مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۲، شماره ۲، ۱۳۹۰ (۳۰۳-۲۹۵)

مطالعه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی مقاومت به بولتینگ و سرکوسپورا، صفات تکنولوژیک و عملکرد در لاین‌های چغندرقند با استفاده از تجزیه تلاقی دای‌آلل

محسن نیازیان[۱]، رضا امیری[۲]*، اباذر رجبی[۳]، محمدرضا اوراضی‌زاده[۴] و حمید شریفی[۵]
۱، ۲، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، ۳، ۴، محققین مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند کرج، ۵، محقق مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول
(تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۲۶ - تاریخ تصویب: ۹۰/۱/۳۱)

چکیده

به منظور بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی مقاومت به لکه برگی سرکوسپورا، بولتینگ و برخی صفات مهم زراعی و تکنولوژیک چغندرقند، تعداد ۳۶ هیبرید حاصل از تلاقی ۹ والد O- تایپ چغندرقند به صورت یک دای‌آلل ۹×۹ به همراه چهار شاهد در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ مورد بررسی قرار گرفتند. هیبریدها همراه با ۹ والد در یک آزمایش ۴۹ رقمی در قالب طرح لاتیس سه گانه در ۳ تکرار کشت شدند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارها برای کلیه صفات به جز عیار قند، سدیم، شکر قابل استحصال و ضریب استحصال شکر تفاوت معنی‌دار وجود دارد. بر اساس نتایج تجزیه تلاقی دای‌آلل، ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها برای کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند، عملکرد قند قابل استحصال و پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد و برای صفت مقاومت به سرکوسپورا و مقاومت به بولتینگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. در مجموع اثرهای افزایشی و غیرافزایشی در کنترل مقاومت به سرکوسپورا و بولتینگ، عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال دخالت داشتند، اما سهم اثرهای غیرافزایشی در کنترل صفات مقاومت به بولتینگ، عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال بیشتر بود. بهترین والد برای مقاومت به سرکوسپورا و بولتینگ RR607 بود اما این لاین از لحاظ عملکرد ریشه مناسب نبود. بهترین هیبرید برای مقاومت به سرکوسپورا، عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال از تلاقی RR607×۴۵۲، بهترین هیبرید برای مقاومت به بولتینگ از تلاقی SB-FIROZ×۲۶۱ و بهترین هیبرید از لحاظ مقاومت به سرکوسپورا و بولتینگ از تلاقی RR607×۴۳۶ حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: بولتینگ، دای‌آلل، چغندرقند، سرکوسپورا، منوژرم.

مقدمه

بیماری لکه برگی سرکوسپورا (*Cercospora beticola*) یکی از گسترده ترین و مخرب‌ترین بیماریهای برگی چغندرقند است. اپیدمی شدید بیماری در اتریش، جنوب فرانسه، آلمان، یونان، مجارستان، هندوستان، ایتالیا، رومانی، اسپانیا، ایالات متحده آمریکا، کشورهای اتحاد جماهیر شوروی سابق و یوگسلاوی شیوع دارد (Cooke & Scott, 1999). در ایران با توجه به تغییرات

* نویسنده مسئول: رضا امیری تلفن: ۰۹۱۲-۳۶۰۶۸۱۴ E-mail: ramiri@ut.ac.ir

شرایط آب و هوایی در سال‌های اخیر، این بیماری علاوه بر خوزستان در مزارع دشت مغان، داراب، خوی و استان گلستان پراکنده بوده و باعث خسارت گردیده است (Ershad, 1996). در مطالعه برآورد توارث‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی برای صفاتی چون درصد مواد محلول، درصد قند و میزان آلودگی به بیماری سرکوسپورا گزارش شد که گزینش دو توده گرده افشان حاصل از نتاج ناتنی (Half-sib) در افزایش ژن‌های مطلوب کنترل‌کننده سه صفت فوق در مقایسه با توده‌های گزینش نشده معنی‌دار بود (Pant & Singh, 1993). در مطالعه مروری مشخصات بیماری لکه برگی سرکوسپورا در چغندرقند، مشخص شده است که عموماً مقاومت به این بیماری به صورت کمی به ارث می‌رسد و وراثت‌پذیری مقاومت از کم تا متوسط می‌باشد. در ضمن گزارش‌های مختلف نشان می‌دهد که در غیاب بیماری، عملکرد واریته‌های مقاوم در مقایسه با واریته‌های حساس کمتر می‌باشد (Weilando & Koch, 2004). Orazizadeh et al. (2003) با بررسی قدرت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی بین شش رگه منوژرم دیپلوئید چغندرقند نسبت به بیماری لکه برگی سرکوسپورا به این نتیجه رسیدند که بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد و عکس‌العمل تیمارها به عامل بیماری تحت تأثیر اثرهای افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها می‌باشد.

Setiawan et al. (2000) با تهیه نقشه مکان‌یابی صفات کمی (QTL) و با استفاده از روش نقشه‌یابی فاصله‌ای، چهار مکان ژنی (QTL) برای مقاومت به سرکوسپورا در چغندرقند به ترتیب در کروموزوم‌های شماره سه، چهار، پنج و شش به دست آوردند. Gaurilčikienė et al. (2006) در بررسی خصوصیات بیماری لکه برگی سرکوسپورا در سال‌های ۲۰۰۱ الی ۲۰۰۵ با استفاده از ارقام مقاوم و حساس چغندرقند در لیتوانی، گزارش نمودند که انتشار و شدت بیماری در واریته‌های حساس به طور معنی‌داری نسبت به واریته‌های مقاوم بیشتر بود. همچنین، عملکرد قند قابل استحصال واریته‌های مقاوم در مقایسه با واریته‌های حساس به طور معنی‌داری بیشتر بود به طوری که در سال ۲۰۰۱ (۱۲/۳٪) و در سال ۲۰۰۲ (۵/۵٪) بیشتر بود. همچنین نتایج آنها حاکی از آن است که عملکرد قند قابل استحصال در واریته‌های مقاوم و حساس، بستگی به شدت بیماری دارد.

