دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

# بررسی روابط همبستگی بین عملکرد دانه و برخی صفات مؤثر وابسته بر آن در لاین‌های امیدبخش برنج با استفاده از تجزیه علّیت

**مریم سرائی[۱]، مرتضی سام‌دلیری[۲]، علی محدثی[۳] و مجید مرادخانی[٤]**

۱ و ۲- دانش‌آموختهٔ کارشناسی‌ارشد و دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت، چالوس، ایران
۳- پژوهشگر ایستگاه تحقیقات برنج چپرسر تنکابن، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران
۴- دانش‌آموختهٔ کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، دانشکده علوم کشاورزی، گروه زراعت، تاکستان، ایران
(نویسنده مسوول: moradkhani.majid@hotmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۱۰

**چکیده**

**این پژوهش با هدف تعیین روابط بین عملکرد دانه و خصوصیات مهم زراعی برای شش لاین اصلاحی و امیدبخش برنج و رقم شیرودی به‌عنوان شاهد در ایستگاه تحقیقات برنج چپرسر شهرستان تنکابن واقع در غرب استان مازندران در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ اجرا شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که اختلاف بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها برای تمامی صفات مورد بررسی به جز عرض برگ پرچم وجود داشت، که بیان‌گر تنوع مناسب بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌باشد. نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به لاین شماره پنج با ۷۸۳۱/۷ کیلوگرم در هکتار و لاین شماره ۲۰٤ با ٦۸۸٤/۳ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با صفات تعداد پنجه، وزن هزاردانه، تعداد دانهٔ پر و تعداد کل‌دانه در خوشه مشاهده گردید. استفاده از تجزیه رگرسیون مدل گام‌به‌گام نشان داد که صفات وزن هزاردانه، تعداد دانهٔ‌پر و تعداد پنجه بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشتند. نتایج تجزیه علّیت معلوم کرد که وزن هزاردانه می‌تواند به عنوان یکی از صفات مهّم و مؤثر برای انتخاب لاین‌های پرمحصول برنج مورد استفاده و توجه قرار گیرد که در برنامه‌های به‌نژادی در نظر گرفته شود.**

**واژه‌های کلیدی: ارقام برنج، تجزیه رگرسیون مدل گام‌به‌گام، تجزیه مسیر، تجزیه همبستگی صفات، مقایسهٔ عملکرد**

## مقدمه

کشور ما تاکنون از نظر تولید برنج (*Oryza sativa* L.) به خودکفایی نرسیده و از واردکنندگان برنج می‌باشد. چون پیشرفت‌های حاصل از تحقیقات برنج در زمینه معرفی ارقام اصلاح‌شده سبب افزایش محصول و درآمد کشاورزان می‌شود بنابراین تولید ارقام جدید به منظور افزایش عملکرد یکی از اهداف مهم برنامه‌های به‌نژادی در جهت رسیدن به خودکفایی می‌باشد (۱۱). پرساد و همکاران (۱۷) در مطالعهٔ خود بر روی همبستگی صفات و تجزیهٔ علّیت در برنج همبستگی مثبتی بین تعداد دانهٔ‌پر در خوشه و عملکرد گزارش نمودند، همچنین تجزیهٔ علّیت این صفت را مهمترین عامل در افزایش عملکرد نشان داد. بخشی‌پور (۳) با مطالعه ۱۲ صفت بر روی هشت ژنوتیپ برنج دریافت که اغلب صفات مورد بررسی در تجزیهٔ ساده در بین ژنوتیپ‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بودند. بین عملکرد و تعداد دانهٔ‌پر درخوشه، وزن خوشه و طول خوشه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. همچنین تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که وزن خوشه، تعداد پنجهٔ‌کل و تعداد دانهٔ‌پر باعث توجیه ۹۵ درصد عملکرد دانه شدند و نتایج تجزیه علّیت بیان کرد که وزن خوشه و تعداد پنجهٔ‌کل مهمترین اجزای عملکرد بودند و بیشترین اثرات مستقیم را داشتند. در پژوهش‌های رحیمی و همکاران (۱۹) عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با عرض برگ پرچم، زاویه و مساحت برگ پرچم، تعداد خوشه در بوته و طول دوره رویشی داشت. با این وجود در رگرسیون به روش گام‌به‌گام برای گزینش صفات توجیه کننده عملکرد دانه، شش صفت ارتفاع بوته، تعداد دانهٔ‌پوک در خوشه، طول دورهٔ رویشی، طول خوشه، وزن هزاردانه و مساحت برگ پرچم وارد مدل شدند که ۷۶/۵ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه توسط این صفات توجیه می‌شد. منتظری (۱۵) گزارش نمود که بین عملکرد دانه با صفات وزن صددانه، تعداد پنجهٔ‌بارور، وزن خوشه و تعداد دانهٔ‌پر در خوشه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. صفت وزن صددانه به دلیل همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد با عملکرد و زیاد بودن اثر مستقیم مثبت بر روی عملکرد دانه به عنوان معیار گزینش جهت بهبود عملکرد دانه مطرح بود. علاوه بر این صفت برای دست‌یابی به عملکرد دانه مطلوب تعداد پنجهٔ‌بارور نیز باید مد نظر قرار گیرد. عواملی نظیر کیفیت برنج، طول دورهٔ رشد، پاکوتاهی و مقاومت به خوابیدگی بوته، مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده، ریزش دانه و نداشتن خواب بذر از عوامل تأثیرگذار در انتخاب، معرفی و پذیرش ارقام جدید و همچنین توسعهٔ سطح کشت و میزان تولید این محصول هستند (۲۲). هرچند تعیین ارتباط بین صفات مهّم با عملکرد دانه با استفاده از ضرایب همبستگی دارای اهمیت است، اما با استفاده از تجزیه علّیت امکان شناسایی آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات مؤثر بر عملکرد وجود دارد. به همین منظور متخصصین اصلاح نباتات روش تجزیه علّیت که توسط رایت (۲۱) پیشنهاد شده را به عنوان ابزاری برای تعیین اهمّیت صفات مؤثر در عملکرد دانه مورد استفاده قرار می‌دهند. خان و همکاران (۱۰) با مطالعه بر روی ۲۵ ژنوتیپ برنج گزارش کردند که صفت‌های ارتفاع بوته، طول دانه، سطح برگ پرچم،

