تعیین عمل ژن‌ها و برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات کیفیت تغذیه‌ای برنج

پ. شریفی[۱] و ه. امین‌پناه[۱]

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، گروه زراعت و اصلاح نباتات

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۲۰

چکیده

اجزاء ژنتیکی کنترل‌کننده برخی از عناصر معدنی مرتبط با کیفیت تغذیه‌ای برنج با استفاده از یک تلاقی نیمه دی‌آلل ۷ × ۷ مطالعه گردید. این آزمایش به منظور تعیین نوع عمل ژن‌های کنترل‌کننده، برآورد وراثت‌پذیری آن‌ها و همچنین تعیین بهترین والدین اجرا گردید. محتوی عناصر آهن، پتاسیم، منگنز، روی و فسفر در آرد برنج سفید نمونه‌های بذور حاصل از ژنوتیپ‌های مورد مطالعه اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها برای محتوی تمام عناصر مورد مطالعه شامل فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز بود. با توجه به عدم کفایت مدل افزایشی- غالبیت برای میزان محتوی فسفر، تجزیه دای‌آلل به روش هیمن برای این صفت انجام نپذیرفت. تجزیه دی‌آلل به روش هیمن نشان داد برای محتوی عناصر پتاسیم، آهن، روی و منگنز هر دو جزء واریانس افزایشی و غالبیت معنی‌دار بود. میانگین درجه غالبیت نشان‌دهنده عمل فوق غالبیت ژن‌ها در کنترل محتوی چهار عنصر فوق بود. نسبت ژن‌های دارای اثرات مثبت و منفی بیانگر توزیع تقریباً متقارن ژن‌ها در والدین مورد مطالعه برای محتوی پتاسیم و روی بود. نتایج همچنین حاکی از کنترل افزایش میزان محتوی عناصر روی و منگنز با افزایش تعداد ژن‌های مغلوب بود. وراثت‌پذیری عمومی برای میزان محتوی عناصر پتاسیم، آهن، روی و منگنز بالا برآورد گردید. ارقام بومی حسنی، دیلمانی و شاه‌پسند دارای مقادیر بالایی از عناصر پتاسیم، فسفر، آهن و روی بودند و با توجه نقش عمل افزایشی ژن‌های کنترل‌کننده این عناصر، امکان استفاده از آنها به عنوان مواد اصلاحی مناسب برای دستیابی به ارقامی با میزان بالای این عناصر وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: برنج، تجزیه دی‌آلل، عمل ژن، کیفیت تغذیه‌ای، محتوی عناصر معدنی، وراثت‌پذیری

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) با نام انگلیسی Rice یکی از مهمترین محصولات زراعی و یک غله عمده غذایی برای بیش از ۵۰٪ مردم جهان می‌باشد (۲۶). تقاضا برای کیفیت بالا، فاکتور اصلی در بازاریابی برنج و یکی از فاکتورهای تعیین‌کننده در تجارت برنج می‌باشد. کیفیت برنج امری نسبی است به نحوی که کیفیت مطلوبی از برنج در یک کشور، ممکن است در کشوری دیگر غیر قابل قبول باشد و یک کیفیت خاص که باعث قیمت بالا برای یک رقم در نقطه‌ای از جهان می‌شود، ممکن است سبب تنزل قیمت اساسی در بازاری دیگر شود. کیفیت دانه برنج شامل کیفیت تبدیل، کیفیت ظاهری دانه، کیفیت پخت، کیفیت غذایی و کیفیت خوراک می‌باشد، که هر کدام خود از اجزایی تشکیل می‌شوند (۲۶). نشاسته تقریباً ۹۰٪ از وزن خشک برنج سفید را تشکیل می‌دهد و کیفیت پخت و خوراک برنج عمدتاً توسط اجزای نشاسته تحت تاثیر قرار می‌گیرد (۲). در بین گرانول‌های نشاسته که شامل آمیلوز و آمیلوپکتین می‌باشند، مقادیر کمی اجزای متنوع مانند پروتئین‌ها، چربی‌ها، قندهای پنج کربنی و مواد معدنی (فسفر، سیلیس و ...) نیز وجود دارند، که صفات مرتبط با کیفیت غذایی را فراهم می‌آورند (۱۸). علاوه بر میزان پروتئین، مقادیر مختلفی از عناصر معدنی مانند آهن (Fe)، روی (Zn)، منگنز (Mn) فسفر (P)، Ca (کلسیم)، Na (سدیم)، Mg (منیزیم)، Cu (مس) و که از عناصر ضروری در بدن انسان هستند و وظایف مهمی را بر عهده دارند نیز در ارقام مختلف برنج موجود می‌باشند (۵ و ۳۰). گزارشاتی مبنی بر ارتباط مثبت بین محتوی عناصر معدنی و کیفیت پخت وجود دارد، در این راستا آناندان و همکاران (۱) رابطه مثبت بین محتوی عناصر Fe، Zn، Mn و Cu را با کیفیت پخت نشان دادند. همبستگی مثبت معنی‌دار بین قوام ژل و محتوی عناصر K، Cu و Mn و همچنین میزان آمیلوز و محتوی عناصر K، Na، Mg، Cu و Mn در دانه‌های برنج نیز گزارش شده است (۱۴، ۱۵، ۲۸ و ۳۰).

در سال ۱۹۹۲، محققین موسسه تحقیقات بین‌المللی برنج (IRRI) اقدام به ارزیابی تنوع ژنتیکی ۱۱۳۸ ژرم‌پلاسم برنج از نظر میزان محتوی عناصر آهن و روی در دانه برنج نمودند و دامنه این عناصر را به ترتیب ۶/۳ تا ۲۴/۴ میکروگرم بر گرم برای آهن و ۱۳/۵ تا ۵۸/۴ میکروگرم بر گرم برای روی در دانه‌های برنج قهوه‌ای گزارش نمودند (۴ و ۷). وجود تنوع ژنتیکی برای این عناصر، امکان گزینش و استفاده از ارقامی با میزان بالای عناصر را به عنوان والدین تلاقی‌ها فراهم می‌سازد (۶). با استفاده از اسپکترومتر پلاسمای جفتی القایی[1] مقدار محتوی عناصر P، Ca، Mg، Fe، Zn، Cu و Mn در ۶۵۳ نمونه برنج قهوه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که ارقام دارای عملکرد بالاتر، مقادیر بیشتری از محتوی عناصر

1- Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

K، Mg، Ca و Mn و مقادیر کمتری از محتوی عناصر P، Fe، Zn و Cu را دارند (۲۹).

