دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

روابط همبستگی و تجزیه علیت برخی صفات موثر بر عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های برنج

لیلا آهنگر[۱] و حسین صبوری[۲]

۱- استادیار دانشگاه گنبد کاووس، (نویسنده مسوول: L.ahangar63@gmail.com)
۲- دانشیار، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۲۲

چکیده

برنج یکی از مهم‌ترین محصول غذایی است، لذا شناخت صفات موثر بر تولید و عملکرد آن می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی کاربرد داشته باشد. به‌منظور تعیین شاخص‌های مناسب برای انتخاب ژنوتیپ برتر، بذر ۱۵ ژنوتیپ برنج که شامل ۵ رقم والدینی به نام‌های بینام، دشت، ندا، دمسیاه مشهد و IR62871-175-1-10 و ۱۰ هیبرید که حاصل از یک تلاقی دای‌آلل ۵ × ۵ بود مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس اجرا گردید. در این تحقیق دوازده صفت شامل، ارتفاع بوته، طول و عرض برگ پرچم، طول خوشه، تعداد دانه پر و پوک، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، وزن هزار دانه، تعداد پنجه موثر، وزن خوشه، تعداد سنبلچه در خوشه و عملکرد ارزیابی شدند. عملکرد دانه با صفات عرض برگ پرچم، تعداد دانه پر و وزن خوشه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشته در حالی‌که با صفت طول برگ پرچم همبستگی منفی و معنی‌داری را نشان داد. نتایج رگرسیون گام‌به‌گام با ضریب تبیین ٦٩ درصد نشان داد که وزن خوشه و عرض برگ پرچم مهم‌ترین جزء عملکرد می‌باشند. تجزیه علیت نشان داد که تعداد دانه پر در خوشه (I=۱/۲۷) بیشترین تأثیر مثبت مستقیم را بر عملکرد بذر دارا بود، در حالیکه وزن خوشه (I= -۰/۸۱) بیشترین تاثیر مستقیم منفی را نشان داد ولی این صفت از طریق تعداد دانه پر بیشترین تاثیر غیرمستقیم را بر عملکرد داشته است. ماتریس فاصله اقلیدسی با الگوریتم UPGMA ژنوتیپ‌های برنج را به سه گروه دسته‌بندی نمود. همچنین ضریب کوفنتیک (۰/۸٦) بیانگر همبستگی زیاد ماتریس تشابه و ماتریس حاصل از دندروگرام می‌باشد. در مجموع در بین خصوصیات مورد بررسی، صفاتی نظیر عرض برگ پرچم، تعداد دانه پر و وزن خوشه می‌توانند شاخص‌های مهمی برای گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: برنج، عملکرد، تجزیه خوشه‌ای، ضریب همبستگی

مقدمه

برنج بعد از گندم مهم‌ترین محصول غذایی ایران بوده، لذا شناخت صفات موثر بر تولید و عملکرد برنج می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی برنج کاربرد داشته باشد. یکی از اهداف مهم در اصلاح برنج افزایش عملکرد دانه در واحد سطح است. با توجه به رابطه بین عملکرد دانه و خصوصیات مهم زراعی یافتن شاخص‌های مناسب می‌تواند جهت اعمال گزینش برای بهبود عملکرد دانه نقش بسزایی داشته باشد. در اصلاح نباتات همبستگی بین صفات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا میزان و نوع رابطه بین دو یا چند صفت را تعیین می‌کند. همبستگی بین صفات مختلف می‌تواند بهنژادگر را در گزینش غیرمستقیم با استفاده از صفاتی که اندازه‌گیری آنها ساده‌تر است کمک نماید (۱۰). همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد در برنج توسط محققین مختلفی بررسی شده است. به‌طور مثال همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد پنجه بارور و وزن هزار دانه (۱ و ۳)، شاخص برداشت، تعداد خوشه در بوته و وزن هزار دانه (۳۳)، دانه پر در خوشه و تعداد سنبلچه در خوشه (۱۳ و ۱۴) و درصد باروری، تاریخ ۵۰٪ گلدهی و رسیگی دانه (۲۲ و ۲۶) با عملکرد گزارش شده است.

عملکرد صفت پیچیده‌ای است که تحت تاثیر عوامل زیادی قرار دارد و معمولا به علت پایین بودن وراثت‌پذیری عملکرد، انتخاب مستقیم برای آن چندان موثر نیست. لذا برای اصلاح عملکرد بهتر است از انتخاب غیرمستقیم استفاده شود (۹). هر چند تعیین ارتباط بین صفات مهم با عملکرد بذر دارای اهمیت است، با این وجود محاسبه ضریب همبستگی ماهیت ارتباط صفات را به‌طور کامل مشخص نمی‌کند لذا از تجزیه علیت برای نشان دادن روابط علت و معلولی یک مجموعه از متغییرهای مستقل و وابسته استفاده می‌گردد. به طور کلی، در این روش همبستگی بین دو متغییر وابسته و مستقل به سه بخش شامل ضریب علیت (اثرهای مستقیم متغیر مستقل بر متغیر وابسته)، اثر غیرمستقیم (از طریق متغیرهای همبسته دیگر بر متغیر وابسته اثر می‌گذارد) و اثر ناشی از عوامل ناشناخته (اثرهای باقی‌مانده) تقسیم می‌شود (۲۳). بنابراین می‌توان با تجزیه علیت به اطلاعات تکمیلی دست یافت که عموما در همبستگی‌های ساده مشاهده نمی شود. همبستگی میان صفات و تفکیک آن‌ها به روش تجزیه علیت موضوع مطالعات متعددی بوده است. باقری و همکاران (۴) در مطالعه‌ای بر روی ۲۶ ژنوتیپ مختلف برنج نشان دادند که صفات طول خوشه، تعداد سنبلچه در خوشه، تعداد دانه پر و پنجه بارور در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد داشتند. در حالی‌که تجزیه علیت نشان داد که صفت طول خوشه بیشترین اثر مستقیم (۰/۵۱) را بر روی عملکرد داشته است. در مطالعه‌ی دیگری بر روی پنج ژنوتیپ برنج در سه سطح کود نیتروژنه، صفات تعداد خوشه همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد نشان داد. بررسی تجزیه علیت آن‌ها حاکی از اثر مستقیم و بالای صفت تعداد خوشه بر عملکرد بود (۵). گانگوا و همکاران (۱۱) طی بررسی بر روی ۱۰۱ ژنوتیپ آپلند چینی نشان دادند که طول خوشه و تعداد خوشه در متر مربع بیشترین اثر مستقیم را بر روی عملکرد دارند.

