

## تجزیه به عامل‌ها و علیت در ژنوتیپ‌های مختلف برنج Factor and Path Analysis in Different Rice Genotypes

مهرزاد اله‌قلی‌پور و محمد صالح محمدصالحی

موسسه تحقیقات برنج کشور

تاریخ دریافت: ۷۹/۱۲/۴

### چکیده

اله‌قلی‌پور، م. و محمد صالحی، م. ص. ۱۳۸۲. تجزیه به عامل‌ها و علیت در ژنوتیپ‌های مختلف برنج. نهال و بذر، ۱۹: ۸۶-۷۶.

به منظور بررسی ارتباط صفات مختلف با عملکرد دانه، تعداد ۱۰۰ لاین و رقم از ارقام بومی و اصلاح شده برنج در قالب طرح لاتیس ساده ۱۰×۱۰ مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه ۲۰ صفت شامل عملکرد دانه و اجزای آن و خصوصیات مورفولوژیک بوته و دانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد دانه با صفاتی مثل تعداد روزتا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد خوشه، عرض برگ پرچم، تعداد کل دانه، تعداد کل پنجه و بوته مثبت و معنی‌دار بود. نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها نشان داد که ۶ عامل اصلی و مستقل، ۸۷ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌نمایند. به طوری که در چهار عامل تحت عنوان عامل مورفولوژی گیاه، شکل و اندازه دانه، عملکرد و اجزای آن و پر شدن دانه نامگذاری گردیدند. در عامل عملکرد و اجزای آن صفات مهمی مثل تعداد پنجه بارور، وزن بوته، تعداد دانه پر قرار گرفتند که همبستگی بین این خصوصیات معنی‌دار بود. نتایج حاصل از تجزیه علیت بیانگر آن بود که صفت وزن بوته به دلیل دارا بودن اثر مستقیم زیاد و بالا بودن اثرات غیرمستقیم صفات دیگر از طریق این صفت می‌تواند به عنوان یک شاخص در جهت افزایش عملکرد دانه مطرح باشد.

**واژه‌های کلیدی:** برنج، ژنوتیپ‌ها، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه علیت، اثرات مستقیم و غیر مستقیم.

### مقدمه

چگونگی اعمال انتخاب برای چندین صفت به منظور حصول حداکثر ارزش اقتصادی، همیشه مورد نظر به‌نژادگران بوده است (رضایی، ۱۳۷۳). در برنامه‌های اصلاح نباتات انتخاب براساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آن‌ها

برای معرفی یک رقم جدید زراعی، خصوصیات متعددی در نظر گرفته می‌شوند که اکثر آن‌ها با یکدیگر و با عملکرد همبستگی بالایی دارند. بدیهی است که ارزش اقتصادی یک رقم به صفات مختلف آن بستگی دارد، لذا

این مقاله بر اساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۱۰۰-۷۹-۷۸۰۳-۱۸-۱۱۸ موسسه تحقیقات برنج کشور تهیه گردیده است.

فیزیولوژیک و مورفولوژیک تعیین کننده عملکرد را در لویسای خشک، با تجزیه به عامل‌ها مورد بررسی قرار دادند. سه عامل اول ۷۷ درصد (به ترتیب ۳۱، ۳۱ و ۱۵ درصد) از تنوع کل را توجیه نمودند.

آساوا (Asawa, 1977) گزارش نمود که در تجزیه عاملی صفات آفتابگردان عامل اول با واریانس ۵۶/۳ درصد، ضرایب عاملی معنی‌دار مربوط به قطر طبق و ساقه، ارتفاع بوته، تعداد روز تا تشکیل طبق و عملکرد دانه بود، در حالی که درصد روغن دانه به تنهایی ضریب عاملی معنی‌دار را در یک عامل به خود اختصاص داده بود.

