



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

مجتبی جهانی^۱، فربانعلی نعمت‌زاده^۲ و قاسم محمدی نژاد^۳

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، (تویینده مسؤول: mojtaba.jahani@hotmail.com)

۲- استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- دانشیار، دانشگاه شهید باهنر کرمان

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

چکیده

تسهیل در امر گزینش برای بهبود عملکرد در ژنتیک‌های جدید برنج مهم و ضروری است. در این مطالعه، به منظور بررسی رابطه بین عملکرد دانه با صفات مختلف زراعی، در یک گلکسیون بین‌المللی برنج شامل ۱۰۰ ژنوتیپ، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های ناقص (لاتیس سه گانه 10×10) 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 خوشة (۰/۳۶۸)، وزن هزار دانه (۰/۴۴۱) و عرض دانه (۰/۳۲۱) بود. به منظور 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 به عنوان مؤثرترین صفات بر عملکرد دانه وارد مدل شدند. به منظور درک روابط مستقیم و غیرمستقیم این صفات با عملکرد دانه تجزیه ضرایب مستقیم اهداف به نزد گران برنج 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 به عنوان معیار انتخاب غیرمستقیم برای بهبود عملکرد دانه معرفی و به منظور استفاده در پژوهش‌های اصلاحی برنج توصیه می‌شوند.

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

روابطی نقش مؤثری در یافتن عوامل تأثیرگذار اصلی در عملکرد دانه به عنوان یک متغیر وابسته دارد ولی قادر به نشان دادن اثرات مستقیم و غیرمستقیم میان متغیرها نیست. روش تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر (جزیه علیت) که توسط رایت پیشنهاد گردیده است (۱۶)، روشنی است که روابط بین صفات و اثرات مستقیم و غیرمستقیم آنها را بر متغیرتابع روش می‌سازد. شناخت روابط علت و معلولی میان صفات برای تجزیه مسیر ضروری می‌باشد (۱)، بنابراین از تجزیه مسیر به عنوان ابزاری برای ارزیابی اهمیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه و بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم آنها از طریق صفات دیگر بر متغیرتابع 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 برداشته است. به طوری که هنرثزاد (۸) گزارش داد میان عملکرد دانه در بوته و صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه پر در خوشه و معنی‌دار است، در حالی که رابطه همبستگی مشبت و معنی‌دار است، در بوته ضریب همبستگی عملکرد دانه در بوته را با تعداد دانه‌های پوک در خوشه،

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 واحد سطح یکی از مهم‌ترین اهداف به نزد گران برنج بهشمار می‌رود. لذا یافتن روابط بین عملکرد دانه و خصوصیات پراهمیت زراعی جهت تعیین شاخص‌های مناسب برای بهبود عملکرد دانه ضروری به نظر 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. به طور کلی، 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

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های ناقص (لاتیس) سه‌گانه 10×10 کشت شد. هر کرت آزمایشی شامل ۵ خط کشت دومتری با فاصله ۲۵ سانتی‌متر بود. همچنین، فاصله کشت روى خط نیز ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تمامی عملیات کشاورزی ضروری برای کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها به منظور حصول حداقل 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 خوشة‌ها، طول خوشة، تعداد دانه پر در خوشة، تعداد کل دانه‌ها در خوشة، 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 خوشده‌ی در منطقه جغرافیایی انجام آزمایش نبود، از این‌رو تجزیه و تحلیل‌های آماری روی ۹۹ ژنتیپ 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 خوشة، وزن هزار دانه و عرض دانه داشت در حالی که همبستگی منفی و معنی‌داری با ارتفاع بوته، طول برگ پرچم، سطح برگ پرچم، تعداد روز تا خوشده‌ی، طول خوشة و نسبت طول به عرض دانه مشاهده شد.علاوه بر این صفت ارتفاع بوته با طول خوشة نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت، درحالی که 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. به طور مثال چانوی و ریچاریها (۶) در مطالعه‌ای همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع

ارتفاع بوته و زمان نشاکاری تا رسیدن کامل دانه منفی و معنی‌دار دانست. متعاقباً نتایج حاصل از تجزیه مسیر و همبستگی ژنتیپی موجود حاکی از این بود که با تکیه بر صفاتی مانند تعداد دانه پر در خوشة و زمان نشاکاری تا رسیدگی کامل (زودرسی ژنتیپ‌ها) 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 خوشة، طول دوره رویشی، طول خوشة، وزن هزار دانه و مساحت برگ پرچم وارد مدل شدند که با توجه به میزان درجه تبیین، ۷۶/۵ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه توسط این صفات توجیه می‌شد. بر اساس تجزیه علیت، صفت طول دوره رویشی دارای بیشترین میزان تأثیر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه بود و بیشترین تأثیر مستقیم منفی را صفت طول خوشه داشت. با وجود این در مطالعه تجزیه مسیر توسط باقی 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 به عنوان معیارهای برای گزینش موفق جهت افزایش عملکرد دانه استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، یک مجموعه صدتاپی از ژنتیپ‌های برنج مشتمل بر ارقام و لاینهای اصلاحی از کشورهای ایران، هند، ایتالیا، فیلیپین، ویتنام و چین از میان هزاران ژنتیپ در بانک بذر ملی ایران، موسسه تحقیقات بین‌المللی برنج^۱ و پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان^۲ انتخاب شد (جدول ۱). این مجموعه شامل ارقام قدیمی ایران، ارقام اصلاح شده ایرانی، ارقام خارجی و لاینهای اصلاحی به دست آمده از موسسه بین‌المللی برنج بود. تهیه خزانه نشا و نشاکاری بهترتیپ در اوخر فروردین ماه و اوخر 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 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 به نظر می‌رسد.

قرار می‌گیرد. از این‌رو، کارایی انتخاب برای این صفات را می‌توان توسط انتخاب صفات مورفو‌لولژیکی وابسته به عملکرد که وراثت‌پذیری بالایی دارد و نیز همبستگی مشتی با عملکرد دارد و به راحتی قابل اندازه‌گیری هستند افزایش داد (۴). با توجه به ارتباط پیچیده صفات مرتبط با عملکرد با هم‌دیگر و با در نظر گرفتن

جدول ۱ - مشخصات ژنتیک‌های ارزیابی شده

ردیف	نام	شماره	ردیف	نام	شماره	ردیف	نام	شماره
۱	سنگ جو	۱	۲	MARI 305	۲	۳	حسن سرایی	۳
۴	اهمی طارم	۴	۵	شستک	۵	۶	USEN	۶
۷	CH 2	۷	۸	بینام	۸	۹	LOMELLINO	۹
۱۰	CORALLO	۱۰	۱۱	حسنی	۱۱	۱۲	MANJING	۱۲
۱۳	فوجی مینوری	۱۳	۱۴	ONDA	۱۴	۱۵	RIBE	۱۵
۱۶	DULAR	۱۶	۱۷	ROMEО	۱۷	۱۸	JASMINE 85	۱۸
۱۹	آمل	۱۹	۲۰	سالازی	۲۰	۲۱	پژوهش	۲۱
۲۲	فیلیپین	۲۲	۲۳	طارم امیری	۲۳	۲۴	رشتی	۲۴
۲۵	غیریب	۲۵	۲۶	فیلیپین	۲۶	۲۷	صدری	۲۷
۲۸	BALDO	۲۸	۲۹	آمل	۲۹	۳۰	بهار	۳۰
۳۱	VIALONE NANO	۳۱	۳۲	RINGO	۳۲	۳۳	Cripto	۳۳
۳۴	گرده	۳۴						

