مقاله تحقیقی

توارث صفات مورفولوژیک برنج (*Oryza sativa* L.)

حسین صبوری*[1]، عباس بیابانی[1]، علی نخزری مقدم[2]، مهدی ملاشاهی[2]، مهناز کاتوزی[3]، سکینه عرب کوهسار[4]، سمیه سنچولی[5]

۱. دانشیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۲. استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۳. دانشجوی دکترای کشاورزی هسته ای ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
۴. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج- دانشگاه تهران
۵. دانشجوی دکتری زراعت، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

***مسئول مکاتبات:** آدرس الکترونیکی: hos.sabouri@gmail.com، ۰۹۱۱۱۴۳۸۹۱۷

محل انجام تحقیق: دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت:۹۸/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش:۹۹/۱/۳۱

فصلنامه علمی پژوهشی دانش زیستی ایران
جلد۱۳- شماره ۴-زمستان ۱۳۹۷

چکیده

به منظور مطالعه نحوه توارث تعدادی صفات مورفولوژیکی و زراعی در برنج، شش والد به ترتیب شاه‌پسند، اهلمی‌طارم، غریب، ندا، IR28 و سپیدرود به صورت یک طرح دای‌آلل کامل با هم تلاقی داده شدند. سپس نسل‌های P1، P2، F1 و F1 معکوس در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی شهرستان گنبد کاووس کشت گردید. صفات طول و عرض برگ پرچم، ارتفاع گیاه، تعداد خوشه، تعداد دانه‌های پر، طول خروج خوشه از غلاف، طول خوشه و وزن دانه تعیین گردید. نتایج نشان داد که والدین و تلاقی‌ها از نظر کلیه صفات مورد بررسی دارای تفاوت معنی‌دار ($P\leq0.01$) بودند. به‌جز چند مورد کلیه پارامترهای ژنتیکی در سطح احتمال یک درصد برای تمامی صفات معنی‌دار بودند. منابع تغییر b1 و c برای تعداد دانه و b، b1، b2، b3 و d برای طول برگ، b1 و b3 برای ارتفاع بوته، c و d برای تعداد خوشه معنی‌دار نشدند ($P>0.05$). هتروزیس متوسط (b1) برای صفات تعداد دانه، طول برگ و ارتفاع بوته معنی‌دار نشد. برای اکثر صفات مورد بررسی رقم اهلمی‌طارم بهترین والد ترکیب‌شونده بود. در اکثر موارد تلاقی‌های دارای قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌داری بودند که یک یا هر دو والد آن تلاقی از نظر صفت مورد نظر واجد ترکیب‌پذیری عمومی بالایی بودند. هرچند موارد استثنائی هم وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: برنج، ترکیب‌پذیری، توارث، هتروزیس.

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی در جهان است و غذای بیش از ۳ میلیارد نفر از مردم جهان را تأمین می‌کند (۷). توجه به اهمیت برنج در جیره غذایی همراه با رشد جمعیت موجب شد، نسبت به افزایش تولید این گیاه اقدام گردد (۱). یکی از راهکارهای مهم در افزایش تولید، استفاده از واریته‌های اصلاح‌شده بر اساس دورگ‌گیری است. یکی از مهم‌ترین مراحل در امر دورگ-

گیری، انتخاب والدین است که اگر درست انجام شود منجر به تولید نتاج برتر از نظر برخی از صفات می‌شود و اگر نادرست باشد نتاج حاصل از تلاقی والدین نامطلوب خواهد بود (۸). اصلاح ارقام پرمحصول و با کیفیت مطلوب، یکی از اهداف عمده در پروژه‌های به‌نژادی محسوب می‌شود که برای این امر نیاز به اطلاعات جامعی در مورد ساختار ژنتیکی والدین مورد تلاقی و همچنین ترکیب‌پذیری آن‌ها از نظر صفات مطلوب می‌باشد (۹). ترکیب‌پذیری در روش‌های اصلاحی جوامع گیاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به‌خصوص آنکه مطالعه دقیق ترکیب‌پذیری می‌تواند در رابطه با انتخاب روش‌های اصلاحی لاین‌ها در ترکیبات هیبریدی مفید واقع گردد. دستیابی به چنین اطلاعاتی از طریق روش‌های ژنتیک کمی مانند تلاقی‌های دای‌آلل، تجزیه میانگین نسل‌ها و سایر طرح‌های ژنتیکی امکان‌پذیر است. اصول و مبانی دای‌آلل که برای اولین بار در اوایل قرن ۲۰ در اصلاح دام ارائه شد، توسط محققین زیادی (۱۲-۱۰) در دهه ۱۹۵۰ میلادی در زمینه اصلاح نباتات بیان و مورد استفاده قرار گرفت و سپس توسط محققین دیگر تکمیل گردید (۱۳،۱۴) و تاکنون در رابطه با اصلاح برنج به منظور بهبود صفات کمی و کیفی کاربرد فراوانی داشته است (۱۷-۱۵). نتایج پژوهش خواهانی و همکاران (۱۸) نشان داد ترکیب‌پذیری عمومی در تمامی صفات معنی‌دار شده است که نشان‌دهنده وجود اثرات افزایشی ژن‌ها در تمامی صفات است. وراثت‌پذیری خصوصی در صفات مورد مطالعه بسیار بالا بود که این عامل نشان می‌دهد، انتخاب برای این صفات موفقیت آمیز است. نتایج پژوهش Shoshidezh و Honarnejad (۱۹) که به صورت یک طرح نیمه دای‌آلل با ۵ لاین و رقم برنج صورت گرفت، نشان‌دهنده نقش اثرات افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل صفات تعیین کننده کیفیت در برنج بود. به همین ترتیب تجزیه ژنتیکی صفات تعداد دانه در خوشه، طول خوشه، تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی و طول ساقه بیانگر سهم بیشتر واریانس افزایشی نسبت به واریانس غالبیت ژن‌ها در برنج بود. به همین دلیل نیز وراثت‌پذیری خصوصی برآورد شده برای این صفات نسبتاً زیاد و مویدی بر نتیجه‌گیری فوق بود. Rahimsorous و Moumeni (۲۰) با تجزیه ساختار ژنتیکی صفات زراعی مهم برنج با استفاده از تجزیه لاین در تستر گزارش نمودند که سهم واریانس افزایشی برای تعداد دانه پر در خوشه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و وزن هزار دانه بیشتر از واریانس غالبیت است. مطالعه‌ای بر روی ترکیب‌پذیری ارقام برنج صورت گرفت و گزارش شد که صفات دانه پر در خوشه و تاریخ ۵۰ درصد گلدهی تحت کنترل اثرات افزایشی ژن‌ها قرار داشته و می‌توانند به نتاج نسل بعد انتقال یابند، درحالی‌که صفات عملکرد دانه، تعداد پنجه بارور و طول برگ پرچم عمدتاً تحت کنترل اثرات غالبیت ژن‌ها بودند (۲۰). Yuga و همکاران (۲۱) دریافتند چهار لاین والدی شامل Basmati217، Basmati370، K2-54 و Komboka توانایی ترکیب‌پذیری خوبی را در صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا رسیدگی، تعداد پنجه، تعداد سنبلچه، تعداد خوشه، تعداد دانه پر و عملکرد دانه داشتند. Malini و همکاران (۲۲) طی مطالعه روی تعدادی از ارقام برنج نشان دادند که میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در خوشه، طول خوشه، تعداد خوشه در گیاه و عملکرد بیشتر از ترکیب‌پذیری عمومی می‌باشد. این نتایج نشان‌دهنده سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی در کنترل صفات مذکور می‌باشد. حقیقی و همکاران (۲) در پژوهشی به منظور بررسی ترکیب‌پذیری ارقام، نوع عمل ژن‌ها و هتورزیس عملکرد و برخی صفات مرفولوژیک در برنج دریافتند بیشترین میزان ترکیب‌پذیری خصوصی در تلاقی IR50 × RI18447-2 مشاهده شد. Huang و همکاران (۲۳) با بررسی و ارزابی هیبریدهای برنج، استفاده از هتروزیس را برای اصلاح صفت ارتفاع بوته پیشنهاد کردند.

