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

رحیم هنرنژاد، علیرضا ترنگ و عبدالحسین شیخ حسینیان*

چکیده

هفت رقم ایرانی وخارجی برنج به صورت طرح "دی آلل یک طرفه "تلاقی داده شد. والدین تلاقیها، به همراه نتاج F2درقالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرارکشت وبرخی ازصفات کمّی وتعیین کننده کیفیت(نسبت طول به عرض شلتوک ودانه قهوه‌ای برنج، وزن برنج قهوه‌ای وسفید، وزن پوسته برنج، بازده تبدیل و درصد برنج خرد، عملکرد ارقام، درصدآمیلوز، دمای ژلاتینی شدن وغلظت ژل دانه برنج) درآنها اندازه‌گیری گردید.

تجزیه واریانس داده‌ها حاکی ازوجودتفاوتهای معنی داربین ژنوتیپ هاواثرات ترکیب پذیری عمومی برای کلیه صفات وترکیب پذیری خصوصی برای برخی صفات (نسبت طول به عرض شلتوک ودانه قهوه‌ای برنج، بازده تبدیل ودرصدبرنج خرد) بود.

تحلیل گرافیکی نتایج حاکی از وجود غالبیت جزئی درکنترل ژنتیکی صفاتی مانند نسبت طول به عرض شلتوک ودانه قهوه‌ای (بدون پوسته) برنج، عملکرد دانه، درصدآمیلوز، دمای ژلاتینی شدن وغلظت ژل می باشد. لذاگزینش برای این‌گونه صفات باتوجه به سهم نسبتا" زیاد اثرات افزایشی ژن هامیسر می‌باشد.

درکنترل ژنتیکی وزن برنج قهوه‌ای غالبیت کامل ووزن برنج سفیدو همچنین وزن پوسته برنج اثرات فوق غالبیت ژن هانقش تعیین کننده‌ای دارند. بنابراین باتوجه به سهم بیشتراثرات غیرافزایشی ژن ها، انتخاب برای این صفات نمی تواند چندان مفیدباشد. تفسیرنتایج حاصله حاکی‌ازکنترل ژنتیکی مقادیربیشتر طول به عرض شلتوک ودانه قهوه‌ای برنج، وزن برنج قهوه‌ای وسفید، عملکرددانه و درصد آمیلوز توسط ژن های مغلوب می‌باشد و کنترل مقادیر کمترآنهاتوسط ژن های غالب صورت می گیرد. برای نسبت طول به عرض شلتوک ودانه قهوه‌ای برنج، رقم دمسیاه و برای وزن برنج قهوه‌ای و سفید، رقم سپیدرودبیشترین ژن‌های مغلوب رادارا‌هستند. برای عملکرد دانه بیشتر، رقم IR 28و وزن پوسته کمتر، رقم سپیدرود بیشترین ژن‌های مغلوب رادارند.

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

مقدمه

تولید ارقام مختلف باعملکرد زیاد و همزمان با کیفیت مطلوب، ازجمله اهداف مهم اصلاح برنج تلقی می گردد. برنجهایی که درایران کشت می‌گردد ازگروه "ایندیکا"می باشند که باپابلندی ومحصول کم، لیکن صفات کیفی بسیارمطلوب مشخص می گردند. لذاسعی براین است که ضمن حفظ این گونه ارقام، عملکردآنهاراافزایش داده وازاین طریق نیازروزافزون کشوربه برنج راباتکیه برمنابع داخلی برآورده نمود.

بررسیهای ژنتیکی انجام شده نشان می دهدکه درکنترل

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

ژنتیکی عملکردواجزاءآن ، اثرات افزایشی وغیرافزایشی ژن ها نقش دارند(۲، ۴ و۲۴). درمواردزیادی، وجودتنوع ژنتیکی و ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برای عملکرد دانه وسایر صفات مرتبط باآن به اثبات رسیده‌است (۷، ۸، ۲۰، ۲۱، ۲۲ و۲۸). نتایج بررسیهای نسلF2 حاصل‌ازتلاقیهای دای آلل(۱۱) حاکی ازوجوداثرات‌افزایشی‌ژن هابرای عملکرددانه برنج می باشد. نتایج بررسیهای سینگ وشریواستاوا(۲۶) نشان دهنده وجود اثرات غیرافزایشی ژن‌هابرعملکرددانه دربوته ودانه در خوشه برنج‌است. بین عملکرددانه باتعدادخوشه درمترمربع، تعداد دانه‌های رسیده‌درخوشه‌و وزن‌هزاردانه باتعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه های رسیده در خوشه و وزن هزار دانه همبستگی مثبت گزارش شده‌است (۱۵). دراین رابطه تعداد دانه‌های رسیده در خوشه بیشترین همبستگی راباعملکرد دانه نشان می‌دهد.

