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

حسین رحیم سروش و علی مؤمنی[۱]

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_1 به همراه ۸ ژنوتیپ والدی، در سال ۱۳۸۰، برای ۱۱ صفت مهم زراعی و کمّی 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 ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای عملکرد دانه بودند درحالی‌که برای صفت تعداد پنجه بارور ارقام سالاری و کانتو دارای قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌داری بودند. تلاقی‌های سنگ‌جو/دمسیاه، لاین۲۱۳/ سالاری و کانتو/حسن‌سرایی دارای قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار برای صفت عملکرد دانه بودند. سهم واریانس افزایشی برای صفات تعداد دانه پر درخوشه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، عرض دانه، وزن هزار دانه بیشتر از واریانس غالبیت بوده در حالی‌که برای سایر صفات میزان واریانس غالبیت بر افزایشی فزونی داشت. بنابراین ژنوتیپ‌های با ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌دار 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

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 عمدهٔ غذایی برای حدود نیمی از جمعیت دنیا می‌باشد (۱۱). برنج در ایران نیز بعد از گندم در درجه دوم اهمیت قرار دارد (۱). برنامه اصلاح برنج به منظور افزایش عملکرد و هم‌چنین بهبود کیفیت و مقاومت در برابر انواع تنش‌های زنده و غیر زنده از اهداف مهم برنامه‌های بهنژادی در سطح بین‌المللی و ملی می‌باشد. تعیین ساختار ژنتیکی و برآوردهای ترکیب پذیری ارقام و لاین‌ها می‌تواند اساس تصمیم‌گیری در مورد نحوه استفاده از تنوع موجود در ژرم‌پلاسم مورد نظر در برنامه

۱. به ترتیب مربی و استادیار پژوهش مؤسسهٔ تحقیقات برنج کشور، رشت

اصلاحی باشد. ارقام و لاین‌هایی برای استفاده در برنامه‌های بهنژادی مناسب می‌باشند که علاوه بر دارا بودن صفت مورد نظر درحد 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 کمّی انجام شده است. یکی از روش‌های کمّی برای تعیین قابلیت‌های ترکیب پذیری ارقام توسط گریفینگ (۱۰) ارایه شد. مطالعات در زمینه بررسی قابلیت‌های ترکیب پذیری از دیر باز برای خصوصیات مختلف در گیاهان بسیاری انجام گرفته است (۸، ۹، ۱۰ و۱۳)، ولی اطلاعات در زمینه ساختار ژنتیکی و قابلیت‌های ترکیب‌پذیری ارقام برنج تا اندازه‌ای محدود می‌باشد (۱۲). روش‌های مختلف ژنتیک کمّی 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 ترکیب پذیری 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 کمّی 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. آشوک 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 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 کنترل 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 نانـدا (۲۲) در بررسی بر روی ۶ رقم برنج به روش دای‌آلل، ترکیب‌پذیری معنی‌داری برای صفات عملکرد دانه، تعداد دانه درخوشه، طول خوشه و تعداد خوشه 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 روتگر(۱۴) پس از بررسی ترکیب‌پذیری و هتروزیس صفات عملکرد و اجزای عملکرد در برنج هیبرید، گزارش نمودند که در صفات مورد بررسی، سهم آثار ترکیب‌پذیری عمومی بیشتر از ترکیب‌پذیری خصوصی بوده است. مطالعات ساردانا و بورتاکار (۱۹) در برنج ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌داری را برای صفات عملکرد دانه در بوته، روزهای تا خوشه‌دهی، ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول خوشه، طول و عرض برگ پرچم، تعداد دانه پر درخوشه و وزن صددانه 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 کنترل این صفات می‌باشد.

