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 غلظت های مختلف جدایه EUT115 قارچ *Metarhizium anisopliae* به همراه شاهد، بر مراحل مختلف رشدی شته‌ی سبز هلو *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 تشتک های پتری حاوی دیسک‌های برگی روی آب- آگار ۲ درصد منتقل شد. مرگ و میر شته ها به صورت روزانه تا ۱٤ روز پس از شروع آزمایش ثبت شد. بر اساس نتایج، بیشترین مرگ و میر شته‌ی سبز هلو، پس از ۷ روز روی ژنوتیپ RGS003 (٥/٤٧±٠/٤٤) و کم ترین مقدار آن در ژنوتیپ زرفام (٤/٩٧±٠/٤٥) 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 ٧/٦٤ ± ٠/٦٥ و ٨/٢٨ ± ٠/٥٠ شته به ترتیب ۷ و ١٤ روز پس از شروع آزمایش محاسبه شد و در بین غلظت های مختلف قارچ، غلظت 10^{7} کنیدی در میلی‌لیتراز قارچ، موجب بیشترین مرگ و میر پس از ۷ (٨/٣٨ ± ٠/٢٤ شته) و ١٤ (٩/٦٠ ± ٠/١٢ شته) روز شد. نتایج نشان داد که غلظت قارچ و مرحله‌ی رشدی شته اثر متقابل بر یکدیگر دارند. پیشنهاد می شود برای کنترل آلودگی های شدید در مزارع کلزا توسط شته‌ی سبز هلو، 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 نشان دهندهٔ اهمیت اجساد شته حاوی اسپور قارچ به عنوان منبع آلودگی در محیط اطراف می باشد.

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

مقدمه

برهمکنش موجود زنده با محیط که برای بقاء آن اساسی می‌باشد. ممکن است بین افرادی از همان گونه و یا افراد گونه‌های دیگر صورت گیرد. برهمکنش‌های درون رسته‌ای به گونه های خویشاوند محدود نمی‌شود و می‌تواند بین گونه‌هایی از سلسله‌های مختلف وجود داشته باشد (هوچبرگ و لاوتن ۱۹۹۰). قارچ‌های بیمارگر حشرات به عنوان دشمنان طبیعی حائز اهمیت هستند و استعداد بالایی برای استفاده به عنوان عوامل کنترل زیستی دارند (ایلینبرگ و همکاران ۲۰۰۱). در دهه ۱۹٦۰ میلادی تعداد قابل توجهی از حشره کش‌ها و کنه کش‌های قارچی در سراسر جهان تولید شده اند. حداقل ۱۲ گونه یا زیرگونه (واریته) از قارچ ها وجود دارند که به عنوان حشره‌کش و کنه‌کش قارچی به صورت انبوه به‌کاربرده می‌شوند. محصولات تولید شده براساس *Beauveria bassiana*

Vuillemin (Balsamo) و *Metarhizium anisopliae* Sorokin. (Metsch.) بـا ۳۳/۹ درصـد، بیشـترین حشره‌کش‌ها و کنه‌کش‌های قارچی را تشکیل مـی‌دهنـد (فاریا و رایت ۲۰۰۷). این عوامل بیمارگر، میزبان خود را از طریق نفوذ در کوتیکول و یـا منافـذ بـدن آلـوده مـی کنند (تانـادا و کایـا ۱۹۹۳). بـا اینکـه اطلاعـات موجـود نشان از وجود حدود ۷۰۰ گونه قارچ بیمارگر حشـرات متعلق به ٦٠ جنس دارد (روبرتس و هامبر ۱۹۸۱)، ولی بیشترین قارچ‌های تجـاری تولیـد شـده بـه جـنس‌هـای *Beauveria, Metarhizium, Lecanicillium* و *Isaria* تعلق دارند که نسبتاً به سادگی می‌توان آن ها را بطـور انبوه تولید کـرد. شـته‌ی سـبز هلـو، *Myzus persicae* (Sulzer)، از خانواده‌ی Aphididae جزو آفات پلی فـاژ مـی باشـد (بلـکمـن و اسـتوپ ۲۰۰۰) و یکـی از عمومی‌ترین گونه‌های شته است که تقریبا ٤٠٠ گونـه‌ی گیاهی را در نواحی آب و هوایی مختلف آلوده مـی‌کنـد. گیـاه کلـزا از جملـه میزبـان‌هـای ایـن حشـره از تیـره Brassicaceae مـی‌باشـد. از آنجـایی کـه توسـعه‌ی حشره‌کش‌های میکروبی علیه حشـرات مکنـده همچـون شته‌ها و سفیدبالک‌ها توجه ویژه ای را می طلبد (رایـت و همکـاران ۱۹۹۸)، انجـام تحقیقـات دربـاره عوامـل محـدود کننـده کـارایی قـارچ بیمـارگر *M. anisopliae* مانند نوع ژنوتیپ گیـاه میزبـان شـته‌ی آفـت ضـروری می‌باشد.

