Archive of SID

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی صفات زراعی همبسته با عملکرد دانه در برنج (*Oryza sativa*) با استفاده از روش‌های تجزیه رگرسیون و علیت

مجتبی جهانی[۱]، قربانعلی نعمت زاده[۲] و قاسم محمدی نژاد[۳]

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، (نویسنده مسوول: mojtaba.jahani@hotmail.com)
۲- استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- دانشیار، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۶

چکیده

تسهیل در امر گزینش برای بهبود عملکرد در ژنوتیپ‌های جدید برنج مهم و ضروری است. در این مطالعه، به‌منظور بررسی رابطه بین عملکرد دانه با صفات مختلف زراعی، در یک کلکسیون بین‌المللی برنج شامل ۱۰۰ ژنوتیپ، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های ناقص (لاتیس سه گانه ۱۰×۱۰) طراحی شد. عملکرد دانه به همراه ۱۴ صفت مختلف زراعی دیگر ارزیابی شدند. ضرایب همبستگی نشان از رابطه مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد دانه پر در خوشه (۰/۳۶۸)، وزن هزار دانه (۰/۴۴۱) و عرض دانه (۰/۳۲۱) بود. به‌منظور گزینش صفات توجیه‌کننده عملکرد دانه، تجزیه رگرسیون گام به گام انجام شد و صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد پنجه بارور در بوته، طول دانه و سطح برگ پرچم به‌عنوان مؤثرترین صفات بر عملکرد دانه وارد مدل شدند. به‌منظور درک روابط مستقیم و غیرمستقیم این صفات با عملکرد دانه تجزیه ضرایب مسیر انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان ارتباط مستقیم و کمترین میزان ارتباط منفی از طریق سایر صفات با عملکرد دانه مربوط به صفات وزن هزار دانه (۰/۵۴۸) و تعداد دانه پر در خوشه (۰/۵۶۰) بود. صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه پر در خوشه به‌عنوان معیار انتخاب غیرمستقیم برای بهبود عملکرد دانه معرفی و به‌منظور استفاده در پروژه‌های اصلاحی برنج توصیه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: برنج، تجزیه مسیر، رگرسیون گام به گام، ضرایب همبستگی

مقدمه

برنج یکی از مهم‌ترین غلات است که غذای بیش از نیمی از مردم جهان را تأمین می‌کند (۱۲). با توجه به نرخ سریع رشد جمعیت در جهان، افزایش عملکرد دانه در واجد سطح یکی از مهم‌ترین اهداف به‌نژادگران برنج به‌شمار می‌رود. لذا یافتن روابط بین عملکرد دانه و خصوصیات پراهمیت زراعی جهت تعیین شاخص‌های مناسب برای بهبود عملکرد دانه ضروری به‌نظر می‌رسد (۱). یکی از معیارهای ارتباط بین دو متغیر ضریب همبستگی است. این معیار یک تفسیر ریاضی از رابطه خطی آن دو متغیر است و قادر به تعیین روابط علت و معلولی نیست (۳) از این رو برای مطالعه روابط داخلی بین صفات و همچنین توصیف و ارزیابی مواد ژنتیکی از تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره استفاده می‌شود (۱۰). تجزیه رگرسیون یکی از پرکاربردترین روش‌های آماری است که برای تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، زیرا روابط میان متغیرها را به سادگی و به‌صورتی با مفهوم بیان می‌کند. به‌طورکلی، تجزیه رگرسیون مجموعه‌ای از روش‌ها و تکنیک‌ها است که برای کمک به درک روابط بین گروهی از متغیرها مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۵). با وجود اینکه بررسی چنین روابطی نقش مؤثری در یافتن عوامل تأثیرگذار اصلی در عملکرد دانه به‌عنوان یک متغیر وابسته دارد ولی قادر به نشان دادن اثرات مستقیم و غیرمستقیم میان متغیرها نیست. روش تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر (تجزیه علیت) که توسط رایت پیشنهاد گردیده است (۱۶)، روشی است که روابط بین صفات و اثرات مستقیم و غیرمستقیم آنها را بر متغیر تابع روشن می‌سازد. شناخت روابط علت و معلولی میان صفات برای تجزیه مسیر ضروری می‌باشد (۱)، بنابراین از تجزیه مسیر به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی اهمیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه و بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم آنها از طریق صفات دیگر بر متغیر تابع استفاده می‌شود.

