

# بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی گرده‌افشان‌های دیپلوئید چغندرقد Evaluation of general and specific combining ability of sugar beet diploid pollinators

محمد رضا فتحی<sup>۱\*</sup>، محمود مصباح<sup>۲</sup>، ذبیح اله رنجی<sup>۳</sup>، سعید وزان<sup>۴</sup> و ابراهیم فرخی<sup>۵</sup>  
تاریخ دریافت: ۸۵/۴/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۲۰

م. ر. فتحی، م. مصباح، ذ. ا. رنجی، س. وزان و ابراهیم فرخی. ۱۳۸۶. بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی گرده‌افشان‌های دیپلوئید چغندرقد. چغندرقد ۲۳(۲): ۱۶۲-۱۵۱

## چکیده

به منظور بررسی ترکیب‌پذیری عمومی صفات کمی و کیفی چغندرقد تعداد ۴۶ هیبرید حاصل از تلاقی ۲۳ والد گرده‌افشان دیپلوئید با دو والد نر عقیم به عنوان تستر به همراه سه تیمار شاهد از نظر ۱۰ صفت مهم زراعی و تکنولوژیکی چغندرقد در ایستگاه تحقیقاتی کمال‌شهر کرج در سال ۱۳۸۳ مورد بررسی قرار گرفتند. هیبریدها در یک آزمایش ۴۹ رقمی در قالب طرح لاتیس مربع در چهار تکرار کشت شدند. تجزیه واریانس داده‌ها وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها را از نظر صفات مورد بررسی نشان داد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از آن است که بین تیمارها برای صفات عملکردیسه، عیارقد، نیتروژن، سدیم، پتاسیم، عملکرد شکر سفید، شکر قابل استحصال، عملکرد شکر و راندمان استحصال در سطح احتمال یک درصد و برای صفت درصد قند ملاس در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. ارزیابی داده‌ها از طریق روش تجزیه لاین تستر پس از حذف شاهد‌های آزمایش انجام شد. ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها برای پتاسیم در سطح احتمال ۵ درصد و برای صفات عیارقد، شکر قابل استحصال و نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و برای صفات عملکردیسه، عملکرد شکر، عملکرد شکر سفید، سدیم، راندمان استحصال و درصد قند ملاس در سطح احتمال ۱۰ درصد معنی‌دار بود. با توجه به این که ترکیب‌پذیری عمومی برای صفات مذکور معنی‌دار شده است بنابراین وجود اثرات افزایشی در کنترل این صفات نقش دارند. همچنین ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات عیارقد و شکر قابل استحصال و پتاسیم در سطح احتمال یک درصد و برای صفت نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. بنابراین وجود اثرات غیرافزایشی نیز در کنترل این صفات دخالت دارند.

واژه‌های کلیدی: ترکیب‌پذیری عمومی، ترکیب‌پذیری خصوصی، چغندرقد، دیپلوئید، گرده‌افشان، نر عقیم، لاین در تستر

\*- نویسنده مسئول

[sbsi\\_fathi47@yahoo.com](mailto:sbsi_fathi47@yahoo.com)

۱- کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات چغندرقد

۲- دانشیار مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال

۳- استادیار مؤسسه تحقیقات چغندرقد

۴- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج

۵- مربی پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

## مقدمه

موفقیت در تولید واریته‌های هیبرید به توانایی به نژادگر در دستیابی به ترکیب مناسب از لاین‌های خالص جهت ایجاد هیبریدهای برتر بستگی دارد. روش تهیه لاین‌های خالص به زمان بیشتری نیاز دارد. روش‌های جدید مثل تولید لاین‌های خالص از طریق دابل‌ها پلوئیدی این مدت زمان را کوتاه‌تر کرده است (یاوری ۱۳۸۰). اما لاین‌هایی که از این طریق تولید می‌شوند مشکل سازگاری را به دنبال دارند، بنابراین لاین‌های خالص مطلوب را نباید به راحتی کنار گذاشت، بلکه باید ترکیب‌پذیری آن‌ها را با لاین‌های مختلف سنجید و در صورت امکان به بهترین ترکیب جهت تهیه واریته هیبرید دست یافت (ولی‌زاده ۱۳۷۳). برای بررسی و ارزیابی ترکیب‌پذیری، روش‌های مختلفی وجود دارد و در صورت وجود لاین‌های زیاد کار چندان ساده‌ای نیست. برای ارزیابی لاین‌ها و تعیین بهترین هیبرید، ابتدا بایستی ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) آن‌ها را به دست آورد. ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب برحسب واریانس‌های ژنتیکی افزایشی و غیرافزایشی بیان و تفسیر می‌گردند (Singh and Chaudhary 1979) و در تهیه هیبرید باید از هر دو واریانس افزایشی و غیرافزایشی استفاده شود.

مک لافلان (Maclachlan 1972) با برآورد

واریانس ژنتیکی و نوع عمل ژن برای عملکردریشه، عیار

قند و اجزای کیفیت چغندر قند گزارش کرد که اثر غیر افزایشی ژن برای عملکردریشه چغندر اهمیت بیشتری دارد. در صورتی که اثر افزایشی ژن برای عیار قند و اجزاء کیفی مهم‌تر بودند. افزایش عملکردریشه به علت افزایش اندازه ریشه با تولید بیشتر قند در هکتار همراه است، لیکن مقدار درصدقند در دو رگ‌ها حدواسط والدین گزارش شده است که نشان‌دهنده اهمیت بیشتر اثرات افزایشی ژن‌های کنترل‌کننده عیارقند نسبت به عملکردریشه می‌باشد. آنتونوف (Antonov 1985) در بررسی تعیین اثر والدین بر روی عملکرد و کیفیت هیبریدها در چغندر قند و تقسیم واریانس ژنتیکی و برآورد عمل ژن در عملکرد ریشه، عیارقند و اجزای کیفیت چغندر قند گزارش کرد که عمل غیرافزایشی ژن برای عملکردریشه اهمیت بیشتری دارد. در صورتی که اثر افزایشی ژن برای عیارقند و اجزاء کیفی ریشه مهم‌تر بودند. احمدی (۱۳۷۵) در ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفات عملکردریشه و عیار قند در چغندر قند، اهمیت اثرات افزایشی ژن‌ها را نسبت به اثرات غیرافزایشی بالاتر گزارش کرد.

