"مجله علوم زراعي ايران"
جلد دوازدهم، شماره۲ تابستان ۱۳۸۹

تعیین عمل ژن‌ها و برآورد پارامترهای ژنتیکی برخی از صفات مرتبط با کیفیت پخت برنج با استفاده از روش تجزیه دی‌آلل

Estimation of genetic parameters for some cooking quality related traits in rice using diallel analysis

پیمان شریفی[۱]، حمید دهقانی[۲]، علی مومنی[۳] و محمد مقدم[٤]

چکیده

شریفی، پ.، ح. دهقانی، ع. مومنی و م. مقدم. ۱۳۸۹. تعیین عمل ژن‌ها و برآورد پارامترهای ژنتیکی برخی از صفات مرتبط با کیفیت پخت برنج با استفاده از روش تجزیه دی‌آلل. **مجله علوم زراعی ایران: ۱۲ (۲) ۱۶۹-۱۵۲.**

اجزای ژنتیکی کنترل‌کننده برخی از صفات مرتبط با کیفیت پخت برنج با استفاده از یک تلاقی دی‌آلل کامل ۷ × ۷ در محل موسسه تحقیقات برنج کشور طی سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸٦ مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه واریانس نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی دار بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال یک درصد برای صفات مورد مطالعه (میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن، قوام ژل و طویل شدن دانه پس از پخت) بود. تجزیه دی‌آلل به روش هیمن نشان داد که برای میزان آمیلوز و قوام ژل، هر دو جزء واریانس افزایشی و غالبیت و برای دو صفت دمای ژلاتینه شدن و ضریب ری آمدن (ضریب رعنایی)، فقط جزء واریانس افزایشی معنی‌دار بودند. میانگین درجه غالبیت نشان‌دهنده غالبیت ناقص ژنی در کنترل کلیه صفات بود. نسبت ژن‌های دارای اثر مثبت و منفی نشان دهنده توزیع تقریباً متقارن ژن‌ها در والدین مورد مطالعه، به‌خصوص برای صفات میزان آمیلوز و ضریب ری آمدن، بود. نتایج بدست آمده حاکی از کنترل افزایش میزان آمیلوز و دمای ژلاتینه شدن و کاهش قوام ژل توسط آلل‌های غالب بود، در حالی که کاهش میزان ضریب ری آمدن توسط آلل‌های مغلوب کنترل شد. وراثت‌پذیری خصوصی برای میزان آمیلوز و دمای ژلاتینه شدن بالا (به ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۸۲) و برای قوام ژل و ضریب ری آمدن (به ترتیب ۰/۵۳ و ۰/۵۵) برآورد شدند. بالا بودن میزان اثر افزایشی و وراثت پذیری، بیانگر پتانسیل بالای گزینش، به ویژه برای صفات میزان آمیلوز و دمای ژلاتینه شدن بود. در نتیجه امکان گزینش برای بهبود صفات مذکور به منظور اصلاح برای کیفیت برنج در ارقام مورد مطالعه وجود دارد. همچنین امکان بهره‌گیری از تلاقی‌های سپیدرود × IRFAON-215، ندا × IRFAON-215 و صالح × IRFAON-215 در یک برنامه به‌نژادی هیبریداسیون و یا گزینش به ترتیب برای بهبود صفات میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: برنج، تجزیه دی‌آلل، دمای ژلاتینه شدن، ضریب ری آمدن، قوام ژل و میزان آمیلوز.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۶/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۲/۱۹

۱- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: dehghanirh@yahoo.com)
۲- دانشیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
۳- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور
۴- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است و تولید آن بخش قابل توجهی از برنامه تأمین غذایی و خودکفایی را در بر دارد. اصلاح ارقام برنج مطمئن‌ترین و اقتصادی‌ترین روش برای بهبود کیفیت دانه است (Juliano, 1990). در برنامه به‌نژادی برنج، کیفیت دانه به عنوان یک هدف اصلاحی مهم، مانند سایر اهداف با اهمیت مثل عملکرد بالای دانه و مقاومت به آفات و بیماری‌ها مورد توجه می‌باشد (Dela and Khush, 2000). کیفیت دانه در برنج ویژگی پیچیده‌ای است و با توجه به چگونگی مصرف آن، بسیار متنوع می‌باشد. کیفیت پخت به عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای کیفیت برنج تحت تأثیر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دانه برنج، به ویژه اجزای نشاسته قرار می‌گیرد. از برجسته‌ترین این ویژگی‌ها میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن، میزان ثبات یا قوام ژل و ضریب ری آمدن (ضریب رعنایی) می‌باشند (Graham, 2002). از میان صفات فوق، میزان آمیلوز و دمای ژلاتینه شدن تأثیر بیشتری بر کیفیت پخت دارند (Dela and Khush, 2000). در این ارتباط ردی و همکاران (Reddy *et al.*, 1993) اظهار نمودند که دمای ژلاتینه شدن ناشی از میزان آمیلوپکتین موجود در دانه برنج است و بنابراین دمای ژلاتینه شدن در مقایسه با میزان آمیلوز، عامل مهم‌تر و مؤثرتری در کیفیت پخت برنج محسوب می‌شود.

دست یافتن به ارقام برنج با عملکرد بالا و همچنین کیفیت پخت مطلوب نیازمند تعیین نوع عمل ژن‌های کنترل‌کننده صفات مرتبط با آنها است (Chen and Zhu, 2002). تلاقی‌های دی‌آلل یکی از روش‌های متداول ژنتیکی برای بدست آوردن اطلاعات توارثی صفات کمی می‌باشد. مطالعات متعددی برای بررسی چگونگی عمل ژن‌های کنترل‌کننده کیفیت برنج انجام گرفته است. هنرنژاد و همکاران (Honarnejad *et al.*, 1998) در یک طرح دی‌آلل یک‌طرفه ۷ × ۷ وجود غالبیت ناقص ژنی را در کنترل ژنتیکی میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل نشان دادند. آنها گزارش نمودند که آمیلوز کم بر آمیلوز زیاد غالب است. چانگ و لی (Chang and Li, 1981) و مک کنزی و روتگر (McKenzie and Rutger, 1983) نشان دادند که میزان آمیلوز پایین توسط یک ژن اصلی و تعدادی ژن‌های تغییردهنده، با غالبیت ناقص مقادیر کم آمیلوز بر مقادیر زیاد آن کنترل می‌شود. در مقابل، چن و های‌دونگ (Chen and Huidong, 1996) و شی و همکاران (Shi *et al.*, 1997) اعلام داشتند که میزان آمیلوز به وسیله عمل افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود. شی و همکاران (Shi *et al.*, 1997) همچنین نشان دادند که دمای ژلاتینه شدن توسط عمل افزایشی ژن‌ها و قوام ژل توسط عمل غیر افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود. نتایج آزمایش شوشی دزفولی و هنرنژاد (Shoshi-dezfolli and Honarnejad, 2005) حاکی از سهم بیشتر واریانس افزایشی ژن‌ها برای میزان آمیلوز و سهم بیشتر واریانس غیر افزایشی ژن‌ها برای قوام ژل بود. الهقلی‌پور و همکاران (Allahgholipour *et al.*, 2007) در آزمایشی سهم واریانس افزایشی را برای صفات میزان آمیلوز، قوام ژل و دمای ژلاتینه شدن ارزیابی نمودند و نشان دادند که سهم واریانس افزایشی برای صفات مذکور کم است و بیشترین مقدار آن مربوط به دمای ژلاتینه شدن است. حسینی و همکاران (Hosseini *et al.*, 2005) با استفاده از یک آزمایش دی‌آلل نشان دادند که در کنترل ژنتیکی صفات میزان آمیلوز و دمای ژلاتینه شدن دارای اثر افزایشی بسیار زیادی هستند. ایشان اظهار کردند که صفت قوام ژل تحت کنترل اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها بوده و سهم واریانس افزایشی در کنترل این صفت بیشتر از سهم واریانس غیرافزایشی است. تانگ و کوش (Tang and Khush, 1993) بیان کرد که ژل سفت بر ژل نرم و متوسط غلبه دارد. یی و چنگ (Yi and Cheng, 1992)، شی و ژو

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

(Shi and Zhu, 1994) و لی و همکاران (Li *et al.*, 1999) وجود اثر مادری و غیرمادری را در کنترل صفات میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل گزارش کردند. یان و همکاران (Yan *et al.*, 2000) برای صفات میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل میزان وراثت‌پذیری خصوصی را به ترتیب ۰/۵۶، ۰/۷۳ و ۰/۶۰ برآورد نمودند. شوشی دزفولی و هنرنژاد (Shoshi-dezfolli and Honarnejad, 2005) نیز میزان وراثت‌پذیری خصوصی میزان آمیلوز را ۰/۹۸ گزارش کردند.

