

مطالعه قابلیت ترکیب‌پذیری پنج واریته برنج (*Oryza sativa* L.)

برای شش صفت مورفولوژیکی به‌روش تلاقی دای آل

لیلا آهنگر^۱، غلامعلی رنجبر^{۱*} و محمد نوروزی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۱۰/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۲/۲۶)

چکیده

شش صفت مورفولوژیکی برنج طی یک تلاقی دای آل 5×5 یک‌طرفه با استفاده از یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۸۶ در نسل F_1 در ایستگاه تحقیقات برنج کشور - آمل مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای صفات ارتفاع بوته، زاویه برگ پرچم، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، طول اولین میانگره و طول خوشه حاکی از وجود تفاوت‌های ژنتیکی معنی‌دار بین ارقام و هیبریدهای مورد مطالعه بود. معنی‌دار بودن میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) وجود اثرات افزایشی و غیرافزایشی را در کنترل صفات مربوطه نشان داد. هم‌چنین معنی‌دار شدن نسبت میانگین مربعات $\frac{MS(GCA)}{MS(SCA)}$ در تمامی صفات، نشان‌دهنده اهمیت بیشتر اثر افزایشی نسبت به اثر غیر افزایشی ژن‌های کنترل‌کننده صفات مورد مطالعه بود. قابلیت وراثت‌پذیری خصوصی بالای این صفات بیانگر وجود نقش عمده برای اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی خصوصیات مورد مطالعه می‌باشد بنابراین بازدهی گزینش برای این صفات زیاد خواهد بود. در مجموع والدین ندا و IR62871-175-1-10 به‌طور مشترک بهترین والد از نظر ترکیب‌پذیری عمومی در جهت کاهش ارتفاع، طول برگ پرچم و طول میانگره و افزایش عرض برگ پرچم بودند و تلاقی‌های ندا \times بینام و ندا \times دشت بهترین دورگ از نظر SCA به‌ترتیب برای افزایش طول خوشه و کاهش ارتفاع بودند.

واژه‌های کلیدی: برنج، تلاقی دای آل، صفات مورفولوژیکی، ترکیب‌پذیری عمومی، ترکیب‌پذیری خصوصی

مقدمه

دای آل در بسیاری از گیاهان زراعی متداول بوده (۱۵) و در دهه‌های اخیر در ایران نیز به‌منظور شناخت ترکیب‌پذیری والدین برای صفات مطلوب و ژن‌های کنترل‌کننده این صفات به‌کار رفته است (۳ و ۴).

یوچان و همکاران (۱۶) طی مطالعه‌ای روی تعدادی از ارقام گندم میزان هتروزیس و ترکیب‌پذیری ارتفاع

برای دستیابی به ارقام پر محصول نیاز به اطلاعات کافی در مورد ساختار ژنتیکی والدین مورد تلاقی و هم‌چنین ترکیب‌پذیری والدین برای صفات مطلوب می‌باشد که این امر از طریق استفاده از روش‌های ژنتیک کمی از جمله تلاقی‌های دای آل میسر می‌شود (۵، ۷، ۸، ۹ و ۱۷). به‌کارگیری تلاقی

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲. عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، آمل

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ali.ranjbar@gmail.com

بوته و صفات وابسته به آن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که میزان هتروزیس طول اولین و سومین میانگرمه سهم بالایی در ارتفاع بوته دارند. از لحاظ ترکیب پذیری عمومی و خصوصی بین طول میانگرمه و ارتفاع بوته و بین طول میانگرمه‌های هم‌جوار رابطه معنی داری وجود داشت، در حالی که بین طول خوشه و ارتفاع بوته هیچ رابطه‌ای از لحاظ ترکیب پذیری و هتروزیس مشاهده نگردید. طول اولین میانگرمه به میزان زیادی تحت تأثیر اثرهای غیر افزایشی قرار داشت، در حالی که طول دومین و سومین میانگرمه و میانگرمه انتهایی و ارتفاع بوته تحت تأثیر اثرهای افزایشی بودند. مؤمنی (۲) با اجرای یک طرح دای آال کامل با ۷ رقم برنج نشان داد که برای صفات طول خوشه، طول برگ پرچم، تعداد روز تا ۵۰٪ گل دهی و وزن ۱۰۰ دانه اثرها غیر افزایشی بر افزایشی غلبه دارد، در حالی که برای صفات ارتفاع بوته، زاویه برگ پرچم، تعداد پنجه بارور در بوته، عرض برگ پرچم و تعداد سنبلچه در خوشه نتیجه بر عکس بود. سازادانا و همکاران (۱۳) ترکیب پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) معنی داری را برای روزهای تا گل دهی، تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، طول خوشه، طول برگ پرچم، وزن ۱۰۰ دانه، دانه‌های پر در خوشه و عرض برگ پرچم گزارش نمودند و اظهار داشتند که هم اثرهای افزایشی و هم غیرافزایشی برای تمامی صفات مورد مطالعه مهم می‌باشند. برای صفات طول خوشه، عرض برگ پرچم، وزن ۱۰۰ دانه و روز تا گل دهی عمل افزایشی ژن بر عمل غیر افزایشی برتری داشت، در حالی که برای طول برگ پرچم و دانه‌های پر در خوشه اثرات غیرافزایشی بر عمل افزایشی آن فزونی داشتند.