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.49 ]

تعداد دانه در خوشه و تعداد پنجه در گیاه با عملکرد رابطه مثبت داشت و بیشترین تأثیر بر عملکرد دانه به تعداد دانه در خوشه مربوط بود. نوربخشیان و رضایی (۱۶) صفات شاخص برداشت، تعداد دانه در خوشه و درصد رسیدگی را به‌عنوان معیار عملکرد دانه برنج در انتخاب ارقام پرمحصول توسط تجزیهٔ علّیت معرفی نمودند. به نظر می‌رسد مخزن (محل ذخیره‌ای مواد در گیاه) که به وسیله تعداد بیشتر دانه در هر خوشه حاصل می‌شود مزیتی برای دستیابی به عملکرد دانه بیشتر باشد، از طرفی تعداد خوشه به طور بالقوه باعث افزایش عملکرد می‌شود؛ زیرا تغییر دادن تعداد خوشه، سطح برگ یا منبع فتوسنتز کننده و نیز ظرفیت مخزن را افزایش می‌دهد. درستی (۶) در مطالعهٔ تنوع ژنتیکی بر اساس خصوصیات زراعی لاین‌های امیدبخش برنج گزارش کرد که تعداد خوشه در بوته و وزن صددانه بیشترین اثر مستقیم و مثبت را روی عملکرد داشت. رحیم‌سروش و همکاران (۲۰) بیان کردند که تعداد خوشه مهمترین جزء مؤثر بر عملکرد دانه می‌باشد و بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد داشت. در آزمایشی تجزیه علّیت نشان داد که تعداد پنجه‌های بارور، طول خوشه و وزن هزاردانه بیشترین اثرمستقیم را بر عملکرد دانه در بوته داشت. مصباح و همکاران (۱۳) با انجام آزمایشی رابطهٔ بین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف برنج را بررسی نمودند، نتایج نشان داد که عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در خوشه، درصد باروری، وزن هزاردانه، رسیدگی دانه‌ها و تاریخ ۵۰ درصد گل‌دهی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت و در مجموع صفات تعداد دانه در خوشه و درصد باروری دو عامل اصلی اجزای عملکرد و مؤثر بر عملکرد دانه بودند. محدثی (۱۴) با بررسی سازگاری و پایداری لاین‌های امیدبخش برنج در آزمایش مقایسهٔ عملکرد ناحیه‌ای با هشت لاین در دو ناحیه توانست لاین ۹۲۶ را جهت آزمایش به‌زراعی مورد استفاده قرار داده که پس از این پژوهش، این لاین به عنوان لاین برتر معرفی شد. هدف از این پژوهش شناخت همبستگی و روابط بین صفات با عملکرد دانه و تجزیه علّیت اجزای عملکرد و مطالعهٔ اثرات مستقیم و غیرمستقیم این اجزا با عملکرد دانه در لاین‌های جدید برنج و همچنین کسب اطلاعاتی درباره روابط علّت و معلولی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در اردیبهشت ماه سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات برنج چپرسر شهرستان تنکابن واقع در غرب استان مازندران، با مختصات طول جغرافیایی۵۰ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی و فاصلهٔ آن با دریای خزر ۲۰۰ متر و ارتفاع ۲۱ متر پایین‌تر از سطح دریا اجرا شد، متوسط درجه حرارت سالیانهٔ منطقه ۱۵/۸ درجهٔ سانتی‌گراد و حداکثر و حداقل رطوبت نسبی هوا به ترتیب ۹۲ و ۷۴ درصد می‌باشد. بارندگی متوسط سالیانه آن ۱۲۵۳ میلی‌متر است که کمترین بارندگی در تیر ماه و بیشترین آن در آبان ماه رخ می‌دهد. بر اساس تقسیم‌بندی اقلیمی و آمار آب و هوایی، این منطقه به اقلیم حرارتی نیمه مدیترانه‌ای گرم نزدیک است. برای اجرای این آزمایش تعداد شش لاین پیشرفته منتخب، به همراه رقم شیرودی به‌عنوان رقم شاهد (جمعاً هفت ژنوتیپ) در ایستگاه تحقیقات برنج چپرسر شهرستان تنکابن، با دارا بودن ویژگی‌های مطلوب زراعی (کمی و کیفی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. لازم به توضیح است که شجرهٔ شماره لاین ۸۴۳ از والدین پدری نعمت×(A67609)3-138-14-IR67014 می‌باشد (جدول ۲). بر اساس آزمایش خاک (جدول ۱)، کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، فسفر به شکل سوپر فسفات تریپل به میزان۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و پتاس به شکل سولفات پتاسیم به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به هر یک از کرت‌ها اضافه شد. اندازه هر کرت ۲۰ مترمربع و نشاکاری با فاصله ۲۵×۲۵ سانتی‌متر در مرحلهٔ ۵-۴ برگی به تعداد ۵-۳ نشا در کپه انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از نشاکاری برنج

