

## تجزیه ساختار ژنتیکی برخی صفات مهم زراعی در برنج با استفاده از تجزیه لاین × تستر

حسین رحیم سروش و علی مؤمنی<sup>۱</sup>

### چکیده

به منظور تعیین ساختار ژنتیکی شماری از صفات مهم زراعی و هم‌چنین قابلیت‌های ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی آنها به منظور استفاده در برنامه‌های اصلاحی برنج، تعداد ۸ ژنوتیپ برنج در قالب تجزیه لاین × تستر مورد بررسی قرار گرفتند. کلیه ژنوتیپ‌ها، شامل ۱۵ نسل F<sub>1</sub> به همراه ۸ ژنوتیپ والدی، در سال ۱۳۸۰، برای ۱۱ صفت مهم زراعی و کمی از جمله عملکرد و اجزای آن، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بررسی شدند. واریانس قابلیت‌های ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) برای اغلب صفات معنی‌دار شد. از میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی ارقام خزر و سالاری دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای عملکرد دانه بودند. در حالی که برای صفت تعداد پنجه بارور ارقام سالاری و کانتو دارای قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌داری بودند. تلاقی‌های سنگ‌جو/دمسیاه، لاین ۲۱۳/سالاری و کانتو/حسن‌سرایی دارای قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار برای صفت عملکرد دانه بودند. سهم واریانس افزایشی برای صفات تعداد دانه پر درخواشه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، عرض دانه، وزن هزار دانه بیشتر از واریانس غالیت بوده در حالی که برای سایر صفات میزان واریانس غالیت بر افزایشی فزونی داشت. بنابراین ژنوتیپ‌های با ترکیب‌پذیری عمومی می‌توانند به عنوان یکی از ارقام والدینی در برنامه اصلاح صفات مورد بررسی، استفاده شوند و تلاقی‌های با ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار، می‌توانند در برنامه تولید واریته‌های برنج هیبرید مورد استفاده قرار گیرند.

**واژه‌های کلیدی:** ساختار ژنتیکی، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، واریانس ژنتیکی، لاین × تستر، برنج

(۱). برنامه اصلاح برنج به منظور افزایش عملکرد و هم‌چنین بهبود کیفیت و مقاومت در برابر انواع تنفس‌های زنده و غیر زنده از اهداف مهم برنامه‌های بهترزایی در سطح بین‌المللی و ملی می‌باشد. تعیین ساختار ژنتیکی و برآوردهای ترکیب‌پذیری ارقام و لاین‌ها می‌تواند اساس تصمیم‌گیری در مورد نحوه استفاده از تنوع موجود در ژرم‌پلاسم مورد نظر در برنامه

### مقدمه

برنج بعد از گندم دومین محصول عمده زراعی از نظر سطح زیرکشت و اولین محصول زراعی از نظر میزان تولید در سطح جهان در سال ۲۰۰۰ میلادی بود(۱۶). این گیاه زراعی محصول عمده غذایی برای حدود نیمی از جمعیت دنیا می‌باشد (۱۱). برنج در ایران نیز بعد از گندم در درجه دوم اهمیت قرار دارد

۱. به ترتیب مرتب و استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

نتیجه‌ای نیز توسط مومنی (۳) پس از بررسی میزان ترکیب‌پذیری و توارث‌پذیری صفات در هفت رقم برنج گزارش شد. در این بررسی مشخص شد که در کترل ژنتیکی صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد پنجه در بوته، عرض برگ پرچم، هم واریانس ژنتیکی افزایشی و هم غیرافزایشی با برتری واریانس ژنتیکی افزایشی دخالت دارند. سینگ و ناندا (۲۲) در بررسی بر روی ۶ رقم برنج به روش دایآل، ترکیب‌پذیری معنی‌داری برای صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشة، طول خوشة و تعداد خوشة در بوته گزارش کردند. بررسی کاه (۱۵) در رابطه با ترکیب‌پذیری و هتروزیس صفات در برنج نشان داد که آثار ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی بسیار معنی‌داری برای صفت عملکرد و اجزای عملکرد وجود دارد. برآوردهای ترکیب‌پذیری برای صفات عملکرد و اجزای آن به وسیله علی و همکاران (۶) حاکی از معنی‌دار بودن میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای همه صفات به جز درصد خوشه‌های بارور می‌باشد.

کیم و روگر (۱۴) پس از بررسی ترکیب‌پذیری و هتروزیس صفات عملکرد و اجزای عملکرد در برنج هیرید، گزارش نمودند که در صفات مورد بررسی، سهم آثار ترکیب‌پذیری عمومی بیشتر از ترکیب‌پذیری خصوصی بوده است. مطالعات سارданا و بورتاكار (۱۹) در برنج ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌داری را برای صفات عملکرد دانه در بوته، روزهای تا خوشده‌ی، ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول خوشه، طول و عرض برگ پرچم، تعداد دانه پر در خوشه و وزن صدادنه نشان داد. موهان کومار و همکاران (۱۷) در بررسی بر روی تعدادی صفت فیزیکو-بیوشیمیایی مؤثر بر تحمل به خشکی در برنج در دو محیط به روش لاین × تستر نشان دادند که در هر دو محیط برای صفات مورد بررسی آثار ژنی افزایشی مؤثر بوده‌اند و نسبت واریانس ژنتیکی افزایشی به غیر افزایشی نیز بیشتر از یک بوده است که حاکی از فزونی ژن‌های افزایشی در کترل این صفات می‌باشد.

