مطالعه روابط بین صفات زراعی و مرفولوژیکی در لاین‌های امید بخش برنج و گروه‌بندی آن‌ها با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

سعید بخشی‌پور[1*]، علی گزانچیان[2]، علی محدثی[3]، مجید نحوی[4] و رقیه رازقی جدید[5]

چکیده

این تحقیق با هدف تعیین عوامل موثر بر عملکرد دانه و بررسی روند بهبود صفات روی هفت لاین امید بخش برنج در موسسه تحقیقات برنج کشور معاونت مازندران (آمل) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی صفاتی مانند ارتفاع بوته، طول خوشه، وزن خوشه، تعداد دانه پر و مساحت برگ پرچم با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار بود. تجزیه رگرسیون نیز نشان داد که موثرترین صفات بر عملکرد دانه شامل وزن خوشه، تعداد کل پنجه و تعداد دانه پر می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه علیت بیانگر آن بود که صفات وزن خوشه و تعداد دانه پر به دلیل دارا بودن اثرات مستقیم زیاد بر عملکرد دانه می‌توانند به عنوان یک شاخص در جهت افزایش عملکرد دانه مطرح باشند. تجزیه خوشه‌ای به روش واریانس مینیمم وارد و با معیار فاصله اقلیدسی برای صفات مورد مطالعه، ژنوتیپ‌ها را به سه گروه مختلف تقسیم کرد. گروه دوم شامل لاین شماره ۲ به دلیل داشتن مقادیر بالای عملکرد، ارتفاع بوته، تعداد دانه پر، طول خوشه، مساحت برگ پرچم و وزن خوشه به عنوان بهترین گروه انتخاب شد. بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که مهم‌ترین عوامل موثر بر افزایش عملکرد برترین لاین‌های امید بخش برنج، بهبود وزن خوشه و دانه پر بوده است.

واژه‌های کلیدی: برنج، تنوع ژنتیکی، تجزیه علیت، تجزیه خوشه‌ای، عملکرد دانه

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۱

۱- کارشناس ارشد بخش تحقیقات ژنومیکس، مدیریت پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شمال کشور (رشت)، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران.

۲- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (مشهد)

۳- کارشناس ارشد ایستگاه تحقیقات برنج تنکابن

٤- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت)

۵- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن

* مسئول مکاتبات: **sa_bakhshipour@yahoo.com**

مقدمه

برنج از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است و از لحاظ اهمیت و میزان تولید دانه بعد از گندم، رتبه دوم را در بین غلات به خود اختصاص داده است (Arzani, 2005). یکی از اهداف مهم در اصلاح برنج، افزایش عملکرد دانه در واحد سطح می‌باشد (Fathi *et al*., 2000). عملکرد دانه و بسیاری از صفات مهم گیاهی، به عنوان صفات پیچیده ژنتیکی تحت تاثیر فاکتورهای مختلفی قرار می‌گیرند، لذا انتخاب مستقیم برای آن‌ها با مشکلاتی همراه است، ولی به نظر می‌رسد با شناسایی عوامل موثر و فاکتورهای تعیین کننده بتوان عملیات گزینش را تسهیل و تسریع کرد (Lin, 1978). از این رو، تعیین همبستگی بین صفات مختلف، به ویژه عملکرد دانه و اجزای آن و نیز تعیین روابط علیت در بین آن‌ها امکان انتخاب مناسب‌ترین ترکیب را برای حصول عملکرد بالا، فراهم می‌نماید (Fathi *et al*., 2000). بنابراین اصلاح برای عملکرد بالا، اصلاح برای ترکیبی از صفات مطلوب محسوب می‌شود (Fehr, 1996). تنوع مبنای همه گزینش‌ها بوده و انتخاب ژنوتیپی نیز نیازمند تنوع می‌باشد. بدیهی است که با بالا رفتن تنوع ژنتیکی در یک جامعه حدود انتخاب نیز وسیع‌تر می‌شود (Abde Mishani and Shah Nejat Boshehri, 1998). برای اتخاذ تدابیر اصلاحی مناسب، بهنژادگر بایستی از تنوع ژنتیکی صفات گیاه مورد نظر شناخت کافی داشته باشد تا برنامه‌های به نژادی خود را با وسعت نظر بیشتری تدوین نماید. تولید ارقام پر محصول و با کیفیت مطلوب، از طریق شناسایی ذخایر ژنتیکی و اطلاع از میزان تنوع ژنتیکی موجود در جوامع گیاهی و ارقام دارای صفات مطلوب میسر می‌شود (De *et al*., 1992). بدین منظور و برای گزینش جهت اصلاح ارزش اقتصادی گیاهان، عموماً گزینش‌های هم زمانی برای چندین صفت انجام می‌گیرد که به چند روش می‌تواند انجام شود (Baker, 1986). همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی بین صفات مختلف ممکن است به نژادگر را در گزینش غیر مستقیم برای صفات مهم از طریق صفات کم اهمیت که اندازه‌گیری آن‌ها آسان‌تر است یاری نماید (Singh, 1991).

