

## مطالعه روابط میان عملکرد و اجزای عملکرد در برنج

حسین رحیم سروش<sup>۱</sup>، محمود مصباح<sup>۲</sup> و عبدالهادی حسینزاده<sup>۳</sup>  
۱، عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور رشت ۲، عضو هیات علمی موسسه تحقیقات چغندر قند کرج  
۳، دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران  
تاریخ پذیرش مقاله ۸۳/۲/۹

### خلاصه

تحقیقی به منظور تعیین روابط میان عملکرد دانه و اجزای عملکرد در ۳۶ ژنوتیپ برنج در مؤسسه تحقیقات برنج (رشت) در قالب طرح لاتیس ساده در سال ۱۳۷۹ انجام گرفت. در این تحقیق هدفه صفت شامل عملکرد دانه، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه سالم در خوشه، وزن صد دانه، طول، عرض و مساحت برگ، ارتفاع بوته، طول ساقه، مقدار آمیلوز، غلظت ژل، وزن خوشه، طول، عرض و شکل دانه، روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل با اندازه گیری ده نمونه تصادفی در هر واحد آزمایشی ارزیابی شدند. تجزیه واریانس ساده نشان داد که اختلاف بسیار معنی داری بین ژنوتیپها برای کلیه صفات مورد بررسی وجود داشت. ضرایب همبستگی ژنتیکی هر کدام از صفات تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه پر در خوشه، وزن خوشه، روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل با عملکرد دانه مثبت و معنی دار بود و ضریب همبستگی بین عملکرد دانه با بقیه صفات منفی بود. تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که حداکثر اختلاف عملکرد دانه ژنوتیپها را می توان به تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه، وزن صد دانه و طول برگ نسبت داد. نتایج تجزیه علیت حاکی از آن است که تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه در خوشه مهم ترین اجزاء مؤثر بر عملکرد دانه بودند و بیشترین اثرات مستقیم را روی عملکرد داشته اند. تجزیه عاملها شش عامل را استخراج کرد که ۸۳/۶ درصد از تغییرات کل داده ها را توجیه کردند. عامل دوم با عامل ششم ادغام و در مجموع ۲۷/۳ درصد از تغییرات داده های اولیه را توجیه کردند و به عنوان عامل عملکرد و اجزای عملکرد نامگذاری شدند. عامل های اول، سوم، چهارم و پنجم به ترتیب به عنوان عامل خصوصیات مرفولوژی، عامل دوره رشد و رسیدگی برنج، عامل کیفیت ظاهری دانه و عامل کیفیت پخت دانه شناسایی شدند.

**واژه های کلیدی:** برنج، همبستگی ژنتیکی، رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت، تجزیه به عاملها.

### مقدمه

ارزش هستند. در این خصوص استفاده از همبستگی میان صفات متداول است (۱۱). اگرچه این همبستگی ها در تعیین مؤلفه های اصلی که بر عملکرد تأثیر می گذارند کمک مؤثری می نمایند، ولی اهمیت نسبی اثرات مستقیم و غیرمستقیم را نشان نمی دهند. تجزیه علیت روشی است که روابط بین صفات و اثرات مستقیم و غیرمستقیم آنها را بر عملکرد روشن می سازد.

در برنامه های اصلاح نباتات، انتخاب براساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می گیرد که ممکن است بین آنها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد. لذا روش های تجزیه و تحلیلی که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش دهند، برای پژوهشگران با

مکاتبه کننده: حسین رحیم سروش

بارور در بوته و وزن صد دانه و اثرات غیرمستقیم دانه پوک در خوشه از طریق وزن صد دانه و طول خوشه از طریق دانه پر در خوشه بر روی عملکرد در والد‌ها مؤثر بودند.

اله‌قلی‌پور (۱۳۷۶) با بررسی همبستگی بین صفات مهم زراعی با عملکرد از طریق تجزیه علیت در برنج گزارش کرد که در منطقه رشت صفات طول و عرض برگ پرچم، تعداد دانه در خوشه، تعداد خوشه در بوته‌های فرعی و طول آخرین میانگره به ترتیب بیشترین همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی را با عملکرد دانه دارا می‌باشند و تجزیه رگرسیون گام به گام نیز وقتی تعداد خوشه در بوته به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد نشان داد که طول برگ پرچم بیشترین ضریب تبیین ( $R^2 = 0.34$ ) را شامل می‌شود و زمانی که تعداد دانه در خوشه به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد، صفت تعداد خوشه در بوته‌های فرعی به تنهایی ۴۸ درصد از تغییرات مدل رگرسیونی را توجیه کرد. تجزیه علیت نشان داد که افزایش عملکرد عمدتاً در اثر افزایش تعداد دانه در خوشه بود که متأثر از افزایش تعداد خوشه در بوته‌های فرعی و عرض برگ پرچم می‌باشد.

درستی (۱۳۷۹) در مطالعه تنوع ژنتیکی براساس خصوصیات زراعی لاینهای امیدبخش برنج گزارش کرد که تعداد خوشه در بوته و وزن صد دانه بیشترین اثر مستقیم و مثبت را روی عملکرد دارد. در تجزیه به عاملها ۶۸ درصد از تغییرات داده‌های اولیه توسط ۶ عامل توجیه گردید. بطوریکه در عامل اول صفات ارتفاع بوته، طول و عرض برگ پرچم، طول خوشه قرار گرفتند و حدود ۲۰ درصد کل تغییرات را به خود اختصاص دادند و این صفات نیز نسبت بهم دارای همبستگی مثبت بوده و نقش مهمی در افزایش عملکرد داشتند.

سیاه‌سر و رضایی (۱۳۷۸) با بررسی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و تجزیه عاملها برای صفات مرفولوژیک و فنولوژیک در سویا گزارش کردند که بیشترین ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی به ترتیب مربوط به صفات تعداد غلاف در بوته، روز تا گلدهی، ارتفاع، ارتفاع پائین‌ترین غلاف و تعداد ساقه فرعی بود. توارث پذیری و بازده ژنتیکی برای این صفات و وزن صد دانه بالا و برای عملکرد بوته پائین بود. نتایج رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که حداکثر اختلاف عملکرد دانه لاینها را می‌توان به تعداد غلاف

استفاده از این روش به شناخت روابط علت و معلولی بین صفات نیاز دارد (۱۴). به منظور پیدا کردن علت وجود همبستگی و توصیف رابطه بین صفات در افراد و ژنوتیپ‌ها بر حسب تعداد کمتری شاخص که تاثیر گذار بر روی این صفات هستند، از تجزیه به عاملها استفاده می‌شود (۶، ۷). در این روش عوامل پنهانی که موجب پدید آمدن همبستگی میان صفات شده‌اند، شناسایی می‌شوند و گروه‌هایی از متغیرها که بیشترین همبستگی درون گروهی را دارند و دیگر گروه‌ها کمترین وابستگی را نشان می‌دهند، مشخص می‌شوند (۱۶). مطالعات متعددی در زمینه همبستگی بین صفات، تجزیه علیت و تجزیه به عاملها در محصولات مختلف و برنج انجام شده است.