هدف از پژوهش حاضر تعیین ساختار ژنتیکی و هم‌چنین

اصلاحی باشد. ارقام و لاین‌هایی برای استفاده در برنامه‌های بهترزایی مناسب می‌باشند که علاوه بر دارا بودن صفت مورد نظر در حد مطلوب، قابلیت ترکیب‌پذیری خوبی با سایر ارقام به منظور انتقال صفت مطلوب خود داشته باشند (۴).

مطالعات زیادی در زمینه تعیین ساختار ژنتیکی و ترکیب‌پذیری ارقام در گیاهان زراعی متعدد به روش‌های مختلف ژنتیک کمی انجام شده است. یکی از روش‌های کمی برای تعیین قابلیت‌های ترکیب‌پذیری ارقام توسط گریفینگ (۱۰) ارایه شد. مطالعات در زمینه بررسی قابلیت‌های ترکیب‌پذیری از دیر باز برای خصوصیات مختلف در گیاهان بسیاری انجام گرفته است (۱۰، ۹، ۸ و ۱۳)، ولی اطلاعات در زمینه ساختار ژنتیکی و قابلیت‌های ترکیب‌پذیری ارقام برنج تا اندازه‌ای محدود می‌باشد (۱۲). روش‌های مختلف ژنتیک کمی از جمله روش لاین × تستر در این رابطه مورد استفاده فراوان قرار گرفته است. در روش اخیر چندین ژنوتیپ به عنوان تستر برای برآورد قابلیت‌های ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی شماری ژنوتیپ و هم‌چنین انواع آثار ژنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از ویژگی‌های مهم چنین روشی به دست آوردن اطلاعات ژنتیکی کافی از طریق استفاده از تعداد بیشتری از ارقام با انجام تعداد کمتری تلاقی در مقایسه با سایر روش‌های ژنتیک کمی می‌باشد (۲۱).

چوگان (۲) با بررسی ۳ تستر و ۶ لاین خالص ذرت به روش تجزیه لاین × تستر نتیجه گرفت که ترکیب‌پذیری عمومی اکثر لاین‌ها در اکثر موارد دردو تراکم نرمال و تراکم بالا متفاوت و معنی‌دار بود. آشوك و همکاران (۷) با بررسی قابلیت ترکیب‌پذیری از طریق تجزیه لاین × تستر در آفتابگردان گزارش کردند که سهم واریانس افزایشی در مورد اغلب صفات بر نوع غیرافزایشی آن فزونی داشته است.

بررسی‌های انجام شده توسط هنرنژاد (۵) برای شناخت خصوصیات ژنتیکی و قابلیت ترکیب‌پذیری واریته‌های برنج نشان داد که تمامی صفات مورد بررسی دارای میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌داری می‌باشند. چنین

صفات مورد بررسی در این پژوهش شامل ۱۱ صفت زراعی و کمی مانند تعداد پنجه بارور، تعداد دانه پر در خوش، طول و عرض برگ پرچم (سانتی متر)، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل دهنی (روز)، طول و عرض دانه (میلی متر)، وزن هزاردانه (گرم)، ارتفاع بوته (سانتی متر) و طول خوش (سانتی متر) و عملکرد دانه (تن در هکتار) بودند. تجزیه واریانس صفات بر اساس مدل آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای کلیه صفات با استفاده از میانگین هر صفت، که شامل میانگین تعداد ۱۰ نمونه انتخابی به طور تصادفی از هر واحد آزمایشی بودند، برای ژنتوتیپ‌های مختلف انجام گرفت. تجزیه واریانس و برآوردهای ترکیب پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) بر اساس روش لاین  $\times$  تستر و برای هر صفت اندازه‌گیری شده، صورت گرفت (۲۱). هم‌چنین برای تجزیه‌های آثار تلاقی‌ها به اجزای آن و محاسبه واریانس ژنتیکی، افزایشی و غالیست، از روش پیشنهادی کمپتوون (۱۳) استفاده شد. درجه غالبیت از رابطه  $\sqrt{\frac{25D}{6A}}$  محاسبه شد و برای آزمون آثار ترکیب پذیری عمومی آماری ۶/۱۲ SAS برای انجام تجزیه‌های آماری مختلف استفاده شد.

## نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس صفات مختلف برای ژنتوتیپ‌ها شامل والدین، تلاقی‌ها و والدین  $\times$  تلاقی‌ها نشان داد که بین والدین و هم‌چنین تلاقی‌های حاصل از آنها برای کلیه صفات مورد بررسی، به جز طول دانه و عرض برگ پرچم برای تلاقی‌ها، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۱). این امر نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی کافی بین ارقام والدینی و تلاقی‌های آنها از نظر این صفات می‌باشد. تجزیه اثر تلاقی‌ها به اجزای خود، شامل لاین‌ها، تسترهای و اثر مقابل لاین‌ها  $\times$  تسترهای نیز نشان داد که بین لاین‌ها از نظر همه صفات در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت

برآوردهای قابلیت‌های ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات مختلف و تعیین سهم واریانس‌های ژنتیکی و آثار ژنی در تعدادی از ارقام برنج ایرانی و استفاده از این اطلاعات در برنامه‌های اصلاح برنج بوده است.

## مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این بررسی شامل ۸ ژنتوتیپ برنج بود که از میان آنها تعداد ۵ ژنتوتیپ به اسمی خزر، سنگجو، لاین ۲۱۳، لاین ۲۲۹ و کانتو ۵۱ از دسته ارقام و لاین‌های پرمحصول با عملکرد بیش از پنج تن در هکتار، پاکوتاه و مقاوم به خواهدگی بوته، به عنوان لاین و ۳ ژنتوتیپ به اسمی سالاری، دمسیاه و حسن‌سرابی، از دسته ارقام ایرانی کم محصول با عملکرد ۳-۲/۵ تن در هکتار با کیفیت پخت مطلوب ولی پابلند و حساس به بیماری بلاست، به عنوان تستر مورد استفاده قرار گرفتند تا قابلیت ترکیب پذیری ارقام پرمحصول (لاین‌ها) در تلاقی با ارقام کم محصول (تسترهای) از نظر صفات مهم زراعی ارزیابی شود و هم‌چنین آثار ژنی صفات به منظور انتخاب بهترین روش اصلاحی برای دستیابی به ارقام پاکوتاه با عملکرد زیاد و دارای کیفیت مطلوب مورد بررسی قرار گیرد. کلیه تلاقی‌های بین ژنتوتیپ‌های برنج مورد استفاده در این پژوهش بر پایه روش لاین  $\times$  تستر در سال ۱۳۷۹ انجام گرفت. به این ترتیب که هر یک از لاین‌ها با هر یک از تسترهای به طور جداگانه تلاقی داده شد. نتایج به دست آمده از پانزده تلاقی (F1‌ها) به همراه هشت والد یعنی پنج لاین و سه تستر جمعاً ۲۳ ژنتوتیپ را تشکیل دادند که در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه آزمایشی مؤسسه تحقیقات برنج، رشت، برای صفات مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. مساحت هر واحد آزمایشی ۹ مترمربع بود و بوته‌ها با فاصله ۲۵  $\times$  ۲۵ سانتی متر در زمین اصلی تک نشا شدند. سطح برداشت شالی ۴ متر مربع از هر واحد آزمایشی (۶۴ بوته) پس از حذف دو ردیف حاشیه بود. عملکرد دانه پس از خرمن کوبی با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد.

جدول ۱. تجزیه و اریانس صفات مختلف ارقام والدینی و تلاقي های حاصل بر اساس روش لابن × نتیر در پرینت

\* \* \* : به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns : غير معنـى دار

معنی دار برای عملکرد دانه و همچنین تعداد دانه پر درخوش، طول و عرض برگ پرچم، طول دانه، وزن هزاردانه، ارتفاع بوته و طول خوش قابلیت چندانی در انتقال این صفات نداشته و در نتیجه باعث کاهش مقادیر این صفات در نتاج حاصل از خود می‌گردد، درحالی که علت کاهش عملکرد دانه در نتاج رقم حسن‌سرایی ناشی از GCA منفی و معنی دار برای صفات تعداد پنجه‌بارور، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و ارتفاع بوته می‌تواند باشد. ارقام کانتو و سالاری دارای GCA مثبت و معنی دار برای صفت تعداد پنجه بوده‌اند بنابراین می‌توانند این صفات را به خوبی به نتاج منتقل نموده و باعث افزایش این صفت به عنوان جزء مهمی از عملکرد شوند، ولی ارقام خزر و حسن‌سرایی دارای GCA منفی و معنی دار برای این صفت بوده‌اند و سبب کاهش صفت تعداد پنجه در نتاج حاصل می‌شوند.

ارقام خزر و سالاری با دارا بودن GCA مثبت و معنی دار برای صفت طول خوش پتانسیل استفاده به عنوان والدین برای انتقال طول خوش بیشتر به نتاج را دارند، ضمن این که رقم خزر با داشتن GCA مثبت و معنی دار برای صفت تعداد دانه پر درخوش می‌تواند این صفت را به نتاج خود منتقل نماید. ارقام سنگ‌جو، حسن‌سرایی و لاینهای ۲۱۳ و ۲۲۹ با داشتن GCA منفی و معنی دار برای صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و بوده و بدین ترتیب می‌توانند سبب کوتاه شدن دوره گل‌دهی و در نتیجه زودرسی نتاج شوند. برای صفت طول دانه و وزن هزاردانه رقم خزر دارای GCA مثبت و معنی دار بوده و از والدین مناسب برای افزایش این صفت می‌باشد. وضعیت عرض دانه در لاین مذکور متفاوت بود، بدین صورت که می‌تواند سبب کاهش عرض دانه که صفت مطلوبی از حیث بازار پسندی می‌باشد، شود.

