

تجزیه و تحلیل ژنتیکی صفات کمی و تعیین کننده کیفیت در جمعیت‌های F2 برنج (*Oryza sativa L.*)

رحیم هنرنژاد، علیرضا ترنگ و عبدالحسین شیخ حسینیان*

چکیده

هفت رقم ایرانی و خارجی برنج به صورت طرح "دی آلل یک طرفه" تلاقی داده شد. والدین تلاقیها، به همراه نتایج F2 در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار کشت و برخی از صفات کمی و تعیین کننده کیفیت (نسبت طول به عرض شلتوک و دانه قهوه‌ای برنج، وزن برنج قهوه‌ای و سفید، وزن پوسته برنج، بازده تبدیل و درصد برنج خرد، عملکرد ارقام، درصد آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن و غلظت ژل دانه برنج) در آنها اندازه‌گیری گردید.

تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از وجود تفاوت‌های معنی دار بین ژنوتیپ‌ها و اثرات ترکیب پذیری عمومی برای کلیه صفات و ترکیب پذیری خصوصی برای برخی صفات (نسبت طول به عرض شلتوک و دانه قهوه‌ای برنج، بازده تبدیل و درصد برنج خرد) بود. تحلیل گرافیکی نتایج حاکی از وجود غالبیت جزئی در کنترل ژنتیکی صفاتی مانند نسبت طول به عرض شلتوک و دانه قهوه‌ای (بدون پوسته) برنج، عملکرد دانه، درصد آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن و غلظت ژل می باشد. لذا گزینش برای این گونه صفات با توجه به سهم نسبتاً زیاد اثرات افزایشی ژن هامیسر می باشد.

در کنترل ژنتیکی وزن برنج قهوه‌ای غالبیت کامل و وزن برنج سفید و همچنین وزن پوسته برنج اثرات فوق غالبیت ژن هانقش تعیین کننده‌ای دارند. بنابراین با توجه به سهم بیشتر اثرات غیرافزایشی ژن ها، انتخاب برای این صفات نمی تواند چندان مفید باشد. تفسیر نتایج حاصله حاکی از کنترل ژنتیکی مقادیر بیشتر طول به عرض شلتوک و دانه قهوه‌ای برنج، وزن برنج قهوه‌ای و سفید، عملکرد دانه و درصد آمیلوز توسط ژن های مغلوب می باشد و کنترل مقادیر کمتر آنها توسط ژن های غالب صورت می گیرد. برای نسبت طول به عرض شلتوک و دانه قهوه‌ای برنج، رقم دمسیاه و برای وزن برنج قهوه‌ای و سفید، رقم سپیدرود بیشترین ژن های مغلوب را دارا هستند. برای عملکرد دانه بیشتر، رقم IR 28 و وزن پوسته کمتر، رقم سپیدرود بیشترین ژن های مغلوب را دارند.

واژه‌های کلیدی - قابلیت توارث، ترکیب پذیری، اثر ژن، تلاقی دای آلل

مقدمه

تولید ارقام مختلف با عملکرد زیاد و همزمان با کیفیت مطلوب، از جمله اهداف مهم اصلاح برنج تلقی می گردد. برنج‌هایی که در ایران کشت می‌گردد از گروه "ایندیکا" می باشند که با پابلندی و محصول کم، لیکن صفات کیفی بسیار مطلوب

مشخص می گردند. لذا سعی بر این است که ضمن حفظ این گونه ارقام، عملکرد آنها را افزایش داده و از این طریق نیاز روزافزون کشور به برنج را با تکیه بر منابع داخلی برآورده نمود.

بررسی‌های ژنتیکی انجام شده نشان می دهد که در کنترل

* به ترتیب دانشیار دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، کارشناس ارشد ژنتیک و تکثیر بخش اصلاح و تهیه بذر، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

تکمیل کنندگی ژن‌ها برای غلظت ژل‌بوده و این صفت همبستگی مثبت و معنی‌داری بامقدار جذب آب و افزایش حجم و قد دانه برنج نشان می‌دهد. درمقابل، همبستگی منفی و معنی‌داری بین غلظت ژل و حرارت ژلاتینی شدن مشاهده گردیده است.

نتایج بررسیهای نعمت زاده و همکاران (۲) نشان می‌دهد که درصد آمیلوز در برنجهای غیربومی به‌وسیله یک ژن غالب با اثرات اصلی و چندژن تغییردهنده کنترل می‌شود و لذا امکان انتخاب گیاهانی که دارای آمیلوز متوسط باشند، درنسلهای پیشرفته وجود دارد. این نتایج نشان می‌دهد که برای غلظت ژل، ارقام ایرانی حسن سرایی و سنگ طارم دارای بیشترین ژن‌های غالب هستند.

هدف از این تحقیق بررسی رفتارهای اصلاحی از صفات کمی و کیفی ارقام برنج می‌باشد، که می‌تواند در راستای ایجاد ارقام پر محصول و درعین حال باکیفیت برنج به کارگرفته شود.

مواد و روشها

باتوجه به مراجع علمی موجود در زمینه روشهای ژنتیک کمی، مبنی بر استفاده از والدین و نتاج نسل F2 در تجزیه و تحلیل دای آلل (۵، ۱۴، ۱۶، ۲۳)، بخشی از بذور ۲۱ نتاج نسل F2 حاصل از تلاقی "دای آلل یک طرفه" بین ۷ رقم ایرانی و خارجی برنج به نامهای خزر، بینام، گیل ۱، دمسیاه، حسنی، IR 28 و اسپیدرود، در سال ۱۳۷۵ به همراه والد‌ها به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در کرت‌هایی به طول ۶ متر و عرض ۰/۷۵ سانتیمتر با فاصله ۲۵×۲۵ سانتیمتر (۷۲ بوته در هر کرت) به صورت تک نشاء و با ۳ تکرار، در مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت کشت و عملکرد آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. ضمناً بخش دیگری از بذور نسل F2 و والدین تلاقیها برای تعیین خصوصیات مرتبط با کیفیت تکنولوژیک و غذایی برنج (نسبت طول به عرض شلتوک و دانه قهوه‌ای برنج، وزن برنج قهوه‌ای و سفید، وزن پوسته برنج، بازده تبدیل و درصد برنج خرد و همچنین درصد آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن و غلظت ژل دانه

ژنتیکی عملکرد اجزاء آن، اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها نقش دارند (۲، ۴، ۲۴). در موارد زیادی، وجود تنوع ژنتیکی و ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برای عملکرد دانه و سایر صفات مرتبط با آن به اثبات رسیده است (۷، ۸، ۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۲۸). نتایج بررسیهای نسل F2 حاصل از تلاقیهای دای آلل (۱۱) حاکی از وجود اثرات افزایشی ژن‌ها برای عملکرد دانه برنج می‌باشد. نتایج بررسیهای سینگ و شریواستاوا (۲۶) نشان دهنده وجود اثرات غیرافزایشی ژن‌ها بر عملکرد دانه در بوته و دانه در خوشه برنج است. بین عملکرد دانه با تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه‌های رسیده در خوشه و وزن هزار دانه با تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه‌های رسیده در خوشه و وزن هزار دانه همبستگی مثبت گزارش شده است (۱۵). در این رابطه تعداد دانه‌های رسیده در خوشه بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان می‌دهد.

