دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی ارتباط عملکرد و صفات زراعی همبسته در برنج (*Oryza Sativa* L.) با استفاده از تجزیه رگرسیون و علیت

حمیدرضا قربانی[۱]، حبیب‌الله سمیع‌زاده لاهیجی[۲]، بابک ربیعی[۲] و مهرزاد اله‌قلی‌پور[۳]

۱- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران، (نویسنده مسوول: Ghorbani.hreza@gmail.com)
۲- استاد، عضو هیئت علمی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
۳- استادیار، موسسه تحقیقات برنج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۸
صفحه: ۱۱۵ تا ۱۲۳

چکیده

به‌منظور تعیین ارتباط بین عملکرد دانه و اجزاء آن و شناسایی صفات دارای بیشترین اثر بر عملکرد، بیست جمعیت F_1 به همراه والد (پنج لاین و چهار تستر) در سال ۱۳۸۷ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور کشت شد. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات بررسی شده دارای اختلاف معنی‌داری بودند. بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که صفات تعداد دانه پر در خوشه (۰/۶۸) و درصد باروری خوشه (۰/۶۸) همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. تحلیل رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که صفات تعداد دانه پر در خوشه، تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل، درصد باروری خوشه و تعداد دانه در خوشه، مجموعاً ۸۷/۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. نتایج تجزیه علیت نشان داد که تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل (۰/۸۳) بیشترین اثر مستقیم فنوتیپی و تعداد دانه در خوشه (۰/۷۰۳) نیز بیشترین اثر مستقیم ژنتیکی را بر عملکرد دانه داشتند. پیشنهاد می‌شود برای گزینش ژنتیکی ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بیشتر، گزینش‌های غیرمستقیم ابتدا برای تعداد دانه در خوشه و سپس برای تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل و تعداد دانه پر در خوشه انجام گیرد. همچنین با توجه به وجود خصوصیات مناسب در لاین IR76687-22-1-3-2-5 یعنی تعداد بالای دانه در خوشه، تعداد بالای دانه پر در خوشه، درصد باروری بالا، تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل و همچنین عملکرد بالا نسبت به دیگر ارقام و تلاقی‌ها، آزمایشات عملکرد و سازگاری در سال‌ها و مکان‌های مختلف روی این لاین توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، رگرسیون گام‌به‌گام، ضرایب علیت، گزینش، همبستگی

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) از محصولاتی است که حدود دو سوم کالری مورد نیاز مردم آسیا از آن تأمین شده و از غذاهای اصلی مردم ایران نیز می‌باشد (۱۱). تأمین نیاز کشور به برنج در آینده با تکیه بر استفاده از روش‌های اصلاح نباتات و تولید واریته‌های پرمحصول محقق می‌گردد. در برنامه‌های اصلاح نباتات انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفات زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آن‌ها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته، از این‌رو استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیلی که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر بر عملکرد را کاهش می‌دهند، برای پژوهش‌گران مفید خواهد بود (۴). از روش‌های مؤثر برای انتخاب جهت بهبود عملکرد دانه به‌همراه صفات مؤثر بر آن، بهره‌گیری از روش‌های آماری همچون تجزیه همبستگی بین صفات و نیز تجزیه رگرسیونی آن‌ها می‌باشد (۱۷). علاوه‌بر این، تجزیه علیت تصویر کامل‌تری از همبستگی‌های ساده را نشان می‌دهد و ضریب همبستگی بین دو متغیر را به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تفکیک می‌کند (۱). بررسی ارتباط بین صفات در گیاه برنج و تفکیک آن‌ها به‌روش تجزیه علیت، موضوع مطالعات متعددی بوده است. در تحقیقی با مطالعه ۲۶۵ خانواده F_3 برنج به‌همراه والدین و نسل F_1 بیان شد که ضرایب همبستگی عملکرد بوته با عرض برگ پرچم، ارتفاع بوته، تعداد خوشه و زیست‌توده، مثبت و معنی‌دار بود. زیست‌توده، تعداد روز تا گلدهی و ارتفاع بوته، حدود ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه در بوته را توجیه نمودند (۲۳). همچنین گزارش شده است که عملکرد دانه برنج بیشترین ضریب همبستگی را با تعداد پنجه در بوته و پس از آن صفات عملکرد تک‌خوشه و تعداد دانه پر در خوشه داشتند (۱۸). بلوچزهی و کیانی (۸) همبستگی معنی‌داری را بین عملکرد دانه برنج با صفات تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه پر، نسبت طول به عرض دانه و تعداد پنجه بارور گزارش نموده و جهانی و همکاران (۱۷) بیان داشتند که ضرایب همبستگی نشان از رابطه مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه برنج با تعداد دانه پر در خوشه، وزن هزار دانه و عرض دانه دارد و صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه پر در خوشه به‌عنوان معیار انتخاب غیرمستقیم برای بهبود عملکرد دانه می‌باشد. تحقیقات نشان داد که عملکرد دانه برنج با صفات تعداد پنجه کل، تعداد دانه در کل خوشه، تعداد دانه پوک در خوشه، وزن بوته، تعداد دانه بارور در خوشه، تعداد پنجه بارور همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد (۹). همچنین با مطالعه بر روی ۱۲۱ رقم از ارقام بومی و غیر بومی گزارش شده است که عملکرد دانه همبستگی معنی‌داری با صفات وزن صددانه، تعداد دانه پر و پوک در خوشه، تعداد پنجه و همچنین طول و عرض برگ داشته و صفات وزن صددانه، تعداد پنجه، طول برگ، تعداد دانه پر در خوشه و عرض برگ ۸۱ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. همچنین بر اساس نتایج تجزیه علیت، صفات وزن صددانه و تعداد دانه پر در خوشه بیشترین اثر مستقیم و مثبت را با عملکرد دانه داشتند (۶). ببر و همکاران (۷) با

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOI: 10.29252/jcb.11.31.115]

مطالعه روی ۹۳ لاین دابل‌هاپلوئید برنج بیان داشتند که همبستگی ژنوتیپی بالایی میان صفات ارتفاع بوته با طول خوشه و طول برگ پرچمی و همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی مثبت و معنی‌داری نیز بین صفات تعداد روز تا خوشه‌دهی و طول برگ پرچمی مشاهده شد. تجزیه ضرایب علیت صفات مورد مطالعه نشان داد که ارتفاع گیاه که خود تحت تأثیر صفات تعداد خوشه، عرض برگ پرچمی و تعداد روز تا خوشه‌دهی است، اثر مستقیم بالایی بر عملکرد دانه دارد.

