مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۱، شماره ۱، ۱۳۸۹ (۱۳۹-۱۳۱)

بررسی ترکیب‌پذیری لاین‌ها و ارقام برنج با استفاده از تجزیه دی‌آلل

سید مصطفی صادقی[1]*، حبیب اله سمیع‌زاده[2] و مهرزاد اله قلی پور[3]
۱، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان، ۲، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان،
۳، عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات برنج
(تاریخ دریافت: ۸۷/۵/۱۹- تاریخ تصویب: ۸۸/۱/۳۰)

چکیده

به منظور بررسی عمل ژن‌ها و ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی در ۳ لاین و ۳ رقم برنج از لحاظ صفات عملکرد دانه، تعداد پنجه بارور در بوته، تعداد دانه در خوشه، طول دوره رشد، ارتفاع بوته، طول خوشه، طول برگ پرچم، طول و عرض دانه از طرح دی‌آلل کراس ۶×۶ یک طرفه استفاده گردید. در سال ۱۳۸۲ والدین و نتاج حاصل از آنها در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت، کشت گردیدند. نتایج تجزیه واریانس حاکی از وجود تفاوت‌های ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها برای تمامی صفات بود. نتایج تجزیه دی‌آلل بر اساس روش دوم گریفینگ نشان داد که اثر ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) برای همه صفات در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار است. نسبت میانگین مربعات GCA به SCA در مورد صفات تعداد پنجه بارور، طول برگ پرچم، طول و عرض دانه معنی‌دار بود. در نتیجه برای این صفات بیشترین سهم واریانس ژنتیکی به واریانس افزایشی اختصاص دارد. قابلیت وراثت‌پذیری خصوصی آنها به ترتیب ۰/۵۳، ۰/۵۲، ۰/۶۵ و۰/۶۸ برآورد شد. برای صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه، طول دوره رشد، ارتفاع بوته و طول خوشه اثر غیرافزایشی ژن‌ها نقش مهمی داشت و تحلیل گرافیکی نتایج نشان داد که کنترل ژنتیکی این صفات بصورت فوق غالبیت است.

واژه‌های کلیدی: ترکیب‌پذیری، برنج، دی‌آلل، عمل ژن، وراثت‌پذیری.

مقدمه

نیاز آینده کشور به تأمین برنج با تکیه بر منابع داخلی از طریق تولید واریته‌های پرمحصول و با کیفیت مطلوب قابل تصور می‌باشد. اصلاح ارقام برنج به منظور افزایش عملکرد آنها نیز مستلزم شناخت ساختار ژنتیکی، ترکیب‌پذیری ارقام زراعی و میزان وراثت‌پذیری در آنها است.

تلاقی‌های دی‌آلل یکی از روش‌های معمول در گیاهان خودگشن برای دستیابی به این گونه اطلاعات می‌باشد (Farshadfar, 1996). اصول این روش در دهه ۱۹۵۰ میلادی بیان (Griffing, 1956a, b; Hayman, 1954a, b; Jinks, 1954; Jinks & Hyman, 1953) و سپس توسط محققین دیگر تکمیل گردید (Wright, 1984; Pooni et al., 1985).

Sawant & Sharma (1992) برای صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه اثر افزایشی ژن را مهم تلقی کرده و روش‌های اصلاح مبتنی بر گزینش را برای اصلاح این صفات پیشنهاد دادند. در حالیکه در صفات طول خوشه، تعداد روز تا گلدهی و طول دوره رشد اثر غیر افزایشی ژن‌ها را مهم، و روش‌های مبتنی بر دو رگ‌گیری و انتخاب در نسل‌های تفکیک را پیشنهاد دادند. در مطالعه‌ای در قالب طرح دی‌آلل در

* نویسنده مسئول: سید مصطفی صادقی تلفن: ۰۹۱۱-۳۳۶۱۰۸۹ E-mail: smsadeghi55@yahoo.com

برنج، میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی و عمومی معنی‌داری را برای صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور در بوته، طول خوشه، طول و عرض برگ پرچم، تعداد دانه در خوشه و عملکرد دانه گزارش کردند و اظهار داشتند که بین ارقام و هیبریدها از نظر صفات مورد بررسی تنوع ژنتیکی زیادی وجود دارد (Sarvki & Burtakur, 1996). در یک بررسی بروی ۶ رقم برنج به روش دی‌آلل، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌داری برای صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه، طول خوشه و تعداد خوشه در بوته گزارش کردند، هم‌چنین بزرگتر بودن میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی نسبت به میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی را حاکی از اهمیت عمل افزایشی ژن‌ها نسبت به اثرات غیر افزایشی در بروز این صفات دانستند (Singh et al., 1992). Danraj & Sheng (1991) گزینش برای صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا شروع گلدهی و وزن هزار دانه را به دلیل وراثت‌پذیری بالای آنها مؤثر گزارش کردند. Moria & Kinoshiata (1991) یک طرح دی‌آلل کامل با ۵ رقم را اجرا کردند و سهم اثر افزایشی بیشتری را نسبت به اثر غالبیت ژن‌ها برای صفات دانه در خوشه، طول خوشه، طول ساقه و تعداد خوشه در بوته گزارش کردند ولی در مورد وزن صد دانه، طول و عرض دانه نتیجه بالعکس بود. Bagheri et al. (2001) میانگین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌داری را برای صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد پنجه در بوته، تعداد دانه در خوشه، طول وعرض دانه گزارش کردند و سهم اثرات افزایشی ژن را برای این صفات نسبت به اثرات غیر افزایشی ژن را مؤثرتر گزارش کردند. در این بررسی صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته و عملکرد دانه توارث‌پذیری خصوصی بالا و صفت طول خوشه وراثت‌پذیری خصوصی متوسطی نشان دادند.

