

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

برای شش صفت مورفولوژیکی به روش تلاقی دای آلل

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 آلل 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 خوشة 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 کنترل کننده 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. با براین بازدهی گزینش برای این صفات زیاد خواهد بود. در مجموع والدین ندا و IR62871-175-1-1 به طور 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 به ترتیب برای افزایش طول خوشة و کاهش ارتفاع بودند.

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

دای آلل در بسیاری از گیاهان زراعی متداول بوده (۱۵) و در دهه‌های اخیر در ایران نیز به منظور شناخت ترکیب‌پذیری والدین برای صفات مطلوب و ژن‌های کنترل کننده این صفات به کار 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 آلل میسر می‌شود (۵، ۷، ۸ و ۹). به کارگیری 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

افزايشی بود. وی ميزان و راثت‌پذیری خصوصی اين 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 ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات روز تا گل دهی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در خوشة، طول خوشة و تعداد خوشة در گیاه بیشتر از ترکیب‌پذیری 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 براورده ترکیب‌پذیری صفات در ۷ رقم برنج حاکی از وجود ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌دار برای صفات روز تا $۰/۵$ ٪ گل دهی، ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد پنجه بارور؛ طول خوشة و عملکرد بود. معنی‌دار بودن نسبت $\frac{MS}{MS} (GCA)$ برای صفات روز تا $۰/۵$ ٪ 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 خوشة و تعداد پنجه بارور نتیجه‌ای بر عکس مشاهده شد. حسینی و همکاران (۱) برای ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته و روز تا $۰/۵$ ٪ گل دهی در گیاه برنج و راثت‌پذیری بالایی را گزارش نمودند.

هدف از این مطالعه براورده ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی بین چند والد یا لاین، تعیین و راثت‌پذیری خصوصی و عمومی و بررسی اثرهای ژن برای برخی از صفات مورفو‌لوزیکی در برنج بود.

مواد و روش‌ها

دو واریته بومی به نام‌های دم‌سیاه مشهد و بینام همراه با دو واریته اصلاح شده داشت 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 ژنتیک‌ها 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 گل دهی جهت

بوته و صفات وابسته به آن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که ميزان هتروزیس طول اولین و سومین میانگره سهم بالایی در ارتفاع بوته دارند. از لحاظ ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی بین طول میانگره و ارتفاع بوته و بین طول میانگره‌های هم‌جوار رابطه معنی‌داری وجود داشت، در حالی که بین طول خوشة و ارتفاع بوته هیچ رابطه‌ای از لحاظ ترکیب‌پذیری و هتروزیس مشاهده نگردید. طول اولین میانگره به ميزان زیادی تحت تأثیر اثرهای غیر افزایشی قرار داشت، در حالی که طول دومین و سومین میانگره و میانگره انتهایی و ارتفاع بوته تحت تأثیر اثرهای افزایشی بودند. مؤمنی (۲) با اجرای یک طرح دای آکل کامل با ۷ رقم برنج نشان داد که برای صفات طول خوشة، طول برگ پرچم، تعداد روز تا $۰/۵$ ٪ گل دهی و وزن ۱۰۰ دانه اثرهای 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. سارادانا و همکاران (۱۳) ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) معنی‌داری 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 غیرافزايشی 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 غیرافزايشی بر عمل افزایشی آن فرونی داشتند.

هنرنژاد (۴) با بررسی شش واریته برنج از لحاظ خصوصیات ژنتیکی و قابلیت ترکیب‌پذیری نشان داد که اثرهای ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی در تمامی صفات مورد مطالعه وی معنی‌دار بوده و نسبت $\frac{MS}{MS} (GCA)$ 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

General Combining Ability Variance) براورد شد ($\delta_A^2 = 2\delta_g^2$) و واریانس غالبیت (Dominance Variance) نیز از طریق واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی (Specific Combining Ability Variance) براورد گردید ($\delta_D^2 = \delta_S^2$).