بررسیهای به عمل آمده (۳) نشان می‌دهد که نسبت طول به عرض دانه قهوه‌ای برنج، که معیاری جهت دانه بلندی و کشیدگی آن محسوب می‌گردد، تحت تأثیر اثرات افزایشی ژن‌ها و ژن‌هایی با غالبیت جزئی است. عواملی که کیفیت پخت برنج را معین می‌سازند عبارتند از مقدار آمیلوز (۸ تا ۳۳ درصد)، دمای ژلاتینی شدن (۷ تا ۱۷)، که این دسته‌بندی بامقدار حقیقی دمای ژلاتینی شدن نسبت عکس دارد، یعنی رتبه پایین‌تر دمای ژلاتینی بالاتری دارد) و غلظت ژل (۲۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر حرکت ژل). با تعیین طول حرکت ژل در داخل تیوب بر حسب میلی‌متر، نوع غلظت ژل تیمارهای مورد بررسی مشخص می‌شود. البته برای برنجهای ایرانی آمیلوز متوسط (۲۱ تا ۲۵ درصد)، دمای ژلاتینی شدن متوسط (۴ تا ۵ معادل ۷۰ تا ۷۴ درجه سانتیگراد) و غلظت ژل متوسط (۴۰ تا ۶۰ میلی‌متر) و نرم (۶۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر) مطلوب تلقی می‌گردد. لازم به ذکر است که دمای ژلاتینی شدن نسبت معکوس بازمان لازم برای پخت داشته و همچنین ارقام برنج با آمیلوز یکسان می‌توانند دمای ژلاتینی شدن متفاوتی داشته باشند (۱۹ و ۱۹).

نتایج بررسیهای تومار و ناندا (۲۷) حاکی از وجود عمل

برنج) اختصاص یافت.

۱۵۰ گرم شلتوک به صورت یک نمونه تصادفی به وسیله دستگاه پوست کن آزمایشگاهی به برنج قهوه‌ای و سپس با دستگاه آسیاب به برنج سفید تبدیل شد. نسبت طول به عرض شلتوک و دانه قهوه‌ای برنج و همچنین وزن برنج قهوه‌ای و سفید و وزن پوسته برنج حاصل از ۱۵۰ گرم نمونه تعیین گردیده، بازده تبدیل شلتوک به برنج (درصد برنج سالم) محاسبه و درصد برنج خرد مشخص گردید. سپس برنج‌های سفید به آرد تبدیل گردیده، برای اندازه‌گیری پارامترهای تعیین‌کننده کیفیت غذایی برنج مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین درصد آمیلوز دانه از روش جولیانو (۱۸) استفاده گردید. برای درجه حرارت ژلاتینی شدن آزمون قلیایی (۱۷) به کار گرفته شد و بالاخره غلظت ژل باروش کاگامپانگ (۶) و با ۲ تکرار اندازه‌گیری گردید.

جهت تعیین اثرات ژن‌ها و ترکیب پذیری عمومی و خصوصی و وراثت پذیری صفات کمی و تعیین کننده کیفیت برنج از مدل افزایشی - غالبیت پیشنهادی هیمن (۱۲ و ۱۳) و متد دوم گریفینگ (۹ و ۱۰) استفاده شد. برای آزمون صحت فرضیات هیمن (۱۲) در مورد مواد اصلاحی تحت بررسی، که مهمترین آنها عدم وجود اثرات متقابل غیرآلی (اپیستاتیک) بین ژن‌های والدین می‌باشد، از محاسبه ضریب رگرسیون کوواریانس والدین وردیفها (WI) روی واریانس ردیفها (VI) استفاده و آزمون فرض ($\beta=1$) انجام شد.

با توجه به گذشت یک نسل خودگشنی برای کلیه صفات مورد ارزیابی (از F1 به F2) و نصف شدن مقادیر h^2 و F^2 ، برای تخمین پارامترهای ژنتیکی از فرمول‌های پیشنهادی سینگ و چاودری (۲۵) استفاده شد. مجموع مربعات ژنوتیپ‌ها (در صورت معنی دار بودن) به دو بخش مجموع مربعات ترکیب پذیری عمومی و خصوصی تفکیک گردید، اثرات ترکیب پذیری عمومی برای هر والد و ترکیب پذیری خصوصی برای هر تلاقی برآورد گردید. برای مقایسه میانگینها از رقم بینام به عنوان شاهد و آزمون LSD استفاده شد. برای آزمونهای معنی

دار بودن اثرات ترکیب پذیری عمومی والد‌ها و خصوصی تلاقیها از توزیع t و خطاهای استاندارد مربوطه (۱۰) استفاده گردید.

نتایج و بحث

در جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی ارقام و نسل‌های F2 درج گردیده است. مجموع مربعات معنی‌دار برای ژنوتیپ‌ها حاکی از وجود تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای بین والدین و نتاج برای صفات مورد بررسی می‌باشد. به همین ترتیب واریانس ترکیب‌پذیری عمومی برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱٪ از نظر آماری معنی‌دار گردید که نشانه وجود اثرات افزایشی و توارث پذیری ژن‌ها در کنترل ژنتیکی آنهاست. لیکن واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی صفات در همه موارد معنی‌دار نبود و فقط در مورد نسبت طول به عرض شلتوک و برنج قهوه‌ای، بازده تبدیل (درصد برنج سالم) و درصد برنج خرد معنی‌دار شد، که نشان دهنده وجود اثرات غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل صفات مذکور می‌باشد. البته باید توجه داشت که سهم اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در شکل دهی صفات مذکور یکسان نبوده و این امر به خوبی از نسبت میانگین مربعات GCA به SCA قابل مشاهده است. برای مثال نسبت طول به عرض دانه قهوه‌ای برنج ۸:۱، وزن برنج قهوه‌ای ۵:۱ و بالاخره وزن برنج سفید ۶۳:۱ می‌باشد (جدول ۱).