ایـن پـژوهش بـا هـدف بررسـی بـرهمکنش قـارچ، مراحل مختلف رشدی شته‌ی سبز هلـو و سـه ژنوتیـپ کلزا انجام گرفت و اثر غلظت‌های مختلف قارچ بیمـارگر *M. anisopliae* در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسـی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

کشت قارچ *M. anisopliae*

جدایـه‌ی EUT115 از آزمایشـگاه کنتـرل زیسـتی گروه اکولوژی دانشـگاه تحصـیلات تکمیلـی صـنعتی و فناوری پیشرفته کرمان تهیـه شـد. جهـت احیـای قـارچ (بالا بردن درصد جوانه زنی قارچ)، پـنج صـدم گـرم از اسپورهای موجود، به داخل لوله‌ی فالکن حاوی محلول ۰/۰۲ درصد توئین ۸۰ اتوکلاو شده ریختـه، سـپس بـه مدت ۱۰ دقیقـه روی دسـتگاه ورتکـس بـا هـم مخلـوط شدند. پس از آن تعداد ۳۰ شته بالغ با روش غوطه وری به مدت سه ثانیه در معرض این مخلـوط قـرار گرفتنـد. شته ها روی کاغذ صافی قرار داده شدند، سـپس روی تشـتک هـای پتـری حـاوی دیسـک برگـی بـه ظـروف پلاستیکی درب‌دار حاوی محلـول پتاسـیم کلرایـد (٤٠٠ گرم پتاسیم کلراید در ٥٠٠ میلـی لیتـر آب مقطـر بـرای ایجاد رطوبت نسبی ۸۵ درصد) داخل اتاقک رشد انتقال داده شدند (لیسی و همکاران ۱۹۹۷). پس از گذشت یـک هفته، کنیدی های تشکیل شده روی بـدن شـته هـا بـا استفاده از یـک سـوزن ظریـف برداشـته شـده و روی محیط های کشت حاوی PDA کشت شدند و بـه اتاقـک رشد انتقال یافتند. پس از سه هفته، زمانی که کنیدی هـا به طور کامل تشکیل شدند، درب تشتک هـای پتـری در شرایط خشک، تاریک و استریل باز گذاشته شد و پـس از خشک شدن محیط کشت، کنیـدی‌هـا از روی محـیط کشت جمع آوری و جهت نگـه‌داری، درون شیشـه‌هـای کوچـک درب‌دار ریختـه شـد و بـه دیسـیکاتور داخـل یخچال انتقال یافت. در هـر مرحلـه از آزمایشـات، ایـن اسپورها مورد استفاده قرار گرفتند.

پرورش گیاه و حشره

بذور سه ژنوتیپ کلزا (لیکورد، زرفـام و RGS003) از موسسه اصلاح و تهیه نهـال و بـذر کـرج تهیـه و در گلدان‌هایی با قطـر ۱۵ و ارتفـاع ۱۲ سـانتی‌متـر کاشـته شد. تعداد پنج بـذر در هـر گلـدان پـر شـده از مخلـوط خاکی به نسبت ۱:۱:۲ خاک شنی-لومی: خاک رس: کود دامـی قـرار گرفـت. گلـدان هـا در گلخانـه بـا شـرایط ۲۵±۱°C، رطوبت نسبی ٥±٦٠ درصد و دوره ی نـوری ۱٦:۸ (تاریکی:روشـنایی) و وسـعت ٤٠ متـر مربـع نگه‌داری شدند. شته‌ی سبز هلو از گیاه پیچک صحرایی واقـع در مزرعـه‌ی تحقیقـاتی دانشـکده‌ی کشـاورزی

دانشگاه شهید باهنر کرمان جمع آوری و پس از انتقال به آزمایشگاه، دو نسل روی برگ های ژنوتیپ های کلزای ٦٠ 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 سبز هلو به طور روزانه، سنین پورگی مشخص شدند.