ارزیابی همبستگی و تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مرتبط با عملکرد موضوع پژوهش‌های متعددی بوده است، انجام چنین مطالعاتی در شرایط آزمایشی مختلف نتایج متفاوتی را در بر داشته است. به‌طوری‌که هنرنژاد (۸) گزارش داد میان عملکرد دانه در بوته و صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه پر در خوشه و تعداد پنجه در بوته ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار است، درحالی‌که رابطه همبستگی عملکرد دانه در بوته را با تعداد دانه‌های پوک در خوشه،

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاع بوته و زمان نشاکاری تا رسیدن کامل دانه منفی و معنی‌دار دانست. متعاقباً نتایج حاصل از تجزیه مسیر و همبستگی ژنوتیپی موجود حاکی از این بود که با تکیه بر صفاتی مانند تعداد دانه پر در خوشه و زمان نشاکاری تا رسیدگی کامل (زودرسی ژنوتیپ‌ها) بتوان گزینش موفقی جهت افزایش عملکرد دانه هر بوته انجام داد. این در حالی است که بنا بر پژوهش‌های رحیمی و همکاران (۱۳) عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با عرض، زاویه و مساحت برگ پرچم، تعداد خوشه در بوته و طول دوره رویشی داشت. با این وجود در رگرسیون به روش گام به گام برای گزینش صفات توجیه‌کننده عملکرد دانه، شش صفت ارتفاع بوته، تعداد دانه پوک در خوشه، طول دوره رویشی، طول خوشه، وزن هزار دانه و مساحت برگ پرچم وارد مدل شدند که با توجه به میزان درجه تبین، ۷۶/۵ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه توسط این صفات توجیه می‌شد. بر اساس تجزیه علیت، صفت طول دوره رویشی دارای بیشترین میزان تاثیر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه بود و بیشترین تأثیر مستقیم منفی را صفت طول خوشه داشت. با وجود این در مطالعه تجزیه مسیر توسط باقری و همکاران (۲) طول خوشه بیشترین اثر مستقیم مثبت را روی عملکرد دانه داشت. چایوبی و سینگ (۵) نیز نشان دادند که بیشترین اثر مستقیم مربوط به صفت تعداد پنجه بارور می‌باشد.

هدف از این پژوهش درک هرچه بیشتر نوع و جهت ارتباط بین صفات مهم زراعی و عملکرد دانه چه به‌صورت مستقیم و چه به‌صورت غیرمستقیم بوده است. با فهم بهتر این نوع ارتباطات می‌توان از متغیرهای مستقل با میزان تأثیر مناسب به‌عنوان معیارهای برای گزینش موفق جهت افزایش عملکرد دانه استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، یک مجموعه صدتایی از ژنوتیپ‌های برنج مشتمل بر ارقام و لاینهای اصلاحی از کشورهای ایران، هند، ایتالیا، فیلیپین، ویتنام و چین از میان هزاران ژنوتیپ در بانک بذر ملی ایران، موسسه تحقیقات بین‌المللی برنج[1] و پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان[2] انتخاب شد (جدول ۱). این مجموعه شامل ارقام قدیمی ایران، ارقام اصلاح شده ایرانی، ارقام خارجی و لاین‌های اصلاحی به‌دست آمده از موسسه بین‌المللی برنج بود. تهیه خزانه نشا و نشاکاری به‌ترتیب در اواخر فروردین ماه و اواخر اردیبهشت سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان واقع در شهرستان ساری (۵۹ و ۹۹ درجه طول جغرافیایی، ۳۶ و ۲۱ درجه عرض جغرافیایی در ارتفاع ۱۴ متر از سطح دریا) انجام شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های ناقص (لاتیس) سه‌گانه ۱۰×۱۰ کشت شد. هر کرت آزمایشی شامل ۵ خط کشت دومتری با فاصله ۲۵ سانتی‌متر بود. همچنین، فاصله کشت روی خط نیز ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تمامی عملیات کشاورزی ضروری برای کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها به‌منظور حصول حداکثر عملکرد طبق روال معمول کشت برنج انجام شد و صفات مختلف مورفولوژی شامل ارتفاع بوته، تعداد پنجه کل، تعداد پنجه بارور، تعداد روز تا ظهور ۵۰ درصد خوشه ها، طول خوشه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد کل دانه‌ها در خوشه، وزن هزار دانه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، سطح برگ پرچم، طول دانه، عرض دانه، نسبت طول به عرض دانه و عملکرد دانه اندازه‌گیری شدند. یکی از لاین‌های اصلاحی وارد شده از موسسه بین‌المللی برنج (HHZ 15-SUB1-Y3-Y1) قادر به خوشه‌دهی در منطقه جغرافیایی انجام آزمایش نبود، از این‌رو تجزیه و تحلیل‌های آماری روی ۹۹ ژنوتیپ انجام شد. برای انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری از میانگین ۵ نمونه تصادفی در هر کرت برای صفات ارزیابی شده استفاده شد. به‌منظور پی بردن به میزان و جهت ارتباط بین متغیرها (صفات مورد بررسی) تجزیه ضرایب همبستگی با استفاده از نرم‌افزار SPSS V16 انجام شد. جهت بررسی اثرات نسبی موجود در بین صفات مستقل با صفت وابسته عملکرد دانه و انتخاب مؤثرترین متغیرها تجزیه رگرسیون به‌روش گام به گام توسط نرم‌افزار SASV9.1 انجام شد. همچنین تجزیه ضرایب مسیر به‌منظور پی بردن به اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات وارد شده در مدل رگرسیونی بر عملکرد دانه با استفاده از نرم‌افزار PATH انجام شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج حاصل از بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری بین سطح برگ پرچم با صفات طول و عرض برگ پرچم مشاهده گردید. عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد دانه پر در خوشه، وزن هزار دانه و عرض دانه داشت در حالی‌که همبستگی منفی و معنی‌داری با ارتفاع بوته، طول برگ پرچم ، سطح برگ پرچم، تعداد روز تا خوشه‌دهی، طول خوشه و نسبت طول به عرض دانه مشاهده شد. علاوه بر این صفت ارتفاع بوته با طول خوشه نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت، درحالی‌که همبستگی آن با تعداد پنجه بارور منفی و معنی‌دار بود (جدول ۲). مطالعات انجام شده پیشین به‌منظور ارزیابی همبستگی بین صفات زراعی در برنج نیز به نتایج مشابه‌ای با این مطالعه دست پیدا کرده‌اند. به‌طور مثال چائوبی و ریچاریها (۶) در مطالعه‌ای همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع

1- International Rice Research Institute (IRRI) 2- Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan (GABIT)

www.SID.ir

Archive of SID

قرار می‌گیرد. از این‌رو، کارایی انتخاب برای این صفات را می‌توان توسط انتخاب صفات مورفولوژیکی وابسته به عملکرد که وراثت‌پذیری بالایی دارند و نیز همبستگی مثبتی با عملکرد دارند و به‌راحتی قابل اندازه‌گیری هستند افزایش داد (۴). با توجه به ارتباط پیچیده صفات مرتبط با عملکرد با همدیگر و با در نظر گرفتن این مطلب که وجود رابطه منفی میان این صفات محتمل است، نمی‌توان فقط بر مبنای ضرایب ساده همبستگی قضاوت نهایی را انجام داد و استفاده از روش‌های آماری چند متغیره، جهت درک عمیق‌تر روابط بین صفات ضروری به‌نظر می‌رسد.

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های ارزیابی شده

شماره	نام	مبدأ	شماره	نام	مبدأ	شماره	نام	مبدأ
۱	سنگ جو	ایران	۳۵	دشت	ایران	۶۹	HHZ 11-Y6-Y1-Y1	فیلیپین
۲	MARI 305	-	۳۶	قائم	ایران	۷۰	HHZ 11-SAL6-Y1-Y1	فیلیپین
۳	حسن سرایی	ایران	۳۷	IR24	فیلیپین	۷۱	HHZ 12-Y4-Y3-Y1	فیلیپین
۴	اهلمی طارم	ایران	۳۸	IR58	فیلیپین	۷۲	HHZ 15-SUB1-Y3-Y1	فیلیپین
۵	شصتک	ایران	۳۹	آبجی بوجی	ایران	۷۳	HHZ 5-SAL10-DT1-DT1	فیلیپین
۶	USEN	ویتنام	۴۰	عنبر بو	ایران	۷۴	HHZ 5-SAL10-DT2-DT2	فیلیپین
۷	CH 2	هندوستان	۴۱	دمسیاه	ایران	۷۵	HHZ 5-Y3-SAL3-DT1	فیلیپین
۸	بینام	ایران	۴۲	آمل ۳	ایران	۷۶	HHZ 9-DT 7-SAL2-DT1	فیلیپین
۹	LOMELLINO	ایتالیا	۴۳	سپید رود	ایران	۷۷	HHZ 11-Y11-Y3-DT1	فیلیپین
۱۰	CORALLO	ایتالیا	۴۴	IR 83140-B-11-B	فیلیپین	۷۸	HHZ 17-DT 6-SAL3-DT1	فیلیپین
۱۱	حسنی	ایران	۴۵	IR 83140-B-28-B	فیلیپین	۷۹	IRRI 123	فیلیپین
۱۲	MANJING	چین	۴۶	IR 83140-B-32-B	فیلیپین	۸۰	IR 64	فیلیپین
۱۳	فوجی مینوری	ایران	۴۷	IR 83140-B-26-B	فیلیپین	۸۱	IRRI 132	فیلیپین
۱۴	ONDA	ایتالیا	۴۸	IR 83141-B-17-B	فیلیپین	۸۲	IR 04L191	فیلیپین
۱۵	RIBE	ایتالیا	۴۹	IR 83141-B-18-B	فیلیپین	۸۳	IR 66946-3R-178-1-1	فیلیپین
۱۶	DULAR	هندوستان	۵۰	IR 83142-B-19-B	فیلیپین	۸۴	زرک	ایران
۱۷	ROMEO	ایتالیا	۵۱	IR 83142-B-20-B	فیلیپین	۸۵	نماریوران	ایران
۱۸	JASMINE 85	ویتنام	۵۲	IR 83142-B-21B	فیلیپین	۸۶	آلم سبز	ایران
۱۹	آمل۲	ایران	۵۳	IR 83142-B-49-B	فیلیپین	۸۷	KH23	-