دونی و همکاران (Doney et al. 1985) برای

بررسی توارث میزان تقسیم سلولی در ریشه چغندر قند، از یک تلاقی دای آلل با پنج والد استفاده کردند. نتایج نشان داد که برای میزان تقسیم سلولی در ریشه چغندر قند هتروزیس وجود دارد. اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای تعداد سلول معنی‌دار بود. اما ترکیب‌پذیری

بالاتری بوده که نشان می‌دهد کنترل این صفات تحت تأثیر اثرات افزایشی ژن‌ها می‌باشد.

در این تحقیق به منظور استفاده از لاین‌های چغندر قند در برنامه‌های اصلاحی ترکیب‌پذیری‌های عمومی و خصوصی لاین‌ها از نظر ۱۰ صفت مهم زراعی و تکنولوژیکی با استفاده از روش لاین در تستر بررسی و هم‌چنین نوع عمل ژن‌های کنترل‌کننده این صفات تعیین شد.

### مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر با استفاده از ۲۳ والد گرده‌افشان تمام فامیلی (خانواده برادر خواهری تنی) به عنوان پایه پدری و دو والد نر عقیم به عنوان تستر تلاقی لاین × تستر انجام شد. بذور مورد نظر (هیبریدهای دیپلوئید) به همراه سه شاهد داخلی و خارجی در یک آزمایش در قالب طرح لاتیس ۷ × ۷ به صورت ۴۹ رقمی در چهار تکرار در فروردین سال ۱۳۸۳ در منطقه کمال شهر کرج کاشته شدند. کرت‌های آزمایشی شامل سه ردیف هشت متری بودند. مساحت هر کرت برابر ۱۲ مترمربع (۸ × ۵/۳) بود و فاصله بین تکرارها یک متر منظور شد. صفات مورد بررسی شامل: عملکرد ریشه (RY)، عیار قند (SC)، ازت آلفا آمینو ( $\alpha$ -N)، سدیم (Na)، پتاسیم (K)، عملکرد شکر سفید (WSY)، ملاس (MS)، شکر قابل استحصال (WSC)، عملکرد شکر (SY) و راندمان استحصال (Pur) بودند.

خصوصی اهمیت بیشتری داشت. واریانس ژنتیکی غیرافزایشی ۷۵ تا ۹۵ درصد کل واریانس ژنتیکی را تشکیل داد. این موضوع نشان داد که شدت تقسیم سلولی یا تعداد سلول‌ها، بیشتر تحت اثرات غیرافزایشی ژن‌ها است. هتروزیس ریشه چغندر قند در درجه اول به خاطر افزایش در تعداد سلول به جای اندازه سلول بود.

عزیز پور (۱۳۸۰) اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفات کمی و کیفی چغندر قند از جمله عملکرد ریشه، درصد قند، سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، درصد قند ملاس، درصد قند سفید، عملکرد قند سفید، ضریب آلكالوئیدی و درجه خلوص را بررسی کرد. ترکیب‌پذیری عمومی برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند، ازت و ضریب آلكالوئیدی معنی‌دار ولی نسبت GCA/SCA آن‌ها معنی‌دار نشد. برای چهار صفت مذکور واریانس غالبیت بیشترین درصد واریانس ژنتیکی را تشکیل داد. اوراضی‌زاده (۱۳۸۰) با بررسی اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی بین ۶ رگه منوزرم دیپلوئید چغندر قند نسبت به بیماری لکه برگگی به این نتیجه رسید که بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار وجود دارد. وی هم‌چنین نتیجه گرفت که عکس‌العمل تیمارها به عامل بیماری تحت تأثیر اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها می‌باشد. رجبی و همکاران (Rajabi et al. 2008) با انجام تجزیه دای آل در چغندر قند دریافتند که از بین صفات مورد بررسی، راندمان مصرف آب، تبعیض ایزوتوپ‌های کربن و وزن ویژه برگ دارای GCA

عمومی لاین‌ها برای پتاسیم در سطح احتمال ۵ درصد و برای صفات عیار قند، شکر قابل استحصال و نیتروژن در سطح احتمال یک‌درصد و برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد شکر، عملکرد شکر سفید، سدیم، راندمان استحصال و قند ملاس در سطح احتمال ۱۰ درصد معنی‌دار بود. هم‌چنین ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات عیار قند و شکر قابل استحصال و پتاسیم در سطح احتمال یک‌درصد و برای صفت نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. جدول ۳ برآورد مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی به تفکیک هریک از لاین‌ها برای صفات مورد بررسی در تجزیه لاین در تستر نشان می‌دهد. نتایج ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) برای صفت عملکرد ریشه نشان داد که بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی مربوط به گرده‌افشان S.P.2 HM1990 (مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵) و کمترین ترکیب‌پذیری عمومی مربوط به گرده افشان S.P.5 201 (منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵) می‌باشد. از آنجائی که ترکیب‌پذیری عمومی نشان‌دهنده اثر افزایشی ژن می‌باشد، لذا می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که گرده‌افشان HM1990 S.P.2 به دلیل GCA مثبت و معنی‌دار می‌تواند در تولید ارقام با عملکرد ریشه بالا از طریق روش‌های کلاسیک اصلاحی (گزینش) مورد استفاده قرار گیرد. احمدی (۱۳۷۵) در ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات عملکرد ریشه و عیار قند در چغندر قند اهمیت اثرات افزایشی ژن‌ها را نسبت به اثرات غیرافزایشی، بالاتر گزارش کرد. سری

تجزیه واریانس داده‌ها براساس ساختار اصلی طرح یعنی لاتیس مربع در چهار تکرار انجام گرفت. از آنجایی که سودمندی طرح لاتیس جهت تجزیه طرح مذکور در محدوده ۱۰۰ درصد برآورد گردید، لذا با توجه به عدم وجود تفاوت تجزیه طرح لاتیس با طرح بلوک‌های کامل تصادفی، تجزیه داده‌ها براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد.