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

$$\delta_g^2 = \frac{1}{n+2}(M_g - M_s) \quad [۳]$$

$$\delta_s^2 = M_s - M'_E \quad [۴]$$

$$\delta_E^2 = M'_E \quad [۵]$$

$$h_{ns}^2 = \frac{\delta_A^2}{\delta_A^2 + \delta_D^2 + \delta_E^2} \quad [۶]$$

$$h_{bs}^2 = \frac{\delta_A^2 + \delta_D^2}{\delta_A^2 + \delta_D^2 + \delta_E^2} \quad [۷]$$

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

نتایج و بحث

درجول ۱ نتایج تجزیه واریانس ژنوتیپ‌ها و ترکیب‌پذیری 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٪ معنی دار شد. این امر وجود تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام و هیبریدهای برنج از نظر صفات مورد ارزیابی را به اثبات رسانید. واریانس ترکیب‌پذیری عمومی برای تمامی صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد که بیانگر اهمیت اثر افزایشی در کنترل صفات مورد بررسی است. واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی نیز برای تمامی صفات به جز زاویه برگ پرچم در سطوح احتمال ۵٪ و یا ۱٪ معنی دار شد که

دورگه‌گیری بود. به منظور برآورد اثرهای ژنی، وراثت‌پذیری و ترکیب‌پذیری واریته‌های یاد شده در تابستان ۱۳۸۵ کلیه تلاقي‌های ممکن به صورت طرح دای آلل یک‌طرفه 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 مورفوژیکی ارتفاع بوته، زاویه برگ پرچم، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، طول اولین میانگره و طول خوش از میانگین ۱۰ بوته در هر یک از ژنوتیپ‌های مذبور 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 معنی دار 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 (GCA) (General Combining Ability) و ترکیب‌پذیری خصوصی (Specific Combining Ability) (SCA) تفکیک شد (۷).

$$SS_{(gea)} = \frac{1}{n+2} \left[\sum (Y_{i..} + Y_{ii})^2 - \frac{4}{n} Y_{...}^2 \right] \quad [۱]$$

$$SS_{(sca)} = \sum \sum Y_{ij}^2 - \frac{1}{n+2} \sum (Y_{i..} + Y_{ii})^2 + \frac{4}{(n+1)(n+2)} Y_{...}^2 \quad [۲]$$

اثرهای ترکیب‌پذیری عمومی هر والد و اثرهای ترکیب‌پذیری خصوصی برای هر تلاقي محاسبه گردید. برای معنی دار بودن اثر GCA و SCA از آزمون t استفاده گردید. هم‌چنین جهت محاسبه نوع عمل ژن، مقدار F_s از تقسیم واریانس قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی به واریانس قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی محاسبه و با F_t مقایسه شد. معنی دار بودن این نسبت به منزله بالا بودن اثرهای افزایشی ژن است و عدم وجود اختلاف معنی دار 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 ترکیب‌پذیری عمومی

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

| طول خوشه | طول میانگره اول | مقادیر MS برای صفات مورد مطالعه | | | | ارتفاع | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|---------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------|---------------------|---------------|
| | | عرض برگ پرچم | طول برگ پرچم | زاویه برگ پرچم | | | | |
| ۱/۶۳ ^{n.s} | ۱۰/۷۹ ^{n.s} | ۰/۰۰۹ ^{n.s} | ۲۱/۶ ^{n.s} | ۲/۳۹ ^{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 دم‌سیاه مشهد و بینام با وجود GCA مثبت و معنی دار و متوسط ارتفاع زیاد، والدینی هستند که موجب انتقال صفت پابلندی به نتاج خود می‌شوند، 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 می‌شوند. بیشترین SCA مثبت و معنی دار برای صفت ارتفاع متعلق به هیبریدهای IR62871-175-1-10 ندا با ارتفاع ۱۷۵/۸۵ سانتی‌متر و ندا × دم‌سیاه مشهد با ارتفاع ۱۸۹/۷۵ سانتی‌متر است در حالی که کمترین SCA منفی و معنی دار برای ارتفاع متعلق به هیبریدهای Nda × ۱۰/۳۹ IR62871-175-1-10 با ارتفاع ۱۱۰ سانتی‌متر و Nda × دشت با ارتفاع ۱۱۲/۵۱ سانتی‌متر است. با توجه به این که یکی از هدف‌های اصلاح نباتات معرفی ارقام پاکوتاه برنج است، Nda و IR62871-175-1-10 در 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 می‌باشد. این دو والد زاویه برگ پرچم قائم‌های 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 سهیم بودن اثر غیرافزایشی در کنترل صفات مورد بررسی می‌باشد. با توجه به معنی دار بودن نسبت $\frac{MS(GCA)}{MS(SCA)}$ در تمامی صفات در سطوح احتمال ۱٪ و ۰.۵٪ مشخص شد که در کنترل صفات فوق، واریانس افزایشی از اهمیت بیشتری برخوردار است. نتایج سایر محققان در برنج نیز این مطلب را تایید می‌کند (۲، ۴، ۱۳ و ۱۴).