جدول ۲- همبستگی صفات ارزیابی شده

X15	X14	X13	X12	X11	X10	X9	X8	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	
														۱ X1	
													۱ X2	-۰/۰۱۸	
												۱	-۰/۷۲۲**	-۰/۶۷۲**	
												-۰/۰۰۴	-۰/۱۳۶**	-۰/۳۷۲**	
												-۰/۱۷۷	-۰/۱۸۹	-۰/۲۸۰**	
												-۰/۰۱۳	-۰/۰۱۳	X5	
												-۰/۹۸۹**	-۰/۲۴۴*	-۰/۱۹۴	-۰/۲۴۳*
												-۰/۱۴۶	-۰/۱۷۳	-۰/۲۸۰	X7
												-۰/۱۴۵**	-۰/۲۴۷**	-۰/۱۳۰**	-۰/۳۱۳**
												-۰/۱۸۸	-۰/۲۰۵*	-۰/۲۶۹**	-۰/۱۰۷
												-۰/۲۰۰*	-۰/۲۴۷*	-۰/۳۷۲**	-۰/۴۴۳**
												-۰/۰۷۸-	-۰/۴۴۵**	-۰/۰۷۸-	-۰/۴۴۵**
												-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹
												-۰/۰۸۳	-۰/۰۸۴	-۰/۰۸۳	-۰/۰۸۹**
												-۰/۰۸۵**	-۰/۰۸۵**	-۰/۰۸۵**	-۰/۰۸۵**
												-۰/۰۹۷	-۰/۰۹۷	-۰/۰۹۷	-۰/۰۹۷
												-۰/۰۵۸	-۰/۰۵۸	-۰/۰۵۸	-۰/۰۵۸
												-۰/۰۰۶	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴	-۰/۰۰۶
												-۰/۰۱۹**	-۰/۰۱۹**	-۰/۰۱۹**	-۰/۰۱۹**
												-۰/۰۷۵*	-۰/۰۷۵*	-۰/۰۷۵*	-۰/۰۷۵*
												-۰/۰۸۹**	-۰/۰۹۱**	-۰/۰۸۹**	-۰/۰۸۹**
												-۰/۰۳۲۱**	-۰/۰۳۲۱**	-۰/۰۳۲۱**	-۰/۰۳۲۱**
												-۰/۰۳۲۱*	-۰/۰۳۲۱*	-۰/۰۳۲۱*	-۰/۰۳۲۱*
												-۰/۰۳۵*	-۰/۰۳۴	-۰/۰۳۴	-۰/۰۹۹**
												-۰/۰۱۷	-۰/۰۶۵	-۰/۰۶۵	-۰/۰۹۹**
												-۰/۰۴۷**	-۰/۰۱۲۵	-۰/۰۱۲۵	-۰/۰۴۷**
												-۰/۰۱۲۵	-۰/۰۱۳۴	-۰/۰۱۳۴	-۰/۰۱۲۵
												-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۸	-۰/۰۱۸	-۰/۰۱۴
												-۰/۰۱۸	-۰/۰۱۳	-۰/۰۱۳	-۰/۰۱۸
												-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۴
												-۰/۰۰۷	-۰/۰۷۲	-۰/۰۷۲	-۰/۰۰۷
												-۰/۰۳۶۴**	-۰/۰۴۷۷**	-۰/۰۴۷۷**	-۰/۰۳۶۴**
												-۰/۰۳۴۸**	-۰/۰۳۹۱**	-۰/۰۳۹۱**	-۰/۰۳۴۸**
												-۰/۰۳۹۱*	-۰/۰۳۷۷*	-۰/۰۳۷۷*	-۰/۰۳۹۱*
												-۰/۰۰۹۵	-۰/۰۲۷	-۰/۰۲۷	-۰/۰۰۹۵
												-۰/۰۰۹۵	-۰/۰۲۰۴*	-۰/۰۲۰۴*	-۰/۰۰۹۵
												-۰/۰۰۹۵	-۰/۰۳۵۶**	-۰/۰۳۵۶**	-۰/۰۰۹۵
												-۰/۰۰۱۶	-۰/۰۳۶۸	-۰/۰۳۶۸	-۰/۰۰۱۶
												-۰/۰۱۵	-۰/۰۲۹۸**	-۰/۰۲۹۸**	-۰/۰۱۵
												-۰/۰۱۱	-۰/۰۱۸	-۰/۰۱۸	-۰/۰۱۱
												-۰/۰۲۸۰**	-۰/۰۲۸۰**	-۰/۰۲۸۰**	-۰/۰۲۸۰**
												-۰/۰۲۱۰*	-۰/۰۲۱۰*	-۰/۰۲۱۰*	-۰/۰۲۱۰*
												-۰/۰۳۰۰**	-۰/۰۲۲	-۰/۰۲۲	-۰/۰۳۰۰**
												-۰/۰۲۲	-۰/۰۴۱۱*	-۰/۰۴۱۱*	-۰/۰۲۲
												-۰/۰۴۱۱*	-۰/۰۲۵۳*	-۰/۰۳۲۱**	-۰/۰۴۱۱*