دوی و لو (Dewey and Lu, 1959) نیز در شرح تجزیه علیت اظهار کرده است که همبستگی هر یک از عوامل مورد بررسی با متغیر وابسته در یک سیستم چند متغیره می‌تواند به اثرات مستقیم و غیر مستقیم آن از طریق سایر متغیرهای مستقل تجزیه شود.

بنابر آنچه از منابع مختلف بر می‌آید، در برنج تنوع مطلوب و قابل قبولی در ذخایر توارثی از نظر اکثر صفات وجود دارد. هدف از این پژوهش بررسی همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی بین بعضی از صفات زراعی و شناسایی صفاتی است که دارای بیشترین اثر بر عملکرد از طریق تجزیه علیت بوده، تا بدین وسیله با استفاده از صفات مهم مرتبط با عملکرد، بتوان به این هدف مهم اصلاحی دست یافت. هم‌چنین تعیین وراثت‌پذیری صفات و طبقه بندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی به منظور تعیین درجه خویشاوندی و قرابت ژنتیکی آن‌ها از طریق تجزیه خوشه‌ای از اهداف دیگر این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با تعداد هفت لاین امید بخش برنج و رقم شیرودی به عنوان شاهد (جدول ۱) در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور معاونت مازندران (آمل) انجام شد. خزانه‌گیری در فروردین و نشاکاری در اردیبهشت ماه در مرحله ۵-٤ برگی صورت گرفت. هر تیمار در کرت‌هایی به ابعاد ۷ × ۳/۵ متری به فواصل ۲۵× ۲۵ سانتی‌متر نشاء شدند. کلیه عملیات زراعی شامل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز، مبازره با آفت کرم ساقه‌خوار برنج و کودپاشی به روش‌های معمول منطقه انجام شد.

در طول دوره رشد و هم‌چنین پس از برداشت صفاتی مانند ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، تعداد پنجه کل، طول خوشه (سانتی‌متر)، طول دانه (میلی‌متر)، تعداد دانه پر در خوشه، وزن صد دانه (گرم)، وزن خوشه (گرم)، مساحت برگ پرچم (مترمربع)، تعداد روز تا ۵۰ ٪ گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی کامل (روز) و شاخص برداشت با اندازه گیری ده نمونه تصادفی از وسط هر کرت به روش ارزیابی استاندارد موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج اندازه گیری و ثبت شد.

میانگین مشاهدات برای هر صفت جهت تجزیه آماری مورد استفاده قرار گرفت. نخست مقادیر صفات اندازه‌گیری شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. برای محاسبه ضرایب همبستگی

ژنوتیپی و فنوتیپی پس از تجزیه آماری میانگین صفات اندازه‌گیری شده در هر کرت، واریانس‌ها و کوواریانس‌ها از طریق امید ریاضی میانگین مربعات و میانگین حاصل ضرب‌ها برآورد شدند.