۲۰	سالاری	ایران	۵۴	IR 83142-B-57-B	فیلیپین	۸۸	کلا چای زود رس	ایران
۲۱	پژوهش	ایران	۵۵	IR 83142-B-60-B	فیلیپین	۸۹	خزر	ایران
۲۲	IR56	فیلیپین	۵۶	IR 83142-B-61-B	فیلیپین	۹۰	شاهک	ایران
۲۳	طارم امیری	ایران	۵۷	IR 83142-B-79-B	فیلیپین	۹۱	سردک	ایران
۲۴	رشتی	ایران	۵۸	IR 83142-B-7-B-B	فیلیپین	۹۲	شلتوک هراز	ایران
۲۵	غریب	ایران	۵۹	IR 83142-B-8-B-B	فیلیپین	۹۳	قاطردم بیریشک	ایران
۲۶	IR50	فیلیپین	۶۰	IR 84675-7-3-2-B-B	فیلیپین	۹۴	پردیس	ایران
۲۷	صدری	ایران	۶۱	IR 84675-25-7-3-B-B	فیلیپین	۹۵	ندا	ایران
۲۸	BALDO	ایتالیا	۶۲	IR 84675-58-4-1-B-B	فیلیپین	۹۶	جلودار	ایران
۲۹	آمل ۱	ایران	۶۳	IR 84677-34-1-B	فیلیپین	۹۷	شیرودی	ایران
۳۰	بجار	ایران	۶۴	IR 84677-51-1-B	فیلیپین	۹۸	چمپا	ایران
۳۱	VIALONE NANO	ایتالیا	۶۵	IR 84677-132-2-B	فیلیپین	۹۹	طارم رشتی	ایران
۳۲	RINGO	ایتالیا	۶۶	IR 84678-25-5-B	فیلیپین	۱۰۰	نعمت	ایران
۳۳	CRIPTO	ایتالیا	۶۷	HHZ 5-SAL9-Y3-Y1	فیلیپین			
۳۴	گرده	ایران	۶۸	HHZ 8-SAL9-DT1-Y1	فیلیپین			

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- همبستگی صفات ارزیابی شده

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
X1	۱														
X2	-۰/۰۱۸	۱													
X3	۰/۶۷۲**	۰/۷۲۲**	۱												
X4	۰/۳۷۲**	-۰/۳۳۶**	۰/۰۰۴	۱											
X5	۰/۰۱۳	-۰/۲۸۰**	-۰/۱۸۹	-۰/۱۷۷	۱										
X6	-۰/۰۳۵	-۰/۲۴۳*	-۰/۱۹۴	-۰/۲۴۴*	-۰/۹۸۹**	۱									
X7	۰/۲۸۰	۰/۱۷۳	۰/۱۴۶	-۰/۴۴۵**	۰/۲۴۷*	۰/۳۰۳**	۱								
X8	۰/۳۳۰**	-۰/۳۰۶**	۰/۱۰۷	۰/۲۶۹**	۰/۲۰۵*	۰/۱۸۸	۰/۳۱۳**	۱							
X9	۰/۰۷۱	۰/۵۱۹**	۰/۴۴۳**	-۰/۳۷۲**	-۰/۲۴۷*	-۰/۲۰۰*	-۰/۴۴۵**	-۰/۷۵-	۱						
X10	-۰/۱۰۹	۰/۲۲۷*	۰/۰۹۷	-۰/۰۵۸	-۰/۴۷۳**	-۰/۴۸۵**	-۰/۱۸۴	-۰/۰۸۳	۰/۴۴۹**	۱					
X11	۰/۰۱۹	-۰/۲۶۱**	-۰/۱۸۴	۰/۰۵۷	-۰/۱	-۰/۱۱۶	۰/۳۰۷**	۰/۵۱۹**	۰/۰۱۴	۰/۰۰۶	۱				
X12	-۰/۱۲۶	۰/۳۳۴**	۰/۱۴۲	۰/۰۳۵	-۰/۳۱۶**	-۰/۳۲۱**	-۰/۴۹۱**	-۰/۶۸۹**	-۰/۲۴۳*	-۰/۰۲۵	-۰/۵۸۰**	۱			
X13	۰/۱۰۲	-۰/۳۵۱**	-۰/۰۱۸	-۰/۰۱۴	۰/۱۳۴	۰/۱۲۵	۰/۴۴۷**	۰/۶۶۵**	۰/۱۷	۰/۰۳۴	-۰/۸۳۵**	-۰/۹۰۹**	۱		
X14	-۰/۳۵۶**	۰/۰۹۵	-۰/۲۰۴*	-۰/۰۲۷	-۰/۳۷۷**	-۰/۳۹۱**	-۰/۳۴۸**	-۰/۴۷۷**	-۰/۳۶۴**	-۰/۰۷۲	۰/۰۸۶	۰/۶۸۷**	-۰/۴۰۵**	۱	
X15	-۰/۴۱۱*	-۰/۰۲۲	-۰/۳۰۰**	-۰/۲۱۰*	۰/۰۱۸	۰/۰۱۱	-۰/۲۸۰**	-۰/۲۹۸**	-۰/۱۵۵	-۰/۳۶۸**	-۰/۱۶	۰/۳۲۱**	-۰/۲۵۳*	-۰/۴۴۱**	۱