رحیم سروش (۱۳۸۰) با مطالعه ۱۷ صفت در ۳۶ ژنوتیپ مختلف برنج از طریق تجزیه به عامل‌ها گزارش نمود که ۸۳/۶ درصد از تنوع کل توسط ۶ عامل اصلی و مستقل توجیه می‌گردد که سهم عوامل اول تا ششم به ترتیب ۲۳/۵، ۱۹/۶، ۱۳/۳، ۱۱، ۸/۴ و ۷/۷ درصد بوده است. به طوری که عامل اول شامل صفاتی نظیر طول و عرض برگ، مساحت برگ، ارتفاع بوته و طول ساقه تحت عنوان عامل مرفولوژی گیاه و عملکرد و اجزای آن به عنوان دومین عامل شامل وزن خوشه، وزن صددانه، تعداد خوشه و تعداد دانه در خوشه و عملکرد دانه در نظر گرفته شد.

زینعلی نژاد (۱۳۷۸) با استفاده از تجزیه به عامل‌ها با استفاده از میانگین ۱۳ صفت بر روی ۱۰۰ ژنوتیپ برنج گزارش نمود که سه عامل در مجموع ۹۰ درصد از تنوع کل را توجیه

همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد. لذا روش‌های تجزیه و تحلیلی که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات موثر در عملکرد را کاهش دهند، برای پژوهشگران با ارزش هستند. در این خصوص استفاده از همبستگی میان صفات متداول است، ولی همبستگی‌ها رابطه علت و معلولی بین صفات رایج نمی‌کنند، زیرا در حقیقت این ارتباط را تعدادی عامل ناشناخته پدید می‌آورند (Aequaah et al., 1992).

نگرش منطقی برای طبقه‌بندی خصوصیات در نمونه‌های حاوی تنوع بالا مانند آنچه در ژرم‌پلاسم دیده می‌شود استفاده از روش‌های آماری چند متغیره مانند تجزیه به عامل‌ها را ایجاب می‌کند. تجزیه به عامل‌ها روش قدرتمندی است که بر آورد اجزای عملکرد، استخراج زیرمجموعه‌ای از متغیرهای همسان، شناخت مفاهیم اساسی داده‌های چند متغیره، شناخت ارتباطات بیولوژیک و کاربردی موجود بین صفات، کاهش تعداد زیادی از صفات همبسته به تعداد کمی از عامل‌ها و تشریح همبستگی بین متغیرها به کار برده شده است (Bramel et al., 1984; Johnson and Guertin and Bailey, 1982; Wichern, 1988). مطالعاتی در زمینه همبستگی بین صفات، تجزیه علیت و تجزیه به عامل‌ها در برنج و دیگر محصولات زراعی صورت گرفته است. دنیس و آدامز (Denis and Adams, 1972) تعداد ۲۲ صفت

بوته و تعداد دانه از مهم‌ترین اجزاء عملکرد می‌باشند و می‌توانند در این راستا تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی عملکرد دانه داشته باشند.

هدف از این مطالعه یافتن نحوه ارتباط صفات مختلف بایکدیگر و عملکرد دانه، گروه‌بندی صفات اندازه‌گیری شده جهت بهره‌گیری از آنها در انتخاب زنوتیپ‌هایی با صفات زراعی مطلوب و شناخت صفات مؤثر بر عملکرد دانه می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه روابط بین خصوصیات مهم زراعی برنج، تعداد ۱۰۰ رقم از ارقام بومی و اصلاح شده موجود در کلکسیون مؤسسه تحقیقات برنج کشور در قالب طرح لاتیس ساده ۱۰×۱۰ مورد بررسی قرار گرفت. مساحت هر کرت ۶ مترمربع بود و بوته‌ها به فواصل ۲۵×۲۵ سانتی‌متر به صورت تک‌نشاء کشت گردیدند. خزانه‌گیری در فروردین و نشاء کاری در اردیبهشت‌ماه در مرحله ۵-۴ برگی صورت گرفت. کلیه عملیات زراعی از قبیل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز، مبارزه با آفات و کودپاشی مطابق روش‌های معمول انجام شد. در طول دوره رشد در زمان‌های مناسب طبق دستورالعمل ثبت مشخصات، ارزیابی‌های لازم برای ۲۰ صفت شامل عملکرد دانه (تن در هکتار)، تعداد خوشه در هر بوته، تعداد دانه در خوشه، وزن صددانه (گرم)، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول خوشه (سانتی‌متر)، طول برگ