به منظور تعیین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات از تجزیه ژنتیکی لاین در تستر پس از حذف تیمارهای شاهد جهت برآورد پارامترهای مورد نظر استفاده گردید.

در برآورد واریانس اثرات افزایشی و غالبیت به علت اینکه لاین‌های والدی S1 بودند، میزان F (ضریب خویشاوندی) برابر با ۰/۵ گرفته شد.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقدماتی در جدول شماره ۱ آمده است. بین تیمارها برای صفات عملکرد ریشه، عیار قند، نیتروژن، سدیم، پتاسیم، عملکرد شکر سفید، شکر قابل استحصال، عملکرد شکر و راندمان استحصال در سطح احتمال ۱ درصد و برای عملکرد ریشه و قند ملاس در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

جدول ۲ تجزیه واریانس لاین در تستر چغندر قند را از نظر صفات مورد بررسی نشان می‌دهد. ترکیب‌پذیری

وستاوا و همکاران (Srivastava et al. 1986) با بررسی ترکیب‌پذیری و ترکیب اجزای ژنتیکی واریانس برای صفت عملکرد ریشه در چغندر قند نشان دادند که ژن‌های با اثرات غیرافزایشی دخالت بیشتری در کنترل این صفت دارند.

نتایج ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) برای عیار قند نشان داد که گرده افشان HM1990 S.P.6 بالاترین (GCA) و گرده افشان BP.KARAJ S.P.2 کمترین (GCA) را دارا می‌باشد (جدول ۳). باتوجه به همبستگی منفی بین عملکرد ریشه و عیار قند اصولاً گرده افشان‌هایی که دارای اثر GCA مثبت برای عملکرد ریشه هستند مانند گرده افشان HM1990 S.P.2 از در صد قند پایینی برخوردار هستند. و برعکس گرده افشان 201 S.P.5 با کمترین ترکیب‌پذیری عمومی برای این صفت درصد قند بالاتری را به نتاج خود منتقل کرد. آنتونوف (Antonov 1985) در بررسی تعیین اثر والدین بر روی عملکرد و کیفیت دورگ‌ها در چغندر قند و تقسیم واریانس ژنتیکی و برآورد عمل ژن در عیار قند و اجزای کیفیت گزارش کرد که اثر افزایشی ژن برای عیار قند و اجزای کیفی ریشه مهم‌تر می‌باشند.

برای عملکرد شکر سفید گرده افشان HM1990 S.P.2 با لاترین ترکیب‌پذیری عمومی و گرده افشان BP.MASHAD S.P.1 پائین‌ترین ترکیب‌پذیری را به خود اختصاص دادند. بنظر می‌رسد گرده افشان HM1990 S.P.2 به دلیل GCA مثبت و معنی‌دار برای اصلاح ارقام با عملکرد شکر بالا از طریق روش‌های کلاسیک مناسب باشد. جدول ۲ حاکی از عدم معنی‌دار

بودن اثر متقابل لاین تستر برای این صفت می‌باشد. اوراضی‌زاده (۱۳۸۰) با آزمون ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی اذعان نمود که اثرات افزایشی در مقایسه با اثرات غیر افزایشی (غالبیت و اپیستازی) برای عملکرد شکر سفید از اهمیت بیشتری برخوردار بوده که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همچنین نتایج به دست آمده با نتایج تعدادی از محققان از جمله مک لافلن (Maclachlan 1972) سری وستاوا و همکاران (Srivastava et al. 1986) مطابقت و با نتایج تعدادی دیگر (Smith et al. 1973, احمدی ۱۳۷۷) مغایرت دارد.

نتایج آزمایش نشان داد که برای صفت عملکرد شکر خام همانند عملکرد ریشه، گرده افشان HM1990 S.P.2 بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی و گرده افشان BP.MASHAD S.P.1 پائین‌ترین قدرت ترکیب را به خود اختصاص داده است. بنابراین چنین نتیجه‌گیری می‌شود که گرده افشان HM1990 S.P.2 به دلیل GCA مثبت و معنی‌دار برای اصلاح ارقام با عملکرد شکر بالا از طریق روش‌های کلاسیک مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این برای صفت شکر قابل استحصال گرده افشان HM1990 S.P.6 بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی و گرده افشان BP.KARAJ S.P.1 کمترین ترکیب‌پذیری عمومی را برای این صفت داشتند (جدول ۳). باتوجه به همبستگی منفی بین عملکرد و شکر قابل استحصال گرده افشان‌هایی که اثر GCA مثبت برای عملکرد ریشه دارند مانند گرده افشان HM1990 S.P.2 درصد قند پایین را به نتاج خود منتقل می‌کنند و برعکس

