ارزیابی مقاومت رگه‌های اصلاحی چغندرقند نسبت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه

Evaluation of the resistance of sugar beet breeding lines to Rhizoctonia root and crown rot

حسن ابراهیمی کولایی*[1] ، سیدباقر محمودی[2] و مهدی حسنی [1]

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۱

ح. ابراهیمی کولایی، س.ب. محمودی و م. حسنی. ۱۳۸۹. ارزیابی مقاومت رگه‌های اصلاحی چغندرقند نسبت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه. **مجله چغندرقند ۲۶(۱) ۴۲-۳۱.**

چکیده

در مناطق عمده چغندرقندکاری، بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه چغندرقند خسارت‌زا بوده و از عوامل محدودکننده تولید به حساب می‌آید. استفاده از رقم‌های مقاوم مؤثرترین روش کنترل بیماری و در عین حال، ایمن‌ترین روش برای محیط زیست می‌باشد. در این تحقیق برای تهیه رقم‌های مقاوم به بیماری، در سال اول(۱۳۸۵)، ۷۰ رگه خواهری(رگه‌های S2 یا خانواده‌های خواهری تنی) و در سال دوم(۱۳۸۶)، ۴۲ رگه خواهری که بر اساس نتایج سال اول انتخاب شده بودند، در برابر بیمارگر *Rhizoctonia solani* AG2-2 ارزیابی شدند. ارزیابی مقاومت در کرت‌های کوچک بسته به ابعاد ۲×۱×۱ مترمکعب در برابر جدایه‌ای با توان بیماری‌زایی بالا انجام شد. قبل از کشت، کود حیوانی و کود شیمیایی به خاک کرت‌ها اضافه و بستر با متیل‌بروماید ضدعفونی شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴۲ تیمار و دو تکرار اجرا شد. گیاهان در مرحله رشد ده هفته‌ای توسط شش تا هشت عدد بذر ذرت آلوده به قارچ عامل بیماری در ناحیه طوقه، مایه‌زنی شدند. کرت‌ها بلافاصله بعد از مایه‌زنی آبیاری شدند. هشتاد روز پس از مایه‌زنی، ریشه‌ها از خاک خارج شدند و شدت آلودگی هر بوته با مقیاس کمی یک تا نه (یک مبین بوته سالم و نه مبین بوته مرده) تعیین شد. میانگین شدت آلودگی بوته‌های هر کرت به عنوان شاخص بیماری آن کرت منظور شده و مبنای مقایسه تیمارها قرار گرفت. براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های دوساله آزمایش و تجزیه خوشه‌ای، سه رگه از نظر مقاومت به عامل بیماری و ۱۱ رگه از نظر شاخص برداشت نسبت به شاهد مقاوم (SB19) برتر تشخیص داده شدند. بقیه رگه‌ها با شاهد مقاوم در یک گروه آماری قرار داشتند، گرچه شاخص بیماری یکی از رگه‌ها نسبت به شاهد مقاوم بالاتر بود.

واژه‌های کلیدی: آلودگی مصنوعی، پوسیدگی ریشه، چغندرقند، رگه، ریزوکتونیا، مقاومت

۱- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان *- نویسنده مسئول koulaee@Gmail.com

۲- استادیار مؤسسه تحقیقات چغندرقند

مقدمه

پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه چغندرقند از بیماری‌های شایع مناطق چغندرکاری اکثر کشورها است (Windels et al. 1995). در آمریکا، گروه آناستوموزی غالب عامل پوسیدگی ریشه چغندرقند هشت هفته‌ای یا مسن‌تر، *R. solani* AG-2-2 معادل ۹۶ درصد گزارش شده است و تنها ۳/۷ درصد AG-4 و ۰/۶ درصد AG-5 بودند (Windels and Nabben 1989). در آزمون‌های بیماری‌زایی روی ریشه‌های هشت تا نه هفته‌ای چغندرقند، فقط جدایه‌های AG-2-2 شدیداً بیماری‌زا بودند. جدایه‌های AG-4 فقط زخم‌های سطحی ایجادکردند و جدایه‌های دیگر بیماری‌زا نبودند. در ایران نیز این بیمارگر از اکثر مناطق چغندرکاری کشور گزارش شده است (محمودی و همکاران ۱۳۸۳) و حدود ۳۰ درصد از مزارع چغندرقند در کشور تحت تأثیر این بیماری است.

سلطانی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۶) گروه آناستوموزی۲ این بیمارگر را در اغلب نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف کشور گزارش کردند. نتایج آنها نشان داد که اکثر مناطق چغندرکاری کشور تحت تأثیر این گروه آناستوموزی است. بر اساس نتایج این تحقیق، در ایران خسارت گروه ۲ روی محصول چغندرقند بیشتر از سایر گروه‌هاست و تهیه رقم مقاوم در برابر این بیمارگر را به متخصصین اصلاح نباتات پیشنهاد کردند.