نتایج پژوهش باقری و همکاران (۳) نشان داد که بین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود دارد، این مطلب بدین معنی است که هم اثر افزایشی ژن و هم اثر غیر افزایشی ژن در توارث صفت تراکم دانه در برنج وجـود دارد. نتایج پژوهش فرشادفر و همکاران (۴) در قالب طرح دای‌آلل روی کلزا نشان داد عمل افزایشی و غالبیت ژن در وراثت صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دامه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع

بوته و شاخص کلروفیل برگ دخالت داشتند. Shukla و Pandey (۲۴) گزارش نمودند که از میان صفات تعداد روز تا ۵۰ ٪ گلدهی، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه، تعداد خوشه در بوته و عملکرد دانه در بوته میانگین مربعات مربوط به GCA[1] برای کلیه صفات و میانگین مربعات SCA[2] برای تمامی صفات به‌جز وزن هزار دانه معنی‌دار شده است که حاکی از اهمیت اثرات افزایشی و غیر افزایشی در کنترل صفات مذکور می‌باشد. درحالی‌که پایین بودن نسبت واریانس GCA به SCA حاکی از اهمیت بالای اثرات غیر افزایشی در کنترل عملکرد و اجزای وابسته به آن می‌باشد. نظر به اینکه والدین مورد استفاده در این تحقیق پس از بررسی‌های انجام شده در کشور از بهترین منابع تحمل به تنش‌های غیر زیستی و همچنین منبع بسیار مناسبی جهت افزایش کیفیت برنج هستند، این تحقیق با اهداف زیر طراحی شد:

۱- تعیین ساختار ژنتیکی تعدادی از صفات زراعی در جمعیت‌های برنج ایرانی مورد بررسی
۲- برآورد نوع عمل ژن جهت استفاده در برنامه‌های به‌نژادی آینده
۳- تعیین راهکارهای مناسب (روش انتخاب برای صفاتی که به‌وسیله اثرات افزایشی کنترل می‌شوند و روش تهیه هیبرید برای صفاتی که به‌وسیله اثرات غالبیت کنترل می‌شوند) برای بهبود هر یک از صفات

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه نحوه توارث صفات زراعی در برنج، شش والد به ترتیب شاه‌پسند، اهلمی‌طارم و غریب، ندا، IR28 و سپیدرود به صورت یک طرح دای‌آلل کامل با هم تلاقی داده شدند. ارقام مذکور از بهترین منابع تحمل به تنش‌های غیر زیستی بهبود کیفیت برنج هستند. سپس نسل‌های P1، P2، F1 و F1 معکوس در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی واقع در روستای مهدی‌آباد شهرستان گنبدکاووس کشت شد. نسل‌های P1، P2، F1 و F1 معکوس هر کدام در ۴ خط به طول ۲ متر کشت گردید. فاصله بین و درون ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌های آزمایشی ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. قبل از اجرای آزمایش کارهای مقدماتی از قبیل تهیه خزانه، خیساندن بذر، بذرپاشی و متعاقب آن مراحل آماده‌سازی زمین مانند شخم اول و دوم، ماله‌کشی و تسطیح زمین مطابق با استانداردهای موسسه تحقیقات برنج کشور انجام گرفت. مراقبت‌های زراعی طبق عرق منطقه و بر اساس نتایج تجزیه خاک به‌طور یکنواخت برای همه تیمارها استفاده شد تا نتایج خاصل از تحقیق قابل تعمیم به مزارع شاهد باشند. در طول اجرای طرح مراقبت‌های لازم زراعی از مزرعه طبق عرف منطقه به عمل آمد. نهایتاً برای ارزیابی صفات، پس از حذف اثر حاشیه‌ای، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت و از ردیف‌های وسطی به‌طور تصادفی انتخاب و صفات یادداشت‌برداری انجام گرفت. صفات اندازه‌گیری شده عبارت‌اند از: طول و عرض برگ پرچم، طول خروج خوشه از غلاف و ارتفاع گیاه چند روز پس از گرده‌افشانی کامل، تعداد دانه، تعداد خوشه، وزن دانه طول خوشه. اطلاعات به دست آمده با نرم‌افزار SAS (۱۲،۱۶) مورد تجزیه واریانس یک طرفه قرار گرفت و با توجه به معنی‌دار بودن واریانس ژنوتیپ‌ها ($P\leq0.01$)، از تجزیه واریانس Hayman (۲۵) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

نتایج

میانگین صفات ارزیابی شده والدین در جدول ۱ مشاهده می‌گردد. با توجه به مندرجات این جدول، سپیدرود دارای بالاترین میانگین برای تعداد خوشه و شاه‌پسند دارای کمترین میانگین برای این صفت بود. اهلمی‌طارم بالاترین میانگین را برای عرض برگ پرچم، طول خروج خوشه از غلاف، ارتفاع بوته، طول خوشه و تعداد و وزن دانه داشت.