جدول ۲ مقادیر و درصد واریانس افزایشی و غالیت و میزان وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به روش گریفینگ را نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده نشان داد که میزان وراثت‌پذیری عمومی این صفات در دامنه ۹۹-۷۹٪ است که بیانگر سهم بالای واریانس ژنتیکی در کنترل این صفات است و به عبارت دیگر ژنوتیپ نماینده ژنوتیپ خواهد بود به طوری که نتایج حاصل با مقادیر کم ضریب تغییرات هم‌خوانی دارد و میزان وراثت‌پذیری خصوصی و در نتیجه ارزش اصلاحی آنها نیز بالاست. بنابراین گزینش برای این صفات به منظور نیل به اهداف اصلاحی موفقیت‌آمیز خواهد بود (۱). یافته‌های تعدادی از محققان نیز هم جهت با این نتیجه است (۱۰، ۱۲ و ۱۱).

جدول ۳ مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی والدین و هیبریدها برای صفت ارتفاع بوته را نشان می‌دهد. نتایج نشان

جدول ۲. مقدار و درصد δ^A و δ^D و وراثت پذیری عمومی و خصوصی برای شش صفت مرفوژیکی در برنج

| پارامترهای رئیسیکی | ارتفاع | زاویه برگ پرچم | طول برگ پرچم | عرض برگ پرچم | طول میانگرہ اول | طول خوشه |
|----------------------------|--------|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------|----------|
| | | | | | | |
| واریانس افزایشی δ^A | ۶۱۷/۳۵ | ۴/۳۶ | ۱۰/۷۴ | ۰/۰۱ | ۲۶/۲۵ | ۳/۹۲ |
| واریانس غالبیت D | ۳۷۷/۶۹ | ۲/۲۹ | ۴/۳۶ | ۰/۰۰۷ | ۱۳/۸ | ۴/۲۶ |
| واریانس اشتباه E | ۹/۵۱ | ۲/۲۵ | ۳/۵۴ | ۰/۰۰۲ | ۱/۷۱ | ۰/۳۰۷ |
| درصد A | ۶۱/۴۵ | ۴۸/۹ | ۵۷/۶ | ۵۲/۶۱ | ۶۲/۸ | ۴۶/۱۸ |
| درصد D | ۳۷/۵۹ | ۲۵/۷۳ | ۲۳/۳۹ | ۳۶/۸۴ | ۳۳/۰۶ | ۵۰/۱۹ |
| درصد 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 | 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 | |

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

n.s: عدم اختلاف معنی دار

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 فتوستز و ساخت مواد بیشتر می گردد (۳). نتایج جدول ۵ موید این مطلب بود که والد دم سیاه مشهد 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 | ۱/۰۴۹ n.s | ۰/۸۱۹ n.s | ۱/۴۴۸ n.s | ۰/۱۸۵ n.s | ۷۱/۰۳ | ۷۷/۲۶ |
| دشت | ۱/۶۲۹ n.s | -۰/۳۸۱ n.s | ۳/۷۸۱ ** | -۳/۱۲۳ ** | -۲/۴۸ ** | ۷۱/۰۶ |

