

## ارزیابی مقاومت رگه‌های اصلاحی چغندر قند 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\*<sup>۱</sup>، سیدباقر محمودی<sup>۲</sup> و مهدی حسنی<sup>۱</sup>

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

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

#### چکیده

در مناطق عمده چغندر قند کاری، بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه چغندر قند خسارت‌زا بوده و از عوامل محدود کننده 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 متر مکعب 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 ضد عفونی 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، چغندر قند، رگه، ریزوکتونیا، مقاومت

۱- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان \* - نویسنده مسئول [koulaee@gmail.com](mailto:koulaee@gmail.com)

۲- استادیار مؤسسه تحقیقات چغندر قند

## مقدمه

پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه چغندر قند از بیماری‌های شایع مناطق چغندرکاری اکثر کشورها است (Windels et al. 1995). در آمریکا، گروه آناستوموزی غالب عامل پوسیدگی ریشه چغندر قند هشت هفته‌ای یا مسن تر، *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 چغندر قند، فقط جدایه‌های AG-2-2 شدیداً بیماری‌زا بودند. جدایه‌های AG-4 فقط زخم‌های سطحی ایجاد کردند 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 چغندر قند در کشور تحت تأثیر این بیماری است.

سلطانی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۶) گروه آناستوموزی ۲ 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 چغندر قند بیشتر از سایر گروه‌هاست و تهیه رقم مقاوم در

برابر این بیمارگر را به متخصصین اصلاح نباتات پیشنهاد کردند.

به دلیل 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). از سوی دیگر، در کنترل آفات و بیماری‌های چغندر قند 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 چغندر قند 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 غیرقابل پیش‌بینی و در صورت بروز، آلودگی لکه‌ای خواهد بود که از ارزش ارزیابی می‌کاهد (Benker 2000; Benker and Buttner 2000).

## مواد و روش‌ها

ارزیابی در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در میکروپلات‌هایی با دیواره بتنی به ابعاد ۱×۱×۲ 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 چغندرقد 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 به مدت یک ساعت سترون شده بودند، تکثیر شد. سپس چند دیسک از محیط کشت پنج روزه قارچ روی دانه‌های

روش‌های مطمئن ارزیابی مقاومت رقم‌ها در برابر بیمارگرا، پیش‌نیاز تهیه رقم‌های مقاوم است. محمودی و همکاران (۱۳۸۲) روش‌های مختلف ارزیابی مقاومت در پاتوسیستم (Pathosystem) ریزوکتونیای چغندرقد را مقایسه کردند. آن‌ها ضمن بهینه‌سازی ارزیابی مقاومت در کرت‌های کوچک، از آن به‌عنوان یک روش قابل‌اعتماد و نسبتاً ساده برای ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندرقد یاد کردند. پانالا (Panella 1998) با ارائه یک روش استاندارد برای ارزیابی مقاومت در شرایط مزرعه، مقیاس شدت آلودگی صفر تا هفت را پیشنهاد کرد. سپس، باتر و همکاران (Buttner et al. 2004) مقیاس نه‌گانه‌ای را برای ارزیابی کلیه بیماری‌های چغندرقد 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 – که پانالا آن را معرفی کرده بود (Panella 1999) – استفاده و ۷۰ رگه خواهر و برادرهای تنی S2 از آن تهیه شد (ابراهیمی‌کولایی و محمودی ۱۳۸۷). هدف از این مقاله ارائه نتایج ارزیابی مقاومت این رگه‌های S2 در برابر ریزوکتونیا در شرایط میکروپلات (کرت‌های کوچک) است.

محاسبه و درصد آن به عنوان شاخص برداشت (Harvest Index = HI) یا درصد ریشه‌های قابل برداشت 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 رقم 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 چغندر قند با هم اختلاف معنی‌دار دارند (جدول ۱).