بالاترین میانگین برای صفت طول برگ پرچم در رقم شاه‌پسند مشاهده شد. کمترین میزان طول و عرض برگ پرچم در رقم ندا، کمترین میانگین طول خروج خوشه از غلاف، تعداد دانه و طول خوشه در رقم غریب و کمترین میانگین وزن دانه و ارتفاع گیاه در IR28 مشاهده شد. با توجه به توضیحات بالا، رقم اهلمی‌طارم به عنوان بهترین

[1] General Combining Ability
[2] Specific Combining Ability

والد معرفی می‌گردد. تلاقی‌های مورد ارزیابی نیز برای تمامی صفات تفاوت بسیار معنی‌داری را نشان دادند. میانگین تلاقی‌ها برای صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۲ آمده است. در بین تلاقی‌های مورد بررسی تلاقی اهلمی‌طارم × شاه‌پسند برای تعداد دانه، شاه‌پسند × IR28 برای عرض برگ پرچم، سپیدرود × غریب برای طول برگ پرچم، غریب × اهلمی‌طارم برای طول خروج خوشه از غلاف، اهلمی طارم × شاه‌پسند برای ارتفاع بوته، اهلمی‌طارم × شاه‌پسند برای طول خوشه، IR28 × شاه‌پسند برای وزن دانه و شاه‌پسند × IR28 برای تعداد خوشه بالاترین میانگین را داشتند. تجزیه واریانس مشاهدات (جدول ۳) به روش Hayman (۲۵) نشان داد که به‌جز چند مورد کلیه پارامترهای ژنتیکی در سطح احتمال یک درصد برای تمامی صفات معنی‌دار هستند. منابع تغییر b1 و c برای تعداد دانه و b، b1، b2، b3 و d برای طول برگ، b1 و b3 برای ارتفاع بوته، c و d برای تعداد خوشه معنی‌دار نشدند. هتروزیس متوسط (b1) برای صفات تعداد دانه، طول برگ و ارتفاع بوته معنی‌دار نشد. منبع تغییرات c برای تعداد دانه و خوشه معنی‌دار نشدند. کلیه صفات مورد ارزیابی وراثت‌پذیری عمومی بیشتری داشتند اما وراثت‌پذیری خصوصی آن‌ها کمتر بود. نسبت $\frac{2\sigma^2_{GCA}+\sigma^2_{SCA}}{\sigma^2_{GCA}}$ کمتر از یک بود. بالاترین وراثت‌پذیری عمومی متعلق به طول خوشه، تعداد خوشه و طول خروج خوشه از غلاف بود (بالای ۹۰ درصد). بالاترین وراثت‌پذیری خصوصی متعلق به طول برگ پرچم و ارتفاع بوته بود. جدول ۴ قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی والدها را برای صفات مورد مطالعه نشان می‌دهد. ارقام ندا و اهلمی‌طارم از نظر تعداد دانه دارای قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی مثبت ومعنی‌دار بوده و رقم غریب و IR28 دارای GCA منفی و معنی‌دار بود. برای صفت طول خوشه نیز دو رقم ندا و اهلمی‌طارم دارای GCA مثبت و معنی‌دار بودند. رقم اهلمی‌طارم برای عرض برگ پرچم، طول خروج خوشه از غلاف و ارتفاع بوته دارای GCA مثبت و معنی‌دار بودند. برای طول برگ پرچم دو رقم سپیدرود و شاه‌پسند دارای GCA مثبت بودند. ارقام IR28 و غریب از نظر وزن دانه دارای GCA مثبت و معنی‌دار بودند. نهایتاً برای تعداد خوشه رقم سپیدرود دارای قابلیت ترکیب-پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار بود. قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌ها برای صفات مختلف در جدول ۵ آمده است. مقادیر مثبت در این جدول نشان‌دهنده افزایش قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی و امکان به‌کارگیری تلاقی و تلاقی-های مربوط در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد. برای صفت تعداد دانه اهلمی‌طارم × IR28 و اهلمی‌طارم × سپیدرود، برای عرض برگ پرچم اهلمی‌طارم × سپیدرود و IR28 × ندا ، برای طول برگ پرچم اهلمی طارم × سپیدرود و اهلمی-طارم × ندا، برای طول خروج خوشه از غلاف IR28 × شاه-پسند و IR28 × غریب، برای ارتفاع بوته اهلمی‌طارم × سپیدرود، برای طول خوشه اهلمی‌طارم × شاه‌پسند و IR28 × ندا، برای وزن دانه IR28 × شاه‌پسند و برای تعداد خوشه IR28 × ندا دارای SCA مثبت و معنی‌داری بودند. تلاقی-های غریب × ندا، اهلمی‌طارم × غریب، اهلمی‌طارم ×IR28، سپیدرود × IR28 و IR28 × شاه‌پسند برای صفت ارتفاع بوته دارای SCA منفی بوده و می‌توانند موجب پاکوتاهی در نتاج خود شوند.

جدول ۱ – میانگین والدهای مورد بررسی برای صفات اندازه‌گیری شده.

والدین	تعداد دانه در خوشه	عرض برگ (سانتی‌متر)	طول برگ (سانتی‌متر)	طول خرج خوشه از غلاف (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول خوشه (سانتی‌متر)	وزن دانه (گرم)	تعداد خوشه در بوته
ندا	۱۴۰bc	d۰/۹۶	d۳۲/۸۴	۳/۴۲b-d	۱۳۵/۲۵b-d	۳۴a-d	۳/۳۷b-e	۳۹/۳ab
اهلمی‌طارم	۱۷۱/۷a	a۱/۸	ab۴۲/۲۴	۵/۶۴a	۱۸۰a	a۳۹/۳۳	۵/۸۹a	۲۶/۳cd
IR29	۱۳۹/۷bc	ab۱/۶۸	b-d۳۶	b۴/۱۱	۱۳۳/۵b-d	a-e۳۳/۸۶	۲/۶۵c-e	۳۹/۲ab
غریب	۱۱۰c	b-d۱/۳۲	bc۴۰/۵۶	۱/۹۸e	۱۴۰/۲۵b	۳۰c-e	a-c۴/۰۹	۲۶/۵c
سپیدرود	۱۵۰/۷ab	bc۱/۵۶	cd۳۵/۴۰	۳/۶۶b-d	۱۳۷/۲۵bc	a-c۳۴/۲	۲/۸۷c-e	۴۱/۶a
شاه‌پسند	۱۲۱bc	b-d۱/۳۲	a۴۴/۸۸	bc۳/۸۱	۱۶۸/۵a	۳۹ab	۴/۲۸ab	۲۵/۳cd

تفاوت بین هر دو میانگین که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن معنی‌دار نیستند.

جدول ۲-میانگین تلاقی‌های انجام‌شده برای صفات مورد بررسی.