می‌نمایند. در عامل اول تحت عنوان پرشدن دانه صفاتی نظیر تعداد دانه در خوشه، عرض برگ و تعداد دانه پوک و تعداد شاخه اولیه در خوشه نقش مهم‌تری نسبت به سایر صفات داشتند و عامل دوم با دارا بودن صفات طول ساقه و برگ، قطر ساقه و طول خوشه تحت عنوان عامل مربوط به قد و استحکام گیاه نامگذاری گردید. شکل دانه نیز به عنوان سومین عامل شامل صفات عرض دانه، وزن صددانه و طول دانه بود.

اله‌قلی‌پور (۱۳۷۶) با مطالعه همبستگی بین صفات مهم زراعی و عملکرد دانه و تفکیک آن به اثرات مستقیم و غیرمستقیم گزارش نمودند که صفاتی نظیر وزن صددانه، تعداد دانه در خوشه، عرض برگ پرچم، تعداد خوشه‌های فرعی و عرض دانه می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی به عنوان معیارهای گزینش جهت بهبود عملکرد دانه در برنج مورد توجه قرار گیرند.

مومنی (۱۳۷۴) در مطالعه همبستگی‌ها و تجزیه علیت بر روی ارقام و هیبریدهای برنج گزارش نمود که مهم‌ترین معیار انتخاب برای اصلاح عملکرد دانه در دو جامعه والدها و F<sub>1</sub>ها، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد پنجه بارور در بوته و وزن صددانه می‌باشد.

پانتون و همکاران (Panton et al., 1992) با مطالعه یک‌سری از آزمایش‌های مزرعه‌ای با ارزیابی رقابت بین یک برنج وحشی و برنج زراعی گزارش نمودند که تعداد خوشه در هر

صفات در هر عامل اصلی است. برای تهیه ماتریس ضرایب عاملی، آن تعداد از عامل‌ها که ریشه مشخصه آن‌ها بزرگتر از یک بود انتخاب شدند. بعد از انجام تجزیه به عامل‌ها و نامگذاری آن‌ها، صفاتی که در عامل عملکرد قرار گرفتند به عنوان متغیرهای علت بر روی صفت عملکرد در نظر گرفته شدند و تجزیه علیت بر این اساس انجام شد. برای محاسبه ضرایب رگرسیون جزء استاندارد شده (ضرایب علیت) یا اثر مستقیم صفت مستقل  $i$  بر روی متغیر وابسته  $y$  ( $P_{iy}$ ) از معادلات نرمال بر مبنای خصوصیات داده‌های استاندارد شده استفاده گردید. برای محاسبه اثر غیرمستقیم هر متغیر از طریق مسیر متغیرهای موجود در مدل از رابطه  $P_{ij} P_{jy}$  استفاده شده که در آن  $r_{ij}$  ضرایب همبستگی ساده بین متغیر  $(i)$  و متغیر واسطه  $(j)$  و  $P_{jy}$  همان ضریب رگرسیون جزء استاندارد شده (اثر مستقیم) بین متغیر مستقل واسطه و متغیر وابسته می‌باشد. برای محاسبه آثار مربوط به سایر عوامل ناشناخته یا آثار باقیمانده که شامل خطای نمونه برداری و اثر صفاتی که رابطه آن‌ها با عملکرد در نظر گرفته نشده‌اند از فرمول زیر استفاده شد:

$$\sum_i P_{iy}^2 + 2 \sum_{ij} P_{iy} r_{ij} P_{ij} + P_{xy}^2 = 1$$

$P_{xy}^2$  جزئی است که توسط متغیرهای مستقل قابل بیان نمی‌باشد.

