



شناسایی منابع مقاومت به بیماری پوسیدگی ذغالی در ارقام و لاین‌های امیدبخش سویا در گرگان

شهریار کیا^{۱*}، ابراهیم هزارجریبی^۱

^۱ به ترتیب استادیار و مربی پژوهش بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

چکیده

بیماری پوسیدگی ذغالی ناشی از قارچ *ماکروفومینا فازئولینا* (*Macrophomina phaseolina*) یکی از رایج‌ترین بیماری‌های سویا در بسیاری از نقاط دنیاست. استفاده از ارقام مقاوم، موثرترین، اقتصادی‌ترین و سالم‌ترین روش از نظر زیست محیطی در کنترل این بیماری به شمار می‌رود. به همین منظور واکنش ۲۰ رقم تجاری و لاین امیدبخش سویا از گروه‌های رسیدگی III تا V در قطعه زمین آلوده به قارچ *ماکروفومینا* در ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی محله گرگان و در دو سال مورد ارزیابی قرار گرفتند. هر ژنوتیپ سویا در چهار خط پنج متری به فاصله ۵۰ سانتی‌متری از یکدیگر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار کشت شدند. در مرحله رسیدگی R7 درصد بوته‌های آلوده در هر کرت و درصد تغییر رنگ داخلی ساقه و ریشه به همراه پوشش میکرواسکلروت‌ها (شدت بیماری) اندازه‌گیری شدند. مقایسه میانگین درصد بوته‌های آلوده در ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد که رقم ویلیامز با ۵۶/۸ درصد و لاین موتانت ۳ با ۱۷/۳ درصد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد بوته‌های آلوده بودند. از نظر شدت بیماری، رقم ویلیامز با ۶۹/۲ درصد و رقم سامان با ۱۳/۵ درصد به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین شدت بیماری را داشتند. از نظر واکنش به بیماری، ارقام کنترل، سامان و لاین‌های ۱ و ۲ ترویجی و DI 32 مقاوم و ارقام گرگان ۳، امیر و لاین‌های ۳ ترویجی، موتانت ۳ و ۶۴، HT، DelsoyVVIT 82 و DI 42 نیمه‌مقاوم بودند.

واژه‌های کلیدی: سویا، مقاومت، پوسیدگی ذغالی، *Macrophomina phaseolina*

سویا (*Glycine max L.*) یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی و پروتئینی به شمار می‌رود. بیماری پوسیدگی ذغالی یکی از مهم‌ترین بیماری‌های سویا است که سبب بروز خسارت اقتصادی به محصول سویا می‌شود. این بیماری به‌خصوص در سال‌های خشک و کم‌باران باعث آلودگی مزارع سویا و کاهش کمیت و کیفیت محصول می‌شود (اسمیت و وایلی، ۱۹۹۹). قارچ *Macrophomina phaseolina* عامل بیماری پوسیدگی ذغالی می‌باشد که در سطح وسیعی گسترش داشته و به بیش از ۵۰۰ گونه گیاهی مختلف گیاهی شامل سویا، آفتابگردان، پنبه، کنجد، ذرت، توتون و سورگوم حمله می‌کند (راتر و همکاران، ۲۰۰۸؛ گوپتا و همکاران، ۲۰۱۲).

قارچ *M. phaseolina* می‌تواند هم در گیاهچه و هم در گیاهان بالغ سویا بیماری ایجاد کند. علائم در گیاهچه شامل مرگ گیاهچه و یا توسعه زخم در لپه و یا ساقه می‌باشد. معمولا علائم بیماری پوسیدگی ذغالی حدود یک تا چهار هفته قبل از بلوغ ظاهر می‌شوند. این علائم شامل پوسیدگی ریشه، کوتلگی، پژمردگی، تغییر رنگ خاکستری بافت ساقه، کلروز بین رگبرگی، نکروز برگ، و مرگ زودرس گیاه است. میکرواسکلروت‌ها نیز در در بافت آوندی ساقه و ریشه مشاهده می‌شوند. قارچ بیمارگر همچنین می‌تواند دانه و غلاف را به شدت آلوده کرده و غلاف چروکیده شده و با میکرواسکلروت پر شود. این قارچ همچنین می‌تواند توسط بذر آلوده نیز منتقل شود (گوپتا و همکاران، ۲۰۱۲).