به‌دلیل پیچیدگی محیط خاک، استفاده از روش‌های متداول شیمیایی و به‌زراعی برای مدیریت بیماری‌های خاک‌زاد بسیار مشکل و ناکارآمد است (Hecker and Ruppel 1977) و مؤثرترین روش مدیریت بیماری‌های خاک‌زاد، اصلاح رقم‌های مقاوم و استفاده از آن‌ها در مزارع آلوده است (Hecker and Ruppel 1977; Scholten et al. 2001; Buttner et al. 2003). ازسوی دیگر، در کنترل آفات و بیماری‌های چغندرقند باید دو هدف مدنظر قرار گیرد. اول حفظ سلامت و عملکرد محصول و دوم، کاهش فشار بر محیط و جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی، که این دو در کنترل شیمیایی آفات و بیماری‌ها در تقابل قرار دارند. این درحالی است که با استفاده از رقم‌های مقاوم علاوه بر حفظ سلامت و عملکرد چغندرقند در حد بالا، آلودگی زیست‌محیطی نیز وجود نخواهد داشت (Richard 2000).

آزمون مقاومت برای ارزیابی رقم‌ها در شرایط آلودگی طبیعی و در مزارع دارای سابقه آلودگی، مشکل و پیچیده است زیرا در این مزارع ظهور بیماری غیرقابل‌پیش‌بینی و در صورت بروز، آلودگی لکه‌ای خواهد بود که از ارزش ارزیابی می‌کاهد (Benker 2000; Benker and Buttner 2000).

روش‌های مطمئن ارزیابی مقاومت رقم‌ها در برابر بیمارگرها، پیش‌نیاز تهیه رقم‌های مقاوم است. محمودی و همکاران (۱۳۸۲) روش‌های مختلف ارزیابی مقاومت در پاتوسیستم (Pathosystem) ریزوکتونیای چغندرقند را مقایسه کردند. آن‌ها ضمن بهینه‌سازی ارزیابی مقاومت در کرت‌های کوچک، از آن به‌عنوان یک روش قابل‌اعتماد و نسبتاً ساده برای ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندرقند یاد کردند.

پانلا (Panella 1998) با ارائه یک روش استاندارد برای ارزیابی مقاومت در شرایط مزرعه، مقیاس شدت آلودگی صفر تا هفت را پیشنهاد کرد. سپس، باتنر و همکاران (Buttner et al. 2004) مقیاس نه‌گانه‌ای را برای ارزیابی کلیه بیماری‌های چغندرقند پیشنهاد کردند که در آن نمره یک به بوته سالم و نمره نه به بوته کاملاً آلوده داده می‌شد.

در پروژه اصلاح گرده‌افشان‌های مقاوم به ریزوکتونیا از یک توده گرده‌افشان مقاوم به ریزوکتونیا به نام SB19 ــ که پانلا آن‌را معرفی کرده بود (Panella 1999)ـ استفاده و ۷۰ رگه خواهر و برادرهای تنی S2 از آن تهیه شد (ابراهیمی‌کولایی و محمودی ۱۳۸۷). هدف از این مقاله ارایه نتایج ارزیابی مقاومت این رگه‌های S2 در برابر ریزوکتونیا در شرایط میکروپلات (کرت‌های کوچک) است.

مواد و روش‌ها

ارزیابی در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در میکروپلات‌هایی با دیواره بتنی به ابعاد ۲×۱×۱ مترمکعب در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اکباتان همدان در برابر جدایه‌ای با توان بیماری‌زایی بالا از قارچ *R. solani* AG2-2 انجام شد. آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار انجام شد (کمی تکرارها به دلیل کمبود میکروپلات‌های بتنی بوده است). در سال ۱۳۸۵ تعداد ۷۲ تیمار شامل ۷۰ رگه اصلاحی و دو شاهد مقاوم و حساس و در سال ۱۳۸۶ تعداد ۴۲ رگه شامل ۴۱ رگه گزینش شده از سال ۱۳۸۵ و شاهد مقاوم ارزیابی شدند. رگه اصلاحی که خواهر و برادرهای تنی بودند، از گزینش در توده SB19 به‌دست آمدند و خودگشن شدند (ابراهیمی‌کولایی و همکاران ۱۳۸۷). قبل از کاشت بذر در بستر میکروپلات‌ها، کود حیوانی و شیمیایی به خاک افزوده شد و سپس مخلوط بستر با متیل‌بروماید ضدعفونی و به مدت یک هفته هوادهی گردید. پس از هوادهی بستر، بذرها کشت و در مرحله چهار تا شش برگی به فاصله ده تا ۱۲ سانتی‌متری تنک شدند. بوته‌های چغندرقند ده هفته پس از کاشت مایه‌زنی شدند. برای این کار ابتدا جدایه موردنظر روی دانه‌های ذرت که ۱۲ ساعت در آب خیس شده و دو روز متوالی به‌مدت یک ساعت سترون شده بودند، تکثیر شد. سپس چند دیسک از محیط کشت پنج روزه قارچ روی دانه‌های

ذرت سترون شده قرار گرفت و به‌مدت سه هفته در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. شش تا هشت عدد بذر ذرت آغشته به ریزوکتونیا در زیر طوقه و بالای شیار ریشه‌های گیاهان ده هفته‌ای قرار داده شدند (Windels et al. 1995). بلافاصله پس از مایه‌زنی، آبیاری به روش بابلر انجام و تا دو هفته اول بعد از مایه‌زنی، سطح خاک مرطوب نگه داشته شد و پس از آن کرت‌ها هر سه روز یک‌بار آبیاری شدند.