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil before planting of rice

| عمق خاک (cm) | هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$) | اسیدیته pH | درصد مواد خنثی شونده (TNV) | درصد کربن آلی (O.C %) | درصد نیتروژن کل خاک (N %) | فسفر قابل جذب (ppm) | پتاس قابل جذب (ppm) | رس Clay | سیلت Silt | شن Sand |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | (%) | | |
| ۰-۳۰ | ۰/۶۳ | ۶/۶۱ | ۳/۲۱ | ۱/۵۷ | ۰/۱۲ | ۲۴/۳ | ۱۳۰ | ۵۹/۷۶ | ۳۹/۸۸ | ۵/۷ |

جدول ۲- مشخصات لاین‌ها و رقم مورد استفاده در پژوهش

Table 2. Characteristics of lines and varieties used in the study

| شماره لاین | والدین پدری♂ | والدین مادری♀ |
|---|---|---|
| لاین ۱ | شماره ۱۰ از رقم شیرودی | دیلمانی |
| لاین ۲ | شماره ۱۰ از رقم شیرودی | R67015/22/6/2/(A67602) of number 59 شماره۳ × (آمل۳) |
| لاین ۳ | شماره ۱۳ از رقم شیرودی | R67015/22/6/2/(A67602) of number 59 شماره۳ × (آمل۳) |
| لاین ۴ | شماره ۱۹ از ۸۴۳ | R67015/22/6/2/(A67602) of number 111 شماره۳ × (آمل۳) |
| لاین ۵ | شماره ۳ از رقم دیلمانی | (111×IR192) of number 10 |
| لاین ۲۰۴ | شماره ۱۴ از رقم شیرودی | IR67015/22/6/2(A37632) × شماره۲ × (آمل۳) |
| لاین ۲۱۰ | رقم شیرودی | شاهد |

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.49 ]

اندازه‌گیری صفات، نمونه‌برداری از هر کرت و نحوهٔ محاسبهٔ صفات بر اساس روش استاندارد ارزیابی در مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج فیلیپین انجام شد(۹). در انتهای فصل رشد، برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، پس از حذف حاشیه‌ها، مساحتی به اندازه پنج مترمربع در هر کرت نمونه‌برداری صورت گرفت و پس از اندازه‌گیری رطوبت‌دانه هر لاین به وسیله دستگاه RISTER-L ساخت شرکت KIYA SEISAKUSHO توکیوی ژاپن، عملکرد دانه بر مبنای رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد.

$$M = (\frac{1-a}{86})M'$$

که در آن M وزن محصول در رطوبت استاندارد (۱۴درصد)، M' وزن محصول با رطوبت مزرعه، a درصد رطوبت که با رطوبت‌سنج خوانده شد و سپس وزن‌دانه به کیلوگرم در هکتار تبدیل و در تجزیهٔ آماری مورد استفاده قرار گرفت. همچنین با رعایت حاشیه تعداد ۱۰ خوشه ساقهٔ اصلی در هر کرت به طور تصادفی انتخاب، پس از اندازه‌گیری طول خوشه‌ها، میانگین آن به‌عنوان طول خوشه در هر کرت در نظر گرفته شد. تعداد دانهٔپر و خالی شمارش شده و میانگین آن منظور شد. برای اندازه‌گیری وزن هزاردانه با انتخاب ۲۰۰ بذر به صورت تصادفی و توزین آنها با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم صورت گرفت.

تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها شامل آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها، آزمون بارتلت جهت بررسی یکنواختی واریانس خطای عملکرد، تجزیه واریانس و مقایسهٔ میانگین‌ها، تجزیه علّیت به روش گام‌به‌گام، و ضرایب همبستگی با نرم‌افزار SAS Institute (ver. 9.3) و برای رسم جداول و شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Microsoft Word & Excel 2013 و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

## نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، بین لاین‌های مختلف از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد وجود داشت. قابلیت پنجه‌زنی در برنج یک صفت زراعی مهّم برای تولید دانه محسوب می‌گردد، که برای انتخاب ارقام مناسب از جهت عملکرد وجود یک تعادل در ارتفاع و تعداد پنجه توصیه می‌شود، ارتفاع زیاد از حد گیاه علاوه بر افزایش حساسیت به ورس، منجر به کاهش شاخص برداشت نیز می‌گردد. طول خوشه مستقیماً در محاسبه عملکرد نقشی ندارد، ولی یکی از صفات ارزیابی افزایش عملکرد مورد توجه است معمولاً ارقامی با طول خوشه بلندتر عملکرد بیشتری دارند (۱۲). وزن هزاردانه و تعداد دانهٔپر در خوشه نیز مهم‌ترین اجزای اصلی عملکرد می‌باشد که نشان‌دهندهٔ اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه است که شرایط محیطی غیرعادی بر وزن هزاردانه تا اندازه‌ای مؤثر است. تعداد دانه در خوشه شاخص خوبی در افزایش عملکرد محسوب می‌شود و به‌عنوان یک معیار مهّم برای وجود مخزن جهت دریافت مواد فتوسنتزی است و گزارشات حاکی از آن است که این صفت به طور خطی وابسته به سرعت رشد محصول بین آغازش خوشه و گرده‌افشانی است و این صفت همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد نشان می‌دهد. با توجه به مقدار کم ضریب تغییرات (۶/۸) می‌توان نتیجه گرفت که میزان تغییرات در عملکرد دانه معقول بوده و می‌توان مقایسهٔ بین تیمارها را انجام داد. همچنین بر اساس نتایج مقایسهٔ میانگین صفت عملکرد دانه (شکل ۱)، بیشترین مقدار عملکرد مربوط به لاین شماره پنج با مقدار ۷۸۳۱/۷ کیلوگرم در هکتار بوده و لاین شماره ۲۰۴ با ۶۸۸۴/۳ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار عملکرد را به خود اختصاص داد. اختلاف عملکرد بین لاین‌های ۱، ۲ و ۲۱۰ و همچنین بین لاین‌های ۳، ۴ و ۵ از نظر آماری غیرمعنی‌دار بود. در نتیجه علّت اصلی اختلاف در عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها را می‌توان به تفاوت در این صفات نسبت داد و از بین این صفات، مساحت برگ پرچم با توجه به اینکه مقدار زیادی از تغییرات مربوط به عملکرد دانه را توجیه می‌کند، می‌تواند بر روی بهبود عملکرد دانه و یا گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب در برنج در برنامه‌های به‌نژادی به عنوان مبنایی برای انتخاب قابل توجیه باشد. بنابراین هدف به‌نژادی در جهت تولید ارقام جدید و ماده خشک بیشتری در دانه و مقدار کمتری در کاه و کلش ذخیره کند می‌باشد. یکی از معیارهای اندازه‌گیری ارتباط بین دو متغیر، ضرایب همبستگی است. این معیار یک تفسیر ریاضی از رابطه خطی آن دو متغیر است هر چند قادر به تعیین روابط علّت و معلولی نیست، بنابراین از تجزیه علّیت برای ارزیابی اهّمیت صفات مؤثر بر عملکرد استفاده می‌شود؛ که هم تصویر کامل‌تری از همبستگی‌های ساده را نشان می‌دهد، همچنین ضرایب همبستگی بین دو متغیر علّت و معلول را به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تفکیک می‌کند (۴). شناخت همبستگی بین صفات در اصلاح نباتات از اهّمیت خاصی برخوردار می‌باشد، زیرا این همبستگی‌ها به‌نژادگر را در گزینش غیرمستقیم برای صفات مهّم از طریق صفات دیگر که اندازه‌گیری آنها آسان‌تر است، کمک می‌نماید، همچنین تأکید بر وجود اختلاف معنی‌دار میان ژنوتیپ‌ها ارتباط معنی‌داری با کل مادهٔ خشک در زمان گل‌دهی و اندازهٔ خوشه تأثیر زیادی در تعداد خوشه‌چه در خوشه دارد. با بررسی ضرایب همبستگی بین صفات (جدول ۴)، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با صفات تعداد پنجه (r=۰/۵۸)، وزن هزاردانه (r=۰/۶۵)، تعداد دانهٔپر (r=۰/۵۵) و تعداد کل‌دانه در خوشه (r=۰/۶۳) مشاهده گردید. ضرایب همبستگی صفات نشان می‌دهد که تعداد پنجهٔبارور در جهت مثبت معیار مهّمی برای انتخاب لاین‌ها با عملکرد بالا می‌باشند. فتوکیان (۷) در همبستگی فنوتیپی روابط مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بین عملکرد دانه و طول برگ پرچم مشاهده نمود (r=۰/۳۷۶) همچنین بین صفات تعداد پنجه، طول خوشه، تعداد کل‌دانه، تعداد دانهٔپر و وزن صددانه با عملکرد همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد گزارش نمود.

به منظور دستیابی به افزایش تولید بیشتر دانه باید به صفاتی که همبستگی بیشتری با عملکرد دارند، توجه شود که این امر در رگرسیون گام‌به‌گام نمود پیدا می‌کند. در مدل رگرسیون گام‌به‌گام که در آن عملکرد دانه به عنوان متغیر

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.49 ]

وابسته (معلول) در برابر صفات دیگر به عنوان متغیرهای مستقل (علّت) در نظر گرفته می‌شود، که در نهایت از مجموع صفات مورد بررسی، سه صفت وزن هزاردانه، تعداد دانهٔپر و تعداد پنجه در مدل رگرسیونی باقی ماندند(جدول ۵). این مدل در نهایت ۴۹/۲۱ درصد از تغییرات مربوط به صفت عملکرد دانه را توجیه نموده و صفت وزن هزاردانه به تنهایی ۳۴/۷ درصد از تغییرات را در بر می‌گیرد، سایر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر مدل نداشته که به همین دلیل اختلاف ارقام از نظر صفت عملکرد دانه برنج را می‌توان به تفاوت در صفات فوق نسبت داد. صفات مذکور به شکل زیر وارد مدل رگرسیونی شدند.

