

تجزیه ژنتیکی صفات مرتبط با کیفیت ظاهری و پخت در ارقام مختلف برنج

بابک ربیعی^{۱*}، سیده سهیلا زربافی^۲ و مهرزاد اله‌قلی پور^۳
۱ و ۲، استاد و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی
دانشگاه گیلان، ۳، استادیار، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت
(تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱۰ - تاریخ تصویب: ۹۲/۶/۶)

چکیده

به منظور ارزیابی وراثت پذیری، نوع عمل ژن‌ها و قابلیت ترکیب ارقام برنج برای صفات مرتبط با کیفیت ظاهری و پخت دانه، نتاج F_1 حاصل از تلاقی‌های مستقیم و معکوس دای آلل کامل 6×6 به همراه والدین، شامل هاشمی، حسنی، شاه‌پسند، کادوس، واندانا و IR36 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) در سال زراعی ۱۳۹۰ کشت شدند. صفات تحت مطالعه شامل مقدار آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن، طول، عرض و ضخامت شلتوک و نسبت طول به عرض شلتوک (شکل دانه) بود. میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای همه صفات تحت مطالعه به جز صفت عرض شلتوک معنادار شد که حاکی از اهمیت هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی در تظاهر صفات بود. اما نقش اثر افزایشی بیشتر از اثر غیرافزایشی ژن‌ها بود. نتایج تجزیه و تحلیل گرافیکی هیمن نشان داد که سهم واریانس افزایشی (D) برای صفات طول، عرض، ضخامت شلتوک، شکل دانه و درجه حرارت ژلاتینه شدن بیشتر از واریانس غالبیت (H_1) بود. تجزیه ژنتیکی صفات ذکر شده بیانگر وجود تأثیرات غالبیت ناقص ژن در کنترل این صفات بود که نشان‌دهنده پتانسیل زیاد انتخاب برای این صفات است. برای صفت مقدار آمیلوز، نقش تأثیرات غالبیت ناقص تا کامل ژن‌ها مشاهده شد، بنابراین استفاده از گزینش و تولید بذر هیبرید برای بهبود کیفیت این صفت، می‌تواند مدنظر اصلاح‌گران نبات قرار گیرد. بنابراین، برای اصلاح صفات مرتبط با کیفیت ظاهری و پخت در جمعیت تحت مطالعه، ابتدا می‌توان از روش انتخاب برای افزایش ژن‌های مطلوب استفاده کرد و سپس برای استفاده از اثر غالبیت ژن‌ها از روش دورگ‌گیری بهره گرفت. مقایسه روش‌های مختلف گزینش در برآورد ترکیب‌پذیری ارقام نیز نشان داد که استفاده از والدین در تجزیه دای آلل، احتمالاً سبب ایجاد اربیی در مقادیر ترکیب‌پذیری‌ها خواهد شد و از این رو به نظر می‌رسد روش سوم، و در صورت نبود تأثیرات مادری، روش چهارم گزینش، علاوه بر تعداد کمتر تیمارها و هزینه‌ها، در ارزیابی ترکیب‌پذیری ارقام، کاربردی‌تر و بهتر باشند.

واژه‌های کلیدی: برنج، تجزیه و تحلیل گرافیکی، ترکیب‌پذیری، دای آلل، کیفیت دانه.

مقدمه

میلیون تن شلتوک بوده است (FAO, 2011). کیفیت دانه در برنج همانند سایر غلات، اهمیت بسیار زیادی دارد و به‌خصوص در بازارپسندی و ارزش تجاری آن مؤثر است. کیفیت دانه برنج شامل کیفیت ظاهری^۱

برنج دومین غله مهم جهان است و از لحاظ تولید دانه بعد از گندم، رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. این محصول با تولید جهانی ۷۲۰ میلیون تن در سال در رده دوم تولید محصولات کشاورزی در جهان قرار دارد. تولید این محصول در سال ۲۰۰۹ در ایران، ۳/۲۱۷

1. Appearance Quality

یکطرفه مشخص شد که در توارث صفات طول و عرض شلتوک، واریانس غیرافزایشی ژن‌ها نقش بیشتری داشته و وراثت‌پذیری خصوصی نقش کمتری دارد. بنابراین این صفات صرفاً در زمینه تولید واریته هیبرید و استفاده از پدیده هتروزیس می‌توانند مهم باشند (Bagheri *et al.*, 2009). در بررسی دیگری، با اجرای یک آزمایش دای‌آلل ۷×۷ گزارش شد که با توجه به شدت اثر افزایشی و وراثت‌پذیری، پتانسیل گزینش برای صفات مقدار آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینی شدن زیاد است. میانگین درجه غالبیت نیز نشان‌دهنده غالبیت ناقص ژنی در کنترل این صفات بود (Sharifi *et al.*, 2010). برآورد درجه غالبیت ژن‌ها در آزمایشی از طریق تجزیه میانگین نسل‌ها نشان داد که صفات طول شلتوک تحت کنترل فوق غالبیت ژن‌ها؛ نسبت طول به عرض دانه و درجه حرارت ژلاتینی شدن تحت کنترل غالبیت کامل ژن‌ها؛ و صفات عرض شلتوک و مقدار آمیلوز تحت کنترل غالبیت ناقص ژن‌ها قرار دارند (Ghorbanipour & Rabiei, 2011).

پژوهش حاضر به صورت یک دای‌آلل کامل ۶×۶ انجام گرفت و هدف از آن بررسی نوع عمل ژن‌ها از طریق تجزیه و تحلیل گرافیکی هیمن، مقدار وراثت‌پذیری و برآورد ترکیب‌پذیری ارقام تحت مطالعه در راستای تعیین ترکیبات مطلوب از نظر خصوصیات مربوط به کیفیت ظاهری و پخت دانه برنج بود.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۹ شش رقم برنج شامل ارقام محلی هاشمی، حسنی، شاه‌پسند که از لحاظ کیفیت پخت مورد پسند کشاورزان هستند، رقم اصلاح‌شده کادوس، واندانا با منشأ هندوستان و IR36 با منشأ ایبری براساس مطالعه کیوان‌خسرو (Keyvankhosro, 2010) که رقم برنج را براساس نشانگرهای ریزماهوره پیوسته با عملکرد و اجزای عملکرد گروه‌بندی کرد، برای تلاقی‌های مستقیم و معکوس در قالب دای‌آلل ۶×۶ انتخاب شدند. به دلیل آنکه زمان گلدهی والدین انتخابی متفاوت بود، به منظور همزمانی گلدهی در زمان دورگ‌گیری و ایجاد همپوشانی کافی برای دورگ‌گیری، این ارقام در سه نوبت با فواصل ۱۲ روزه بذریاشی شدند. بذرها دورگ

مانند طول، عرض و نسبت طول به عرض دانه، کیفیت تبدیل از قبیل درصد برنج سالم و خرد و کیفیت پخت مانند مقدار آمیلوز، غلظت ژل و درجه حرارت ژلاتینی شدن آندوسپرم دانه برنج است که همه آنها در ارزش اقتصادی برنج مؤثرند (Juliano, 1971). برای تولید ارقامی با عملکرد زیاد و کیفیت دانه مناسب، داشتن اطلاعات اولیه از ارقام موجود در خصوص صفات مهم مرتبط با عملکرد و کیفیت ضروری است. به این منظور، محققان مختلف از روش‌های متعددی استفاده کرده‌اند که تجزیه دای‌آلل، از مهم‌ترین و متداول‌ترین آنها است (Griffing, 1956 a,b; Hayman, 1954 a,b; Jinks & Hayman, 1953). به کارگیری تلاقی دای‌آلل در بسیاری از گیاهان زراعی متداول بوده (Sujiprihati *et al.*, 2001) و در دهه‌های اخیر در ایران نیز به منظور شناخت ترکیب‌پذیری والدین برای صفات مطلوب و ژن‌های کنترل‌کننده این صفات به کار رفته است (Hosseini Chaleshtari *et al.*, 2005; Rahimi *et al.*, 2009; Rahimi *et al.*, 2010).

با اجرای یک طرح دای‌آلل ۷×۷ و تجزیه داده‌ها به روش هیمن، گزارش شد که در کنترل صفات طول دانه و نسبت طول به عرض دانه، سهم اثر افزایشی بیش از اثر غیرافزایشی ژن‌ها است (Moumeni, 1995). در پی اجرای تحقیقی، سهم بیشتر واریانس افزایشی در کنترل صفات مقدار آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینی شدن گزارش شد (Hosseini Chaleshtari *et al.*, 2005). در آزمایش دیگری گزارش شد که سهم واریانس افزایشی برای صفات مقدار آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینی شدن، کم، و در مقابل، سهم واریانس غالبیت این صفات زیاد بود که نشانه وجود تأثیرات غیرافزایشی در کنترل این صفات است (Allahgholipour, 2008). طی تحقیقی براساس تلاقی دای‌آلل کامل ۸×۸ بیان شد که هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در تظاهر خصوصیات دانه، اهمیت دارند. نتایج این آزمایش حاکی از آن بود که ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای ویژگی‌های دانه شامل طول، عرض و ضخامت معنادار بود که نشان‌دهنده تأثیر هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی در وراثت این صفات است (Iftekaruddaulu *et al.*, 2008). در آزمایشی با استفاده از طرح تلاقی دای‌آلل

شدن زیاد، متوسط و کم، این تغییرات ثبت شد (Little *et al.*, 1958).

به دلیل اختلاف معنادار ژنوتیپها، تجزیه دای آل به روشهای چهارگانه گریفینگ (Griffing, 1956 a,b) تحت مدل با تأثیرات ثابت انجام گرفت تا ترکیب پذیری عمومی والدین و خصوصی هیبریدها و اثر تلاقیهای معکوس آزمون شوند. آن گاه، مقدار ترکیب پذیری عمومی هر والد و خصوصی هر تلاقی و نیز اثر تلاقیهای معکوس برآورد و معنادار بودن هر اثر با استفاده از آزمون *t* ارزیابی شد.

