

بررسی برهمکنش میان قارچ بیمارگر *Metarhizium anisopliae* شته *Myzus persicae* و میزبان گیاهی آن کلزا

فاطمه طالع پور^۱، مریم راشکی^۲ و اصغر شیروانی^{۳*}

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- ۲- استادیار گروه تنوع زیستی، پژوهشکده علوم محیطی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان.
- ۳- دانشیار، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

* مسئول مکاتبه shirvani@uk.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۲۴

چکیده

اثر غلظت‌های مختلف جدایه EUT115 قارچ *Metarhizium anisopliae* به همراه شاهد، بر مراحل مختلف رشدی شته‌ی سبزه‌هلو *Myzus persicae* روی سه ژنوتیپ گیاه کلزا *Brassica napus* در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۳۰ شته از هر مرحله‌ی رشدی با قارچ تیمار و به تشنگی‌های پتری حاوی دیسک‌های برگ‌ی روی آب-آگار ۲ درصد منتقل شد. مرگ و میر شته‌ها به صورت روزانه تا ۱۴ روز پس از شروع آزمایش ثبت شد. بر اساس نتایج، بیشترین مرگ و میر شته‌ی سبزه‌هلو، پس از ۷ روز روی ژنوتیپ RGS003 ($0/44 \pm 0/47$) و کم‌ترین مقدار آن در ژنوتیپ زرفام ($0/45 \pm 0/97$) به دست آمد که بین این دو ژنوتیپ اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین مرگ و میر در بین مراحل مختلف رشدی در حشرات بالغ اتفاق افتاد و $0/65 \pm 0/64$ و $0/50 \pm 0/28$ شته به ترتیب ۷ و ۱۴ روز پس از شروع آزمایش محاسبه شد و در بین غلظت‌های مختلف قارچ، غلظت 10^7 کنیدی در میلی‌لیتر از قارچ، موجب بیشترین مرگ و میر پس از ۷ ($0/24 \pm 0/38$ شته) و ۱۴ ($0/12 \pm 0/60$ شته) روز شد. نتایج نشان داد که غلظت قارچ و مرحله‌ی رشدی شته اثر متقابل بر یکدیگر دارند. پیشنهاد می‌شود برای کنترل آلودگی‌های شدید در مزارع کلزا توسط شته‌ی سبزه‌هلو، از ژنوتیپ RGS003 و غلظت 10^7 کنیدی در میلی‌لیتر از قارچ استفاده شود. میانگین مرگ و میر شته، با افزایش زمان از شروع پاشش قارچ بیمارگر، افزایش یافت که نشان‌دهنده اهمیت اجساد شته حاوی اسپور قارچ به عنوان منبع آلودگی در محیط اطراف می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جدایه، کنیدی، مرحله رشدی، مرگ و میر.

مقدمه

حائز اهمیت هستند و استعداد بالایی برای استفاده به عنوان عوامل کنترل زیستی دارند (ایلینبرگ و همکاران ۲۰۰۱). در دهه ۱۹۶۰ میلادی تعداد قابل توجهی از حشره‌کش‌ها و کنه‌کش‌های قارچی در سراسر جهان تولید شده‌اند. حداقل ۱۲ گونه یا زیرگونه (وارپته) از قارچ‌ها وجود دارند که به عنوان حشره‌کش و کنه‌کش قارچی به صورت انبوه به‌کاربرده می‌شوند. محصولات تولید شده براساس *Beauveria bassiana*

برهمکنش موجود زنده با محیط که برای بقا آن اساسی می‌باشد. ممکن است بین افرادی از همان گونه و یا افراد گونه‌های دیگر صورت گیرد. برهمکنش‌های درون رسته‌ای به گونه‌های خویشاوند محدود نمی‌شود و می‌تواند بین گونه‌هایی از سلسله‌های مختلف وجود داشته باشد (هوچبرگ و لاوتن ۱۹۹۰). قارچ‌های بیمارگر حشرات به عنوان دشمنان طبیعی

