



مطالعه همبستگی و تجزیه علیت عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن در ارقام و لاین‌های برنج (*Oryza sativa L.*)

حیدر عزیزی^۱, علی اعلمی^۲, مسعود اصفهانی^۳ و علی اکبر عبادی^۴

۱- دانش‌آموخته دکتری اصلاح نباتات دانشگاه گیلان و استادیار پژوهشی پختن تحقیقات چندرنده، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، (نویسنده مسؤول: heydar.azizi@gmail.com)
۲- استادیار و استاد، دانشگاه گیلان
۳- استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی رشت
تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۰۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۰۰

چکیده

به منظور بررسی روابط بین صفات مؤثر بر عملکرد دانه و نیز تعیین روابط علت و معلولی بین آن‌ها، تعداد ۱۲۱ رقم از ارقام بومی و خارجی موجود در کلکسیون مؤسسه تحقیقات برنج کشور در قالب طرح لاتیس ساده 11×11 با دو تکرار به لحاظ صفت مهم زراعی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنتیک‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. ضرایب تنوع فنتیپی و ژنتیکی برای اکثر صفات بالا بود که بیانگر وجود تنوع بالا در ژنتیک‌های مورد مطالعه برای صفات ارزیابی شده می‌باشد. ضرایب همبستگی ساده بین صفات نشان داد که صفات وزن صد دانه، تعداد دانه پر و پوک در خوشة، تعداد پنجه و همچنین طول و عرض برگ همبستگی معنی‌داری را با عملکرد دانه داشتند. در تجزیه رگرسیون چندگانه به روش گام به گام، صفات وزن صد دانه، تعداد پنجه، طول برگ، تعداد دانه پر در خوشه و عرض برگ به ترتیب وارد مدل شدند که ۸۱ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. همچنین بر اساس نتایج تجزیه علیت، صفات وزن صد دانه (۱/۴۱) و تعداد دانه پر در خوشه (۱/۲۵۴) بیشترین اثر مستقیم و مثبت را با عملکرد دانه داشتند و بنابراین این صفات می‌توانند به عنوان شاخص‌های انتخاب جهت بهبود عملکرد دانه در نظر گرفته شوند.

واژه‌های کلیدی: برنج، تجزیه علیت، رگرسیون گام به گام، همبستگی

مقدمه

که شمار متغیرهای مستقل مؤثر بر صفت وابسته زیاد می‌شود، میزان وابستگی صفات به یکدیگر محدود شده، در چنین شرایطی، همبستگی‌ها به تهابی نمی‌توانند روابط بین متغیرها را توجیه کنند^(۱،۲). روابط اساسی میان صفات طی تجزیه‌ای به نام تجزیه علیت بیان می‌گردد. هدف از این تجزیه‌ای این است که توضیحات قابل پذیرش از همبستگی میان صفات بر پایه یک مدل علت و معلولی ارائه شود، و اهمیت صفات مؤثر بر یک صفت خاص برآورد گردد^(۳). در این روش ضرایب همبستگی به آثار مستقیم و غیرمستقیم مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل یک متغیر وابسته تقسیم، و اهمیت آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود^(۴). بنابراین با استفاده از تجزیه علیت می‌توان به اطلاعات تکمیلی دست یافته که عموماً در همبستگی‌های ساده مشاهده نمی‌شوند. تعداد زیادی از محققیق روابط علت و معلولی بین عملکرد دانه و سایر صفات را در برنج مورد بررسی قرار داده‌اند و به اثربهای مستقیم تعداد دانه پر در خوشه و وزن صد دانه^(۵)، تعداد دانه در خوشه^(۶)، طول دانه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد کل دانه و تعداد پنجه بارور^(۷)، وزن هزار دانه، تعداد پنجه بارور و تعداد کل دانه در خوشه^(۸)، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد کل پنجه و تعداد پنجه مؤثر^(۹) و شاخص برداشت و تعداد خوشه^(۱۰) بر عملکرد اشاره کرده‌اند. با توجه به اهمیت افزایش عملکرد و شناسایی عوامل مؤثر در بهبود آن، پژوهش حاضر با هدف بررسی روابط میان عملکرد و اجزای آن، تجزیه ضرایب همبستگی میان صفات و تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر در عملکرد برنج صورت پذیرفت.