ذرت سترون شده قرار گرفت و به مدت 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) به عنوان 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 به عنوان 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 تعداد کل ریشه‌های هر کرت

جدول ۱ میانگین مربعات شاخص بیماری و شاخص برداشت ۷۰ رگه چغندرقد 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

بوته باقیمانده شاهد حساس، ۱۸ درصد ریشه‌ها قابل برداشت و قابل مصرف در کارخانه بود (DI کم‌تر از چهارم). هم چنین از هفتاد رگه مورد بررسی در ارزیابی مقاومت به پوسیدگی ریزوکتونیایی، در ۲۱ رگه ۹۰ تا ۱۰۰ درصد ریشه‌ها قابل برداشت 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.

شاخص بیماری ۵۶ رگه کم‌تر از شاهد مقاوم (جمعیت اولیه اصلاحی،  $DI=3/02$ ) بود که به جز 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 ( $P \leq 5\%$ ).

شاخص بیماری ۱۴ رگه بیشتر از شاخص بیماری شاهد مقاوم بود که به جز 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

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

شماره	شاخص بیماری (۱-۹)		شماره رگه	ردیف	شاخص برداشت %		شماره	شاخص بیماری (۱-۹)		شماره رگه	ردیف	
	۱۳۸۵	۱۳۸۶			۱۳۸۵	۱۳۸۶		۱۳۸۵	۱۳۸۶			
۱	۱/۰۶	۲/۱۴	۱/۵۹	۲۶	۴۳	۹۷	۱۰۰	۱/۵۹	۲/۱۴	۱/۰۶	۱۶	۱