تجزیه خوشه‌ای یکی از روش‌های آماری چند متغیره است که برای تعیین تفاوت‌های بین جوامع مختلف گیاهی و جانوری و دسته‌بندی آنها به گروه‌های مختلف بر اساس فاصله ژنتیکی و یا تشابه ژنتیکی به کار گرفته می‌شود (۲۸). این روش حداقل در دو مورد می‌تواند به به‌نژادگر کمک نماید. یکی پیدا کردن گروه‌های واقعی افراد براساس تشابه ژنتیکی بین آنها و دیگر کاهش داده‌ها و انتخاب افراد محدودی از هر گروه یا دسته (۱۶). لاسالیتا-زاپیکو و همکاران (۱۹) با بررسی تنوع مورفولوژیکی، ۳۲ رقم برنج آپلند جمع‌آوری شده در کشور فیلیپین را با استفاده از تجزیه کلاستر در چهار گروه طبقه‌بندی نمودند، به‌طوری‌که هر گروه از نظر یکسری از صفات مورفولوژیکی برجسته بود. آنها همچنین ضمن تایید گروه‌ها، به کمک تجزیه به مولفه اصلی نشان دادند که دو مولفه اصلی اول ۸۲/۷ درصد از تغییرات کل را توضیح می‌دهند. الله‌قلی‌پور و همکاران (۲) نیز طی مطالعه‌ای بر روی ۹۴ ژنوتیپ مختلف برنج به کمک تجزیه خوشه‌ای به روش دورترین همسایه با برآورد فاصله اقلیدسی با دامنه ۱۳/۸۱-۳۲۶/۳ نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی با در نظر گرفتن صفات مورفولوژیک و فیزیکوشیمیایی در نه گروه متفاوت دسته‌بندی شدند. به‌طوری‌که میزان زیاد ضریب همبستگی کوفنتیک (۰/۸۷) بین ماتریس فاصله اقلیدسی و ماتریس خروجی بیانگر گروه بندی قابل قبول ارقام از نظر صفات مورد بررسی بود.

به‌طورکلی هدف از این بررسی شناخت همبستگی در بین عملکرد دانه در بوته با اجزا عملکرد و مطالعه اثرات مستقیم و غیرمستقیم این صفات با عملکرد دانه در ارقام برنج و هیبریدهای حاصله از آنها در جهت شناسایی صفات مفید به عنوان معیارهای انتخاب در گزینش ژنوتیپ‌های برتر برای بهبود عملکرد برنج باشد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش پنج رقم برنج به نام‌های بینام، دشت، ندا، دمسیاه مشهد و IR62871-175-1-10 در تابستان ۱۳۹۴ بصورت یک طرح دیالل یک طرفه در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس تلاقی داده شدند (جدول ۱). در بهار سال ۱۳۹۵، بذور گیاهان موجود (۵ والد و ۱۰ تلاقی) به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در کرت‌هایی به طول ۲ متر و عرض ۳ متر (۶ متر مربع) با فاصله بوته ۲۵ × ۲۵ سانتی‌متر و با سه تکرار کشت شدند. کلیه عملیات زراعی از قبیل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و کودپاشی مطابق دستورالعمل موسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد. ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر دوازده صفت، با استفاده از میانگین ۱۰ بوته تصادفی پس از حذف ردیف‌های کناری هر کرت، اندازه‌گیری شدند. این صفات عبارتند از صفت ارتفاع بوته (فاصله بین طوقه گیاه از سطح زمین تا انتهای خوشه اصلی بدون در نظر گرفتن ریشک در زمان رسیدن برنج)، طول و عرض برگ پرچم (به ترتیب از قائده برگ پرچم تا نوک برگ و اندازه عریض‌ترین بخش برگ)، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی (فاصله زمانی از زمان نشاءکاری تا ظهور ۵۰٪ خوشه‌ها در زمین)، تعداد پنجه موثر (تعداد پنجه‌های بارور و قابل برداشت در بوته در زمان رسیدن)، طول خوشه (فاصله بین پایه تا نوک خوشه)، تعداد دانه پر و پوک، وزن هزار دانه، وزن خوشه، تعداد سنبلچه در خوشه (تعداد کل سنبلچه در خوشه اصلی در هر بوته در زمان رسیدن) و عملکرد در گیاه می‌باشد. میانگین اندازه‌های مربوط به هر صفت بر اساس مدل آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. پس از تجزیه واریانس، همبستگی بین صفات و رگرسیون گام‌به‌گام با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ انجام شد (۳۰). به‌منظور گروه‌بندی ارقام، ماتریس تشابه نمونه‌ها توسط نرم‌افزار NTsys-pc ویرایش ۲/۰۲ (۲۶) با استفاده از فاصله اقلیدسی محاسبه شد. سپس بر اساس تجزیه خوشه‌ای حاصل از ماتریس تشابه، دندروگرام توسط روش UPGMA ترسیم گردید (۳۱). برای تعیین تعداد مطلوب خوشه‌ها از فرمول $\sqrt{\frac{N}{2}}$ استفاده شد که در آن N تعداد کل ارقام است. از آزمون مانتل برای تعیین همبستگی بین ماتریس‌های تشابه حاصل از تجزیه داده‌ها، استفاده شد (۲۱). برای بررسی همبستگی بین ماتریس کوفنتیک و ماتریس تشابه از فاصله ضریب کوفنتیک به‌عنوان معیاری برای اندازه‌گیری نیکویی برازش[1] خوشه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت. میزان نیکویی برازش در دامنه $0 \leq r < 1$ متغیر می‌باشد (۲۵). در نهایت برای مشخص کردن اثر مستقیم و غیر مستقیم صفات مهم بر عملکرد تجزیه علیّت به وسیله نرم‌افزار PATH انجام شد (۶).