برنج گیاهی خودگشتن، از خانواده گندمیان و از جنس *Oryza*, دیپلوئید و دارای $2n=24$ کروموزوم می‌باشد که درصد دگرگشتن آن بین صفر تا سه درصد برآورد گردیده است^(۱۱). بر اساس گزارش سازمان خوار و بار جهانی (FAO) در سال ۲۰۱۲، سهم برنج در تأمین کالری مردم آسیا بیشتر از متوسط جهانی (حدود ۲۰ درصد) بوده و حدود ۳۱ درصد می‌باشد. از طرفی با توجه به رشد روزافزون تقاضای این محصول در کشور و همچنین با توجه به اینکه در سال ۱۳۹۲ مقدار یک میلیون و ۹۵۶ هزار تن برنج به ارزش دو میلیارد و ۳۰۱ میلیون دلار به کشور وارد شد و بر اساس این گزارش، واردات این محصول در مقایسه با سال ۹۱ از نظر وزنی ۵۰/۸۶ درصد و از نظر ارزشی ۷۴/۶۲ درصد افزایش را نشان می‌دهد^(۱۲). بنابراین سرمایه‌گذاری در زمینه افزایش کمیت و کیفیت برنج از طریق روش‌های مختلف بهزیستی و بهبودی در استقلال اقتصادی و سیاسی کشور، نقش بسیار مؤثری خواهد داشت. ژرم پلاسم برنج موجود در ایران دارای تنوع مطلوبی از نظر اکثر صفات کمی و کیفی می‌باشد. با ارزیابی صفات مختلف زراعی، مخصوصاً صفات مهمی که در عملکرد برنج مؤثر می‌باشند، می‌توان در آینده، مدیریت بهبود و اصلاح گیاه برنج را دقیق‌تر برنامه‌ریزی نمود. یکی از ارکان کلیدی موفقیت در برنامه‌های مختلف اصلاح گیاهان، درک و فهم روابط بین صفات (به ویژه صفاتی که به آسانی قابل اندازه‌گیری نبوده و یا اینکه وراثت‌پذیری کمی دارند) در گزینش غیرمستقیم برای چنین صفاتی می‌باشد^(۱۳).

مواد و روش‌ها

در روابط فوق MS_e و MS_g به ترتیب میانگین مربعات بین ژنوتیپ‌ها، میانگین مربعات خطای و تعداد تکرار می‌باشند. همچنین برای درک روابط بین صفات و شناخت صفاتی که بیشترین نقش را در عملکرد دانه ایفا می‌نمایند، از تجزیه علیّت بر مبنای ضرایب همبستگی فنوتیپی استفاده شد. بدین منظور با استفاده از ضرایب همبستگی فنوتیپی و تجزیه رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع (Y) و سایر صفات به عنوان متغیر علّت (X_i)، متغیرهایی که بیشترین سهم از توجیه تغییرات تابع را دارند، شناسایی شدند. سپس آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات انتخابی مؤثر بر عملکرد دانه محاسبه گردید. برای تجزیه داده‌ها و محاسبات آماری از نرمافزارهای SAS، Excel، Path2 نسخه ۹ (۱۷) و Path2 استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بر اساس طرح لاتیس نشان داد که مزیت نسبی این طرح نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای کلیه صفات مورد بررسی کمتر از صد می‌باشد، بنابراین برآورد واریانس‌ها و امید ریاضی میانگین مربعات بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی صورت پذیرفت. نتایج حاصله طبق جدول ۲ نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد که دلالت بر تنوع زیاد میان ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مورد بررسی می‌نماید. بررسی ضرایب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی (جدول ۲) نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین مقدار این ضرایب به ترتیب مربوط به صفات تعداد دانه پوک در خوشة و طول خوشه می‌باشد. مقادیر متوسط این ضرایب مربوط به صفاتی مانند ارتفاع بوته و تعداد پنجه می‌باشد. همانطور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، برای اکثر صفات بین میزان ضرایب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی اختلاف چندانی مشاهده نمی‌گردد که نشان‌دهنده توجیه بخشی کمی از تغییرات این صفات توسط محیط و به عبارتی عدم تأثیری‌ذیری شدید این صفات از تغییرات محیطی می‌باشد. بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس این صفات و از نظر فنوتیپی می‌تواند معیار مناسبی برای گزینش باشد. چانوبی و ریچهاریا (۶)، المقلی‌پور و همکاران (۱) و رحیمی و همکاران (۱۲) نیز در مطالعات خود این مطلب را گزارش نمودند.

در این آزمایش، تعداد ۱۲۱ رقم از ارقام بومی و خارجی موجود در کلکسیون مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت شامل ۳۳ رقم محلی، ۲۶ لاین اصلاح شده ایرانی و ۶۲ لاین اصلاح شده خارجی (جدول ۱) در قالب طرح لاتیس ساده ۱۱×۱ با دو تکرار مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت، به ترتیب با طول و عرض جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی با ارتفاع ۷ متر از سطح دریای آزاد و بافت خاک سیلتی رسی با pH حدود ۷ انجام شد. مساحت هر کرت ۶ متر مربع و بوته‌ها به فواصل ۲۵×۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین هر کرت ۵۰ سانتی‌متر و هر بوته بصورت تک نشاء کشت گردید. خزانه‌گیری در فروردین و نشاء کاری در اردیبهشت ماه سال زراعی ۱۳۹۳ و در مرحله ۵-۶ برگی صورت گرفت. کلیه عملیات زراعی از قبیل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز (وجین بصورت دستی)، مبارزه با آفات (کرم ساقه‌خوار و برگ‌خوار) و کودپاشی مطابق روش‌های معمول انجام شد. در طول دوره رشد و در زمان‌های مناسب طبق دستورالعمل ثبت مشخصات مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج (IRRI)، ارزیابی‌های لازم برای صفاتی مانند عملکرد دانه (تن در هکتار)، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول خوشه (سانتی‌متر)، طول و عرض برگ (سانتی‌متر)، طول و عرض دانه (میلی‌متر)، تعداد دانه پر و پوک و وزن صد دانه (گرم) انجام گردید. کلیه ارزیابی‌ها بر روی ۱۰ بوته در هر کرت که بطور تصادفی انتخاب گردیدند، انجام شد. قبل از ارزیابی، بوته‌های خارج از تیپ حذف، سپس میانگین مشاهدات در هر کرت جهت انجام تجزیه‌های آماری اعم از تجزیه واریانس، تجزیه همبستگی، تجزیه رگرسیون چندگانه و تجزیه علیّت مورد استفاده قرار گرفت. همچنین ضرایب تغییرات ژنوتیپی (GCV) و فنوتیپی (PCV)^۳ به ترتیب با استفاده از واریانس ژنوتیپی (σ_{ph}^2) و واریانس فنوتیپی (σ_{ph}^2) و همچنین میانگین صفات (\bar{x}) و بر اساس روابط زیر محاسبه شدند.

