

تعیین عمل ژن ها و وراثت پذیری بعضی از صفات مرتبط با کیفیت برنج با استفاده از تجزیه و تحلیل گرافیکی دای آلل

احمد علی شوشی دزفولی^۱ و رحیم هنرنژاد^۲

۱، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول ۲، دانشیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
تاریخ پذیرش مقاله ۸/۷/۸۴

خلاصه

بمنظور بررسی عمل ژن و وراثت پذیری بعضی از صفات مرتبط با کیفیت در ارقام مختلف برنج، پنج لاین خالص از ارقام اصلاح شده خارجی، داخلی و محلی شامل ارقام IR28، گیل ۳، دم سیاه، غریب و سنگ جو در قالب یک طرح دای آلل ناقص با هم تلاقی داده شدند. در مرحله بعد تنوع صفات میزان آمیلوز دانه، دمای ژلاتینی شدن و قوام ژل دانه برنج برای همه ژنوتیپها (والدین و F1 ها) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس اختلاف معنی داری را برای تمام صفات مورد بررسی نشان داد به دلیل عدم تحقق فرضیات دای آلل برای صفت دمای ژلاتینی شدن تجزیه و تحلیل دای آلل در مورد این صفت انجام نگرفت. تجزیه ژنتیکی صفت میزان آمیلوز دانه بیانگر سهم بیشتر عمل افزایشی نسبت به عمل غالبیت ژنها بود، به علاوه وراثت پذیری خصوصی بالای برآورد شده برای صفت مذکور بیانگر پتانسیل بالای انتخاب برای این صفت بود. برای صفت قوام ژل دانه در ارقام برنج مورد مطالعه نقش عمل غالبیت ژنها بیشتر از عمل افزایشی ژنها بود، بنابراین بعنوان یک عامل مطلوب گزینش نمی تواند مد نظر به نژادگران نبات باشد و صرفاً در رابطه با تولید رقم های هیبرید F1 می تواند حائز اهمیت باشد.

واژه های کلیدی: برنج، تجزیه دای آلل، عمل ژن، آمیلوز، قوام ژل

مقدمه

کیفیت برنج یک صفت نسبی است که با توجه به سلیقه مصرف کنندگان تعریفی که از آن می شود متفاوت است مثلاً مصرف کنندگان آلمانی برنج هایی را که راحت پخته می شوند می پسندند در حالیکه طول دانه و طعم و خواص کیفی که برای مصرف کنندگان آسیایی مطرح است، برای این مصرف کنندگان اهمیت چندانی ندارد. آمریکایی ها برنج با درصد کم خرد را می پسندند و ایتالیایی ها و ژاپنی ها برنج های که بعد از پخت چسبنده هستند دوست دارند و مصرف کنندگان پاکستان و آسیای میانه ارقام با عطر زیاد را ترجیح می دهند (۲). همه صفات مربوط به کیفیت برنج تحت تاثیر عوامل مختلف مثل نوع

رقم، شرایط خاک، آب و هوا، بیماریها، روش برداشت، روش خشک کردن و تبدیل قرار دارند (۷). صفات کیفی برنج به دو دسته تقسیم می شوند صفات مربوط به دانه و صفات مربوط به کیفیت دانه (۷). صفات مربوط به کیفیت دانه خود به سه دسته بزرگ تقسیم می گردد ۱- کیفیت تبدیل ۲- کیفیت پخت و خوراک ۳- کیفیت غذایی (ارزش غذایی). سه عامل مهم، کیفیت پخت برنج را معین می سازند این سه عامل عبارتند از مقدار آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن و قوام ژل. امروزه به برکت پیوند دانشهای ریاضی و بیولوژی با علم ژنتیک به نژادگران مجموعه تحسین برانگیزی از روشها را برای تعیین اثرات متقابل یکایک اجزاء ژنها و آللها در اختیار دارند و به کمک این روشها،

و همچنین قوام ژل متوسط بر قوام ژل نرم غالبیت داشت. در این تحقیق نیز جهت شناخت ساختار ژنتیکی صفات مرتبط با کیفیت برنج و تعیین نوع عمل ژن‌های کنترل کننده صفات مورد بررسی و تعیین میزان وراثت‌پذیری آنها، ارقام متنوعی از لاینهای برنج به عنوان والدین (از لاین‌های موجود در مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت) بصورت تصادفی انتخاب گردید و براساس تجزیه دای آلل به روش هیمن (۴) مورد بررسی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