برای درک روابط بین صفات و شناخت صفاتی که بیشترین نقش را در عملکرد دانه ایفاء می‌نمایند، از تجزیه علیت بر مبنای ضرایب همبستگی ژنتیکی استفاده شد. برای این منظور با استفاده از ضرایب همبستگی ژنوتیپی و تجزیه رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع (Y) و ۱۰ صفت دیگر به عنوان متغیر علت (Xi)، متغیرهایی که بیشترین توجیه از تغییرات متغیر تابع را داشتند، شناسایی شده و سپس آثار مستقیم و غیر مستقیم صفات انتخابی موثر بر عملکرد محاسبه گردید.

برای تعیین قرابت ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی و گروه‌بندی آن‌ها بر اساس صفات مورد مطالعه، تجزیه خوشه‌ای به روش واریانس مینیمم وارد و معیار فاصله اقلیدسی انجام شد و دندروگرام آن رسم گردید. برای تجزیه خوشه‌ای از میانگین داده‌های استاندارد شده استفاده شد. به منظور انجام محاسبات آماری، تجزیه رگرسیون از نرم افزار SAS، تجزیه علیت از نرم‌افزار Path 74 و تجزیه کلاستر با نرم افزار NTSYS صورت گرفت.

نتایج و بحث

همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی

نتایج حاصل از همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی برای صفات مورد بررسی نشان داد (جدول ۲) که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در دو سطح ژنوتیپی و فنوتیپی برای صفات ارتفاع بوته (r_g=۰/۷۲**, r_p=۰/٦٤**)، طول خوشه (r_g=۰/۷۸**,r_p=۰/۵۹**)، وزن خوشه (r_p=۰/۵۵**, r_g=۰/۸۱**)، تعداد دانه پر (r_g=۰/۷۹**, r_p=۰/۵۵**) و مساحت برگ پرچم (r_g=۰/٦٤**, r_p=۰/۵**) دارد. با توجه به اینکه پوشش گیاهی بلندتر تهویه بهتری داشته و میزان تراکم Co_2 داخل کانوپی افزایش می‌یابد (Miller *et al*., 1991) بنابراین می‌تواند به عنوان یک عامل موثر در افزایش عملکرد مطرح باشد. پنگ و همکاران (Peng *et al*., 2002) در مطالعه‌ای بر روی عملکرد ارقام مختلف برنج بیان نمودند که تولید ماده خشک در ارقام برنج پر محصول کنونی را می‌توان به واسطه افزایش ارتفاع گیاه زراعی بالا برد. آن‌ها هم‌چنین اظهار داشتند که برنج نیمه پاکوتاه تعداد زیادی پنجه غیربارور تولید کرده و سطح برگ زیادی دارد که موجب سایه‌اندازی متقابل شده، فتوسنتز کانوپی و اندازه مخزن را کاهش می‌دهد. تعداد دانه پر نیز به عنوان یکی از اجزای اصلی عملکرد برنج می‌تواند به عنوان معیاری برای انتخاب در جهت افزایش عملکرد ارقام و لاین‌های پر محصول برنج مورد استفاده قرار گیرد (Miller *et al*., 1991). این صفت نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد نشان داد. خالدا و همکاران (Khaleda 2002 *et al*.,) همبستگی مثبتی بین صفات ارتفاع بوته و دانه پر در خوشه با عملکرد و نقش آن‌ها در افزایش تنوع ژنتیکی را بیان کردند. بهینه سازی صفات مورفولوژیکی خوشه باعث افزایش درصد دانه‌های پر می‌گردد، به این منظور باید توانایی سنبلچه‌ها را برای قبول کربوهیدرات بالا برد در نتیجه اندازه مخزن را با افزایش اندازه خوشه بهبود بخشید (Peng *et al*., 1995) که این خود نشان دهنده نقش موثر طول خوشه در عملکرد می‌باشد.

افتخارالدوله و همکاران (Iftekharuddaula *et al*.,2002) در بررسی رابطه بین عملکرد و صفات زراعی در برنج به همبستگی مثبت این صفت با عملکرد اشاره کردند. وزن خوشه بیشتر نیز در خوشه‌های بلندتر با تعداد دانه پر بیشتر به عنوان یک صفت مطلوب که همبستگی بالایی با عملکرد دارد به حساب می‌آید.