جدول ۱- مشخصات مواد گیاهی مورد استفاده در طرح تحقیقاتی

Table1. Characters of plant material used in the research project

ژنوتیپ‌ها	منشاء	عملکرد	ارتفاع	کیفیت پخت
دشت	اصلاح شده	بالا	پاکوتاه	نیمه مطلوب
ندا	اصلاح شده	بالا	پاکوتاه	نیمه مطلوب
IR62871-175-1-10	معرفی شده	بالا	پاکوتاه	مطلوب
دمسیاه مشهد	محلی	پایین	پابلند	مطلوب
بینام	محلی	پایین	پابلند	مطلوب

1- Goodness of Fit

نتایج و بحث

به‌منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش LSD (P≤۰/۰۱) انجام گرفت. نتایج حاکی از دسته بندی ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مختلف بوده لذا تفاوت بسیار معنی‌دار بین والدین و هیبریدها و همچنین بین دو گروه مورد بررسی وجود دارد (جدول ۲). سپس بر اساس میانگین داده‌ها، ماتریس ضرایب همبستگی بین صفات در کلیه ارقام مورد مطالعه، محاسبه شد (جدول ۳). مشاهدات بر مبنای کلیه ژنوتیپ‌ها نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری را با صفات عرض برگ پرچم (۰/۶*)، تعداد دانه پر (۰/۷۳**) و وزن خوشه (۰/۷۵**) داشته که با نتایج خان و همکاران (۱۷)، پراتاپ و همکاران (۲۴) و الیاسی و همکاران (۷) مطابقت داشت. علاوه بر این صبوری و همکاران (۲۷) طی مطالعه‌ای بر روی ۹ ژنوتیپ برنج در دو الگوی کاشت نشان دادند که تعداد دانه پر در سنبلچه بیشترین اثر مثبت و معنی‌دار را بر روی عملکرد داشت. مجی و شیپو (۲۰) نیز با بررسی ۱۲۳ ژنوتیپ مختلف برنج گزارش کردند که وزن خوشه و تعداد پنجه بارور همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد نشان داده است. در بررسی دیگری بر روی ۱۰ والد و هیبریدهای حاصله از آن‌ها تحت شرایط تنش شوری، صفات تعداد پنجه بارور، طول خوشه، درصد گلچه بارور و تعداد دانه پر در خوشه همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد نشان دادند (۱۲). بدین ترتیب انتظار می‌رود که با افزایش عرض برگ پرچم، تعداد دانه پر و وزن خوشه، صفت عملکرد برنج به‌طور قابل توجهی افزایش یابد. از سویی عملکرد با صفت طول برگ پرچم همبستگی منفی و معنی‌داری (* ۰/۵۳-) را نشان داده است در حالی‌که با صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد پنجه بارور و تعداد سنبلچه در خوشه همبستگی مثبت و غیرمعنی‌دار را نشان داد که با نتایج خیر و همکاران (۱۸) منطبق بود.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مختلف برای تمامی ژنوتیپ‌ها (والدین + تلاقی‌ها) به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن
Table 2. Mean comparison of different characteristics for all genotypes (parents + crosses) by Duncan's multiple

ژنوتیپ	ارتفاع	عرض برگ پرچم	طول برگ پرچم	طول خوشه	روزاز نشاءتا ۵۰٪ گلدهی	تعداد دانه پر در خوشه	تعدادسنبلچه در خوشه	وزن هزار دانه
۱	۱۸۷/۶^{ab}	۱/۳۵^{def}	۴۶/۸^{a}	۳۰/۳^{bcd}	۷۸/۶^{abcd}	۱۰۱/۲^{bcd}	۱۳۱/۴^{def}	۲۵/۳^{e}
۲ × ۱	۱۸۹/۷^{a}	۱/۴۶^{cdef}	۴۷/۸^{a}	۳۰/۵^{bcd}	۸۵^{a}	۱۲۲/۹^{a}	۱۴۶^{bcd}	۲۴/۶^{ef}
۳ × ۱	۱۸۳/۹^{ab}	۱/۳۲^{f}	۴۳/۵^{abc}	۳۰/۲^{bcd}	۸۰/۳^{abc}	۱۱۹/۵^{ab}	۱۴۱/۸^{cde}	۲۷/۳^{cd}
۴ × ۱	۱۷۶/۷^{abc}	۱/۳۹^{cdef}	۴۴/۹^{ab}	۳۳/۲۵^{a}	۷۶^{cd}	۵۰/۴^{e}	۱۸۵/۶^{a}	۲۷/۳^{cd}
۵ × ۱	۱۸۷/۷^{ab}	۱/۳۴^{ef}	۴۷/۳^{a}	۳۱/۱^{abcd}	۸۰/۶^{abc}	۹۰/۳^{d}	۱۲۴/۵^{def}	۲۵/۶^{e}
۲	۱۰۷/۵^{e}	۱/۵۷^{bc}	۳۴/۸^{d}	۲۲/۷^{f}	۷۷/۳^{bcd}	۱۲۴/۲^{a}	۱۶۶/۶^{ab}	۳۰/۳^{ab}
۳ × ۲	۱۷۵/۸^{bc}	۱/۵^{bcdef}	۴۳/۶^{abc}	۳۱^{abcd}	۸۱/۶^{abc}	۸۱/۶^{d}	۱۵۶/۰۷^{bc}	۳۰/۶^{a}
۴ × ۲	۱۱۰/۳^{e}	۱/۵۳^{bcde}	۳۶/۴^{cd}	۲۶/۶^{e}	۷۵^{cd}	۸۶/۱^{d}	۱۳۰/۷^{def}	۲۸/۶^{bc}
۵ × ۲	۱۱۲/۵^{e}	۱/۵^{bcdef}	۳۸/۳^{bcd}	۲۴/۵^{ef}	۷۷^{bcd}	۹۳/۱^{cd}	۱۲۱/۳^{ef}	۲۹/۶^{ab}
۳	۱۸۰/۳^{ab}	۱/۳۴^{ef}	۴۳^{abcd}	۳۱/۰۴^{abcd}	۸۱/۶^{abc}	۸۶/۰۶^{d}	۱۱۴/۹^{f}	۲۹/۵^{ab}
۴ × ۳	۱۸۰/۷^{ab}	۱/۳۲^{f}	۴۳^{abcd}	۲۹/۹^{cd}	۷۹^{abcd}	۱۲۵/۸^{a}	۱۳۶/۱^{cdef}	۲۹/۳^{ab}
۵ × ۳	۱۷۶/۴^{abc}	۱/۳۲^{f}	۴۳/۱^{abcd}	۲۹/۷^{cd}	۷۹/۶^{abc}	۱۱۲/۵ ^{abc}	۱۲۶/۸^{def}	۲۶^{de}
۴	۱۱۵/۸^{e}	۱/۵۴^{bcd}	۳۵/۶^{cd}	۲۹/۵^{d}	۷۲/۳^{d}	۱۲۱/۸^{ab}	۱۶۵/۹^{ab}	۲۳/۳^{f}
۵ × ۴	۱۶۲/۵^{d}	۱/۶^{ab}	۳۹^{abcd}	۳۲/۵^{ab}	۷۶^{cd}	۱۲۴/۶^{a}	۱۸۵/۹^{a}	۲۵/۳^{e}
۵	۱۶۴/۱^{cd}	۱/۷۹^{a}	۳۷/۵^{bcd}	۳۲/۱۱^{abc}	۸۳/۳^{ab}	۱۳۳/۹^{a}	۱۸۰/۸^{a}	۲۳/۳^{f}
LSD ۰/۰۱	۱۲/۰۳	۰/۱۷۴	۷/۳۴	۲/۱۶	۳/۶۱	۱۹/۵۲	۲۰/۹۸	۱/۵۲