$$Y=1092.7 + 44.73\ x_8 + 42.51\ x_9 + 37.46\ x_2$$

در این معادله، $Y$ عملکرد دانه، $x_8$ وزن هزاردانه، $x_9$ تعداد دانهٔپر و $x_2$ تعداد پنجه می‌باشد. در اغلب مناطق وزن هزاردانه به عنوان پایدارترین خصوصیات واریته‌ای تحت کنترل ژنتیکی می‌باشد (۱۳). با توجه به این‌که تعداد دانهٔپر در خوشه و وزن هزاردانه از اجزای اصلی عملکرد در دانه برنج می‌باشد، بنابراین افزایش هر یک از این صفات به طور مستقیم می‌تواند موجب بهبود و افزایش عملکرد دانه گردد (۱۹). ابوذری‌گزافرودی و همکاران (۱) با مطالعهٔ همبستگی صفات در گیاه برنج گزارش نمودند با انجام رگرسیون گام‌به‌گام صفات تعداد ساقهٔ بارور، تعداد دانه در خوشه، و وزن صددانه به ترتیب وارد مدل شده و ۹۴/۸ درصد از تغییرات مدل رگرسیونی مربوطه را توجیه نمودند. نتایج رگرسیون مدل گام-به‌گام توسط پژوهشگران دیگر، متغیرهای مستقل متفاوتی را برابر عملکرد قرار دادند، گراویس و مک‌نیو (۸) وزن خوشه و تعداد پنجهٔبارور، رحیم‌سروش و همکاران (۲۰) تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه و وزن هزاردانه و بخشی‌پور (۳) وزن خوشه، تعداد پنجهٔکل و تعداد دانهٔپر در خوشه را گزارش کردند. همچنین الله‌قلی‌پور (۲) گزارش کرد در رگرسیون مدل گام‌به‌گام بر روی صفات اندازه‌گیری شده در گیاه برنج به ترتیب سه صفت تعداد خوشه، تعداد دانه در خوشه و وزن هزاردانه در مدل رگرسیونی وارد شدند، در حقیقت انتخاب بر مبنای عملکرد به طور هماهنگ با انتخاب برای صفات مطلوب زراعی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی نیز عمل می‌نماید، به گونه‌ای که برآیند اثرات متقابل چندگانه این صفات به عملکرد دانه بالاتر منجر گردید.

تجزیه علیّت یکی از روش‌های آماری مطالعهٔ اصل علّیت در بین مجموعه‌ای از متغیرها می‌باشد و برای تجزیهٔ همبستگی و پی بردن به اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بسیار مفید است (۵). در این پژوهش اثرمستقیم و غیرمستقیم هر یک از صفات بر روی عملکرد دانه بر اساس ضرایب همبستگی محاسبه گردید. ضرایب همبستگی عملکرد دانه با صفاتی که وارد مدل رگرسیون گام‌به‌گام شده بودند استفاده شد. به عبارت دیگر عملکرد دانه به عنوان برآیند و صفات وزن هزاردانه، تعداد دانهٔپر و تعداد پنجه به عنوان متغیرهای علّتی یا سببی در نظر گرفته شدند. وزن هزاردانه بیشترین اثر مستقیم مثبت (۰/۸۹) را بر روی عملکرد داشت، همچنین وزن هزاردانه از طریق تعداد پنجه (۰/۶۵) و تعداد دانهٔپر از طریق وزن هزاردانه (۰/۶۹) اثر غیرمستقیم مثبت بر روی عملکرد داشت (جدول ۶).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های برنج

Table 3. Analysis of variance (mean squares) for studied traits in rice genotypes

| منبع تغییرات | درجه آزادی | عملکرد دانه | درصد رطوبت | تعداد کل‌دانه | تعداد دانهٔخالی | تعداد دانهٔپر | وزن هزاردانه | عرض دانه | طول دانه | طول خوشه | عرض برگ پرچم | طول برگ پرچم | تعداد پنجه | ارتفاع بوته |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۲ | ۱۵۴۶۶۳۶$^{ns}$ | ۱/۱۲$^{ns}$ | ۷۸/۷۲$^{ns}$ | ۱۰۱/۶$^{ns}$ | ۲۳۰/۹۴$^{ns}$ | ۳/۱$^{ns}$ | ۰/۰۰۰۷$^{ns}$ | ۰/۰۰۰۶$^{ns}$ | ۰/۶$^{ns}$ | ۰/۰۱$^{ns}$ | ۸/۰۵$^{ns}$ | ۴/۳۵$^{ns}$ | ۱۵/۹$^{ns}$ |
| تیمار | ۶ | ۳۴۵۳۳۳/۹۴$^{*}$ | ۱/۰۷$^{**}$ | ۱۲۰۶/۴$^{**}$ | ۷۱۵/۹$^{**}$ | ۴۹۲/۹۹$^{*}$ | ۱۲/۳۶$^{**}$ | ۰/۰۰۲$^{**}$ | ۰/۰۰۷$^{**}$ | ۰/۰۷$^{*}$ | ۰/۰۴$^{ns}$ | ۳۲/۹۴$^{*}$ | ۳۰/۷۶$^{*}$ | ۲۹۷/۴۳$^{**}$ |
| خطای آزمایش | ۱۲ | ۲۵۴۸۰۶/۴ | ۰/۲ | ۱۳۷/۸۴ | ۱۳۷/۸۴ | ۱۲۶/۹۹ | ۵/۰۶ | ۰/۰۰۰۳ | ۰/۰۰۱ | ۰/۵ | ۰/۰۲ | ۱۱/۶ | ۸/۲ | ۲۵/۷۳ |
| C.V (%) | - | ۶/۸ | ۳/۱ | ۷/۹ | ۲۹/۴ | ۹/۸۸ | ۸/۰۷ | ۸/۲ | ۳/۳۲ | ۲/۵ | ۱۰/۴ | ۸/۶ | ۱۲/۵ | ۴/۵ |