بررسیهای به عمل آمده(۳) نشان می‌دهد که نسبت طول به عرض دانه قهوه‌ای برنج، که معیاری جهت دانه بلندی وکشیدگی آن محسوب می گردد، تحت تأثیراثرات افزایشی ژن ها و ژن‌هایی باغالبیت جزئی است. عواملی که کیفیت پخت برنج را معین می سازند عبارتندازمقدارآمیلوز(۸تا۳۳ درصد)، دمای ژلاتینی‌شدن(۱تا۷، که این دسته‌بندی بامقدار حقیقی دمای ژلاتینی شدن نسبت عکس‌دارد، یعنی رتبه پایین‌تردمای ژلاتینی بالاتری دارد) وغلظت‌ژل (۲۰تا۱۰۰میلیمترحرکت ژل). باتعیین طول حرکت ژل در داخل تیوب برحسب میلیمتر، نوع غلظت ژل تیمارهای مورد بررسی مشخص می شود. البته برای برنجهای ایرانی‌آمیلوز متوسط(۲۱تا۲۵ درصد)، دمای ژلاتینی شدن متوسط (۴تا۵ معادل ۷۰ تا۷۴ درجه سانتیگراد) وغلظت ژل متوسط(۴۰تا۶۰ میلیمتر) ونرم(۶۰تا۱۰۰ میلیمتر) مطلوب تلقی می‌گردد. لازم به ذکراست که دمای ژلاتینی شدن نسبت معکوس بازمان لازم‌برای‌پخت داشته وهمچنین‌ارقام‌برنج با آمیلوز یکسان می‌توانند دمای ژلاتینی شدن متفاوتی داشته باشند(۱و۱۹).

نتایج بررسیهای تومار و ناندا(۲۷) حاکی از وجود عمل 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 بااثرات اصلی وچندژن تغییردهنده‌کنترل می‌شود ولذا امکان انتخاب گیاهانی که دارای‌آمیلوز متوسط باشند، درنسلهای پیشرفته وجود دارد. این‌نتایج‌نشان‌می‌دهدکه‌برای غلظت ژل، ارقام ایرانی‌حسن سرایی وسنگ طارم دارای بیشترین ژن‌های غالب هستند.

هدف ازاین تحقیق بررسی رفتارهای اصلاحی‌از صفات کمّی و کیفی ارقام‌برنج می باشد، که می تواند در راستای ایجاد ارقام پر محصول ودرعین حال باکیفیت برنج به‌کارگرفته شود.

موادوروشها

باتوجه به مراجع علمی موجود در زمینه روشهای ژنتیک کمّی، مبنی براستفاده ازوالدین ونتاج نسل F2 درتجزیه و تحلیل دای‌آلل(۵، ۱۴، ۱۶ و۲۳)، بخشی‌ازبذور۲۱ نتاج نسلF2 حاصل ازتلاقی"دای‌آلل‌یک طرفه "بین ۷ رقم‌ایرانی وخارجی برنج به نامهای خزر، بینام، گیل ۱، دمسیاه، حسنی، IR 28و سپیدرود، درسال ۱۳۷۵به همراه والدها به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی، درکرتهایی به طول ۶ متروعرض ۰/۷۵ سانتیمتربافاصله ۲۵×۲۵ سانتیمتر(۷۲ بوته درهرکرت) به صورت تک نشاء و با۳ تکرار، درمؤسسه‌تحقیقات‌برنج کشور در رشت کشت وعملکردآنهاموردارزیابی قرارگرفت. ضمنا" بخش دیگری ازبذور نسلF2 و والدین تلاقیها برای تعیین خصوصیات مرتبط باکیفیت تکنولوژیک وغذایی برنج (نسبت طول به عرض شلتوک ودانه قهوه‌ای برنج، وزن برنج قهوه‌ای و سفید، وزن پوسته برنج، بازده تبدیل‌و درصدبرنج خرد و همچنین درصدآمیلوز، دمای ژلاتینی‌شدن وغلظت ژل دانه

برنج) اختصاص یافت.

۱۵۰گرم شلتوک به صورت یک نمونه تصادفی به وسیله دستگاه پوست کن آزمایشگاهی به برنج قهوه‌ای وسپس با دستگاه آسیاب به برنج سفیدتبدیل شد. نسبت طول به عرض شلتوک ودانه قهوه‌ای برنج وهمچنین وزن برنج قهوه‌ای وسفید و وزن پوسته‌برنج حاصل‌از ۱۵۰گرم‌نمونه‌تعیین گردیده، بازده تبدیل شلتوک به برنج (درصدبرنج سالم)محاسبه ودرصدبرنج خرد مشخص گردید. سپس برنج‌های سفیدبه‌آردتبدیل گردیده، برای اندازه‌گیری پارامترهای‌تعیین‌کننده‌کیفیت غذایی‌برنج مورد استفاده قرارگرفت. برای تعیین درصدآمیلوز دانه‌ازروش جولیانو(۱۸) استفاده گردید. برای درجه حرارت ژلاتینی‌شدن آزمون قلیایی(۱۷) به کارگرفته شدوبالاخره غلظت ژل باروش کاگامپانگ (۶) و با۲ تکراراندازه‌گیری گردید.

جهت تعیین اثرات ژن‌ها و ترکیب پذیری عمومی و خصوصی و وراثت پذیری صفات کمّی وتعیین کننده کیفیت برنج ازمدل‌افزایشی- غالبیت پیشنهادی هیمن(۱۲ و۱۳) و متد دوم گریفینگ (۹ و۱۰) استفاده شد. برای آزمون صحت فرضیات هیمن(۱۲) درموردمواداصلاحی تحت بررسی، که مهمترین آنهاعدم وجوداثرات متقابل غیرآللی (اپیستاتیک) بین ژن‌های والدین می‌باشد، ازمحاسبه ضریب رگرسیون کوواریانس والدین وردیفها(Wr) روی واریانس ردیفها(Vr) استفاده وآزمون فرض (β=۱)انجام شد.