(بالا بردن درصد جوانه زنی قارچ)، پنج صدم گرم از اسپوره‌های موجود، به داخل لوله‌ی فالکن حاوی محلول ۰/۰۲ درصد توئین ۸۰ اتوکلاو شده ریخته، سپس به مدت ۱۰ دقیقه روی دستگاه ورتکس با هم مخلوط شدند. پس از آن تعداد ۳۰ شته بالغ با روش غوطه وری به مدت سه ثانیه در معرض این مخلوط قرار گرفتند. شته‌ها روی کاغذ صافی قرار داده شدند، سپس روی تشتک‌های پتری حاوی دیسک برگی به ظروف پلاستیکی درب‌دار حاوی محلول پتاسیم کلراید (۴۰۰ گرم پتاسیم کلراید در ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر برای ایجاد رطوبت نسبی ۸۵ درصد) داخل اتاقک رشد انتقال داده شدند (لیسی و همکاران ۱۹۹۷). پس از گذشت یک هفته، کنیدی‌های تشکیل شده روی بدن شته‌ها با استفاده از یک سوزن ظریف برداشته شده و روی محیط‌های کشت حاوی PDA کشت شدند و به اتاقک رشد انتقال یافتند. پس از سه هفته، زمانی که کنیدی‌ها به طور کامل تشکیل شدند، درب تشتک‌های پتری در شرایط خشک، تاریک و استریل باز گذاشته شد و پس از خشک شدن محیط کشت، کنیدی‌ها از روی محیط کشت جمع‌آوری و جهت نگهداری، درون شیشه‌های کوچک درب‌دار ریخته شد و به دیسکاتور داخل یخچال انتقال یافت. در هر مرحله از آزمایشات، این اسپورها مورد استفاده قرار گرفتند.

پرورش گیاه و حشره

بذور سه ژنوتیپ کلزا (لیکورد، زرفام و RGS003) از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه و در گلدان‌هایی با قطر ۱۵ و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر کاشته شد. تعداد پنج بذور در هر گلدان پر شده از مخلوط خاکی به نسبت ۱:۱:۲ خاک شنی-لومی: خاک رس: کود دامی قرار گرفت. گلدان‌ها در گلخانه با شرایط $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶:۸ (تاریکی:روشنایی) و وسعت ۴۰ متر مربع نگهداری شدند. شته‌ی سبز هلو از گیاه پیچک صحرایی واقع در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی

Metarhizium anisopliae و (Balsamo) Vuillemin Sorokin. (Metsch.) با ۳۳/۹ درصد، بیشترین حشره‌کش‌ها و کنه‌کش‌های قارچی را تشکیل می‌دهند (فاریا و رایت ۲۰۰۷). این عوامل بیماری‌گر، میزبان خود را از طریق نفوذ در کوتیکول و یا منافذ بدن آلوده می‌کنند (تانادا و کایا ۱۹۹۳). با اینکه اطلاعات موجود نشان از وجود حدود ۷۰۰ گونه قارچ بیماری‌گر حشرات متعلق به ۶۰ جنس دارد (روبرتس و هامبر ۱۹۸۱)، ولی بیشترین قارچ‌های تجاری تولید شده به جنس‌های *Isaria* و *Beauveria*, *Metarhizium*, *Lecanicillium* تعلق دارند که نسبتاً به سادگی می‌توان آن‌ها را بطور انبوه تولید کرد. شته‌ی سبز هلو، *Myzus persicae* (Sulzer)، از خانواده‌ی Aphididae جزو آفات پلی‌فاژ می‌باشد (بلک‌من و استوپ ۲۰۰۰) و یکی از عمومی‌ترین گونه‌های شته است که تقریباً ۴۰۰ گونه‌ی گیاهی را در نواحی آب و هوایی مختلف آلوده می‌کند. گیاه کلزا از جمله میزبان‌های این حشره از تیره Brassicaceae می‌باشد. از آنجایی که توسعه‌ی حشره‌کش‌های میکروبی علیه حشرات مکنده همچون شته‌ها و سفیدبالک‌ها توجه ویژه‌ای را می‌طلبد (رایت و همکاران ۱۹۹۸)، انجام تحقیقات درباره عوامل محدودکننده کارایی قارچ بیماری‌گر *M. anisopliae* مانند نوع ژنوتیپ گیاه میزبان شته‌ی آفت ضروری می‌باشد.