ادامه جدول ۲

ژنوتیپ	وزن خوشه	عملکرد	تعداد پنجه موثر	تعداد دانه پوک خوشه
۱	۲/۸۲^{cd}	۳۲۴۲/۳^{f}	۱۴/۶^{bc}	۳۰/۹^{def}
۲ × ۱	۲/۹۶^{bcd}	۴۴۳۳/۹^{de}	۱۱/۶^{d}	۲۲/۹^{fgh}
۳ × ۱	۳/۱۷^{bcd}	۴۵۵۷/۴^{de}	۱۱/۲^{de}	۱۷/۴^{hi}
۴ × ۱	۱/۴۴^{e}	۲۸۸۶/۵^{f}	۱۵^{bc}	۱۳۱/۸^{a}
۵ × ۱	۳/۱۸^{bcd}	۴۲۳۲/۷^{e}	۱۱/۹^{d}	۱۸/۶^{ghi}
۲	۳/۶ ^{ab}	۵۹۱۶/۹^{ab}	۱۶/۰۳^{ab}	۱۷/۴^{hi}
۳ × ۲	۲/۶^{d}	۴۹۵۲/۸^{cde}	۱۳/۵^{c}	۵۷/۵^{bc}
۴ × ۲	۲/۵۶^{d}	۳۱۹۴/۹^{f}	۹/۹^{e}	۴۳/۶^{cd}
۵ × ۲	۲/۶۶^{d}	۴۷۸۶/۵^{cde}	۱۳/۹^{c}	۲۷/۵^{efg}
۳	۳/۵۳^{f}	۴۱۱۶/۴^{e}	۱۳/۵^{c}	۱۳/۱۸^{ij}
۴ × ۳	۳/۵^{abc}	۴۹۰۳/۷^{cde}	۱۱/۷۵^{d}	۱۰/۱^{j}
۵ × ۳	۳/۱۲^{bcd}	۴۶۵۲/۲^{de}	۱۱/۷^{d}	۱۳/۱۸^{ij}
۴	۳/۲۴^{bcd}	۵۵۶۰/۲^{bc}	۱۰/۳^{de}	۳۸/۹^{cde}
۵ × ۴	۳/۶۷^{ab}	۵۱۳۵/۳^{bcd}	۱۱/۷^{d}	۷۲/۴^{b}
۵	۳/۹۹^{a}	۶۴۹۶^{a}	۱۶/۷^{a}	۳۰/۹^{def}
LSD ۰/۰۱	۰/۷۴۷	۷۹۵/۱	۲/۶۱	۳/۹۱

۱- دمسیاه مشهد ۲- ندا ۳- بینام ۴-IR62871-175-1-10 ۵- دشت

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده برای صفات مختلف در ۱۵ ژنوتیپ برنج
Table 3. Correlation coefficient for different triats in 15 rice genotypes

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱- روز تا گلدهی	-										
۲- طول خوشه	۰/۳										
۳- عرض برگ پرچم	-۰/۱۱	-۰/۰۹									
۴- ارتفاع	۰/۶**	۰/۷۷**	-۰/۴۹								
۵-طول برگ پرچم	۰/۵*	۰/۵۷*	-۰/۶۶**	۰/۸۹**							
۶-تعداد دانه پوک	-۰/۳۹	۰/۳۲	۰/۴	-۰/۱۳	-۰/۰۸						
۷-تعداد دانه پر	۰/۱۶	-۰/۱۴	۰/۳۸	-۰/۰۸	-۰/۳۰۵	-۰/۴۶					
۸-وزن هزار دانه	-۰/۰۳	-۰/۴۹	-۰/۳	-۰/۲۱	-۰/۱۱	-۰/۱۵	-۰/۳۹				
۹-تعداد پنجه موثر	۰/۲۷	-۰/۰۸	۰/۳	۰/۰۲	-۰/۰۷	۰/۱۳	-۰/۰۹	۰/۱۳			
۱۰-وزن خوشه	۰/۲۶	-۰/۰۷	۰/۳۶	-۰/۰۱	۰/۳۱	-۰/۵۷*	۰/۸۲**	-۰/۲۲	۰/۰۳		
۱۱-تعداد سنبلچه	-۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۶۵**	-۰/۱۱	-۰/۳۱	۰/۶**	۰/۱۶	-۰/۳۲	۰/۳۱	۰/۰۰۴	
۱۲-عملکرد	۰/۱۵	-۰/۱۸	۰/۶*	-۰/۲۷	-۰/۵۳*	-۰/۲۵	۰/۷۳**	-۰/۱۵	۰/۲۴	۰/۷۵**	۰/۴۶