$$PCV = \frac{\sqrt{\sigma_{ph}^2}}{\bar{x}} \times 100, (\sigma_{ph}^2 = \frac{MS_g - MS_e}{r})$$

$$GCV = \frac{\sqrt{\sigma_{ph}^2}}{\bar{x}} \times 100, (\sigma_{ph}^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2)$$

جدول ۱- ارقام و لاین‌های برنج مورد استفاده در این مطالعه

Table 1. Used cultivars and lines in this study

منشا	شجره	زنوتب	منشا	شجره	زنوتب
مازندران، ایران	رقم محلی	سنگ طارم	گیلان، ایران	رقم محلی	بی نام
مازندران، ایران	رقم محلی	اهلمی طارم	گیلان، ایران	رقم محلی	عنبربو
مازندران، ایران	رقم محلی	طارم منطقه	گیلان، ایران	رقم محلی	دم سیاه سلیمان داراب
گیلان، ایران	رقم محلی	زیره	گیلان، ایران	رقم محلی	گرده رام هرمز
مازندران، ایران	رقم محلی	موسی طارم	گیلان، ایران	رقم محلی	هاشمی
مازندران، ایران	رقم محلی	دیلمانی	گیلان، ایران	رقم محلی	شاه پسند
گیلان، ایران	رقم محلی	قشتگه	گیلان، ایران	رقم محلی	دم سیاه
مازندران، ایران	رقم محلی	گرده	گیلان، ایران	رقم محلی	دم سفید
مازندران، ایران	رقم محلی	طارم محلی	گیلان، ایران	رقم محلی	غريب
مازندران، ایران	رقم محلی	طارم امیری	گیلان، ایران	رقم محلی	موسی طارم
خوزستان، ایران	رقم محلی	چمها اهواز	گیلان، ایران	رقم محلی	دم زرد
گیلان، ایران	رقم اصلاح شده (روش هیبریداسیون)		گیلان، ایران	رقم محلی	حسن سرایی
مازندران، ایران	رقم اصلاح شده (روش وارداتی)	خر	گیلان، ایران	رقم محلی	حسنی
گیلان، ایران	رقم اصلاح شده	گیل ۱	گیلان، ایران	رقم محلی	چمها بودار
خوزستان، ایران	رقم اصلاح شده	هویزه	گیلان، ایران	رقم محلی	حسن سرایی آتشگاه
مازندران، ایران	دیلمانی / خرز	شیرودی	مازندران، ایران	رقم محلی	شاه پسند مازندران
مازندران، ایران	حاصل رقم باسماتی (روش وارداتی)	کوهسار	گیلان، ایران	رقم محلی	حسن سرایی پیچیده غالاف
خوزستان، ایران	رقم اصلاح شده	دانیال	گیلان، ایران	رقم محلی	دم سرخ
مازندران، ایران	رقم اصلاح شده	پژوهش	گیلان، ایران	رقم محلی	سالاری
مازندران، ایران	رقم اصلاح شده	جلودار	گیلان، ایران	رقم محلی	غريب سیاه ریحانی
مازندران، ایران	رقم اصلاح شده	پردیس	گیلان، ایران	رقم محلی	علی کاظمی
اصفهان، ایران	رقم اصلاح شده	زاینده رو	خوزستان، ایران	رقم محلی	عیبوری اهواز

ادامه جدول ۱

Continued Table 1

منشا	شجره	زنوتب	منشا	شجره	زنوتب
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR4491-89-1	اصفهان، ایران	رقم اصلاح شده	سازنده‌گی
مصر	رقم وارداتی	TE-TEP	مازندران، ایران	رقم اصلاح شده	قائم
مصر	رقم وارداتی	Usen	مازندران، ایران	رقم اصلاح شده	ساحل
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	NP-125	مازندران، ایران	IR7328 حاصل لاین	فجر
ایری، فیلیپین	IR1541-102-6-3//IR20*4/O.nivara	IR30	گیلان، ایران	IR8 / دم سیاه /	سپیدرود
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	5·IR	مازندران، ایران	حاصل رقم باسماتی (روش معروفی)	شفق
ایری، فیلیپین	IR28/Kwang-Chang-Ai//IR36	5·IR	مازندران، ایران	موتابسیون	تاش
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	شمارة ۳۰ مقایسه آمل	گیلان، ایران	سالاری/سفیدرود	درفک
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	شمارة ۲۲۹ مقایسه آمل	گیلان، ایران	IR8 / دم سیاه محلی /	بخار
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	۲-۳-۷۱-۶۷۰ ۱VIR	مازندران، ایران	آمل ۳ سنگ طارم	نعمت
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	رستور شماره ۵	مازندران، ایران	سنگ طارم / حسن	ندا
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	۷-۷-۵۳-۷-IRON	مازندران، ایران	سرایی	دشت
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	Canturypatna	مازندران، ایران	آمل ۱ / موتابسیون	پویا
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	-۱۳-IRON ۳۰۴ VE	گیلان، ایران	سفیدرود / سالاری	کادوس
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IRON-13-۳۰۵ VE	گیلان، ایران	رقم اصلاح شده	پویا
ژاپن	رقم وارداتی	Norin-22	ایری، فیلیپین	IR833-6-2-1-1//IR1561-149-1//IR24*4/O.nivara	IR28
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR25571	ایری، فیلیپین	IR1561-228-1-2//IR1737//CR94-13	IR36
صر	رقم وارداتی	Ciza-181	ایری، فیلیپین	IR215314-1-6-2//IR28//IR36	IR50
صر	رقم وارداتی	آرژانتین-۱	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR60

