



غربال لاین‌های اوتایپ چغندرقد از نظر مقاومت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه Screening O-type lines of sugar beet in terms of resistance to rhizoctonia root rot

حمزه حمزه^{۱*}، مهدی حسنی^۱ و حامد منصوری^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۵ : تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۲

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2022.357181.1296

ح. حمزه، م. حسنی و ح. منصوری. ۱۴۰۰. غربال لاین‌های اوتایپ چغندرقد از نظر مقاومت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه. چغندرقد، ۳۷(۲): ۱۵۳-۱۶۵

چکیده

به منظور شناسایی لاین‌های اوتایپ چغندرقد مقاوم به پوسیدگی ریشه ریزوکتونیایی، تعداد ۵۱ لاین اوتایپ به همراه شاهد مقاوم و حساس در میکروپلات‌های ایستگاه اکباتان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان در سال ۱۴۰۰ ارزیابی شدند. برای آلوده‌سازی مصنوعی بوته‌ها، جدایه Rh133 از قارچ *Rhizoctonia solani*- AG2-2 بر روی بذر ذرت تکثیر و در کنار ریشه‌های ۶۳ روزه چغندرقد قرار داده شد. در پایان فصل، ریشه‌ها برداشت و بر اساس مقیاس یک تا نه نمره‌دهی انجام و شاخص بیماری و شاخص برداشت بر مبنای آن برآورد شدند. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد اوتایپ‌های شماره ۹ (FCOT 990084) و ۱۹ (FCOT 990094) به ترتیب با مقادیر ۳/۵۵ و ۳/۷۶ واحد کمترین مقدار شاخص بیماری و با مقادیر ۴۹/۸۲ و ۴۹/۳۲ درصد بالاترین شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای ۴۸ ژنوتیپ چغندرقد تحت شرایط میکروپلات به پنج گروه تقسیم شدند بین این گروه‌ها از نظر تعداد بوته، تعداد ریشه، شاخص بیماری و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت. اوتایپ‌های شماره ۴ (FCOT 990079)، ۹ (FCOT 990084)، ۱۹ (FCOT 990094)، ۳۰ (FCOT 990105)، ۴۷ (FCOT 990122) و رقم شاهد مقاوم ۵۲ (Check1) در گروه شماره ۵ قرار گرفتند که بالاترین مقدار شاخص برداشت و پایین‌ترین شاخص بیماری را به خود اختصاص دادند. گروه‌بندی ژنوتیپ‌های اوتایپ بر اساس شاخص SIIG نشان داد ژنوتیپ‌های شماره ۱۹ (FCOT 990094) و ۹ (FCOT 990084)، ۳۰ (FCOT 990105)، ۴ (FCOT 990079)، ۴۷ (FCOT 990122) به ترتیب با مقادیر ۰/۸۵۴ و ۰/۸۲۴، ۰/۷۴۱، ۰/۷۰۸ و ۰/۷۰۱ نزدیک‌ترین ژنوتیپ‌ها به ژنوتیپ‌های ایده‌آل از لحاظ مقاومت به ریزوکتونیا بودند.

واژه‌های کلیدی: اوتایپ، پوسیدگی ریزوکتونیایی، چغندرقد، شاخص بیماری

۱- استادیار بخش تحقیقات چغندرقد، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران. * - نویسنده مسئول:



مقدمه

چغندرقد (*Beta vulgaris L.*) یکی از محصولات مهم ریشه‌ای و منبع اصلی شکر در مناطقی با آب و هوای معتدل است. در سال ۲۰۱۹ سطح زیرکشت در دنیا ۴/۶۰ میلیون هکتار و مقدار تولید ریشه این محصول ۲۷۸/۵۰ میلیون تن برآورد شد، سطح زیرکشت و مقدار تولید این محصول در ایران نیز به ترتیب برابر ۷۸/۹۹ هزار هکتار و ۵/۲۹ میلیون تن بود (FAO 2021). ریزوکتونیا *Rhizoctonia solani kuhn* که باعث پوسیدگی ریشه و طوقه می‌شود، یک بازیدیومیست خاک‌زی است و طیف وسیعی از محصولات و گونه‌های گیاهی را آلوده می‌سازد (Harveson et al. 2009). دامنه انتشار جغرافیایی این عامل بیماری‌زا بسیار وسیع است و در بیشتر نقاط چغندرکاری جهان از جمله چین، شیلی، ایران کشورهای اروپایی (از جمله اسپانیا، آلمان، بلغارستان و هلند) و کشورهای آمریکای شمالی گزارش شده است (Buhre et al. 2009; McGrath et al. 2015). در چغندرقد، گونه *R. solani* عامل بیماری‌های متنوعی است. گروه آناستوموزی AG2-2 IIIB بیشتر موجب بروز پوسیدگی ریشه و طوقه در چغندرقد می‌شود. وجود سایر گروه‌های آناستوموزی قارچ *R. solani* نیز در گیاهچه‌های چغندرقد و یا خاک مزارع آلوده گزارش شده است (Mahmoudi and Ghashaie 2012).

یکی از مؤثرترین راه‌کارها جهت مقابله با ریزوکتونیا که منجر به حفاظت از محیط زیست هم می‌شود توسعه هیبریدهای مقاوم است، اهمیت هتروزیس به‌نژادگران را ترغیب می‌کند که از این پتانسیل در هیبریدها در جهت بهبود مقاومت به بیماری و افزایش عملکرد قندسفید در چغندرقد استفاده نمایند. ارقام تجاری چغندرقد هیبرید سه جانبه (تری وی کراس) هستند، بنابراین دستیابی به گیاهان نرعقیم شرط اصلی در برنامه‌های تولید هیبرید است (Biancardi 2005). در تحقیقی تحت عنوان تنوع در واکنش به پوسیدگی ریشه و طوقه ناشی از *Rhizoctonia solani*

در بین ارقام چغندر، ویگ و گلدمن (Wigg and Goldman 2020)، ۹۴ ژنوتیپ مختلف چغندرقد را در شرایط محیطی کنترل شده مورد ارزیابی قرار دادند آنها مشاهده کردند در مقایسه با تیمار شاهد (آلوده نشده) اغلب ژنوتیپ‌های مورد بررسی آلودگی در طیفی بین ۲۰ تا ۶۰ درصد نشان دادند، آنها اظهار داشتند درصد آلودگی در ارزیابی پنج هفته بعد از تلقیح در مقایسه با زمان ارزیابی سه هفته بعد از تلقیح به مراتب بیشتر بود. همچنین در مطالعه آنها ژنوتیپ‌های *Badger Flame* و *FC709-2* به ترتیب با درصدهای آلودگی ۲۹ و ۳۲ درصد به‌عنوان مقاوم‌ترین و ژنوتیپ‌های *W411B* و *KDH13* به ترتیب با درصد آلودگی ۵۴ و ۵۵ درصد به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند. لیو و همکاران (Liu et al. 2019) در تحقیقی تحت عنوان مقاومت وابسته به سن در برابر *Rhizoctonia solani* در چغندرقد سه ژنوتیپ حساس، نسبتاً مقاوم و مقاوم را مورد ارزیابی قرار دادند آنها نشان دادند، اگر تلقیح بذر در هفته سوم رشد انجام گیرد هر سه ژنوتیپ به شدت حساسیت نشان خواهند داد، اگر تلقیح بذر در هفته چهارم و پنجم انجام شود تنها رقم مقاوم به‌صورت معنی‌دار در مقایسه با دیگر ارقام نسبت به ریزوکتونیا مقاومت نشان خواهد داد، آنها نتیجه گرفتند صرف‌نظر از ژرم‌پلاسِم مقاوم یا حساس نسبت به ریزوکتونیا، ژنوتیپ‌های چغندرقد تا مرحله شش تا هشت برگی حساسیت بالایی نسبت به ریزوکتونیا دارند. در مرکز USDA-ARS آمریکا بیشتر از ۴۰ سال برای ارتقا مقاومت به پوسیدگی طوقه و ریشه چغندرقد، تلاش‌های فراوانی صورت گرفته است و منابع ژنتیکی متعددی برای مقاومت به این بیماری گزارش شده است. نتایج آزمایش‌های آنها نشان داد که ژنوتیپ‌هایی که نسبت به بیمارگر ریزوکتونیا در مرحله گیاهچه‌ای از خود مقاومت نشان می‌دهند، نسبت به پوسیدگی طوقه و ریشه چغندرقد نیز مقاوم هستند. بنابراین، احتمالاً وجود مقاومت گیاهچه‌ای موجب حفاظت ژنتیکی در طول فصل می‌شود. علاوه بر این حفظ استقرار مطلوب گیاه برای سودآوری محصول نیز ضروری است. اخیراً در این مرکز، ژرم‌پلاسِم