بیماری پوسیدگی ذغالی سویا در نقاط مختلف دنیا شامل آرژانتین، برزیل، کانادا، پاراگوئه و آمریکا شیوع داشته و کاهش محصول در این کشورها در سال ۱۹۹۴، ۱/۲۱ میلیون تن به ارزش ۲۷۲/۲۶ میلیون دلار بر آورده شده است (راتر و تیلر، ۱۹۹۸). میزان خسارت محصول سویا در اثر این بیماری در سال ۲۰۰۳ در آمریکا، ۱/۹۸ میلیون تن و در سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ به ترتیب به ۰/۲۸ میلیون تن و ۰/۴۹ میلیون تن تخمین زده شد (راتر و کونینگ، ۲۰۰۶). در سال ۲۰۰۶ خسارت محصول ناشی از این بیماری در سراسر جهان در حدود ۴ درصد برآورد شد (راتر و همکاران، ۲۰۱۰). در سال ۱۳۷۰ شدت آلودگی در برخی از مزارع سویا استان مازندران به حدی بود که متوسط عملکرد سویا در شهرستان‌های مرکزی استان به ۹۹۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت (رعیت‌پناه و همکاران، ۱۳۸۶).

تنظیم تاریخ کاشت، تناوب زراعی، تراکم کاشت، آبیاری، ضدعفونی بذر و خاک با قارچ‌کش، کنترل بیولوژیکی و استفاده از ارقام مقاوم به بیماری از روش‌های مدیریت این بیماری به شمار می‌روند (منجیستو و همکاران، ۲۰۱۱). مقاومت گیاه میزبان در برابر بیمارگر یک روش موثر برای کنترل بیماری پوسیدگی ذغالی و جلوگیری از خسارت محصول به شمار می‌رود (رومرو لونا و همکاران، ۲۰۱۷). تاکنون هیچ ژنوتیپ سویا با سطح مقاومت بالا در برابر پوسیدگی ذغالی شناسایی نشده است (منجیستو و همکاران، ۲۰۱۱). با این حال مقاومت متوسط به پوسیدگی ذغالی در ژنوتیپ‌های DT97-4290, DT99-16864, DT99-17483, and DT99-17554 شناسایی شده است (پاریس و همکاران، ۲۰۰۶؛ منجیستو و همکاران، ۲۰۰۷).

ژنوتیپ‌های سویا از نظر میزان کلونیزاسیون ریشه به وسیله *M. phaseolina* متفاوت هستند و همین مسئله به عنوان روشی برای تعیین واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به *M. phaseolina* پذیرفته شده است. در ایالت

میسوری آمریکا از سال ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۴ واکنش ۲۴ رقم سویا از گروه‌های رسیدگی III و IV به *phaseolina* و بر اساس میزان کلونیزاسیون پایین ساقه و بالای ریشه مورد ارزیابی قرار گرفتند که در نتیجه فقط چهار رقم نسبت به این بیماری نیمه‌مقاوم بودند (اسمیت و کارویل، ۱۹۹۷).

در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵ در آمریکا تعداد ۲۴ ژنوتیپ سویا در گروه‌های رسیدگی III، IV و V با پنج روش ارزیابی بیماری شامل: (۱) شدت بیماری در ریشه و ساقه بر اساس کلونیزه کردن بافت (RSS)؛ (۲) ارتفاع تغییر رنگ داخلی ساقه از سطح زمین (PHSD)؛ (۳) واحد تشکیل‌دهنده کلنی (CFU)؛ (۴) علائم برگه؛ (۵) سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) برای علائم برگه مورد ارزیابی قرار گرفتند. در نتیجه این بررسی، ژنوتیپ‌هایی که در ارزیابی به‌وسیله CFU در گروه مقاوم قرار گرفتند، از نظر اندازه‌گیری به وسیله PHSD، RSS، علائم برگه، AUDPC و ترکیب آنها نیز در رده‌های بالای مقاومت قرار گرفتند (منجیستو و همکاران، ۲۰۰۷). راتر و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی واکنش ژنوتیپ‌های سویای متحمل به خشکی نسبت به *M.phaeosolina* نشان دادند که بعضی از ژنوتیپ‌ها نسبت به کلونیزه شدن ریشه به وسیله چارچ ماکروفومینا مقاوم هستند. منجیستو و همکاران (۲۰۱۱) با ارزیابی واکنش ۱۴۹ ژنوتیپ سویا از گروه‌های رسیدگی III، IV و V در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۸ در شرایط بدون آبیاری و بی‌خاک‌ورزی و براساس شاخص CFU گزارش کردند که هیچ ژنوتیپی به‌طور کامل در برابر پوسیدگی ذغالی ایمن و مقاوم نبود و فقط شش ژنوتیپ به عنوان ژنوتیپ‌های نیمه‌مقاوم شناسایی شدند که می‌توانند به عنوان منابع مقاومت برای توسعه ارقام مقاوم به‌کار روند.