هنرنژاد (۴) با بررسی شش واریته برنج از لحاظ خصوصیات ژنتیکی و قابلیت ترکیب پذیری نشان داد که اثرهای ترکیب پذیری عمومی و خصوصی در تمامی صفات مورد مطالعه وی معنی دار بوده و نسبت $\frac{MS (GCA)}{MS (SCA)}$ نشان داد که در کنترل ژنتیکی صفات تعداد پنجه، طول بوته و نسبت طول به عرض دانه سهم اثرهای افزایشی ژن‌ها بیشتر از اثرهای غیر

افزایشی بود. وی میزان وراثت پذیری خصوصی این صفات به ترتیب ۰/۳۵، ۰/۶۰ و ۰/۶۸ گزارش نمود. مالینی و همکاران (۹) طی مطالعه‌ای روی تعدادی از ارقام برنج نشان دادند که میانگین مربعات ترکیب پذیری خصوصی برای صفات روز تا گل دهی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در خوشه، طول خوشه و تعداد خوشه در گیاه بیشتر از ترکیب پذیری عمومی بود. این نتایج نشان‌دهنده سهم بیشتر اثرهای غیر افزایشی در کنترل صفات مذکور است. تحقیقات انجام شده توسط سیرواستاوا و همکاران (۱۴) به منظور برآورد ترکیب پذیری صفات در ۷ رقم برنج حاکی از وجود ترکیب پذیری عمومی و خصوصی معنی دار برای صفات روز تا ۵۰٪ گل دهی، ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد پنجه بارور؛ طول خوشه و عملکرد بود. معنی دار بودن نسبت $\frac{MS (GCA)}{MS (SCA)}$ برای صفات روز تا ۵۰٪ گل دهی، ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد نشان‌دهنده سهم بیشتر اثرات افزایشی در کنترل صفات مذکور بود، در حالی که برای صفات طول خوشه و تعداد پنجه بارور نتیجه‌ای بر عکس مشاهده شد. حسینی و همکاران (۱) برای ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته و روز تا ۵۰٪ گل دهی در گیاه برنج وراثت پذیری بالایی را گزارش نمودند.

هدف از این مطالعه برآورد ترکیب پذیری عمومی و خصوصی بین چند والد یا لاین، تعیین وراثت پذیری خصوصی و عمومی و بررسی اثرهای ژن برای برخی از صفات مورفولوژیکی در برنج بود.

مواد و روش‌ها

دو واریته بومی به نام‌های دم‌سیاه مشهد و بینام همراه با دو واریته اصلاح شده دشت و ندا و یک رقم وارداتی به نام IR62871-175-1-10 به صورت غیر تصادفی با توجه به اطلاعات موجود در مؤسسه تحقیقات برنج کشور - آمل از میان جامعه ژنوتیپ‌ها انتخاب و در بهار سال ۱۳۸۵ در سه تاریخ کاشت در مزرعه آزمایشی آن مؤسسه کشت شد. هدف از انتخاب سه تاریخ کاشت، افزایش طول دوره گل‌دهی جهت

دوره‌گیری بود. به منظور برآورد اثرهای ژنی، وراثت پذیری و ترکیب پذیری واریته‌های یاد شده در تابستان ۱۳۸۵ کلیه تلاقی‌های ممکن به صورت طرح دای آلل یک طرفه انجام گرفت. در بهار سال ۱۳۸۶ بذور موجود (۵ والد و ۱۰ F₁) به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار کشت شدند. برای اندازه‌گیری هر یک از شش صفت مورفولوژیکی ارتفاع بوته، زاویه برگ پرچم، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، طول اولین میانگره و طول خوشه از میانگین ۱۰ بوته در هر یک از ژنوتیپ‌های مزبور استفاده شد. میانگین اندازه‌های مربوط به شش صفت فوق بر اساس مدل آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و پس از اطمینان از معنی‌دار بودن ژنوتیپ‌ها، از روش دوم گریفینگ و مدل B برای تجزیه دای آلل استفاده گردید. مجموع مربعات ژنوتیپ‌ها به کمک فرمول‌های زیر به دو جزء ترکیب پذیری عمومی (General Combining Ability) (GCA) و ترکیب پذیری خصوصی (Specific Combining Ability) (SCA) تفکیک شد (۷).