در جدول ۲ میانگین صفات مورد ارزیابی برای ارقام برنج درج شده است. بیشترین نسبت طول به عرض شلتوک و برنج قهوه‌ای متعلق به رقم دم‌سیاه بود و رقم حسنی کمترین نسبت طول به عرض دانه را داشت. رقم سپیدرود با ۱۱۸/۸۳ گرم برنج قهوه‌ای و ۱۰۴/۷۰ گرم برنج سفید (از ۱۵۰ گرم نمونه شلتوک) بیشترین مقدار برنج را داشت. این رقم کمترین وزن پوسته برنج را نیز دارا بود. از بین ارقام مورد آزمایش، بینام و حسنی با ۵۹/۹۳ و ۵۸/۶۰ درصد بازده تبدیل، بیشترین مقدار برنج سالم را به دست داده‌اند و نیز کمترین مقدار برنج خرد را داشتند. با توجه به این که ضریب رگرسیون کوواریانس نتاج

جدول ۲- میانگین صفات ارزیابی شده در ارقام مختلف برنج در یک سیستم دای آل یک طرفه

| رقم / صفت | میانگین عملکرد (کیلوگرم در قطعه) | نسبت طول به عرض شلترک | نسبت طول به عرض برنج | وزن برنج قهوه‌ای (گرم در ۱۵۰ گرم شلترک) | وزن برنج سفید (گرم در ۱۵۰ گرم شلترک) | بازده تبدیل (درصد برنج سالم) | درصد برنج خرد |
|------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|---|--------------------------------------|------------------------------|---------------|
| خورد | ۳/۰۶ | ۴/۰۵** | ۳/۸۷** | ۱۱۳/۸* | ۹۸/۵۶* | ۵۶/۲ | ۹/۵۰ |
| بینام (شاهد) | ۳/۲۸ | ۳/۴۵ | ۲/۸۶ | ۱۱۶/۰۷ | ۱۰۱/۵۰ | ۵۸/۶۰ | ۹/۱۰ |
| گیل ۱ | ۳/۶۳ | ۳/۸۴* | ۳/۳۷** | ۱۱۵/۴۳ | ۱۰۰/۱ | ۵۱/۵۳* | ۱۵/۲۳ |
| دسیاه | ۲/۲۸ | ۴/۳۳** | ۳/۸۰** | ۱۱۵/۰ | ۱۰۱/۸۶ | ۵۴/۹۳ | ۱۲/۹۶ |
| حسنی | ۲/۲۸ | ۲/۶۶** | ۲/۴۰** | ۱۱۵/۲۳ | ۱۰۲/۰۶ | ۵۹/۹۳ | ۸/۱۰ |
| IR 28 | ۲/۱۸ | ۳/۹۵** | ۳/۲۹** | ۱۱۶/۱۷ | ۱۰۱/۸۶ | ۵۴/۵۰ | ۱۳/۴۶ |
| سپید رود | ۴/۵۱* | ۴/۱۸ | ۳/۴۷ | ۱۱۸/۸۳ | ۱۰۴/۷۰ | ۵۴/۳۶ | ۱۵/۴۰ |
| میانگین هیبریدها | ۳/۲۰±۰/۷۹ | ۳/۷۵±۰/۲۷ | ۳/۲۲±۰/۲۲ | ۱۱۵/۸۴±۱/۱۴ | ۱۰۲/۳۸±۱/۸۹ | ۳۴/۱۶±۱/۱۴ | ۱۲/۹۶±۵/۲۴ |
| دامنه تغییرات | ۲/۰۵-۵/۲۵ | ۳/۱۵-۴/۱۹ | ۲/۷۵-۳/۵۹ | ۱۱۴/۳۷-۱۱۸/۱ | ۹۸/۵۶-۱۰۵/۷ | ۳۱/۹۰-۳۶/۲۳ | ۵/۸۳-۲۸/۲۶ |
| LSD 5% | ۱/۱۱ | ۰/۲۸ | ۰/۲۰ | ۲/۱۷ | ۲/۵۳ | ۲/۱۹ | ۶/۱۴ |
| LSD 1% | ۱/۴۸ | ۰/۳۷ | ۰/۲۷ | ۲/۸۹ | ۳/۳۷ | ۲/۹۲ | ۸/۱۶ |

* و ** - به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

نشان داده شده است، که حاکی از کنترل ژنتیکی صفت مذکور توسط اثرات غالبیت کامل ژن هامی باشد. لذا توارث پذیری این صفت به میزان ۰/۳۹ برآورد گردیده است. پراکنش ارقام درامتداد خط رگرسیون حاکی از وجود بیشترین ژن های غالب در رقم دمسیاه و بیشترین ژن های مغلوب در سپیدرود می باشد. با توجه به مندرجات جدول ۲ و شکل ۱d، که نشان دهنده بیشترین وزن برنج قهوه ای برای رقم سپیدرود و کمترین وزن آن برای رقم خزر می باشد، می توان چنین استنباط نمود که وزن بیشترین برنج قهوه ای در کنترل ژن های مغلوب و وزن کمتر آن در کنترل ژن های غالب است. روابط ژنتیکی مربوط به تحلیل گرافیکی نتایج وزن برنج سفید و وزن پوسته برنج (شکل نشان داده نشده) حاکی از اثرات فوق غالبیت ژن هادر کنترل ژنتیکی این صفات بوده و توارث پذیری محدودی به ترتیب ۰/۲۴ و ۰/۳۹ برای آنها برآورد گردیده است.