پژوهش حاضر با هدف بررسی همبستگی برخی صفات زراعی و شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد دانه از طریق تجزیه علیت انجام شد، تا بدین‌وسیله بتوان به شاخص‌های انتخاب مناسب و مهم جهت بهبود عملکرد دانه در برنج دست یافت. همچنین با مطالعه و بررسی وجود همبستگی بین صفات با توارث بالا و کم می‌توان به گزینش غیرمستقیم برای صفات مهم از طریق صفاتی که دارای وراثت‌پذیری بالاتری هستند و شرایط اندازه‌گیری آن‌ها آسان‌تر است، اقدام نمود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی آزمایش شامل پنج لاین خالص برنج به نام‌های IR72944-1-2-2، IR73688-57-2-2، IR73694-41-2-2، IR76687-22-1-3-2-5 و PR27137-CR153 با منشأ ایری[1] و چهار رقم بومی به نام‌های حسنی، بینام، دم‌سیاه و هاشمی بودند. در سال ۱۳۸۶ لاین‌ها با والدین به‌صورت لاین × تستر تلاقی داده شدند و در سال بعد، بیست نتاج بدست آمده به‌همراه نه والد، جمعاً بیست و نه تیمار، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه آزمایشی موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت مورد مقایسه قرار گرفتند. مساحت هر کرت ۶ مترمربع بود و بوته‌ها به‌صورت تک نشاء با فاصله ۲۵ × ۲۵ سانتی‌متر کشت شدند. کلیه عملیات زراعی از قبیل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و آفات، مطابق دستورالعمل موسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد. ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر بیست صفت، شامل عملکرد دانه در هکتار (Y)، ارتفاع بوته (PH) (سانتی‌متر)، طول خوشه (PL) (سانتی‌متر)، طول برگ پرچم (FL) (سانتی‌متر)، عرض برگ پرچم (FW) (سانتی‌متر)، نسبت طول به عرض برگ پرچم (ROF)، تعداد دانه در خوشه (PP)، تعداد دانه پر در خوشه (FG)، تعداد دانه پوک در خوشه (EM)، وزن هزاردانه (GW) (گرم)، طول شلتوک (GL) (میلی‌متر)، عرض شلتوک (GW) (میلی‌متر)، نسبت طول به عرض شلتوک (ROS)، تعداد روز تا ظهور اولین خوشه (FP)، تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی (P50)، تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل (CP)، تعداد روز تا برداشت (HD)، درصد عقیمی خوشه (PS)، درصد باروری خوشه (PF) و سطح برگ پرچم (LA) (سانتی‌متر مربع) با استفاده از میانگین پنج نمونه تصادفی پس از حذف ردیف‌های کناری هر کرت و بر اساس دستورالعمل استاندارد ارزیابی صفات در برنج[2] اندازه‌گیری شدند. جهت درک بهتر روابط بین صفات و شناخت صفاتی که بیشترین نقش را در عملکرد دانه ایفا می‌کنند از تجزیه علیت بر مبنای ضرایب همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی استفاده شد. بدین منظور ابتدا با در نظر گرفتن عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع (Y) و ۱۹ صفت دیگر به‌عنوان متغیر علت (X_i)، از طریق تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام، متغیرهایی که بیشترین تأثیر را بر تغییرات متغیر تابع داشتند، شناسایی شدند. سپس آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات انتخابی مؤثر بر عملکرد از طریق تجزیه علیت محاسبه گردید. جهت برآورد همبستگی بین صفات و انجام تجزیه رگرسیونی از نرم‌افزار SPSS نسخه 11.5 و جهت انجام تجزیه مسیر (تجزیه علیت) از نرم‌افزار PATHXX استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌داری میان تمامی ژنوتیپ‌ها وجود دارد. این امر نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی کافی بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی بود که با نتایج شریفی و همکاران (۲۶) و نیز آگاهی و همکاران (۳) مطابقت داشت. ضریب تغییرات که نیز نشان‌دهنده دقت آزمایش می‌باشد برای کلیه صفات در حد قابل قبولی (کمتر از ۲۵٪) بوده و بیشترین و کمترین ضریب تغییرات به ترتیب مربوط به صفات عملکرد (۲۵/۰۰ درصد) و روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی (۱/۶۵ درصد) بود (جدول ۱). این نتیجه بیانگر آن است که در مقایسه با دیگر صفات زراعی، برآورد عملکرد بیشترین خطا را (عواملی که تحت کنترل قرار ندارند) در بردارد و بنابراین یک‌نواختی در بین توده از لحاظ صفت عملکرد پایین است. این نتیجه نشان می‌دهد که اگرچه یک رقم واحد مورد کشت و کار قرار می‌گیرد اما همچنان عملکرد هر بوته نسبت به بوته مجاور متفاوت خواهد بود. این نکته اهمیت اتخاذ یک استراتژی مناسب در پروژه‌های اصلاحی مبتنی بر بهبود عملکرد را بیشتر آشکار می‌سازد و همچنین نشان می‌دهد که انتخاب مستقیم عملکرد به‌منظور بهبود آن، احتمالاً پیشرفت وراثتی مناسبی نخواهد داشت. با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها برای صفات، مشخص گردید که IR73688-57-2-2 با متوسط عملکرد ۷۸۴/۹۹۷ گرم در متر مربع دارای بیشترین عملکرد دانه و ژنوتیپ IR73694-41-2-2 از نظر صفت تعداد دانه پر در خوشه دارای بیشترین مقدار (۱۶۲/۲۶) و رقم حسنی کمترین تعداد دانه پوک (۱۲/۶) را در میان ژنوتیپ‌ها دارا بودند. از نظر صفت وزن هزار دانه نیز ژنوتیپ حسنی دارای بیشترین مقدار (۳۰/۴ گرم) بود در حالی که ژنوتیپ IR73688-57-2-2 کمترین مقدار (۲۰/۴۲ گرم) را دارا بود (۱۳). ضرایب همبستگی بین صفات در ارقام برنج مورد مطالعه، در جدول ۲ ارائه شده است. علامت همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی در اکثر موارد مشابه بود ولی از نظر مقدار در بسیاری از موارد با هم اختلاف داشته و همبستگی‌های ژنتیکی برای اکثر صفات بیشتر از همبستگی‌های فنوتیپی بودند. از آنجایی‌که صفات مورد بررسی کمی بوده و محیط نیز تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی این صفات دارد، در نتیجه وجود این اختلاف دور از انتظار نبود. محققان دیگر در مطالعه بر روی ارقام مختلف برنج به نتایج مشابهی دست یافتند (۲۰،۲۴،۱۰). در این بررسی صفت عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با