برای تعیین سهم واریانس افزایشی در کنترل ژنتیکی صفات تحت مطالعه در روشهای چهارگانه گریفینگ از نسبت بیکر (Baker, 1978) از رابطه ۱ و برای برآورد حد وراثت پذیری عمومی و خصوصی از رابطه های ۲ و ۳ استفاده شد:

$$\frac{2MS_{GCA}}{2MS_{GCA} + MS_{SCA}} \quad [1]$$

$$h_b^2 = \frac{\sigma_A^2 + \sigma_D^2}{\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \frac{\sigma_e^2}{r}} \quad [2]$$

$$h_n^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \frac{\sigma_e^2}{r}} \quad [3]$$

در صورت نبود تأثیرات اپیستازی بین ژن‌ها، از روش هیمن (Hayman, 1954 b) نیز به منظور برآورد نوع عمل ژن‌ها و اجزای واریانس ژنتیکی (افزایشی و غالبیت) استفاده شد. به کمک این روش، میانگین درجه غالبیت، وجود اثر متقابل غیرآلی، حد وراثت پذیری و نسبت و توزیع آل‌ها در والدین بررسی شد. همه محاسبات در زمینه تجزیه واریانس مقدماتی و تجزیه دای آل به روش گریفینگ به کمک رویه iml نرم افزار SAS نسخه ۹، تجزیه دای آل به روش هیمن و رسم نمودارهای مربوط به کمک نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مقدماتی

نتایج میانگین مربعات ژنوتیپها از نظر صفات تحت مطالعه نشان داد که تنوع ژنتیکی معناداری در سطح

حاصل از تلاقیها به همراه شش والد (در مجموع ۳۶ ژنوتیپ) در بهار ۱۳۹۰، در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند و پس از رسیدگی کامل و برداشت ارقام، خصوصیات کیفی دانهها ارزیابی شد. این خصوصیات شامل طول، عرض و ضخامت شلتوک بود. برای اندازه گیری، ۱۰ شلتوک به صورت تصادفی از ۵ بوته تصادفی از هر کرت انتخاب و به وسیله دستگاه کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی متر اندازه گیری شد. صفت شکل دانه نیز از نسبت طول به عرض شلتوک به دست آمد. مقدار آمیلوز (Juliano, 1971) و درجه حرارت ژلاتینی شدن (Little *et al.*, 1958) دانهها نیز اندازه گیری شد، به این صورت که دانهها پس از کاهش رطوبت به ۱۳ تا ۱۴ درصد، به وسیله دستگاه پوست کن به برنج قهوه‌ای و سپس به برنج سفید تبدیل و برای اندازه گیری صفات مذکور آسیاب شدند. برای اندازه گیری مقدار آمیلوز، ابتدا ۱۰۰ میلی گرم آرد برنج، پس از توزین در بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری ریخته و ۱ میلی لیتر اتانول به آن اضافه شد و سپس با استفاده از ۹ میلی لیتر سود ۱ نرمال و با قرار دادن در حمام آب جوش ژلاتینه شد. محلول پس از سرد شدن، با آب مقطر به حجم رسانده و ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد نگهداری شد. در روز بعد، ۵ میلی لیتر از این محلول به یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری انتقال یافت و ۱ میلی لیتر اسید استیک و ۲ میلی لیتر ید به آن افزوده شد. پس از کمی هم زدن و گذشت ۲۰ دقیقه، مقدار جذب نور توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۰ نانومتر خوانده شد. سپس با رسم منحنیهای استاندارد، مقدار آمیلوز برحسب درصد محاسبه شد (Juliano, 1971). برای اندازه گیری درجه حرارت ژلاتینی شدن ۶ دانه سفید کامل و بدون ترک در دو تکرار در داخل ظروف پلاستیکی قرار داده شد. ۱۰ میلی لیتر هیدروکسید پتاسیم ۱/۷ درصد به آن اضافه شده و سپس ۲۳ ساعت در داخل آون در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد گذاشته شد. دانههای برنج در محیط قلیا تغییرات متفاوتی را از خود نشان دادند که با توجه به رقمهای شاهد استاندارد با درجه حرارت ژلاتینی

مطالعه است. در مورد صفت عرض شلتوک که ترکیب‌پذیری خصوصی معناداری در روش‌های سوم و چهارم گریفینگ نداشت، می‌توان گفت احتمالاً واریانس غالبیت نقش مهمی در کنترل تنوع ژنتیکی این صفت ندارد. همچنین به‌نظر می‌رسد وجود والدین در روش‌های اول و دوم، برای معناداری ترکیب‌پذیری خصوصی برای این صفت مؤثر بوده است. اثر تلاقی‌های معکوس نیز در روش‌های اول و سوم گریفینگ برای صفات طول شلتوک، ضخامت شلتوک، مقدار آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینی شدن معنادار بود که نشان می‌دهد تأثیرات مادری در کنترل این صفات نقش داشتند، اما این اثر برای صفات عرض شلتوک و شکل دانه معنادار نبود که نشان‌دهنده تأثیرپذیرفتن این صفات از تأثیرات مادری بود (جدول‌های ۱ و ۳).

احتمال یک درصد بین والدین و هیبریدها وجود داشت (جدول‌های ۱ تا ۴). بنابراین محاسبات مربوط با روش دای‌آلل برای صفات تحت مطالعه امکان‌پذیر بود.

تجزیه دای‌آلل با روش‌های گریفینگ

نتایج تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی، ترکیب‌پذیری خصوصی و اثر متقابل با روش‌های اول، دوم، سوم و چهارم گریفینگ در جدول‌های ۱ تا ۴ ارائه شده است. میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی برای همه صفات تحت بررسی در هر چهار روش گریفینگ در سطح احتمال یک درصد معنادار بود که نشان‌دهنده اهمیت واریانس افزایشی در توارث صفات تحت مطالعه است. میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی نیز برای همه صفات به جز عرض شلتوک در همه روش‌های گریفینگ در سطح احتمال یک درصد معنادار شد که نشان‌دهنده نقش واریانس غالبیت در کنترل تنوع صفات تحت

جدول ۱. تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و اثر متقابل صفات مختلف در برنج در روش اول گریفینگ تحت مدل با تأثیرات ثابت

میانگین مربعات صفات تحت مطالعه							
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول شلتوک	عرض شلتوک	ضخامت شلتوک	شکل دانه	مقدار آمیلوز	درجه حرارت ژلاتینه شدن
ژنوتیپ	۳۵	۱/۵۰۶**	۰/۱۱۱**	۰/۱۰۰**	۰/۷۴۸**	۱۴/۶۰۲**	۱/۷۶۶**
ترکیب‌پذیری عمومی (GCA)	۵	۸/۴۷۷**	۰/۶۷۸**	۰/۰۴۸**	۴/۵۰۳**	۷۹/۳۴۶**	۸/۲۵۷**
ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA)	۱۵	۰/۴۳۶**	۰/۰۲۶**	۰/۰۰۴**	۰/۱۸۷**	۴/۹۸۱**	۰/۹۵۷**
اثر تلاقی‌های معکوس (I)	۱۵	۰/۲۵۲**	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۴**	۰/۰۵۷ ^{ns}	۲/۶۴۱**	۰/۴۱۱**
اشتباه آزمایشی	۷۰	۰/۰۴۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۲۷	۰/۲۰۲	۰/۰۱۹
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۹۱۹	۴/۶۵۴	۱/۹۱۶	۷/۴۳۷	۳/۳۲۸	۴/۴۳۴
MS _{GCA} /MS _{SCA}		۱۹/۴۴۳**	۲۶/۰۷۷**	۱۱/۵۵۸**	۲۴/۰۴۳**	۱۵/۹۳۰**	۸/۶۳۱**
نسبت بیکر		۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۵

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنادار، و معنادار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۲. تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات مختلف در برنج در روش دوم گریفینگ تحت مدل با تأثیرات ثابت

میانگین مربعات صفات تحت مطالعه							
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول شلتوک	عرض شلتوک	ضخامت شلتوک	شکل دانه	مقدار آمیلوز	درجه حرارت ژلاتینه شدن
ژنوتیپ	۲۰	۲/۰۰۸**	۰/۱۴۱**	۰/۰۱۵**	۰/۹۵۴**	۱۴/۴۴۵**	۱/۹۸۷**
ترکیب‌پذیری عمومی (GCA)	۵	۶/۴۱۳**	۰/۵۰۰**	۰/۰۴۲**	۳/۲۷۴**	۴۳/۲۳۹**	۶/۰۳۵**
ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA)	۱۵	۰/۵۳۹**	۰/۰۲۱**	۰/۰۰۶**	۰/۱۸۱**	۴/۸۴۷**	۰/۶۳۸**
اشتباه آزمایشی	۴۰	۰/۰۴۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۶	۰/۰۲۷	۰/۱۷۹	۰/۰۱۸
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۹۰۲	۴/۶۰۷	۲/۰۵۲	۷/۴۳۹	۳/۱۰۸	۴/۳۸۶
MS _{GCA} /MS _{SCA}		۱۱/۸۹۶**	۲۳/۸۱۰**	۷/۶۱۹**	۱۸/۱۱۵**	۸/۹۲۱**	۹/۴۶۰**
نسبت بیکر		۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۴	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۵

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنادار، و معنادار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۳. تجزيه واریانس ترکیب پذیری عمومی و خصوصی و اثر متقابل صفات مختلف در برنج در روش سوم گریفینگ تحت مدل با تأثیرات ثابت

میانگین مربعات صفات تحت مطالعه							
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول شلتوک	عرض شلتوک	ضخامت شلتوک	شکل دانه	مقدار آمیلوز	درجه حرارت ژلاتینه شدن
ژنوتیپ	۲۹	۱/۱۸۵**	۰/۰۶۵**	۰/۰۰۷**	۰/۵۰۵**	۱۲/۹۷۵**	۱/۲۹۳**
ترکیب پذیری عمومی (GCA)	۵	۵/۲۰۰**	۰/۳۴۳**	۰/۰۲۳**	۲/۵۰۸**	۵۸/۲۰۰**	۴/۷۴۹**
ترکیب پذیری خصوصی (SCA)	۹	۰/۵۰۹**	۰/۰۰۸ ^{NS}	۰/۰۰۳**	۰/۱۳۷**	۵/۰۷۳**	۰/۸۴۲**
اثر تلاقی های معکوس (I)	۱۵	۰/۲۵۲**	۰/۰۰۷ ^{NS}	۰/۰۰۴**	۰/۰۵۷ ^{NS}	۲/۶۴۱**	۰/۴۱۱**
اشتباه آزمایشی	۵۸	۰/۰۵۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۳۱	۰/۲۰۲	۰/۰۲۲
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۲۳۱	۴/۹۷۳	۱/۹۸۴	۸/۰۸۹	۳/۳۴۲	۴/۶۴۹
MS _{GCA} /MS _{SCA}		۱۰/۲۱۶**	۴۲/۸۷۵**	۸/۵۱۰**	۱۸/۲۹۱**	۱۱/۴۷۳**	۵/۶۳۸*
نسبت بیکر		۰/۹۵	۰/۹۹	۰/۹۴	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۲

NS, * و ** به ترتیب غیرمعنادار، و معنادار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۴. تجزيه واریانس ترکیب پذیری عمومی و خصوصی صفات مختلف در برنج در روش چهارم گریفینگ تحت مدل با تأثیرات ثابت

میانگین مربعات صفات تحت مطالعه							
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول شلتوک	عرض شلتوک	ضخامت شلتوک	شکل دانه	مقدار آمیلوز	درجه حرارت ژلاتینه شدن
ژنوتیپ	۱۴	۱/۵۵۴**	۰/۰۶۰**	۰/۰۱۰**	۰/۵۴۶**	۱۱/۲۶۷**	۱/۱۵۵**
ترکیب پذیری عمومی (GCA)	۵	۳/۲۱۹**	۰/۱۵۱**	۰/۰۱۸**	۱/۲۴۷**	۲۲/۰۷۳**	۲/۵۱۶**
ترکیب پذیری خصوصی (SCA)	۹	۰/۶۳۹**	۰/۰۱۰ ^{NS}	۰/۰۰۵**	۰/۱۵۷**	۵/۲۶۳**	۰/۳۹۹**
اشتباه آزمایشی	۲۸	۰/۰۶۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۷	۰/۰۳۷	۰/۱۶۹	۰/۰۲۳
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۵۴۴	۵/۲۸۲	۲/۲۴۴	۸/۸۲۲	۳/۰۳۱	۴/۸۳۰
MS _{GCA} /MS _{SCA}		۵/۱۱۸*	۱۵/۱*	۳/۶۳۱*	۷/۹۴۵**	۴/۱۹۴*	۶/۳۰۸**
نسبت بیکر		۰/۹۱	۰/۹۷	۰/۸۸	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۹۲