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد است.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29 ]

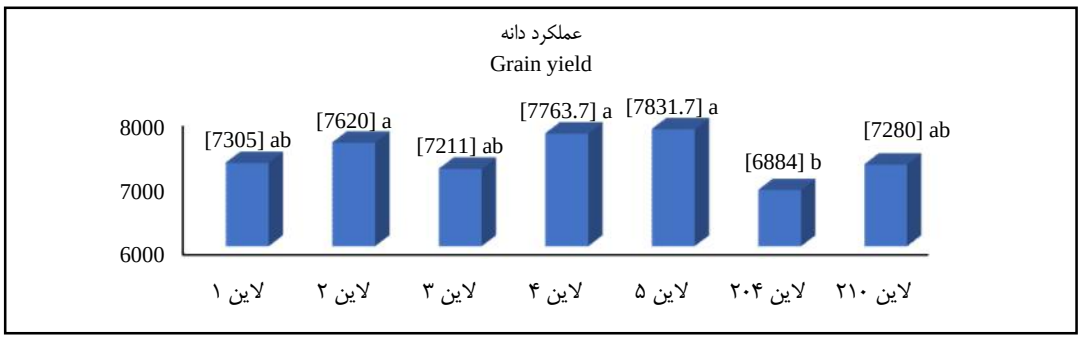
[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.49 ]

جدول ۴- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد مطالعه در لاین‌های برنج

Table 4. Correlation coefficient pearson between traits studied in rice lines

| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱- ارتفاع بوته | ۱ | | | | | | | | | | | | |
| ۲- تعداد پنجه در بوته | ۰/۳۳ | ۱ | | | | | | | | | | | |
| ۳- طول برگ پرچم | ۰/۶۷** | ۰/۰۳ | ۱ | | | | | | | | | | |
| ۴- عرض برگ پرچم | ۰/۶۲** | ۰/۱۱ | ۰/۸۹** | ۱ | | | | | | | | | |
| ۵- طول خوشه | ۰/۳۳ | ۰/۲۷ | ۰/۵۵** | ۰/۵۲* | ۱ | | | | | | | | |
| ۶- طول دانه | -۰/۳ | ۰/۱۴ | -۰/۰۷ | ۰/۰۲ | -۰/۱۹ | ۱ | | | | | | | |
| ۷- عرض دانه | -۰/۴۷* | -۰/۱۷ | ۰/۰۱ | ۰/۱ | ۰/۱۷ | -۰/۳۳ | ۱ | | | | | | |
| ۸- وزن هزار دانه | ۰/۰۶ | -۰/۲۳ | -۰/۲۲ | -۰/۰۸ | -۰/۳۷ | ۰/۴۶* | ۰/۲۴ | ۱ | | | | | |
| ۹- تعداد دانه‌پر | ۰/۵۲* | -۰/۲ | ۰/۰۵ | ۰/۱۹ | ۰/۱۶ | ۰/۴۵* | ۰/۵۶** | ۰/۰۳ | ۱ | | | | |
| ۱۰- تعداد دانه پوک | ۰/۱۱ | -۰/۰۹ | ۰/۴ | ۰/۲۳ | ۰/۰۵ | -۰/۱۹ | -۰/۰۴ | -۰/۳۶ | -۰/۱۹ | ۱ | | | |
| ۱۱- تعداد کل دانه | ۰/۶** | -۰/۰۵ | ۰/۴۸* | ۰/۴۹* | ۰/۵۴* | -۰/۴۴* | ۰/۳۹ | -۰/۳۶ | ۰/۶۶** | ۰/۳۷ | ۱ | | |
| ۱۲- درصد رطوبت دانه | ۰/۰۳ | -۰/۱۶ | -۰/۰۷ | -۰/۱۹ | -۰/۲ | -۰/۱۳ | ۰/۱ | ۰/۰۲ | -۰/۰۳ | ۰/۴۴* | ۰/۱۲ | ۱ | |
| ۱۳-عملکرد دانه | ۰/۰۷ | ۰/۵۸** | ۰/۲۵ | ۰/۲۴ | ۰/۱۵ | ۰/۰۲ | ۰/۳۳ | ۰/۶۵** | ۰/۵۵* | ۰/۰۹ | ۰/۶۳** | ۰/۰۳ | ۱ |

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




شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد دانهٔ ژنوتیپ‌های مختلف برنج

Figure 1. Mean comparison of grain yield in rice different genotypes

جدول ۵- رگرسیون مدل گام‌به‌گام برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل

Table 5. Stepwise regression method for grain yield as dependent variable and other traits as independent variables

| | مراحل رگرسیون گام‌به‌گام | | |
|---|---|---|---|
| صفات در مدل | ۱ | ۲ | ۳ |
| عرض از مبدأ | ۱۳۷۵۶ | ۱۲۲۹۴/۲ | ۱۰۹۲/۷** |
| وزن هزاردانه | + ۵۹/۵۱ | + ۴۷/۴۵ | + ۴۴/۷۳** |
| تعداد دانهٔ‌پر | | ۲۵/۳۵ | ۴۲/۵۱** |
| تعداد پنجه در بوته | | | ۳۷/۴۶* |
| ضریب تبیین | ۳۴/۷ | ۳۶/۱ | ۶۹/۲۱ |

علامت مثبت نشان‌دهندهٔ اثرمستقیم می‌باشد. * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد است.