۲	۰/۸۰	۲/۸۰	۱/۸۰	۵۳	۴۴	۹۵	۹۹	۱/۸۰	۲/۸۰	۰/۸۰	۱۶	۲
۳	۱/۵۹	۲/۵۳	۱/۹۹	۵	۴۵	۹۱	۸۸	۱/۹۹	۲/۵۳	۱/۵۹	۱۷	۳
۴	۱/۶۲	۲/۴۵	۲/۱۰	۲۷	۴۶	۸۶	۹۲	۲/۱۰	۲/۴۵	۱/۶۲	۳۶	۴
۵	۱/۲۶	۲/۹۹	۲/۱۲	۵۲	۴۷	۷۴	۹۴	۲/۱۲	۲/۹۹	۱/۲۶	۴۲	۵
۶	۱/۴۰	۲/۸۹	۲/۱۴	۵۹	۴۸	۸۱	۹۴	۲/۱۴	۲/۸۹	۱/۴۰	۶۱	۶
۷	۱/۸۶	۲/۵۰	۲/۱۷	۶۵	۴۹	۹۷	۹۲	۲/۱۷	۲/۵۰	۱/۸۶	۸	۷
۸	۱/۱۹	۳/۱۶	۲/۱۸	۳۴	۵۰	۸۰	۹۹	۲/۱۸	۳/۱۶	۱/۱۹	۴۱	۸
۹	۱/۷۹	۲/۷۲	۲/۳۶	۲۲	۵۱	۸۰	۹۰	۲/۳۶	۲/۷۲	۱/۷۹	۷۶	۹
۱۰	۱/۷۹	۳/۰۱	۲/۳۹	۲۹	۵۲	۶۸	۸۷	۲/۳۹	۳/۰۱	۱/۷۹	۷	۱۰
۱۱	۰/۶۰	۴/۲۹	۲/۴۴	۴	۵۳	۵۲	۹۹	۲/۴۴	۴/۲۹	۰/۶۰	۷۸	۱۱
۱۲	۱/۵۶	۳/۳۶	۲/۴۶	۳	۵۴	۶۹	۹۷	۲/۴۶	۳/۳۶	۱/۵۶	۴۳	۱۲
۱۳	۱/۵۰	۳/۴۷	۲/۵۴	۳۸	۵۵	۸۰	۸۹	۲/۵۴	۳/۴۷	۱/۵۰	۲۸	۱۳
۱۴	۱/۹۳	۳/۱۸	۲/۵۸	۲۰	۵۶	۷۳	۹۱	۲/۵۸	۳/۱۸	۱/۹۳	۳۵	۱۴
۱۵	۰/۹۳	۴/۲۹	۲/۶۱	۱۸	۵۷	۵۵	۹۸	۲/۶۱	۴/۲۹	۰/۹۳	۱۵	۱۵
۱۶	۱/۶۸	۳/۶۸	۲/۶۹	۱	۵۸	۶۳	۹۳	۲/۶۹	۳/۶۸	۱/۶۸	۱۴	۱۶
۱۷	۱/۴۷	۳/۱۱	۲/۷۸	۴۷	۵۹	۷۸	۸۲	۲/۷۸	۳/۱۱	۱/۴۷	۶۹	۱۷
۱۸	۱/۰۸	۳/۴۷	۲/۸۲	۷۳	۶۰	۶۶	۸۹	۲/۸۲	۳/۴۷	۱/۰۸	۸۰	۱۸
۱۹	۱/۴۹	۴/۲۸	۲/۹۰	۶	۶۱	۵۷	۹۴	۲/۹۰	۴/۲۸	۱/۴۹	۷۰	۱۹
۲۰	۱/۲۹	۴/۶۹	۳/۰۰	۲	۶۲	۵۶	۹۷	۳/۰۰	۴/۶۹	۱/۲۹	۵۰	۲۰
۲۱	۱/۶۰	۴/۳۸	۳/۰۳	۳۰	۶۳	۴۷	۸۸	۳/۰۳	۴/۳۸	۱/۶۰	۴۵	۲۱
۲۲	۱/۸۸	۳/۹۰	۳/۰۴	۳۱	۶۴	۶۵	۹۱	۳/۰۴	۳/۹۰	۱/۸۸	۵۷	۲۲
۲۳	۱/۵۸	۴/۵۶	۳/۰۵	۲۶	۶۵	۵۶	۸۹	۳/۰۵	۴/۵۶	۱/۵۸	۴۰	۲۳
۲۴	۱/۷۳	۴/۳۵	۳/۰۷	۵۳	۶۶	۵۰	۹۴	۳/۰۷	۴/۳۵	۱/۷۳	۵۵	۲۴