X1: طول برگ پرچم (mm). X2: عرض برگ پرچم (mm). X3: سطح برگ پرچم (mm²). X4: ارتفاع بوته (mm). X5: تعداد پنجه در بوته. X6: تعداد پنجه بارور در بوته. X7: تعداد روز تا خوشیده‌دهی. X8: طول خوشش (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)

ضرایب مسیر ابتدا صفت عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و وزن هزار دانه، تعداد دانه پر در خوش، تعداد پنجه بارور در بوته، طول دانه و سطح برگ پرچم به عنوان 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 به همراه اثر مثبت و غیرمستقیم وزن هزار دانه از طریق صفات تعداد دانه پر در خوش 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 معنی دار وزن هزار دانه با عملکرد دانه ۰/۴۴۱) توافق نسی دارد. تعداد دانه پر در خوش 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 خوش و عملکرد وجود اثرات منفی غیرمستقیم می باشد. 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 خوش به ترتیب دارای مقادیر ۰/۲۱۵ و ۰/۲۷۲-۰/۲۷۲ 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 خوش به میزان ۰/۰۵۴ بود و همبستگی آن با عملکرد دانه نیز مقدار ۰/۳-بود. در واقع در تجزیه ضرایب مسیر مشهود می باشد که ضریب همبستگی به تنهایی قادر به تفسیر رابطه بین دو صفت نخواهد بود و مقدار ضریب همبستگی می تواند 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.

تجزیه رگرسیون روابط میان متغیرها را به سادگی و با مفهوم بیان می کند. در علم بهنژادی گیاهی به منظور دستیابی به شاخصهای مؤثری در گرینش از روش هایی همچون رگرسیون گام به گام برای کاهش تعداد متغیرها و افزایش کارایی آنها جهت گرینش استفاده می شود.

رگرسیون مرحله ای به روش گام به گام برای عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع و سایر صفات اندازه گیری شده به عنوان متغیرهای مستقل انجام شد. نتایج حاکی از ارئه چنین مدل برای توجیه ارتباط بین عملکرد و متغیرهای مستقل بود. از این رو مدل پنجم به عنوان بهترین مدل توجیه کننده روابط بین متغیرها با توجیه ۵۴ درصد از تغییرات انتخاب شد. این مدل پیشگویی کننده شامل وزن هزار دانه، تعداد دانه پر در خوش، تعداد پنجه بارور در بوته، طول دانه، سطح برگ پرچم بود و بیشترین درصد تغییرات فنتوتیپی را توجیه نمود. ضرایب ساده و رگرسیونی میزان تأثیر عوامل مستقل بر متغیر تابع و همچنان میزان عرض از مبدأ در مدل محاسبه شدند. معادله مدل نهایی به صورت زیر بود:

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

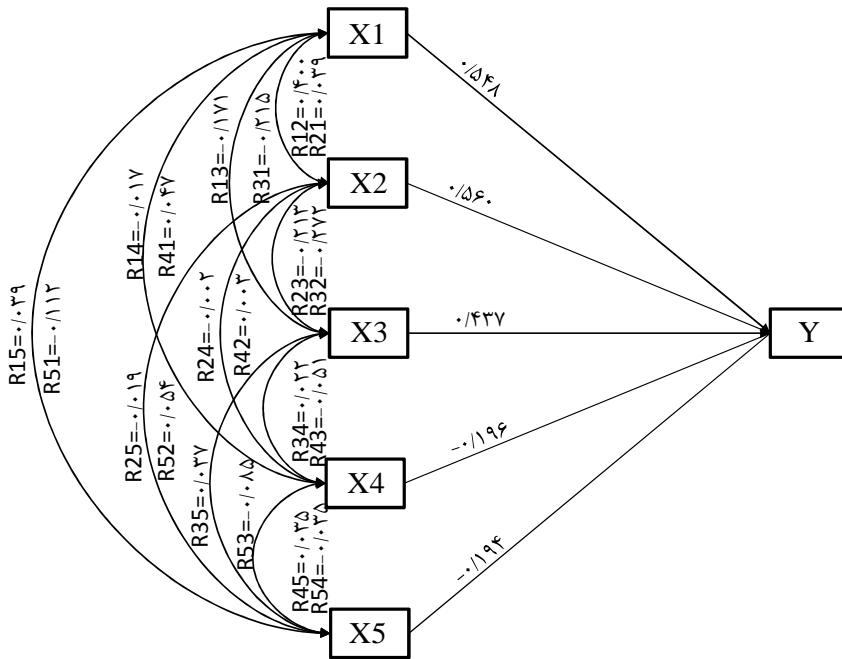
با بررسی نتایج تجزیه رگرسیون داده های حاصل از آزمایش مشاهده شد، عملکرد دانه با متغیرهای X2، X3، X4 و X5 که به ترتیب صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه پر در خوش، تعداد پنجه بارور در بوته، طول دانه و سطح برگ پرچم می باشند، ارتباط مؤثری دارد. مقدار ضریب تبیین (R^2) مربوط به مدل مذکور نشان می دهد که تقریباً ۵۴ درصد از واریانس عملکرد توسط این پنج صفت توجیه می شود. از ضرایب رگرسیون می توان نتیجه گرفت که وزن هزار دانه، تعداد دانه پر در خوش، تعداد پنجه بارور در بوته با داشتن ضرایب مثبت از اهمیت بیشتری برخوردارند و افزایش این سه صفت باعث افزایش عملکرد دانه می شود. رحیم سروش و همکاران (۱۴) به نتایج مشابهی دست یافتنند به طوری که صفات تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در خوش، وزن صد دانه و طول برگ به ترتیب در رگرسیون به روش گام به گام وارد مدل گشت.

به منظور تفسیر نتایج حاصل از همبستگی های 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

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

صفات	اثرات مستقیم					همبستگی	اثرات غیرمستقیم از طریق				
	X5	X4	X3	X2	X1		X5	X4	X3	X2	X1
وزن هزار دانه	-0/۴۴۱***	-0/۰۳۹	-0/۰۱۷	-0/۱۷۱	-0/۴	-	-0/۵۴۸				
تعداد دانه پر در خوشه	-0/۳۶۸***	-0/۰۱۹	-0/۰۰۲	-0/۲۱۳	-	-0/۰۳۹	-0/۵۶				
تعداد پنجه بارور در بوته	-0/۰۱۱	-0/۰۳۷	-0/۰۲۲	-	-0/۲۷۲	-0/۲۱۵	-0/۴۳۷				
طول دانه	-0/۰۱۶	-0/۰۳۵	-	-0/۰۰۵۱	-0/۰۰۳	-0/۰۴۷	-0/۱۹۶				
سطح برگ پرچم	-0/۳۰۰***	-	-0/۰۳۵	-0/۰۰۸۵	-0/۰۵۴	-0/۱۱۲	-0/۱۹۴				

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)

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 بهزیادی برنج توصیه می‌شوند.

به طور کلی 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

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. کیهوبی و همکاران (۱۱) نشان دادند که در انتخاب برای افزایش عملکرد دانه، صفات تعداد دانه پر در خوشه و وزن هزار دانه می‌توانند به عنوان 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

دانه پر در خوش 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 به عنوان معیار انتخاب غیرمستقیم برای عملکرد دانه معرفی و توصیه کرد.

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

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 coefficient in early varieties 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. Radraradhy. 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.

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

Mojtaba Jahani¹, Ghorbanali Nematzadeh² and Ghasem Mohammadi Nejad³

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