نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۵۹۵-۵۸۹

Journal of Plant Protection
Vol. 28, No. 4, Winter 2015, P. 589-595

کنترل شته سبز هلو به‌وسیله قارچ *Metarhizium anisopliae* و سم ایمیداکلوپرید روی سه رقم کلزا در شرایط نیمه طبیعی

فاطمه طالع پور[۱]– مریم راشکی[۲*] – اصغر شیروانی[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۱۱/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۷

چکیده

اثر قارچ *Metarhizium anisopliae*، دز زیر کشنده سم ایمیداکلوپرید، شته *Myzus persicae* و ارقام مختلف کلزا در شرایط نیمه طبیعی درون قفس‌هایی از جنس طلق پلاستیکی در گلخانه (دمای ۳ ± ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۹۰ درصد) نشان داد که غلظت مزرعه‌ای و نیمه مزرعه‌ای قارچ و هم‌چنین ترکیب هر کدام با دز معادل LC_{10} ایمیداکلوپرید به طور قابل توجهی جمعیت شته سبز هلو را کاهش داد. مقایسه میانگین درصد مرگ و میر شته‌ها، ۷ و ۲۳ روز پس از تیمار بیانگر گسترش بیمارگر در جمعیت شته بود. مقایسهٔ تیمارهای مختلف مشخص نمود، ایمیداکلوپرید تاثیر منفی روی بیمارگری قارچ نداشته بلکه باعث افزایش کارآیی قارچ شد. بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین وزن خشک گیاه به ترتیب مربوط به رقم لیکورد در تیمار حاوی غلظت مزرعه‌ای قارچ به علاوه ایمیداکلوپرید (۰/۴۸±۴/۵۷ گرم) و RGS003 در تیمار حاوی دز زیرکشندگی ایمیداکلوپرید (۰/۲۷±۱/۲۹ گرم) بود و بین آن‌ها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. مقایسهٔ ارقام مختلف نشان داد بیش‌ترین میزان استقرار شته در رقم زرفام (۱۲۶/۹۲±۲۰۴۰/۵۰ شته) و کم‌ترین آن در رقم (۲۱۳/۱۷±۱۵۸۳/۱۷ شته) RGS003 اتفاق افتاد، اما بین ارقام لیکورد و زرفام اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. نتایج نشان داد برای کنترل شته سبز هلو، استفاده از غلظت نیمه مزرعه‌ای قارچ به همراه LC_{10} ایمیداکلوپرید در مقایسه با بقیه‌ی تیمارها می‌تواند بهترین گزینه باشد. چرا که علاوه بر ایجاد میانگین درصد مرگ و میر قابل ملاحظه پس از یک هفته، غلظت کم‌تری از قارچ نیز مورد استفاده قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: رقم کلزا، حشره‌کش نئونیکوتینویید، شرایط نیمه طبیعی، قارچ بیمارگر حشرات

مقدمه

قارچ های بیمارگر حشرات به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک جهت کنترل حشرات آفت در کشاورزی و جنگلداری به طور وسیع قابل استفاده است (۴). از میان بیمارگرها، قارچ *Metarhizium anisopliae* دامنهٔ میزبانی وسیعی دارد و شته‌های خانوادهٔ Aphididae از جملهٔ میزبان‌های این قارچ هستند. حدود ۴۷۰۰ گونه شته از این خانواده در جهان وجود دارد و از این تعداد حدود ۴۵۰ گونه از روی گیاهان زراعی ثبت شده است، که تنها حدود ۱۰۰ گونه دارای اهمیت اقتصادی هستند (۵). شته سبز هلو، *Myzus persicae* (Sulzer)، از خانوادهٔ Aphididae جزو آفات پلی فاژ می‌باشد و به عنوان یکی از عمومی‌ترین گونه‌های شته تقریباً ۴۰۰ گونهٔ گیاهی را در نواحی آب و هوایی مختلف آلوده می‌سازد. این توانایی در استفاده از دامنهٔ گسترده از منابع غذایی به پتانسیل بالای سیستم سازگاری این شته با مکانیسم‌های دفاعی گوناگون در گیاه میزبان مربوط می‌شود (۹). تعداد زیادی از حشرات و کنه‌ها می‌توانند به کلزا خسارت بزنند. در میان این آفات، تغذیه گسترده توسط شته سبز هلو باعث تغییر شکل برگ و سپس کاهش محصول می‌شود (۱۷). استفاده‌ی مکرر از حشره‌کش‌هایی مانند ارگانوکلرین‌ها، ارگانوفسفات‌ها، کاربامات‌ها و پیرتروئیدهای مصنوعی سبب تکامل مکانیسم مقاومت آفات، از جمله غیر سمی کردن آفت‌کش‌ها با بالابردن استراز شده است (۱۴). در این میان نئونیکوتینوئیدها گروه جدیدی از حشره‌کش‌ها شامل تولیدات تجاری ایمیداکلوپرید، استامی‌پرید و تیامتوکسام هستند و به علت فعالیت‌شان علیه حشرات مکنده، سخت بالپوشان و پروانه‌ها مهم می‌باشند. ایمیداکلوپرید حشره‌کشی کلرونیکوتینیل با بقای کم در خاک، توانایی حشره‌کشی بالا و سمیت نسبی کم برای پستانداران

۱ و ۳- دانش آموختهٔ کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی و استادیار گروه گیاهپزشکی، 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
(*–نویسنده مسئول: Email: ma_rashkigh@yahoo.com)