Continued Table 1

منشا	شجره	ژنوتیپ	منشا	شجره	ژنوتیپ
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR66233-169-3-3	مصر	رقم وارداتی	Dcl
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR74718-24-2-3	مصر	رقم وارداتی	cy
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR74721-199-1-3	مصر	رقم وارداتی	dc
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR70445-86-2-1	مصر	رقم وارداتی	CN-21
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR74719-68-2-3	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	لاین ۳۴۸
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR75481-108-3	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	لاین ۱۲۰
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR74720-13-1-2	زاین	رقم وارداتی	فوجی می نوری
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR75481-123-3	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	لاین ۶
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR74719-145-2-3	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	لاین ۸۳۹
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR74720-85-1-2	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	لاین ۸۳۰
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR75481-146-3	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	لاین ۸۳۱
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR71735-6-3-3	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	لاین ۸۳۳
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	E1	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	لاین ۸۳۴
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	E2	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	لاین ۸۳۵
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR?-15092-RT1031-62	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR70445-146-3-3
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	۲۱۳ لاین	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR67418-110-3-2-2-2
ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	GH1	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR71739-24-3-5
گیلان، ایران	هیبرید	GH2	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR75489-15-2-1
گیلان، ایران	هیبرید	GH3	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR67015-49-2-6
گیلان، ایران	هیبرید	-	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	IR66232-88-2-2-1
-	-	-	ایری، فیلیپین	رقم وارداتی	

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی

Table 2. Analysis of variance of assayed traits

منابع تغییرات (%)	درجه آزادی گلدهی	روز تا ۵۰ درصد	تعداد پنجه	ارتفاع بوته (سانتی متر)	طول خوشة (سانتی متر)	عرض برگ (سانتی متر)	طول برگ (سانتی متر)	میانگین مربعت
تکرار	۱	۲/۶۶	۰/۲۰	۶۸/۲۳	۶/۹۵	۲/۹۶	۰/۰۳۷	
تیمار	۱۲۰	۲۰/۹۵**	۱۲/۸۴**	۷۱۶/۰۹*	۱۲/۲۳**	۳/۲/۲۳**	۰/۰۳۱**	
خطا	۱۲۰	۰/۴۸	۲/۷۹	۱۵/۴۰	۰/۳۸	۱/۶۲	۰/۰۰۴	
ضریب تغییرات	۱۰/۱۱	۱۴/۹۷	۱۴/۹۷	۱۵/۷۶	۹/۴۳	۱۴/۰۶	۱۰/۷۱	
فتوتیپی (%)	۱۰/۱۳	۱۰/۱۳	۱۸/۴۱	۱۶/۰۹	۹/۷۰	۱۴/۷۸	۱۱/۶۱	

**: معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

ادامه جدول ۲

Continued Table 2

منابع تغییرات (%)	درجه آزادی گلدهی	تعداد دانه پر در خوشة	تعداد دانه پوک در خوشة	طول دانه (میلی متر)	عرض دانه (میلی متر)	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	میانگین مربعت
تکرار	۱	۴/۷۷	۴۸/۲۷	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۱/۴۹	
تیمار	۱۲۰	۹۵۵/۲۰**	۲۰/۱۸**	۳/۲۱**	۰/۲۳**	۰/۳۴**	۲/۹۷**	
خطا	۱۲۰	۷۰/۳۱	۳۱/۴۲	۰/۰۱۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۷	۰/۵۹	
ضریب تغییرات	۱۸/۸۶	۲۰/۴۱	۲۰/۴۱	۱۴/۶۲	۱۳/۳۸	۰/۰۰۷	۱۹/۸۳	
فتوتیپی (%)	۲۰/۲۱	۲۳/۷۹	۱۴/۲۳	۱۳/۷۸	۱۳/۹۵	۱/۰۲	۲۴/۲۶	

**: معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

تشعشع تابشی موجب افزایش سطح برگ شده که نتیجه آن افزایش اندازه برگ خواهد بود. از طرفی با افزایش طول دوره رویشی، طول دوره زایشی کاهش یافته و با توجه به عدم زمان کافی جهت انتقال مواد فتوستراتی به دانه و پر شدن آنها، کاهش عملکرد دانه مورد انتظار می باشد، هر چند در این بررسی این کاهش غیرمعنی دار بود. بلوچی و کیانی (۵) نیز همبستگی مثبت و معنی داری را بین صفات عملکرد دانه با تعداد دانه پر در خوشة، وزن هزار دانه با عرض برگ و عملکرد دانه با تعداد پنجه را گزارش نمودند. همچنین نتایج حاصل از پژوهش امین پناه و شریفی (۲) نیز مؤید این مطلب بود. بیشترین همبستگی منفی و معنی دار به ترتیب در بین صفات عملکرد دانه با تعداد دانه پوک در خوشه (۰/۵۱) و وزن صد دانه با تعداد دانه پوک و تعداد دانه پر در خوشه (به