1-International Rice Research Institute (IRRI)

2- Standard Evaluation System for Rice (SES)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.115]

صفات تعداد دانه پر در خوشه و درصد باروری خوشه و همبستگی منفی و معنی‌داری نیز با صفات ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد دانه پوک در خوشه، درصد عقیمی خوشه و وزن هزار دانه داشت. شریفی و همکاران (۲۶) به وجود همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد با ارتفاع گیاه اشاره داشتند، در حالی که اوآد و همکاران (۱۹) به وجود همبستگی مثبت بین عملکرد با ارتفاع گیاه، طول خوشه و وزن هزار دانه اشاره نمودند. همچنین گوناسکاران و همکاران (۱۴) و حامل نیت و همکاران (۱۶) به وجود همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌داری بین صفات عملکرد دانه با صفات تعداد دانه پر در خوشه و طول خوشه اشاره داشتند.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات در بیست ژنوتیپ F2 و والدین آنها

Table 1. Analysis of variance for traits in F2 genotypes and their parents

	میانگین مربعات صفات										
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	طول برگ (سانتی متر)	عرض برگ (سانتی‌متر)	نسبت طول به عرض برگ	تعداد کل دانه	تعداد دانه پر	تعداد دانه پوک	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	طول خوشه (سانتی‌متر)	عقیمی خوشه (درصد)
تکرار	۲	۲۳۰۲۴۲/۰۹	۱۵/۰۶	۰/۰۱۵	۷/۱۶	۴۴۰/۵۵	۲۸۲/۶۳	۵۹/۵۲	۲۳۹/۳۴	۷/۶۰	۰/۰۰۲
ژنوتیپ‌ها	۲۸	۹۸۲۶۱/۴۴**	۳۳/۱۷**	۰/۰۴۹**	۳۶/۰۵**	۳۷۷۳/۳۵**	۵۸۷۰/۸۵**	۸۴۳۰/۸**	۱۱۲۰/۷۱**	۳۸/۴۹**	۰/۲۱**
خطا	۵۶	۹۴۱۸/۷۹	۱۳/۲۳	۰/۰۰۸	۴/۶۹	۲۹۸/۷۷	۱۴۳/۹۸	۳۲۰/۰۱۹	۴۱/۷۱	۲/۴۸	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (درصد)	–	۲۵/۰۰	۱۱/۸۴	۶/۷۳	۹/۱۴	۹/۲۷	۱۵/۲۶	۱۶/۶۱	۴/۳۹	۵/۶۹	۱۱/۱۹

* و ** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

ادامه جدول ۱

Continue 1 Table

	میانگین مربعات صفات										
منابع تغییر	درجه آزادی	طول شلتوک (میلی‌متر)	عرض شلتوک (میلی‌متر)	نسبت طول به عرض شلتوک	روز تا ظهور اولین خوشه	روز تا ۵۰ درصد خوشه دهی	روز تا خوشه‌دهی کامل	روز تا رسیدگی کامل	باروری خوشه (درصد)	سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)	وزن هزار دانه (گرم)
تکرار	۲	۰/۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۱۴/۴۹	۱۰/۹۱*	۶/۹۴	۴/۷۰	۰/۰۰۲	۶۷/۷۷	۷/۳۷**
ژنوتیپ‌ها	۲۸	۲/۱۵**	۰/۲۰**	۱/۰۲**	۶۱/۶**	۱۹/۳**	۳۵/۸**	۲۵/۶**	۰/۲۱**	۱۳۰/۹۹	۱۵/۸**
خطا	۵۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۳	۰/۰۰۶	۱۱/۴۶	۳/۴۴	۸/۲۹	۷/۲۰	۰/۰۰۴	۴۹/۶۹	۳/۷۴
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱/۵۴	۳/۹	۲/۶۷	۳/۷۴	۱/۶۵	۲/۴۶	۱/۸۹	۱۴/۲۵	۱۷/۳۵	۷/۶۱

* و ** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

در صورتی که صفات مطلوب با هم همبستگی و همچنین لینکاژ ژنی داشته باشند می‌توان برنامه‌های اصلاحی را در جهت هرمی نمودن ژن‌های مذکور پایه‌ریزی نمود و در صورت همبستگی صفات نامطلوب می‌توان از خودباروری‌های مکـرر و گزینش در هر نسل برای حذف ژن‌های نامطلوب بهره برد. اگرچه با توجه به همبستگی بالای بین عملکرد دانه و صفات تعداد دانه پر در خوشه و درصد باروری خوشه می‌توان گفت که گزینش بر مبنای این صفات در افزایش و بهبود عملکرد دانه مفید خواهد بود اما در تدوین یک برنامه اصلاحی توجه به وراثت‌پذیری صفات و اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد دانه نیز ضروری است (۲۳). صفت ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات طول خوشه، نسبت طول به عرض شلتوک و وزن هزار دانه نشان داد و همبستگی منفی و معنی‌داری را نیز با صفات تعداد روز تا برداشت، عرض شلتوک، تعداد دانه پر در خوشه و عرض برگ پرچم داشت. جهانی و همکاران (۱۷) با مطالعه بر روی ارقام برنج گزارش نمودند که همبستگی ارتفاع بوته با طول خوشه مثبت و معنی‌دار ولی با تعداد خوشه منفی و معنی‌دار می‌باشد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.115]

جدول ۲- ضرایب همبستگی فنوتیپی (پایین قطر) و ژنوتیپی (بالای قطر) صفات

Table 2. Phenotypic correlation coefficients (below diameter) and genotype (above diameter) for traits