X1: طول برگ پرچم (mm). X2: عرض برگ پرچم (mm). X3: سطح برگ پرچم (mm2). X4: ارتفاع بوته X5: تعداد پنجه در بوته. X6: تعداد پنجه بارور در بوته. X7: تعداد روز تا خوشه‌دهی. X8: طول خوشه (cm). X9: تعداد دانه در خوشه. X10: تعداد دانه پر در خوشه. X11: طول دانه (mm) X12: عرض دانه (mm). X13: نسبت طول به عرض دانه. X14: وزن هزار دانه (g). X15: عملکرد در هکتار (kg)

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه رگرسیون روابط میان متغیرها را به سادگی و با مفهوم بیان می‌کند. در علم به‌نژادی‌گیاهی به‌منظور دستیابی به شاخص‌های مؤثری در گزینش از روش‌هایی همچون رگرسیون گام به گام برای کاهش تعداد متغیرها و افزایش کارایی آنها جهت گزینش استفاده می‌شود.

رگرسیون مرحله‌ای به‌روش گام به گام برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر تابع و سایر صفات اندازه‌گیری شده به‌عنوان متغیرهای مستقل انجام شد. نتایج حاکی از ارئه پنج مدل برای توجیه ارتباط بین عملکرد و متغیرهای مستقل بود. از این رو مدل پنجم به عنوان بهترین مدل توجیه‌کننده روابط بین متغیرها با توجیه ۵۴ درصد از تغییرات انتخاب شد. این مدل پیشگویی‌کننده شامل وزن هزار دانه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد پنجه بارور در بوته، طول دانه، سطح برگ پرچم بود و بیش‌ترین درصد تغییرات فنوتیپی را توجیه نمود. ضرایب ساده رگرسیونی میزان تأثیر عوامل مستقل بر متغیر تابع و همچنین میزان عرض از مبدأ در مدل محاسبه شدند. معادله مدل نهایی به‌صورت زیر بود:

$$Y = -744.3 + 0.55x_1 + 0.56x_2 + 0.44x_3 - 0.20x_4 - 0.19x_5$$

با بررسی نتایج تجزیه رگرسیون داده‌های حاصل از آزمایش مشاهده شد، عملکرد دانه با متغیرهای X1، X2، X3، X4 و X5 که به‌ترتیب صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد پنجه بارور در بوته، طول دانه و سطح برگ پرچم می‌باشند، ارتباط مؤثری دارد. مقدار ضریب تبیین (R^2) مربوط به مدل مذکور نشان می‌دهد که تقریباً ۵۴ درصد از واریانس عملکرد توسط این پنج صفت توجیه می‌شود. از ضرایب رگرسیون می‌توان نتیجه گرفت که وزن هزار دانه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد پنجه بارور در بوته با داشتن ضرایب مثبت از اهمیت بیشتری برخوردارند و افزایش این سه صفت باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود. رحیم سروش و همکاران (۱۴) به نتایج مشابهی دست یافتند به‌طوری‌که صفات تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در خوشه، وزن صد دانه و طول برگ به ترتیب در رگرسیون به‌روش گام به گام وارد مدل گشت.

به‌منظور تفسیر نتایج حاصل از همبستگی‌های ساده و رگرسیون گام به گام و نیز تعیین اثر مستقیم و غیرمستقیم اجزا و صفات وارد شده در مدل رگرسیونی از تجزیه ضرایب مسیر استفاده شد. در بررسی تجزیه ضرایب مسیر ابتدا صفت عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و وزن هزار دانه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد پنجه بارور در بوته، طول دانه و سطح برگ پرچم به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند.