بر اساس نظر گریفینگ میزان وراثت پذیری عمومی (Broad sense Heritability) (h_{bs}^2) و خصوصی (Narrow sense Heritability) (h_{ns}^2) به ترتیب از فرمول‌های زیر به دست آمد (۷):

$$\delta_g^2 = \frac{1}{n+2}(M_g - M_s) \quad [3]$$

$$\delta_s^2 = M_s - M'_E \quad [4]$$

$$\delta_E^2 = M'_E \quad [5]$$

$$h_{ns}^2 = \frac{\delta_A^2}{\delta_A^2 + \delta_D^2 + \delta'_E^2} \quad [6]$$

$$h_{bs}^2 = \frac{\delta_A^2 + \delta_D^2}{\delta_A^2 + \delta_D^2 + \delta'_E^2} \quad [7]$$

که δ_E^2 خارج قسمت میانگین مربعات اشتباه آزمایشی بر تعداد تکرار است. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS و Diallel انجام شد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس ژنوتیپ‌ها و ترکیب پذیری عمومی و خصوصی والدین برای صفات مورد بررسی بر اساس روش دوم گریفینگ ارائه شده است. اثر ژنوتیپ برای تمامی صفات مورد بررسی، در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. این امر وجود تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام و هیبریدهای برنج از نظر صفات مورد ارزیابی را به اثبات رسانید. واریانس ترکیب پذیری عمومی برای تمامی صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد که بیانگر اهمیت اثر افزایشی در کنترل صفات مورد بررسی است. واریانس ترکیب پذیری خصوصی نیز برای تمامی صفات به جز زاویه برگ پرچم در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار شد که

اثرهای ترکیب پذیری عمومی هر والد و اثرهای ترکیب پذیری خصوصی برای هر تلاقی محاسبه گردید. برای معنی‌دار بودن اثر GCA و SCA از آزمون t استفاده گردید. هم‌چنین جهت محاسبه نوع عمل ژن، مقدار F_s از تقسیم واریانس قابلیت ترکیب پذیری عمومی به واریانس قابلیت ترکیب پذیری خصوصی محاسبه و با F_t مقایسه شد. معنی‌دار بودن این نسبت به منزله بالا بودن اثرهای افزایشی ژن است و عدم وجود اختلاف معنی‌دار نشانه وجود مقادیر بالاتر اثرهای غالبیت واپیستازی خواهد بود. با توجه به صحت پیش‌فرض‌های مدل گریفینگ، واریانس افزایشی (Additive variance) از طریق دو برابر نمودن واریانس ترکیب پذیری عمومی

$$SS_{(gca)} = \frac{1}{n+2} \left[\sum (Y_{i.} + Y_{.i})^2 - \frac{4}{n} Y_{..}^2 \right] \quad [1]$$

$$SS_{(sca)} = \sum \sum Y_{ij}^2 - \frac{1}{n+2} \sum (Y_{i.} + Y_{.i})^2 + \frac{2}{(n+1)(n+2)} Y_{..}^2 \quad [2]$$

اثرهای ترکیب پذیری عمومی هر والد و اثرهای ترکیب پذیری خصوصی برای هر تلاقی محاسبه گردید. برای معنی‌دار بودن اثر GCA و SCA از آزمون t استفاده گردید. هم‌چنین جهت محاسبه نوع عمل ژن، مقدار F_s از تقسیم واریانس قابلیت ترکیب پذیری عمومی به واریانس قابلیت ترکیب پذیری خصوصی محاسبه و با F_t مقایسه شد. معنی‌دار بودن این نسبت به منزله بالا بودن اثرهای افزایشی ژن است و عدم وجود اختلاف معنی‌دار نشانه وجود مقادیر بالاتر اثرهای غالبیت واپیستازی خواهد بود. با توجه به صحت پیش‌فرض‌های مدل گریفینگ، واریانس افزایشی (Additive variance) از طریق دو برابر نمودن واریانس ترکیب پذیری عمومی

جدول ۱. تجزیه واریانس ژنوتیپ و ترکیب پذیری عمومی والدین و خصوصی هیبریدها در صفات مورفولوژیکی برنج

مقادیر MS برای صفات مورد مطالعه							درجه آزادی	منابع تغییرات
طول خوشه	طول میانگره اول	عرض برگ پرچم	طول برگ پرچم	زاویه برگ پرچم	ارتفاع	طول خوشه		
۱/۶۳ ^{n.s}	۱۰/۷۹ ^{n.s}	۰/۰۰۹ ^{n.s}	۲۱/۶ ^{n.s}	۲۳۹ ^{n.s}	۴۷/۸۱ ^{n.s}	۲	تکرار	
۲۵/۴۷ ^{**}	۱۲۵/۳ ^{**}	۰/۰۵۸ ^{**}	۵۵/۹۳ ^{**}	۲۶/۷۴ ^{**}	۳۰۱۳/۶ ^{**}	۱۴	ژنوتیپ	
۱۸/۲۹ ^{**}	۱۰۷/۳ ^{**}	۰/۰۴ ^{**}	۴۵/۵ ^{**}	۱۹/۸۲ ^{**}	۲۵۴۷/۹ ^{**}	۴	GCA	
۴/۵۷ ^{**}	۱۵/۵۲ ^{**}	۰/۰۰۹ ^{**}	۷/۹ [*]	۴/۵۵ ^{n.s}	۳۸۷/۲ ^{**}	۱۰	SCA	
۰/۳۰۷	۱/۷۱	۰/۰۰۲	۳/۵۴	۲/۲۵	۹/۵۱	۲۸	اشتباه	
۴/۰۰۲ [*]	۶/۹۱ ^{**}	۵/۱۱ [*]	۵/۷۵ [*]	۴/۳۵ [*]	۶/۵۸ ^{**}	-	MS(gca)/ MS(sca)	
۳/۲۳	۵/۲۳	۵/۲۴	۷/۸۱	۳/۳۸	۳/۳۲	-	CV	