باتوجه به گذشت یک نسل خودگشنی برای کلیه صفات مورد ارزیابی(ازF1بهF2) ونصف شدن مقادیرh وF، برای تخمین پارامترهای ژنتیکی‌از فرمول‌های‌پیشنهادی سینگ و چاودری (۲۵) استفاده‌شد. مجموع‌مربعات ژنوتیپ‌ها (درصورت معنی دار بودن) به دوبخش مجموع مربعات ترکیب پذیری عمومی و خصوصی تفکیک گردید، اثرات ترکیب پذیری عمومی برای هر والد وترکیب پذیری خصوصی برای هرتلاقی برآورد گردید. برای مقایسه میانگینها از رقم بینام به عنوان شاهد وآزمون LSD استفاده شد. برای آزمونهای معنی داربودن‌اثرات ترکیب پذیری عمومی والدهاوخصوصی تلاقیها از توزیعt وخطاهای استاندارد مربوطه(۱۰) استفاده گردید.

نتایج وبحث

درجدول ۱نتایج تجزیه واریانس صفات موردارزیابی ارقام و نسلهای F2 درج‌گردیده است. مجموع مربعات معنی‌داربرای ژنوتیپ‌ها حاکی ازوجودتنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای بین والدین ونتاج برای صفات موردبررسی می باشد. به همین ترتیب واریانس ترکیب‌پذیری عمومی برای‌کلیه صفات در سطح احتمال۱٪ازنظرآماری معنی‌دار گردیدکه نشانه وجود اثرات افزایشی وتوارث پذیری ژن‌هادرکنترل ژنتیکی آنهااست. لیکن واریانس ترکیب پذیری خصوصی صفات درهمه موارد معنی دار نبود و فقط درموردنسبت طول به عرض شلتوک و برنج قهوه‌ای، بازده تبدیل (درصدبرنج سالم) ودرصدبرنج خرد معنی دارشد، که نشان دهنده وجوداثرات غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل صفات مذکورمی باشد. البته بایدتوجه داشت که سهم اثرات افزایشی وغیرافزایشی ژن هادرشکل دهی صفات مذکور یکسان نبوده واین امربه خوبی ازنسبت میانگین مربعاتGCA به SCA قابل مشاهده است. برای مثال نسبت طول به عرض دانه قهوه‌ای برنج ۸:۱، وزن برنج قهوه‌ای۵:۱ وبالاخره وزن برنج سفید ۶۳:۱ می‌باشد(جدول ۱).

در جدول ۲ میانگین صفات موردارزیابی برای ارقام برنج درج شده است. بیشترین نسبت طول به عرض شلتوک وبرنج قهوه‌ای متعلق به رقم دمسیاه بود ورقم حسنی کمترین نسبت طول به عرض دانه را داشت. رقم سپیدرودبا ۱۱۸/۸۳ گرم برنج قهوه‌ای و ۱۰۴/۷۰ گرم برنج سفید(از۱۵۰گرم نمونه شلتوک) بیشترین مقداربرنج را داشت. این رقم کمترین وزن پوسته برنج را نیز دارا بود. ازبین ارقام موردآزمایش، بینام وحسنی با۵۹/۹۳ و ۵۸/۶۰ درصد بازده تبدیل، بیشترین مقداربرنج سالم را به دست داده‌اند ونیزکمترین مقداربرنج خرد را داشتند.

با توجه به این که ضریب رگرسیون کوواریانس نتاج

جدول ۱- تجزیه واریانس ۷ صفت کمّی ارقام مختلف و تلاقیهای آنها در برنج در یک سیستم دای آلل یک طرفه (میانگین مربعات)

منابع تغییرات	درجات آزادی	عملکرد دانه	نسبت طول‌به عرض شلتوک	نسبت طول به عرض دانه قهوه‌ای برنج	وزن برنج قهوه‌ای	وزن برنج سفید	وزن پوسته برنج	بازده تبدیل (درصد برنج سالم)	درصد برنج خرد
تکرار	۲	۰/۰۲۷۳	۰/۰۴۲	۰/۰۰۷۰۷	۲/۸۵۷	۱/۱۱۹	۱/۸۱۰	۱۸/۸۳	۲۲/۳۰
ژنوتیپ	۲۷	۱/۸۱۰**	۰/۳۷۶۶**	۰/۲۵۲۸**	۴/۵۰۱**	۱۰/۶۸۶**	۴/۵۰۶**	۷۳/۱۹**	۶۷/۵۹**
ترکیب پذیری عمومی (GCA)	۶	۵/۴۹۹**	۰/۴۱۹۹**	۰/۲۶۵۰**	۳/۸۵۵**	۱۵/۲۳**	۳/۸۵۳**	۲۲/۱۳**	۱۹/۸۷**
ترکیب‌پذیری‌خصوصی(SCA)	۲۱	۰/۷۵۶*	۰/۴۱۴۱**	۰/۰۳۲۸**	۰/۸۲۶۷	۰/۲۴	۰/۸۳۳	۲۵/۰۴**	۲۳/۳۲**
خطا	۵۴	۰/۴۰۱	۰/۰۲۸۷	۰/۰۱۵۱۹	۱/۷۳۹	۲/۳۸۱	۲/۳۸۱	۱۴/۱۱	۱۶/۳۶
MS_{GCA}/MS_{SCA}	-	۷:۱	۱:۱	۸:۱	۵:۱	۶۳:۱	۵:۱	۱/۱۳:۱	۱/۱۷:۱