۲۵	۲/۰۵	۴/۱۹	۳/۱۰	۵	۶۷	۵۷	۸۶	۳/۱۰	۴/۱۹	۲/۰۵	۶۸	۲۵
۲۶	۱/۴۲	۴/۸۹	۳/۱۳	۲۷	۶۸	۴۷	۹۴	۳/۱۳	۴/۸۹	۱/۴۲	۴۴	۲۶
۲۷	۲/۱۰	۴/۱۹	۳/۱۵	۵۲	۶۹	۵۴	۸۰	۳/۱۵	۴/۱۹	۲/۱۰	۶۳	۲۷
۲۸	۲/۱۹	۴/۱۸	۳/۱۹	۵۹	۷۰	۶۰	۸۶	۳/۱۹	۴/۱۸	۲/۱۹	۶۷	۲۸
۲۹	۲/۷۴	۳/۸۴	۳/۳۱	۶۵	۷۱	۶۲	۷۷	۳/۳۱	۳/۸۴	۲/۷۴	۳۷	۲۹
۳۰	۳/۰۲	۳/۶۱	۳/۳۱	شیرین <sup>۲</sup>	۷۲	۶۵	۵۹	۳/۳۱	۳/۶۱	۳/۰۲	SB19 <sup>۱</sup>	۳۰
۳۱	۲/۵۳	۴/۳۴	۳/۳۸	حد بحرانی		۵۴	۷۷	۳/۳۸	۴/۳۴	۲/۵۳	۷۵	۳۱
۳۲	۲/۶۴	۴/۶۹	۳/۴۹	LSD 5%		۴۹	۷۷	۳/۴۹	۴/۶۹	۲/۶۴	۳۲	۳۲
۳۳	۲/۹۶	۴/۵۳	۳/۷۳	رگه = ۲ شاهد حساس		۴۶	۷۰	۳/۷۳	۴/۵۳	۲/۹۶	۴۶	۳۳
۳۴	۲/۷۵	۴/۸۸	۳/۷۹	رگه = ۱ شاهد مقاوم		۴۳	۷۰	۳/۷۹	۴/۸۸	۲/۷۵	۲۵	۳۴
۳۵	۱/۴۵	۶/۰۲	۳/۸۳	- حد بحرانی برای شاخص برداشت به این معنی است که ژنوتیپ‌های با شاخص برداشت کمتر از این عدد (۴۰) در گروه مقاوم قرار نمی‌گیرند.		۲۹	۸۸	۳/۸۳	۶/۰۲	۱/۴۵	۵۱	۳۵
۳۶	۱/۷۹	۵/۹۷	۳/۸۴			۳۵	۹۱	۳/۸۴	۵/۹۷	۱/۷۹	۳۳	۳۶
۳۷	۲/۱۶	۵/۳۷	۳/۹۱			۳۹	۷۷	۳/۹۱	۵/۳۷	۲/۱۶	۲۴	۳۷
۳۸	۲/۹۳	۵/۱۸	۴/۰۴			۵۰	۷۶	۴/۰۴	۵/۱۸	۲/۹۳	۵۸	۳۸
۳۹	۲/۴۳	۶/۰۲	۴/۱۷			۲۲	۸۲	۴/۱۷	۶/۰۲	۲/۴۳	۷۷	۳۹
۴۰	۲/۷۳	۵/۷۰	۴/۲۴			۳۳	۷۸	۴/۲۴	۵/۷۰	۲/۷۳	۶۶	۴۰
۴۱	۳/۱۹	۵/۸۵	۴/۵۲			۳۶	۵۸	۴/۵۲	۵/۸۵	۳/۱۹	۵۴	۴۱
۴۲	۳/۵۸	۵/۸۳	۴/۶۸			۳۷	۶۴	۴/۶۸	۵/۸۳	۳/۵۸	۱۲	۴۲
حد بحرانی	۴/۳۸	۵/۰۴	۴/۶۰			۳۷	۴۰	۴/۶۰	۵/۰۴	۴/۳۸		
LSD 5%	۱/۳۶	۱/۴۳	۱/۲۹			۲۸	۱۹	۱/۲۹	۱/۴۳	۱/۳۶		