بررسی چگونگی کنترل صفات مهم کمّی و کیفی در برنج، اثر ژن‌ها و همچنین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات، اطلاعات بسیار مفیدی را برای تعیین بهترین والدین، انجام تلاقی‌های هدفمند و اتخاذ روش اصلاحی مناسب جهت تولید واریته‌های با کمیت و کیفیت مطلوب، بدست می‌دهد. چنین اطلاعاتی از طریق روش‌های ژنتیک کمّی نظیر تلاقی‌های دای‌آلل (۸، ۹، ۱۰ و ۱۱) و غیره کسب می‌شود و کاربردهای فراوانی در اصلاح برنج به منظور بهبود صفات کمّی و کیفی پیدا کرده است. در این راستا، اثر ژن و قابلیت ترکیب‌پذیری صفات مرتبط با کیفیت برنج در دهه‌های گذشته بوسیله روش‌های کلاسیک از قبیل تجزیه دای‌آلل برآورد شده است (۳، ۱۲ و ۲۲). مطالعات متعددی در ارتباط با درک چگونگی توارث صفات مرتبط با کیفیت برنج با استفاده از مطالعات ژنتیک کمّی در ایران انجام پذیرفته است (۱۶، ۱۷، ۲۴ و ۲۵).

ژانگ و همکاران (۳۰ و ۳۱) با استفاده از تلاقی دای‌آلل کامل نشان دادند که اثرات جنینی، مادری و سیتوپلاسمی در کنترل ژنتیکی میزان عناصر معدنی Fe، Zn و Mn نقش دارند. همچنین نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که اثرات ژنتیکی اصلی نسبت به اثرات ژنتیکی مادری تأثیر بیشتری روی مقدار عناصر Fe، Zn و Mn دارد و اثرات افزایشی جنینی جزء مهمی از اثرات ژنتیکی در کنترل میزان سه عنصر فوق بود، در حالیکه اثرات مادری افزایشی و مادری غالبیت نقش مهمی را در توارث مقدار فسفر نشان می‌دادند. وراثت‌پذیری خصوصی اثرات ژنتیکی جنینی بر روی Fe، Zn، Mn و P بالا بود، در صورتیکه وراثت‌پذیری اثرات مادری و جنینی روی میزان فسفر متوسط بود. همچنین بررسی همبستگی‌های ژنتیکی نشان داد که همبستگی اثرات افزایشی جنینی، غالبیت جنینی، سیتوپلاسمی، افزایشی مادری و غالبیت مادری بطور معنی‌داری بین خصوصیات دانه مانند وزن ۱۰۰ دانه، طول دانه، عرض دانه، شکل دانه و عناصر معدنی Fe، Zn، Mn و P وجود دارد.

تحقیق حاضر به منظور تعیین نوع عمل ژن‌های کنترل‌کننده محتوی عناصر معدنی مرتبط با کیفیت تغذیه‌ای برنج و برآورد وراثت‌پذیری آن‌ها از طریق تلاقی نیمه دی‌آلل ۷×۷ طراحی و اجرا گردید.

مواد و روشها

مواد آزمایشی این تحقیق در مزرعه آزمایشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت)، با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی با ارتفاع ۷ متر پایین‌تر از سطح دریای آزاد و بافت خاک سیلتی رسی با pH= ۶/۵ تهیه گردید. مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق شامل ۳ رقم برنج بومی (حسنی،

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

شاهپسند و دیلمانی)، ۳ رقم اصلاح شده (سپیدرود، ندا و صالح) و یک رقم خارجی IRFAON-215 بود. نوع طرح آزمایشی پایه جهت بررسی ژنوتیپ‌ها طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بود. بذور آزمایش حاضر از کرت‌هایی با طول ۳ متر و عرض ۱ متر با فواصل ۲۵×۲۵ سانتی‌متر حاصل شد. نمونه‌های بذور حاصل از ۲۸ ژنوتیپ (شامل ۷ والد و ۲۱ هیبرید حاصل از تلاقی آنها به صورت نیمه دای‌آلل) در آزمایشگاه پس از پوست‌کنی، تبدیل به برنج سفید و سپس آرد شدند. پس از استحصال آرد، میزان محتوی عناصر معدنی آهن، پتاسیم، منگنز، روی و فسفر در آنها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فسفر از دستگاه اسپکتروفتومتر و به روش کالیمتری (رنگ زرد مولیبدات وانادات در طول موج ۴۷۰ نانومتر) بعد از هضم نمونه‌ها استفاده شد. برای اندازه‌گیری عناصر میکرو (آهن، منگنز و روی) از دستگاه جذب اتمی استفاده شد. عصاره‌گیری از نمونه‌ها به روش هضم تر انجام شد و پس از کالیبراسیون دستگاه جذب اتمی به کمک محلول‌های استاندارد، مقدار نمونه‌ها توسط دستگاه قرائت گردید (۱۳).

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت. برای صفاتی با تفاوت معنی‌دار ژنوتیپ و نیز صادق بودن فرض‌های مدل افزایشی- غالبیت، تجزیه دی‌آلل به روش هیمن (۱۰) با استفاده از برنامه Dial 98 (۲۷) انجام شد. در این راستا، آزمون اثرات اپیستازی با استفاده از آزمون شیب خط رگرسیون کوواریانس نتاج با والد مشترک آنها (Wr) روی واریانس ردیف‌ها (Vr) از شیب واحد انجام شد (۲۰). پارامترهای ژنتیکی کنترل‌کننده صفات شامل سهم واریانس‌های افزایشی و غالبیت، درجه غالبیت و وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی با استفاده از روش هیمن (۱۰) برآورد شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر محتوی تمام عناصر مورد بررسی بود، از این رو تجزیه دای‌آلل در مورد آنها انجام گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس محتوی عناصر مرتبط با کیفیت تغذیه‌ای در یک آزمایش نیمه دای‌آلل ۷×۷

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات				
		فسفر (٪)	پتاسیم (٪)	آهن ($mg.kg^{-1}$)	روی ($mg.kg^{-1}$)	منگنز ($mg.kg^{-1}$)
بلوک	۲	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۲۷/۱۹	۰/۰۳۴
ژنوتیپ	۲۷	۰/۰۰۷۵*	۰/۰۰۰۸**	۴/۵۵۱**	۳۳/۲۲**	۲/۱۵۱**
خطا	۵۴	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۰۱	۰/۲۴۱	۶/۸۶	۰/۱۷۴

* و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

با توجه به معنی‌دار بودن میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها برای محتوی عناصر مورد مطالعه می‌توان وجود تنوع ژنتیکی را بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه استنباط نمود. از دیگر نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، معنی‌دار نبودن اثر بلوک برای هیچکدام از محتوی عناصر مورد مطالعه می‌باشد (جدول ۱).