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

n.s: عدم اختلاف معنی دار

می دهد که والدین دم سیاه مشهد و بینام با وجود GCA مثبت و معنی دار و متوسط ارتفاع زیاد، والدینی هستند که موجب انتقال صفت پابندی به نتاج خود می شوند، در حالی که والدین ندا و IR62871-175-1-10 با GCA منفی و معنی دار و متوسط ارتفاع کم، موجب کاهش ارتفاع در نتاج می شوند. بیشترین SCA مثبت و معنی دار برای صفت ارتفاع متعلق به هیبریدهای بینام × ندا با ارتفاع ۱۷۵/۸۵ سانتی متر و ندا × دم سیاه مشهد با ارتفاع ۱۸۹/۷۵ سانتی متر است در حالی که کمترین SCA منفی و معنی دار برای ارتفاع متعلق به هیبریدهای ندا × IR62871-175-1-10 با ارتفاع ۱۱۰/۳۹ سانتی متر و ندا × دشت با ارتفاع ۱۱۲/۵۱ سانتی متر است. با توجه به این که یکی از هدف های اصلاح نباتات معرفی ارقام پاکوتاه برنج است، ندا و IR62871-175-1-10 می توانند یکی از والدین مناسب جهت اصلاح این صفت در نتاج محسوب شوند.

بیشترین GCA برای صفت زاویه برگ پرچم متعلق به دو والد ندا و بینام است و متوسط زاویه برگ آنها در حدود ۸۰/۴۶ و ۷۹ درجه می باشد. این دو والد زاویه برگ پرچم قائمه را به نتاج خود منتقل نمودند. در حالی که والد دشت دارای بیشترین GCA در جهت منفی و معنی دار بود و با متوسط زاویه

مبین سهم بودن اثر غیرافزایشی در کنترل صفات مورد بررسی می باشد. با توجه به معنی دار بودن نسبت $\frac{MS(GCA)}{MS(SCA)}$ در تمامی صفات در سطوح احتمال ۱٪ و یا ۵٪ مشخص شد که در کنترل صفات فوق، واریانس افزایشی از اهمیت بیشتری برخوردار است. نتایج سایر محققان در برنج نیز این مطلب را تایید می کند (۲، ۴، ۱۳ و ۱۴).

جدول ۲ مقادیر و درصد واریانس افزایشی و غالبیت و میزان وراثت پذیری عمومی و خصوصی به روش گریفینگ را نشان می دهد. نتایج به دست آمده نشان داد که میزان وراثت پذیری عمومی این صفات در دامنه ۹۹-۷۹٪ است که بیانگر سهم بالای واریانس ژنتیکی در کنترل این صفات است و به عبارت دیگر فنوتیپ نماینده ژنوتیپ خواهد بود به طوری که نتایج حاصل با مقادیر کم ضریب تغییرات هم خوانی دارد و میزان وراثت پذیری خصوصی و در نتیجه ارزش اصلاحی آنها نیز بالاست. بنابراین گزینش برای این صفات به منظور نیل به اهداف اصلاحی موفقیت آمیز خواهد بود (۱). یافته های تعدادی از محققان نیز هم جهت با این نتیجه است (۱، ۱۰ و ۱۲). جدول ۳ مقادیر ترکیب پذیری عمومی و خصوصی والدین و هیبریدها برای صفت ارتفاع بوته را نشان می دهد. نتایج نشان

جدول ۲. مقدار و درصد δ^2_D و δ^2_A و وراثت پذیری عمومی و خصوصی برای شش صفت مورفولوژیکی در برنج

پارامترهای ژنتیکی	ارتفاع	زاویه برگ پرچم	طول برگ پرچم	عرض برگ پرچم	طول میانگره اول	طول خوشه
واریانس افزایشی δ^2_A	۶۱۷/۳۵	۴/۳۶	۱۰/۷۴	۰/۰۱	۲۶/۲۵	۳/۹۲
واریانس غالبیت δ^2_D	۳۷۷/۶۹	۲/۲۹	۴/۳۶	۰/۰۰۷	۱۳/۸	۴/۲۶
واریانس اشتباه δ^2_E	۹/۵۱	۲/۲۵	۳/۵۴	۰/۰۰۲	۱/۷۱	۰/۳۰۷
درصد δ^2_A	۶۱/۴۵	۴۸/۹	۵۷/۶	۵۲/۶۱	۶۲/۸	۴۶/۱۸
درصد δ^2_D	۳۷/۵۹	۲۵/۷۳	۲۳/۳۹	۳۶/۸۴	۳۳/۰۶	۵۰/۱۹
درصد δ^2_E	۰/۹۴	۲۵/۲۸	۱۸/۹	۱۰/۵	۴/۰۹	۳/۶۲
وراثت پذیری عمومی	۰/۹۹	۰/۷۹	۰/۸۱	۰/۸۹	۰/۹۵	۰/۹۶
وراثت پذیری خصوصی	۰/۶۸	۰/۴۷	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۶۶	۰/۵۳