هدف از پژوهش حاضر تعیین ساختار ژنتیکی و هم‌چنین

برآورد 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 ژنوتیپ برنج بود که از میان آنها تعداد ۵ ژنوتیپ به اسامی خزر، سنگ‌جو، لاین ۲۱۳،لاین ۲۲۹ و کانتو ۵۱، از دسته ارقام و لاین‌های پرمحصول با عملکرد بیش ازپنج تن در هکتار، پاکوتاه ومقاوم به خوابیدگی بوته، به عنوان لاین و ۳ ژنوتیپ به اسامی سالاری، دمسیاه و حسن‌سرایی، از دسته ارقام ایرانی کم محصول باعملکرد ۳- ۲/۵ تن درهکتار با کیفیت پخت مطلوب ولی پابلند وحساس به بیماری بلاست، به عنوان تستر مورد استفاده قرار گرفتند تا قابلیت ترکیب پذیری ارقام پر محصول (لاین‌ها) در تلاقی با ارقام کم محصول (تسترها) از نظر صفات مهم زراعی ارزیابی شود و هم‌چنین آثار ژنی صفات به منظور انتخاب بهترین روش اصلاحی برای دست‌یابی به ارقام پا کوتاه با عملکرد زیاد و دارای کیفیت مطلوب مورد بررسی قرار گیرد. کلیه تلاقی‌های بین ژنوتیپ‌های برنج مورد استفاده در این پژوهش بر پایه روش لاین × تستر درسال ۱۳۷۹ انجام گرفت. به این ترتیب که هر یک از لاین‌ها با هر یک از تسترها به طور جداگانه تلاقی داده شد. نتاج به دست آمده از پانزده تلاقی(F1ها) به همراه هشت والد یعنی پنج لاین وسه تستر جمعاً ۲۳ ژنوتیپ 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 بودوبوته‌ها با فاصله ۲۵ × 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 خرمن‌کوبی با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد.

صفات مورد بررسی در این پژوهش شامل ۱۱ صفت زراعی و کمّی مانند تعداد پنجه بارور، تعداد دانه پر در خوشه، طول و عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی (روز)، طول و عرض دانه (میلی‌متر)، وزن هزاردانه (گرم)، ارتفاع بوته (سانتی‌متر) و طول خوشه (سانتی‌متر) 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 ژنوتیپ‌های مختلف انجام گرفت. تجزیه واریانس و برآوردهای ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) بر اساس روش لاین × تستر و برای هر صفت اندازه‌گیری شده، صورت گرفت (۲۱). هم‌چنین برای تجزیه‌های آثار تلاقی‌ها به اجزای آن و محاسبه واریانس ژنتیکی، افزایشی و غالبیت، از روش پیشنهادی کمپتورن(۱۳) استفاده شد. درجه غالبیت از رابطه $\sqrt{\frac{۲\sigma^۲D}{\sigma^۲A}}$ محاسبه شد و برای آزمون آثار ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی لاین‌ها و تسترها از آزمون t استفاده شد. از نرم‌افزار آماری SAS ۶/۱۲ برای انجام تجزیه‌های آماری مختلف استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس صفات مختلف برای ژنوتیپ‌ها شامل والدین ، تلاقی‌ها و والدین × 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، تسترها و اثرمتقابل لاین‌ها× تسترها نیز نشان داد که بین لاین‌ها از نظر همه صفات در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات مختلف ارقام والدینی و تلاقی‌های حاصل بر اساس روش‌لاین × تستر در برنج