شد. بعد از یک ماه بوته‌ها با فاصله‌ی ۱۰ تا ۱۲ سانتی‌متر تنک شدند. آبیاری میکروپلات‌ها هر هفته یک‌بار و با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای انجام شد. پس از نه هفته از رشد بوته‌ها، آلودگی مصنوعی توسط جدایه Rh133 از قارچ *Rhizoctonia solani* که دارای بیشترین قدرت بیماری‌زایی می‌باشد (Mahmoudi and Ghashaie 2012; Windels *et al.* 1995) انجام شد. به طوری که در پای هر بوته (در عمق ۵ سانتی‌متری)، پنج عدد بذر ذرت آلوده قرار داده و پای بوته‌ها خاک‌دهی شد. برای تهیه مایه تلقیح، دانه‌های ذرت ۱۲ ساعت در آب خیسانده و دو روز متوالی به مدت یک ساعت سترون گردیدند. پس از سترون شدن، چند دیسک از محیط کشت پنج‌روزه قارچ روی دانه‌های ذرت قرار گرفته و به مدت ۲۱ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در دستگاه ژرمیناتور نگهداری شدند. جهت شیوع بهتر عامل بیماری بلافاصله کرت‌ها آبیاری و تا دو هفته خاک مرطوب نگه داشته شدند. یک ماه پس از آلودگی مصنوعی، ریشه‌ها برداشت و شدت آلودگی بر اساس مقیاس ۱ تا ۹ محاسبه شد (جدول ۱ و شکل ۲) (Büttner *et al.* 2004). شاخص بیماری (Disease Index) رابطه (۱):

(۱)

$$DI = \frac{\sum(\text{Scale} * \text{Number of Roots})}{\text{Total Number of Roots}}$$

هر لاین از تقسیم حاصل ضرب هر نمره در تعداد ریشه با آن نمره بر تعداد کل ریشه‌های آن کرت محاسبه شد (Büttner *et al.* 2004). شاخص برداشت (Harvesting Index, HI) نیز، از تقسیم تعداد ریشه‌های با نمره ۱ تا ۳ بر تعداد کل ریشه‌های آن کرت به دست آمد (Büttner *et al.* 2004). در هر آزمایش بر اساس میانگین صفات تعداد بوته و ریشه، شاخص بیماری و شاخص برداشت هر لاین، تجزیه خوشه‌ای انجام و لاین‌های مقاوم به ریزوکتونیا شناسایی شدند.

۹ASR با مقاومت در مرحله گیاهچه‌ای و گیاه بالغ معرفی شده است (McGrath *et al.* 2015). ابراهیمی‌کولایی و همکاران (Ebrahimi Koulaei *et al.* 2010) در ارزیابی مقاومت لاین‌های اصلاحی چغندر قند نسبت به پوسیدگی ریزوکتونیایی بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های دوساله آزمایش و تجزیه خوشه‌ای، نشان دادند سه رگه از نظر مقاومت به عامل بیماری و ۱۱ لاین 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 لاین‌ها نسبت به شاهد مقاوم بالاتر بود. در تحقیق دیگری، محمودی و قشقایی (Mahmoudi and Ghashghaie 2012) دریافتند لاین B8618 نسبت به ریزوکتونیا و بیماری پوسیدگی ذغالی مقاومت نشان داد، با توجه به موارد ذکر شده تحقیق حاضر با هدف ارزیابی میزان مقاومت لاین‌های اوتایپ چغندر قند به بیماری ریزوکتونیا جهت تهیه سینگل کراس‌ها و هیبریدهای مقاوم به این بیماری در برنامه‌های آتی به نژادی انجام شد. نکته متمایزکننده این آزمایش با آزمایشات دیگر محققین در این است که از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG, Selection index of ideal genotype) جهت گروه‌بندی و انتخاب لاین‌های برتر استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

بذر ۵۱ لاین اوتایپ چغندر قند که از مؤسسه تحقیقات چغندر قند تهیه شده بودند در دو تکرار به همراه شاهد‌های مقاوم (SB19 و Novodro) و حساس (توده 191) (Ebrahimi Koulaei *et al.* 2010) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تحت شرایط آلودگی مصنوعی در میکروپلات‌های ایستگاه اکباتان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان (شکل ۱) از نظر مقاومت به ریزوکتونیا ارزیابی شدند. بدین منظور در تاریخ پنجم اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۰، بذر هر لاین در یک خط دو متری کشت



شکل ۲ الگوی شدت بیماری و نمره مربوط به آن



شکل ۱ نمای کلی از میکروپلات‌های ارزیابی مقاومت لاین‌ها نسبت به عامل بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه قبل از آلوده‌سازی مصنوعی

جدول ۱ مقیاس شدت آلودگی ریشه‌های ارزیابی شده (Büttner et al. 2004)

| ریشه‌های سالم | نمره (۱): |
|---|-----------|
| حدود یک درصد سطح ریشه دارای زخم سطحی ناشی از ریزوکتونیا | نمره (۲): |
| یک تا پنج درصد سطح ریشه دارای زخم سطحی ناشی از ریزوکتونیا | نمره (۳): |
| پنج تا ۱۰ درصد سطح ریشه دارای زخم و یا شانکر خشک ناشی از ریزوکتونیا | نمره (۴): |
| ۱۰ تا ۲۵ درصد سطح ریشه دارای زخم و یا شانکر خشک ناشی از ریزوکتونیا | نمره (۵): |
| ۲۵ تا ۵۰ درصد سطح ریشه دارای زخم و یا شانکر خشک ناشی از ریزوکتونیا | نمره (۶): |
| ۵۰ تا ۷۵ درصد سطح ریشه دارای زخم و یا شانکر خشک ناشی از ریزوکتونیا | نمره (۷): |
| بیش از ۷۵ درصد سطح ریشه دارای زخم و یا شانکر خشک ناشی از ریزوکتونیا | نمره (۸): |
| گیاهان مرده، ریشه کاملاً پوسیده | نمره (۹): |

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

مرحله سوم: پیدا کردن ژنوتیپ ایده‌آل و غیر ایده‌آل است، برای هر صفت یا شاخص به‌طور جداگانه برترین و ضعیف‌ترین ژنوتیپ انتخاب می‌شود.