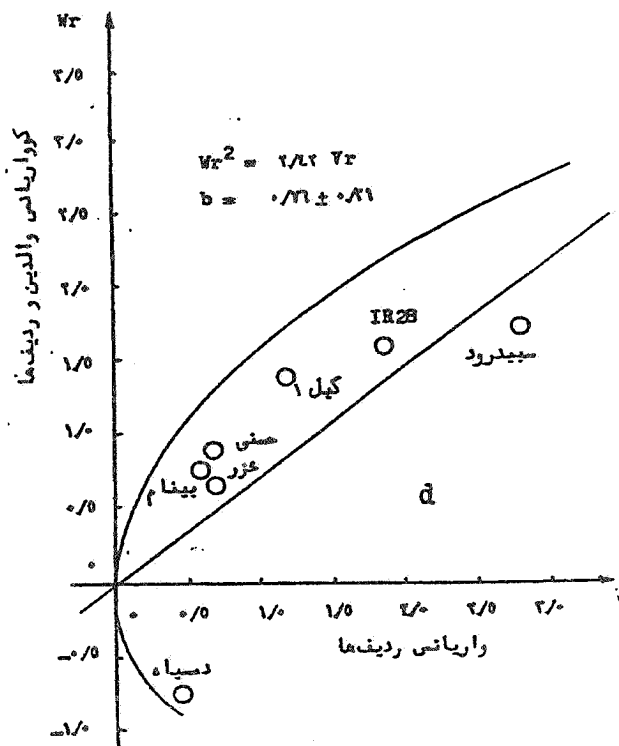
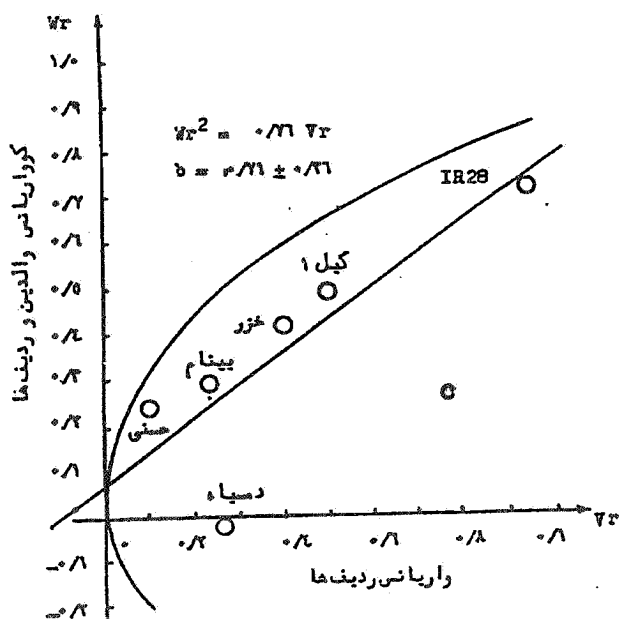
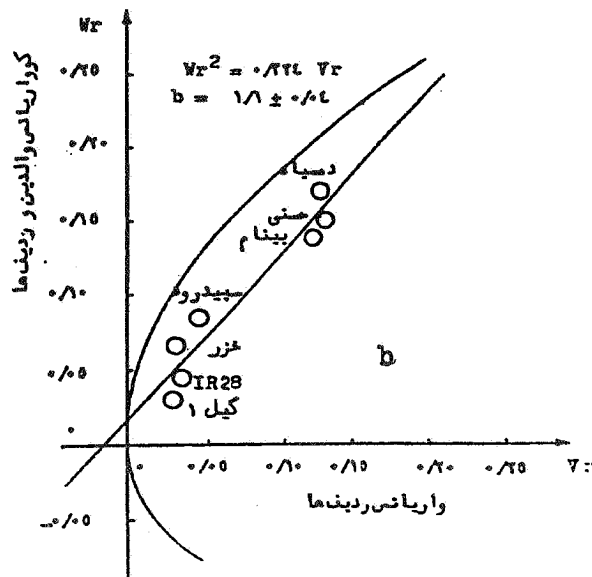
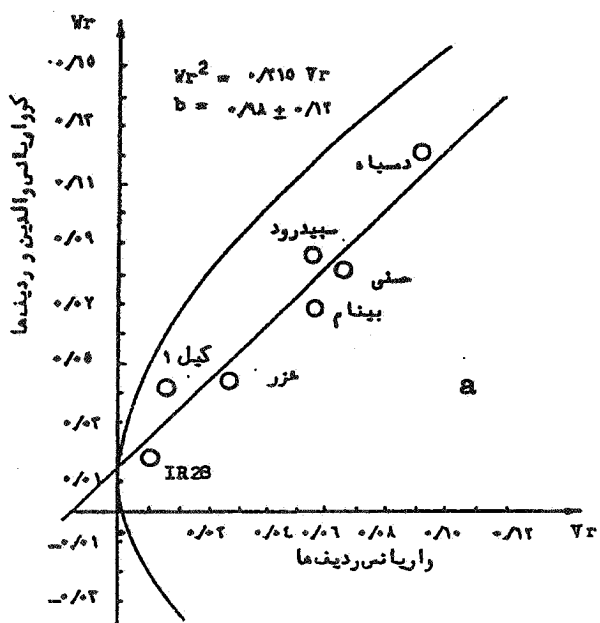
به نظری رسد با توجه به جدول ۲ و نتایج مربوط به تحلیل گرافیکی نتایج بتوان چنین استنباط نمود که وزن زیاد برنج سفید، مثل برنج قهوه ای در کنترل ژن های مغلوب و وزن کم آن در کنترل ژن های غالب است. البته ذکر این نکته ضروری به نظری رسد که موارد فوق غالبیتهای یاد شده می تواند از نوع غالبیت کاذب و ناشی از پیوستگی ژن هانیز باشد.

از طرف دیگر مقدار زیاد وزن پوسته در کنترل ژن های غالب و مقدار کم آن در کنترل ژن های مغلوب است. با توجه به مقادیر ترکیب پذیری معنی دار ارقام (جدول ۳) می توان چنین نتیجه گرفت که ارقام خزر، گیل ۱، دمسیاه و سپیدرود با داشتن GCA مثبت و معنی دار می توانند باعث افزایش نسبت طول به عرض شلتوک در نتاج گشته و لذا به عنوان والدین دهنده صفت مذکور مورد توجه باشند. به همین ترتیب رقم سپیدرود با GCA مثبت و معنی دار خود می تواند موجب افزایش وزن برنج قهوه ای در نتاج گردد. بالعکس ارقام خزر و دمسیاه می توانند سبب افزایش وزن پوسته در نتاج گردند. ارقام دمسیاه و خزر با GCA منفی و معنی دار خود برای درصد کمتر برنج خرد، امید به انتقال این صفت مطلوب به نتاج راتا محدودی فراهم نموده اند.