برای صفت ارتفاع بوته لاینهای ۲۱۳ و ۲۲۹ و رقم دمسیاه با GCA مثبت و معنی دار موجب افزایش ارتفاع بوته در نتاج و انتقال صفت پابلندی می‌شوند در حالی که وجود GCA منفی و معنی دار برای این صفت در ارقام کانتو و حسن‌سرایی می‌تواند

و تسترهای برای صفاتی مهم مانند تعداد پنجه بارور، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد و برای وزن هزاردانه و عملکرد در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نشان دادند. در حالی که اثر تسترهای برای صفاتی مانند تعداد دانه پر درخوش، طول و عرض برگ پرچم و طول و عرض دانه معنی‌دار نشد (جدول ۱). بنابراین می‌توان چنین اظهار داشت که در مرور این صفات اختلاف بین لاینهای بیشتر از تسترهای بوده است. اثر متقابل بین لاینهای و تسترهای نیز در کلیه موارد جز طول دانه و عرض برگ پرچم معنی‌دار شده است که این امر می‌تواند حاکی از واکنش متفاوت لاینهای در ترکیب با تسترهای مختلف در رابطه با قابلیت انتقال صفات باشد.

تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی لاینهای و تسترهای (جدول ۲) نشان داد که ارقام خزر و سالاری از نظر عملکرد دانه دارای ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) مثبت و معنی‌دار بوده ولی ارقام سنگ‌جو، کانتو و حسن‌سرایی دارای GCA منفی و معنی‌دار بوده‌اند. بر این اساس می‌توان اظهار داشت که ارقام خزر و سالاری دارای قابلیت ترکیب عمومی و توانایی خوبی برای انتقال صفت عملکرد بوده‌اند و از این جهت می‌توانند به عنوان یکی از والدین در برنامه اصلاح برای عملکرد مورد استفاده واقع شوند در حالی که ارقام سنگ‌جو، کانتو و حسن‌سرایی به علت دارا بودن قابلیت ترکیب عمومی منفی برای صفت یاد شده نمی‌توانند در برنامه‌های اصلاحی برای عملکرد مدد نظر قرار گیرند.

رقم خزر همچنین با دارا بودن قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی دار برای صفات تعداد دانه پر در خوش، طول و عرض برگ پرچم، تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی، طول دانه، وزن هزاردانه و طول خوش می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه گردد و از این حیث می‌تواند به عنوان رقمی مطلوب در برنامه اصلاحی بونج برای اصلاح صفات یاد شده مورد توجه قرار گیرد. این نتیجه همچنین در مورد رقم سالاری برای صفاتی مانند تعداد پنجه بارور تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و طول خوش مصدق می‌باشد. رقم کانتو با دارا بودن GCA منفی و

جدول ۲. ترکیب پذیری عمومی (GCA) لاین‌ها، تست‌ها برای صفات مختلف برنج

لاین‌ها	امثله	اعمال کرداده	تعداد پیشنهاد	تعداد دانه پر در	طول برگ پرچم	عرض برگ پرچم	تعداد روز تا ۵۰٪	عرض دانه	وزن هزار دانه (g)	ارتفاع بوره (cm)
خمر	۰/۰۵۰**	-•/۷۲۳۱NS	•/۹۰۸**	-•/۰۹*	•/۷۴۲*	•/۷۸*	۰/۳۳۳**	۰/۷۸*	۰/۹۰۸**	۱/۸۰۰**
سنگ‌چو	-۰/۰۵۱NS	-۲/۳۱۱NS	•/۳۶۹NS	-•/۱۸۷**	•/۳۴۸NS	-۰/۰۷NS	-۰/۳۳۳NS	-۰/۰۷NS	-۰/۳۳۳NS	-۰/۰۵۱NS
لاین ۲۱۳	۱/۰۵۰*	۱/۴۵۷**	-۰/۲۴۲NS	-•/۰۷NS	-۰/۰۷NS	-۰/۰۷NS	-۰/۰۰۰**	•/۰۷NS	-۰/۰۷NS	۱/۰۵۰*
لاین ۲۲۹	-۱/۰۳۷۹*	۳/۲۲۲۳*	•/۳۹۱NS	-•/۰۰۹NS	-•/۰۰۹NS	-•/۰۰۹NS	-۰/۱۱۱**	-۰/۰۹*	-۰/۰۹*	-۱/۰۳۷۹*
کاتر ۵	-۱/۰۲۱۰*	-۱/۰۶۴۶**	-۰/۰۷۷۶*	-•/۰۷۷۶*	-•/۰۷۷۶*	-•/۰۷۷۶*	-۰/۰۵۷*	-۰/۰۵۷*	-۰/۰۵۷*	-۱/۰۲۱۰*
اشتباه معيار (لاین)	۰/۰۵۲۶*	۱/۰۶۱*	•/۲۸۵	•/۰۸۸	•/۰۸۸	•/۰۸۸	•/۰۳۰	•/۰۵۸	•/۰۳۷	۰/۰۵۲۶*
تسرمه	-۰/۰۳۷۷NS	-۳/۰۰۱*	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰*	-۰/۰۰۰*	-۰/۰۰۰*	-۰/۰۳۷۷NS
حسن سراجی	-۰/۰۳۷۷NS	-۳/۰۰۱*	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰*	-۰/۰۰۰*	-۰/۰۰۰*	-۰/۰۳۷۷NS
سالاری	-۰/۰۳۷۷NS	-۳/۰۰۱*	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰*	-۰/۰۰۰*	-۰/۰۰۰*	-۰/۰۳۷۷NS
دمسیاه	-۰/۰۳۷۹NS	۲/۰۶۱۵*	۰/۰۵۱۳NS	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰VNS	-۰/۰۰۰*	-۰/۰۰۰*	-۰/۰۰۰*	-۰/۰۳۷۹NS
اشتباه معيار (تسنیر)	۰/۰۴۰۷*	۱/۰۲۰*	•/۰۲۲۱*	•/۰۲۲۱*	•/۰۲۲۱*	•/۰۲۲۱*	•/۰۰۰*	•/۰۰۰*	•/۰۰۰*	۰/۰۴۰۷*