والدین					تعداد دانه در خوشه	عرض برگ (سانتی متر)	طول برگ (سانتی متر)	طول خروج خوشه از غلاف (سانتی متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول خوشه (سانتی متر)	وزن دانه (گرم)	تعداد خوشه در بوته
♀		♂										
اهلمی طارم	×	ندا		۱	۲۳۱/۰a-c	۱/۷۱۶e-i	۴۰/۵۶۰a-e	۵/۴۹g-l	۱۵۵/۷۵c-n	۴۴/۶۷a-c	۶/۱۶۵d-h	۲۱/۷۸u
ندا	×	اهلمی طارم		۲	۲۲۰/۰a-e	۱/۲۸۴q-x	۴۲/۲۴۰ a-e	۶/۰۳f-h	۱۶۴/۵a-h	۳۴/۶۰j-o	۴/۰۶۰g-n	۲۵/۲۰o-u
IR28	×	ندا		۳	۱۸۷/۰b-l	۱/۷۱۶e-h	۴۱/۱۶۰ a-e	۶/۱۸fg	۱۵۹/۷۵b-l	۲۱/۳۳y	۸/۵۲۰ac	۳۷/۱۰ab
ندا	×	IR28		۴	۱۷۲/۷e-p	۱/۵۶۰h-p	۳۴/۲۰b-e	۵/۴۳g-m	۱۱۴/۷۵r	۳۷/۰۰g-j	۵/۶۴۰d-i	۳۳/۶۰b-e
غریب	×	ندا		۵	۱۵۴/۰f-p	۱/۴۴۰h-w	۳۶/۷۲ a-e	۳/۴۸w	۱۳۷/۵h-r	۴۹/۶۷ab	۴/۹۲۰f-n	۲۶/۱۱j-u
ندا	×	غریب		۶	۲۰۹/۰a-g	۱/۵۲۴h-u	۴۵/۳۶a-c	۵/۲۸g-n	۱۶۸/۵a-g	۳۶/۲۰g-k	۵/۱۲۰e-m	۳۳/۸۱a-d
سپیدرود	×	ندا		۷	۱۹۴/۷b-k	۱/۲۰۰v-x	۳۶/۰۰ a-e	۴/۸۰j-r	۱۳۶/۰۰h-r	۳۲/۳۰m-t	۴/۴۹۰f-n	۲۶/۱۱j-u
ندا	×	سپیدرود		۸	c-۱۸۷/۰m	۱/۳۵۶l-x	۴۰/۵۶ a-e	۴/۶۸j-u	۱۳۹/۵e-r	۳۶/۰۰h-l	۵/۰۱۵e-n	۲۸/۰۰h-r
شاه پسند	×	ندا		۹	۱۵۴/۰j-p	۱/۵۲۴h-t	۴۲/۰۰ a-e	۴/۶۸j-t	۱۶۱/۲۵b-j	۴۳/۳۳c-e	۴/۳۸۵f-n	۲۸/۰۰h-t
ندا	×	شاه پسند		۱۰	۲۰۹/۰a-h	۱/۲۸۴m-x	۳۹/۱۲ a-e	۴/۰۲p-w	۱۳۰/۷۵m-r	۲۶/۳۳y	۶/۱۹۰d-g	۳۰/۸۰d-l
اهلمی طارم	×	شاه پسند		۱۱	۲۴۹/۰a	۱/۰۸x	۳۸/۴۰ a-e	۵/۰۷h-p	۱۸۹/۷۵a	۴۹/۸۰a	۴/۶۹۰f-n	۲۵/۹۰o-u
شاه پسند	×	اهلمی طارم		۱۲	۱۷۲/۷e-p	۲/۱۹۶b-c	۳۷/۵۶ a-e	۵/۷۳f-j	۱۴۵/۵۰e-r	۴۴/۵۳cd	۴/۲۱۵g-n	۲۹/۴۰d-k
IR28	×	شاه پسند		۱۳	۱۱۰/۰p	۲/۵۲۴a	۴۴/۹۶a-e	۶/۶۰b-f	۱۲۰/۵۰n-r	۲۵/۹۳y	۱۴/۴۸۰a	۳۵/۲۱a-c
شاه پسند	×	IR28		۱۴	۱۷۲/۷e-p	۲/۱۹۶b	۳۶/۷۲ a-e	۸/۳۱b	۱۶۰/۲۵b-k	۳۳/۶۷j-p	۹/۵۱۵d-j	۳۸/۵۰a
غریب	×	شاه پسند		۱۵	۱۸۳/۷c-n	۱/۵۲۴h-s	۴۲/۱۲ a-e	۴/۱۴o-w	۱۴۳/۷۵e-r	۳۲/۵۳k-r	۳/۰۷۵l-n	۳۱/۰۱c-k
شاه پسند	×	غریب		۱۶	۱۶۱/۷e-p	۱/۴۰۴k-w	۳۳/۸۴f	۳/۹۰q-w	۱۲۹/۷۵m-r	۳۳/۳۳k-q	۵/۱۱۰e-n	۳۰/۳۱d-j
سپیدرود	×	شاه پسند		۱۷	۲۱۲/۳a-f	۱/۶۴۴f-k	۳۹/۰۰ a-e	۷/۸۳b-d	۱۸۱/۲۵a-c	۲۷/۸۰u-y	۷/۰۳۰c-e	۳۰/۸۰d-m
شاه پسند	×	سپیدرود		۱۸	۲۰۱/۳a-j	۱/۵۲۴h-r	۳۷/۵۶ a-e	۳/۹۶q-w	۱۷۰/۸۰a-e	۲۶/۸۷v-y	۳/۱۷۵k-n	۲۷/۵۱j-u
اهلمی طارم	×	غریب		۱۹	۱۳۹/۷k-p	۱/۵۶۰f-o	۴۲/۰۰ a-e	۳/۵۱r-w	۱۴۴/۲۵e-r	۳۰/۴۷p-v	۵/۲۳۰d-k	۲۴/۲۹p-u
غریب	×	اهلمی طارم		۲۰	۱۴۳/۰j-p	۱/۱۶۴x	۴۱/۱۶ a-e	۱۰/۱۷a	۱۳۱/۰۰i-r	۴۲/۳۳c-f	۱۲/۵۰۵ab	۳۱/۲۹c-j
IR28	×	غریب		۲۱	۱۳۰/۷l-p	۱/۵۶۰f-n	۴۵/۰۰a-d	۴/۶۵k-v	۱۵۳/۲۵c-p	۳۹/۶۷c-g	۶/۴۸۰d-f	۲۸/۴۹f-p
غریب	×	IR28		۲۲	۱۵۴/۰j-p	۱/۵۲۴h-q	۳۸/۷۶ a-e	۴/۸۹h-q	۱۴۵/۷۵e-r	۳۵/۰۰j-m	۷/۳۹۵cd	۲۳/۵۹q-u
سپیدرود	×	غریب		۲۳	۱۴۳/۰k-p	۱/۸۰۰b-g	۴۶/۹۲a	۵/۹۱f-i	۱۸۵/۰۰ab	۳۸/۶۷g-i	۴/۴۱۵f-n	۲۸/۲۱g-r
غریب	×	سپیدرود		۲۴	۱۷۶/۰c-o	۱/۵۹۶f-l	۴۲/۶۰ a-e	۵/۵۵f-k	۱۴۵/۷۵d-r	۳۱/۲۷m-u	۳/۹۵۵i-n	۲۵/۴۱o-u
اهلمی طارم	×	IR28		۲۵	۱۲۱/۰op	۱/۵۶۰f-m	۴۵/۸۴ab	۲/۷۳w	۱۵۵/۵c-o	۳۹/۱۳f-h	۴/۲۷۰g-n	۳۱/۷۱c-i
IR28	×	اهلمی طارم		۲۶	۲۴۲/۰ab	۱/۹۲۰b-e	۳۷/۹۲ a-e	۷/۸۰b-e	۱۷۰/۷۵a-f	۳۰/۲۰q-x	۳/۲۸۵i-n	۳۲/۹۰b-f
سپیدرود	×	IR28		۲۷	۱۲۸/۷n-p	۱/۵۰۰h-v	۴۲/۹۶ a-e	۵/۱۳g-o	۱۵۲/۷۵d-q	۳۰/۲۷p-w	۵/۱۹۵e-l	۳۲/۲۰c-h
IR28	×	سپیدرود		۲۸	۱۶۱/۷e-p	۱/۶۸۰e-j	۴۲/۳۶ a-e	۴/۶۸j-s	۱۶۲/۲۵a-i	۳۵/۲۰i-m	۴/۶۲۵f-n	۳۲/۴۱c-g
اهلمی طارم	×	سپیدرود		۲۹	۲۳۱/۰a-d	۲/۰۴۰bd	۴۳/۲۰ a-e	۴/۱۷k-w	۱۷۳/۵۰a-d	۳۲/۳۳m-s	۱/۸۴۵n	۲۵/۲۰ou
سپیدرود	×	اهلمی طارم		۳۰	۲۰۹/۰a-i	۱/۸۰۰d-f	۴۱/۴۰ a-e	۷/۹۸bc	۱۵۷/۷۵b-m	۲۸/۲۰r-y	۴/۹۳۰e-n	۲۸/۲۱g-q