صفت	عملکرد (۱)	ارتفاع بوته (۲)	طول خوشه (۳)	طول برگ (۴)	عرض برگ (۵)	نسبت طول به عرض برگ (۶)	تعداد دانه در خوشه (۷)	تعداد دانه پر در خوشه (۸)	تعداد دانه پوک در خوشه (۹)	طول شلتوک (۱۰)
(۱)	۱	-۰/۵۵	-۰/۴۲	۰/۰۶	-۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۰۰۶	۰/۹۳	-۰/۷۷	-۰/۰۸
(۲)	-۰/۴۷*	۱	۰/۸۹	۰/۲۷	-۰/۴۸	۰/۵	-۰/۳۹	-۰/۴۴	۰/۱۱	۰/۷۳
(۳)	-۰/۳۹*	۰/۸۵**	۱	۰/۴۷	-۰/۶۲	۰/۷۴	-۰/۴۶	-۰/۳۳	-۰/۰۳	-۰/۶۹
(۴)	۰/۰۸	۰/۲۴	۰/۴۲*	۱	۰/۰۱	۰/۶	۰/۳۵	۰/۳۵	-۰/۰۶	۰/۲۱
(۵)	-۰/۰۳	-۰/۳۸*	-۰/۵۲**	۰/۱۵	۱	-۰/۷۹	۰/۷۱	-۰/۰۴	۰/۵	-۰/۶۷
(۶)	۰/۱۱	۰/۴۵*	۰/۶۹**	۰/۶۱**	-۰/۶۷**	۱	-۰/۳	۰/۲۹	-۰/۴۴	۰/۶۴
(۷)	۰/۱۵	-۰/۳۵	-۰/۴۰*	۰/۳۴	۰/۶۸**	-۰/۲۵	۱	۰/۱۱	۰/۵۶	-۰/۷۳
(۸)	۰/۶۸**	-۰/۴۲*	-۰/۳۱	۰/۲۹	-۰/۰۳	۰/۲۸	-۰/۱۲	۱	-۰/۷۶	۰/۰۱۷
(۹)	-۰/۶۱**	۰/۱۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	۰/۴۸**	-۰/۴۰*	۰/۵۷**	-۰/۷۴**	۱	۰/۴۹
(۱۰)	-۰/۱۵	۰/۷۰**	۰/۶۶**	۰/۱۵	-۰/۶۲**	۰/۶۰**	-۰/۷۰**	۰/۰۱	-۰/۴۸**	۱
(۱۱)	۰/۱۸	-۰/۶۷**	-۰/۶۱**	-۰/۱۸	۰/۶۵**	-۰/۶۳**	۰/۵۰**	۰/۰۹	۰/۲۵	-۰/۸۰**
(۱۲)	-۰/۰۹	۰/۶۷**	۰/۶۱**	۰/۱۸	-۰/۶۵**	۰/۶۵**	-۰/۶۰**	۰/۰۴	-۰/۴۴**	۰/۹۶**
(۱۳)	۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۳۲	-۰/۰۷	۰/۳۶	۰/۱۰	۰/۳۷	-۰/۲۴	۰/۱۳
(۱۴)	-۰/۰۵	۰/۲۸	۰/۳۶	۰/۵۸**	۰/۰۴	۰/۴۴*	۰/۲۳	۰/۲۴	-۰/۰۵	-۰/۱۸
(۱۵)	-۰/۰۱	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۶۷**	۰/۱۵	۰/۴۱*	-۰/۲۳	۰/۳۱	-۰/۱۰	۰/۲۲
(۱۶)	۰/۲۳	-۰/۴۷**	-۰/۴۳**	۰/۱۸	-۰/۵۲**	-۰/۲۰	۰/۴۸**	۰/۳۶	۰/۰۲	-۰/۴۰*
(۱۷)	-۰/۶۸**	۰/۱۹	۰/۰۶	-۰/۱۸	۰/۳۲	-۰/۴۲*	۰/۳۴	-۰/۸۸**	۰/۹۶**	-۰/۸۳**
(۱۸)	۰/۶۸**	-۰/۱۹	-۰/۰۶	۰/۱۸	-۰/۳۳	۰/۴۲**	-۰/۳۴	۰/۸۸**	-۰/۹۶**	۰/۳۸*
(۱۹)	۰/۰۱	-۰/۰۶	-۰/۰۳	۰/۷۹**	۰/۷۲**	۰/۰۲	-۰/۶۶**	۰/۱۷	۰/۳۰	-۰/۲۶
(۲۰)	-۰/۴۲*	۰/۴۲*	۰/۴۸**	-۰/۱	-۰/۲۳	۰/۰۴	-۰/۳۹*	-۰/۴۵**	۰/۱۱	۰/۲۵

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

ادامه جدول ۲- ضرایب همبستگی فنوتیپی (پایین قطر) و ژنوتیپی (بالای قطر) صفات

Continue Table 2. Phenotypic correlation coefficients (below diameter) and genotype (above diameter) for traits

صفت	عرض شلتوک (۱۱)	نسبت طول به عرض شلتوک (۱۲)	تعداد روز تا ظهور اولین خوشه (۱۳)	تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی (۱۴)	تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل (۱۵)	تعداد روز تا برداشت (۱۶)	درصد عقیمی خوشه (۱۷)	درصد باروری خوشه (۱۸)	سطح برگ پرچم (۱۹)	وزن هزار دانه (۲۰)
(۱)	۰/۲۳	-۰/۰۸	۰/۱۱	-۰/۱۸	-۰/۰۹	۰/۲۸	-۰/۸۳	۰/۸۳	-۰/۰۵	-۰/۳۹
(۲)	-۰/۷۰	۰/۶۹	-۰/۰۱	۰/۲۷	۰/۲۷	-۰/۵۸	۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۱۵	۰/۵۰
(۳)	-۰/۶۶	۰/۶۴	۰/۱۷	۰/۴۰	۰/۳۵	-۰/۵۲	۰/۰۶	-۰/۰۶	-۰/۱۲	۰/۶۰
(۴)	-۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۳۴	۰/۷۲	۰/۸۶	۰/۲۲	-۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۷۰	-۰/۱۷
(۵)	۰/۷۲	-۰/۷۰	-۰/۱۹	-۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۶۲	۰/۳۶	-۰/۳۶	۰/۷۳	-۰/۳۲
(۶)	-۰/۷۲	۰/۷۱	۰/۴۱	۰/۵۲	۰/۵۱	-۰/۲۵	-۰/۴۵	۰/۴۵	-۰/۱۵	۰/۰۵
(۷)	۰/۵۳	-۰/۶۲	/۱۰	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۵۴	۰/۳۵	-۰/۳۵	۰/۷۴	-۰/۵۲
(۸)	۰/۱۰	۰/۰۴	۰/۴۰	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۴۵	-۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۱۹	-۰/۵۳
(۹)	۰/۲۶	-۰/۴۴	-۰/۲۷	-۰/۰۶	-۰/۱۳	-۰/۰۲	۰/۹۶	-۰/۹۶	۰/۳۳	۰/۱۰
(۱۰)	-۰/۸۴	۰/۹۶	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۲۶	-۰/۴۹	-۰/۴۰	۰/۴۰	-۰/۳۳	۰/۲۸
(۱۱)	۱	-۰/۹۳	-۰/۱۲	-۰/۲۴	-۰/۲۱	۰/۶۴	۰/۱۷	-۰/۱۷	۰/۳۱	-۰/۰۷
(۱۲)	-۰/۹۱**	۱	۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۲۷	-۰/۴۹	-۰/۳۶	-۰/۳۶	-۰/۳۱	۰/۰۹
(۱۳)	-۰/۱۱	۰/۱۷	۱	۰/۸۶	۰/۶۸	۰/۵۷	-۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۰۷	-۰/۴۷
(۱۴)	-۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۸۱**	۱	۰/۹۳	۰/۲۸	-۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۴۵	-۰/۳۵
(۱۵)	-۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۶۴**	۰/۹۰**	۱	۰/۴۶	-۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۶۴	-۰/۳۴
(۱۶)	۰/۵۷**	-۰/۴۲*	۰/۴۳*	۰/۲۷	۰/۳۴	۱	-۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۵۷	-۰/۷۱
(۱۷)	۰/۱۶	-۰/۳۵	-۰/۲۹	-۰/۱۶	-۰/۲۵	-۰/۱۴	۱	-۱/۰۰	۰/۱۰	۰/۲۵
(۱۸)	-۰/۱۶	۰/۳۵	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۱۴	-۱**	۱	-۰/۱۰*	-۰/۲۵
(۱۹)	۰/۲۵	-۰/۲۶	۰/۱۵	۰/۴۲*	۰/۵۶**	۰/۴۳*	۰/۰۸	-۰/۰۸	۱	-۰/۳۴
(۲۰)	-۰/۰۴	۰/۰۷	-۰/۳۷*	-۰/۲۸	۰/۲۸	-۰/۴۸**	۰/۲۲	-۰/۲۲	-۰/۲۰	۱