این پژوهش با هدف بررسی برهمکنش قارچ، مراحل مختلف رشدی شته‌ی سبز هلو و سه ژنوتیپ کلزا انجام گرفت و اثر غلظت‌های مختلف قارچ بیماری‌گر *M. anisopliae* در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

کشت قارچ *M. anisopliae*

جدایه‌ی EUT115 از آزمایشگاه کنترل زیستی گروه اکولوژی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان تهیه شد. جهت احیای قارچ

قارچ به عنوان شته های مرده در اثر قارچ تلقی شدند. نتایج تا ۱۴ روز یادداشت شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی طراحی و پس از تجزیه واریانس، میانگین ها با استفاده از آزمون توکی در سطح پنج درصد مقایسه شدند. برای تجزیه واریانس از نرم افزار SAS استفاده شد (SAS 1989).

نتایج و بحث

نتایج مربوط به مرگ و میر شته‌ی سبزه‌ها تحت تاثیر غلظت‌های مختلف قارچ بیماریگر روی سه ژنوتیپ گیاه کلزا در جداول ۱ تا ۵ ارایه شده‌اند. میزان مرگ و میر شته‌ی سبزه‌ها روی دو ژنوتیپ RGS003 و زرفام اختلاف معنی‌دار نشان داد (جدول ۱) به این صورت که پس از گذشت هفت و چهارده روز از آغاز آزمایش، بیشترین میانگین مرگ و میر روی ژنوتیپ RGS003 به ترتیب $0/44 \pm 0/47$ و $0/37 \pm 0/12$ شته و کم ترین آن در ژنوتیپ زرفام به ترتیب $0/45 \pm 0/97$ و $0/41 \pm 0/57$ شته محاسبه شد. همچنین اثر قارچ بر مرگ و میر مراحل مختلف رشدی شته هفت و ۱۴ روز پس از آغاز آزمایش معنی‌دار شد (جدول ۲).

دانشگاه شهید باهنر کرمان جمع آوری و پس از انتقال به آزمایشگاه، دو نسل روی برگ های ژنوتیپ های کلزای ۶۰ روزه پرورش داده و برای انجام آزمایش‌ها از نسل سوم استفاده شد. طی آزمایش مقدماتی و با مشاهده و حذف پوسته های حاصل از پوست اندازی شته‌ی سبزه‌ها به طور روزانه، سنن پورگی مشخص شدند.

تعیین اثر ارقام مختلف کلزا بر مرگ و میر مراحل رشدی شته *M. persicae* توسط غلظت های مختلف قارچ بیماریگر *M. anisopliae*

به منظور انجام آزمایش، از هر کدام از مراحل رشدی (پوره‌های سنن ۱، ۲، ۳، ۴ و حشره ماده بالغ) از تعداد ۳۰ شته استفاده شد (سه تکرار برای هر تیمار، هر تکرار حاوی ۱۰ شته). تمامی مراحل رشدی شته روی کاغذ صافی قرار داده شدند و از فاصله ۴۰ سانتی متر به طور عمود توسط اسپری دستی مه پاش تحت تاثیر غلظت‌های 10^0 ، 10^1 و 10^7 کنیدی بر میلی-لیتر قارچ و تیمار شاهد (محلول ۰/۰۲ از توئین ۸۰) قرار گرفتند (راشکی و همکاران ۲۰۰۹). تعداد ۱۰ پوره روی هر دیسک برگی منتقل شد. تشنگی‌های پتری در ظروف حاوی محلول پتاسیم کلراید در داخل اتاقک رشد قرار داده شدند. تعداد شته‌های مرده هر ۲۴ ساعت ثبت شد. شته‌های پوشیده شده در هیف های

جدول ۱- میانگین مرگ و میر شته *Myzus persicae* تحت تاثیر قارچ بیماریگر *Metarhizium anisopliae* روی سه ژنوتیپ گیاه کلزا.

Zarfam	RGS003	Licord	ارقام
			فواصل زمانی (روز)
$0/37 \pm 0/12$ b	$0/44 \pm 0/47$ a	$0/12 \pm 0/42$ ab	۷
$0/41 \pm 0/57$ b	$0/37 \pm 0/12$ a	$0/40 \pm 0/80$ ab	۱۴

* میانگین های با حروف مشابه در هر ردیف از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند (آزمون توکی $P < 0.05$).