### نتایج و بحث

#### تجزیه به عامل‌ها

نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها در جدول ۱ آمده است. در این تجزیه ۶ عامل اصلی و مستقل

پرچم (سانتی‌متر)، عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)، نسبت طول به عرض برگ پرچم، طول دانه (میلی‌متر)، عرض دانه (میلی‌متر)، نسبت طول به عرض دانه، سطح برگ پرچم (سانتی‌مترمربع)، وزن بوته (گرم)، تعداد دانه پوک، طول ساقه (سانتی‌متر)، طول خروج خوشه از غلاف (سانتی‌متر)، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد دانه پر و تعداد کل پنجه انجام شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه تعداد ۶۰ بوته از متن هر کرت با حذف یک خط حاشیه برداشت و پس از توزین با رطوبت ۱۴ درصد در محاسبات آماری استفاده شد. کلیه ارزیابی‌ها بر روی ۱۰ بوته در هر کرت که به‌طور تصادفی انتخاب گردیدند انجام شد. قبل از ارزیابی بوته‌های خارج از تیپ حذف، سپس میانگین مشاهدات در هر کرت جهت انجام تجزیه‌های آماری (برآورد ضرایب همبستگی ساده و تجزیه به عامل‌ها) مورد استفاده قرار گرفتند. برای انجام تجزیه به عامل‌ها از نرم‌افزار SPSS و با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش عامل‌ها به روش وریماکس استفاده شد. در هر عامل اصلی و مستقل ضرایب عاملی ۰/۵ به بالا معنی‌دار در نظر گرفته شدند. بزرگترین ضریب عاملی در هر عامل یا مجموعی از صفات معنی‌دار که در یک عامل از نظر مرفولوژیکی، فیزیولوژیکی یا فنولوژیکی متمایز و مهم بودند برای نامگذاری عامل‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. علامت ضریب عاملی مشخص‌کننده رابطه خطی آن با

آن‌ها دارد. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین طول دانه و نسبت طول به عرض دانه و همبستگی منفی عرض دانه با این دو صفت نیز مبین این نکته می‌باشد (جدول ۲). این عامل را می‌توان به عنوان عامل شکل و اندازه دانه نامید. عامل سوم با اختصاص دادن ۱۶ درصد به همراه عامل پنجم با دارا بودن ۹/۷ درصد از واریانس کل، در مجموع ۲۵/۷ درصد از تغییرات داده‌های اولیه را توجیه می‌نمایند. در این دو عامل صفاتی مثل تعداد پنجه بارور، تعداد پنجه کل، وزن بوته و عملکرد دانه (مربوط به عامل سوم) و تعداد کل دانه و تعداد دانه پر (مربوط به عامل پنجم) دارای ضرایب عاملی مثبت و معنی‌داری هستند که به عنوان عامل عملکرد دانه و اجزای آن نامگذاری می‌گردد. بررسی ضرایب همبستگی نیز نشان می‌دهد که بین صفات مربوط به هر عامل همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲).

عامل چهارم با دارا بودن ۱۰/۶ درصد از واریانس کل، عامل مربوط به پر شدن دانه نامیده شد. در این عامل، تعداد روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی و تعداد دانه پوک دارای ضرایب عاملی مثبت و معنی‌داری هستند و صفت وزن صددانه با ضرایب عاملی منفی و معنی‌دار نقش دو صفت دارای ضرایب عاملی مثبت را در این عامل خنثی می‌نماید و رابطه معکوس با آن‌ها دارد. وجود همبستگی مثبت بین تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و تعداد دانه پوک و

۸۷ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. هرچه میزان واریانس عامل مستقلاً بیشتر باشد به اعتبار آن عامل در تفسیر تغییرات کل داده‌ها افزوده می‌شود. همان طوری که در جدول ۲ دیده می‌شود، میزان اشتراک اکثر صفات بالا است که این امر نشان می‌دهد که تعداد فاکتور مورد انتخاب مناسب بوده و فاکتورهای منتخب توانسته‌اند تغییرات صفات را به نحو مطلوبی توجیه نمایند.

در عامل اول که ۲۶ درصد از واریانس کل را توجیه نمود، صفاتی نظیر طول برگ پرچم، ارتفاع بوته، طول خوشه، طول ساقه، نسبت طول به عرض برگ پرچم و در عامل ششم با دارا بودن ۵/۳ درصد از واریانس کل دو صفت عرض برگ پرچم و سطح برگ پرچم، ضرایب عاملی مثبت و معنی‌داری را به خود اختصاص داده‌اند. این دو عامل در مجموع ۳۱/۳ درصد تغییرات کل را توجیه می‌نمایند و به عنوان عامل خصوصیات مرفولوژی گیاه نامگذاری می‌گردند. مشاهده می‌گردد کلیه صفاتی که در این دو عامل وجود دارند دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با یکدیگر هستند (جدول ۲).