است (۲۱). قدرت حشره‌کشی ایمیداکلوپرید با ظرفیت آن در ایجاد اختلال در طناب عصبی سوسری مرتبط است (۱۵). این حشره‌کش به عنوان یک حشره‌کش سیستمیک علیه آفات مکنده در دهۀ اخیر استفاده شده و در حال حاضر نیز یکی از معدود حشره‌کش‌هایی است که برای حفاظت سبزیجات، میوه‌ها و چای از خسارت حشرات توصیه می‌شود. با این وجود استفادۀ محتاطانه از این ترکیب نئونیکوتینوئید به علت پتانسیل موجود در حشرات هدف برای توسعۀ مقاومت (۱۹) و تحریک باروری کنه‌ها لازم است (۱۲). علاوه بر حشره‌کش‌ها، کاربرد قارچ‌های بیمارگر حشرات مانند *M. anisopliae* جهت کنترل حشرات مکنده مورد مطالعه قرار گرفته است. اگرچه گونه *M. anisopliae* دامنۀ میزبانی وسیعی دارد، ژنوتیپ‌ها و سویه‌های مشخص دارای دامنه میزبانی محدودتری هستند (۵). علاوه بر این، جدایه‌ها در شرایط مزرعه نسبت به آزمایشگاه اختصاصی‌تر عمل می‌کنند (۱۳).

برهمکنش عوامل کنترل قارچی و حشره‌کش‌های انتخابی به صورت فرمولاسیون می‌تواند مصرف و باقی‌ماندۀ حشره‌کش‌های شیمیایی در مزرعه را کاهش دهد. لذا این پژوهش با هدف تعیین کارآیی قارچ *M. anisopliae* و غلظت‌های کم سم ایمیداکلوپرید برای کنترل شته سبز هلو پرورش یافته روی سه رقم کلزا در شرایط نیمه طبیعی انجام شد.

مواد و روش‌ها

کاشت گیاه

بذر ارقام مختلف کلزا شامل زرفام، لیکورد و RGS003 از مؤسسه‌ی اصلاح نهال و بذر کرج تهیه و در گلدان‌هایی (با قطر ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر) حاوی مخلوط رس، شن و کود دامی (به نسبت ۱:۲:۱) کاشته شد. سپس در گلخانه (دمای ۳ ± ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۹۰ درصد) نگهداری شدند. در این آزمایش ۷۲ گیاه ۴۵ روزه با سه برگ حقیقی مورد استفاده قرار گرفت.

پرورش شته سبز هلو

شته سبز هلو *M. persicae* از روی پیچک صحرایی Convolvulus arvensis L. (Convolvulaceae) از مزرعۀ تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان جمع‌آوری شد. شته سبز هلو روی سه رقم کلزا (زرفام، لیکورد و RGS003) در گلخانه (دمای ۳ ± ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۹۰ درصد) پرورش یافت.

کشت، احیاء و تکثیر قارچ *M. anisopliae*

قارچ *M. anisopliae* ایزوله‌ی EUT115 از آزمایشگاه کنترل بیولوژیک دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان تهیه شد. جهت افزایش قدرت جوانه‌زنی قارچ، ۰/۰۵ گرم از اسپورهای قارچ در لولۀ فالکن حاوی ۲۰ میلی‌لیتر محلول Tween 80 ۰/۰۲ درصد ریخته و ۱۰ دقیقه بوسیله‌ی ورتکس با هم مخلوط شدند. ۳۰ شته بوسیلۀ غوطه‌وری تحت تأثیر این محلول قرار گرفتند و به ظروف پتری حاوی دیسک برگی منتقل شدند. پس از یک هفته، اسپورهای رشد یافته روی بدن شته‌ها به ظروف پتری حاوی محیط کشت PDA در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس منتقل شدند. سه هفته پس از انتقال اسپورها روی محیط کشت جدید، اسپورهای رشد یافته روی این محیط تمامی سطح محیط کشت را پوشاند. ظروف پتری حاوی اسپور، ۲۴ ساعت در شرایط استریل، خشک و تاریک قرار گرفتند. سپس اسپورها جمع آوری و درون شیشه‌های درب‌دار کوچک ریخته و در دمای ۵ درجه سلسیوس بالای سیلیکاژل نگهداری شدند. پیش از آزمایش قدرت جوانه‌زنی کنیدی اندازه‌گیری شد که ۹۷ درصد بود. جهت استفاده در تیمارها، غلظت مزرعه‌ای (۶×۱۰^{۱۲} کنیدی در هکتار یا $۱/۹۰\times۱۰^{۱۰}$ کنیدی بر لیتر) و نیمه مزرعه‌ای قارچ تهیه شد.