پدیده بولتینگ به عنوان یکی از عوامل محدودکننده تولید چغندرقند در مناطق گرمسیر شناخته شده است (Smith et al., 1973). گزارش شده است که به ازای تولید ۴ درصد ساقه گل‌دهنده، محصول ریشه یک درصد کاهش می‌یابد (Sadeghian, 1994). Basati et al. (2002)، با بررسی امکان کشت پاییزه چغندرقند در مناطق گرم استان کرمانشاه، گزارش کردند که تاخیر در تاریخ برداشت باعث افزایش تعداد بوته‌های به ساقه رفته شده که این امر کاهش عملکرد را به دنبال دارد. آنها همچنین گزارش کردند با توجه به این که عامل محدودکننده کشت زمستانه چغندرقند، پدیده ساقه‌روی است و ارقام موجود نیز حساس به ساقه‌روی هستند لذا تا معرفی رقم متحمل به ساقه‌روی، کشت پاییزه چغندرقند در منطقه سرپل کرمانشاه امکانپذیر نیست. Sadeghian & Johansson (1993) در تحقیق دیگری با هدف تعیین اساس ژنتیکی بولتینگ و طول ساقه در خانواده‌های تمام خواهری چغندرقند، گزارش کردند که مقاومت به بولتینگ بر حساسیت به بولتینگ غالب است و با توجه به میزان بالای وراثت‌پذیری عمومی برآورد شده برای مقاومت به بولتینگ (۰/۹۶ تا ۰/۹۳) انتخاب در مراحل اولیه اصلاحی در ژرم‌پلاسم‌های چغندرقند ممکن است موفقیت آمیز باشد. در تجزیه ژنتیکی پدیده بولتینگ گزارش شده است که چندین ژن دخالت دارند که یکی اصلی و بقیه فرعی هستند (Guan et al., 1994). Takahashi et al. (2004) با انتخاب والدین مولتی ژرم برای مقاومت به بولتینگ بالا و همچنین ارزیابی تأثیر این انتخاب بر کارائی عملکرد و مقاومت به بیماری‌ها در چغندرقند در هوکایدو ژاپن تحت شرایط مصنوعی نوری و حرارتی، گزارش کردند که مقاومت به بولتینگ در لاین‌های گزینش شده خیلی بیشتر از لاین‌های اولیه بود، همچنین بین ژرم‌پلاسم‌های مورد آزمایش آنها از نظر تأثیر گزینش برای مقاومت به بولتینگ بر عملکرد قند و مقاومت به بیماری‌ها تفاوت وجود داشت. انتخاب برای مقاومت به بولتینگ در لاین‌های NK-260BR و

NK-269BR تأثیری بر کارائی عملکرد قند قابل استحصال و مقاومت به بیماری‌ها نداشت اما گزینش در لاین‌های NK-210BR2 و NK-262BR باعث افزایش وزن ریشه و گزینش برای مقاومت به بولتینگ در لاین NK-210BR2 باعث مقاومت بیشتر به ریزوکتونیای ریشه نسبت به لاین اولیه شد.

در برآورد واریانس ژنتیکی و نوع عمل ژن برای عملکرد ریشه، عیار قند و اجزای کیفیت چغندرقند مشخص شده است که اثر غیر افزایشی ژن‌ها برای عملکرد ریشه چغندرقند اهمیت بیشتری دارد در حالی که اثر افزایشی ژن‌ها برای عیار قند و اجزاء کیفی مهمتر است (Maclachlan, 1972). نتایج حاصل از روش تجزیه لاین×تستر برای بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی از نظر ۱۰ صفت مهم زراعی و تکنولوژیک در گرده افشان های دیپلوئید چغندرقند حاکی از آن بود که صفات پتاسیم، عیارقند، شکر قابل استحصال، نیتروژن مضره، عملکرد ریشه، عملکرد شکر، عملکرد شکر سفید، سدیم، راندمان استحصال و درصد قند ملاس تحت اثرهای افزایشی ژن‌ها قرار دارند و صفات عیارقند و شکر قابل استحصال، پتاسیم و نیتروژن مضره تحت اثرهای غیر افزایشی ژن‌ها نیز قرار دارند و ترکیب‌پذیری خصوصی نیز برای آنها معنی‌دار شده است (Fathi et al., 2008).

در مناطق با کشت پاییزه چغندرقند که از رطوبت کافی برخوردار می‌باشند دو صفت مقاومت به سرکوسپورا و بولتینگ از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند، ضمن اینکه عملکرد و صفات تکنولوژیک همیشه مورد توجه اصلاح گران هستند. نظر به اینکه برای تولید رقم برای هر منطقه خاص اطلاع از میزان ترکیب‌پذیری لاین‌ها اهمیت حیاتی دارد، تحقیق حاضر به منظور شناسایی و بررسی ترکیب‌پذیری های عمومی و خصوصی لاین‌های اصلاحی چغندرقند از نظر صفت مقاومت به سرکوسپورا، مقاومت به بولتینگ، ۹ صفت تکنولوژیک و صفات مهم زراعی عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال برای کشت پاییزه چغندرقند در استان خوزستان با استفاده از تلاقی دای‌آلل به روش گریفینگ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۹ لاین O- تایپ چغندرقند شامل ۷۱۷۳، ۴۷۴،۴۵۲، ۲۶۱، ۴۳۶-۱۰۴، SB-Firoz، RR607، ۴۳۶ و ۳۶-۷۱۱۲ بر اساس روش دوم و مدل مخلوط B گریفینگ مورد تلاقی واقع شدند. ۴۵ تیمار شامل ۳۶ هیبرید F_1 و ۹ والد به همراه ۴ شاهد شامل ژنوتیپ‌های Monotuno، Palma، Rasoul و ۹۵۹۷ (جمعاً ۴۹ تیمار) در قالب طرح لاتیس سه گانه با ۳ تکرار در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ کشت شدند. در هر تکرار هر کرت شامل دو خط به طول ۵ متر بود. صفات مقاومت به بیماری لکه برگی سرکوسپورا که به صورت طبیعی ایجاد شده بود و مقاومت به بولتینگ اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی مقاومت به بیماری سرکوسپورا از مقیاس KWS 1-9 (نمره ۱ برای بوته‌های سالم و نمره ۹ برای بوته‌های کاملاً آلوده) استفاده شد و به تک بوته‌های هر خط از نظر میزان آلودگی نمره داده شد. ارزیابی در دو مرحله به فواصل ۱۵ روز در تاریخ‌های ۱۵ و ۳۰ اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۸ انجام شد. برای اندازه‌گیری بولتینگ، درصد بوته‌های بولت کرده در زمان برداشت تعیین شد. پس از برداشت تعداد ریشه‌های هر کرت شمارش و توزین گردید و پس از شستشو، توسط دستگاه اتوماتیک ونما (Venema) خمیر ریشه (پلپ) تهیه و پس از انجماد جهت تجزیه کیفی به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند کرج ارسال شد. صفات تکنولوژیک مورد بررسی در این آزمایش شامل: عیارقند، سدیم، پتاسیم، شکر قابل استحصال، قند ملاس، ضریب استحصال شکر، نیتروژن مضره، قلیائیت و ماده خشک بود که به وسیله دستگاه استاندارد بتالایزر اندازه‌گیری شدند (Cooke & Scott, 1999). همچنین با استفاده از صفات عملکرد ریشه، عیارقند و شکر قابل استحصال، صفات عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال برآورد گردید. تجزیه های آماری اطلاعات حاصل از تجزیه خمیر ریشه ها و همچنین اطلاعات مزرعه ای با استفاده از نرم‌افزارهای EXCEL و SAS صورت پذیرفت. آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت و برای صفات قلیائیت و نیتروژن مضره از تبدیل

