doi: 10.22124/c.2018.7608.1296

دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات
دوره هشتم/ شماره دوم/ تابستان ۱۳۹۷ (۱۶۷-۱۵۷)

انتخاب صفات موثر بر عملکرد دانه به‌عنوان شاخص‌های انتخاب در ژنوتیپ‌های در حال پیشرفت یک جمعیت F_6 برنج (*Oryza sativa* L.)

محمدعلی احمدی شاد[۱]، محمدمهدی سوهانی[۲*]، علی‌اکبر عبادی[۳]، حبیب‌الله سمیع‌زاده لاهیجی[۴] و مریم حسینی چالشتری[۵]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۲۷

چکیده

به‌منظور بررسی روابط بین صفات مؤثر بر عملکرد دانه و نیز تعیین روابط علت و معلولی بین آن‌ها، تعداد ۱۳۷ لاین نوترکیب یک جمعیت F_6 برنج در قالب طرح آگمنت به‌همراه چهار رقم شاهد (طارمی دیلمانی، هاشمی، صالح و علی کاظمی) در قالب یک طرح بلوکی با چهار بلوک برای نه صفت مهم زراعی طی دو سال زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ ارزیابی شدند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس (برای هر سال به‌طور جداگانه) اختلاف معنی‌دار بین لاین‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی را نشان داد. اختلاف بین ارقام شاهد نیز برای کلیه صفات به‌جز طول و عرض برگ معنی‌دار بود. محاسبه ضرایب همبستگی ساده بین صفات برای هر سال به‌طور جداگانه نشان داد که صفات وزن صد دانه، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه پر در خوشه، طول خوشه، طول برگ و عرض برگ همبستگی مثبتی را با عملکرد دانه داشتند. تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه برای داده‌های هر سال نیز نشان داد که در سال اول، دو صفت وزن صد دانه و تعداد دانه پر در خوشه و در سال دوم، سه صفت وزن صد دانه، تعداد دانه پر در خوشه و طول خوشه به‌ترتیب وارد مدل رگرسیون شدند که ۶۲ درصد و ۷۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را به‌ترتیب برای سال اول و دوم توجیه کردند. نتایج تجزیه علیت عملکرد دانه (برای هر سال و مجموع دو سال) نشان داد که بعد از صفت وزن صد دانه (۰/۹۲۶)، صفات تعداد پنجه در بوته (۰/۷۳۹) و تعداد دانه پر در خوشه (۰/۶۸۲) بیش‌ترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه داشتند و می‌توانند به‌عنوان شاخص‌های انتخاب جهت بهبود عملکرد دانه در برنج در نظر گرفته شوند. همچنین بر اساس این صفات، به‌ترتیب لاین‌های ۹، ۱۳۲، ۱۳۳، ۲۴، ۵۲، ۸۳، ۵، ۴۰، ۷۸ و ۱۹ به‌عنوان لاین‌های پرمحصول انتخاب شدند و از این‌رو این لاین‌ها می‌توانند به‌عنوان لاین‌های پرمحصول و نویدبخش جهت مطالعات آتی به‌نژادی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه علیت، رگرسیون گام به گام، لاین‌های اینبرد نوترکیب

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، پردیس دانشگاهی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- دانشیار، گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
۴- استاد، گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۵- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
* نویسنده مسئول: msohani@guilan.ac.ir

مقدمه

ازدیاد روزافزون جمعیت دنیا و مسأله گرسنگی که حال و آینده بشر را تهدید می‌کند، جز با افزایش تولیدات کشاورزی قابل کنترل نیست که نیل به این هدف از دو طریق افزایش سطح زیر کشت و افزایش عملکرد در واحد سطح میسر می‌شود (Aghazadeh *et al.*, 2008). به دلیل محدود بودن زمین‌های زراعی و کمبود سطح زیر کشت، بدون تردید، افزایش عملکرد در واحد سطح مناسب‌ترین و بهترین گزینه خواهد بود. بیش از ۵۰ درصد غذای مصرفی بشر از غلات تأمین می‌شود و در این میان برنج از جمله غلاتی است که بعد از گندم از سطح زیر کشت بالایی برخوردار است و در عین حال از نظر تولید انرژی در هکتار، بیش از گندم و سایر غلات اهمیت دارد (Blasubramanian *et al.*, 1999)، به‌طوری‌که بخش زیادی از انرژی تغذیه‌ای نیمی از جمعیت جهان را تأمین می‌نماید که اغلب آن‌ها در آسیا زندگی می‌کنند. با توجه به رشد جمعیت در آسیا، جائی‌که ۹۰ درصد برنج دنیا در آن تولید و مصرف می‌شود، تولید سالانه برنج باید حدود ۱/۷ درصد افزایش یابد (Dato Seri, 2003). همچنین به منظور تأمین منابع غذایی برای جمعیت روزافزون دنیا، تولید برنج تا سال ۲۰۲۵ باید به‌نحو چشم‌گیری افزایش یابد (Yashitola *et al.*, 2002).