هشتاد روز پس از مایه‌زنی، ریشه‌ها برداشت و شدت آلودگی هر ریشه با مقیاس یک تا نه (Buttner et al. 2004) سنجیده شد. در این مقیاس به لکه سطحی کوچک، نمره یک و به بوته مرده نمره نه داده شد. میانگین امتیاز بوته‌های هر کرت (حدود ۴۰ ریشه) به‌عنوان شاخص بیماری (Disease Index = DI) آن کرت در نظر گرفته شد (Buttner et al. 2004). به ریشه‌هایی که هیچ‌گونه لکه روی آن‌ها مشاهده نشد، نمره صفر تعلق گرفت و از آن‌ها به‌عنوان عدم امکان آلوده شدن (Escape)، در محاسبه میانگین شاخص بیماری استفاده نشد.

تعداد ریشه‌های با نمره چهار و کمتر نیز شمارش و نسبت آن‌ها به تعدادکل ریشه‌های هر کرت محاسبه و درصد آن به عنوان شاخص برداشت (Harvest Index= HI) یا درصد ریشه‌های قابل‌برداشت نامیده شد (Buttner et al. 2004). داده‌های دو سال مربوط به شاخص بیماری و شاخص برداشت ۴۲ تیمار مشترک تجزیه مرکب شد. میانگین‌های دو ساله این دو صفت نیز به روش‌های LSD و تجزیه خوشه‌ای مقایسه و گروه‌بندی شدند. مقدار LSD به شاخص بیماری و شاخص برداشت رقمِ مقاوم اضافه و این عدد، حد بحرانی نامیده شد. حد بحرانی برای شاخص بیماری به این معنی است که رگه‌های با شاخص بیماری بیشتر از این عدد در گروه مقاوم قرار نمی‌گیرند.

نتایج

نتایج سال ۱۳۸۵

تعداد ۷۰ رگه S2 همراه با شاهد مقاوم و شاهد حساس در سال ۱۳۸۵ ارزیابی شدند. نتایج تجزیه واریانس شاخص بیماری هر کرت نشان داد که رگه‌ها از نظر مقاومت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه چغندرقند با هم اختلاف معنی‌دار دارند (جدول ۱).

جدول۱ میانگین مربعات شاخص بیماری و شاخص برداشت ۷۰ رگه چغندرقند و دو شاهد در سال ۱۳۸۵

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص بیماری	شاخص برداشت
تکرار	۱	۱۰۶/۸۶**	۲۱۸۵۴**
تیمار	۷۱	۲/۲۳۸**	۵۴۲/۸**
اشتباه	۷۱	۱/۲۸۶	۲۶۲/۱۳۱

** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

شاخص بیماری ۵۶ رگه کم‌تر از شاهد مقاوم (جمعیت اولیه اصلاحی، DI= ۳/۰۲) بود که به‌جز رگه شماره ۷۸، بقیه با شاهد مقاوم در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). رگه شماره ۷۸ با کم‌ترین شاخص بیماری، مقاوم‌تر از شاهد مقاوم بود ($P \leq ۵٪$).

شاخص بیماری ۱۴ رگه بیشتر از شاخص بیماری شاهد مقاوم بود که به‌جز دو رگه ۳۰ و ۳۱، بقیه اختلاف معنی‌دار با شاهد مقاوم نداشتند. میانگین شاخص بیماری سه رگه کم‌تر از یک، ۲۶ رگه یک تا دو، ۲۷ رگه دو تا سه و ۱۴ رگه بزرگ‌تر از سه بود (جدول ۲).

اختلاف میانگین شاخص برداشت رگه‌ها معنی‌دار بود (جدول ۱). از ۵۶ بوته شاهد مقاوم، ۵۹ درصد و از ۳۳ بوته باقیمانده شاهد حساس، ۱۸ درصد ریشه‌ها قابل‌برداشت و قابل مصرف در کارخانه بود (DI کم‌تر از چهار). هم چنین از هفتاد رگه مورد بررسی در ارزیابی مقاومت به پوسیدگی ریزوکتونیایی، در ۲۱ رگه ۹۰ تا ۱۰۰ درصد ریشه‌ها قابل‌برداشت بودند، ۲۱ رگه ۸۰ تا ۸۹ درصد، ۱۹ رگه ۶۱ تا ۷۸ درصد و ۹ رگه ۳۴ تا ۵۸ درصد ریشه‌ی قابلیت برداشت داشتند.

در سال ۱۳۸۵، تعداد ۴۱ رگه گزینش و ۲۹ رگه از دور گزینش حذف شدند. در سال ۱۳۸۶، رگه‌های گزینش شده به همراه شاهد مقاوم دوباره ارزیابی شدند.

جدول ۲ میانگین شاخص بیماری و شاخص برداشت رگه‌های چغندرقند در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ و میانگین دوسال