نتایج بررسی ضریب رگرسیون Wr روی Vr در جدول ۲ نشان داد که این ضریب برای محتوی عناصر پتاسیم، آهن، روی و منگنز واجد اختلاف معنی‌دار با صفر و فاقد اختلاف معنی‌دار با یک بود. با توجه به این آزمون نتیجه گرفته شد که فرض‌های مدل افزایشی-غالبیت برای مواد اصلاحی مورد بحث در محتوی عناصر مذکور صادق بوده و امکان انجام تجزیه دای‌آلل به روش هیمن برای آنها وجود دارد، از این رو تجزیه داده‌ها به روش هیمن برای محتوی چهار عنصر فوق انجام گرفت.

پتاسیم

در جدول ۳ مقایسه میانگین‌های ژنوتیپ‌ها و هیبریدهای حاصله نشان می‌دهد که محتوی پتاسیم در دانه ارقام مورد مطالعه دارای دامنه‌ای از ۰/۱۳ (شاه‌پسند) تا ۰/۲۰ درصد در تلاقی حسنی × IRFAON215 و رقم IRFAON215 بود. سایر هیبریدها از لحاظ میزان محتوی عنصر پتاسیم در بین ارقام والدینی قرار داشتند. در تحقیقات سایر محققین نیز محتوی پتاسیم در دانه برنج حدود ۰/۲تا ۱/۸ درصد گزارش شده است (۱۵ و ۲۱). نتایج تجزیه دای‌آلل نشان داد که در کنترل محتوی پتاسیم اثر افزایشی (a)، اثر غالبیت (b) و اثر باقیمانده اثرات غیرافزایشی (b_3) معنی‌دار است (جدول ۴).

برآورد پارامترها با استفاده از روش هیمن (جدول ۵) حاکی از معنی‌دار بودن جزء واریانس افزایشی (D)، واریانس غالبیت (H_1) و فرم دیگر واریانس غیرافزایشی (H_2) بود، البته در اینجا سهم بیشتر واریانس غیرافزایشی در مقایسه با واریانس افزایشی مشاهده شد.

جدول ۲- ضرایب رگرسیون Wr نسبت به Vr و آزمون آنها جهت بررسی کفایت مدل افزایشی-غالبیت

صفت	$b \pm s_b$	H_0: β=0, t value	H_0: β=1, t value
فسفر (٪)	-۰/۲۳۳±۰/۲۳	۰/۹۹۴^{ns}	۵/۲۶۱**
پتاسیم (٪)	۰/۶۶۴±۰/۲۶	۲/۵۳۸**	۱/۲۸۴^{ns}
آهن ($mg.kg^{-1}$)	۰/۸۲۳±۰/۳۳	۲/۴۹۴*	۰/۵۳۷^{ns}
روی ($mg.kg^{-1}$)	۰/۹۵۱±۰/۳۲	۳/۰۴۳**	۰/۱۵۶^{ns}
منگنز ($mg.kg^{-1}$)	۰/۷۶۱±۰/۱۶	۴/۷۱۲**	۱/۴۷۷^{ns}

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و ns: غیر معنی‌دار.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های محتوی عناصر مرتبط با کیفیت تغذیه‌ای در والدین و تلاقی‌ها

ژنوتیپ	فسفر (٪)	پتاسیم (٪)	آهن ($mg.kg^{-1}$)	روی ($mg.kg^{-1}$)	منگنز ($mg.kg^{-1}$)
شاه‌پسند	۰/۴۵	۰/۱۳	۱/۶۵	۱۲/۷۰	۱/۹۵
شاه‌پسند × حسنی	۰/۵۴	۰/۱۸	۱/۲۵	۱۰/۷۵	۱/۶۷
حسنی	۰/۵۳	۰/۱۸	۱/۱۰	۷/۲۵	۳/۱۳
شاه‌پسند × سپیدرود	۰/۴۴	۰/۱۴	۱/۳۰	۴/۰۰	۱/۷۱
حسنی × سپیدرود	۰/۴۲	۰/۱۵	۱/۲۰	۲/۵۵	۰/۳۰
سپیدرود	۰/۵۵	۰/۱۴	۱/۳۰	۰/۵۸	۳/۱۰
شاه‌پسند × ندا	۰/۵۲	۰/۱۴	۱/۴۰	۲/۶۲	۲/۱۵
حسنی × ندا	۰/۴۰	۰/۱۴	۱/۳۰	۳/۵۵	۲/۱۵
سپیدرود × ندا	۰/۳۵	۰/۱۸	۱/۳۵	۲/۴۵	۳/۴۰
ندا	۰/۵۲	۰/۱۴	۵/۸۵	۰/۸۸	۱/۸۵
شاه‌پسند × دیلمانی	۰/۶۶	۰/۱۷	۱/۸۰	۷/۰۰	۱/۹۰
حسنی × دیلمانی	۰/۴۶	۰/۱۷	۱/۲۵	۹/۵۰	۱/۴۵
سپیدرود × دیلمانی	۰/۵۰	۰/۱۸	۱/۴۲	۱۰/۰۰	۰/۱۲
ندا × دیلمانی	۰/۴۸	۰/۱۳	۱/۵۸	۱۰/۵۰	۳/۰۳
دیلمانی	۰/۴۹	۰/۱۶	۲/۶۳	۴/۹۰	۰/۶۷
شاه‌پسند × صالح	۰/۴۶	۰/۱۴	۱/۶۵	۷/۵۰	۱/۶۱
حسنی × صالح	۰/۴۷	۰/۱۷	۱/۵۰	۱۷/۰۰	۰/۱۳
سپیدرود × صالح	۰/۵۱	۰/۱۵	۱/۹۵	۶/۶۰	۱/۴۵
ندا × صالح	۰/۴۴	۰/۱۴	۲/۴۰	۱/۱۳	۱/۳۴
دیلمانی × صالح	۰/۴۱	۰/۱۶	۳/۰۰	۷/۶۰	۰/۲۵
صالح	۰/۴۸	۰/۱۷	۱/۱۰	۱۰/۵۰	۰/۷۲
شاه‌پسند × IR	۰/۵۴	۰/۱۶	۱/۵۵	۳/۹۰	۰/۱۳
حسنی × IR	۰/۵۵	۰/۲۰	۱/۱۵	۷/۹۰	۰/۳۹
سپیدرود × IR	۰/۴۷	۰/۱۳	۴/۱۰	۱۰/۳۰	۲/۴۵
ندا × IR	۰/۴۷	۰/۱۸	۱/۷۵	۲/۳۵	۳/۰۵
دیلمانی × IR	۰/۵۱	۰/۱۷	۳/۷۵	۵/۰۰	۰/۴۷
صالح × IR	۰/۴۱	۰/۱۶	۱/۳۵	۲/۶۰	۲/۱۵
IRFAON-215	۰/۴۷	۰/۲۰	۱/۳۵	۳/۵۰	۰/۸۰
میانگین	۰/۴۸	۰/۱۶	۲/۰۳	۶/۲۵	۱/۵۵
LSD5%	۰/۰۸	۰/۰۱۶	۰/۷۹	۴/۱۹	۰/۶۷
LSD1%	۰/۱۱	۰/۰۲۱	۱/۰۳	۵/۵۲	۰/۸۸