ژرم‌پلاسم برنج موجود در ایران دارای تنوع مطلوبی از نظر بیش‌تر صفات کمّی و کیفی است. با ارزیابی صفات مختلف زراعی، به‌ویژه صفات مهمی که در عملکرد برنج مؤثر هستند، می‌توان اصلاح گیاه برنج را دقیق‌تر برنامه‌ریزی کرد. یکی از رمزهای کلیدی موفقیت در برنامه‌های مختلف اصلاح گیاهان، درک و فهم روابط بین صفات (به‌ویژه صفاتی که به آسانی قابل اندازه‌گیری نبوده و یا وراثت‌پذیری کمی دارند) در گزینش غیرمستقیم برای آن‌هاست. شناسایی و درک روابط بین صفاتی که وراثت پیچیده و در عین حال میزان وراثت‌پذیری کمی دارند، با صفاتی‌که وراثت‌پذیری ساده و بالاتری دارند، عامل افزایش بازده ژنتیکی اصلاح صفات پیچیده‌ای همچون عملکرد دانه خواهد بود، زیرا انتخاب برای صفات همبسته موجب تغییر در صفت اصلی نیز می‌شود (Rahnemaie, *et al.*, 2008). هنگامی که شمار متغیرهای مستقل مؤثر بر صفت وابسته زیاد می‌شود، میزان وابستگی صفات به یکدیگر محدود می‌شود. در چنین شرایطی، همبستگی‌ها به تنهایی نمی‌توانند روابط بین متغیرها را توجیه کنند (Ariyo *et al.*, 1986)، بلکه باید روابط اساسی میان صفات با تجزیه‌ای به نام تجزیه علیت بیان شود. هدف از این تجزیه ارایه توضیحات قابل پذیرش از همبستگی میان صفات بر پایه یک مدل علت و معلولی است و در آن اهمیت صفات مؤثر بر یک صفت خاص برآورد می‌شود (Allard, 1960). در این روش، ضرایب همبستگی به آثار مستقیم و غیرمستقیم مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل بر یک متغیر وابسته تقسیم و اهمیت هر یک از آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود (Allard, 1960). بنابراین با استفاده از تجزیه علیت می‌توان به اطلاعات تکمیلی دست یافت که عموماً در همبستگی‌های ساده مشاهده نمی‌شوند. تعداد زیادی از محققیق روابط علت و معلولی و برآورد میزان اهمیت صفات را در برنج مورد بررسی قرار داده‌اند و به اثرهای مستقیم وزن هزار دانه، تعداد پنجه بارور و تعداد کل دانه در خوشه (Aminpanah and Sharifi, 2011)، تعداد دانه پر در خوشه و وزن صد دانه (Gunasekaran *et al.*, 2010)، تعداد دانه در خوشه (Sweta and Singh, 2010)، طول دانه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد کل دانه و تعداد پنجه بارور (Satheeshkumar and Saravanan, 2012)، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد کل پنجه و تعداد پنجه مؤثر (Sarkar *et al.*, 2014) و شاخص برداشت و تعداد خوشه (Moosavi *et al.*, 2015) بر عملکرد اشاره کرده‌اند.

با توجه به اهمیت افزایش عملکرد و شناسایی عوامل مؤثر در بهبود آن، پژوهش حاضر انجام شد که هدف از اجرای آن، بررسی روابط میان عملکرد و اجزای آن، تجزیه ضرایب همبستگی میان صفات و تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه برنج بود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، مواد گیاهی شامل ۱۳۷ لاین نوترکیب از جمعیت F_6 برنج حاصل از تلاقی رقم محلی طارم دیلمانی به عنوان والد مادری با رقم اصلاح شده صالح به عنوان والد پدری (جدول ۱) به همراه چهار رقم شاهد (طارمی دیلمانی، هاشمی، صالح و علی کاظمی) بود. این آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت، به‌ترتیب 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 در قالب طرح آگمنت در چهار بلوک اجرا شد. مساحت هر کرت ۶ متر مربع و بوته‌ها به فواصل ۲۵×۲۵ سانتی‌متر به‌صورت تک نشاء کشت گردیدند. فاصله

بین کرت‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. 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 (SES, 2002) ، ارزیابی‌های لازم برای صفاتی مانند عملکرد دانه (تن در هکتار)، تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول خوشه (سانتی‌متر)، طول و عرض برگ (سانتی‌متر)، تعداد دانه پر و پوک و وزن صد دانه (گرم) انجام شد. کلیه ارزیابی‌ها طی دو سال روی ۱۰ بوته تصادفی از هر واحد آزمایشی انجام شد. قبل از ارزیابی، بوته‌های خارج از تیپ حذف و سپس میانگین داده‌های هر سال در هر واحد آزمایشی جهت انجام تجزیه‌های آماری اعم از تجزیه واریانس، تجزیه همبستگی، تجزیه رگرسیون چندگانه و تجزیه علیت مورد استفاده قرار گرفت.

برای درک نوع روابط بین صفات و شناخت صفاتی که بیش‌ترین نقش را بر عملکرد دانه دارند، از تجزیه علیت بر مبنای ضرایب همبستگی ساده بین صفات 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 علت (X)، متغیرهایی که بیش‌ترین سهم از توجیه تغییرات متغیر تابع را داشتند، شناسایی شدند. سپس آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات انتخابی مؤثر بر عملکرد دانه محاسبه شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای Excel، SAS و Path2 انجام شد.

جدول ۱- ویژگی‌های والدین جمعیت F_6 مورد مطالعه در این تحقیق

Table 1. The parental characteristics of the F_6 population used in this study

Traits	Tarom Deylamani	Saleh	Traits	Tarom Deylamani	Saleh
Yield (ton/ha)	4	5.9	Panicle extension (cm)	10.4	3.3
No. of total tillers	13.9	19.3	Panicle length (cm)	25.8	34.5
Days to 50% flowering	82	94	Crude grain length (mm)	7.1	7.54
No. of filled grain/panicle	122.5	139.2	Crude grain width (mm)	1.9	2.2
Plant height (cm)	135.9	114	Amylose content	20.4	26.72
100 grain weight (g)	2.4	2.8	Gelatinization temperature	3.2	7
Flag leaf length (cm)	35.6	30.2	Gel consistency	60	30
Flag leaf width (cm)	1.1	1.3	Aroma	Strong aromatic	Non-aromatic

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بر اساس طرح آگمنت برای هر سال (جدول‌های ۲ و ۳) نشان داد که بین لاین‌ها از نظر کلیه صفات، اختلاف معنی‌داری وجود دارد که این امر نشان‌دهنده اختلاف ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه می‌باشد. بر اساس نتایج جدول ۲، ارقام شاهد از نظر کلیه صفات (به‌جز صفات طول و عرض برگ) با یک‌دیگر تفاوت داشتند. بر اساس داده‌های سال دوم (جدول ۳) نیز ارقام شاهد به‌جز صفت عرض برگ، از نظر سایر صفات مطالعه شده با یکدیگر متفاوت بودند.

ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مختلف برای هر سال (به‌طور جداگانه) و میانگین دو سال محاسبه و نتایج آن به‌ترتیب در جدول‌های ۴ تا ۶ ارایه شد. نتایج حاصل از داده‌های سال اول (جدول ۴) نشان داد که بر اساس ضرایب همبستگی، صفت عملکرد دانه با همه صفات به‌جز صفات تعداد دانه پوک در خوشه و ارتفاع بوته، همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین بر اساس نتایج این جدول، صفت وزن صد دانه با صفات طول و عرض برگ و تعداد دانه پر همبستگی مثبت و با صفات تعداد دانه پوک و ارتفاع بوته همبستگی منفی داشت.

بر اساس نتایج حاصل از داده‌های سال دوم (جدول ۵)، عملکرد با بیش‌تر صفات مورد مطالعه و وابسته به عملکرد همبستگی مثبتی داشت، اما با صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه پوک همبستگی منفی داشت.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی بر مبنای داده‌های سال اول زراعی (۱۳۹۴)

Table 2. Analysis of variance for the evaluated traits based on the data of 1st year (2015)

Source of variation	df	Mean squares								
		Plant height	No. of panicle	Panicle length	Leaf length	Leaf width	No. of filled grain	No. of empty grain	100 grain weight	Grain yield
Treatment	136	178.68**	9.82**	21.52**	41.52**	25.81**	33.42**	28.40**	98.54**	6.32**
Block	3	33.25**	11.52**	51.33**	61.9**	2.6ns	110.8**	8.25ns	17.40ns	6.58**
Control	3	176.54**	37.23**	78.12**	13.7ns	4.2ns	73.4**	79.6**	61.1**	12.3**
Error	9	7.43	2.41	4.32	9.65	6.70	7.80	9.60	7.20	0.54
CV (%)	-	2.62	10.9	7.2	6.7	19.1	18.5	7.7	19.7	11.5

ns and **: Not-significant and significant at 1% probability level, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی بر مبنای داده‌های سال دوم زراعی (۱۳۹۵)

Table 3. Analysis of variance for the evaluated traits based on the data of 2nd year (2016)

Source of variation	df	Mean squares								
		Plant height	No. of panicle	Panicle length	Flag leaf length	Flag leaf width	No. of filled grain	No. of empty grain	100 grain weight	Grain yield
Treatment	136	174.41**	27.46**	25.16**	45.16**	39.45**	27.06**	33.51**	121.18**	7.78**
Block	3	28.98**	15.16**	57.97**	65.60**	6.30ns	84.42**	11.89ns	21.04**	4.23**
Control	3	172.27**	40.78**	81.76**	164.8**	7.84ns	77.04**	73.24**	17.34**	9.52**
Error	9	3.16	6.05	7.96	3.96	10.34	5.44	6.13	4.84	1.63
CV (%)	-	3.57	9.82	6.45	5.54	11.23	19.54	6.63	17.64	10.49

ns and **: Not-significant and significant at 1% probability level, respectively.

نتایج همبستگی صفات بر اساس داده‌های میانگین دو سال (جدول ۶) نیز نشان داد که بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار به‌ترتیب در بین صفات طول برگ با طول خوشه، عملکرد دانه با وزن صد دانه، عرض برگ با طول خوشه، عرض برگ با طول برگ، عملکرد دانه با تعداد پنجه، طول خوشه با ارتفاع بوته و عملکرد دانه با تعداد دانه‌پر وجود داشت. بر اساس نتایج به‌دست آمده، همبستگی منفی بین عملکرد دانه با صفت ارتفاع بوته جالب توجه است و از آنجایی که ارتفاع بوته در گزارشات متعدد به‌عنوان یک عامل محدود کننده عملکرد مطرح بوده است، بنابراین می‌تواند به‌عنوان یک صفت نامطلوب تلقی شود. رحیم‌سروش و همکاران (Rahim Souroush *et al.*, 2004) گزارش کردند که عملکرد دانه با برخی صفات از جمله تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه پر در خوشه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد و با صفاتی مانند ارتفاع بوته و ساقه همبستگی منفی و غیر معنی‌دار بود بر خلاف نتایج این مطالعه، مومنی (Moumeni, 1995) همبستگی وزن صد دانه را با عملکرد غیر معنی‌دار گزارش کرد. همچنین، همبستگی قوی و منفی عرض برگ با تعداد پنجه (۰/۲۳-) یقیناً اثر آن را بر عملکرد تا حدود زیادی کاهش خواهد داد. این نتایج پیچیده بودن الگوی روابط بین صفات مؤثر بر عملکرد را به خوبی نشان می‌دهند. بدین دلیل تجزیه علیت می‌تواند تا حدود زیادی مسیر روابط بین صفات را آشکار نماید (Agahi *et al.*, 2014). بلوچزی و کیانی (Bluchzhi and Kiyani, 2015) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین صفات عملکرد دانه با تعداد دانه پر در خوشه، وزن هزار دانه با عرض برگ و عملکرد دانه با تعداد پنجه را گزارش نمودند. همچنین نتایج حاصل از پژوهش امین‌پناه و شریفی (Aminpanah and Sharifi, 2011) نیز مؤید این مطلب بود. بیشترین همبستگی منفی و معنی‌دار به ترتیب در بین صفات عملکرد دانه با تعداد دانه پوک در خوشه، وزن صد دانه و تعداد پوک در خوشه، عرض برگ و تعداد پنجه بارور، تعداد دانه پوک و طول برگ، وزن صد دانه و تعداد دانه پر و تعداد دانه پر با تعداد دانه پوک در خوشه مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد ارزیابی بر مبنای داده‌های سال اول زراعی (۱۳۹۴)