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

به منظور انجام آزمایش، از هر کدام از مراحل رشدی (پوره‌های سنین ۱، ۲، ۳، ٤ 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 ٤٠ سانتی متر به طور عمود توسط اسپری دستی مه پاش تحت تاثیر غلظت‌های 10^{5}، 10^{6} 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. تشتک‌های پتری در ظروف حاوی محلول پتاسیم کلراید در داخل اتاقک رشد قرار داده شدند. تعداد شته‌های مرده هر ٢٤ ساعت ثبت شد. شته‌های پوشیده شده در هیف های قارچ به عنوان شته های مرده در اثر قارچ تلقی شدند. نتایج تا ١٤ روز یادداشت شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی طراحی و پس از تجزیه واریانس، میانگین‌ها 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 سبز هلو تحت تاثیر غلظت‌های مختلف قارچ بیمارگر روی سه ژنوتیپ گیاه کلزا در جداول ۱ تا ٥ ارایه شده‌اند. میزان مرگ و میر شته‌ی سبز هلو 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 ٥/٤٧±٠/٤٤ و ٧/١٢±٠/٣٧ شته و کم ترین آن در ژنوتیپ زرفام به ترتیب ٤/٩٧±٠/٤٥ و ٦/٥٧±٠/٤١ شته محاسبه شد. همچنین اثر قارچ بر مرگ و میر مراحل مختلف رشدی شته هفت و ١٤ روز پس از آغاز آزمایش معنی‌دار شد (جدول ۲).

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

ارقام / فواصل زمانی (روز)	Licord	RGS003	Zarfam
۷	٥/١٢±٠/٤٢ab	٥/٤٧±٠/٤٤a	٤/٩٧±٠/٤٥b
١٤	٦/٨٠±٠/٤٠ab	٧/١٢±٠/٣٧a	٦/٥٧±٠/٤١b

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

هم چنین بین غلظت‌های بکار برده شده (10^5، 10^6 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 هفت و ۱۴ روزه، بیشترین میانگین مرگ و میر شته در غلظت 10^7 کنیدی بر میلی‌لیتر با تعداد ۸/۳۸±۰/۲۴ و ۹/۶۰±۰/۱۲ شته محاسبه شد.

جدول ۲- میانگین مرگ و میر مراحل مختلف رشدی شته *Myzus persicae* تحت تاثیر قارچ بیمارگر *Metarhizium anisopliae* (شامل غلظت های 10^5، 10^6 و 10^7 کنیدی بر میلی‌لیتر قارچ به همراه شاهد (توئین ۸۰) در دو بازه زمانی.

فواصل زمانی (روز)	مراحل مختلف رشدی				
	بالغ	پوره سن ۱	پوره سن ۲	پوره سن ۳	پوره سن ٤
۷	۷/٦٤±۰/٦٥a	۳/٤۲±۰/۳۸e	٤/۰۷±۰/٤۳d	۵/۰۷±۰/۵۲c	۵/۷۵±۰/۵۸b
۱٤	۸/۲۸±۰/۵۰a	۵/۳۹±۰/٤٦d	٦/۲۵±۰/٤۸c	٦/۹۳±۰/۵۱b	۷/۳۲±۰/۵۰b

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

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 بیمارگر NPV و رفتار تغذیه‌ای آن تأثیر بگذارد و با ایجاد مقاومت به بیمارگر در لارو ها، مرگ و میر آن ها را کاهش دهد (لی و همکاران ۲۰۰٦). مطالعه‌ای دیگر مشخص کرده است که جوانه زنی کنیدی قارچ *Pandora neoaphidis* (Remaudiere & Hennebert) Humber، روی شته‌ی نخود *Acyrthosiphon pisum* (Harris) (Hem.: Aphididae) که از گیاهان خسارت دیده باقلا تغذیه کرده است، به طور معنی داری بیشتر از شته هایی بود که از گیاهان سالم تغذیه کردند. این موضوع اثر مستقیم مواد فرار گیاهی را روی قارچ نشان داد. اگرچه هیچ اختلاف معنی داری در بیمارگری *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).