با توجه به اهمیت مساحت برگ پرچم در ساخت مواد فتوسنتزی و پر نمودن دانه و افزایش وزن دانه‌ها هبستگی مثبتی بین این صفت و عملکرد دانه نیز مشاهده شد. محمود و کودری (Mahmood and Coudhry, 2000) گزارش کردند که برگ پرچم به میزان ۳۰-۲۵ درصد در وزن دانه سهیم می‌باشد. بنابراین افزایش مساحت برگ پرچم در مرحله پر شدن دانه می‌تواند نقش مهمی در جذب بیشتر نور و انجام فتوسنتز و افزایش عملکرد داشته باشد. نقش مهم وزن خوشه و مساحت برگ پرچم در افزایش عملکرد موجب شد آکینوال و همکاران (kinwale *et al*., 2011) و سلام خان و همکاران (Salam Khan *et al*., 2009)، همبستگی مثبت این صفات با عملکرد

و نقش آن‌ها در افزایش عملکرد را در تحقیقات خود گزارش کنند.

رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت

در رگرسیون گام به گام که در آن عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در برابر صفات دیگر به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شد، سه صفت: وزن خوشه، تعداد پنجه کل و تعداد دانه پر به ترتیب وارد مدل گردید (جدول ۳). سایر صفات مورد مطالعه تاثیر معنی‌داری بر مدل نداشته و به همین دلیل اختلاف ژنوتیپ‌ها از نظر صفت عملکرد دانه گیاه را می‌توان به تفاوت در صفات فوق نسبت داد، به منظور درک بهتر و تفسیر دقیق‌تر نتایج بدست آمده از همبستگی و رگرسیون گام به گام، متغیرهای وارد شده در مدل نهایی رگرسیون مورد تجزیه علیت قرار گرفت. نتایج تجزیه علیت بر اساس ضریب همبستگی ژنتیکی برای عملکرد دانه نشان داد (جدول ٤) که صفات وزن خوشه و تعداد دانه پر، با اثرات مستقیم بالا و همبستگی‌های ژنتیکی مثبت و معنی‌دار می‌توانند به عنوان معیار گزینش جهت اصلاح و بهبود عملکرد دانه در نظر گرفته شوند. از آنجایی که همبستگی بین این دو خصوصیت با عملکرد دانه تقریباً برابر اثرات مستقیم آن‌ها می‌باشد، لذا همبستگی رابطه واقعی صفات را با عملکرد نشان می‌دهد. وزن خوشه، اثر مستقیم مثبت و بالایی روی عملکرد دانه (۰/۷۱)، اثر غیر مستقیم مثبت و بالا از طریق تعداد دانه پر (۰/٥٤) و اثر غیر مستقیم و منفی از طریق تعداد پنجه کل (۰/٤٤-) روی عملکرد داشت. به طوری که اثر غیر مستقیم منفی آن تا حدود زیادی توسط اثر غیر مستقیم مثبت و بالای تعداد دانه پر خنثی شده و سبب معنی‌دار شدن همبستگی وزن خوشه با عملکرد دانه (r_g= ۰/۸۱) شده است. گراویس و مک نیو (Gravois and McNew, 1993) در مطالعه همبستگی بین صفات مهم زراعی و عملکرد در ١٦ والد و ٣٢ هیبرید F_1 گزارش نموده‌اند که عملکرد به طور مثبتی با وزن خوشه همبستگی دارد و تجزیه علیت نیز اثرات مستقیم مثبت را برای وزن خوشه روی عملکرد آشکار نمود. پس از وزن خوشه، تعداد دانه پر در خوشه با اثر مستقیم (۰/٦٤) از اهمیت خاصی برخوردار است. ساندارام و پالینی سمی (Sundaram and Palanisamy, 1994) با مطالعه ١١ رقم زودرس، با در نظر گرفتن ١٠ صفت کمی گزارش نمودند که تعداد دانه در خوشه دارای اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار و اثر غیر مستقیم مثبت و بزرگی از طریق وزن خوشه روی عملکرد دانه می‌باشد.