در عامل دوم با دارا بودن ۱۹/۴ درصد از واریانس کل صفاتی مثل طول دانه، نسبت طول به عرض دانه دارای ضرایب عاملی مثبت است. در حالی که عرض دانه ضریب عاملی منفی را در همین عامل داشته و به عبارتی صفت اخیر نقش صفات دارای ضرایب عاملی مثبت را در این عامل خنثی کرده و رابطه خطی معکوس با

جدول ۱- نتایج تجزیه عامل‌ها برای صفات مختلف

Table 1. Factor analysis for different traits

عامل Factor	عامل (ماتریس ضرایب عاملی) Factor (factor coefficient matrix)						میزان اشتراک Communality
	1	2	3	4	5	6	
<b>عامل (۱) Factor (1)</b>							
Flag leaf length طول برگ برجم	0.84812*	0.10775	0.00268	-0.08726	0.17598	0.23706	0.82570
Plant height ارتفاع بوته	0.91452*	-0.08022	-0.21461	-0.03887	-0.01625	-0.01670	0.89089
Panicle length طول خوشه	0.65610*	0.45418	-0.15596	0.09399	0.15160	0.14818	0.71484
Culm length طول ساقه	0.89401*	-0.15027	-0.21732	-0.05726	-0.03352	-0.03584	0.87474
نسبت طول به عرض برگ برجم	0.89401*	0.30732	-0.11641	-0.19638	-0.15313	-0.45416	0.78932
Flag leaf length to width ratio							
Flag leaf area سطح برگ برجم	0.64268*	-0.07266	0.06869	0.03612	0.32664	0.65768*	0.88383
<b>عامل (۲) Factor (2)</b>							
Grain length طول دانه	0.02059	0.94799*	0.00693	-0.14934	-0.00517	0.13226	0.93898
نسبت طول به عرض دانه	-0.00050	0.94438*	0.01712	0.13827	0.03494	-0.13459	0.93061
Grain length to width ratio							
Grain width عرض دانه	0.03986	-0.76108*	-0.04128	-0.40916	-0.03977	0.33561	0.86417
<b>عامل (۳) Factor (3)</b>							
No. of fertile tiller تعداد پنجه بارور	-0.023781	-0.13047	0.60421*	0.44917	-0.49292	-0.19300	0.92062
No. of total tiller تعداد پنجه کل	-0.22577	-0.13261	0.64482*	0.44462	-0.47672	-0.16799	0.93751
Plant weight وزن بوته	-0.17636	-0.04127	0.92609*	0.03520	0.17474	0.11107	0.93456
Yield عملکرد	-0.16733	0.04127	0.92609*	-0.04373	0.17939	0.15166	0.94098
<b>عامل (۴) Factor (4)</b>							
50 درصد گلدهی							
Days to 50% flowering	0.00567	0.14984	0.18809	0.81247*	-0.02691	0.21115	0.76327
No. of unfilled grain تعداد دانه پوک	-0.15775	0.20182	-0.19228	0.80008*	0.23708	0.17846	0.83076
100 grain weight وزن صد دانه	0.03985	0.16613	-0.06332	0.70758*	-0.15857	0.49915	0.80816
<b>عامل (۵) Factor (5)</b>							
No. of grain تعداد دانه	-0.03230	0.10451	0.03582	0.48400	0.81421*	0.20908	0.95415
No. of filled grain تعداد دانه پر	0.08237	-0.01616	0.19880	0.03427	0.93792*	0.14876	0.94956
<b>عامل (۶) Factor (6)</b>							
Flag leaf width عرض برگ برجم	0.08334	-0.25293	0.11163	0.12433	0.38916	0.78720*	0.86997
Flag leaf area سطح برگ برجم	0.57731*	0.07266	0.06869	0.03612	0.32664	0.65768*	0.88383
<b>میزان واریانس به %</b>							
Variance (%)	26	19.4	16	10.6	9.7	5.3	
<b>واریانس تجمعی به %</b>							
Cumulative Variance (%)	26	45.4	61.4	72	81.7	87	

\*: Significant factor coefficient.