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

فواصل زمانی (روز)	غلظت (کنیدی در میلی لیتر)			
	شاهد	10^5	10^6	10^7
۷	۰/۷۵±۰/۱۱d	۵/۰۰±۰/۳۷c	٦/٦۳±۰/۳٤b	۸/۳۸±۰/۲٤a
۱٤	۲/۳۷±۰/۱۳d	٦/۹۵±۰/۳۱c	۸/٤۲±۰/۲۳b	۹/٦۰±۰/۱۲a

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

در بررسی اثرات متقابل ارقام کلزا، غلظت های قارچ و مراحل مختلف رشدی، فقط اثر متقابل مرحله رشدی شته و غلظت قارچ معنی دار بود ($p<0/05$) که نتایج مربوطه در جداول ٤ و ۵ به تفکیک ارایه شده

است. نتایج برهمکنش غلظت های مختلف و مراحل رشدی شته نشان می‌دهد که استفاده از غلظت $۱۰^{۷}$ 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 ١٤ روز از آلودگی شته با قارچ *M. anisopliae* برهمکنش بین مراحل مختلف رشدی و غلظت‌های مختلف قارچ (جدول ٥) نشان داد که تنها در افراد بالغ، بین میانگین مرگ و میر ایجاد شده در غلظت های $۱۰^{٥}$، $۱۰^{٦}$ و $۱۰^{۷}$ کنیدی در 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 $۱۰^{۷}$ کنیدی در میلی‌لیتر، تنها سنین اول و دوم پورگی با بقیه سنین اختلاف معنی‌دار داشتند. در غلظت های پایین تعداد اسپورهای قرار گرفته روی بدن شته کمتر بوده و در نتیجه مرگ و میر کمتری نیز ایجاد می شود.

جدول ٤- میانگین مرگ و میر مراحل مختلف شته *Myzus persicae* تحت تاثیر غلظت‌های مختلف قارچ بیمارگر *Metarhizium anisopliae* در هفت روز پس از آلودگی به قارچ.

مراحل رشدی	تیمارها (کنیدی / میلی‌لیتر)			
	شاهد	$۱۰^{٥}$	$۱۰^{٦}$	$۱۰^{۷}$
بالغ	۱/۱۱±۰/٦۱ jk	۹/٤٤±۰/۳۰ ab	۱۰/۰۰±۰/۰۰ a	۱۰/۰۰±۰/۰۰ a
پوره سن یک	۰/٤٤±۰/۳۳ k	۲/٦۷±۰/٥۸ ij	٤/۲۲±۰/٤٤ ghi	٦/۳۳±/۷۰ def
پوره سن دو	۰/٥٦±۰/٥٦ k	۳/٤٥±۰/٥۳ hi	٥/٤٤±۰/٦۱ defgh	٦/۸۹±۰/٦۰ cde
پوره سن سه	۰/۷۸±۰/٤۱ jk	٤/٥٦±۰/٤٤ fghi	٦/۱۱±۰/۷۹ defg	۸/۸۹±۰/٤٤ abc
پوره سن چهار	۰/۸۹±۰/٥۰ jk	٤/۸۹±۰/۷۱ efgh	۷/٤٤±۱/۰۱ bcd	۹/۷۸±۰/۲۲ a

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

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 غلظت های بیشتر ایجاد شود. پس از ۱۸ ساعت از زمان تماس با کوتیکول، نفوذ کنیدی قارچ به داخل بدن شته آغاز می شود (راشکی و خرازی پاکدل ۱۳۸۹). با توجه به کوتاهتر بودن طول دوره پوره سن اول (۱۸ تا ٢٤ ساعت) و کمتر بودن مساحت کوتیکول در مقایسه با سنین بالاتر (داده های منتشر نشده)، تعداد کمتری کنیدی قارچ روی بدن مستقر می شود و با پوست اندازی، کنیدی های استقرار یافته از سطح بدن پاک می شوند. بر اساس مشاهدات شخصی به نظر می رسد که در ژنوتیپ لیکورد وجود کرک های روی برگ یکی از عوامل نامطلوب در استقرار و زنده ماندن شته‌ی سبز هلو می باشد. در حالی که در ژنوتیپ زرفام تراکم این کرک ها بسیار کم و در RGS003 **اساساً کرکی** وجود نداشت. ویژگی‌های سطح برگ در میزان آلودگی حشرات به قارچ بیمارگر 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. neoaphidius* سطوح آلودگی با افزایش تعداد کنیدی‌های جوانه زده روی گیاهان باقلای خسارت دیده تغییر کرد (باورستاک و همکاران ۲۰۰۵). نتایج نشان می دهد که ارقام مختلف کلزا توانست بر بیمارگری قارچ روی شته‌ی سبز هلو تاثیر بگذارد و آن را تغییر دهد. در پژوهش انجام شده