		میانگین مربعات										
منابع تغییرات	صفات	عملکرد دانه (t/ha)	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه پر در خوشه	طول‌برگ پرچم(cm)	عرض‌برگ پرچم(cm)	تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی (روز)	طول‌دانه (mm)	عرض‌دانه (mm)	وزن‌هزاردانه (gr)	ارتفاع بوته (cm)	طول‌خوشه (cm)
	df											
تکرار	۲	۰/۰۲۷	۱/۸۶	۳۴/۷۰	۳۳/۰۴	۰/۰۰۵	۰/۱۳۰	۰/۴۶۸	۰/۰۰۷	۰/۰۸۲	۲۹/۹۲	۶/۶۰
ژنوتیپ	۲۲	۲/۹۶**	۲۹/۸۶**	۲۰۷۲/۳۸**	۱۳۶/۰۹**	٪۲۹**	۴۲/۸۴**	۱/۹۲**	۰/۱۶۸**	۸/۹۵**	۵۴۳/۷۴**	۱۴/۵۱**
والدین	۷	۴/۰۷**	۴۷/۲۲**	۸۳۸/۳۱**	۱۵۲/۹۷**	٪۷۲**	۴۲/۶۶**	۳/۴۰**	۰/۳۱۸**	۱۷/۷۶**	۱۱۵۲/۷۳**	۱۳/۲۰**
والدین‌دربرابرتلاقی‌ها	۱	۱۶/۷۹**	۰/۷۸۸^{ns}	۲۰۷۵/۴۰**	۷۹/۹۸**	۰/۰۰۳^{ns}	۱۹/۸۱**	۳/۳۳**	./۰۰۳ ^{ns}	۳۰/۴۶**	۲۶۰/۹۳**	۸۸/۱۴**
تلاقی‌ها	۱۴	۱/۴۲**	۲۲/۷۹**	۱۲۸۸/۶۶**	۱۳۱/۶۵**	۰/۰۰۹^{ns}	۴۴/۵۷**	۱/۰۸^{ns}	۰/۱۰۳**	۳/۰۱**	۲۵۹/۴۵**	۹/۹۰**
لاین‌ها	۴	۲/۳۲**	۴۴/۰۷**	۸۶۹۵/۰۶**	۲۶۱/۸۳**	۰/۰۲۷**	۹۲/۷۲**	۳/۴۵**	۰/۳۰۸**	۶/۸۱**	۶۳۷/۰۸**	۱۹/۴۹**
تسترها	۲	۰/۴۱۶*	۲۰/۶۸**	۳۲/۸۵^{ns}	۱۷/۳۶^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۱۳/۰۷**	۰/۰۶۶^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۳/۰۰*	۱۲۲/۵۰**	۶/۲۵^{ns}
لاین‌ها×تسترها	۸	۱/۲۳**	۱۲/۶۸**	۳۴۹/۴۱**	۹۵/۱۴**	۰/۰۰۱^{ns}	۲۸/۳۷**	۰/۱۴۲^{ns}	۰/۰۲۵**	۱/۱۰^{ns}	۱۰۴/۸۸**	۶/۰۲*
اشتباه آزمایشی	۴۴	۰/۱۰۲	۱/۲۸	۳۸/۱۲	۹/۵۵	۰/۰۰۶	۰/۳۵۸	۰/۷۶۸	۰/۰۰۳	۰/۷۳۰	۲۳/۳۱	۲/۴۹

*و **: به ترتیب معنی‌دار درسطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns : غیرمعنی‌دار

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

تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترها (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 وتوانایی 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 حالی‌که ارقام سنگ‌جو، کانتو و حسن‌سرایی به علت دارا بودن قابلیت ترکیب عمومی منفی برای صفت یاد شده نمی‌توانند در برنامه‌های اصلاحی برای عملکرد مد نظر قرار گیرند.

رقم خزر هم‌چنین با دارا بودن قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی دار برای صفات تعداد دانه پر در خوشه، طول و عرض برگ پرچم، تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی، طول دانه، وزن هزاردانه و طول خوشه می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه گردد و از این حیث می‌تواند به عنوان رقمی مطلوب در برنامه اصلاحی برنج 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 خوشه صادق می‌باشد. رقم کانتو با دارا بودن GCA منفی و معنی‌دار برای عملکرد دانه و هم‌چنین تعداد دانه پر درخوشه، طول و عرض برگ پرچم، طول دانه، وزن هزاردانه، ارتفاع بوته و طول خوشه قابلیت چندانی در انتقال این صفات نداشته و در نتیجه باعث کاهش مقادیر این صفات در نتاج حاصل از خود می‌گردد، درحالی‌که علت کاهش عملکرد دانه در نتاج رقم حسن‌سرایی ناشی از GCA منفی و معنی‌دار برای صفات تعداد پنجه‌بارور، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و ارتفاع بوته می‌تواند باشد. ارقام کانتو و سالاری دارای GCA مثبت و معنی‌دار 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 معنی‌دار برای این صفت بوده‌اند و سبب کاهش صفت تعداد پنجه در نتاج حاصل می‌شوند.