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

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

رقم / صفت	میانگین عملکرد (کیلوگرم در قطعه)	نسبت طول به عرض شلتوک	نسبت طول به عرض برنج قهوه‌ای	وزن برنج قهوه‌ای (گرم در ۱۵۰ گرم شلتوک)	وزن برنج سفید (گرم در ۱۵۰ گرم شلتوک)	وزن پوسته (گرم در ۱۵۰ گرم شلتوک)	بازده تبدیل (درصد برنج سالم)	درصد برنج خرد
خزر	۳/۰۶	۴/۰۵**	۳/۸۷**	۱۱۳/۸*	۹۸/۵۶*	۳۶/۲۰*	۵۶/۲	۹/۵۰
بینام (شاهد)	۳/۲۸	۳/۴۵	۲/۸۶	۱۱۶/۰۷	۱۰۱/۵۰	۳۳/۹۳	۵۸/۶۰	۹/۱۰
گیل ۱	۳/۶۳	۳/۸۴*	۳/۳۷**	۱۱۵/۴۳	۱۰۰/۱	۳۴/۶۷	۵۱/۵۳*	۱۵/۲۳
دمسیاه	۲/۲۸	۴/۳۴**	۳/۸۰**	۱۱۵/۰	۱۰۱/۸۶	۳۵/۰۰	۵۴/۹۳	۱۲/۹۶
حسنی	۲/۲۸	۲/۶۶**	۲/۴۰**	۱۱۵/۲۳	۱۰۲/۰۶	۳۴/۷۷	۵۹/۹۳	۸/۱۰
IR 28	۲/۱۸	۳/۹۵**	۳/۲۹**	۱۱۶/۱۷	۱۰۱/۸۶	۳۳/۸۳	۵۴/۵۰	۱۳/۴۶
سپید رود	۴/۵۱*	۴/۱۸	۳/۴۷	۱۱۸/۸۳	۱۰۴/۷۰	۳۱/۱۷	۵۴/۳۶	۱۵/۴۰
میانگین هیبریدها	۳/۲۰±۰/۷۹	۳/۷۵±۰/۲۷	۳/۲۲±۰/۲۲	۱۱۵/۸۴±۱/۱۴	۱۰۲/۲۸±۱/۸۹	۳۴/۱۶±۱/۱۴	۵۵/۲۴±۵/۵۲	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	۴۱/۳۳-۶۲/۶۶	۵/۸۳-۲۸/۲۶
LSD 5%	۱/۱۱	۰/۲۸	۰/۲۰	۲/۱۷	۲/۵۳	۲/۱۹	۶/۱۴	۶/۶۰
LSD 1%	۱/۴۸	۰/۳۷	۰/۲۷	۲/۸۹	۳/۳۷	۲/۹۲	۸/۱۶	۸/۷۷

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

باوالدمشترک آنها(Wr) روی واریانس ردیفها(Vr) با واحد تفاوت معنی داری نداشت، ولی باصفرتفاوت قابل ملاحظه نشان داد، می‌توان چنین نتیجه گرفت که فرضیات مدل افزایشی- غالبیت (خالص بودن والدین، عدم وجود اثرات سیتوپلاسم مادری، عمل مستقل ژن‌های غیرآلل، عدم وجود آلل های چندگانه، توزیع مستقل ژن هادروالدین، ضریب خویش آمیزی معادل یک، وجودتفکیک صفات به صورت دیپلوئیدمعمولی) در مورد همه صفات مواداصلاحی موردبحث صادق بوده ولذا انجام تجزیه دی آلل درموردآنهابلامانع می باشد.

بررسیهای به عمل آمده درمورد ساختار ژنتیکی وچگونگی کنترل ژنتیکی صفات موردارزیابی حاکی ازاین است که نسبت طول به عرض دانه شلتوک تحت تأثیر اثرات غالبیت جزئی ژن‌هاست (شکل 1b). پراکنش والدهادرامتداد خط رگرسیون حاکی از وجود بیشترین ژن های غالب دررقم گیل ۱، برای نسبت طول به عرض دانه شلتوک است، درحالی که دمسیاه بیشترین ژن های مغلوب رابرای این صفت دارد. وضعیت نسبت طول به عرض دانه قهوه‌ای برنج (شکل 1a) تاحدودی ازنتایج فوق الذکرپیروی می نماید، بدین ترتیب که دراینجانیزنقش غالبیت جزئی ژن هادرکنترل ژنتیکی صفت مذکورمحرز می‌باشد. باتوجه به مندرجات جدول ۲ و شکل ۱ چنین استنباط می‌شود که صفت دانه بلندی برنج توسط ژن های مغلوب کنترل شده ودانه کوتاهی درکنترل ژنتیکی ژن های غالب است.