جدول ۶- تجزیه علّیت همبستگی عملکرد دانه با صفات باقی‌مانده در مدل رگرسیونی گام‌به‌گام

Table 6. Path analysis between grain yield and other remaining variables in stepwise regression method

| صفات | اثرمستقیم | اثرات غیرمستقیم | | | اثر کل |
|---|---|---|---|---|---|
| | | وزن هزاردانه | تعداد دانهٔ‌پر | تعداد پنجه در بوته | |
| وزن هزاردانه | ۰/۸۹ | ----- | ۰/۲۶ | ۰/۶۵ | ۰/۵۱ |
| تعداد دانهٔ‌پر | ۰/۴ | ۰/۶۹ | ----- | ۰/۵۵ | ۰/۴۴ |
| تعداد پنجه در بوته | ۰/۸ | ۰/۶ | - ۰/۲۳ | ----- | ۰/۱۷ |
| اثر باقی‌مانده | ۰/۳۲ | | | | |

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.49 ]

تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها برای تمامی صفات مورد بررسی به جزء عرض برگ پرچم وجود دارد که بیان‌گر تنوع مناسب ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌باشد. مقایسهٔ میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به لاین شماره پنج می‌باشد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد پنجه، تعداد کل دانه در خوشه، وزن هزاردانه و تعداد دانهٔپر در خوشه بود که بیانگر نقش این صفات مهّم در توجیه عملکرد دانه را دارد. در تجزیه رگرسیون مدل گام‌به‌گام سه صفت وزن هزاردانه، تعداد دانهٔپر و تعداد پنجه که جزو اجزای عملکرد هستند در رگرسیون باقی ماند. این مدل در نهایت ۶۹/۲۱ درصد از تغییرات مربوط به صفت عملکرد دانه را توجیه نموده که مهمترین اجزای عملکرد بودند و بیشترین اثرات مستقیم را داشتند و صفت وزن هزاردانه به تنهایی ۳۴/۷ درصد از تغییرات را در بر می‌گیرد. بنابراین نتایج حاصل از لاین‌های به کار برده شده در این پژوهش می‌توان چنین بیان کرد که لاین شماره پنج که دارای بیشترین عملکرد می‌باشد به دلیل استفاده بهتر از شرایط محیطی و همچنین به لحاظ فیزیولوژیکی، در این طرح به عنوان برترین لاین از بین لاین‌های مورد آزمایش بود. بر اساس نتایج تجزیه علّیت بر اساس رگرسیون مدل گام‌به‌گام می‌توان بیان کرد مهم‌ترین صفتی که می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای گزینش عملکرد دانه معرفی شود وزن هزاردانه است، که به دلیل همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد با عملکرد دانه و زیاد بودن اثرمستقیم مثبت بر روی عملکرد دانه می‌تواند معیاری جهت بهبود عملکرد دانه مطرح باشد. خصوصیاتی که دارای برتری آشکاری هستند می‌تواند آثار مستقیمی بر تولید داشته و از طریق سایر صفات که در مراحل رشد و نمو گیاه ظاهر می‌شوند اثر غیرمستقیمی بر عملکرد داشته باشد. دو استان مازندران و گیلان بیش از ۷۵ درصد از سطح زیر کشت برنج کل کشور را داشته که از اهداف مهّم اصلاحی تحقیقات برنج در این مناطق افزایش عملکرد دانه در واحد سطح است، از این رو شناسایی صفات برتر لاین‌ها و شناخت همبستگی‌های موجود بین عملکرد دانه با اجزای عملکرد دانه و معرفی ژنوتیپ‌های جدید سازگار با مناطق برنج‌کاری مورد ارزیابی قرار بگیرد. با توجه به رابطه بین عملکرد دانه و خصوصیات مهّم زراعی، یافتن بهترین صفت‌های مناسب توسط پژوهشگران می‌تواند جهت اعمال گزینش برای انتخاب ارقام و بهبود عملکرد دانه نقش به سزایی داشته باشد.

## تشکر و قدردانی

از ایستگاه تحقیقات برنج چپرسر شهرستان تنکابن به خاطر همکاری در اجرای پروژه تشکر می‌شود.