NS, * و ** به ترتیب غیرمعنادار، و معنادار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

مطالعه بود. بنابراین، انتخاب ژنوتیپ های برتر از بین نتایج حاصل برای رسیدن به ارقامی با خصوصیات کیفی مطلوب، مؤثر و کارآمد خواهد بود. تعدادی از محققان سهم بیشتر واریانس افزایشی را در کنترل صفات مقدار آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینی شدن گزارش کردند (Shi *et al.*, 1997; Hosseini Chaleshtari *et al.*, 2005) که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. در آزمایش دیگری که به صورت دای آلل یکطرفه انجام گرفت، سهم واریانس افزایشی در کنترل صفات مقدار آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن و نسبت طول به عرض شلتوک بیشتر از سهم واریانس غیرافزایشی بیان شد (Honarnejad *et al.*, 1998) و گزارش شد که گزینش با توجه به سهم نسبتاً زیاد تأثیرات افزایشی برای بهبود این صفات، مؤثر خواهد بود که با نتایج این تحقیق همراستا بود. در آزمایش دیگری نیز همانند نتایج این پژوهش، سهم واریانس افزایشی در کنترل صفات طول و عرض دانه بیشتر از واریانس غالبیت گزارش شد (Iftekharuddaulu *et al.*, 2008). در مقابل، با بررسی نحوه کنترل ژنتیکی صفات طول و عرض شلتوک در آزمایشی مشخص شد که این

نسبت واریانس GCA به SCA در همه روش های گریفینگ و برای همه صفات در سطح احتمال یک درصد معنادار بود. نسبت بیکر نیز در همه روش های گریفینگ به عدد یک بسیار نزدیک بود و بین مقادیر ۰/۸۸ برای صفت ضخامت شلتوک در روش چهارم گریفینگ تا ۰/۹۹ برای صفت عرض شلتوک در روش سوم گریفینگ برآورد شد. وراثت پذیری خصوصی صفات تحت مطالعه نیز بین مقادیر ۰/۵۱ برای صفت ضخامت شلتوک تا ۰/۸۲ برای صفت عرض شلتوک به ترتیب در روش های چهارم و سوم گریفینگ متغیر بود. با توجه به معناداری ترکیب پذیری عمومی و خصوصی از یک طرف و معنادار شدن نسبت واریانس GCA به SCA، مقدار زیاد نسبت بیکر و مقدار وراثت پذیری خصوصی محاسبه شده، مشخص است که صفات تحت مطالعه توسط تأثیرات افزایشی و غیرافزایشی زن ها و با سهم بیشتر اثر افزایشی کنترل می شوند. نتایج به کارگیری روش های چهارگانه گریفینگ، نشان دهنده سهم مناسب واریانس افزایشی و پتانسیل مناسب برای انتخاب در مورد صفات مرتبط با کیفیت دانه در جمعیت تحت

IR36 و شاه‌پسند \times IR36 مثبت و معنادار، و در سایر تلاقی‌ها غیرمعنادار بود (جدول ۶). از این رو به نظر می‌رسد تأثیرات مادری، این صفت را نیز کنترل می‌کند که به نوع والدین انتخابی برای تلاقی‌ها بستگی دارد و بنابراین باید قبل از اصلاح جمعیت، والدین مورد نظر به درستی انتخاب شوند.

مقادیر GCA والدین و SCA هیبریدها برای صفت عرض شلتوک (جدول ۵) نشان داد که والدین واندا و حسنی در همه روش‌ها GCA مثبت و معنادار داشتند و بنابراین استفاده از این ارقام در تلاقی‌ها موجب افزایش صفت عرض شلتوک در نسل بعدی خواهد شد. والدین هاشمی، کادوس و IR36 در روش‌های اول و دوم؛ چهارم، دارای GCA منفی و معنادار بودند. در نتیجه به نظر می‌رسد استفاده از این والدین موجب کاهش عرض شلتوک و تولید نتاج با دانه باریک‌تر که خصوصیت مطلوبی است، خواهد شد. تلاقی واندا \times هاشمی در روش اول؛ و تلاقی کادوس \times هاشمی در روش‌های اول و دوم، دارای SCA مثبت و معنادار بودند. تلاقی IR36 \times هاشمی در روش دوم SCA منفی و معناداری را نشان داد و در سایر روش‌ها SCA های به دست آمده غیرمعنادار بودند. از این رو، این احتمال وجود دارد که نتاج حاصل از تلاقی IR36 \times هاشمی دارای عرض شلتوک کمتری بوده و از این رو در تولید ارقام دارای دانه‌های باریک مؤثر باشد. غیرمعناداری اکثر تلاقی‌ها گزینش آنها را برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی در راستای بهبود صفت عرض شلتوک مشکل می‌کند، اما شاید در نسل‌های پیشرفته‌تر این امکان مهیا شود. مقادیر تلاقی‌های متقابل نیز در روش‌های اول و سوم برای همه تلاقی‌های معکوس غیرمعنادار به دست آمد (جدول ۶) که نشان‌دهنده اثرپذیرفتن این صفت از تأثیرات مادری بود.

در آزمایشی با بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی براساس تجزیه لاین \times تستر گزارش شد که لاین‌های تحت بررسی ترکیب‌پذیری عمومی معناداری نداشت و تنها تلاقی IR78378A \times IR62030R دارای ترکیب‌پذیری خصوصی منفی و معنادار بود (Allahgholipour, 2008). بررسی GCA والدین و SCA

صفات توسط تأثیرات غیرافزایشی کنترل می‌شوند (Bagheri *et al.*, 2009) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت نداشت. گزارش دیگری در مورد نحوه کنترل ژنتیکی صفت طول شلتوک نشان داد که این صفت تحت کنترل فوق غالبیت ژن است و واریانس افزایشی نقشی در کنترل آن ندارد (Ghorbanipour & Rabiei, 2011) که با نتایج مطالعه حاضر کاملاً تناقض داشت. در مطالعه دیگری، سهم بیشتر واریانس غیرافزایشی در کنترل صفات مقدار آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینی شدن گزارش شد (Allahgholipour, 2008) که با نتایج این تحقیق همخوانی نداشت. تناقض‌های نتایج پژوهش‌های مختلف ممکن است به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی والدین انتخابی، تفاوت در توزیع آلل‌های غالب و مغلوب کنترل‌کننده صفات تحت مطالعه در والدین و وجود اثر متقابل ژنوتیپ و محیط بوده باشد.

برآورد مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی والدین و خصوصی هیبریدها برای همه صفات تحت مطالعه براساس روش‌های چهارگانه گریفینگ در جدول ۵ ارائه شده است. برای صفت طول شلتوک، در روش‌های اول و دوم، ارقام شاه‌پسند، کادوس و هاشمی و در روش‌های سوم و چهارم، ارقام کادوس و شاه‌پسند دارای GCA مثبت و معنادار بودند. از آنجاکه دانه‌بلندی در بازارپسندی محصول تأثیرگذار است، استفاده از ارقام کادوس و شاه‌پسند در برنامه‌های دورگ‌گیری احتمالاً می‌تواند در بهبود جمعیت از نظر این صفت مؤثر باشد. ارقام واندا، حسنی و IR36 در همه روش‌ها GCA منفی و معناداری برای طول شلتوک نشان دادند، در نتیجه این ارقام در کل در همه تلاقی‌ها موجب کاهش طول شلتوک شدند. در همه روش‌های گریفینگ، تلاقی‌های حسنی \times واندا و IR36 \times کادوس دارای SCA مثبت و معنادار برای این صفت بودند و از این رو نتاج حاصل از تلاقی‌های یادشده را می‌توان برای افزایش طول شلتوک و در نتیجه افزایش بازارپسندی محصول مورد توجه قرار داد. تلاقی IR36 \times شاه‌پسند در روش‌های اول، سوم و چهارم بیشترین SCA منفی و معنادار را داشتند و در روش دوم کلیه تلاقی‌ها دارای SCA منفی و غیرمعنادار بودند. اثر تلاقی‌های معکوس نیز در روش‌های اول و سوم برای تلاقی‌های حسنی \times

است و نقش مهمی در بازاریابی و ارزش تجاری ارقام برنج دارد، به طوری که بیشتر مصرف کنندگان، ارقام دارای دانه بلند و عرض کم، و در نتیجه شکل (نسبت طول به عرض) زیادتر را می‌پسندند. با توجه به نتایج این پژوهش، به نظر می‌رسد شکل دانه، صفت پیچیده‌ای است و نحوه کنترل ژنتیکی آن با توجه به والدین مورد تلاقی متفاوت خواهد بود. از این رو، قبل از اجرای هر گونه عملیات اصلاحی برای این صفت، ابتدا باید والدین مورد نظر و نتایج حاصل از تلاقی آنها را به دقت بررسی و روش اصلاحی مناسب‌تر را برای هر جمعیت انتخاب کرد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کادوس می‌تواند رقمی مناسب برای اجرای تلاقی‌های مورد نظر برای افزایش شکل دانه باشد و علاوه بر آن، نتایج حاصل از تلاقی شاه‌پسند × کادوس نیز دارای شکل دانه بیشتری نسبت به والدین خود خواهند بود. در آزمایشی گزارش شد که ارقام خزر، گیل ۱، دمسیاه و سپیدرود با داشتن GCA مثبت و معنادار می‌توانند سبب افزایش نسبت طول به عرض شلتوک در نتایج شوند و به عنوان والدین دهنده صفت مذکور مورد توجه باشند. تلاقی‌های بینام × خزر، حسنی × گیل ۱ و IR28 × حسنی از جمله تلاقی‌هایی بودند که از نظر نسبت طول به عرض شلتوک، ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معناداری نشان دادند و بنابراین برای گزینش لاین‌های دانه‌بلند می‌توان از آنها استفاده کرد (Honarnejad et al., 1998).

بررسی GCA والدین و SCA تلاقی‌ها برای صفت مقدار آمیلوز (جدول ۵) نشان داد که ارقام شاه‌پسند و IR36 در همه روش‌های گریفینگ، و رقم وانانا در روش‌های اول، دوم و سوم گریفینگ GCA مثبت و معناداری نشان دادند، بنابراین استفاده از این ارقام می‌تواند موجب افزایش مقدار آمیلوز شود. ارقام هاشمی، کادوس و حسنی در همه روش‌های گریفینگ دارای GCA منفی و معنادار بودند، در نتیجه، این ارقام به عنوان والدین مورد تلاقی، کاهش مقدار آمیلوز را موجب می‌شوند. تلاقی‌های شاه‌پسند × کادوس و IR36 × کادوس در همه روش‌های گریفینگ، و تلاقی IR36 × وانانا در روش‌های دوم، سوم و چهارم گریفینگ، SCA مثبت و معناداری را نشان دادند که نشان می‌دهد والدین این تلاقی توانسته‌اند افزایش مقدار آمیلوز را به

هیبریدها در روش‌های چهارگانه گریفینگ برای صفت ضخامت شلتوک (جدول ۵) نشان داد که در همه روش‌های گریفینگ، والدین حسنی و شاه‌پسند دارای GCA مثبت و معناداری از نظر این صفت بودند، بنابراین استفاده از این ارقام در برنامه‌های دورگ‌گیری موجب افزایش ضخامت شلتوک خواهد شد. والدین وانانا و IR36 تأثیرات GCA منفی و معناداری در کلیه روش‌های گریفینگ نشان دادند که نشان می‌دهد استفاده از این والدین کاهش ضخامت شلتوک را موجب می‌شود. اکثر تلاقی‌ها در روش‌های مختلف گریفینگ SCA غیرمعناداری را نشان دادند، به غیر از تلاقی وانانا × هاشمی که دارای SCA مثبت و معنادار و تلاقی IR36 × شاه‌پسند که دارای SCA منفی و معنادار در دست‌کم سه روش گریفینگ بودند. در مورد تلاقی‌های معکوس نیز تلاقی شاه‌پسند × IR36 در روش‌های اول و سوم گریفینگ، و تلاقی وانانا × شاه‌پسند در روش سوم گریفینگ دارای تلاقی‌های معکوس مثبت و معناداری بودند (جدول ۶) و بنابراین به نظر می‌رسد ضخامت شلتوک نیز همانند طول شلتوک با توجه به والدین مورد تلاقی می‌تواند همانند طول شلتوک توسط تأثیرات مادری کنترل شود.