نتایج تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی برای صفت نیتروژن نشان داد که والد گرده‌افشان HM1990 S.P.9 ترکیب‌پذیری عمومی مثبت بیشتری را نسبت به بقیه لاین‌ها از خود نشان داده و دارای اثر معنی‌داری است. بنابر این می‌تواند مقدار نیتروژن زیاد با توانایی بالا به نتاج خود منتقل نماید. هم‌چنین والد پدری 201 S.P.9 از کم‌ترین ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار برخوردار بود (جدول ۳). والد گرده‌افشان 201 S.P.9 به دلیل دارا بودن GCA کمتر مقدار ازت کمتری را به نتاج خود منتقل می‌کند که می‌توان از آن در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود. نتایج آزمایشات نشان داد که ترکیب‌پذیری خصوصی هیبریدها برای نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. معنی‌دار شدن SCA بیان‌گر این است که اثرات غیر افزایشی (غالبیت واپیستازی) نیز در کنترل این صفت نقش دارند. معنی‌دار شدن اثر متقابل لاین تستر برای این صفت نیز بر این موضوع دلالت دارد. عزیز پور (۱۳۸۰) با بررسی اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفات کمی و کیفی چغندر قند از جمله عملکرد ریشه، درصد قند، سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، درصد قند ملاس، درصد قند سفید، عملکرد قند سفید، ضریب آلکالوئیدی، درجه خلوص نتیجه گرفت که اثرات GCA و SCA برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند، ازت و ضریب آلکالوئیدی معنی‌دار ولی نسبت GCA/SCA معنی‌دار نیست. لذا نشان داد که ژن‌های با اثرات غیر افزایشی نقش بیشتری دارند. برای چهار صفت مذکور واریانس غالبیت بیشترین درصد واریانس ژنتیکی را تشکیل داد.

گرده‌افشان 201 S.P.5 با کم‌ترین ترکیب‌پذیری عمومی برای این صفت درصد قند بالاتری را دارا است. اولد میر (Oldemeyer 1994) ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های اینبرد چغندر قند را مورد مطالعه قرارداد. او در پژوهش خود به این نتیجه رسید که ژن‌های مرتبط با عبارات اثر افزایشی دارند و اثرهای غالبیت ناچیز بوده و یا اصلاً وجود ندارد.

در ارتباط با صفت پتاسیم نتایج آزمایش نشان داد که ترکیب‌پذیری خصوصی گرده‌افشان 201 S.P.6 بالاترین میزان را داشته است و GCA گرده‌افشان BP.MASHAD S.P.1 برای این صفت کم‌ترین مقدار می‌باشد (جدول ۳). در ارتباط با نتایج تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی GCA برای صفت سدیم گرده‌افشان BP.MASHAD S.P.1 بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار و گرده‌افشان HM1990 S.P.8 بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار را در سطح ۵ درصد داشتند (جدول ۳). با توجه به این که ترکیب‌پذیری عمومی تحت تأثیر اثرات ژنی به صورت افزایشی می‌باشد و توارث این نوع صفات قابل انتقال از نسلی به نسل دیگر است لذا چنین نتیجه‌گیری می‌شود که گرده‌افشان HM1990 S.P.8 با دارا بودن اثر GCA منفی می‌تواند جهت استفاده در ترکیباتی که منجر به کاهش این عنصر معدنی می‌شود، به کار رود. نتایج ترکیب‌پذیری‌ها هم‌چنین نشان داد که ترکیب‌پذیری‌های خصوصی (SCA) برای سدیم معنی‌دار نمی‌باشد. بنابر این اثرات افزایشی ژن‌ها در کنترل میزان سدیم نقش دارند.

گیرد. اثر متقابل لاین تستر برای این صفات معنی‌دار نبود بنابر این تنها اثرات افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت نقش داشتند. نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی بر خصوصی (GCA/SCA) نیز به میزان ۱/۱۰ به دست آمد که می‌تواند بیان‌گر سهم بیشتر واریانس ژنتیکی افزایشی در بیان این صفت باشد (جدول ۴).

### جمع بندی

ارقامی که دارای GCA معنی‌دار برای صفت یا صفات خاص می‌باشند اینگونه والدین به آسانی انتقال صفت مورد نظر را به نتاج خود می‌سازند و به عبارت دیگر ارقامی مناسب در برنامه اصلاحی برای صفات مورد نظر می‌باشند. تعدادی از والدین دارای GCA مثبت و معنی‌دار و تعدادی دیگر GCA منفی و معنی‌دار بودند، بنابراین بستگی به جهت و هدف اصلاحی می‌توان والدین مورد نظر را انتخاب نمود. به عنوان مثال برای دستیابی به ارقام چغندر قند با سدیم کمتر که از اهداف اصلاحی می‌باشد والدین با GCA منفی و معنی‌دار می‌توانند مورد توجه باشند (والدگرده افشان HM1990 S.P.8). در حالی که برای صفاتی مانند عملکرد ریشه گرده افشان HM1990 S.P.2 با GCA مثبت و معنی‌دار می‌توانند مورد توجه باشند. هم‌چنین برای صفت عملکرد شکر مجدداً والد گرده افشان HM1990 S.P.2 با GCA مثبت و معنی‌دار می‌تواند مناسب باشد.

در ارتباط با صفت راندمان استحصال، نتایج تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی GCA نشان داد که گرده افشان‌های HM1990 S.P.6 و HM1990 S.P.8 بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار و گرده افشان BP.KARAJ S.P.1 کم‌ترین ترکیب‌پذیری عمومی منفی را دارند (جدول ۳). می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که گرده افشان‌های HM1990 S.P.6 و HM1990 S.P.8 به دلیل داشتن GCA معنی‌دار می‌توانند به منظور افزایش راندمان استحصال در برنامه‌های اصلاحی چغندر قند استفاده شوند. ترکیب‌پذیری خصوصی والدین در مورد این صفت معنی‌دار نبودند. نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی بر خصوصی (GCA/SCA) به میزان ۱/۱۶ به دست آمد که بیان‌گر سهم واریانس ژنتیکی افزایشی در بیان این صفت می‌باشد. اثر متقابل لاین تستر نیز معنی‌دار نبود (جدول ۲).