داش و همکاران (Dash *et al*., 1996) در مطالعه همبستگی بین نه صفت کمی در ٦٦ ژنوتیپ برنج نشان دادند که عملکرد دانه به طور مثبت و معنی‌داری با وزن خوشه و تعداد دانه‌های پر در خوشه همبستگی دارد و تجزیه علیت این صفات نشان داد که وزن خوشه اثر مثبت و مستقیم بالایی با عملکرد دارد. بنابراین این صفات می‌توانند برای افزایش و اصلاح عملکرد دانه مفید باشد.

تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات زراعی

نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که ژنوتیپ‌ها در سه گروه با خصوصیات درون گروهی مشابه و بین گروهی غیر مشابه قرار گرفتند (شکل ١). برای نشان دادن ارزش هر یک از این گروه‌ها از لحاظ ١١ صفت اندازه گیری شده، اختلاف میانگین گروه‌ها از میانگین کل مشخص می‌باشد (جدول ٥). این انحرافات تا حدی می‌تواند نشان‌دهنده روند اصلاح در لاین‌های امید بخش برنج مورد مطالعه باشد. گروه اول شامل رقم شیرودی بود که از لحاظ صفات تعداد پنجه کل، شاخص برداشت، تعداد روز تا ٥٠ درصد گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی کامل بالاتر از میانگین کل بوده و از نظر سایر صفات پایین‌تر از میانگین کل بود. کم محصولی این ژنوتیپ را می‌توان با کم بودن تعداد دانه سالم مرتبط دانست. گروه دوم شامل لاین شماره ٢ بود که از لحاظ ارتفاع بوته، تعداد دانه پر، طول خوشه، مساحت برگ پرچم، وزن خوشه و عملکرد بالاتر از میانگین کل بود. گروه سوم شامل ٦ لاین باقیمانده بود که از لحاظ صفات ارتفاع بوته، مساحت برگ پرچم، وزن صد دانه، تعداد روز تا٥٠ درصد گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی کامل و عملکرد از میانگین کل بالاتر بود. پس از انجام تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های برنج در پنج گروه قرار گرفتند. گروه اول ٣١ ژنوتیپ، گروه دوم ٣ ژنوتیپ و گروه سوم و چهارم و پنجم هر کدام یک ژنوتیپ را شامل بودند. تعداد دانه پر در خوشه و ارتفاع بوته بیشترین سهم را در ایجاد تنوع داشتند. غلامی تاجانی (Gholami Tajani, 1998) در گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از نظر صفات بررسی شده به روش وارد، لاین‌ها را در سه گروه طبقه‌بندی نمود. زینلی‌نژاد (ZeynaliNezhad,

(2000 در تجزیه کلاستر درصد ژنوتیپ برنج به روش واریانس مینیمم وارد و با استفاده از ضریب فاصله مربع فاصله اقلیدسی به عنوان معیار تشابه بر اساس ١٤ صفت زراعی انجام داد و ژنوتیپ‌ها در چهار گروه قرار گرفتند. در بین گروه‌ها، گروه دوم که لاین شماره ۲ در آن قرار داشت، با داشتن صفاتی همانند ارتفاع بوته، تعداد دانه پر، طول خوشه، مساحت برگ پرچم و وزن خوشه که به ترتیب با (۱/۰۲، ۱/۳، ۱/۰۷، ۱/۰۲ و ۱/١٤) درصد از میانگین کل بالاتر بودند و با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار صفات فوق با عملکرد می‌توان از این کلاستر برای افزایش عملکرد بهره گرفت، هم‌چنین ژنوتیپ‌های کلاستر سوم نیز به علت داشتن مقادیر بالای عملکرد، ارتفاع بوته و مساحت برگ پرچم، ارزشمند هستند و می‌توان از آن‌ها در برنامه‌های دورگ‌گیری برای انتقال صفات مذکور استفاده کرد. قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها در سه گروه و نیز تفاوت گروه‌ها از نظر اکثر صفات، بیانگر آن است که برای رسیدن به حداکثر تنوع باید ژنوتیپ‌هایی از گروه ۲ و ۳ را به عنوان والدین در برنامه‌های تلاقی در نظر گرفت.