براساس پژوهش‌های انجام شده در ایران، بیشتر مزارع سویا در استان‌های گلستان و مازندران آلوده به پوسیدگی ذغالی بوده و بیشتر ژنوتیپ‌های سویا نیز به این بیماری حساس یا نیمه‌حساس بودند. رعیت پناه و علوی (۱۳۸۵) در طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۲ با بررسی مزارع سویا در مناطق مختلف استان مازندران درصد آلودگی مزارع به بیماری پوسیدگی ذغالی را ۱۱/۲۵ تا ۴۵ درصد گزارش کردند. طلیعی و همکاران (۱۳۸۹) در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸، متوسط درصد آلودگی بوته‌های سویا به بیماری پوسیدگی ذغالی در استان گلستان را به ترتیب ۲۱/۲۴ و ۲۱/۳ درصد تعیین کردند.

با توجه به اهمیت بیماری پوسیدگی ذغالی سویا در مزارع شمال کشور و وجود محدودیت‌ها در کنترل شیمیایی این بیماری، استفاده از ارقام مقاوم، موثرترین، اقتصادی‌ترین و سالم‌ترین روش از نظر زیست محیطی در کنترل این بیماری به شمار می‌رود. بر همین اساس، شناسایی منابع مقاومت در ژنوتیپ‌های سویا به منظور معرفی ارقام مقاوم یا به عنوان منابع مقاومت در برنامه‌های اصلاح ارقام مقاوم سویا ضروری است.

مواد و روش‌ها

آلوده سازی زمین آزمایش با میکرو اسکروت‌های قارچ عامل بیماری

برای آلوده‌سازی قطعه زمین مورد نظر، در پاییز ۱۳۹۳ پس از برداشت سویا، ساقه‌های آلوده حاوی میکرواسکروت جمع‌آوری و به قطعه زمین مورد نظر منتقل و با کمک شخم و دیسک خرد و با خاک مخلوط شد. در بهار سال ۱۳۹۴ قبل از کاشت، برای افزایش جمعیت قارچ عامل بیماری، زمین مورد نظر با استفاده از میکرواسکروت‌های قارچ ماکروفومینا آلوده‌سازی شد. برای تهیه زادمایه قارچ ماکروفومینا، ابتدا مقدار یک کیلوگرم بذر سورگوم در پنج لیتر آب و ۵۰ گرم شکر به مدت ۲۴ ساعت خیسانده شد. سپس بذر سورگوم خیسانده شده به‌طور مساوی در پنج کیسه پلاستیکی قابل اتوکلاو ریخته شده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس اتوکلاو شدند. بذر سورگوم اتوکلاو شده داخل کیسه‌ها با پلاگ‌های کشت یک هفته‌ای *M.phaseolina*، رشد داده شده روی محیط PDA، مایه‌زنی شدند. کیسه‌های حاوی بذر سورگوم مایه‌زنی شده به مدت سه هفته در ۳۰ درجه سلسیوس نگهداری و هر سه روز یکبار جهت پخش زادمایه تکان داده شدند. پس از سه هفته بذر سورگوم با میکرواسکروت‌های قارچ ماکروفومینا کلونیزه و تیره رنگ شدند و داخل ردیف‌های کاشت سویا اضافه شدند.

کاشت ارقام و لاین‌های سویا

به منظور ارزیابی واکنش ارقام و لاین‌های سویا به بیماری پوسیدگی ذغالی، تعداد ۲۰ رقم تجاری و لاین امیدبخش سویا از گروه‌های رسیدگی III تا V در قطعه زمین آلوده به قارچ ماکرو فومینا در ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی محله گرگان و در دو سال مورد آزمایش قرار گرفتند. هر ژنوتیپ سویا در چهار خط پنج متری و به فاصله ۵۰ سانتی‌متری از یکدیگر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار در خردادماه ۹۴ و ۹۵ کشت شدند. در طول دوره رشد عملیات زراعی از قبیل کوددهی، وجین، آبیاری بارانی و سمپاشی برای کنترل آفات مکنده و برگ‌خوار انجام شد.