نتایج تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی GCA برای صفت قند ملاس نشان داد که گرده افشان BPMASHAD S.P.1 بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار و نیز گرده افشان HM1990 S.P.6 کم‌ترین ترکیب‌پذیری عمومی منفی را دارا هستند (جدول ۳). گرده افشان HM1990 S.P.6 با دارا بودن اثر GCA منفی می‌تواند برای اصلاح ارقام با قند ملاس کمتر در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار

جدول ۱ میانگین مربعات نتایج تجزیه واریانس برخی از صفات کمی و کیفی در هیبریدهای آزمون شده چغندر قند در کرج (۱۳۸۳)

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	عملکرد شکر سفید	درصد قند	درصد شکر قابل استحصال	پتاسیم	سدیم	نیترژن	آلکالیته	راندمان استحصال	درصد قند ملاس
تکرار	۳	۵۴۳۵/۵۱۴**	۱۹۵/۰۱۴**	۱۵۹/۱۲۴**	۷۳/۴۴۵**	۱۲۷/۴۲۹**	-/۵۷۹**	۷۹/۴۷۴**	-/۴۸۹**	۱۵۵۱/۹۸۶**	۱۵۰۲/۲۷۷**	۸/۰۸**
بیمار	۴۸	۹۹/۲۸۹*	۳/۲۰۸**	۲/۷۹۵**	۲/۶۶۴**	۴/۶۱۳**	-/۲۴۱**	۲/۷۰۵**	-/۰۷۴**	ns۷۷/۱۸۲	۶۱/۴۵۲**	-/۳۲۸*
اشتباه	۱۴۴	۶۶/۳۹۶	۱/۹۲۹	۱/۶۳۵	۱/۵۰۳	۲/۵۹۶	-/۱۰۱	۱/۶۰۳	-/۰۲۳	۶۰/۱۰۳	۳۵/۳۷۹	-/۲۰۴
C.V.%		۱۶/۶۲%	۲۱/۵۸%	۲۷/۲۶%	۹/۵۳%	۱۷/۴۷%	۷/۴۴%	۲۳/۸۹%	۲۵/۵۶%	۳۲/۱۵%	۷/۹۱%	۱۴/۸۵%

\*, \*\*, ns: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ در صد و عدم وجود اختلاف معنی دار.

جدول ۲ میانگین مربعات تجزیه واریانس لاین در تستر تلاقی‌های چغندر قند از نظر برخی صفات کمی و کیفی در کرج (۱۳۸۳)

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	عملکرد شکر سفید	درصد قند	درصد شکر قابل استحصال	پتاسیم	سدیم	نیترژن	راندمان استحصال	درصد قند ملاس
تکرار	۳	۴۷۸۷/۵۷۷**	۱۷۳/۷۱**	۱۴۱/۸۲۷**	۶۷/۵۶۶**	۱۱۶/۹۶۱**	-/۶۵۹**	۷۴/۳۵۵**	-/۴۵۹**	۱۳۷۱/۵۶۵**	۷/۴۶۶**
قابلیت ترکیب عمومی تسترها ( ماده ها)	۱	-/۰۶۲ <sup>ns</sup>	۳/۳۱۳ <sup>ns</sup>	۵/۰۳۸+	۱۵/۷۱۳**	۲۴/۲۵۱**	-/۰۵۱ <sup>ns</sup>	۷/۵۶۱*	-/۱۲۶*	۲۱۲/۴۲*	-/۹۲۳*
قابلیت ترکیب عمومی لاین ها (نرها)	۲۲	۱۰۲/۴۸۱+	۳/۰۰۹+	۲/۵۴۱+	۱/۹۵۴**	۳/۶۵۶**	-/۱۸۸*	۲/۵۷۴+	-/۱۰۸**	۵۵/۴۲۶+	-/۳۰۴+
قابلیت ترکیب خصوصی	۲۲	۷۴/۸۲۵ <sup>ns</sup>	۲/۱۶۶ <sup>ns</sup>	۱/۸۲۳ <sup>ns</sup>	۱/۸۳**	۳/۲۰۵**	-/۲۵۳**	ns۲/۱۶۹	-/۰۴۴*	۴۷/۵۷۴ <sup>ns</sup>	-/۲۷۶ <sup>ns</sup>
اشتباه	۱۳۵	۶۳/۹۴	۱/۹۲	۱/۶۳۲	-/۵۵۷	۱/۶۷۹	-/۱	۱/۶۲۸	-/۰۲۴	۳۵/۸۴۴	-/۲۰۶
C.V.%		۱۶/۳۷%	۲۱/۶۳%	۲۷/۳۹%	۹/۶۹%	۱۷/۷۳%	۷/۳۵%	۲۴/۱۸%	۲۵/۵۹%	۷/۹۶%	۱۴/۹۳%

+, \*\*, ns: به ترتیب معنی دار در سطح ۱۰، ۵، ۱ درصد و عدم اختلاف معنی دار.