## 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 ( $DI=3/61$ ) بود که به جز رگه شماره ۷۴، بقیه با شاهد در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). رگه شماره ۷۴ با کم‌ترین

شاخص بیماری ( $DI=2/14$ ) 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.

جدول ۳ تجزیه واریانس شاخص بیماری و شاخص برداشت رگه‌های چغندرقد در سال ۱۳۸۶

منبع تغییر	درجه آزادی	شاخص بیماری	شاخص برداشت
تکرار	۱	۰/۵۴۱ <sup>NS</sup>	۳/۰۴۸ <sup>NS</sup>
تیمار	۴۱	۲/۳۷ <sup>**</sup>	۷۱۹/۱ <sup>**</sup>
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 واریانس‌های بین سال‌ها صورت گرفت. نظر به این که بر اساس این آزمون اختلاف واریانس‌های 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.

جدول ۴ تجزیه واریانس مرکب شاخص بیماری و شاخص برداشت ۴۱ رگه چغندر قند و شاهد مقاوم در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶

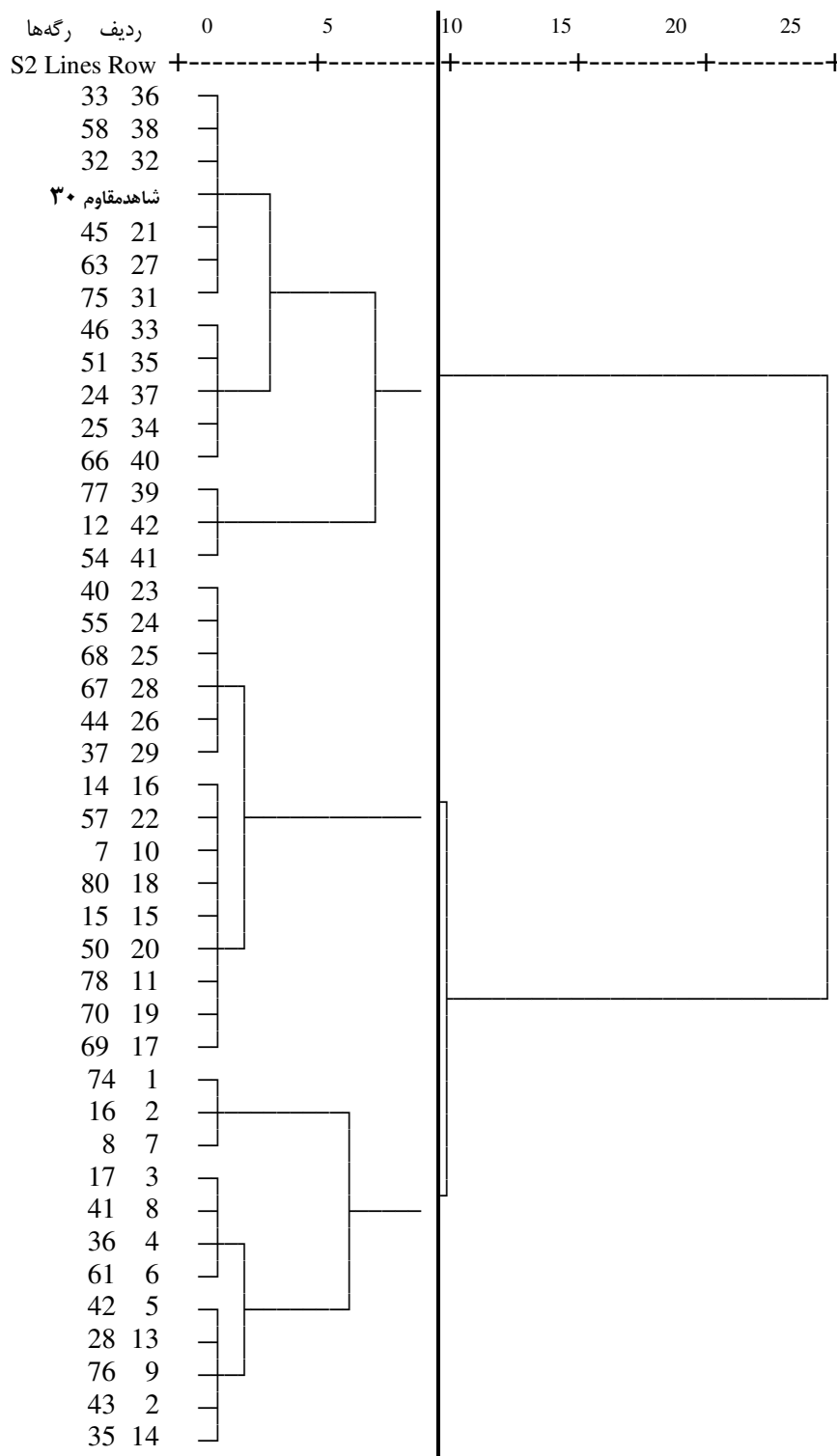
منبع تغییر	درجه آزادی	شاخص بیماری	شاخص برداشت
سال	۱	۱۹۱/۱ <sup>ns</sup>	۲۷۸۷۴ <sup>ns</sup>
تکرار(سال)	۲	۱۲/۱۸۰	۳۰۸۷
تیمار	۴۱	۲/۲۸۶ <sup>**</sup>	۶۶۶/۹۷ <sup>**</sup>
سال X تیمار	۴۱	۰/۹۸۷ <sup>ns</sup>	۲۸۱/۴۱ <sup>ns</sup>
اشتباه	۸۲	۰/۸۳۴	۲۰۷/۸۷
مربع کای $\chi^2$	۱	۷/۰۴ <sup>**</sup>	۰/۱۹۴۵ <sup>ns</sup>

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

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 گروه بندی 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.