البته توجه به این نکته نیز ضروری است که داده‌های مورفولوژیکی بر اساس صفات اندازه‌گیری شده در مزرعه بوده و چون مربوط به شرایط رشد گیاه می‌باشند بدین منظور توصیه می‌گردد در بدست آوردن داده‌های مورفولوژیکی برای آنکه نتایج معتبری فراهم گردد ارقام مورد نظر و صفات مربوط به آنها در چند سال و چند مکان اندازه‌گیری شوند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کارشناسان و پرسنل موسسه تحقیقات برنج کشور معاونت مازندران (آمل) به خاطر همکاری در این تحقیق همه جانبه تقدیر و تشکر می‌شود.

جدول ۱- لیست لاین‌های برنج مورد استفاده در این تحقیق

Table 1. List of rice lines evaluated in this study

Genotype No.	♀ × ♂
L1	[(Ramzanalitarom ⁎Amol3) × IR67015-22-6-2(A 37632)]31
L2	[(Ramzanalitarom⁎Amol3) × IR 67015-22-6-2(A37632)]50
L3	[(Ramzanalitarom⁎Amol3) × IR 67015-22-6-2(A37632)]94
L4	[(Ramzanalitarom⁎Amol3) × IR 67015-22-6-2(A37632)]137
L5	[Dasht × IR 67014-138-3(A67609)]17
L6	[(Deylamani⁎1001)× IR 67015-22-6-2(A37632)]2
L7	[Nemat × IR 6701594-2-3(A67609)]10
Cultivar	Shiroodi

جدول ۲- ضرایب همبستگی ژنوتیپی (G) و فنوتیپی (P) صفات مورد بررسی در لاین‌های امید بخش برنج

Table 2. Phenotypic and genotypic correlation coefficients for the studied traits in the promising rice lines

		Plant height (cm)	Total number of tillers	Panicle length (cm)	Grain length (mm)	Number of filled grains	100 grain weight (g)	Panicle weight (g)	Flag leaf area (cm^2)	Day to 50% flowering (day)	Day to maturity (day)	Harvest index
Yield	G	**0.72****	**-0.36***	**0.78****	**-0.1**^{ns}	**0.79****	**-0.25**^{ns}	**0.81****	**0.64****	**-0.41***	**-0.26**^{ns}	**-0.15**^{ns}
	P	0.64**	-0.39*	0.59**	-0.17^{ns}	0.55**	-0.33^{ns}	0.55**	0.5**	-0.38*	-0.27^{ns}	0.06^{ns}
Harvest index	G	**-0.38***	**0.04**^{ns}	**-0.66****	**-0.77****	**0.17**^{ns}	**-0.26**^{ns}	**-0.09**^{ns}	**0.14**^{ns}	**-0.42***	**-0.35***	
	P	-0.34^{ns}	0.06^{ns}	-0.59**	-0.61**	-0.04^{ns}	-0.42*	-0.29^{ns}	-0.06^{ns}	-0.35*	-0.36*	
Day to maturity	G	**0.08**^{ns}	**-0.55****	**-0.21**^{ns}	**0.5****	**-0.87****	**0.64****	**-0.94****	**0.19**^{ns}	**0.99****		
	P	0.12^{ns}	-0.49**	-0.3^{ns}	0.53**	-0.59**	0.56**	-0.66**	0.17^{ns}	0.98**		
Day to 50% flowering	G	**-0.09**^{ns}	**-0.36***	**-0.19**^{ns}	**0.47****	**-0.81****	**0.58****	**-0.94****	**0.02**^{ns}			
	P	0.02^{ns}	-0.31^{ns}	-0.32^{ns}	0.53**	-0.69**	0.52**	-0.74**	0.01^{ns}			
Flag leaf area	G	**0.84****	**-0.99****	**0.01**^{ns}	**0.45****	**-0.08**^{ns}	**0.5****	**0.18**^{ns}				
	P	0.92**	-0.76**	0.03^{ns}	0.38*	-0.11^{ns}	0.6**	0.16^{ns}				
Panicle weight	G	**0.71****	**0.45****	**0.68****	**-0.2**^{ns}	**0.84****	**-0.6****					
	P	0.66**	0.04^{ns}	0.74**	-0.11^{ns}	0.98**	-0.22^{ns}					
100 grain weight	G	**0.51****	**-0.65****	**-0.4***	**0.9****	**-0.89****						
	P	0.46**	-0.55**	-0.31^{ns}	0.82**	-0.63**						
Number of filled grains	G	**0.05**^{ns}	**0.46****	**0.65****	**-0.68****							
	P	0.13^{ns}	0.35*	0.85**	-0.55**							
Grain length	G	**0.63****	**-0.52****	**-0.04**^{ns}								
	P	0.59**	-0.46**	-0.16^{ns}								
Panicle length	G	**0.24**^{ns}	**0.25**^{ns}									
	P	0.21^{ns}	0.18^{ns}									
Total number of tillers	G	**-0.82****										
	P	-0.4*										