تفاوت بین هر دو میانگین که دارای حداق یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن معنی دار نیستند

		میانگین مربعات						
		تعداد دانه	عرض برگ	طول برگ	طول خروج خوشه از غلاف	ارتفاع بوته	طول خوشه	وزن دانه	تعداد خوشه
A		۱۱۷/۸۴۱**	۰/۲۱۳**	۹۱/۲۲۹**	۰/۵۷۲**	۳۸/۴۴۸**	۲۷۰/۹۹۴**	۷۷/۷۸۹**	۳۰۱/۴۰۶**
B		۲۹/۲۰۲**	۰/۱۳۴**	۴۰/۵۴۵ ^{ns}	۰/۸۴۵**	۱۱۹/۴۶۲**	۳۸۶/۶۱۱**	۹۸/۴۲۰**	۱۵۶/۲۸۴**
	b_1	۱۷/۰۴۴ ^{ns}	۰/۲۲۶**	۰/۱۹۴ ^{ns}	۰/۶۶۳**	۴۱/۷۳۸ ^{ns}	۵۱/۶۷۳**	۱۷۵/۳۴۸**	۵۲۰/۶۲۸**
	b_2	۳۸/۴۷۰**	۰/۰۸۲**	۲۵/۶۰۲ ^{ns}	۰/۴۵۶**	۶۳/۸۳۲	۳۴۰/۸۹۴**	۶۸/۱۰۵**	۹۳/۴۸۳**
	b_3	۲۵/۴۰۸**	۰/۱۵۳**	۵۳/۳۳۶ ^{ns}	۰/۶۳۵**	۱۵۹/۰۰۸**	۴۴۹/۲۲۸**	۱۰۶/۷۱۲**	۱۵۰/۶۹۵**
C		۱۶/۸۱۹ ^{ns}	۰/۲۷۲**	۵۴/۶۱۱*	۰/۴۷۳**	۱۴۲/۰۳۵**	۱۶۶/۲۷۰**	۷۱/۱۳۵**	۳۳/۹۳۹ ^{ns}
D		۳۰/۵۸۹**	۰/۱۲۷**	۶۷/۶۶۷ ^{ns}	۱/۵۹۴**	۱۸۳/۳۱۴**	۳۵۰/۷۰۷**	۱۴۲/۷۶۹**	۳۴/۸۹۴ ^{ns}
Error		۸/۶۰۹	۰/۰۱۸	۲۶/۴۰۸	۰/۰۴۳	۳۹/۳۶۲	۱۱/۹۲۴	۷/۴۶۰	۲۱/۵۶۳
واریانس افزایشی		۲/۴۸۶	۰/۰۰۲	۱/۴۲۰	۰/۰۰۹	۷/۳۴۲	۲/۸۸۲	۰/۳۶۸	۴/۲۲۲
واریانس غالبیت		۳/۹۸۸	۰/۰۲۲	۳/۱۵۸	۰/۱۷۵	۱۵/۶۷۸	۷۲/۴۴۰	۱۷/۶۳۲	۲۸/۳۴۵
(واریانس غالبیت + (واریانس افزایشی)۲/ (واریانس افزایشی)۲)		۰/۵۶۵	۰/۱۵۸	۰/۴۸۲	۰/۰۸۷	۰/۴۹۳	۰/۰۷۵	۰/۰۴۱	۰/۲۳۵
وراثت‌پذیری عمومی		۷۹/۸۶۶	۶۹/۴۶۲	۸۲/۰۰۸	۹۳/۸۴	۷۱/۸۰۸	۹۶/۷۹۸	۹۰/۱۶۸	۹۵/۷۷۸
وراثت‌پذیری خصوصی		۵۷/۲۲۲	۲۷/۶۴۲	۴۴/۰۶۴	۱۶/۷۳	۴۱/۹۲۲	۱۸/۰۵۴	۷/۹۵۶	۳۴/۶۸۰

Ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۴- قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی والدها برای صفات ارزیابی‌شده.