ضرايب همبستگي فتوتیپی بین صفات مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج حاصل نشان داد که بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار به ترتیب در بین صفات عملکرد دانه با وزن صد دانه (۰/۶۹)، عرض دانه با وزن صد دانه (۰/۵۸)، عملکرد دانه با تعداد دانه پر در خوشة (۰/۴۲)، عملکرد دانه با تعداد پنجه (۰/۴۶)، ارتفاع بوته با تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی (۰/۴۳)، عملکرد دانه با عرض برگ (۰/۴۱) و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی با طول (۰/۳۸) و عرض برگ (۰/۳۱) وجود دارد. همبستگی مثبت و معنی دار بین صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی با طول دوره برگ نشان دهنده این مطلب است که با افزایش طول دوره رویشی، اندازه برگ افزایش می یابد و ژنوتیپ هایی که دیرتر وارد مرحله زایشی می شوند، با امکان استفاده حداکثر از

تعداد پنجه، عرض و طول دانه بیشترین نقش مثبت را در بهبود عملکرد دانه دارند. به هر حال شرایط متفاوت بررسی‌ها و همینطور ژنتیک‌های متنوع مورد بررسی بر نتایج همبستگی‌ها در تحقیقات مختلف مؤثر بوده و لذا انجام بررسی‌های بیشتر به منظور حصول نتایج بهتر و دقیق‌تر ضروری به نظر می‌رسد.

ترتیب ۰/۴۸ و -۰/۳۹ مشاهده شد. با توجه به وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین صفات وزن صد دانه و تعداد دانه پر در خوش، آن‌ها را نمی‌توان با هم افزایش داد زیرا با افزایش تعداد دانه در خوش اسپلیات‌های کمتری در مقایسه با تعداد کمتر دانه در خوش به دانه وارد شده و این امر باعث کاهش وزن صد دانه می‌گردد. ضرایب همبستگی بین صفات نشان می‌دهد که صفات وزن صد دانه، تعداد دانه پر در خوش،

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد ارزیابی

Table 3. Simple correlation coefficients between evaluated traits

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
- روز تا ۵۰ تا	۱											
- درصد گلدهی		۱										
- تعداد پنجه			۰/۳۱*									
- ارتفاع بوته (سانتی‌متر)				۱	-۰/۰۹							
- طول خوش (سانتی‌متر)					۰/۳۴*							
- طول برگ (سانتی‌متر)						۱						
- عرض برگ (سانتی‌متر)							۰/۰۸					
- تعداد دانه پر								۰/۲۴				
- تعداد دانه									۰/۰۶			
- پوک										۰/۳۸**		
- طول دانه (میلی‌متر)											۰/۳۱**	
- عرض دانه (میلی‌متر)												۰/۳۱**
- وزن صد دانه (گرم)												۰/۶۳**
- عملکرد دانه (تن در هکتار)												
۱	-۰/۵۹**	۰/۰۶	۰/۱۱	-۰/۵۱**	۰/۰۸**	۰/۴۱*	۰/۳۴*	۰/۲۵	-۰/۰۸*	۰/۴۶**	-۰/۰۲	-۰/۰۲
۱	-۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۷	-۰/۰۷	۰/۰۶	-۰/۰۷	-۰/۰۷	-۰/۰۷	-۰/۰۷	-۰/۰۷	-۰/۰۷	-۰/۰۷
۱	-۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۱	-۰/۰۱	۰/۰۳	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱
۱	-۰/۰۲۶	-۰/۰۳۱*	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۶	-۰/۰۳۱*	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۶
۱	-۰/۰۲۹	-۰/۰۴۸**	-۰/۰۲۹	-۰/۰۴۸**	-۰/۰۴۹*	-۰/۰۲۹	-۰/۰۲۹	-۰/۰۲۹	-۰/۰۲۹	-۰/۰۲۹	-۰/۰۲۹	-۰/۰۲۹
۱	-۰/۰۵۹**	-۰/۰۰۶	-۰/۰۱۱	-۰/۰۵۱**	-۰/۰۵۸**	-۰/۰۴۱*	-۰/۰۳۴*	-۰/۰۲۵	-۰/۰۳۸*	-۰/۰۴۶**	-۰/۰۲۲	-۰/۰۲۲

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

درصد از تغییرات عملکرد دانه توسط متغیرهای مستقل موجود در مدل توجیه می‌گردد. همچنین با محاسبه ضرایب جزئی رگرسیون استاندارد شده مشخص شد که اثر هر پنج متغیر مستقل وارد شده در مدل بر عملکرد دانه افزایش‌نده بود. بنابراین می‌توان اظهار داشت که این صفات مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه (Y) در ژنتیک‌های مورد مطالعه برنج می‌باشند و احتمالاً گزینش به منظور افزایش عملکرد دانه از طریق این صفات، اثر بخش خواهد بود و با افزایش هر یک از این اجزاء عملکرد در ژنتیک‌های مورد مطالعه می‌توان به افزایش عملکرد دست یافته. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام سهم هر یک از صفات مرتبط باقی و همکاران (۴) سه متغیر طول خوش، تعداد خوش در بوته و تعداد دانه پر در خوش و توسط بلوچزی و کیانی (۵) سه متغیر تعداد دانه در خوش، تعداد پنجه بارور و طول دانه وارد مدل گردید که البته این اختلاف می‌تواند از تفاوت در ژنتیک‌های مورد آزمایش ناشی شود.