هفت و ۱۴ روزه، بیشترین میانگین مرگ و میر شته در غلظت 10^7 کنیدی بر میلی‌لیتر با تعداد $8/38 \pm 0/24$ و $9/60 \pm 0/12$ شته محاسبه شد.

هم چنین بین غلظت‌های بکار برده شده (10^6 ، 10^7) و 10^7 کنیدی بر میلی‌لیتر قارچ و تیمار شاهد) هفت و ۱۴ روز پس از شروع آزمایش اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۳) به این صورت که در هر دو بازه زمانی

جدول ۲- میانگین مرگ و میر مراحل مختلف رشدی شته *Myzus persicae* تحت تاثیر قارچ بیماریگر *Metarhizium anisopliae* (شامل غلظت‌های 10^6 ، 10^7 و 10^8 کنیدی بر میلی‌لیتر قارچ به همراه شاهد (توئین ۸۰) در دو بازه زمانی.

مراحل مختلف رشدی					
فواصل زمانی (روز)	بالغ	پوره سن ۱	پوره سن ۲	پوره سن ۳	پوره سن ۴
۷	$7/64 \pm 0/65a$	$3/42 \pm 0/38e$	$4/07 \pm 0/43d$	$5/07 \pm 0/52c$	$5/75 \pm 0/58b$
۱۴	$8/28 \pm 0/50a$	$5/39 \pm 0/46d$	$6/25 \pm 0/48c$	$6/93 \pm 0/51b$	$7/32 \pm 0/50b$

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند (آزمون توکی $P < 0.05$).

نخود (*Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Hem.: خود (Aphididae) که از گیاهان خسارت دیده باقلا تغذیه کرده است، به طور معنی‌داری بیشتر از شته‌هایی بود که از گیاهان سالم تغذیه کردند. این موضوع اثر مستقیم مواد فرار گیاهی را روی قارچ نشان داد. اگرچه هیچ اختلاف معنی‌داری در بیماریگری *P. neoaphidis* روی *A. pisum* تغذیه کرده روی گیاهان سالم باقلا یا گیاهان آلوده شده از قبل با *A. pisum* مشاهده نشد (باورستاک و همکاران ۲۰۰۵).

در برخی مطالعات، تأثیر گیاه روی مرگ و میر حشره تحت تأثیر قارچ مورد بررسی قرار گرفته است. گزارش شده است که غذای با سطوح بالای نیتروژن می‌تواند روی مرگ و میر لارو *Spodoptera littoralis* (Boisduval) تحت تأثیر ویروس بیماریگر NPV و رفتار تغذیه‌ای آن تأثیر بگذارد و با ایجاد مقاومت به بیماریگر در لاروها، مرگ و میر آن‌ها را کاهش دهد (لی و همکاران ۲۰۰۶). مطالعه‌ای دیگر مشخص کرده است که جوانه زنی کنیدی قارچ *Pandora neoaphidis* (Remaudiere & Hennebert) Humber روی شته‌ی

جدول ۳- میانگین مرگ و میر شته *Myzus persicae* تحت تاثیر غلظت‌های مختلف قارچ بیماریگر *Metarhizium anisopliae* در دو بازه زمانی.

غلظت (کنیدی در میلی‌لیتر)				
فواصل زمانی (روز)	شاهد	10^5	10^6	10^7
۷	$0/75 \pm 0/11d$	$5/00 \pm 0/37c$	$6/63 \pm 0/44b$	$8/38 \pm 0/24a$
۱۴	$2/37 \pm 0/13d$	$6/95 \pm 0/31c$	$8/42 \pm 0/23b$	$9/60 \pm 0/12a$

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند (آزمون توکی $P < 0.05$).

رشدی شته و غلظت قارچ معنی‌دار بود ($p < 0/05$) که نتایج مربوطه در جداول ۴ و ۵ به تفکیک ارائه شده

در بررسی اثرات متقابل ارقام کلزا، غلظت‌های قارچ و مراحل مختلف رشدی، فقط اثر متقابل مرحله

میلی لیتر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی بین مراحل مختلف رشدی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. در حالی که نتایج نشان داد که پس از گذشت هفت روز از پاشش قارچ با غلظت 10^7 کنیدی در میلی‌لیتر، تنها سنین اول و دوم پورگی با بقیه سنین اختلاف معنی‌دار داشتند. در غلظت‌های پایین تعداد اسپورهای قرار گرفته روی بدن شته کمتر بوده و در نتیجه مرگ و میر کمتری نیز ایجاد می‌شود.