برای بررسی‌های ژنتیکی انتخاب والدین مورد بررسی باید شکلی انجام گیرد که برآوردی درست از جمعیت متنوع حقیقی باشند. در عمل بمنظور تحقق این موضوع انتخاب رقم بطور تصادفی انجام می‌پذیرد از این رو تعداد پنج رقم برنج بطور تصادفی از کلکسیون لاینهای برنج مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت شامل رقم‌های بومی، اصلاح شده داخلی و خارجی انتخاب گردید. رقم‌های بومی شامل دم سیاه، غریب و سنگ جو و رقم اصلاح شده داخلی گیل ۳ و رقم خارجی لاین IR28 بودند. در ابتدا ارقام مورد آزمایش، در موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت در قالب یک دای آلل ناقص به صورت دو به دو با هم تلاقی داده شد و صفات کیفی مورد نظر برای والدین و F1 های بدست آمده اندازه‌گیری شد. صفات مورد بررسی در این آزمایش سه عامل مهم کیفیت پخت برنج شامل مقدار آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن و قوام ژل بودند. جهت تعیین میزان آمیلوز از روش استاندارد که در مرکز تحقیقات بین المللی برنج در فیلیپین مورد استفاده قرار می‌گیرد استفاده شد (۸). برای اندازه‌گیری درصد آمیلوز روش کار کلاً به دو مرحله تقسیم می‌گردد در مرحله اول آماده سازی نمونه‌ها و استانداردها برای اندازه‌گیری آمیلوز انجام گرفته و در مرحله بعد با استفاده از نمونه‌های استاندارد، اندازه‌گیری آمیلوز انجام می‌پذیرد. در این آزمایش از آرد برنج سپید رود به عنوان استاندارد آزمایش و از آرد سفید ارقام IR8 و IR24 به عنوان شاهد استفاده شد. جهت اندازه‌گیری قوام ژل نیز با استفاده از اتانول ۹۵ درصد مخلوط با ۰/۲۵٪ تیمول بلو و محلول هیدروکسید پتاسیم ۰/۲ نرمال، از

پارامترها و روابط بین ژن‌های کنترل کننده صفات را برآورد می‌نمایند (۱). از بین این روش‌ها، روش تجزیه و تحلیل دای آلل به عنوان روشی بسیار قوی و کارا به منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی همچون وراثت‌پذیری، عمل ژن‌ها، ترکیب‌پذیری خصوصی و عمومی و تعیین میزان هتروزیس استفاده می‌شود. روش تلاقی دای آلل ابتدا توسط اسپراگو و تاتوم (۱۹۴۱) گزارش گردید. استفاده از این روش با ارائه نظریات جینکز و هیمن و سپس گریفینگ که کاربرد آنرا در ژنتیک بیان کردند موجب استفاده گسترده‌ای از آن در اصلاح نباتات گردید. شوباشکانتی و موسینا (۱۹۸۵) دریافتند که با توجه به نوع تلاقی‌ها، مقدار آمیلوز دارای وراثت با غالبیت جزئی یا فوق غالبیت است و وراثت پذیری بالا برای این صفت نشان دهنده انتخاب موفق برای این صفت می‌باشد. نعمت زاده (۱۹۸۷) پس از تلاقی پنج رقم برنج در قالب یک طرح دای آلل کامل برای صفت قوام ژل عمل فوق غالبیت ژن‌ها را برآورد کرد. کو و لیو (۱۹۸۹) با استفاده از تجزیه داده‌های حاصل از یک دای آلل ۵ × ۵ نشان دادند که سهم اثرات افزایشی نسبت به غالبیت برای میزان پروتئین دانه، میزان آمیلوز و شاخص پراکندگی گچی بودن بیشتر بود ولی در مورد قوام ژل غالبیت کامل وجود داشت. لی کزینگ فانگ و همکاران (۱۹۹۸) وراثت‌پذیری و ترکیب‌پذیری صفات مرتبط با کیفیت در برنج با استفاده از یک تلاقی دای آلل، شامل ۱۰ والد مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که میزان آمیلوز و دمای ژلاتینی شدن به طور عمده با اثرات افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود. زمان و صدیق (۱۹۸۵) یک طرح دای آلل را با استفاده از شش والد، F1 و (F2 بدست آمده به صورت تک دانه) اجرا کردند و دریافتند که برای صفت قوام ژل برنج سفید پخته عمل افزایشی ژن‌ها سهم بیشتری نسبت به عمل غیر افزایشی داشت. شنجیانگ (۱۹۸۹) چگونگی وراثت قوام ژل را با استفاده از یک دای آلل کراس کامل با شش والد که دارای قوام ژل نرم، متوسط و سخت بودند، بررسی کرد، آنالیز تک دانه برای والدین، F1، F2، B1F1 و B2F1 انجام شد و نتایج بدست آمده نشان داد که صفت قوام ژل با یک تک ژن با اثرات بزرگ و چند ژن با اثرات کوچک یا تغییر دهنده کنترل می‌شد و قوام ژل سخت بر قوام ژل متوسط و نرم غالبیت داشت