رائو (۱۹۹۲) در مطالعه‌ای بر روی ۱۲ واریته زودرس برنج، گزارش نمود که مساحت برگ پرچم همبستگی مثبت و معنی‌داری با هر کدام از صفات عملکرد، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه و طول خوشه دارد و پیشنهاد نمود که مساحت برگ پرچم می‌تواند بعنوان یک معیار انتخاب برای بهبود عملکرد مورد توجه قرار گیرد.

گراویس و هلمز (۱۹۹۲) در مطالعه‌ای بر روی کشت مستقیم برنج گزارش نمودند که تراکم خوشه اثر مستقیم و مثبت زیادی بر روی عملکرد برنج داشته و تعداد دانه در خوشه و وزن دانه در تعیین عملکرد برنج در درجه دوم و سوم اهمیت قرار دارند و تعداد دانه پوک در خوشه دارای اثرات قابل چشم پوشی بر روی عملکرد می‌باشد.

ساندرام و پالانی سمی (۱۹۹۴) با مطالعه ۱۱ رقم زودرس برنج، با در نظر گرفتن ۱۰ صفت کمی گزارش کردند که صفت تعداد دانه در هر خوشه دارای اثر مستقیم مثبت و معنی‌داری روی عملکرد و اثر غیرمستقیم مثبت و بزرگی از طریق تعداد پنجه‌های بارور، وزن خوشه و وزن دانه روی عملکرد داشته است.

مومنی (۱۳۷۴) در مطالعه همبستگی و تجزیه علیت بر روی ارقام و هیبریدهای برنج گزارش کرد که عملکرد دانه در والد‌ها دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با ارتفاع گیاه، طول خوشه و طول خروج خوشه از غلاف می‌باشد و تجزیه ضرایب علیت نشان داد که اثرات مستقیم تعداد دانه پر در خوشه، پنجه

تصادفی از هرواحد آزمایشی اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس میانگین مشاهدات برای هر صفت جهت تجزیه آماری مورد استفاده قرار گرفت. برای محاسبه ضرایب همبستگی ژنتیکی ابتدا میانگین صفات اندازه‌گیری شده در هر واحد آزمایشی مورد تجزیه آماری قرار گرفت و سپس برآورد واریانس‌ها از طریق امید ریاضی میانگین مربعات و میانگین حاصلضرب‌ها صورت پذیرفت. به‌منظور بررسی تاثیر هر یک از صفات مورد نظر بر روی متغیرهای تابع یا وابسته (عملکرد) و هم‌چنین کاهش تعداد متغیرهای مستقل و برازش بهترین مدل رگرسیونی، از روش رگرسیون گام به‌گام استفاده شد. تجزیه علیت برای تفکیک ضرایب همبستگی ژنتیکی صفات با عملکرد دانه به اثرات مستقیم و غیرمستقیم به روش دوی ولو (۱۳) انجام شد. در تجزیه علیت عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و صفات موجود در مدل رگرسیونی به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شد.

تجزیه به عاملها به منظور پیدا کردن علت وجود همبستگی و توصیف رابطه صفات برحسب تعداد کمتری شاخص یا عامل انجام شد و عوامل بدست‌آمده با روش وریماکس دوران داده‌شدند. در تجزیه به عاملها از میانگین صفات دردوتکرار و روش تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده گردید. در هر عامل اصلی و مستقل ضرایب عاملی ۰/۵ به بالا معنی‌دار در نظر گرفته شدند. بزرگترین ضریب عاملی در هر عامل یا مجموعه‌ای از صفات معنی‌دار که در یک عامل از نظر مرفولوژیکی، کمی و کیفی متمایز و مهم بودند برای نامگذاری عاملها مورد استفاده قرار گرفت. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری SPSS و MSTATC انجام شد.

### نتایج و بحث

#### تجزیه واریانس ساده صفات

نتایج حاصل از تجزیه واریانس براساس طرح لاتیس ساده نشان می‌دهد که مزیت نسبی این طرح نسبت به طرح بلوکهای کامل تصادفی برای کلیه صفات مورد بررسی کم می‌باشد، بنابراین برآورد واریانس‌ها و امید ریاضی براساس طرح بلوکهای کامل تصادفی صورت پذیرفت. (جدول ۲) بین تیمارها از نظر

در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه نسبت داد. تجزیه عاملها علاوه بر تأکید بر نقش اجزای عملکرد، چهار عامل پنهانی مؤثر در عملکرد را استخراج نمود که ۹۷/۳۴ درصد تغییرات عملکرد را توجیه کردند. در مجموع استنباط شد که برای اصلاح ارقام سویا می‌توان گیاهان با بنیه قوی و گره‌ها، غلافها، برگها و وزن دانه زیاد را انتخاب کرد.

دنيس و آدامز (۱۹۷۲) در بررسی صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های رشد محدود و نامحدود لوبیا، از تجزیه به عاملها به روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و دوران عاملها با روش وریماکس بهره بردند. تجزیه تمام ژنوتیپ‌ها سه عامل را نمایان ساخت که به ترتیب ۳۱/۳، ۳۱ و ۱۴/۸ درصد و جمعا ۷۷/۱ درصد از کل تنوع را توجیه کردند.

این تحقیق به‌منظور تعیین رابطه عملکرد دانه با صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه، تعیین روابط علت و معلولی صفات از طریق تجزیه علیت و تعیین عوامل پنهانی مؤثر در عملکرد به روش تجزیه به عاملها انجام شده‌است.