جدول ۳ برآورد مقادیر ترکیب پذیری عمومی لاین های چغندر قند برای برخی از صفات کمی و کیفی در کرج (۱۳۸۳)

لاین ها	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	عملکرد شکر سفید	درصد قند	لاین ها	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	عملکرد شکر سفید	درصد قند
HM1990 S.P.10	-۰/۰۲۶ <sup>ns</sup>	-۰/۳۲۶ <sup>ns</sup>	-۰/۳۹۵ <sup>ns</sup>	-۰/۴۴۲ <sup>ns</sup>	BP.MASHAD S.P.2	۲/۴۳۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۹۴ <sup>ns</sup>	-۰/۰۷ <sup>ns</sup>	-۰/۴۵۷ <sup>ns</sup>
HM1990 S.P.9	۴/۹۹۶ <sup>ns</sup>	-۰/۷۱۴ <sup>ns</sup>	-۰/۵۹۰ <sup>ns</sup>	-۰/۱۹۸ <sup>ns</sup>	BP.MASHAD S.P.3	-۰/۶۱۸ <sup>ns</sup>	-۰/۱۴۱ <sup>ns</sup>	-۰/۱۹۵ <sup>ns</sup>	-۰/۰۸۷ <sup>ns</sup>
HM1990 S.P.7	۵/۳۱۷	-۰/۹۴۴ <sup>ns</sup>	-۰/۹۲۵ <sup>ns</sup>	-۰/۶۲۸ <sup>ns</sup>	۲۰۱.P.2	-۳/۲۴۷ <sup>ns</sup>	-۰/۵۵۱ <sup>ns</sup>	-۰/۵۰۵ <sup>ns</sup>	-۰/۶۱۷ <sup>ns</sup>
HM1990 S.P.4	-۰/۲۵۵ <sup>ns</sup>	-۰/۰۳۴ <sup>ns</sup>	-۰/۰۸۰ <sup>ns</sup>	-۰/۲۶۸ <sup>ns</sup>	۲۰۱.P.1	۱/۹۳۸ <sup>ns</sup>	۰/۲۹۴ <sup>ns</sup>	-۰/۲۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۲۳ <sup>ns</sup>
HM1990 S.P.6	۱/۴۶۳ <sup>ns</sup>	-۰/۶۱۴ <sup>ns</sup>	-۰/۷۰۵ <sup>ns</sup>	۱/۰۲۳ <sup>ns</sup>	۲۰۱.P.3	-۰/۶۲۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۳۹ <sup>ns</sup>	-۰/۱۵۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۷۸ <sup>ns</sup>
HM1990 S.P.5	-۰/۳۴۱ <sup>ns</sup>	-۰/۰۸۹ <sup>ns</sup>	-۰/۱۱۴ <sup>ns</sup>	-۰/۲۴۳ <sup>ns</sup>	۲۰۱.P.4	-۵/۹۳۹ <sup>ns</sup>	-۰/۹۱۶ <sup>ns</sup>	-۰/۷۶۰ <sup>ns</sup>	-۰/۱۷۲ <sup>ns</sup>
HM1990 S.P.3	-۰/۲۱۸ <sup>ns</sup>	-۰/۱۳۴ <sup>ns</sup>	-۰/۱۷۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۶۷ <sup>ns</sup>	۲۰۱.P.5	-۶/۴۵۴*	-۰/۹۱۶ <sup>ns</sup>	-۰/۷۲۵ <sup>ns</sup>	-۰/۱۱۷ <sup>ns</sup>
HM1990 S.P.8	۴/۱۴۵ <sup>ns</sup>	-۰/۹۱۴ <sup>ns</sup>	-۰/۹۰۵ <sup>ns</sup>	-۰/۸۳۳ <sup>ns</sup>	۲۰۱.P.6	۰/۲۶۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۷۹ <sup>ns</sup>	-۰/۱۸۰ <sup>ns</sup>	۰/۳۰۳ <sup>ns</sup>
HM1990 S.P.2	۶/۶۲۱*	۱/۱۲۹*	-۰/۹۳۵ <sup>ns</sup>	-۰/۵۵۸ <sup>ns</sup>	۲۰۱.P.7	-۰/۴۳۱ <sup>ns</sup>	-۰/۱۶۱ <sup>ns</sup>	-۰/۱۸۵ <sup>ns</sup>	-۰/۱۶۶ <sup>ns</sup>
BP.KARAJ S.P.1	-۰/۰۵۳ <sup>ns</sup>	-۰/۳۳۱ <sup>ns</sup>	-۰/۴۳۵ <sup>ns</sup>	-۰/۷۸۲ <sup>ns</sup>	۲۰۱.P.8	-۱/۷۷۱ <sup>ns</sup>	-۰/۰۸۶ <sup>ns</sup>	-۰/۰۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۲۷۳ <sup>ns</sup>
BP.KARAJ S.P.2	-۰/۸۲۵ <sup>ns</sup>	-۰/۳۴۶ <sup>ns</sup>	-۰/۳۷۵ <sup>ns</sup>	-۰/۴۲۷ <sup>ns</sup>	۲۰۱.P.9	-۰/۱۰۰ <sup>ns</sup>	-۰/۳۰۶ <sup>ns</sup>	-۰/۳۳۰ <sup>ns</sup>	-۰/۷۸۱ <sup>ns</sup>
BP.MASHAD S.P.1	<sup>ns</sup> -۷/۳۹۷	<sup>ns</sup> -۱/۳۰۱	-۱/۱۹۰*	-۰/۵۱۷ <sup>ns</sup>					
لاین SE(GCA)	۲/۸۲۷	۰/۴۹۰	۰/۴۵۲	۰/۴۴۱	لاین SE(GCA)	۲/۸۲۷	-۰/۴۹۰	۰/۴۵۲	-۰/۴۴۱
لاین SE(gi-gj)	۳/۹۹۸	۰/۶۹۳	۰/۶۳۹	۰/۶۲۴	لاین SE(gi-gj)	۳/۹۹۸	۰/۶۹۳	۰/۶۳۹	۰/۶۲۴

ns, \*\*, \*+, + به ترتیب معنی دار در سطح ۱۰، ۵، ۱ و عدم اختلاف معنی دار.