\* و \*\* : به ترتیب معنی دار و غیرمعنی دار

ns : غیرمعنی دار

اسامي داخل پرانتز نامهای مربوط به کد های متناظر می باشد.

غیرافزایشی فزونی داشته و این نکته نشان دهنده قابلیت مطلوب انتقال این دسته از صفات می‌باشد ولی برای صفاتی مانند عملکرد دانه، تعداد پنجه بارور، طول برگ پرچم نسبت سهم واریانس افزایشی به واریانس غالیت کمتر بوده است. سینگ و شارما (۲۰) برآثار افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در شکل‌گیری صفات عملکرد و اجزای عملکرد اشاره داشته‌اند و نقش آثار غیر افزایشی را بیشتر از آثار افزایشی گزارش کردند. پراساد و همکاران (۱۸) گزارش نمودند که در شکل‌گیری صفات تعداد روزهای تا شروع گل‌دهی، ارتفاع بوته و تعداد دانه درخوشه آثار افزایشی ژن‌ها و برای صفاتی مانند تعداد خوشه در بوته و عملکرد دانه آثار غیرافزایشی ژن‌ها سهم بیشتری داشته‌اند و میزان SCA برای این دسته از صفات بالا گزارش شده که نشان دهنده وجود آثار غالیت در کنترل این صفات است.

این پژوهش فرصتی را جهت کسب اطلاعات لازم در رابطه با ساختار ژنتیکی تعدادی از ارقام بونج برای استفاده در برنامه اصلاحی که هر کدام از آنها دارای ویژگی‌های مطلوبی از لحاظ تعدادی صفات مهم بوده‌اند، فراهم آورد. مشخص شد که تعدادی از ارقام مورد بررسی دارای قابلیت ترکیب پذیری و انتقال خوبی برای عملکرد، تعدادی از اجزای آن و همچنین سایر خصوصیات مورفولوژیکی مهم بوده‌اند. بدین جهت از این ارقام می‌توان به عنوان یکی از والدین تلاقی‌ها در برنامه اصلاح بونج استفاده نمود. به ویژه آن که در مورد تعدادی از این صفات مشخص شد که سهم واریانس افزایشی در کنترل این دسته از صفات بر سهم غیرافزایشی آن غلبه داشته و این نکته فرست را برای تثبیت ژنتیکی خصوصیات ذکر شده و تولید لاین‌های خالص و مطلوب برای صفات یاد شده فراهم می‌آورد. همچنین بررسی تعدادی از تلاقی‌های ارقام و میزان ترکیب‌پذیری خصوصی بالا و معنی دار نشان داد که می‌توان از ارقام مطلوب با ویژگی یاد شده در برنامه تولید بونج هیبرید و اصلاح بونج هیبرید، که بر پایه استفاده از سهم غیرافزایشی واریانس ژنتیکی استوار می‌باشد، استفاده نمود.

نوید انتخاب لاین‌های پاکوتاه درنتاج این واریته‌ها را دهد. هنرنژاد (۵) با بررسی برآورده اثر ژن‌ها و ترکیب‌پذیری برخی از صفات کمی بونج به روش دای‌آلل گزارش نمود که واریته سپیدرود با دارا بودن GCA مثبت و معنی دار با میانگین ۳۱ پنجه می‌تواند یکی از والدین مناسب برای انتقال صفت پنجه بیشتر به نتاج باشد. درحالی که واریته‌های خزر و حسنی با GCA منفی و معنی دار می‌توانند موجب کاهش تعداد پنجه شوند. وی هم‌چنین گزارش کرد که وجود GCA منفی و معنی دار برای واریته‌های خزر و IR28 این امید را می‌دهد که در بین نتاج این واریته‌ها بتوان لاین‌های پاکوتاه را یافت. درحالی که دمسياه و حسنی می‌توانند با GCA مثبت و معنی دار خود موجب افزایش ارتفاع بوته نتاج شوند.

