

بررسی تنوع ژنتیکی و طبقه‌بندی ارقام برنج هوازی و محلی استان خوزستان

احمد کعب عمیر^۱، پیام پورمحمدی^{۲*}، عبدالعلی گیلانی^۳، خلیل عالمی سعید^۴ و محمد فرخاری^۲

- ۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی
 - ۲- استادیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی
 - ۳- استادیار، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز
 - ۴- دانشیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی
- (تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۱۰ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۳۰)

چکیده

راهکارهای مختلفی جهت کاهش مصرف آب در کشت برنج، از جمله کشت برنج در خاک اشباع از آب، خشک و تر نمودن خاک (آبیاری تناوبی) و شیوه کشت هوازی برنج توسعه داده شده‌اند. در این تحقیق به منظور شناسایی و گروه‌بندی ارقام برنج مناسب کشت هوازی، تعداد ۳۴ رقم از ارقام بومی و اصلاح شده برنج انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. تجزیه به عامل‌ها براساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی براساس کلیه صفات نشان داد که ۶ عامل با مقادیر ویژه بیش از یک استخراج شد که این ۶ عامل پس از چرخش واریماکس، ۷۸/۰۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. در تجزیه خوشه‌ای برداشت اول با استفاده از روش وارد، ارقام در ۴ خوشه مجزا قرار گرفتند که خوشه ۳ بزرگترین خوشه معرفی شد. تجزیه تابع تشخیص برداشت اول نشان داد که تمامی ارقام به‌طور صحیح گروه‌بندی شده‌اند. در تابع تشخیص کانونیک دو تابع کانونیک اول با مقادیر ویژه بالاتر از یک در مجموع ۸۸/۹ درصد از واریانس موجود را توجیه کردند. در تجزیه خوشه‌ای براساس میانگین برروی داده‌های حاصل از برداشت راتون، ژنوتیپ‌ها در ۲ گروه متفاوت قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های گروه اول از لحاظ عملکرد و اجزاء عملکرد بالاتر از ژنوتیپ‌های گروه دوم قرار گرفتند و به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر معرفی گردیدند. وراثت پذیری همراه با پیشرفت ژنتیکی برای صفات دوام سطح برگ، تعداد بوته سبز شده، تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه‌های پر و درجه رسیدگی نشان داد این صفات می‌توانند به نتایج هیبرید منتقل شوند و گزینش بر اساس این صفات مؤثر می‌باشند.

واژگان کلیدی: برنج هوازی، تنوع ژنتیکی، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه تابع تشخیص، وراثت‌پذیری، پیشرفت ژنتیکی

* نویسنده مسئول، آدرس پست الکترونیکی: mohammadi@asnrukh.ac.ir

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه را تشکیل می‌دهد (Zuo and Li, 2014). همچنین برنج به‌عنوان دومین غله پس از گندم، با سطح زیر کشت ۵۸۰ هزار هکتار؛ سطح گسترده‌ای از زمین‌های کشاورزی کشور را به خود اختصاص داده است (Ahmadi et al., 2019)، به‌طوری‌که مردم آسیای جنوب شرقی رژیم مبتنی بر برنج را ترجیح می‌دهند (FAO, 2016). شناخت تنوع ژنتیکی و طبقه‌بندی ذخایر توارثی یکی از فعالیت‌های مهم در زمینه به‌نژادی و حفظ ذخایر ژنتیکی در گیاهان است (Goli and Jorjani, 2016). عملکرد، صفت کمی پیچیده‌ای است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌گردد و شدیداً تحت تأثیر محیط قرار دارد و همچنین صفات بسیاری به‌تنهایی یا باهم بر آن تأثیر می‌گذارند. بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب تنها بر اساس عملکرد مطلوب نیست و چنانچه انتخاب بر اساس سایر صفات تأثیرگذار بر آن انجام شود، بسیار مفیدتر خواهد بود (Sharifi et al., 2017).