بررسی تأثیرات GCA والدین از نظر صفت شکل دانه نشان داد که رقم کادوس در همه روش‌های گریفینگ دارای GCA مثبت و معنادار بود، بنابراین استفاده از این رقم در کل تلاقی‌ها، نسبت طول به عرض دانه را افزایش داد (جدول ۵). در مقابل، استفاده از ارقام وانانا و حسنی در تلاقی‌های انجام‌گرفته، موجب کاهش این مقدار در میانگین تمامی نتایج حاصل شد. بررسی مقادیر SCA اکثر تلاقی‌ها نیز نشان‌دهنده غیرمعناداری ترکیب‌پذیری خصوصی در بیشتر تلاقی‌ها بود، اگرچه تلاقی حسنی × وانانا در روش‌های اول و دوم، و تلاقی شاه‌پسند × کادوس در روش دوم گریفینگ، SCA مثبت و معنادار را نشان دادند (جدول ۵). بررسی تأثیرات تلاقی‌های معکوس برای صفت شکل دانه نیز در کلیه تلاقی‌ها غیرمعنادار بود که نشان‌دهنده اثرپذیرفتن این صفت از تأثیرات مادری بود (جدول ۶). صفت شکل دانه که از نسبت طول به عرض دانه به دست می‌آید، خصوصیتی مهم در مورد کیفیت ظاهری دانه‌ها در برنج

سوم گریفینگ بودند (جدول ۶). از این رو به نظر می‌رسد مقدار آمیلوز نیز تحت کنترل تأثیرات مادری باشد و در نتیجه باید به این موضوع نیز در اجرای برنامه‌های به‌نژادی توجه کرد. طی تحقیقی گزارش شد که امکان استفاده از رقم IRFAON-215 در تلاقی‌ها و دستیابی به نتایجی با مقدار آمیلوز به‌نسبت زیاد در نتاج حاصل از تلاقی وجود خواهد داشت. استفاده از تلاقی سپیدرود × IRFAON-215 نیز برای بهبود صفت مقدار آمیلوز گزارش شد (Sharifi et al., 2010). بررسی والدین به‌روش‌های چهارگانه گریفینگ برای صفت درجه حرارت ژلاتینی‌شدن نشان داد که ارقام حسنی و IR36 دارای GCA مثبت و معنادار، و ارقام هاشمی، کادوس و شاهپسند دارای GCA منفی و معنادار در همه روش‌های گریفینگ بودند (جدول ۵).

نتاج خود انتقال دهند. تلاقی‌های IR36 × هاشمی، کادوس × واندانا، حسنی × کادوس و IR36 × شاهپسند در همه روش‌های گریفینگ، SCA منفی و معناداری داشتند. باید توجه کرد که مقدار آمیلوز یکی از خصوصیات مهم کیفیت پخت ارقام برنج است و ارقام دارای مقدار متوسط آمیلوز (۲۵-۲۰ درصد)، کیفیت پخت بهتری دارند. بنابراین در اجرای برنامه‌های به‌نژادی باید به این موضوع توجه داشت و نتایج را انتخاب کرد که حد متوسطی از مقدار آمیلوز را داشته باشند. بررسی مقادیر تلاقی‌های معکوس نیز نشان داد که تلاقی‌های واندانا × کادوس، واندانا × شاهپسند و شاهپسند × IR36، دارای مقادیر مثبت و معنادار؛ و تلاقی‌های هاشمی × IR36، کادوس × IR36، حسنی × شاهپسند و حسنی × IR36 دارای مقادیر منفی و معنادار در روش‌های اول و

جدول ۵. ترکیب‌پذیری عمومی والدها و خصوصی هیبریدهای برنج برای صفات تحت مطالعه در روش‌های چهارگانه گریفینگ

صفات گریفینگ	تلاقی‌ها																				
	P5×P6	P4×P6	P4×P5	P3×P6	P3×P5	P3×P4	P2×P6	P2×P5	P2×P4	P2×P3	P1×P6	P1×P5	P1×P4	P1×P3	P1×P2	P6	P5	P4	P3	P2	P1
۱	۰/۱۴۲*	۰/۴۵۶**	۰/۵۱۶**	۰/۲۷۰**	۰/۵۵۳**	۰/۳۸۶**	۰/۲۲۰**	۰/۳۸۶**	۰/۱۲۷**	۰/۳۱۳**	۰/۳۰۳**	۰/۱۲۷**	۰/۳۱۳**	۰/۳۰۳**	۰/۱۲۷**	۰/۳۱۳**	۰/۳۰۳**	۰/۱۲۷**	۰/۳۱۳**	۰/۳۰۳**	۰/۱۲۷**
۲	۰/۱۹۱*	۰/۶۲۹**	۰/۵۴۶**	۰/۳۰۱**	۰/۵۹۳**	۰/۳۸۹**	۰/۱۶۸**	۰/۳۸۹**	۰/۱۶۸**	۰/۳۸۹**	۰/۱۶۸**	۰/۳۸۹**	۰/۱۶۸**	۰/۳۸۹**	۰/۱۶۸**	۰/۳۸۹**	۰/۱۶۸**	۰/۳۸۹**	۰/۱۶۸**	۰/۳۸۹**	۰/۱۶۸**
۳	۰/۱۳۱**	۰/۶۴۱**	۰/۵۶۶**	۰/۲۱۴**	۰/۴۵۰**	۰/۲۹۲**	۰/۱۸۷**	۰/۲۹۲**	۰/۱۸۷**	۰/۲۹۲**	۰/۱۸۷**	۰/۲۹۲**	۰/۱۸۷**	۰/۲۹۲**	۰/۱۸۷**	۰/۲۹۲**	۰/۱۸۷**	۰/۲۹۲**	۰/۱۸۷**	۰/۲۹۲**	۰/۱۸۷**
۴	۰/۲۱۹**	۰/۵۹۳**	۰/۶۷۴**	۰/۲۲۳**	۰/۴۲۷**	۰/۱۷۰**	۰/۱۷۰**	۰/۴۲۷**	۰/۱۷۰**	۰/۴۲۷**	۰/۱۷۰**	۰/۴۲۷**	۰/۱۷۰**	۰/۴۲۷**	۰/۱۷۰**	۰/۴۲۷**	۰/۱۷۰**	۰/۴۲۷**	۰/۱۷۰**	۰/۴۲۷**	۰/۱۷۰**
۱	۰/۰۶۶**	۰/۱۲۴**	۰/۱۸۰**	۰/۰۱۷**	۰/۰۵۹**	۰/۰۹۷**	۰/۰۹۱**	۰/۰۵۹**	۰/۰۹۷**	۰/۰۹۱**	۰/۰۵۹**	۰/۰۹۷**	۰/۰۹۱**	۰/۰۵۹**	۰/۰۹۷**	۰/۰۹۱**	۰/۰۵۹**	۰/۰۹۷**	۰/۰۹۱**	۰/۰۵۹**	۰/۰۹۷**
۲	۰/۰۸۷**	۰/۱۲۰**	۰/۱۸۰**	۰/۰۰۶**	۰/۰۳۱**	۰/۰۶۱**	۰/۰۶۱**	۰/۰۳۱**	۰/۰۶۱**	۰/۰۶۱**	۰/۰۳۱**	۰/۰۶۱**	۰/۰۶۱**	۰/۰۳۱**	۰/۰۶۱**	۰/۰۶۱**	۰/۰۳۱**	۰/۰۶۱**	۰/۰۶۱**	۰/۰۳۱**	۰/۰۶۱**
۳	۰/۰۳۲**	۰/۰۳۲**	۰/۰۳۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**
۴	۰/۰۵۲**	۰/۱۲۴**	۰/۱۸۰**	۰/۰۱۱**	۰/۰۵۷**	۰/۰۵۷**	۰/۰۱۱**	۰/۰۵۷**	۰/۰۵۷**	۰/۰۱۱**	۰/۰۵۷**	۰/۰۵۷**	۰/۰۱۱**	۰/۰۵۷**	۰/۰۵۷**	۰/۰۱۱**	۰/۰۵۷**	۰/۰۵۷**	۰/۰۱۱**	۰/۰۵۷**	۰/۰۵۷**
۱	۰/۰۱۸**	۰/۰۱۳**	۰/۰۳۶**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**
۲	۰/۰۱۹**	۰/۰۱۸**	۰/۰۳۵**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**
۳	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**
۴	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**
۱	۰/۱۴۶**	۰/۴۴۸**	۰/۴۸۰**	۰/۳۵۱**	۰/۳۱۹**	۰/۲۲۳**	۰/۲۰۹**	۰/۲۲۳**	۰/۲۰۹**	۰/۲۲۳**	۰/۲۰۹**	۰/۲۲۳**	۰/۲۰۹**	۰/۲۲۳**	۰/۲۰۹**	۰/۲۲۳**	۰/۲۰۹**	۰/۲۲۳**	۰/۲۰۹**	۰/۲۲۳**	۰/۲۰۹**
۲	۰/۱۹۴**	۰/۴۲۵**	۰/۵۰۲**	۰/۳۹۷**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**	۰/۲۱۴**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**
۳	۰/۱۰۵**	۰/۴۴۵**	۰/۴۴۵**	۰/۲۵۹**	۰/۲۵۹**	۰/۱۸۰**	۰/۱۸۰**	۰/۲۵۹**	۰/۲۵۹**	۰/۱۸۰**	۰/۲۵۹**	۰/۲۵۹**	۰/۱۸۰**	۰/۲۵۹**	۰/۲۵۹**	۰/۱۸۰**	۰/۲۵۹**	۰/۲۵۹**	۰/۱۸۰**	۰/۲۵۹**	۰/۲۵۹**
۴	۰/۱۶۰**	۰/۳۹۶**	۰/۴۸۷**	۰/۲۵۹**	۰/۳۹۷**	۰/۳۸۸**	۰/۲۱۴**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**	۰/۳۸۸**	۰/۲۲۵**
۱	۰/۱۳۱**	۰/۶۹۴**	۰/۳۸۱**	۰/۲۱۶**	۰/۵۵۳**	۰/۴۴۷**	۰/۴۴۷**	۰/۳۸۱**	۰/۴۴۷**	۰/۴۴۷**	۰/۳۸۱**	۰/۴۴۷**	۰/۴۴۷**	۰/۳۸۱**	۰/۴۴۷**	۰/۴۴۷**	۰/۳۸۱**	۰/۴۴۷**	۰/۴۴۷**	۰/۳۸۱**	۰/۴۴۷**
۲	۰/۱۲۲۵**	۰/۴۸۷**	۰/۳۱۲**	۰/۱۷۷۵**	۰/۱۲۸۷**	۰/۱۵۳۷**	۰/۱۵۳۷**	۰/۳۱۲**	۰/۱۷۷۵**	۰/۱۲۸۷**	۰/۱۵۳۷**	۰/۱۵۳۷**	۰/۳۱۲**	۰/۱۷۷۵**	۰/۱۲۸۷**	۰/۱۵۳۷**	۰/۱۵۳۷**	۰/۳۱۲**	۰/۱۷۷۵**	۰/۱۲۸۷**	۰/۱۵۳۷**
۳	۰/۸۱۲**	۰/۴۲۷**	۰/۴۲۷**	۰/۴۷۵**	۰/۳۸۷**	۰/۳۸۷**	۰/۴۷۵**	۰/۳۸۷**	۰/۳۸۷**	۰/۴۷۵**	۰/۳۸۷**	۰/۳۸۷**	۰/۴۷۵**	۰/۳۸۷**	۰/۳۸۷**	۰/۴۷۵**	۰/۳۸۷**	۰/۳۸۷**	۰/۴۷۵**	۰/۳۸۷**	۰/۴۷۵**
۴	۰/۶۵۸**	۰/۲۳۳**	۰/۴۳۳**	۰/۴۳۳**	۰/۱۶۱۷**	۰/۱۵۶۷**	۰/۱۵۶۷**	۰/۴۳۳**	۰/۱۵۶۷**	۰/۱۵۶۷**	۰/۴۳۳**	۰/۱۵۶۷**	۰/۱۵۶۷**	۰/۴۳۳**	۰/۱۵۶۷**	۰/۱۵۶۷**	۰/۱۵۶۷**	۰/۴۳۳**	۰/۱۵۶۷**	۰/۱۵۶۷**	۰/۴۳۳**
۱	۰/۴۲۷**	۰/۱۲۳**	۰/۳۸۰**	۰/۲۸۴**	۰/۱۸۳**	۰/۱۸۳**	۰/۲۸۴**	۰/۲۸۴**	۰/۱۸۳**	۰/۱۸۳**	۰/۲۸۴**	۰/۱۸۳**	۰/۲۸۴**	۰/۱۸۳**	۰/۱۸۳**	۰/۲۸۴**	۰/۱۸۳**	۰/۲۸۴**	۰/۱۸۳**	۰/۲۸۴**	۰/۱۸۳**
۲	۰/۴۲۵**	۰/۱۱۲**	۰/۱۱۲**	۰/۳۴۳**	۰/۳۴۳**	۰/۱۱۲**	۰/۳۴۳**	۰/۳۴۳**	۰/۱۱۲**	۰/۳۴۳**	۰/۳۴۳**	۰/۱۱۲**	۰/۳۴۳**	۰/۳۴۳**	۰/۱۱۲**	۰/۳۴۳**	۰/۳۴۳**	۰/۱۱۲**	۰/۳۴۳**	۰/۳۴۳**	۰/۱۱۲**
۳	۰/۴۷۰**	۰/۴۷۰**	۰/۸۴۳**	۰/۱۷۰**	۰/۳۳۶**	۰/۳۳۶**	۰/۴۷۰**	۰/۳۳۶**	۰/۳۳۶**	۰/۴۷۰**	۰/۳۳۶**	۰/۳۳۶**	۰/۴۷۰**	۰/۳۳۶**	۰/۳۳۶**	۰/۴۷۰**	۰/۳۳۶**	۰/۳۳۶**	۰/۴۷۰**	۰/۳۳۶**	۰/۳۳۶**
۴	۰/۵۱۰**	۰/۳۸۴**	۰/۳۸۴**	۰/۲۳۷**	۰/۲۳۷**	۰/۳۸۴**	۰/۲۳۷**	۰/۲۳۷**	۰/۳۸۴**	۰/۲۳۷**	۰/۳۸۴**	۰/۲۳۷**	۰/۳۸۴**	۰/۲۳۷**	۰/۳۸۴**	۰/۲۳۷**	۰/۳۸۴**	۰/۲۳۷**	۰/۳۸۴**	۰/۲۳۷**	۰/۳۸۴**