تجزیه واریانس برای ۳ صفت کمی اندازه‌گیری شده حاکی از وجود تفاوت‌های معنی‌دار بین ژنوتیپها و همچنین هیبریدهای برنج بود (جدول شماره ۴ و ۵). نظر به اینکه شیب خط $Wt-Vt$ برای سه صفت مورد مطالعه دارای تفاوت معنی‌دار با یک بوده و همچنین تفاوت آن با صفر معنی‌دار بود استنباط می‌شود که فرضیات دای الل برای مدل هیمن که مهمترین آنها عدم وجود اپیستازی یا اثرات متقابل ژن‌های کنترل‌کننده صفات است صادق نمی‌باشد. برای رفع این مشکل در مرحله اول از عمل تبدیل داده‌ها (تبدیل به لگاریتم، تبدیل به جذر، تبدیل به ارک سینوس و غیره) استفاده شد. که در مورد هیچیک از صفات نامبرده شده باعث تحقق فرضیات دای الل نشد در مرحله بعد بناچار اقدام به حذف والد گردید.

جدول ۱- میانگین قوام ژل اندازه‌گیری شده بر اساس طول ژل حرکت کرده در لوله محیط کشت (میلی‌متر) برای والدین و هیبریدها

والدین	IR28	سنگ جو	غریب	دم سیاه
IR28	۳۹	۳۳	۳۷	۳۰
سنگ جو	۳۳	۷۰	۵۵	۶۷
غریب	۳۷	۵۵	۶۴	۵۶
دم سیاه	۳۰	۶۷	۵۶	۸۳/۵

جدول ۲- میانگین آمیلوز محاسبه شده (درصد) برای والدین و هیبریدها

والدین	IR28	سنگ جو	غریب	دم سیاه
IR28	۲۸/۵۵	۲۵/۲۳	۲۴/۹۴	۲۴/۰۳
سنگ جو	۲۵/۲۳	۲۲/۵	۲۱/۳۷	۲۰/۷۹
غریب	۲۴/۹۴	۲۱/۳۷	۲۱/۵۶	۲۰/۹۷
دم سیاه	۲۴/۰۳	۲۰/۷۹	۲۰/۹۷	۲۰/۷۳

جدول ۳- آزمون نرمال بودن داده‌های مربوط به میزان آمیلوز و قوام ژل اندازه‌گیری شده

نام صفت	skewness	میزان t محاسبه شده	kurtosis	میزان t محاسبه شده
میزان آمیلوز	۰/۸۹۶۱ns	۱/۵۸۸	۰/۲۲۰۳ns	۰/۲۰۱۹
قوام ژل اندازه‌گیری شده	۰/۲۶۱۴ns	۰/۴۶۳۳	-۱/۱۱۸ns	-۱/۰۲۴۹

ns = اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

روی طول ژل حرکت کرده در لوله محیط کشت، میزان قوام ژل براساس میلی‌متر برآورد شد (۸). در این روش نیز وارسته برنج خزر و سپیدرود به عنوان شاهد‌های آزمایش به کار رفتند. بمنظور اندازه‌گیری دمای ژلاتینی شدن یا دمای آبی که در آن گرانولهای نشاسته در دانه برنج شروع به انبساط غیر قابل برگشت می‌کنند از روی میزان تاثیر محلول هیدروکسید پتاسیم ۱/۷ درصد بر روی نمونه‌های برنج استفاده شد و تیمارهای مورد بررسی به صورتی که در پایین آورده شده است رتبه‌بندی شدند (۸).