بررسی ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) نتاج حاصل از تلاقی‌ها نشان داد که تلاقی‌های سنگجو/دمسياه، لاین ۲۱۳/سالاری و کانتو/حسن‌سرایی از نظر عملکرد دانه، تلاقی‌های خزر/دمسياه، لاین ۲۲۹/حسن‌سرایی و کانتو/سالاری از نظر تعداد پنجه بارور، تلاقی‌های خزر/حسن‌سرایی و سنگجو/دمسياه از نظر تعداد دانه پر درخوشه دارای SCA مثبت و معنی دار بوده‌اند (جدول ۳). با توجه به این نکته که قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی، سهم غیرافزایشی واریانس ژنتیکی را بیان می‌کند، تلاقی‌های مذکور می‌توانند در برنامه اصلاح و تولید بونج هیبرید که بر پایه استفاده از واریانس ژنتیکی غیرافزایشی استوار می‌باشد مورد توجه قرار گیرند. تلاقی‌های خزر/سالاری، خزر/دمسياه و سنگجو/حسن‌سرایی، لاین ۲۱۳/حسن‌سرایی و کانتو/حسن‌سرایی باداشتن SCA منفی و معنی دار برای صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشده‌ی موجب کاهش طول دوره رسیدگی در نتاج خود شده‌اند.

برآوردهای اجزای واریانس ژنتیکی برای صفات مختلف (جدول ۴) نشان داد که برای صفات تعداد دانه پر درخوشه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، عرض دانه و وزن ۱۰۰۰-دانه نسبت واریانس افزایشی ژنتیکی به غیر افزایشی بیشتر از یک بوده و بدین ترتیب سهم و تعداد ژن‌های افزایشی بر

جدول ۳. برآوردهای ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) لاین‌ها و تسترهای برای صفات معنی دار در ژنتیک‌های برنج