در برخی از مطالعات تأثیر ژنوتیپ × محیط روی تعدادی از صفات مرتبط با کیفیت پخت نشان داده شده است. لین و همکاران (Lin *et al.*, 2005) نشان دادند که میزان آمیلوز و قوام ژل عموماً توسط اثر اصلی آندوسپرم و سیتوپلاسم گیاهان مادری کنترل می‌شود، اما اثر متقابل ژنوتیپ و محیط نیز در کنترل ژنتیکی آن نقش دارد. همچنین چن و ژو (Chen and Zhu, 1999) در آزمایشی دیگر نشان دادند که اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در کنترل ژنتیکی صفات میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل نقش دارند. شی و همکاران (Shi *et al.*, 1997) نشان دادند که صفات مرتبط با کیفیت پخت شامل میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل عموماً توسط ژن‌های با اثر اصلی کنترل می‌شود، اما اثر متقابل ژنوتیپ و محیط نیز در کنترل این صفات، بخصوص میزان آمیلوز و دمای ژلاتینه شدن گزارش شد. در آزمایش نامبردگان نقش اثر مادری و اثر سیتوپلاسمی در کنترل ژنتیکی دو صفت دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل برآورد شد.

آزمایش حاضر به منظور تعیین نوع عمل ژن‌های کنترل‌کننده صفات مرتبط با کیفیت پخت برنج و وراثت‌پذیری آن‌ها از طریق تلاقی دی‌آلل کامل ۷ × ۷ و بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × سال، در دو سال طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این آزمایش شامل ۷ رقم برنج شامل سه رقم بومی (حسنی، شاه‌پسند و دیلمانی)، سه رقم اصلاح شده (سپیدرود، ندا و صالح) و رقم خارجی IRFAON-215 و دورگ‌های F_1 حاصل از تلاقی دی‌آلل کامل آنها بود که به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در مؤسسه تحقیقات برنج کشور مورد مطالعه قرار گرفتند. برای انجام این آزمایش، والدین در سال ۱۳۸۴ کشت و تمام تلاقی‌های ممکن بین آنها انجام گرفت و بذر مورد نیاز برای انجام تحقیق طی دو سال تهیه و نصف بذرها در سال ۱۳۸۵ و نصف دیگر در سال ۱۳۸۶ کشت شدند. بدین منظور طی دو سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ والدین و دورگ‌های F_1 حاصل از آنها کشت و از نظر صفات میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن، قوام ژل و ضریب ری آمدن مورد بررسی قرار گرفتند. برای تعیین درصد آمیلوز از روش جولیانو (Juliano, 1971) استفاده شد و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در پنج گروه مومی (۲-۱ درصد)، آمیلوز بسیار کم (۹-۲ درصد)، آمیلوز کم (۲۰-۹ درصد)، آمیلوز متوسط (۲۵-۲۰ درصد) و آمیلوز زیاد (۳۳-۲۵ درصد) تقسیم‌بندی شدند. دمای ژلاتینه شدن به روش آزمون امتیازدهی بر اساس هضم قلیایی لیتل و همکاران (Little *et al.*, 1958) تعیین شد. ژنوتیپ‌ها مطابق با سیستم اندازه‌گیری استاندارد صفات (SES, 2002)، در سه گروه دمای ژلاتینه شدن بالا (امتیاز ۳-۱)، متوسط (امتیاز ۵-۳) و پایین (امتیاز ۷-۶) تقسیم‌بندی شدند. غلظت و قوام ژل نیز بر اساس روش کاگامپانگ و همکاران (Cagampang *et al.*, 1973) در سه دسته سخت (۴۰ mm- ۲۶)، متوسط (۶۰ mm- ۴۱) و نرم (۱۰۰ mm- ۶۱) تقسیم شدند. برای اندازه‌گیری ضریب ری آمدن از روش عزیز و شفی (Azeez and Shafi, 1966) استفاده و میزان طویل شدن دانه‌های پخته شده نسبت به طول اولیه دانه‌های خام اندازه‌گیری شد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

آزمون نرمال بودن داده‌ها به روش شاپیرو و ویلک (Shapiro and Wilk, 1965) با استفاده از نرم‌افزار SPSS (SPSS, 2004) انجام گرفت که نتایج حاکی از نرمال بودن داده‌ها بود (جدول ۱). تجزیه واریانس مرکب برای داده‌های دو سال با استفاده از نرم‌افزار SAS (SAS, 2005) صورت گرفت.

جدول ۱- آزمون نرمال بودن میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن، قوام ژل و ضریب ری آمدن در ژنوتیپ‌های برنج با استفاده از آماره شاپیرو- ویلک

Table 1. Normality test for amylose content (AC), gelatinization temperature (GT), gel consistency (GC) and grain elongation (GE) in rice genotypes with Shapiro-Wilk statistic

		Shapiro-Wilk	
Character	صفت	آماره (statistic)	معنی‌داری (P-value)
AC (%)	میزان آمیلوز (درصد)	0.928	0.171
GT (grade)	دمای ژلاتینه شدن (نمره)	0.971	0.337
GC (mm)	قوام ژل (میلی متر)	0.769	0.115
GE	ضریب ری آمدن	0.982	0.641

AC: Amylose Content, GC: Gel Consistency, GT: Gelatinization Temperature, GE: Grain Elongation

برای صفاتی با F معنی‌دار برای ژنوتیپ‌ها و نیز صادق بودن فرض‌های مدل، تجزیه دی‌آلل به روش هیمن (Hayman, 1954) بر روی چهار تکرار (دو تکرار در هر سال) با استفاده از برنامه Dial 98 (Ukai, 2006) انجام شد. در این راستا، آزمون اثر اپیستازی ژن‌ها با استفاده از آزمون شیب خط رگرسیون کوواریانس نتاج با والد مشترک آنها (Wr) روی واریانس ردیف‌ها (Vr) از شیب واحد انجام شد. همچنین، آزمون‌های یکنواختی Wr(i)+Vr(i) و Wr(i)-Vr(i) با استفاده از روش تجزیه واریانس به صورت طرح کاملاً تصادفی به ترتیب برای آزمون اثر غالبیت و اپیستازی صورت گرفت (Mather and Jinks, 1977). پارامترهای ژنتیکی صفات شامل واریانس‌های افزایشی و غالبیت و درجه غالبیت برای هر یک از صفات و وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی با استفاده از روش هیمن (Hayman, 1954) برآورد شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب، حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد برای کلیه صفات مورد مطالعه بود (جدول ۲). نتایج نشان دادند که اثر سال و اثر متقابل ژنوتیپ × سال برای میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل معنی‌دار بودند و ژنوتیپ‌ها از نظر سه صفت مهم مرتبط با کیفیت پخت (میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل) عکس‌العمل‌های متفاوتی در دو سال داشتند. شی و همکاران (Shi *et al.*, 1997) نیز در تحقیقات خود به معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در کنترل میزان آمیلوز، قوام ژل و دمای ژلاتینه شدن اشاره نموده‌اند. انها در ضمن بیان کردند که دما در طول دوره رسیدن دانه روی صفات مرتبط با کیفیت پخت، به خصوص دمای ژلاتینه شدن، تاثیر می‌گذارد. بنا بر نظر دلا و همکاران (Dela *et al.*, 1989) دمای بالا در زمان رسیدن و پر شدن دانه منجر به تجمع نشاسته‌ای با دمای ژلاتینه شدن بالا می‌شود و تغییر در دو صفت میزان آمیلوز و قوام ژل را نیز موجب می‌شود. نتایج به دست آمده از این تحقیق مبنی بر معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ در سال می‌تواند به اختلافات آب و هوایی مرحله رسیدن دانه در طی دو سال انجام آزمایش نسبت داد. مقایسه میانگین صفات بیانگر وجود اختلافات ژنتیکی و بین والدین و هیبریدهای بین آنها بود (جدول ۳).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