ارزیابی مرگ و میر شته سبز هلو *M. persicae* تحت تأثیر قارچ بیمارگر *M. anisopliae* و سم ایمیداکلوپرید روی سه رقم گیاه کلزا در فواصل زمانی مختلف

هشت تیمار شامل دز زیرکشندگی (LC_{10}) ایمیداکلوپرید به تنهایی به دست آمده روی لیکورد، زرفام و RGS003 (به ترتیب ۰/۵۴۰، ۰/۵۶۳ و ۰/۴۹۶ میلی‌لیتر ایمیداکلوپرید در هکتار یا ۰/۰۰۱۷۲، ۰/۰۰۱۷۶ و ۰/۰۰۱۵۵ میلی‌لیتر ایمیداکلوپرید در لیتر آب)، غلظت مزرعه‌ای (۶×۱۰^{۱۲} کنیدی در هکتار یا $۱/۹۰\times۱۰^{۱۰}$ کنیدی در لیتر) و نیمه مزرعه‌ای قارچ هر کدام به تنهایی و ترکیب هر یک با دز زیرکشندگی سم بکار رفت. از آب مقطر و محلول توین ۰/۰۲ درصد در شاهدها استفاده شد. آزمایش‌ها مربوطه در سه دوره‌ی زمانی جداگانه با استفاده از ۹۰ پوره‌ی سن سه شته سبز هلو روی گیاهان داخل هر قفس طلقی انجام شد. ۴۵ روز پس از کاشت، پنج شته‌ی بالغ جهت تولید پوره برای همسن‌سازی روی هر برگ گیاه قرار گرفت. پس از ۱۲ ساعت، تمامی پوره‌ها و شته‌های بالغ به غیر از ۱۰ پوره حذف و سپس گیاهان به درون قفس‌هایی از جنس طلق پلاستیکی در گلخانه منتقل شدند (دمای۳ ± ۲۷ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵ ± ۹۰ درصد). سه روز پس از شروع آزمایش تیمارهای مختلف روی این گیاهان اعمال شد. ثبت تعداد شته‌های مرده و زنده ۷ و ۲۳ روز پس از اسپری گیاهان انجام گرفت. اجساد پوشیده از اسپور (مرگ در اثر آلودگی به قارچ) و اجساد خشک (شته‌های مرده و قهوه‌ای در اثر ایمیداکلوپرید) مرده تلقی شدند. آزمایش‌ها ۷۲ روز پس از کاشت گیاه پایان یافت.

برآورد اثر تیمارهای مختلف روی وزن خشک گیاه و میزان استقرار شته سبز هلو روی سه رقم کلزا

جهت اندازه‌گیری وزن خشک، تمام گیاهان در تیمارهای مختلف و شاهد با ریشه از خاک بیرون آورده و پس از آبکشی، هشت ساعت در آون با دمای ۴۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند. سپس وزن خشک گیاهان با استفاده از ترازوی حساس اندازه‌گیری شد. پس از گذشت ۲۳ روز از انجام تیمارها، در حالی‌که گیاهان ۷۲ روزه بودند، شته‌های مستقر روی گیاهان به عنوان معیاری برای سنجش میزان استقرار شته سبز هلو شمارش شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

طرح آزمایشی مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها طرح کاملا تصادفی بود. پس از تجزیه واریانس، میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح پنج درصد مقایسه شدند. داده‌های درصدی با استفاده از arcsine square-root تبدیل شدند و برای تجزیهٔ واریانس از نرم افزار SAS استفاده شد (۱۷).

نتایج و بحث

ارزیابی مرگ و میر شته سبز هلو *M. persicae* تحت تاثیر قارچ بیمارگر *M. anisolpiae* و سم ایمیداکلوپرید روی سه رقم گیاه کلزا در فواصل زمانی مختلف

نتایج برهمکنش قارچ بیمارگر *M. anisolpiae* و سم ایمیداکلوپرید، ۷ و ۲۳ روز پس از تیمار به ترتیب در جدول‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ آورده شده است. به طور کلی بررسی درصد مرگ و میر پس از هفت روز نشان داد که بین ارقام مختلف تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. بیش‌ترین درصد مرگ و میر در تیمار حاوی غلظت مزرعه‌ای قارچ همراه با دز زیر کشندگی (معادل LC_{10}) ایمیداکلوپرید بدست آمد (۹/۶۲±۸۳/۹۴ درصد) (جدول ۱). در حالی‌که بین این تیمار، دز نیمه مزرعه‌ای همراه با دز زیر کشندگی سم و دز مزرعه‌ای قارچ به تنهایی اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در تمام ارقام بین تیمار ایمیداکلوپرید با بقیه‌ی تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. مقایسه درصد مرگ و میر ناشی از غلظت مزرعه‌ای قارچ (۱۲/۸۹±۷۷/۴۶ درصد) و دز مزرعه‌ای قارچ همراه با غلظت زیر کشندگی ایمیداکلوپرید (۹/۶۲±۸۳/۹۴ درصد) پس از هفت روز نشان داد، هر دو تیمار تأثیر قابل ملاحظه‌ای در افزایش درصد مرگ و میر شته سبز هلو داشتند. هم‌چنین تیمار نیمه مزرعه‌ای قارچ و ترکیب آن با LC_{10} ایمیداکلوپرید هر دو به طور معنی‌دار جمعیت شته سبز هلو را کاهش داد. در این تیمار نیز درصد مرگ و میر ایجاد شده توسط قارچ همراه با ایمیداکلوپرید بیش‌تر از تیمار قارچ به تنهایی (به ترتیب ۸/۳۱±۶۳/۹۱ و ۱۰/۸۵±۸۰/۷۷ درصد) بود و تاثیر مثبت ایمیداکلوپرید روی بیمارگری قارچ ثابت شد. در تیمار ایمیداکلوپرید بین مرگ و میر ایجاد شده در ارقام مختلف تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. بین مرگ و میر در تیمار ایمیداکلوپرید و شاهد روی سه رقم کلزا اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. گرچه دز زیر کشندگی ایمیداکلوپرید نسبت به تیمار کنترل اختلاف معنی‌دار نشان نداد اما همین دز پایین سم، باعث ایجاد تحرک بیشتر در جمعیت شته شد و در نتیجه هنگامی که به طور همزمان با قارچ مورد استفاده قرار گرفت، باعث افزایش تماس بیشتر حشره با قارچ و برداشت اسپور آن توسط شته و در نهایت منجر به افزایش کارآیی قارچ شد.