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.115]

تعداد دانه پر در خوشه به عنوان اولین صفتی بود که توانست در مدل رگرسیونی صفت عملکرد وارد شده (جدول ۳) و سهم قابل توجهی (۰/۷۳۳) از تغییرات آن را توجیه نماید. این صفت همبستگی مثبت و معنی‌داری را با صفت عملکرد از خود نشان داد. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار میان عملکرد دانه و تعداد دانه پر در هر خوشه در ارقام مورد مطالعه برنج توسط هلیل و نکمی (۱۵)، رحیم سروش و همکاران (۲۱) و ساتیسکومار و ساراوانان (۲۵) گزارش شده است. همچنین این صفت همبستگی منفی و معنی‌داری را با صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه پوک در خوشه و ارتفاع بوته از خود نشان داد. از ضرایب رگرسیون می‌توان نتیجه گرفت که تعداد دانه پر در خوشه با داشتن ضریب مثبت از اهمیت بالایی برخوردار بوده و افزایش این صفت باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود. جهانی و همکاران (۱۷) نیز در تحقیقات خود به امکان افزایش عملکرد از طریق افزایش تعداد دانه پر در خوشه اشاره نمودند. درصد باروری خوشه نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات نسبت طول به عرض برگ پرچم، تعداد دانه پر در خوشه و طول شلتوک داشت (جدول ۲). تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل اگرچه همبستگی معنی‌داری با عملکرد از خود نشان نداد ولی توانست در مدل رگرسیونی این صفت وارد گردد. تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول برگ پرچم، نسبت طول به عرض برگ پرچم، تعداد روز تا ظهور اولین خوشه، تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی و سطح برگ پرچم از خود نشان داد (جدول ۲) که از بین این صفات، دو صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی و سطح برگ پرچم توانستند وارد مدل رگرسیونی صفت تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل شده و ۸۴ درصد از تغییرات این صفت را توجیه نمایند (جدول ۴). ببر و همکاران (۷) در نتایج تحقیق خود به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین صفات تعداد روز تا خوشه‌دهی و طول برگ پرچم اشاره کردند. تعداد کل دانه در خوشه نیز اگرچه همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه نداشت، ولی این صفت توانست در مدل رگرسیونی برازش شده برای عملکرد دانه وارد شده و در توجیه تغییرات عملکرد سهمی را ایفا نماید (جدول ۳). این صفت همبستگی منفی و معنی‌داری با طول خوشه، طول شلتوک، نسبت طول به عرض شلتوک و وزن هزار دانه و همبستگی مثبت و معنی‌داری با عرض برگ پرچم، تعداد دانه پوک در خوشه، عرض شلتوک، تعداد روز تا برداشت و سطح برگ پرچم داشت. از میان این صفات، طول شلتوک، سطح برگ پرچم و نسبت طول به عرض شلتوک توانستند در مدل رگرسیونی برآورد شده برای این صفت وارد شده و ۷۵ درصد از تغییرات آن را توجیه نمایند (جدول ۴). برازش مدل رگرسیونی برای صفت درصد باروری خوشه نیز نشان داد که دو صفت تعداد دانه پوک در خوشه و سطح برگ پرچم ۹۵ درصد از تغییرات این صفت را توجیه می‌نمایند که بین این دو صفت، تنها صفت تعداد دانه پوک در خوشه به‌واسطه ماهیت صفت درصد باروری خوشه که رابطه مثبت و معنی‌داری با تعداد دانه پر در خوشه داشت، همبستگی منفی و معنی‌داری را با درصد باروری خوشه نشان داد. در بین صفات مورد مطالعه، ۶ صفت درصد عقیمی خوشه، طول شلتوک، طول برگ پرچم، نسبت طول به عرض شلتوک، عرض شلتوک و ارتفاع بوته توانستند در مجموع ۹۵ درصد از کل تغییرات مربوط به صفت تعداد دانه پر در خوشه را توجیه نموده و به ترتیب در مدل رگرسیونی این صفت وارد گردند (جدول ۴) که از بین این صفات نیز تنها همبستگی بین صفات درصد عقیمی خوشه و ارتفاع گیاه با صفت تعداد دانه پر در خوشه معنی‌دار و در جهت منفی بود (جدول ۲). با توجه به جداول ۲ و ۳ و با توجه به صفاتی که در مدل‌های رگرسیونی مورد مطالعه وارد شدند، می‌توان اذعان داشت که مدل رگرسیونی برازش شده برای صفت عملکرد دانه، علاوه بر ضریب تبیین تجمعی مناسب و بالایی که برای آن برآورد شده و این خود نشان‌دهنده این نکته است که صفات وارد شده در مدل رگرسیونی عملکرد توجیه‌کننده مناسبی از تغییرات عملکرد می‌باشند، گستردگی صفات وارد شده در مدل رگرسیونی برازش شده نیز به گونه ای بیانگر مناسب بودن اثر پوشانندگی صفات فوق بوده و می‌توان گفت که این مدل برازش شده می‌تواند به عنوان مدلی کامل جهت بررسی تغییرات عملکرد دانه برنج ارائه گردد. از طرف دیگر این صفات می‌توانند به‌عنوان شاخص های گزینش، برای دستیابی به حداکثر عملکرد در برنامه‌های اصلاحی آتی معرفی شوند. در تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام که در آن عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و صفات دیگر به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده است، چهار صفت تعداد دانه پر در خوشه، تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل، درصد باروری خوشه و تعداد دانه در خوشه به ترتیب وارد مدل گردیدند (جدول ۳). سایر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشته و به همین دلیل اختلاف ژنوتیپ‌ها از نظر صفت عملکرد دانه را می‌توان به تفاوت در صفات فوق نسبت داد. با توجه به نتایج این تجزیه مشخص شد که تعداد دانه پر در خوشه با ضریب تبیین ۷۳/۳ درصد، مهم‌ترین صفت مؤثر بر عملکرد دانه بوده و چنین رابطه قوی بین عملکرد دانه و طول خوشه را می‌توان به رابطه مستقیم در صفت نسبت داد. علاوه بر تعداد دانه پر در خوشه، صفات تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل، درصد باروری خوشه و تعداد دانه در خوشه، مجموعاً ۸۷/۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند و به‌عنوان مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در برنج می‌توانند جهت اصلاح عملکرد مورد استفاده قرار گیرند. معادلات رگرسیونی مربوط به عملکرد و صفات وارد شده در معادله رگرسیونی عملکرد در جداول ۳ و ۴ ارائه شده‌اند. به‌منظور تفسیر جامع‌تر نتایج حاصل از همبستگی‌های ساده و همچنین رگرسیون گام‌به‌گام و نیز تعیین روابط علّت و معلولی جهت تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم اجزاء، از تجزیه علیت استفاده شد. با توجه به اینکه چگونگی ارتباط بین صفات مختلف در پیشرفت برنامه‌های به‌نژادی و شناخت صفات مناسب جهت به‌گزینی اهمیت زیادی دارد و انتخاب یک‌طرفه برای صفات زراعی بدون در نظر گرفتن سایر صفات، نتایج نامطلوبی را در پی خواهد داشت، بنابراین در برنامه‌های به‌نژادی و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر استفاده از همبستگی بین صفات و اثرات مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.115]