Table 4. Simple correlation coefficients among evaluated traits based on the data of 1st year (2015)

Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Plant height	1.00								
2. No. of panicle	0.31**	1.00							
3. Panicle length	0.37**	0.41**	1.00						
4. Flag leaf length	0.07ns	0.16*	0.59**	1.00					
5. Flag leaf width	0.18**	-0.37**	0.59**	0.49**	1.00				
6. No. of filled grain	0.34**	0.33**	0.38**	0.37**	0.44**	1.00			
7. No. of empty grain	0.05ns	-0.14*	-0.36**	-0.09ns	-0.03ns	-0.39**	1.00		
8. 100 grain weight	0.09ns	-0.05ns	0.07 ns	0.18*	0.38**	0.25**	-0.44**	1.00	
9. Grain yield	-0.34**	0.48**	0.31**	0.34**	0.38**	0.53**	-0.27**	0.78**	1.00

ns, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد ارزیابی بر مبنای داده‌های سال دوم زراعی (۱۳۹۵)

Table 5. Simple correlation coefficients among evaluated traits based on the data of 2nd year (2016)

Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Plant height	1.00								
2. No. of panicle	0.29**	1.00							
3. Panicle length	0.41**	0.44**	1.00						
4. Flag leaf length	0.04ns	0.32**	0.34**	1.00					
5. Flag leaf width	0.29**	-0.14*	0.57**	0.47**	1.00				
6. No. of filled grain	0.42**	0.29**	0.39**	0.32**	0.47**	1.00			
7. No. of empty grain	0.01ns	-0.11*	-0.13*	-0.17*	-0.02ns	-0.17*	1.00		
8. 100 grain weight	-0.14*	-0.01ns	0.001 ns	0.19*	0.11*	-0.18**	-0.23**	1.00	
9. Grain yield	-0.36**	0.47**	0.28**	0.37**	0.38**	0.49**	-0.29**	0.59**	1.00

ns, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۶- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد ارزیابی بر اساس میانگین داده‌های دو سال

Table 6. Simple correlation coefficients among evaluated traits based on two years average data

Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Plant height	1.00								
2. No. of panicle	0.23**	1.00							
3. Panicle length	0.49**	0.46**	1.00						
4. Flag leaf length	0.37**	0.36**	0.64**	1.00					
5. Flag leaf width	0.28**	-0.23**	0.59**	0.59**	1.00				
6. No. of filled grain	0.22**	0.27**	0.46**	0.41**	0.44**	1.00			
7. No. of empty grain	0.05ns	-0.12*	-0.15**	-0.19**	-0.13*	-0.17**	1.00		
8. 100 grain weight	0.11*	-0.05ns	0.06 ns	0.13*	0.23**	-0.18**	-0.24**	1.00	
9. Grain yield	-0.27**	0.51**	0.31**	0.29**	0.36**	0.49**	-0.38**	0.62**	1.00

ns, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

رحیمی و همکاران (Rahimi *et al.*, 2010) همبستگی منفی و معنی‌داری را بین عملکرد دانه با صفات تعداد دانه پوک در خوشه، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عرض برگ پرچم و دوره رشد زایشی را گزارش کردند. درستی و همکاران (Dorosty *et al.*, 2004) در پژوهشی بر روی ۶۴ رقم و لاین پیشرفته همبستگی قوی و معنی‌داری را بین عملکرد دانه با صفات طول خوشه و تعداد پنجه گزارش کردند. تفاوت در نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با نتایج برخی از محققین دیگر را می‌توان به تفاوت در ژنوتیپ‌ها و شرایط محیطی مطالعه نسبت داد. با توجه به همبستگی قوی برخی صفات با عملکرد دانه، می‌توان از این صفات به‌صورت گزینش منفی و مثبت در برنامه‌های اصلاحی جهت

بهبود عملکرد دانه استفاده کرد. ضرایب همبستگی بین صفات نشان می‌دهد که صفات وزن صد دانه، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه پر در خوشه و عرض برگ بیش‌ترین نقش مثبت را در بهبود عملکرد دانه دارند (جدول ۳). به هر حال، شرایط متفاوت بررسی‌ها و نیز ژنوتیپ‌های متنوع مورد بررسی بر نتایج همبستگی‌ها در تحقیقات مختلف مؤثر است و بنابراین انجام بررسی‌های بیش‌تر به‌منظور به‌دست آوردن نتایج بهتر و دقیق‌تر ضروری به‌نظر می‌رسد.