در رابطه با تـاثیر غلظـت هـای مختلـف قـارچهـای *B. bassiana* و *Lecanicillium muscarium* (Petch) روی مراحـــل مختلـــف پـــورگی ســـفیدبالک گلخانـــه،*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hem.: Aleurodidae)، نتیجه مشابه با تحقیـق حاضر بدست آمد بدین صورت که مرگ و میـر سـنین بالاتر در اثر آلودگی به قارچ در مقایسه با سنین پـایین تر بیشتر بود (ملکان وهمکاران ۲۰۱۲).

نتایج نشان داد که غلظت قارچ و مرحله رشدی شته دارای اثر متقابل بـر یکـدیگر بودنـد و بـا افـزایش سـن شته، بیشترین مرگ و میر با غلظت پایین ایجاد شد. در حالیکه در سنین اولیه به دلیل پوست اندازی سریع تـر، غلظت بیشتری از قارچ بیمارگر مورد نیاز بود. پیشنهاد می شود برای کنترل آلودگی هـای شـدید مـزارع کلـزا توسط شته‌ی سبز هلو، از ژنوتیـپ RGS003 و غلظـت $۱۰^{۷}$کنیدی در میلی لیتر از قارچ استفاده شود.

جدول ۵- میانگین مرگ و میر مراحل مختلف شته *Myzus persicae* تحت تاثیر غلظت‌های مختلف قارچ بیمارگر *Metarhizium anisolpiae* ۱٤ روز پس از آلودگی به قارچ.

مراحل رشدی	تیمارها (کنیدی / میلی‌لیتر)			
	شاهد	$۱۰^{۵}$	$۱۰^{۶}$	$۱۰^{۷}$
بالغ	۳/۱۱±۰/٤۱ fg*	۱۰/۰۰±۰/۰۰ a	۱۰/۰۰±۰/۰۰ a	۱۰/۰۰±۰/۰۰ a
پوره سن یک	۱/۷۸±۰/٤۱ g	٤/٥٦±۰/٥۰ ef	٦/٥٦±۰/٦۱ cd	۸/٦۷±۰/۷۱ ab
پوره سن دو	۲/۱۱±۰/٥٦ g	٥/۸۹±۰/٥۲ de	۷/٦۷±۰/٥۸ bcd	۹/۳۳±۰/۳۳ ab
پوره سن سه	۲/٤٤±۰/٥۰ g	٦/٥٦±۰/٦۰ cd	۸/۷۸±۰/۸۱ ab	۱۰/۰۰±۰/۰۰ a
پوره سن چهار	۲/٤٤±۰/۳۳ g	۷/۷۸±۰/٦۲ bc	۹/۱۱±۰/٦۳ ab	۱۰/۰۰±۰/۰۰ a

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

سپاسگزاری

بـدین‌وسـیله از آزمایشـگاه کنتـرل زیسـتی گـروه اکولوژی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فنـاوری پیشرفته کرمان به خاطر تامین جدایه‌ی قارچ و همچنین از مؤسسه اصلاح نهـال و بـذر کـرج بـه سـبب فـراهم نمـودن بـذور ارقـام مختلـف کلـزا تشـکر و قـدردانی می‌شود. این طرح با حمایت مـالی دانشـگاه تحصـیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته و با شماره قـرارداد ۱/۲۸۳۹ انجام شد.

منابع

راشکی م و خرازی پاکدل ع، ۱۳۸۹ بررسـی نحـوه آلـودگی *Myzus persicae* Sulzer (Hem.: Aphididae) و زنبـور پارازیتوییـد داخلـی آن *Aphidius matricariae* Haliday (Hym.: Aphidiidae) توسـط قـارچ *Beauveria bassiana* (Ascomycota, Hypocreales). اولین همایش ملی مـدیریت کنتـرل آفـات، دانشـگاه 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 Talepour[1], M Rashki[2] and A Shirvani[3*]

[1]Graduate Student, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman.
[2]Assistant Professor, Department of Biodiversity, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman.
[3]Associate 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.