ارزیابی واکنش ارقام و لاین‌های سویا نسبت به قارچ عامل بیماری پوسیدگی ذغالی

ارزیابی ارقام و لاین‌های سویا براساس درصد بوته‌های آلوده و شدت بیماری در پایان فصل و در مرحله رسیدگی R7 انجام شد. تعیین درصد بوته‌های آلوده در هر کرت (وقوع بیماری) با شمارش تعداد بوته‌های بیمار تقسیم بر تعداد کل بوته‌ها ضرب در ۱۰۰ انجام شد (کاردوسو و همکاران، ۲۰۰۴). شدت بیماری براساس شدت تغییر رنگ بافت‌های ساقه و ریشه به اضافه پوشش میکرواسکروت‌های بافت‌های آوندی و پوستی اندازه‌گیری شد (منجیستو و همکاران، ۲۰۰۷). در پایان داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری استات گرافیکس

مورد تجزیه آماری قرار گرفت. برای مقایسه میانگین درصد بوته‌های آلوده و درصد شدت بیماری از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار استفاده شد. ارقام و لاین‌های سویا بر اساس مقیاس شدت بیماری در چهار گروه مقاوم (۱ تا ۲۰ درصد شدت تغییر رنگ)، نیمه‌مقاوم (۲۱ تا ۴۰ درصد شدت تغییر رنگ)، نیمه‌حساس (۴۱ تا ۶۰ درصد تغییر رنگ) و حساس (۶۱ تا ۱۰۰ تغییر رنگ) قرار گرفتند. براساس نتایج بدست آمده، ژنوتیپ‌هایی که مقاوم یا نیمه‌مقاوم نسبت به این بیماری بودند برای استفاده در برنامه‌های اصلاح ارقام و یا معرفی ارقام انتخاب شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس نشان داد که بین سال‌های اجرای آزمایش از نظر صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. همچنین ارقام و لاین‌های مورد بررسی در این پژوهش از نظر میزان درصد بوته‌های آلوده، درصد شدت بیماری در سطح احتمال ۱ درصد با هم اختلاف معنی‌دار داشتند که بیان‌گر تفاوت‌های ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها از نظر واکنش به بیماری می‌باشد (جدول ۱). با توجه به ایجاد شرایط یکسان برای بررسی همه ژنوتیپ‌ها، می‌توان گفت عامل اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از نظر میزان آلودگی و شدت بیماری، ژنتیک آن‌ها و به عبارت دیگر ژن‌های دخیل در واکنش دفاعی یا مقاومت به عامل بیماری پوسیدگی ذغالی می‌باشند.

جدول ۱ - تجزیه واریانس درصد بوته آلوده و شدت بیماری در ارقام و لاین‌های سویا.

میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد بوته آلوده	شدت بیماری
سال	۱	۴۸۶/۲۵۷*	۳۲۹/۴۸۳*
تکرار	۲	۴۳/۷۱۴ ^{ns}	۲۱/۶۶۷ ^{ns}
تیمار	۱۹	۳۸۶/۱۷۹**	۶۵۲/۱۹۹**
خطا	۳۸	۴۹/۱۴۵	۳۰/۵۳۹
ضریب تغییرات (CV)		۱۸/۴۶۹	۲۱/۷۴۲

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

در سال ۱۳۹۴، مقایسه میانگین درصد بوته‌های آلوده و شدت بیماری در ارقام و لاین‌های مورد بررسی نشان داد که رقم ویلیامز با ۵۵ درصد بوته آلوده و لاین موتانت ۳ با ۱۶/۵ درصد بوته آلوده به ترتیب دارای

شهریار کیا

بیشترین و کمترین درصد بوته‌های آلوده بودند. از نظر شدت بیماری، رقم ویلیامز با ۶۵/۷ درصد و رقم سامان با ۱۲/۸ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار شدت بیماری را داشتند (جدول ۲).
در سال ۱۳۹۵، مقایسه میانگین درصد بوته‌های آلوده و شدت بیماری نشان داد که رقم ویلیامز با ۵۸/۶ درصد بوته آلوده و لاین موتانت ۳ با ۱۸/۲ درصد بوته آلوده به ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد بوته‌های آلوده بودند. از نظر شدت بیماری، رقم ویلیامز با ۷۲/۸ درصد و رقم سامان با ۱۴/۳ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار شدت بیماری را داشتند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد بوته آلوده و شدت بیماری در ارقام و لاین‌های سویا.