معنـــی‌دار بـــودن Wr(i)+Vr(i) و معنـــی‌دار نبـــودن Wr(i)-Vr(i) برای هـر صـفت (جـدول ۴) نشـان داد کـه صفات مذکور با ژن‌های غالبیت کنترل می‌شوند، اما اثـر متقابل غیرآللی بین آنها وجود نـدارد. بـه بیـان دیگـر در کنتـرل ژنتیکـی صـفات مـذکور اثـر متقابـل بـین ژن‌هـای غیـر آللـی و توزیـع غیرتصـادفی ژن‌هـا در بـین والـدین را نشـان نمـی‌دهـد (Mather and Jinks, 1977). بررسی ضریب رگرسیون Wr روی Vr (جدول ۵) نتایج نشان داد که ضریب رگرسـیون بـه ترتیـب واجـد و فاقـد اخـتلاف معنـی‌دار بـا صـفر و یـک بـرای تمـام صـفات نداشـت. بـا توجـه بـه نتـایج دو آزمـون فـوق، مـی‌تـوان چنـین نتیجـه گرفـت کـه فـرض مـدل ژنتیکـی افزایشی- غالبیت برای تجزیه ژنتیکی دی‌آلل ارقام مورد بررسـی وجـود دارد. نتـایج تحقیـق لنـگ و هانـگ (Leng and Hong, 2004)، بـرای صـفات دمـای ژلاتینـه شدن و قوام ژل مدل افزایشی- غالبیـت را بـرازش دادنـد ولی برای صفت میزان آمیلـوز ایـن مـدل کفایـت نکـرد. سـاوری و گانسـن (Savery and Ganesan, 2003) عـدم کفایت مدل افزایشی-غالبیت را برای صفت ضـریب ری آمدن نشان دادند که در کنتـرل ژنتیکـی ایـن صـفت اثـر اپیسـتازی افزایشـی × افزایشـی، افزایشـی × غالبیـت و غالبیت × غالبیت به طور معنی‌داری نقش داشتند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس دی‌آلـل بـر اسـاس روش هـیمن (Hayman, 1954) نشـان داده اسـت کـه میـانگین مربعات اثر افزایشـی (a) و غالبیـت (b) بـرای سـه صـفت میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل معنی‌دار بـود (جدول ۶)کـه بـه ترتیـب بیـانگر معنـی‌دار شـدن قابلیـت ترکیب پذیری عمـومی والـدین و خصوصـی دورگ‌هـا (Roy, 2000) در کنترل این صفات می‌باشد. این نتایج بـا یافتـه‌هـای محققـان دیگـر (Chen and Huidong, 1996; Leng and Hong, 2004; Lin *et al.*, 2005) مبنی بر اینکـه میـــزان آمیلـــوز، دمـــای ژلاتینـــه شـــدن و قـــوام ژل توسط هر دو نوع ژن با اثر افزایشی و غیرافزایشی کنتـرل مـی‌شـود، مطابقـت دارد. الـه‌قلـی‌پـور و همکـاران (Allahgholipour *et al.*, 2007) طـی آزمایشـی گـزارش کردند که سـهم واریـانس افزایشـی بـرای صـفات میـزان آمیلـوز، قـوام ژل و دمـای ژلاتینـه شـدن کمتـر از سـهم واریـانس غیرافزایشـی ژن‌هـا اسـت و ایـن بـرای دمـای ژلاتینـه شـدن بیشـترین مقـدار بـوده اسـت. بـرای صفت ضریب ری آمدن اثر افزایشی ژن‌ها معنی‌دار بـود. ایـن نتیجـه بـا یافتـه‌هـای محققـان دیگـر از جملـه سـاوری و گانسـن (Savery and Ganesan, 2003)،

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن، قوام ژل و ضریب ری آمدن در ژنوتیپ‌های برنج (بر اساس میانگین دو تکرار در هر سال)

Table 2. Combined analysis of variance for amylose content (AC), gelatinization temperature (GT), gel consistency (GC) and grain elongation (GE) in rice genotypes (mean of two replications in each year)

			میانگین مربعات (MS)			
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	میزان آمیلوز AC	دمای ژلاتینه شدن GT	قوام ژل GC	ضریب ری آمدن GE
Year (Y)	سال	1	3.71^{**}	5.27^{**}	71.04^{**}	0.0072^{ns}
Replication (Year)	تکرار در سال	2	0.69	0.09	40.46	0.4842
Genotype (G)	ژنوتیپ	48	21.17^{**}	3.06^{**}	210.41^{**}	0.0348^{**}
G×Y	ژنوتیپ × سال	48	1.17^{**}	0.44^{**}	53.49^{**}	0.0151^{ns}
Error	خطای آزمایشی	96	0.53	0.24	28.42	0.0106
C.V (%)	ضریب تغییرات (درصد)		3.35	8.65	14.49	4.97

ns: Non- significant — ns: غیر معنی‌دار

**: Significant at 1% probability level — **: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

AC: Amylose Content, GC: Gel Consistency, GT: Gelatinization Temperature, GE: Grain Elongation

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

جدول ۳- میانگین میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن، قوام ژل و ضریب ری آمدن در هفت والد و نتاج دی‌آلل کامل در ژنوتیپ‌های برنج

Table 3. Means of cooking quality character (AT, Gt, GC and GE) in seven parents and their complete diallel progenies in rice genotypes

Character	صفت	Genotype	ژنوتیپ	شاه‌پسند Shahpasand	حسنی Hassani	سپیدرود Sepidrod	ندا Neda	دیلمانی Deilamani	صالح Saleh	IRFAON-215 IRFAON-215
AC (%)	میزان آمیلوز (درصد)	Shahpasand	شاه‌پسند	25.32	22.80	25.91	25.29	23.79	25.23	22.55
		Hassani	حسنی	22.65	19.25	22.97	23.02	19.82	21.66	17.19
		Sepidrod	سپیدرود	25.71	22.19	25.78	24.54	23.80	25.12	23.90
		Neda	ندا	25.72	21.76	24.47	24.15	23.72	25.26	21.30
		Deilamani	دیلمانی	23.49	19.91	22.88	24.00	20.53	22.93	20.33
		Saleh	صالح	24.64	23.67	25.61	25.57	22.51	25.85	22.58
		IRFAON-215	IRFAON-215	21.98	18.10	23.49	21.78	20.04	22.71	16.71
GT (grade)	دمای ژلاتینه شدن (نمره)	Shahpasand	شاه‌پسند	4.68	5.38	4.30	4.18	4.48	5.78	4.09
		Hassani	حسنی	5.20	6.07	6.63	5.17	5.30	6.76	4.07
		Sepidrod	سپیدرود	6.03	6.73	7.00	5.27	5.86	6.53	5.77
		Neda	ندا	4.50	4.73	5.72	4.92	4.72	5.45	4.95
		Deilamani	دیلمانی	4.93	4.87	5.81	4.45	4.54	5.61	4.17
		Saleh	صالح	5.77	6.46	7.00	5.45	5.45	7.00	6.00
		IRFAON-215	IRFAON-215	5.31	5.73	6.61	5.16	5.11	6.44	3.64
GC (mm)	قوام ژل (میلی‌متر)	Shahpasand	شاه‌پسند	57.25	35.88	28.00	30.25	45.75	30.00	48.38
		Hassani	حسنی	34.50	32.75	28.88	29.13	37.75	29.63	32.00
		Sepidrod	سپیدرود	34.38	28.75	28.50	38.75	32.25	34.38	29.75
		Neda	ندا	51.63	30.13	34.38	36.25	39.13	32.88	33.25
		Deilamani	دیلمانی	43.00	34.88	31.00	32.75	41.63	33.13	46.13
		Saleh	صالح	31.00	30.50	32.50	35.50	30.88	29.75	30.25
		IRFAON-215	IRFAON-215	41.00	34.00	40.25	32.38	36.88	35.38	60.25
GE	ضریب ری آمدن	Shahpasand	شاه‌پسند	1.74	1.90	1.59	1.61	1.77	1.64	1.58
		Hassani	حسنی	1.77	1.93	1.64	1.83	1.76	1.82	1.79
		Sepidrod	سپیدرود	1.70	1.69	1.68	1.73	1.76	1.73	1.61
		Neda	ندا	1.70	1.84	1.69	1.63	1.80	1.70	1.65
		Deilamani	دیلمانی	1.80	1.90	1.77	1.78	1.77	1.80	1.71
		Saleh	صالح	1.67	1.88	1.70	1.66	1.79	1.60	1.55
		IRFAON-215	IRFAON-215	1.74	1.82	1.75	1.61	1.90	1.66	1.73

صفت Character	میزان آمیلوز (درصد) AC(%)	دمای ژلاتینه شدن (نمره) GT (grade)	قوام ژل (میلی‌متر) GC (mm)	ضریب ری آمدن GE
LSD 5%	0.82	0.55	6.03	0.12
LSD 1%	1.08	0.73	7.94	0.15
HSD 5%	1.49	1.02	10.90	0.21
HSD 1%	1.68	1.13	12.30	0.24

LSD: Least Significant Difference کمترین اختلاف معنی‌دار

HSD: Honestly Significant Difference اختلاف معنی‌دار قابل اعتماد

AC: Amylose Content, GC: Gel Consistency, GT: Gelatinization Temperature, GEL: Grain Elongation

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

جدول ۴- آزمون اثر غالبیت (Wr + Vr) و اپیستازی (Wr - Vr) صفات کیفیت پخت در ژنوتیپ‌های برنج

Table 4. Dominance (Wr + Vr) and epistatic (Wr - Vr) tests of cooking quality characters in rice genotypes

			بین والدین	درون والدین
			Between parents	Within parents
			درجه آزادی (d.f)	
		منابع تغییر	6	21
Character	صفت	S. O. V	میانگین مربعات (MS)	
AC (%)	میزان آمیلوز (درصد)	Wr(i)+Vr(i)	57.52**	4.86
		Wr(i)-Vr(i)	0.365 ns	0.348
GT (grade)	دمای ژلاتینه شدن (نمره)	Wr(i)+Vr(i)	0.777*	0.260
		Wr(i)-Vr(i)	0.023 ns	0.019
GC (mm)	قوام ژل (میلی‌متر)	Wr(i)+Vr(i)	41385*	2388
		Wr(i)-Vr(i)	687 ns	402
GE	ضریب ری آمدن	Wr(i)+Vr(i)	0.0003 *	0.0001
		Wr(i)-Vr(i)	0.00003 ns	0.00003

ns: Non-significant ns: غیر معنی‌دار

* و**: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

AC: Amylose Content, GC: Gel Consistency, GT: Gelatinization Temperature, GE: Grain Elongation

تومار (Tomar, 1987) و العبد (El-Abd, 1999) مبنی بر سهم بیشتر اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل صفت ضریب ری آمدن تطابق دارد. با توجه به نقش بیشتر اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفات امکان انجام پروژه‌های به‌نژادی مبتنی بر گزینش نتاج پس از هیبریداسیون وجود دارد. میانگین مربعات اثر غالبیت جهت‌دار (b_1) برای میزان آمیلوز و قوام ژل معنی‌دار شد که حاکی از وجود غالبیت جهت‌دار در مکان‌های ژنی کنترل‌کننده این دو صفت در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود است. به این مفهوم که وجود غالبیت در مکان‌های ژنی کنترل‌کننده این صفات بین والدین و هیبریدهای حاصل از آنها تفاوت وجود دارد و این نوع از غالبیت همانند دو نوع دیگر می‌تواند در تولید هیبرید رقم مورد استفاده قرار گیرد.