سابقه تحقیقات در رابطه با توسعه کشت برنج هوازی از چین به سال ۱۹۸۰ مربوط می‌شود، سپس از سال ۲۰۰۱ موسسه تحقیقات برنج (International Rice Research Institute, IRRI) با همکاری مؤسسات چین، هند و فیلیپین، مطالعات در زمینه توسعه چنین سیستم کشت برنج ادامه یافت (Templeton and Bayot, 2011). در ایران مطالعه‌ای بر روی برنج هوازی و انتخاب لاین‌های برتر ژنوتیپ‌های هوازی موسسه تحقیقات برنج IRRI به همراه تعدادی از ارقام برنج بومی و اصلاح شده ایرانی انجام شد. اغلب ارقام و ژنوتیپ‌هایی که مبتنی بر سیستم کشت هوازی توسعه داده شده‌اند، دارای واکنش مطلوبی در شرایط مورد آزمایش بودند. در حالی‌که در این شرایط اغلب ارقام ایرانی یا از بین رفته‌اند یا عملکرد اقتصادی نداشتند و حساسیت بالایی به بیماری بلاست نشان دادند و به شدت کوتاه ماندند (Moumeni, 2014). در برنامه‌های دورگ‌گیری گیاهان خودگشن مانند برنج، برای بهره‌وری بهتر از تفکیک متجاوز بایستی والدین از

نظر ژنتیکی از هم دور باشند تا برتری والدین نسبت به نتاج اتفاق بیافتد. انتخاب لاین‌های والدینی در ایجاد ترکیب‌های ایده‌آل نقش مهمی دارد. بنابراین مطالعه ارتباط و تنوع ژنتیکی بین لاین‌های والدینی برنج هیبرید ضروری است (Wang and Lu, 2006). نتایج حاصل از بررسی تنوع ژنتیکی در انتخاب روش‌های مناسب تلاقی و پرهیز از تلاقی‌های بی‌ثمر به‌کار برده می‌شود.

ارزیابی تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی برای برنامه‌های اصلاحی و حفاظت از ذخایر توارثی کاربرد حیاتی دارد. آگاهی از تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی برای انتخاب نژاد-های والدینی در جهت حصول هیبریدهای مناسب و پیش‌بینی بینه هیبرید به‌ویژه در محصولاتی که هیبرید آن‌ها ارزش تجاری دارند، مهم است (Nandakumr, 2004). چندین روش برای اندازه‌گیری تنوع وجود دارد. با تجزیه تک‌متغیره، هر صفت به‌طور جداگانه تجزیه می‌شود؛ اما روش‌های تک‌متغیره همانند تجزیه واریانس، میزان تفاوت ارقام را در زمانی‌که صفات اندازه‌گیری شده با یکدیگر ارتباط دارند، توصیف نمی‌کنند (Yeater et al., 2004). از آنجا که از تجزیه خوشه‌ای جهت بررسی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها به‌منظور تعیین قرابت یا فاصله ژنتیکی آن‌ها استفاده می‌شود؛ به‌نژادگران نیز، جهت پی‌بردن به فواصل ژنتیکی و استفاده از تنوع ژنتیکی موجود، در برنامه‌های اصلاحی از این روش بهره می‌برند. در پژوهش آقایی و همکاران (Agahi et al., 2010)، ۲۵ رقم برنج ایرانی و خارجی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای در چهار گروه تقسیم‌بندی و صحت گروه‌بندی ارقام با استفاده از تابع تشخیص تأیید شد. در پژوهش دیگر، تنوع ژنتیکی برخی ارقام برنج شامل ذخایر توارثی ایران و ارقام بین‌المللی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای بر پایه صفات زراعی مورد بررسی قرار گرفت، که نتایج آن نشان داد ارقام مورد مطالعه در ۴ خوشه قرار می‌گیرند (Abouzari-Gazafrodi et al., 2008).