ارقام خزر و سالاری با دارا بودن GCA مثبت و معنی‌دار برای صفت طول خوشه پتانسیل استفاده به عنوان والدین برای انتقال طول خوشه بیشتر به نتاج را دارند، ضمن این که رقم خزر با داشتن GCA مثبت و معنی‌دار برای صفت تعداد دانه پر درخوشه می‌تواند این صفت را به نتاج خود منتقل نماید. ارقام سنگ‌جو، حسن سرایی و لاین‌های ۲۱۳ و ۲۲۹ با داشتن GCA منفی و معنی‌دار برای صفت تعداد روز تا۵۰ درصد گل‌دهی بوده و بدین ترتیب می توانند سبب کوتاه شدن دوره گل‌دهی و در نتیجه زودرسی نتاج شوند. برای صفت طول دانه و وزن هزاردانه رقم خزر دارای GCA مثبت و معنی‌دار 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 معنی‌دار موجب افزایش ارتفاع بوته در نتاج و انتقال صفت پابلندی می‌شوند در حالی‌که وجود GCA منفی و معنی‌دار برای این صفت در ارقام کانتو و حسن‌سرایی می‌تواند

جدول ۲. ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) لاین‌ها، تسترها برای صفات مختلف برنج

صفات منابع تغییرات	عملکرد دانه (t/ha)	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه پردر خوشه	طول برگ پرچم (cm)	عرض‌برگ پرچم (cm)	تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی (روز)	طول‌دانه (mm)	عرض دانه (cm)	وزن هزار دانه (gr)	ارتفاع بوته (cm)	طول خوشه (cm)
لاین‌ها											
خزر	۰/۷۵۳**	-۳/۳۰۲**	٤۰/۲۹٦**	۷/۱۳۸**	۰/۰۷۸**	۵/۳۳۳**	۰/۷٤۲*	-۰/۰۹۱**	۰/۹۵۸**	-۰/۷۲۳^{ns}	۱/۸۵۵**
سنگ‌جو	-۰/۳۸٤**	۰/۰٤۲^{ns}	۱/۷٦۲^{ns}	-۰/۲۸۷^{ns}	-۰/۰۱۷^{ns}	-۲/۳۳۳^{ns}	۰/٤۳۸^{ns}	-۰/۱۸٦**	۰/۳٦۹^{ns}	-۲/۳۱۱^{ns}	-۰/۵۱٦^{ns}
لاین ۲۱۳	۰/۰۸۷^{ns}	-۰/۲٤۷^{ns}	۱۰/٦۹٦**	-۲/٦۱۷*	۰/۰۳۳^{ns}	-۱/۵۵۵**	-۰/۲۱٦^{ns}	-۰/۰۲۰^{ns}	-۰/٤٤۲^{ns}	۱۱/٤۵۷**	۱/۲۵۵*
لاین ۲۲۹	۰/۰۹۳^{ns}	۰/٦٤۲^{ns}	-۷/۱٤۹**	-۲/۱۱۸*	-۰/٤۹**	-۲/۱۱۱**	-۰/۱۰۹^{ns}	-۰/۰۰۹^{ns}	۰/۳۹۱^{ns}	۳/۲۲۳*	-۱/۳۷۹*
کانتو۵۱	-۰/۵٤۸**	۲/۸٦٤**	-٤۵/۵٦۰**	-۷/۳٤۹**	-۰/۰٤۵*	۰/٦٦۷**	-۰/۸۵٦**	۰/۳۰٦**	-۱/۲۷٦**	-۱۱/٦٤٦**	-۱/۲۱۵*
اشتباه معیار(لاین)	۰/۱۰٦	۰/۳۷۷	۲/۰۵۸	۱/۰۳۰	۰/۰۲٦	۰/۱۹۹	۰/۲۹۲	۰/۰۱۸	۰/۲۸۵	۱/٦۱۰	۰/۵۲٦
تسترها											
حسن‌سرایی	-۰/۱٦٤*	-۱/۰۷۱**	۰/۷۰۰^{ns}	-۰/۱٤۹^{ns}	-۰/۰۰۱^{ns}	-۰/٤۰۰*	-۰/۰٦۰^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	-۰/۲۰۷^{ns}	-۳/۰۱۸*	-۰/۲٦۷^{ns}
سالاری	۰/۱٦۹*	۱/۲۵٦**	۱/۰۰۰^{ns}	-۱/۱٤۲^{ns}	-۰/۰۱۹^{ns}	۱/۰٦۷**	-۰/۰۱۲^{ns}	-۰/۰۱۵^{ns}	-۰/۳۰۷^{ns}	-۰/۳۵۳^{ns}	-۰/۷۳٦*
دمسیاه	-۰/۰۰۵^{ns}	۰/۱۸٤^{ns}	-۱/۷۰۰^{ns}	-۰/۹۹٤^{ns}	-۰/۰۱۸^{ns}	-۰/٦٦۷**	۰/۰۷۱^{ns}	-۰/۰۲۲^{ns}	۰/۵۱۳^{ns}	۲/٦٦۵*	-۰/٤٦۹^{ns}
اشتباه معیار(تستر)	۰/۰۸۲	۰/۲۹۲	۱/۵۹٤	۰/۸۰۰	۰/۰۲۰	۰/۱۵٤	۰/۲۲٦	۰/۰۱٤	۰/۳۸۰	۱/۲۵۰	۰/٤۰۷