اثر b_1 در حالی که این جزء برای دمای ژلاتینه شدن معنی‌دار نبود، اثر تقارن ژن‌های غالب و مغلوب (b_2) برای میزان آمیلوز، قوام ژل و نشان می‌دهد که دمای ژلاتینه شدن معنی‌دار بود که نشان‌دهنده عدم تقارن ژن‌های کنترل‌کننده این صفات در ارقام مورد مطالعه است (Roy, 2000) و نشان می‌دهد که والدین مورد مطالعه برای این صفات دارای تعداد متفاوتی از آلل‌های غالب و مغلوب بودند و از این رو والدین با تعداد بیشتر آلل‌های غالب و یا مغلوب برای هر کدام از صفات می‌توانند شناسایی شوند. باقیمانده اثرات ژنتیکی غیرافزایشی (b_3) برای میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل معنی‌دار بود که بنابر نظر متر و جینکز (Mather and Jinks, 1971) معادل میزان ترکیب‌پذیری خصوصی در روش گریفینگ (Griffing, 1956) بوده و نشان‌دهنده تفاوت بین تلاقی‌ها، برای مقدار صفات مورد نظر است و اثر غالبیت را در دورگ‌های خاصی نشان می‌دهد و در نتیجه امکان بهره‌گیری از هتروزیس را در تعدادی از دورگ‌ها فراهم می‌آورد. اثر متقابل عمومی (c) برای دمای ژلاتینه شدن و ضریب ری آمدن معنی‌دار بود که نشان می‌دهد در کنترل ژنتیکی این صفات اثر مادری معنی‌دار است و لذا لزوم بررسی اثر مادری وجود دارد. اثر متقابل خصوصی (d) نیز برای دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل معنی‌دار بودند که نقش اثر تلاقی‌های معکوس به جز اثر مادری را در کنترل این صفات بیان

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

می‌دارد. بطور کلی با توجه به معنی‌دار بودن انواعی از غالبیت برای هر کدام از صفات، تولید هیبریدهایی با مقدار متوسطی از این صفات و استفاده از پدیده هتروزیس می‌تواند درافزایش پتانسیل ارقام هیبرید برای این صفات مورد توجه قرار گیرد.

نتایج حاصل از تجزیه گرافیکی هیمن (Hayman,1954) و برآورد پارامترهای ژنتیکی (جدول ۷ و شکل ۱) برای صفت میزان آمیلوز (شکل ۱-الف) خط رگرسیون محور Wr و سهمی محدودکننده را در بخش مثبت قطع نمود. بنابراین میزان آمیلوز توسط ژن‌ها با اثر غالبیت ناقص کنترل می‌شود. در همین زمینه بسیاری از محققان (Shi *et al.*, 1997; Honarnejad *et al.*, 1998; Shoshi-dezfolli and Honarnejad, 2005) اعلام کرده‌اند که میزان آمیلوز توسط غالبیت نسبی ژن‌ها کنترل می‌شود. با این وجود در برخی از مطالعات وجود یک ژن اصلی و تعدادی ژن‌های تغییردهنده کوچک با غالبیت ناقص، مقدار زیاد آمیلوز را در مقایسه با مقدار کم آن شناسایی کردند (Chang and Li, 1981; McKenzie and Rutger, 1983). توارث میزان آمیلوز توسط دو جفت ژن بزرگ اثر (Heda and Reddy, 1986) و با غالبیت ناقص در افزایش آمیلوز گزارش شد. نظر به این که والد سپیدرود نزدیکترین والد به مبدأ مختصات بود، دارای بیشترین تعداد آلل‌های غالب و والد IRFAON-215 با کمترین میزان آمیلوز که در دورترین نقطه از مبدأ مختصات قرار داشت، دارای بیشترین تعداد آلل‌های مغلوب بود. به عبارت دیگر امکان استفاده از رقم IRFAON-215 در تلاقی‌ها و دستیابی به نتاجی با میزان آمیلوز نسبتاً بالا در نتاج حاصل از تلاقی وجود خواهد داشت. هنرنژاد و همکاران (Honarnejad *et al.*, 1998) وجود اثر غالبیت ناقص ژن‌ها را در کنترل میزان آمیلوز گزارش کردند. برخلاف نتایج تحقیق حاضر، آنها کنترل ژنتیکی مقادیر بالای آمیلوز را توسط ژن‌های مغلوب و مقادیر پایین آن را توسط ژن‌های غالب گزارش نمودند. نتایج حاصل از نسبت‌های غالبیت در والدین (جدول ۸) نیز نتایج مشابهی با نتایج حاصل از تجزیه گرافیکی نشان دادند، به نحوی که ارقام سپیدرود و IRFAON-215 به ترتیب دارای بیشترین و کمترین آلل‌های غالب بودند. همچنین پراکنش والدین وجود ژن‌های غالب و مغلوب را در آنها نشان داد. ژنوتیپ‌های واقع در قسمت پایین خط رگرسیون دارای ژن‌های غالب بودند، زیرا نتاج مربوط به والدی که دارای ژن‌های غالب است، تقریبا یکنواخت بوده و ردیف مربوط به آنها دارای حداقل واریانس می‌باشد (Kearsey and Pooni, 1996). این نوع والد همچنین کمترین شباهت را با والد غیر مشترک دارا است و در نتیجه نقطه مربوط به این والد در پایین خط رگرسیون قرار می‌گیرد (Mather and Jinks, 1971).

با توجه به این که والد IRFAON-215 دارای کمترین میزان آمیلوز و همچنین دو والد صالح و سپیدرود دارای بیشترین میزان آمیلوز بودند، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش میزان آمیلوز با آلل‌های غالب و کاهش میزان

جدول ۵- آزمون ضرایب رگرسیون Wr روی Vr برای چهار صفت کیفیت پخت در ژنوتیپ‌های برنج

Table 5. Test of regression coefficients of Wr/Vr for four cooking quality traits in rice genotypes

Character	صفت	$b \pm s_b$	H_0: β=0, t value	H_0: β=1, t value
AC (%)	میزان آمیلوز (درصد)	0.974 ± 0.073	13.342**	0.356^{ns}
GT(grade)	دمای ژلاتینه شدن (نمره)	1.070 ± 0.137	7.810**	-0.511 ^{ns}
GC (mm)	قوام ژل (میلی متر)	1.091 ± 0.115	9.487**	-0.791 ^{ns}
GE	ضریب ری آمدن	1.020 ± 0.220	4.636**	-0.091 ^{ns}

ns: Non-significant — ns: غیر معنی‌دار

**: Significant at the 1% probability level. — **: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

AC: Amylose Content, GC: Gel Consistency, GT: Gelatinization Temperature, GE: Grain Elongation

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

جدول ۶- برآورد پارامترهای ژنتیکی برای میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن، قوام ژل و ضریب ری آمدن در ژنوتیپ‌های برنج

Table 6. Estimation of genetic parameters for four cooking quality traits (AT, GT, GC and GEL) in rice genotypes

			صفت (Character)			
S. O. V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	میزان آمیلوز (درصد) AC (%)	دمای ژلاتینه شدن (نمره) GT (grade)	قوام ژل (میلی متر) GC (mm)	ضریب ری آمدن GE
Replication	تکرار	3	1.58 ^{ns}	1.82 **	50.84 ^{ns}	0.33 **
Additive effect (a)	اثر افزایشی	6	152.58 **	18.20 **	853.27 **	0.15 **
Dominance effect (b)	اثر غالبیت	21	3.62 **	0.81 **	164.69 **	0.02 ^{ns}
Directional dominance effect (b_1)	اثر غالبیت جهت‌دار	1	6.15 **	0.01 ^{ns}	840.17 **	0.00 ^{ns}
Gene distribution among the Parents (b_2)	اثر تقارن ژن‌های غالب و مغلوب	6	2.59 **	1.23 **	186.64 **	0.02 ^{ns}
Effects of specific genes (b_3)	باقیمانده اثرات غیر افزایشی	14	3.88 **	0.69 **	107.04 **	0.02 ^{ns}
Maternal effect (c)	اثر متقابل عمومی	6	0.48 ^{ns}	2.04 **	37.11 ^{ns}	0.03 **
Reciprocal effect (d)	اثر متقابل خصوصی	15	1.13 ^{ns}	0.57 *	106.43 **	0.01 ^{ns}
Error	خطا	144	0.75	0.30	37.13	0.01

ns: Non-significant

ns: غیر معنی‌دار

*and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

AC: Amylose Content, GC: Gel Consistency, GT: Gelatinization Temperature, GE: Grain Elongation