است. نتایج برهمکنش غلظت‌های مختلف و مراحل رشدی شته نشان می‌دهد که استفاده از غلظت 10^7 کنیدی در میلی‌لیتر قارچ پس از هفت روز باعث بروز اختلاف معنی‌دار در میزان مرگ و میر بین مراحل مختلف رشدی شد. پس از گذشت ۱۴ روز از آلودگی شته با قارچ *M. anisopliae* برهمکنش بین مراحل مختلف رشدی و غلظت‌های مختلف قارچ (جدول ۵) نشان داد که تنها در افراد بالغ، بین میانگین مرگ و میر ایجاد شده در غلظت‌های 10^0 ، 10^6 و 10^7 کنیدی در

جدول ۴- میانگین مرگ و میر مراحل مختلف شته *Myzus persicae* تحت تاثیر غلظت‌های مختلف قارچ بیماریگر *Metarhizium anisopliae* در هفت روز پس از آلودگی به قارچ.

تیمارها (کنیدی / میلی‌لیتر)				مراحل رشدی
10^7	10^6	10^0	شاهد	
۱۰/۰۰±۰/۰۰ a	۱۰/۰۰±۰/۰۰ a	۹/۴۴±۰/۳۰ ab	۱/۱۱±۰/۶۱ jk	بالغ
۶/۳۳±۰/۷۰ def	۴/۲۲±۰/۴۴ ghi	۲/۶۷±۰/۵۸ ij	۰/۴۴±۰/۳۳ k	پوره سن یک
۶/۸۹±۰/۶۰ cde	۵/۴۴±۰/۶۱ defgh	۳/۴۵±۰/۵۳ hi	۰/۵۶±۰/۵۶ k	پوره سن دو
۸/۸۹±۰/۴۴ abc	۶/۱۱±۰/۷۹ defg	۴/۵۶±۰/۴۴ fgghi	۰/۷۸±۰/۴۱ jk	پوره سن سه
۹/۷۸±۰/۲۲ a	۷/۴۴±۰/۰۱ bcd	۴/۸۹±۰/۷۱ efgh	۰/۸۹±۰/۵۰ jk	پوره سن چهار

* میانگین‌های با حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند (آزمون توکی $P < 0.05$).

هلو می‌باشد. در حالی که در ژنوتیپ زرفام تراکم این کرک‌ها بسیار کم و در RGS003 اساساً کرکی وجود نداشت. ویژگی‌های سطح برگ در میزان آلودگی حشرات به قارچ بیماریگر موثر است. بطور مثال، مرگ و میر شته *A. pisum* در اثر قارچ *P. neoaphidus* با کاهش لایه واکسی برگ افزایش یافت و چسبندگی و جوانه زنی کنیدی روی کوتیکول حشره بیشتر شد (دوتینگ و همکاران ۲۰۰۳). همچنین در مورد شته‌ی نخود *A. pisum* و قارچ *P. neoaphidus* سطوح آلودگی با افزایش تعداد کنیدی‌های جوانه زده روی گیاهان باقلای خسارت دیده تغییر کرد (باورستاک و همکاران ۲۰۰۵). نتایج نشان می‌دهد که ارقام مختلف کلزا توانست بر بیماریگری قارچ روی شته‌ی سبزی هلو تاثیر بگذارد و آن را تغییر دهد. در پژوهش انجام شده

نتایج نشان داد که در اثرات متقابل قارچ و مرحله سنی، با افزایش سن پورگی غلظت کمتری از قارچ مورد نیاز است تا مرگ و میر معادل سنین اولیه و در غلظت‌های بیشتر ایجاد شود. پس از ۱۸ ساعت از زمان تماس با کوتیکول، نفوذ کنیدی قارچ به داخل بدن شته آغاز می‌شود (راشکی و خرازی پاکدل ۱۳۸۹). با توجه به کوتاهتر بودن طول دوره پوره سن اول (۱۸ تا ۲۴ ساعت) و کمتر بودن مساحت کوتیکول در مقایسه با سنین بالاتر (داده‌های منتشر نشده)، تعداد کمتری کنیدی قارچ روی بدن مستقر می‌شود و با پوست اندازی، کنیدی‌های استقرار یافته از سطح بدن پاک می‌شوند. بر اساس مشاهدات شخصی به نظر می‌رسد که در ژنوتیپ لیکورد وجود کرک‌های روی برگ یکی از عوامل نامطلوب در استقرار و زنده ماندن شته‌ی سبزی