مرحله چهارم: محاسبه فاصله از ژنوتیپ‌های ایده‌آل و غیرایده‌آل (روابط ۴):

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - r_j^+)^2} \quad (۴)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - r_i^-)^2}$$

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و ادغام صفات تعداد ریشه،

تعداد بوته، شاخص بیماری و شاخص برداشت از روش SIIG استفاده شد، نحوه محاسبه شاخص مذکور به‌صورت ذیل است:

مرحله اول: تشکیل ماتریس داده‌ها بر اساس تعداد شاخص

مورد بررسی و تعداد ژنوتیپ‌ها (رابطه ۲)

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (۲)$$

در این ماتریس x_{ij} مقدار شاخص i ام در رابطه با ژنوتیپ j ام می‌باشد. ($i = 1.2 \dots n$) ($j = 1.2. \dots m$)

مرحله دوم: نرمال کردن داده‌ها و تبدیل ماتریس داده‌ها به یک ماتریس نرمال با استفاده از روابط (۳):

(۳)

(Zali et al. 2015; 2016). در اینجا، لاین ایده‌آل از مجموع مقادیر ایده‌آل هریک از صفات مورد مطالعه به دست می‌آید، در حالی که لاین غیرایده‌آل از مجموع هریک از مقادیر صفات آن لاین حاصل می‌گردد. به عنوان مثال در مورد شاخص برداشت، تعداد بوته و ریشه، مقادیر بالای یک لاین، مقدار ایده‌آل در نظر گرفته می‌شود. همچنین در مورد شاخص بیماری مقادیر کم این شاخص به عنوان ایده‌آل در نظر گرفته می‌شود.

نتایج

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها اختلاف بین ژنوتیپ‌های اوتایب از نظر شاخص بیماری و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

در این رابطه d_i^+ بیانگر فاصله از ژنوتیپ ایده‌آل و d_i^- بیانگر فاصله از ژنوتیپ غیرایده‌آل می‌باشد، مقدار نرمال شده شاخص (صفت) i ام در رابطه با ژنوتیپ j ام و r_{ij}^+ مقدار نرمال شده ژنوتیپ ایده‌آل و r_{ij}^- مقدار نرمال شده ژنوتیپ غیرایده‌آل برای هر صفت i ام می‌باشد.

مرحله پنجم: محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل می‌باشد (رابطه ۵):

$$SIIG = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (5)$$

مقدار شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل بین صفر و یک تغییر کرده و هر چه گزینه مورد نظر به ژنوتیپ ایده‌آل نزدیک‌تر باشد، مقدار SIIG آن به یک نزدیک‌تر خواهد بود.

بر اساس این روش، بهترین لاین، نزدیک‌ترین لاین به لاین‌های ایده‌آل و دورترین از لاین‌های غیرایده‌آل است

جدول ۲ تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در اوتایب‌های چغندر قند

| SOV | درجه آزادی | میانگین مربعات | | |
|--------------|------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| | | تعداد بوته | تعداد ریشه | شاخص بیماری |
| تکرار | ۱ | ۶۵/۰۱ ^{NS} | ۱۸۷/۰۴ ^{**} | ۰/۷۳ ^{NS} |
| ژنوتیپ | ۴۷ | ۱۵/۴۵ ^{NS} | ۱۸/۰۳ ^{NS} | ۳/۳۰ ^{**} |
| خطای آزمایشی | ۴۷ | ۱۷/۲۴ | ۲۳/۱۹ | ۰/۹۶ |
| ضریب تغییرات | - | ۲۲/۲۶ | ۳۰/۰۶ | ۱۵/۲۶ |
| | | | | ۸۴/۴۰ |

^{NS}، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

گرفت. مقدار شاخص بیماری در ژنوتیپ‌های مذکور کمتر از شاهد مقاوم Check 1 (با متوسط ۵/۰۵) بود، هر چند اختلاف بین ژنوتیپ‌های مقاوم و شاهد مقاوم معنی‌دار نبود (جدول ۳). در این بررسی لاتین‌های ۳۹ (FCOT 990114)، ۴۸ (FCOT 990122) و ۱ (FCOT 990076) به ترتیب با متوسط شاخص بیماری ۸/۸۶، ۸/۷۴ و ۸/۵۹ به عنوان حساس‌ترین لاین‌ها به بیماری در مقایسه با ژنوتیپ‌های شاهد حساس Check 3 (با مقدار شاخص بیماری ۸/۴۶)، به صورت معنی‌داری از شاخص بیماری بالاتری

ارزیابی واکنش

ارزیابی لاین‌های اوتایبی مورد بررسی از لحاظ شاخص بیماری نشان داد سه لاین FCOT 990084، FCOT 990094 و FCOT 990079 به ترتیب با مقادیر ۳/۵۵، ۳/۷۶ و ۴/۱۶ واحد کمترین مقدار شاخص بیماری را به خود اختصاص دادند، چنانچه شاخص بیماری اعداد کمتر از چهار در نظر گرفته شوند (به دلیل شدت آلودگی بالا در محل آزمایش) می‌توان سه ژنوتیپ FCOT 990084، FCOT 990094 و FCOT 990079 را به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم در مقایسه با ژنوتیپ‌های شاهد مقاوم در نظر

حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) مقایسه میانگین شدند. خوشه‌ای یک در بر گیرنده ژنوتیپ‌های ۲ (FCOT 990077)، ۳ (FCOT 990078)، ۴ (FCOT 990080)، ۷ (FCOT 990082)، ۸ (FCOT 990083)، ۱۰ (FCOT 990085)، ۱۴ (FCOT 990089)، ۱۶ (FCOT 990091)، ۲۲ (FCOT 990097)، ۲۳ (FCOT 990098)، ۲۹ (FCOT 990104)، ۳۲ (FCOT 990107)، ۳۷ (FCOT 990112)، ۳۹ (FCOT 990114)، ۴۱ (FCOT 990116)، ۴۵ (FCOT 990120)، ۴۶ (FCOT 990121)، ۴۸ (33896)، ۵۳ (Check 2) و ۵۴ (Check 3) بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین خوشه‌ها، خوشه شماره ۱ از لحاظ تعداد بوته، تعداد ریشه و شاخص بیماری، از میانگین بالاتر از میانگین کل و از نظر شاخص برداشت، از میانگین پایین‌تر از میانگین کل خوشه‌ها برخوردار بود. لازم به ذکر است در بین پنج خوشه مورد بررسی بالاترین شاخص بیماری و کمترین شاخص برداشت به ژنوتیپ‌های خوشه یک اختصاص داشت. خوشه مذکور که ۴۱/۶۶ درصد از کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی را تشکیل می‌داد به لحاظ مقاومت به ریزوکتونیا ژنوتیپ‌های مناسبی تشخیص داده نشدند (جدول ۴). دو ژنوتیپ شماره ۱۱ (FCOT 990086) و ۱۸ (FCOT 990093) در خوشه شماره ۲ قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های مذکور از تعداد بوته و ریشه و شاخص برداشت پایین‌تر و شاخص بیماری بالاتر از میانگین کل خوشه‌ها برخوردار بودند، لازم به ذکر است که کمترین تعداد بوته و تعداد ریشه در بین گروه‌های مورد بررسی به خوشه شماره ۲ اختصاص داشت، خوشه مذکور نیز از نظر شاخص‌های مورد بررسی اوتایپ‌های نامناسبی تشخیص داده شدند (جدول ۴). اوتایپ‌های شماره ۱۳ (FCOT 990088)، ۱۱ (FCOT 990076)، ۶ (FCOT 990081)، ۱۲ (FCOT 990087)، ۱۵ (FCOT 990090)، ۲۵ (FCOT 990100)، ۲۷ (FCOT 990102)، ۲۸ (FCOT 990103)، ۴۰ (FCOT 990115)، ۴۲ (FCOT 990117) و ژنوتیپ‌های ۵۰ (33898) و ۵۱ (Stock) در خوشه سوم قرار گرفتند، ژنوتیپ‌های خوشه مذکور از تعداد بوته

برخوردار بودند، که بیان‌گر حساسیت اوتایپ‌های مذکور به بیماری در شرایط میکروپلات بوده است (جدول ۳).