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

جدول ۷- برآورد پارامترهای ژنتیکی برای میزان آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن، قوام ژل و ضریب ری آمدن در ژنوتیپ‌های برنج

Table 7. Estimates of genetic parameters for cooking quality characters (AT, GT, GC and GEL) in rice genotypes

Genetic parameters	پارامترهای ژنتیکی	صفت (Character) میزان آمیلوز (درصد) AC (%)	دمای ژلاتینه شدن (نمره) GT (grade)	قوام ژل (میلی‌متر) GC (mm)	ضریب ری آمدن GE
Additive variance (D)	واریانس افزایشی	13.25 ± 1.31	1.62 ± 0.31	154.39 ± 32.82	0.009 ± 0.005
Dominance variance (H_1)	واریانس غالبیت	1.76 ± 0.51	0.42 ± 0.20	90.48 ± 27.32	۶0.005 ± 0.00
Dominance variance (H_2)	شکل دیگر واریانس غیر افزایشی	1.44 ± 0.38	0.25 ± 0.12	64.16 ± 17.88	± 0.004۴0.00
Relative frequency of dominant and recessive alleles (F)	میانگین کواریانس اثرات افزایشی و غالبیت	2.73 ± 1.26	0.50 ± 0.32	122.79 ± 40.47	0.0003 ± 0.006
$)'H_1{}^{(0.5}$/Average degree of dominance (D	درجه غالبیت	0.37 ± 0.04	0.51± 0.09	0.77 ± 0.08	0.74 ± 0.43
Proportion of dominance genes (kd/(kd+kr))	نسبت ژن‌های غالب	0.64 ± 0.04	0.65 ± 0.06	0.76 ± 0.03	۹0.511 ± 0.12
Number of effective factors (h^2/H_2)	تعداد فاکتورهای موثر	0.54 ± 0.34	-0.15 ± 0.17	1.79 ± 0.55	۴ ± 0.37۹-0.34
Average direction of dominance (h)	متوسط جهت غالبیت	0.87 ± 0.31	0.03 ± 0.20	-10.14 ± 2.13	0.014 ± 0.039
Heritability by parents (D/(D+E))	وراثت‌پذیری مربوط به والدین	0.98 ± 0.002	0.96 ± 0.01	0.94 ± 0.01	0.751 ± 0.099
Broad-sense heritability (h^2b)	وراثت‌پذیری عمومی	0.97 ± 0.04	0.90 ± 0.01	0.83 ± 0.03	0.663 ± 0.055
Narrow-sense heritability h^2n	وراثت‌پذیری خصوصی	0.91 ± 0.02	0.82 ± 0.03	0.53 ± 0.06	0.553 ± 0.075
Proportion of dominance and recessive genes ($H_2/4H_1$)	نسبت ژن‌های دارای اثرات مثبت و منفی	0.20	0.15	0.18	0.20

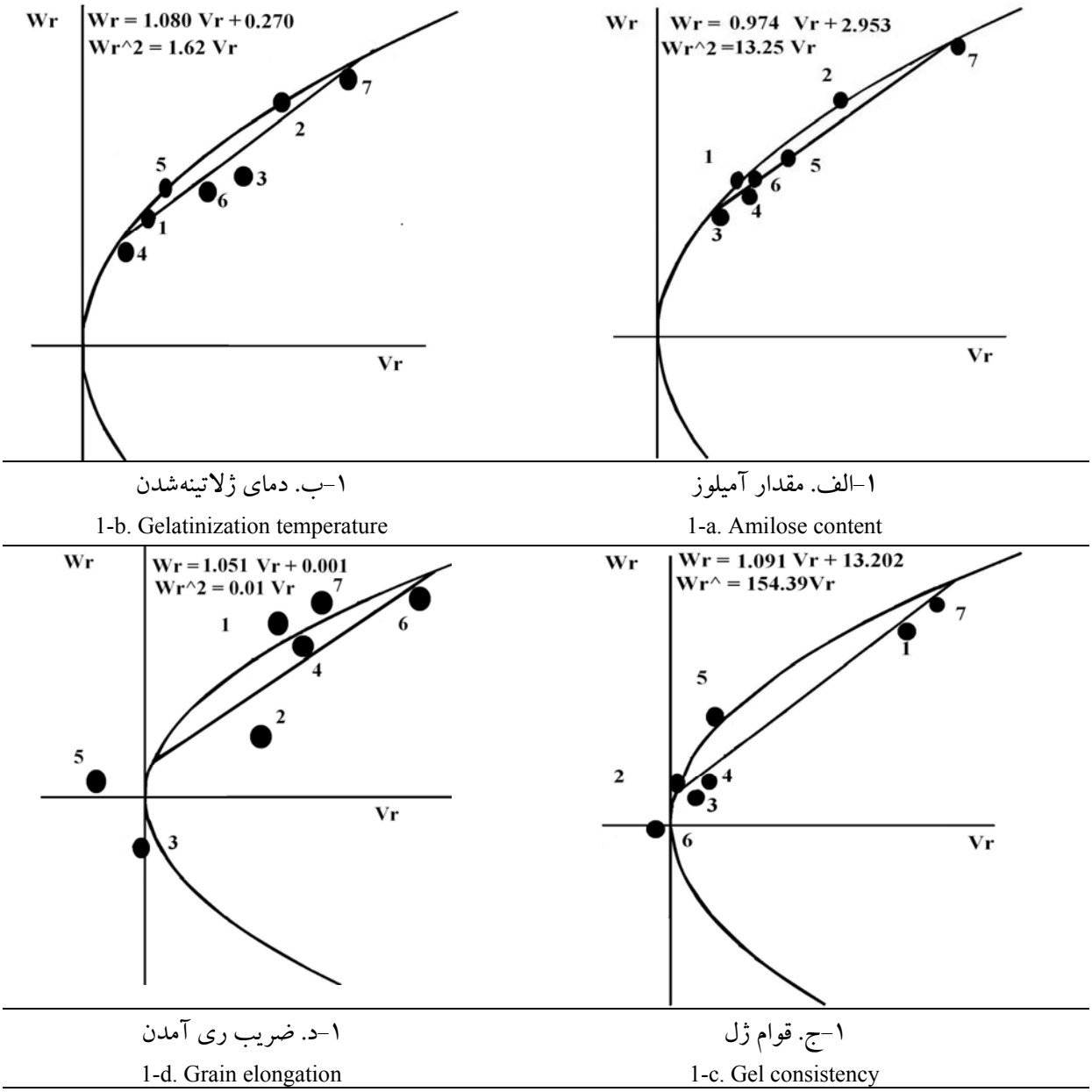
AC: Amylose Content, GC: Gel Consistency, GT: Gelatinization Temperature, GE: Grain Elongation

Mean ± Standard error

میانگین ± اشتباه معیار

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]



۱-الف. مقدار آمیلوز

1-a. Amilose content

۱-ب. دمای ژلاتینه‌شدن

1-b. Gelatinization temperature

۱-ج. قوام ژل

1-c. Gel consistency

۱-د. ضریب ری آمدن

1-d. Grain elongation

شکل ۱- رگرسیون Wr روی Vr برای صفات میزان آمیلوز،دمای ژلاتینه شدن، قوام ژل و ضریب ری آمدن در ژنوتیپ‌های برنج

Fig. 1. Regression of Wr/Vr for cooking quality traits (AT, GT, GC and GE) in rice genotypes

۱: شاه‌پسند، ۲: حسنی، ۳: سپیدرود، ۴: ندا، ۵: دیلمانی، ۶: صالح، ۷: IRFAON-215

1: Shahpasand, 2: Hassani, 3: Sepidrod, 4: Neda, 5: deilamani, 6: Saleh, 7: IRFAON-215

آن با آلل‌های مغلوب کنترل می‌شود. این نتیجه در تطابق با یافته‌های العبد (El-Abd, 1999) می‌باشد اما با نتایج هنرنژاد و همکاران (Honarnejad *et al.*, 1998) و شوشی دزفولی و هنرنژاد (۱۳۸۴) مبنی بر کنترل ژنتیکی مقادیر بیشتر میزان آمیلوز توسط ژن‌های مغلوب و کنترل مقادیر کمتر آنها توسط ژن‌های غالب در تضاد است. به نظر می‌رسد که تفاوت در نوع مواد و تلاقی‌های مختلف گیاهی علت اختلاف این نتایج می‌باشد. معنی‌دار بودن