* و **: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱

برای تعیین سهم اثرات تجمعی صفات در تعیین عملکرد برنج از روش رگرسیون گام‌به‌گام استفاده گردید. برای این منظور عملکرد در واحد سطح به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل انتخاب و صفات کم‌تأثیر و یا بی‌تأثیر از مدل حذف گردیدند. در نهایت تنها دو صفت وزن خوشه و عرض برگ پرچم به‌عنوان صفت تأثیرگذار وارد مدل شدند به‌طوری‌که هر کدام به ترتیب ۰/۵۶ و ۰/۱۳ درصد از تغییرات عملکرد در هکتار را توجیه نمودند که با توجه به مقادیر t استیودنت معنی‌دار شدند (جدول ۴). در نتیجه در این آزمایش معادله رگرسیون $Y= -2431.6 + 991\ X_1 + 2734\ X_2$ به دست آمد که Y عملکرد در واحد تن بر هکتار و X_1 وزن خوشه و X_2 عرض برگ پرچم می‌باشد. با توجه به نتیجه همبستگی، رابطه قوی بین عملکرد و وزن خوشه، تعداد دانه پر در خوشه و عرض برگ پرچم وجود داشت. بنابراین در نگاه اول به نظر می‌رسد که از صفات فوق می‌توان در جهت بهبود عملکرد و انجام گزینش برای دستیابی به این هدف استفاده کرد. لذا جهت تفسیر بهتر نتایج به دست آمده از همبستگی و رگرسیون گام‌به‌گام و تعیین سهم اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای وارد شده در مدل رگرسیون گام‌به‌گام از تجزیه علّیت استفاده گردید. در جدول ۵، نتایج تجزیه علیت اشاره شده است. نتایج تجزیه علیت حاکی از این است که صفت تعداد دانه پر در خوشه بزرگ‌ترین اثر مستقیم (۱/۲۷۵) را بر عملکرد داشته است. اثرات غیر مستقیم این صفت از طریق عرض برگ پرچم، طول برگ پرچم و وزن خوشه به ترتیب برابر با ۰/۳۲، ۰/۲۰۵- و ۰/۶۶- بود (شکل ۱).

جدول ۴- رگرسیون گام‌به‌گام برای عملکرد به‌عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها به‌عنوان متغیرهای مستقل در برنج
Table 4. Stepwise regression analysis of yield (dependent) with other studied traits (indepent) in rice genotypes

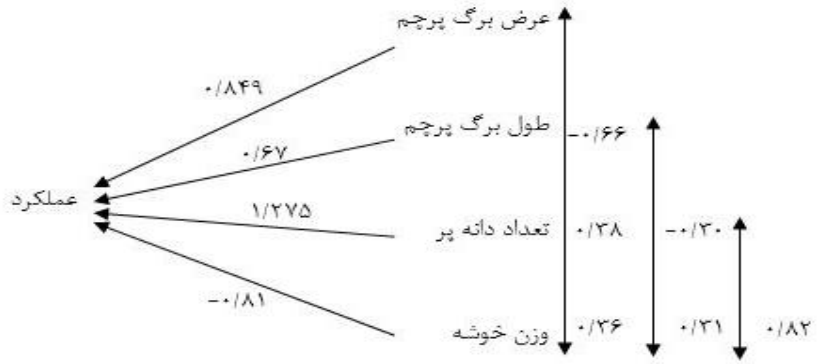
متغیر اضافه شده به مدل	مراحل رگرسیون گام به گام	
	۱	۲
عدد ثابت	۸۶۶/۶۹	-۲۴۳۶/۶
وزن خوشه	۱۲۱۷/۲**	۹۹۱**
عرض برگ پرچم	-	۲۷۳۴*
ضریب تبین R^2	۰/۵۶	۰/۶۹

*و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۵- میزان اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات مختلف بر عملکرد برنج
Table 5. Direct and indirect effects of different traits on rice yield

صفات	اثر مستقیم	اثرات غیر مستقیم			همبستگی با عملکرد
		عرض برگ پرچم	طول برگ پرچم	تعداد دانه پر	وزن خوشه
عرض برگ پرچم	۰/۸۴۹	-	-۰/۴۴۳	۰/۴۸۴	-۰/۲۹۲	۰/۶
طول برگ پرچم	۰/۶۷	-۰/۵۶	-	-۰/۳۹	-۰/۲۵۱	-۰/۵۳
تعداد دانه پر	۱/۲۷۵	۰/۳۲۲	-۰/۲۰۵	-	-۰/۶۶۴	۰/۷۳
وزن خوشه	-۰/۸۱	۰/۳۰۵	۰/۲۰۷	۱/۰۴۵	-	۰/۷۵

اثرات باقی‌مانده ($\sqrt{1-R2}$ =۰/۷۲۲)