لگاریتمی و برای داده‌های قند ملاس از تبدیل معکوس استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس طرح لاتیس سه گانه انجام و از آنجایی که سودمندی نسبی طرح لاتیس نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی در محدوده ۱۰۰ درصد بود، تجزیه داده‌ها بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. در نهایت اثرهای ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی از روش دوم مدل مخلوط B گریفینگ پس از حذف تیمارهای شاهد و با استفاده از نرم‌افزار DIALL (Version 1.1) برآورد شد. مدل مورد استفاده در این نرم‌افزار عبارت است از $X(i,j,k)=\mu+g(i)+g(j)+s(i,j)+b(k)+e(i,j,k)$ که در آن μ عبارتست از میانگین جمعیت، g(i) اثر ترکیب‌پذیری عمومی برای والد اول، g(j) اثر ترکیب‌پذیری عمومی برای والد دوم، s(i,j) اثر ترکیب‌پذیری خصوصی برای والدین iام و jام، b(k) اثر تکرار و e(i,j,k) خطا است (Burow & Coors, 1994). در برآورد واریانس اثرهای افزایشی و غالبیت به دلیل اینکه لاین‌های مورد آزمایش O-تایپ بودند، میزان F (ضریب خویشاوندی) برابر ۰/۷۵ در نظر گرفته شد. همچنین اثر تقریبی ژن‌ها (عمل ژن) با استفاده از نسبت Baker (1978) برآورد شد:

$$[\frac{2\sigma^2_{gca}}{2\sigma^2_{gca}+\sigma^2_{sca}}]$$

درجه غالبیت، و وراثت‌پذیری دو صفت مهم مقاومت به بولتینگ و سرکوسپورا و صفات نیتروژن مضره، قلیائیت، قند ملاس، عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال نیز اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارها برای صفات مقاومت به بیماری سرکوسپورا، مقاومت به بولتینگ، پتاسیم و ضریب قلیائیت، عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال در سطح احتمال ۱ درصد و برای صفات نیتروژن مضره و قند ملاس در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱). ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها برای کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند، عملکرد قند قابل استحصال و پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد و برای صفت مقاومت به سرکوسپورا و مقاومت به بولتینگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

برآورد مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات مورد آزمایش

برآورد مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی برای هر یک از لاین‌ها نشان می‌دهد (جدول ۳) که در خصوص ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) برای صفت مقاومت به بیماری سرکوسپورا، بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی مربوط به لاین ۳۶-۷۱۱۲ (مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪) و کمترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مربوط به ژنوتیپ RR 607 (منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) می‌باشد. بنابراین، از ژنوتیپ RR 607 می‌توان در برنامه‌های اصلاحی برای مقاومت به بیماری سرکوسپورا استفاده کرد. نتایج آزمایش نشان داد که ترکیب‌پذیری خصوصی هیبریدها برای مقاومت به سرکوسپورا در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است (جدول ۲). این امر بیانگر آن است که اثر ژن‌های غیرافزایشی (غالبیت و اپیستازی) نیز در کنترل این صفت نقش اساسی دارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس طرح بلوک‌های کامل تصادفی از نظر مقاومت به بولتینگ، سرکوسپورا و برخی صفات مهم زراعی و تکنولوژیک در چغندرقند

		میانگین مربعات													
منابع تغییر	درجه آزادی	مقاومت به سرکوسپورا	مقاومت به بولتینگ	عیار قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن مضره	ضریب قلیاییت	شکر قابل استحصال	ضریب استحصال شکر	قند ملاس	عملکرد ریشه	عملکرد قند	عملکرد قند قابل استحصال
بلوک	۲	۲/۶۰۷*	۱۷۰/۸۴**	۶/۹۵۵**	۵/۹۱۶**	۲/۹۱۹**	۰/۱۷۷**	۰/۰۲۷**	۱۶/۷۶۹**	۱۷۹/۳۳۴**	۰/۱۰۶**	۵۱۰۹/۹۸**	۹۴/۸۶۴**	۴۲/۴۸۹**
تیمار	۴۸	۲/۱۱۳**	۲۹۶/۸۶**	۰/۷۱۸^{ns}	۰/۷۲۱^{ns}	۰/۴۴۶**	۰/۰۱۳۹*	۰/۰۱۰۶**	۱/۳۸۲^{ns}	۱۳/۳۶۳^{ns}	۰/۰۰۸۷*	۳۰۹/۸**	۷/۶۸**	۵/۲۳۳**
خطا	۹۶	۰/۸۹۷	۲۹/۵۸	۰/۹۲۳	۰/۵۹۷	۰/۱۱۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۱/۵۶۳	۱۱/۴۹۱	۰/۰۰۵	۹۴/۴۳۹	۲/۱۷۹	۱/۵۰۲
CV%		۱۸/۹۲۸	۹۵/۷۱	۵/۹۹	۴۵/۹۴	۷/۰۱۱	۲۶/۰۳	۱۳/۸	۹/۴۳۵	۴/۱۰۶	۱۵/۶۸	۱۴/۵۸	۱۳/۸۸۷	۱۴/۰۱

*، **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns: عدم اختلاف معنی‌دار.

جدول ۲- تجزیه واریانس طرح تلاقی دای‌آلل از نظر مقاومت به بولتینگ، سرکوسپورا و برخی صفات مهم زراعی و تکنولوژیک در چغندرقند

	میانگین مربعات									
منابع تغییر	درجه آزادی	مقاومت به سرکوسپورا	مقاومت به بولتینگ	پتاسیم	نیتروژن مضره	ضریب قلیایت	قند ملاس	عملکرد ریشه	عملکرد قند	عملکرد قند قابل استحصال
تکرار	۲	۲/۴۶۸^{ns}	۱۲۹/۴۳*	۲/۳۳۹**	۰/۱۴۱**	۰/۰۲۰۵**	۰/۰۸۳**	۴۶۶۱/۴۵**	۸۴/۱۹۳**	۳۷/۴۵۶**
GCA	۸	۴/۲۷۴**	۹۸/۶۲**	۱/۲۲**	۰/۰۳۴**	۰/۰۲۴**	۰/۰۱۷**	۶۰۵/۸۱۶**	۱۳/۶۰۷**	۸/۲۴**
SCA	۳۶	۱/۴۸۰*	۴۲/۹۷*	۰/۲۱۸**	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۲۰۳/۸۱۶**	۵/۲۳۲**	۳/۴۸۱**
اشتباه	۸۸	۰/۸۵۷	۲۶/۹۸	۰/۱۱۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۹۹/۳۸۵	۲/۲۵۴	۱/۵۱۵
CV%		۱۸/۳	۱۱۸/۴۶	۶/۹۰۱	۲۳/۵	۱۲/۰۷	۱۵/۲۷	۱۵/۰۱	۱۴/۲۲	۱۴/۱۹

*، **: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns: عدم اختلاف معنی‌دار.