جدول ۳. قابلیت ترکیب پذیری عمومی والدین (قطر اصلی) و خصوصی هیبریدهای برنج (پایین قطر) به همراه میانگین ارتفاع بوته هیبریدها (بالای قطر) و والدینی (روی ستون)

والد	دم سیاه	ندا	بینام	IR62871	دشت	مقادیر والدینی
دم سیاه	۲۱/۲۱۸**	۱۸۹/۷۵	۱۸۳/۹۴	۱۷۶/۷۵	۱۸۷/۱	۱۸۷/۶۱
ندا	۳۰/۷۵۵**	-۲۳/۰۳۲**	۱۷۵/۸۵	۱۱۰/۳۹	۱۱۲/۵۱	۱۰۷/۵۶
بینام	-۱۴/۲**	۲۱/۹۵۴**	۱۶/۱۱۶**	۱۸۰/۷۵	۱۷۶/۴۷	۱۸۰/۳۳
IR62871	۹/۴۰۴**	-۱۲/۷۰۶**	۱۸/۵۰۶**	-۱۴/۶۷**	۱۶۲/۵۲	۱۱۵/۸۵
دشت	۵/۳۰۶*	-۲۵/۶۳۸**	-۰/۸۳۲ n.s	۱۶/۰۱**	۰/۳۷ n.s	۱۶۴/۱۳

n.s: عدم اختلاف معنی دار * و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

انتقال صفت فوق به نتاج پیشنهاد می گردد، زیرا در شرایطی که زاویه برگ های بالایی بوته قائمه تر باشند، نور بیشتری به طبقات پایین سایه انداز گیاه انتقال می یابد و سایه اندازی کمتر و میزان فتوسنتز و ساخت مواد بیشتر می گردد (۳). نتایج جدول ۵ موید این مطلب بود که والد دم سیاه مشهود با وجود

برگ ۷۱/۰۶ درجه سبب کاهش زاویه برگ در نتاج گردید. بیشترین SCA مثبت و معنی دار برای صفت زاویه برگ پرچم متعلق به هیبرید بینام × دشت است (جدول ۴). چون در برنامه های اصلاح نباتات، رسیدن به رقم هایی با زاویه برگ پرچم نزدیک به قائمه مدنظر می باشد، رقم های ندا و بینام جهت

جدول ۴. قابلیت ترکیب پذیری عمومی والدین (قطر اصلی) و خصوصی هیبریدهای برنج (پایین قطر) به همراه میانگین زاویه برگ پرچم هیبریدها (بالای قطر) و والدینی (روی ستون)

والد	دم‌سیاه	ندا	بینام	IR62871	دشت	مقادیر والدینی
دم‌سیاه	۰/۷۲ ^{n.s}	۷۷/۶۶	۷۴	۷۷/۴۶	۷۵/۴	۷۶/۱۳
ندا	۰/۲۷۶ ^{n.s}	۱/۶۹ ^{**}	۷۹/۶	۷۹/۶۶	۷۵/۸	۸۰/۴۶
بینام	۳/۵۸۱ ^{**}	۰/۳۹ ^{n.s}	۱/۳۸۲ ^{**}	۷۹/۹۳	۷۹/۶	۷۹
IR62871	۱/۰۲۹ ^{n.s}	۰/۸۱۹ ^{n.s}	۱/۴۴۸ ^{n.s}	۰/۱۸۵ ^{n.s}	۷۱/۵۳	۷۷/۲۶
دشت	۱/۶۲۹ ^{n.s}	۰/۳۸۱ ^{n.s}	۳/۷۸۱ ^{**}	۳/۱۴۳ ^{**}	۲/۴۸ ^{**}	۷۱/۰۶

n.s: عدم اختلاف معنی‌دار * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۵. قابلیت ترکیب پذیری عمومی والدین (قطر اصلی) و خصوصی هیبریدهای برنج (پایین قطر) به همراه میانگین طول برگ پرچم هیبریدها (بالای قطر) و والدینی (روی ستون)

والد	دم‌سیاه	ندا	بینام	IR62871	دشت	مقادیر والدینی
دم‌سیاه	۳/۸۴ ^{**}	۴۷/۸	۴۳/۵۲	۴۴/۹۱	۴۷/۳۲	۴۶/۸۳
ندا	۴/۲۹۶ ^{**}	۲/۰۵ ^{**}	۴۳/۶۹	۳۶/۴۳	۳۸/۳۲	۳۴/۸۳
بینام	۳/۳۱۳ [*]	۲/۷۵۱ [*]	۱/۲۷ ^{n.s}	۴۲/۸۵	۴۳/۱۶	۴۳/۰۱
IR62871	۱/۴۷۲ ^{n.s}	۱/۱۰۴ ^{n.s}	۱/۹۷۷ ^{n.s}	۲/۱۲ ^{**}	۳۹/۹۱	۳۵/۶۸
دشت	۲/۶۹۶ [*]	۰/۴۰۱ ^{n.s}	۱/۱۰۱ ^{n.s}	۱/۲۵۲ ^{n.s}	۰/۹۳ ^{n.s}	۳۷/۵۲