والدین	تعداد دانه	عرض برگ	طول برگ	طول خروج خوشه از غلاف	ارتفاع بوته	طول خوشه	وزن دانه	تعداد خوشه
ندا	۶/۹۳۶**	-۰/۱۵۳**	-۰/۷۵۵ ^{ns}	-۰/۱۱۲**	-۸/۰۳۷ ^{ns}	۲/۶۱۱**	-۰/۱۴۳ ^{ns}	-۱/۳۳ ^{ns}
اهلمی‌طارم	۹/۲۲۰**	۰/۰۷۱*	-۲/۶۳۲*	۰/۱۹۴**	۲۳/۲۸۵*	۲/۴۵۷*	۰/۳۱۶ ^{ns}	-۰/۲۹ ^{ns}
IR28	-۵/۹۵۶**	۰/۰۳۱^{ns}	-۰/۱۵۳ ^{ns}	۰/۰۷۰ ^{ns}	-۷/۲۹۳ ^{ns}	۱/۶۴۲**	۱/۴۸۹**	۱/۳۱ ^{ns}
غریب	-۹/۸۳۲**	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۲۵۵ ^{ns}	۰/۰۵۱ ^{ns}	-۸/۱۲۳ ^{ns}	-۳/۰۷۰ ^{ns}	۱/۷۶۵**	-۲/۹۵**
سپیدرود	۰/۷۳۶ ^{ns}	۰/۰۲۰ ^{ns}	۱/۴۷۹ ^{ns}	-۰/۱۶۳**	-۵/۹۶۷ ^{ns}	-۰/۰۳۱ ^{ns}	-۲/۱۱۱**	۵/۶۷**
شاه‌پسند	-۱/۱۰۰ ^{ns}	۰/۰۳۰ ^{ns}	۱/۸۱۶ ^{ns}	-۰/۰۴۱ ^{ns}	۰/۴۳۹ ^{ns}	-۳/۶۱۱ ^{ns}	-۱/۳۱۶*	-۱/۳۶ ^{ns}
$SE(g_i)$	۱/۸۰۴	۰/۰۲۱	۰/۷۷۶	۰/۰۳۲	۷/۸۸۵	۰/۵۳۷	۰/۴۲۰	۰/۵۷
$SE(g_i-g_j)$	۲/۷۹۲	۰/۰۳۳	۱/۲۰۲	۰/۰۴۹	۱۲/۲۰۹	۰/۸۳۳	۰/۶۵۲	۰/۸۹

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۵- قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌ها برای صفات ارزیابی‌شده

والدین				تعداد دانه	عرض برگ	طول برگ	طول خروج خوشه از غلاف	ارتفاع بوته	طول خوشه	وزن دانه	تعداد خوشه
♀		♂									
اهلمی‌طارم	×	ندا	۱	۲/۴۵۹ ns	۰/۰۳۳ ns	۳/۵۷۰ ns	۰/۱۰۲ ns	۰/۴۸۶ ns	۳/۴۰۷ *	۰/۶۴۳ ns	-۵/۳۲ ns
IR28	×	ندا	۲	۰/۲۵۱ ns	۰/۱۹۲ **	-۲/۱۰۱ ns	۰/۲۳۵ ns	۴/۱۸۲ ns	۱۳/۷۹۰ **	۲/۲۰۳ *	۹/۸۰ ns
غریب	×	ندا	۳	۵/۸۲۳ ns	۰/۰۸۵ ns	۰/۳۹۸ ns	۰/۰۹۲ ns	-۱۹/۸۰۸ ns	۱۲/۹۶۴ **	-۲/۲۷۵ *	-۵/۲۷ ns
سپیدرود	×	ندا	۴	-۲/۹۶۲ ns	-۰/۱۰۱ ns	-۳/۲۰۳ ns	-۰/۳۲۶ **	۳/۰۰۹ ns	-۳/۴۶۸ *	۱/۰۶۱ ns	-۱/۸۹ ns
ندا	×	شاه‌پسند	۵	-۳/۲۶۳ ns	-۰/۰۰۷ ns	-۱/۶۰۱ ns	۰/۱۱۲ *	۰/۰۰۱ ns	۱/۱۳۲ ns	۱/۳۵۷ ns	۱/۱۹ ns
اهلمی‌طارم	×	شاه‌پسند	۶	۲/۴۶۰ ns	۰/۰۳۳ ns	۰/۰۵۱ ns	-۰/۱۶۳ **	۶/۴۹۷ ns	۱۴/۸۶۱ **	-۳/۶۲۱ **	-۲/۴۸ ns
IR28	×	شاه‌پسند	۷	-۱۵/۳۶۱ **	۰/۱۸۵ **	-۱/۲۹۵ ns	۰/۳۰۶ **	-۳۰/۷۳۳ ns	-۵/۹۵۷ **	۱۰/۶۱۸ **	۳/۷۱ ns
غریب	×	شاه‌پسند	۸	-۱۴/۱۰۶ ns	-۰/۱۷۱ **	-۱/۵۸۱ ns	-۰/۰۶۱ ns	-۳/۱۲۱ ns	-۴/۲۰۲ **	-۰/۷۴۵ ns	۲/۸۳ ns
سپیدرود	×	شاه‌پسند	۹	۴/۰۱۶ ns	-۰/۰۷۶ ns	-۱/۶۲۲ ns	-۰/۰۲۰ ns	۷/۹۷۶ ns	-۹/۱۷۰ **	۰/۵۲۰ ns	-۰/۱۹ ns
اهلمی‌طارم	×	غریب	۱۰	۳/۳۱۳ ns	-۰/۲۰۱ **	۰/۲۲۴ ns	۰/۰۰۱ ns	-۲۶/۸۴۶ ns	۲/۹۲۷ *	۳/۹۳۷ **	-۸/۵۳ ns
IR28	×	غریب	۱۱	-۴/۶۶۸ ns	-۰/۰۶۴ ns	-۰/۷۴۵ ns	۰/۲۸۶ **	۷/۰۸۹ ns	۱/۳۶۷ ns	۳/۸۸۶ **	-۳/۴۶ ns
سپیدرود	×	غریب	۱۲	۰/۹۵۴ ns	۰/۰۶۵ ns	۱/۳۵۷ ns	۰/۱۶۳ **	۷/۱۶۰ ns	۱/۳۰۵ ns	-۲/۵۳۰ *	-۲/۵۸ ns
اهلمی‌طارم	×	IR28	۱۳	۱۳/۵۰۴ *	۰/۱۳۶ *	-۱/۱۵۳ ns	-۰/۲۱۴ **	-۱۷/۷۶۸ ns	۲/۹۴۸ *	۲/۸۳۶ **	-۱/۵۳ ns
سپیدرود	×	IR28	۱۴	-۱/۰۰۴ ns	۰/۰۰۲ ns	-۰/۸۲۶ ns	۰/۰۵۱ ns	-۲۵/۸۵۷ ns	۳/۵۷۰ *	-۱/۳۱۶ ns	-۱/۸۴ ns
اهلمی‌طارم	×	سپیدرود	۱۵	۲۱/۹۸۸ **	۰/۲۶۷ **	۶/۸۸۵ ns	۰/۲۶۵ **	۱۰/۰۳۷ ns	-۳/۲۱۳ *	-۰/۵۵۱ ns	۱/۱۹ ns

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

بحث

نظر به مقادیر صفات مختلف در والدین مورد بررسی رقم اهلمی‌طارم، از سایر ارقام مورد بررسی دارای ارزش بیشتری بود. در بین تلاقی‌های مورد بررسی تلاقی اهلمی-طارم × شاه‌پسند، غریب × اهلمی‌طارم، اهلمی طارم × شاه‌پسند، اهلمی‌طارم × شاه‌پسند از نظر میانگین صفات زراعی بر سایر تلاقی‌ها برتری داشتند.