نتایج تجزیه ضرایب مسیر نشان داد که وزن هزار دانه دارای اثر مستقیم و مثبتی معادل ۰/۵۴۸ بر عملکرد دانه بود. این اثر مستقیم به‌همراه اثر مثبت و غیرمستقیم وزن هزار دانه از طریق صفات تعداد دانه پر در خوشه و سطح برگ پرچم و اثرات منفی و غیرمستقیم صفات تعداد پنجه بارور در بوته و طول دانه بر عملکرد دانه مشاهده شد، که با همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن هزار دانه با عملکرد دانه (۰/۴۴۱) توافق نسبی دارد. تعداد دانه پر در خوشه دارای اثر مثبتی به میزان ۰/۵۶ بر عملکرد دانه بود. اثرات غیرمستقیم آن بر عملکرد دانه از طریق صفت وزن هزار دانه با مقدار ۰/۰۳۹ مثبت و در دیگر صفات منفی بود، که نهایتاً میزان همبستگی این صفات برابر با مقدار ۰/۳۶۸ بود. دلیل پایین بودن همبستگی تعداد دانه پر در خوشه و عملکرد وجود اثرات منفی غیرمستقیم می‌باشد. از طرفی تعداد پنجه بارور در بوته دارای اثر مثبت و مستقیم معادل با ۰/۴۳۷ بر عملکرد دانه بود و اثرات غیرمستقیم آن از طریق وزن هزار دانه و تعداد دانه پر در خوشه به ترتیب دارای مقادیر ۰/۲۱۵- و ۰/۲۷۲- بود بنابراین ضریب همبستگی با مقدار ناچیز ۰/۰۱۱ بین صفات تعداد پنجه بارور و عملکرد دانه قابل توجیه است. صفت طول دانه دارای اثر منفی و مستقیمی به میزان ۰/۱۹۶- بر عملکرد دانه بود که رابطه غیرمستقیم در همه صفات به جز تعداد پنجه بارور در بوته مقادیر مثبتی را به خود اختصاص داد، اما با این حال میزان همبستگی عددی منفی به مقدار ۰/۱۶- بود. علاوه بر این، سطح برگ پرچم نیز همچون طول دانه دارای اثر مستقیم منفی به میزان ۰/۱۹۴- بود و تنها اثر غیرمستقیم مثبت آن بر عملکرد از طریق صفت تعداد دانه پر در خوشه به میزان ۰/۰۵۴ بود و همبستگی آن با عملکرد دانه نیز مقدار ۰/۳- بود. در واقع در تجزیه ضرایب مسیر مشهود می‌باشد که ضریب همبستگی به تنهایی قادر به تفسیر رابطه بین دو صفت نخواهد بود و مقدار ضریب همبستگی می‌تواند ناشی از اثرات غیرمستقیم یک صفت از طریق دیگر صفات باشد. ضرایب مربوط به تجزیه مسیر در جدول ۳ و مدل گرافیکی تجزیه مسیر در شکل ۱ آورده شده است.

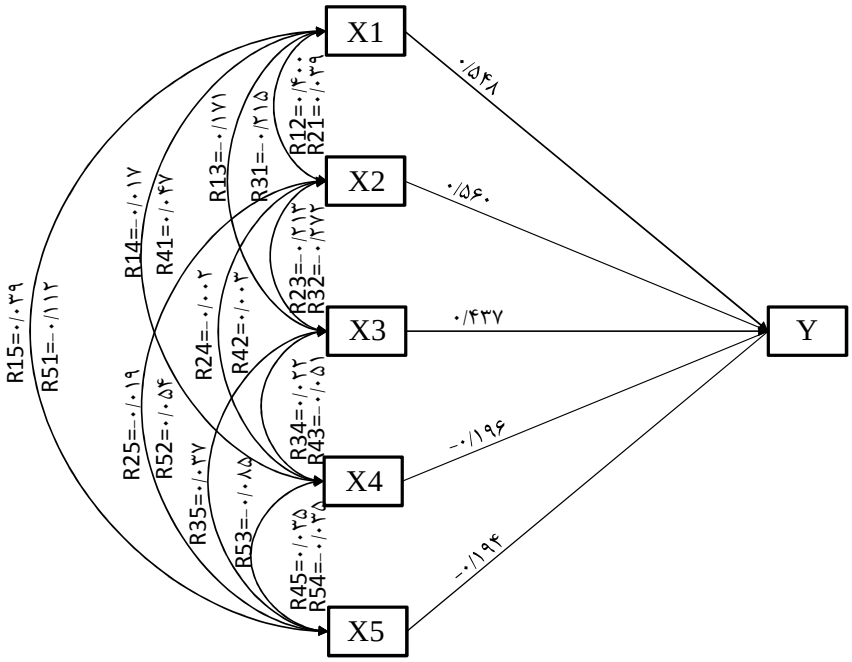
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- ضرایب تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد دانه در تجزیه مسیر