شاخص برداشت

باتوجه به شرایط محیطی بسیار مناسب (آلودگی و رطوبت بالا) برای توسعه عامل بیماری در این مطالعه و بالا بودن شاخص بیماری در این مطالعه شاخص برداشت با شاخص ۴ محاسبه شد، بر این اساس ژنوتیپ‌های شماره ۱۹ (FCOT 990094) و ۹ (FCOT 990084) به ترتیب با مقادیر ۴۹/۸۲ و ۴۹/۳۲ درصد بالاترین شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند، لازم به ذکر است که بین ژنوتیپ‌های مذکور و ژنوتیپ‌های شماره ۴ (FCOT 990079)، ۴۷ (FCOT 990122)، ۵۲ (Check 1)، ۲۵ (FCOT 990100)، ۳۵ (FCOT 990110)، ۱۷ (FCOT 990092)، ۴۲ (FCOT 990117) و ۵۱ (Stock) از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. کمترین مقدار شاخص برداشت نیز در این مطالعه به ژنوتیپ‌های شماره ۵۴ (Check 3)، ۴۸ (۳۳۸۹۶)، ۳۹ (FCOT 990114)، ۲ (FCOT 990077) با مقدار صفر اختصاص یافت، بین ژنوتیپ‌های مذکور و ژنوتیپ‌های ۱ و ۳ از لحاظ آماری نیز اختلاف معنی‌دار دیده نشد (جدول ۳).

تجزیه خوشه‌ای

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۴۸ لاین اوتایپ چغندر قند تحت شرایط آلودگی میکروپلات در شکل ۳ آمده است. بر اساس تجزیه واریانس چندمتغیره برش دندروگرام از فاصله پنج، بیشترین مقدار F و در نتیجه بیشترین نسبت واریانس بین گروهی به درون گروهی را فراهم کرد. بر این اساس، ژنوتیپ‌ها به پنج گروه تقسیم شدند (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین این گروه‌ها از لحاظ تعداد بوته، تعداد ریشه، شاخص بیماری و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). بر این اساس پنج خوشه ایجاد شده از لحاظ هر چهار صفت مورد بررسی به روش

و شاخص بیماری بالاتر و از تعداد ریشه و شاخص برداشت پایین تر از میانگین کل خوشه‌ها برخوردار بودند (جدول ۴).

خوشه شماره ۴ در برگیرنده ژنوتیپ‌های شماره FCOT ۲۴ (FCOT 990099)، FCOT ۴۴ (FCOT 990119)، FCOT ۱۷ (FCOT 990092)، FCOT ۳۱ (FCOT 990106)، FCOT ۳۴ (FCOT 990109)، FCOT ۳۵ (FCOT 990110)، FCOT ۳۶ (FCOT 990111) و FCOT ۳۸ (FCOT 990113) بود (جدول ۴). ژنوتیپ‌های خوشه مذکور از تعداد بوته، تعداد ریشه و شاخص برداشت بالاتر و از شاخص بیماری کمتر از میانگین کل خوشه‌ها برخوردار بودند، خوشه شماره ۴ در مقایسه با خوشه‌های شماره ۱، ۲ و ۳، مقاومت بهتری نسبت به ریزوکتونیا نشان دادند (جدول ۴). در نهایت ژنوتیپ‌های شماره ۴ (FCOT 990079)، FCOT ۹ (FCOT 990084)، FCOT ۱۹ (FCOT 990094)، FCOT ۳۰ (FCOT 990105)، FCOT ۴۷ (FCOT 990122) و رقم شاهد مقاوم ۵۲ (Check1) در خوشه شماره ۵ قرار گرفتند. خوشه مذکور که ۱۰/۴۱ درصد از کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی را در بر می‌گرفت از تعداد بوته، تعداد ریشه و شاخص برداشت بالاتر و شاخص بیماری پایین تر از میانگین کل خوشه‌ها برخوردار بود. ژنوتیپ‌های خوشه شماره ۵ در مقایسه با دیگر خوشه‌ها بالاترین مقدار شاخص برداشت و پایین ترین شاخص بیماری را به خود اختصاص دادند و به عنوان لاین‌های مقاوم به بیماری ریزوکتونیا شناسایی شدند (جدول ۴).

بحث

نتایج نشان داد اختلاف بین لاین‌های اوتایپ مورد بررسی از نظر شاخص برداشت و شاخص بیماری، معنی دار بود. کسب چنین نتیجه‌ای بیان گر این است که بین ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص بیماری و شاخص برداشت تنوع ژنتیکی مناسبی وجود دارد که در برنامه‌های آتی به‌نژادی می‌توان از آن بهره برد. مقایسه ژنوتیپ‌های اوتایپ از نظر شاخص بیماری نشان داد سه اوتایپ FCOT 990084، FCOT 990094 و FCOT 990079 علاوه بر اینکه کمترین مقدار شاخص بیماری را به خود اختصاص دادند، مقدار شاخص مذکور را در مقایسه با ژنوتیپ شاهد به ترتیب ۲۹/۷۰، ۲۵/۵۴ و ۱۷/۶۲ درصد افزایش دادند که بیان گر حضور ژن مقاومت به بیماری در این مواد ژنتیکی است، علاوه بر این دو اوتایپ شماره ۱۹ (FCOT 990094) و ۹ (FCOT 990084) بالاترین شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند.

شاخص SIIG

گروه بندی ژنوتیپ‌های اوتایپ بر اساس شاخص SIIG نشان داد ژنوتیپ‌های شماره ۱۹ (FCOT 990094) و ۹ (FCOT 990084)، FCOT ۳۰ (FCOT 990105)، FCOT ۴ (FCOT 990079)، FCOT ۴۷ (FCOT 990122) به ترتیب با مقادیر ۰/۸۵۴ و ۰/۸۲۴ و ۰/۷۴۱، ۰/۷۰۸ و ۰/۷۰۱ نزدیک ترین ژنوتیپ‌ها به ژنوتیپ‌های ایده‌آل بودند و در گروه یک قرار گرفتند. در این بررسی ژنوتیپ شاهد مقاوم (Check 1) با مقدار شاخص SIIG برابر ۰/۶۳۸ در جایگاه ششم قرار داشت، در این بررسی دو اوتایپ شماره ۱۱ (FCOT

جدول ۳ مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات و شاخص‌های مورد بررسی