n.s: عدم اختلاف معنی‌دار * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

GCA مثبت و معنی‌دار و متوسط طول برگ پرچم زیاد سبب افزایش طول برگ پرچم در نتاج گردید که والدین ندا و IR62871-175-1-10 با GCA منفی و معنی‌دار سبب تولید نتاجی با برگ پرچم کوتاه گردیدند. بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار متعلق به هیبرید دم‌سیاه مشهد × ندا بود در حالی‌که هیبرید دم‌سیاه مشهد × بینام دارای بیشترین SCA منفی و معنی‌دار بودند. وجود GCA مثبت و معنی‌دار والدین ندا، IR62871-175-1-10 و دشت نشان می‌دهد که این والدین سبب عریض شدن برگ پرچم در نتاج خود شده و والدین دم‌سیاه مشهد و بینام با GCA منفی و معنی‌دار سبب باریک شدن برگ پرچم در نتاج گردیدند (جدول ۶). بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار برای صفت عرض برگ پرچم در هیبرید

IR62871-175-1-10 × دشت با متوسط عرض برگ پرچم ۱/۶ سانتی‌متر مشاهده گردید، در حالی‌که کمترین SCA منفی و معنی‌دار برای این صفت متعلق به هیبریدهای دشت × دم‌سیاه مشهد، دشت × بینام بود (جدول ۶). با توجه به اهمیت تیپ گیاهی با برگ‌های نسبتاً قائم و برگ پرچم کوتاه ولی عریض در برنامه‌های اصلاح برنج، رقم‌هایی برای برنامه‌های دورگه‌گیری توصیه می‌شوند که دارای GCA بالا برای کوتاهی برگ پرچم و عرض بالای برگ پرچم باشند (۳). بنابر دلایل ذکر شده ندا و IR62871-175-1-10 با بهترین GCA برای هر دو صفت والدین مناسبی برای انتقال این صفات به نتاج می‌باشند. در جدول ۷ ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی والدین و هیبریدها برای صفت طول میانگین ارائه شده است.

جدول ۶. قابلیت ترکیب پذیری عمومی والدین (قطر اصلی) و خصوصی هیبریدهای برنج (پایین قطر) به همراه میانگین عرض برگ پرچم هیبریدها (بالای قطر) و والدینی (روی ستون)

والد	دم‌سیاه	ندا	بینام	IR62871	دشت	مقادیر والدینی
دم‌سیاه	۰/۰۷۸**	۱/۴۶	۱/۳۲	۱/۳۹	۱/۳۴	۱/۳۵
ندا	۰/۰۲۸ ^{n.s}	۰/۰۴۷**	۱/۴۷	۱/۵۳	۱/۴۹	۱/۵۷
بینام	۰/۰۳۵ ^{n.s}	۰/۰۵۶ ^{n.s}	۰/۰۹۲**	۱/۳۲	۱/۳۲	۱/۳۴
IR62871	۰/۰۲۳ ^{n.s}	۰/۰۱۲ ^{n.s}	۰/۰۷۹**	۰/۰۳۲*	۱/۶۶	۱/۵۴
دشت	۰/۰۱۲۹**	۰/۰۱۰۴**	۰/۰۱۳۵**	۰/۰۷۸*	۰/۰۹۱**	۱/۷۹

n.s: عدم اختلاف معنی دار * و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۷. قابلیت ترکیب پذیری عمومی والدین (قطر اصلی) و خصوصی هیبریدهای برنج (پایین قطر) به همراه میانگین طول میانگره اول هیبریدها (بالای قطر) و والدینی (روی ستون)

والد	دم‌سیاه	ندا	بینام	IR62871	دشت	مقادیر والدینی
دم‌سیاه	۴/۹۹**	۵۰/۱۳	۴۵/۱۶	۴۶/۵۸	۵۲/۵۶	۵۰/۳
ندا	۶/۷۰۱**	-۴/۹۱**	۴۴/۴۳	۳۳/۴۶	۳۵/۴۶	۳۱/۱
بینام	-۵/۳۵۵**	۳/۸۱۹**	۲/۱۷**	۴۶/۶۵	۴۵	۴۷/۰۳
IR62871	۰/۹۵ ^{n.s}	-۲/۲۵۹*	۳/۸۴۲**	-۲/۷۰۹**	۴۲	۳۶/۲
دشت	۳/۷۸۲**	-۳/۴۱۱**	-۰/۹۶۷ ^{n.s}	۰/۹۲۲ ^{n.s}	۰/۴۴ ^{n.s}	۴۴/۰۶

n.s: عدم اختلاف معنی دار * و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