### مواد و روش‌ها

در این آزمایش تعداد ۳۶ ژنوتیپ برنج در قالب طرح لاتیس ساده ۶×۶ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت در سال ۱۳۷۹ مورد بررسی قرار گرفت. بذریاشی در خزانه در نیمه دوم فروردین و نشاءکاری در نیمه دوم اردیبهشت در مرحله ۴-۵ برگی به‌صورت تک‌نشاء انجام شد. ابعاد هر واحد آزمایشی ۲×۶ متر مربع و فاصله نشاءها از یکدیگر ۲۵×۲۵ سانتی‌متر بوده‌است. مراقبتهای زراعی در خزانه و زمین اصلی شامل آبیاری، مبارزه با علفهای هرز، آفات کرم‌ساقه‌خوار و کودپاشی به روشهای معمول منطقه انجام شد. عملکرد دانه (تن در هکتار) با برداشت ۵ متر مربع از هر واحد آزمایشی (۸۰ بوته) اندازه‌گیری شد. در طول دوره رشد و هم‌چنین پس از برداشت صفاتی نظیر تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه سالم در خوشه، وزن صد دانه (گرم)، طول و عرض برگ (سانتی‌متر)، مساحت برگ (سانتی‌متر مربع)، ارتفاع بوته و طول ساقه (سانتی‌متر)، مقدار آمیلوز (%)، غلظت ژل، وزن خوشه (گرم)، طول و عرض دانه (میلی‌متر)، نسبت طول به عرض دانه (شکل دانه)، روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل با اندازه‌گیری ۱۰ نمونه

صفات نیز در حد متعادلی است، بطوریکه بیشترین و کمترین ضریب تغییرات به ترتیب مربوط به غلظت ژل و روزهای تا رسیدن کامل می‌باشد.

کلیه صفات اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت که بیانگر این نکته است که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تنوع وجود دارد. ضریب تغییرات آزمایش برای کلیه

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه

ژنوتیپ	شماره لاین یا رقم	ترکیب والد پدری	شماره لاین یا رقم	ترکیب والد مادری
۱	۷۹۳	خزر / IR60 // IR28	۱۹	۸۱۱
۲	۷۹۴	IR67413-71-4-2-2	۲۰	۸۱۲
۳	۷۹۵	IR67423-42-2-3-3	۲۱	۸۱۳
۴	۷۹۶	یوسن / شاه پسند // شاه پسند / یوسن	۲۲	۸۱۴
۵	۷۹۷	خزر / IR8	۲۳	۸۱۵
۶	۷۹۸	IR28 / سپیدرود	۲۴	۸۱۶
۷	۷۹۹	دای هاپلوئید ( نعمت / حسنی)	۲۵	۸۱۷
۸	۸۰۰	دای هاپلوئید (نعمت / حسن سرایی)	۲۶	۸۱۸
۹	۸۰۱	دای هاپلوئید R3-1-6	۲۷	۸۱۹
۱۰	۸۰۲	دای هاپلوئید R3-1-10	۲۸	۸۲۰
۱۱	۸۰۳	دای هاپلوئید R3-1-11	۲۹	۸۲۱
۱۲	۸۰۴	دای هاپلوئید R3-1-3	۳۰	۸۲۲
۱۳	۸۰۵	دای هاپلوئید R3-1-13	۳۱	۸۲۳
۱۴	۸۰۶	لاین ۱۰۰۱ / دیلمانی	۳۲	۸۲۴
۱۵	۸۰۷	۸-آمل ۳ / لاین شماره ۳	۳۳	۸۲۵
۱۶	۸۰۸	CH21 / عسگری طارم	۳۴	۸۲۶
۱۷	۸۰۹	سورینام / لاین ۱۱۱	۳۵	۸۲۷
۱۸	۸۱۰	CH21 / حسن سرایی	۳۶	۸۲۸

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده صفات در ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه

منابع تغییرات	میانگین مربعات								
	درجه آزادی	عملکرد دانه	تعداد خوشه	تعداد دانه سالم	وزن صد دانه	طول برگ	عرض برگ	مساحت برگ	ارتفاع بوته
تکرار	۱	۰/۳۲۱	۲/۹۲	۰/۰۹۳	۰/۰۴۸	۰/۸۷۶	۰/۰۰۲	۶/۳۴۳	۳۹/۰۱۴
ژنوتیپ	۳۵	۰/۵۲۱**	۵/۸۲۱**	۹۹/۷۱۱**	۰/۰۵۱**	۲۴/۳۱۹**	۰/۰۳۱**	۵۲/۲۵۷**	۱۱۱/۹۷۱**
اشتباه آزمایشی	۳۵	۰/۰۰۴	۰/۰۵۲	۴/۹۳۸	۰/۰۰۳	۰/۴۴۶	۰/۰۰۱	۱/۰۶۷	۰/۱۹۹
ضریب تغییرات(درصد)		۱/۰۷	۱/۳۹	۲/۳۵	۲/۱۳	۱/۸۲	۳/۳۶	۳/۴۰	۰/۴۵

منابع تغییرات	میانگین مربعات								
	درجه آزادی	طول ساقه	مقدار آمیلوز	غلظت ژل	وزن خوشه	طول دانه	عرض دانه	نسبت طول به عرض دانه	روزهای تا رسیدن کامل
تکرار	۱	۷/۹۳۳	۰/۰۱۱	۲۵/۶۸۱	۰/۰۰۸	۰/۰۸۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۶/۷۲۲
ژنوتیپ	۳۵	۹۱/۵۷۶**	۱۲/۵۱۹**	۵۹۶/۸۱۴**	۰/۰۶۶**	۰/۸۳۵**	۰/۰۴۳**	۰/۴۳**	۱۳/۰۸۱**
اشتباه آزمایشی	۳۵	۰/۳۵۳	۰/۲۰۴	۱۵/۳۳۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱۳	۰/۲۰۸
ضریب تغییرات(درصد)		۰/۸۲	۱/۶۳	۸/۱۶	۳/۰۲	۰/۹۵	۱/۴۵	۲/۸۲	۰/۳۷