LSD5% و LSD1%: به ترتیب نشانگر حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

جدول ۴- تجزیه دای آلل برای محتوی عناصر مرتبط با کیفیت تغذیه‌ای برنج به روش هیمن

منابع تغییر	درجه آزادی	پتاسیم (٪)	آهن ($mg.kg^{-1}$)	روی ($mg.kg^{-1}$)	منگنز ($mg.kg^{-1}$)
تکرار	۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۲۷/۱۹	۰/۰۳
اثر افزایشی (a)	۶	۰/۰۰۱۵**	۵/۹۶**	۵۸/۷۹**	۳/۲۵**
اثر غالبیت (b)	۲۱	۰/۰۰۰۵**	۴/۱۵**	۲۵/۹۱**	۱/۸۴**
اثر غالبیت جهت‌دار (b_1)	۱	۰/۰۰۰۱	۲/۸۴**	۴/۵۹	۰/۶۹
اثر تقارن ژن‌های غالب و مغلوب (b_2)	۶	۰/۰۰۰۱	۹/۲۱**	۲۵/۰۳**	۲/۶۳**
اثر باقیمانده اثرات غیرافزایشی (b_3)	۱۴	۰/۰۰۰۷**	۲/۰۷**	۲۷/۸۱**	۱/۵۸**
خطا	۵۴	۰/۰۰۰۱	۰/۲۴	۶/۸۶	۰/۱۷

* و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۵- برآورد پارامترهای ژنتیکی برای محتوی عناصر مرتبط با کیفیت تغذیه‌ای برنج با استفاده از روش هیمن

پارامترهای ژنتیکی	پتاسیم (٪)	آهن ($mg.kg^{-1}$)	روی ($mg.kg^{-1}$)	منگنز ($mg.kg^{-1}$)
واریانس افزایشی (D)	۰/۰۰۰۶±۰/۰۰۰۲	۵/۸۷±۰/۷۱	۱۷/۷۸±۷/۶۸	۱/۰۷±۰/۲۵
واریانس غالبیت (H_1)	۰/۰۰۱۱±۰/۰۰۰۲	۱۰/۱۹±۱/۰۲	۴۷/۷۲±۱۲/۱۹	۴/۰۹±۰/۴۸
فرم دیگر واریانس غیرافزایشی (H_2)	۰/۰۰۱۰±۰/۰۰۰۲	۶/۰۶±۰/۵۸	۳۹/۰۹±۹/۰۷	۲/۹۵±۰/۳۲
میانگین کواریانس اثرات افزایشی و غالبیت (F)	۰/۰۰۰۲±۰/۰۰۰۲	۹/۱۲±۱/۱۴	۱۴/۴۶±۱۰/۶۱	۱/۳۷±۰/۴۲
درجه غالبیت ($(H_1/D)^{0.5}$)	۱/۳۷۵±۰/۲۱۸	۱/۳۲±۰/۰۶	۱/۶۴±۰/۳۲	۱/۹۶±۰/۲۰
نسبت ژن‌های غالب ((kd/(kd+kr))	۰/۵۷±۰/۰۴۲	۰/۷۹±۰/۰۱	۰/۶۲±۰/۰۵	۰/۶۶±۰/۰۳
متوسط جهت غالبیت (h)	-۰/۰۰۱۲±۰/۰۰۶	-۰/۸۹±۰/۲۴	۱/۱۳±۱/۳۱	-۰/۴۴±۰/۲۱
وراثت‌پذیری عمومی	۰/۸۷	۰/۹۴	۰/۸۱	۰/۹۴
وراثت‌پذیری خصوصی	۰/۳۶	۰/۲۱	۰/۳۱	۰/۳۴
نسبت ژن‌های دارای اثرات مثبت و منفی ($H_2/4H_1$)	۰/۲۳	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۱۸

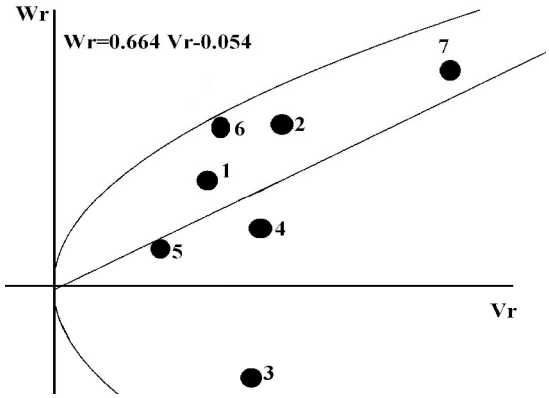
مقدار درجه غالبیت $(H_1/D)^{0.5}$ بالاتر از یک (۱/۳۷۵) نشانگر نقش فوق‌غالبیت ژن‌ها در کنترل ژنتیکی محتوی پتاسیم بود. علامت جبری F (مثبت) و همچنین برآورد نسبت ژن‌های غالب (۰/۵۷) بیانگر این است که والدهای مورد مطالعه دارای آلل‌های غالب بیشتری نسبت به آلل‌های مغلوب بودند. نسبت $H_2/4H_1$ که بیانگر تقارن فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در تمام مکان‌های ژنی کنترل‌کننده می‌باشد (۲۳) حاکی از آن است که برای محتوی پتاسیم در دانه برنج، آلل‌های غالب و مغلوب در والدین به صورت تقریباً متقارن توزیع شده‌اند (اگر این نسبت برابر با ۰/۲۵ باشد، تقارن آلل‌های غالب و مغلوب به طور کامل تأیید می‌شود). میزان وراثت‌پذیری عمومی برای محتوی عنصر پتاسیم بالا (۰/۸۷) بود و حال آنکه وراثت‌پذیری خصوصی پایین (۰/۳۶) برآورد گردید (جدول ۵).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