Honarnejad (1997) در یک بررسی دی‌آلل نتیجه گرفت که در شکل‌گیری صفات تعداد پنجه بارور و ارتفاع بوته افزایشی ژن‌ها و در کنترل ژنتیکی صفاتی مانند زمان رسیدگی کامل دانه و عملکرد دانه در بوته اثرات غیر افزایشی ژن‌ها سهم بیشتری دارند. همچنین در این بررسی ارتفاع بوته وراثت‌پذیری خصوصی بالا، صفت تعداد پنجه در بوته وراثت‌پذیری خصوصی متوسط و صفات تعداد روز تا رسیدگی کامل و عملکرد دانه وراثت‌پذیری خصوصی کمی را داشتند. Hoseyni et al. (2002) در یک طرح دی‌آلل یک طرفه ۸×۸، هفت صفت کمی را مورد ارزیابی قرار دادند و نتایج حاکی از وجود تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام و همچنین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی میان والدین و هیبریدها بود. در این بررسی سهم اثرات غیرافزایشی بیشتری برای صفات شاخص برداشت، وزن شلتوک در بوته، طول دوره رشد زمان نشاء کاری تا رسیدگی کامل دانه‌ها گزارش شد. بنابراین گزینش براساس این صفات را با موفقیت همراه ندانستند. با توجه به تحقیقات ارائه شده، به نظر می رسد که به دلیل تغییر در نوع مواد ژنتیکی به کار رفته و همچنین تغییر محیط آزمایش، روند یکسانی از نظر ماهیت کنترل ژنتیکی برای صفات گوناگون در برنج وجود ندارد. از آنجائیکه بررسی عمل و تظاهر ژن‌ها در محیط‌های مختلف متفاوت بوده و همچنین اثر متقابل ژنوتیپ در محیط نیز در بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی دخیل است، لذا در تحقیق حاضر علاوه بر بررسی قابلیت ترکیب‌پذیری لاین‌ها و ارقام مورد بررسی از نظر صفات مختلف و چگونگی کنترل صفات توسط ژن‌ها، جهت انتخاب دقیق برنامه به نژادی صورت گرفت تا بر این اساس بتوان با استفاده از روش‌های دورگ‌گیری و بررسی نسل‌های در حال تفکیک آنها و یا ایجاد ارقام دورگ به ایدیوتیپ مناسب کشت در منطقه مورد ارزیابی دست یافت.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال ۸۲- ۱۳۸۱ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت انجام گرفت. در این آزمایش ۳ لاین و ۳ رقم برنج به نام های IR36، لاین ۵۰، لاین کیفی ۴، دیلمانی، بینام و قشنگه به صورت طرح دی‌آلل یک طرفه با یکدیگر تلاقی داده شدند و نتاج آنها به همراه والدین در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار کشت شدند. ارقام قشنگه، دیلمانی و بینام از ارقام بومی گیلان بوده که اولی به دلیل زودرسی و دو رقم دیگر علاوه بر زودرسی، از نظر کیفیت پخت عالی و عطر وطعم، مورد توجه می باشند. IR36 به عنوان یکی

از مهمترین ارقام اصلاح شده جهانی با عملکرد بالا مطرح بوده ولی در شرایط کشور ما دیررس می‌باشد. لاین۵۰، با ارتفاع متوسط و عملکرد نسبتاً خوب و متوسط رس، یکی از لاین‌های معرفی شده از آزمایشهای مقایسه ای ایستگاه آمل است و لاین کیفی۴ از لاین‌های ارسالی IRRI می‌باشد که به دلیل پاکوتاهی و کیفیت بالا مورد توجه است. صفات عملکرد دانه، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در خوشه، طول دوره رشد، ارتفاع بوته، طول خوشه، طول برگ پرچم، طول و عرض دانه یادداشت برداری شد. تجزیه دی‌آلل براساس مدل دوم Griffing (1956a, b) به عمل آمد. اثرات ترکیب‌پذیری عمومی برای هر والد (gca_i) و ترکیب‌پذیری خصوصی برای هر دو رگ (sca_{ij}) محاسبه و آزمون معنی‌دار بودن آنها با استفاده از توزیع t استیودنت انجام شد. هم چنین از تقسیم واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی و آزمون آن با توزیع F به طور تقریب نوع اثر ژن‌ها مشخص شد. علاوه بر آن نسبت بیکر با استفاده از فرمول:

نسبت بیکر = **Error! Objects cannot be created from editing field codes.** (۱

بدست آمد. $\sigma^2 gca$ و $\sigma^2 Sca$ به ترتیب برآورد واریانس ترکیب‌پذیری عمومی وخصوصی با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات می‌باشد. با استفاده از مدل دوم از روش دوم گریفینگ، مقادیر واریانس افزایشی (**Error! Objects cannot be created from editing field codes.**) و غالبیت ($\sigma^2 D$) و نیز وراثت‌پذیری خصوصی (h^2) صفات از طریق فرمول‌های زیر برآورد گردید (Griffing, 1956a):

$$\sigma^2 A = 2\sigma^2 gca \quad (۲$$

$$\sigma^2 D = \sigma^2 Sca \quad (۳$$

$$h^2 = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 A + \sigma^2 D + \sigma^2 e} \quad (۴$$

پارامترهای ژنتیکی همچون جزء مربوط به اثرغالبیت ژن‌ها (H_1)، H_1 تصحیح شده که در ارتباط با توزیع ژن مطرح می‌گردد (H_2)، میانگین کوواریانس اثرات افزایشی و غالبیت (F)، جزء مربوط به اثر افزایشی ژن‌ها (D) و میانگین درجه غالبیت $(H_1/D)^{1/2}$ به روش هیمن برآورد شد (Hayman, 1954b). جهت تجزیه واریانس ساده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹ و برای تجزیه ژنتیکی و تعیین پارامترهای روش‌های Griffing و Hayman از نرم‌افزار Diallel که به زبان Qbasic تهیه گردیده است استفاده شد (Mark & James, 1994).

نتایج و بحث

تجزیه واریانس ساده صفات نشان داد که واریانس میانگین ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. این امر نشان‌دهنده وجود تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام و هیبریدهای برنج برای صفات مورد ارزیابی است. به دلیل معنی‌دار بودن اختلافات بین ژنوتیپ‌ها برای تمام صفات تجزیه دی‌آلل به روش دوم گریفینگ انجام و نتایج آن در جدول ۱ ارائه شد.