بررسی تأثیر هر یک از صفات مورد ارزیابی روی متغیر تابع یا وابسته (عملکرد دانه) و همچنین کاهش تعداد متغیرهای مستقل و برازش بهترین مدل رگرسیونی، از تجزیه رگرسیون چندگانه استفاده شد. برای این منظور با استفاده از تجزیه رگرسیون گام به گام سهم هر یک از صفات مورد ارزیابی به عنوان متغیرهای مستقل و عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته مشخص گردید. صفات وزن صد دانه، تعداد پنجه، طول برگ، تعداد دانه پر در خوش و عرض برگ به ترتیب وارد مدل گردید (جدول ۴). سایر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر مدل نداشتند و به همین دلیل اختلاف ژنتیک‌ها از نظر صفت عملکرد دانه را می‌توان به تفاوت در صفات فوق نسبت داد. نتایج نشان داد که متغیرهای مستقل وزن صد دانه، تعداد پنجه، طول برگ، تعداد دانه پر در خوش و عرض برگ به ترتیب ۲۱، ۲۱، ۱۶، ۱۴ و ۱۲ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. ضریب تبیین (R^2) تجمعی مدل برازش شده حاکی از آن است که در مجموع ۸۱

جدول ۴- تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل

گام یا مرحله	متغیر	ضریب رگرسیونی جزئی استاندارد شده	عرض از مبدأ	R^2 نسبی	R^2 تجمعی
۱	وزن صد دانه (X_1)	-۰.۹۶	-۰.۲۱	-۰.۲۱	-۰.۲۱
۲	تعداد پنجه (X_2)	-۰.۳۹	-۰.۱۶	-۰.۳۷	-۰.۴۶
۳	طول برگ (X_3)	-۰.۲۶	-۰.۱۴	-۰.۵۱	-۰.۵۷
۴	تعداد دانه پر (X_4)	-۰.۲۲	-۰.۱۸	-۰.۶۹	-۰.۶۹
۵	عرض برگ (X_5)	-۰.۲۹	-۰.۱۲	-۰.۸۱	-۰.۸۱

$Y = 3.9 + 0.46 X_1 + 0.39 X_2 + 0.36 X_3 + 0.32 X_4 + 0.29 X_5$

خوشه دارای اثر مستقیم بالائی (۱/۲۵۴) بر عملکرد دانه بود. اثر غیرمستقیم این صفت از طریق صفات وزن صد دانه (-۰/۵۵۰)، طول دانه (-۰/۱۳۲) و عرض دانه (-۰/۱۰۲) کاهنده می‌باشد. با توجه به اثر مستقیم بالای تعداد دانه پر در خوشه و معنی‌داری همبستگی آن با عملکرد دانه (۰/۰۵۸) در سطح احتمال یک درصد، این صفت نیز می‌تواند وزن صد دانه به عنوان معیار گزینش برای بهبود عملکرد دانه انتخاب شود. بر اساس نتایج حاصل از پژوهش هترنژاد (۱۱) جهت تعیین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در برنج، صفت تعداد دانه پر در خوشه و بر اساس نتایج ارائه شده توسط گوناسکاران و همکاران (۹) نیز صفات تعداد دانه پر در خوشه و همچنین وزن صد دانه شاخص‌های مهمی برای انتخاب غیرمستقیم ارقام با عملکرد مطلوب می‌باشند. همچنین با توجه به اینکه اثرات مستقیم صفات طول برگ (۰/۳۶۷) و عرض برگ (۰/۲۶۱) منفی است، می‌توان گفت که اثرات غیرمستقیم این صفات از طریق سایر صفات موردن ارزیابی عامل اصلی همبستگی بین آن‌ها و عملکرد دانه می‌باشد، بنابراین برای گزینش بایستی عوامل علیٰ غیرمستقیم را بطور همزمان مورد توجه قرار داد.

اثر باقیمانده نیز که مقدار آن در این پژوهش برابر با ۰/۴۶۸ بود، نحوه توجیه تغییرات عامل وابسته (عملکرد دانه) را توسط عامل‌های علیٰ یا سببی نشان می‌دهد. بنابراین، متغیرها (وزن صد دانه، تعداد پنجه، طول برگ، تعداد دانه پر در خوشه و عرض برگ) حدود ۵۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. به نظر می‌رسد دلیل این موضوع همبستگی‌های نسبتاً کم این صفات و مخصوصاً صفات طول و عرض برگ با عملکرد دانه باشد. علاوه بر این، عامل‌های دیگر نیز که در اینجا منظور نشده‌اند، بایستی در تجزیه علیٰ دخالت داده شوند تا بتوان بطور کامل تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد.