جدول ۳- برآورد مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی O- تایپ‌های چغندرقند از نظر مقاومت به بولتینگ، سرکوسپورا و برخی صفات مهم زراعی و تکنولوژیک

	میانگین مربعات									
ژنوتیپ‌ها	مقاومت به سرکوسپورا	مقاومت به بولتینگ	پتاسیم	نیتروژن مضره	ضریب قلیایت	قند ملاس	عملکرد ریشه	عملکرد قند	عملکرد قند قابل استحصال
۷۱۱۲-۳۶	۰/۳۱۱ *	-۱/۹۲ *	-۰/۱۳۷*	-۰/۰۲۷ ^{ns}	۰/۰۲۸**	۰/۰۰۱۳ ^{ns}	-۰/۱۸۰^{ns}	-۰/۰۱۶۱^{ns}	-۰/۰۱۱^{ns}
۷۱۷۳	۰/۲۵۰ ^{ns}	-۱/۹۸*	-۰/۱۶۸**	۰/۰۳۰۸ *	-۰/۰۵۲**	۰/۰۲۱۳ ^{ns}	۰/۵۱^{ns}	۰/۱۸۶^{ns}	۰/۲۴۹^{ns}
۴۷۴	۰/۱۹ ^{ns}	-۰/۹۱ ^{ns}	-۰/۰۵۴۳ ^{ns}	۰/۰۳۰۱ *	-۰/۰۲۹**	-۰/۰۰۵۵ ^{ns}	-۱/۲۰۳^{ns}	-۰/۳۶۴^{ns}	-۰/۳۵۵^{ns}
۴۵۲	۰/۱۴۴ ^{ns}	۰/۱۶^{ns}	-۰/۱۱۱*	-۰/۰۲۶ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}	۰/۰۱۶^{ns}	۳/۰۲۵^{ns}	۰/۴۲۸^{ns}	۰/۳۹۸^{ns}
۲۶۱	۰/۰۵۳ ^{ns}	۱/۵۱ ^{ns}	۰/۰۱۴۴ ^{ns}	-۰/۰۱۱۵ ^{ns}	۰/۰۱۷ ^{ns}	-۰/۰۰۲۱ ^{ns}	-۳/۶۰۱*	-۰/۶۳۵*	-۰/۵۵۹**
۴۳۶-۱۰۴	-۰/۲۴۱ ^{ns}	۱/۴۹ ^{ns}	۰/۳۸۸*	۰/۰۴۶**	-۰/۰۰۲۴ ^{ns}	-۰/۰۵۱^{ns}	۶/۰۹۵**	۰/۷۵۱**	۰/۳۷۳^{ns}
SB-FIROZ	۰/۱۰۶ ^{ns}	۱/۴۵ ^{ns}	-۰/۱۲۱۳*	-۰/۰۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۸۸ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۴/۸۶۱**	۰/۹۱۰**	۰/۷۹۸**
RR 607	-۰/۸۶۲**	-۲*	-۰/۰۶۱^{ns}	-۰/۰۴۵**	۰/۰۲۷**	۰/۰۲۳^{ns}	-۷/۶۷۰**	-۱/۰۵۱۱**	-۰/۷۳**
۴۳۶	۰/۰۴۶۲ ^{ns}	۲/۱۸ *	۰/۲۵۲**	۰/۰۱۸۷ ^{ns}	-۰/۰۱۱۸ ^{ns}	-۰/۰۱۳ ^{ns}	-۱/۸۳۶^{ns}	-۰/۲۱۰^{ns}	-۰/۱۶۲^{ns}
$SE(g_i)$	۰/۱۵۱	۰/۸۵۲	۰/۰۵۵۴	۰/۰۱۴۵	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۱/۶۳۶	۰/۲۴۶	۰/۲۰۲
$SE(g_i-g_j)$	۰/۲۲۷	۱/۲۷	۰/۰۸۳۲	۰/۰۲۱۸	۰/۰۱۳	۰/۰۱۷	۲/۴۵۴	۰/۳۶۹	۰/۳۰۳

*، **: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns: عدم اختلاف معنی‌دار.

نتایج حاصل از مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی (جدول۴) نشان داد که برای صفت مقاومت به سرکوسپورا بیشترین میزان SCA مربوط به هیبرید RR607×RR607 (مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد)، و کمترین میزان SCA مربوط به هیبرید حاصل از تلاقی لاین‌های ۴۵۲ و RR607 بود (منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد). در یک مطالعه به منظور تجزیه ژنتیکی مقاومت به بیماری لکه برگی سرکوسپورا با استفاده از روش تلاقی دای‌آلل مشخص شده است که اثرهای افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در بروز مقاومت به سرکوسپورا نقش دارند ولی سهم اثر افزایشی ژن‌ها در توارث این صفت از اثر غیرافزایشی ژن‌ها بیشتر است (Orazizadeh et al., 2003). در این تحقیق نیز اثرهای ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفت مقاومت به سرکوسپورا معنی‌دار شد، که بیانگر نقش اثرهای افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل صفت مقاومت به لکه برگی سرکوسپورا در این تحقیق است و از این لحاظ نتایج این تحقیق با نتایج Orazizadeh et al. (2003) مطابقت دارد که هر دو مطالعه در شرایط کشت پاییزه انجام شده است. برای صفت مقاومت به بولتینگ لاین ۴۳۶ بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی (مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد) را داشت در حالی که کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ RR607 (منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد) بود. در مطالعه دیگری گزارش شده است که پدیده بولتینگ تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، محیطی و فیزیولوژیکی قرار دارد و ژن‌های با اثرهای افزایشی و اپیستازی نیز در این پدیده مؤثر می‌باشند.

همچنین، اسید ژیبرلیک، طول روز و مدت سرما این پدیده را هدایت می‌کند (Sadeghian & Johansson, 1993). همچنین در بررسی بولتینگ با روش دای‌آلل ناقص روی ۹ لاین S1 چغندرقند مشخص شده است که اثر افزایشی ژن‌ها اهمیت زیادی داشته و اثرهای غیرافزایشی نیز معنی‌دار است و در مواردی اثر اپیستازی در بروز ژن‌ها دخالت دارد، لذا کارهای اصلاحی باید با گزینش در توده یا جمعیت اصلاحی انجام گیرد (Jullife et al., 1993). در تحقیق حاضر نیز اثرهای افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل مقاومت به بولتینگ نقش داشتند و از این لحاظ نیز با نتایج حاصل از دو تحقیق قبلی مطابقت دارد. از آنجائی که والد RR607 از لحاظ دو صفت مقاومت به سرکوسپورا و مقاومت به بولتینگ دارای بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی برای کاهش این دو صفت به عبارت دیگر دارای ترکیب‌پذیری منفی و بزرگ می‌باشد (جدول ۳)، لذا می‌توان اظهار داشت که در این تحقیق یک والد شناسایی شده است که از آن می‌توان در برنامه‌های تلاقی برای افزایش میزان مقاومت به سرکوسپورا و بولتینگ به صورت توام استفاده نمود. زیرا این والد به طور عموم (ترکیب‌پذیری عمومی) در صورت تلاقی با سایر والدها منجر به اصلاح هر دو صفت (کاهش علائم بیماری و درصد بولتینگ) می‌گردد. این موضوع بیانگر نقش اثرهای افزایشی ژن در این والد برای هر دو صفت مقاومت به سرکوسپورا و بولتینگ می‌باشد.