برای بررسی تأثیر هر یک از صفات مورد ارزیابی روی متغیر وابسته (عملکرد دانه) و نیز کاهش تعداد متغیرهای مستقل، از تجزیه رگرسیون گام به گام استفاده شد. بر اساس داده‌های سال اول، دو صفت وزن صد دانه و تعداد دانه پر در بوته به‌ترتیب وارد مدل شدند (جدول ۷). سایر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشتند و به‌همین دلیل اختلاف ژنوتیپ‌ها از نظر صفت عملکرد دانه را می‌توان به تفاوت در این صفات نسبت داد. بر اساس نتایج، وزن صد دانه و تعداد دانه پر در خوشه به‌ترتیب ۲۹ و ۳۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند و این‌دو صفت در مجموع ۶۴ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. محاسبه ضرایب جزئی رگرسیون استاندارد شده نیز نشان داد که اثر هر دو متغیر مستقل وارد شده در مدل بر عملکرد دانه افزاینده بود. بنابراین می‌توان اظهار داشت که این صفات مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در لاین‌های مورد مطالعه برنج هستند و احتمالاً گزینش به‌منظور افزایش عملکرد دانه از طریق این صفات، اثربخش خواهد بود و با افزایش هر یک از این صفات در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌توان به افزایش عملکرد دست یافت.

تجزیه رگرسیون داده‌های سال دوم (جدول ۸) نیز نشان داد که سه صفت وزن صد دانه، طول خوشه و تعداد دانه پر در خوشه به‌ترتیب صفات موثر بر عملکرد دانه بودند و سایر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشتند. با توجه به نتایج، وزن صد دانه، طول خوشه و تعداد دانه پر در خوشه به‌ترتیب ۳۵، ۲۳ و ۱۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند و در مجموع توانستند ۷۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کنند.

تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه بر اساس میانگین داده‌های سه سال نیز نشان داد که صفات وزن صد دانه، تعداد پنجه در بوته و تعداد دانه پر در خوشه به‌ترتیب صفات موثر و معنی‌دار بر عملکرد دانه بودند (جدول ۹). سایر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر مدل نداشتند و به همین دلیل اختلاف ژنوتیپ‌ها 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 و تعداد دانه پر در خوشه به‌ترتیب ۲۶، ۲۱ و ۱۹ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. ضریب تبیین (R^2) تجمعی مدل برازش شده حاکی از آن است که در مجموع ۶۶ درصد از تغییرات عملکرد دانه توسط متغیرهای مستقل موجود در مدل توجیه شده است. همچنین با محاسبه ضرایب رگرسیون جزئی استاندارد شده مشخص شد که اثر هر سه متغیر مستقل وارد شده در مدل بر عملکرد دانه افزاینده بود. بنابراین می‌توان اظهار داشت که این صفات مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در لاین‌های مورد مطالعه برنج هستند و گزینش به‌منظور افزایش عملکرد دانه از طریق این صفات اثربخش خواهد بود، به‌طوری که با افزایش هر یک از این صفات در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌توان به افزایش عملکرد دست یافت.

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام توسط باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2011) سه متغیر طول خوشه، تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه پر در خوشه و توسط بلوچزهی و کیانی (Bluchzhi and Kiyani, 2015) سه متغیر تعداد دانه در خوشه، تعداد پنجه بارور و طول دانه به‌عنوان صفات موثر بر عملکرد دانه مشخص شدند که البته این اختلاف می‌تواند از تفاوت در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش باشد. در پژوهش رحیم‌سروش و همکاران (Rahim Souroush *et al.*, 2004) صفات تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه، وزن صد دانه و طول برگ به‌عنوان صفات موثر بر عملکرد دانه مشخص شدند که تا حدودی با نتایج این مطالعه در یک راستا بود. در تجزیه رگرسیون انجام شده توسط رحیمی و همکاران (Rahimi *et al.*, 2010)، شش صفت ارتفاع بوته، تعداد دانه پوک در خوشه، طول دوره رشد، طول خوشه، وزن هزار دانه و مساحت برگ پرچم تغییرات عملکرد دانه برنج را توجیه کردند، اما در تجزیه علیت، بیش‌ترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه را طول دوره رشد و بیش‌ترین اثر مستقیم منفی را طول خوشه داشت که با نتایج تحقیق حاضر متفاوت بود و دلیل آن می‌تواند تفاوت در ژنوتیپ‌ها و شرایط اجرای آزمایش باشد.

جدول ۷- تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه برای داده‌های سال اول زراعی (۱۳۹۴)

Table 7. Stepwise regression analysis of the grain yield for the data of 1st year (2015)

Step	Variable	Partial standardized regression coefficient	Intercept	Adjusted R^2	Cumulative R^2
1	100 grain weight (X_1)	0.547	8.33	0.29	0.29
2	No. of filled grain (X_2)	0.391	6.41	0.35	0.64
$Y= 4.7 + 0.55 X_1 + 0.39 X_2$					

جدول ۸- تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه برای داده‌های سال دوم زراعی (۱۳۹۵)

Table 8. Stepwise regression analysis of the grain yield for the data of 2nd year (2016)

Step	Variable	Partial standardized regression coefficient	Intercept	Adjusted R^2	Cumulative R^2
1	100 grain weight (X_1)	0.589	6.3	0.35	0.35
2	No. of filled grain (X_3)	0.483	7.2	0.23	0.58
3	Panicle length (X_3)	0.235	4.6	0.15	0.73
$Y= 5.2 + 0.59 X_1 + 0.48 X_2 + 0.24 X_3$					

جدول ۹- تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه بر اساس میانگین داده‌های دو سال

Table 9. Stepwise regression analysis of the grain yield for two years average data

Step	Variable	Partial standardized regression coefficient	Intercept	Adjusted R^2	Cumulative R^2
1	100 grain weight (X_1)	0.49	9.4	0.26	0.26
2	No. of tillers (X_2)	0.41	8.1	0.21	0.47
3	No. of filled grain (X_3)	0.37	5.9	0.19	0.66
$Y= 4.2 + 0.49 X_1 + 0.41 X_2 + 0.37 X_3$					