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

**همبستگی ژنتیکی بین صفات**

عملکرد دانه با صفاتی مثل تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه سالم در خوشه، وزن خوشه، روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل دارای همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌داری بود و با صفاتی نظیر طول برگ، عرض برگ، ارتفاع بوته، طول ساقه و غلظت ژل دارای ضرایب همبستگی منفی ولی غیرمعنی‌داری بود. اله‌قلی‌پور (۱۳۷۶) در بررسی رابطه عملکرد و اجزای عملکرد، همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی عملکرد را با تعداد دانه در خوشه در منطقه رشت، مثبت و معنی‌دار و با تعداد خوشه در بوته و وزن صد دانه غیرمعنی‌دار گزارش نمود، در حالیکه درستی (۱۳۷۹) همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی عملکرد را با تعداد خوشه در بوته معنی‌دار و با تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه غیرمعنی‌دار بدست آورد. همچنین مهتر و همکاران (۱۹۹۴) گزارش نمودند که عملکرد دانه در مترمربع به طور مثبت و معنی‌داری با تعداد دانه پر در خوشه همبستگی دارد. در این تحقیق همبستگی ژنتیکی عملکرد دانه با وزن صد دانه غیرمعنی‌دار بدست آمد. این همبستگی توسط هنرنژاد (۱۳۷۴) و مومنی (۱۳۷۴) نیز غیرمعنی‌دار گزارش گردید. تعداد خوشه در بوته دارای همبستگی ژنتیکی منفی و معنی‌دار با ارتفاع بوته، طول ساقه، غلظت ژل و طول دانه می‌باشد. تعداد دانه سالم در خوشه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد و وزن خوشه می‌باشد. وزن صد دانه با صفاتی مثل نسبت طول به عرض دانه، روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت.

در مورد صفات کیفی پخت، مقدار آمیلوز فقط با غلظت ژل و غلظت ژل نیز با تعداد خوشه در بوته همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد. از بین صفات کیفی ظاهری، طول دانه با تعداد خوشه در بوته همبستگی منفی و معنی‌دار و با وزن خوشه و نسبت طول به عرض دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. ولی عرض دانه فقط با نسبت طول به عرض دانه همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد. نسبت طول به عرض دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با طول برگ، وزن خوشه و طول دانه و همبستگی منفی و معنی‌دار با عرض دانه بود.

دو صفت روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن کامل دارای همبستگی ژنتیکی مثبت و بسیار معنی‌دار با یکدیگر بودند که توسط مهتر و همکاران (۱۹۹۴) نیز گزارش شده است. همچنین هرکدام از این دو صفت دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد، وزن صد دانه، وزن خوشه بودند. وجود همبستگی قوی بین این دو صفت حاکی از آن است که لاینهایی که زودتر به مرحله ۵۰ درصد گلدهی می‌رسند نهایتاً زودرس‌تر خواهند بود. بنابراین صفت روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی می‌تواند به عنوان یک معیار گزینش برای ژنوتیپ‌های زودرس مطرح باشد.

**تجزیه رگرسیون**

به منظور بررسی تأثیر هر یک از صفات مورد نظر بر روی متغیر تابع و همچنین کاهش تعداد متغیرهای مستقل و حذف متغیرهایی که اثر ناچیزی بر روی متغیر تابع دارند و برازش بهترین مدل، از روش رگرسیون گام به گام استفاده شد. در این تحقیق، عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع یا وابسته (Y) و سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل (X) در نظر گرفته شد. نتایج محاسبات در جدول ۴ نشان داد که متغیرهای مستقلی نظیر تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه، وزن صد دانه و طول برگ هر کدام به ترتیب با ضریب تبیین ۰/۳۳۷، ۰/۵۳۱، ۰/۰۳۰ و ۰/۰۲۶ در مقابل متغیر عملکرد دانه قرار گرفتند. ضریب تبیین مدل برازش شده حاکی از آن است که ۹۲/۴ درصد از تغییرات عملکرد توسط متغیرهای مستقل موجود در مدل توجیه می‌گردد.

**تجزیه علیت**

در این تحقیق برای انجام تجزیه علیت و تفکیک ضرایب همبستگی ژنتیکی صفات با عملکرد دانه به اثرات مستقیم و غیرمستقیم، عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته (معلول) و صفات موجود در مدل رگرسیونی گام به گام برازش شده شامل تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه سالم در خوشه، وزن صد دانه و طول برگ بعنوان متغیرهای مستقل (علت) در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه علیت براساس مدل ارائه شده (جدول ۵) نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین اثرات مستقیم به ترتیب مربوط به صفات تعداد خوشه در بوته (۰/۸۲۶) و طول برگ (۰/۲۰۱-) می‌باشد. بیشترین اثر غیرمستقیم به طول برگ از طریق تعداد