۱- محلول هیدروکسید پتاسیم کاملاً بی‌تاثیر ودانه‌ها سالم، نمونه دارای دمای ژلاتینی شدن با رتبه شماره ۱

۲- دانه‌ها سالم و متورم، نمونه دارای دمای ژلاتینی شدن با رتبه شماره ۲

۳- دانه‌ها متورم گردیده و لایه خارجی سست و نازک شده است، نمونه دارای دمای ژلاتینی شدن با رتبه شماره ۳

۴- دانه‌ها متورم با ترک‌های عرضی و زمینه ابری سیر، نمونه دارای دمای ژلاتینی شدن با رتبه شماره ۴

۵- دانه‌ها خمیده و دارای ترک‌های طولی و عرضی شده و لایه خارجی به طور کامل داخل محلول شده، نمونه دارای دمای ژلاتینی شدن با رتبه شماره ۵

۶- دانه‌ها کاملاً پاشیده، نمونه دارای دمای ژلاتینی با رتبه شماره ۶

۷- دانه‌ها کاملاً حل شده و اثری باقی نگذاشته‌اند، نمونه دارای دمای ژلاتینی با رتبه شماره ۷

پس از اندازه‌گیری صفات مورد بررسی، تجزیه ژنتیکی دای الل به روش جینکز و هیمن انجام شد و برای این تجزیه ژنتیکی از نرم افزار D2 استفاده شد.

نتایج و بحث

به منظور تجزیه و تحلیل دای الل ابتدا نرمال بودن داده‌های صفات مورد بررسی مورد آزمون قرار گرفت پس از اثبات نرمال بودن داده‌ها (جدول شماره ۳)، معنی‌دار بودن تفاوت بین تیمارها با استفاده از تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده برای هر یک از خصوصیات مورد بررسی مورد آزمون قرار گرفت. نتایج

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات قوام ژل و مقدار آمیلوز

(با ۴ والد و ۶ هیبرید F ₁)			
منابع تغییرات	درجه آزادی	مربع میان آمیلوز	مجدورات قوام ژل
تیمار	۹	۱۳/۲۶**	۶۵۰/۷۲*
خطا	۲۰	۲/۲	۶۸/۴۵

جدول ۵- تجزیه واریانس صفت دمای ژلاتینی شدن

(با ۵ والد و ۱۰ هیبرید F ₁)		
منابع تغییرات	درجه آزادی	مربع مجدورات دمای ژلاتینی شدن
تیمار	۱۴	۱۴/۲**
خطا	۳۰	۲/۲۲

جدول ۶- پارامترها و روابط ژنتیکی برای صفات میزان آمیلوز و قوام ژل

پارامترها و روابط ژنتیکی	میزان آمیلوز	قوام ژل
D (واریانس افزایشی)	۱۲/۵ +/- ۰/۰۲۹*	۳۱۲/۸ +/- ۴۸/۱۸*
F (میانگین کواریانس اثرات افزایشی و غالبیت)	-۰/۷۸ +/- ۷/۵ns	-۱۳۵/۱۶ +/- ۱۲۳ns
H1 (واریانس غالبیت)	۰/۱۸ +/- ۰/۰۸۵*	۳۹۹ +/- ۱۴۰*
H2 (فرم دیگر واریانس غیر افزایشی)	۰/۱۹ +/- ۰/۰۷۸*	۳۸۲ +/- ۱۲۹*
$(H1/D)^{0.5}$ (میانگین درجه غالبیت)	۰/۱۲	۱/۱۳
H2/۴H1 (نسبت توزیع آلل‌ها در والدین)	۰/۲۵	۰/۲۴
KD/KR (نسبت الل‌های غالب به مغلوب در اجتماع والدین)	۰/۵۹	۰/۶۸
وراثت پذیری خصوصی (h^2_{ns})	۰/۹۸	۰/۶۴
(تعداد گروه‌های ژنی کنترل کننده صفت) $h^2/H2$	۱/۹۵	۱/۸

*، ** = به ترتیب اختلاف معنی داری در سطح پنج و یک درصد وجود دارد. ns = اختلاف معنی داری وجود ندارد.