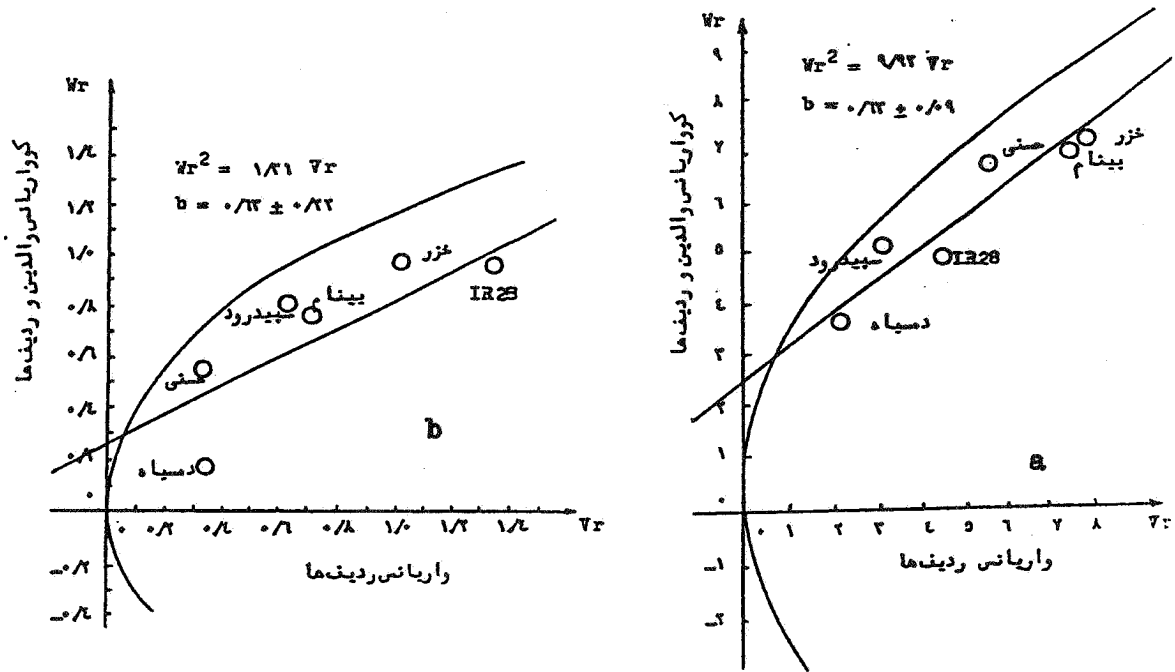
با والد مشترک آنها (Wf) روی واریانس ردیفها (Vi) با واحد تفاوت معنی داری نداشت، ولی با صفر تفاوت قابل ملاحظه نشان داد، می توان چنین نتیجه گرفت که فرضیات مدل افزایشی - غالبیت (خالص بودن والدین، عدم وجود اثرات سیتوپلاسم مادری، عمل مستقل ژن های غیر آلل، عدم وجود آلل های چندگانه، توزیع مستقل ژن هادر والدین، ضریب خویش آمیزی معادل یک، وجود تفکیک صفات به صورت دیپلوئید معمولی) در مورد همه صفات مواد اصلاحی مورد بحث صادق بوده و لذا انجام تجزیه دی آلل در مورد آنها بلا مانع می باشد.

بررسیهای به عمل آمده در مورد ساختار ژنتیکی و چگونگی کنترل ژنتیکی صفات موردا ارزیابی حاکی از این است که نسبت طول به عرض دانه شلتوک تحت تأثیر اثرات غالبیت جزئی ژن هاست (شکل ۱b). پراکنش والد هادر امتداد خط رگرسیون حاکی از وجود بیشترین ژن های غالب در رقم گیل ۱، برای نسبت طول به عرض دانه شلتوک است، در حالی که دمسیاه بیشترین ژن های مغلوب را برای این صفت دارد. وضعیت نسبت طول به عرض دانه قهوه ای برنج (شکل ۱a) تا حدودی از نتایج فوق الذکر پیروی می نماید، بدین ترتیب که در این جایز نقش غالبیت جزئی ژن هادر کنترل ژنتیکی صفت مذکور محرز می باشد. با توجه به مندرجات جدول ۲ و شکل ۱ چنین استنباط می شود که صفت دانه بلندی برنج توسط ژن های مغلوب کنترل شده و دانه کوتاهی در کنترل ژنتیکی ژن های غالب است.

وجود غالبیت جزئی در کنترل ژنتیکی طول به عرض شلتوک و دانه قهوه ای برنج که نشانه اثرات افزایشی ژن ها می باشد، توارث پذیری خصوصی زیادی را به این صفت بخشیده، به ترتیبی که می توان به یک گزینش موفقیت آمیز برای دانه بلندی کاملاً امیدوار بود. لازم به ذکر است که بررسیهای قبلی (۳) نیز مؤید همین نتیجه گیری بوده و برای صفت طول به عرض دانه قهوه ای برنج توارث پذیری تا ۸۲٪ برآورد گردیده است. در شکل ۱d روابط ژنتیکی مربوط به وزن برنج قهوه ای



شکل ۱- خط رگرسیون Vr/Wr و سهمی محدود کننده به همراه پراکنش والدین، برای نسبت طول به عرض دانه قهوه‌ای (a)، نسبت طول به عرض دانه شلتوک (b)، عملکرد (c) و وزن برنج قهوه‌ای (d)



شکل ۲- خط رگرسیون Wt/Vr و سهمی محدود کننده به همراه پراکنش والدین برای درصد آمیلوز (a) و دمای ژلاتینی شدن دانه برنج (b)

جدول ۳- اثرات ترکیب پذیری عمومی (GCA) صفات ارقام برنج

| رقم / صفت | طول به عرض دانه شلتوک | طول به عرض دانه قهوه‌ای | وزن برنج قهوه‌ای | وزن برنج سفید | وزن پوسته برنج | بازده تبدیل (% برنج سالم) | درصد برنج خرد |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|---------------|----------------|---------------------------|---------------|
| خزر | ۰/۱۰۸* | ۰/۱۱* | -۰/۸۵* | -۱/۳۰* | ۰/۸۵* | ۱/۱۴ | -۲/۰* |
| بینام | -۰/۰۶۹* | -۰/۱۰* | -۰/۰۷ | ۰/۲۱ | ۰/۰۶ | ۰/۲۳ | -۰/۰۹ |
| گیل ۱ | ۰/۱۶۶* | ۰/۱۲* | ۰/۱۴ | -۱/۱۴* | ۰/۱۱ | -۳/۳۸* | ۲/۶۴* |
| دمسیاه | ۰/۱۱۰* | ۰/۱۰* | -۰/۷۴* | -۰/۲۰ | -۰/۷۴* | ۱/۲۳ | -۱/۳۸* |
| حسنى | -۰/۴۵۷* | -۰/۳۴* | ۰/۱۱ | ۰/۷۹* | -۰/۱۱ | -۰/۰۹ | ۰/۶۰ |
| IR 28 | ۰/۰۲۳۳ | ۰/۰۳ | ۰/۳۳ | ۰/۱۰ | -۰/۳۴ | ۰/۴۲ | -۰/۳۵ |
| سپیدرود | ۰/۱۲۲* | ۰/۰۷* | ۱/۰۷* | ۱/۵۴* | -۱/۰۸* | ۰/۴۴ | ۰/۵۷ |
| خطای معیار (S.E. _{gi}) | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۲۲ | ۰/۲۳ | ۰/۲۷ | ۰/۲۴ | ۰/۶۶ | ۰/۷۲ |