دنباله جدول ۳ برآورد مقادیر ترکیب پذیری عمومی لاین های چغندر قند برای برخی از صفات کمی و کیفی در کرج (۱۳۸۳)

لاین ها	درصد شکر قابل استحصال	پتاسیم	سدیم	نیترژن	لاین ها	درصد شکر قابل استحصال	پتاسیم	سدیم	نیترژن
HM1990 S.P.10	-۰/۵۳۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۶۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۸۸ <sup>ns</sup>	۰/۲۴۵ <sup>**</sup>	BP.MASHADS.P.1!2	-۰/۶۸۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۳۱ <sup>ns</sup>	۰/۷۰۸ <sup>ns</sup>	-۰/۶۸۰ <sup>**</sup>
HM1990 S.P.9	۰/۲۳۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۳۱ <sup>ns</sup>	-۰/۳۲۷ <sup>ns</sup>	۰/۲۵۵ <sup>**</sup>	BP.MASHADS.P.3	-۰/۲۴۵ <sup>ns</sup>	-۰/۰۷۱ <sup>ns</sup>	۰/۴۸۸ <sup>ns</sup>	-۰/۲۴۵ <sup>**</sup>
!!HM1990 S.P.7	۰/۹۶۵ <sup>ns</sup>	-۰/۱۱۱ <sup>ns</sup>	-۰/۸۸۲ <sup>ns</sup>	-۰/۱۰۵ <sup>ns</sup>	!!201 S.P.2	-۰/۸۵۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۵۴ <sup>ns</sup>	۰/۶۲۸ <sup>ns</sup>	-۰/۸۵۰ <sup>**</sup>
HM1990 S.P.4	۰/۲۸۵ <sup>ns</sup>	-۰/۰۴۶ <sup>ns</sup>	-۰/۲۲۳ <sup>ns</sup>	-۰/۰۵۵ <sup>ns</sup>	201 S.P.1	۰/۱۴۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۹۹ <sup>ns</sup>	-۰/۲۳۷ <sup>ns</sup>	۰/۱۴۵*
!!HM1990 S.P.6	۱/۳۷۵*	-۰/۰۳۶ <sup>ns</sup>	-۱/۰۲۷*	-۰/۰۸۵ <sup>ns</sup>	201 S.P.3	۰/۳۵۰ <sup>ns</sup>	-۰/۳۵۶ <sup>ns</sup>	-۰/۱۳۳ <sup>ns</sup>	۰/۳۵۰ <sup>**</sup>
!!HM1990 S.P.5	۰/۴۴۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۷۶ <sup>ns</sup>	-۰/۲۸۷ <sup>ns</sup>	-۰/۰۴۵ <sup>ns</sup>	201 S.P.4	-۰/۲۸۰ <sup>ns</sup>	-۰/۱۸۱ <sup>ns</sup>	۰/۵۱۳ <sup>ns</sup>	-۰/۲۸۰ <sup>**</sup>
HM1990 S.P.3	۰/۰۶۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۴۹ <sup>ns</sup>	-۰/۱۹۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۳۰ <sup>ns</sup>	201 S.P.5	-۰/۲۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۱۸۸ <sup>ns</sup>	-۰/۲۲۰ <sup>**</sup>
!!HM1990 S.P.8	۱/۱۵۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۹ <sup>ns</sup>	-۱/۰۰۲*	-۰/۱۰۵ <sup>ns</sup>	201 S.P.6	۰/۳۶۰ <sup>ns</sup>	۰/۲۹۹*	-۰/۴۳۳ <sup>ns</sup>	۰/۳۶۰ <sup>**</sup>
!!HM1990 S.P.2	۰/۶۵۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۹ <sup>ns</sup>	-۰/۴۶۲*	-۰/۱۳۰ <sup>ns</sup>	201 S.P.7	-۰/۲۴۰ <sup>ns</sup>	-۰/۱۸۱ <sup>ns</sup>	-۰/۳۴۳ <sup>ns</sup>	-۰/۲۴۰ <sup>**</sup>
!!BP.KARAJ S.P.1	۱/۰۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۵۷۸*	-۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	201 S.P.8	۰/۳۴۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۳۴ <sup>ns</sup>	-۰/۲۱۷ <sup>ns</sup>	۰/۳۴۰ <sup>**</sup>
!!BP.KARAJ S.P.2	-۰/۶۹۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۸۴ <sup>ns</sup>	۰/۵۵۸*	-۰/۰۱۵ <sup>ns</sup>	201 S.P.9	-۰/۸۶۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۵۱ <sup>ns</sup>	۰/۳۵۸ <sup>ns</sup>	-۰/۸۶۰ <sup>**</sup>
!!BPMASHAD S.P.1	-۰/۸۰۰ <sup>ns</sup>	-۰/۲۲۶ <sup>ns</sup>	۱/۰۷۸*	-۰/۲۱۵ <sup>**</sup>					
لاین SE(GCA)	۰/۵۷۹	۰/۱۱۲	۰/۴۵۱	۰/۰۵۵	لاین SE(GCA)	۰/۵۷۹	-۰/۱۱۲	۰/۴۵۱	-۰/۰۵۵
لاین SE(gi-gj)	۰/۸۱۸	۰/۱۵۸	۰/۶۳۸	۰/۰۷۷	لاین SE(gi-gj)	۰/۸۱۸	-۰/۱۵۸	۰/۶۳۸	-۰/۰۷۷

ns, \*\*, \*+, + به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم وجود اختلاف معنی دار.