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنادار، و معنادار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۶. اثر تلاقی‌های معکوس در برنج برای صفات تحت مطالعه در روش‌های اول و سوم گریفینگ

تلاقی‌ها													روش‌های گریفینگ	صفات
P6×P5	P6×P4	P6×P3	P6×P2	P6×P1	P5×P4	P5×P3	P5×P2	P5×P1	P4×P3	P4×P2	P4×P1	P3×P2		
۰/۵۰۱ ^{**}	۰/۳۷۰ [*]	۰/۱۹۴ ^{ns}	۰/۱۶۳ ^{ns}	۰/۱۴۵ ^{ns}	۰/۱۰۱۵ ^{ns}	۰/۰۶۰ ^{ns}	۰/۰۷۱ ^{ns}	۰/۲۹۹ ^{ns}	۰/۰۸۰ ^{ns}	۰/۰۷۱ ^{ns}	۰/۰۷۱ ^{ns}	۰/۰۹۷ ^{ns}	۰/۱۳۱ ^{ns}	۰/۱۲۷ ^{ns}
۰/۵۰۱ ^{**}	۰/۳۷۰ [*]	۰/۱۹۴ ^{ns}	۰/۱۶۳ ^{ns}	۰/۱۴۵ ^{ns}	۰/۱۰۱۵ ^{ns}	۰/۰۶۰ ^{ns}	۰/۰۷۱ ^{ns}	۰/۲۹۹ ^{ns}	۰/۰۸۰ ^{ns}	۰/۰۷۱ ^{ns}	۰/۰۷۱ ^{ns}	۰/۰۹۷ ^{ns}	۰/۱۳۱ ^{ns}	۰/۱۲۷ ^{ns}
۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۹۷ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}	۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۲۷ ^{ns}	۰/۰۵۳ ^{ns}	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{ns}	۰/۰۳۷ ^{ns}
۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۹۷ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}	۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۲۷ ^{ns}	۰/۰۵۳ ^{ns}	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{ns}	۰/۰۳۷ ^{ns}
۰/۰۶۸ ^{**}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{ns}	۰/۰۲۶ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۴۶ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}
۰/۰۶۸ ^{**}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{ns}	۰/۰۲۶ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۴۶ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}
۰/۲۳۱ ^{ns}	۰/۱۶۹ ^{ns}	۰/۰۵۰ ^{ns}	۰/۰۵۳ ^{ns}	۰/۰۹۱ ^{ns}	۰/۰۵۳ ^{ns}	۰/۰۲۷ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۷۳ ^{ns}	۰/۰۷۲ ^{ns}	۰/۱۱۲ ^{ns}	۰/۰۵۲ ^{ns}	۰/۰۵۰ ^{ns}	۰/۰۸۱ ^{ns}	۰/۰۹۶ ^{ns}
۰/۲۳۱ ^{ns}	۰/۱۶۹ ^{ns}	۰/۰۵۰ ^{ns}	۰/۰۵۳ ^{ns}	۰/۰۹۱ ^{ns}	۰/۰۵۳ ^{ns}	۰/۰۲۷ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۷۳ ^{ns}	۰/۰۷۲ ^{ns}	۰/۱۱۲ ^{ns}	۰/۰۵۲ ^{ns}	۰/۰۵۰ ^{ns}	۰/۰۸۱ ^{ns}	۰/۰۹۶ ^{ns}
۰/۸۵۰ ^{**}	۰/۰۸۰ [*]	۰/۱۱۵۰ ^{**}	ns	۰/۷۰۰ [*]	۰/۱۱۰ ^{**}	۰/۲۰۰ ^{ns}	۰/۷۰۰ [*]	۰/۴۰۰ ^{ns}	۰/۴۵۰ ^{ns}	۰/۲۵۰ ^{ns}	۰/۶۰۰ ^{ns}	۰/۸۵۰ ^{**}	۰/۳۰۰ ^{ns}	۰/۳۰۰ ^{ns}
۰/۸۵۰ ^{**}	۰/۰۸۰ [*]	۰/۱۱۵۰ ^{**}	ns	۰/۷۰۰ [*]	۰/۱۱۰ ^{**}	۰/۲۰۰ ^{ns}	۰/۷۰۰ [*]	۰/۴۰۰ ^{ns}	۰/۴۵۰ ^{ns}	۰/۲۵۰ ^{ns}	۰/۶۰۰ ^{ns}	۰/۸۵۰ ^{**}	۰/۳۰۰ ^{ns}	۰/۳۰۰ ^{ns}
۰/۳۳۳ ^{**}	۰/۱۴۰ ^{ns}	۰/۱۳۲ ^{ns}	۰/۱۶۷ ^{ns}	۰/۲۵۲ [*]	۰/۳۷۸ ^{**}	۰/۴۱۸ ^{**}	۰/۵۰۰ ^{**}	۰/۰۹۰ ^{ns}	۰/۱۲۵ ^{ns}	۰/۳۶۵ ^{**}	۰/۰۱۷ ^{ns}	۰/۱۶۵ ^{ns}	۰/۱۶۸ ^{ns}	۰/۰۷۷ ^{ns}
۰/۳۳۳ ^{**}	۰/۱۴۰ ^{ns}	۰/۱۳۲ ^{ns}	۰/۱۶۷ ^{ns}	۰/۲۵۲ [*]	۰/۳۷۸ ^{**}	۰/۴۱۸ ^{**}	۰/۵۰۰ ^{**}	۰/۰۹۰ ^{ns}	۰/۱۲۵ ^{ns}	۰/۳۶۵ ^{**}	۰/۰۱۷ ^{ns}	۰/۱۶۵ ^{ns}	۰/۱۶۸ ^{ns}	۰/۰۷۷ ^{ns}

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنادار، و معنادار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

تجزیه دای آلل با روش هیمن

نظر به اینکه شیب خط رگرسیون W_I-V_I برای همه صفات تحت مطالعه معنادار بود، تأثیرات اپیستازی بین مکان‌های ژنی کنترل‌کننده این صفت وجود داشت و مفروضات هیمن در مورد این صفات صادق نبود (جدول ۷). برای رفع این مشکل تعدادی از والدین که به ناهمگنی واریانس و کوواریانس منجر می‌شدند، حذف شدند و مشاهده شد که برای صفت طول شلتوک پس از حذف رقم هاشمی، برای صفات ضخامت شلتوک و شکل دانه پس از حذف رقم حسنی و برای صفات عرض شلتوک، مقدار آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینه‌شدن پس از حذف رقم کادوس مقدار شیب خط رگرسیون W_I-V_I اختلاف معناداری با یک نداشت و می‌توان استنباط کرد که فرضیه‌های دای آلل برای مدل هیمن برای این صفات در صورت حذف والدین ذکرشده صادق است، در نتیجه تجزیه و تحلیل گرافیکی هیمن (Hayman, 1954 a,b) برای همه صفات تحت بررسی انجام گرفت (جدول ۷).