تجزیه و تحلیل گرافیکی و برآورد پارامترهای ژنتیکی به روش هیمن

با توجه به اینکه برای کلیه صفات مورد بررسی ضریب رگرسیون مقادیر Wr (کوواریانس نتاج با والد مشترک) روی Vr (واریانس ردیف‌ها) با عدد یک تفاوت معنی‌داری نشان نداد ولی با عدد صفر تفاوت معنی‌دار داشت، لذا فرضیات هیمن مبنی بر آنکه هر مکان ژنی دارای دو آلل است، ژن‌ها مستقلاً در والدها توزیع شده اند و اثر متقابل غیرآللی وجود ندارد، صدق می‌کند. بر این اساس برآورد برخی پارامترهای ژنتیکی (جدول۲) و تجزیه گرافیکی تلاقی‌های دی‌آلل (شکل۱) به روش هیمن انجام گرفت. در صفات تعداد پنجه باروردر بوته، طول برگ پرچم، طول دانه و عرض دانه، خط رگرسیون محور Wr را در بخش مثبت قطع کردند که نشان‌دهنده وجود اثر غالبیت جزئی در کنترل ژنتیکی این صفات می‌باشد (شکل۱-الف، و، ز، ح) که در این حالت سهم اثرات افزایشی بیش از اثرات غیرافزایشی می‌باشد. بزرگتر بودن واریانس افزایشی (D) نسبت به واریانس غالبیت (H_1) در این صفات و کوچکتر بودن میانگین درجه غالبیت صفات تعداد پنجه بارور (۰/۸۶)، طول برگ پرچم (۰/۶۵)، طول دانه (۰/۴۹) و عرض دانه (۰/۷۲) از

عدد یک، به همراه وراثت‌پذیری خصوصی نسبتاً بالای تعداد پنجه بارور (۰/۵۳)، طول برگ پرچم (۰/۵۲)، طول دانه (۰/۶۵) و عرض دانه (۰/۶۸)، همگی افزایشی بودن عمل ژن را در کنترل این صفات نشان می‌دهند (جداول ۲ و ۴). با توجه به نتایج بدست آمده روش‌های اصلاحی مبتنی بر گزینش ازجمله گزینش توده‌ای و فردی و دورگ‌گیری و انتخاب در نسل‌های در حال تفکیک، برای این صفات می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد. Honarnejad (1997) و Bagheri et al. (2001) اثر افزایشی ژن‌ها را در کنترل صفات تعداد پنجه بارور، طول و عرض دانه مؤثر دانستند که با نتایج بدست آمده از تحقیق مطابقت دارد. Moria & Kinoshita (1991) و Koh (1987) اثر غیر افزایشی را در کنترل صفات طول و عرض دانه مؤثر دانستند. به نظر می‌رسد که به دلیل تغییر در نوع مواد ژنتیکی به کار رفته، و همچنین تغییر محیط آزمایش، روند یکسانی از نظر ماهیت کنترل ژنتیکی برای صفات طول و عرض برنج وجود ندارد. بطور کلی ساختار ژنتیکی و نحوه توارث صفات می‌تواند وابسته به ژنوتیپ‌های مورد استفاده باشد، چرا که این ژنوتیپ‌ها نمونه کوچکی از جامعه هستند، بنابراین برآورد اثرات ژنی و سایر پارامترهای ژنتیکی ممکن است برآوردی اریب باشد. از طرف دیگر ممکن است به دلیل اثرات متقابل بین اثرات افزایشی و غیرافزایشی با محیط، لازم باشد در هر محیطی برآورد این اثرات بطور جداگانه صورت گیرد تا براساس آن راهکارهای اصلاحی پیشنهاد گردد.

با مشاهده میانگین درجه غالبیت در صفات عملکرد دانه (۱/۳۷)، تعداد دانه در خوشه (۱/۸۰)، طول دوره رشد (۱/۱۵)، ارتفاع بوته (۱/۱۲) و طول خوشه (۱/۲۶) و بزرگتر بودن واریانس غالبیت (H_1) نسبت به واریانس افزایشی (D) در این صفات می‌توان نتیجه گرفت که سهم اثرات غیر افزایشی در این صفات بالاتر از اثرات افزایشی است (جدول۲). پایین بودن وراثت‌پذیری خصوصی صفات عملکرد دانه (۰/۲۳)، تعداد دانه در خوشه (۰/۲۰)، طول دوره رشد (۰/۱۶)، ارتفاع بوته (۰/۱۳) و طول خوشه (۰/۲۶) نیز عمل غیرافزایشی ژن‌ها را نشان می‌دهد (جدول۴). خط رگرسیون نیز در این صفات محور Wr را در بخش منفی قطع کرده که

جدول۱- تجزیه واریانس ژنوتیپ‌ها به قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) برای برخی صفات برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (Ms)							
		تعداد پنجه بارور	تعداد دانه در خوشه	طول دوره رشد	ارتفاع بوته (سانتی متر)	طول خوشه (سانتی متر)	طول برگ پرچم (سانتی متر)	طول دانه (میلی متر)	عرض دانه (میلی متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در متر مربع)
تکرار	۲	۰/۴۱	۵۵۹۸/۶۸	۲/۲۱	۳۲/۶۴	۰/۶۴	۱۵/۸۳	۰/۰۱	۰/۰۶۶	۰/۰۲۶
ژنوتیپ	۲۰	۱۵/۲۳**	۲۵۸۵۱/۱۷**	۱۹/۱۹**	۵۱۲/۹۰**	۱۲/۱۵**	۲۶/۸۸**	۲/۱۶**	۰/۱۳۷**	۵/۶۳**
قابلیت ترکیب پذیری عمومی (GCA)	۵	۱۳/۶۸**	۲۶۷۳۶/۱۶**	۲۶/۴۸**	۷۶۲۶/۶۰**	۱۰/۵۳۲**	۳۵/۱۰۰**	۲/۰۱۱**	۰/۲۲۰**	۴/۱۱**
قابلیت ترکیب پذیری عمومی (SCA)	۱۵	۴/۵۴**	۱۱۶۸۹/۱۷**	۲۰/۱۴**	۴۷۵۰/۰۰**	۴/۲۳۲**	۵/۲۸۰**	۰/۲۲۱**	۰/۰۲۱**	۱/۸۹۱**
خطا	۴۰	۰/۳۰	۹۰۱۲/۱۵	۳/۴۰	۶/۵۸	۱/۰۳	۴/۵۲	۰/۰۷۰	۰/۰۰۳	۰/۳۹۳
CV		۷/۲۰	۳/۳۰	۸/۲۵	۱۴/۲۵	۲/۲۵	۱۰/۱۰	۳/۲۵	۲/۲۴	۵/۲۰
نسبت بیکر		۰/۸۵	۰/۸۲	۰/۷۲	۰/۷۶	۰/۸۳	۰/۹۲	۰/۹۹	۰/۹۵	۰/۸۱