ردیف	شماره رگه	شاخص بیماری (۹-۱) ۱۳۸۵	۱۳۸۶	میانگین	شاخص برداشت ٪ ۱۳۸۵	۱۳۸۶
۱	۷۴	۱/۰۶	۲/۱۴	۱/۵۹	۱۰۰	۹۷
۲	۱۶	۰/۸۰	۲/۸۰	۱/۸۰	۹۹	۹۵
۳	۱۷	۱/۵۹	۲/۵۳	۱/۹۹	۸۸	۹۱
۴	۳۶	۱/۶۲	۲/۴۵	۲/۱۰	۹۲	۸۶
۵	۴۲	۱/۲۶	۲/۹۹	۲/۱۲	۹۴	۷۴
۶	۶۱	۱/۴۰	۲/۸۹	۲/۱۴	۹۴	۸۱
۷	۸	۱/۸۶	۲/۵۰	۲/۱۷	۹۲	۹۷
۸	۴۱	۱/۱۹	۳/۱۶	۲/۱۸	۹۹	۸۰
۹	۷۶	۱/۷۹	۲/۷۲	۲/۳۶	۹۰	۸۰
۱۰	۷	۱/۷۹	۳/۰۱	۲/۳۹	۸۷	۶۸
۱۱	۷۸	۰/۶۰	۴/۲۹	۲/۴۴	۹۹	۵۲
۱۲	۴۳	۱/۵۶	۳/۳۶	۲/۴۶	۹۷	۶۹
۱۳	۲۸	۱/۵۰	۳/۴۷	۲/۵۴	۸۹	۸۰
۱۴	۳۵	۱/۹۳	۳/۱۸	۲/۵۸	۹۱	۷۳
۱۵	۱۵	۰/۹۳	۴/۲۹	۲/۶۱	۹۸	۵۵
۱۶	۱۴	۱/۶۸	۳/۶۸	۲/۶۹	۹۳	۶۳
۱۷	۶۹	۱/۴۷	۳/۱۱	۲/۷۸	۸۲	۷۸
۱۸	۸۰	۱/۰۸	۳/۴۷	۲/۸۲	۸۹	۶۶
۱۹	۷۰	۱/۴۹	۴/۲۸	۲/۹۰	۹۴	۵۷
۲۰	۵۰	۱/۲۹	۴/۶۹	۳/۰۰	۹۷	۵۶
۲۱	۴۵	۱/۶۰	۴/۳۸	۳/۰۳	۸۸	۴۷
۲۲	۵۷	۱/۸۸	۳/۹۰	۳/۰۴	۹۱	۶۵
۲۳	۴۰	۱/۵۸	۴/۵۶	۳/۰۵	۸۹	۵۶
۲۴	۵۵	۱/۷۳	۴/۳۵	۳/۰۷	۹۴	۵۰
۲۵	۶۸	۲/۰۵	۴/۱۹	۳/۱۰	۸۶	۵۷
۲۶	۴۴	۱/۴۲	۴/۸۹	۳/۱۳	۹۴	۴۷
۲۷	۶۳	۲/۱۰	۴/۱۹	۳/۱۵	۸۰	۵۴
۲۸	۶۷	۲/۱۹	۴/۱۸	۳/۱۹	۸۶	۶۰
۲۹	۳۷	۲/۷۴	۳/۸۴	۳/۳۱	۷۷	۶۲
۳۰	SB19[1]	۳/۰۲	۳/۶۱	۳/۳۱	۵۹	۶۵
۳۱	۷۵	۲/۵۳	۴/۳۴	۳/۳۸	۷۷	۵۴
۳۲	۳۲	۲/۶۴	۴/۶۹	۳/۴۹	۷۷	۴۹
۳۳	۴۶	۲/۹۶	۴/۵۳	۳/۷۳	۷۰	۴۶
۳۴	۲۵	۲/۷۵	۴/۸۸	۳/۷۹	۷۰	۴۳
۳۵	۵۱	۱/۴۵	۶/۰۲	۳/۸۳	۸۸	۲۹
۳۶	۳۳	۱/۷۹	۵/۹۷	۳/۸۴	۹۱	۳۵
۳۷	۲۴	۲/۱۶	۵/۳۷	۳/۹۱	۷۷	۳۹
۳۸	۵۸	۲/۹۳	۵/۱۸	۴/۰۴	۷۶	۵۰
۳۹	۷۷	۲/۴۳	۶/۰۲	۴/۱۷	۸۲	۲۲
۴۰	۶۶	۲/۷۳	۵/۷۰	۴/۲۴	۷۸	۳۳
۴۱	۵۴	۳/۱۹	۵/۸۵	۴/۵۲	۵۸	۳۶
۴۲	۱۲	۳/۵۸	۵/۸۳	۴/۶۸	۶۴	۳۷
حد بحرانی		۴/۳۸	۵/۰۴	۴/۶۰	۴۰	۳۷
LSD 5%		۱/۳۶	۱/۴۳	۱/۲۹	۱۹	۲۸