بایستی مورد توجه قرار گیرد و به همین منظور انجام تجزیه علیت ضروری می‌باشد (۲۲). به این منظور برای انجام تجزیه علیت، عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته (معلول) و صفات موجود در مدل رگرسیونی گام‌به‌گام به‌عنوان متغیرهای مستقل (علت) در نظر گرفته شد.

جدول ۳- تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و صفات دیگر به‌عنوان متغیرهای مستقل

Table 3. Stepwise regression analysis of yield as a dependent variable and other traits as an independent variable

		ضرایب رگرسیون مرحله‌ای					
مرحله	صفات مستقل	عرض از مبدأ	تعداد دانه پر	روز تا خوشه‌دهی کامل	درصد باروری خوشه	تعداد کل دانه	ضریب تبیین تجمعی (R^2)
۱	تعداد دانه پر	۹۲/۳۷	۳/۵۸	–	–	–	۰/۷۳۳
۲	روز تا خوشه‌دهی کامل	۴/۱۹۷	۳/۹۸	−۱۶/۴۳	–	–	۰/۸۱۷
۳	درصد باروری	۲۰۲۸/۵۶	۵/۲۹	−۱۶/۸۲	−۲۴۶/۵۶	–	۰/۸۴۲
۴	تعداد کل دانه	۱۹۶۴/۳۰	۱۰/۲۳	−۱۰/۵۷	−۱۱۵۲/۸۲	−۳/۴۰۵	۰/۸۷۵

جدول ۴- خلاصه تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام برای صفات مؤثر بر عملکرد دانه

Table 4. Stepwise regression analysis of effected traits on grain yield

متغیر وابسته	معادله رگرسیونی	ضریب تبیین (R^2)
عملکرد دانه	=۱۹۶۴/۳+ ۱۰/۲۴ (تعداد دانه پر در خوشه)− ۱۰/۷۵ (تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل)− ۱۱۵۲/۸۲ (درصد باروری خوشه)− ۳/۴۰۵ (تعداد کل دانه در خوشه)	۰/۸۷۵
تعداد دانه پر در خوشه	=۱۶۵/۲۳ − ۱۸۲/۴۲ (درصد عقیمی خوشه) − ۷۷/۶۲ (طول شلتوک) + ۱/۲۹ (طول برگ پرچم) + ۱۰۰/۷۵ (نسبت طول به عرض شلتوک) + ۸۱/۶۴ (عرض شلتوک) + ۰/۵۵۹ (ارتفاع بوته)	۰/۹۵۵
تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل	=۱۰/۸۱ + ۱/۰۹ (تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی) + ۰/۱۱۷ (سطح برگ پرچمی)	۰/۸۴
درصد باروری خوشه	=۰/۶۲۳ − ۰/۰۰۵ (تعداد دانه پوک در خوشه) + ۰/۰۰۹ (سطح برگ پرچمی)	۰/۹۵۶
تعداد کل دانه در خوشه	= ۳۹۴/۲ − ۵۷/۰۸ (طول شلتوک) + ۲/۷۴ (سطح برگ پرچمی) + ۵۰/۷۱ (نسبت طول به عرض شلتوک)	۰/۷۵۷