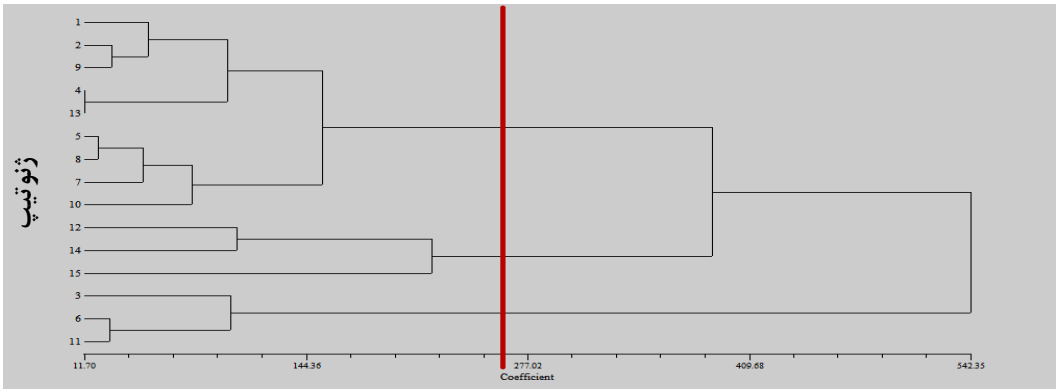
شکل ۱- دیاگرام تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد و صفات وابسته
Figure 1. Path analysis diagram for yield and associated triats

در تطابق با نتایج این تحقیق خیر و همکاران (۱۸)، هیرمنسیس و همکاران (۱۳) و جهانی و همکاران (۱۵) نیز نشان دادند تعداد دانه پر، بیشترین تاثیر مستقیم را بر عملکرد برنج داشته است. همچنین نتایج تجزیه علیت گوپیکانان و گانش (۱۲) نیز حاکی از اثر مستقیم و بالای صفات تعداد پنجه بارور و تعداد دانه پر در خوشه بر عملکرد بود. علاوه بر این، دو صفت عرض برگ پرچم (۰/۸۴۹) و طول برگ پرچم (۰/۶۷) نیز اثرات مستقیم و مثبتی را بر عملکرد نشان دادند. در حالی‌که وزن خوشه کمترین اثر مستقیم (۰/۸۱-) را بر عملکرد نشان داد در حالی‌که این صفت از طریق تعداد دانه پر در خوشه بیشترین اثر غیرمستقیم (۱/۰۴) را بر عملکرد داشته است. به طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد صفت وزن خوشه با بزرگترین ضریب همبستگی و بالاترین R^2، حدود ۰/۵۶ درصد کل تغییرات عملکرد را توجیه می‌نماید. این نتایج حاکی از تایید نتایج رگرسیون توسط تجزیه علیت بوده که در تطابق با نتایج ازیکو و محمد (۸) بود. همچنین اثرات باقی‌مانده برای این تجزیه ۰/۷۲۲ می‌باشد که نشان‌دهنده این است که بر اساس ۴ صفت مورد مطالعه در تجزیه علیت، سهم این اجزا بر عملکرد دانه حدود ۲۷/۸٪ بوده لذا مقدار ۷۲/۲ ٪ از این تغییرات سهم عوامل دیگری است که مورد مطالعه قرار نگرفته اند. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس تمامی صفات مورد مطالعه با استفاده از روش UPGMA و ماتریس تشابه صفات، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در سه گروه مجزا تقسیم نمود (شکل ۲). در محاسبه ضریب کوفنتیک که نشان‌دهنده همبستگی بین ماتریس و دندروگرام حاصله می‌باشد، مقدار r=۰/۸۶ به‌دست آمد که بیانگر همبستگی بالا ماتریس تشابه و ماتریس حاصل از دندروگرام می‌باشد. بر اساس دندروگرام حاصله رقم دمسیاه به همراه دو تلاقی IR62871-175-1-10 × ندا و دمسیاه × IR62871-175-1-10 در گروه اول قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های این گروه از بیشترین ارتفاع، طول برگ پرچم و عملکرد پایین نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند (جدول ۶). در حالی‌که ارقام ندا، دشت و IR62871-175-1-10 در گروه دوم جای داده شدند. ارقام این گروه از نظر عملکرد، تعداد دانه پر، تعداد سنبلچه در خوشه، وزن خوشه، طول خوشه و طول کم برگ پرچم و ارتفاع نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برتری معنی‌داری را دارا بودند. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار بین ارتفاع و صفت عملکرد، ارقام حاضر در این گروه با داشتن کمترین ارتفاع و بیشترین عملکرد دارای اهمیت اصلاحی از نظر این صفات می‌باشند. هیبریدهای بینام × دشت، بینام × ندا، بینام × دمسیاه و IR62871-175-1-10 × بینام که حاصل تلاقی رقم بینام با سایر ارقام است به همراه دیگر تلاقی‌ها در گروه سوم قرار گرفتند. این گروه از ژنوتیپ‌ها با دارا بودن بیشترین طول برگ پرچم، تعداد دانه پر و تعداد سنبلچه در خوشه از عملکرد بالایی نسبت به گروه اول برخوردار بودند، لذا این ژنوتیپ‌ها را می‌توان به‌عنوان هیبریدهای مناسب در نظر داشت.

سهرابی و همکاران (۳۲) طی بررسی ۵۰ ژنوتیپ آپلند برنج بر اساس عملکرد و اجزای عملکرد بر اساس تجزیه و تحلیل کلاستر با استفاده از روش UPGMA، این توده‌ها را به شش گروه طبقه‌بندی نمودند. به‌طوری‌که گروه سوم با ۲۷ ژنوتیپ بزرگترین دسته را به خود اختصاص داد. ژنوتیپ‌های این گروه بیشترین میزان را از نظر ارتفاع، تعداد روز تا رسیدگی و طول خوشه به خود اختصاص داده بودند. در حالی که گروه پنجم با یک ژنوتیپ کوچک‌ترین دسته را دارا بود. این گروه از نظر تعداد پنجه بارور، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد و تعداد دانه پر بیشترین مقدار را نشان دادند. خیر و همکاران (۱۸) طی بررسی عملکرد و اجزای عملکرد در ۶۰ ژنوتیپ آپلند برنج، آن‌ها را بر اساس روش وارد در ۷ گروه دسته‌بندی نمودند.