بر اساس نتایج جدول ۲، پس از گذشت ۲۳ روز از شروع آزمایش، درصد مرگ و میر شته سبز هلو در غلظت مزرعه‌ای قارچ همراه با دز زیر کشندگی ایمیداکلوپرید (با ۷/۱۹±۹۰/۹۱ درصد مرگ و میر) بیش‌ترین مقدار بود ولی با بقیه‌ی تیمارها اختلاف معنی‌دار نداشت و کم ترین درصد آن به تیمار نیمه مزرعه‌ای قارچ (با ۵/۶۰±۸۱/۴۶ درصد مرگ و میر) تعلق داشت. گیاهان می‌توانند از طریق حشره میزبان، اثر غیر مستقیم روی کارآیی یا توانایی بیمارگر داشته باشند. اثرات غیر مستقیم شامل ایجاد تناوب در حساسیت و تأثیر بر رفتار حشره میزبان نسبت به بیمارگر می‌باشد. بسیاری از مواد شیمیایی گیاهی، به ویژه آلکالوئیدها و مواد غذایی، با تأثیر بر حساسیت حشره میزبان به آلودگی می‌توانند فیزیولوژی و رشد حشره میزبان را کاهش دهند (۳).

در تحقیقی اثر نوع گیاه روی برداشت کنیدی قارچ بیمارگر توسط لارو سوسک خردل، *Phaedon cochleariae* (F.) (Col.: Chrysomelidae)، مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه نشان داد در غلظت بالا زمانی‌که لاروها از کلزا تغذیه شدند نسبت به زمانی‌که از کلم چینی یا شلغم استفاده کردند، ناحیه میانی شکم این لارو آهسته‌تر توسط کنیدی قارچ بیمارگر پوشیده شد. این مشاهدات ثابت کردند ترکیبات کلزا که منجر به کندی رشد قارچ می‌شوند، در فرآیند آلودگی دخالت دارد (۱۰).

برآورد اثر تیمارهای مختلف روی وزن خشک گیاه میزبان و میزان استقرار شته سبز هلو روی سه رقم کلزا

در بین تیمارها بیش‌ترین وزن خشک گیاه مربوط به تیمار غلظت مزرعه‌ای قارچ *M. anisopliae* همراه با ایمیداکلوپرید (۰/۳۵±۲/۸۷ گرم) بود و با غلظت نیمه مزرعه‌ای قارچ بعلاوه‌ی ایمیداکلوپرید و تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار نداشت در حالی‌که با بقیه‌ی تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داد. اگرچه گیاهانی که تنها با قارچ تیمار شده بودند وزن خشک کم‌تری نسبت به گیاه شاهد داشتند اما این کاهش وزن معنی‌دار نبود و نتایج حاکی از عدم تاثیر کنترل شته سبز هلو با قارچ *M. anisopliae* روی رشد گیاه می‌باشد (جدول ۵).

جدول ۱- میانگین ± خطای استاندارد درصد مرگ و میر شته سبز هلو *Myzus persicae* تحت تاثیر قارچ بیمارگر *Metarhizium anisolpiae* و سم ایمیداکلوپرید روی گیاه کلزا هفت روز پس از آلودگی به قارچ

غلظت مزرعه‌ای قارچ	غلظت مزرعه ای قارچ + ایمیداکلوپرید	غلظت نیمه مزرعه‌ای قارچ	غلظت نیمه مزرعه ای قارچ+ ایمیدالکوپراید	دز زیر کشندگی ایمیداکلوپرید	شاهد (آب مقطر)	شاهد (توین ۸۰)
۷۷/۴۶	۸۳/۹۴	۶۳/۹۱	۸۰/۷۷	۲۲/۵۹	۸/۰۱	۸/۲۸
±۱۲/۸۹ a	±۹/۶۲ a	±۸/۳۱ b	±۱۰/۸۵ a	±۳/۷۵ c	±۳/۷۲ d	±۳/۷۱ d

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

جدول۲- میانگین ± خطای استاندارد درصد مرگ و میر شته سبز هلو *Myzus persicae* تحت تاثیر قارچ بیمارگر *Metarhizium anisolpiae* و سم ایمیداکلوپرید روی گیاه کلزا ۲۳ روز پس از آلودگی به قارچ

غلظت مزرعه‌ای قارچ	غلظت مزرعه ای قارچ + ایمیداکلوپرید	غلظت نیمه مزرعه ای قارچ	غلظت نیمه مزرعه ای قارچ+ ایمیدالکوپراید	شاهد (آب مقطر)	شاهد (توین ۸۰)
۸۴/۷۴	۹۰/۹۱	۸۱/۴۶	۸۶/۱۹	۱۱/۹۷	۱۱/۷۷
±۳/۱۰ ba	±۷/۱۹ a	±۵/۶۰ b	±۵/۱۰ ba	±۱/۵۰ c	±۰/۸۰ c

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

جدول ۳- میانگین ± خطای استاندارد درصد مرگ و میر شته سبز هلو *Myzus persicae* تحت تاثیر قارچ بیمارگر *Metarhizium anisolpiae* و سم ایمیداکلوپرید روی سه رقم گیاه کلزا هفت روز پس از آلودگی به قارچ.