ردیف	شماره رگه	شاخص بیماری (۹-۱) ۱۳۸۵	۱۳۸۶	شاخص برداشت ٪ ۱۳۸۵	۱۳۸۶
۴۳	۲۶	۱/۷۷	عدم گزینش در سال (۱۳۸۵)	۸۳	عدم گزینش در سال (۱۳۸۵)
۴۴	۵۳	۱/۹۳		۹۰	
۴۵	۵	۱/۹۴		۹۲	
۴۶	۲۷	۱/۹۶		۸۹	
۴۷	۵۲	۲/۰۹		۸۳	
۴۸	۵۹	۲/۱۰		۸۶	
۴۹	۶۵	۲/۱۵		۸۴	
۵۰	۳۴	۲/۲۹		۷۴	
۵۱	۲۲	۲/۳۰		۸۲	
۵۲	۲۹	۲/۴۹		۷۸	
۵۳	۴	۲/۵۰		۸۳	
۵۴	۳	۲/۵۴		۷۲	
۵۵	۳۸	۲/۶۲		۷۶	
۵۶	۲۰	۲/۶۲		۷۲	
۵۷	۱۸	۲/۶۷		۷۴	
۵۸	۱	۲/۷۵		۸۲	
۵۹	۴۷	۲/۷۷		۸۱	
۶۰	۷۳	۳/۰۶		۶۴	
۶۱	۶	۳/۱۶		۶۱	
۶۲	۲	۳/۲۳		۶۶	
۶۳	۳۰	۳/۳۰		۵۶	
۶۴	۳۱	۳/۳۷		۵۴	
۶۵	۲۶	۳/۴۸		۶۴	
۶۶	۵۳	۴/۱۱		۶۳	
۶۷	۵	۴/۱۵		۵۴	
۶۸	۲۷	۴/۵۹		۳۵	
۶۹	۵۲	۴/۸۷		۳۴	
۷۰	۵۹	۵/۲۹		۴۱	
۷۱	۶۵	۵/۳۷		۴۳	
۷۲	شیرین[2]	۵/۶۸		۳۴	
حد بحرانی		۴/۳۸		۴۰	
LSD 5%		۱/۴۶		۱۹	

رگه ۱= شاهد مقاوم رگه ۲ = شاهد حساس

– حد بحرانی برای شاخص برداشت به این معنی است که ژنوتیپ‌های با شاخص برداشت کم‌تر از این عدد(۴۰) در گروه مقاوم قرار نمی‌گیرند.

نتایج سال ۱۳۸۶

نتایج تجزیه واریانس شاخص بیماری ریشه‌های هر کرت در سال ۱۳۸۶ نشان داد که رگه‌های انتخابی از نظر مقاومت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه با هم اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۳). شاخص بیماری ۱۵ رگه کم‌تر از شاخص بیماری شاهد مقاوم (DI=۳/۶۱) بود که به‌جز رگه شماره ۷۴، بقیه با شاهد در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). رگه شماره ۷۴ با کم‌ترین شاخص بیماری (DI =۲/۱۴) که اختلاف معنی‌دار با شاهد مقاوم داشت، به‌عنوان رگه خیلی مقاوم در نظر گرفته شد. شاخص بیماری ۲۶ رگه بیش‌تر از شاخص بیماری شاهد مقاوم بود که از بین آنها، هشت رگه (شاخص بیماری ۵/۱۸ تا ۶/۰۲) اختلاف معنی‌دار با شاهد مقاوم داشتند و بقیه (شاخص بیماری ۳/۶۸ تا ۴/۸۹) با شاهد مقاوم در یک گروه آماری قرار گرفتند.

جدول۳ تجزیه واریانس شاخص بیماری و شاخص برداشت رگه‌های چغندرقند در سال ۱۳۸۶

منبع تغییر	درجه آزادی	شاخص بیماری	شاخص برداشت
تکرار	۱	۰/۵۴۱ ns	۳/۰۴۸ ns
تیمار	۴۱	۲/۳۷ **	۷۱۹/۱ **
اشتباه	۴۱	۰/۵۰۲	۱۹۳/۴۸۷

ns = عدم وجود اختلاف معنی‌دار، **= وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

اختلاف میانگین شاخص برداشت رگه‌ها معنی‌دار بود (جدول ۳). شاخص برداشت شاهد مقاوم ۶۵ درصد بود. شاخص برداشت ۱۵ رگه بیشتر از شاهد مقاوم بود که رگه‌های شماره ۷۴، ۸ و ۱۶ برتری معنی‌دار با آن داشتند ولی اختلاف بقیه رگه‌ها معنی‌دار نبود. شاخص برداشت ۲۶ رگه کمتر از شاهد مقاوم بود که اختلاف پنج رگه با شاهد مقاوم معنی‌دار اما اختلاف بقیه‌ی رگه‌ها غیرمعنی‌دار بود.

نتایج تجزیه مرکب

قبل از تجزیه واریانس مرکب برای شاخص بیماری ریشه‌های هر کرت در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ آزمون بارتلت برای بررسی یکنواختی واریانس های بین سال ها صورت گرفت. نظر به این که بر اساس این آزمون اختلاف واریانس های اشتباه برای شاخص بیماری، معنی‌دار شد(جدول ۴) و تبدیل داده‌ها نیز در این خصوص کارآیی نداشت، بنابراین تجزیه واریانس مرکب این صفت معتبر نبود. به‌نظر می‌رسد که این اختلاف از غیریکنواختی سطح آلودگی کرت‌ها در سال ۱۳۸۵ ناشی شده است. ولی در سال ۱۳۸۶ سطح آلودگی کرت‌ها کاملاً یکنواخت بود و آزمایش این سال دقت بالایی داشت.