\*: ضریب عاملی معنی‌دار.

جدول ۲- مقادیر ضرایب همبستگی ساده بین صفات

Table 2. Simple correlation coefficients among traits

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
میزان خروج خوبت از خلاف Particle excretion length	روزهای تا Days to 50% harrowing	تعداد بیج No. of fertile tilers	طول برگ Flag leaf length	عرض برگ Flag leaf width	ارتفاع Plant height	طول Grain length	طول Particle length	طول Main culm length	نسبت طول به عرض بیج Grain length to width ratio	تعداد کل دانه No. of total grains	تعداد دانه پر No. of filled grains	تعداد دانه پرک No. of unfilled grains	نسبت طول به عرض بگ برگ Flag leaf length to width ratio	سطح برگ Flag leaf area	تعداد کل بیج No. of total tilers	عرض Grain width	وزن Plant Weight	وزن ماده 100 grain weight	مسلک دانه Grain yield		
2	-0.361***																				
3	-0.266**	0.358**																			
4	0.219*	-0.077	-0.365**																		
5	-0.318**	0.151	-0.181*	0.274**																	
6	0.591**	-0.052	-0.344**	0.646**	0.054																
7	-0.277**	0.031	-0.193*	0.123	-0.116	-0.013															
8	0.060	0.214*	-0.423**	0.591**	0.040	0.577**	0.397**														
9	0.628**	-0.098	-0.318**	0.619**	0.059	0.933**	-0.488**	-0.115**													
10	-0.234**	0.194*	-0.020	0.052	-0.258**	-0.062	0.881**	-0.103	0.153												
11	-0.366**	0.433**	-0.182*	0.135	0.478**	-0.071	0.206*	-0.103	0.153	0.828**											
12	-0.201*	-0.080	-0.344**	0.334**	0.524**	0.041	0.187*	0.022	0.014	0.828**	0.178*										
13	-0.330**	0.670**	0.110	-0.056	0.174*	-0.173*	0.125	-0.205*	0.248**	0.701**	0.178*	-0.199*									
14	0.462**	-0.219*	-0.187*	0.594**	-0.548**	0.500**	0.474**	0.472**	0.250**	-0.272**	-0.217*	-0.199*	-0.003								
15	-0.071	0.062	-0.333**	0.783*	0.785**	0.436**	0.399**	0.423**	0.101	0.367**	0.449**	0.075	-0.003	-0.302**							
16	-0.301**	0.369**	0.954**	-0.361**	-0.142	-0.344**	-0.374**	-0.325**	-0.031	-0.183*	-0.318**	0.078	-0.209*	-0.302**	-0.153						
17	0.139	-0.305**	-0.163	-0.002	-0.277**	0.034	-0.273**	0.075**	-0.865**	0.198*	-0.001	-0.343**	-0.209*	-0.302**	-0.153	-0.153					
18	-0.457**	0.233**	0.441**	-0.114	0.198*	-0.348**	-0.187*	-0.359**	0.025	0.200*	0.321**	-0.058	-0.281**	0.048	0.475*	0.909					
19	0.003	-0.348**	-0.387**	0.157	0.113	0.099	0.088	0.091	0.042	-0.257**	-0.088	-0.368**	0.058	0.166*	-0.411**	0.408**	0.041				
20	-0.491**	0.225*	0.415**	-0.095	0.227*	-0.340**	-0.153	-0.353**	0.024	0.203*	0.332**	-0.068	-0.299**	0.080	0.465**	0.025	0.963**	0.051			

\* and \*\* : Significant at 5% and 1% levels, respectively.