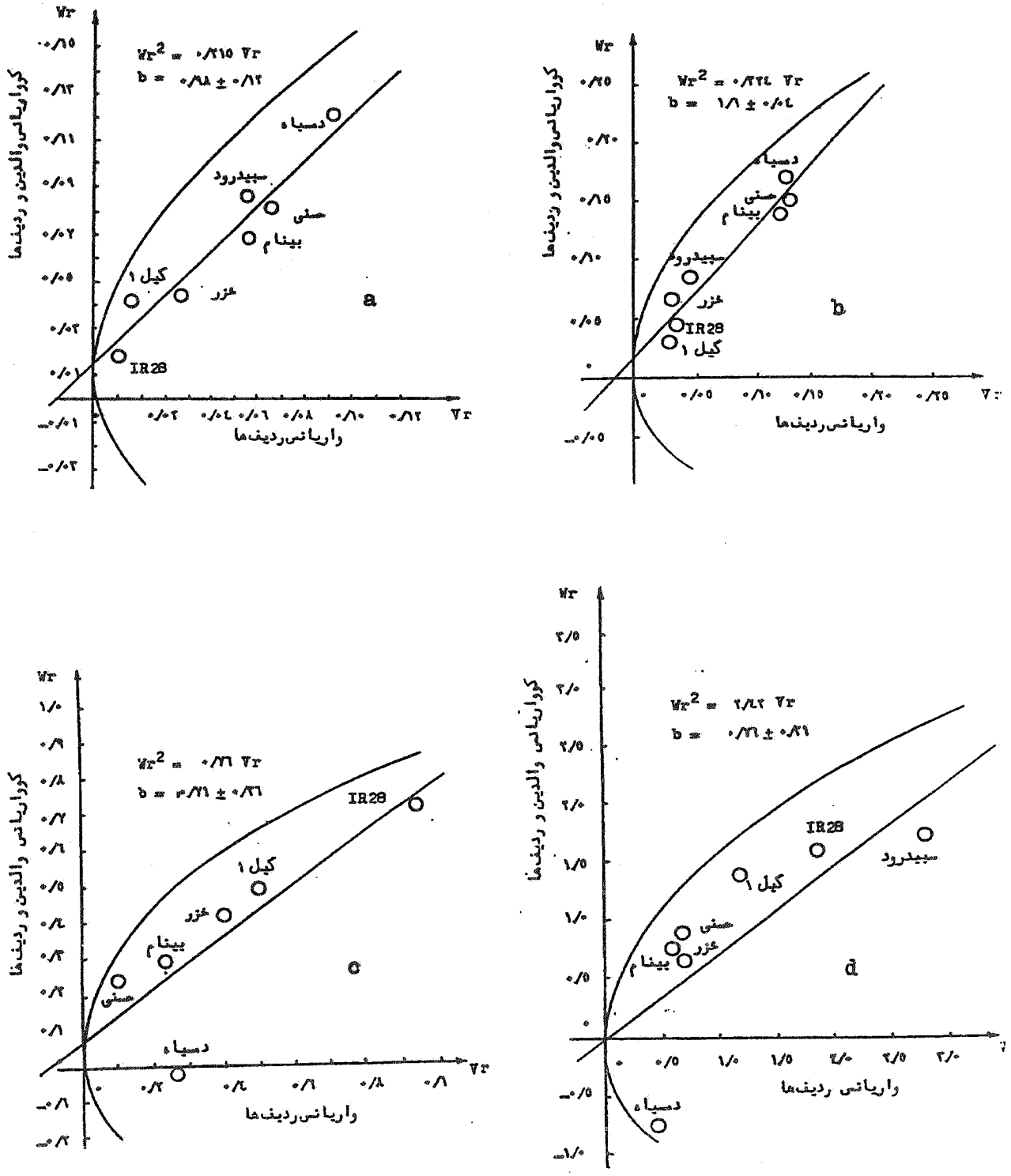
وجود غالبیت جزئی درکنترل ژنتیکی طول به عرض شلتوک و دانه قهوه‌ای برنج که نشانه اثرات افزایشی ژن‌ها می‌باشد، توارث پذیری خصوصی زیادی رابه این صفت بخشیده، به ترتیبی که می توان به یک گزینش موفقیت‌آمیز برای دانه بلندی کاملا"امیدواربود. لازم به ذکراست که بررسیهای قبلی (۳) نیزمؤید همین نتیجه‌گیری بوده وبرای صفت طول به عرض دانه قهوه‌ای برنج توارث پذیری تا۸۲٪ برآورد گردیده‌است.

در شکل d ۱روابط ژنتیکی مربوط به وزن برنج قهوه‌ای نشان داده شده‌است، که حاکی ازکنترل ژنتیکی صفت مذکور توسط اثرات غالبیت کامل ژن هامی باشد. لذاتوارث پذیری این صفت به میزان ۰/۳۹ برآوردگردیده است. پراکنش ارقام درامتداد خط رگرسیون حاکی‌ازوجودبیشترین ژن های غالب دررقم دمسیاه وبیشترین ژن‌های مغلوب درسپیدرود می‌باشد. باتوجه به مندرجات جدول ۲ وشکل 1d، که نشان دهنده‌بیشترین وزن برنج قهوه‌ای برای رقم سپیدرود وکمترین وزن آن برای رقم خزر می‌باشد، می‌توان چنین استنباط نمودکه وزن بیشتربرنج قهوه‌ای در کنترل ژن‌های مغلوب و وزن کمترآن درکنترل ژن های غالب است.