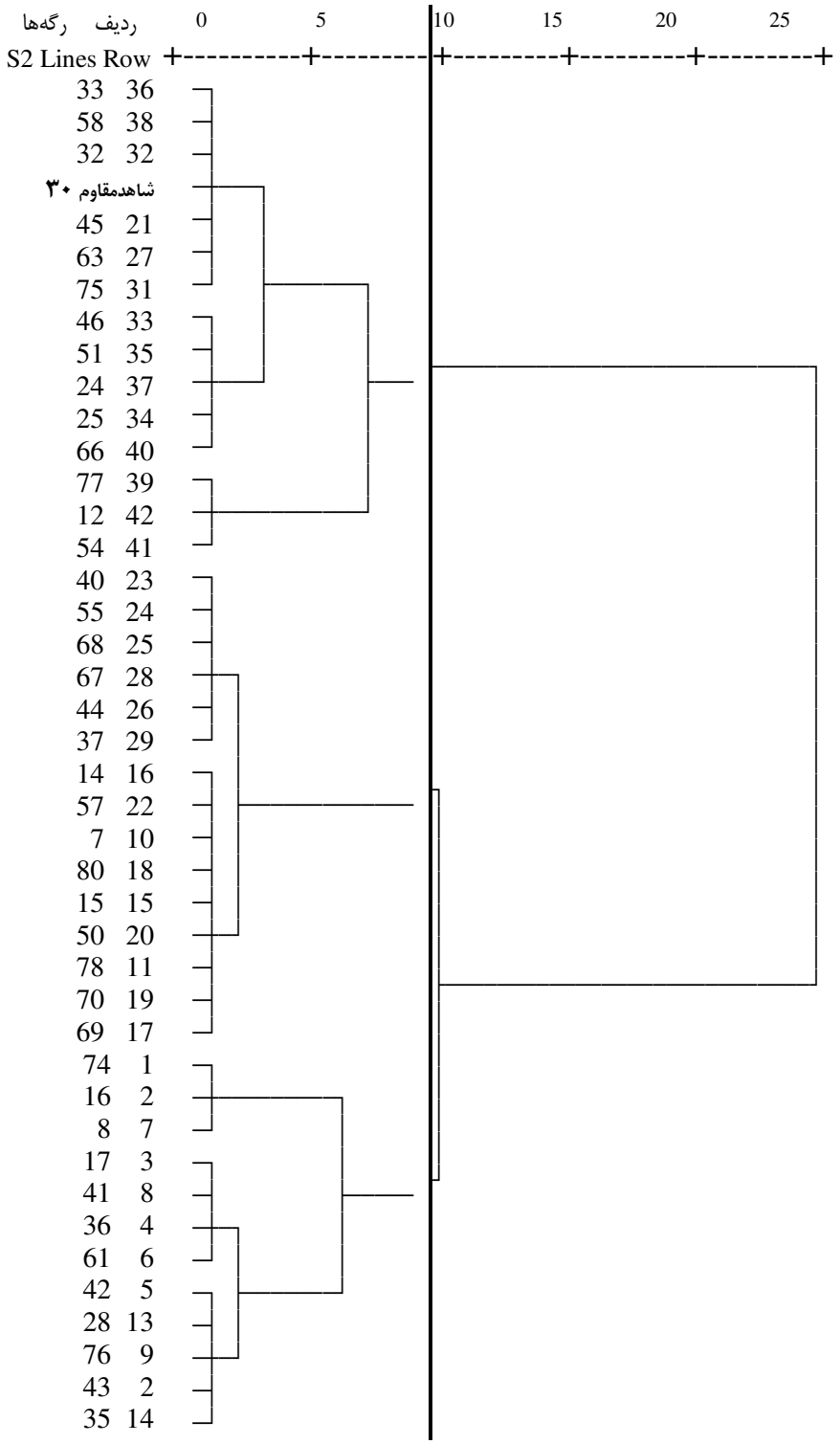
جدول۴ تجزیه واریانس مرکب شاخص بیماری و شاخص برداشت ۴۱ رگه چغندرقند و شاهد مقاوم در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶

منبع تغییر	درجه ازادی	شاخص بیماری	شاخص برداشت
سال	۱	۱۹۱/۱ ns	۲۷۸۷۴ ns
تکرار(سال)	۲	۱۲/۱۸۰	۳۰۸۷
تیمار	۴۱	۲/۲۸۶ **	۶۶۶/۹۷ **
سال × تیمار	۴۱	۰/۹۸۷ ns	۲۸۱/۴۱ ns
اشتباه	۸۲	۰/۸۳۴	۲۰۷/۸۷
مربع کای χ^2	۱	۷/۰۴ **	۰/۱۹۴۵ ns

ns = عدم وجود اختلاف معنی‌دار، **= وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

تجزیه واریانس مرکب شاخص برداشت در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ نشان داد که رگه‌ها با هم اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۴). متوسط شاخص برداشت شاهد مقاوم ۶۲ درصد بود (جدول ۲). از ۳۳ رگه که شاخص برداشت آن‌ها بیشتر از شاهد مقاوم بودند، برتری ۱۱ از نظر آماری رگه معنی‌دار بود ولی اختلاف بقیه رگه‌ها با شاهد مقاوم معنی‌دار نبود. شاخص برداشت هشت رگه انتخابی کم‌تر از شاهد مقاوم بود اما اختلاف این رگه‌ها با شاهد مقاوم معنی‌دار نبود. بر اساس آزمون بارتلت، واریانس اشتباه شاخص برداشت معنی‌دار نشد و نشان داد که شاخص برداشت کمتر از شاخص بیماری تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد.