به منظور تفسیر جامع‌تر نتایج حاصل از همبستگی‌های ساده و همچنین رگرسیون گام به گام و نیز تعیین روابط علت و معلوی جهت تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم اجزاء، از تجزیه علیٰ استفاده شد. با توجه به اینکه چگونگی ارتباط بین صفات مختلف در پیشرفت برنامه‌های بهتردادی و شناخت صفات مناسب جهت به‌گزینی اهمیت زیادی دارد و انتخاب یک طرفه برای صفات زراعی بدون در نظر گرفتن سایر صفات، نتایج نامطلوبی را در پی خواهد داشت، بنابراین در برنامه‌های بهتردادی و شناسایی ژنتیکی‌های برتر استفاده از همبستگی بین صفات و اثرات مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها باستی مورد توجه قرار گیرد و به همین منظور انجام تجزیه علیٰ است ضروری می‌باشد (۱۵). به این منظور برای انجام تجزیه علیٰ، عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته (معلول) و صفات موجود در مدل رگرسیونی گام به گام به عنوان متغیرهای مستقل (علت) در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه علیٰ (جدول ۵) نشان داد که بیشترین و کمترین اثرات مستقیم به ترتیب مربوط به صفات وزن صد دانه (۱/۴۱۱) و طول برگ (-۰/۲۶۷) بود. در این مطالعه وزن صد دانه با بیشترین اثر مستقیم و مثبت (۱/۴۱۱)، دارای اثرات غیرمستقیم منفی از طریق تمام صفات تعداد پنجه (-۰/۰۷۱)، طول برگ (-۰/۰۹۹)، تعداد دانه پر در خوشه (-۰/۴۸۹) و عرض برگ (-۰/۰۶۳) روى عملکرد دانه می‌باشد. هر چند که اثرات غیرمستقیم و منفی تأثیر کاهنده‌ای روی عملکرد دانه دارند، ولی به دلیل وجود اثر مستقیم زیاد و مثبت، این کاهش زیاد محسوس نبوده و در نتیجه همبستگی وزن صد دانه با عملکرد دانه (۰/۰۶۹) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردیده است. بنابراین این صفت می‌تواند به عنوان معیار گزینش جهت اصلاح و بهبود عملکرد دانه معرفی شود. در ضمن همبستگی وزن صد دانه و تعداد دانه پر در خوشه منفی و معنی‌دار بود. پس از صفت وزن صد دانه، تعداد دانه پر در

جدول ۵- اثرات مستقیم و غیرمستقیم (ضرایب علیٰ) صفات موردن ارزیابی بر عملکرد دانه ارقام و لاین‌های برنج

صفات	اثر مستقیم	وزن صد دانه	تعداد پنجه	طول برگ	تعداد دانه پر	عرض برگ	همبستگی با عملکرد (اثر کل)	اثر غیرمستقیم از طریق
وزن صد دانه	۱/۴۱۱	-	-۰/۰۷۱	-۰/۰۹۹	-۰/۴۸۹	-۰/۰۶۳	-۰/۶۹	-۰/۰۶۳
تعداد پنجه	۰/۳۰۶	-۰/۳۲۴	-	-۰/۰۲۲	-۰/۴۵۱	-۰/۰۵	-۰/۴۶	-۰/۰۰۵
طول برگ	-۰/۳۶۷	-۰/۳۸۱	-۰/۰۱۸	-	-۰/۴۵۱	-۰/۰۱۷	-۰/۳۴	-۰/۰۱۷
تعداد دانه پر	۱/۲۵۴	-۰/۵۵۰	-۰/۱۱۰	-۰/۰۱۳۲	-	-۰/۱۰۲	-۰/۵۸	-۰/۰۱۲
عرض برگ	-۰/۲۶۱	-۰/۳۳۹	-۰/۰۶	-۰/۰۱۵۰	-۰/۰۴۸۹	-	-۰/۴۱	-

$R^2 = 0.781$

$\sqrt{1 - R^2} = 0.468 = \text{اثرات باقیمانده}$

روابط اساسی میان متغیرها کارساز باشد و تنها استناد به روابط همبستگی برای توجیه روابط میان متغیرها کافی نیست.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نگارندگان از دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان و همچنین مؤسسه تحقیقات برنج کشور که امکانات لازم برای انجام این تحقیق و بررسی را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

در مجموع، با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر می‌توان گفت که استفاده از صفاتی مانند وزن صد دانه و تعداد دانه پر در خوش برای انتخاب غیرمستقیم جهت نیل به عملکرد بیشتر مؤثر بوده و بنابراین این صفات می‌توانند نقش مهمی در انتخاب غیرمستقیم ژنتیک‌های برتر جهت افزایش عملکرد دانه داشته باشند و هر گونه فعالیت‌های اصلاحی با زراعی در جهت بهبود این صفات می‌تواند موجب افزایش عملکرد دانه شود. همچنین در این آزمایش مشخص گردید که بهره‌گیری از روش آماری تجزیه علیت می‌تواند در درک