جدول ۳- مقادیر ضرایب همبستگی ژنتیکی صفات مورد مطالعه در برنج

خصوصیات	تعداد خوشه در بوته	تعداد دانه سالم در خوشه	وزن صد دانه	طول برگ عرض برگ	ارتفاع بوته	طول ساقه	مقدار غلظت ژل آمیلوز	وزن خوشه	طول دانه	عرض دانه	نسبت طول به عرض دانه	روزهای تا رسیدن کامل
عملکرد	۰/۵۹۹**	۰/۴۹۷**	۰/۲۹۴	-۰/۱۴۲	-۰/۲۰۹	-۰/۱۵۴	۰/۱۰۶	-۰/۲۷۱	۰/۰۹۲	۰/۰۳۹	۰/۰۸۰	۰/۳۴۰*
تعداد خوشه در بوته	-۰/۱۵۸	-۰/۳۱۵	-۰/۱۴۲	-۰/۱۴۹	-۰/۴۱۱*	-۰/۳۹۳*	۰/۱۰۶	-۰/۳۳۰*	-۰/۳۵۶*	-۰/۱۸۷	-۰/۱۱۷	۰/۰۶۶
تعداد دانه سالم در خوشه	۰/۱۵۰	۰/۲۶۱	۰/۱۵۰	۰/۰۵۳	۰/۱۸۳	۰/۲۳۲	-۰/۱۹۸	۰/۱۸۲	۰/۲۶۵	۰/۲۴۱	۰/۰۵۸	۰/۱۵۴
وزن صد دانه	۰/۲۳۴	-۰/۰۹۰	۰/۲۳۴	۰/۰۴۹	۰/۲۷۵	۰/۲۵۱	۰/۲۶۴	-۰/۲۹۴	۰/۹۲۹**	۰/۵۳۹**	۰/۰۱۳	۰/۳۶۶*
طول برگ	۰/۳۳۶*	۰/۷۷۹**	۰/۳۳۶*	۰/۳۰۳	۰/۵۲۴**	۰/۳۹۴*	۰/۱۵۶	-۰/۱۴۹	۰/۲۶۱	۰/۲۴۸	۰/۳۶۰*	-۰/۱۲۰
عرض برگ	۰/۸۴۴**	۰/۷۷۹**	۰/۸۴۴**	۰/۳۰۳	۰/۵۲۴**	۰/۳۹۴*	۰/۱۵۶	-۰/۱۴۹	۰/۲۶۱	۰/۲۴۸	۰/۳۶۰*	-۰/۱۲۰
مساحت برگ	۰/۵۰۰**	۰/۳۹۸*	۰/۵۰۰**	۰/۳۰۳	۰/۵۲۴**	۰/۳۹۸*	۰/۱۸۰	-۰/۱۹۹	۰/۰۹۷	۰/۰۰۳	-۰/۱۰۷	-۰/۱۰۵
ارتفاع بوته	۰/۹۳۴**	۰/۹۳۴**	۰/۹۳۴**	۰/۱۵۱	۰/۰۶۹	۰/۹۳۴**	۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	۰/۲۶۹	۰/۰۳۳	-۰/۰۴۰	-۰/۰۵۰
طول ساقه	۰/۰۳۵	۰/۲۳۷	۰/۰۳۵	۰/۲۳۷	-۰/۲۱۵	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵	-۰/۲۱۵	۰/۲۳۷	-۰/۰۵۴	-۰/۱۰۶	-۰/۰۵۲
تعداد آمیلوز	-۰/۴۵۶**	-۰/۴۵۶**	-۰/۴۵۶**	۰/۱۲۶	۰/۱۱۸	-۰/۴۵۶**	۰/۱۲۶	-۰/۴۵۶**	۰/۱۲۶	۰/۰۱۸	-۰/۱۰۹	۰/۰۷۵
غلظت ژل	-۰/۱۷۷	-۰/۱۷۷	-۰/۱۷۷	۰/۱۲۶	۰/۱۱۸	-۰/۴۵۶**	۰/۱۲۶	-۰/۴۵۶**	۰/۱۲۶	۰/۰۱۸	-۰/۱۰۹	۰/۰۷۵
وزن خوشه	۰/۶۶۱**	۰/۶۶۱**	۰/۶۶۱**	۰/۱۲۲	۰/۱۲۲	۰/۶۶۱**	۰/۱۲۲	۰/۶۶۱**	۰/۱۲۲	۰/۱۲۲	۰/۱۲۲	۰/۴۰۱*
طول دانه	-۰/۰۶۴	-۰/۰۶۴	-۰/۰۶۴	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵	-۰/۰۶۴	۰/۱۸۵	-۰/۰۶۴	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵	-۰/۰۶۴	۰/۲۰۴
عرض دانه	-۰/۶۸۶**	-۰/۶۸۶**	-۰/۶۸۶**	۰/۱۰۱	۰/۱۰۱	-۰/۶۸۶**	۰/۱۰۱	-۰/۶۸۶**	۰/۱۰۱	۰/۱۰۱	-۰/۶۸۶**	۰/۰۰۶
نسبت طول به عرض دانه	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۱۵۵
روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی	۰/۹۹۰**	۰/۹۹۰**	۰/۹۹۰**	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۹۹۰**	۰/۱۳۹	۰/۹۹۰**	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۹۹۰**	۰/۹۹۰**

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

منفی بودن اثرات غیرمستقیم این مسئله انتظار می رود. صفت تعداد خوشه در بوته را بدلیل اثر مستقیم زیاد و مثبت آن و کم بودن اثرات غیرمستقیم آن از طریق صفات دیگر، می توان به عنوان معیار گزینش جهت اصلاح و بهبود عملکرد در نظر گرفت. زیاد بودن اثر مستقیم و مقدار همبستگی در واقع رابطه واقعی این صفت و عملکرد را نشان می دهد.

تعداد دانه سالم در خوشه دارای اثر مستقیم و بالا (۰/۶۰۳) و اثرات غیرمستقیم منفی از طریق تعداد خوشه در بوته در بوته (۰/۱۳۱-) و طول برگ (۰/۰۵۳-) و اثر غیرمستقیم مثبت از طریق وزن صد دانه (۰/۰۷۸) روی عملکرد بود. این صفت نیز بدلیل معنی دار بودن همبستگی ژنتیکی آن با عملکرد و زیاد بودن اثر مستقیم آن روی عملکرد، می تواند به عنوان دومین معیار گزینش بعد از تعداد خوشه در بوته مطرح باشد.

دانه سالم در خوشه (۰/۱۵۷) تعلق دارد و کمترین اثر غیرمستقیم مربوط به صفت تعداد خوشه در بوته از طریق طول برگ (۰/۰۳۰) می باشد.

تعداد خوشه در بوته دارای اثر مستقیم مثبت و بالا (۰/۸۲۶) و اثرات غیرمستقیم منفی از طریق تعداد دانه سالم در خوشه (۰/۰۹۶-) و وزن صد دانه (۰/۱۶۱-) و اثر غیرمستقیم مثبت از طریق طول برگ (۰/۰۳۰) روی عملکرد می باشد. هر چند اثرات غیرمستقیم و منفی تعداد خوشه در بوته اثرات کاهنده ای روی عملکرد دارد. ولی بدلیل وجود اثر مستقیم زیاد و مثبت این کاهش زیاد محسوس نیست و در نتیجه همبستگی تعداد خوشه در بوته با عملکرد معنی دار گردیده است. ضمناً همبستگی تعداد خوشه در بوته با صفات وزن صد دانه و تعداد دانه سالم در خوشه منفی و غیرمعنی دار است که با توجه به

جدول ۴- رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل در ژنوتیپ های برنج

گام یا مرحله	متغیر مستقل	ضریب رگرسیون ناقص	خطای استاندارد	F	R <sup>2</sup> ناقص	R <sup>2</sup> کل
۱	تعداد خوشه در بوته	۰/۸۲۴	۰/۰۱۴۸	۱۸/۷۷**	۰/۳۳۷	۰/۳۳۷
۲	تعداد دانه سالم در خوشه	۰/۵۹۸	۰/۰۰۳۵	۷۷/۸۵**	۰/۸۶۸	۰/۵۳۱
۳	وزن صد دانه	۰/۵۰۴	۰/۱۶۰۶	۷۸/۱۳**	۰/۸۹۸	۰/۰۳۰
۴	طول برگ	-۰/۱۶۰	۰/۰۰۷۱	۱۰۷/۲۲**	۰/۹۲۴	۰/۰۲۶