* - معنی دار در سطح احتمال ۰.۰۵

جدول ۴- اثرات ترکیب پذیری (SCA) هیبریدهای حاصل از تلاقی ارقام برنج

| تلاقیها/صفات | طول به عرض دانه | طول به عرض دانه | قهوه‌ای | دانه | وزن برنج قهوه‌ای | وزن برنج سفید | وزن پوسته برنج | بازده تبدیل | درصد برنج خرد |
|-----------------------|-----------------|-----------------|---------|-------|------------------|---------------|----------------|-------------|---------------|
| | میلنریک | قهوه‌ای | قهوه‌ای | دانه | وزن برنج قهوه‌ای | وزن برنج سفید | وزن پوسته برنج | بازده تبدیل | درصد برنج خرد |
| | میلنریک | قهوه‌ای | قهوه‌ای | دانه | وزن برنج قهوه‌ای | وزن برنج سفید | وزن پوسته برنج | بازده تبدیل | درصد برنج خرد |
| | میلنریک | قهوه‌ای | قهوه‌ای | دانه | وزن برنج قهوه‌ای | وزن برنج سفید | وزن پوسته برنج | بازده تبدیل | درصد برنج خرد |
| | میلنریک | قهوه‌ای | قهوه‌ای | دانه | وزن برنج قهوه‌ای | وزن برنج سفید | وزن پوسته برنج | بازده تبدیل | درصد برنج خرد |
| بنیام × حسنی | ۰/۲۰* | ۰/۲۱* | ۰/۹۰ | ۰/۳۹ | ۰/۰۲ | ۰/۲۹ | ۰/۴۹ | ۰/۲۹ | ۱/۳۷ |
| گیل ۱ × خزر | ۰/۰۵ | ۰/۱۴* | ۰/۰۴ | ۰/۰۹ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۷۷* | ۰/۷۷* | ۴/۵* |
| دمسیاه × خزر | ۰/۱۰ | ۰/۲۴* | ۱/۶۰* | ۲/۵۱* | ۰/۵۹* | ۰/۰۲* | ۴/۹۲* | ۴/۹۲* | ۱/۸۴ |
| حسنی × خزر | ۰/۱۳* | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۱/۸۱* | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۵/۷۸* | ۵/۷۸* | ۳/۱۳ |
| IR 28 × خزر | ۰/۲۵* | ۰/۰۱ | ۰/۹۳ | ۰/۶۹* | ۰/۹۴ | ۰/۹۴ | ۳/۰۷ | ۳/۰۷ | ۳/۳۲ |
| سپدرود × خزر | ۰/۰۸ | ۰/۱۳* | ۰/۰۳ | ۰/۱۰ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۱/۳۲ | ۱/۳۲ | ۲/۶۸ |
| گیل ۱ × بنیام | ۰/۳۴* | ۰/۱۰ | ۰/۳۲ | ۰/۲۴ | ۰/۳۰ | ۰/۳۰ | ۰/۷۸ | ۰/۷۸ | ۲/۳۲ |
| دمسیاه × بنیام | ۰/۰۲ | ۰/۲۷* | ۰/۳۸ | ۰/۴۴ | ۰/۳۹ | ۰/۳۹ | ۵/۱۳* | ۵/۱۳* | ۳/۹۹ |
| حسنی × بنیام | ۰/۰۷ | ۰/۰۶ | ۱/۱۱ | ۱/۳۳ | ۰/۱۱۰ | ۰/۱۱۰ | ۱۴/۱۷* | ۱۴/۱۷* | ۱۶/۴۶* |
| IR 28 × بنیام | ۰/۰۷ | ۰/۰۲ | ۰/۶۹ | ۰/۲۹ | ۰/۷۰ | ۰/۷۰ | ۳/۷۲* | ۳/۷۲* | ۲/۱۲ |
| سپدرود × بنیام | ۰/۰۶ | ۰/۱۸* | ۰/۴۶ | ۰/۲۱ | ۰/۴۷ | ۰/۴۷ | ۰/۲۶ | ۰/۲۶ | ۱/۳۳ |
| دمسیاه × گیل ۱ | ۰/۰۶ | ۰/۱۴* | ۰/۰۱ | ۰/۲۶ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰۶ | ۰/۰۶ | ۱/۵۵ |
| حسنی × گیل ۱ | ۰/۲۱* | ۰/۲۰* | ۰/۰۶ | ۰/۹۸* | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ | ۸/۵۸* | ۸/۵۸* | ۸/۷۰* |
| IR 28 × گیل ۱ | ۰/۰۱۰ | ۰/۰ | ۱/۰۸ | ۰/۶۱ | ۰/۱۱۰ | ۰/۱۱۰ | ۴/۳۷* | ۴/۳۷* | ۲/۵۵ |
| سپدرود × گیل ۱ | ۰/۰۷ | ۰/۱۲* | ۰/۷۰ | ۱/۳۷* | ۰/۷۲ | ۰/۷۲ | ۲/۷۴ | ۲/۷۴ | ۰/۴۱ |
| حسنی × دمسیاه | ۰/۲۳* | ۰/۰۶ | ۰/۳۱ | ۰/۳۱ | ۰/۳۰ | ۰/۳۰ | ۲/۱۳ | ۲/۱۳ | ۰/۰۸ |
| IR 28 × دمسیاه | ۰/۲۱* | ۰/۱۸* | ۰/۴۱ | ۱/۲۶ | ۰/۴۲ | ۰/۴۲ | ۴/۷۸* | ۴/۷۸* | ۵/۴۰* |
| سپدرود × دمسیاه | ۰/۲۴* | ۰/۰۳ | ۲/۳۸* | ۲/۵۰* | ۲/۳۹* | ۲/۳۹* | ۱/۶۸ | ۱/۶۸ | ۱/۴۵ |
| IR 28 × حسنی | ۰/۲۴* | ۰/۲۵* | ۰/۷۷ | ۰/۹۷ | ۰/۷۶ | ۰/۷۶ | ۲/۳۴ | ۲/۳۴ | ۰/۷۸ |
| سپدرود × حسنی | ۰/۱۱ | ۰/۲۰* | ۰/۴۳ | ۰/۳ | ۰/۴۴ | ۰/۴۴ | ۲/۹۸ | ۲/۹۸ | ۱/۵۳ |
| سپدرود × IR 28 | ۰/۲۹* | ۰/۰۸ | ۰/۸۷ | ۱/۹۶* | ۰/۸۶ | ۰/۸۶ | ۰/۸۰ | ۰/۸۰ | ۱/۹۱ |
| خطای معیار (S.E. sig) | ۰/۰۵۷ | ۰/۰۵۴ | ۰/۵۸ | ۰/۶۸ | ۰/۵۹ | ۰/۵۹ | ۱/۶۶ | ۱/۶۶ | ۰/۵۷ |