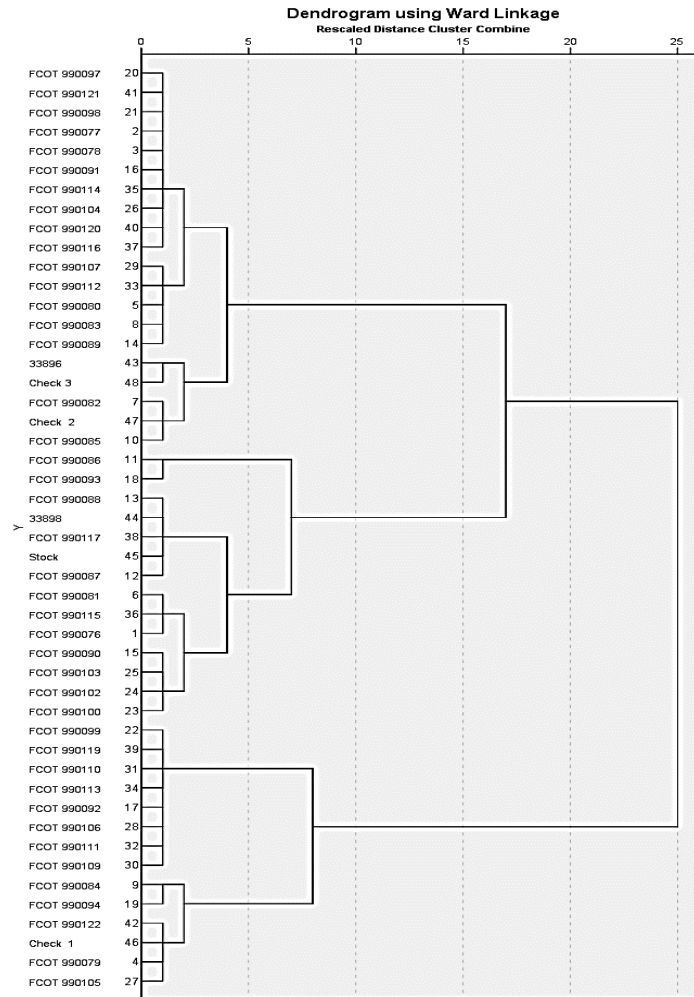
| ردیف | ژنوتیپ | شاخص برداشت | شاخص بیماری | تعداد ریشه | تعداد بوته | اوربژین | ردیف | ژنوتیپ | شاخص برداشت | شاخص بیماری | تعداد ریشه | تعداد بوته | اوربژین |
|------|-------------|----------------------|----------------------|------------|------------|---------|------|-------------|----------------------|---------------------|------------|------------|---------|
| 1 | FCOT 990076 | ۲۴/۱۶ ^{a-e} | ۸/۵۹ ^{abc} | ۱۴/۵۰ | ۱۵/۰۰ | ۱۷/۰۰ | 17 | FCOT 990092 | ۲۴/۱۶ ^{a-e} | ۵/۴۹ ^{t-p} | ۱۹/۰۰ | ۲۱/۰۰ | ۱۷/۰۰ |
| 2 | FCOT 990077 | ۱۶/۶۶ ^{b-e} | ۷/۵۱ ^{a-h} | ۱۶/۰۰ | ۱۷/۰۰ | ۱۷/۰۰ | 18 | FCOT 990093 | ۱۶/۶۶ ^{b-e} | ۵/۶۰ ^{g-o} | ۸/۰۰ | ۸/۰۰ | ۱۷/۰۰ |
| 3 | FCOT 990078 | ۴۹/۸۲ ^a | ۷/۸۳ ^{d-e} | ۱۷/۰۰ | ۱۷/۰۰ | ۱۷/۰۰ | 19 | FCOT 990094 | ۴۹/۸۲ ^a | ۳/۷۶ ^{op} | ۱۷/۰۰ | ۱۴/۰۰ | ۱۷/۰۰ |
| 4 | FCOT 990079 | ۲/۹۴ ^{de} | ۴/۱۶ ^{nop} | ۱۵/۵۰ | ۱۷/۵۰ | ۱۷/۵۰ | 22 | FCOT 990097 | ۲/۹۴ ^{de} | ۷/۵۶ ^{a-g} | ۱۶/۰۰ | ۱۸/۵۰ | ۱۷/۰۰ |
| 5 | FCOT 990080 | ۶/۵۴ ^{de} | ۸/۳۳ ^{de} | ۱۷/۵۰ | ۱۸/۵۰ | ۱۷/۵۰ | 23 | FCOT 990098 | ۶/۵۴ ^{de} | ۷/۰۷ ^{a-z} | ۱۶/۰۰ | ۱۸/۰۰ | ۱۷/۰۰ |
| 6 | FCOT 990081 | ۱۸/۵۷ ^{b-e} | ۳/۱۲ ^{de} | ۱۳/۰۰ | ۱۶/۰۰ | ۱۶/۰۰ | 24 | FCOT 990099 | ۱۸/۵۷ ^{b-e} | ۵/۲۵ ^{t-p} | ۱۸/۰۰ | ۲۰/۵۰ | ۱۷/۰۰ |
| 7 | FCOT 990082 | ۲۵/۰۰ ^{a-e} | ۳/۱۲ ^{de} | ۲۰/۰۰ | ۲۱/۵۰ | ۲۱/۵۰ | 25 | FCOT 990100 | ۲۵/۰۰ ^{a-e} | ۶/۶۶ ^{c-m} | ۱۰/۰۰ | ۱۸/۵۰ | ۲۱/۰۰ |
| 8 | FCOT 990083 | ۱۶/۶۶ ^{b-e} | ۵/۸۸ ^{de} | ۱۶/۵۰ | ۱۹/۵۰ | ۱۹/۵۰ | 27 | FCOT 990102 | ۱۶/۶۶ ^{b-e} | ۷/۵۲ ^{a-h} | ۱۲/۰۰ | ۱۵/۰۰ | ۱۷/۰۰ |
| 9 | FCOT 990084 | ۲۱/۵۱ ^{b-e} | ۴۹/۳۳ ^a | ۱۵/۵۰ | ۱۹/۵۰ | ۱۹/۵۰ | 28 | FCOT 990103 | ۲۱/۵۱ ^{b-e} | ۶/۸۶ ^{b-l} | ۱۳/۰۰ | ۱۶/۵۰ | ۱۷/۰۰ |
| 10 | FCOT 990085 | ۱۵/۰۰ ^{b-e} | ۱۰/۵۵ ^{cde} | ۱۹/۰۰ | ۲۳/۵۰ | ۲۳/۵۰ | 29 | FCOT 990104 | ۱۵/۰۰ ^{b-e} | ۷/۰۳ ^{a-z} | ۱۵/۰۰ | ۱۹/۰۰ | ۱۷/۰۰ |
| 11 | FCOT 990086 | ۳۸/۰۳ ^{ab} | ۳/۵۷ ^{de} | ۸/۰۰ | ۹/۵۰ | ۹/۵۰ | 30 | FCOT 990105 | ۳۸/۰۳ ^{ab} | ۴/۸۳ ^{m-p} | ۱۵/۰۰ | ۱۹/۵۰ | ۱۷/۰۰ |
| 12 | FCOT 990087 | ۱۷/۶۷ ^{b-e} | ۱۷/۶۴ ^{b-e} | ۱۳/۰۰ | ۱۷/۵۰ | ۱۷/۵۰ | 31 | FCOT 990106 | ۱۷/۶۷ ^{b-e} | ۵/۶۰ ^{g-o} | ۲۰/۰۰ | ۲۰/۵۰ | ۱۷/۰۰ |
| 13 | FCOT 990088 | ۱۲/۵۴ ^{b-e} | ۱۹/۷۹ ^{b-e} | ۱۷/۰۰ | ۱۷/۰۰ | ۱۷/۰۰ | 32 | FCOT 990107 | ۱۲/۵۴ ^{b-e} | ۶/۲۰ ^{e-m} | ۱۶/۰۰ | ۱۷/۵۰ | ۱۷/۰۰ |
| 14 | FCOT 990089 | ۱۷/۰۰ ^{b-e} | ۳/۱۲ ^{de} | ۱۷/۰۰ | ۲۰/۵۰ | ۲۰/۵۰ | 34 | FCOT 990109 | ۱۷/۰۰ ^{b-e} | ۵/۴۹ ^{t-p} | ۱۹/۰۰ | ۲۲/۵۰ | ۱۷/۰۰ |
| 15 | FCOT 990090 | ۲۴/۴۰ ^{a-e} | ۱۶/۱۶ ^{b-e} | ۱۳/۰۰ | ۱۶/۵۰ | ۱۶/۵۰ | 35 | FCOT 990110 | ۲۴/۴۰ ^{a-e} | ۵/۵۲ ^{t-p} | ۲۰/۵۰ | ۲۱/۵۰ | ۲۱/۵۰ |
| 16 | FCOT 990091 | ۱۹/۲۶ ^{b-e} | ۳/۸۴ ^{de} | ۱۵/۰۰ | ۲۰/۰۰ | ۲۰/۰۰ | 36 | FCOT 990111 | ۱۹/۲۶ ^{b-e} | ۵/۸۱ ^{f-n} | ۲۱/۰۰ | ۲۱/۵۰ | ۲۱/۰۰ |