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





رگه‌ها بر اساس شاخص بیماری از کم به زیاد مرتب شدند.

شکل ۱ تجزیه خوشه‌ای به روش همبستگی بین گروهی با مقیاس مربع فاصله اقلیدسی میانگین دو ساله شاخص بیماری (DI) و شاخص برداشت (HI) رگه‌های چغندر قند 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. هم‌چنین، تنوع‌پذیری چغندر قند 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)، ارزیابی 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 به راحتی 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 نتایج حاصل از توده‌ی مقاوم اولیه وجود دارد. نتایج سال دوم آزمایش نیز نشان داد که انتخاب رگه‌ها در سال اول به درستی 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 نتایج 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 می‌رسد این نتایج به دلیل ماهیت کمی مقاومت باشد (Hecker and Ruppel 1977).

هم‌چنین در اثر گزینش برای مقاومت، می‌توان میزان مقاومت را در نتایج 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 به جز صفت موردنظر عملکرد نیز اهمیت دارد. در تهیه رقم هیبرید چغندرقد اگر یکی از والدین مقاوم باشد، ممکن است هیبرید تولیدی از سطح مقاومت کمتری برخوردار باشد که باید حتماً مدنظر قرار گیرد. مشاهدات نشان داده است که برخی از هیبریدها مقاومتی در سطح والد مقاوم دارند.

یکی از صفاتی که رابطه مستقیمی با مقاومت دارد شاخص برداشت است که با شاخص بیماری نسبت عکس داشت اما این رابطه همواره ثابت و یکسان نبود. براساس نتایج این تحقیق توصیه می‌شود در گزینش رگه‌های مقاوم، شاخص برداشت نیز مدنظر قرار گیرد.

نتایج سایر محققین نیز استفاده از این شاخص را تأیید می‌کند (Buttner et al. 2004). ارزیابی مقاومت به پوسیدگی ریشه چغندرقد نیاز به شرایط یکنواخت و ثابت دارد (Scholten et al. 2001) که در کرت‌های تعبیه شده در این تحقیق این شرایط (مواد آلی بالای خاک، رطوبت مناسب و امکان آبیاری مستقل کرت‌ها) و امکان مایه‌زنی مصنوعی در هوای گرم (دمای ۱۸ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد) فراهم شد و به نظر می‌رسد کرت‌های کوچک در مطالعه بیماری‌های خاکزاد در شرایط ایران امکان‌پذیر است.

## منابع مورد استفاده:

## References:

- ابراهیمی کولایی، ح. محمودی، س. ب. مصباح، م. صادقیان، س. ی. سلطانی، ج. پدرام، ع. ابراهیمیان، ح. ر. حسنی، م. و اوراضی‌زاده، م. ر. ۱۳۸۷. تهیه هیبرید دیپلوئید مقاوم به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه چغندرقد. دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.
- ابراهیمی کولایی، ح. و محمودی، س. ب. ۱۳۸۷. ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندرقد از نظر مقاومت به بیماری پوسیدگی 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 چغندرقد در ایران. مجله چغندرقد ۲۳: ۱۵۰-۱۳۵.
- محمودی، س. ب. مصباح، م. و علیزاده، ع. ۱۳۸۳. تنوع در بیماری‌زایی جدایه‌های *Rhizoctonia solani* چغندرقد. مجله بیماری‌های گیاهی ۴۰: ۲۸۰-۲۵۳.
- محمودی، س. ب. مصباح، م. و علیزاده، ع. و ابراهیمی کولایی، ح. ۱۳۸۲. مقایسه روش‌های مختلف ارزیابی مقاومت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه چغندرقد در ژنوتیپ‌های منتخب چغندرقد. مجله چغندرقد 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. 63<sup>th</sup> Congress Institut International de Recherches Betteravieres, 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 control. 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. 63<sup>th</sup> Congress Institut International De Recherches Betteravieres, 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.