صفات	اثرات مستقیم	اثرات غیرمستقیم از طریق				همبستگی
		X1	X2	X3	X4	X5	
وزن هزار دانه	۰/۵۴۸	-	۰/۴	-۰/۱۷۱	-۰/۰۱۷	۰/۰۳۹	۰/۴۴۱**
تعداد دانه پر در خوشه	۰/۵۶	۰/۰۳۹	-	-۰/۲۱۳	-۰/۰۰۲	-۰/۰۱۹	۰/۳۶۸**
تعداد پنجه بارور در بوته	۰/۴۳۷	-۰/۲۱۵	-۰/۲۷۲	-	۰/۰۲۲	۰/۰۳۷	۰/۰۱۱
طول دانه	-۰/۱۹۶	۰/۰۴۷	۰/۰۰۳	-۰/۰۵۱	-	۰/۰۳۵	-۰/۱۶
سطح برگ پرچم	-۰/۱۹۴	-۰/۱۱۲	۰/۰۵۴	-۰/۰۸۵	-۰/۰۳۵	-	-۰/۳۰۰**

X1: وزن هزار دانه. X2: تعداد دانه پر در خوشه. X3: تعداد پنجه بارور در بوته. X4: طول دانه. X5: سطح برگ پرچم.



شکل ۱- مدل گرافیکی تجزیه ضرایب مسیر (Y: عملکرد دانه، X1: وزن هزار دانه. X2: تعداد دانه پر در خوشه، X3: تعداد پنجه بارور در بوته، X4: طول دانه، X5: سطح برگ پرچم)

میزان ارتباط بین صفات به‌روش تجزیه ضرایب مسیر، موضوع مطالعات متعددی بوده است. شانتا کومار و مهادوپا (۱۷) ارتباط مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد پنجه بارور گزارش نمودند. کی‌هوپی و همکاران (۱۱) نشان دادند که در انتخاب برای افزایش عملکرد دانه، صفات تعداد دانه پر در خوشه و وزن هزار دانه می‌توانند به‌عنوان معیار انتخاب استفاده شوند و همچنین نتایج حاصل از تجزیه ضرایب مسیر نشان داد تعداد پنجه بارور، تعداد دانه پر در خوشه و وزن هزار دانه از صفات مهمی هستند که روی عملکرد دانه اثر می‌گذارند. آزمایش اسماعیل (۹) روی عملکرد و اجزای آن نشان داد که تعداد دانه‌های پر در خوشه بیش‌ترین اثر مستقیم را بر عملکرد برنج دارد. بررسی‌های یاداو و همکاران (۱۸)، نشان داد که صفات تعداد پنجه بارور و وزن هزار دانه به ترتیب دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد بوده است. در جمع‌بندی نتایج حاصل از تجزیه مسیر در این مطالعه می‌توان به نقش و اهمیت وزن هزار دانه و تعداد دانه پر در خوشه که دارای بیشترین میزان رابطه مستقیم و مثبت و کمترین میزان رابطه منفی از طریق دیگر صفات با عملکرد دانه بودند اشاره کرد، بنابراین می‌توان اظهار داشت که در بین اجزا عملکرد عامل عمده در افزایش عملکرد دانه، صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه پر در خوشه هستند و برای گزینش غیرمستقیم برای عملکرد دانه در برنامه‌های به‌نژادی برنج توصیه می‌شوند.

به‌طورکلی نتایج این پژوهش حاکی از این است که نمی‌توان تنها با تکیه بر همبستگی بین صفات مورد بررسی و عملکرد دانه معیارهای مناسبی برای انتخاب

www.SID.ir

Archive of SID

به‌منظور بهبود عملکرد دانه یافت و بررسی ارتباط با روش‌های آماری همچون تجزیه رگرسیون گام به گام برای یافتن صفات مؤثر بر عملکرد دانه و متعاقباً انجام تجزیه ضرایب مسیر به‌منظور فهم اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای مستقل بر عملکرد دانه ضروری می‌باشد. در این تحقیق دو صفت وزن هزار دانه و تعداد دانه پر در خوشه دارای بیشترین میزان ارتباط مستقیم با عملکرد دانه بودند، همچنین این صفات دارای کمترین میزان ارتباط منفی از طریق دیگر سایر صفات با عملکرد دانه بودند. بنابراین می‌توان این دو صفت را به‌عنوان معیار انتخاب غیرمستقیم برای عملکرد دانه معرفی و توصیه کرد.