## دنباله جدول ۳ برآورد مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های چغندر قند برای برخی از صفات کمی و کیفی در کرج (۱۳۸۳)

لاین‌ها	راندمان استحصال	درصد قند ملاس	لاین‌ها	راندمان استحصال	درصد قند ملاس
S.P.10 HM1990	-۱/۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۹۷ <sup>ns</sup>	S.P.2 BP.MASHAD	-۲/۵۴۵ <sup>ns</sup>	-۰/۲۲۷ <sup>ns</sup>
S.P.9 HM1990	۱/۶۹۵ <sup>ns</sup>	-۰/۱۳۳ <sup>ns</sup>	S.P.3 BP.MASHAD	-۱/۴۴۵ <sup>ns</sup>	-۰/۱۴۷ <sup>ns</sup>
S.P.7 HM1990	۴/۲۰۵ <sup>ns</sup>	-۰/۳۳۸ <sup>ns</sup>	201 S.P.2	-۳/۰۵۵ <sup>ns</sup>	-۰/۲۳۷ <sup>ns</sup>
S.P.4 HM1990	۱/۵۶۵ <sup>ns</sup>	-۰/۱۳۳ <sup>ns</sup>	201 S.P.1	۰/۷۵۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۳۳ <sup>ns</sup>
S.P.6 HM1990	۴/۷۲۰ <sup>*</sup>	-۰/۳۵۳ <sup>ns</sup>	S.P.3 201	۱/۵۲۵ <sup>ns</sup>	-۰/۱۶۳ <sup>ns</sup>
S.P.5 HM1990	۱/۶۹۵ <sup>ns</sup>	-۰/۱۹۳ <sup>ns</sup>	S.P.4 201	-۱/۰۸۵ <sup>ns</sup>	-۰/۱۰۷ <sup>ns</sup>
S.P.3 HM1990	-۰/۵۳۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	S.P.5 201	-۱/۴۶۵ <sup>ns</sup>	-۰/۱۰۳ <sup>ns</sup>
S.P.8 HM1990	۴/۵۶۵ <sup>*</sup>	-۰/۳۱۸ <sup>ns</sup>	S.P.6 201	۱/۷۲۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۵۳ <sup>ns</sup>
S.P.2 HM1990	۲/۲۷۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۹۸ <sup>ns</sup>	S.P.7 201	-۰/۷۴۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۷۳ <sup>ns</sup>
S.P.1 BP.KARAJ	-۳/۹۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۲۴۳ <sup>ns</sup>	S.P.8 201	۰/۶۲۵ <sup>ns</sup>	-۰/۰۷۸ <sup>ns</sup>
S.P.2 BP.KARAJ	-۳/۶۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۲۶۷ <sup>ns</sup>	S.P.9 201	-۲/۷۲۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۷۷ <sup>ns</sup>
S.P.1 BP.MASHAD	-۳/۴۶۰ <sup>ns</sup>	۰/۲۸۱ <sup>ns</sup>			
لاین SE(GCA)	۲/۱۱۷	-۰/۱۶۰	لاین SE(GCA)	۲/۱۱۷	۰/۱۶۰
لاین SE(gi-gj)	۲/۹۹۳	-۰/۲۲۷	لاین SE(gi-gj)	۲/۹۹۳	-۰/۲۲۷

\*، \*\*، n.S: به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم وجود اختلاف معنی دار.

!!

## جدول ۴ برآورد نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی بر خصوصی در کرج (۱۳۸۳)

واریانس ترکیب پذیری عمومی بر خصوصی GCA/SCA	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	عملکرد شکر سفید	درصد قند	درصد شکر		سديم	نیترژن	راندمان استحصال	درصد قند ملاس
					قابل استحصال	پتاسیم				
	۱/۳۷۰	۱/۳۸۹	۱/۳۹۴	۱/۰۶۸	۱/۱۴۱	۰/۷۴۳	۱/۱۸۷	۲/۴۵۵	۱/۱۶۵	۱/۱۰۱

!!

**References:****منابع مورد استفاده:**

- احمدی، م. ۱۳۷۵. برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات کمی و کیفی در تلاقی دای آلل چغندر قند. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی.
- اوراضی زاده، م. ۱۳۸۰. تجزیه ژنتیکی مقاومت به بولتینگ و بیماری لکه برگ در چغندر قند. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشگاه آزاد کرج، دانشکده کشاورزی.
- عزیزپور، م. ح. ۱۳۸۰. بررسی تجزیه ژنتیکی مقاومت به گال زگیلی در چغندر قند. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی.
- یاوری، ن. ۱۳۸۰. گزارش نهایی طرح تهیه لاین های خالص دابل هابلوئد منوژرم چغندر قند در شرایط درون شیشه ای و ارزیابی صفات کمی و کیفی آن ها. مؤسسه تحقیقات چغندر قند.
- ولی زاده، م. ۱۳۷۳. ژنتیک کمی و نقش آن در افزایش عملکرد محصولات زراعی. مجموعه مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه تهران.
- Antonov I (1985) Effect of parents on yield and quality in hybrid of sugar beet. *Plant Breed.* Abs.55(2): 1146
- Doney DL, Theurer JC, Wyse RE (1985) Respiration efficiency and heterosis in sugar beet. *Crop Sci.* 25: 448-450
- 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. J. Agric. Res.* 11:327-338
- Oldemeyer RK (1994) General combining ability of sugar beet inbreds as determined with two different top cross testers. *Proc. Amer. Sugar Beet Technol.* 8:59-63
- Rajabi A, Griffiths H, Ober ES, Kromdijk W, Pidoon GD (2008) Genetic characteristics of water use related traits in sugar beet. *Euphytica.* 160: 175-187
- Singh NK, Chaudhary BO (1979) Biometrical method in quantitative genetic analysis. Kalyani Publishers New Delhi.

Smith GA, Hecker RJ, Maag GW, Rasmuson DM (1973) Combining ability and gene action estimates in an eight parent diallel cross of sugar beet. *Crop Sci.* 13:312-316

Srivastava HM, Kapur R, Srivastava BL (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