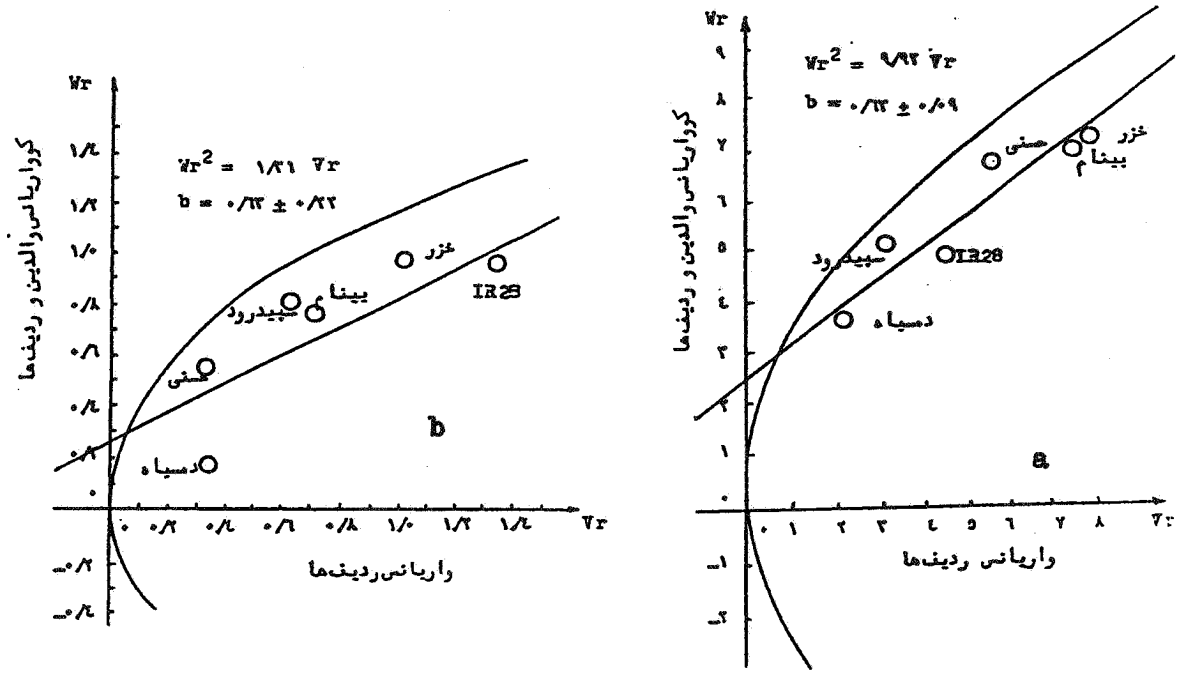
روابط ژنتیکی مربوط به تحلیل گرافیکی نتایج وزن برنج سفید و وزن پوسته برنج (شکل نشان داده نشده) حاکی ازاثرات فوق غالبیت ژن هادرکنترل ژنتیکی این صفات بوده وتوارث پذیری محدودی به ترتیب ۰/۲۴ و ۰/۳۹ برای آنها برآورد گردیده است .

به نظرمی رسدباتوجه به جدول ۲ ونتایج مربوط به تحلیل گرافیکی نتایج بتوان چنین استنباط نمودکه وزن زیادبرنج سفید، مثل برنج قهوه‌ای درکنترل ژن های مغلوب و وزن کم آن درکنترل ژن های غالب باشد. البته ذکراین نکته ضروری به نظرمی‌رسد که موارد فوق غالبیتهای یاد شده می‌توانداز‌نوع غالبیت کاذب و ناشی ازپیوستگی ژن هانیزباشد.

از طرف دیگرمقدارزیادوزن پوسته درکنترل ژن های غالب و مقدار کم آن درکنترل ژن های مغلوب است. باتوجه به مقادیر ترکیب پذیری معنی دارارقام(جدول۳) می توان چنین نتیجه گرفت که ارقام خزر، گیل ۱، دمسیاه وسپیدرود باداشتن GCA مثبت ومعنی دارمی توانندباعث افزایش نسبت طول به عرض شلتوک درنتاج گشته ولذابه عنوان والدین دهنده صفت مذکور مورد توجه باشند. به همین ترتیب رقم سپیدرودباGCA مثبت و معنی دار خود می‌تواند موجب افزایش وزن برنج قهوه‌ای درنتاج گردد. بالعکس ارقام خزر و دمسیاه می‌توانند سبب افزایش وزن پوسته درنتاج گردند. ارقام دمسیاه وخزرباGCA منفی ومعنی‌دار خود برای درصد کمتر برنج خرد، امید به انتقال این صفت مطلوب به نتاج راتاحدودی فراهم نموده‌اند.