برای صفت مقاومت به بولتینگ بیشترین مقدار SCA مربوط به هیبرید حاصل از تلاقی SB-FIROZ ×۱۰۴-۴۳۶ (مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) و کمترین میزان SCA مربوط به هیبرید حاصل از تلاقی ۲۶۱ و SB-Firoz (منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد) بود. اگرچه هیبرید دارای کمترین میزان SCA برای صفت مقاومت به بولتینگ (SB-FIROZ×۲۶۱ (دارای SCA نزدیک به صفر (۰/۰۳۱۸) برای صفت مقاومت به سرکوسپورا می‌باشد (جدول۴) اما خوشبختانه در بین هیبریدهای تولید شده هیبریدی وجود دارد که از لحاظ هر دو صفت مقاومت به سرکوسپورا و بولتینگ دارای SCA منفی باشد. در بین هیبریدها بهترین هیبرید از این لحاظ هیبرید حاصل از تلاقی ۴۳۶ و RR607 است که SCA هر دو صفت مذکور منفی و نسبتاً کوچک است. بنابراین در صورت استفاده از این هیبرید، مقاومت به سرکوسپورا و بولتینگ ممکن است به صورت توام افزایش یابد. برای صفت پتاسیم، لاین ۴۳۶ بیشترین (مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) و لاین ۷۱۷۳ کمترین ترکیب‌پذیری عمومی (منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) را دارا بودند (جدول ۳). بیشترین میزان SCA برای میزان پتاسیم مربوط به هیبرید حاصل از تلاقی لاین‌های ۴۵۲ و ۴۳۶ بود (مثبت و معنی‌دار در سطح ۱درصد) در حالی که کمترین میزان SCA به هیبرید حاصل از تلاقی لاین‌های ۳۶-۷۱۱۲ و ۱۰۴-۴۳۶ (منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) تعلق داشت. نتایج آزمایش نشان داد که برای صفت نیتروژن مضره بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مربوط به لاین ۱۰۴-۴۳۶ (مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) و کمترین میزان GCA مربوط به لاین RR 607 بود (منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) (جدول ۳). در نتیجه از لاین RR607 می‌توان در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود زیرا مقدار نیتروژن کمتری را به نتاج خود منتقل می‌کند. همچنین نتایج آزمایش نشان داد که ترکیب‌پذیری خصوصی برای این صفت معنی‌دار نیست و با نتایج Fathi et al. (2008) مغایرت دارد و دلیل متفاوت بودن ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در تحقیق حاضر با تحقیق فتحی و همکاران (۲۰۰۸) است، همچنین در مطالعه مذکور طرح ژنتیکی مورد استفاده لاین در تستر بوده است اما در این تحقیق از تجزیه تلاقی دای‌آلل استفاده شد. البته معنی‌دار نشدن ترکیب‌پذیری خصوصی بیانگر نقش افزایشی ژن‌ها در کنترل صفت نیتروژن مضره است و از این لحاظ نتایج این تحقیق با نتایج Antonov (1985) و Srivastava et al. (1986) مطابقت دارد. برای صفت ضریب قلیائیت بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مربوط به لاین ۳۶-۷۱۱۲ (مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) و کمترین میزان آن مربوط به لاین ۷۱۷۳ (منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) بود. برای صفت درصد قند ملاس بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مربوط به لاین RR 607 و کمترین میزان آن مربوط به لاین ۱۰۴-۴۳۶ بود (جدول۳).

جدول ۴- برآورد مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی هیبریدهای چغندرقند