نتایج نشان داد که غلظت قارچ و مرحله رشدی شته دارای اثر متقابل بر یکدیگر بودند و با افزایش سن شته، بیشترین مرگ و میر با غلظت پایین ایجاد شد. در حالیکه در سنین اولیه به دلیل پوست اندازی سریع تر، غلظت بیشتری از قارچ بیمارگر مورد نیاز بود. پیشنهاد می شود برای کنترل آلودگی های شدید مزارع کلزا توسط شته‌ی سبز هلو، از ژنوتیپ RGS003 و غلظت 10^7 کنیدی در میلی لیتر از قارچ استفاده شود.

در رابطه با تاثیر غلظت های مختلف قارچ‌های *Lecanicillium muscarium* (Petch) و *bassiana* روی مراحل مختلف پورگی سفیدبالک گلخانه‌ه، (Westwood) (Hem.: Aleurodidae)، *Trialeurodes vaporariorum* نتیجه مشابه با تحقیق حاضر بدست آمد بدین صورت که مرگ و میر سنین بالاتر در اثر آلودگی به قارچ در مقایسه با سنین پایین تر بیشتر بود (ملکان و همکاران ۲۰۱۲).

جدول ۵- میانگین مرگ و میر مراحل مختلف شته *Myzus persicae* تحت تاثیر غلظت‌های مختلف قارچ بیمارگر *Metarhizium anisopliae* ۱۴ روز پس از آلودگی به قارچ.

تیمارها (کنیدی / میلی لیتر)				مراحل رشدی
۱۰ ^۷	۱۰ ^۶	۱۰ ^۵	شاهد	
۱۰/۰۰±۰/۰۰ a	۱۰/۰۰±۰/۰۰ a	۱۰/۰۰±۰/۰۰ a	۳/۱۱±۰/۴۱ fg*	بالغ
۸/۶۷±۰/۷۱ ab	۶/۵۶±۰/۶۱ cd	۴/۵۶±۰/۵۰ ef	۱/۷۸±۰/۴۱ g	پوره سن یک
۹/۳۳±۰/۳۳ ab	۷/۶۷±۰/۵۸ bcd	۵/۸۹±۰/۵۲ de	۲/۱۱±۰/۵۶ g	پوره سن دو
۱۰/۰۰±۰/۰۰ a	۸/۷۸±۰/۸۱ ab	۶/۵۶±۰/۶۰ cd	۲/۴۴±۰/۵۰ g	پوره سن سه
۱۰/۰۰±۰/۰۰ a	۹/۱۱±۰/۶۳ ab	۷/۷۸±۰/۶۲ bc	۲/۴۴±۰/۳۳ g	پوره سن چهار

* میانگین‌های با حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی دار ندارند (آزمون توکی $P < 0.05$).

نمودن بذور ارقام مختلف کلزا تشکر و قدردانی می‌شود. این طرح با حمایت مالی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته و با شماره قرارداد ۱/۲۸۳۹ انجام شد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از آزمایشگاه کنترل زیستی گروه اکولوژی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان به خاطر تامین جدایه‌ی قارچ و همچنین از مؤسسه اصلاح نهال و بذور کرج به سبب فراهم

منابع

راشکی م و خرازی پاکدل ع، ۱۳۸۹ بررسی نحوه آلودگی *Myzus persicae* Sulzer (Hem.: Aphididae) و زنبور پارازیتوئید داخلی آن *Aphidius matricariae* Haliday (Hym.: Aphidiidae) توسط قارچ *Beauveria bassiana* (Ascomycota, Hypocreales). اولین همایش ملی مدیریت کنترل آفات، دانشگاه شهید باهنر کرمان. ۱۳۸۹.

Baverstock J, Elliot SL, Alderson PG and Pell JK, 2005. Response of the entomopathogenic fungus *Pandora neoaphidis* to aphid-induced plant volatiles. *Journal of Invertebrate Pathology* 89(2): 157-164.