× و ×× به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول۲- برآورد برخی از پارامترهای ژنتیکی به روش هیمن برای صفات مورد ارزیابی برنج

پارامتر / صفت	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه در خوشه	طول دوره رشد	ارتفاع بوته	طول خوشه	طول برگ پرچم	طول دانه	عرض دانه	عملکرد دانه
D	۱۵/۹۸** ±۳/۹۵	۱۲/۱۵** ±۳/۹۵	۸۹/۲۴** ±۱۲/۵۷	۱۸۵/۰۰** ±۳۱/۳۲	۶/۷۸** ±۱/۲۳	۳۰/۱۸** ±۵/۲۵	۱/۳۶** ±۰/۱۱	۷/۳۷** ±۲/۲۳	۱۱۲/۵۱** ±۲۶/۳۶
H_1	۱۱/۸۲** ±۳/۱۲	۳۹/۵۷** ±۴/۲۷	۱۱۹/۲** ±۳۰/۹۵	۱۵۹/۹** ±۲۳/۹۵	۱۰/۸۵** ±۲/۱۴	۱۲/۸۲** ±۱/۲۶	۰/۳۴** ±۰/۰۱۲	۳/۸۶** ±۰/۴۵	۲۱۲/۸۲** ±۴۵/۴۵
H_2	۹/۶۹** ±۲/۱۱	۱۵/۵۸** ±۳/۹۵	۱۵۱/۹۸** ±۳۲/۳۲	۱۱۵/۷۸** ±۲۱/۹۴	۹/۱۸** ±۱/۹۵	۱۰/۲۴** ±۲/۱۵	۰/۳۱** ±۰/۰۰۹	۲/۹۸** ±۰/۳۱	۱۹۵/۹۸** ±۳۶/۳۷
F	۴/۲۵±۲/۱۲	۲۵/۹۸** ±۳/۹۵	۱۶/۲۸** ±۲/۴۵	-۱/۹۸±۰/۹۵	-۲۷/۹۸** ±۳/۲۵	۵/۹۸±۳/۹۵	-۰/۹۸±۰/۷۴	۴/۱۸±۲/۲۳	۷۱/۶۴** ±۱۲/۱۵
$(H1/D)^{1/2}$	۰/۸۶	۱/۸۰	۱/۱۵	۱/۱۲	۱/۲۶	۰/۶۵	۰/۴۹	۰/۷۲	۱/۳۷

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال۵٪ و ۱٪.

D: جزء مربوط به اثر افزایشی ژن‌ها

H_2 و H_1 : جزء مربوط به اثر غالبیت ژن‌ها

F : میانگین کوواریانس اثرات افزایشی و غالبیت

$(H_1/D)^{1/2}$: میانگین درجه غالبیت

نشان از فوق غالبیت عمل ژن و تأییدی دیگر بر غیرافزایشی بودن اثر ژن‌ها در این صفات می‌باشد (شکل۱- ب، ج، د، هـ). بنابراین در مورد این صفات استفاده از روش تولید هیبرید و بهره‌برداری از قابلیت هتروزیس می‌تواند در رسیدن به اهداف اصلاحی مؤثر باشد. Honarnejad (1997) و Hoseyni et al. (2002) اثر غیر افزایشی را در کنترل صفات طول دوره رشد و عملکرد دانه و Sawant & Sharma (1992) در صفات طول دوره رشد و طول خوشه مؤثر دانستند در حالیکه Singh et al. (1992) صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه و طول خوشه را تحت کنترل اثر افزایشی دانسته اند. به نظر می رسد در خصوص این صفات نیز براساس محیط آزمایش و نوع مواد ژنتیکی مورد استفاده، ماهیت ژنتیکی کنترل صفات دچار تغییر می‌گردد. F (میانگین کوواریانس اثرات افزایشی و غالبیت) معنی‌دار برای صفات تعداد دانه در خوشه، طول دوره رشد و عملکرد دانه بیانگر اعتبار غالبیت ژن‌ها ومثبت بودن آن فراوانی بیشتر آلل های غالب را نسبت به مغلوب در این صفات نشان می‌دهد، در حالیکه در صفت طول خوشه F منفی ومعنی‌دار بیانگر اعتبار غالبیت ژن‌ها و فراوانی بیشتر آلل‌های مغلوب نسبت به غالب در کنترل این صفت است (جدول۲). پراکنش والدها در اطراف خط رگرسیون برای صفت تعداد پنجه بارور نشان داد که ارقام بینام و قشنگه بیشترین ژن‌های غالب و لاین IR36 و دیلمانی بیشترین ژن‌های مغلوب را در بوته دارا بوده و ژن‌های غالب و مغلوب دو رقم دیگر در یک وضعیت حدواسط قرار دارند (شکل۱- الف). پراکنش والدها در اطراف خط رگرسیون برای صفت تعداد دانه در خوشه نشان از وجود بیشترین ژن‌های غالب در لاین‌های IR36 و ۵۰ می‌باشد و لاین کیفی ۴ نیز بیشترین ژن‌های مغلوب را به خود اختصاص داده و ارقام دیگر وضعیت حدواسطی را از این نظر نشان دادند (شکل۱- ب). برای صفت طول دوره رشد نیز همچون تعداد دانه در خوشه لاین‌های IR36 و ۵۰ بیشترین ژن‌های غالب را به خود اختصاص دادند ولی بیشترین ژن‌های مغلوب را رقم بینام دارا بوده و ارقام دیگر از نظر ژن‌های غالب و مغلوب در یک وضعیت حدواسط قرار گرفتند (شکل۱- ج). برای صفت ارتفاع بوته مشاهده می‌گردد که والدین بینام و دیلمانی بیشترین ژن‌های غالب و لاین‌های IR36 و کیفی ۴ بیشترین ژن‌های مغلوب را داشته و لاین ۵۰ و قشنگه وضعیت حدواسط دارند (شکل۱- د). در صفت طول خوشه لاین‌های IR36 و ۵۰ همچون صفات تعداد دانه در خوشه و طول دوره رشد بیشترین ژن‌های غالب را دارا بوده ولی بیشترین ژن‌های مغلوب متعلق به ارقام دیلمانی و قشنگه بود و ارقام بینام و لاین کیفی ۴ از این نظر در حد واسط قرار گرفتند (شکل۱- هـ). پراکنش والدین برای طول برگ پرچم در امتداد خط رگرسیون نشانگر بیشترین ژن‌های غالب برای لاین ۵۰ و بیشترین ژن‌های مغلوب برای رقم دیلمانی می‌باشد و لاین‌ها و ارقام دیگر در وضعیت حدواسط قرار دارند (شکل۱- و). رقم قشنگه برای صفات طول دانه و عرض دانه بیشترین ژن‌های غالب را نشان داد در حالیکه بیشترین ژن‌های مغلوب را برای صفات طول دانه و عرض دانه به ترتیب به لاین IR36 و لاین ۵۰ اختصاص پیدا کرد و بقیه لاین‌ها و ارقام در حدواسط قرار گرفتند (شکل۱- ز، ح). صفت عملکرد دانه نیز از نظر ژن‌های غالب و مغلوب در والدین وضعیتی مشابه با صفت طول خوشه نشان داد (شکل۱- ط).