۵/۸۵۵- = عرض از مبدا

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۵- اثرات مستقیم و غیرمستقیم ژنتیکی صفات تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه، وزن صد دانه و طول برگ بر روی عملکرد دانه در تجزیه علیت

صفات	تعداد خوشه در بوته	تعداد دانه سالم در خوشه	وزن صد دانه	طول برگ	عملکرد
تعداد خوشه در بوته	۰/۸۲۶	-۰/۰۹۶	-۰/۱۶۱	۰/۰۳۰	$r_g = ۰/۵۹۹^{**}$
تعداد دانه سالم در خوشه	-۰/۱۳۱	۰/۶۰۳	۰/۰۷۸	-۰/۰۵۳	$r_g = ۰/۴۹۷^{**}$
وزن صد دانه	-۰/۲۶۱	۰/۰۹۲	۰/۵۱۰	-۰/۰۴۷	$r_g = ۰/۲۹۴$
طول برگ	-۰/۱۱۷	۰/۱۵۷	۰/۱۱۹	-۰/۲۰۱	$r_g = -۰/۰۴۲$

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱٪  $\sqrt{1-R^2} = ۰/۲۱۳$  = اثرات باقیمانده

اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده است نشان دهنده اثرات مستقیم می باشد.  $R^2 = ۰/۹۵۴۶$  ضریب تبیین

(۱۹۹۴) و جونز و سیندر (۱۹۸۷) حاکی از آن است که تعداد دانه پر در خوشه یکی از اجزای اصلی عملکرد در برنج است که می تواند به عنوان معیاری جهت انتخاب ارقام و لاینهای پرمحصول برنج استفاده شود.

#### تجزیه به عاملها

به منظور پیدا کردن علت وجود همبستگی و توصیف رابطه بین ۱۷ صفت مورد مطالعه در ۳۶ ژنوتیپ برنج بر حسب تعداد کمتری شاخص یا عامل که تأثیر گذار بر روی این صفات هستند، تجزیه به عاملها با استفاده از میانگین صفات و به روش تجزیه به مؤلفه های اصلی انجام گردید. (جدول ۶)

در این تجزیه شش عامل اصلی و مستقل ۸۳/۶ درصد از تنوع کل داده ها را توجیه نمودند. که از این مقدار سهم عوامل اول تا ششم به ترتیب ۲۳/۵، ۱۹/۶، ۱۳/۳، ۱۱، ۸/۴ و ۷/۷ درصد می باشد. هرچه میزان واریانس عامل مستقلی بیشتر باشد به اعتبار آن عامل در تفسیر تغییرات کل داده ها افزوده می شود. میزان اشتراک بخشی از واریانس یک متغیر است که به عاملهای مشترک مربوط می شود. که هر چه بیشتر باشد نشان دهنده دقت بیشتر در برآورد واریانس متغیر مربوطه می باشد.

همانطوریکه در جدول مربوطه دیده می شود. میزان اشتراک اکثر صفات بالاست. این امر نشان می دهد که تعداد عامل مورد انتخاب مناسب بوده و عاملهای منتخب توانسته اند تغییرات صفات را به نحو مطلوبی توجیه نمایند. به هر صورت با توجه به عامل اشتراک، صفات روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی و مقدار آمیلوز دارای بیشترین و کمترین دقت برآورد بوده اند.

دو صفت وزن صد دانه و طول برگ بدلیل همبستگی ژنتیکی غیرمعنی دار، ضریب تبیین کم و اثرات مستقیم منفی و کم نمی توانند بعنوان معیار گزینش جهت اصلاح و بهبود عملکرد مطرح باشند. برآورد ضریب تبیین در تجزیه علیت نشان می دهد که ۹۵/۴۶ درصد از تغییرات عملکرد توسط متغیرهای مستقل موجود در مدل توجیه می گردد که با نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام مطابقت دارد.

نتیجه حاصل از تجزیه علیت را می توان به این صورت بیان کرد که دو صفت تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه سالم در خوشه بدلیل دارا بودن ضریب تبیین حدود ۹۰ درصد، همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال یک درصد با عملکرد، اثرات مستقیم بالا و زیاد بودن اثرات غیرمستقیم صفات دیگر از طریق این دو صفت بر عملکرد، می توانند بعنوان معیار گزینش جهت اصلاح عملکرد دانه مطرح باشند.

گزارش های سایر محققین در مورد تجزیه علیت و تعیین مهم ترین معیار انتخاب برای اصلاح عملکرد دانه متفاوت می باشد ولی عمدتاً مهم ترین معیار را اجزای اصلی عملکرد شامل تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه سالم در خوشه و وزن هزار دانه مطرح نمودند. مؤمنی (۱۳۷۴) مهم ترین معیار انتخاب برای اصلاح عملکرد دانه در برنج را تعداد دانه پر در خوشه، تعداد پنجه بارور و وزن صد دانه پیشنهاد نمود. الهقلی پور (۱۳۷۶) با انجام تجزیه علیت روی ارقام برنج گزارش نمودند که افزایش عملکرد دانه عمدتاً در اثر افزایش تعداد دانه در خوشه می باشد. گزارش های نوربخشیان و رضایی (۱۳۷۸) و مهتر و همکاران

جدول ۶- نتایج تجزیه به عاملها برای کلیه صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های برنج