تجزیه گرافیکی Wr روی Vr برای میزان محتوی عنصر پتاسیم نشان داد که خط رگرسیون محور Wr و سهمی محدودکننده را در بخش منفی قطع نمود و در نتیجه عمل ژن‌های کنترل‌کننده محتوی عنصر پتاسیم به صورت فوق غالبیت بود، این نتیجه از روی برآورد میزان درجه غالبیت نیز ملاحظه شد. همچنین والدین در طول خط رگرسیون برای به صورت پراکنده قرار داشتند که بیانگر تنوع ژنتیکی بود و وجود ژن‌های غالب و مغلوب را در والدین مورد مطالعه نشان می‌داد. با توجه به پراکنش والدین در طول خط رگرسیون، ارقام سپیدرود و دیلمانی دارای حداکثر ژن‌های غالب و رقم IRFAON-215 دارای حداکثر ژن‌های مغلوب بودند (شکل ۱). این نتیجه در جدول ۶ نیز مشهود می‌باشد. از آنجا که رقم IRFAON-215 دارای بیشترین میزان عنصر پتاسیم بود، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش مقدار این عنصر توسط آلل‌های مغلوب کنترل می‌شود.

جدول ۶- نسبت آلل‌های غالب برای محتوی عناصر مرتبط با کیفیت تغذیه‌ای در هر یک از والدین

صفت / والد	پتاسیم (٪)	آهن ($mg.kg^{-1}$)	روی ($mg.kg^{-1}$)	منگنز ($mg.kg^{-1}$)
شاهپسند	۰/۶۱۴	۰/۹۵۶	۰/۴۷۶	۰/۷۸۶
حسنی	۰/۴۴۷	۰/۹۵۱	۰/۲۶۶	۰/۵۲۵
سپیدرود	۰/۸۵۸	۰/۸۷۵	۰/۶۸۱	۰/۵۰۱
ندا	۰/۶۲۳	۰/۲۲۸	۰/۸۰۳	۰/۷۸۸
دیلمانی	۰/۷۶۳	۰/۹۰۶	۰/۹۴۵	۰/۶۲۳
صالح	۰/۵۱۸	۰/۸۷	۰/۲۹۴	۰/۸۳۴
IRFAON-215	۰/۱۹۶	۰/۷۷۸	۰/۹۰۳	۰/۵۹۳



شکل ۱- رگرسیون Wr روی Vr برای عنصر پتاسیم (۱: شاه‌پسند، ۲: حسنی، ۳: سپیدرود، ۴: ندا، ۵: دیلمانی، ۶: صالح، ۷: IRFAON-215).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

فسفر

بررسی ضریب رگرسیون Wr روی Vr نشان داد که این ضریب دارای اختلاف معنی‌دار با یک و فاقد اختلاف معنی‌دار با صفر بود، بنابراین یکی از فرض‌های تجزیه دای‌آلل به روش هیمن که عدم وجود اثرات متقابل غیرآللی است، برای محتوی عنصر فسفر وجود نداشت و لذا تجزیه دای‌آلل به روش هیمن برای محتوی این عنصر انجام نپذیرفت (جدول ۲). نتیجه اخیر نشان می‌دهد که کنترل ژنتیکی محتوی فسفر منطبق بر مدل افزایشی-غالبیت نمی‌باشد. توجیه عدم برقراری این فرض این است که چنانچه ژن‌های والدی با ژن‌های سایر والدها اثرمتقابل داشته باشند، در آن صورت نقطه مربوط به این والد دور از خط رگرسیون قرار می‌گیرد و در نتیجه شیب خط رگرسیون با یک اختلاف معنی‌دار خواهد داشت (۱۰). مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های سپیدرود و IRFAON215 به ترتیب با متوسط ۰/۵۵ و ۰/۴۷ درصد بیشترین و کمترین میزان محتوی عنصر فسفر را در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارا بودند (جدول ۳ و ۴). بیشترین و کمترین میزان عنصر فسفر در هیبریدهای حاصل به ترتیب در تلاقی‌های شاه‌پسند × دیلمانی (۰/۶۶) و سپیدرود × ندا (۰/۳۵) مشاهده شد. این مقدار عنصر فسفر مطابق با سایر تحقیقات می‌باشد که در آنها میزان فسفر حدود ۰/۳-۰/۶٪ گزارش شده است (۲۱ و ۳۱).

آهن

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها و هیبریدهای حاصل (جدول ۳) نشان می‌دهد که میزان محتوی آهن در والدین و هیبریدهای حاصل از آنها در دامنه‌ای از ۱/۱۰ (حسنی) تا ۵/۸۵ (ندا) میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر بود. متوسط میزان محتوی آهن در تمام تلاقی‌ها مابین دو حد فوق بود. لو و همکاران (۱۹) متوسط محتوی عنصر آهن را در تعدادی از لاین‌های نوترکیب برنج ۱/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نمودند و حال آنکه جیانگ و همکاران (۱۵) مقدار آهن را در ۲۷۴ نمونه ۰/۹ تا ۲۶/۷۸ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند.

نتایج حاصل از تجزیه دای‌آلل به روش هیمن در جدول ۴ ارائه گردیده است. این نتایج نشان می‌دهند که میانگین مربعات جزء a و b معنی‌دار بود که به ترتیب بیانگر معنی‌دار شدن ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی (۲۳) و به عبارتی بیانگر وجود اثرات افزایشی و غالبیت در کنترل این صفت می‌باشد. میانگین مربعات b_1 برای محتوی آهن معنی‌دار شد که حاکی از وجود غالبیت جهت‌دار در مکان‌های ژنی کنترل‌کننده آن در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود. به این مفهوم که در نتیجه وجود غالبیت در مکان‌های ژنی کنترل‌کننده بین والدین و هیبریدهای حاصل از آنها تفاوت وجود دارد و این اثر برای نشان دادن وجود تفاوت بین والدین و هیبریدها می‌باشد. همچنین اثر تقارن ژن‌های غالب و مغلوب (b_2) و اثر باقیمانده

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

اثرات غیرافزایشی (b_3) برای محتوی این عنصر معنی‌دار شد (جدول ۴). غالبیت جهت‌دار همانند دو نوع دیگر اثرات غیر افزایشی (b_2 و b_3) می‌تواند در بحث تولید هیبرید مورد استفاده قرار گیرد.