تجزیه خوشه‌ای همبستگی بین گروهی میانگین دو ساله شاخص بیماری همراه با شاخص برداشت براساس مربع فاصله اقلیدسی نشان داد که رگه‌های انتخابی در سه گروه اصلی (فاصله اقلیدسی ۱۰) و هشت گروه فرعی قرار گرفتند (شکل ۱). در گروه‌بندی اصلی، ۱۲ رگه در گروه اول بودند که شاخص بیماری کم‌تر و شاخص برداشت بیش‌تری نسبت به گروه دوم و سوم داشتند. در این گروه، رگه‌های ۷۴، ۱۶ و ۸ در گروه فرعی ممتاز جا گرفتند. در گروه دوم ۱۵ رگه انتخابی قرار داشتند که نسبت به گروه سوم، فاصله کمتری با گروه اول داشتند. در گروه سوم، ۱۴ رگه انتخابی و شاهد مقاوم قرار داشتند. در این گروه، رگه‌های ۱۲، ۵۴ و ۷۷ در یک گروه فرعی جدا قرار گرفتند که بر اساس جدول ۲، این رگه‌ها بیشترین شدت آلودگی و کمترین شاخص برداشت را نسبت به بقیه رگه‌ها و شاهد مقاوم داشتند و حساس‌تر از آن‌ها بودند.



* رگه‌ها براساس شاخص بیماری از کم به زیاد مرتب شدند.

شکل۱ تجزیه خوشه‌ای به روش همبستگی بین گروهی با مقیاس مربع فاصله اقلیدسی میانگین دو ساله شاخص بیماری(DI) و شاخص برداشت(HI) رگه‌های چغندرقند در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در همدان (ستون سمت چپ شماره رگه‌ها است).

بحث

در بررسی‌های زراعی، داشتن محیط آزمایشی یکنواخت از مهم‌ترین و پیچیده‌ترین شرایط اطمینان به نتایج تحقیقاتی برای ارزیابی مقاومت یک گیاه به عامل بیماری است. هر دو موجود زنده شدیداً متأثر از محیط زندگی خود هستند و پیچیدگی خاصی به موضوع می‌بخشند. هم چنین، تنوع‌پذیری چغندرقند به عنوان یک گیاه دگرگشن و مقاومت به قارچ ریزوکتونیا که در کنترل چند ژن قرار دارد (Windels et al. 1995) پیچیدگی بررسی را دوچندان می‌کند.

دانشمندان برای اطمینان بیشتر از نتایج آزمایش‌های خود در این زمینه، شیوه‌های متفاوتی را در پیش گرفتند. برخی (Panella 1998)، ارزیابیِ مقاومت به بیماری مواد ژنتیکی را در زمین‌های آلوده به عامل بیماری همراه با آلودگی مصنوعی انجام دادند. در این شیوه تا حدودی شرایط محیطی برای رشد گیاه ممکن است مساعد باشد، اما شرایط محیطی برای رشد عامل بیماری مناسب نباشد و یا بروز بیماری در مزرعه لکه‌ای باشد و در عمل، نتایج ارزیابی شدیداً تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. بعضی از محققین، بررسی‌های گلخانه‌ای را ترجیح می‌دهند (Scholten et al. 2001) و شرایط محیطی را برای رشد عامل بیماری فراهم می‌کنند. اما به دلایل مختلف ممکن است شرایط برای رشد گیاه مساعد نباشد.

در این بررسی برای فراهم شدن امکان رشد یکنواخت عامل بیماری در کل محیط آزمایش و حفظ شرایط طبیعی رشد گیاه در مزرعه، کرت‌های کوچک بتنی ساخته شد و خاک آن با کود حیوانی غنی شده و سپس ضدعفونی شد. در شرایط مناسب (از نظر تأمین رطوبت، محل مایه‌زنی، سن گیاه و...)، گیاه در معرض عامل بیماری قرار گرفت. عامل بیماری به‌راحتی تکثیر و در تمام سطح بوته‌ها منتشر شد که نتیجه آن، آلودگی کامل رگه‌ها و رقم‌های حساس بود.

نتایج تجزیه واریانس و تجزیه خوشه‌ای که با هم همسو بودند نشان داد شرایط خوبی برای مقایسه رگه‌ها فراهم است و تنوع زیادی در نتاج حاصل از توده‌ی مقاوم اولیه وجود دارد. نتایج سال دوم آزمایش نیز نشان داد که انتخاب رگه‌ها در سال اول به‌درستی انجام شده است و مقایسه‌ها از اطمینان بالایی برخوردار هستند.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین و تجزیه خوشه‌ای دو سال اجرای آزمایش، مشخص شد که:

همه نتاج یک توده یا رگه مقاوم الزاماً مقاوم نیستند. چون در رگه‌های حاصل از توده‌ی مقاوم SB19، رگه‌های حساس و خیلی حساس (در سال اول اجرای آزمایش) یا نیمه مقاوم (در سال اول و دوم اجرای آزمایش) نیز دیده شد. به نظر می رسد این نتایج به دلیل ماهیت کمی مقاومت باشد (Hecker and Ruppel 1977).

هم‌چنین در اثر گزینش برای مقاومت، می‌توان میزان مقاومت را در نتاج افزایش داد. چون در رگه‌های حاصل از توده مقاوم، رگه‌های خیلی مقاوم نیز وجود داشت. قبلاً نیز این نتیجه حاصل شده بود (Hecker and Ruppel 1977).

در تهیه رقم مقاوم به هر صفتی بـه جـز صـفت موردنظر عملکرد نیز اهمیت دارد. در تهیـه رقـم هیبریـد چغندرقند اگر یکی از والدین مقاوم باشـد، ممکـن اسـت هیبرید تولیدی از سطح مقاومت کمتری برخـوردار باشـد که باید حتماً مـدنظر قـرار گیـرد. مـشاهدات نـشان داده است که برخی از هیبریدها مقاومتی در سطح والد مقـاوم دارند.