تیمار / رقم	غلظت مزرعه‌ای قارچ	غلظت مزرعه ای قارچ + ایمیداکلوپرید	غلظت نیمه مزرعه‌ای قارچ	غلظت نیمه مزرعه ای قارچ+ ایمیدالکوپراید	دز زیر کشندگی ایمیداکلوپرید	شاهد (آب مقطر)	شاهد (توین ۸۰)
لیکورد	۷۴/۳۸	۸۲/۸۰	۶۷/۰۹	۸۱/۰۳	۲۲/۶۹	۷/۳۸	۸/۰۵
	±۳/۱۸ ab	±۲/۳۴ ab	±۰/۹۱ b	±۲/۹۰ ab	±۲/۱۸ c	±۲/۰۹ c	±۱/۸۴ c
RGS003	۷۹/۷۷	۸۴/۸۸	۶۶/۱۴	۸۲/۰۶	۲۲/۲۶	۹/۳۳	۹/۳۳
	±۸/۳۵ ab	±۴/۶۶ a	±۳/۶۱ ab	±۱۲/۵۱ ab	±۱/۶۹ c	±۳/۵۰ c	±۳/۰۸ c
زرفام	۷۸/۰۹	۸۴/۱۲	۶۳/۳۹	۷۹/۱۷	۲۳/۱۹	۷/۳۲	۷/۴۵
	±۱۰/۸۳ ab	±۹/۶۷ a	±۹/۸۷ b	±۳/۳۸ ab	±۲/۶۲ c	±۲/۵۸ c	±۱/۴۵ c

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

جدول ٤- میانگین ± خطای استاندارد درصد مرگ و میر شته سبز هلو *Myzus persicae* تحت تاثیر قارچ بیمارگر *Metarhizium anisolpiae* و سم ایمیداکلوپرید روی سه رقم گیاه کلزا ۲۳ روز پس از آلودگی به قارچ.

تیمار / رقم	غلظت مزرعه‌ای قارچ	غلظت مزرعه ای قارچ + ایمیداکلوپرید	غلظت نیمه مزرعه‌ای قارچ	غلظت نیمه مزرعه ای قارچ+ ایمیدالکوپراید	شاهد (آب مقطر)	شاهد (توین ۸۰)
لیکورد	۸۵/۳۳	۹۰/۰۶	۸۴/۶۷	۸۶/۸۰	۱۲/۱۴	۱۱/۵۷
	±۱/۲۸ a	±۳/۲۴ a	±۱/۲۸ a	±۲/۱۶ a	±۳/۰۷ b	±۰/۸۳ b
RGS003	۸۴/۲۳	۹۲/۲۷	۸۱/۳۵	۸۶/۷۳	۱۳/۳۶	۱۲/۹۳
	±۷/۳۴ a	±۱۱/۹۲ a	±۱۱/۶۶ a	±۸/۵۵ a	±۱/۰۷ b	±۱/۰۳ b
زرفام	۸۴/۷۰	۹۰/۳۸	۷۸/۲۳	۸۵/۱۵	۱۰/۵۹	۱۰/۹۷
	±۰/۹۶ a	±۶/۶۸ a	±۴/۱۱ a	±۴/۶۵ a	±۰/۴۱ b	±۰/۵۵ b

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

بین تیمار شاهد حاوی شته‌های تیمار شده توسط آب و تیمار شاهد حاوی توئین با تیمار ایمیداکلوپرید اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. از طرفی تیمار دز مزرعه‌ای و تیمار نیمه مزرعه‌ای قارچ با تیمار ایمیداکلوپرید و شاهد حاوی آب مقطر تفاوت معنی‌دار نشان نداد. بررسی نتایج جدول ۶ نشان داد، در مجموع بیشترین وزن خشک مربوط به لیکورد در تیمار حاوی غلظت مزرعه‌ای قارچ بعلاوه ایمیداکلوپرید (۴/۵۷±۰/۴۸ گرم) بود و کمترین آن به RGS003 در تیمار حاوی دز زیرکشندگی ایمیداکلوپرید (۱/۲۹±۰/۲۷ گرم) تعلق داشت. بین دو رقم اخیر اختلاف معنی‌دار وجود داشت.

با مقایسهٔ سه رقم کلزا با یکدیگر مشخص شد که در کل بیشترین میزان استقرار شته سبز هلو روی رقم زرفام (۲۰۴۰/۵۰±۱۲۶/۹۲ شته) و کم‌ترین آن روی رقم RGS003 (۱۵۸۳/۱۷±۲۱۳/۱۷ شته) وجود داشت و بین لیکورد و زرفام اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۷). بررسی‌های مرفولوژیکی سه رقم کلزا نشان داد که برگ‌های رقم لیکورد با پرزهای ریز باعث عدم استقرار شته‌های سنین پائین روی برگ شد ولی در رقم زرفام و RGS003 به ترتیب به علت تراکم کم و عدم وجود این پرزها شته‌ها بخوبی مستقر شدند. از طرفی رقم RGS003 دارای برگ‌های باریک‌تر و کم‌تری نسبت به دو رقم دیگر بود که این موضوع در استقرار شته و وزن خشک گیاه تاثیرگذار بود (مشاهدات شخصی). بررسی پارامترهای جدول زندگی شته سبز هلو (*M. persicae*) روی سه رقم کلزا تحت تاثیر دز زیر کشندگی حشره‌کش ایمیداکلوپرید نشان داد که کمترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) شته سبز هلو روی رقم RGS003 و بیش‌ترین آن روی رقم لیکورد بدست آمد و ثابت کرد این رقم در میان ارقام لیکورد، RGS003 و زرفام به عنوان مناسب‌ترین میزبان برای این آفت مطرح است که باعث کاهش تأثیر سم روی شته شد (۱).

جدول ۵- میانگین ± خطای استاندارد وزن خشک گیاه کلزا (گرم)، تحت تاثیر تیمارهای مختلف قارچ و سم ۷۲ روز پس از شروع آزمایش

غلظت مزرعه ای قارچ	غلظت مزرعه ای قارچ + ایمیداکلوپرید	غلظت نیمه مزرعه ای قارچ	غلظت نیمه مزرعه ای قارچ+ ایمیدالکوپراید	دز زیر کشندگی ایمیداکلوپرید	شاهد (آب مقطر)	شاهد (توئین ۸۰)	شاهد (بدون حضور شته)
۱/۹۱	۲/۸۷	۱/۹۳	۲/۵۰	۱/۳۷	۱/۱۷	۱/۰۳	۲/۱۸
±۰/۳۴ bdc	±۰/۳۵ a	±۰/۴۳ bdc	±۰/۴۲ ba	±۰/۳۲ edc	±۰/۲۴ ed	±۰/۱۹ e	±۰/۲۵ bac

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

جدول ٦- میانگین ± خطای استاندارد وزن خشک (گرم) سه رقم کلزا (لیکورد، زرفام و RGS003) به تفکیک تحت تاثیر تیمارهای مختلف قارچ و سم ۷۲ روز پس از شروع آزمایش

تیمار / رقم	غلظت مزرعه‌ای قارچ	غلظت مزرعه‌ای قارچ + ایمیداکلوپرید	غلظت نیمه مزرعه‌ای قارچ	غلظت نیمه مزرعه‌ای قارچ+ ایمیدالکوپراید	دز زیر کشندگی ایمیداکلوپرید	شاهد (آب مقطر)	شاهد (توئین ۸۰)	شاهد (بدون حضور شته)
لیکورد	۲/۰۲	۴/۵۷	۲/۰۵	۳/۷۶	۱/۴۷	۱/۰۹۲	۰/۹۸	۲/۳۴
	±۰/۵۳ bc	±۰/۴۸ a	±۰/۴۸ bc	±۰/۴۵ ab	±۰/۳۷ c	±۰/۲۴ c	±۰/۱۴ c	±۰/۲۹bc
RGS003	۱/۷۸	۲/۰۴	۱/۹۲	۱/۸۳	۱/۲۹	۱/۲۴	۱/۱۲	۱/۹۹
	±۰/۳۵ c	±۰/۳۵ bc	±۰/۴۹ bc	±۰/۴۸ c	±۰/۲۷ c	±۰/۲۶ c	±۰/۱۷ c	±۰/۲۴bc
زرفام	۱/۹۵	۲/۰۱	۱/۸۱	۱/۹۱	۱/۳۶	۱/۱۷	۰/۹۹	۲/۲۰
	±۰/۱۶ bc	±۰/۲۲ bc	±۰/۳۱ c	±۰/۳۴ bc	±۰/۳۱ c	±۰/۲۴ c	±۰/۲۸ c	±۰/۲۳ bc

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

جدول ۷- میانگین ± خطای استاندارد میزان استقرار شته سبز هلو، *Myzus persicae*، تحت تاثیر تیمارهای مختلف قارچ و سم روی سه رقم کلزا (لیکورد، زرفام و RGS003)

تیمار / رقم	غلظت مزرعه‌ای قارچ	غلظت مزرعه ای قارچ + ایمیداکلوپرید	غلظت نیمه مزرعه‌ای قارچ	غلظت نیمه مزرعه‌ای قارچ+ ایمیدالکوپراید	شاهد (آب مقطر)	شاهد (توپین ۸۰)
لیکورد	۸۵۷/۶۰ ±۱۸/۴۱ c	۶۲۹/۳۰ ±۱۴/۴۰ c	۱۰۸۱/۰۰ ±۱۱/۹۰ c	۷۴۸/۳۰ ±۴۱/۹۰ c	۴۴۸۳/۳۰ ±۴/۱۸ a	۴۴۱۶/۰۰ ±۱۷۲/۳۰ a
RGS003	۵۲۳/۶۰ ±۵۱/۰۰ c	۵۵۳/۶۰ ±۵۰/۲۰ c	۸۵۲/۶۰ ±۷۶/۵۰ c	۵۵۹/۳۰ ±۳۸/۰۰ c	۳۴۸۵/۰۰ ±۱۹۵/۷۰ b	۳۵۲۴/۶۰ ±۱۲۶/۸۰ b
زرفام	۸۴۸/۰۰ ۲۳/۵۰ c	۶۳۱/۳۰ ±۲۹/۳۰ c	۱۰۸۵/۳۰ ±۲۵/۶۰ c	۷۰۱/۰۰ ±۳۶/۸۰ c	۴۵۰۸/۳۰ ±۲۳۸/۴۰ a	۴۴۶۹/۰۰ ±۱۸۴/۰۰ a

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

نتایج این تحقیق با نتایج حاضر سازگاری داشته و در یک راستا است. بطور کل، در صورتی‌که هدف از ایجاد کلنی شته سبز هلو، پرورش حشرات مفید مانند زنبور پارازیتویید و شکارگرها باشد، استفاده از رقم لیکورد به دلیل بالاتر بودن میزان استقرار شته روی آن نسبت به دو رقم دیگر پیشنهاد و جهت کشت در مزرعه، دو رقم زرفام و RGS003 بخاطر میزان استقرار کمتر شته سبز هلو توصیه می‌شود.

نتایج نشان داد برای کنترل شته سبز هلو، استفاده از غلظت نیمه مزرعه‌ای قارچ به همراه LC_{10} ایمیداکلوپرید در مقایسه با بقیهٔ تیمارها می‌تواند بهترین گزینه باشد. چرا که علاوه بر ایجاد درصد مرگ و میر قابل ملاحظه پس از یک هفته، غلظت قارچ کم‌تری نیز مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاکی از درصد مرگ و میر نسبتاً بالای این شته آفت تحت تأثیر قارچ و استفاده توأم قارچ و سم در شرایط نیمه طبیعی بود. در این حالت تحرک بیشتر شته در اثر سم باعث تماس بیشتر با اسپورهای قارچ در سطح برگ شد که کارآیی قارچ بیمارگر *M. anisopliae* را افزایش داد. در آزمایش مشابه جیمز و الزن (۱۰) برهمکنش بین قارچ *Beauveria bassiana* و سم ایمیداکلوپرید را هنگام استفاده روی سفیدبالک *Bemisia tabaci* (Hem.: Aleyrodidae) مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد کاربرد ایمیداکلوپرید در خاک و پاشش قارچ روی گیاه تاثیر معنی‌داری بر تراکم سفیدبالک داشت. زمانی‌که قارچ بیمارگر *B. bassiana* و سم ایمیداکلوپرید به صورت ترکیب با یکدیگر بکار رفتند اثر آن مشابه یا کمتر از زمانی بود که ایمیداکلوپرید به تنهایی مورد استفاده قرار گرفت. به عبارت دیگر، ایمیداکلوپرید به تنهایی بیش‌تر از ترکیب آن با قارچ موثر بود. جوانه زنی اسپور قارچ و تشکیل کلنی تحت تاثیر سم حشره‌کش قرار نگرفت. اما کاربرد هم‌زمان قارچ بیمارگر *B. bassiana* و سم ایمیداکلوپرید اثر ایمیداکلوپرید را کاهش داد. این فرضیه وجود دارد که قارچ بیمارگر باعث نوعی پاسخ رفتاری در حشره می‌شود که تغذیه و دریافت سم را کاهش می‌دهد (۱۰). در حالی‌که در تحقیق حاضر همواره اثر سم ایمیداکلوپرید همراه با قارچ بیمارگر سینرژیستی بود. به نظر می‌رسد قارچ *M. anisolpiae* مورد استفاده پاسخ رفتاری مذکور را در شته *M. persicae* القاء نکرده است. سم ایمیداکلوپرید نیز با ایجاد بی‌قراری در جمعیت شته سبز هلو و افزایش تحرک آن منجر به تماس بیش‌تر شته با قارچ بیمارگر شد و کارآیی قارچ *M. anisolpiae* را افزایش داد. در تحقیقی مشابه افزودن دز کشنده حشره‌کش ایمیداکلوپرید به قارچ *B. bassiana* علیه شته سبز هلو، به طور معنی دار عملکرد قارچ را افزایش داد. این مساله می‌تواند در مدیریت مقاومت شته به حشره‌کش‌های شیمیایی مورد توجه قرار گیرد (۱۹). براون و همکاران (۸) نیز دریافتند که کاربرد ترکیب ایمیداکلوپرید و قارچ *B. bassiana* بیش‌تر از کاربرد هر کدام به تنهایی سن‌های (Hem.: Miridae) (Palisot de Beauvois) *Lygus lineolaris*، را کنترل می‌کند. با بررسی اثر پاشش مستقیم قارچ *B. bassiana* روی لارو شب‌پره (Lep.: Noctuidae) (Hübner) *Trichoplusia ni* در مقایسه با تماس با باقی‌ماندهٔ این قارچ در محیط زندگی این لاروها در شرایط مزرعه‌ای مشخص شد مرگ و میر لاروهای *T. ni* روی گیاه کلم، هنگامی‌که در معرض اسپری مستقیم این قارچ قرار گرفتند در مقایسه با زمانی‌که توسط باقیمانده‌ی آن در محیط آلوده شدند، یکسان بود (۴). این موضوع پتانسیل بالای کنیدی قارچ‌های بیمارگر را برای توسعه بیماری در جمعیت آفت نشان می‌دهد و بکارگیری هر عامل افزایش دهندهٔ تحرک حشرات آفت و تماس آن‌ها با کنیدی‌های قارچ مانند دز زیر کشندگی سموم توصیه می‌شود (۷).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد برای کنترل شته سبز هلو، استفاده از غلظت نیمه مزرعه‌ای قارچ به همراه LC_{10} ایمیداکلوپرید در مقایسه با بقیهٔ تیمارها می‌تواند بهترین گزینه باشد. چرا که علاوه بر ایجاد میانگین درصد

مرگ و میر قابل ملاحظه پس از یک هفته، غلظت کم‌تری از قارچ نیز مورد استفاده قرار می گیرد.