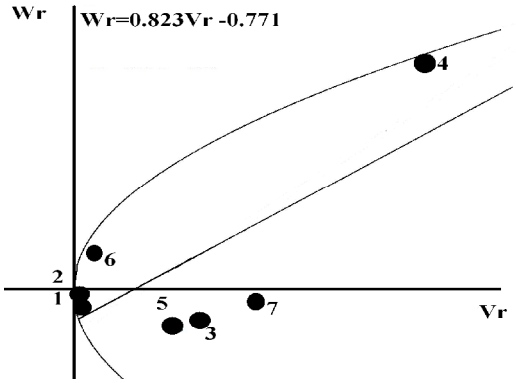
نتایج حاصل از برآورد پارامترهای ژنتیکی در روش هیمن برای محتوی عنصر آهن در جدول ۵ ارائه شده است و نتایج حاکی از معنی‌دار بودن واریانس افزایشی (D)، واریانس غالبیت (H_1) و فرم دیگر واریانس غیرافزایشی (H_2) است، البته میزان واریانس‌های غیرافزایشی در مقایسه با افزایشی بالاتر می‌باشد. مقدار درجه غالبیت $(H_1/D)^{0.5}$ برای محتوی این عنصر بیشتر از یک می‌باشد (۱/۳۲) که نشانگر نقش فوق‌غالبیت ژن‌های کنترل‌کننده محتوی آهن است. مقدار مثبت پارامتر F و همچنین برآورد نسبت ژن‌های غالب ($kd/(kd+kr)$) (۰/۷۹) نشان داد که در والدین مورد استفاده فراوانی آلل‌های غالب نسبت به آلل‌های مغلوب بیشتر است. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب ۹۴ و ۲۱ درصد برآورد گردید. با توجه به وراثت‌پذیری خصوصی پایین و سهم کمتر واریانس افزایشی ژن‌ها در کنترل محتوی عنصر آهن، بازده گزینش برای محتوی این عنصر پایین خواهد بود.

برای محتوی عنصر آهن (شکل ۲) خط رگرسیون محور Wr و سهمی محدودکننده را در بخش منفی قطع نمود، بنابراین میزان محتوی آهن توسط عمل فوق غالبیت ژن‌ها کنترل می‌شود. نظر به اینکه والدین حسنی و شاه‌پسند نزدیکترین ژنوتیپ‌ها به مبدأ مختصات بودند، دارای بیشترین وفور آلل‌های غالب بودند و والد ندا که در دورترین نقطه از مبدأ مختصات قرار داشت، دارای بیشترین آلل‌های مغلوب بود. با توجه به اینکه والد ندا دارای بیشترین میزان محتوی آهن بود و در دورترین نقطه از مبدأ مختصات قرار داشت و همچنین سایر والدین با میزان کمتر محتوی آهن، نزدیک مبدأ مختصات قرار داشتند، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش میزان محتوی آهن با آلل‌های مغلوب و کاهش میزان آن با آلل‌های غالب کنترل می‌گردد.

روی

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها و هیبریدهای حاصل (جدول ۳) نشان می‌دهد که ارقام ندا و سپیدرود دارای کمترین میزان محتوی عنصر روی و ارقام شاه‌پسند، حسنی و صالح دارای بیشترین میزان این عنصر می‌باشند. بیشترین میزان محتوی عنصر روی در مواد اصلاحی مورد مطالعه مربوط به تلاقی حسنی × صالح با میزان ۱۷/۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. در تطابق با این مقدار روی در دانه برنج در تحقیقات گذشته، میزان محتوی عنصر روی در ۱۱۳۸ رقم برنج ۱۳/۵ تا ۵۸/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (۴ و ۷).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]



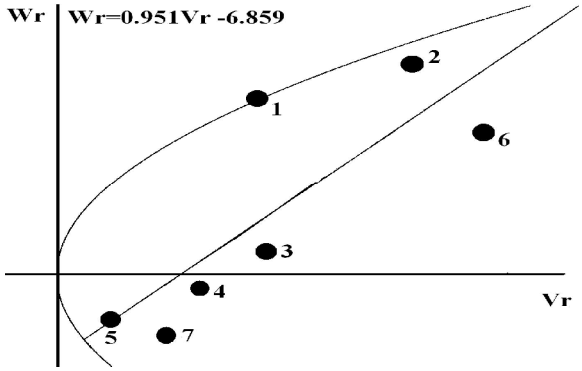
شکل ۲- رگرسیون Wr روی Vr برای عنصر آهن (۱: شاه‌پسند، ۲: حسنی، ۳: سپیدرود، ۴: ندا، ۵: دیلمانی، ۶: صالح، ۷: IRFAON-215).

نتایج حاصل از تجزیه دای‌آلل به روش هیمن نشان داد که در کنترل ژنتیکی میزان محتوی عنصر روی اثرات افزایشی (a) و غالبیت (b) نقش دارند (جدول ۴). همچنین براساس این نتایج اثر تقارن ژن‌های غالب و مغلوب (b_2) نیز معنی‌دار بود که نشان‌دهنده عدم تقارن ژن‌های کنترل‌کننده این صفت در مواد اصلاحی مورد مطالعه است (۲۳). جزء اثر باقیمانده اثرات غیر افزایشی (b_3) نیز معنی‌دار بود.

در مورد میزان محتوی عنصر روی، برآورد پارامترهای ژنتیکی به روش هیمن (جدول ۵) نشاندهنده معنی‌دار شدن واریانس افزایشی (D) و واریانس غیرافزایشی (H_1 و H_2) بود، اما میزان واریانس غیرافزایشی در مقایسه با واریانس افزایشی بیشتر بود. مقدار مثبت برآورد شده برای پارامتر F و همچنین برآورد نسبت ژن‌های غالب (۰/۶۲) نشان داد که مواد اصلاحی مورد مطالعه از نظر میزان محتوی عنصر روی دارای آلل‌های غالب بیشتری بودند. برآورد درجه غالبیت (۱/۶۴) نیز حاکی از اثر فوق‌غالبیت در کنترل ژنتیکی محتوی این عنصر بود. میزان وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای محتوی عنصر روی به ترتیب برابر با ۰/۸۱ و ۰/۳۱ برآورد گردید.

در مورد میزان محتوی عنصر روی نیز خط رگرسیون محور Wr و سهمی محدودکننده را در بخش منفی قطع کرد (شکل ۳) که نشانگر کنترل ژنتیکی آن توسط عمل فوق‌غالبیت ژن‌ها می‌باشد. با توجه به پراکنش والدین در طول خط رگرسیون، ارقام دیلمانی و IRFAON-215 دارای حداکثر تعداد ژن‌های غالب و ارقام حسنی و صالح با بیشترین میزان محتوی این عنصر دارای حداکثر ژن‌های مغلوب بودند. بنابراین افزایش میزان محتوی عنصر روی توسط ژن‌های مغلوب کنترل می‌شوند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]



شکل ۳- رگرسیون Wr روی Vr برای عنصر روی (۱: شاه‌پسند، ۲: حسنی، ۳: سپیدرود، ۴: ندا، ۵: دیلمانی، ۶: صالح، ۷: IRFAON-215).