درباره صفات کیفی مقدار آمیلوز و قوام ژل والد گیل ۳ به علت ناهمگنی واریانس و کواریانس ردیف مربوطه نسبت به سایر والدین، از لیست والدین حذف شد. بنابراین تجزیه دای آلل برای این صفات با استفاده از چهار والد انجام گرفت. در مورد صفت دمای ژلاتینی شدن بدلیل عدم امکان تحقق فرضیات دای آلل بوسیله عمل تبدیل داده‌ها یا حذف برخی از والدین، امکان تجزیه و تحلیل هیمن میسر نشد در نتیجه از بحث و نتیجه‌گیری در باره این صفت خودداری گردید.

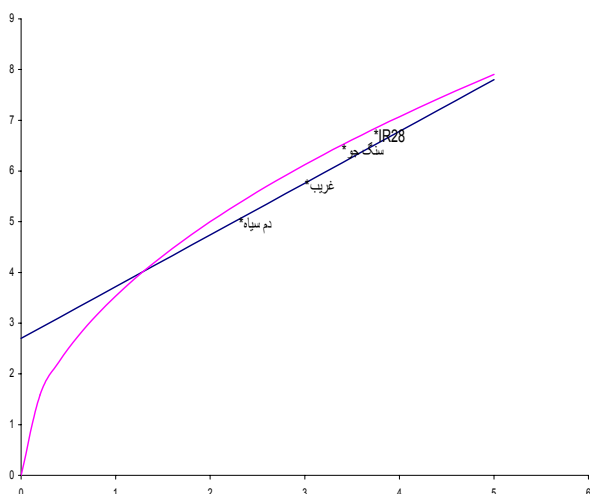
بمنظور تجزیه و تحلیل گرافیکی هیمن خط رگرسیون بین W_I (کواریانس نتاج به والد غیر مشترکشان) روی V_I (واریانس داده‌های مربوط به ردیف‌های حاصل از جدول تلاقی دای آلل) به‌مراه سهمی محدود کننده برای هر یک از صفات مورد بررسی رسم شد. در مرحله بعد پارامترها و روابط ژنتیکی مربوط به صفات برآورد شد (جدول ۶). نتایج حاصل از تجزیه دای الل برای دو صفت میزان آمیلوز و قوام ژل به طور جداگانه شرح داده می‌شود.

در شکل شماره یک پراکنش والدین برای میزان قوام ژل دانه ارقام برنج مورد بررسی نشان داده شده است، قطع محور W_I توسط خط رگرسیون در بخش منفی حاکی از وجود اثرات فوق غالبیت ژن‌ها در کنترل ژنتیکی صفت قوام ژل در برنج است. نظر به اینکه رقم IR28 در مجاورت مرکز مختصات قرار گرفته دارای بیشترین الل‌های غالب و والد دمسیاه که در دورترین نقطه از مرکز مختصات قرار گرفته بیشترین وفور الل‌های مغلوب را دارا می‌باشد. رقم‌های سنگ جو و غریب هم که در قسمت میانی خط رگرسیون واقع شده‌اند دارای میزان حد واسطی از فراوانی الل‌های غالب و مغلوب می‌باشند. در مورد نحوه بروز ژنتیکی قوام ژل می‌توان چنین اظهار کرد که چون رقم IR28 دارای کمترین قوام ژل و والد دمسیاه دارای بیشترین قوام ژل می‌باشد، در نتیجه چنین استنباط می‌شود که

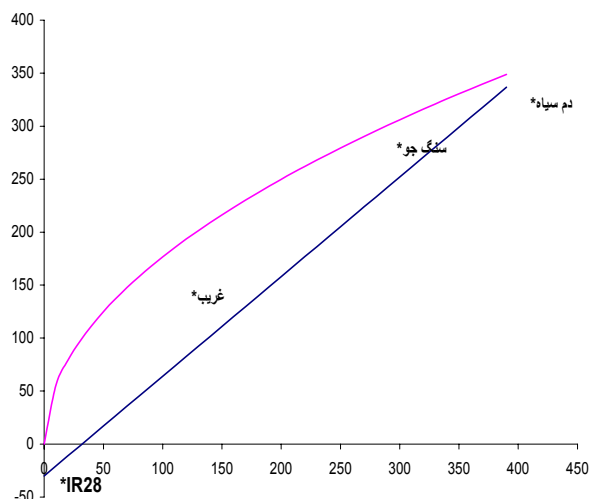
افزایش میزان رتبه قوام ژل با الل‌های مغلوب کنترل می‌گردد. نتایج حاصل از تحلیل گرافیکی با نتایج حاصل از پژوهش‌های نعمت زاده (۱۹۸۷) در یک راستا قرار داشت.