منابع

1. Alahgholipour, M. and M.S. Mohammadsalehi. 2003. Factor and path analysis in different Rice genotypes. Seed and Plant Improvement Journal, 19: 76-86. (In Persian)
2. Baghri, N., N. Babaeian-Jelodar and A. Pasha. 2011. Path coefficient analysis for yield and yield components in diverse rice (*Oryza sativa L.*) genotypes. Biharean Biologist, 5: 32-35. (In Persian)
3. Balouchzaehi, A. and G. Kiani. 2013. Determination of selection criteria for yield improvement in rice. Journal of Crop Breeding, 5: 75-84. (In Persian)
4. Blum, A., J. Zhang and H.T. Nguyen. 1999. Consistent differences among wheat cultivars in osmotic adjustment and their relationship to plant production. Field Crops Research, 64: 287-291.
5. Chaubey, P.K. and R.P. Singh. 1994. Genetic variability, correlation and path analysis of yield and yield components of rice. Madras Agricultural Journal, 18: 468-470.
6. Chaubey, P.K. and A.K. Richharia. 1993. Genetic variability correlation and path coefficient in Indian rices. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, 53: 356-360.
7. Hasan-Nataj, E., M. Pouryousef, N. Babaeian-Jelodar, H. Pirdashti and N. Bagheri. 2013. Investigation of morphological traits related to yield of rice (*Oryza Sativa* L.) promising lines. Journal of Crop Breeding, 5: 34-49. (In Persian)
8. Honarnejad, R. 2002. Study of correlation between some quantitative traits and grain yield in rice (*Oryza sativa* L.) using path analysis. Iranian Journal of Crop Sciences, 4: 25-35. (In Persian)
9. Ismail, C. 1998. Analysis of yield and components and of path coeffecient in early vraieties of rice (*Oryza sativa* L.) Ciencia Y Tecnica En La Agricultura,11: 7-17
10. Johnson, D.E. 1998. Applied multivariate methods for data analysis. Duxbury Press, New York, USA. 567 pp.
11. kihupi, L.A. 1998. Inter-relationship between yield and some selected agronomic characters in rice. African Crop Science Journal, 6: 323-328
12. Marathi, B., S. Guleria, T. Mohapatra, R. Parsad, N. Mariappan, V.K. Kurungara, S.S. Atwal, K.V. Prabhu, N.K. Singh and A.K. Singh. 2012. QTL analysis of novel genomic regions associated with yield and yield related traits in new plant type based recombinant inbred lines of rice (*Oryza sativa* L.). BMC Plant Biology, 12: 137-155
13. 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)
14. Rahim souroush, H., M. Mesbah and A. Hossainzadeh. 2004. A study of relationship between grain yield and yield components in rice. Iranian Journal of Agriculture Science, 35: 983-993. (In Persian)
15. Rezai, A. and A. Soltani. 1998. An introduction to applied regression analysis. Isfahan University of Technology Press, 294 pp. (In Persian)
16. Wright, S. 1921. Correlation and causation. Journal of Agricultural Research, 20: 557-585.
17. Shanthakumar, G., M. Mahadevappa and M. Radraradhya. 1998. Variability, correlation and path analysis in rice (*Oryza sativa* L.) over seasons. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 11: 67-72.
18. Yadav, R.B. 1995. Path coefficient analysis under three densities in rice. Journal of Soils and Crops, 5: 43-45.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of Agronomic Traits Associated with Grain Yield in Rice (*Oryza sativa*) Using Regression and Path Analysis

Mojtaba Jahani[1], Ghorbanali Nematzadeh[2] and Ghasem Mohammadi Nejad[3]

1- Ph.D Student, Shahid Bahonar University of Kerman
(Corresponding author: mojtaba.jahani@hotmail.com)
2- Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3- Associate Professor, Shahid Bahonar University of Kerman
Received: July 25, 2014 Accepted: October 28, 2014

Abstract

Facilitate the selection procedure to improve performance of new genotypes of rice is essential. In present study in order to evaluate relationship between grain yields with other agronomic traits, a global rice collection including 100 accessions was seeded in an incomplete block design (triple lattice 10×10). Afterward, grain yield and 14 morphological traits were evaluated. Correlation coefficient displayed a positive and significant correlation between grain yield and number of filled grain per panicle, 1000-grains weight and grain width. To select affective traits in grain yield step wise regression was done and 1000-grains weight, number of filled grain per panicle, number of fertile tillers, grain length and flag leaf length were entered to regression model. Path analysis was used to understand the direct and indirect effect of these traits with grain yield. Results showed 1000-grains weight and number of filled grain per panicle had the largest positive direct effect and lowest negative indirect effect on grain yield. Therefore, the results can be pointed out the importance of these traits in improvement grain yield. However, 1000-grains weight and number of filled grain per panicle can be appropriate criteria for indirect selection for grain yield in rice breeding projects.

Keywords: Correlation Coefficient, Path Analysis, Rice, Stepwise Regression

www.SID.ir