به منظور تجزیه و تحلیل گرافیکی هیمن، خط رگرسیون W_I روی V_I به همراه سهمی محدودکننده برای هر یک از صفات تحت بررسی رسم شد (شکل‌های ۱ تا ۶) و سپس پارامترها و روابط ژنتیکی مربوط به صفات برآورد شد (جدول ۸). بررسی نحوه پراکنش والدین برای صفات طول، عرض و ضخامت شلتوک، شکل دانه و درجه حرارت ژلاتینه شدن نشان داد که خط رگرسیون W_I روی V_I در قسمت مثبت محور W_I

بنابراین ارقام حسنی و IR36 موجب افزایش، و ارقام هاشمی، کادوس و شاه‌پسند موجب کاهش درجه حرارت ژلاتینه شدن می‌شوند. تلاقی‌های کادوس × واندا و IR36 × حسنی در همه روش‌های گریفینگ، SCA مثبت و معناداری نشان دادند. والدین تلاقی IR36 × حسنی GCA مثبت و معناداری را نشان دادند و براین اساس توانسته‌اند افزایش درجه حرارت ژلاتینه شدن را به نتاج خود انتقال دهند. تلاقی‌های حسنی × هاشمی، حسنی × کادوس و IR36 × شاه‌پسند در همه روش‌های گریفینگ، SCA منفی و معناداری را نشان دادند. از نظر تلاقی‌های معکوس نیز تلاقی‌های هاشمی × IR36، کادوس × شاه‌پسند، حسنی × شاه‌پسند و شاه‌پسند × IR36 دارای مقادیر مثبت و معنادار، و تلاقی‌های واندا × حسنی و واندا × شاه‌پسند دارای مقادیر منفی و معناداری در روش‌های اول و سوم گریفینگ بودند (جدول ۶). براین اساس، این صفت نیز همانند مقدار آمیلوز ممکن است تحت کنترل تأثیرات مادری باشد و از این رو باید به نوع والدین انتخابی در برنامه‌های به‌نژادی توجه کرد. در آزمایشی گزارش شد که استفاده از رقم IRFAON-215 و تلاقی ندا × IRFAON-215 می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی برای بهبود صفت درجه حرارت ژلاتینه شدن مؤثر باشد. همانند نتایج این تحقیق گزارش شد که تأثیرات مادری در کنترل ژنتیکی این صفت، معنادار بود و بنابراین، لزوم بررسی اثر مادری توصیه شد (Sharifi et al., 2010).

دورترین نقطه، و رقم واندانا در نزدیک‌ترین نقطه نسبت به مبدأ مختصات قرار داشت و بنابراین رقم شاه‌پسند دارای بیشترین تعداد ژن‌های مغلوب و رقم واندانا دارای بیشترین تعداد ژن‌های غالب از نظر این صفات بود (شکل‌های ۱ و ۴).

را قطع کرده است (شکل‌های ۱ تا ۵). قطع محور W_r توسط خط رگرسیون در قسمت مثبت حاکی از وجود تأثیرات غالبیت ناقص ژن در کنترل ژنتیکی صفات ذکر شده بود. بررسی نحوه پراکنش والدین برای صفات طول شلتوک و شکل دانه نشان داد که رقم شاه‌پسند در

جدول ۷. آزمون ضریب رگرسیون W_r روی V_r (آزمون‌های $H_0: \hat{B}=0$ و $H_0: \hat{B}=1$) و آزمون اثر اپیستازی (W_r-V_r)

صفات تحت مطالعه	وضعیت	ضریب رگرسیون (b)	یکنواختی واریانس و کوواریانس (r^2)	t محاسبه‌شده برای آزمون فرض تأثیرات اپیستازی $H_0: \hat{B}=1$	t محاسبه‌شده برای فرض معناداری ضریب رگرسیون از شیب صفر $H_0: \hat{B}=0$	میانگین مربعات W_r (آزمون تأثیرات اپیستازی) $MS_{W_r-V_r}$	میانگین مربعات W_r+V_r (آزمون تأثیرات غالبیت) $MS_{W_r+V_r}$
طول شلتوک	پس از حذف رقم هاشمی	۰/۹۸۶	۰/۰۰۴ ^{NS}	۰/۱۱۷ ^{NS}	۸/۱۱۴ ^{**}	۰/۱۰ ^{NS}	۰/۸۳۲ ^{**}
عرض شلتوک	پس از حذف رقم کادوس	۱/۱۵۸	۲/۴۹۷ ^{NS}	-۱/۲۹۴ ^{NS}	۹/۴۵۸ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{NS}	۰/۰۰۲۹ ^{NS}
ضخامت شلتوک	پس از حذف رقم حسنی	۰/۹۲۲	۱/۰۷۹ ^{NS}	۱/۱۸۴ ^{NS}	۱۳/۹۲۴ ^{**}	۰/۰۰۰۰۰۸۶ ^{NS}	۰/۰۰۰۰۱۹ [*]
شکل دانه	پس از حذف رقم حسنی	۰/۹۸۵	۰/۳۲۳ ^{NS}	۰/۶۰۹ ^{NS}	۳۹/۹۸۰ ^{**}	۰/۰۰۰۱۷ ^{NS}	۰/۰۶۲ ^{**}
مقدار آمیلوز	پس از حذف رقم کادوس	۱/۰۹۷	۱/۰۹۶ ^{NS}	-۰/۸۳۱ ^{NS}	۹/۳۷۴ ^{**}	۰/۳۳۳ ^{NS}	۲۲/۳۵۳ [*]
درجه حرارت ژلاتینه شدن	پس از حذف رقم کادوس	۱/۰۴۵	۰/۲۷۸ ^{NS}	-۰/۲۹۲ ^{NS}	۶/۸۴۱ ^{**}	۰/۰۰۵ ^{NS}	۰/۱۲۴ ^{**}

NS، * و ** به ترتیب غیرمعنادار و معنا دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۸. برآورد شاخص‌های آماری و پارامترهای ژنتیکی صفات تحت مطالعه به روش هیمن در برنج

صفات تحت مطالعه						اجزای ژنتیکی
درجه حرارت ژلاتینه شدن	مقدار آمیلوز	شکل دانه	ضخامت شلتوک	عرض شلتوک	طول شلتوک	
۱/۱۳۱	۱۰/۶۹۹	۰/۵۵۰	۰/۰۰۷	۰/۱۰۶	۱/۳۸۵	سهم واریانس افزایشی D
۰/۲۹۱	۲/۵۸۷	۰/۱۲۷	۰/۰۰۴	۰/۰۱۱	۰/۳۴۶	واریانس غالبیت H ₁
۰/۲۷۸	۱/۹۹۰	۰/۱۲۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۲۹۰	سهمی از واریانس غالبیت H ₂
۰/۰۵۵	۲/۱۱۲	۰/۰۱۰	۰/۰۰۵	۰/۰۵۲	۰/۳۵۹	کوواریانس تأثیرات افزایشی با غالبیت F
-۰/۰۰۷	۰/۶۲۸	۰/۲۶۹	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۲	۰/۰۸۷	غالبیت ژن‌های با حرف بزرگ یا کوچک h ²
۰/۰۱۳	۰/۵۹۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۵۶	H ₁ -H ₂
۰/۲۳۹	۰/۱۹۲	۰/۲۴۶	۰/۱۷۲	۰/۰۸۵	۰/۲۰۹	نسبت ژن‌های دارای تأثیرات مثبت به منفی در والدین H ₂ /4H ₁
۰/۵۰۷	۰/۴۹۲	۰/۴۸۰	۰/۷۳۵	۰/۳۲۳	۰/۵۰۰	میانگین درجه غالبیت (H ₁ /D) ^{1/2}
-۰/۰۲۴	۰/۳۱۶	۲/۱۵۷	۰/۹۳۰	-۰/۶۰۴	۰/۳۰۲	تعداد گروه‌های ژنی دارای تأثیرات غالبیت h ² /H ₂
۰/۴۵۲	۰/۲۸۷	۰/۹۱۵	-۰/۴۱۱	۰/۴۷۷	۰/۹۲۱	همبستگی بین آرایش غالبیت و میانگین والد مشترک r(P _r , W _r +V _r)
۰/۲۰۵	۰/۰۸۲	۰/۸۳۶	۰/۱۶۹	۰/۲۲۷	۰/۸۴۹	r ²
۱/۱۰۱	۱/۵۰۲	۱/۰۴۰	۲/۵۲۱	۷/۲۸۵	۱/۷۰۰	نسبت ژن‌های غالب به مغلوب در والدین [(4DH ₁) ^{1/2} +F]/[(4DH ₁) ^{1/2} -F]
۰/۹۷۰	۰/۹۹۶	۰/۹۷۰	۰/۸۴۱	۰/۸۰۳	۰/۹۲۸	وراثت‌پذیری عمومی h ² _b
۰/۸۶۰	۰/۸۹۹	۰/۸۷۰	۰/۶۲۵	۰/۷۷۹	۰/۸۱۹	وراثت‌پذیری خصوصی h ² _n

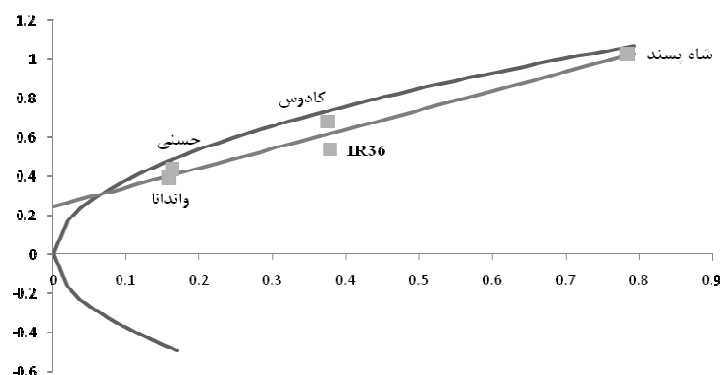
قرار دارد که نشان‌دهنده تعداد بیشتر ژن‌های مغلوب برای رقم یادشده از صفات مذکور بود. برای صفت عرض شلتوک، رقم واندانا و برای صفت درجه حرارت ژلاتینه

پراکنش والدها در طول خط رگرسیون برای صفات عرض شلتوک و درجه حرارت ژلاتینه شدن نشان داد که رقم حسنی در دورترین نقطه نسبت به مبدأ مختصات

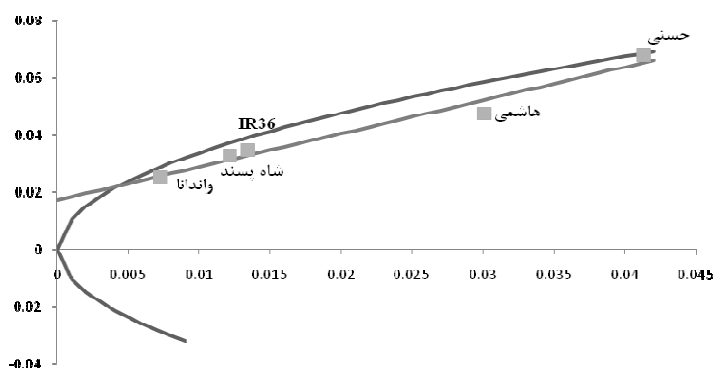
به دست آمد که بیانگر افزایشده بودن ژنهای مغلوب بود، اما این مقدار برای صفت ضخامت شلتوک منفی محاسبه شد که نشان دهنده افزایشده بودن ژنهای غالب این صفت بود. صفات طول، عرض، ضخامت شلتوک و درجه حرارت ژلاتینه شدن، توسط یک گروه ژنی و صفت شکل دانه توسط سه گروه ژنی با تأثیرات غالبیت کنترل می شود (جدول ۸). نتایج تجزیه و تحلیل گرافیکی و مقادیر به نسبت زیاد وراثت پذیری خصوصی نشان دهنده نقش زیاد عمل افزایشی ژن‌ها در کنترل صفات طول، عرض و ضخامت شلتوک، شکل دانه و درجه حرارت ژلاتینه شدن بود که حاکی از پتانسیل و بازدهی گزینشی زیاد برای این صفات است. در آزمایشی همانند نتایج این تحقیق سهم بیشتر اثر افزایشی در کنترل صفات طول دانه و شکل دانه گزارش شد (Moumeni, 1995). در آزمایش دیگری نیز گزارش شد که صفات طول دانه، شکل دانه و درجه حرارت ژلاتینه شدن تحت کنترل اثر غالبیت ناقص ژن است که با نتایج این تحقیق همراستا بود (Hosseini Chaleshtari, 2001). در مقابل، براساس نتایج آزمایشی به صورت تجزیه میانگین نسل‌ها برای صفات طول و عرض شلتوک، شکل دانه و درجه حرارت ژلاتینه شدن تولید هیبرید توصیه شد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی نداشت (Ghorbanipour & Rabiei, 2011). نوع والدین، نحوه توزیع آلل‌ها در والدین و همچنین اثر متقابل محیط \times ژنوتیپ ممکن است از دلایل تفاوت نتایج باشد.