* و** : به ترتیب معنی‌دار درسطوح احتمال ۵و۱ درصد

ns : غیرمعنی‌دار

اسامی داخل پرانتز نام‌های مربوط به کدهای متناظر می‌باشد.

نوید انتخاب لاین‌های پاکوتاه درنتاج این واریته‌ها را دهد. هنرنژاد (۵) با بررسی برآورد اثر ژن‌ها و ترکیب‌پذیری برخی از صفات کمّی برنج به روش دای‌آلل گزارش نمود که واریته سپیدرود با دارا بودن GCA مثبت و معنی‌دار 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 معنی‌دار می‌توانند موجب کاهش تعداد پنجه شوند. وی هم‌چنین گزارش کرد که وجود GCA منفی و معنی‌دار برای واریته‌های خزر و IR28 این امید را می‌دهد که در بین نتاج این واریته‌ها بتوان لاین‌های پاکوتاه را یافت. درحالی‌که دمسیاه و حسنی می‌توانند با GCA مثبت و معنی‌دار خود موجب افزایش ارتفاع بوته نتاج شوند.

بررسی ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) نتاج حاصل از تلاقی‌ها نشان داد که تلاقی‌های سنگ‌جو/دمسیاه، لاین ۲۱۳/سالاری و کانتو/حسن‌سرایی از نظر عملکرد دانه، تلاقی‌های خزر/دمسیاه، لاین۲۲۹/حسن‌سرایی و کانتو/سالاری از نظر تعداد پنجه بارور، تلاقی‌های خزر/حسن‌سرایی و سنگ‌جو/دمسیاه از نظر تعداد دانه پر درخوشه دارای SCA مثبت و معنی‌دار بوده‌اند (جدول۳). با توجه به این نکته که قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی، سهم غیرافزایشی واریانس ژنتیکی را بیان می‌کند، تلاقی‌های مذکور می‌توانند در برنامه اصلاح و تولید برنج هیبرید که بر پایه استفاده از واریانس ژنتیکی غیرافزایشی استوار می‌باشد مورد توجه قرار گیرند. تلاقی‌های خزر/سالاری، خزر/دمسیاه و سنگ‌جو/حسن‌سرایی، لاین۲۱۳/حسن‌سرایی و کانتو/حسن‌سرایی باداشتن SCA منفی و معنی‌دار برای صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی 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 در خوشه، 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 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 غالبیت 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 غالبیت در کنترل این صفات است.

این پژوهش فرصتی را جهت کسب اطلاعات لازم در رابطه با ساختار ژنتیکی تعدادی از ارقام برنج 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 برنج 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 فرصت 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 معنی‌دار نشان داد که می‌توان از ارقام مطلوب با ویژگی یاد شده در برنامه تولید برنج هیبرید و اصلاح برنج هیبرید، که بر پایه استفاده از سهم غیرافزایشی واریانس ژنتیکی استوار می‌باشد، استفاده نمود.