## منابع


1. Abozari-gezafrodi, A., R. Honar-nejad, M.H. Fotokian and A. Alami. 2006. Agronomic traits correlation study and path analysis in rice. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 10(2): 99-106 (In Persian).
2. Alah-gholipour, M. 1997. Investigation of correlation between some important agronomic traits with a yield of path analysis in rice. M.Sc. Thesis, Tehran University, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Karaj, Iran, 105 pp (In Persian).
3. Bakhshi-pour, S. 2006. Study of morphological characteristics and yield components of rice lines in two regions of the Mazandaran province. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Bojnourd Branch, Faculty of Agriculture, Bojnourd, Iran, 135 pp (In Persian).
4. Balouchzaehi, A. and G. Kiani. 2013. Determination of selection criteria for yield improvement in rice. Journal of Crop Breeding, 5: 75-84 (In Persian).
5. Dewey, D.R. and K.M. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. Agronomy Journal, 51: 197-203.
6. Dorosti, H. 2000. Genetic variation based on agronomic characteristics of rice lines. M.Sc. thesis, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran, 79 pp (In Persian).
7. Fotokian, H. 2014. Study of agronomic traits and yield of rice lines in west mazandaran. M.Sc. thesis, Islamic Azad University, Chalous Branch, Faculty of Agriculture, Agronomy Department, Chalous, Iran, 73 pp (In Persian).
8. Gravios, K.A. and R.W. Mcnew. 1993. Genetic relationship among and selection for rice yield and yield component. Crop Science, 33: 249-259.
9. IRRI. 2013. Standard evaluation system for rice 5th edition (SES). International Rice Research Institute, Manila, Philippines.
10. Khan, A.S., M. Irman and M. Ashfaq. 2009. Estimation of genetic variability and correlation for grain yield components in rice. American Eurasian Journal Agriculture and Environ Science, 6(5): 585-590.
11. Mahabub, H. 2005. Does rice research reduce poverty in asia? Rice Today, 5(1): 37 pp.
12. Mehter, S.S., C.R. Mahajan, P.A. Patil, S.K. Lad and P.M. Phumal. 1994. Variability, heritability, correlation, path analysis and genetic divergence studies in upland rice. IRRI notes, 19: 8-10.
13. Mesbah, M., H.R. Soroush and A.H.H. Zadeh. 2004. A study of the relationship between grain yield components in rice. Iranian Journal of Agriculture Science, 5: 983-993.
14. Mohadesi, A. 2011. Research project check compatibility and stability of rice lines in regional yield trials. Rice Research Institute of Iran (RRII). Mazandaran Branch, Agricultural research education and extension organization (AREEO), Amol, Iran, (In Persian).
15. Montazeri, R., M. Moradkhani, M. Sam-daliri and A.B. Mosavi. 2017. Correlation between morphological new genotype of rice in the west mazandaran. Journal of Crop Breeding, 9(22): 191-199 (In Persian).


[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.49 ]

16. Nor-bakhshian, J. and A.M. Rezaei. 1999. Investigation of traits correlations and path analysis of grain yield in rice. Iranian Journal of Crop Sciences, 1(4): 55-65 (In Persian).
17. Prasad, B., A.K. Patwary and P.S. Biswas. 2001. Genetic variability and selection criteria in fine rice (*Oryza sativa* L.). Pakistan Journal, 4(10): 1188-1190.
18. Rahimi, M. and B. Rabiei. 2009. Estimation of gene action and heritability of important agronomic traits in rice (*Oryza sativa* L.). Iranian Journal of Crop Sciences, 10(40): 362-376 (In Persian).
19. Rahimi, M., B. Rabiei, M. Ramezani and S. Movafegh. 2010. Evaluation of agronomic traits and determination of variable for improvement rice yield. Journal of Iranian Field Crop Research, 8: 111-119 (In Persian).
20. Rahim-soroush, H., M. Mesbah, H. Hossein-zade and R. Bozorgi-pour. 2004. Genotype variation phenotype and cluster analysis and for the quantitative and qualitative traits study of rice. Seed and Plant Improvement Institute, 20: 167-172 (In Persian).
21. Wright, S. 1921. Correlation and causation. Journal of Agricultural Research, 20: 557-585.
22. Yazdi-samadi, B. and S. Abde-mishani. 2011. Advanced plant breeding. Tehran University press, 408 pp (In Persian).

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.49 ]

# Correlation Analysis between Grain Yield and Some Important Traits Related to Rice Lines using Path Analysis

**Maryam Saraei[1], Morteza Sam-daliri[2], Ali Mohadesi[3] and Majid Moradkhani[4]**

1 and 2- Graduated M.Sc. Student and Associate Professor, Islamic Azad University, Chalous Branch, Faculty of Agricultural, Agronomy Department, Chalous, Iran
3- Researcher Rice Research Station Tonekabon, Agronomy and Plant Breeding Research Department, Rice Research Institute of Iran (RRII), Mazandaran Branch, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Amol, Iran
4- Graduated M.Sc. Student, Islamic Azad University, Takestan Branch, Faculty of Agricultural Sciences, Agronomy Department, Takestan, Iran (Corresponding author: moradkhani.majid@hotmail.com)
Received: February 20, 2017 Accepted: October 2, 2017

**Abstract**

The aim of present study was to determine the relationship between grain yield and important agricultural characteristics for six lines of rice and Shiroodi cultivar as control in rice research station (Tonekabon) in west of Mazandaran Province in 2015. The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replicates. Analysis of variance showed that there was a significant difference between genotypes for all studied traits except flag leaf width, which indicates the appropriate variation among the studied genotypes. Results of mean comparison test showed that the highest and the lowest grain yield were belong to line No. 5 (7831.7 $kg.ha^{-1}$) and No. 204 (6884.3 $kg.ha^{-1}$) respectively. Results showed that there were positive and significant correlation between grain yield and number of tiller, 1000-grain weight, filled grain number and number of total grains per panicle. Using stepwise regression method showed that 1000-grain weight, filled grain number and number a tillers had the maximum effect on grain yield. Results of path analysis showed that 1000-grain weight an important and effective trait can be used for selection of high yielding rice lines in breeding programs.

**Keywords:** Rice varieties, Stepwise regression method, Path analysis, Correlation analysis, Yield comparison

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.49 ]