شدن، رقم شاه پسند در نزدیک‌ترین نقطه نسبت به مبدأ مختصات قرار داشت و بنابراین بیشترین تعداد ژنهای غالب را دارا بود (شکل‌های ۲ و ۵). پراکنش والدین در طول خط رگرسیون برای صفت ضخامت شلتوک نشان داد که رقم IR36 در نزدیک‌ترین نقطه، و رقم هاشمی در دورترین نقطه نسبت به مبدأ مختصات قرار داشت، بنابراین رقم IR36 دارای بیشترین تعداد آلل‌های غالب و رقم هاشمی دارای بیشترین تعداد آلل‌های مغلوب بود (شکل ۳).

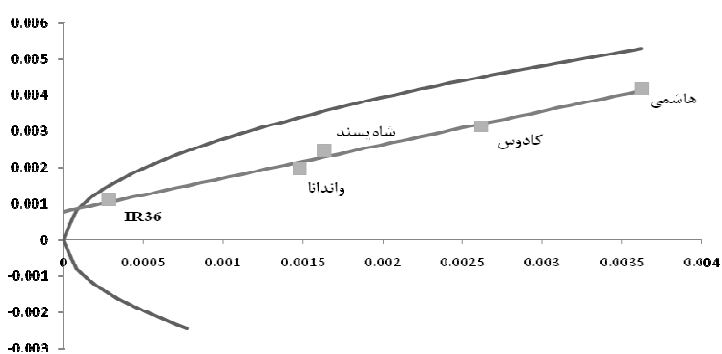
شاخص‌های آماری و اجزای ژنتیکی این صفات در جدول ۸ ارائه شده است. سهم واریانس افزایشی (D) برای همه صفات ذکر شده بیشتر از واریانس غالبیت (H_1) بود که سهم بیشتر تأثیرات افزایشی را نسبت به تأثیرات غالبیت نشان می‌دهد. مقادیر H_1-H_2 برای همه این صفات مثبت به دست آمد و همچنین نسبت $H_2/4H_1$ بین مقادیر ۰/۰۸۵ تا ۰/۲۴۶ برای صفات عرض شلتوک و شکل دانه متغیر بود که نشان دهنده عدم تساوی فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در مکان‌های ژنی مختلف بود. میانگین درجه غالبیت نیز همانند نتایج تجزیه گرافیکی (شکل‌های ۱ تا ۵) نشان دهنده وجود غالبیت ناقص در کنترل این صفات بود. محاسبه نسبت ژن‌های غالب به مغلوب نشان داد که فراوانی ژن‌های غالب در والدین بیشتر از فراوانی ژن‌های مغلوب بود. مقادیر همبستگی بین آرایش غالبیت ($Wr+Vr$) و میانگین والد مشترک (P_r) برای صفات طول و عرض شلتوک، شکل دانه و درجه حرارت ژلاتینه شدن مثبت



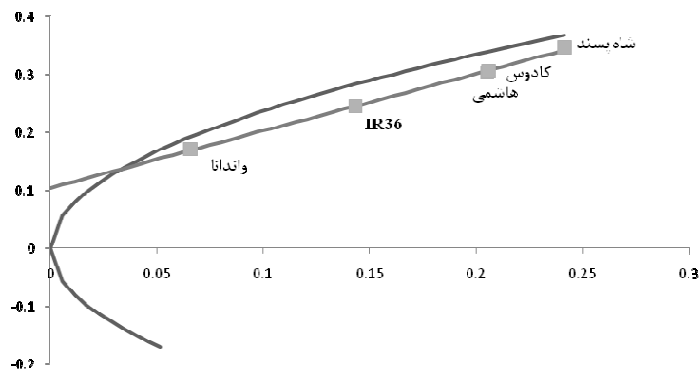
شکل ۱. سهمی محدودکننده W_r^2 به همراه نمایش پراکنش والدین برای صفت طول شلتوک



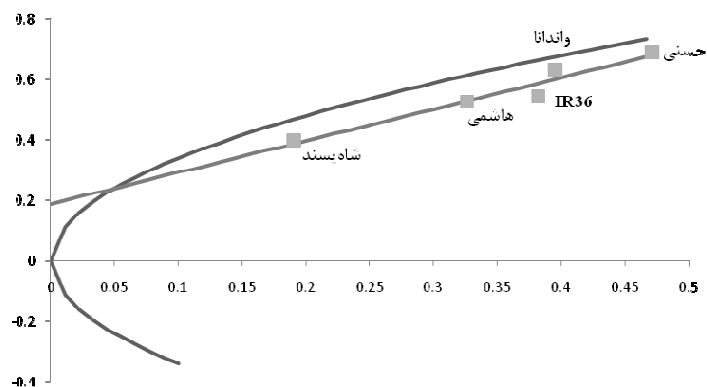
شکل ۱. سهمی محدودکننده W_r^2 به همراه نمایش پراکنش والدین برای صفت عرض شلتوک



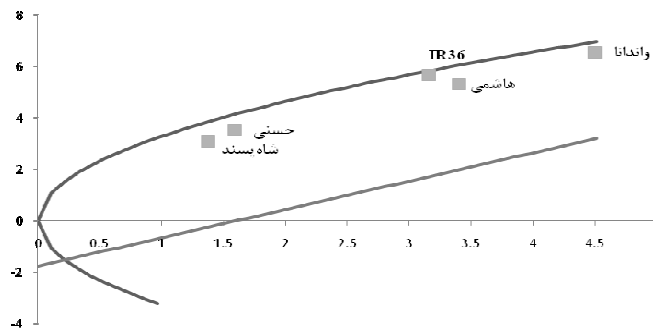
شکل ۲. سهمی محدودکننده W_r^2 به همراه نمایش پراکنش والدین برای صفت ضخامت شلتوک



شکل ۳. سهمی محدودکننده W_r^2 به همراه نمایش پراکنش والدین برای صفت شکل دانه



شکل ۴. سهمی محدودکننده W_r^2 به همراه نمایش پراکنش والدین برای صفت درجه حرارت ژلاتینه شدن



شکل ۶. سهمی محدودکننده W_r^2 به همراه نمایش پراکنش والدین برای صفت مقدار آمیلوز

این صفت توسط یک گروه ژنی با تأثیرات غالبیت کنترل می‌شود. نسبت ژن‌های غالب به مغلوب در والدین $1/502$ محاسبه شد که نشان داد نسبت ژن‌های غالب بیشتر از مغلوب بود. مقادیر وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی این صفت به ترتیب $0/996$ و $0/899$ به دست آمد. تعدادی از محققان سهم بیشتر اثر افزایشی را در کنترل صفت مقدار آمیلوز گزارش کردند (Shoshi-dezfolli & Honarnejad, 2005; Vanaja & Babu, 2006)، اما در آزمایش دیگری در پی تجزیه ژنتیکی صفات کیفی دانه در برنج از طریق لاین \times تستر، سهم اثر غیرافزایشی بیشتر از اثر افزایشی گزارش شد (Maleki *et al.*, 2006). در آزمایش دیگری با اجرای یک طرح نیمه‌دای‌آل همانند نتایج این تحقیق، هر دو روش گزینش و تولید هیبرید برای بهبود این صفت مؤثر گزارش شد (Hosseini Chaleshtari, 2001).

وراثت‌پذیری و میانگین درجه غالبیت

وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی و میانگین درجه غالبیت صفات تحت مطالعه در همه روش‌های گریفینگ در جدول ۹ ارائه شده است. وراثت‌پذیری عمومی صفات تحت مطالعه از $0/789$ برای صفت ضخامت شلتوک تا $0/973$ برای صفت درجه حرارت ژلاتینی شدن متغیر بود. وراثت‌پذیری خصوصی صفات نیز از $0/507$ برای صفت ضخامت شلتوک تا $0/822$ برای صفت عرض شلتوک متغیر بود که نشان‌دهنده ارزش اصلاحی زیاد صفات است و بنابراین گزینش برای این صفات به‌منظور دستیابی به اهداف اصلاحی موفقیت‌آمیز خواهد بود. مقایسه درجه غالبیت صفات تحت مطالعه نیز نشان داد که صفات طول و عرض شلتوک، شکل دانه و درجه حرارت ژلاتینی شدن تحت کنترل تأثیرات غالبیت ناقص

در شکل ۶، پراکنش والدین برای صفت مقدار آمیلوز ارقام برنج تحت بررسی نشان داده شده است. اگرچه قطع محور W_r توسط خط رگرسیون در بخش منفی نمودار دیده می‌شود، تفاوت معناداری با ارزش مبدأ مختصات نداشت. از سوی دیگر میانگین درجه غالبیت برای صفت مقدار آمیلوز، $0/492$ گزارش شد و بنابراین به‌نظر می‌رسد این صفت توسط تأثیرات غالبیت ناقص تا کامل ژن کنترل می‌شود. با توجه به اینکه هر دو تأثیر افزایشی و غالبیت تا حد به‌نسبت مناسبی در کنترل این صفت نقش داشتند، بهتر است ترتیبی اتخاذ شود که از هر دو روش تولید هیبرید و انتخاب گزینشی استفاده شود. از این‌رو بهتر است در برنامه‌های اصلاحی برای بهبود این صفت ابتدا نتایج برتر انتخاب شود و از طریق تلاقی نتایج انتخابی، هیبریدها تولید شود. رقم‌های حسنی و شاه‌پسند در نزدیکی مرکز مختصات قرار دارد و دارای بیشترین آلل‌های غالب است و والد واندانا در دورترین نقطه از مرکز مختصات قرار دارد و دارای بیشترین تعداد آلل‌های مغلوب است. سایر ارقام که در قسمت میانی خط رگرسیون واقع شده‌اند، دارای مقادیر حدواسطی از فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب است.