با توجه به اینکه چگونگی ارتباط بین صفات مختلف در پیشرفت برنامه‌های به‌نژادی و شناخت صفات مناسب جهت به‌گزینی اهمیت زیادی دارد و انتخاب یک‌طرفه برای صفات زراعی بدون در نظر گرفتن سایر صفات، نتایج نامطلوبی به دنبال خواهد داشت، بنابراین در برنامه‌های به‌نژادی و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر ارزیابی میزان آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف بر عملکرد دانه باید مورد توجه قرار گیرد و به این دلیل، انجام تجزیه علیت ضروری است (Sabokdast and Kheyalparast, 2008). به این منظور برای انجام تجزیه علیت، عملکرد دانه متغیر وابسته (معلول) و صفات موجود در مدل رگرسیونی گام به گام متغیرهای مستقل (علت) در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه علیت برای سال اول (جدول ۱۰) نشان داد که صفات وزن صد دانه و تعداد دانه پر در خوشه به‌ترتیب دارای اثر مستقیم معنی‌دار ۰/۸۸۶ و ۰/۷۲۸ بر عملکرد دانه بودند. اثر غیرمستقیم صفت تعداد دانه پر در خوشه از طریق وزن صد دانه بر عملکرد دانه نیز نسبتاً بالا و البته منفی (۰/۲۰۱-) بود. هر چند آثار غیرمستقیم هر دو صفت منفی بود و موجب کاهش عملکرد دانه شد، ولی به‌دلیل وجود اثر مستقیم زیاد و مثبت، این کاهش زیاد محسوس نبود و در نتیجه همبستگی وزن صد دانه با عملکرد دانه (۰/۷۸) و با تعداد دانه پر در خوشه (۰/۵۳) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بنابراین، این‌دو صفت می‌توانند به‌عنوان معیارهای گزینش مناسب جهت اصلاح و بهبود عملکرد دانه معرفی شوند.

جدول ۱۰- آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات مورد ارزیابی بر عملکرد دانه لاین‌های برنج بر مبنای داده‌های سال اول زراعی (۱۳۹۴)
Table 10. Direct and indirect effects of the evaluated traits on grain yield of rice lines based on the data of 1st year (2015)

Traits	Direct effect	Indirect effect via		Correlation with grain yield
		100 grain weight	No. of filled grain	
100 grain weight	0.886	-	-0.106	0.78
No. of filled grain	0.728	-0.201	-	0.53
R^2=0.73		Residual effects= 0.52		

نتایج تجزیه علیت برای سال دوم (جدول ۱۱) نیز نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین اثر مستقیم به‌ترتیب مربوط به صفات وزن صد دانه (۰/۷۵۴) و تعداد پنجه (۰/۵۵۷) بود. در این مطالعه وزن صد دانه با بیش‌ترین اثر مستقیم و مثبت (۰/۷۵۴)، دارای آثار غیرمستقیم منفی از طریق صفت تعداد دانه پر در خوشه و تعداد پنجه روی عملکرد دانه بود. هر چند که آثار غیرمستقیم و منفی تأثیر کاهنده‌ای روی عملکرد دانه داشتند، ولی به دلیل وجود اثر مستقیم زیاد و مثبت، این کاهش زیاد محسوس نبود و در نتیجه همبستگی وزن صد دانه با عملکرد دانه (۰/۵۹) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بنابراین این صفت می‌تواند معیار گزینش جهت اصلاح و بهبود عملکرد دانه معرفی شود.

نتایج تجزیه علیت برای میانگین داده‌های دو سال (جدول ۱۲) نیز نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین آثار مستقیم به‌ترتیب مربوط به صفات وزن صد دانه (۰/۹۲۶) و تعداد دانه پر در خوشه (۰/۵۸۲) بود. در این مطالعه وزن صد دانه با بیش‌ترین اثر مستقیم و مثبت (۰/۹۲۶)، دارای آثار غیرمستقیم منفی از طریق تعداد پنجه (۰/۰۴۹-) و تعداد دانه پر در خوشه (۰/۲۵۷-) روی عملکرد دانه بود. اگرچه آثار غیرمستقیم و منفی تأثیر کاهنده‌ای روی عملکرد دانه داشتند، ولی به دلیل وجود اثر مستقیم زیاد و مثبت، این کاهش زیاد محسوس نبود و در نتیجه همبستگی وزن صد دانه با عملکرد دانه (۰/۶۲) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بنابراین این صفت می‌تواند معیار گزینش جهت اصلاح و بهبود عملکرد دانه باشد. در ضمن همبستگی وزن صد دانه و تعداد دانه پر در خوشه (۰/۱۸-) منفی و معنی‌دار بود. پس از صفت وزن صد دانه، تعداد پنجه بارور دارای اثر مستقیم بالایی (۰/۷۱۹) بر عملکرد دانه بود. اثر غیرمستقیم این صفت از طریق صفات وزن صد دانه (۰/۱۹۵-) کاهنده و از طریق صفت تعداد دانه پر در خوشه (۰/۱۱۱) افزاینده بود (جدول ۱۲). با توجه به اثر مستقیم بالای تعداد پنجه بارور و همبستگی معنی‌دار آن با عملکرد دانه (۰/۵۱) در سطح احتمال یک درصد، این صفت نیز می‌تواند مانند وزن صد دانه به‌عنوان معیار گزینش برای بهبود عملکرد دانه انتخاب شود. صفت تعداد دانه پر در خوشه دارای کم‌ترین اثر مستقیم روی عملکرد (۰/۶۲۱) بود و به‌طور غیرمستقیم از طریق صفت تعداد پنجه بارور نیز دارای تأثیر مثبت بر عملکرد دانه بود (جدول ۱۲). اثر باقیمانده نیز که مقدار آن در این پژوهش برابر با ۰/۵۶۶ بود، نحوه توجیه تغییرات عامل وابسته (عملکرد دانه) را توسط عامل‌های علّی یا سببی نشان می‌دهد. بنابراین، متغیرها (وزن صد دانه، تعداد پنجه و تعداد دانه پر در خوشه) حدود ۶۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند (جدول ۱۲). به‌نظر می‌رسد که صفات و عامل‌های دیگر که در این مطالعه منظور نشده‌اند، باید در تجزیه علیت دخالت داده شوند تا بتوان به‌طور کامل تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد.