می‌رود (۱۷). بنابراین ندا و IR62871-175-1-10 والدین مناسبی برای انتقال کوتاهی طول میانگره به نتاج هستند و هیبرید ندا × IR62871-175-1-10 با کمترین مقدار برای طول میانگره (۳۳/۴۶) بهترین هیبرید برای این صفت است. وجود GCA مثبت و معنی دار برای والدین دم‌سیاه مشهد، بینام، دشت و IR62871-175-1-10 برای صفت طول خوشه در جدول ۷ نشان می‌دهد که این والدین طویل بودن طول خوشه را به نتاج خود منتقل نمودند. وجود GCA منفی و معنی دار برای والد ندا نشان داد که این والد کوتاهی طول خوشه را به نتاج خود منتقل نمود. هیبرید ندا × دشت دارای کمترین SCA منفی و معنی دار بود که متوسط طول خوشه آن ۲۴/۵ سانتی‌متر به‌دست آمد در حالی که هیبریدهای IR62871-175-1-10 × دم‌سیاه مشهد، IR62871-175-1-10 × دشت، ندا × بینام و دم‌سیاه مشهد × ندا

والدین بینام و دم‌سیاه مشهد با دارا بودن GCA مثبت و معنی دار و متوسط میانگره بالا سبب افزایش طول میانگره در نتاج گردیدند، درحالی‌که والدین ندا و IR62871-175-1-10 با GCA منفی و معنی دار صفت کوتاهی میانگره را به نتاج انتقال دادند. بیشترین SCA مثبت و معنی دار برای صفت طول میانگره متعلق به هیبریدهای دم‌سیاه مشهد × دشت، دم‌سیاه مشهد × ندا، IR62871-175-1-10 × بینام و ندا × بینام است. متوسط طول میانگره آنها به ترتیب ۵۲/۵۶، ۵۰/۱۳، ۴۶/۶۵ و ۴۴/۴۳ سانتی‌متر بود و کمترین SCA منفی و معنی دار برای این صفت در هیبریدهای دم‌سیاه مشهد × بینام، ندا × دشت و ندا × IR62871-175-1-10 مشاهده شد. با توجه به اهمیت تیپ‌های پاکوتاه و انتقال سریع مواد غذایی از ساقه به خوشه در این تیپ، کوتاه بودن طول میانگره یک مزیت مهم به‌شمار

جدول ۸. قابلیت ترکیب پذیری عمومی والدین (قطر اصلی) و خصوصی هیبریدهای برنج (پایین قطر) به همراه میانگین طول خوشه هیبریدها (بالای قطر) و والدینی (روی ستون)

والد	دم‌سیاه	ندا	بینام	IR62871	دشت	مقادیر والینی
دم‌سیاه	۱/۱۱**	۳۰/۵۶	۳۰/۲۶	۳۳/۲۵	۳۱/۱	۳۰/۳۶
ندا	۲/۶۲۴**	-۲/۸۶**	۳۱	۲۶/۶۲	۲۴/۵۴	۲۲/۷
بینام	-۱/۲۲۸**	۳/۴۷۶**	۰/۶۹۳**	۲۹/۹۳	۲۹/۷	۳۱/۰۴
IR62871	۱/۹۶۹**	-۰/۶۹۷ ^{n.s}	-۰/۹۳۶*	۰/۴۸۵**	۳۲/۵۷	۲۹/۵۸
دشت	-۰/۲۷۳ ^{n.s}	-۲/۸۶۲**	-۱/۲۵۴**	۱/۸۲۶**	۰/۵۷۱**	۳۲/۱۱

n.s: عدم اختلاف معنی دار * و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۹. بهترین ارقام ترکیب شونده عمومی و خصوصی در افزایش و کاهش شش صفت مرفولوژیکی در برنج

صفت	بهترین ترکیب شونده عمومی (GCA)		بهترین ترکیب شونده خصوصی (SCA)	
	افزایش صفت	کاهش صفت	افزایش صفت	کاهش صفت
ارتفاع	دم‌سیاه مشهد - بینام	ندا - IR62871-175-1	ندا × دم‌سیاه	ندا × دشت
زاویه برگ	ندا - بینام	دشت	بینام × دشت	دشت × IR62871
پرچم			دشت × دم‌سیاه	
طول برگ پرچم	دم‌سیاه مشهد	ندا - IR62871-175-1	بینام × دم‌سیاه	
عرض برگ پرچم	دشت - ندا	دم‌سیاه مشهد - بینام	دشت × IR62871	دشت × دم‌سیاه
طول میانگره اول	بینام - دم‌سیاه مشهد	ندا - IR62871-175-1	ندا × دم‌سیاه	دشت × بینام
طول خوشه	دم‌سیاه - دشت	ندا	دشت × IR62871	ندا × دشت
	IR62871-175-1		ندا × دم‌سیاه	

نتیجه گیری

معنی دار بودن واریانس صفات ارزیابی شده حاکی از تفاوت ژنتیکی بین ارقام بود. هم‌چنین با وجود GCA و SCA معنی دار و برتری مقادیر GCA به SCA می‌توان چنین استنباط نمود که تمامی صفات تحت اثرات افزایشی و تا حدودی غیرافزایشی ژن‌ها قرار دارند. با توجه به این‌که ارتفاع، زاویه برگ پرچم، طول و عرض برگ پرچم، طول میانگره و طول خوشه عمدتاً

به ترتیب با متوسط طول خوشه ۳۳/۲۵، ۳۲/۵۷، ۳۱ و ۳۰/۵ دارای بیشترین SCA مثبت و معنی دار بودند. با توجه به اهمیت مقادیر بالای این صفت به‌عنوان یکی از اجزای عملکرد، والدین با GCA بالا به‌عنوان والدین مناسب که سبب انتقال مقادیر بالای این صفت به نتاج می‌گردند در برنامه‌های دورگه‌گیری توصیه می‌گردند و هیبریدهایی با SCA بالا نیز بهترین هیبرید برای این صفت می‌باشند.

مشترک در چهار صفت به عنوان بهترین ترکیب شونده عمومی شناخته شدند (جدول ۳ الی ۸). بهترین هیبریدها برای هر کدام از صفات، با بیشترین و کمترین ترکیب پذیری خصوصی در جدول نشان داده شده است، به طوری که هیبرید ندا × دشت کمترین مقدار SCA را برای ارتفاع ولی هیبرید ندا × بینام بیشترین مقدار SCA را در جهت افزایش طول خوشه نشان داده است. بنابراین با بهره برداری از اثرات ژنی، بیشترین و کمترین مقدار SCA، GCA و سایر نتایج اصلاح کننده خواهد توانست آگاهانه تر نسبت به طراحی برنامه های اصلاحی خود اقدام نماید.

توسط اثرات افزایشی ژن ها کنترل می گردند. نتایج به دست آمده با نتایج سایر محققین در برنج منطبق می باشد (۱، ۱۳ و ۱۴). لذا انتظار می رود با قابلیت توارث پذیری خصوصی بالای این صفات بتوان گزینش موفقیت آمیزی برای این صفات انجام داد.

بر اساس نتایج جداول ۳ الی ۸ بهترین ارقام و هیبریدها جهت افزایش و کاهش صفات مورد بررسی در جدول ۹ نشان داده شده اند. با توجه به این که برای برخی از صفات حد بالا و برای برخی دیگر حد پایین آن صفت مطلوب می باشد، بنابراین بهنژادگر قادر است با توجه به اهداف اصلاحی هر یک از والدین را انتخاب کند. ارقام ندا و IR62871-175-1-10 به طور

منابع مورد استفاده

- حسینی، م.، ر. هنرنژاد و ع. ترنگ. ۱۳۸۴. برآورد اثر ژن ها و ترکیب پذیری برخی از صفات کمی برنج به روش دای آلل. علوم کشاورزی ایران ۳۶(۱):۲۱-۳۲.
- مؤمنی، ع. ۱۳۷۴. بررسی قابلیت ترکیب پذیری، نوع عمل ژن و مطالعه هم بستگی ها برای صفات مهم زراعی در ارقام مختلف برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- هاشمی، آ. س.، ن. بابائیان جلودار، ق. نعمت زاده و ا. قاسمی چپی. ۱۳۸۴. مطالعه اثرات ژن در کنترل صفات گیاهچه در کلزا از طریق تجزیه و تحلیل دای آلل. پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر ۱۲(۴): ۴۸-۳۵.
- هنرنژاد، ر. ۱۳۷۳. خصوصیات ژنتیکی و قابلیت ترکیب پذیری واریته های برنج. علوم کشاورزی ایران ۲۵(۴): ۳۱-۴۹.
- Griffing, B. 1956. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity* 10:31-50.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9:463-493.
- Hayman, B. I. 1954. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics* 10:235-244.
- Jinks, J. L. and B. I. Hyman. 1953. The analysis of diallel crosses. *Maize Genet. Coop. New* 27:48-54.
- Malini, N., T. Sundaram, S. Hari Ramakrishnan and S. Saravanan. 2006. Genetic interpretation of yield related traits in rice (*Oryza sativa* L.). *Res. J. Agric. and Biol. Sci.* 2:153-155.
- Narayana, K. K. and S. R. Rangasamy. 1991. Genetic analysis for salt tolerance in rice. *Genetics II. IRRI. Manila. Philippines* 167-173.
- Pooni, S., J. L. Jinks and R. K. Singh. 1984. Methods of analysis and the estimation of the genetic parameters in brown planthopper resistant varieties. *Ind. Agric.* 31: 257-265.
- Sasmal, B. and S.P. Banerjee. 1986. Combining ability for grain yield and other agronomic characters in rice. *J. Agron. and Crop Sci.* 156:18-23.
- Sardana, S. and D. N. Borthakur. 1987. Combining ability for yield in rice. *Oryza* 24:14-18.
- Srivastava, H. K. and O. P. Verma. 2004. Genetic component and combining ability analyses in relation to heterosis for yield and associated traits using three diverse rice growing ecosystems. *Field Crops Res.* 88:91- 102.
- Sujiprihati, S. S., G. B. Saleh and E. S. Ali. 2001. Combining ability analysis of yield and related characters in single cross hybrids of tropical maize (*Zea mays* L.). *SABRAO. J. Breed. and Genet.* 33:111-120.
- Youchun. Li., P. Junhua and L. Zhongqi. 1997. Heterosis and combining ability for plant height and its components in hybrid wheat with *Triticum timopheevi* cytoplasm. *Euphytica* 95:337-345.
- Wright, A. J. 1985. Diallel design, analyses and reference population. *Heredity* 54: 307-311.