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 Wr/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*
حسنی	-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 ۵٪

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

تلاقیها/صفات	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
بینام × حسنی	۰/۲۰*	۰/۲۱*	-۰/۹۰	۰/۳۹	-۰/۰۲	۰/۲۹	۱/۳۷
گیل ۱ × خزر	-۰/۰۵	-۰/۱۴*	-۰/۰۴	-۱/۰۹	۰/۰۱	-۳/۷۲*	۴/۵*
دمسیاه × خزر	-۰/۱۰	-۰/۲۴*	۱/۶۰*	۲/۵۱*	-۱/۵۹*	۴/۹۲*	-۱/۸۴
حسنی × خزر	۰/۱۳*	-۰/۰۱	-۰/۰۱	۱/۸۱*	۰/۰۲	۵/۷۸*	-۳/۱۳
IR 28 × خزر	-۰/۲۵*	-۰/۰۱	-۰/۹۳	-۱/۶۹*	۰/۹۴	-۳/۰۷	۳/۳۲
سپیدرود × خزر	-۰/۰۸	۰/۱۳*	۰/۰۳	-۰/۱۰	-۰/۰۲	-۱/۳۲	۲/۶۸
گیل ۱ × بینام	۰/۳۴*	۰/۱۰	-۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۳۰	-۰/۷۸	۲/۳۲
دمسیاه × بینام	۰/۰۲	-۰/۲۷*	-۰/۳۸	-۰/۴۴	۰/۳۹	۵/۱۳*	-۳/۹۹
حسنی × بینام	-۰/۰۷	۰/۰۶	۱/۱۱	۱/۳۳	-۱/۱۰	-۱۴/۱۷*	۱۶/۴۶*
IR 28 × بینام	-۰/۰۷	۰/۰۲	-۰/۶۹	۰/۲۹	۰/۷۰	۳/۷۲*	-۲/۱۲
سپیدرود × بینام	-۰/۰۶	۰/۱۸*	-۰/۴۶	۰/۲۱	۰/۴۷	۰/۲۶	۱/۳۳
دمسیاه × گیل ۱	۰/۰۶	۰/۱۴*	۰/۰۱	۰/۲۶	۰/۰	۰/۰۶	۱/۵۵
حسنی × گیل ۱	۰/۲۱*	۰/۲۰*	-۰/۰۶	-۱/۹۸*	۰/۰۵	-۸/۵۸*	۸/۷۰*
IR 28 × گیل ۱	۰/۰۱۰	۰/۰	۱/۰۸	۰/۶۱	-۱/۱۰	۴/۳۷*	-۲/۵۵
سپید رود × گیل ۱	-۰/۰۷	-۰/۱۲*	۰/۷۰	۱/۳۷*	-۰/۷۲	۲/۷۴	-۰/۴۱
حسنی × دمسیاه	-۰/۲۳*	-۰/۰۶	۰/۳۱	۱/۰۸	-۰/۳۰	۲/۱۳	-۰/۰۸
IR 28 × دمسیاه	-۰/۲۱*	-۰/۱۸*	-۰/۴۱	۱/۲۶	۰/۴۲	-۴/۷۸*	۵/۴۰*
سپیدرود × دمسیاه	-۰/۲۴*	-۰/۰۳	-۲/۳۸*	-۲/۵۰*	۲/۳۹*	-۱/۶۸	۱/۴۵
IR 28 × حسنی	۰/۲۴*	۰/۲۵*	۰/۷۷	۰/۹۷	-۰/۷۶	۲/۳۴	-۰/۲۸
سپیدرود × حسنی	۰/۱۱	-۰/۲۰*	-۰/۴۳	۰/۰۳	۰/۴۴	۲/۹۸	-۱/۵۳
سپیدرود × IR 28	۰/۲۹*	-۰/۰۸	۰/۸۷	۱/۹۶*	-۰/۸۶	۰/۸۰	۱/۹۱
خطای معیار ($S.E._{sij}$)	۰/۰۵۷	۰/۰۵۴	۰/۵۸	۰/۶۸	۰/۵۹	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 ژن ها	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

ازجمله تلاقیهایی که ازنظرنسبت طول به عرض شلتوک و برنج قهوه‌ای ترکیب پذیری خصوصی مثبت ومعنی داری نشان داده‌اند (جدول ۴)، می توان به بینام × خزر، حسنی × گیل ۱ و IR28 × حسنی اشاره نمود. این تلاقیها می‌توانند برای گزینش لاین‌های دانه بلند مورداستفاده قرارگیرند. ازنظر 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 ومعنی دارهستند و می توانند منشأ لاین های باوزن برنج سفیدبیشترباشند.

درکنترل ژنتیکی عملکردارقام اثرات غالبیت جزئی تعیین کننده می‌باشد، به ترتیبی که سهم‌اثرات‌افزایشی بیش ازاثرات غیر افزایشی بوده ولذاتوارث پذیری خصوصی به میزان ۳۸ ٪ برآورد گردیده‌است. پراکنش ارقام درامتداد خط رگرسیون حاکی ازبیشترین ژن‌های غالب رقم دمسیاه و بیشترین ژن‌های مغلوب رقم IR 28 برای عملکرددانه است. درکنترل ژنتیکی درصد آمیلوزدانه برنج اثرات غالبیت جزئی نقش تعیین کننده‌ای دارد (شکل ۲a). درحالی که برای این صفت رقم دمسیاه بیشترین ژن‌های غالب رانشان می دهد، وارقام خزر وبینام دارای بیشترین ژن های مغلوب هستند. به همین ترتیب برای درصد آمیلوز سپیدرود و IR 28 دارای ژن های غالب بیشتر وحسنی دارای ژن های مغلوب بیشتری می باشد.