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش هنرنژاد (Honarnejad, 2003) جهت تعیین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در برنج، صفت تعداد دانه پر در خوشه انتخاب شد. نتایج حاصل از آزمایش دیگری نیز صفات تعداد دانه پر در خوشه و وزن صد دانه را شاخص‌های مهمی برای انتخاب غیر مستقیم ارقام با عملکرد مطلوب نشان داد (Gunasekaran *et al.*, 2010). تجزیه علیت انجام گرفته توسط صبوری و همکاران (Sabori *et al.*, 2005) نیز نشان داد که مهم‌ترین عامل موثر بر عملکرد تعداد پنجه بارور بود. نتایج این محققین با نتایج مطالعه حاضر در ارتباط با اثر مثبت تعداد پنجه بر عملکرد دانه در یک راستا بود.

جدول ۱۱- آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات مورد ارزیابی بر عملکرد دانه لاین‌های برنج بر مبنای داده‌های سال دوم زراعی (۱۳۹۵)
Table 11. Direct and indirect effects of the evaluated traits on grain yield of rice lines based on the data of 2nd year (2016)

Trait	Direct effect	Indirect effect via			Correlation with yield
		100 grain weight	No. of tiller	No. of filled grain	
100 grain weight	0.754	-	-0.018	-0.145	0.59
No. of tiller	0.557	-0.195	-	0.111	0.47
No. of filled grain	0.621	-0.295	0.165	-	0.49
R^2=0.78		Residual effects= 0.47			

جدول ۱۲- آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات مورد ارزیابی بر عملکرد دانه لاین‌های برنج بر مبنای میانگین داده‌های دو سال
Table 11. Direct and indirect effects of the evaluated traits on grain yield of rice lines for two years average data

Trait	Direct effect	Indirect effect via			Correlation with yield
		100 grain weight	No. of tiller	No. of filled grain	
100 grain weight	0.926	-	-0.049	-0.257	0.62
No. of tiller	0.719	-0.347	-	0.142	0.51
No. of filled grain	0.582	-0.275	0.185	-	0.49
R^2=0.68		Residual effects= 0.566			

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع، نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از صفاتی مانند وزن صد دانه، تعداد پنجه بارور و همچنین تعداد دانه پر در خوشه برای انتخاب غیرمستقیم جهت نیل به عملکرد بیشتر مؤثر بود و بنابراین این صفات می‌توانند نقش مهمی در انتخاب غیرمستقیم ژنوتیپ‌های برتر جهت افزایش عملکرد دانه داشته باشند و هر گونه فعالیت‌های به‌نژادی یا به‌زراعی در جهت بهبود این صفات می‌تواند موجب افزایش عملکرد دانه شود.

References

Agahi, K., Fotoukian, M. H. and Uneasy, Z. 2014. Genetic variation and correlation of agronomic traits in some varieties of rice (*Oryza sativa* L.) in Iran. **Iranian Journal of Biology** 25 (1): 97-110. (In Persian with English Abstract).

Aghazadeh, K., Nematzadeh, G. and Babaeian-Jelodar, N. A. 2008. The genetic diversity of rice cultivars (*Oryza sativa* L.) using quantitative traits: **New Agricultural Science** 3 (9): 1-12. (In Persian with English Abstract).

Allard, R. W. 1960. Principles of plant breeding. John Willey and Sons Inc., New York. 485 p.

Aminpanah, H. and Sharifi, P. 2011. Sequential path analysis for determination of relationships between yields related characters with yield in rice (*Oryza sativa* L.). **African Journal of Agricultural Research** 6 (28): 6100-6106.

Ariyo, O. J., Pkenova, M. E. and Fatokun, C. A. 1986. Plant character correlations and path analysis of pod yield in okra. **Euphytica** 36: 677-686.

Bagheri, N. A., Babaeian-Jelodar, N. A. and Pasha, A. 2011. Path coefficient analysis for yield and yield components in diverse rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. **Biharean Biologist** 5 (1): 32-35.

Blasubramanian, V., Ladha, J. K. and Dening, G. L.1999. Resource management in rice systems: Nutrient. Kluwer Academic Publishers, London.

Bluchzhi, A. B and Kiyani, G. 2015. Determination of the selection criteria for improving rice (*Oryza sativa* L.) yield using path analysis. **Journal of Crop Breeding** 5 (12): 75-84. (In Persian with English Abstract).

Dato Seri, Y. B. 2003. Modernizing the rice farming community to meet social and business needs: The way forward. 3-6. In: Modern rice farming. Proceedings of International Rice Conference. October 13-16, 2003, Alor, Setar, Kedah, Malaysia.