از آنجایی که تجزیه واریانس هیمن (۲۵) کامل‌تر از تجزیه واریانس روش یک Griffing (۲۶) است و اطلاعات روش مزبور را در بردارد، از این روش برای تجزیه ژنتیکی استفاده شد. میانگین‌های مربعات a (برآوردی از واریانس والدین و لذا واریانس ناشی از اثرات افزایشی ژن‌ها) و b (واریانس مربوط به تفاوت‌های بین هیبریدها و والدین) در روش Hayman (۲۵) به ترتیب برابر میانگین مربعات قابلیت‌های ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) در روش یک Griffing (۲۶) و ادغام منابع c (متوسط اثرات پایه مادری هر لاین) و d (اثرات غیر مادری یا باقیمانده) در روش Hayman (۲۵) معادل تلاقی‌های معکوس در روش Griffing (۲۶) هستند. معنی‌دار بودن میانگین مربعات تلاقی‌های معکوس نشان از احتمال وجود اثرات پایه مادری است. تجزیه واریانس مشاهدات (جدول ۳) به روش Hayman (۲۵) نشان داد که به‌جز چند مورد کلیه پارامترهای ژنتیکی در سطح احتمال یک درصد برای تمامی صفات معنی‌دار هستند. Virmani و همکاران (۲۷) گزارش کردند که هتروزیس به درجه تنوع و اختلاف بین والدین بستگی دارد و تلاقی‌های ایندیکا × ژاپونیکا حداکثر میزان هتروزیس را در برنج نشان دادند. استفاده از هیبرید و هتروزیس برای وزن شلتوک در هر بوته و اجزای تشکیل‌دهنده آن توسط بسیاری از محققین از جمله Nuruzzaman و همکاران (۲۸)، Alam و همکاران (۲۹) .

Vanaja و Babu (۳۰) مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین منبع تغییرات d برای صفات طول برگ و تعداد خوشه معنی‌دار نگردید. در جدول ۳ واریانس افزایشی، غالبیت، نسبت (واریانس غالبیت + (واریانس افزایشی)۲/ (واریانس افزایشی)۲)، وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی آورده شده‌اند. نتایج تحقیق رحیمی و ربیعی (۵) نشان داد وراثت‌پذیری صفات بین حداقل ۰/۱۶۵ برای مرحله پس از گلدهی تا حداکثر ۰/۷۹۴ برای طول خوشه متغیر بود. برای کلیه صفات واریانس غالبیت به میزان زیادی از واریانس افزایشی بیشتر بود. Akram و همکاران (۳۱) گزارش کردند سهم واریانس افزایشی برای صفاتی نظیر عملکرد دانه، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه و تعداد روز تا ۵۰٪ گل-دهی بسیار ناچیز بود، ولی واریانس غالبیت نقش قابل‌توجهی در ایجاد تنوع این صفات داشت. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده و به دلیل نقش بالای اثر غالبیت در کنترل ژنتیکی صفات، برنامه اصلاحی برای بهبود صفات در شرایط اقلیمی گنبد کاووس، باید بر اساس تلاقی و انتخاب در نسل‌های در حال تفکیک باشد. در آزمایش حسینی و همکاران (۶) ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) بالایی در کلیه صفات مورد مطالعه مشاهده کردند. آن‌ها برای تعداد پنجه در هر بوته غالبیت کامل ژن‌ها و برای زمان نشاکاری تا ظهور ۵۰ درصد خوشه‌ها غالبیت نسبی گزارش کردند و برای سایر صفات اثرات فوق غالبیت مشاهده کردند.

بر این اساس نتایج قابلیت ترکیب پذیری عمومی، اظهار داشت ارقام ندا و اهلمی‌طارم می‌توانند ژن‌های کنترل‌کننده تعداد دانه و طول خوشه که از اجزاء مهم عملکرد می‌باشند را به‌خوبی به نتاج خود منتقل نمایند. بنابراین از این دو رقم می‌توان در برنامه‌های اصلاحی جهت افزایش عملکرد استفاده نمود. حقیقی و همکاران (۲) نیز در پژوهشی دریافتند برای صفت عملکرد، والدهای IR50 و RI18447-2 دارای بیشترین مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی-دار بودند. در مطالعه‌ای رقم خزر به علت دارا بودن GCA مثبت و معنی‌دار برای عملکرد دانه، تعداد دانه پر در خوشه و طول خوشه به‌عنوان رقمی مطلوب و مناسب در برنامه به-نژادی برنج برای اصلاح صفات یاد شده معرفی شد (۹).

با توجه به اینکه در برنج پاکوتاهی همراه با افزایش عملکرد می‌باشد (۳۲)، لذا می‌توان از رقم غریب که دارای پایین‌ترین مقدار برای ترکیب‌پذیری عمومی است در برنامه-های اصلاحی برای کاهش ارتفاع بوته استفاده نمود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود برای اکثر صفات مورد بررسی رقم اهلمی‌طارم بهترین والد ترکیب‌شونده بود. با توجه به این نکته که قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی سهم واریانس غیر افزایشی ژن‌های کنترل‌کننده این صفات را بیان می‌کند، به این ترتیب این ارقام می‌توانند در برنامه اصلاح و تولید برنج هیبرید مورد توجه و استفاده محققین قرار گیرند. در اکثر موارد، تلاقی‌هایی دارای قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌داری بودند که یک یا هر دو والد آن تلاقی از نظر صفت مورد نظر واجد ترکیب‌پذیری عمومی بالایی بودند. هر چند موارد استثنائی هم وجود داشت. همان‌گونه که در جدول تجزیه واریانس Hayman (جدول ۳) نشان داد تنوع مشاهده شده برای اکثر صفات مورد بررسی فقط از طریق اثر مستقیم ژن‌ها نبود، بلکه اثر مادری که در اثر عوامل سیتوپلاسمی و اثر متقابل آن‌ها یا ژن‌های هسته‌ای به وجود می‌آیند نیز در تنوع کل دخیل بود.

در مجموع، با توجه به اینکه امروزه اصلاح روی عملکرد برنج امری ضروری محسوب می‌شود، لذا اطلاعات اولیه از ساختار ژنتیکی هر صفتی که شامل نحو توارث، نحوه عمل ژن، توارث‌پذیری و تعداد ژن‌های کنترل‌کننده صفت است، بسیار سودمند و مهم می‌باشد، زیرا به‌نژادگر می‌تواند بر اساس آن استراتژی‌های اصلاحی را طراحی کند. در این آزمایش نیز نحوه توارث صفات زراعی مورد بررسی قرار گرفته است، زیرا اصلاح کردن به منظور عملکرد، از اهداف مهم در برنامه‌های اصلاحی برای این نوع ارقام است.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه گنبد کاووس به دلیل حمایت‌های مالی و معنوی در جهت اجرای بهتر این پژوهشی تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. آهنگر، ل.، رنجبر، غ. ع.، نوروزی، م.، ۱۳۸۸. برآورد اثرات ژن و ترکیب پذیری عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام برنج(*Oryza sativa* L) به روش تلاقی دیالل. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۰(۴):۱۴۳-۱۴۹.