نتایج تجزیه علیت فنوتیپی و ژنتیکی (جدول ۵) نشان داد که بیشترین اثر مستقیم فنوتیپی و ژنوتیپی به ترتیب مربوط به تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل (۰/۸۳) و تعداد کل دانه (۰/۷۰۳) بود. در تحقیقی با بررسی ۴۹ رقم برنج، اثر مستقیم ژنتیکی مثبت و بالایی را برای تعداد دانه در خوشه بر عملکرد برنج گزارش شد (۲،۲۷). تقریباً تمامی اثرات غیرمستقیم در این تجزیه ناچیز بودند (جدول ۵). بیشترین اثر غیرمستقیم فنوتیپی مشاهده شده مربوط به تعداد دانه در خوشه از طریق تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل و بیشترین اثر غیرمستقیم ژنوتیپی مربوط به تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل از طریق تعداد دانه در خوشه بود. کمترین اثر غیرمستقیم نیز برای تعداد کل دانه از طریق درصد باروری خوشه محاسبه گردید. محققان با بررسی صفات مهم مؤثر بر عملکرد برنج از طریق تجزیه علیت بیان داشتند که تعداد دانه در خوشه بالاترین اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار را بر عملکرد دانه داشت (۱۰). بیشترین اثر کل فنوتیپی و ژنوتیپی برای صفت عملکرد دانه مربوط به صفت تعداد کل دانه در خوشه بود. اگرچه اثر مستقیم تعداد کل دانه در خوشه بر عملکرد به میزان متوسطی (۰/۲۲۸) برآورد گردید ولی سهم بالایی از این رابطه را اثر غیرمستقیم صفت تعداد کل دانه از طریق تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل (۰/۶۵) توجیه کرد. به نظر می‌رسد که مخزن یا ظرفیت ذخیره‌ای بزرگی که به‌وسیله تعداد بیشتر دانه‌ها در هر خوشه حاصل می‌گردد، مزیتی برای دستیابی به عملکرد بیشتر می‌باشد. می‌توان گفت که حداکثر تظاهر هر یک از اجزای عملکرد بر حسب توالی بروز هر یک از آن‌ها در طی رشد و نمو گیاه پی‌ریزی می‌شود، به‌عبارت دیگر خصوصیاتی که دارای تقدم بروز هستند، می‌توانند آثار مستقیمی بر تولید داشته و همچنین از طریق سایر صفات که در مراحل بعدی رشد و نمو گیاه ظاهر می‌شوند، اثر غیرمستقیمی بر عملکرد داشته باشند. در تجزیه علیت فنوتیپی بعد از تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل، درصد باروری خوشه با اثر مستقیم ۰/۳۶۹ از اهمیت خاصی برخوردار بود. این صفت همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشت (جدول ۲). بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه علیت فنوتیپی و ژنتیکی می‌توان بیان کرد که مهم‌ترین صفاتی که می‌توانند به‌عنوان شاخص برای گزینش لاین‌های با عملکرد بالا معرفی شوند، شامل تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل و تعداد دانه در خوشه می‌باشند. در دیگر تحقیقات انجام شده تعداد دانه در خوشه (۱۳،۵،۱۶) و در تحقیقی تعداد روز تا خوشه‌دهی (۲۳) به‌عنوان معیارهای گزینشی مناسبی در افزایش عملکرد معرفی شدند.

با توجه به نتایج تحقیق و وجود خصوصیاتی مناسب مانند تعداد بالای دانه در خوشه، تعداد بالای دانه پر در خوشه، درصد باروری بالا، تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل و همچنین عملکرد بالا نسبت به دیگر ارقام و تلاقی‌ها در لاین IR76687-22-1-3-2-5، انجام آزمایشات مقایسه عملکرد و سازگاری در سال‌ها و مکان‌های مختلف بر روی این لاین توصیه می‌شود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.115]

جدول ۵- اثرات مستقیم و غیرمستقیم اجزای عملکرد دانه بر اساس ضرایب همبستگی ژنتیکی (عدد پایین) و ضرایب همبستگی فنوتیپی (عدد بالا)

Table 5. Direct and indirect effects of grain yield components based on genotypic correlation coefficient (below) and phenotypic correlation coefficient (above)

متغیرها	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل	درصد باروری خوشه	تعداد کل دانه در خوشه	اثر کل
تعداد دانه پر در خوشه	۰/۰۲۲	۰/۲۱۶	۰/۰۹۲	−۰/۰۱۸	۰/۳۱۱
	۰/۲۶۶	۰/۰۹۱	۰/۰۳۴	−۰/۰۶۵	۰/۳۲۷
تعداد روز تا خوشه‌دهی کامل	۰/۰۰۶	۰/۸۳	−۰/۱۳۵	۰/۱۷۹	۰/۸۷۹
	۰/۰۷۷	۰/۳۱۵	−۰/۰۵۳	۰/۵۸۵	۰/۸۸۳
درصد باروری خوشه	۰/۰۰۵	−۰/۲۸۳	۰/۳۶۹	۰/۰۰۲	۰/۱۲
	۰/۰۶	−۰/۱۰۹	۰/۱۵۲	۰/۰۰۴	۰/۱۱۳
تعداد کل دانه در خوشه	−۰/۰۰۲	۰/۶۵	۰/۰۰۴	۰/۲۲۸	۰/۸۸
	−۰/۰۲۴	۰/۲۶۲	۰/۰۰۱	۰/۷۰۳	۰/۹۳
	اثر باقی‌مانده فنوتیپی= ۰/۱۲۳		اثر باقی‌مانده ژنتیکی= ۰		