* - معنی دار در سطح احتمال ۵٪

جدول ۵- نوع اثر ژن‌ها و والدین با بیشترین ژن‌های غالب و مغلوب برای صفات مورد بررسی

| صفات | نوع اثر ژن‌ها | والدین با بیشترین ژن‌های غالب | والدین با بیشترین ژن‌های مغلوب |
|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------------|
| نسبت طول به عرض دانه شلتوک | غالبیت ناقص | گیل ۱ و IR 28 | دمسیاه |
| نسبت طول به عرض دانه قهوه‌ای برنج | غالبیت ناقص | گیل ۱ و IR 28 | دمسیاه |
| وزن برنج قهوه‌ای | غالبیت کامل | دمسیاه | سپیدرود |
| وزن برنج سفید | فوق غالبیت | دمسیاه | سپیدرود |
| وزن پوسته برنج | فوق غالبیت | دمسیاه | سپیدرود |
| عملکرد دانه | غالبیت ناقص | دمسیاه | IR 28 |
| درصد آمیلوز | غالبیت ناقص | دمسیاه | خزر و بینام |
| دمای ژلاتینی شدن | غالبیت ناقص | دمسیاه | IR 28 |
| غلظت ژل | غالبیت ناقص | IR 28 | خزر |

ژن‌های مغلوب هستند. به همین ترتیب برای درصد آمیلوز سپیدرود و IR 28 دارای ژن‌های غالب بیشتر و حسنی دارای ژن‌های مغلوب بیشتری می‌باشد.

اثرات غالبیت جزئی ژن هانقش تعیین کننده‌ای برای دمای ژلاتینی شدن دارد (شکل ۲b)، به ترتیبی که وجود سهم قابل توجه اثرات افزایشی ژن‌های حسنی می‌تواند موجب توارث پذیری بالای این صفت را فراهم آورد. برای صفت دمای ژلاتینی شدن رقم دمسیاه بیشترین ژن‌های غالب را دارا بوده و رقم IR 28 بیشترین ژن‌های مغلوب را نشان می‌دهد. با توجه به این که دمای ژلاتینی شدن ارقام دمسیاه و IR 28 به ترتیب ۴/۲ و ۰/۷ است، می‌توان چنین استنباط نمود که مقادیر متوسط دمای ژلاتینی (۳-۵) در کنترل ژن‌های غالب و مقادیر پایین آن (بیش از ۵) در کنترل ژن‌های مغلوب می‌باشد. لازم به ذکر است که رتبه بندی فوق با مقدار حقیقی دمای ژلاتینی شدن نسبت عکس دارد.

نتایج اندازه‌گیری غلظت ژل (حرکت ژل به میلی‌متر) برای ارقام مورد بررسی، حاکی از وجود غالبیت جزئی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی صفت مذکور می‌باشد و رقم IR 28 با بیشترین ژن‌های غالب و رقم خزر با بیشترین ژن‌های مغلوب مشخص گردیده‌اند. بقیه

از جمله تلاقی‌هایی که از نظر نسبت طول به عرض شلتوک و برنج قهوه‌ای ترکیب پذیری خصوصی مثبت و معنی داری نشان داده‌اند (جدول ۴)، می‌توان به بینام × خزر، حسنی × گیل ۱ و IR 28 × حسنی اشاره نمود. این تلاقی‌ها می‌توانند برای گزینش لاین‌های دانه بلند مورد استفاده قرار گیرند. از نظر وزن برنج قهوه‌ای و سفید تلاقی دمسیاه × خزر و برای وزن برنج سفید حسنی × خزر، سپیدرود × گیل ۱ و سپیدرود × IR 28 دارای ترکیب پذیری خصوصی مثبت و معنی دار هستند و می‌توانند منشأ لاین‌های با وزن برنج سفید بیشتر باشند.

در کنترل ژنتیکی عملکرد ارقام اثرات غالبیت جزئی تعیین کننده می‌باشد، به ترتیبی که سهم اثرات افزایشی بیش از اثرات غیر افزایشی بوده و لذا توارث پذیری خصوصی به میزان ۳۸٪ برآورد گردیده است. پراکنش ارقام در امتداد خط رگرسیون حاکی از بیشترین ژن‌های غالب رقم دمسیاه و بیشترین ژن‌های مغلوب رقم IR 28 برای عملکرد دانه است. در کنترل ژنتیکی درصد آمیلوز دانه برنج اثرات غالبیت جزئی نقش تعیین کننده‌ای دارد (شکل ۲a). در حالی که برای این صفت رقم دمسیاه بیشترین ژن‌های غالب را نشان می‌دهد، و ارقام خزر و بینام دارای بیشترین

ژن‌ها مشاهده شد که زمینه توارث پذیری لازم را برای این گونه صفات فراهم می نماید، به ترتیبی که بتوان لاین های بادمای ژلاتینی مناسب (۳ تا ۵ و بیشتر) و غلظت ژل مطلوب (۴۰ تا ۶۰ میلیمتر و بیشتر) راگزینش نمود. این مسأله در مورد درصد آمیلوز ژنوتیپ هاینز صادق است، زیرا با توجه به سهم بیشتر اثرات افزایشی ژن هادرکنترل ژنتیکی این صفت، می توان به گزینش لاین های با آمیلوز مطلوب (۲۰ تا ۲۵ درصد) امیدوار بود.