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

واریانس افزایشی (D)، غالبیت (H_1) و نیز واریانس غیرافزایشی ناشی از چگونگی توزیع ژن‌ها (H_2) بیانگر وجود اثر افزایشی و غیرافزایشی در کنترل میزان آمیلوز است، اما با عنایت به بیشتر بودن میزان واریانس افزایشی نسبت به واریانس غالبیت می‌توان اظهار نمود که سهم اثر افزایشی در کنترل میزان آمیلوز بیشتر از جزء غالبیت می‌باشد. نتایج مشابهی توسط محققان دیگر (Ku and Liu, 1986; Chen and Huidong, 1996) حاکی است که مقدار پایین درجه غالبیت $(H_1/D)^{0.5}$ برای صفت میزان آمیلوز (۰/۳۷) نشانگر نقش بیشتر غالبیت ناقص ژن‌های عامل این صفت است. مقدار مثبت پارامتر F و همچنین برآورد نسبت ژن‌های غالب [kd/(kd+kr)] (۰/۶۴) نشان داد که در والدین مورد استفاده فراوانی آلل‌های غالب نسبت به آلل‌های مغلوب بیشتر است (Leng and Hong, 2004). بنابراین در برنامه‌های به‌نژادی، استفاده از ارقام IRFAON-215 و حسنی با بیشترین ژن‌های مغلوب، میزان آمیلوز را در نتاج کاهش می‌دهد و با تلاقی آنها با ارقام آمیلوز بالا، امکان تهیه لاین‌هایی با آمیلوز پایین و تا حدود متوسط فراهم می‌شود. همچنین در این ارقام که تعداد آلل‌های مغلوب در مقایسه با آلل‌های غالب بیشتر است، انتخاب می‌تواند به نحو موثرتر و کارآمدتری انجام شود.

نتایج این آزمایش درجه بالایی از وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفت میزان آمیلوز به ترتیب برابر با ۰/۹۷ و ۰/۹۱ را نشان داد. این نتیجه با نتایج چن و های‌دونگ (Chen and Huidong, 1996)، شوشی دزفولی و هنرنژاد (Shoshi-dezfolli and Honarnejad, 2005)، شی و همکاران (Shi *et al.*, 1997)، حموند (Hammond, 1996) و عبدالله (Abd-Allah, 2000) مطابقت دارد. بنابراین، با توجه به وراثت‌پذیری بالا و سهم بیشتر واریانس افزایشی ژن‌ها در کنترل میزان آمیلوز بازدهی گزینش برای این صفت بالا خواهد بود.

در مورد دمای ژلاتینه شدن نیز مانند صفت قبلی، خط رگرسیون محور Wr و سهمی محدودکننده را در بخش مثبت قطع کرد (شکل ۱- ب). بنابراین صفت مذکور تحت کنترل عمل غالبیت ناقص ژن‌ها قرار دارد. نتایج حاصل از تحقیقات لنگ و هانگ (Leng and Hong, 2004) و کو و لیو (Ku and Liu, 1986) نیز حاکی از وجود غالبیت ناقص در کنترل ژنتیکی دمای ژلاتینه شدن می‌باشد. سیستم کنترل با یک ژن بزرگ اثر نیز در کنترل ژنتیکی هضم قلیایی عنوان شده است (McKenzie and Rutger, 1983). همچنین دو جفت ژن اصلی با عمل افزایشی ژن و اثر تجمعی آنها در کنترل ژنتیکی دمای ژلاتینه شدن گزارش شده است (Tomar and Nanda, 1985). برای این صفت با توجه به پراکنش والدها در طول خط رگرسیون، ارقام شاه‌پسند و ندا دارای حداکثر تعداد ژن‌های غالب و رقم IRFAON-215 با کمترین امتیاز دمای ژلاتینه شدن (۳/۶۴) دارای حداکثر ژن‌های مغلوب بودند. حال آنکه ارقام صالح و سپیدرود با بیشترین نمره (دمای ژلاتینه شدن پایین و زمان پخت کوتاه) در حد واسط ارقام با دمای ژلاتینه شدن بالا و متوسط قرار داشتند. بنابراین دمای ژلاتینه شدن بالا (زمان پخت طولانی) توسط ژن‌های مغلوب و دمای ژلاتینه شدن پایین و متوسط توسط ژن‌های غالب کنترل می‌شوند. العبد (El-Abd, 1999) نیز چنین نتیجه ای را گزارش کرده است. در مورد این صفت برآورد پارامترهای ژنتیکی (جدول ۷) نشان‌دهنده معنی‌دار شدن واریانس افزایشی (D) و معنی‌دار نشدن واریانس غیرافزایشی(H_1 و H_2) بود. همچنین مقدار وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای این صفت بالا (به ترتیب ۰/۹ و۰/۸۲) بود که بیانگر وجود پتانسیل و بازدهی گزینشی بالا برای صفت مذکور می‌باشد. نتایج مشابهی توسط محققان دیگر مانند ژینگ فانگ و همکاران (Xingfang *et al.*, 1985) مبنی بر سهم واریانس افزایشی و تانگ و کوش (Tang and Khush, 1993)، العبد (El-Abd, 1999) و عبدالله (Abd-Allah, 2000)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

مبنی بر وجود وراثت‌پذیری عمومی بالا در کنترل ژنتیکی دمای ژلاتینه شدن، گزارش شده است. مقدار مثبت برآورد شده برای پارامتر F (شاخصی برای نشان دادن فراوانی نسبی آلل‌های غالب و مغلوب) و همچنین برآورد نسبت ژن‌های غالب (۰/۶۵)، نشان داد که ارقام مورد مطالعه از نظر دمای ژلاتینه شدن دارای آلل‌های غالب بیشتری بودند. برآورد درجه غالبیت نیز حاکی از وجود غالبیت ناقص در کنترل میزان دمای ژلاتینه شدن بود. وجود غالبیت ناقص در کنترل ژنتیکی دمای ژلاتینه شدن نشانه اثر افزایشی ژن‌ها می‌باشد. رقم IRFAON-215 با بیشترین دمای ژلاتینه شدن که دارای آلل‌های مغلوب بیشتری برای این صفت بود، می‌تواند در تلاقی‌ها مورد استفاده قرار گیرد و در فرآیندهای دورگ گیری گزینش در نسل‌های اولیه می‌توان به نتاجی دست یافت که دارای دمای ژلاتینه شدن مطلوب باشند. با محاسبه نسبت ژن‌های غالب و مغلوب در یک جامعه می‌توان راهکارهای مبتنی بر گزینش را انتخاب نمود.

نتایج تجزیه گرافیکی برای صفت قوام ژل نشان داد که خط رگرسیون Wr روی Vr در قسمت مثبت ولی نزدیک محور مختصات، سهمی محدودکننده و همچنین محور Wr را قطع می‌کند (شکل ۱ -ج). بنابراین صفت قوام ژل تحت تاثیر عمل غالبیت ناقص ژن‌ها بود. لنگ و هانگ (Leng and Hong, 2004) نیز نقش غالبیت ناقص ژن‌ها را در کنترل میزان قوام ژل بیان کردند. ارقام سپیدرود و صالح به ترتیب با متوسط قوام ژل ۲۸/۵ و ۲۹/۷۵ میلی‌متر دارای حداکثر تعداد ژن‌های غالب و رقم IRFAON-215 با متوسط قوام ژل ۶۰/۲۵ میلی‌متر دارای حداکثر تعداد ژن‌های مغلوب بودند. نتایج حاصل از نسبت آلل های غالب در والدین نیز موید این موضوع است. در مورد این صفت علاوه بر رقم IRFAON-215، رقم شاه‌پسند نیز دارای تعداد بیشتری ژن‌های مغلوب برای کنترل قوام ژل بود و ارقام حسنی و ندا نیز به همراه سپیدرود و صالح دارای بیشترین ژن‌های غالب بودند. با توجه به این که رقم سپیدرود دارای کمترین قوام ژل و IRFAON-215 دارای بیشترین قوام ژل بودند، می‌توان چنین استنباط کرد که افزایش میزان قوام ژل، یا قوام ژلی متوسط و نرم که پس از پختن دیرتر سفت می‌شود، توسط ژن‌های مغلوب کنترل می‌شود. این یافته در تطابق با گزارش شوشی دزفولی و هنرنژاد (۱۳۸۴) و الحیسیوی و کوش (El-Hissewy and Khush, 1990) است. بررسی شاخص‌های آماری و پارامترهای ژنتیکی(جدول ۷) نشان داد که با توجه به معنی‌دار شدن D، H_1 و H_2، اثر افزایشی و غالبیت ژن در کنترل قوام ژل نقش دارند. البته از آنجا که مقدار واریانس افزایشی بیشتر از واریانس غالبیت بود، بنابراین، سهم اثر افزایشی ژن در کنترل میزان قوام ژل بیشتر از اثر غالبیت است. این نتیجه در تطابق با یافته زمان و صدیق (Zaman and Siddiq, 1985) و چن و ژو (Chen and Zhu, 2002) می‌باشد. مقدار F که نشان‌دهنده بیشتر بودن آلل‌های غالب در والدین است، در بین صفات مطالعه شده فقط در مورد قوام ژل معنی‌دار بود. به عبارت دیگر با توجه به برآورد مقدار مثبت برای پارامتر F، معنی‌دار بودن آن و همچنین برآورد نسبت ژن‌های غالب بالا (۰/۷۸)، می‌توان اظهار داشت که ارقام مورد مطالعه از نظر این صفت دارای آلل‌های غالب بیشتری بودند. برای صفت قوام ژل میزان وراثت‌پذیری عمومی ۰/۷۵ و وراثت‌پذیری خصوصی ۰/۴۹ برآورد شد. با توجه به اینکه وراثت‌پذیری خصوصی برای این صفت متوسط برآورد گردید، امکان تثبیت اثرات افزایشی ژن‌ها و در نتیجه گزینش در بین نتاج در مقایسه با دو صفت دیگر یعنی میزان آمیلوز و دمای ژلاتینه شدن کمتر است. برآورد مقدار ۱/۷۹ برای نسبت ژنتیکی h^2/H_2 حکایت از دخالت حداقل دو بلوک ژنی در کنترل این صفت می‌باشد. این مطلب با نتایج حاصل از تحقیق شوشی دزفولی و هنرنژاد (Shoshi-dezfolli and Honarnejad, 2005) مطابقت دارد.