| ژنوتیپ | اوربژین | تعداد بوته | تعداد ریشه | شاخص بیماری | شاخص برداشت |
|--------|-------------------|------------|------------|---------------------|----------------------|
| 37 | FCOT 990112 | ۱۸/۵۰ | ۱۶/۵۰ | ۶/۳۵ ^{e-m} | ۱۱/۳۱ ^{b-e} |
| 38 | FCOT 990113 | ۲۱/۰۰ | ۲۰/۰۰ | ۵/۴۴ ^{t-p} | ۲۱/۹۳ ^{b-e} |
| 39 | FCOT 990114 | ۱۹/۰۰ | ۱۳/۵۰ | ۸/۸۶ ^a | ۰/۰ ^e |
| 40 | FCOT 990115 | ۱۴/۵۰ | ۱۳/۰۰ | ۶/۶۷ ^{c-m} | ۷/۱۴ ^{de} |
| 41 | FCOT 990116 | ۲۱/۵۰ | ۱۵/۵۰ | ۷/۷۹ ^{a-e} | ۱۳/۱۲ ^{b-e} |
| 42 | FCOT 990117 | ۱۵/۰۰ | ۱۴/۵۰ | ۵/۵۹ ^{g-o} | ۲۲/۰۷ ^{a-e} |
| 44 | FCOT 990119 | ۲۰/۰۰ | ۱۸/۰۰ | ۵/۶۰ ^{g-o} | ۲۰/۹۵ ^{b-e} |
| 45 | FCOT 990120 | ۲۰/۰۰ | ۱۳/۰۰ | ۷/۶۵ ^{a-f} | ۱۰/۰۰ ^{cde} |
| 46 | FCOT 990121 | ۱۸/۵۰ | ۱۵/۵۰ | ۷/۴۷ ^{a-i} | ۵/۵۵ ^{de} |
| 47 | FCOT 990122 | ۱۸/۵۰ | ۱۷/۰۰ | ۴/۹۳ ^{t-p} | ۳۸/۷۹ ^{abc} |
| 48 | 33896 | ۲۳/۰۰ | ۱۶/۰۰ | ۸/۷۴ ^{ab} | ۰/۰ ^e |
| 50 | 33898 | ۱۶/۵۰ | ۱۶/۵۰ | ۵/۳۳ ^{t-p} | ۱۸/۵۰ ^{b-e} |
| 51 | Stock | ۱۶/۰۰ | ۱۶/۰۰ | ۶/۵۶ ^{d-m} | ۲۳/۰۱ ^{a-e} |
| 52 | Check1 (fc709-2)R | ۲۰/۰۰ | ۱۸/۰۰ | ۵/۰۵ ^{k-p} | ۳۰/۰۰ ^{a-d} |
| 53 | Check2 (20707)R | ۲۱/۰۰ | ۲۱/۰۰ | ۶/۲۰ ^{e-m} | ۷/۶۹ ^{de} |
| 54 | Check3(191)S | ۲۲/۰۰ | ۱۹/۵۰ | ۸/۴۶ ^{a-d} | ۰/۰ ^e |

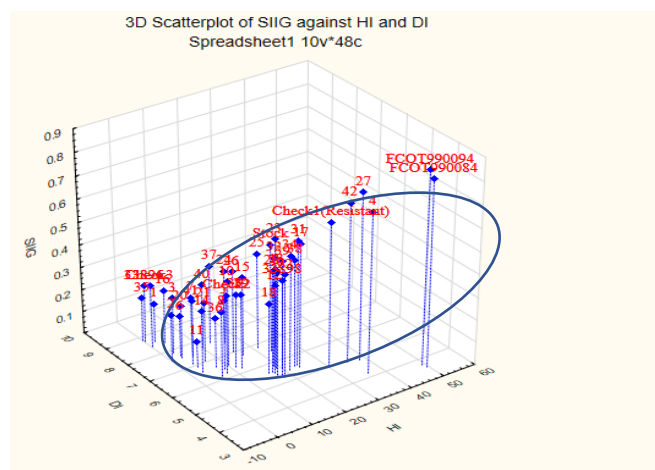
جدول ۴ تجزیه واریانس و مقایسه میانگین خوشه‌ها از لحاظ مورد بررسی در شرایط آلودگی میکروپلات

| منابع تغییر | درجه آزادی | تعداد بوته | تعداد ریشه | شاخص بیماری | شاخص برداشت |
|--------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| بین گروه‌ها | ۴ | ۸۴/۳۹ ^{oo} | ۷۲/۰۷ ^{oo} | ۱۱/۷۸ ^{oo} | ۱۳۷۰/۷۳ ^{oo} |
| درون گروه‌ها | ۴۳ | ۲/۴۰ | ۳/۲۰ | ۰/۶۴ | ۳۵/۳۳ |
| خوشه ۱ | - | ۱۹/۸۷ ^{ab} | ۱۶/۵۷ ^b | ۷/۲۶ ^a | ۶/۰۱ ^c |
| خوشه ۲ | - | ۹/۰۰ ^d | ۸/۰۰ ^d | ۶/۵۷ ^a | ۹/۷۵ ^{bc} |
| خوشه ۳ | - | ۱۶/۱۶ ^c | ۱۳/۷۹ ^c | ۶/۲۵ ^{ab} | ۱۵/۸۶ ^b |
| خوشه ۴ | - | ۲۱/۰۶ ^a | ۱۹/۴۳ ^a | ۵/۴۸ ^{bc} | ۲۰/۰۰ ^b |
| خوشه ۵ | - | ۱۸/۰۰ ^{bc} | ۱۶/۲۳ ^{bc} | ۴/۳۵ ^c | ۳۹/۵۱ ^a |
| میانگین | - | ۱۳/۸۱ | ۱۴/۸۲ | ۵/۹۸ | ۱۸/۲۲ |

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند..



شکل ۳ دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌های ژنوتیپ‌های مورد بررسی تحت شرایط آلودگی میکرو پلات



شکل ۴ نمودار سه بعدی انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به بیماری بر اساس شاخص بیماری شاخص برداشت و شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل

جدول ۵ مقادیر آماره شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) و رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها

| اوریزین | G | d+ | d- | SIIG | اوریزین | G | d+ | d- | SIIG |
|--------------------|----|-------|-------|-------|------------------|----|-------|-------|-------|
| FCOT 990094 | 19 | -/۰۶۸ | -/۹۳۶ | -/۸۵۴ | FCOT 990116 | 41 | -/۲۹۱ | -/۱۵۷ | -/۳۵۱ |
| FCOT 990084 | 9 | -/۰۸۵ | -/۹۳۵ | -/۸۲۴ | Check2 (20707) R | 53 | -/۳۱۷ | -/۱۷۱ | -/۳۵۰ |
| FCOT 990105 | 30 | -/۱۱۰ | -/۳۱۵ | -/۷۴۱ | FCOT 990107 | 32 | -/۲۹۲ | -/۱۴۶ | -/۳۳ |
| FCOT 990079 | 4 | -/۱۲۵ | -/۳۰۲ | -/۷۰۸ | FCOT 990112 | 37 | -/۲۹۸ | -/۱۴۷ | -/۳۳۰ |
| FCOT 990122 | 47 | -/۱۲۵ | -/۲۹۶ | -/۷۰۴ | FCOT 990102 | 27 | -/۲۸۴ | -/۱۳۷ | -/۳۲۶ |
| Check1 (fc709-2) R | 52 | -/۱۵۴ | -/۲۷۰ | -/۶۳۸ | FCOT 990093 | 18 | -/۳۰۳ | -/۱۳۹ | -/۳۱۴ |
| FCOT 990110 | 35 | -/۱۹۵ | -/۲۴۵ | -/۵۵۷ | FCOT 990080 | 5 | -/۳۱۷ | -/۱۴۱ | -/۳۰۸ |
| FCOT 990092 | 17 | -/۱۹۵ | -/۲۳۸ | -/۵۴۹ | FCOT 990082 | 7 | -/۳۵۳ | -/۱۵۴ | -/۳۰۳ |
| FCOT 990113 | 38 | -/۲۱۷ | -/۲۲۶ | -/۵۱۰ | FCOT 990083 | 8 | -/۳۳۳ | -/۱۳۵ | -/۲۸۹ |
| FCOT 990111 | 36 | -/۲۳۲ | -/۲۱۹ | -/۴۸۵ | FCOT 990120 | 45 | -/۳۱۶ | -/۱۲۷ | -/۲۸۷ |
| FCOT 990100 | 25 | -/۲۲۱ | -/۲۰۸ | -/۴۸۵ | Check3(191) S | 54 | -/۳۸۳ | -/۱۴۷ | -/۲۷۷ |
| FCOT 990119 | 44 | -/۲۲۷ | -/۲۰۸ | -/۴۷۸ | FCOT 990089 | 14 | -/۳۵۴ | -/۱۳۴ | -/۲۷۵ |
| FCOT 990117 | 42 | -/۲۲۱ | -/۲۰۲ | -/۴۷۷ | FCOT 990098 | 23 | -/۳۳۴ | -/۱۲۰ | -/۲۶۴ |
| Stock | 51 | -/۲۲۱ | -/۲۰۱ | -/۴۷۶ | 33896 | 48 | -/۳۸۷ | -/۱۳۳ | -/۲۵۶ |
| FCOT 990109 | 34 | -/۲۴۵ | -/۲۰۸ | -/۴۵۹ | FCOT 990121 | 46 | -/۳۴۴ | -/۱۱۵ | -/۲۵۰ |
| FCOT 990099 | 24 | -/۲۳۹ | -/۲۰۲ | -/۴۸۵ | FCOT 990078 | 3 | -/۳۶۴ | -/۱۲۱ | -/۲۴۹ |
| FCOT 990106 | 31 | -/۲۴۷ | -/۲۰۳ | -/۴۵۱ | FCOT 990091 | 16 | -/۳۶۱ | -/۱۱۳ | -/۲۳۸ |
| FCOT 990088 | 13 | -/۲۴۰ | -/۱۸۸ | -/۴۴۰ | FCOT 990097 | 22 | -/۳۶۲ | -/۱۱۱ | -/۲۳۵ |
| FCOT 990103 | 28 | -/۲۴۲ | -/۱۸۰ | -/۴۲۶ | FCOT 990115 | 40 | -/۳۳۸ | -/۰۹۷ | -/۲۲۲ |
| 33898 | 50 | -/۲۴۷ | -/۱۸۳ | -/۴۲۶ | FCOT 990077 | 2 | -/۳۸۴ | -/۱۰۱ | -/۲۰۹ |
| FCOT 990087 | 12 | -/۲۶۰ | -/۱۶۸ | -/۳۹۳ | FCOT 990114 | 39 | -/۳۹۳ | -/۰۹۵ | -/۱۹۵ |
| FCOT 990085 | 10 | -/۳۰۰ | -/۱۸۲ | -/۳۷۷ | FCOT 990081 | 6 | -/۳۶۸ | -/۰۸۲ | -/۱۸۱ |
| FCOT 990104 | 29 | -/۲۷۵ | -/۱۵۷ | -/۳۶۳ | FCOT 990076 | 1 | -/۳۸۰ | -/۰۷۹ | -/۱۷۲ |
| FCOT 990090 | 15 | -/۲۷۴ | -/۱۴۹ | -/۳۵۲ | FCOT 990086 | 11 | -/۳۸۵ | -/۰۵۰ | -/۱۱۵ |

S= susceptible -R مقاوم

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند. G - ژنوتیپ

شاخص برداشت و پایین‌ترین شاخص بیماری را به خود اختصاص دادند و به‌عنوان لاین‌های مقاوم به بیماری ریزوکتونیا شناسایی شدند.

در مطالعه ابراهیمی‌کولایی و همکاران (Ebrahimi et al. 2010) Koulaeه سه رگه جدید اصلاحی چغندر قند از نظر مقاومت به عامل بیماری و ۱۱ رگه از نظر شاخص برداشت نسبت به شاهد مقاوم (SB19) برتر تشخیص داده شدند. در ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های چغندر قند نسبت به (AG 2-2) R. solani فتاحی و همکاران (Fattahi et al. 2011) نشان دادند سه ژنوتیپ اصلاحی SB19- P.78 و SB19- P.44، SB19- P.16 با شاهد مقاوم دوروتی (Dorotea) در یک گروه قرار گرفته و بین آنها

در مطالعه ویگ و گلدمن (Wigg and Goldman

2020)، ژنوتیپ‌های Badger Flame و FC709-2 به ترتیب با درصدهای آلودگی ۲۹ و ۳۲ درصد به‌عنوان مقاوم‌ترین و ژنوتیپ‌های W411B و KDH13 به ترتیب با درصد آلودگی ۵۴ و ۵۵ درصد به‌عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند.

بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای اوتایپ‌های مورد بررسی به پنج گروه دسته‌بندی شدند در بین گروه‌های مورد بررسی خوشه شماره ۵ که در بر گیرنده اوتایپ‌های شماره ۴ (FCOT 990079)، ۹ (FCOT 990084)، ۱۹ (FCOT 990094)، ۳۰ (FCOT 990105)، ۴۷ (FCOT 990122) و رقم شاهد مقاوم (Check1) ۵۲ بود، در مقایسه با دیگر خوشه‌ها بالاترین مقدار

مذکور در مجاورت یکدیگر در نمودار سه بعدی قرار داشتند که بیانگر مشابهت این دو لاین از نظر سه شاخص SIIG، شاخص بیماری و شاخص برداشت بود، با توجه به کلیه تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته به نظر می‌رسد دو اوتایپ شماره شماره ۱۹ (FCOT 990094) و ۹ (FCOT 990084) لاین‌های مناسبی برای دورگ‌گیری و تهیه ارقام متحمل چغندر قند به عوامل بیماری‌زا پوسیدگی ریشه می‌باشند. در مطالعه کاترینا و همکاران (Katharina *et al.* 2020)، بین ارقام و لاین‌های اصلاحی چغندر لیبوی از لحاظ مقاومت به سویه AG 2-2 IIIB ریزوکتونیا اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، آنها دریافتند لاین اصلاحی PI بیشترین مقاومت را به ریزوکتونیا نشان داد. در مطالعه استراوسباگ و همکاران (Strausbaugh *et al.* 2013) مقدار بیماری‌زایی سویه‌های مختلف ریزوکتونیا را بر روی ارقام و لاین‌های مختلف مورد ارزیابی قرار دادند و اظهار داشتند لاین FC709-2 بالاترین درجه مقاومت را به سویه‌های مختلف این عامل بیماری‌زا نشان داد.