با توجه به وجود تنوع کافی در بین مواد مورد بررسی، گزینش جهت بهبود صفات زراعی مورد نظر می‌تواند مفید باشد. به دلیل اینکه عملکرد صفتی کمّی بوده و همچنین به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد، لذا دست‌ورزی و گزینش مستقیم برای عملکرد مؤثر نخواهد بود، امّا از طریق بهبود اجزای عملکرد و صفاتی که دارای همبستگی مثبت با عملکرد می‌باشند (از قبیل وزن خوشه، تعداد دانه پر در خوشه و عرض برگ پرچم) می‌توان به هدف مذکور امیدوار بود. در

ضمن با توجه به کلیه بررسی‌های صورت گرفته و نتایج حاصل از جداول تجزیه‌های مختلف و با توجه به این که هدف از اجرای این طرح ارزیابی عملکرد ارقام و صفات موثر بر عملکرد در منطقه مورد آزمایش بود، معلوم گردید که ارقام ندا، دشت و IR62871-175-1-10 نسبت به ارقام دیگر و همچنین هیبریدهایی گروه سوم به خصوص R62871-175-1-10× دشت، از نظر عملکرد برتری قابل ملاحظه‌ای را داشتند. لذا استفاده از این ژنوتیپ‌ها در برنامه اصلاحی می‌تواند نتایج مناسبی را در بر داشته باشد. از سویی پیشنهاد می‌گردد جهت انتخاب صحیح‌تر هیبریدها، بهتر است ارزیابی‌های دیگری نیز در محیط‌های تنش‌دار مانند شوری، خشکی و ... انجام گردد.



شکل ۲- دندروگرام UPGMA بر اساس دوازده صفت برای گروه‌بندی ۱۵ ژنوتیپ برنج بر اساس DISD . در محور عمودی ژنوتیپ‌های مورد بررسی و در محور افقی، ضریب تشابه ذکر شده است. ۱- دمسیاه × ندا، ۲- دمسیاه × بینام، ۳- دمسیاه × IR62871-175-1-10، ۴- دمسیاه × دشت، ۵- ندا × بینام، ۶- ندا × IR62871-175-1-10، ۷- ندا × دشت، ۸- بینام × IR62871-175-1-10، ۹- بینام × دشت، ۱۰- IR62871-175-1-10 × دشت، ۱۱- دمسیاه مشهد، ۱۲- ندا، ۱۳- بینام، ۱۴- IR62871-175-1-10، ۱۵- دشت

Figure 2. UPGMA dandogram based on twelve traits for grouping 15 genotypes on the basis DISD. On the vertical and horizontal axis listed genotypes studied and similarity coefficient, respectively.

جدول ۶- میانگین صفات مورد مطالعه در گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش UPMGA

Table 6. Means traits in the cluster analysis on the basis UPMGA method

صفات مورد بررسی	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
۱- روز تا ۵۰٪ گلدهی	۷۶/۵	۷۷/۶	۷۹/۹
۲- طول خوشه	۳۰/۰۸	۲۸/۱۳	۲۹/۹
۳- عرض برگ پرچم	۱/۴۲	۱/۶۳	۱/۴۲
۴- ارتفاع	۱۵۸/۲	۱۲۹/۱۸	۱۷۱/۱۸
۵-طول برگ پرچم	۴۲/۷	۳۶/۰۱	۴۳/۳
۶-تعداد دانه پوک	۱/۷۴	۱/۴۴	۱/۳۷
۷-تعداد دانه پر	۷۹/۲	۱۲۶/۶	۱۰۸/۸
۸-وزن هزار دانه	۲۷/۱	۲۵/۶	۲۷/۳
۹-تعداد پنجه موثر	۱۳/۱۷	۱۴/۳۶	۱۲/۱۹
۱۰-وزن خوشه	۲/۲۷	۳/۶	۳/۱
۱۱-تعداد سنبلچه	۱۴۹/۲	۱۷۱/۱۳	۱۴۲/۳
۱۲-عملکرد	۳۱۰۷/۸	۵۹۹۱/۱	۴۷۰۶/۸

منابع

1. Akhtar, N., M.F. Nazir, A. Rabnawaz, T. Mahmood, M.E. Safdar, M. Asif and A. Rehman. 2011. Estimation of heritability, correlation and path coefficient analysis in fine grain rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Animal Plant Science, 21: 660-664.
2. Allah Gholipor, M., A. Farshadfar and B. Rabie. 2014. Morphologic and physicochemical diversity among different genotypes of rice grain using factor analysis and cluster analysis. Cereal research, 4: 293-307 (In Persian).
3. Amin Panah, H. and P. Sharaifi. 2012. Path analysis yield and component yield in rice (*Oryza sativa*) in competition with *Echinochloa crus-galli* weeds. Journal of crop production and processing, 9: 105-120 (In Persian).
4. Bagheri, 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.
5. Cypriem, M. and V. Kumar. 2011. Correlation and Path coefficient analysis of rice cultivars data. Journal of Reliability and Statistical Studies, 4: 119-131.