شاخص‌های آماری و اجزای ژنتیکی صفت مقدار آمیلوز در جدول ۸ ارائه شده است. مقدار واریانس افزایشی (D) برای این صفت $10/699$ و واریانس غالبیت (H_1) $2/587$ برآورد شد که نشان‌دهنده سهم مناسب هر دو اثر افزایشی و غالبیت در کنترل این صفت است. محاسبه مقدار $0/597$ برای H_1-H_2 و $0/192$ برای نسبت $H_2/4H_1$ بیانگر نابرابری فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در والدین بود. علامت مثبت r نشان داد که آلل‌های افزایشی، مغلوب؛ و آلل‌های کاهشنده، غالب بودند.

صفات طول، عرض و ضخامت شلتوک، شکل دانه و درجه حرارت ژلاتینه شدن تحت کنترل اثر غالبیت ناقص ژن، و صفت مقدار آمیلوز تحت کنترل غالبیت ناقص تا کامل ژن قرار دارد. بنابراین پیشنهاد می شود برای اصلاح صفت مقدار آمیلوز، سهم ژن های با تأثیرات افزایشی از طریق انتخاب نتاج برتر در نسل های اولیه افزایش یابد و سپس با دورگ گیری بین لاین های انتخابی از اثر غالبیت ژن ها نیز استفاده شود. برای دیگر صفات تحت مطالعه، به دلیل سهم زیاد اثر افزایشی، گزینش و روش های اصلاحی مبتنی بر انتخاب و سلکسیون در راستای تولید ارقام با خصوصیات کیفی مطلوب مؤثر است. مقایسه مقادیر واریانس GCA به واریانس SCA، نسبت بیکر و مقدار وراثت پذیری خصوصی در روش های مختلف گریفینگ نشان داد که این مقادیر برای همه صفات تحت مطالعه به جز صفت درجه حرارت ژلاتینی شدن در روش چهارم گریفینگ کمتر از سایر روش ها است. با توجه به عقیده گریفینگ (Griffing, 1956 b) مبنی بر اینکه وجود ارزش های والدینی در تجزیه دای آلل سبب ایجاد اریبی در برآورد تأثیرات و واریانس قابلیت های ترکیب پذیری می شود،

ژن ها؛ و صفات ضخامت شلتوک و مقدار آمیلوز، تحت کنترل تأثیرات غالبیت ناقص تا کامل ژن ها هستند. با برآورد میانگین درجه غالبیت در آزمایشی گزارش شد که صفات مقدار آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینی شدن تحت کنترل غالبیت ناقص ژن ها هستند (Sharifi *et al.*, 2010) که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. در آزمایش دیگری در پی تجزیه میانگین نسل ها بیان شد که صفت طول شلتوک، تحت کنترل فوق غالبیت ژن ها؛ و نسبت طول به عرض دانه و درجه حرارت ژلاتینی شدن، تحت کنترل غالبیت کامل ژن ها است که برخلاف نتایج این تحقیق بود، اما براساس نتایج تحقیق حاضر، صفات عرض شلتوک و مقدار آمیلوز تحت کنترل غالبیت ناقص ژن ها گزارش شد (Ghorbanipour & Rabiei, 2011).

نتیجه گیری کلی

نتایج تجزیه دای آلل به روش های چهارگانه گریفینگ در مورد صفات کیفی دانه برنج نشان داد که صفات تحت مطالعه شامل طول، عرض و ضخامت شلتوک، شکل دانه، مقدار آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینی شدن تحت کنترل تأثیرات افزایشی ژن قرار داشته اند. نتایج تجزیه و تحلیل گرافیکی روش همیمن نیز نشان داد که

جدول ۹. برآورد واریانس های افزایشی، غالبیت و میانگین درجه غالبیت و وراثت پذیری خصوصی از طریق روش های چهارگانه گریفینگ در برنج

اجزای ژنتیکی	روش های چهارگانه گریفینگ	صفات تحت مطالعه			
		طول شلتوک	عرض شلتوک	ضخامت شلتوک	شکل دانه
واریانس غالبیت (V _D)	۱	۰/۲۲۵	۰/۰۱۲	۰/۰۰۲	۰/۰۹۳
	۲	۰/۴۹۰	۰/۰۱۶	۰/۰۰۵	۰/۱۵۴
	۳	۰/۲۲۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۵۳
	۴	۰/۵۶۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۱۲۰
واریانس افزایشی (V _A)	۱	۱/۳۴۲	۰/۱۰۹	۰/۰۰۷	۰/۷۲۰
	۲	۱/۴۶۸	۰/۱۲۰	۰/۰۰۹	۰/۷۷۳
	۳	۱/۱۷۳	۰/۰۸۴	۰/۰۰۵	۰/۵۹۳
	۴	۱/۲۹۵	۰/۰۷۰	۰/۰۰۶	۰/۵۴۵
میانگین درجه غالبیت (h/d)	۱	۰/۵۷۹	۰/۴۶۹	۰/۷۵۶	۰/۵۰۸
	۲	۰/۸۱۷	۰/۵۱۶	۱/۰۵۴	۰/۶۳۱
	۳	۰/۶۲۱	۰/۱۵۴	۰/۶۳۲	۰/۴۲۲
	۴	۰/۹۳۳	۰/۳۳۸	۱/۱۵۵	۰/۶۶۴
وراثت پذیری عمومی (V _G /V _P)	۱	۰/۹۱۴	۰/۸۹۰	۰/۸۶۲	۰/۹۱۰
	۲	۰/۹۳۱	۰/۹۰۷	۰/۸۹۱	۰/۹۱۹
	۳	۰/۸۹۱	۰/۸۳۳	۰/۷۸۹	۰/۸۷۴
	۴	۰/۹۰۵	۰/۷۹۶	۰/۸۳۹	۰/۸۵۷
وراثت پذیری (V _A /V _P)	۱	۰/۷۸۳	۰/۸۰۰	۰/۶۶۹	۰/۸۰۶
	۲	۰/۶۹۸	۰/۷۹۸	۰/۵۷۸	۰/۷۶۷
	۳	۰/۷۴۷	۰/۸۲۲	۰/۶۵۱	۰/۸۰۲
	۴	۰/۶۳۰	۰/۷۵۷	۰/۵۰۷	۰/۷۰۲

گریفینگ در مقایسه با روش سوم و صرفه اقتصادی آن، دلیل دیگری بر ارجح بودن این روش به دیگر روش های گریفینگ است.

به نظر می رسد استفاده از روش های سوم و چهارم گریفینگ بر روش های اول و دوم گریفینگ برتری داشته باشد. از سوی دیگر، حجم کمتر آزمایش در روش چهارم

سپاسگزاری

تکنیسین محترم آزمایشگاه بخش اصلاح بذر، به دلیل کمکها و مساعدت‌های ایشان در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

بدین وسیله از مسئولان و کارکنان محترم مؤسسه تحقیقات برنج کشور در شهرستان رشت، به‌ویژه

REFERENCES

1. Alahgholipour, M., Rabiei, B., Hosseini, M., Dorosti, H. & Mohammadi, M. (2008). Study general and specific combining ability of traits in parental lines of hybrid rice. *Agricultural Journal*, 9(1), 1-12. (In Farsi).
2. Bagheri, N. A., Babaeian Jelodar, A. & Notaj, H. (2009). An estimation of combining ability and gene effects of different traits in rice through diallel crosses. *Iranian Journal of Field Crop Sciences*, 40(1), 161-171. (In Farsi).
3. Baker, R. J. (1978). Issues in diallel analysis. *Crop Science*, 18, 533-536.
4. F.A.O, 2011. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
5. Ghorbanipour, A. & Rabiei, B. (2011). Genetic Analysis of physical and chemical characteristics associated with grain quality in rice. *Iranian Journal of Field Crop Sciences*, 42(2), 339-347. (In Farsi).
6. Griffing, B. (1956 a). A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*, 1, 31-50.
7. Griffing, B. (1956 b). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*, 9, 463-493.
8. Hayman, B.I. (1954 a). The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, 10, 235-244.
9. Hayman, B.I. (1954 b). The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39, 789-809.
10. Honarnejad, R., Tarang, A. & Sheykh Hossainian, A. (1998). Genetic Analysis of Quantitative and Qualitative Characteristics in Segregating (F₂) Populations of Rice (*Oryza Sativa* L.). *Journal of Crop Production and Processing*, 2(2), 17-29. (In Farsi).
11. Hosseini Chaleshtari, M. (2001). *Evaluation of gene effects and combining ability of quantitative and qualitative-related traits in rice*. M.Sc. Dissertation, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan.
12. Hosseini Chaleshtari, M., Honarnejad, R. & Tarang, A. R. (2005). Evaluation of gene effects and combining ability of some quantitative characteristics of rice by diallel method. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 36(1), 21-32.
13. Iftekharuddaulu, K. M., Newaz, M. A., Salam, M. A. & Khaleda akter. (2008). Combining ability of grain characters in an 8×8 diallel cross of rice (*Oryza sativa* L.). *South Asian Association for Regional Cooperation Journal of Agriculture*, 6, 1-10.
14. Jinks, J. L. & Hayman, B. I. (1953). The analysis of diallel crosses. *Maize Genetics Coop, News Letter*, 27, 48-54.
15. Juliano, B. O. (1971). A simplified assay of milled rice amylase. *Cereal Science Today*, 16, 334-339.
16. Keyvankhosro, A. 2010. *Grouping of rice cultivars based on microsatellite markers linked to yield and yield components*. MS dissertation, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan.
17. Little, R. R., Hilder, G. B. & Dawson, E. H. (1958). Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chemistry*, 35, 111-116.
18. Maleki, M., Nourozi, Z. & Photokian, M. H. (2006). Combining surveying related to cooking quality traits and gene action in rice hybrid varieties using line×tester method. In: *Proceedings of the 9th Iranian Agronomy and Plant Breeding Congress*, 3-6 Sep. 2006, Tehran University (Aboureyhan), Tehran, Iran. (In Farsi).
19. Moumeni, A. (1995). *Study of combining ability, gene effect correlation of important agronomic traits in various rice cultivars*. M.Sc. Dissertation, Faculty of Agriculture and Animal Sciences, The University of Tehran.
20. Rahimi, M., Rabiei, B., Samizade, H. & Kafi-Ghasemi, A. (2009). Estimation of combining ability in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars using second and fourth method of Griffing. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 43, 129-141. (In Farsi)
21. Rahimi, M., Rabiei, B., Samizade, H. & Kafi-Ghasemi, A. (2010). Combining ability and heterosis in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12, 223-231.
22. Sharifi, P., Dehghani, H., Moumeni, A. & Moghaddam, M. (2010). Estimation of genetic parameters for some cooking quality related traits in rice using diallel crosses analysis. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 12(2), 152-169. (In Farsi).
23. Shi, C. H., Zhu, J., Zeng, R. C. & Chen, G. L. (1997). Genetic and heterosis analysis for cooking quality traits of Indica rice in different environments. *Theoretical and Applied Genetics*, 95, 294-300.

24. Shoshi-dezfolli, A. A. & Honarnejad, R. (2005). Study gene action and heritability in some of traits related to rice quality using diallel graphical analysis. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 36(4), 813-818. (In Farsi).
25. Sujiprihati, S. S., Saleh, G. B. & Ali, E. S. (2001). Combining ability analysis of yield and related characters in single cross hybrids of tropical maize (*Zea mays* L.). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 33, 111-120.
26. Vanaja, T. & Babu, L. C. (2006). Variability in grain quality attributes of high yielding rice varieties (*Oryza sativa* L.) of diverse origin. *Journal of Tropical Agriculture*, 44(1-2), 61-63.