اثرات غالبیت جزئی ژن هانقش تعیین کننده‌ای برای دمای ژلاتینی شدن دارد(شکل ۲b)، به ترتیبی‌که وجودسهم قابل توجه اثرات افزایشی ژن هامی تواند موجبات توارث پذیری بالای این صفت رافراهم آورد. برای صفت دمای ژلاتینی شدن رقم دمسیاه بیشترین ژن های غالب رادارابوده ورقم IR 28 بیشترین ژن های مغلوب رانشان می دهد. باتوجه به این‌که دمای ژلاتینی شدن ارقام دمسیاه و IR 28 به ترتیب ۴/۲ و ۰/۷ است، می‌توان چنین استنباط نمودکه مقادیر متوسط دمای ژلاتینی (۵-۳) درکنترل ژن های غالب ومقادیرپایین آن (بیش از ۵) درکنترل ژن های مغلوب می‌باشد. لازم به ذکراست که رتبه بندی فوق بامقدارحقیقی دمای ژلاتینی شدن نسبت عکس دارد.

نتایج اندازه گیری غلظت ژل(حرکت ژل به میلیمتر) برای ارقام موردبررسی، حاکی ازوجود غالبیت جزئی ژن‌ها درکنترل ژنتیکی صفت مذکورمی باشد و رقم IR 28 بابیشترین ژن های غالب ورقم خزربابیشترین ژن های مغلوب مشخص گردیده‌اند. بقیه

ارقام کم وبیش یک وضعیت حد واسطی رااتخاذ می‌نمایند.

باتوجه به این‌که خزر دارای غلظت ژل به میزان ۷۲ بوده و IR 28 دارای غلظت ژل۴۲ می باشد، می‌توان چنین استنباط نمود که صفت غلظت ژل بالا(نرمی دانه پخته شده) توسط ژن‌های غالب وغلظت ژل پایین (سختی دانه پخته شده) توسط ژن های مغلوب کنترل می گردد.

در جدول ۵ خلاصه نتایج به دست آمده ازتلاقیهای دای آلل برنج درج شده‌است.

وجود اثرات غالبیت جزئی ، درکنترل صفاتی مانند نسبت طول به عرض شلتوک ودانه قهوه‌ای برنج وهمچنین درعملکرد دانه، حاکی ازسهم بیشتراثرات افزایشی ژن هادرشکل گیری این صفات می‌باشد، به ترتیبی که زمینه یک گزینش موفقیت آمیز برای این گونه صفات نسبتا"فراهم‌می‌باشد.

برای صفات تعیین کننده کیفیت پخت برنج مانند درصد آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن وغلظت ژل اثرات غالبیت جزئی ژن‌ها مشاهده شدکه زمینه توارث پذیری لازم رابرای این گونه صفات فراهم می نماید، به ترتیبی که بتوان لاین های بادمای ژلاتینی مناسب (۳ تا۵ وبیشتر) وغلظت ژل مطلوب (۴۰ تا۶۰ میلیمتر و بیشتر) راگزینش نمود. این مسأله درمورد درصد آمیلوز ژنوتیپ هانیزصادق است، زیراباتوجه به سهم بیشتر اثرات افزایشی ژن هادرکنترل ژنتیکی این صفت، می توان به گزینش لاین های باآمیلوزمطلوب (۲۰ تا۲۵ درصد) امیدواربود.

تشکروقدردانی

هزینه اجرای این طرح ازاعتبارات حوزه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه گیلان تأمین گردیده که بدین وسیله سپاسگزاری می گردد. نیزازمساعدت وهمکاری مدیریت و کارکنان محترم مؤسسه تحقیقات برنج کشور(رشت)، به خصوص بخش اصلاح بذرتشکروقدردانی می گردد.

منابع مورد استفاده

۱ـ فرخ زاد، ف. ۱۳۷۲.کیفیت پخت ومصرف برنج یک ضرورت انکارناپذیر. مجموعه مقالات (گاهنامه)سازمان برنامه وبودجه استان گیلان، سال اول، شماره دوم، صفحه ۹۱ تا۱۲۳.

۲ـ نعمت زاده، ق.، م.ع. وهابیان، ع. خواجه نوری وک. عباسخانی دوانلو. ۱۳۶۲. اثرات ژن وقابلیت ترکیب پذیری برای صفات کمی وکیفی دربرنج. اولین گردهمایی برنامه ریزی برنج کشور، گچساران.

۳ـ هنرنژاد، ر. ۱۳۷۳. خصوصیات ژنتیکی وقابلیت ترکیب‌پذیری واریته های برنج *(Oryza sativa L.)*. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد۲۵، شماره ۴، صفحه ۳۱ تا۵۰.

۴ـ هنرنژاد، ر. ۱۳۷۵.برآورداثرژن هاوترکیب پذیری برخی ازصفات کمی برنج به روش دی آلل. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد۲۷، شماره۲، صفحه ۴۵ تا۵۷.

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 Foresty, 34-35(1-2): 77-88.