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پارامترها و روابط ژنتیکی در جدول شماره سه آمده است. معنی‌دار بودن واریانس افزایشی (D) و واریانس غالبیت (H_1) مبین وجود اثرات افزایشی و غالبیت در کنترل صفت مذکور است بزرگتر بودن مقدار واریانس غالبیت نسبت به افزایشی ($H_1=399 > D=312$) و محاسبه میزان غلبه بزرگتر از یک $1/13 = (H_1/D)^{1/2}$ سهم بیشتر اثرات غالبیت را نسبت به اثرات افزایشی مشخص میکند. مطلب اخیر تأییدکننده نتایج تجزیه و تحلیل گرافیکی است. معنی‌دار نبودن پارامتر ژنتیکی F (میانگین کواریانس اثرات افزایشی و غالبیت برای همه ردیفها در جدول دای آل) و محاسبه مقدار $0/24$ برای حاصل ضرب فراوانی الل‌های غالب و مغلوب ($H_2/4 H_1$)، بیانگر برابر بودن فراوانی الل‌های غالب و مغلوب در والدین می‌باشد. پراکندگی یکنواخت نقاط در طول خط رگرسیون نیز مطلب اخیر را تأیید میکند. برآورد مقدار $1/8$ برای نسبت ژنتیکی h^2 / H_2 حکایت از دخالت دو بلوک ژنی در کنترل صفت قوام ژل را دارد.

شکل شماره دو پراکنش والدین مورد تلاقی را برای صفت مقدار آمیلوز (درصد) نشان می‌دهد. وضعیت خط رگرسیون (قطع محور کواریانس‌ها در قسمت مثبت) بیانگر وجود غالبیت جزئی ژن‌ها در کنترل مقدار آمیلوز می‌باشد که با نتایج حاصل از پژوهش‌های شوباشکانتی و موسینا (۱۹۸۵) و کزینگ فانگ (۱۹۹۸) هماهنگی داشت. نظر به اینکه والد دمسیاه به محل تلاقی سهمی محدود کننده و خط رگرسیون نزدیکتر بوده و از بین ارقام مورد مطالعه نزدیکترین رقم به مبدا مختصات می‌باشد، دارای بیشترین وفور الل‌های غالب و والد IR28 که در دورترین نقطه از مبدا مختصات قرار گرفته دارای بیشترین الل‌های مغلوب می‌باشد. رقم غریب هم حد واسطی از فراوانی الل‌های غالب و مغلوب را داراست. درمورد نحوه کنترل ژنتیکی میزان آمیلوز میتوان چنین بیان داشت که به دلیل اینکه والد دمسیاه دارای کمترین میزان آمیلوز و والد IR28 دارای بیشترین مقدار آمیلوز می‌باشد، بنابراین افزایش میزان آمیلوز با الل‌های مغلوب و کاهش میزان آمیلوز با الل‌های غالب کنترل می‌گردد. مطلب اخیر با نتایج حاصل از کو و لیو (۱۹۸۹) در یک راستاست.



شکل ۲- نمودار خط رگرسیون و سهمی محدود کننده به منظور تحلیل گرافیکی هیمن به همراه والدین، برای مقدار آمیلوز



شکل ۱- نمودار خط رگرسیون و سهمی محدود کننده به منظور تحلیل گرافیکی هیمن به همراه والدین برای صفت قوام ژل

افزایشی ژن‌ها در کنترل صفت میزان آمیلوز، نشان از وجود پتانسیل و بازدهی گزینشی بالا برای صفت میزان آمیلوز است. برآورد مقدار ۱/۹۵ برای نسبت ژنتیکی h^2 / H^2 نیز حکایت از دخالت دو بلوک ژنی در کنترل صفت میزان آمیلوز را دارد این نتیجه با نتایج حاصل از تحقیقات زمان و صدیق (۱۹۸۵) هماهنگی داشت.