در نهایت اوتایپ‌های شماره ۱۹ (FCOT 990094) و ۹ (FCOT 990084)، به‌عنوان اوتایپ‌های مقاوم به بیماری ریزوکتونیا شناسایی شدند و از آنها می‌توان در برنامه‌های آتی به‌نژادی در زمینه تولید پایه‌های سینگل کراس و همچنین هیبریدهای مقاوم به بیماری ریزوکتونیا بهره جست.

اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. در مطالعه ابراهیمی کولایی و همکاران (Ebrahimi Koulaee *et al.* 2019) پنج هیبرید (با شماره‌های ۹، ۱۳، ۱۶، ۴ و ۱۸) نسبت به بیمارگر ریزوکتونیا مقاوم‌تر از رقم اکباتان بودند و در خوشه اول قرار گرفتند. قشقایی و همکاران (Ghashghaee *et al.* 2015) گزارش نمودند ارقام تجارتي شیرین و جلگه از حساسیت بالایی نسبت به بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه برخوردار بودند در حالی که ارقام تجارتي فلورس، دوروتی، راستا، لاین‌های B8618 و B8662 و توده SB19 با شدت آلودگی یک تا ۳ جزو ارقام مقاوم به بیماری بودند. در تحقیقی دیگر محمودی و قشقایی (Mahmoudi and Ghashghaie 2012)، لاین چغندر قند را به لحاظ مقاومت به ریزوکتونیا و بیماری پوسیدگی ذغالی ریشه مورد ارزیابی قرار داده و دریافتند لاین B8618 نسبت به هر دو عامل بیماری‌زا مقاومت نشان داد، علاوه بر این، ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی چغندر قند (M293، M362 و M345) به جدایه‌های *M. phaseolina* و *R. solani* حساس بودند. گروه‌بندی ژنوتیپ‌های اوتایپ بر اساس شاخص SIIG نشان داد ژنوتیپ‌های شماره ۱۹ (FCOT 990094) و ۹ (FCOT 990084)، ۳۰ (FCOT 990105)، ۴ (FCOT 990079)، ۴۷ (FCOT 990122) نزدیک‌ترین ژنوتیپ‌ها به ژنوتیپ‌های ایده‌آل بودند، مقدار شاخص SIIG در این اوتایپ‌ها از شاهد مقاوم (Check 1) بالاتر بود، در این مطالعه شاهد مقاوم از لحاظ شاخص SIIG در رتبه ششم قرار داشت. همچنین دو لاین

References:

منابع مورد استفاده:

- Biancardi E. History of sugar beet breeding. In Genetics and breeding of sugar beet, ed. E. Biancardi, L.G. Campbell, G.N. Skaracis, and M. DeBiaggi, Enfield: Science Publishers. 2005; pp38–40
- Buhre C, Kluth C, Buhre K, Maierländer, Varrelmann, M. Integrated control of root and crown rot in sugar beet: combined effects of cultivar, crop rotation, and soil tillage. *Plant Disease*. 2009; 93 (2): 155–161.

- Büttner G, Pfähler B, Märländer B. Greenhouse and field techniques for testing sugar beet for resistance to Rhizoctonia root and crown rot. *Plant Breeding*. 2004; 123: 158-166.
- Ebrahimi Koulaee H, Mahmoudi SB, Hasani M. Evaluation of the resistance of sugar beet breeding lines to Rhizoctonia root and crown rot. *Journal of Sugar Beet*. 2010; 26(1): 42-31. (in Persian, abstract in English).
- Ebrahimi Koulaei H, Mansouri H, Aghaezadeh M, Mohammadian R, Soltani J, Fotouhi K. Evaluation of yield potential and resistance to rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*) disease of new sugar beet (*Beta vulgaris* L.) hybrids. *Iranian journal of crop science*. 2019; 21(2): 173-187. (in Persian, abstract in English)
- FAOSTAT. Crops - Production/Yield quantities of Sugar beet. 2021. Available at: <http://www.fao.org/faostat/> (Accessed October 4th 2021).
- Fattahi SH, Zafari D, Mahmoudi SB. Evaluation of superior sugar beet genotypes for resistance to important root rot pathogens in the greenhouse. *Journal of Sugar Beet*. 2011; 27(1): 25-38. (in Persian, abstract in English)
- Ghashghae S, Mahmoudi SB, Rezaei S. Assessment resistance of sugar beet pollinator s1 lines to charcoal root rot. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*. 2015; 28(1): 1-9. (in Persian, abstract in English)
- Harveson RM, Hanson LE, Hein GL. *Compendium of beet diseases and pests*. St. Paul: American Phytopathological Society Press. 2009; pp 12-21.
- Katharina S, Wigg F, Goldman L. Variability in Reaction to Root and Crown Rot Caused by *Rhizoctonia Solani* Among Table Beet Cultivars, Breeding Lines, and Plant Introductions in Controlled Environment Conditions. *Horticultural Science*. 2020; 55(9):1482–1494.
- Liu YX, Qi AM, Khan FR. Age-Dependent Resistance to *Rhizoctonia solani* in Sugar Beet. *Plant Diseases*. 2019; 103 (9): 2322-2329.
- Mahmoudi SB, Ghashghaie S. Reaction of sugar beet S1 lines and cultivars to different isolates of *Macrophomina phaseolina* and *Rhizoctonia solani* AG-2-2IIIB. *Euphytica*. 2012; 190: 439–445.
- Mahmoudi SB, Mesbah M, Alizadeh A. Pathogenic variability of sugar beet isolates of *Rhizoctonia solani*. *Iranian Journal of Plant Pathology*. 2004. 40(3-4):253- 280. (in Persian, abstract in English)
- Mahmoudi SB, Mesbah M, Alizadeh A, Ebrahimi-koulaii H. Comparison of different methods for evaluation of resistance to *Rhizoctonia* root and crown rot in selected genotypes of sugar beet. *Journal of Sugar Beet*. 2003; 19(1): 1-22. (in Persian, abstract in English)
- Mc Grath JM, Hanson LE, Panella L. Registration of SR98 sugar beet Germplasm with resistances to *Rhizoctonia* seedling and crown and root rot diseases. *Journal of Plant Registrations*. 2015; 9(2): 227–231.
- Soltani Nezhad S, Mahmoodi SB, Farrokhi Nezhad R. Characterization of sugar beet *Rhizoctonia* isolates in Iran. *Journal of Sugar Beet*. 2007; 23(2): 135- 150. (in Persian, abstract in English)

- Strausbaugh CA, Eujayl IA, Panella LW. Interaction of sugar beet host resistance and *Rhizoctonia solani* AG-2-2 IIIB strains. *Plant Diseases*. 2013; 97:1175-1180.
- Wigg KS, Goldman IL. Variability in reaction to root and crown rot caused by *Rhizoctonia solani* among table beet cultivars, breeding lines, and plant introductions in controlled environment conditions. *Horticultural Science*. 2020; 5 (9): 1482–1494.
- 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.
- Zali H, Sofalian O, Hasanloo T, Asghari A, Hoseini SM. Appraising of drought tolerance relying on stability analysis indices in canola genotypes simultaneously, using Selection Index of Ideal Genotype (SIIG) technique: Introduction of new method. *Biological Forum*. 2015; 7(2): 703-711.
- Zali H, Sofalian O, Hasanloo T, Asghari A, Zeinalabedini M. Appropriate Strategies for Selection of Drought Tolerant Genotypes in Canola. *Journal of Crop Breeding*. 2106; 78(20): 77-90 (in Persian, abstract in English).