شماره ژنوتیپ	نام رقم یا لاین	درصد بوته آلوده		درصد شدت بیماری		واکنش
		۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۵	
۱	ویلیامز	۵۵ a	۵۸/۶ a	۶۵/۷ a	۷۲/۸ a	حساس
۲	سپیده	۵۲/۵ b	۴۸/۵ c	۶۲/۳ b	۶۱/۴ b	حساس
۳	گرگان ۳	۲۲ ij	۲۴/۲ hi	۲۵/۶ h	۲۳/۹ gh	نیمه‌مقاوم
۴	سحر	۴۷/۷ c	۵۱/۷ b	۵۶ c	۶۱/۷ b	حساس
۵	کتول	۲۵ h	۲۴/۶ hi	۲۱/۷ kl	۱۸/۲ hi	مقاوم
۶	سامان	۱۹/۳ k	۱۸/۷ k	۱۲/۸ n	۱۴/۳ ij	مقاوم
۷	HT	۳۴/۳ f	۳۸/۸ ef	۳۳/۷ hi	۳۹/۶ e	نیمه‌مقاوم
۸	لاین ۱ ترویجی	۲۳ hi	۲۶ gh	۲۰/۴ kl	۱۹/۱ hi	مقاوم
۹	لاین ۲ ترویجی	۲۱/۷ ij	۲۳/۶ hi	۱۹/۵ l	۱۷/۹ i	مقاوم
۱۰	لاین ۳ ترویجی	۲۳/۴ hi	۲۳/۸ hi	۳۵/۳ h	۳۳/۳ f	نیمه‌مقاوم
۱۱	لاین زودرس ۱۶	۳۴ f	۳۸/۶ ef	۳۸/۳ g	۴۴/۲ d	نیمه‌حساس

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین درصد بوته آلوده و شدت بیماری در ارقام و لاین‌های سویا.

شماره ژنوتیپ	نام رقم یا لاین	درصد بوته آلوده		درصد شدت بیماری		واکنش
		۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۵	
۱۲	لاین زودرس ۱۷	۴۵ d	۴۸ c	۵۲ d	۵۶/۱ c	نیمه‌حساس
۱۳	لاین موتانت ۱۵	۲۶/۳ e	۴۰ de	۴۴/۳ ef	۴۵/۳ d	نیمه‌حساس
۱۴	لاین موتانت ۳	۱۶/۵ l	۱۸/۲ k	۲۴ jk	۲۹/۳ fg	نیمه‌مقاوم
۱۵	لاین موتانت ۶۴	۳۰ g	۲۶/۸ gh	۳۴ hi	۳۸/۹ e	نیمه‌مقاوم
۱۶	Accomac Yag	۴۳/۷ de	۴۸/۶ c	۴۶/۳ e	۴۲ de	نیمه‌حساس
۱۷	Delsoy VVIT 82	۱۸/۳ k	۲۱/۷ ij	۲۵/۷ j	۲۷/۳ g	نیمه‌مقاوم
۱۸	DI 42	۳۰/۸ g	۲۸/۴ g	۳۳/۷ hi	۳۵/۶ ef	نیمه‌مقاوم
۱۹	DI 32	۲۴ h	۲۲/۶ ij	۱۸/۳ lm	۲۱/۲ h	مقاوم
۲۰	امیر	۲۶/۲ e	۴۲ d	۳۵/۴ h	۳۲/۶ f	نیمه‌مقاوم

از نظر واکنش به قارچ عامل بیماری پوسیدگی ذغالی، ارقام کتول، سامان و لاین‌های ۱ و ۲ ترویجی و DI 32 مقاومت نشان دادند. ارقام گرگان ۳، امیر و لاین‌های ۳ ترویجی، موتانت ۳ و ۶۴، HT، Delsoy VVIT 82 و DI 42 نیمه‌مقاوم بودند. لاین‌های زودرس ۱۶، زودرس ۱۷، موتانت ۱۵ و Accomac Yag نیمه‌حساس و ارقام ویلیامز، سحر و سپیده حساسیت نشان دادند.