هدف از پژوهش حاضر شناسایی ارقام مناسب برنج هوازی برای کشت در شرایط استان خوزستان و گروه‌بندی ارقام مختلف برنج هوازی و محلی در جهت گزینش و دستیابی به

تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش واریماکس انجام شد. ماتریس همبستگی و تجزیه تابع تشخیص و نمودار آن، با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver.24 صورت گرفت. همچنین تجزیه خوشه‌ای با WARD و مربع فاصله اقلیدوسی، با استفاده از نرم‌افزار Minitab ver.16 انجام شد. محاسبه میانگین و درصد انحراف از میانگین کل با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 صورت پذیرفت.

ضرایب تنوع فنوتیپی (PCV) تنوع ژنتیکی (GCV)، وراثت‌پذیری عمومی (h^2) و پیشرفت ژنتیکی (GA) از طریق روابط زیر محاسبه گردیدند:

$$\text{PCV (\%)} = \frac{\text{انحراف معیار فنوتیپی } (\sigma_p)}{\text{میانگین کل}} \times 100 \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\text{GCV (\%)} = \frac{\text{انحراف معیار ژنتیکی } (\sigma_g)}{\text{میانگین کل}} \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$h^2 = \frac{\text{واریانس ژنتیکی } (V_g)}{\text{واریانس فنوتیپی } (V_p)} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$V_E = MS_E \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$V_G (\%) = \frac{MS_G - MS_E}{r} \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$V_P = V_G + V_E \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$GA = \sigma_G \times h^2 \times K \quad (K = 2.06, p < 0.05) \quad \text{رابطه (۷)}$$

$$GA = \sigma_G \times h^2 \times K \quad (K = 2.06, p < 0.05) \quad \text{رابطه (۸)}$$

در معادلات ذکر شده MS_G ، MS_E و r به ترتیب میانگین مربعات خطا، میانگین مربعات تیمار (ژنوتیپ) و تکرار می‌باشند.

نتایج و بحث

تجزیه به عامل‌ها: نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌های کلیه صفات، براساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، نشان داد که ۶ عامل اول، مقادیر ویژه بیش از یک داشتند که این ۶ عامل پس از چرخش ۷۸/۰۸ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۲). بای‌پلات مقادیر ویژه در مقابل تعدادعامل‌ها (شکل ۱) نیز نشان می‌دهد که شش عامل برای داده‌های این تحقیق کافی است؛ زیرا از عامل ششم به بعد تغییرات مقدار ویژه کاهش یافته و نمودار تقریباً به صورت خطی در می‌آید. در نتیجه می‌توان شش عامل را به عنوان عوامل مهم که بیشترین نقش را در تبیین واریانس داده‌ها دارند استخراج کرد (شکل ۱).

والدین مناسب برای طرح‌ریزی برنامه‌های به‌نژادی از طریق دورگ‌گیری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

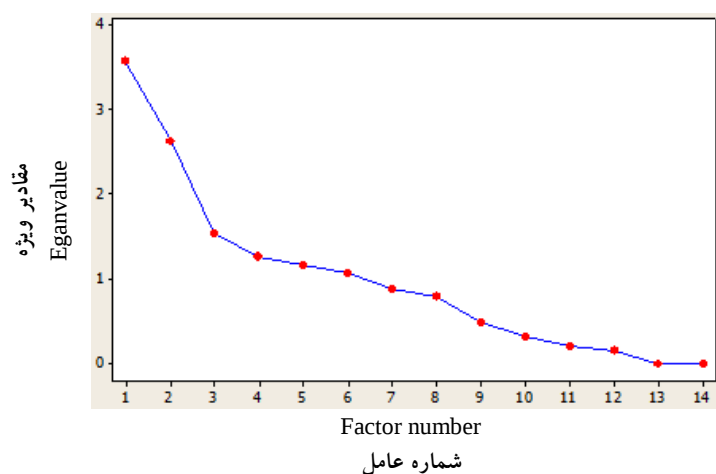
این پژوهش در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در ملاثانی در فاصله ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز اجرا گردید. به منظور آزمون خاک، از ۵ نقطه محل آزمایش به صورت زیگزاگی از اعماق ۰-۳۰ سانتی‌متری نمونه برداری و مورد تجزیه قرار گرفت. بافت خاک محل آزمایش رسی سیلتی (سری Hyper thermic ustic) با میزان $EC = ۳/۳$ و $pH = ۷/۳$ بود. به منظور شناخت روابط بین خصوصیات مهم زراعی برنج، تعداد ۵ رقم محلی و ۲۹ لاین در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۱).

پس از بسترسازی کامل، بذر خشک ارقام با احتساب ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار برای ارقام محلی و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار برای ارقام پرمحصول در یک بستر خشک در فروردین ماه سال ۱۳۹۸، کشت شدند و بلافاصله پس از آن آبیاری صورت پذیرفت. برای جلوگیری از خفگی بذرها و تسریع در جوانه‌زنی تا سبز شدن و ظهور دومین برگ کامل، آبیاری با تناوب ۳-۴ روز در میان و در حد رطوبت اشباع خاک انجام گردید. عناصر غذایی فسفر، پتاسیم و روی از منابع فسفات آمونیوم، سولفات پتاسیم و روی به میزان ۴۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت خاک‌کاربرد مصرف شدند. کود اوره در چهار مرحله، شامل پایان رشد گیاهچه‌ای و شروع پنجه‌زنی، ابتدای ساقه‌رفتن، آبستنی و ظهور ۵۰ درصد خوشه‌ها به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار استفاده شد. علف‌های هرز توسط وجین دستی و مصرف ۱/۵ لیتر در هکتار از علف‌کش اختصاصی کلین‌وید کنترل شد. کلیه اندازه‌گیری‌ها براساس سیستم استاندارد ارزیابی موسسه بین المللی تحقیقات برنج (Standard evaluation system for rice, SES) بر روی ۲۰ بوته انتخابی از هر کرت به صورت تصادفی انجام گردید. برداشت اول محصول در تیر ماه و برداشت دوم (راتون) در آبان ماه انجام شد.

جدول ۱- ارقام و لاین‌های استفاده شده در آزمایش

Table 1. Cultivars and lines used in research

کد	ژنوتیپ	کد	ژنوتیپ	کد	ژنوتیپ	کد	ژنوتیپ	کد	ژنوتیپ
Code	Genotype	Code	Genotype	Code	Genotype	Code	Genotype	Code	Genotype
1	اس ۴ S4	8	رقم شماره ۹ Variety No. 9	15	ام-۷ M-7	22	چمپا ۲ Champa 2	29	دلار Dollar
2	رقم شماره ۲ Variety No. 2	9	رقم شماره ۱ Variety No. 1	16	آس-۶ SA6	23	اس ۱ S1	30	وی ۳ V3
3	دانیال Danial	10	رقم شماره ۴ Variety No. 4	17	اس ۲ S2	24	اس ۳ S3	31	رقم ۷ هوازی Aerobic cultivar No. 7
4	رقم ۸ هوازی Aerobic cultivar No. 8	11	رقم شماره ۶ Variety No. 6	18	رقم شماره ۳ Variety No. 3	25	رقم شماره ۱۱ Variety No. 11	32	چمپا ۱ Champa 1
5	ام-۱۲ M-12	12	رقم شماره ۵ Variety No. 5	19	رقم شماره ۱۲ Variety No. 12	26	ام-۵ M-5	33	رقم ۳ هوازی Aerobic cultivar No. 3
6	هویزه Hoveyze	13	رقم شماره ۷ Variety No. 7	20	رقم شماره ۸ Variety No. 8	27	رقم ۵ هوازی Aerobic cultivar No. 5	34	گرده رامهرمز
7	ام-۲ M-2	14	رقم شماره ۱۰ Variety No. 10	21	عنبری پابلند Tall Anbori	28	رقم ۶ هوازی Aerobic cultivar No. 6		


 شکل ۱- مقادیر ویژه تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورد بررسی برنج
 Figure 1. Eigen values of factor analysis for the studied traits of rice

با توجه به این‌که عامل اول بیشترین درصد واریانس تجمعی را به خود اختصاص داده بود می‌توان نتیجه گرفت که بسیاری از تفاوت‌های موجود بین رقم‌های هوازی، ناشی از صفات مهم در عامل اول می‌باشد، همچنین از صفاتی که در این عامل بزرگ‌ترین ضرایب عاملی را دارند، می‌توان به عنوان شاخص گزینش برای انتخاب بهترین رقم‌های هوازی استفاده کرد. همچنین ضرایب متنوع بردارهای ویژه در شش عامل مستقل نشان داد که با گزینش ترکیبات متفاوتی از این صفات امکان بهبود عملکرد دانه برنج وجود دارد. میزان اشتراک، بخشی از واریانس یک متغیر است که

عامل اول ۲۱/۰۶ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند که در آن صفاتی مانند تعداد پنجه در واحد سطح، تعداد خوشه در واحد سطح، روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی، و دوام سطح برگ که ضرایب مثبت و بالایی داشتند و به عنوان عامل تعیین تعداد خوشه نام‌گذاری شد. نتایج نشان داد که عامل دوم ۱۹/۵۰ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند. در عامل دوم صفات وزن خشک خوشه، وزن خشک ساقه و بیوماس ضرایب مثبت و بالایی داشتند. دیگر عامل‌ها هر کدام کمتر از ۱۰ درصد از تغییرات را توجیه می‌کردند.

عامل‌های اول و دوم می‌باشد. باتوجه به این‌که دو عامل اصلی اول ۴۵/۴ درصد از کل تغییرات واریانس داده‌ها را به خود اختصاص داده بودند، این دو عامل به‌عنوان محورهای مختصات بای‌پلات انتخاب گردیدند. بر این اساس موقعیت ژنوتیپ‌ها بر روی این نمودار که بیان‌کننده میزان همبستگی و مقدار توجه صفات مورد مطالعه و ژنوتیپ‌ها توسط این دو عامل است، بررسی شد.

در نمودار بای‌پلات (شکل ۲)، ژنوتیپ‌های عنبروری پاکوتاه، رقم ۷ هوازی، رقم چمپاء ۲ از لحاظ صفات وزن خشک خوشه، وزن خشک ساقه، بیوماس، تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد پنجه در واحد سطح و دوام سطح برگ دارای مقادیر بالایی در دو عامل اول هستند. بنابراین ناحیه مطلوب، ناحیه اول خواهد بود و ژنوتیپ‌هایی که در این ناحیه قرار دارند، برترین ژنوتیپ‌های می-باشند که در برنامه‌های اصلاحی مورد توجه قرار خواهند گرفت. ژنوتیپ‌های مربوط به ناحیه سوم ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها و در ناحیه نامطلوب قرار داشتند. تجزیه به عامل‌ها و رسم بای‌پلات فرصت مناسبی برای گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب توسط به-نژادگران برنج از لحاظ دو عامل به‌طور هم‌زمان را فراهم می‌سازند.

به عامل‌های مشترک مربوط می‌شود که هرچه بیشتر باشد نشان-دهنده دقت بیشتر در برآورد واریانس متغیر مربوطه می‌باشد. در مطالعه حاضر میزان اشتراک اکثر صفات بالای ۸۰ درصد است (جدول ۲)، که این امر نشان‌دهنده انتخاب تعداد مناسبی از عامل-ها می‌باشد. در نتیجه عامل‌های حاصله توانسته‌اند تغییرات صفات را به‌نحو مطلوبی توجیه نمایند.

نتایج همبستگی و روابط بین عملکرد و دیگر صفات کمی و زراعی رقم برنج که به‌صورت دی‌آل تلاقی داده شده بودند؛ نشان داد که پنج عامل مستقل و اصلی، ۷۴/۵۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند (Rahimi et al., 2010). در تحقیقی دیگر بر روی ۱۸ صفت کمی در ۵۱ رقم برنج، با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داده شد که ۷۵/۹ درصد از تغییرات داده‌های اولیه توسط شش مؤلفه اول توجیه می‌شود (Chakravorty et al., 2013). در مطالعه مظهری (Mazhari, 2013)، تنوع ژنتیکی ۱۰۵ رقم برنج بر اساس ۱۷ صفت ارزیابی شد که در تجزیه به عامل‌ها ۶ عامل اصلی، ۷۸/۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد.

بای‌پلات: هدف از تجزیه بای‌پلات تفسیر منطقی صفات مطلوب و شناسایی ژنوتیپ‌هایی با بیشترین بارعاملی مثبت از تجزیه به

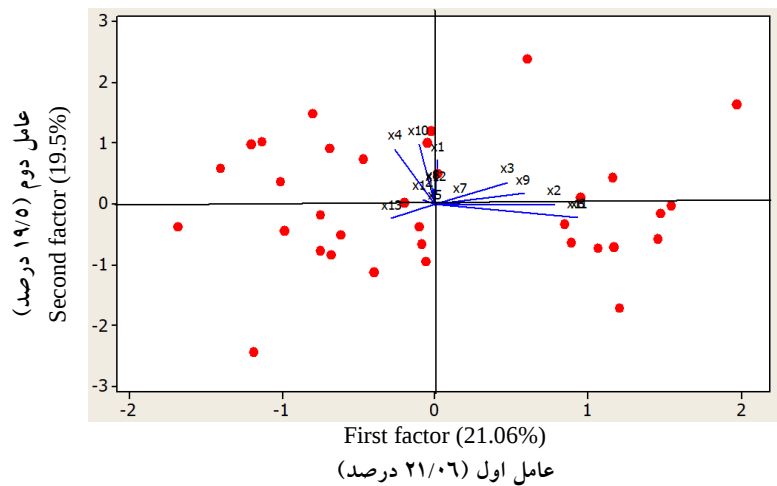
جدول ۲- نتایج تجزیه عاملی و میزان ضرایب عاملی صفات ژنوتیپ‌ها در هر عامل

Tabale 2. Results of factor analysis and the amount of factor coefficients of genotype traits in each factor

صفات	Traits	عامل Factor						میزان اشتراک Communality
		1	2	3	4	5	6	
وزن خشک خوشه (گرم)	Panicle dry matter (gr)	-0.016	0.77	-0.07	0.470	0.08	-0.137	0.772
وزن خشک برگ (گرم)	Leave dry matter (gr)	0.471	0.36	-0.004	0.025	-0.55	-0.098	0.660
وزن خشک ساقه (گرم)	Stem dry matter (gr)	-0.260	0.90	-0.01	-0.14	0.06	0.132	0.926
بیوماس (گرم در هکتار)	Total dry matter (gr/ha)	-0.105	0.98	0.012	0.04	-0.035	-0.041	0.974
تعداد پنجه در واحد سطح	Tiller number per plant	0.931	-0.22	-0.113	0.053	-0.076	0.48	0.917
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	Plant height (cm)	0.164	0.026	-0.276	-0.018	0.59	0.287	0.535
طول خوشه (سانتی‌متر)	Panicle length (cm)	-0.006	-0.068	-0.06	-0.02	-0.024	-0.933	0.879
تعداد خوشه در واحد سطح	Panicle number per plant	0.930	-0.22	-0.106	0.054	-0.074	-0.055	0.938
وزن خشک برگ پرچم (گرم)	Flag leave dry matter (gr)	0.001	0.243	-0.67	-0.185	0.204	-0.122	0.595
روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی	Day up to 50% panicle	0.779	0.013	0.22	0.268	-0.185	-0.102	0.772
شاخص کلروفیل برگ	SPAD number	0.284	-0.24	-0.318	0.021	-0.659	0.188	0.708
تعداد بوته در واحد سطح	Number of plant per unit area	-0.081	0.073	0.041	0.930	-0.053	-0.033	0.883
شاخص سطح برگ	Leaf area index	-0.017	0.26	0.802	0.108	0.216	0.201	0.809
دوام سطح برگ	Leaf area duration	0.580	0.174	0.434	-0.375	0.208	0.122	0.829
مقادیر ویژه	Eigen values	3.05	2.73	1.57	1.39	1.25	1.19	11.18
واریانس (درصد)	Variance%	21.06	19.5	10.10	9.94	8.96	8.52	78.08