تلاقی‌ها										تلاقی‌ها	
عملکرد قند قابل استحصال	عملکرد قند	عملکرد ریشه	پتاسیم	مقاومت به بولتینگ	مقاومت به سرکوسپورا	والد ۲	والد ۱	عملکرد قند قابل استحصال	عملکرد قند	عملکرد ریشه	پتاسیم	مقاومت به بولتینگ	مقاومت به سرکوسپورا	والد ۲	والد ۱
-۰/۱۱۷^{ns}	-۰/۳۵۷^{ns}	-۳/۴۶۶^{ns}	-۰/۲۹۹^{ns}	-۱/۲۱^{ns}	۰/۲۰۶^{ns}	۴۳۶	۴۷۴	۰/۲۱۵^{ns}	-۰/۰۶۹^{ns}	-۱/۸۲۴^{ns}	-۰/۲۴۹^{ns}	۱/۹^{ns}	-۰/۰۱۳ ^{ns}	۷۱۱۲-۳۶	۷۱۱۲-۳۶
-۰/۸۴۱^{ns}	-۱/۱۳۷^{ns}	-۸/۰۳۲^{ns}	-۰/۰۰۱^{ns}	-۱/۷۸^{ns}	۰/۰۶۹۶^{ns}	۴۵۲	۴۵۲	-۱/۰۷^{ns}	-۱/۲۳۵^{ns}	-۸/۳۱۱^{ns}	۰/۰۱۴^{ns}	۰/۶۳^{ns}	۰/۰۴۶^{ns}	۷۱۷۳	۷۱۱۲-۳۶
۰/۱۲^{ns}	-۰/۲۷۷^{ns}	-۳/۷۱۸^{ns}	-۰/۵۰**	-۱/۳۸^{ns}	-۰/۰۰۶^{ns}	۲۶۱	۴۵۲	-۰/۰۷۳^{ns}	-۰/۰۶۰۷^{ns}	۱/۴۶۳^{ns}	۰/۱۲۰^{ns}	-۱/۵۵^{ns}	۰/۱۰۷^{ns}	۴۷۴	۷۱۱۲-۳۶
-۰/۵۴۸^{ns}	-۰/۴۶۴^{ns}	-۰/۲۸۶^{ns}	۰/۰۶۸^{ns}	-۵/۰۳^{ns}	۰/۲۸۹^{ns}	۴۳۶-۱۰۴	۴۵۲	۱/۷۸۶**	۲/۲۲۵**	۱۲/۳۸۴*	۰/۱۴۴^{ns}	۲/۸۶^{ns}	۰/۸۱۹^{ns}	۴۵۲	۷۱۱۲-۳۶
-۰/۱۸۰^{ns}	-۰/۱۶۸^{ns}	-۲/۱۸۱^{ns}	-۰/۱۰۸^{ns}	-۱/۸۹^{ns}	-۰/۰۵۹^{ns}	SB-FIROZ	۴۵۲	-۰/۰۹۴^{ns}	-۰/۴۲۸^{ns}	۳/۷۷۳^{ns}	۰/۱۳۵^{ns}	۱/۰۷^{ns}	-۰/۴۲۲^{ns}	۲۶۱	۷۱۱۲-۳۶
۲/۰۵۹**	۲/۴۸۷**	۱۵/۶۹۰**	-۰/۰۹۲^{ns}	۲/۴۸^{ns}	-۱/۳۳۹**	RR607	۴۵۲	-۰/۱۵۹^{ns}	-۰/۴۲۸^{ns}	-۱/۲۲۹^{ns}	-۰/۵۸۲**	-۱/۹۹^{ns}	-۰/۵۴۳^{ns}	۴۳۶-۱۰۴	۷۱۱۲-۳۶
۰/۲۹۹^{ns}	۰/۷۰۷^{ns}	۶/۴۸۸^{ns}	۰/۵۱۴**	۵/۶۵*	-۰/۹۱۵^{ns}	۴۳۶	۴۵۲	-۱/۳۱۹*	-۱/۶۰۴*	-۹/۵۲^{ns}	۰/۴۸۷**	-۲/۸۴^{ns}	۰/۸۵۷^{ns}	SB-FIROZ	۷۱۱۲-۳۶
۰/۲۴۶^{ns}	۰/۴۵۸^{ns}	۴/۲^{ns}	۰/۰۱۹۳^{ns}	-۲/۴^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۲۶۱	۲۶۱	۱/۲۳۹^{ns}	۱/۴۳۳^{ns}	۷/۹۷۸ ^{ns}	۰/۰۸۰۵^{ns}	-۰/۴۶^{ns}	-۱/۲۵۶*	RR607	۷۱۱۲-۳۶
-۰/۷۳۳^{ns}	-۰/۸۱۷^{ns}	-۴/۷۴۷^{ns}	۰/۲۰۸^{ns}	۱/۹۹^{ns}	۰/۴۶۳^{ns}	۴۳۶-۱۰۴	۲۶۱	-۰/۷۳۸^{ns}	-۰/۷۷۵^{ns}	-۲/۸۹ ^{ns}	۰/۰۹۷^{ns}	-۱/۵۲^{ns}	-۰/۴۱۸^{ns}	۴۳۶	۷۱۱۲-۳۶
۰/۵۷۲^{ns}	۰/۴۴۱^{ns}	۱/۳۱۵^{ns}	-۰/۱۵۴^{ns}	-۶/۴۵*	۰/۰۳۱۸^{ns}	SB-FIROZ	۲۶۱	-۱/۱۱۸^{ns}	-۱/۱۶۲^{ns}	-۵/۱۷۸ ^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}	-۰/۴۱^{ns}	-۰/۵۵۹^{ns}	۷۱۷۳	۷۱۷۳
۰/۲۴۰^{ns}	۰/۳۲۹^{ns}	۲/۲۸۳^{ns}	-۰/۰۹۵^{ns}	۲/۱۴^{ns}	۰/۰۸۴۸^{ns}	RR607	۲۶۱	۲/۷۹۴**	۳/۰۳۷**	۱۶/۹۴۲**	-۰/۲۲۲^{ns}	-۱/۴۸^{ns}	-۰/۹۱۵^{ns}	۴۷۴	۷۱۷۳
-۱/۸۰۶**	-۲/۲۷۹**	-۱۲/۱۹*	-۰/۰۳۴^{ns}	-۰/۴۵^{ns}	۰/۲۵۹^{ns}	۴۳۶	۲۶۱	-۱/۱۷۷^{ns}	-۱/۵۷۰*	-۱۰/۱۴۲ ^{ns}	-۰/۱۲۴^{ns}	۰/۴^{ns}	۰/۸۸۰۳^{ns}	۴۵۲	۷۱۷۳
-۰/۵۲۹^{ns}	-۱/۲۲۵^{ns}	-۱۰/۳۶۳*	-۰/۳۸۵*	-۵/۲۵^{ns}	۰/۷۵۹^{ns}	۴۳۶-۱۰۴	۴۳۶-۱۰۴	۰/۷۲۹^{ns}	۰/۶۹۸^{ns}	۲/۹۱۲ ^{ns}	۰/۰۴۸^{ns}	۱/۳۵^{ns}	-۰/۳۶۲^{ns}	۲۶۱	۷۱۷۳
۰/۱۱۰^{ns}	۰/۵۵۵^{ns}	۵/۷۶۸^{ns}	-۰/۰۲۸^{ns}	۱۱/۹۹**	-۰/۵۸۹^{ns}	SB-FIROZ	۴۳۶-۱۰۴	۰/۴۹۵^{ns}	۱/۰۵^{ns}	۸/۷۲۵ ^{ns}	۰/۳۷۴*	-۳/۱۳^{ns}	-۰/۰۶۶ ^{ns}	۴۳۶-۱۰۴	۷۱۷۳
۰/۴۴۴^{ns}	۰/۴۵۹^{ns}	۲/۷۱۹^{ns}	-۰/۰۴۹^{ns}	-۳/۸۷^{ns}	-۰/۱۱۹^{ns}	RR607	۴۳۶-۱۰۴	۰/۸۳۴^{ns}	۰/۹۲۶^{ns}	۴/۷۵۵ ^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	-۱/۹۴^{ns}	۱/۱۶۸*	SB-FIROZ	۷۱۷۳
۱/۴۲۳*	۲/۰۴۸*	۱۱/۶۸۳*	۰/۴۲۴*	۵/۷۲*	-۰/۵۲۸^{ns}	۴۳۶	۴۳۶-۱۰۴	-۰/۲۵۷^{ns}	-۰/۴۱۸^{ns}	-۳/۸۳۴ ^{ns}	-۰/۰۹۲^{ns}	۱/۶۸^{ns}	-۰/۱۱۲^{ns}	RR607	۷۱۷۳
-۰/۶۲۰^{ns}	-۱/۱۱۳*	-۹/۵۹۶*	-۰/۲۵۵^{ns}	۱/۱۲^{ns}	-۰/۹۳۷*	SB-FIROZ	SB-FIROZ	-۰/۱۱۱^{ns}	-۰/۱۶۳^{ns}	-۰/۶۹ ^{ns}	-۰/۰۲۸^{ns}	۳/۳۳^{ns}	۰/۴۷۸^{ns}	۴۳۶	۷۱۷۳
۰/۲۵۷^{ns}	۰/۳۳۶^{ns}	۲/۳۲۴^{ns}	۰/۲۱۷^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۳۱۸^{ns}	RR607	SB-FIROZ	-۱/۴۸۱*	-۱/۸۴۲**	-۱۲/۰۵۸*	-۰/۰۷۳^{ns}	-۲/۵۶^{ns}	۰/۰۶۲۱^{ns}	۴۷۴	۴۷۴
۰/۳۶۶^{ns}	۰/۴۵۱^{ns}	۳/۲۲^{ns}	۰/۱۷۷^{ns}	-۰/۱۳^{ns}	۰/۲۸۹^{ns}	۴۳۶	SB-FIROZ	-۰/۶۷۵^{ns}	-۰/۶۶۲^{ns}	-۲/۱۷۱ ^{ns}	۰/۱۰۱^{ns}	۰/۴۸^{ns}	۰/۱۹۰^{ns}	۴۵۲	۴۷۴
-۲/۲۶۹**	-۲/۴۸۵**	-۱۳/۳۰۶**	۰/۲۲۶^{ns}	۰/۶۲^{ns}	۱/۶۶۸**	RR607	RR607	۰/۴۷۷^{ns}	۰/۵۲۴^{ns}	۱/۹۷۲^{ns}	۰/۳۵۴*	۶/۵۴*	-۰/۰۵۱۵^{ns}	۲۶۱	۴۷۴
۰/۶۲۲^{ns}	۰/۵۹۶^{ns}	۱/۶۷۴^{ns}	-۰/۲۴۶^{ns}	-۱/۷۹^{ns}	-۱/۲۴۰*	RR607	۴۳۶	۰/۰۲۶۴^{ns}	-۱/۹۰۸ ^{ns}	۰/۰۴۴۷^{ns}	۰/۳۵۴*	۴/۸۴^{ns}	-۰/۴۲۲^{ns}	۴۳۶-۱۰۴	۴۷۴
۰/۰۳۱۵^{ns}	-۰/۱۱۳^{ns}	-۱/۹۱۵^{ns}	-۰/۳۰۲^{ns}	-۴/۷۸^{ns}	۰/۵۱۶^{ns}	۴۳۶	۴۳۶	۰/۵۹۹^{ns}	۱/۲۸۷^{ns}	۱۳/۵۰۹*	-۰/۱۰۸۶^{ns}	-۱^{ns}	۰/۱۴۵^{ns}	SB-FIROZ	۴۷۴
۰/۵۷۵	۰/۷۰۱	۴/۶۵۶	۰/۱۵۷	۲/۴۲	۰/۴۳۲	SE(S i ,i)		-۰/۰۶^{ns}	-۰/۲۵۲^{ns}	-۲/۲۳^{ns}	-۰/۱۷۶^{ns}	-۱/۴۷^{ns}	۰/۶۱۵^{ns}	RR607	۴۷۴
۰/۶۵۰	۰/۷۹۲	۵/۲۶۳	۰/۱۷۸	۲/۷۴	۰/۴۸۸	SE (S i,j)		۰/۵۷۵	۰/۷۰۱	۴/۶۵۶	۰/۱۵۷	۲/۴۲	۰/۴۳۲	SE(S i ,i)	
۰/۹۵	۱/۱۶	۷/۷۶	۰/۲۶	۴/۰۴	۰/۷۲	$SE(S_{ij}-Si_k)$		۰/۶۵۰	۰/۷۹۲	۵/۲۶۳	۰/۱۷۸	۲/۷۴	۰/۴۸۸	SE (S i,j)	
۰/۹	۱/۱	۷/۳۶	۰/۲۴	۳/۸۳	۰/۶۸	$SE(S_{ij}-S_{kl})$		۰/۹۵	۱/۱۶	۷/۷۶	۰/۲۶	۴/۰۴	۰/۷۲	$SE(S_{ij}-Si_k)$	
								۰/۹	۱/۱	۷/۳۶	۰/۲۴	۳/۸۳	۰/۶۸	$SE(S_{ij}-S_{kl})$	

**، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns: عدم اختلاف معنی‌دار.

لاین ۴۳۶-۱۰۴ با دارا بودن اثر GCA منفی می‌تواند برای اصلاح ارقام با قند ملاس کمتر در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد. ترکیب‌پذیری خصوصی برای این صفت معنی‌دار نشد. این امر بیانگر آن است که اثرهای افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت نقش دارند. در سایر منابع نیز گزارش شده است که اثرهای افزایشی ژن‌ها در کنترل صفت قند ملاس نقش دارند (Fathi et al., 2008). برای صفت عملکرد ریشه بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی مربوط به لاین ۴۳۶-۱۰۴ (مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) و کمترین مقدار آن مربوط به لاین RR607 (منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) بود، همچنین بیشترین میزان ترکیب‌پذیری خصوصی مربوط به هیبرید ۴۷۴×۷۱۷۳ (مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) و کمترین مقدار آن از تلاقی RR607×RR607 حاصل شد (منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد). برای صفت عملکرد قند بیشترین و کمترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی به ترتیب مربوط به لاین‌های SB-FIROZ و RR607 بود (معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد)، همچنین بیشترین میزان ترکیب‌پذیری خصوصی مربوط به هیبرید ۴۷۴×۷۱۷۳ (مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) بود و کمترین میزان ترکیب‌پذیری خصوصی مربوط به تلاقی RR607×RR607 (منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد) بود. کمترین و بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی برای صفت عملکرد قند قابل استحصال به ترتیب مربوط به لاین‌های RR607 و SB-FIROZ بود (معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد)، همچنین بیشترین میزان ترکیب‌پذیری خصوصی برای این صفت مربوط به هیبرید ۴۷۴×۷۱۷۳ بود (مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد)، و کمترین میزان

ترکیب‌پذیری خصوصی مربوط به هیبرید حاصل از تلاقی RR607×RR607 بود (منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد).

برآورد اجزای واریانس ژنوتیپی، فنوتیپی و وراثت‌پذیری صفات

برای صفات مقاومت به سرکوسپورا، مقاومت به بولتینگ، عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال، مقادیر واریانس غالبیت بیشتر از واریانس افزایشی برآورد شد (جدول ۵). برآورد مقادیر فوق حاکی از آن است که سهم اثرهای غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات بیشتر است. همچنین نسبت بیکر نشان داد که در کنترل صفات مقاومت به بولتینگ، عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال نقش اثرهای غیر افزایشی ژن‌ها بیشتر از اثرهای افزایشی است. بر اساس این نسبت برای صفات پتاسیم، نیتروژن مضره و قند ملاس، نقش اثرهای افزایشی ژن‌ها مهمتر از اثرهای غیرافزایشی بود. همچنین بر اساس این نسبت برای صفت مقاومت به لکه برگی سرکوسپورا نقش اثرهای افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها یکسان بود. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برآورد شده برای صفت مقاومت به لکه برگی سرکوسپورا بیشتر از صفت مقاومت به بولتینگ بود (جدول ۵) که این نتیجه نیز بیانگر سهم بیشتر اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل مقاومت به لکه برگی سرکوسپورا نسبت به صفت مقاومت به بولتینگ است. Antonov (1985) در بررسی تعیین اثر والدین روی عملکرد و کیفیت هیبریدها در چغندرقند و تقسیم واریانس ژنتیکی و برآورد عمل ژن در عملکرد ریشه، عیارقند و اجزای کیفیت چغندرقند گزارش کرد که عمل غیرافزایشی ژن برای عملکرد ریشه اهمیت بیشتری دارد. در صورتی که اثر افزایشی ژن برای عیارقند و اجزاء کیفی ریشه مهم تر بودند. همچنین در تحقیق دیگری به منظور بررسی ترکیب‌پذیری و ترکیب اجزای ژنتیکی واریانس برای صفت عملکرد ریشه در چغندرقند مشخص شده است که ژن‌های با اثرهای غیرافزایشی دخالت بیشتری در کنترل این صفت دارند و برای صفات پتاسیم، نیتروژن مضره، ضریب قلیائیت و درصد قند ملاس، سهم اثرهای افزایشی ژن‌ها بیشتر از اثرهای غیرافزایشی برآورد شده است (Srivastava et al., 1986). در این تحقیق نیز با توجه به نسبت بیکر و واریانس‌های افزایشی و غالبیت، برای اجرای کیفی ریشه نقش اثرهای افزایشی ژن‌ها بیشتر از اثرهای غیرافزایشی بود، همچنین برای صفات عملکردی، نقش اثرهای غیرافزایشی ژن‌ها بیشتر از اثرهای افزایشی برآورد شد و از این لحاظ نتایج این تحقیق با نتایج دو تحقیق ذکر شده مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

برای دستیابی به ارقام چغندرقند مقاوم به بیماری لکه برگی سرکوسپورا، والدین با GCA منفی و معنی‌دار مثل RR607 توصیه می‌شوند، همچنین هیبرید RR607×۴۵۲ بهترین هیبرید از لحاظ مقاومت به بیماری سرکوسپورا معرفی می‌شود. همچنین برای صفت مقاومت به بولتینگ، والدین با GCA منفی و معنی‌دار مثل RR607، ۷۱۷۳ و ۳۶-۷۱۱۲ توصیه می‌شوند. به علاوه، هیبرید SB-FIROZ×۲۶۱ بهترین هیبرید از لحاظ مقاومت به بولتینگ معرفی می‌شود. بنابراین در بین والدین، والد RR607 به عنوان والد دارای GCA