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

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 |

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

GCA ۱۰-۱-۱۷۵-۱۷۵-۱-۱۰ IR62871-۱۷۵-۱-۱۰ × دشت با متوسط عرض برگ
پرچم ۱/۶ سانتی متر مشاهده گردید، در حالی که کمترین SCA
منفی و معنی دار برای این صفت متعلق به هیبریدهای
دشت × دمسیاه مشهد، دشت × بینام بود (جدول ۶). با توجه به
اهمیت تیپ گیاهی با برگ های نسبتاً قائم و برگ پرچم کوتاه
ولی عریض در برنامه های اصلاح برنج، رقم هایی برای
برنامه های دورگه گیری توصیه می شوند که دارای GCA بالا
برای کوتاهی برگ پرچم و عرض بالای برگ پرچم باشند (۳).
بنابر دلایل ذکر شده ندا و ۱۰-۱-۱۷۵-۱-۱۰ IR62871-۱۷۵-۱-۱۰ با بهترین GCA
برای هر دو صفت والدین مناسبی برای انتقال این صفات به
نتاج می باشند. در جدول ۷ ترکیب پذیری عمومی و خصوصی
والدین و هیبریدها برای صفت طول میانگره ارائه شده است.

GCA مثبت و معنی دار و متوسط طول برگ پرچم زیاد سبب
افزایش طول برگ پرچم در نتاج گردید در حالی که والدین ندا
و ۱۰-۱-۱۷۵-۱-۱۰ IR62871 با GCA منفی و معنی دار سبب تولید
نتاجی با برگ پرچم کوتاه گردیدند. بیشترین SCA مثبت و
معنی دار متعلق به هیبرید دمسياه مشهد × ندا بود در حالی که
هیبرید دمسياه مشهد × بینام دارای بیشترین SCA منفی و
معنی دار بودند. وجود GCA مثبت و معنی دار والدین ندا،
IR62871-۱۷۵-۱-۱۰ و دشت نشان می دهد که این والدین
سبب عریض شدن برگ پرچم در نتاج خود شده و والدین
دمسياه مشهد و بینام با GCA منفی و معنی دار سبب باریک
شدن برگ پرچم در نتاج گردیدند (جدول ۶). بیشترین
SCA مثبت و معنی دار برای صفت عرض برگ پرچم در هیبرید

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 والدین (روی ستون)

| والد | دمسیاه | نداد | بینام | IR62871 | دشت | مقادیر والدین |
|--------|------------|------------|-----------|---------|----------|---------------|
| دمسیاه | -۰/۰۷۸ ** | ۱/۴۶ | ۱/۳۲ | ۱/۳۹ | ۱/۳۴ | ۱/۳۵ |
| | ۰/۰۲۸ n.s | ۰/۰۴۷ ** | ۱/۴۷ | ۱/۵۳ | ۱/۴۹ | ۱/۵۷ |
| | ۰/۰۳۵ n.s | ۰/۰۵۶ n.s | -۰/۰۹۲ ** | ۱/۳۲ | ۱/۳۲ | ۱/۳۴ |
| | -۰/۰۲۳ n.s | -۰/۰۱۲ n.s | -۰/۰۷۹ ** | ۰/۰۳۲ * | ۱/۶۶ | ۱/۵۴ |
| | -۰/۱۲۹ ** | -۰/۱۰۴ ** | -۰/۱۳۵ ** | ۰/۰۷۸ * | ۰/۰۹۱ ** | ۱/۷۹ |

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

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 والدین (روی ستون)

| والد | دمسیاه | نداد | بینام | IR62871 | دشت | مقادیر والدین |
|--------|-----------|-----------|------------|-----------|----------|---------------|
| دمسیاه | ۴/۹۹ ** | ۵۰/۱۲ | ۴۵/۱۶ | ۴۶/۵۸ | ۵۲/۵۶ | ۵۰/۳ |
| | ۶/۷۰۱ ** | -۴/۹۱ ** | ۴۴/۴۳ | ۳۳/۴۶ | ۳۵/۴۶ | ۳۱/۱ |
| | -۵/۳۵۵ ** | ۳/۸۱۹ ** | ۲/۱۷ ** | ۴۶/۶۵ | ۴۵ | ۴۷/۰۳ |
| | ۰/۹۵ n.s | -۲/۲۵۹ * | ۳/۸۴۲ ** | -۲/۷۰۹ ** | ۴۲ | ۳۶/۲ |
| | ۳/۷۸۲ ** | -۳/۴۱۱ ** | -۰/۹۶۷ n.s | ۰/۹۲۲ n.s | ۰/۴۴ n.s | ۴۴/۰۶ |