میزان اشتراک	بار عامل						صفات
	ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	
۰/۶۴۲	-۰/۰۴۷	۰/۷۸۳*	۰/۱۱۰	۰/۰۲۵	۰/۱۰۳	۰/۰۵۴	مقدار آمیلوز
۰/۹۷۰	۰/۱۴۶	۰/۰۴۱	-۰/۰۲۷	۰/۹۵۹	۰/۱۶۱	-۰/۰۳۱	روزهای ۵۰ درصد گلدهی
۰/۸۰۳	۰/۰۰۴	-۰/۱۴۹	-۰/۲۴۲	۰/۰۲۸	۰/۸۴۵*	-۰/۰۸۱	طول دانه
۰/۷۵۹	-۰/۱۹۵	-۰/۸۲۳*	-۰/۰۵۴	-۰/۰۵۵	۰/۰۰۹	-۰/۱۹۶	غلظت ژل
۰/۹۶۵	۰/۰۱۳	-۰/۱۵۲	-۰/۷۳۷*	۰/۰۱۶	۰/۶۳۱*	۰/۰۲۸	نسبت طول به عرض دانه
۰/۷۷۴	۰/۰۵۱	۰/۰۸۴	۰/۸۶۵*	-۰/۰۱۱	-۰/۰۲۴	-۰/۱۲۶	عرض دانه
۰/۸۶۸	۰/۰۲۶	۰/۳۱۹	۰/۰۸۳	۰/۲۵۹	۰/۸۲۵*	۰/۱۱۰	وزن صد دانه
۰/۸۹۷	-۰/۰۰۵	۰/۰۹۶	-۰/۲۶۹	-۰/۰۰۴	-۰/۰۷۰	۰/۹۰۰*	مساحت برگ
۰/۷۳۲	۰/۱۵۱	۰/۰۹۲	-۰/۲۶۸	-۰/۱۴۹	۰/۲۶۵	۰/۷۳۲*	طول برگ
۰/۶۷۰	-۰/۰۶۲	۰/۰۹۱	-۰/۱۵۹	۰/۰۹۹	-۰/۲۸۸	۰/۷۳۲*	عرض برگ
۰/۹۶۷	۰/۰۸۷	۰/۰۳۵	-۰/۰۰۲	۰/۹۵۹*	۰/۱۸۱	-۰/۰۷۵	روزهای تا رسیدن کامل
۰/۸۹۳	۰/۶۶۱*	-۰/۴۶۲	۰/۲۹۱	۰/۰۶۹	۰/۲۸۰	۰/۲۷۳	تعداد دانه سالم در خوشه
۰/۷۷۴	-۰/۱۴۲	۰/۰۱۲	۰/۲۶۹	-۰/۰۶۳	۰/۲۱۷	۰/۷۹۴*	ارتفاع بوته
۰/۸۸۴	۰/۲۲۱	۰/۰۹۷	۰/۰۳۵	۰/۲۶۹	۰/۸۵۲*	۰/۱۶۳	وزن خوشه
۰/۷۵۴	-۰/۰۸۶	۰/۰۲۰	۰/۴۱۵	-۰/۰۷۱	۰/۲۰۰	۰/۷۲۷*	طول ساقه
۰/۸۹۹	۰/۵۸۹*	۰/۳۷۲	-۰/۳۰۴	۰/۰۳۸	-۰/۴۷۰	-۰/۳۱۵	تعداد خوشه در بوته
۰/۹۵۵	۰/۹۰۱*	۰/۱۸۵	۰/۰۰۵	۰/۲۳۳	۰/۱۵۴	-۰/۱۷۷	عملکرد
	۷/۷	۸/۴	۱۱	۱۳/۳	۱۹/۶	۲۳/۵	نسبت واریانس توجیه شده
	۸۳/۶	۷۵/۸	۶۷/۴	۵۶/۴	۴۳/۱	۲۳/۵	جمع کل واریانس توجیه شده
	۱/۳۱۴	۱/۴۳۴	۱/۸۷۸	۲/۲۶۲	۳/۲۳۲	۳/۹۸۸	ریشه مشخصه

\* ضرایب معنی دار (ضرایب عاملی بزرگتر از ۰/۵۰ صرفنظر از علامت).

عامل سوم با واریانس ۱۳/۳ درصد دربرگیرنده دو صفت تعداد روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی و تعداد روزهای تا رسیدن کامل با ضرایب عاملی مثبت و معنی دار بود. وجود همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال یک درصد بین این دو صفت نیز مؤید این نکته است. این عامل به عنوان عامل دوره رشد و رسیدگی برنج نامگذاری شد.

عامل چهارم با واریانس ۱۱ درصد شامل صفات عرض دانه با ضریب عاملی منفی و معنی دار و نسبت طول به عرض دانه با ضریب عاملی مثبت و معنی دار بود که به عنوان عامل کیفیت ظاهری دانه نامگذاری شد.

عامل اول با واریانس ۲۳/۵ درصد شامل صفاتی نظیر طول برگ، عرض برگ، مساحت برگ، ارتفاع بوته و طول ساقه ضرایب عاملی مثبت و معنی داری را بخود اختصاص داده اند که به عنوان عامل خصوصیات مرفولوژی گیاه نامگذاری گردید.

عامل دوم با واریانس ۱۹/۶ درصد به همراه عامل ششم با واریانس ۷/۷ درصد در مجموع ۲۷/۳ درصد از تغییرات داده‌های اولیه را توجیه می‌نمایند و به عنوان عامل عملکرد و اجزای عملکرد نامگذاری گردیدند. در این دو عامل صفاتی مانند وزن خوشه، وزن صد دانه، طول دانه و نسبت طول به عرض دانه (مربوط به عامل دوم) و عملکرد دانه، تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه سالم در خوشه (مربوط به عامل ششم) قرار دارند.



نتایج کلی حاصل از این تحقیق را می‌توان به این صورت خلاصه نمود که تعداد خوشه در بوته اثر مستقیم زیادی بر روی عملکرد برنج داشته و تعداد دانه در خوشه در تعیین عملکرد در درجه دوم اهمیت قرار داشت بنابراین از این دو صفت می‌توان به‌عنوان معیارهای گزینش جهت اصلاح عملکرد استفاده نمود. تجزیه عاملها شش عامل را استخراج کرد که ۸۳/۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. عامل دوم با عامل ششم ادغام و در مجموع ۲۷/۳ درصد از تغییرات داده‌های اولیه را توجیه کردند و به‌عنوان عامل عملکرد و اجزای عملکرد نامگذاری شدند. عامل‌های اول، سوم، چهارم و پنجم به ترتیب به‌عنوان عامل خصوصیات مورفولوژی، عامل دوره رشد و رسیدگی برنج، عامل کیفیت ظاهری دانه و عامل کیفیت پخت دانه شناسایی شدند.

در عامل پنجم با واریانس ۸/۴ درصد دو صفت مقدار آمیلوز با ضریب عاملی مثبت و معنی‌دار و درصد ثبات یا غلظت ژل با ضریب عاملی منفی و معنی‌دار قرار دارند که به‌عنوان عامل کیفیت پخت دانه در نظر گرفته می‌شود. وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین این دو صفت نیز مؤید این مطلب است. زینلی‌نژاد (۱۳۷۸) با استفاده از تجزیه به عاملها به روش حداکثر درست‌نمایی و با استفاده از میانگین ۱۳ صفت بر روی ژنوتیپهای برنج گزارش نمود که سه عامل در مجموع ۹۰ درصد از تنوع کل را توجیه کردند. اله‌قلی‌پور و همکاران (۱۳۷۹) در اقدامی مشابه بر روی ۱۰۰ ژنوتیپ برنج گزارش کردند که ۶ عامل اصلی و مستقل ۸۴ درصد تغییرات کل داده‌ها را بخود اختصاص داده‌اند. ضمناً تجزیه به عاملها بر روی ۶۴ ژنوتیپ برنج که توسط درستی (۱۳۷۹) انجام شد منجر به شناسایی ۶ عامل با واریانس تجمعی ۶۷/۹ درصد گردید.