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

ردیف	صفات تلاقی	عملکرد دانه (t/ha)	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه پردر خوشه	طول‌برگ پرچم(cm)	عرض‌برگ پرچم(cm)	تعداد روز تا۵۰٪ گل‌دهی(روز)	عرض‌دانه (mm)	ارتفاع‌بوته (cm)
۱	۱×۶	-۰/۲۰۷^{ns}	-۱/۳۵۲^{ns}	۱۰/۴۱۱*	۹/۰۷۷**	-۰/۰۰۶^{ns}	۵/۷۳۴**	-۰/۰۷۱^{ns}	-۵/۷۴۷^{ns}
۲	خزر/ حسن‌سرایی ۱×۷	۰/۱۰۳^{ns}	-۰/۲۴۵^{ns}	۴/۱۱۱^{ns}	-۳/۲۰۱**	۰/۰۰۱^{ns}	-۳/۴۰۰**	-۰/۰۶۶^{ns}	-۰/۸۵۱^{ns}
۳	خزر/ سالاری ۱×۸	۰/۱۰۴^{ns}	۱/۵۹۵*	-۱۴/۶۵۶*	-۵/۸۷۵*	۰/۰۰۴^{ns}	-۲/۳۳۳**	۰/۱۳۸*	۶/۵۹۷*
۴	خزر/ دمسیاه ۲×۶	-۰/۱۲۰^{ns}	۱/۴۷۱^{ns}	-۷/۹۲۲^{ns}	-۵/۷۵۵**	-۰/۰۱۱^{ns}	-۱/۹۳۴**	۰/۰۱۰^{ns}	-۰/۸۷۵^{ns}
۵	سنگ‌جو/ حسن‌سرایی ۲×۷	-۰/۵۵۰*	-۰/۶۸۹^{ns}	-۰/۷۳۲^{ns}	۶/۱۲۸*	-۰/۰۰۸^{ns}	۲/۵۹۹**	-۰/۰۲۴^{ns}	-۲/۱۵۴^{ns}
۶	سنگ‌جو/ سالاری ۲×۸	۰/۶۷۱*	-۰/۷۸۳^{ns}	۸/۶۴۵*	-۰/۳۷۶^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	-۰/۶۶۷^{ns}	۰/۰۱۳^{ns}	-۱/۲۷۸^{ns}
۷	سنگ‌جو/ دمسیاه ۳×۶	-۰/۴۲۴^{ns}	-۱/۹۰۷*	۷/۴۱۱^{ns}	-۴/۵۹۵**	۰/۰۰۶^{ns}	-۲/۳۷۸**	-۰/۰۶۲^{ns}	-۵/۷۱۰^{ns}
۸	لاین ۲۱۳/ حسن‌سرایی ۳×۷	۰/۶۰۹*	۱/۴۳۳^{ns}	-۵/۸۵۶^{ns}	-۰/۰۹۰^{ns}	۰/۰۲۶^{ns}	۰/۱۵۵^{ns}	-۰/۰۶۳^{ns}	۴/۴۱۹^{ns}
۹	لاین ۲۱۳/سالاری ۳×۸	-۰/۱۸۳^{ns}	۰/۴۷۳^{ns}	۷/۵۳۴*	-۰/۰۳۰^{ns}	۲/۲۲۲**	-۰/۲۱۰^{ns}	-۰/۸۲۴^{ns}	۱/۲۹۰^{ns}
۱۰	لاین ۲۱۳/دمسیاه ۴×۶	-۰/۲۱۴^{ns}	۳/۱۰۴**	-۱۴/۶۴۴**	-۰/۲۸۷^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	-۰/۱۵۶^{ns}	۰/۱۱۳*	۷/۵۹۱*
۱۱	لاین ۲۲۹/ حسن‌سرایی ۴×۷	-۰/۰۸۰^{ns}	-۲/۲۲۳*	۵/۶۲۲^{ns}	-۱/۹۶۸^{ns}	-۰/۰۲۹^{ns}	۰/۷۱۱^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	-۱/۲۷۰^{ns}
۱۲	لاین ۲۲۹/ سالاری ۴×۸	۰/۲۹۴^{ns}	-۰/۸۸۳^{ns}	۹/۰۲۲^{ns}	۲/۲۵۱^{ns}	۰/۰۲۵^{ns}	-۰/۵۵۵**	-۰/۱۱۸*	-۶/۳۲۲^{ns}
۱۳	لاین ۲۲۹/دمسیاه ۵×۶	۰/۹۶۷**	-۱/۳۱۸^{ns}	۴/۷^{ns}	۱/۵۶۱^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	-۱/۲۶۷^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۴/۷۴۰^{ns}
۱۴	کانتو ۵۱/ حسن‌سرایی ۵×۷	-۰/۰۸۲^{ns}	۱/۷۲۲*	-۳/۲^{ns}	-۰/۸۷۴^{ns}	-۰/۰۰۶^{ns}	-۰/۰۶۷^{ns}	۰/۰۲۴^{ns}	-۴/۴۵۱^{ns}
۱۵	کانتو ۵۱/سالاری ۵×۸	-۰/۸۸۴**	-۰/۴۰۸^{ns}	-۱/۵^{ns}	-۰/۶۸۴^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱/۳۳۳*	-۰/۳۱۶**	۰/۲۹۰^{ns}
	کانتو ۵۱/دمسیاه اشتباه معیار	۰/۱۸۴	۰/۶۵۲	۳/۵۶۵	۱/۷۸	۰/۰۴۵	۰/۳۴۵	۰/۰۳۲	۲/۷۹