سپاسگزاری

بدین وسیله از جناب آقای دکتر قربانعلی نعمت زاده سرپرست محترم تحقیقات برنج کشور و سرکار خانم فرخزاد، مسئول آزمایشگاه کیفیت بخش اصلاح بذر مؤسسه تحقیقات برنج کشور که راهنماییها و همکاریهای مناسبی در زمینه اجرای تحقیق، تأمین وسایل و امکانات مورد نیاز برای انجام تحقیق و بر طرف کردن مشکلات موجود داشتند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

جدول شماره سه نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پارامترها و روابط ژنتیکی را برای صفت قوام ژل دانه برنج نشان می‌دهد. معنی‌دار بودن واریانس افزایشی (D) و غالبیت (H1) حاکی از وجود اثرات افزایشی و غیر افزایشی در کنترل صفت میزان آمیلوز دانه در برنج است. بزرگتر بودن مقدار واریانس افزایشی (D=۱۲/۵) نسبت به واریانس غالبیت ($H1 = 0/18$) مبین نقش بسیار مهم اثرات افزایشی ژن‌ها در کنترل میزان آمیلوز است و محاسبه درجه غلبه $0/12 = (H1/D)^{1/2}$ نیز بیانگر وجود غلبه جزئی بوده و با تحلیل گرافیکی خط رگرسیون مطابقت دارد. غیرمعنی‌دار بودن F (میانگین کوارانس اثرات افزایشی و غالبیت برای همه ردیفها در جدول دای آلل) و همچنین برآورد مقدار ۰/۲۵ برای نسبت ژنتیکی $H2 / 4 H1$ (حاصلضرب فراوانی الل‌های غالب و مغلوب در والدین) نمایانگر برابر بودن فراوانی الل‌های غالب و مغلوب در والدین است. وراثت پذیری خصوصی بسیار بالای برآورد شده (۰/۹۷) و همچنین نقش زیاد عمل

REFERENCES

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، م. ۱۳۷۱. ارزیابی صفات کمی در اصلاح نباتات. انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی. ۷۱ صفحه
۲. فرخزاد، ف. ۱۳۷۲. کیفیت پخت و مصرف برنج یک ضرورت غیر قابل انکار. مجموعه مقالات سازمان برنامه و بودجه
۳. هنر نژاد، ر. ۱۳۷۱. خصوصیات ژنتیکی و قابلیت ترکیب پذیری واریته های برنج. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۵، شماره ۴. صفحه ۳۱-۴۹
4. Hayman, B. I. 1954. Theory and analysis of diallel crosses. Genetics. Vol 39 : 789-809
5. Kuo, Y. C & C. Liu. 1989. Inheritance of quality and grain characteristics in indica rice. Journal of Agricultural Research of China. 34 : 245-357
6. Nematzadeh, G. A. 1987. Combining ability and gen action for quantitative and qualitative characters in rice (*O. sativa*). M.S. Thesis. Plant breeding univer Tarbiat Modarres. Tehran.
7. Poleman, G. M. 1986. Breeding Field Crops. 3rd edition. Van Nostrand Reinhold Company. Newyork
8. Rice advisory committee. 1980. Descriptors for Rice (*oryza sativa*). IBPGR. IRRI. P. O. Box 993, Manila philipines
9. Shengxiang, T. 1989. Genetic studies on gel consistency of rice. Bibliographic citation. College laguna Philippins. 109 P
10. Shubashkanti, D. C & S. B. Mosina. 1985. Inheritance of the amilose content of the grain of rice hybrids. Tr. Kuban. S. Kh. In. T. No 241/269 :16-24
11. Sprague, G. F & L. A. Tatum. 1941. General versus specific combining ability in single crosses of corn. J. Soc. Agron. 34 :923-932
12. Xingfang . L. & H. Kun ming and L. Hong. 1998. Combining ability analysis for main traits in the rice cultivars with blast resistance and /or good quality. Chinese Journal of Rice Science. 12:1. 55-58
13. Zaman, F. U & E. A. Siddiq. 1985. Genetical analysis of gel consistency in rice. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 45: 111-118