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

والدین بینام و دمسياه مشهد با دارا بودن GCA مثبت و معنی دار میانگره میانگره بالا سبب افزایش طول میانگره در نتاج گردیدند، در حالی که والدین ندا و ۱۰-۱-۱۷۵-IR62871 متوسط میانگره میانگره میانگره را به نتاج GCA منفی و معنی دار صفت کوتاهی میانگره میانگره را به نتاج انتقال دادند. بیشترین SCA مثبت و معنی دار برای صفت طول میانگره متعلق به هیبریدهای دمسياه مشهد × دشت، دمسياه مشهد × ندا، IR62871-۱۰-۱-۱۷۵ × بینام و ندا × بینام است. متوسط طول میانگره آنها به ترتیب ۵۲/۵۶، ۵۰/۱۳، ۴۶/۶۵ و ۴۴/۴۳ سانتی متر بود و کمترین SCA منفی و معنی دار برای این صفت در هیبریدهای دمسياه مشهد × بینام، ندا × دشت و ندا × ۱۰-۱-۱۷۵-IR62871 مشاهده شد. با توجه به اهمیت تیپ های پاکوتاه و انتقال سریع مواد غذایی از ساقه به خوش در این تیپ، کوتاه بودن طول میانگره یک مزیت مهم به شمار

می رود (۱۷). بنابراین ندا و ۱۰-۱-۱۷۵-IR62871 والدین مناسبی برای انتقال کوتاهی طول میانگره به نتاج هستند و هیبرید ندا × ۱۰-۱-۱۷۵-IR62871 با کمترین مقدار برای طول میانگره (۳۳/۴۶) بهترین هیبرید برای این صفت است. وجود GCA مثبت و معنی دار برای والدین دمسياه مشهد، بینام، دشت و IR62871 برای صفت طول خوش در جدول ۷ و ۱۰-۱-۱۷۵-IR62871 برای صفت طول خوش در جدول ۷ نشان می دهد که این والدین طویل بودن طول خوش را به نتاج خود منتقل نمودند. وجود GCA منفی و معنی دار برای والد ندا نشان داد که این والد کوتاهی طول خوش را به نتاج خود منتقل نمود. هیبرید ندا × دشت دارای کمترین SCA منفی و معنی دار بود که متوسط طول خوش آن ۲۴/۵ سانتی متر به دست آمد در حالی که هیبریدهای ۱۰-۱-۱۷۵-IR62871 × دمسياه مشهد، IR62871-۱۰-۱-۱۷۵ × دشت، ندا × بینام و دمسياه مشهد × ندا

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 والدینی |
|---------|-------------|-------------|----------|---------|---------|----------------|
| 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 |

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

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

| صفت | افرازیش صفت | کاهش صفت | افرازیش صفت | بهترین ترکیب شونده عمومی (GCA) | بهترین ترکیب شونده خصوصی (SCA) |
|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ارتفاع | دمسیاه مشهد - بینام | ندا - ۱-۱۷۵-۱ | IR62871-۱-۱۷۵-۱ | ندا × دشت | نداء × دمسیاه |
| زاویه برگ | نداء - بینام | دشت | دشت | نداء × بینام | IR62871 |
| پرچم | دمسیاه مشهد | دشت | نداء - بینام | بینام × دشت | IR62871 |
| طول برگ پرچم | دمسیاه مشهد | ندا - ۱-۱۷۵-۱ | IR62871-۱-۱۷۵-۱ | نداء × دمسیاه | بینام × دمسیاه |
| عرض برگ پرچم | دشت - ندا | دمسیاه مشهد - بینام | IR62871-۱-۱۷۵-۱ | دشت × دمسیاه | IR62871 |
| طول میانگره اول | بینام - دمسیاه مشهد | ندا - ۱-۱۷۵-۱ | IR62871-۱-۱۷۵-۱ | نداء × ۱-۱۷۵-۱ | نداء × دشت |
| طول خوش | دمسیاه - دشت | ندا | IR62871-۱-۱۷۵-۱ | IR62871 | IR62871 |