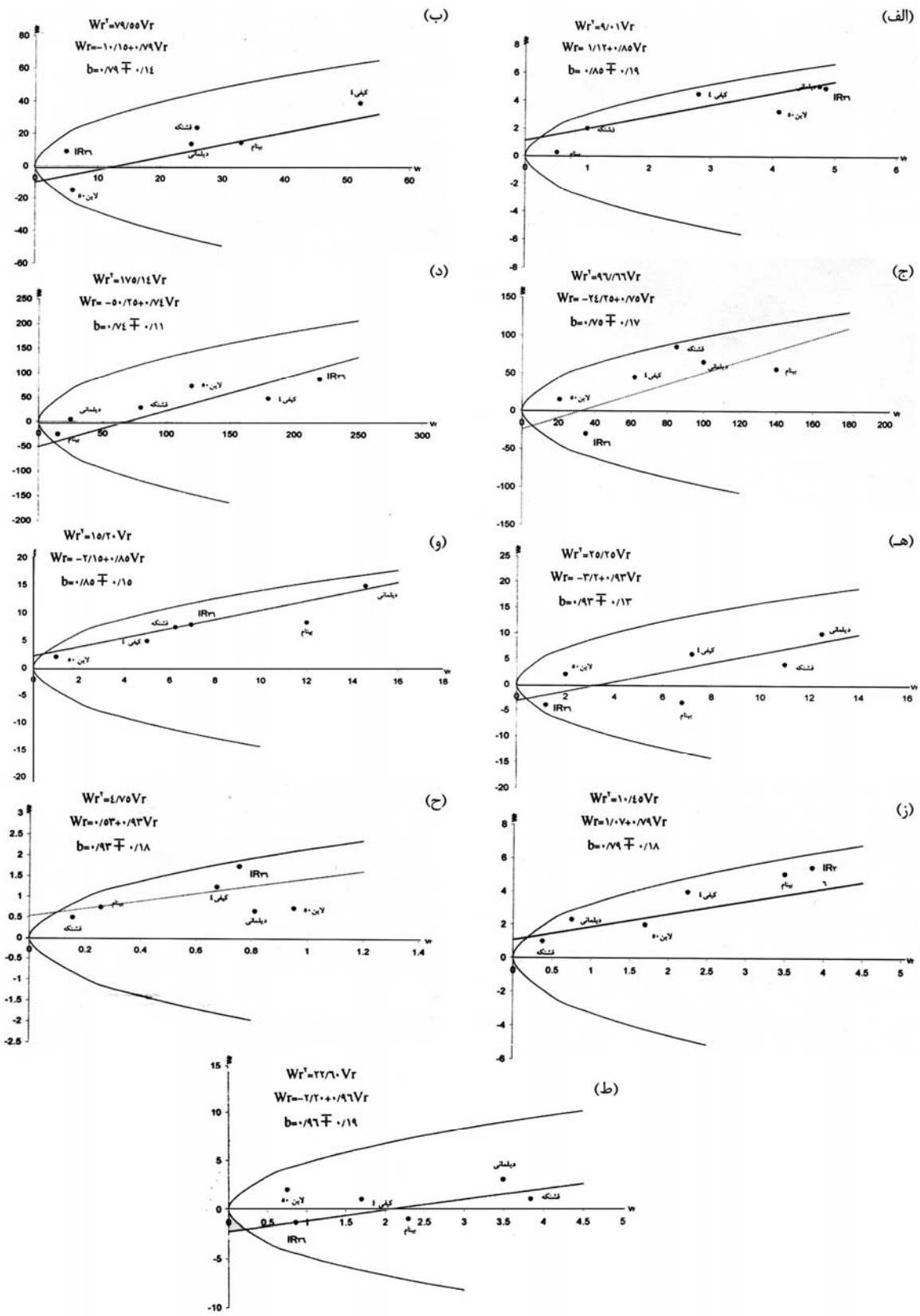
تجزیه قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی والدین و خصوصی تلاقی‌ها به روش گریفینگ

واریانس‌های ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) برای کلیه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دارگردیدند (جدول۱). این نتایج نشان از تأثیر توأم اثرات افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل این دسته از صفات بود. نتایج بررسی های دیگر نیز حاکی از وجود اثر افزایشی و غیر افزایشی برای این صفات می‌باشد (Sarvki & Burtakur, 1996; Honarnejad, 1997; Bagheri et al., 2002; Hoseyni et al., 2002).

نسبت بیکر برای صفات مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. نزدیک شدن نسبت بیکر به یک، سهم بیشتر اثرات افزایشی را نسبت به اثرات غیرافزایشی در

کنترل صفات طول برگ پرچم، طول دانه و عرض دانه را در مقایسه با صفات دیگر نشان می‌دهد.

