacking cereal aphids. **Entomophaga** 31: 293-302.

Qiu, Y.T., van Lenteren, J. C., Drost, Y. C. and Posthuma-Doodeman, C. J. A. 2004. Life-history parameters of *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus* and *E. mundus*, aphelinid parasitoids of *Bemisia argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae). **European Journal of Entomology** 101(1): 83–94.

Rashki, M., Kharazi-Pakdel, A., Allahyari, H. and van Alphen, J. J. M. 2009. Interactions among the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales), the parasitoid, *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Braconidae) and its host, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). **Biological Control** 50: 324-328.

Roy, H. 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.

Roy, H. E., Baverstock, J., Ware, R. L., Clark, S. J., Majerus, M. E. N., Baverstock, K. E. and Pell, J. K. 2008. Intraguild predation of the aphid pathogenic fungus *Pandora neoaphidis* by the invasive coccinellid *Harmonia axyridis*. **Ecological Entomology** 33: 175-182.

Roy, H. E., Brown, P. and Majerus, M. E. N. 2006. *Harmonia axyridis*: a successful biocontrol agent or an invasive threat? In Eilenberg, J. and Hokkanen, H. (Eds.) An ecological and societal approach to biological control. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp 295-309.

Rumpf, S., Frampton, C. and Dietrich, D. R. 1998. Effects of conventional insecticides and insect growth regulators on fecundity and other life-table parameters of *Micromus tasmaniae* (Neuroptera: Hemerobiidae). **Journal of Economic Entomology** 91: 34-40.

Salama, H. S., Aboul-Ela, R., El-Moursy A. and Abdel-Razek, A. 1991a. Biology and development of some stored grain pests as affected by d-endotoxin and b-exotoxin of *Bacillus thuringiensis*. **Biocontrol Science and Technology** 1: 281-287.

Archive of SID

www.SID.ir

Salama, H. S., El-Moursy, A., Zaki, F. N., Aboul-Ela, R. and Abdel-Razek, A. 1991b. Parasites and predators of the meal moth Plodia interpunctella Hbn. as affected by *Bacillus thuringiensis* Berl. **Journal of Applied Entomology** 112: 244-253.

Scopes, N. E. A. 1970. Control of *Myzus persicae* on year round chrysanthemums by introducing aphids parasitized by *Aphidius matricariae* into boxes of rooted cuttings. **Annals of Applied Biology** 66: 323-27.

Van Alpen, J. J. M., Nell, H. W. and Sevenster-van Der Lelie, L. A. 1976. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hym., Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Hom., Aleyrodidae). The importance of host feeding in as a mortality factor in greenhouse whitefly nymphs. **IOBC-WPRS Bulletin** 4: 165-169.

Van Lenteren, J. C. 1995. Integrated pest management in protected crops. In Dent, D.(Ed.). Integrated pest management. Chapman and Hall, London. pp. 311-43.

Van Lenteren, J. C. and Woets, J. 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. **Annual Review of Entomology** 33: 239-269.

Verhaar, M. A., Hijwegen, T. and Zadoks, J. C. 1996. Glasshouse experiments on biocontrol of cucumber powdery mildew (*Sphareotheca fuliginea*) by the mycoparasites *Vericillinm lecanii* and *Sporothrix rugulosa*. **Biological Control** 6: 353-360.

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

Wyatt, I. J. and Brown, S. J. 1977. The influence of light intensity, daylength and temperature on increase rates of four glasshouse aphids. **Journal of Applied Ecology** 14: 391-399.

Xu, J. H. and Feng, M. G. 2002. *Pandora delphacis* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) infection affects the fecundity and population dynamics of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) at varying regimes of temperature and relative humidity in the laboratory. **Biological Control** 25: 85-91.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of fungus, *Lecanicillium longisporum* (Hypocreales: Clavicipitaceae) on life table parameters of *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae)

M. Fazeli-Dinan[*1], R. Talaei-Hassanloui[2], H. Allahyari[3], A. Kharazi-Pakdeland[4] S. H. Goldansaz[5]

1,2,3,4,5. PhD . Student, Associate Professor, Associate Professor, Professor and Associate Professor, respectively, Department of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: July 22, 2012- Accepted: September 21, 2012)

Abstract

Effects of fungus, *Lecanicillium longisporum* was studied on reproductive capacity of *Encarsia formosa* at laboratory conditions. Fungal infection on whiteflies was carried out using 9.5×10^5 conidia/ml of fungus on the third instar of whitefly exposing to parasitoid at four different time intervals; 0, 24, 48 and 72 hours post-inoculation. Longevity, pre-oviposition period, oviposition period and other parameters were evaluated and compared. Results showed that the intrinsic rate of increase (r_m) for control was 0.203 day $^{-1}$. There was a significant decreasing trend on the intrinsic rate of population decrease at different time intervals. Other life table parameters consist of net reproductive ratio (R_0), gross reproductive rate (*GRR*), cohort generation time (T), and finite rate of increase (λ) for control were 41.75, 43.42, 18.32 and 1.22, respectively. The results indicated that infected hosts caused decreased reproductive potential of parasitoids.

Key words: life table parameter; time interval; intrinsic rate of increase; *Encarsia formosa*; *Lecanicillium*

*Corresponding author: fazelidinan@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir