



تنوع ژنتیکی صفات مختلف زراعی در ژنوتیپ‌های برنج (*Oryza sativa* L.)

نسیم رنج کش^۱، مرتضی سام دلیری^۲، پوریا مظلوم^۳، امیرعباس موسوی^۳، ولی‌اله رامه^۴

دریافت: ۹۷/۸/۵ پذیرش: ۹۸/۳/۲

چکیده

برنج یکی از مهمترین محصولات استراتژیک است که به‌عنوان غذای اصلی مردم در جهان به شمار می‌رود. در همین راستا آزمایشی با ۳۰ ژنوتیپ بومی و اصلاح شده برنج در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۹۶-۱۳۹۵ با چهار تکرار به اجرا درآمد. صفات مورد مطالعه، ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد پنجه، تعداد کل دانه، تعداد دانه پر، تعداد دانه پوک، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، شاخص کلروفیل و طول دوره رویش بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری دارند که بر وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها دلالت دارد. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین میانگین تعداد کل دانه (۲۰۸/۵۰) و تعداد دانه پر در خوشه (۱۸۸/۷۵) متعلق به ژنوتیپ کشوری بود. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که پنج مؤلفه اول، ۷۸/۰۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. تجزیه خوشه‌ای به روش جفت گروه بدون وزن با میانگین حسابی (UPGMA) و با معیار فاصله اقلیدسی برای صفات مورد بررسی، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در پنج گروه تفکیک کرد.

واژه‌های کلیدی: صفات کمی، عملکرد دانه، گروه‌بندی، تجزیه به مؤلفه اصلی، بای‌پلات

رنج کش، ن. م. سام دلیری، پ. مظلوم، ا. موسوی و و. رامه. ۱۳۹۹. تنوع ژنتیکی صفات مختلف زراعی در ژنوتیپ‌های برنج (*Oryza sativa* L.).
مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۴۲: ۶۵-۵۳.

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران- مسئول مکاتبات. ranjesh.nasim@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه زراعت، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

۳- استادیار، گروه زراعت، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

۴- دانشیار، گروه زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) مهم‌ترین منبع غذایی برای تمامی جمعیت جهان به شمار می‌آید. بیشترین تولید برنج مربوط به کشورهای آسیایی است. بیشترین مصرف برنج نیز مربوط به این کشورها بوده و میانگین سرانه آن‌ها بیش از ۸۰ کیلوگرم در سال است (لستری و همکاران، ۲۰۱۰). به دلیل افزایش جمعیت و افزایش روزافزون مصرف برنج در ایران، اصلاح این گیاه با هدف بهبود عملکرد، اهمیت زیادی دارد. تعیین و اندازه‌گیری عملکرد ساده است، اما این صفت، به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. هر طور کلی، هر وارته در محیط خاصی دارای پایداری عملکرد بیشتری است. اصلاح‌کنندگان گیاه سعی می‌کنند وارته‌هایی با پایداری عملکرد و سازگاری زیاد معرفی کنند؛ هر چند بیشتر صفات زراعی تابع عوامل محیطی‌اند. وجود اثر متقابل موجب پیچیده شدن ارزیابی ارقام و کاهش بازده ناشی از انتخاب می‌شود. بنابراین مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در برنامه‌های اصلاحی کاملاً ضروری است. گرچه اطلاعات کمی از پایداری عملکرد برنج در دسترس است، اعتقاد بر این است که عملکرد تا حد زیادی متأثر از مکان، نوع خاک و حاصلخیزی زمین است (مصطفوی و همکاران، ۱۳۹۳). محققین ۲۷ ژنوتیپ برنج را در چهار منطقه به مدت سه سال در شمال غنا کاشتند و به بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط عملکرد برنج و تشخیص ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و پایدار پرداختند. نتایج آن‌ها تنوع بالایی در عملکرد نشان داد که در محدوده ۵/۳۵-۰/۱۴ تن در هکتار متأثر از محیط، ژنوتیپ و سال بود. به طوری که عملکرد اثرات ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط معنی‌دار بودند. همچنین آنان دریافتند که ژنوتیپ IR42 در میان محیط‌ها دارای بیشترین متوسط عملکرد بود، اما ثبات (پایداری) عملکرد آن کم بود (کاسورا و همکاران، ۲۰۱۶). سینگ و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی ۲۹ ژنوتیپ برنج را برای پایداری عملکرد و اجزای آن در سه محیط متفاوت مورد ارزیابی قرار دادند. آنها تفاوت‌های معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها در دوازده صفت مورد مطالعه مشاهده کردند. آنها بیان کردند که هر دو جزء اثر متقابل ژنوتیپ - محیط معنی‌دار بود، که نشان‌دهنده آن است که هر دو جزء خطی و غیر خطی در اثر متقابل ژنوتیپ - محیط مؤثر هستند. اما بر اساس پارامترهای پایداری، هیچ ژنوتیپی با عملکرد دانه بالا و پایدار در هر سه محیط شناسایی نشد. ژانگ و همکاران (۲۰۱۷) به منظور بررسی اثرات متقابل ژنوتیپ - محیط بر عملکرد دانه ۲۲ ژنوتیپ برنج چندساله حاصل از تلاقی (*Oryza sativa* L.) و (O.

(*longistaminata*) طی سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ و در چهار منطقه کشور چین و در دو فصل (مرطوب و خشک) تحقیقی را انجام دادند. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای آنها ۷ گروه محیطی و ۶ گروه ژنوتیپی را شناسایی کرد. آنها مشخص کردند که سه مؤلفه اصلی اول، به ترتیب ۴۲/۳٪، ۱۹/۱٪ و ۱۶/۵٪ از مجموع مربعات اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط را تشکیل می‌دهد و نشان دادند که سه مؤلفه اصلی اول به ترتیب بیانگر پتانسیل عملکرد، تأخیر در خصوصیات فنولوژی و درصد تولید برنج رتون است. مظهری (۱۳۸۳) تنوع ژنتیکی ۱۰۵ لاین برنج را بر اساس ۱۷ صفت ارزیابی کرد. ایشان بعد از تجزیه به‌عوامل‌ها، شش عامل اصلی که ۷۸/۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کرد را به دست آورد که چهار عامل اول تحت عنوان‌های مورفولوژی گیاه، عملکرد و اجزای آن، فنولوژی و خصوصیات خوشه نامگذاری گردید. ابوذری گزافرودی و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی تنوع ژنتیکی و طبقه‌بندی ۴۹ رقم برنج ایرانی و خارجی نشان دادند که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌داری با هم هستند. تجزیه خوشه‌ای به روش وارد برای داده‌های مزرعه‌ای، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در چهار گروه قرار داد. بررسی‌های انجام شده بر اساس صفات کمی روی ۳۰ ژنوتیپ برنج (لاین امید بخش، اصلاح شده و بومی) نشان داد که ژنوتیپ‌ها در پنج خوشه اصلی قرار گرفتند. بیشترین میزان همبستگی نیز بین صفت وزن هزار دانه و صفت تراکم دانه در خوشه مشاهده شد (شاهسواری، ۱۳۸۹).

پژوهش حاضر با هدف شناسایی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مختلف برنج با صفات مطلوب در جهت گزینش و دستیابی به والدین مناسب برای طرح‌ریزی برنامه‌های به‌نژادی از طریق دورگ‌گیری و همچنین به‌منظور درک بهتر روابط بین ذخایر توارثی ایرانی و ارقام بین‌المللی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در ۹ کیلومتری جاده خزر آباد با مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینوچ و ارتفاع ۱۱ متر پایین‌تر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۶-۹۵ با تعداد ۳۰ ژنوتیپ بومی و اصلاح شده برنج با دارا بودن خصوصیات کمی مطلوب و طول دوره رویش مناسب در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی در چهار تکرار به اجرا درآمد. قبل از کاشت، از خاک کرت‌های آزمایشی نمونه‌برداری و جهت اندازه‌گیری

سموم مورد نظر برای آفات مانند کرم ساقه‌خوار نیز طبق پیش‌آگاهی قبلی در تمام سنین نشاء و مراحل رشدی مختلف به طور یکسان مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای مختلف با درج روی اتیکت‌های چوبی با برنامه‌ریزی قبلی به زمین اصلی طبق نقشه و طرح آزمایش مورد نظر انتقال یافت. صفات مورد ارزیابی عبارتند از: ارتفاع بوته، تعداد پنجه‌های بارور، طول خوشه، تعداد کل دانه، تعداد دانه‌های پر و پوک در خوشه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، کلروفیل و طول دوره رویش بودند. اندازه‌گیری صفات، نمونه‌برداری و نحوه محاسبه صفات بر اساس روش استاندارد ارزیابی در مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج فیلیپین انجام شد. تجزیه و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و با روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) صورت پذیرفت. جهت انجام تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس ماتریس تشابه داده‌های حاصل از اندازه‌گیری ۱۲ صفات مورد بررسی و با استفاده از روش UPGMA در گروه‌های مختلفی جای گرفتند. رسم دندروگرام بر اساس معیار فاصله اقلیدسی و پلات دو بعدی بر پایه مؤلفه‌های اصلی با نرم‌افزار XLSTAT صورت گرفت.

تعدادی از پارامترهای خاک به آزمایشگاه آب و خاک انتقال داده شد و تجزیه خاک در آزمایشگاه انجام شد. جدول ۱ مشخصات خاک محل اجرای طرح را نشان می‌دهد. جهت سهولت مقایسه در این پژوهش، ژنوتیپ‌ها بر اساس شماره در جدول ۲ و به همراه شجرایشان نشان داده شدند. به منظور آماده‌سازی زمین در بهمن ماه سال قبل شخم اول و شخم دوم یک ماه قبل از نشاکاری و تسطیح کرت‌ها و مرزبندی سه روز قبل از نشاکاری انجام شد. مقدار کود مورد نیاز هر کرت برابر توصیه کودی آزمایشگاه خاکشناسی مورد استفاده قرار گرفت، به طوری که کود نیتروژن از منبع اوره، کود فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و کود پتاس از منبع سولفات پتاس استفاده شد. ۵۰٪ اوره، تمامی کود فسفات و پتاسیم به عنوان کود پایه پس از آماده نمودن زمین و قبل از نشاکاری به زمین داده شده، ۲۵٪ اوره مانده را همراه وجین اول و مابقی آن در زمان تشکیل اولین جوانه خوشه در غلاف به خاک اضافه شد. مساحت هر کرت ۱۸ متر مربع و فاصله نشاء ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف و ۲۵ سانتی-متر بین ردیف و تعداد گیاهچه‌ها در هر کپه ۳ تا ۴ عدد بود. زمانی که نشاء در مرحله ۴-۳ برگی قرار داشتند، نشاکاری انجام شد. بعد از نشاکاری آبیاری به صورت منظم انجام گرفت و برای مهار علف‌های هرز بوتاکلر در زمان ۱۳-۳ روز بعد از نشاکاری به میزان ۳-۵ لیتر در هکتار بر روی سطح کرت‌ها پاشیده شد.

جدول ۱- تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته خاک	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	ماده آلی	بافت خاک
(%)	(%)	(میلی‌گرم در کیلوگرم)	(%)	(میلی‌گرم در کیلوگرم)	(%)	(%)	(%)	(%)	
۱/۸۴	۷/۲۲	۰/۰۲	۸/۷	۷/۲۰۹	۴/۲	۳/۷	۳/۲	۲/۰۱	رسی - سیلتی

نتایج و بحث

ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی است (جدول ۳). پاشا و همکاران (۲۰۱۱)، در بررسی تنوع ژنتیکی ۱۶ ژنوتیپ برنج پی بردند که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه براساس صفات مختلف زراعی و مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری داشتند که حاکی از تنوع ژنتیکی میان ژنوتیپ‌ها بود.

بر پایه نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد برای تمامی صفات مورد مطالعه به جز صفات وزن هزاردانه (در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد) و شاخص برداشت (عدم معنی‌داری) مشاهده شد که این امر نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی کافی بین

جدول ۲- خاستگاه ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه در این پژوهش

کد ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	شجره	منشأ	کد ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	شجره	منشأ
G1	آمل یک	طارم فیروزکنده/رقم تایوانی	مؤسسه برنج آمل	G16	Doiar	وارداتی	هند
G2	سپید رود	صدری/IR8/دمسیاه	گیلان، ایران	G17	IR42	وارداتی	ایری، فیلیپین
G3	خزر	TNAV74516-1355	گیلان، ایران	G18	فوجی مینوری	وارداتی	ژاپن
G4	pnd160-2-1	iry83	ایری، فیلیپین	G19	اوندا	وارداتی	ایتالیا
G5	آمل دو	حاصل لاین IR28	مؤسسه برنج آمل	G20	۱۳۴۲۹-۲۹۹-۱-۲	iry83	ایری، فیلیپین
G6	آمل سه	وارداتی	هند (سوندا)	G21	IR36	وارداتی	ایری، فیلیپین
G7	فجر	حاصل لاین IR62781-175	ایری، فیلیپین	G22	تابش	موتاسیون	مازندران، ایران
G8	usen	وارداتی	چین	G23	IR24	وارداتی	ایری، فیلیپین
G9	لاین ۱۰۱	انتخابی از نسلهای در حال تفکیک	مؤسسه برنج آمل	G24	پویا	موتاسیون	مازندران، ایران
G10	نعمت	آمل ۳/سنگ طارم	مازندران، ایران	G25	کشوری	حاصل باسماتی	ایری، فیلیپین
G11	رقم ۳۴۶	وارداتی	ایتالیا	G26	رقم تایچونگ ۶۵	وارداتی	تایوان
G12	دشت	آمل یک/IR24	مازندران، ایران	G27	senyu-285	وارداتی	ایری، فیلیپین
G13	بجار	دمسیاه/IR8/IR28	گیلان، ایران	G28	ندا	دمسیاه/سنگ طارم	مازندران، ایران
G14	BA370	وارداتی	پاکستان- باسماتی	G29	چمپا	انتخابی از لاین- های ایرانی	مؤسسه برنج آمل
G15	Tetep	وارداتی	ویتنام	G30	IR56	وارداتی	ایری، فیلیپین

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مختلف مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته (X1)	طول خوشه (X2)	تعداد پنجه (X3)	تعداد کل دانه (X4)	تعداد دانه پر (X5)	تعداد دانه پوک (X6)
تکرار	۳	۴۷/۹۲۲*	۴/۷۹۸ ^{ns}	۰/۶۸۷ ^{ns}	۳۰۹/۹۰۰*	۴۲۹/۱۳۳**	۹/۹۲۲ ^{ns}
تیمار	۲۹	۲۵۹۸/۷۹۹**	۷۹/۰۵۳**	۵۸/۳۷۰**	۲۹۴۲/۵۴۷**	۲۴۵۵/۷۴۸**	۱۴۹/۸۲۶**
خطای آزمایشی	۸۷	۱۳/۴۰۵	۳/۵۴۷	۱/۶۴۲	۸۲/۰۰۹	۹۱/۳۹۲	۶/۷۲۷
ضریب تغییرات (CV/%)	-	۲/۶۳	۱۰/۷۳	۴/۶۴	۶/۵۵	۷/۹۸	۱۴/۱۶
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه (X7)	عملکرد بیولوژیک (X8)	عملکرد دانه (X9)	شاخص برداشت (X10)	شاخص کلروفیل (X11)	طول دوره رویش (X12)
تکرار	۳	۳۸/۲۳۷**	۱۲/۷۱۹ ^{ns}	۴/۷۹۲**	۱۵۹/۱۲۷**	۵/۰۳۴ ^{ns}	۹۷۳/۳۶۴**
تیمار	۲۹	۱۳/۱۷۶*	۳۱/۰۰۵**	۳/۴۹۱**	۱۵۰/۱۴۵ ^{ns}	۵/۲۷۷**	۱۵۳/۸۷۰**
خطای آزمایشی	۸۷	۸/۳۲۷	۸/۶۷۵	۰/۵۵۸	۲۳/۴۰۰	۲۳/۴۴۳	۷۸/۶۲۸
ضریب تغییرات (CV/%)	-	۱۲/۹۵	۱۷/۰۲	۱۲/۴۶	۱۳/۶۹	۴/۶۹	۶/۴۸

ns, * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی دار، اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ژنوتیپ آمل یک (G1) با مقدار ۷۸/۵۰ کمترین تعداد دانه پر را در میان ژنوتیپ‌ها دارا بود که با ژنوتیپ ندا (G28) و واریته ۱۳۴۲۹-۲۹۹-۲ (G20) به ترتیب به میزان ۷۹/۲۵ و ۸۵/۵۰ اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). تعداد دانه پر یکی از اجزای عملکرد در برنج است که می‌تواند به عنوان معیاری جهت انتخاب ارقام و لاین‌های پر محصول برنج استفاده شود (منگ و همکاران، ۲۰۱۶). بالاترین تعداد دانه پوک در ژنوتیپ IR56 (G30) و با تعداد ۳۳/۲۵ بود و از طرفی کمترین تعداد دانه پوک در ژنوتیپ آمل ۱ (G1) و با تعداد ۶/۷۵ مشاهده شد که با ژنوتیپ IR36 (G21) با مقدار ۷/۷۵ و ژنوتیپ IR42 (G17) با مقدار ۹/۷۵ در یک سطح آماری قرار داشت (جدول ۴). صفت وزن هزار دانه دارای بیشترین مقدار (۲۵/۷۵ گرم) در ژنوتیپ آمل ۳ بود، در حالی که کمترین مقدار آن (۱۸/۲۲ گرم) به ژنوتیپ سپیدرود تعلق گرفت (جدول ۴). در اغلب مناطق وزن هزاردانه یکی از مهمترین و پایدارترین اجزای عملکرد است که نشان دهنده اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها است و تحت کنترل عوامل ژنتیکی است (محدثی، ۲۰۰۲). همچنین مشاهده شد که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفت طول دوره رویش دارای دامنه تغییرات ۲۳/۵۰ است که این موضوع نشان از تنوع بالا در این صفت بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است. به طوریکه بیشترین میزان طول دوره رویش در ژنوتیپ آمل ۱ (G1) با ۱۴۴/۷۵ روز رویت گردید که با ژنوتیپ سپیدرود (G2) با ۱۴۴/۵۰ اختلاف معنی‌داری نداشت. این در حالی است که کمترین میزان طول دوره رویش در ژنوتیپ خزر (G3) با ۱۲۱/۲۵ روز مشاهده شد (جدول ۴). تفاوت میان ژنوتیپ‌های برنج عمدتاً به ماهیت ارقام نسبت داده می‌شود. چنین نتایج مشابهی را (آنس و همکاران، ۲۰۱۶) نیز به دست آوردند. لافیته و همکاران (۲۰۰۶)، زودرسی را به عنوان یکی از صفات مهم برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر عنوان نمودند. به عقیده آنها ارقام زودرس به دلیل توسعه سریع اندام‌های رویشی و وارد شدن به مرحله زایشی، به دلیل استفاده بهینه از شرایط محیطی از قبیل رطوبت و دما، عملکرد بیشتری می‌توانند داشته باشند.

بر اساس نتایج مقایسات میانگین، بیشترین ارتفاع بوته در ژنوتیپ تابش (G22) به میزان ۱۸۳/۷۵ و کمترین ارتفاع بوته در ژنوتیپ آمل ۱ (G1) به میزان ۹۵/۷۵ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۴). واریته‌های پابلند در مقابل خوابیدگی بوته حساس‌تر هستند که علاوه بر مشکلات برداشت، عملکرد را نیز کاهش می‌دهند. با توجه به اینکه ارقام پاکوتاه نسبت به خوابیدگی حساسیت کمتر نشان می‌دهند و محصول آنها آسیب‌پذیری کمتری دارند، لذا چنین ارقامی مورد توجه هستند (هنرژاد، ۲۰۰۲). ایجاد ارقام پاکوتاه در برنج از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است، به طوری که علاوه بر ایجاد مقاومت بیشتر در برابر خوابیدگی بوته‌ها، موجب انتقال سریع مواد غذایی از منبع به مقصد می‌شود (لنسرز و همکاران، ۲۰۰۴). آنس و همکاران (۲۰۱۶) نیز ارقام پاکوتاه برنج را جزء مطلوب برای صفت ارتفاع گیاه ذکر کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. بالاترین طول خوشه در لاین ۱۰۱ (G9) با ۲۷ سانتی‌متر مشاهده شد که با ژنوتیپ‌های آمل ۳ (G6)، ندا (G28) و چمپا (G29) به ترتیب با مقادیر ۲۶/۲۵، ۲۴/۵۰ و ۲۶ سانتی‌متر در یک سطح آماری قرار داشت؛ در حالی که کمترین طول خوشه در ژنوتیپ سپیدرود (G2) با مقدار ۸/۲۵ مشاهده شد (جدول ۴). گرچه طول خوشه مستقیماً در محاسبه عملکرد نقشی ندارد ولی به عنوان یکی از صفات ارزیابی افزایش عملکرد مورد توجه است. معمولاً ارقامی با طول خوشه بلندتر عملکرد بیشتری دارند (نوانا و همکاران، ۲۰۱۷). حداکثر تعداد پنجه متعلق به واریته pnd160-2-1 (G4) با ۳۵/۷۵ عدد بود که با ژنوتیپ‌های آمل ۲ (G5)، BA370 (G14) و Doiar (G16) به ترتیب با مقادیر ۳۵، ۳۴ و ۳۴/۲۵ در یک ردیف آماری قرار داشت و همچنین حداقل تعداد پنجه در ژنوتیپ آمل ۱ (G1) با تعداد ۱۹/۵۰ رویت شد (جدول ۴). قابلیت پنجه‌زنی در برنج یک صفت زراعی مهم برای تولید دانه محسوب می‌شود (حسین و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها، مشخص شد که ژنوتیپ کشوری (G25) با ۲۰۸/۵۰ عدد، بیشترین تعداد کل دانه و ژنوتیپ آمل ۱ (G1) با ۸۵/۲۵ عدد کمترین تعداد کل دانه را دارا بودند که با ژنوتیپ ندا (G28) به میزان ۹۴/۲۵ اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). کیشور و همکاران (۲۰۱۵) تعداد دانه در خوشه را به عنوان یکی از صفات مهم مؤثر بر عملکرد معرفی و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد دانه در خوشه گزارش نمودند. همچنین ژنوتیپ کشوری (G25) از نظر صفت تعداد دانه پر در خوشه نیز با ۱۸۸/۷۵ عدد بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد و

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در منطقه موردنظر

ژنوتیپ	ارتفاع بوته (X ₁)	طول خوشه (X ₂)	تعداد پنجه (X ₃)	تعداد کل دانه (X ₄)	تعداد دانه پر (X ₅)	تعداد دانه پوک (X ₆)	وزن هزار دانه (X ₇)	عملکرد بیولوژیک (X ₈)	عملکرد دانه (X ₉)	شاخص برداشت (X ₁₀)	شاخص کلروفیل (X ₁₁)	طول دوره رویش (X ₁₂)
آمل یک	۹۷/۷۵ ^r	۱۲/۵۰ ^{ij}	۱۹/۵۰ ^q	۸۵/۲۵ ^l	۷۸/۵۰ ^l	۶/۷۵ ^q	۲۴/۴۱ ^{a-c}	۱۸/۲۶ ^{c-g}	۶/۹۷ ^{b-d}	۳۹/۲۴ ^a	۳۰/۸۴ ^g	۱۴۴/۷۵ ^a
سپید رود	۱۰۹ ^{op}	۸/۲۵ ^k	۲۶ ^{m-p}	۱۶۳/۲۵ ^c	۱۴۱/۵۰ ^c	۲۱/۷۵ ^{d-g}	۱۸/۲۲ ^h	۵/۷۶ ^{f-k}	۱۵/۱۹ ^{f-j}	۳۸/۴۴ ^a	۳۱/۸۸ ^{d-g}	۱۴۴/۵۰ ^{ab}
خزر	۱۷۵/۲۵ ^b	۱۶ ^{e-h}	۳۲/۲۵ ^{d-g}	۱۶۵/۲۵ ^{bc}	۱۴۳ ^c	۲۲/۲۵ ^{c-f}	۱۸/۸۵ ^{gh}	۵/۵۷ ^{g-l}	۱۴/۵۶ ^{g-j}	۳۸/۷۴ ^a	۳۴/۴۰ ^{a-c}	۱۲۱/۲۵ ^f
pnd160-2-1	۱۱۹/۵۰ ^{lm}	۱۷/۷۵ ^{c-e}	۳۵/۷۵ ^a	۱۰۷/۷۵ ^k	۹۵/۲۵ ^{jk}	۱۲/۵۰ ^{op}	۲۰/۴۴ ^{c-h}	۱۷/۵۳ ^{c-h}	۶/۶۸ ^{b-f}	۳۸/۷۴ ^a	۳۳/۶۸ ^{a-d}	۱۳۴/۵۰ ^{a-e}
آمل ۲	۱۲۷ ^k	۱۷ ^{d-f}	۳۵ ^{ab}	۱۶۰ ^{cd}	۱۳۸/۷۵ ^{cd}	۲۱/۲۵ ^{e-h}	۲۱/۱۶ ^{b-h}	۷/۳۳ ^{ab}	۱۹/۳۸ ^{c-e}	۳۸/۰۶ ^a	۳۴/۷۴ ^{ab}	۱۳۶ ^{a-e}
آمل ۳	۱۷۷ ^b	۲۶/۲۵ ^a	۲۸/۲۵ ^{j-l}	۱۳۵/۲۵ ^{gh}	۱۱۹/۷۵ ^{e-h}	۱۵/۵۰ ^{k-o}	۲۵/۷۵ ^a	۱۸/۴۳ ^{c-g}	۶/۷۵ ^{b-f}	۳۶/۷۵ ^a	۳۲/۳۳ ^{c-g}	۱۳۶/۲۵ ^{a-d}
فجر	۱۳۴/۲۵ ^j	۱۳/۵۰ ^{h-j}	۳۲/۲۵ ^{d-g}	۱۴۱/۵۰ ^{fg}	۱۲۱ ^{e-g}	۲۰/۵۰ ^{e-i}	۲۳/۱۰ ^{a-f}	۱۹/۶۹ ^{b-e}	۶/۸۹ ^{b-e}	۳۵/۳۹ ^a	۳۱/۹۷ ^{d-g}	۱۳۹ ^{ab}
Usen	۱۲۱/۲۵ ^l	۱۷/۵۰ ^{de}	۳۰ ^{h-j}	۱۳۴/۷۵ ^{gh}	۱۱۷/۵۰ ^{e-h}	۱۷/۲۵ ^{i-m}	۲۰/۳۵ ^{d-h}	۱۸/۴۲ ^{c-g}	۶/۷۶ ^{b-f}	۳۶/۵۵ ^a	۳۱/۹۳ ^{d-g}	۱۳۸ ^{a-d}
لاین ۱۰۱	۱۵۵/۲۵ ^{ef}	۲۷ ^a	۲۸/۵۰ ^{jk}	۱۲۶ ^{hi}	۱۱۱/۵۰ ^{f-i}	۱۴/۵۰ ^{l-o}	۲۰/۶۰ ^{c-h}	۱۵/۷۶ ^{d-j}	۵/۵۶ ^{g-l}	۳۵/۲۴ ^a	۳۳/۳۹ ^{a-e}	۱۴۳/۵۰ ^{ab}
نعمت	۱۵۴/۵۰ ^{e-g}	۲۱ ^b	۳۲/۵۰ ^{c-f}	۱۴۸/۵۰ ^{d-f}	۱۲۷ ^{de}	۲۱/۵۰ ^{e-h}	۲۲/۰۲ ^{a-h}	۱۹/۸۰ ^{a-d}	۶/۹۶ ^{b-d}	۳۴/۹۳ ^a	۳۰/۸۸ ^g	۱۴۳/۲۵ ^{ab}
رقم ۳۴۶	۱۴۸ ^{hi}	۱۷ ^{d-f}	۳۲/۵۰ ^{c-f}	۱۷۶/۵۰ ^b	۱۵۸/۵۰ ^b	۱۸ ^{h-l}	۲۰/۹۱ ^{b-h}	۱۶/۷۰ ^{d-j}	۵/۹۰ ^{e-j}	۳۵/۱۸ ^a	۳۲/۰۵ ^{d-g}	۱۴۳/۷۵ ^{ab}
دشت	۱۳۴/۵۰ ^j	۱۵/۲۵ ^{e-h}	۲۷/۵۰ ^{k-m}	۱۶۶ ^{bc}	۱۴۰/۴۵ ^c	۲۵/۲۵ ^{cd}	۲۴/۶۷ ^{ab}	۲۱/۲۰ ^{a-c}	۷/۱۹ ^{a-c}	۳۴/۲۶ ^a	۳۲/۴۷ ^{c-g}	۱۴۲/۷۵ ^{ab}
بچار	۱۴۹/۷۵ ^{g-i}	۱۴/۷۵ ^{f-i}	۳۰/۵۰ ^{g-i}	۱۳۵/۷۵ ^{gh}	۱۲۱/۷۵ ^{ef}	۱۴ ^{m-o}	۲۴/۳۸ ^{a-d}	۱۶/۵۰ ^{d-j}	۵/۶۰ ^{g-l}	۳۵/۲۲ ^a	۳۱/۹۳ ^{d-g}	۱۳۸/۵۰ ^{a-c}
BA370	۱۰۵ ^{pq}	۲۰/۵۰ ^b	۳۴ ^{a-d}	۱۵۹ ^{cd}	۱۴۴/۵۰ ^c	۱۴/۵۰ ^{l-o}	۲۳/۹۰ ^{a-e}	۱۹/۴۹ ^{c-e}	۶/۱۹ ^{c-h}	۳۳/۳۶ ^a	۳۱/۹۱ ^{d-g}	۱۳۸/۲۵ ^{a-d}
Tetep	۱۵۷ ^{de}	۱۹/۵۰ ^{b-d}	۲۷/۲۵ ^{k-n}	۱۱۵/۵۰ ^{i-k}	۹۷ ^{jk}	۱۸/۵۰ ^{g-k}	۲۳/۳۸ ^{a-f}	۱۳/۵۶ ^{h-j}	۴/۷۲ ^{kl}	۳۵/۶۳ ^a	۳۲/۰۷ ^{d-g}	۱۲۳/۷۵ ^{ef}
Doiar	۱۲۶ ^{kl}	۱۷/۷۵ ^{c-e}	۳۴/۲۵ ^{a-c}	۱۴۰/۲۵ ^{fg}	۱۲۰ ^{e-g}	۲۰/۲۵ ^{f-i}	۲۳/۳۸ ^{a-f}	۱۳/۳۷ ^{ij}	۴/۷۱ ^l	۳۶/۰۱ ^a	۳۲/۳۰ ^{c-g}	۱۳۶ ^{a-e}
IR42	۱۴۵ ⁱ	۲۱/۷۵ ^b	۲۶ ^{m-p}	۱۱۰/۵۰ ^{jk}	۱۰۰/۷۵ ^{ij}	۹/۷۵ ^{pq}	۲۲/۴۱ ^{a-g}	۱۶/۵۳ ^{d-j}	۵/۴۸ ^{g-l}	۳۳/۴۰ ^a	۳۲/۳۳ ^{c-g}	۱۳۳/۲۵ ^{a-f}
فوجی مینوری	۱۱۰/۲۵ ^o	۱۵/۷۵ ^{e-h}	۳۱/۲۵ ^{f-h}	۱۴۴/۷۵ ^{e-g}	۱۲۰/۷۵ ^{e-g}	۲۴ ^{c-e}	۲۳ ^{a-f}	۱۵/۲۲ ^{f-j}	۴/۹۶ ^{j-l}	۳۳ ^a	۳۵/۳۷ ^a	۱۳۳/۷۵ ^{a-e}
اوندا	۱۶۵/۵۰ ^c	۲۰/۲۵ ^{bc}	۲۶ ^{m-p}	۱۲۲ ^{ij}	۱۰۸ ^{g-j}	۱۴ ^{m-o}	۲۳/۲۷ ^{a-f}	۱۵/۱۷ ^{g-j}	۵/۱۴ ^{h-l}	۳۴/۹۷ ^a	۳۴/۶۵ ^{ab}	۱۳۶/۲۵ ^{a-d}
۱-۲-۲۹۹-۱۳۴۲۹	۱۱۵/۷۵ ^{mn}	۱۲/۵۰ ^{ij}	۲۵ ^{op}	۱۱۱ ^{jk}	۸۵/۵۰ ^{kl}	۲۵/۵۰ ^c	۲۱/۹۱ ^{a-h}	۱۶/۶۳ ^{d-j}	۵/۶۱ ^{g-l}	۳۴/۱۸ ^a	۳۳/۷۱ ^{a-d}	۱۳۶ ^{a-e}
IR36	۱۴۹ ^{hi}	۱۷/۵۰ ^{de}	۲۷ ^{k-n}	۱۰۸/۲۵ ^k	۱۰۰/۵۰ ^{ij}	۷/۷۵ ^q	۲۳/۴۰ ^{a-f}	۱۷/۱۳ ^{c-i}	۶/۱۷ ^{d-h}	۳۵/۸۸ ^a	۳۳/۳۳ ^{a-f}	۱۳۲/۲۵ ^{b-f}
تایش	۱۸۳/۷۵ ^a	۱۶/۲۵ ^{e-g}	۳۳/۷۵ ^{b-d}	۱۵۶/۵۰ ^{c-e}	۱۲۷/۲۵ ^{de}	۲۹/۲۵ ^b	۲۳/۱۲ ^{a-f}	۱۷/۳۹ ^{c-i}	۶/۰۷ ^{d-i}	۳۴/۹۷ ^a	۳۳/۲۵ ^{a-f}	۱۳۲/۲۵ ^{b-f}
IR24	۱۰۱/۵۰ ^{qr}	۱۵/۷۵ ^j	۲۷/۵۰ ^{k-m}	۱۸۵/۵۰ ^{cd}	۱۳۸/۷۵ ^{cd}	۱۹/۷۵ ^{f-j}	۲۳/۳۰ ^{a-f}	۱۹/۳۰ ^{c-f}	۶/۴۲ ^{b-g}	۳۳/۲۸ ^a	۳۲/۹۰ ^{b-g}	۱۲۶/۲۵ ^{c-f}
پویا	۱۰۳ ^q	۱۴ ^{g-j}	۲۵/۵۰ ^{n-p}	۱۰۹/۷۵ ^{jk}	۹۶/۵۰ ^{jk}	۱۳/۲۵ ^{n-p}	۲۰/۱۳ ^{e-h}	۱۵/۵۸ ^{e-j}	۵/۲۱ ^{h-l}	۳۳/۵۷ ^a	۳۲/۲۲ ^{d-g}	۱۲۶ ^{d-f}

۱۳۷/۷۵ ^{a-d}	۳۱/۲۹ ^{e-g}	۳۱/۶۲ ^a	۷/۳۹ ^{ab}	۲۳/۶۹ ^{ab}	۲۰/۸۰ ^{b-h}	۱۹/۷۵ ^{f-j}	۱۸۸/۷۵ ^a	۲۰/۸/۵۰ ^a	۳۳/۵۰ ^{b-e}	g-j ۱۳/۷۵	۱۵۶/۷۵ ^{de}
۱۳۷/۵۰ ^{a-d}	۳۱/۹۱ ^{d-g}	۳۲/۳۹ ^a	۵/۰۵ ^{i-l}	۱۵/۶۹ ^{d-j}	۲۰/۷۶ ^{a-h}	۲۵/۲۵ ^{cd}	۱۰۱/۲۵ ^{ij}	۱۲۶/۵۰ ^{hi}	۲۸/۷۵ ^{i-k}	e-h ۱۵/۷۵	۱۶۱/۷۵ ^{cd}
۱۴۱ ^{ab}	۳۲/۱۶ ^{d-g}	۳۴/۲۸ ^a	۵/۱۵ ^{h-l}	۱۵/۲۱ ^{f-j}	۱۹/۶۷ ^{f-h}	۱۲/۲۵ ^{op}	۱۱۳/۲۵ ^{f-i}	۱۲۵/۵۰ ^{hi}	۳۱/۷۵ ^{e-h}	۱۷/۲۵ ^{d-f}	۱۷۵ ^b
۱۴۱/۵۰ ^{ab}	۳۳/۰۴ ^{b-f}	۳۴/۰۲ ^a	۸/۰۴ ^a	۲۳/۸۷ ^a	۲۳/۴۲ ^{a-f}	۱۵ ^{k-o}	۷۹/۲۵ ^l	۹۴/۲۵ ^l	۲۶/۵۰ ^{l-o}	۲۴/۵۰ ^a	۱۵۴/۲۵ ^{e-g}
۱۴۲/۲۵ ^{ab}	۳۲/۰۷ ^{d-g}	۳۶/۲۶ ^a	۴/۵۸ ^l	۱۲/۷۵ ^j	۲۲/۹۲ ^{a-f}	۱۶/۱۵ ^{j-n}	۱۵۰/۷۵ ^{bc}	۱۶۷/۲۵ ^{bc}	۲۴/۵۰ ^p	۲۶ ^a	۱۱۲/۵۰ ^{no}
۱۴۲/۲۵ ^{ab}	۳۱/۲۰ ^{fg}	۳۵/۹۸ ^a	۴/۹۱ ^{j-l}	۱۳/۸۴ ^{h-j}	۲۳/۵۴ ^{a-f}	۳۳/۲۵ ^a	۱۰۶/۵۰ ^{h-j}	۱۳۹/۷۵ ^{fg}	۳۱/۷۵ ^{e-h}	۱۷/۷۵ ^{c-e}	۱۵۱/۵۰ ^{f-h}

کشوری
رقم تایچونگ ۶۵
senyu-285
ندا
چمپا
IR56

تجزیه به مؤلفه اصلی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات زراعی

به منظور تعیین عامل‌های توجیه‌کننده صفات مورد بررسی، تجزیه به عامل‌ها بر اساس روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر مبنای مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک در نظر گرفته شد (شکل ۱). نمودار اسکری پلات تغییرات مقادیر ویژه را در ارتباط با عامل‌ها نشان می‌دهد که برای تعیین تعداد بهینه مؤلفه‌ها به کار می‌رود. در این تحقیق، می‌توان پنج عامل را به عنوان عوامل مهم که بیشترین نقش را در تبیین واریانس داده‌ها دارند، استخراج کرد. در نتیجه پنج عامل وارد مدل شدند که در مجموع $78/050$ درصد از تنوع کل داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۵). در این جدول میزان واریانس هر عامل (برحسب درصد) و اهمیت آن را در تفسیر تغییرات کلی داده‌ها نشان می‌دهد. واریانس مؤلفه‌های اول تا پنجم به ترتیب به میزان $23/367$ ، $18/202$ ، $12/832$ ، $11/004$ ، $9/646$ درصد بود (جدول ۵). نتایج مربوط به مقادیر بار عامل در مؤلفه اول (PC1) نشان داد که عامل اول با توجیه $23/367$ درصد از واریانس کل شامل صفاتی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد کل دانه، تعداد دانه پر، تعداد دانه پوک، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و طول دوره رویش به ترتیب به میزان $0/149$ ، $0/664$ ، $0/927$ ، $0/881$ ، $0/541$ ، $0/386$ ، $0/303$ و $0/111$ در جهت مثبت و معنی‌دار و در مقابل صفات طول خوشه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و شاخص کلروفیل در جهت منفی نقش داشتند (جدول ۵). با توجه به صفاتی که در این عامل در جهت مثبت دخیل هستند و همچنین با نظر به اینکه بیشترین ضرایب عاملی مثبت مربوط به تعداد کل دانه، تعداد پنجه، تعداد دانه پر و پوک می‌باشد، لذا این مؤلفه به دلیل تأثیر بسزا در صفات شکل و تعداد دانه در خوشه قادر به تفکیک ژنوتیپ‌هایی با این خصوصیات خواهد بود. در مؤلفه دوم (PC2) با توجیه $18/202$ درصد از واریانس کل صفاتی مانند طول خوشه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و طول دوره رویش به ترتیب با میزان $0/132$ ، $0/404$ ، $0/825$ ، $0/815$ و $0/517$ در جهت مثبت، در صورتی که ضرایب منفی متعلق به صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد کل دانه، تعداد دانه پر، تعداد دانه پوک، شاخص برداشت، شاخص کلروفیل شدند (جدول ۵).

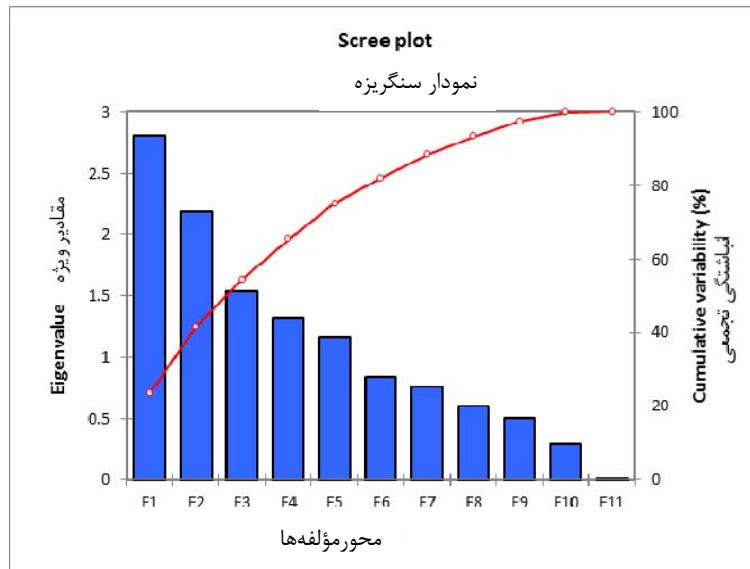
باتوجه به اینکه در عامل دوم صفات عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه دارای بالاترین ضرایب عاملی مثبت و همچنین از عامل اول بوده و به جهت اینکه این صفات از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند، لذا این عامل نیز به نام عامل عملکرد و اجزای اصلی عملکرد نامگذاری شد. با توجه به اینکه دو عامل

اصلی اول $41/569$ درصد از کل تغییرات واریانس داده‌ها در مجموع را به خود اختصاص داده بودند. لذا به عنوان محورهای مختصات بای‌پلات^۱ انتخاب گردیده و بر این اساس موقعیت ژنوتیپ‌ها بر روی این نمودار مختصات که بیان‌کننده میزان همبستگی و مقدار توجیه صفات مورد مطالعه و ژنوتیپ‌ها توسط این دو عامل است، بررسی شد. همانگونه که از جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) نیز بر می‌آید، ژنوتیپ شماره ۲۵ (کشوری) دارای بیشترین تعداد دانه کل و پر بوده و لذا در موقعیت مکانی قرار گرفته است که از نظر عامل اول (PC1) مثبت و بالاست. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود بیشترین تجمع ژنوتیپ‌های با منشأ ایری در قسمت پایین و سمت چپ نمودار که معرف عملکرد بالاتر و ژنوتیپ‌های بومی در بخشی از نمودار که نشان‌دهنده صفات مورفولوژیک بالاتری هستند قرار گرفتند.

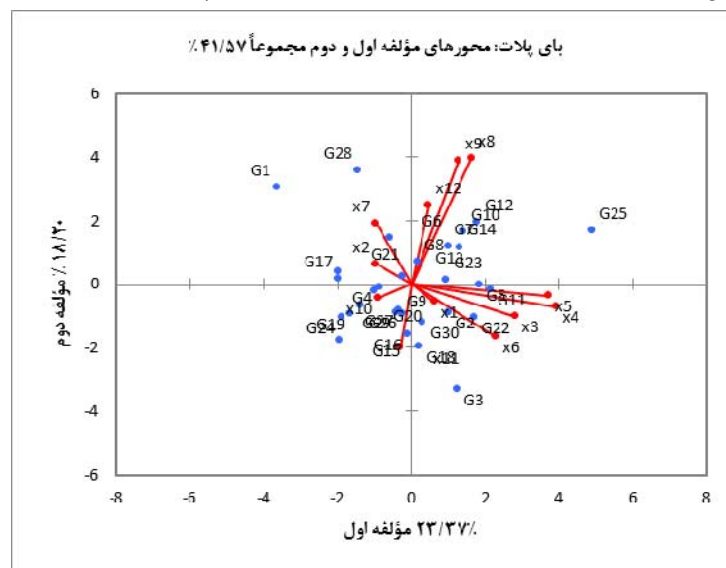
سه صفت عملکرد بیولوژیک (X8)، عملکرد دانه (X9) و طول دوره رویش (X12) در نیمه بالایی سمت راست نمودار بای‌پلات نشانگر سهم بالای این صفات در تشکیل مؤلفه دوم هستند و به همین ترتیب مطابقت و هماهنگی این موضوع را می‌توان از مقادیر جدول ۵ به راحتی برداشت نمود. روش GGE-Biplot بطور همزمان اثر اصلی ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط را در اختیار قرار می‌دهد. این روش برخلاف مرسوم‌ترین روش چند متغیره تجزیه پایداری که تنها آثار متقابل ژنوتیپ در محیط را مورد توجه قرار می‌دهد، از آثار اصلی ژنوتیپ نیز استفاده می‌کند. این روش از طریق نمایش گرافیکی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط به به‌نژادگر کمک می‌کند تا به سادگی پایداری ژنوتیپ‌های مختلف و ترکیب پایداری با عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف را ارزیابی کرده، امکان بررسی روابط میان محیط‌ها و شناسایی محیط‌های هدف در برنامه‌های به‌نژادی را به سادگی میسر سازد (یان و همکاران، ۲۰۰۱). با استفاده از GGE-Biplot، محیط‌های مورد بررسی به چندین گروه محیطی که از نظر واکنش به ژنوتیپ‌ها نسبتاً مشابه عمل می‌کنند، گروه‌بندی می‌شوند (شیری و بهرامپور، ۱۳۹۴). در تحقیقی که با هدف بررسی ۷۷ ژنوتیپ برنج بر اساس ۱۰ صفت زراعی - مورفولوژیک در مرکز برنج آفریقا در ایبادان^۲ نیجریه صوت گرفت، نتایج بیانگر آن بود که تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) تا حدودی نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای را تأیید کرد. در تحقیق آنها سه مؤلفه اصلی اول، $6/64$ ٪ تغییرات کل را توجیه کردند که سهم PC1، PC2 و

بیشترین تغییرات PC3 بودند. آنان اظهار داشتند که تجزیه و تحلیل اجزای اصلی قادر است سهم هر یک از مؤلفه‌ها یا تأثیر مستقل یک فاکتور خاص را به واریانس کل مشاهده شده در یک جمعیت داده شده در رابطه با صفات مورد علاقه پرورش دهنده مورد سنجش قرار دهد (آیاوها و همکاران، ۲۰۱۸).

PC3 به ترتیب ۲۷/۶٪، ۲۴/۹۳٪ و ۱۲/۰۲٪ از تغییرات کل بود. صفات عملکرد دانه، روزهای تا گلدهی و روزهای رسیدگی سهم قابل توجهی را به PC1 اختصاص دادند و روزهای رسیدگی دارای بیشترین وزن بودند. سطح برگ، ارتفاع بوته در زمان رسیدن و تعداد خوشه‌ها نیز بیشترین سهم تغییرات مشاهده شده بر اساس PC2 بود و تعداد پنجه در ۴۵ روز پس از کاشت



شکل ۱- نمودار سنگریزه مربوط به تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در زنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه



شکل ۲- نمودار بای پلات مربوط به مؤلفه‌های اول و دوم بر اساس زنوتیپ‌های مختلف مورد بررسی

(صفات به کار گرفته شده در نمودار بای پلات شامل ارتفاع بوته (X₁)، طول خوشه (X₂)، تعداد پنجه (X₃)، تعداد کل دانه (X₄)، تعداد دانه پر (X₅)، تعداد دانه پوک (X₆)، وزن هزار دانه (X₇)، عملکرد بیولوژیک (X₈)، عملکرد دانه (X₉)، شاخص برداشت (X₁₀)، شاخص کلروفیل (X₁₁) و طول دوره رویش (X₁₂) است)

جدول ۵- نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس صفات مختلف مورد بررسی

صفات					مؤلفه
اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	
۰/۱۴۹	-۰/۱۱۷	۰/۷۵۶	۰/۰۳۰	۰/۲۲۳	ارتفاع بوته (X ₁)
-۰/۲۳۰	۰/۱۳۲	۰/۷۵۳	-۰/۱۳۸	۰/۳۵۳	طول خوشه (X ₂)
۰/۶۶۴	-۰/۲۱۳	۰/۲۵۴	۰/۲۳۸	۰/۲۰۶	تعداد پنجه (X ₃)
۰/۹۲۷	-۰/۱۴۷	-۰/۰۴۳	-۰/۱۶۹	۰/۰۳۰	تعداد کل دانه (X ₄)
۰/۸۸۱	-۰/۰۷۵	-۰/۰۵۸	-۰/۱۴۹	۰/۰۹۸	تعداد دانه پر (X ₅)
۰/۵۴۱	-۰/۳۴۷	۰/۰۴۵	-۰/۱۴۶	-۰/۲۶۴	تعداد دانه پوک (X ₆)
-۰/۲۳۲	۰/۴۰۴	۰/۳۹۷	-۰/۲۳۰	-۰/۳۸۶	وزن هزار دانه (X ₇)
۰/۳۸۶	۰/۸۲۶	۰/۰۴۸	۰/۳۵۲	-۰/۱۶۵	عملکرد بیولوژیک (X ₈)
۰/۳۰۳	۰/۸۱۵	-۰/۰۶۳	۰/۴۵۰	۰/۰۹۵	عملکرد دانه (X ₉)
-۰/۲۲۱	-۰/۰۹۱	-۰/۳۴۶	۰/۲۰۳	۰/۷۲۶	شاخص برداشت (X ₁₀)
-۰/۰۷۳	-۰/۴۱۸	۰/۱۹۳	۰/۶۸۴	-۰/۰۶۶	شاخص کلروفیل (X ₁₁)
۰/۱۱۱	۰/۵۱۷	-۰/۰۹۸	-۰/۵۳۲	۰/۳۷۹	طول دوره رویش (X ₁₂)
۲/۸۰۴	۲/۱۸۴	۱/۵۴۰	۱/۳۲۱	۱/۱۵۷	مقادیر ویژه
۲۳/۳۶۷	۱۸/۲۰۲	۱۲/۸۳۲	۱۱/۰۰۴	۹/۶۴۶	واریانس نسبی (%)
۲۳/۳۶۷	۴۱/۵۶۸	۵۴/۴۰۰	۶۵/۴۰۵	۷۵/۰۵۰	واریانس تجمعی (%)

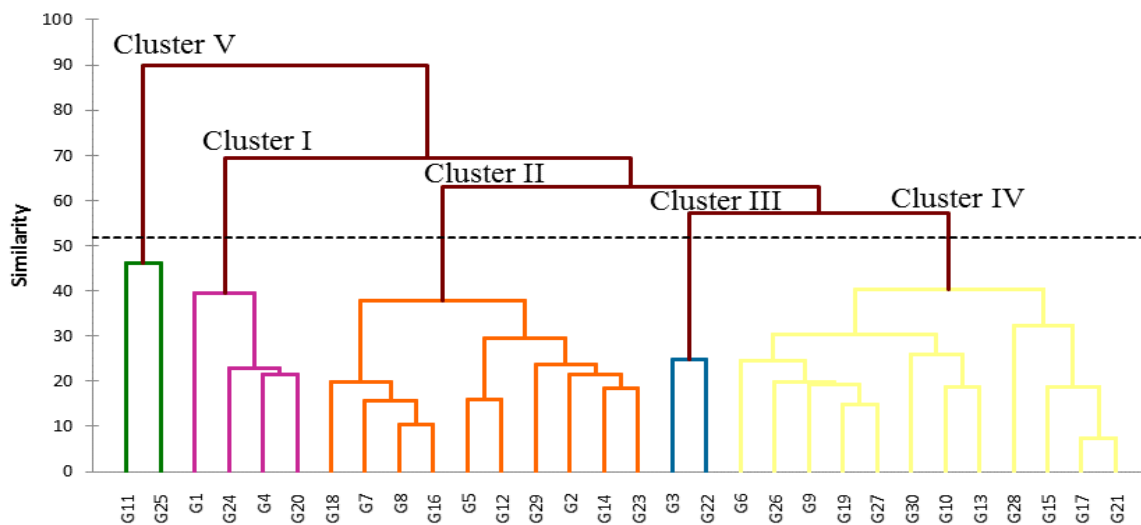
آمل ۳ (G6)، تایچونگ ۶۵ (G26)، لاین ۱۰۱ (G9)، اوندای (G19)، واریته ۲۸۵-senyu (G27)، IR56 (G30)، نعمت (G10)، بجار (G13)، ندا (G28)، Tetep (G15)، IR42 (G17)، IR36 (G21) در خوشه چهارم قرار گرفتند که مجموعاً ۴۰ درصد ژنوتیپ‌ها را شامل شد. این گروه از نظر تعداد ژنوتیپ‌ها، دارای بیشترین تعداد بوده است. ژنوتیپ‌هایی که در یک گروه قرار می‌گیرند از نظر صفات اندازه‌گیری شده دارای تشابه ژنتیکی بیشتری نسبت به دیگر گروه‌ها می‌باشند (شکل ۳) و در نهایت ژنوتیپ ۳۴۶ (G11) به همراه کشوری (G25) در خوشه پنجم قرار گرفتند که این خوشه نیز همانند خوشه سوم تنها ۶/۶ درصد ژنوتیپ‌ها را در بر گرفت. تجزیه و تحلیل خوشه‌ای برای ۷۷ ژنوتیپ برنج بر اساس ۱۰ صفت زراعی - موفولوژیک با استفاده از روش UPGMA، آنها را در سه گروه عمده دسته‌بندی کرد. به طوری که خوشه اول شامل ۲۸ ژنوتیپ معادل ۳۶/۳۶٪ (کل ژنوتیپ‌ها)، خوشه سوم دارای ۲۶ ژنوتیپ معادل ۳۳/۷۷٪ (کل ژنوتیپ‌ها) و خوشه دوم با دارا بودن ۲۳ ژنوتیپ کوچکترین خوشه بود. محققین اعلام داشتند که خوشه‌بندی ژنوتیپ‌ها حداقل رابطه بین محیط و تنوع را نشان می‌دهد (آنیووا و همکاران، ۲۰۱۸). مجیدی مهر و خوش چهره (۱۳۹۶)، در تحقیقی با عنوان بررسی ژنوتیپ‌های مختلف برنج با استفاده از تجزیه و تحلیل چند متغیره نشان دادند که نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش حداقل

تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات زراعی

تجزیه خوشه‌ای به منظور اندازه‌گیری و تعیین فواصل ژنتیکی از نظر دوری و نزدیکی توده‌های موجود در یک مجموعه و گروه‌بندی آنها استفاده می‌شود. تفکیک ژنوتیپ‌های مختلف حاصل از تجزیه خوشه‌ای مبتنی بر روش UPGMA بر اساس صفات مختلف مورد مطالعه در منطقه ساری در شکل ۳ نشان داده شد. برش دندروگرام‌های حاصل بر اساس استراتژی قطع دندروگرام در سطحی که اختلاف بین سطوح گروه‌بندی زیاد باشد، صورت گرفت. دندروگرام (نمودار درختی) حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که ۳۰ ژنوتیپ مورد مطالعه بر اساس ۱۲ صفت اندازه‌گیری شده به پنج گروه مجزا تفکیک شدند. بدین ترتیب تعداد چهار ژنوتیپ شامل آمل یک (G1)، پویا (G24)، واریته 1-160-pnd (G4) و واریته ۲۹۹-۱۳۴۲۹-۲-۲ (G20) در خوشه اول قرار گرفتند که مجموعاً ۱۳/۳ درصد ژنوتیپ را در بر گرفت. گروه دوم شامل ۱۰ ژنوتیپ با عناوین فوجی مینوری (G18)، فجر (G7)، Usen (G8)، Doiar (G16)، آمل ۲ (G5)، دشت (G12)، چمپا (G29)، سپیدرود (G2)، (G14) BA370 و (G23) IR24 در خوشه دوم جای گرفتند که در مجموع ۳۳/۳ درصد ژنوتیپ‌ها را به خود اختصاص داد. همچنین دو ژنوتیپ خزر (G3) و تابش (G22) به‌طور مجزا در خوشه سوم تفکیک شدند که ۶/۶ درصد ژنوتیپ را در خود جای دادند. علاوه بر این تعداد ۱۲ ژنوتیپ به نام‌های

اجزای عملکرد با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ارقام مورد مطالعه را به پنج گروه و ۱۳ تیپ تقسیم نموده و همچنین کندهولا و پنوار (۱۹۹۹)، تنوع ژنتیکی میان ۵۲ زنوتیپ برنج را بررسی و آنها را بر اساس ۱۶ صفت کیفی و مورفولوژیکی - زراعی به ۱۱ گروه تقسیم نمودند و نشان دادند که مابین زنوتیپ‌ها تنوع زیادی وجود دارد که با نتایج آزمایش ما مطابقت دارد.

واریانس وارد بر مبنای فاصله اقلیدسی، از ۱۶ زنوتیپ مورد مطالعه در این تحقیق در سه گروه مجزا قرار گرفتند که براساس دندوگرام حاصله، گروه اول با سه زنوتیپ معادل ۳۰ درصد کل زنوتیپ‌ها، گروه دوم با دو زنوتیپ که ۲۰ درصد از کل زنوتیپ‌ها و گروه سوم با ۵۰ درصد (بیشترین درصد زنوتیپ‌ها) را در خود جای دادند. لیبینگ و جیانفای (۱۹۹۹)، با بررسی ۱۶۳ رقم بومی و ۱۶ رقم پر محصول تجاری جاپونیکا به منظور ارزیابی



شکل ۳- تفکیک زنوتیپ‌های مختلف حاصل از تجزیه خوشه‌ای مبتنی بر روش UPGMA بر اساس صفات مختلف

ژنوتیپ در محیط بودند. افزون بر این، زنوتیپ‌های آمل ۱ (G₁)، خزر (G₃)، کشوری (G₂₅) و ندا (G₂₈) بیشترین فاصله را نسبت به مرکز بای‌پلات داشته که بهره‌مند از اثرات متقابل زنوتیپ در محیط بیشتری نسبت به سایر زنوتیپ‌ها بودند. در این پژوهش تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی موفق به تفکیک زنوتیپ‌های برنج بر اساس صفات کمی شدند و زنوتیپ‌های دارای صفات مشابه در گروه یکسان قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رسم بای‌پلات نیز همخوانی نسبتاً زیادی با گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای داشت.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این پژوهش حاکی از تنوع مناسب در تمام صفات مورد بررسی در مجموعه زنوتیپ مورد مطالعه بود. کلیه صفات مورد بررسی به‌جز شاخص برداشت، همگی تحت تأثیر تیمار قرار گرفتند. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین میانگین تعداد کل دانه و تعداد دانه پر در خوشه متعلق به زنوتیپ کشوری (G₂₅) بود. زنوتیپ‌های pnd160-2-1 (G₄)، آمل ۲ (G₅)، بجار (G₁₃) و IR24 (G₂₃) نزدیکترین فاصله را با مرکزیت محور مختصات داشته که دارای حداقل اثر متقابل

منابع

- ابوذری گزارفودی، ا.، ر. هنرنژاد، و م. ح. فتوکیان. ۱۳۸۷. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام برنج با استفاده از داده‌های صفات مورفولوژیکی، مجله پژوهش و سازندگی، جلد ۲۱، شماره ۱ (پای آینه ۷۸ در زراعت و باغبانی): ۱۱۷-۱۱۰.
- شاهسواری، ع. ۱۳۸۹. ارزیابی لاین‌های امیدبخش برنج بر اساس شاخص‌های مورفولوژی، فیزیولوژی و اجزای عملکرد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت.
- شیری، م. و ت. بهرامپور، ۱۳۹۴. تجزیه اثر متقابل زنوتیپ در محیط با استفاده از روش GGE بای‌پلات در هیبریدهای ذرت دانه‌ای تحت شرایط مختلف آبیاری. تحقیقات غلات، (۵): ۸۳-۹۴.

- مظهری، م. ۱۳۸۳. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام مختلف برنج بر اساس خصوصیات مورفولوژیکی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.
- مصطفوی، م.، س. حسینی‌امینی، ص. و م. فیروزی. ۱۳۹۳. بررسی پایداری عملکرد دانه لاین‌ها و ارقام برنج با استفاده از روش امی (تأثیرات اصلی افزایشی و تأثیرات متقابل ضرب‌پذیر). علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۵(۳): ۴۴۵-۴۵۲.
- مجیدی‌مهر، ا.، و خوش‌چهره، ح. ۱۳۹۶. بررسی ژنوتیپ‌های مختلف برنج با استفاده از تجزیه و تحلیل چند متغیره. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۰: ۱۲۸-۱۱۸.
- Anis, G., A. EL-Sabagh, A. Ghareb, and I. EL-Rewainy. 2016. Evaluation of promising lines in rice (*Oryza sativa* L.) to agronomic and genetic performance under Egyptian conditions. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*. 3: 52-57.
- Anyaocha, Ch., F. Adegbehingbe, U. Uba, B. Popoola, V. Gracen, S. Mandé, E. Onotugoma, and M. Fofana. 2018. Genetic Diversity of Selected Upland Rice Genotypes (*Oryza sativa* L.) for Grain Yield and Related Traits. *International Journal of Plant & Soil Science*, 22(5):1-9.
- Hussien, A., E. Tavakol, D.S. Horner, M. Muñoz-Amatriain, G. J. Muehlbauer, and L. Rossini. 2014. Genetics of tillering in rice and barley. *The Plant Genome*, 7(1).
- Honarnejhad, R. 2002. Study of correlation between some quantitative traits and grain yield in rice (*Oryza sativa* L.) using path analysis. *Iranian Journal of Crop Sciences* 4(1): 25-35. [In Persian with English Abstract].
- Katsura, K., Y. Tsujimoto, K.I. Matsushimac, W. Dogbed, and J.I. Sakagami. 2016. Genotype-by-environment interaction analysis of rice (*Oryza* spp) yield in a floodplain ecosystem in West Africa. *European Journal of Agronomy*, 73: 152-159.
- Kishore, N. S., T. Srinivas, U. Nagabhushanam, M. Pallavi, and S. K. Sameera. 2015. Genetic variability, correlation and path analysis for yield and yield components in promising rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *Bangladesh Journal of Agriculture*, 13(1): 99-108.
- Kandhola, S. S. and D.V.S. Panwar. 1999. Genetic divergence in rice, *Annals of biology Ludhiana* 15:135-39.
- Lafitte, H. R., Z. K. Li, C. H. M. Vijayakumar, Y. M. Gao, Y. Shi, J. L. Xu, B. Y. Fu, S. B. Yu, A. J. Ali, J. Domingo, R. Maghirang, R. Torres, and D. Mackill. 2006. Improvement of rice drought tolerance through backcross breeding: Evaluation of donors and selection in drought nurseries. *Field Crops Research* 97: 77-86.
- Lanceras, J. C., P. Griengrai, J. Boonrat, and T. Theerayut. 2004. Quantitative trait loci associated with drought tolerance at reproductive stage in rice. *Plant Physiology* 1: 384-399.
- Lestari, A. P., B. Abdollah, A. Junaedi, and H. Aswidinnoor. 2010. Yield stability and adaptability of aromatic new plant type (NPT) rice lines. *Indonesian Journal Agronomy*, 38(3): 199-204.
- Liping, D. and W. Jianfei. 1999. Analysis of main agronomic characters for japonica rice from taiho lake region, *Journal of Nanjing Agricultural University* 22:3 1-4.
- Meng, T. Y., H. H. Wei, L. I. Chao, Q. G. Dai, X. U. Ke, Z. Y. Huo, and H. C. Zhang. 2016. Morphological and physiological traits of large-panicle rice varieties with high filled-grain percentage. *Journal of Integrative Agriculture*, 15(8): 1751-1762.
- Mohaddesi, A. 2002. Study of planting data, nitrogen fertilizer and plant density on yield and yield components in rice. M.Sc. Thesis. Tehran University. 90 pp. [In Persian with English Abstract].
- Navea, I. P., M. S. Dwiyantri, J. Park, B. Kim, S. Lee, X. Huang, and J. H. Chin. 2017. Identification of quantitative trait loci for panicle length and yield related traits under different water and P application conditions in tropical region in rice (*Oryza sativa* L.). *Euphytica*, 213(2): 37.
- Pasha, M., F. Paknezhad, M. R. Ardakani, A. Mohadasi, and S. Bakhshipoor. 2011. Study of genetic diversity of rice genotypes based of morphological characteristics. *Proceedings of 14th National Rice conference sari*. February 28.
- Singh, S. K., A. Kumar, P. K. Bhati, S. Y. Dhuri, and A. Sharma. 2016. Stability analysis for grain yield and its component traits in rice. *Oryza*. 53(2): 187- 195.
- Yan, W. 2001. GGEbiplot A Windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. *Agron. J.* 93: 1111-1118
- Zhang, S., J. Hu, C. Yang, H. Liu, F. Yang, J. Zhou, B. K. Samson, C. Boualaphanh, L. Huang, G. Huang, J. Zhang, W. Huang, D. Tao, D. Harnpichitvitaya, L. Wade, and F. Hu. 2017. Genotype by environment interactions for grain yield of perennial rice derivatives (*Oryza sativa* L./*Oryza longistaminata*) in southern China and Laos. *Field Crops Research*. 207: 62-70.

Genetic diversity of different agronomic traits in rice genotypes (*Oryza sativa* L.)

N. Ranjkesh¹, M. Sam Daliri², P. Mazloun³, A. Mousavi³, V. Rameeh⁴

Received: 2018-10-27 Accepted: 2019-5-27

Abstract

Rice is one of the most important strategic products that is considered to be the main food of the world. In this regard, an experiment was conducted with 30 native and modified rice genotypes in a randomized complete block design at research farm of Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources with four replications in 2016-2017. The studied traits were plant height, length of panicles, number of effective tillers, total number of grains, number of unfilled grains, number of filled grains, 1000-grain weight, biological yield, grain yield, harvest index, chlorophyll index and growth period. The results of analysis of variance showed that genotypes have a significant difference in terms of traits, which indicates the existence of genetic variation among genotypes. The results of mean comparisons showed that the highest mean of total number of grains (208/50) and number of filled grains in the cluster (188/75) belonged to the genotype of the Keshvari. The results of principal components analysis showed that the first five principal components accounted for about 78.050% of the total variation. The cluster analysis by Unweighted Pair Group Method with Arithmetic (UPGMA) and with the euclidean distance criterion for studied traits, genotypes studied were divided into five groups.

Key words: Quantitative traits, grain yield, grouping, partial component analysis, baiplat

1- Ph.D. Student, Department of Agronomy, chalous branch, Islamic Azad University, chalous, Iran

2- Associated professor, Department of Agronomy, Islamic Azad University, Chalous Branch, Chalous, Iran

3- Assistant professor, Department of Agronomy, Islamic Azad University, Chalous Branch, Chalous, Iran

4- Associate professor, Department of Agronomic and Horticulture Crops Research, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran