Archive of SID

دانش گیاهپزشکی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸ (ص ۲۲۰-۲۱۳)

Iranian Journal of Plant Protection Science
Vol 50, No 2, Autumn & Winter 2019-2020 (213-220)
DOI: 10.22059/ijpps.2019.259501.1006853

ارزیابی مقاومت ارقام و لاین‌های کنجد به بیماری پوسیدگی زغالی درشرایط گلخانه

مریم ذاکر[۱]، حمید صادقی گرمارودی[۲*] و سعید رضایی[۳]

۱ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار بیماری‌شناسی، گروه بیماری‌شناسی گیاهی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران

۲. استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۲۸ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۹)

چکیده

بیماری پوسیدگی زغالی یکی از مهم‌ترین بیماری‌های قارچی خاکزاد کنجد در ایران و جهان است. به‌منظور ارزیابی مقاومت ارقام و لاین‌های کنجد به بیماری پوسیدگی زغالی، بافت‌های گیاهی کنجد آلوده به پوسیدگی زغالی از مناطق مختلف کنجدکاری کشور جمع‌آوری و قارچ عامل جداسازی گردید. پس از خالص سازی با روش نوک ریسه، در نهایت ۱۰ جدایه با استفاده از معیارهای ریخت‌شناسی با نام *Macrophomina phaseolina* شناسایی شدند. آزمون بیماری‌زایی جدایه‌های به‌دست‌آمده از مناطق مختلف روی بذور جوانه‌زده رقم حساس داراب ۱ انجام شد و نتایج نشان‌دهنده تنوع در میزان شدت بیماری‌زایی جدایه‌ها بود. آزمون ارزیابی مقاومت ارقام روی ۲۶ ژنوتیپ گیاه کنجد با استفاده جدایه بیماری‌زای کرج با روش استاندارد ساقه بریده در شرایط گلخانه‌ای در دمای ۳۰-۲۵ درجه سلسیوس انجام گرفت. طول نکروز توسعه یافته بر روی ساقه پس از پنج روز اندازه‌گیری شد. مقایسه میانگین طول نکروز ژنوتیپ های مختلف نشان داد که به‌ترتیب ژنوتیپ‌های AT6، دشتستان ۲، داراب ۱، AT1 و AT7 به‌ترتیب کمترین طول نکروز را داشته و به‌عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم شناخته شدند. رقم یلووایت با توسعه بیشترین طول نکروز به‌عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ شناخته شد. سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه طول‌های متفاوتی از نکروز در پاسخ به قارچ عامل بیماری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: ارقام کنجد، مقاومت، *Macrophomina*.

Resistance evaluation of sesame cultivars and lines to charcoal rot disease in greenhouse condition

Maryam Zaker[1], Hamid Sadeghi Garmaroodi[2*] and Saeed Rezaii[3]

1, 3. Former M.Sc. Student and Assistant Professor, Agricultural Sciences and Food Industries, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

2. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

(Received: Jun. 18, 2018 - Accepted: Aug. 31, 2019)

ABSTRACT

Charcoal rot is one of the most important and destructive disease of sesame in Iran and worldwide. In order to evaluate reactions of different genotypes of sesame, infected plant tissues of sesame with charcoal rot symptoms collected and different isolates of the pathogen obtained, purified by hyphal tip method and finally using morphological criteria, 10 isolates identified as *Macrophomina phaseolina*. In order to determine virulence of the isolates, pathogenicity test was performed on 1% water agar plates at 30 C using pre-germinated seeds of Darab-1 cultivar. The result showed the variability of virulence of the isolates. Then reaction of the 26 cultivars and genotypes using the most virulent isolate (MP-3-13) was performed by the standard method of Cut-Stem in greenhouse condition. Mean of necrosis length of different genotypes were measured five days after inoculation. Statistical analyses indicated the significant difference among the necrosis length of sesame genotypes. The results showed that AT6, Dashtestan 2, Darab 1, AT1 and AT2 were the most tolerant ones, respectively. Yellow white had the most susceptible reaction to the charcoal rot disease in this experiment. The rest of genotypes showed a range of necrosis length in response to the pathogen.

Keywords: *Macrophomina*, resistance, Sesame cultivars.

* Corresponding author E-mail: hsgarmaroodi@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پوسیدگی زغالی کنجد ناشی از قارچ *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. مهم‌ترین بیماری قارچی خاکزاد کنجد در مناطق گرمسیری ایران و جهان با خسارت ۱۰۰-۵ درصدی به محصول است (Garmaroodi & Mansouri, 2014; Chattopadhyay *et al*., 2015). اهمیت بیماری پوسیدگی ذغالی کنجد تنها در تحت تأثیر قراردادن عملکرد محصول در کاهش کمی و کیفی محصول نیست؛ بلکه افزایش آلودگی خاک به‌وسیله قارچ بیماری‌زا با دامنه میزبانی وسیع از دیگر مشکلات این بیماری است. به‌عنوان مثال، ریزسختینه قارچ عامل بیماری در خاک‌های نواحی تحت کشت ونزوئلا به مقدار ۲۰۰ ریزسختینه در یک گرم خاک برآورد شده است (Martinez-Hilders *et al*., 2013). این بیماری درصورتی‌که به‌طور توام با سایر بیماری‌های خاکزاد از قبیل بوته‌میری فیتوفترایی و پژمردگی‌های فوزاریومی اتفاق بیفتد، به‌طور معمول کاهش در عملکرد محصول بسیار بالا خواهد بود (Chattopadhyay *et al*., 2015).

بیماری در ایران پراکنش بالایی داشته و در برخی مناطق کشت کنجد، خسارت قابل توجهی به محصول وارد می‌کند (Salahlou *et al*., 2016). آلودگی و پوسیدگی بذر، مرگ گیاهچه، پوسیدگی و سیاه‌شدن ریشه و طوقه، پژمردگی گیاهان در ساعات گرم روز، ضعف عمومی و کوتاهی بوته، ریزش برگ‌ها، کوچک ماندن کپسول و باز شدن زودتر از موقع آنها و در نهایت کاهش محصول از جمله علائم بیماری است (Garmaroodi & Mansouri, 2014; Chattopadhyay *et al*., 2015).

با توجه به این‌که بیماری پوسیدگی ذغالی از جمله بیماری‌های خاکزاد مهم می‌باشد و می‌تواند سال‌ها در غیاب میزبان بقا یابد، لذا علی‌رغم وجود روش‌های مبارزه مختلف با این بیماری، کنترل این بیماری با مشکلات فراوانی روبه‌رو بوده است و حتی منجر به شکست برخی روش‌های کنترل از جمله روش‌های شیمیایی و زراعی نیز گردیده است. تحقیقات نشان داده‌اند که استفاده از ارقام مقاوم در مناطق آلوده در کاهش خسارات این بیماری می‌تواند امید بخش باشد و متعاقب آن، مدیریت بهتر این بیماری نیازمند تلفیقی از روش‌های مختلف است که جمعیت میکرواسکروت‌ها را در خاک کاهش می‌دهد (Pinkerton *et al*., 2000).

تفاوت در مقاومت به بیماری پوسیدگی زغالی کنجد در میان ژرم‌پلاسم‌های مختلف کنجد، از طریق غربالگری ژنوتیپ‌ها و نشانگرهای مولکولی نشان داده شده است. نتایج مطالعات مختلف نشان‌دهنده وراثت‌پذیری بالای مقاومت میزبان و ماهیت افزایشی ژن‌های مرتبط با خصوصیات مقاومتی و در نتیجه افزایش بالای آنها طی انتخاب طبیعی است (Chattopadhyay *et al*., 2015). ارزیابی مزرعه‌ای و گلخانه‌ای ۳۱۰۸ رقم و لاین کنجد در کشور چین نسبت به بیماری پوسیدگی زغالی نشان داد هیچ یک از ارقام نسبت به بیماری مصون نیستند و همه ارقام کم و بیش آلوده شدند. سطح مقاومت در ژنوتیپ‌های تک‌شاخه بالاتر از ژنوتیپ‌های چندشاخه بود. ژنوتیپ‌های با بذر سفیدرنگ بالاترین مقاومت را داشتند و ارقام دارای بذرهای زرد و قهوه‌ای از نظر مقاومت به پوسیدگی زغالی در رتبه بعدی قرار داشتند. ژنوتیپ‌های با بذر سیاه و خاکستری حساس‌ترین واکنش را از خود نشان دادند (Shengyu, 1991). مقاومت ۱۰۷ ژنوتیپ کنجد در مزارع آلوده در پاکستان ارزیابی و واکنش گیاهان با مقیاس ۵-۰ ثبت شد. تعداد ۴۶ ژنوتیپ واکنش مقاوم، ۵۵ ژنوتیپ واکنش نیمه‌مقاوم و ۵ ژنوتیپ واکنش نیمه‌حساس نشان دادند. ژنوتیپ Khippro 1 کاملاً مصون از بیماری بود (Rajput *et al*., 1998). در مطالعه‌ی دیگری ارزیابی ۱۳ رقم کنجد در ونزوئلا برای مقاومت به بیماری پوسیدگی زغالی نشان داد سه رقم UCLA-1، EXP-1 و DV-9 تحمل بیشتری در برابر بیماری در مقایسه با تیمار شاهد دارند (Melean, 2003). در مطالعاتی دیگر، علاوه بر بررسی روش‌های کنترل شیمیایی، واکنش ۱۵ رقم کنجد به قارچ عامل بیماری پوسیدگی زغالی در شرایط گلخانه و مزرعه بررسی شد. در شرایط گلخانه‌ای ژنوتیپ‌های ۷۷۱، Toushka

www.SID.ir

Archive of SID

3، Adnan 1(5/91) و Taka 2 با کمتر از ۲۰ درصد میزان آلودگی بالاترین مقاومت به بیماری را از خود نشان دادند. میزان ترکیبات فنلی و قندها به‌طور معنی‌داری در ارقام مقاوم یاد شده بالاتر از ارقام حساس بود. در شرایط مزرعه‌ای ژنوتیپ‌های Aceteru-M، Adnan 1(5/91)، Taka 2، B35 و موتاسیون ۴۸ دارای بالاترین سطوح مقاومت به بیماری بودند (El-Fiki *et al*., 2004). ارزیابی مقاومت ارقام ORM 7، ORM 14 و ORM 17 نسبت به بیماری پوسیدگی زغالی در شرایط مزرعه‌ای و آزمایشگاهی نشان داد هر سه رقم در شرایط مزرعه‌ای و آزمایشگاهی به بیماری مقاوم هستند (Thiyagu *et al*., 2007).

ارزیابی ارقام و لاین‌های پیشرفته کنجد نسبت به بیماری پوسیدگی زغالی در آزمایشگاه بر روی کاغذ صافی نشان داد توده پتک موسیان دارای بالاترین سطح تحمل به بیماری بود. توده محلی ایرانشهر و لاین ۳ صفی آباد، آلودگی کمتر (تحمل بیشتری) به بیماری پوسیدگی زغالی ناشی از ماکروفومینا نشان دادند (Garmaroodi & Mansouri, 2016).

به‌دلیل خاکزاد بودن قارچ عامل بیماری و بقای طولانی مدت آن در خاک در غیاب میزبان، کنترل این بیماری با مشکلات فراوانی رو به رو بوده است و حتی منجر به شکست برخی روش‌های کنترل از جمله روش‌های شیمیایی و زراعی نیز گردیده است (Chattopadhyay *et al*., 2015). استفاده از ارقام مقاوم در مناطق آلوده در کاهش خسارات بیماری نتایج امیدبخش داشته و این امر اهمیت نیاز به یافتن منابع ژنتیکی مقاوم نسبت به بیماری را روشن می‌سازد (Garmaroodi & Mansouri, 2014). با توجه به خسارت بالای بیماری پوسیدگی زغالی، عدم کارایی روش‌های مبارزه شیمیایی و لزوم استفاده از ارقام مقاوم در کنترل بیماری، در این مطالعه به ارزیابی مقاومت تعدادی از ژنوتیپ‌های کنجد نسبت به بیماری پوسیدگی زغالی کنجد در شرایط گلخانه‌ای پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

جداسازی، نگهداری و شناسایی جدایه‌های قارچی

گیاهان کنجد دارای علائم پوسیدگی زغالی بر روی ساقه، از مناطق عمده کنجدکاری در استان‌های اردبیل، البرز، گلستان، فارس، خوزستان و مازندران جمع‌آوری گردید. بافت‌های گیاهی پس از شست‌وشوی کامل زیر شیر آب، ضدعفونی سطحی با محلول نیم درصد هیپوکلریت سدیم به‌مدت ۵-۳ دقیقه و سه بار شست‌وشو با آب مقطر سترون، روی کاغذ صافی سترون در شرایط سترون خشک گردیدند. قطعاتی از بافت‌های ساقه و طوقه روی محیط کشت سیب‌زمینی- دکستروز- آگار (PDA) حاوی آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل به میزان ۱۰۰ µg/ml کشت و به‌مدت ۷ روز در دمای ۳۴-۳۲ درجه سلسیوس تحت شرایط تاریکی نگهداری شدند. جدایه‌های رشدیافته با روش نوک هیف خالص‌سازی و در لوله‌های آزمایش حاوی محیط کشت PDA و نیز با انتقال میسلیوم‌های قارچ به روی بذور سورگوم دو بار اتوکلاو شده و در دمای چهار درجه سلسیوس نگهداری شدند.

مشخصات ریخت‌شناختی جدایه‌ها همانند سرعت رشد در دمای ۳۵ درجه سلسیوس، ریخت پرگنه‌ها، تولید ریزسختینه‌ها در محیط کشت و قطر آنها با توصیف‌های ارایه‌شده در سایر منابع معتبر قارچ‌شناسی (Holliday & Punithalingham, 1970) مورد مقایسه قرار گرفتند تا گونه قارچی بیمارگر تأیید گردد.

آزمون‌های بیماری‌زایی

به‌منظور انتخاب جدایه‌های با قدرت بیماری‌زایی بالا جهت ارزیابی مقاومت ارقام، آزمون بیماری‌زایی جدایه‌ها روی بذور رقم حساس داراب ۱ انجام شد. جدایه‌های مختلف قارچ عامل بیماری روی محیط کشت آب- آگار یک درصد کشت و به‌مدت ۷ روز در دمای ۳۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. بذور رقم حساس پس از ضدعفونی سطحی با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد به‌مدت ۱۰ دقیقه و سه بار شست‌وشو با آب مقطر سترون، درون تشتک‌های سترون وادار به جوانه‌زنی شدند. تعداد ۱۰ عدد بذر رشدیافته و سالم به محیط کشت ۷ روزه جدایه‌های عامل بیماری منتقل و مجدداً در دمای ۳۴ درجه سلسیوس با رژیم نوری ۱۶ ساعت روشنایی- ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. برای هر

www.SID.ir

Archive of SID

جدایه چهار تکرار در نظر گرفته شد. تشتک‌های شاهد حاوی محیط کشت آب-آگار بدون حضور قارچ بودند. شدت بیماری‌زایی با استفاده از مقیاس‌های زیر یاداشت‌برداری شد (Chattopadhyay & Kaplana Sastry, 2000): ۱- فاقد آلودگی. ۲- تغییر رنگ و بافت مردگی (نکروز) فقط در سطح ریشه‌چه دیده می‌شود. ۳- بافت مردگی از روی ریشه به ساقه توسعه یافته است. ۴- بافت مردگی تمام ساقه را فرا گرفته ولی گیاهچه هنوز زنده است. ۵- مرگ کامل گیاهچه. میانگین مقیاس‌های ثبت شده برای هر جدایه به‌عنوان شاخص بیماری‌زایی هر جدایه در نظر گرفته و جهت مقایسه شدت بیماری‌زایی آنها به‌کار رفت.

ارزیابی مقاومت ارقام و لاین‌های کنجد در شرایط گلخانه‌ای

آزمون ارزیابی مقاومت ارقام با روش استاندارد ساقه‌بریده (Twizeyimana *et al*., 2012) انجام گرفت. برای این منظور، بذور ۲۶ رقم مختلف کنجد پس از ضدعفونی سطحی در گلدان‌های ۱۴ سانتی‌متری در شرایط گلخانه در دمای ۳۵-۳۰ درجه سلسیوس کاشته شدند. پس از سبز شدن گیاهچه‌های کنجد، تعداد آن‌ها به پنج عدد در هر گلدان تنک شدند. سه تکرار (گلدان) برای هر ژنوتیپ در نظر گرفته شد. برای تهیه زادمایه، جدایه‌ای از قارچ بیمارگر *M. phaseolina* با بیشترین شدت بیماری‌زایی روی محیط کشت PDA کشت گردید. آلوده‌سازی در آغاز مرحله گلدهی صورت گرفت. در این روش انتهای باز سرسمپلرهای زرد ۲۰۰-۱۰۰ میکرولیتری که در حاشیه پرگنه جوان سه روزه جدایه بیماری‌زا فروبرده شده بودند، بر روی محور ساقه کنجد که جوانه انتهایی آن بریده شده است، قرار گرفتند. سرسمپلرها به‌مدت سه روز در انتهای ساقه قرار داده شده و پس از آن جمع‌آوری شدند. طول نکروز روی ساقه پس از سپری شدن هفت روز با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. حداقل ۱۰ گیاه در سه تکرار برای هر رقم مایه‌زنی و یادداشت‌برداری شدند.

تجزیه و تحلیل‌های آماری

متغیر مورد بررسی در این تحقیق شامل اندازه‌گیری میزان طول نکروز به میلی‌متر در بافت مورد مایه‌زنی به‌عنوان معیاری برای کمی‌سازی سطوح مقاومت و حساسیت در ارقام موردمطالعه است. داده‌های جمع‌آوری‌شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سطح احتمال ۰/۵ درصد و با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گردید.

نتایج و بحث

پس از جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی آلوده از مناطق مورد مطالعه و جداسازی جدایه‌های عامل بیماری پوسیدگی زغالی کنجد تعداد ۱۰ جدایه با مشخصات گونه *Macrophomina phaseolina* به‌دست آمد که مشخصات آنها با شرح ارائه‌شده در (Holliday & Punithalingham, 1970) مطابقت داشت (جدول ۱). با توجه به تشکیل ریزسختینه‌ها در سطح ساقه جداسازی قارچ عامل از ساقه‌های آلوده به سادگی انجام گرفت.