اثرات ترکیب‌پذیری عمومی ارقام و لاین‌ها (gca_i) برای صفات مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به معنی‌دار شدن gca_i در دو جهت مثبت



شکل۱- خط رگرسیون Wr روی Vr، سهمی محدودکننده آن به همراه پراکنش والدها برای تعداد پنجه بارور (الف)، تعداد دانه در خوشه(ب)، طول دوره رشد(ج)، ارتفاع بوته(د)، طول خوشه(هـ)، طول برگ پرچم (و)، طول دانه (ز)، عرض دانه (ح) و عملکرد دانه(ط)

جدول۳- مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی والدها (gca_i) و خصوصی دورگ‌ها (sca_{ij}) برای صفات مورد ارزیابی در برنج

صفت	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه در خوشه	طول دوره رشد	ارتفاع بوته (سانتی متر)	طول خوشه (سانتی متر)	طول برگ پرچم (سانتی متر)	طول دانه (میلی متر)	عرض دانه (میلی متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در مترمربع)
لاین کیفی۴	-۰/۹۳۷**	۳/۲۲	۱۰/۹۸*	-۳/۱۴۰	۱/۰۸۱	۰/۶۴۰	-۰/۵۷۹**	-۰/۰۲۴	۰/۷۶۰**
لاین۵۰	۲/۲۵۲**	-۵/۸۴**	-۱۶/۶۵**	-۸/۸۹۴**	۲/۰۸۴*	۱/۱۹۳**	۰/۴۶۳**	-۰/۱۶۵**	-۰/۲۸۶*
قشنگه	-۰/۶۵۳**	۰/۱۲۰	-۲۶/۶۱**	۱/۶۴۶	-۱/۵۵۰	-۱/۳۰۹**	-۰/۹۱۶**	۰/۲۳۱**	۰/۱۳۵
دیلمانی	۰/۱۹۸	-۳/۴۵	-۲۹/۷۴**	۵/۶۸۲*	-۰/۲۶۸	۰/۴۳۸	-۰/۲۱۶	-۰/۰۴۱	-۰/۵۴۹**
بینام	-۰/۵۰۸*	۰/۲۶	-۳۰/۸۴**	-۸/۶۱**	۰/۱۰۰	-۱/۷۲۱**	۰/۲۷۸	۰/۰۸۰	-۰/۰۹۴
IR36	-۰/۳۵۲	۷/۲۵**	۲۳/۸۹**	-۵/۹۱۰*	-۵/۴۴۸**	۰/۷۵۹	۰/۳۶۷**	-۰/۰۸۰	۰/۹۶۰**
$SE(gca_i)$	۰/۲۰۶	۲/۲۵۱	۵/۲۵۱	۲/۶۲۱	۰/۹۲۵	۰/۴۲۳	۰/۱۲۳	۰/۰۵۴	۰/۱۴۰
لاین کیفی۴ × لاین۵۰	-۱/۶۰۳*	۱/۲۵۰	۱۰/۱۴۰*	۰/۲۵۰	-۰/۰۲۱	-۲/۴۱۹**	۰/۳۸۷**	۰/۰۹۵	۱/۰۴۷**
لاین کیفی۴ × قشنگه	۰/۱۵۸*	-۲/۲۵۰	-۶/۴۷۵	۱۴/۴۲۸**	۰/۹۴۷*	۲/۲۵۵**	۰/۲۱۹**	۰/۱۹۲**	۱/۹۲۶**
لاین کیفی۴ × دیلمانی	-۱/۰۱۶*	۴/۱۲**	-۱۰/۳۹۰*	۳/۱۷۵	۲/۴۳۱**	۴/۶۱۹**	-۰/۰۴۷	۰/۰۹۳	-۱/۷۲۴**
لاین کیفی۴ × بینام	۰/۶۱۰	۱/۷۵۰	۴/۲۶۱	۱/۵۵۴	۰/۷۹۶	۲/۷۶۸**	-۰/۹۹۰*	۰/۱۰۲	-۰/۸۲۲*
لاین کیفی۴ × IR36	۳/۰۶۷**	۵/۴۶**	۴/۷۲۳	-۱۰/۷۵**	-۳/۰۵۵	-۴/۳۰۲**	-۰/۳۴۴**	۰/۰۵۳	۰/۷۲۶
لاین۵۰ × قشنگه	-۳/۳۸۸**	-۴/۲۵**	۳/۳۳۱	۹/۸۶۵**	۰/۳۱۱	۱/۷۰۳*	-۰/۰۲۲	۰/۰۷۷	-۱/۶۲۸**
لاین۵۰ × دیلمانی	-۱/۰۳۸*	-۳/۶۸*	۲۵/۱۲۳**	۱۱/۱۹۵**	۱/۷۶۲**	۱/۹۸۰*	۰/۰۱۹	۰/۰۷۵	۰/۴۱۱
لاین۵۰ × بینام	-۱/۵۰۹**	۰/۱۲۶	۲۳/۴۵۶**	۶/۵۴۹**	۰/۳۲۷	۰/۸۸۵	۰/۲۹۸**	۰/۰۲۱	-۱/۳۶۵**
لاین۵۰ × IR36	۰/۰۷۸	۸/۲۵**	-۸/۸۴۸	-۹/۹۷۹**	-۲/۱۲۴**	-۳/۲۰۱	-۰/۳۷۵**	-۰/۱۵۱**	۰/۹۷۲*
قشنگه × دیلمانی	-۱/۳۹۷*	-۱/۲۰۲	-۲۶/۶۵۱**	۰/۲۵۹	۰/۸۰۳	-۰/۷۳۵	-۰/۰۹۲*	۰/۰۶۶	۱/۹۰۱**
قشنگه × بینام	۱/۷۳۹**	-۰/۴۹۵	-۱۰/۹۸۹*	۰/۱۵۴	۰/۲۹۵	۱/۷۲۰	-۰/۰۱۴	۰/۱۳۸**	-۱/۱۵۳**
قشنگه × IR36	۱/۵۸۹**	۴/۲۵۶*	۲۱/۷۷۷**	۳/۹۷۱	۱/۸۴۳**	-۰/۰۴۰	-۰/۴۲۲	-۰/۰۵۵	۰/۶۱۸
دیلمانی × بینام	۱/۳۸۸*	۱/۱۲۵	۱۸/۲۰۶**	-۳/۰۴۸	-۱/۶۵۳**	-۴/۱۵۳**	۰/۰۷۷*	۰/۱۱۰*	۰/۵۳۰
دیلمانی × IR36	۰/۶۳۲	۲/۱۲۷	-۳/۴۳۳	۶/۵۱۲*	۰/۵۶۱	۰/۹۵۴	-۰/۰۱۵	-۰/۰۱۰	۰/۹۳۲*
IR36 × بینام	-۰/۱۹۶	۴/۲۲۰**	۴/۹۰۲	۷/۰۷۷**	۱/۹۵۹**	۲/۲۸۳**	-۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۷۵۳
$SE(sca_{ij})$	۰/۴۹۱	۱/۴۲۵	۵/۰۲۰	۲/۴۲۵	۰/۴۳۱	۰/۷۲۴	۰/۰۳۵	۰/۱۰۹	۰/۳۷۸