## REFERENCES

## مراجع مورد استفاده

- اله‌قلی‌پور، م. ۱۳۷۶. بررسی همبستگی بین برخی از صفات مهم زراعی با عملکرد از طریق تجزیه علیت در برنج. پایان‌نامه فوق لیسانس، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- اله‌قلی‌پور، م.، م.ص. محمد صالحی و م. تواضع. ۱۳۷۹. بررسی تنوع ژنتیکی و طبقه‌بندی ارقام مختلف برنج. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت).
- درستی، ح. ۱۳۷۹. تعیین تنوع ژنتیکی براساس خصوصیات زراعی لاینهای امید بخش برنج. پایان‌نامه فوق لیسانس. دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.
- زینلی‌نژاد، خ. ۱۳۷۸. مطالعه تنوع ژنتیکی بخشی از ژرم پلاسما برنج ایرانی براساس صفات مورفولوژی و نشانگر رپید (RAPD). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- سیاه‌سر، ب. و ع. رضایی. ۱۳۷۸. بررسی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و تجزیه عاملها برای صفات مورفولوژیک و فنولوژیک در سویا. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۳، جلد ۳. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
- فرشادفر، ع. ۱۳۷۷. چاپ اول. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات. جلد اول. انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه.
- مقدم، م.، س.ا. محمدی شوطی و م. آقایی سربزه. ۱۳۷۳. آشنایی با روشهای آماری چند متغیره. (ترجمه). انتشارات پیشتاز علم.
- مؤمنی، ع. ۱۳۷۴. مطالعه همبستگی‌ها و تجزیه علیت برای تعدادی از صفات مهم زراعی مرتبط با عملکرد در ارقام و هیبریدهای برنج. پایان‌نامه فوق لیسانس، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- نوربخشیان، ج. و ع. رضایی. ۱۳۷۸. مطالعه همبستگی صفات و تجزیه علیت عملکرد دانه در ارقام برنج. مجله علوم زراعی ایران. (۴). جلد اول.
- هنرنژاد، ر. ۱۳۷۴. مطالعه‌ای در ترکیب پذیری و همبستگی برخی از صفات زراعی در شش رقم برنج ایرانی. مجله نهال و بذر. جلد ۱۱. (۴). صفحه ۳۷ تا ۵۲.

11. Acquaah, G., M. W. Adams, & J. D. Kelly. 1992. A factor analysis of plant variables associated with architecture and seed size in dry bean. *Euphytica*. 60:171-177.
12. Denis, J. C. & M. W. Adams. 1972. A Factor analysis of plant variables related to Yield in dry beans. I. Morphological traits. *Crop Sci*. 18:71-78.
13. Dewy, D.R. & K.H. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of component of crested wheat grass seed production. *Agron. J*. 51: 515-518.
14. Garcia de l Moral, L.F., J.M. Ramos, & M. P. Jimenez-Tejada. 1991. Ontogenetic approach to grain production in spring barley based on path-coefficient analysis. *Crop sci*. 31: 1179-1185.
15. Gravois, K. A. & R. S. Helmes. 1992. Path analysis of rice yield and yield component as affected by seeding rate. *Agron. J*. 84(1):1-4.
16. Johnson, R. A. & D. W. Zwiern. 1982. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall Internat. Inc., New York.
17. Jones, D.B. & G. H. Synder. 1987. Seeding rate and row spacing effects on yield and yield component of ratoon rice. *Agron. J*. 79: 627-629.
18. Mehetre, S. S., C.R. Mahajan., P. A. Patil., S.K. Iad, & P. M. Dhumal. 1994. Variability, heritability, correlation, path analysis and genetic divergence studies in upland rice. *IRRI Note* 19(1) : 8-10.
19. Rao, S. P. 1992. Flag leaf: a selection criterion for exploiting potential yields in rice. *Indian. J. Plant physiol*. 35 (3): 265.268.
20. Sandram. T. & S. Palanisamy. 1994. Path analysis in early rice (*Oryza sativa* L.). *Madras Agricultural Journal*. 81(1): 28-29.

## A Study of Relationship between Grain Yield and Yield Components in Rice

H.R.SOUROUSH<sup>1</sup> M. MESBAH<sup>2</sup> AND A. H. HOSSAIN ZADEH<sup>3</sup>

1, Scientific Member, Rice Research Institut of Iran . Rasht

2, Scientific Member, Beet Research Institute, 3, Associate Professor,  
Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran

Accepted. April. 29, 2004

### SUMMARY

In order to determine the relationship between grain yield and yield components, an experiment was conducted to evaluate 36 genotypes of rice using a simple lattice design, in the year 2000. In this study 17 traits including grain yield, number of panicle per plant, number of filled grain per panicle, 100-grain weight, leaf length, leaf width, leaf area, plant height, culm length, amylose content of the grain, gel consistency, panicle weight, grain length, grain width, grain shape, days' to 50% of flowering and maturity were assessed on 10 random plants from each plot. Analysis of variance showed a highly significant difference among the genotypes for all the traits. Also the results showed that the grain yield had a positive and significant genotypic correlation with number of panicle per plant, number of filled grain per panicle, grain weight, grain maturity and days to 50% of flowering. Stepwise regression analysis showed that the maximum variation in grain yield could be attributed to the number of panicle per plant, number of filled grain per panicle, 100-grain weight and leaf length. The results of path analysis indicated that the number of panicle per plant and number of filled grains per panicle were the most important components of high direct effect on grain yield. Factor analysis resulted in six factors that determined 83.6% of the total variation. The second factor along with the sixth factor accounted for 27.3% of total variation and was designated as "yield and yield component" factor. The first, third, fourth and fifth factors were identified as morphological traits, growth and maturity stage, grain appearance and grain cooking quality" factors respectively.

**Key words:** Rice, Genetic correlation, Stepwise regression, Path analysis,  
Factor analysis