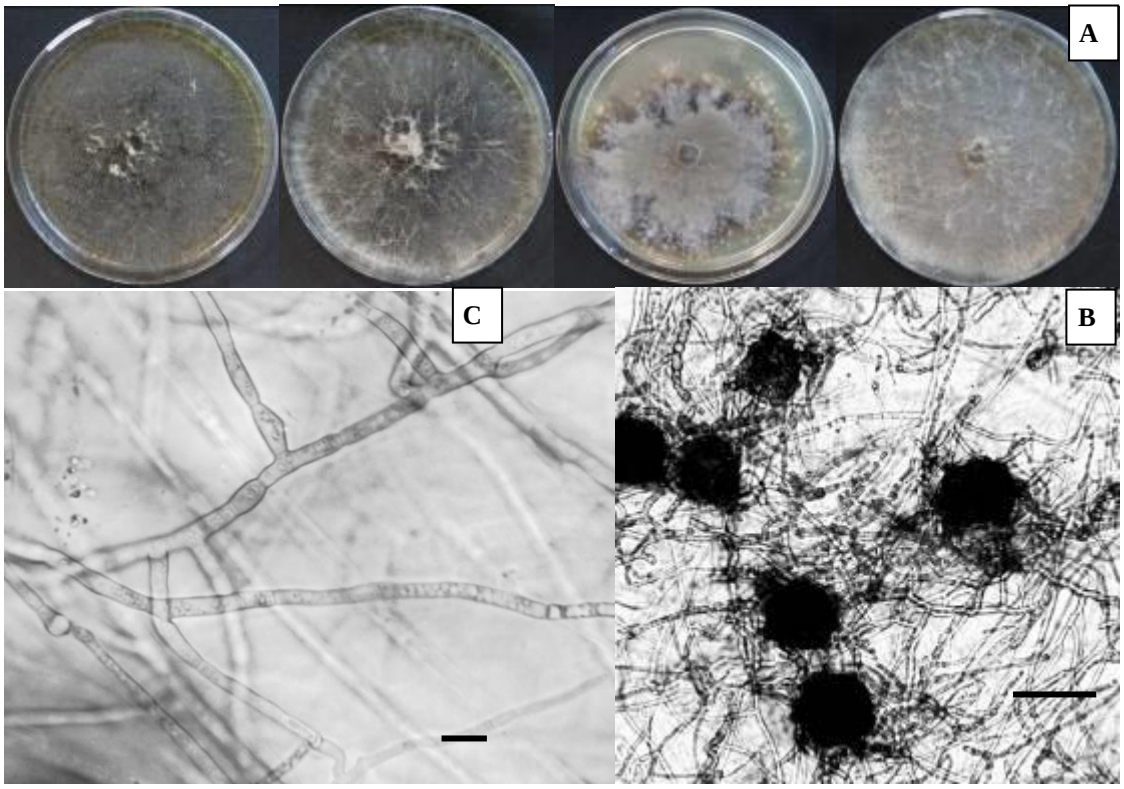
سرعت رشد پرگنه قارچ عامل در دمای ۳۵ درجه سلسیوس بسیار سریع بود و در مدت سه روز سطح تشتک نه سانتی‌متری را پوشاند. ریسه‌های قارچ ماکروفومینا مشابه قارچ رایزوکتونیا انشعابات ۹۰ درجه دارند ولی تیره رنگ هستند (شکل ۱). میانگین قطر ریزسختینه‌ها از ۶۰/۱۹۲ تا ۷۳/۲۶ میکرومتر متغیر بود و تنوع زیادی در ریخت پرگنه جدایه‌های مختلف دیده می‌شد (شکل ۱).

نتایج آزمون‌های بیماری‌زایی جدایه‌های مختلف قارچ عامل پوسیدگی زغالی بر روی گیاهان کنجد رقم حساس داراب۱ در شرایط گلخانه و مقایسه شاخص‌های بیماری‌زایی جدایه‌ها نشان داد که جدایه MP-3-13 بیشترین قدرت بیماری‌زایی و توسعه علایم بیماری را در بذور جوانه‌زده کنجد دارد. بنابراین، این جدایه جهت ارزیابی‌های سطوح مقاومت در سایر ارقام مورد مطالعه انتخاب گردید. جدایه‌های گلستان نیز بیماری‌زایی بالایی از خود نشان دادند ولی به جهت جلوگیری از پراکنش جدایه‌های بیماری‌زای مناطق دیگر در کرج، از جدایه یادشده برای ارزیابی مقاومت ارقام استفاده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

روش استاندارد ساقه‌بریده کارایی لازم را جهت آلوده کردن و تلقیح بوته‌های کنجد دارد. نتایج حاصل از مشاهدات گلخانه‌ای در این تحقیق نشان داد که قارچ عامل بیماری توانسته علایم نکروز را در تمامی ارقام و ژنوتیپ‌های موردمطالعه ایجاد کند. واکنش ارقام به این بیماری از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد با یکدیگر داشتند (جدول ۲).



شکل ۱. مشخصات ریخت‌شناسی قارچ *M. phaseolina* جداشده از کنجد. A) تنوع در ریخت پرگنه‌های رشدیافته بر روی محیط‌کشت PDA در تشتک‌های پتری نه سانتی‌متری، پنج روز پس از کشت و نگهداری در دمای ۳۵ درجه سلسیوس در تاریکی. B) تشکیل ریزسختینه‌ها بر روی همان محیط‌کشت ها. مقیاس= ۶۰ میکرومتر. C) انشعابات ۹۰ درجه بر روی ریسه‌های ماکروفومینا. مقیاس ارائه شده معادل ۱۰ میکرومتر است.

Figure 1. Morphological characteristics of *M. phaseolina* isolated from sesame. A) Diverse of appearance of colonies grown on 9-cm Petri plates of PDA, five days after culturing at 35 C in dark condition. B) formation of microsclerotes on those cultures. Scale= 60 micron. C) Branching of hyphae at right angles. Scale= 10 micron.

جدول ۱. قدرت بیماری‌زایی و اندازه قطر ریزسختینه‌های جدایه‌های ماکروفومینای به‌دست‌آمده از کنجد در این مطالعه

Table 1. Virulency and microsclerote diameter of the *M. phaseolina* isolates obtained from Sesame in this study

Isolates	Sample Location	Pathogenicity index	Diameter of microsclerotes[a]
MP-3-12	Alborz-Karaj	4.3	66.924
MP-3-13	Alborz-Karaj	4.8	63.36
MP-3-16	Mazandaran-Juybar	2.3	65.34
MP-3-18	Tehran-Varamin	2.5	60.192
MP-3-19	Khuzestan-Ramhormoz	1.3	62.172
MP-3-21	Bushehr-Borazjan	3.0	68.904
MP-3-22	Mazandaran-Juybar	2.9	72.072
MP-3-23	Ardebil-Moghan	3.6	73.26
MP-3-24	Golestan-Araghimahalleh	4.0	69.325
MP-3-25	Golestan-Ali abad Katul	4.6	66.132

تعداد ۲۵ ریزسختینه برای هر جدایه اندازه‌گیری شده است. 25 microsclerotes measured for each isolate.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. تجزیه واریانس صفت طول نکروز روی ساقه ناشی از قارچ *M. phaseolina* روی ژنوتیپ‌های مختلف کنجد در شرایط گلخانه

Table 2. Analysis of variance of necrosis length on stem caused by *M. phaseolina* on different genotypes of sesame in greenhouse conditions

Source	df	Sum of squares	Mean square	F value	Pr > F
Treatment	25	8969.28686	368.77141	5.59	≤0.01*
Error	52	3335.23102	64.13906		
Corrected Total	77	12304.51788			

* اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۱ درصد.

* Significantly difference at 1% of probability levels.

نتایج نشان داد که همه ژنوتیپ‌ها به درجات مختلف به این بیماری آلوده می‌شوند و ژنوتیپ مصون از بیماری دیده نشد. طول نکروز ناشی از بیماری پوسیدگی زغالی در بین ژنوتیپ‌های کنجد متفاوت بود. ژنوتیپ‌های AT6، دشتستان ۲، داراب ۱، AT1 و AT7 به‌ترتیب کمترین طول نکروز را داشتند، بنابراین متحمل‌ترین ژنوتیپ‌های این مجموعه بودند. رقم یلووایت با میانگین ۱۳۲/۶۶۶ میلی‌متر طول نکروز دارای بیشترین طول نکروز بود (جدول ۳ و شکل ۲). این رقم به تنهایی در یک گروه قرار گرفت.

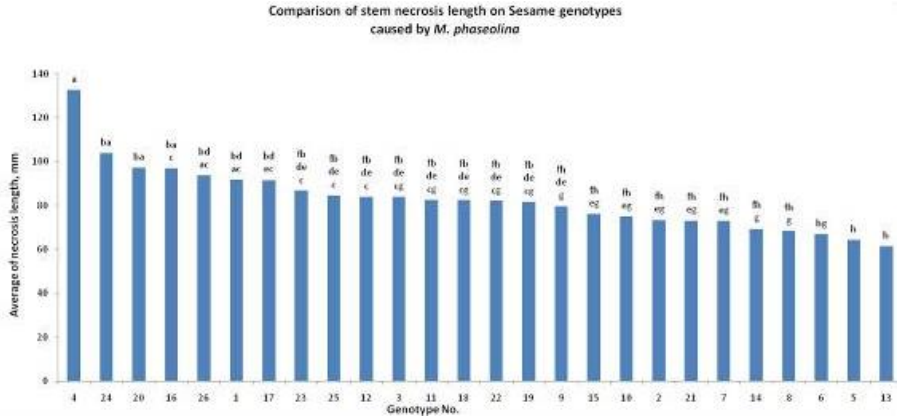
روش به‌کاررفته در این تحقیق برای مایه‌زنی گیاهان کنجد به‌خوبی قادر به ایجاد بیماری بر روی گیاهان در هر دو مرحله رویشی و زایشی بود. این روش در محله رویشی به صورت مقدماتی اجرا گردید که داده‌های آن ارائه نشده‌اند. ازآنجایی‌که کاربرد این روش استاندارد بر روی سویا به ارزیابی‌های مزرعه‌ای ارجحیت دارد (Twizeyimana *et al*., 2012)، بنابراین لازم است نتایج به‌دست‌آمده از آلوده‌سازی کنجد با قارچ ماکروفومینا در شرایط گلخانه با شرایط مزرعه‌ای مقایسه گردد تا به‌عنوان یک روش استاندارد برای ارزیابی کنجد به‌کار رود.

جدول ۳. مشخصات ژنوتیپ‌های مختلف کنجد و میانگین طول نکروز اندازه‌گیری‌شده ناشی از قارچ *M. phaseolina* بر روی آنها در شرایط گلخانه

Table 3. Characteristics of different sesame genotypes and average of necrosis length caused by *M. phaseolina* on them in greenhouse condition

No.	Genotypes[1]	Average necrosis length (mm)	SD	No.	Genotypes[1]	Average necrosis length (mm)	SD
1	Ultan	91.708	9.912931	14	AT-7	69.401	4.964729
2	Naz-uniculm	73.433	5.296891	15	AT-8	76.092	1.652097
3	Naz-branched	84.095	6.615278	16	AT-9	96.858	4.141734
4	Yellow white	132.666	6.106584	17	AT-10	91.583	5.101062
5	Dashtestan 2	64.483	3.794806	18	AT-11	81.837	7.429978
6	Darab 1	66.904	7.407785	19	AT-12	81.763	11.9199
7	Halil	72.944	7.30677	20	AT-13	97.280	0.989778
8	AT-1	68.305	11.57106	21	AT-14	73.15	7.767239
9	AT-2	78.872	2.507825	22	AT-15	82.238	2.070054
10	AT-3	75.057	5.907357	23	AT-16	86.837	7.415431
11	AT-4	82.523	8.278733	24	AT-17	104.018	19.80743
12	AT-5	84.097	5.002488	25	AT-18	85.165	13.57136
13	AT-6	61.540	15.04852	26	Moghan L.	93.208	7.483547

1. AT is abbreviated of the lines achieved in adaptability trials of sesame breeding plan.



شکل ۲. مقایسه میانگین طول نکروز ناشی از قارچ *M. phaseolina* در ۲۶ ژنوتیپ کنجد در شرایط گلخانه با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و گروه‌بندی آنها. ژنوتیپ‌ها با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Figure 2. Mean comparison of necrosis length average caused by *M. phaseolina* in 26 sesame genotypes in greenhouse condition done by Duncan's multiple range test. Genotypes with the same letter are not significantly different.

www.SID.ir

Archive of SID

در آزمایش‌های مقدماتی برای استقرار بیماری، توسعه نکروز بر روی ساقه به میزان زیادی به دمای گلخانه نشان داد. در دماهای زیر ۲۵ درجه سلسیوس، توسعه بیماری بسیار محدود بود. دمای مناسب برای انجام ارزیابی‌ها، ۳۵-۳۰ درجه سلسیوس تشخیص داده شد.

ازآنجایی‌که ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی حاصل تلاقی تعداد محدودی والدین هستند، انتظار تنوع بالای ژنتیکی در میان آنها نمی رود. بنابراین لازم است ژرم‌پلاسم کنجد برای یافتن سطوح بالاتری از مقاومت به این بیماری غربال شوند.

نتیجه‌گیری کلی

قارچ ماکروفومینا عامل بیماری پوسیدگی زغالی، یک قارچ خاکزاد با دامنه میزبانی گسترده بوده که در مناطق گرم و خشک به‌خصوص روی کنجد بسیار مخرب است. این بیمارگر دارای تنوع زیادی در صفات ریخت‌شناختی از جمله صفات مربوط به پرگنه و ریزسختینه بوده که ممکن است به نوعی با دامنه وسیع میزبانی آن توجیه شود. از لحاظ ژنتیکی نیز وجود مینی‌کروموزوم‌ها در جدایه‌های مختلف ماکروفومینا در اندازه‌های مختلف با استفاده از دستگاه Pulsed Field Gel Electrophoresis مشخص شده است (Jones *et al*., 1998). در برخی از قارچ‌ها این کروموزوم‌های کوچک می‌توانند حامل ژن‌های بیماری‌زایی باشند. با در نظر گرفتن چرخه زندگی، مکانسیم‌های آلودگی وتنوع ژنتیکی بالا در قارچ عامل بیماری، کاشت ارقام مقاوم یک روش اقتصادی و مناسب جهت مدیریت این بیماری و به حداقل رسانیدن آلودگی توسط قارچ بیمارگر می‌باشد. میزان ایجاد آلودگی توسط قارچ عامل بیماری در مزارع به شرایط محیطی، سیستم‌های زراعی و از همه مهم‌تر میزان حساسیت رقم کاشته‌شده، بستگی دارد (Su *et al*., 2001). بنابراین مقاومت ارقام جایگاه مهمی در مدیریت این بیماری ایفا می کند.

مطالعات پایداری عملکرد و ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های زودرس و متوسطرس در شرایط مزرعه آلوده به *Macrophomina* و *Fusarium* نشان داده است که تعداد شاخه‌ها و رنگ دانه‌ها با درصد آلودگی به این قارچ‌های بیمارگر به‌طور معنی‌داری همبستگی دارد. ارقام مقاوم به این دو قارچ بیمارگر دارای شاخه دهی متوسط و رنگ دانه روشن یا کرمی رنگ هستند (Elbramaway *et al*., 2009). بنابراین استفاده از این صفات در انتخاب ارقام مقاوم باید موردتوجه قرار گیرد. در مطالعات Garmaroodi & Mansuri (2014; 2016) که به بررسی مقاومت ارقام کنجد در برابر بیماری‌های پوسیدگی زغالی و بوته‌میری فوزاریومی پرداخته‌اند، سطوحی از مقاومت در بین ژرم‌پلاسم کنجد مشاهده شده است. به‌طور مثال، مطالعه انجام‌شده در چین طی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۰ تعداد ۳۱۰۸ رقم و لاین کنجد در شرایط گلخانه و مزرعه مورد ارزیابی مقاومت قرار داد که در آن هیچ رقم مصون به بیماری مشاهده نشد و علایم بیماری تقریباً در همه ژنوتیپ‌ها مشاهده شد (Shengyu, 1991). اگرچه استفاده از ارقام مقاوم به‌عنوان یکی از روش‌های کاهش شیوع بیماری مطرح است با این‌حال استفاده از آنها زمانی مفید خواهد بود که توصیه‌های بهداشتی و زراعی نیز رعایت شوند در غیر این صورت فشار بالای بیماری، مقاومت ارقام کنجد را بی‌اثر خواهد کرد.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از یک پروژه تحقیقاتی مصوب سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به شماره مصوب ۲-۰۳-۰۳-۰۹۶-۹۵۰۴۳۶ میباشد.

REFERENCES

1. Chattopadhyay, C. & Kalpana Sastry, R. (2000). Methods for screening against sesame stem-root rot disease. *Sesame and Safflower Newsletter*, 15, 68-70.
2. Chattopadhyay, C., Kolte, S. J. & Waliyar, F. (2015). *Diseases of Edible Oilseed Crops*. CRC Press.
3. Holliday, P. & Punithalingam, E. (1970). *Macrophomina phaseolina*. *CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria*, 275, 1-2.
4. El-Bramawy, M. H. S., El-Hendawy, S. & Shaban, W. A. (2009). Assessing the suitability of morphological and phenological traits to screen sesame genotypes for fusarium wilt and charcoal rot disease resistance. *Journal of Plant Protection Research*, 48(4), 397-410.

www.SID.ir

Archive of SID

5. El-Fiki, A. I., El-Deeb, F., Mohamed, F. G. & Khalifa, M. M. A. (2004). Controlling sesame charcoal rot incidence by *Macrophomina phaseolina* under field conditions by using the resistant cultivars and some seed and soil treatments. *Egyptian Journal of Phytopathology*, 32 (1-2), 103-118.
6. Jones, R. W., Canada, S. & Wang, H. (1998). Highly variable minichromosomes and highly conserved endoglucanase genes in the phytopathogenic fungus *Macrophomina phaseolina*. *Canadian Journal of Botany*, 76(4), 694-698.
7. Martinez-Hilders, A., Y. Mendoza, D. Peraza, and H. Laurentin. (2013). Genetic variability of *Macrophomina phaseolina* affecting sesame: Phenotypic traits, RAPD markers and interaction with crop. *Research Journal of Recent Science*, 2, 110-115.
8. Melean, A. J. (2003). Resistance of white seeded sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars against charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) in Venezuela. *Sesame Safflower Newsletter*, 18, 72-76.
9. Pinkerton, J. N., Ivors, K. L., Miller, M. L. & Moore, L. W. (2000). Effect of soil solarization and cover crops on populations of selected soilborne plant pathogens in western Oregon. *Plant Disease*, 84(9), 952-960.
10. Rajput, M. A., Khan, Z. H., Jafri, K. A. & Fazal, A. J. A. (1998). Field screening of sesame germplasm for resistance against charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*). *Sesame and Safflower Newsletter*, 13, 63-66.
11. Garmaroodi, H. S. & Mansuri, S. (2014). Primary evaluation of sesame germplasm for resistance to charcoal rot disease in laboratory condition. *Seed and Plant Improvement Journal*, 30-1, 493-505. (in Farsi)
12. Garmaroodi, H. S. & Mansouri, S. (2016). Reaction of improved sesame lines and cultivars to fusarium wilt at *in vitro* and greenhouse conditions. *Applied Research in Plant Protection*, 5-2, 59-70. (in Farsi)
13. Salahlou, R., Safaie, N. & Shams-Bakhsh, M. (2016). Genetic diversity of *Macrophomina phaseolina* populations, the causal agent of sesame charcoal rot using inter-simple sequence repeat markers. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18, 277-287.
14. Shengyu, L. L. W. (1991). Identification of seasome germplasm resistance to *Macrophomina phaseolina* in China. *Chinese Journal of Oil Crop Science*. (Abstract)
15. Su, G., Suh, S. O., Schneider, R. W. & Russin, J. S. (2001). Host specialization in the charcoal rot fungus, *Macrophomina phaseolina*. *Phytopathology*, 91(2), 120-126.
16. Thiyagu, K., Kandasamy, G., Manivannan, N., Muralidharan, V. & Manoranjitham, S. K. (2007). Identification of resistant genotypes to root rot disease (*Macrophomina phaseolina*) of sesame. *Agricultural Science Digest*, 27(1), 34-37.
17. Twizeyimana, M., Hill, C. B., Pawlowski, M., Paul, C. & Hartman, G. L. (2012). A cut-stem inoculation technique to evaluate soybean for resistance to *Macrophomina phaseolina*. *Plant Disease*, 96, 1210-1215.

www.SID.ir