برای صفت ضریب ری آمدن، نتایج تجزیه گرافیکی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

جدول ۸- برآورد نسبت های غالبیت در والدین برای صفات میزان آمیلوز،دمای ژلاتینه شدن، قوام ژل و ضریب ری آمدن در ژنوتیپ‌های برنج

Table 8. Estimation of dominance ratios of parents for cooking quality characters (AT, GT, GC and GE) in rice genotypes

		صفت (Character)			
Parents	والدین	میزان آمیلوز (درصد) AC (%)	دمای ژلاتینه شدن (نمره) GT (grade)	قوام ژل (میلی متر) GC (mm)	ضریب ری آمدن GE
Shahpasand	شاه‌پسند	0.855	0.882	0.277	0.265
Hassani	حسنی	0.363	0.367	0.983	0.494
Sepidrod	سپیدرود	1.005	0.646	1.018	1.214
Neda	ندا	0.832	0.998	0.999	0.283
deilaman	دیلمانی	0.684	0.801	0.719	1.125
Saleh	صالح	0.840	0.727	1.094	0.010
IRFAON-215	IRFAON-215	-0.090	0.154	0.228	0.185

AC: amylose content, GC: gel consistency, GT: gelatinization temperature, GE: grain elongation

نشان داد که خط رگرسیون Wr روی Vr در قسمت مثبت محور مختصات، سهمی محدودکننده و همچنین محور Wr را قطع نمود (شکل۱- د). بنابر این صفت مذکور نیز مانند سایر صفات با غالبیت نسبی ژن‌ها کنترل می‌شود. برآورد میانگین درجه غالبیت ۰/۷۴ نیز بر غالبیت ناقص ژن‌ها دلالت دارد. ارقام سپیدرود و دیلمانی به ترتیب با میزان طویل شدن پس از پخت برابر با ۱/۶۸ و ۱/۷۷ نزدیک‌ترین والدها به محل قطع خط رگرسیون با محور Wr بودن و بنابراین بیشترین ژن‌های غالب را برای این صفت دارا بودند. حال آنکه رقم صالح با کمترین ضریب ری آمدن (۱/۶۰) و بیشترین فاصله با محل مذکور دارای حداکثر ژن‌های مغلوب برای این صفت بود. اما دو والد با بیشترین ضریب ری آمدن (حسنی و ندا) در میانه والدین انتهایی قرار داشتند. به نظر می‌رسد که کنترل ژنتیکی این صفت برای مقادیر بالا توسط مجموعه‌ای از ژن‌های غالب و مغلوب کنترل می‌شود. علامت جبری F و همچنین برآورد نسبت ژن‌های غالب (۰/۵۱) نشان می‌دهد که والدهای مورد مطالعه از نظر صفت ضریب ری آمدن دارای نسبت تقریباً یکسانی از آلل‌های غالب و مغلوب هستند. نسبت $H_2/4H_1$ که بیانگر تقارن فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در تمام مکان‌های ژنی کنترل کننده صفت می‌باشد (Roy, 2000) نشان داد که برای این صفت آلل‌های غالب و مغلوب تقریباً به صورت متقارن (۰/۲) توزیع شده‌اند. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب برابر با ۰/۶۶ و ۰/۵۵ برای این صفت برآورد شدند، که نشان‌دهنده متوسط بودن مقدار وراثت‌پذیری خصوصی برای این صفت است.

به طور کلی در تحقیق حاضر نقش بیشتر عمل افزایشی ژن‌ها نسبت به عمل غالبیت آنها در کنترل ژنتیکی چهار صفت عمده مرتبط با کیفیت پخت شامل میزان آمیلوز،دمای ژلاتینه شدن، قوام ژل و ضریب ری آمدن مشخص شد. نتایج نشان داد که وراثت‌پذیری عمومی برای سه صفت اول بالا بود، در حالی که وراثت‌پذیری خصوصی برای دو صفت میزان آمیلوز و دمای ژلاتینه شدن نیز بالا بود، اما برای قوام ژل و ضریب ری آمدن در حد متوسط به دست آمد. مجموعه موارد فوق موید آن است که گزینش این صفات در نسل های اولیه می تواند موثرواقع شود و به عبارتی نشان‌دهنده پتانسیل بالای گزینش، به ویژه برای صفات میزان آمیلوز و دمای ژلاتینه شدن، می‌باشد. با توجه به اینکه تلاقی‌های مستقیم و معکوس سپیدرود × IRFAON-215

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

نسبت به متوسط والدین هتروزیس نشان دادند و در آنها میزان آمیلوز در حد متوسط بود (داده‌ها درج نشده‌اند)، امکان بهره‌گیری از این تلاقی جهت دستیابی به نتاجی با میزان آمیلوز متوسط وجود دارد. چنین برنج‌هایی پس از پخت نرم‌تر بوده، پس از سرد شدن خشک و سفت نمی‌شوند و از مطلوبیت بیشتری برخوردار می‌باشند. وضعیتی مشابه با تحلیل فوق در مورد تلاقی ندا × IRFAON-215 برای صفت دمای ژلاتینه شدن و صالح × IRFAON-215 برای قوام ژل وجود داشت. نتایج بررسی‌های مربوط به خصوصیات کیفی بر اساس میانگین صفات مورد نظر (جدول ۳) و همچنین هتروزیس نشان داد که از نظر کیفیت پخت تلاقی‌های IRFAON-215 × شاه‌پسند و IRFAON-215 × دیلمانی دارای دمای ژلاتینه شدن متوسط (۵-۳)، قوام ژل متوسط (۶۰-۴۰ میلی‌متر) و آمیلوز متوسط (۲۵-۲۰ درصد) بودند. به عبارت دیگر دانه این ارقام پس از پخت نرم و متورم و کاملاً از هم جدا شده و مدتها پس از پخت نرم باقی می‌مانند. در تلاقی IRFAON-215 × دیلمانی علاوه بر صفات فوق ضریب ری آمدن نیز مطلوب (۱/۷۱) بود و این موضوع نشان می‌دهد که برنج پخته در این هیبرید به مقدار قابل توجهی طویل می‌شود، بنابراین امکان استفاده از تلاقی فوق (IRFAON-215 × دیلمانی) در پروژه‌های مربوط به تولید برنج هیبرید یا لاین‌های با کیفیت وجود دارد.

منابع مورد استفاده References

Abd-Allah, A. A. 2000. Breeding studies on rice (*Oryza sativa* L.). Ph.D. Thesis, Agronomy Department, Agriculture Faculty, Menoufiya University, Egypt.

Allahgholipour M., B. Rabiai, M. Hosseini, H. Dorosti and M. Mohamadi. 2008. Study general and specific combining ability for some of traits in parental lines for hybrid rice production. Agric. Sci. 9: 1-12. (In Persian with English abstract).

Azeez, M. A. and M. Shafi. 1966. Quality in rice. Dep. Agric. East Pakistan Tech. Bullet. 13: 50.

Cagampang, G. B., C. M. Perez and B. O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. J. Sci. Food Agric. 24: 1589-1594.

Chang, W. L. and W. Y. Li. 1981. Inheritance of amylose content and gel consistency in rice. Bot. Bullet. Acad. Sini. 22: 35–47.

Chen, J. C. and J. Zhu. 1999. Genetic effects and genotype × environment interactions for cooking quality traits in Indica-Japonica crosses of rice (*Oryza sativa* L.). Euphytica 109: 9-15.

Chen, J. G. and J. Zhu. 2002. Genetics effects for cooking quality characters in Indica-Japonica crosses of rice. J. Biom. 17: 226-234.