منابع

- Allahgholipour, M., M.S. MohammadSalehi and A.A. Ebadi. 2004. An evaluation of genetic diversity and classification of rice varieties. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 35: 973-981 (In Persian).
- Aminpanah, H. and P. Sharifi. 2013. Path analysis of grain yield and its related traits in rice (*Oryza sativa* L.) in terms of competition with *Echinochloa crus-galli* L. weed Journal of Plant Production and Processing, 3: 105- 120 (In Persian).
- Ariyo, O.J., M.E. Pkenova and C.A. Fatokun. 1986. Plant character correlations and path analysis of pod yield in okra. Euphytica, 36: 677-686.
- Bagheri, N.A., N.A. Babaeian-Jelodar and A. Pasha. 2011. Path coefficient analysis for yield and yield components in diverse rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. Biharane Biologist, 5: 32-35.
- Balouchzaehi, A.B. and Gh. Kiani. 2013. Determination of selection criteria for yield improvement in rice through path analysis Journal of Crop Breeding, 5: 75-84 (In Persian).
- Chaubey, P.K. and A.K. Richharia. 1993. Genetic variability correlation and path coefficient in India rices. Indian Journal of Genetics, 53: 356-360.
- Custom statistics of Islamic Republic of Iran. 2013. Ministry of Economic and Wealth affairs.
- FAO (Food and Agriculture Organization) Rome. 2012. <http://faostat.fao.org/>
- Gunasekaran, M., N. Nadarajan and S.V. Netaji. 2010. Character association and path analysis in inter-racial hybrids in rice (*Oryza Sativa* L.). Electronic Journal of Plant Breeding, 1: 956-960.
- Hamel Niyat, M., N. Babaeian-Jelodar, N. Bagheri and Gh. Kiani. 2016. Determining of correlation coefficient and path analysis of performance effective traits in mutant lines of Tarom-Mahali Journal of Crop Breeding, 8: 198-206 (In Persian).
- Honarnejad, R. 2002. Assessment of correlation between some of quantitative traits of rice (*Oryza sativa* L.) with grain yield via path analysis. Iranian Journal of Crop Sciences, 4: 25-33 (In Persian).
- Moosavi, M., G.A. Ranjbar, H.N. Zarrini and A. Gilani. 2015. Correlation between morphological and physiological traits and path analysis of grain yield in rice genotypes under Khuzestan conditions. Biological Forum, 7: 43-47.
- Rahimi, M., B. Rabie, M. Ramezani and S. Movafegh. 2010. Assessment of agronomical traits and variables determination for yield improvement in rice. Iranian Journal of Field Crops Research, 8: 111-119 (In Persian).
- Rahimi, M., M. Ramezani and A. Ozoni Davaji. 2016. Investigation of path and correlation analysis of pattern and plant densities effect on two rapeseed cultivars. Journal of Crop Breeding, 8: 218-227 (In Persian).
- Sabokdast, M. and F. Khialparast. 2007. The study of relationship among yield and yield components in 30 bean cultivars. The Journal of Agricultural and Natural Resources Sciences and Technology, 11: 123-134 (In Persian).
- Sarker, M.M., L. Hassan, M.M. Islam, M.M. Rashid and S. Seraj. 2014. Correlation and path coefficient analysis of some exotic early maturing rice (*Oryza sativa* L.) lines. Journal of Bioscience and Agriculture Research, 1: 1-7.
- SAS. 2002. The SAS system for windows. Release 9.0. SAS Institute, Cary, NC.
- 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.
- Soghani, M., Sh. Vaezi and S.H. Sabaghpoor. 2010. Study on correlation and path analysis for seed yield and its dependent traits in white bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agronomy and Plant Breeding, 6: 27-36 (In Persian).
- 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.
- Triphati, K.K., O.P. Govila, R. Warreir and V. Ahuja. 2011. Biology of *Oryza sativa* L. (Rice). Ministry of Environment and Forests of Government of India, Department of Biotechnology Ministry of Science and Technology Government of India, 1-63 pp.

The Study of Correlation and Path Analysis of Grain Yield and its Related Traits in Rice (*Oryza sativa L.*) Varieties and Lines

Heydar Azizi¹, Ali Aalami², Masoud Esfahani³, Ali Akbar Ebadi⁴

1- Ph.D. graduated in Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran and Research Assistant Prof., Sugar Beet Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center (Corresponding author's: heydar.azizi@gmail.com)

2 and 3- Assistant Professor and Professor, University of Guilan

4- Research Assistant Professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO) Rasht

Received: July 1, 2015

Accepted: November 1, 2015

Abstract

In order to assessment of relationships between effective traits on grain yield and also determination of cause and effect relationships between of them, 121 native and exotic cultivars available in the collection of Rice Research Institute of Iran were evaluated in a simple lattice design (11×11) with two replications for 12 important agronomic traits. The results of analysis of variance showed a significant difference between studied genotypes for all traits at the 0.01 probability level. Phenotypic and genotypic coefficients of variation for most traits were high, indicating high variability in studied genotypes for evaluated traits. Simple correlation coefficients between traits showed that 100-grain weight, number of filled and unfilled grain per panicle, number of tiller and also leaf length and width traits have a significant correlation with grain yield. In multiple regression analysis by stepwise method, 100-grain weight, number of tiller, leaf length, number of filled grain per panicle and leaf width traits were entered into model, respectively, that explained 81 percent of grain yield variations. Also based on path analysis results, 100-grain weight (1.411) and number of filled grain per panicle (1.254) traits have the most and positive direct effect with grain yield and thus, these traits could be considered as selection criteria for grain yield improvement in rice.

Keywords: Correlation, Path analysis, Rice, Stepwise regression