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

و منفی در تمامی صفات، می‌توان اظهار داشت که والدین از قابلیت انتقال میزان بالا و پایین صفت برخوردار هستند، بدین نحو که در مواردی که افزایش اندازه یک صفت مورد نظر باشد، بایستی به مقادیر مثبت gca_i توجه گردد. لاین IR36 بالاترین مقدار gca_i را برای صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه و طول دوره رشد در جهت مثبت دارا بود (جداول ۳ و ۴). بنابراین می‌توان از آن به عنوان یک لاین واجد ترکیب‌پذیری عمومی مناسب جهت تولید دورگی که دارای تعداد دانه در خوشه بالا و عملکرد بالا به همراه طول دوره رشد طولانی باشد، استفاده کرد. به منظور کوتاه کردن طول دوره رشد ارقام دیلمانی، بینام، قشنگه و لاین۵۰ به ترتیب دارای بیشترین gca_i منفی و معنی‌دار بودند که می‌توان از این ارقام به عنوان یک ترکیب شونده مناسب در جهت اصلاح طول دوره رشد گیاه استفاده کرد (جداول۳ و ۴). اگرچه اصلاح نباتات در افزایش عملکرد واریته‌های زودرس موفقیت‌های زیادی داشته است، مع ذلک این واقعیت را نباید نادیده گرفت که تلفیق صفت زودرسی با عملکرد در برنج، تاکنون با موفقیت اندکی روبرو بوده و بیشترین محصول قابل تولید در واریته‌های دیررس امکان پذیر است. با این حال پیشنهاد می‌گردد جهت تولید لاین‌ها با عملکرد بالا و طول دوره رشد کوتاه، با استفاده از تلاقی مرکب بین لاین IR36 با ارقام بینام، دیلمانی، قشنگه و لاین ۵۰ حداکثر تنوع ژنتیکی را ایجاد کرده و با توجه به وراثت‌پذیری پایین این صفات، با استفاده از آزمون زود هنگام نتاج، با اطمینان

بیشتری نسبت به انتخاب بوته‌های واجد این دو صفت اقدام نمود. همچنین استفاده از روش تلاقی برگشتی تغییر یافته، بطوری که والد IR36 به عنوان والد دوره‌ای و ارقام بینام، دیلمانی، قشنگه و لاین۵۰ به عنوان والد دهنده عمل نماید، شاید بتواند ما را در رسیدن به این مهم یاری کند، چرا که در خیلی از موارد، مشخص شده است که یک یا شمار اندکی از آلل، اثرهای اصلی را روی زودرسی دارند و این روش می‌تواند این آلل‌ها را در افرادی که به اندازه کافی شبیه والد دوره‌ای هستند، تثبیت نماید (Pakniyat & Shoorideh, 2007).

برای صفت ارتفاع بوته بیشترین gca_i منفی و معنی‌دار به لاین ۵۰ اختصاص دارد که می‌تواند به عنوان ترکیب شونده مناسب در جهت کاهش ارتفاع بوته در دورگ‌گیری‌ها مورد استفاده قرار گیرد. برای صفات طول و عرض دانه نیز لاین ۵۰ با gca_i مثبت و معنی‌دار برای طول دانه و gca_i منفی و معنی‌دار برای عرض دانه می‌تواند در دورگ‌گیری‌ها به عنوان یک ترکیب‌شونده مطلوب مورد استفاده قرار گیرد (جداول ۳ و ۴).

همانطور که در جدول ۳ برای اکثر صفات مشاهده می‌گردد، ترکیب‌پذیری عمومی معیار قابل اعتمادی برای برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی یک واریته نیست. این قابلیت اطمینان وقتی بدست می آید که تعداد والدین بیشتری در دی‌آلل شرکت کنند بطوریکه هر والد در تعداد زیادی ترکیب بررسی شود، معهذا احتمال اینکه یک والد با ترکیب‌پذیری عمومی خوب، از ترکیب‌پذیری خصوصی خوبی برخوردار باشد، به مراتب بیشتر از یک والد با ترکیب‌پذیری عمومی ضعیف است. مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی دورگ‌ها (sca_{ij}) برای هر یک از صفات در جدول ۳ ارائه شده است. برای هرکدام از صفات مورد بررسی ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و منفی معنی‌دار مشاهده می‌گردد. همانطور که مشاهده می‌شود دورگ قشنگه × لاین کیفی۴ دارای بالاترین sca_{ij} مثبت معنی‌دار برای عملکرد دانه است. این دورگ برای صفات تعداد پنجه بارور، طول خوشه، ارتفاع بوته، طول برگ پرچم، طول دانه و عرض دانه نیز مقادیر sca_{ij} مثبت و معنی‌داری را دارا بود. بعد از آن، تلاقی دیلمانی × قشنگه برای صفت عملکرد دانه از sca_{ij} بالا و معنی‌داری برخوردار بود. این تلاقی به دلیل دارا بودن بیشترین sca_{ij} منفی و معنی‌دار برای صفت طول دوره رشد و با توجه به اهمیت بیشتر اثر غیر افزایشی نسبت به افزایشی در این دو صفت، می‌تواند برای تولید هیبرید پرمحصول و با طول دوره رشد کوتاه مورد توجه قرار گیرد. هیبرید IR36 × لاین کیفی ۴ دارای بالاترین sca_{ij} مثبت و معنی‌دار برای صفات تعداد پنجه بارور و تعداد دانه در خوشه می‌باشد ولی برای عملکرد دانه sca_{ij} معنی‌داری را نشان نداد.