*و**: به ترتیب معنی‌دار درسطوح احتمال ۵ و۱ درصد

ns : غیرمعنی‌دار

جدول ٤. سهم اجزای واریانس ژنتیکی برای صفات مورد بررسی در ارقام برنج مورد استفاده بر اساس روش لاین × تستر

صفات اجزای واریانس	عملکرد دانه (t/ha)	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه پردرخوشه	طول‌برگ پرچم (cm)	عرض‌برگ پرچم(cm)	تعداد روز تا۵۰٪ گل‌دهی(روز)	طول‌دانه (mm)	عرض‌دانه (mm)	وزن‌هزاردانه (gr)	ارتفاع بوته (cm)	طول‌خوشه (cm)
واریانس افزایشی	۰/۰۲۸	۱/٤۸	۲۱۵۲/٦۰	۵/۳۲	۰/۰۰۱	۳۸٦۱/۹۲	۰/۱۳٦	۰/۰۱۱	۰/۲۷٦	۲۲/۵٦	۰/۵٦٤
واریانس غالبیت	۰/۳۷٦	۳/۸۰	۱۰۳/۷٦	۲۸/۵۳	۰	۹/۳٤	۰	۰/۰۰۷	۰/۱۲۳	۲۷/۱۹	۱/۱۸
درجه غالبیت	۵/۱۸۲	۲/۲۷	۰/۳۱۰	۳/۲۷	۰	۰/۰٦۹	۰	۱/۱۳	۰/۹٤٤	۱/۵۵	۲/۰۵
سهم واریانس غالبیت	۷٤/۳۱	۵۷/۹۳	٤/۵۲	٦۵/۷٤	۰	۰/۲٤	۰	۳۳/۳۳	۱۰/۸۹	۳۷/۲۲	۲۷/۸۷
سهم واریانس محیطی	۲۰/۱٦	۱۹/۵۱	۱/٦٦	۲۲/۰۰	۸۵/۷۱	۰/۰۱	۸٤/۹٦	۱٤/۲۹	٦٤/٦٦	۳۱/۹۰	۵۸/۸۱
سهم واریانس افزایشی (وراثت‌پذیری خصوصی)	۵/۵۳	۲۲/۵٦	۹۳/۸۲	۱۲/۲٦	۱٤/۲۹	۹۹/۷۵	۱۵/۰٤	۵۲/۳۸	۲٤/٤۵	۳۰/۸۸	۱۳/۳۲

سپاسگزاری

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

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(۱):۴۷- ۵۵.

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. وجدانی، پ. و ن.ع. سپهوند. ۱۳۷۲. بررسی قدرت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ارقام گندم نان. نهال و بذر ۹(۳ و ۴):۱۸-۲۲.

۵. هنرنژاد، 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. 251-256.
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_1 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.