جدول ۵- برآورد اجزای واریانس ژنوتیپی، فنوتیپی و وراثت‌پذیری صفات به روش گریفینگ در هیبریدهای چغندرقند

صفت	واریانس افزایشی	واریانس غالبیت	واریانس خطا	واریانس ترکیب‌پذیری عمومی	واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی	نسبت بیکر	واریانس فنوتیپی	وراثت‌پذیری خصوصی	وراثت‌پذیری عمومی
مقاومت به سرکوسپورا	۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۱۰۳	۰/۲۰۷	۰/۴۹	۰/۷۸	۲۹/۴۸	۶۴/۱
مقاومت به بولتینگ	۴/۹۵	۶/۹۴	۸/۹۹	۲/۱۷	۵/۳۲	۰/۴۴	۲۰/۸۸	۲۳/۷	۵۶/۹۴
پتاسیم	۰/۰۷۵	۰/۰۴۵	۰/۰۳۸	۰/۰۳۳	۰/۰۳۴	۰/۶۵	۰/۱۵۸	۴۷/۴۶	۷۶/۰۷
نیتروژن مضره	۰/۰۰۱۸	۰	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۰۸	۰	۱	۰/۰۰۴۴	۴۰/۹۱	۴۰/۹۱
ضریب قلیائیت	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۰۱۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۶۴	۰/۰۰۰۰۸۴	۰/۹۳	۰/۰۰۲۵۸	۵۶/۹۷	۶۱/۲۴
قند ملاس	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۲۹	۰/۰۰۱۷۷	۰/۰۰۰۳۶	۰/۰۰۰۲۲	۰/۷۶	۰/۰۰۲۸۶	۲۷/۹۷	۳۸/۱۱
عملکرد ریشه	۳۵/۰۵	۴۵/۴۶۲	۳۳/۱۲۸	۱۵/۳۴	۳۴/۸۱۰	۰/۴۶	۱۱۳/۶۴	۳۰/۸۴	۷۰/۸۴
عملکرد قند	۰/۷۷	۱/۲۹۶	۰/۷۵۱	۰/۳۴	۰/۹۹۲	۰/۴	۲/۸۱۷	۲۷/۳۳	۷۳/۳۴
عملکرد قند قابل استحصال	۰/۴۱۱	۰/۸۵۵	۰/۵۰۵	۰/۱۸	۰/۶۵	۰/۳۵	۱/۷۷۱	۲۳/۲	۷۱/۴۸

منفی برای مقاومت به سرکوسپورا و بولتینگ معرفی گردید. همچنین هیبرید ۴۳۶×RR607، بهترین هیبرید دارای مقاومت دوگانه به سرکوسپورا و بولتینگ بود.

سپاسگزاری

نسل اول لاین‌های مورد استفاده در این تحقیق توسط جناب آقای دکتر سیدیعقوب صادقیان مطهر تأمین شده، که از ایشان تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Antonov, I. (1985). Effect of parents on yield and quality in hybrid of sugar beet. *Plant Breeding Abstracts*, 55(2), 1146.
2. Baker´, R. J. (1978). Issues in diallel analysis. *Crop Science*, 18, 533-536.
3. Basati, J., Kolivand, M., Nemati, A. & Zareey, A. (2002). Study of autumn sowing of sugar beet in the tropical areas of Kermanshah province. *Sugar Beet*, 18(2), 119-130. (In Farsi).
4. Burow, M. D. & Coors, J. G. (1994). Diallel: A microcomputer program for the simulation and analysis of diallel crosses. *Agron J*, 86, 154-158.
5. Cooke, D. A. & Scott, R. K. (1999). *The sugar beet crop, science into practice*. Translated by scientific members of Sugar Beet Seed Institute. Publication of Agricultural Sciences, Iran. (In Farsi).
6. Ershad, J. (1996). *Funguses of Iran*. Pp. 61-63. Research, Education and Promotion Organization of Agriculture, Iran. (In Farsi).
7. Fathi, M. R., Mesbah, M., Ranji, Z. A., Vazan, S. & Farokhi, E. (2008). Evaluation of general and specific combining ability of sugar beet diploid pollinators. *Sugar beet*, 23(2), 151-162. (In Farsi).
8. Gaurilčikienė, I., Deveikitė, I. & Petraitienė, E. (2006). Epidemic progress of *Cercospora beticola* Sacc. in *Beta vulgaris* L. under different conditions and cultivar resistance. *BIOLGIJA*. Nr. 4, 54-59.
9. Guan, G.P., Abe, J. & Shimamoto, Y. (1994). Genetic analysis of bolting in sugar beets using a gene for annuality (B). In: Proceedings of *7th Int Congr of Soc Adv Breed Res in Asia and Oceania*, Faculty of Agriculture. Hokkaido University, Sappor Japan. 247–252.
10. Jullife, T. H., Arthur, A. E., Hagman, B. I. & Jinks, J. L. (1993). Diallel analysis of bolting in sugar beet. *Journal of Agricultural Science*, 121(3), 327-332.
11. Maclachlan, JB. (1972). Estimation of genetic parameters in a population of monogerm sugar beet (*Beta vulgaris* L.). 3. Analysis of a diallel set of crosses among heterozygous population. *Irish Jounal of Agricultural Research*, 11, 327-338.
12. Orazizadeh, M. R., Sadeghian, S. Y. & Mesbah, M. (2003). Determination of genetic parameters of resistance to *Cercospora* leaf spot in sugar beet. *Sugar beet*, 18(1), 15-27. (In Farsi).
13. Pant, D. P. & Singh, T.B. (1993). Studies on variability, heritability and genetic advance in three cycles of selection for two populations of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) *Indian Sugar*. 42(11), 859-863.
14. Sadeghian, S.Y. (1994). Using annual gene (B) for screening lines resistance to bolting of Sugar Beet, *Sugar beet*, 1 & 2, 1-7. (In Farsi).
15. Sadeghian, S.Y. & Johansson, E. (1993). Genetic study of bolting and stem lengh in sugar beet (*Beta Vulgaris* L.). *Euphytica,* 65, 177-185.
16. Setiawan, A., Koch, G., Barnes, S. R. & Jung, C. (2000). Mapping quantitative trait loci (QTLs) for resistance to *Cercospora* leaf spot diseade (*Cercospora beticola* Sacc.) in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Theor Appl Genet*, 100, 1176-1182.
17. Smith, G. A., Hecker, R. J., Maag, G. W. & Rasmuson, D. M. (1973). Combining ability and gene action estimates in an eight parent diallel cross of sugar beet. *Crop Sci*, 13, 312-316.
18. Srivastava, H. M., Kapur, R. & Srivastava, B. L. (1986). Heterosis, combining ability and gene action in a seven parent diallel in sugar beet. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46, 484-489.
19. Takahashi, H., Okazaki, K. & Nakatsuka, K. (2004). Effects of bolting resistance selection and its influence on other characteristics in sugar beet multigerm pollen parents. *Proc Jp Sugar Beet Tech*, 46, 37-42.
20. Weilando, J. & Koch, J. (2004). Sugar beet leaf spot diseae (*Cercospora beticola*), pathogen profile. *Molecular Plant Pathology*, 5(3), 157-168.