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

از طریق وزن بوته سبب معنی دار شدن همبستگی بین تعداد پنجه کل و عملکرد دانه گردیده است. تعداد پنجه بارور نیز به دلیل دارا بودن اثر مستقیم منفی با عملکرد دانه نمی تواند رابطه خوبی با عملکرد دانه داشته باشد. وزن بوته دارای اثر مستقیم بالا و مثبت و اثرات غیرمستقیم منفی و ناچیز از طریق تعداد خوشه و تعداد دانه کل بر روی عملکرد دانه است. در واقع مقدار همبستگی بین وزن بوته و عملکرد دانه رابطه واقعی بین این دو صفت را نشان می دهد. بنابراین صفت وزن بوته به دلیل دارا بودن اثر مستقیم مثبت و قابل توجه و بالا بودن اثرات غیرمستقیم صفات دیگر از طریق این صفت می تواند به عنوان معیار گزینش جهت بهبود عملکرد دانه در برنامه های اصلاحی مطرح گردد.

اله‌قلی پور (۱۳۷۶) با انجام تجزیه علیت روی ارقام برنج گزارش نمودند که افزایش عملکرد دانه عمدتاً در اثر افزایش تعداد دانه در خوشه است که این افزایش به نوبه خود تحت تاثیر افزایش عرض برگ پرچم و تعداد خوشه های فرعی است. ساندارام و پالینی سومی (Sundaram and Palanisamy, 1994) با مطالعه ۱۱ رقم زودرس، با در نظر گرفتن ۱۰ صفت کمی طی سال زراعی ۱۹۸۵-۱۹۸۴ گزارش نمودند که صفت تعداد دانه در هر خوشه دارای اثر مستقیم مثبت و معنی داری و دارای اثر غیرمستقیم مثبت و بزرگی از طریق

همبستگی منفی وزن صددانه با این صفات مبین این نکته می باشد. زینعلی نژاد (۱۳۷۸) با استفاده از تجزیه به عامل ها به روش حداکثر درست نمایی و با استفاده از میانگین ۱۳ صفت بر روی ژنوتیپ های برنج گزارش نمود که سه عامل پنهانی در مجموع ۹۰ درصد از تنوع کل را توجیه می نماید که سهم عامل اول (پرشدن دانه)، عامل دوم (قد و استحکام گیاه) و عامل سوم (شکل دانه) به ترتیب ۴۴، ۲۴ و ۲۱ درصد بود.

#### تجزیه علیت

در استفاده از این روش، صفاتی که در تجزیه به عامل ها، به عنوان اجزای عملکرد معرفی گردیدند به عنوان متغیرهای مستقل و علت برای صفت عملکرد دانه در نظر گرفته شدند و متعاقب آن تجزیه علیت براساس ضریب همبستگی ساده و تفکیک آن به اثرات مستقیم و غیرمستقیم انجام شد.

بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم طبق جدول ۳ نشان می دهد که بیشترین و کمترین اثر مستقیم به ترتیب مربوط به وزن بوته (۰/۹۲۷) و تعداد دانه کل (۰/۰۳۱) می باشد. تعداد پنجه کل دارای اثر مستقیم مثبت و متوسط (۰/۱۹۸) و اثر غیرمستقیم بالا و مثبت (۰/۴۴۰) از طریق وزن بوته روی عملکرد دانه می باشد. از آنجایی که اثر مستقیم این صفت نسبت به همبستگی آن خیلی کم است این مقدار همبستگی نمی تواند رابطه واقعی بین تعداد پنجه کل و عملکرد دانه را نشان دهد، در واقع اثر غیرمستقیم این صفت



جدول ۳- میزان اثرات مستقیم و غیر مستقیم اجزای عملکرد روی عملکرد دانه لاین ها و ارقام برنج بر اساس ضریب همبستگی ساده

Table 3. Direct and indirect effects of yield components on yield of rice cultivars and lines on the basis of simple correlation coefficient

خصوصیات Traits	تعداد کل پنجه No. of total tillers	تعداد پنجه بارور No. of fertile tillers	وزن بوته Plant weight	تعداد کل دانه No. of total grains	تعداد دانه پر No. of fertile grains	عملکرد Yield
No. of total tillers	<u>0.198</u>	-0.159	0.440	0.005	-0.021	$r = 0.465^{**}$
No. of fertile tillers	0.189	<u>-0.166</u>	0.408	0.005	-0.023	$r = 0.415^{**}$
Plant weight	0.094	-0.074	<u>0.927</u>	-0.007	0.021	$r = 0.963^{**}$
No. of total grains	-0.037	0.030	0.185	<u>-0.031</u>	0.054	$r = 0.203^{**}$
No. of fertile grains	-0.064	0.057	0.297	-0.026	<u>0.065</u>	$r = 0.332^{**}$

$R^2 = 0.93\%$

\* and \*\* : Significant at 5% and 1% levels, respectively.