Dorosty, H., Motahar, Y. and Ghannadha, M. R. 2004. Genetic diversity based on agronomic traits of rice advanced lines and varieties. **Seed and Plant Journal** 20 (2): 137-147. (In Persian with English Abstract).

Gunasekaran, M., Nadarajan, N. and Netaji, S. V. S. R. K. 2010. Character association and path analysis in inter-racial hybrids in rice (*Oryza Sativa* L.). **Electronic Journal of Plant Breeding** 1 (2): 956- 960.

Honarnejad, R. 2003. Study of correlation between some quantitative traits and grain yield in rice (*Oryza sativa* L.) using path analysis. **Iranian Journal of Crop Sciences** 4 (1): 35-35. (In Persian with English Abstract).

SES. 2002. Standard evaluation system for rice. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.

Moosavi, M., Ranjbar, G. A., Zarrini, H. N. and Gilani, A. 2015. Correlation between morphological and physiological traits and path analysis of grain yield in rice genotypes under Khuzestan conditions. **Biological Forum** 7 (1): 43-47.

Moumeni, A. 1995. Study of correlations and path analysis for some of the important agronomy traits related to yield in rice varieties and hybrids. M. Sc. Dissertation, Tehran University, Tehran, Iran. (In Persian).

Rahim Souroush, H., Mesbah, M. and Hossain Zadeh, A. H. 2004. A study of relationship between grain yield and yield components in rice. Iranian Journal of Agricultural Science 35 (4): 983-993. (In Persian with English Abstract).

Rahimi, M., Rabiei, B., Ramezani, M. and Movafegh, S. 2010. Assessment of agronomic traits and determination of variables for breeding yield in rice. **Iranian Journal of Field Crop Researches** 8 (1): 111-119.

Rahnemaie, T., Vaezi., S., Mozafar, J. and Boushehri, S. N. 2008. Correlation and path analysis grain yield and its related traits in red kidney beans. **Journal of research and development** 76: 80-88. (In Persian with English Abstract).

Sabokdast, M. and Kheyalparast, F. 2008. Study the relationship between the yields on the 30 cultivars of common bean (*phaseoulus vulgaris* L.). **Journal of Science and technology of Agricultural and Natural Resources, Soil and water Sciences** 11 (42): 123-134. (In Persian with English Abstract).

Sabori, H., Rezaei, A., Mirmohammady Maibody, S. A. M. and Esfahani, M. 2005. Path analysis for rice grain yield and related traits in two planting patterns. J**ournal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources** 9 (1): 113-129. (In Persian with English Abstract).

Sarkar, M. M., Hassan, M. M., Islam Rashid, M. M. and Seraj, S. 2014. Correlation and path coefficient analysis of some exotic early maturing rice (*Oryza sativa* L.) lines. **Journal of Bioscience and Agriculture Research** 1 (1): 1-7.

Satheeshkumar, P. and Saravanan, K. 2012. Genetic variability, correlation and path analysis in rice (*Oryza sativa* L.). **International Journal of Current Research** 4 (9): 82-85.

Sweta, R. N. and Singh, S. K. 2010. Character association and path analysis in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. **World Journal of Agricultural Sciences** 6 (2): 201-206.

Yashitola, J., Thirumurugan, T., Sundaram, R. M., Naseerullah, M. K., Ramesha., M. S., Sarma, N. P. and Sonti, R. V. 2002. Assessment of purity of rice hybrids using microsatellite and STS markers. **Crop Science** 42: 1369-1373.

doi: 10.22124/c.2018.7608.1296

University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 8, No. 2, Summer 2018 (157-167)

Choice of the effective traits on grain yield as selection indices in progressive F6 populations in rice (*Oryza sativa* L.)

Mohammad Ali Ahmadi Shad[1], Mohammad Mehdi Sohani[2*], Ali Akbar Ebadi[3], Habibollah Samizadeh Lahiji[4], Maryam Hosseini Chaleshtori[5]

Received: January 20, 2017 Accepted: July 18, 2017

Abstract

To investigate the relationships among effective traits on grain yield and determination of and the relationships among them, 137 rice recombinant lines from F_6 population along with four control cultivars (Tarom Deilamani, Hashemi, Saleh and Ali Kazmi) were evaluated for nine important agronomic traits and two crop seasons (2015-2016) in a augment design with four blocks. The results of analysis of variance indicated a significant difference among the lines for all evaluated traits. Also, the differences among control varieties were significant for all traits except for leaf length and width. Simple correlation coefficients were calculated for each year separately and showed that 100 seed weight, number of fertile tillers, number of filled grains, panicle length, leaf length and leaf width had a positive correlation with grain yield. Multiple regression analysis by stepwise method was calculated for each year separately and the results showed that for the first year, 100-grain weight and number of filled grain per panicle traits were entered into model, respectively, that explained 62 percent of grain yield variations. For the second year, 100-grain weight, number of filled grain per panicle and number of panicles traits were entered into model, respectively, that explained 73 percent of grain yield variations. Also based on path analysis results, after 100-grain weight (0.926), the number of tiller (0.739) and number of filled grain per panicle (0.682) 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. The lines include 9, 132, 133, 24, 52, 83, 5, 40, 78 and 19 were selected as elite lines based on the above criteria. Due to the fact that these traits had a great effect on yield, the selected genotypes can effectively be used as high yielding lines for future studies based on these indices.

Keywords: Path analysis, Stepwise regression, Yield, Recombinant Lines.

1. Ph. D. Graduated, Dept. of Agricultural Biotechnology, Faculty of Campus, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Assoc. Prof., Dept. of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Research Assist. Prof., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
4. Prof., Dept. of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
5. Research Assist. Prof., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
* Corresponding author: msohani@guilan.ac.ir