نتیجه گیری کلی

بطورکلی بر اساس نتایج تجزیه هیمن و گریفینگ، با توجه به اهمیت بیشتر اثر غیر افزایشی ژن‌ها در خصوص صفات تعداد دانه در خوشه، طول دوره رشد، ارتفاع بوته، طول خوشه و عملکرد دانه، به منظور اصلاح این صفات تولید واریته‌های هیبرید و استفاده از هتروزیس و برای بقیه صفات روش‌های مبتنی بر گزینش می‌تواند

جدول ۴- نسبت میانگین مربعات GCA به SCA، نوع عمل ژن، واریانس افزایشی، واریانس غالبیت، وراثت‌پذیری خصوصی، بهترین ترکیب شونده و ترکیب برای صفات مورد ارزیابی در برنج

صفات	$\frac{MS(GCA)}{MS(SCA)}$	نوع عمل ژن	واریانس افزایشی	واریانس غالبیت	وراثت‌پذیری خصوصی	بهترین ترکیب شونده عمومی	بهترین دورگ
تعداد پنجه بارور	۳/۰۱۲*	افزایشی	۲/۲۸۴	۴/۴۴۲	۰/۵۳	لاین۵۰ +	لاین کیفی۴ × IR36 +
تعداد دانه درخوشه	۲/۲۸۷	غیرافزایشی	۳۷۶۱/۲۵۴	۸۶۸۵/۰۸۷	۰/۲۰	IR36 +	لاین۵۰ × IR36 +
طول دوره رشد	۱/۳۱۵	غیرافزایشی	۴/۰۸۵	۱۹/۰۱۰	۰/۱۶	IR36 +	لاین۵۰ × دیلمانی +
						بینام —	قشنگه × دیلمانی —
ارتفاع بوته	۱/۶۰۵	غیرافزایشی	۷۱۹/۷۵۰	۴۵۴۹/۸۰۷	۰/۱۳	دیلمانی +	لاین کیفی۴ × قشنگه +
						لاین۵۰ —	لاین کیفی۴ × IR36 —
طول خوشه	۲/۴۸۸	غیرافزایشی	۲/۳۲۵	۳/۸۸۹	۰/۲۶	لاین۵۰ +	لاین کیفی۴ × دیلمانی +
طول برگ پرچم	۶/۶۲۸**	افزایشی	۷/۴۳۰	۳/۷۷۴	۰/۵۲	لاین۵۰ +	لاین کیفی۴ × دیلمانی +

طول دانه	۹/۰۹۹**	افزایشی	۰/۴۴۷	۰/۱۹۷	۰/۶۵	لاین ۵۰ +	لاین کیفی۴ × لاین ۵۰ +
عرض دانه	۱۰/۴۷**	افزایشی	۰/۰۴۹	۰/۰۲۰	۰/۶۸	قشنگه +	لاین کیفی۴ × قشنگه +
						لاین ۵۰ —	لاین ۵۰ × IR36 —
عملکرد دانه	۲/۱۷۴	غیرافزایشی	۰/۵۵۵	۱/۷۹۳	۰/۲۳	IR36 +	لاین کیفی۴ × قشنگه +

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ + در جهت افزایش صفت — در جهت کاهش صفت

مفید واقع گردد. لاین‌های IR36 و کیفی ۴ به عنوان بهترین ترکیب شونده و تلاقی‌های لاین کیفی۴× قشنگه و قشنگه × دیلمانی به عنوان بهترین ترکیبات برای افزایش عملکرد معرفی شدند. با توجه به اینکه هیبرید قشنگه × دیلمانی علاوه بر افزایش عملکرد، از نظر کاهش طول دوره رشد نیز بهترین ترکیب شناخته شد، لذا می‌تواند به عنوان یک ترکیب مناسب مورد توجه اصلاحگران قرار بگیرد. در جدول ۴ بهترین ترکیب شونده‌ها و بهترین دورگ برای هر کدام از صفات معرفی شده است که با بهره گیری از این اطلاعات و سایر نتایج این تحقیق اصلاح‌گران برنج می‌توانند نسبت به طراحی برنامه‌های اصلاحی اقدام نمایند.

REFRENCES

1. Bagheri, M. M., Taghiasad, H., Pakniyat, H. & Nematzadeh, G. (2002). A study of combining ability and heterosis in rice varieties. In: Proceedings of *the 7th Iranian Crop Sciences Congress*, 24-26 Aug., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran, pp. 348.
2. Danraj, M. K. &. Sheng, B. K. (1991). Combining ability for yield and yield components in rice (*Oryza sativa*). *Madras Agric J*, 75(4), 120-124.
3. Farshadfar, E. (2002). *Application of biometrical genetics in plant breeding* (vol. 1). Razi University Press. (In Farsi).
4. Griffing, B. (1956a). A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*, 10, 31-50.
5. Griffing, B. (1956b). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Aust J Biol Sci*, 9, 463-493.
6. Hayman, B. I. (1954a). The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, 1, 235-244.
7. Hayman, B. I. (1954b). The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39, 789-809.
8. Honarnejad, R. (1996). Estimation of gene effects and combining ability of some quantitative characteristics of rice by diallel cross. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 27(2), 45-57.(In Farsi).
9. Hoseyni, M., Honarnejad, R. & Tarang. A. (2002). Estimation of gene effects and combining ability of some quantitative characteristics of rice by diallel cross. In: Proceedings of *the 7th Iranian Crop Sciences Congress*, 24-26 Aug., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran, pp. 382.
10. Jinks, J. L. (1954). The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica*. *Genetics*, 39, 767-788.
11. Jinks, J.L. & Hayman, B. I. (1953). The analysis of diallel crosses. *Maize Genetics Crop News*, 27, 48-54.
12. Koh, J. C. (1987). Studies on the combining ability and heterosis of F_1 hybrids using cytoplasmic-genetics male sterile line of rice (*Oryza sativa*). *Research Korea Republic*, 29(2), 1-21.
13. Mark, D. B. & James, G. C. (1994). DIALLEL: A microcomputer program for the simulation and analysis of diallel cross. *Agron J*, 86(1), 154-158.
14. Moria, B. L. & Kinoshiata, M. K. (1991). Combining ability for yield components in rice (*Oryza sativa*). *Madras Agric J*, 75(9), 199-204.
15. Pakniyat, H. & Shoorideh, H. (2007). *Principles of Plant Breeding* (Vol. 1). Shiraz University Press. (In Farsi).
16. Pooni, H. S., Jinks, J. L. & Singh, R. K. 1984. Methods of analysis and the estimation of the genetics parameters from a diallel set of crosses. *Heredity*, 25, 243-253.
17. Sarvki, R. P. & Burtakur, M. K. (1996). Studies on the general and specific combining ability in rice. *IRRI*, 1(27), 25-32.
18. Sawant, B. P. & Sharma, S. (1992). Studies on the combining and heritability of F_1 hybrids of rice. *Paki. J Agric Res*, 98, 415-425.
19. Singh, N. K., Singh, N. B. & Tha, P. B. (1992). Combining ability analysis for yield components in rice. Inter. *Rice Res Newsletter*, 14(2), 119-123.
20. Wright, A. J. (1985). Diallel designs, analysis and reference populations. *Heredity*, 54, 307-311.