۲. حقیقی، ع.، فرشادفر، ع. ا.، قلی‌پور، ا.، ۱۳۹۶. هتروزیس و تجزیه دای آلل برای عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک در برنج (*Oryza sativa* L.). مجله تحقیقات غلات، ۷(۳):۳۳۱-۳۴۱.

۳. باقری، ن. د.، بابائیان جلودار، ن. ع.، نتاج، ا. ح.، پاشا، ا. ۱۳۸۸. برآورد ترکیب پذیری و اثر ژن برای تراکم دانه در برنج (*Oryza sativa* L) . پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، پیاپی ۳ (پاییز ۱۳۸۸) ۱(۳):۱۴-۲۳

۴. فرشادفر، ع. ا.، کارونی، م.، پورداد، س.، زارعی، ل.، مقدم، ج. ۱۳۹۰. تجزیه ژنتیکی تعدادی از صفات فیزیولوژیک، فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های کلزا. (*Brassica napus* L.) با استفاده از روش دی‌آلل علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۲(۳):۶۴۷-۶۲۷.

۵. رحیمی، م.، ربیعی، ب. ۱۳۸۷. برآورد عمل ژن‌ها و وراثت پذیری صفات مهم زراعی در برنج (*Oryza sativa* L.). مجله علوم زراعی ایران. ۱۰(۴):۳۶۲-۳۷۷.

۶. حسینی، م.، هنرنژاد، ر.، ترنگ، ع. ر. ۱۳۸۴. برآورد اثر ژن‌ها و ترکیب پذیری برخی از صفات کمی برنج به روش دای آلل. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۶(۱):۳۲-۲۱.

7. Bao, J.S., Corke, H., Ping, H., Li-Huang, Z. 2019. Analysis of QTL for starch properties of rice based on an RIL population. Acta Botanica Sinica 45 (8), 986-994.
8. Hajiporbagheri, A., Nematzade, Gh. A., Pighambari, A., Norozi, M. 2005. Investigation of combinability and gene effects in rice cultivars and lines through strain analysis line × tester. Iranian Journal of Agriculture Science 36(4): 947-953. (In Persian).
9. Sharifi, P., Dehghani, H., Momeni, A., Moghadam, M. 2009. Estimation of genetic effects and interaction of genotype in the environment for some quantitative traits in rice. Iranian Journal of Field Crop Science 40 (4): 183-195.
10. Hayman, B. I., 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39: 789-809.
11. Hayman, B. L., 1960. Maximum likelihood estimation of genetic components of variation. Biometrics 16: 369-381.
12. Jinks, J. L., Hayman, B. I. 1953. The analysis of diallel crosses. Maize Genetics Crop News 27: 48-54.
13. 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.
14. Wright, A. J., 1985. Diallel designs, analysis and reference populations. Heredity 54: 307-311.
15. Torres, E. A., Geraldi, I. O. 2007. Partial diallel analysis of agronomic characters in rice (*Oryza sativa* L.). Genetics and Molecular Biology 30(3): 605-613.
16. Mohammadi, R., Mendiaro, M. S., Diaz, G. Q., Gregorio, G. B., Singh, R. K. 2014. Genetic analysis of salt tolerance at seedling and reproductive stages in rice (*Oryza sativa* L.). Plant Breeding 133: 548-559.
17. Asfaliza, A., Rafii, M. Y., Saleh, G., Omar, O., Puteh, A. 2012. Combining ability and heritability of selected rice varieties for grain quality traits. Australian Journal of Crop Science 6(12):1718-1723.
18. Khahani, B., Bihamta, M. R., Naserian, B. 2018. Estimation of general and specific combining abilities of morphological traits and grain yield in bread wheat. Journal of Crop Breeding 10 (25): 53-62.
19. Shoshidezh, A.A., Honarnejad, R. 2005. Determination of genes and inheritance of some traits related to rice quality using diallel analysis. Iranian Journal of Agriculture Science 36 (4): 813-818.
20. Rahimsoroush, H., Moumeni, A. 2006. Genetic dissection of some important agronomic characters in rice using Line×Tester analysis. Journal of Agricultural Science & Techology & Natural Resources 10(1): 177-188.
21. Yuga, M. E., Kimani, J. M., Kimani, P. M., Olubayo, M. F. J. W., M., Muthomi, F., Nzuve, F. M. 2018. Combining ability and heterosis for agronomic and yield traits in Indica and Japonica rice crosses. Journal of Agricultural Science 10(12): 92-103.
22. Malini, N., Sundaram, T., Hari Ramakrishnan. S., Saravanan, S. 2006. Genetic interpretation of yield related traits in rice (*Oryza sativa* L.). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 2: 153-155.
23. Huang, M., Chen, L. Y., Chen, Z. Q. 2015. Diallel analysis of combining ability and heterosis for yield and yield components in

rice by using positive loci. Euphytica 205: 37-50.
24. Shukla, S. K., Pandey, M. P. 2008. Combining ability and heterosis over environments for yield and yield componens in two-line hybrids involving thermosensitive genetic male sterile line in rice (*Oryza sativa* L.). Plant Breed 127: 28-32.
25. Hayman, B. I., 1954a. The analysis of variance of diallel tables. Biometrics 1: 235-244.
26. Griffing, B. 1956a. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity 10: 31-50.
27. Virmani, S. S., Sun, Z. X., Mou, T. M., Jauhar Ali, A., Mao, C. X. 2003. Two line hybrid rice breeding manual. Copyright International Rice Research Institute, Philippines 1-88.
28. Nuruzzaman, M., Alam, M. F., Ahmed, M. G., Shohael, M. A., Biswas, M. K., Amin, M. R., Hossain, M.M. 2002. Studies on parental variability and heterosis in rice (*Oryza sativa* L.). Pakistan Journal of Biological Science 5: 1006-1009.
29. Alam, M. F., Khan, M. R., Nuruzzaman, M., Parvez, S., Swaraz, A. M., Alam, I., Ahsan, N. 2004. Genetic basis of heterosis and inbreeding depression in rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Zhejiang University Science 5: 406-411.
30. Vanaja, T., Babu, C. 2004. Heterosis for yield and yield components in rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Tropical Agriculture 42: 43-44.
31. Akram, M., Saif, A. U., Munir, M. 2007. Inheritance of traits related to seedling vigor and grain yield in rice (*Oryza sativa* L.). Pakistan Journal of Botany 39(1): 37-45.
32. Dastan, S., Noormohamadi, Gh., Madani, H., Ebrahimi, M., Yasari, E. 2016. Investigation of growth and phenology of main crop and ratoon of rice cultivars in differents cropping systems. Plant Production Technology 16(1): 84-101. (In Persian).