Chen, W. and M. Huidong. 1996. Qualitative-quantitative analysis for inheritance of gelatinization temperature in Indica rice. Acta. Agron. Sinica 22: 385-391.

Dela, C. N. and G. S. Khush. 2000. Grain quality evaluation procedures. In: Aromatic Rices. Singh, R.K., U.S. Singh and G.S. Khush, Eds. Science Publishers, Inc., Enfield, USA; and Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi, India. pp. 15-28.

Dela, C. N., I. Kumar, R. P. Kaushik, and G. S. Khush. 1989. Effect of temperature during grain development on stability of cooking quality component in rice. Japanese J. Breed. 39: 299-306.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

El-Abd, A. B. 1999. A study on the inheritance of rice grain quality and its relation with yield and some yield related characters. Ph.D. Thesis, Department of Agronomy, Agriculture Faculty, Al-Azhar University, Egypt.

El-Hissewy, A. and G. S. Khush. 1990. A study on the inheritance of amylase content in rice (*Oryza sativa* L.). 4th Conference of Agronomy, Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt. 8-10 September, Cairo, 1: 283-293.

Graham, R. 2002. A proposal for IRRI to establish a grain quality and nutrition research center. IRRI, Discussion Paper Series 44: 1-18.

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

Hammond, S. A. 1996. Breeding studies on some characters of rice (*Oryza sativa* L.). M.Sc. Thesis, Agronomy Department, Agriculture Faculty, Menoufiya University, Shebin El-Kom, Egypt.

Hayman, B. I. 1954. The analysis of variance of diallel tables. Biometrics 10:235-244.

Heda, G. D. and G. M. Reddy. 1986. Studies on the inheritance of amylose content and gelatinization temperature in rice. Genetic Agric. 40: 1-8.

Honarnejad, R., A. R. Torang and A. Sheikh-Hosseinian. 1998. Genetic analysis of quantitative and qualitative traits in rice (*Oryza sativa* L.) F_2 population. J. Agric. Nat. Res. Sci. 2(2):17-28. (In Persian with English abstract).

Hosseini, M., R. Honarnejad and A. R. Torang. 2005. Estimation of gene effects and combining ability for some of qualitative traits in rice (*Oryza sativa* L.)**.** J. Agric. Sci. 15: 253-267. (In Persian with English abstract).

Jinks, J. L. and B. I. Hayman. 1953. The analysis of diallel crosses. Maize Genet. Coop. Newsl. 27: 48-54.

Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Sci. Today 16: 334-340.

Juliano, B. O. 1990. **Rice grain quality: Problems and challenges. Cereal Food World 35: 245-253.**

Kearsey, M. L. and H**.** S. Pooni. 1996. **The Genetic Analysis of Quantitative Traits. Chapman and Hall, London. 381 pp.**

Ku, R. C. and C. Liu. 1986. Inheritance of quality and grain characteristics in Indica rice. Rice Abs. 9: 126.

Leng, Y. and D. L. Hong. 2004. Grain quality and genetic analysis of hybrids derived from different ecological types in Japonica rice (*Oryza sativa* L.). Rice Sci. 11: 165-170.

Li, X., H. D. Mo, A. M. Wang, C. W. Xu, Y. H. Zhu and H. X. Yu. 1999. Genetic expression for quality traits of rice grain in Japonica hybrids. Chin. J. Rice Sci. 13: 197–204.

Lin, J., C. Shi, M. Wu and J. Wu. 2005. Analysis of genetic effects for cooking quality traits of Japonica rice across environments. Plant Sci. 168: 1501–1506.

Little, R. R., G. B. Hilder and E. H. Dawson. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chem. 35: 111-126.

Mather, K. and J. L. Jinks. 1971. Biometrical Genetics. Second ed., 38 pp., Chapman and Hall Ltd. London.

Mather, K. and J. L. Jinks. 1977. Introduction to Biometrical Genetics. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY, pp.73-80.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

McKenzie, K. S. and J. N. Rutger. 1983. Genetic analysis of amylose content, alkali spreading score, and grain dimensions in rice. Crop Sci. 23: 306–319.

Reddy, K. R., A. S. Zakiuddin and K. R. Bhattacharya. 1993.The fine structure of ricestarch amylopectin and its relation to the texture of cooked rice. Carbohydrate Polymorphism 22: 267-275.

Roy, D. 2000. Plant breeding analysis and exploitation of variation. Alpha Science International LTD, pp. 701.

SAS. 2005. User's Guide. Ver. 8. SAS Institute Inc.

Savery. M. A. and J. Ganesan. 2003. Genetic analysis of kernel quality traits in rice. Madras Agric. J. 90: 224-227.

SES. 2002. Standard Evaluation System for Rice. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.

Shapiro, S. S. and M. B. Wilk. 1965. An analysis of variance test for normality (Complete samples). Biometrics 52: 591–611.

Shi, C. H., and J. Zhu. 1994. Analysis of seed and maternal genetic effects for characters of cooking quality in Indica rice. Chi. J. Rice Sci. 8: 129-134.

Shi, C. H., J. Zhu, R. C. Zeng and G. L. Chen. 1997. Genetic and heterosis analysis for cooking quality traits of Indica rice in different environments. Theor. Appl. Genet. 95: 294-300.

Shoshi-dezfolli, A. A. and R. Honarnejad, 2005. Study gene action and heritability in some of traits related to rice quality using a diallel graphical analysis. Iranian J. Agric. Sci. 36(4): 813-818. (In Persian with English abstract).

SPSS Inc. 2004. SPSS User's Guide. Ver. 14. SPSS Inc. Chicago, IL. USA.

Tang, S. X. and G. S. Khush. 1993. Genetic studies on gel consistency of rice. Rice Abs. 16: 159.

Tomar, J. B. 1987. Analysis of genetic components of generation mean for some quality characters in rice. Oryza 24: 112-118.

Tomar, J. B. and J. S. Nanda, 1985. Genetics and association studies of kernel shape in rice. Indian J. Gene. 45: 278-283.

Ukai, Y. 2006. DIAL98. User's Guide. Ver. 6. DIAL98. Japan.

Xingfang, L., H. Kunming and L. Hong. 1998. Combining ability analysis for main traits in the rice cultivars with blast resistance and/or good quality. Chin. J. Rice Sci. 121: 55-58.

Yan, A. O, X. Chen-Wu and M. Hui-Dong. 2000. Quantitative analysis for inheritance of quality characters in Indica hybrid rice. Acta Genetica Sinitica. 27: 706-712.

Yi, X. P. and F. Y. Cheng. 1992. Genetic effect of different cytoplasm types on rice cooking, milling and nutrient qualities in Indica type hybrid rice. Chin. J. Rice Sci. 6: 187-189.

Zaman, F. U. and E. A. Siddiq. 1985. Genetical analysis of gel consistency in rice. Indian J. Genet. and Plant Breed. 45: 111-118.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]

Estimation of genetic parameters for some cooking quality related traits in rice using diallel crosses analysis

Sharifi, P.[1], H. Dehghani[2], A. Moumeni[3] and M. Moghaddam[4]

ABSTRACT

Sharifi, P., H. Dehghani, A. Moumeni, M. Moghaddam. 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 Persian).**

Genetic components controlling some of cooking quality related traits in rice (*Oryza sativa* L.) were studied using a 7×7 complete diallel cross design in Rresearch Field Station, Rice Research Institute of Iran (RRII) in 2006 and 2007 growing seasons. Analysis of variance showed significant differences among genotypes for traits of inetest including; amylose content (AC), gel consistency (GC), gelatinization temperature (GT) and grain elongation (GE). Based on Hayman's diallel method, both additive (D) and dominance components (H1 and H2) were significant for AC and GC. However, for the other traits, only additive variance was significant. The average degree of dominance showed partial dominance effects of genes in controlling all the studied traits. The H2/4H1 ratio indicated nearly symmetrical distribution of the genes for AC and GE. Results also indicated that increase in AC and GT and decrease in GC were controlled by genes with dominance effects while decrease of GEL was governed by recessive genes. The broad sense heritability estimates were high (0.97% and 90% and 83%, for AC, GT and GC, respectively) to moderate (0.66 for GE). The magnitude of additive gene effects and heritabilities for traits of interest demonstrated high response to selection, particularly for AC and GT. Consequently, appropriate breeding schemes based on hybridization and selection for these traits may bring about an improvement of cooking quality in rice. Some crosses such as Sepidrood × IRFAON-215, Neda × IRFAON-215 and Saleh × IRFAON-215 can be employed for improving AC, GT and GC traits, respectively.

Keywords: Amylose content, Diallel analysis, Gelatinization temperature, Gel consistency, Grain elongation and Rice.

Received: September, 2008 Accepted: March, 2010

1- Ph.D. Student, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (Corresponding author) (Email: dehghanirh@yahoo.com)
2- Associate Prof., Department of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3- Faculty member, Rice Research Institute of Iran (RRII), Rashat, Iran
4- Prof. Faculty of Agriculture, The University of Tabriz , Tabriz, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.6.5]