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار

*,** and ns: Significant at 5%, 1% levels of probability and non significant, respectively.

جدول ۳- رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه در لاین‌های برنج

Table 3. Stepwise regression analysis for grain yield in rice lines

Stage	Independent variable	Standard error	F	Corrected Partial R^2	R^2 Total
1	Panicle weight	0.14	6.36*	0.51	0.51
2	Total tiller	0.03	7.57*	0.29	1.81
3	No. filled grains	0.01	12.11*	0.15	0.95

جدول ٤- میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم اجزای عملکرد روی عملکرد دانه لاین‌های برنج بر اساس ضریب همبستگی ژنوتیپی

Table 4. Direct and indirect effects of yield components on yield of rice lines on the basis of genotypic correlation coefficient

Traits	Panicle weight	Total tiller	No. filled grains	Yield
Panicle weight	0.71	-0.44	0.54	rg= 0.81
Total tiller	0.32	-0.98	0.23	rg= -0.36
No. filled grains	0.59	-0.45	0.64	rg= 0.79

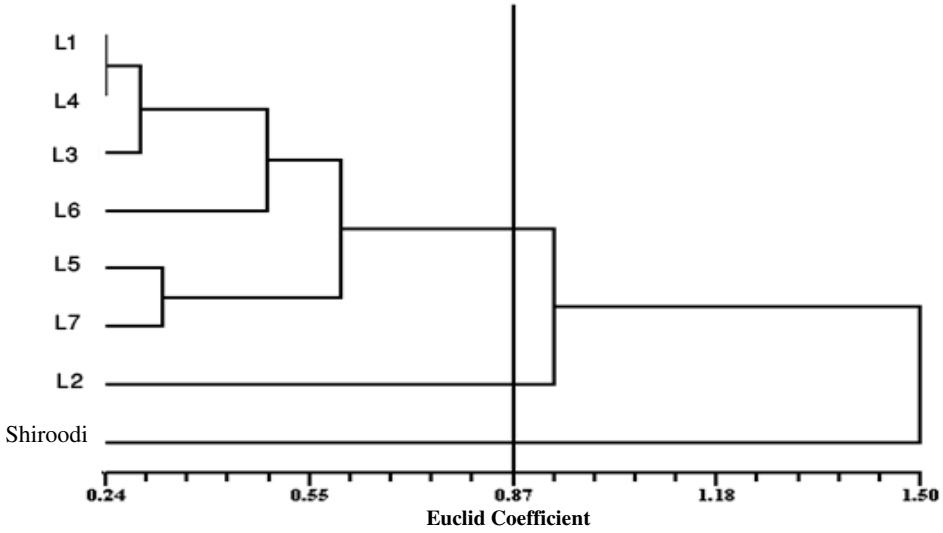
- اعدادی که زیر آن‌ها خط کشیده شده نشان‌دهنده اثر مستقیم می‌باشند.

Underlined numbers indicates direct effects.

جدول ۵– میانگین صفات مورد بررسی در گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر در لاین‌های برنج

Table 5. Mean values of the traits in different groups of cluster analysis for the evaluated rice lines

Cluster	Lines	Plant height	Total number of tillers	Number of filled grains	Panicle length	Flag leaf area	Panicle weight	100 grain weight	Harvest index	Day to 50% flowering	Day to maturity	Yield
1	Shiroodi	111.65	19.45	111.15	28.28	22.41	5.56	2.93	52	98.5	109	5.22
2	2	119.4	18.3	150.95	31.26	35.7	6.72	2.95	50.75	90	103	5.99
3	1,3 4,5 6,7	119.75	16.09	111.17	29.06	36.89	5.81	3.16	50.71	96.25	109.08	5.66
Total mean		118.69	16.79	116.14	29.24	34.93	5.89	3.1	50.88	95.75	108.31	5.64



شکل ۱- گروه‌بندی هشت لاین برنج حاصل از تجزیه کلاستر برای صفات مورد بررسی

Figure 1. Groping of eight rice lines by cluster analysis for the characters studied.