یکی از صفاتی که رابطه مـستقیمی بـا مقاومـت دارد شاخص برداشت است که با شاخص بیماری نـسبت عکس داشت اما این رابطه همواره ثابت و یکـسان نبـود. براساس نتایج این تحقیق توصـیه مـی‌شـود در گـزینش رگه‌های مقاوم، شاخص برداشت نیز مدنظر قرار گیرد.

نتایج سایر محققین نیز استفاده از این شاخص را تأیید می‌کند (Buttner et al. 2004). ارزیـابی مقاومـت به پوسیدگی ریشه چغندرقند نیاز به شـرایط یکنواخـت و ثابت دارد (Scholten et al. 2001) کـه در کـرت‌هـای تعبیه شده در این تحقیق این شـرایط (مـواد آلـی بـالای خاک، رطوبت مناسب و امکان آبیاری مستقل کرت‌ها) و امکان مایه‌زنی مصنوعی در هوای گرم (دمای ۱۸ تـا ۳۰ درجه سانتی‌گراد) فراهم شد و به نظر می‌رسد کرت‌هـای کوچک در مطالعه بیماری‌های خـاکزاد در شـرایط ایـران امکان‌پذیر است.

منابع مورد استفاده: References:

ابراهیمی‌کولایی، ح. محمودی، س. ب. مصباح، م. صادقیان، س.ی. سـلطانی، ج. پـدرام، ع. ابراهیمیـان، ح.ر. حـسنی، م. و اوراضی‌زاده، م.ر. ۱۳۸۷. تهیه هیبرید دیپلوئید مقاوم به پوسیدگی ریزوکتونیـایی ریـشه و طوقـه چغندرقنـد. دهمـین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.

ابراهیمی‌کولایی، ح. و محمودی، س. ب. ۱۳۸۷. ارزیابی ژنوتیـپ‌هـای چغندرقنـد از نظـر مقاومـت بـه بیمـاری پوسـیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه در کرت‌های کوچک. هیجدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، همدان.

سلطانی‌نژاد، س. محمودی، س. ب. و فرخی‌نژاد، ر. ۱۳۸۶. بررسی خصوصیات جدایه‌های ریزوکتونیای چغندرقند در ایران. مجله چغندرقند۲۳: ۱۵۰-۱۳۵.

محمودی، س.ب. مصباح، م. و علیزاده، ع. ۱۳۸۳.تنوع در بیماری‌زایی جدایه‌های *Rhizoctonia solani* چغندرقند. مجله بیماری‌های گیاهی ۴۰ : ۲۸۰-۲۵۳

محمودی، س. ب. مصباح، م. علیزاده، ع. و ابراهیمی‌کولایی، ح. ۱۳۸۲. مقایسه روش‌های مختلف ارزیابی مقاومت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه چغندرقند در ژنوتیپ‌های منتخب چغندرقند. مجله چغندرقند ۱۹: ۲۲-۱.

Benker M. Rhizoctonia root rot – can resistant sugar beet varieties contribute to control the disease? Gottinger Zuckerrubentagung. Gottingen, Germany. 2000; Pp. 693-697.

Benker M, Buttner G. Rhizoctonia resistance in sugar beet- methodological approach and first results. 63th Congress Institut International de Recherches Betterravieres, Interlaken, Switzerland. 2000; pp. 257-266.

Buttner G, Pfahler B, Marlander B. Greenhouse and field techniques for testing sugar beet for resistance to Rhizoctonia root and crown rot. Plant Breeding. 2004; 123: 158-166.

Buttner G, Pfahler B, Petersen J. Rhizoctonia root rot in Europe- incidence, economic importance and concept for integrated contorol.1st. Joint IIRB-ASSBT Congress. San Antonio, USA. 2003; pp. 897-901.

Hecker RJ, Ruppel EG. Rhizoctonia root rot resistance in sugar beet: breeding and related research. Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists. 1977; 19: 246-256.

Panella L. Screening and utilizing Beta genetic resources with resistance to Rhizoctonia root rot and Cercospora leaf spot in sugar beet breeding program. International Crop Network Series. 1998; 12: 62-72.

Panella L. Registration of FC709-2 and FC727 sugarbeet germplasm resistant to Rhizoctonia root rot and Cercospora leaf spot. Crop Sci. 1999; 39:298–299.

Richard M. Towards healthier and better sugar beet. 63th Congress Institut International De Recherches Betterravieres, Interlaken, Switzerland. 2000; PP. 85-91.

Scholten OE, Panella LW, De Bock TSM, Lange W. A greenhouse test for screening sugar beet (*Beta Vulgaris*) for resistance to *rhizoctonia solani*. European Journal of Plant Pathology. 2001; 107: 161-166.

Windels CE, Nabben DJ. Characterization and pathogenicity of anastomosis groups of *Rrhizoctonia solani* isolated from *Beta vulgaris*. Phytopathology. 1989; 79: 83-88.

Windels CE, Panella L, Ruppel EG. Sugar beet germplasm resistant to Rhizoctonia root and crown rot with stands disease caused by several pathogenic isolates of *Rhizoctonia solani AG2-2*. Sugar Beet Research and Extension Report. 1995; 26: 179-185.