نتیجه گیری

معنی دار بودن واریانس صفات ارزیابی شده حاکی از تفاوت زنتیکی بین ارقام بود. همچنین با وجود GCA و SCA معنی دار و برتری مقادیر GCA به SCA می توان چنین استنباط نمود که تمامی صفات تحت اثرات افزایشی و تا حدودی غیر افزایشی زن ها قرار دارند. با توجه به این که ارتفاع، زاویه برگ پرچم، طول و عرض برگ پرچم، طول میانگره و طول خوشه عمده اً

به ترتیب با متوسط طول خوشه ۳۱، ۳۲/۵۷، ۳۳/۲۵ و ۳۰/۵ دارای بیشترین SCA مثبت و معنی دار بودند. با توجه به اهمیت مقادیر بالای این صفت به عنوان یکی از اجزای عملکرد، والدین با GCA بالا به عنوان والدین مناسب که سبب انتقال مقادیر بالای این صفت به نتایج می گردند در برنامه های دورگه گیری توصیه می گردند و هیبریدهایی با SCA بالا نیز بهترین هیبرید برای این صفت می باشند.

مشترک در چهار صفت به عنوان بهترین ترکیب شونده عمومی شناخته شدند (جداول ۳ الی ۸). بهترین هیبریدها برای هر کدام از صفات، با بیشترین و کمترین ترکیب‌پذیری خصوصی در جدول نشان داده شده است، به طوری که هیبرید ندا \times دشت کمترین مقدار SCA را برای ارتفاع ولی هیبرید ندا \times بینام بیشترین مقدار SCA را در جهت افزایش طول خوش نشان داده است. بنابراین با بهره‌برداری از اثرات ژنی، بیشترین و کمترین مقدار SCA و سایر نتایج اصلاح کننده خواهد توانست آگاهانه‌تر نسبت به طراحی برنامه‌های اصلاحی خود اقدام نماید.

توسط اثرات افزایشی ژن‌ها کنترل می‌گردند. نتایج به دست آمده با نتایج سایر محققین در برنج منطبق می‌باشد (۱۳ و ۱۴). لذا انتظار می‌رود با قابلیت توارث پذیری خصوصی بالای این صفات بتوان گزینش موفقیت‌آمیزی 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 شده‌اند. با توجه به این‌که برای برخی از صفات حد بالا و برای برخی دیگر حد پایین آن صفت مطلوب می‌باشد، بنابراین بهترزدگر 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. هنرثزاد و ع. ترنگ. ۱۳۸۴. برآورد اثر ژن‌ها و ترکیب‌پذیری برخی از صفات کمی برنج به روش دای‌آلل. علوم کشاورزی ایران ۳۶(۱): ۲۱-۳۲.
- مؤمنی، ع. ۱۳۷۴. بررسی قابلیت ترکیب‌پذیری، نوع عمل ژن و مطالعه همبستگی‌ها برای صفات مهم زراعی در ارقام مختلف برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- هاشمی، آ. س.، ن. بابائیان جلوه‌دار، ق. نعمت‌زاده و ا. قاسمی چپی. ۱۳۸۴. مطالعه اثرات ژن در کنترل صفات گیاهچه در کلزا از طریق تجزیه و تحلیل دای‌آلل. پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر ۱۲(۴): ۴۸-۵۵.
- هنرثزاد، ر. ۱۳۷۳. خصوصیات ژنتیکی و قابلیت ترکیب‌پذیری واریته‌های برنج. علوم کشاورزی ایران ۲۵(۴): ۴۹-۵۱.
- 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 tiomopheevi* cytoplasm. Euphytica 95:337-345.
- Wright, A. J. 1985. Diallel design, analyses and reference population. Heredity 54: 307-311.