References

Abde Mishani S, Shah Nejat Boshehri AK (1998) Plant breeding. Tehran university. 206 pp.

Akinwale MG, Gregorio G, Nwilene F, Akinyele BO, Ogunbayo SA, Odiyi AC (2011) Heritability and correlation coefficient analysis for yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.). African Journal of Plant Science 5 (3): 207-212.

Arzani A (2005) Breeding field crops. Isfahan University of Technology. 630 pp.

Baker RJ (1986) Selection indices in plant breeding. CRC Press Inc., Boce Raton, Florida.

Dash SK, Singh J, Tripathy M, Mishra D (1996) Association of quantitative traits and path analysis in medium land rice. Environment and Ecology 14(1): 99-102.

De RN, Reddy JN, Suriava AV, Mohanty KK 1992. Genetic divergence in early rice under two situations. Indian Journal of Genetics 52: 225-229.

Dewey DR, Lu KH (1959) A correlation and path-coefficient analysis components of crested wheat grass seed production. Agronomy Journal 51: 515–518.

Fathi G, Rezaei Moghaddam K, Siadat SA (2000) Path analysis of grain yield for two rice (*Oryza sativa* L.) cultivars as influence by N fertilizer splitting. Iranian Journal of Agricultural Science 31(4): 983-993.

Fehr WR (1996) Principles of cultivar development. Vol 1. Mc Graw Hill Inc., New York.

Gholami Tajani M (1998) Relationship of yield and yield components of rice using path analysis. Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran. [In Persian With English Abstract].

Gravois KA, Mc New RW (1993) Genetic relationship among and selection for rice yield and yield component. Crop Science 33: 249–252.

Khaleda A, Bashar MK, Iftekharuddala KM, Ahmed MS, Rashid MH (2002) Genetic diversity among irrigated traditional and modern rice germplasm. Journal of Biological Science 2: 659-661.

Lin CY (1978) Index selection for genetic improvement of quantitative characters. Theoretical Applied Genetics 52: 49-56.

Mahmood N, Coudhry MA (2000) Inheritance of flag leaf in breed wheat genotypes. Department of plant Breeding and Genetics, University of Agriculture. Faisalabad. Pakistan. Wheat Information Research Articles 90: 7-12.

Miller BC, Hill JE, Roberts SR (1991) Plant population effects on growth and yield in water-seeded rice. Agronomy Journal 83: 291-297.

Peng S, Cassman KG, Kropff MJ (1995) Relationship between leaf photosynthesis and nitrogen content of field-grown rice in the tropics. Crop Science 35: 1627-1630.

Peng S, Laza RC, Visperas RM, Sainco AL, Cassman KG, Khush G S (2002) Grain yield of rice cultivars and lines developed in the Philippines since 1996. Crop Science 40(2): 307-314.

Salam Khan A, Imran M Ashfaq A (2009) Estimation genetic variability and correlation for grain yield components in rice (*Oryza sativa* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science 6 (5): 585-590.

Singh M (1991) Genotypic and phenotypic correlations in plant traits. ICARDA.
Sundaram T, Palanisamy S (1994) Path analysis in early rice (*Oryza sativa* L.). Madras Agricultural Journal 81(1): 28-29.
Zeynali Nezhad KH (2000) Study of genetic variation in rice germplasms using rapid marker and morphological traits. M.Sc. Thesis. Isfahan University. Iran. [In Persian with English Abstract].
Iftekharuddaula KM, Khaleda A, Hassan MS, Fatema K, Badshad A (2002) Genetic divergence, character association and selection criteria in irrigated rice. Journal of Biological Science 2: 243-246.