بر اساس نتایج بدست آمده از این پژوهش، درصد بوته‌های آلوده بین ۱۶/۵ تا ۵۸/۶ درصد متغیر بود که با نتایج پژوهش‌های محققین دیگر تا حدودی مطابقت دارد. آقاجانی و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی مزارع سویا در منطقه گرگان، مقدار بیماری پوسیدگی ذغالی را ۱۳/۴ تا ۸۴/۵ درصد تعیین کردند.

بر اساس نتایج این بررسی مقدار شدت بیماری از ۱۲/۸ تا ۷۲/۸ درصد متغیر بود که نشان دهنده تفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر مقاومت و حساسیت به قارچ عامل بیماری پوسیدگی ذغالی بود. رعیت پناه و علوی (۱۳۸۵) در یک پژوهش، مقدار شدت بیماری را ۴۱/۵ تا ۷۷ درصد گزارش کردند.

نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که تعدادی از ارقام تجاری و لاین‌های امیدبخش در برابر قارچ بیمارگر *M.phaseolina* عامل بیماری پوسیدگی ذغالی نیمه‌مقاوم تا مقاوم بوده و احتمالاً دارای ژن یا ژن‌های مقاومت به این بیماری می‌باشند. بنابراین این ارقام و لاین‌ها می‌توانند به عنوان منابع مقاومت به این

بیماری در برنامه‌های اصلاح ارقام جهت مقاومت به بیماری و یا در صورت داشتن خصوصیات زراعی مناسب با عملکرد بالا به عنوان یک رقم تجاری مورد استفاده قرار گیرند. به همین جهت برای مدیریت این بیماری، شناسایی مداوم منابع مقاومت جدید و استفاده از آنها در برنامه‌های اصلاح ارقام مقاوم به بیماری لازم و ضروری است.

شرایط محیطی مانند درجه حرارت، رطوبت هوا و رطوبت خاک نقش مهمی در فعالیت و تکثیر قارچ *M.phaseolina* دارد. نیازهای اپیدمیولوژیکی جهت حمله به میزبان و توسعه علایم بیماری ممکن است بسیار متنوع باشد. در مرحله گیاهچه‌ای موقعی که رطوبت بالا و درجه حرارت پایین باشد، قارچ عامل بیماری به سرعت به میزبان حمله می‌کند و در مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در میزبان مستقر می‌شود. اگر گیاهچه‌های مورد حمله زنده بمانند، زمانی که رطوبت پایین و درجه حرارت بالا باشد، قارچ عامل بیماری به آرامی به طرف قسمت‌های بالای بوته حمله کرده و علایم بیماری در مرحله تشکیل دانه ظاهر می‌شود. اگرچه دامنه رطوبت نسبی و درجه حرارت ممکن است متفاوت باشد که بستگی به طبیعت جدایه قارچ، اقلیم و رقم میزبان دارد (خان، ۲۰۰۷).

نتیجه گیری نهایی

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که ارقام کتول، سامان، لاین‌های ۱ و ۲ ترویجی و DI 32 در برابر قارچ عامل بیماری پوسیدگی ذغالی مقاوم بودند. همچنین ارقام گرگان ۳، امیر و لاین‌های ۳ ترویجی، موتانت ۳ و ۶۴، HT، 82 DelsoyVVIT و DI 42 نیمه‌مقاوم بودند. بنابراین این ژنوتیپ‌های مقاوم و نیمه‌مقاوم می‌توانند به عنوان ارقام تجاری مقاوم قابل کشت به کشاورز معرفی گردند و یا به عنوان منابع ژنتیکی مقاوم در برنامه‌های به‌نژادی جهت اصلاح ارقام مقاوم استفاده کرد.

توصیه ترویجی

بیماری پوسیدگی ذغالی در حال حاضر یکی از مهم‌ترین بیماری‌های قارچی سویا در شمال کشور به شمار می‌رود که در شرایط خشک و گرم باعث آلودگی مزارع سویا و کاهش کمی و کیفی محصول می‌شود. با توجه به وجود محدودیت‌ها در کنترل شیمیایی این بیماری، استفاده از ارقام مقاوم و متحمل موثرترین، اقتصادی‌ترین و سالم‌ترین روش از نظر زیست محیطی در کنترل این بیماری به شمار می‌رود. بر همین اساس، ارقام و لاین‌های مقاوم کتول، سامان و لاین‌های ۱ و ۲ ترویجی و DI 32 در صورت داشتن صفات زراعی مطلوب و عملکرد بالا جهت کاشت در مزارع کشاورزان توصیه می‌شود.