Underlined figures indicate direct effect.

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.  
اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده اند نشان دهنده اثر مستقیم می باشد.

تعداد پنجه‌های بارور، وزن خوشه و وزن دانه روی عملکرد دانه می‌باشد.

می‌گردد. همچنین از همکاران بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر مؤسسه تحقیقات برنج که در انجام این بررسی نقش داشته‌اند و به خصوص از آقای مهندس محمدتقی حسین‌زاده به دلیل همکاری در ثبت داده‌ها و خانم مریم پشتیان به خاطر همکاری در آماده ساختن مقاله تشکر و قدردانی می‌گردد.

### سپاسگزاری

از مسئولین مؤسسه تحقیقات برنج کشور که بودجه و امکانات لازم جهت انجام این تحقیق و بررسی را فراهم نمودند تشکر و قدردانی

### References

### منابع مورد استفاده

- اله‌قلی‌پور، م. ۱۳۷۶. مطالعه همبستگی برخی از صفات مهم زراعی با عملکرد دانه از طریق تجزیه علیت در برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.
- رحیم‌سروش، ح. ۱۳۸۰. بررسی تنوع ژنتیکی در تعدادی از ارقام و لاین‌های برنج به وسیله روش‌های چندمتغیره آماری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.
- رضایی، ع. ۱۳۷۳. شاخص‌های انتخاب در اصلاح نباتات. مجموعه مقالات دومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تبریز.
- زینعلی‌نژاد، خ. ۱۳۷۸. مطالعه تنوع ژنتیکی بخشی از ژرم‌پلاسما برنج ایرانی بر اساس صفات مرفولوژی و نشانگر رپید (RAPD)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- مؤمنی، ع. ۱۳۷۴. مطالعه همبستگی‌ها و تجزیه علیت برای تعدادی از صفات مهم زراعی مرتبط به عملکرد در ارقام و هیبریدهای برنج. پایان‌نامه فوق‌لیسانس دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.

Acquaah, G., Adams, M. W., and Kelly, J. D. 1992. A factor analysis of plant variables associated with architecture and seed size in dry bean. *Euphytica* 60: 171-177.

Asawa, B. M. 1977. Factor analysis in sunflower. *Indian Journal of Heredity* 9(2): 17-20.

Bapu, J. R. K. 1992. Genotypic association and path analysis in  $F_3$  generation of rice crosses. *Madras Agricultural Journal* 76(11): 619-623.

Bramel, P. L., Hinz, P. N., Green, D. E., and Shibles, R. M. 1984. Use of principal factor analysis in the study of three stem termination types of soybean. *Euphytica* 33: 387-400.

- Denis, J. C., and Adams, M. W. 1972.** A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I. Morphological traits. *Crop Science* 18: 71-78.
- Guertin, W. H., and Bailey, J. P. 1982.** Introduction to Modern Factor Analysis. Edwards Brothers Inc. Michigan. 405 P.
- Johnson, R. A., and Wichern, D. W. 1988.** Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice Hall Inter. Inc., London, 607 P.
- Mirza, M. J. 1992.** Correlation studies and path analysis of plant height, yield components in rice (*Oryza sativa* L.) *Sarhad Journal of Agriculture* 8(6): 647-653.
- Pantone, D. J., Baker, B., and Jordan, P. W. 1992.** Path analysis of red rice (*Oryza sativa* L.) competition with cultivated rice. *Weed Science* 40: 313-319.
- Sundaram, T., and Palanisamy, S. 1994.** Path analysis in early rice (*Oryza sativa* L.) *Madras Agricultural Journal* 81(1): 28-29.