منابع

1. Abouzarigazafroudi, A. 2001. Investigation of genetical diversity and correlation between morphological traits and electrophoresis stored Proteins data in rice varieties. M.Sc. Dissertation, University of Guilan, Rasht, Iran, (In Persian).
2. Abouzarigazafroudi, A., B. Rabiei, R. Honarnezhad and S. Pourmoradi. 2007. An investigation of selection indices in rice (*Oryza Sativa* L.) varieties. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 38(1): 93-103 (In Persian).
3. Agahi, K., M.H. Fotokian and Z. Younesi. 2012. Study of genetic diversity and important correlations of agronomic traits in rice genotypes (*Oryza sativa* L.). Journal of Iranian Biology, 25(1): 97-110 (In Persian).
4. Allahgholipour, M. and M.S. Mohammad salehi. 2003. Factor and path analysis in different rice genotypes. Seed and Plant, 19(1): 76-86 (In Persian).
5. Aminpanah, H. and P. Sharifi. 2013. Path analysis of rice (*Oryza sativa* L.) grain yield and its related components in competition with barnyard grass [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.]. Journal of Crop production and processing, 3(9): 105-120 (In Persian).
6. Azizi, H., A. Aalami, M. Esfahani and A.A. Ebadi. 2017. The study of correlation and path analysis of grain Yield and its related traits in rice (*Oryza sativa* L.) varieties and lines. Journal of Crop Breeding, 9(21): 36-43 (In Persian).
7. Babar, M., A. Ali Khan, A. Arif, Y. Zafar and M. Arif. 2007. Path analysis of some leaf and panicle traits affecting grain yield in doubled haploid lines of rice (*Oryza Sativa* L.). Journal of Agricultural Research, 45(4): 245-252.
8. Balouchzaehi, A.B. and G. Kiani. 2013. Determination of selection criteria for yield improvement in rice through path analysis. Journal of Crop Breeding, 5(12): 75-84 (In Persian).
9. Elyasi, S., V. Mollasadeghi and S. Abdollahi. 2016. Study the relationships of some morphological traits with seed yield in rice genotypes. Journal of Crop Breeding, 8(17): 184-191 (In Persian).
10. Fazlalipour, M., B. Rabiei, H.A. Samizadehlahiji and H. Rahimsoroush. 2008. The use of genotypic path coefficients to make optimum and base selection indices in rice. Journal of Agricultural Science (University of Tabriz), 17(4): 97-112 (In Persian).
11. Ghorbani, H., H.A. SamizadehLahiji, B. Rabiei and M. Allahgholipour. 2011. Grouping different rice genotypes using factor and cluster analyses. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 21(3): 89-111 (In Persian).
12. Ghorbani, H., H.A. Samizadeh Lahiji, B. Rabiei and M. Allahgholipour. 2014. Line × Tester analysis for yield and yield components in rice lines. Iranian Journal of Field Crop Science, 44(4): 683-692 (In Persian).
13. Gulzar, S.S. and C.K. Subash. 2012. Genetic parameters and selection indices in F3 progenies of Hill rice genotypes. Notulae Sciatica Biological, 4: 124-127.
14. Gunasekaran, M., N. Nadarajan and S. Netaji. 2010. Character association and path analysis in interracial hybrids in rice (*Oryza Sativa* L.). Electronic Journal of Plant Breeding, 1: 956-960.
15. Halil, S. and B. Necmi. 2003. Correlation and path coefficient analysis for some yield-related traits in rice (*Oryza sativa* L.) under Thrace conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27: 77-83.
16. Hamel Niyat, M., N. Babaeian-Jelodar, N. Bagheri and G. Kiani. 2016. Determining of correlation coefficient and path analysis of performance effective traits in mutant lines of Tarom-Mahali. Journal of Crop Breeding, 8(20): 198-206 (In Persian).
17. Jahani, M., Gh. Nematzadeh and G. Mohammadi Nejad. 2015. Evaluation of agronomic traits associated with grain yield in rice (*Oryza sativa*) using regression and path analysis. Journal of Crop Breeding, 7(16): 115-122 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.115]

18. Kebriyayi, D., B. Rabiyi and H.A. Samizade. 2012. The multivariate analysis of morphologic traits, grain yield and yield componets of native and improved rice Varieties. Iranian Journal of Field Crop Science, 43(2): 269-279 (In Persian).
19. Oad, F.C., M.A. Samo, P.C. Zia-ul-hassan and N.L. Oad. 2002. Correlation and path analysis of quantitative characters of rice ratoon cultivars and advance lines. International Journal of Agriculture and Biology, 4(2): 204-207.
20. Rabiei, B., M. Valizadeh, B. Ghareyazie, and M. Moghadam. 2004. Evaluation of selection indices for improving rice grain shape. Field Crops Research, 89: 359-367 (In Persian).
21. Rahimsouroush, H.R., M. Mesbah, A. Hossainzadeh and R. Bozorgipour. 2004. Genetic and phenotypic variability and cluster analysis for quantitative and qualitative traits of rice. Seed and Plant, 20(2): 167-182 (In Persian).
22. Sabokdast, M. and F. Khyalparast. 2008. A study of relationship between grain yield and yield component in common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Water and Soil Science, 11(42): 123-133 (In Persian).
23. Sabouri, H., G. Mohammadinejad and M. Fazlalipour. 2011. Selection for yield improvement using of multivariate statistical methods. Iranian Journal of Field Crops Research, 9(4): 639-650 (In Persian).
24. Sabouri, H., B. Rabiei and M. Fazlalipour. 2008. Use of selection indices based on multivariate analysis for improving grain yield in rice. Rice Science, 15: 303-310.
25. Satheeshkumar, P. and K. Saravanan. 2012. Genetic variability, correlation and path analysis in rice (*Oryza sativa* L.). International Journal of Current Research, 4: 82-85.
26. Sharifi, P., H. Dehghani, A. Momini and M. Moghadam. 2013. Genetic relations of some of rice agronomic traits with grain yield using multivariate statistical Methods. Iranian Journal of Field Crop Science, 44(1): 169-179 (In Persian).
27. Sweta, R.N. and S.K. Singh. 2010. Character association and path analysis in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. World Journal of Agricultural Sciences, 6: 201-206.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.115]

Studying the Relationship between Yield and Correlated Yield Components in Rice (*Oryza Sativa* L.) Using Regression and Path Analysis

Hamidreza Ghorbani[1], Habiballah Samizadeh Lahiji[2], Babak Rabiei[2] and Mehrzad Allahgholipour[3]

1- Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran (Corresponding author: ghorbani.hreza@gmail.com)
2- Professor, Faculty Member of Agricultural Sciences, University of Guilan
3- Assistant Professor, Rice Research Institute, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Rasht, Iran
Received: October 15, 2018 Accepted: January 8, 2018

Abstract

In order to determine the relations between different characteristics with grain yield of rice, a sample of 20 F1 with their parents (five lines and four testers) along with their progenies were arranged in a randomized complete block design with three replications and planted at the research field of rice research institute of Iran. Analysis of variance showed that there was significant difference among genotypes in all of studied traits. Phenotypic and genotypic correlation coefficients showed that number of filled grains (0.68) in panicle and panicle fertility percentage (0.68) has the positive and significant correlation with yield. Results of stepwise regression showed that the traits including number of filled grains in panicle, number of days to complete panicle, panicle fertility percentage and number of grains in panicle explained 87.5 percent of grain yield variation. Path analysis showed that the number of days to complete panicle (0.83) has the highest phenotypic direct effect and the number of filled grains in panicle (0.703) has the highest genotypic direct effect on grain yield. It is recommended that genetic selection for genotypes with higher grains yield could be done with indirect selection for number of grains in panicle at the first step and then for the number of days to complete panicle and number of filled grains in panicle. Due to the proper characteristics of IR76687-22-1-3-2-5 including the high number of grains in panicle, the high number of filled grains in panicle, the high fertility percentage, the number of days to complete panicle and also the high yield, is recommended to conduct the yield comparison and adaptability experiments in different years and locations.

Keywords: Correlation, Path Coefficients, Selection, Stepwise Regression, Yield Component

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.115]