منابع

- آقاجانی، م. ع.، طلیعی، ف.، کلاسنگیانی، م. و تربتی، ل. ۱۳۸۷. مقدار ظاهری و واقعی پوسیدگی ذغالی سویا در گرگان. خلاصه مقالات هیجدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران، همدان، صفحه ۱۱۹.
- رعیت پناه، س.، علوی، س. و. و عرب، غ. ۱۳۸۶. واکنش تعدادی از لاین های پیشرفته سویا نسبت به پوسیدگی ذغالی در شرق مازندران. نهال و بذر، جلد ۲۲، شماره ۲، صفحه ۱۸۹-۱۸۱.
- رعیت پناه، س.، علوی، س. و. ۱۳۸۵. بررسی بیماری پوسیدگی ذغالی سویا در مازندران. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد سیزدهم، شماره سوم.
- طلیعی، ف.، صفایی، ن.، آقاجانی، م. ع. و منتظریان، ا. ۱۳۸۹. بررسی وضعیت پوسیدگی ذغالی سویا در مزارع استان گلستان. سومین سمینار بین المللی دانه های روغنی و روغن های خوراکی، مرکز همایش های بین المللی صدا و سیما، تهران، صفحه ۳۰۹.
- Gupta, G. K., Sharma, S. K. and Ramteke, R. 2012. Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Journal of Phytopathology* 160: 167-180.
- Khan, S.N. 2007. *Macrophomina phaseolina* as causal agent for charcoal rot of sunflower. *Mycopathology* 5(2): 111-118.
- Mengistu, A., Arelli, P. A., Bond, J. P., Shannon, G. J., Wrather, A. J., Rupe, J. B., Chen, P., Little, C. R., Canaday, C. H., Newman, M. A., and Pantalone, V. R. 2011. Evaluation of soybean genotypes for resistance to charcoal rot. Online. *Plant Health Progress*.
- Mengistu, A., Ray, J. D., Smith, J. R., and Paris, R. L. 2007. Charcoal rot disease assessment of soybean genotypes using a colony forming unit index. *Crop Sci.* 47: 2453-2461.
- Paris, R. L., Mengistu, A., Tyler, J., and Smith, J. 2006. Registration of soybean germplasm line DT 97-4290 with moderate resistance to charcoal rot. *Crop Sci.* 46:2324-2325.
- Romero Luna, M. P., Mueller, D., Mengistu, A., Singh A. K., Hartman, G. L. and Awise K. 2017. Advancing our understanding of charcoal rot in soybeans. *J. Integr. Pest Manag.* 8:1-8.
- Smith, G. S. and Carvil, N. 1997. Field screening of commercial and experimental soybean cultivars for their reaction to *Macrophomina phaseolina*. *Plant Disease.* 81(4): 363-368.
- Smith, G. S., and Wyllie, T. 1999. Charcoal rot. pp.29-31. In: Hartman, G. L., Sinclair, J. B., and Rupe, J. C. (eds.). *Compendium of Soybean Diseases*. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- Wrather, A., Shannon, G., Balardin, R., Carregal, L., Escobar, R., Gupta, G., Ma, Z., Morel, W., Ploper, D., and Tenuta, A. 2010. Effect of diseases on soybean yield in the top eight producing countries in 2006. *Plant Health Progress*. doi:10.1094/PHP-2010-0125-01-RS.

- Wrather, J. A. , Shannon, J. G., Carter, T. E., Bond, J. P., Rupe, J. C. and Almeida, A. M. R. 2008. Reaction of drought-tolerant soybean genotypes to *Macrophomina phaseolina* . Plant health progress. 10: 618-623.
- Wrather, J. A. and Koenig. S. R. 2006. Estimates of disease effects on soybean yields in the united states 2003-2005. J. Nematol. 38: 173-180.
- Wrather, J. A. and Tyler, D. D. 1998. Tillage effects on *Macrophomina phaseolina* population density and soybean yield. Plant Disease. 82: 241-250.