منگنز

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها و هیبریدهای حاصله برای میزان محتوی عنصر منگنز در دانه برنج نشان داد که والدین دارای دامنه‌ای از ۰/۶۷ میلی‌گرم در کیلوگرم در رقم دیلمانی تا ۳/۱۳ میلی‌گرم در کیلوگرم در رقم حسنی بودند و در بین تلاقی‌ها نیز میزان این عنصر در هیبرید سپیدرود × دیلمانی ۰/۱۲ و در هیبرید سپیدرود × ندا ۳/۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (جدول ۳). در مطالعه‌ای، میزان محتوی عنصر منگنز در ۷ رقم برنج برابر با ۵۱/۳۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و دامنه آن از ۴۲/۲۷ تا ۶۴/۶۱ بود (۳۰) و حال آنکه در مطالعه‌ای دیگر متوسط مقدار محتوی عنصر منگنز و دامنه آن در نمونه‌ها به ترتیب برابر با ۱۱/۶۲ و ۴/۸۹ تا ۲۵/۹۷ میکروگرم بر گرم بود (۱۵).

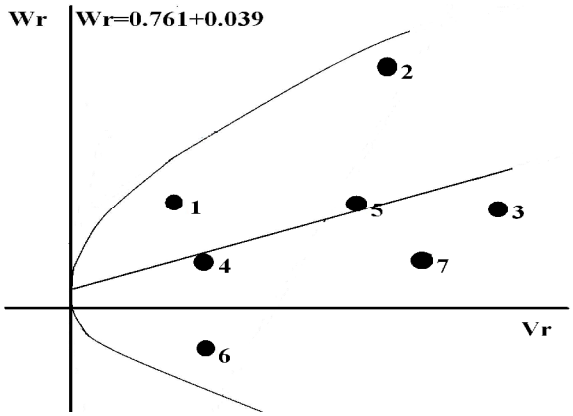
نتیجه حاصل از تجزیه دای‌آلل به روش هیمن (جدول ۴) حاکی از معنی‌دار بودن میانگین مربعات جزء a و b بود که نشان می‌دهد در توارث محتوی عنصر منگنز اثرات افزایشی و غالبیت به طور توأم نقش دارند. همچنین میانگین مربعات b_2 و b_3 نیز معنی‌دار شد.

بررسی شاخص‌های آماری و پارامترهای ژنتیکی حاصل از تجزیه دای‌آلل به روش هیمن (جدول ۵) نشان داد که با توجه به برآورد مقدار مثبت پارامتر F، معنی‌دار بودن آن و همچنین برآورد بالای نسبت ژن‌های غالب (۰/۶۶) می‌توان اظهار داشت که ارقام مورد مطالعه از نظر محتوی عنصر منگنز دارای آلل‌های غالب بیشتری بودند. برآورد وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب برابر با ۰/۹۴ و ۰/۳۴ بود.

نتایج تجزیه گرافیکی نشان داد که ارقام شاه‌پسند، ندا و صالح دارای حداکثر تعداد ژن‌های غالب و رقم حسنی و سپیدرود با بیشترین میزان محتوی عنصر منگنز دارای حداکثر تعداد ژن‌های مغلوب بودند. بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که افزایش میزان محتوی عنصر منگنز نیز همانند سایر عناصر

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

معدنی مورد مطالعه با افـزایش تعـداد ژن‌هـای مغلوب کنترل می‌گردد (شکل ۴).



شکل ۴- رگرسیون Wr روی Vr برای عنصر منگنز (۱: شاه‌پسند، ۲: حسنی، ۳: سپیدرود، ۴: ندا، ۵: دیلمانی، ۶: صالح، ۷: IRFAON-215).

همـانطور کـه ملاحظـه شـد نقـش اثـرات افزایشی و غیرافزایشی در کنترل محتوی عناصـر معدنی مورد بررسی محرز گردید، این نتیجـه در تطابق با نتایج سایر محققان مبنی بر نقش اثرات افزایشی و غیرافزایشی در کنترل مقـدار محتـوی عناصر معدنی در دانـه بـرنج مـی‌باشـد (۶، ۳۰ و ۳۱). نتیجه نهایی این کـه ارقـام بـومی حسـنی، دیلمانی و تا حـدودی شـاه‌پسـند دارای مقـادیر بـالایی از عناصـر پتاسـیم، فسـفر، آهـن و روی بودند. همچنین با توجه به همبستگی مثبت بین محتوی عناصر معدنی و کیفیـت پخـت (۱، ۱۵، ۲۸ و ۳۰) و معنی‌دار بودن عمل افزایشی و نقش ژن‌های کنترل‌کننده محتوی عناصر معدنی فـوق عمل افزایشی ژن‌ها در کنـار عمـل غیرافزایشـی مـی‌تـوان از ارقـام بـومی فـوق بـه عنـوان مـواد اصلاحی مناسب بـرای دسـتیابی بـه ارقـامی بـا میزان بالای این عناصر و افزایش میـزان عناصـر فوق در کنار برنامه‌های اصلاحی برای بهبود سایر صفات کیفیت برنج استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

از مساعدت باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت به خاطر تأمین اعتبار اجرایی طرح تشکر می‌شود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

منابع

1. Anandan, A., G. Rajiv, R. Eswaran and M. Prakash. 2011. Genotypic variation and relationships between quality traits and trace elements in traditional and improved rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes. Journal of Food Science, 76(4): 122-130.
2. Bao, J.S., M. Sun, L.H. Zhu and H. Corke. 2004. Analysis of quantitative trait loci for some starch properties of rice (*Oryza sativa* L.): thermal properties, gel texture and swelling volume. Journal of Cereal Science. 39: 379-385.
3. 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.
4. Graham, R.D., D. Senadhira, S. Beebe, C. Iglesias and I. Monasterio. 1999. Breeding for micronutrient density in edible portions of staple food crops: conventional approaches. Field Crops Research. 60: 57-80.
5. Gregorio, G.B. 2002. Progress in breeding for trace minerals in staple crops. Journal of Nutrient. 132: 500-502.
6. Gregorio, G.B. and T. Htut. 2002. Micronutrient-dense rice: developing breeding tools at IRRI. Rice science: innovations and impact for livelihood. Proceedings of the International Rice Research Conference, Beijing, China, 16-19 September 2002, pp: 371-378.
7. Gregorio, G.B., D. Senadhira, T. Htut and R.D. Graham. 2000. Breeding for trace mineral density in rice. Food Nutrient Bulletin. 21: 382-386.
8. Griffing, B. 1956a. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity. 10: 31- 50.
9. Griffing, B. 1956b. Concepts of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Australian Journal of Biological Science. 9: 436-493.
10. Hayman, B.I. 1954a. The analysis of variance of diallel tables. Biometrics. 10: 235-244.
11. Hayman, B.I. 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics. 39: 789-809.
12. He, P., S.G. Li, Q. Qian, Q.Y. Ma, J.Z. Li, W.M. Wang, Y. Chen and L.H. Zhu. 1999. Genetic analysis of rice grain quality. Theoretical and Applied Genetics, 98: 502-508.
13. Huang, W.K. 1995. Food analysis methods. China Light Industry Press. Beijing, pp: 8-25.
14. Jiang S.L., J.G. Wu, Y. Feng, X.E. Yang and C.H. Shi. 2007. Correlation analysis of mineral element contents and quality traits in milled rice (*Oryza stavia* L.). Jurnal of Agricultural Food Chemistry, 55: 9608-9613.
15. Jiang, S.L., J.G. Wu, N.B. Thang, Y. Feng, X.E. Yang and C.H. Shi. 2008. Genotypic variation of mineral elements contents in rice (*Oryza sativa* L.). European Food Research Technology. 228: 115-122.
16. Kiani, Sh., S.K. Kazemi Tabar, Gh. Ranjbar, N. Babaeeian Jelodar, M. Norouzi. 2009a. Genetic analysis of gelatinization temperature and amylose contents in rice (*Oryza sativa* L.). Seed and Plant Journal. 25-1: 231-243. (Persian with English abstract).
17. Kiani, Sh., N. Babaeeian Jelodar, G.A. Ranjbar, S.K. Kazemi Tabar and M. Norouzi. 2009b. Study of genetic parameters of endosperm related-traits in crosses of rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Science and Technology of Agriculture and natural resources, 13 (47): 505-518. (Persian with English abstract).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

18. Lineback, D.R. 1986. Current concept of starch structure and its impact on properties. Journal of Japanese Society Starch Science. 33: 80-88.
19. Lu K., L. Li, X. Zheng, Z. Zhang, T. Mou and Z. Hu. 2008. Quantitative trait loci controlling Cu, Ca, Zn, Mn and Fe content in rice grains. Journal of Genetic. 87: 305-310.
20. Mather, K. and J.L. Jinks. 1977. Introduction to biometrical genetics. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY. pp: 73-80.
21. Oko, A.O. and S.C. Onyekwere. 2010. Studies on the proximate chemical composition, and mineral element contents of five new lowland rice varieties planed in Ebonyi state. International Journal of Biotechnology and Biochemistry. 6: 949-955.
22. Pooni, H.S., I. Kumar and G.S. Khush. 1993. Genetical control of amylose content in a diallel set of rice crosses. Heredity, 71: 603-613.
23. Roy, D. 2000. Plant breeding analysis and exploitation of variation. Alpha Science International LTD. 701 pp.
24. Sharifi, P., H. Dehghani, A. Mumeni and M. Moghaddam. 2009. Genetic and genotype × environment interaction effects for appearance quality of rice. Agricultural Sciences in China. 8(8): 891-901.
25. Sharifi, P., H. Dehghani, A. Mumeni and M. Moghaddam. 2010. Genetic main effect and genotype × environment interaction for cooking quality traits in a diallel set of Indica rice (*Oryza sativa* L.) varieties. Crop and Pasture Science, 61: 475-482.
26. Traore, K. 2005. Characterization of novel rice germplasm from West Africa and genetic marker association with rice cooking quality. Ph.D. thesis. Texas A&M University, USA. 210 pp.
27. Ukai, Y. 2006. DIAL98. A package of progams for the analyses of a full and half diallel table with the methods by Hayman (1954), Griffing (1954) and others. http://lbm.ab.a.u-tokyo.ac.jp/~ukai/dial98.html.
28. Zeng, Y.W., S.Q. Shen, L.X. Wang, J.F. Liu, X.Y. Pu and J. Du. 2005. Relationship between morphological and quality traits and mineral element content. Rice Sci., 12(2): 101-106.
29. Zeng, Y.W., J.F. Liu, L.X. Wang, S.Q. Shen, Z.C. Li, X.K. Wang, G.S. Wen and Z.Y. Yang. 2003. Varietal type and mineral elements content of core collection in Yunnan rice. Chinese Journal of Rice Science. 17: 25-30.
30. Zhang, M.W., B.J. Guo and Z.M. Peng. 2005. Genetic effects on grain characteristics of Indica black rice and their uses on indirect selections for some mineral element contents in grains. Genetic Research and Crop Evolution. 52: 1121-1128.
31. Zhang, M.W., B.J. Guo and Z.M. Peng. 2004. Genetic effects on Fe, Zn, Mn and P contents in *Indica* black pericarp rice and their genetic correlations with grain characteristics. Euphytica 135: 315-323.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

Estimation of Genetic Parameters for a Number of Nutrient Quality Traits in Rice

P. Sharifi[1] and H. Aminpanah[1]

1- Assistant professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Rasht Branch

Abstract

Genetic components controlling a number of nutrient quality traits in rice (*Oryza sativa* L.) were studied using 7×7 half a diallel cross. This experiment were carried out for determination of gene action, estimation of heritability and determination the best parents. The contents of P, K, Fe, Zn and Mn were measured from white rice grain flour obtained from studied genotypes. Analysis of variance showed significant differences among genotypes for all traits including Potassium (K), Phosphorus (P), Ferrum (Fe), Zinc (Zn) and Manganese (Mn) contents. Hayman's diallel analysis doesn't carry out for P content due to Inadequacy of additive-dominance model. Diallel analysis revealed that both additive (D) and dominance components (H_1 and H_2) were significant for K, Fe, Zn and Mn contents. The average degree of dominance showed the over dominance effects for controlling of K, Fe, Zn and Mn contents. The ratio of $H_2/4H_1$ indicated approximately symmetrical distribution of the genes in K and Zn contents. Also results indicated that an increase of Zn and Mn contents were controlled by recessive alleles. Broad sense heritability estimates were high for all traits. Value of four mineral elements K, P, Fe and Zn contents were high in landraces including Deilmani, Hassani and Shahpasand cultivars and heritability of these traits were high, therefore, these genotypes can be used as parents in breeding programs for improving nutrient quality in rice.

Keywords: Rice, Diallel analysis, Gene action, Nutrient quality, Mineral element content, Heritability

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]