6. Dewey, D.R. and K.I. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of created wheat grass seed production. Agronomy Journal, 51: 515-518.
7. Elyasi, S., V. Mollasadeghi and S.H. Abdollahi. 2016. Study the relationship of Some Morphological traits with seed yield in rice genotypes. Journal of Crop Breeding, 8: 184-190.
8. Ezeaku, I.E. and S.C. Mohammed. 2006. Character association and path analysis in grain sorghum. African Journal of Biotechnology, 5(14): 1337-1340.
9. Farshadfar, A.H. 1997. Plant Breading Methodology. Razi University Press, 310 pp.
10. Fraser, J. and G. Eaton. 1983. Applications of yield component analysis to crop research. Field Crop Abstracts, 36: 787-797.
11. Ganghua, L., J. Zhang, C. Yang, Y. Song, C.H. Zheng, S.H. Wang, Z.H. Liu and Y. Ding. 2014. Optimal yield-related attributes of irrigated rice for high yield potential based on path analysis and stability analysis. The crop Journal, 2: 235-243.
12. Gopikannan, M. and S.K. Ganesh. 2013. Inter-relationship and Path Analysis in Rice (*Oryza sativa* L.) under Sodicity. Indian Journal of science and technology, 9: 201-211.
13. Hairmansis, A., B. Kustianto and S. Suwarno. 2010. Correlation analysis of agronomic characters and grain yield of rice for tidal swamp areas. Indonesian Journal Agriculture Science, 11: 11-15.
14. Islam, M.A., S.A. Raffi, M.A. Hossain and A.K. Hasan. 2015. Character association and path coefficient analysis of grain yield and yield related traits in some promising early to medium duration rice advanced. International Journal of Experimental Agriculture, 5: 8-12.
15. Jahani, M., G.H. Nematzade and G.H. Mohammadi Nejad. 2015. Evaluation of agronomic traits associated with grain yield in rice using regression and path analysis, 7: 115-122.
16. Jobson, J.D. 1992. Applied Multivariate Data Analysis. Volume H, Categorical and Multivariate Methods. Springer-Verlag, New York, 23: 65-86.
17. Khan, A.S., M. Imran and M. Ashfaq. 2009. Estimation of genetic and environmental variability in soybeans. Agronomical Journal, 47: 314-318.
18. Khare, R., A.K. Singh, S. Eram and P.K. Singh. 2014. Genetic variability, association and diversity analysis in upland rice. SAARC Journal of Agriculture, 12: 40-51.
19. Lasalita-Zapico, F.C., J.A. Namocatcat and J.L. Carino-Turner. 2010. Relative efficiency of morphological characters and molecular markers in the establishment of an apricot core collection. Heredity, 149: 163-172.
20. Maji, A.T. and A.A. Shaibu. 2012. Application of principal component analysis for rice germplasm characterization and evaluation. Journal of Plant Breeding and Crop Science, 4: 87-93.
21. Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. Cancer research, 27(1): 209-220.
22. Mesbah, M., H.R. Soaroush and A.H.H. Zadeh. 2004. A study of relationship between grain yield components in rice. Iranian Journal of Agriculture Science, 5: 983-993
23. Nurbakhshian, J. and A. Rezaei. 1996. Correlation and path analysis of rice grain yield and rice grain yield path analysis. Iranian journal of crop science, 1: 55-56.
24. Pratap, N., P.K. Singh, R. Shekhar, S.K. Soni and A.K. Mall. 2012. Genetic variability, character association and diversity analyses for economic traits in rice (*Oryza sativa* L.). SAARC Journal of Agriculture, 10: 83-94
25. Rohlf, F.J. 1998. NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.02. Exeter Software: Setauket, NY
26. Rohlf, F.J. 2000. NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.1. Exeter Software: Setauket, NY,
27. Sabori, H., A. Rezai, S.A.M. Mirmohammady Maibody and M. Esfahani. 2005. Path Analysis for Rice Grain Yield and Related Traits in Tow Planting Patterns. Journal of Water and Soil Science, 9: 113-129.
28. Sabori, H., M. Nahvi, A. Torabi and M. Kanoni. 2008. Classification of rice varieties at different levels from the osmotic potential of sorbitol based on cluster analysis and fisher linear functions. Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding, 28-30 August, Karadj, Iran, Crop Science Society, 7: 327-340.
29. Sadeghi, S.M. 2011. Heritability, phenotypic correlation and path coefficient studies for some agronomic
characters in landrace rice varieties. World Applied Science Journal, 13: 1229-1233.
30. SPSS-Inc. 2010. IBM SPSS statistics 19 core system user's guide, USA: SPSS Inc., an IBM Company Headquarters.
31. Sneath, P.H. and R.R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. Freeman and company Sanfrancisco, 573 pp.
32. Sohrabi, M., M.Y. Raffi, M.M. Hanafi, A. SitiNor Akmar and M.A. Latif. 2012. Genetic Diversity of UplandRice Germplasm in Malaysia Based on Quantitative Traits. The Scientific World Journal, 9-19 pp.
33. Ullah, M.Z., M.K. Bashar, M.S.R. Bhuiyan, M. Khalequzzamana and M.J. Hasan. 2011. Interrelationship and cause-effect analysis among morpho-physiological traits in biroin rice of Bangladesh. International Journal of Plant Breeding and Genetics, 5: 246-254.

Correlation and Path Analysis of Some Yield Determine Traits in Rice Genotypes

Leila Ahangar[1] and Hossein Sabori[2]

1- Assistant Professor of Gonbad Kavous University, (Corresponding author: l.ahangar63@gmail.com)
2- Associated Professor, of Gonbad Kavous University
Received: April 24, 2017 Accepted: August 13, 2017

Abstract

Rice is one of the most important food crops, thus identification of definitive traits on the yield can be used in breeding programs. In order to determine the best suitable morphological markers for selection of superior genotypes, seeds of 15 rice genotypes including 5 varieties (namely: Binam, Dasht, Neda, Mashhad Domsiah and IR62871-175-1-10) and their 10 F1 hybrids of corresponding variates from a 5 × 5 one-way diallel cross were evaluated using a randomized complete block design with 3 replicates. This research was performed at Gonbad Kavous University Research Farm in 2016. Twelve traits including plant height, length and width of flag leaf, panicle length, number of unfilled and filled grain, days to 50% flowering, 1000 grain weight, number of fertile tillers, panicle weight, number of spikelets per spike and yield were evaluated. Results of correlation analysis showed that the grain yield had significant and positive correlation with flag leaf width, number of filled grain and panicle weight, while showed a negative significant correlation with flag leaf length. Stepwise regression analysis (correlation coefficient 69%) indicated that panicle weight and flag leaf width are the most important components of grain yield. Also, path analysis revealed that the number of filled grains per panicle (I=1.27) showed the highest positive direct effect on yield. Despite this, the panicle weight (I= -0.81) showed the highest negative direct effect, however, this trait had the highest indirect effect through number of filled grain. Genotypes were clustered in 3 groups based on UPGMA method. Also, cophenetic correlation coefficient (0.86) indicated a high correlation between similarity matrix and the matrix resulted from the cluster analysis. Overall, the characteristics of the studied traits such as flag leaf width, number of filled grain and panicle weight can be important criteria for selection of high yield genotypes.

Keywords: Correlation analysis, Cluster analysis, Rice, Yield