سپاسگزاری

این طرح با حمایت مالی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته و با شماره قرارداد ۱/۲۸۳۹ انجام شد.

منابع

۱- طالع‌پور ف.، و راشکی م. ۱۳۹۱. بررسی پارامترهای جدول زندگی شته سبز هلو (Sulzer) *Myzus persicae* روی سه رقم کلزا . *Brassica napus* L. تحت تاثیر دز زیر کشندگی حشره کش ایمیداکلوپرید. بیستمین کنگره گیاهپزشکی ایران. ۷-۴ شهریور. شیراز. ۷۴۲.

2- Ali M.I., Felton G.W., Meade T., and Young S.Y. 1998. Influence of interspecific and intraspecific host plant variation on the susceptibility of heliothines to a baculovirus. Biological Control, 12: 42-49.

3- Behle R.W. 2006. Importance of direct spray and spray residue contact for infection of *Trichoplusia ni* larvae by field applications of *Beauveria bassiana*. Journal of Economic Entomology, 99: 1120-1128.

4- Bidochka M.J., and Small C.L. 2005. Phylogeography of *Metarhizium*, an insect pathogenic fungus. p. 3-27. In: F.E. Vega and Blackwell M. (ed.) Insect-fungal associations. Ecology and evolution. Oxford: University Press.

5- Blackman R.L., and Eastop V.F. 2000. Aphids on the World's Crops: An Identification Guide. 2nd ed. Wiley-Intersci.

6- Boucias D.G., Stokes C., Storey G., and Pendland J.C. 1996. The effects of imidacloprid on the termite *Reticulitermes flavipes* and its interaction with the mycopathogen *Beauveria bassiana*. Pflanzenschutz-Nachr. Bayer, 49: 103–145

7- Brown J.Z., Steinkraus D.C., and Tugwell N.P. 1997. The effects and persistence of the fungus *Beauveria bassiana* (Mycotrol) and imidacloprid (Provado) on tarnished plant bug mortality and feeding. p. 1302-1305. In Proceedings of the Beltwide Cotton Conference, 6–10 Jan. 1997. National Cotton Council, Memphis, USA.

8- Francis F., Vanhaelen N., and Haubruge E. 2005. Glutathione S-transferases in the adaptation to plant secondary metabolites in the *Myzus persicae* aphid. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 58: 166-174.

9- Inyang E.N., Butt T.M., Ibrahim L., Clark S.J., Pye B.J., Beckett A., and Archer S. 1998. The effect of plant growth and topography on the acquisition of conidia of the insect pathogen *Metarhizium anisopliae* by larvae of *Phaedon cochleariae*. Mycological Research, 102: 1365-1374.

10- James R.R., and Elzen G.W. 2001. Antagonism between *Beauveria bassiana* and imidacloprid when combined for *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) control. Journal of Economic Entomology, 94: 357-361.

11- James D.G., and Price T.S. 2002. Fecundity in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) is increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. Journal of Economic Entomology, 95: 729-732.

12- Jaronski S.T., Goettel M.S., and Lomer C.J. 2003. Regulatory requirements for ecotoxicological assessments of microbial insecticides - how relevant are they? p. 237-260. In: H.M.T. Hokkanen, and A.E. Hajek (ed.) Environmental impacts of microbial insecticides. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, the Netherlands.

13- Linda A.M., and Blackman R.L. 2003. Insecticide resistance in the aphid *Myzus persicae*: chromosome location and epigenetic effects on esterase gene expression in clonal lineages. Biological Journal of Linnean Society, 79: 107-113.

14- Nishimura J., Kanda Y., Okazawa A., and Ueno T. 1994. Relationship between insecticidal and neurophysiological activities of Imidacloprid and related compounds. Pesticide Biochemistry and Physiology 50: 51-59.

15- Parker B.L., Skinner M., Costa S.D., Gouli S., Reid W., and Bouhssini M.E. 2002. Entomopathogenic fungi of *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae): collection and characterization for development. Biological Control, 27: 260-272.

16- Saljoqi A.U.R., and van Emden H.F. 2003. Selective toxicity of different insecticicdes to the the peach-potato aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) and its parasitoid *Aphidius matricariae* Haliday (Hymenoptera; Aphidiidae) in two differential resistant potato cultivars. Online Journal of Biological Science, 3: 215-227.

17- SAS 1989. SAS/STAT Users Guide, version 6, Vols. 1 and 2. SAS Institute Inc. Cary, NC.

18- Wang X.Y., Yang Z.Q., Shen Z.R., Lu J., and Xu W.B. 2008. Sublethal effects of selected insecticides on fecundity and wing dimorphism of green peach aphid (Homoptera: Aphididae). Journal of Applied Entomology 132: 135-142.

19- Ye S.D., Dun Y.H., and Feng M.G. 2005. Time and concentration dependent interactions of *Beauveria bassiana* with sublethal rates of imidacloprid against the aphid pests *Macrosiphoniella sanborni* and *Myzus persicae*. Annals of Applied Biology, 146: 459-468.

20- Zwart R., Oortgiesen M., and Vijverberg H.P.M. 1992. The nitromethylene heterocycle 1-(pyridin-3-yl-methyl)-2-nitromethylene-imidazolidine distinguishes mammalian from insect nicotinic receptor subtypes. European Journal of Pharmacology -Environmental Toxicology and Pharmacology section, 228: 165-169.