تشکر و قدردانی

هزینه اجرای این طرح از اعتبارات حوزه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه گیلان تأمین گردیده که بدین وسیله سپاسگزاری می گردد. نیز از مساعدت و همکاری مدیریت و کارکنان محترم مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت)، به خصوص بخش اصلاح بذرتشکر و قدردانی می گردد.

ارقام کم و بیش یک وضعیت حد واسطی را اتخاذ می نمایند. با توجه به این که خزر دارای غلظت ژل به میزان ۷۲ بوده و IR 28 دارای غلظت ژل ۴۲ می باشد، می توان چنین استنباط نمود که صفت غلظت ژل بالا (نرمی دانه پخته شده) توسط ژن های غالب و غلظت ژل پایین (سختی دانه پخته شده) توسط ژن های مغلوب کنترل می گردد.

در جدول ۵ خلاصه نتایج به دست آمده از تلاقیهای دای آلل برنج درج شده است.

وجود اثرات غالبیت جزئی، در کنترل صفاتی مانند نسبت طول به عرض شلتوک و دانه قهوه ای برنج و همچنین در عملکرد دانه، حاکی از سهم بیشتر اثرات افزایشی ژن هادر شکل گیری این صفات می باشد، به ترتیبی که زمینه یک گزینش موفقیت آمیز برای این گونه صفات نسبتاً فراهم می باشد. برای صفات تعیین کننده کیفیت پخت برنج مانند درصد آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن و غلظت ژل اثرات غالبیت جزئی

منابع مورد استفاده

- ۱- فرخ زاد، ف. ۱۳۷۲. کیفیت پخت و مصرف برنج یک ضرورت انکارناپذیر. مجموعه مقالات (گاهنامه) سازمان برنامه و بودجه استان گیلان، سال اول، شماره دوم، صفحه ۹۱ تا ۱۲۳.
- ۲- نعمت زاده، ق.، م. ع. و هابیان، ع. خواجه نوری وک. عباسخانی دوانلو. ۱۳۶۲. اثرات ژن و قابلیت ترکیب پذیری برای صفات کمی و کیفی در برنج. اولین گردهمایی برنامه ریزی برنج کشور، گچساران.
- ۳- هنرنژاد، ر. ۱۳۷۳. خصوصیات ژنتیکی و قابلیت ترکیب پذیری واریته های برنج (*Oryza sativa L.*). مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۵، شماره ۴، صفحه ۳۱ تا ۵۰.
- ۴- هنرنژاد، ر. ۱۳۷۵. برآورد اثر ژن ها و ترکیب پذیری برخی از صفات کمی برنج به روش دی آلل. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۷، شماره ۲، صفحه ۴۵ تا ۵۷.

5- Brojevic, S. 1990. Principles and Methods of Plant Breeding. Elsevier, Amsterdam.

6- Cagampang, C. B., C.M.Perez and B.O. Julianno. 1993. A gel consistency test for eating quality of rice. Sci. Food Agric. 24: 1589-1594.

7- Cheema, A. A., M. A. A. Awan, G. R. Tahir and M. Aslam. 1988. Heterosis and combining ability studies in rice. Pakistan J. Agric. Res. 9: 41-45.

8- Ghosh, P. K. and M.Hossain. 1986. Combining ability of indigenous exotic crosses of rice. Exp. Genetics, 2(1-2): 47-50.

9- Griffing, B. 1956. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity, 10: 31-50.

10- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463-493.

- 11- Haque, M. M., M. N. I. Faridi, C. A. Razzaque and M. A. Newaz. 1981. Combining ability for yield and component characters in rice. *Indian J. Agric. Sci.* 51(10): 711-714.
- 12- Hayman, B. I. 1954. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, 10: 235-244.
- 13- Hayman, B. I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39: 789-809.
- 14- Hayman, B. I. 1958. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. *Heredity*, 12: 371-390.
- 15- Ismail, C. and M. Alvarez. 1986. Path coefficient and correlation analysis in half-cycle rice (*Oryza sativa L.*). *Cultivos Tropicales*, 8(2): 5-11.
- 16- Jinks, J. L. 1956. The F2 and backcross generations from a set of diallel crosses. *Heredity*, 10: 1-30.
- 17- Jones, J. W. 1938. The alkali test as a quality indicator of milled rice. *Madras J. Agric.* 3: 960-967.
- 18- Juliano, B. O. 1979. The Chemical Basis of Rice Quality. *Chemical Aspects in Rice Grain Quality*. IRRI. Los Banos, Philippines.
- 19- Juliano, B. O. 1985. *Rice Chemistry and Technology*. 2nd ed. IRRI. Los Banos, Philippines.
- 20- Kalaimani, S. and M. K. Sundram. 1988. Combining ability for yield and yield components in rice (*Oryza sativa L.*). *Madras J. Agric.* 75(3-4): 99-104.
- 21- Kaushik, R. P. and K. D. Sharma. 1988. Gene action and combining ability for yield and its component characters in rice under cold stress conditions. *Oryza*, 25(1): 1-9.
- 22- Koh, J. C. 1987. Studies on the combining ability and heterosis of F1 hybrids using cytoplasmic male sterile lines of rice (*Oryza sativa L.*). *Research Reports of the Rural Development Administration, Crops, Korea Republic*, 29(2): 1-21.
- 23- Mather, K. and J. L. Jinks. 1971. *Biometrical Genetics*. Chapman and Hall Ltd., London.
- 24- Sardana, S. and D. N. Borthakur. 1987. Combining ability for yield in rice. *Oryza*, 24(1): 14-18.
- 25- Singh, R. K. and B. D. Chaudhary. 1977. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. Kalyani Pub. Ludhiana, New Delhi.
- 26- Singh, S. P. and M. N. Shrivastava. 1982. Combining ability and heterosis in components of grain yield and panicle geometry in rice. *Indian J. Agric. Sci.* 52(5): 271-277.
- 27- Tomar, J. B. and J. S. Nanda. 1987. Genetics and correlation studies of gel consistency in rice. *Cereal Research Communications*, 15(1): 13-20.
- 28- Wu, S. T., T. H. Hsu, H. Sung and F. S. Thseng. 1986. Effects of selection on hybrid rice population in the first crop season and at different locations. II. Correlation and heritability values for agronomic characters in the F2. *J. Agric. and Forestry*, 34-35(1-2): 77-88.