ردیف	صفات	تلاقي	عملکرد	تعداد پنجه	تعداد دانه پدر	طول برگ	عرض برگ	تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی (روز)	عرض دانه (mm)	ارتفاع بوته (cm)
۱	خزر/ حسن‌سرایی	۱×۶	-۰/۲۰۷ <sup>ns</sup>	-۱/۳۵۲ <sup>ns</sup>	۹/۰۷۷ <sup>**</sup>	-۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>	۵/۰۷۳۴ <sup>**</sup>	-۰/۰۷۱ <sup>ns</sup>	-۰/۷۴۷ <sup>ns</sup>
۲	خزر/ سالاری	۱×۷	۰/۱۰۳ <sup>ns</sup>	-۰/۲۴۵ <sup>ns</sup>	۴/۱۱۱ <sup>ns</sup>	-۳/۲۰۱ <sup>**</sup>	-۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	-۳/۴۰۰ <sup>**</sup>	-۰/۰۶۶ <sup>ns</sup>	-۰/۸۵۱ <sup>ns</sup>
۳	خزر/ سالاری	۱×۸	۰/۱۰۴ <sup>ns</sup>	۱/۰۵۹۵ <sup>*</sup>	-۱۴/۶۵۶ <sup>*</sup>	-۰/۸۷۵ <sup>*</sup>	-۰/۰۰۴ <sup>ns</sup>	-۲/۳۳۳ <sup>**</sup>	۰/۱۳۸ <sup>*</sup>	۶/۰۹۷ <sup>*</sup>
۴	خزر/ دمسیاه	۲×۶	-۰/۱۲۰ <sup>ns</sup>	۱/۴۷۱ <sup>ns</sup>	-۷/۹۲۲ <sup>ns</sup>	-۰/۰۱۱ <sup>ns</sup>	-۱/۹۳۴ <sup>**</sup>	-۰/۰۱۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۱۰ <sup>ns</sup>	-۰/۸۷۵ <sup>ns</sup>
۵	سنگ‌جو/ حسن‌سرایی	۲×۷	-۰/۰۵۵۰ <sup>*</sup>	-۰/۶۸۹ <sup>ns</sup>	-۰/۷۳۲ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>	۲/۵۹۹ <sup>**</sup>	-۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>	-۰/۰۲۴ <sup>ns</sup>	-۲/۱۵۴ <sup>ns</sup>
۶	سنگ‌جو/ سالاری	۲×۸	۰/۶۷۱ <sup>*</sup>	-۰/۷۸۸ <sup>ns</sup>	۸/۶۴۵ <sup>*</sup>	-۰/۰۳۷ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	-۰/۰۶۷ <sup>ns</sup>	-۰/۰۱۳ <sup>ns</sup>	-۱/۲۷۸ <sup>ns</sup>
۷	سنگ‌جو/ دمسیاه	۳×۶	-۰/۴۲۴ <sup>ns</sup>	-۱/۹۰۷ <sup>*</sup>	۷/۴۱۱ <sup>ns</sup>	-۴/۰۹۵ <sup>**</sup>	-۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>	-۲/۳۷۸ <sup>**</sup>	-۰/۰۶۲ <sup>ns</sup>	-۰/۷۱۰ <sup>ns</sup>
۸	لاین ۲۱۳/ حسن‌سرایی	۳×۷	۰/۶۰۹ <sup>*</sup>	۱/۴۴۳ <sup>ns</sup>	-۰/۸۵۶ <sup>ns</sup>	-۰/۰۹۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۲۶ <sup>ns</sup>	-۰/۱۰۵ <sup>ns</sup>	-۰/۰۶۳ <sup>ns</sup>	۴/۴۱۹ <sup>ns</sup>
۹	لاین ۲۱۳/ سالاری	۳×۸	-۰/۱۸۳ <sup>ns</sup>	-۰/۰۷۳ <sup>ns</sup>	۷/۵۳۴ <sup>*</sup>	-۰/۰۳۰ <sup>ns</sup>	۲/۲۲۲ <sup>**</sup>	-۰/۰۲۱ <sup>ns</sup>	-۰/۰۲۴ <sup>ns</sup>	۱/۲۹۰ <sup>ns</sup>
۱۰	لاین ۲۱۳/ دمسیاه	۴×۶	-۰/۲۱۴ <sup>ns</sup>	۳/۱۰۴ <sup>**</sup>	-۱۴/۶۴۴ <sup>**</sup>	-۰/۲۸۷ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	-۰/۱۱۳ <sup>*</sup>	-۰/۱۱۳ <sup>*</sup>	۷/۰۹۱ <sup>*</sup>
۱۱	لاین ۲۲۹/ حسن‌سرایی	۴×۷	-۰/۰۸۰ <sup>ns</sup>	-۲/۲۲۳ <sup>*</sup>	۵/۶۲۲ <sup>ns</sup>	-۰/۰۲۹ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	-۱/۲۷۰ <sup>ns</sup>
۱۲	لاین ۲۲۹/ سالاری	۴×۸	۰/۲۹۴ <sup>ns</sup>	-۰/۰۸۸ <sup>ns</sup>	-۰/۰۲۲ <sup>ns</sup>	-۰/۰۲۵ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	-۰/۱۱۸ <sup>*</sup>	-۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	-۶/۳۲۲ <sup>ns</sup>
۱۳	لاین ۲۲۹/ دمسیاه	۵×۶	۰/۹۶۷ <sup>**</sup>	-۱/۳۱۸ <sup>ns</sup>	۴/V <sup>ns</sup>	-۰/۰۵۱ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۷ <sup>ns</sup>	-۰/۱۲۹ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>	۴/۷۴۰ <sup>ns</sup>
۱۴	کانتو ۵۱/ حسن‌سرایی	۵×۷	-۰/۰۸۲ <sup>ns</sup>	۱/۷۲۲ <sup>*</sup>	-۳/V <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>	-۰/۰۲۴ <sup>ns</sup>	-۴/۴۵۱ <sup>ns</sup>
۱۵	کانتو ۵۱/ سالاری	۵×۸	-۰/۰۸۸ <sup>ns</sup>	-۰/۰۸۷ <sup>ns</sup>	-۲/V <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>	-۰/۰۳۱۶ <sup>**</sup>	۱/۳۳۳ <sup>*</sup>	۰/۲۹۰ <sup>ns</sup>
	کانتو ۵۱/ دمسیاه					-۰/۰۵ <sup>ns</sup>	-۰/۰۸۴ <sup>ns</sup>	-۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۱/۳۳۳ <sup>*</sup>	-۰/۰۳۱۶ <sup>**</sup>
	اشتباه معیار					۳/۵۶۵	۱/V <sup>ns</sup>	-۰/۰۴۵	۰/۳۴۵	۰/۰۳۲
						۰/۶۵۲	-۰/۰۵۲	-۰/۱۸۴	-۰/۱۸۴	۲/۷۹

\* و \*\* : به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns : غیرمعنی دار

جدول ۲: سهم اجرای واریانس زنگنه بای صفات مورد بررسی در ارقام بنج مود استفاده بر اساس روش لاین × نتسر

صفات	اجزای واریانس	عمکردنه	تماد پجه	تماد دانه	عرض برگ	طول برگ	تماد روز تا ۰۵٪	ارتفاع بوته	طول خوشه
واریانس افزایشی	واریانس غالبیت	درجه غالیت	سهم واریانس غالبیت	سهم واریانس میحطی	سهم واریانس افزایشی	واریانس غالبیت	واریانس غالبیت	واریانس غالبیت	واریانس غالبیت
بارور	برخوشه	پرچم	پرچم	کلدهی (رون)	عرض دانه	طول دانه	تماد روز تا ۰۵٪	(cm)	(cm)
(t/ha)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(cm)	(cm)
۰/۲۰۸	۱/۴۳۴	۰/۱۰۰	۰/۵۳۲	۰/۹۲	۰/۸۸۶۱	۰/۰۱۱	۰/۰۷۶	۰/۵۱۶	۰/۵۱۶
۰/۳۷۷	۰/۳/۸	۰/۱۰۳	۰/۷۷۷	۰/۷۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۱۱۹	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸
۰/۱۸۲	۰/۲/۲۷	۰/۳۱۰	۰/۳۰۰	۰/۶۹	۰/۰۰۰	۰/۱۱۲	۰/۴۴۳	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰
۰/۷۴۱	۰/۵/۹۳	۰/۱/۶۶	۰/۸۰۰	۰/۹۶	۰/۳۳۳	۰/۰۸۹	۰/۷۷۲	۰/۷۷۸	۰/۷۷۸
۰/۲۰۶	۰/۱/۵۱	۰/۱/۵۱	۰/۸۰۰	۰/۹۶	۰/۴۳۱	۰/۰۰۰	۰/۶۶۶	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰
۰/۵	۰/۲/۵۶	۰/۰/۷۶	۰/۰/۰	۰/۹۲	۰/۰/۰	۰/۰/۰	۰/۰/۰	۰/۰/۰	۰/۰/۰