- Blackman RL and Eastop VF, 2000. Aphids on the World's Crops: An Identification Guide. 2nd ed. Wiley-Intersci.
- Duetting PS, Ding H, Neufeld J, and Eigenbrode SD, 2003. Plant waxy bloom on peas affects infection of pea aphids by *Pandora neoaphidus*. Journal of Invertebrate Pathology 84: 149–158.
- Eilenberg J, Hajek AE and Lomer C, 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. BioControl 46: 387–400.
- Faria MR and Wraight SP, 2007. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. Biological Control 43: 237–256.
- Hochberg ME and Lawton J H, 1990. Competition between kingdoms. Trends in Ecology & Evolution 5: 367–371.
- Lacey LA, Mesquita ALM, Mercadier G, Debiere R, Kazmer DJ and Leclant F, 1997. Acute and sublethal activity of the entomopathogenic fungus *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on adult *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelinidae). Biological Control 26: 1452–1460.
- Lee KP, Kory JS, Wilson K and Raubenheimer D, 2006. Flexible diet choice offsets protein costs of pathogen resistance in a caterpillar. Proceeding of the Royal Society 273: 823–829.
- Malekan N, Hatami B, Ebadi R, Akhavan A and Radjabi R, 2012. The singular and combined effects of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* (Bals) and *Lecanicillium muscarium* (Petch) with insecticide imidacloprid on different nymphal stages of *Trialeurodes vaporariorum* in the laboratory conditions. Advances in Environmental Biology 6(1): 423–432.
- Rashki R, Kharazi-pakdel A, Allahyari H and van Alphen JJM, 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
- Roberts DW and Humber RA, 1981. Entomogenous fungi. Pp. 201–236 In: Cole GT and Kendrick B (Eds.). Biology of Conidial Fungi. Academic Press, New York.
- SAS 1989. SAS/STAT Users Guide, version 6, Vols. 1 and 2. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Tanada Y and Kaya HK, 1993. Insect Pathology. Academic Press, Inc., San Diego, USA.
- Wraight SP, Carruthers RI, Bradley CA, Jaronski ST, Lacey LA and Wood P, 1998. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi *Paecilomyces* spp. and *Beauveria bassiana* against the silver leaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. Journal of Invertebrate Pathology 71: 217–226.

Survey of Interaction Among Entomopathogen Fungus, *Metarhizium anisopliae*, the Aphid, *Myzus persicae* and Its Host Plant Canola

F Talepour¹, M Rashki² and A Shirvani^{3*}

¹Graduate Student, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman.

²Assistant Professor, Department of Biodiversity, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman.

³Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman.

*Corresponding author: shirvani@uk.ac.ir

Received: 29 Apr 2014

Accepted: 11 Apr 2016

Abstract

The effect of different concentrations of *Metarhizium anisopliae* strain EUT115 along with control was investigated on various life stages of green peach aphid *Myzus persicae*, and different canola cultivars, *Brassica napus*. Thirty aphids of each stage were treated with the fungus and then transferred onto Petri dishes containing leaf-discs placed on 2% water-agar medium. The aphid mortality was recorded daily for 14 days after the beginning of the test. According to the results, after 7 days, the highest mortality was obtained on the RGS003 (5.47 ± 0.44) and the lowest mortality was occurred on the Zarfam genotype (4.983 ± 0.45) and the significant difference was observed between the two genotypes. The highest mortality among the different life stages happened for the adults and was calculated 7.64 ± 0.65 and 8.82 ± 0.50 aphids after 7 and 14 days, respectively. Among the various fungal concentrations, 10^7 conidia/ml of the fungus caused the highest mortality after 7 (8.38 ± 0.24 aphids) and 14 days (9.60 ± 0.12 aphids), respectively. The results showed that there was interaction between the fungal concentration and the aphid life stage. It is suggested that to control enormous infestation of the green peach aphid in canola fields, the RGS003 genotype and 10^7 conidia/ml of the fungus can be used. The mean mortality of the aphid was increased by increasing the time from spraying the pathogenic fungus. It shows the importance of fungus-sporulating cadavers of the aphid as a reservoir in surrounding environment.

Keywords: Strain, Conidium, Life stage, Mortality.