**سپاسگزاری**

این پژوهش را در بخش، میسر ساختند و همچنین مؤسسه تحقیقات برنج که اعتبارات لازم برای انجام پژوهش یاد شده را فراهم نمود، کمال تشکر را می‌نمایند.

بدین وسیله از همه همکاران بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر مؤسسه تحقیقات برنج کشور که هرگونه همکاری برای انجام

**منابع مورد استفاده**

۱. بی نام، ۱۳۷۷. گزارش هفتمین گردهمایی برنج کشور، معاونت زراعت وزارت کشاورزی، تهران.
۲. چوگان، ر. ۱۳۷۸. برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری، واریانس افزایشی و غالبیت صفات در لاینهای ذرت با استفاده از تلاقی لاین × تستر. نهال و بذر (۱۵)۴۷-۵۰.
۳. مؤمنی، ع. ۱۳۷۴. بررسی قابلیت ترکیب‌پذیری، نوع عمل ژن و بررسی همبستگی‌ها برای صفات مهم زراعی در ارقام مختلف برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
۴. وجودانی، پ. و ن.ع. سپهوند. ۱۳۷۲. بررسی قدرت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ارقام گندم نان. نهال و بذر (۲۳)۹ و (۲۲)۱۸.
۵. هرنژاد، ر. ۱۳۷۳. خصوصیات ژنتیکی و قابلیت ترکیب‌پذیری واریته‌های برنج. علوم کشاورزی ایران (۲۵)(۴): ۳۱-۵۰.
6. Ali , S. S., S. Jahangeer, H. Jafri and M.A. Butt. 1995. Diallel analysis for combining ability in rice. Plant Breed. 65: 369 (Abstr.).
7. Ashok, A., N. M. Sheriff and S. L. Narayanan. 2000. Combining ability studies in sunflower (*Helianthus annus* L.). J. Crop Res. 20:457- 462.
8. Baker, R. J. 1978. Issues in diallel analysis. Crop. Sci. 18: 533-536.
9. Gilbert, N. E. G. 1958. Diallel cross in plant breeding. Heredity 12: 477- 492.
10. Griffing, B. 1956. Concepts of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci. 9:463-493.
11. International Rice Research Institute. 1997. Rice Facts. IRRI, Los Banos, Laguna, Manila, Philippines.
12. Ish Kumar, S.S. and M.R. Gagneja. 1975. Combining ability analysis for yield and yield components in rice ( *Oryza sativa* L.). Oryza. 25:1-256.
13. Kempthorne, O. 1957. An Introduction to Genetic Statistics. Chapman & Hall Pub., London.
14. Kim, C. H. and J. N. Rutger. 1988. Heterosis in rice. PP. 43.51. In : L.P.Yuan and S.S. Virmani (Eds). Status of Hybrid Rice Research and Development. IRRI., Manila, Philippines.
15. Koh, J. C. 1989. Studies on the combining ability and heterosis of F<sub>1</sub> hybrids using cytoplasmic genetic male sterile lines of rice. Rice Abstr. 12(1): 3.
16. Maclean, G. L., D. C. Dawe, B. Hardy and G. P. Hettel. 2002. Rice Almanac. Source book for the Most Important Economic Activity on Earth. International Rice Research Institute Pub., Metro Manila, Philippines.
17. Mohan Kumar , H. D., P. M. Salimath, S. A. Patil, M. B. Chetti, V. V. Shenoy and H. M. Vamadevaiah. 2000. Combining ability analysis for physico-biochemical traits influencing drought tolerance in rice. In: S. Peng and B.Hardy (Eds.), Rice Research for Food Security and Poverty Alleviation. Proceedings of the International Rice Research Conference, Los Banos, Laguna, Philippines.
18. Parasad, G. S. and M. V. S. Sastry. 1991. Line×Tester analysis for combining ability heterosis in brown plant hoper resistance varieties. Rice Abstr.14(2):58.
19. Sardana, S. and D. N. Borthakar. 1989. Combining ability for Yield in rice. Rice Abstr. 12(1): 59.
20. Singh,N. K, and V. K. Sharma. 1995. Components of genetics variation in yeild traits of rice. Plant Breed Abstr. 65(2): 201.
21. Singh, R. K. and B. D. Chaudhary. 1977. Biometrical Methos in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Pub., New Delhi.
22. Singh, D. P. and J. S. Nanda. 1976. Combining ability and heritability in rice. Indian J.Genet. 36: 10-15.