T اعدادی که زیر آن‌ها خط کشیده شده است دارای ارزش بیشتری در تجزیه به عامل‌ها هستند

T : The numbers underlined are more valuable in factor analysis



شکل ۲- پراکنش دو بعدی صفات اندازه‌گیری شده براساس نتایج تحلیل عاملی

Figure 2. Biplot based on factor analysis for measured traits

X1: وزن خشک خوشه؛ X2: روز تا ۵۰ درصد خوشه دهی؛ X3: وزن خشک برگ؛ X4: وزن خشک ساقه؛ X5: طول خوشه؛ X6: تعداد پنجه در واحد سطح؛ X7: ارتفاع بوته؛ X8: شاخص سطح برگ؛ X9: دوام سطح برگ؛ X10: بیوماس؛ X11: تعداد خوشه در واحد سطح؛ X12: وزن خشک برگ پرچم؛ X13: شاخص کلروفیل؛ X14: تعداد بوته‌های سبز شده در واحد سطح

X1: Panicle dry matter; X2: Day up to 50% panicle; X3: Leaf dry matter; X4: Stem dry matter; X5: Panicle length; X6: Tiller number per plant; X7: Plant height; X8: Leaf area index; X9: Leaf area duration; X10: Total dry matter; X11: Panicle number per plant; X12: Flag leaf dry matter; X13: SPAD number; X14: Number of plant per unit area

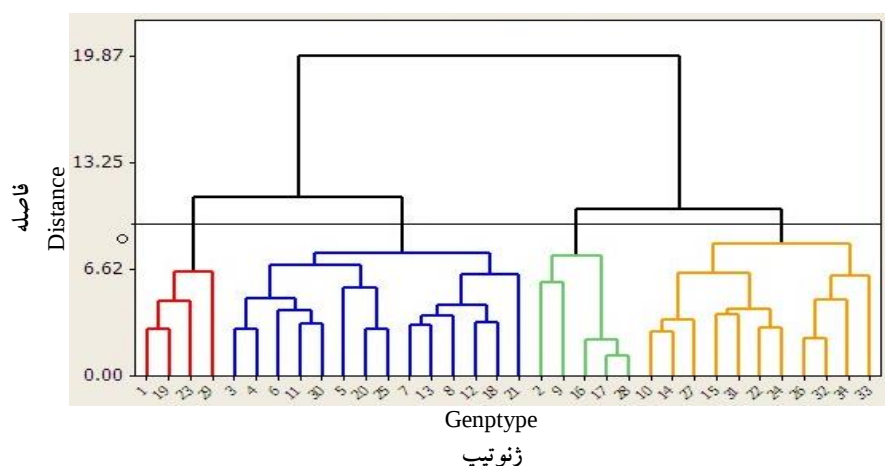
گروه‌بندی ژنوتیپ‌های محصول اول براساس تجزیه خوشه‌ای:

براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها در ۴ خوشه قرار گرفتند (شکل ۳). در این تحقیق به‌منظور بررسی سهم صفات مورد مطالعه در ایجاد هر خوشه، انحراف از میانگین هر خوشه از میانگین کل برای کلیه صفات محاسبه گردید (جدول ۳). در گروه اول صفات تعداد پنجه در واحد سطح، وزن خشک برگ پرچم، شاخص کلروفیل و شمار بوته‌های سبز شده بالاتر از میانگین کل بوده و از نظر سایر صفات پائین‌تر از میانگین کل بوده‌اند. گروه اول از نظر شاخص کلروفیل بیشترین انحراف از میانگین را دارا می‌باشد. در ارقام گروه دوم از نظر صفات طول خوشه، روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی، شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ دارای مقادیری بالاتر از میانگین کل می‌باشند. از نظر طول خوشه و شاخص سطح برگ بیشترین انحراف از میانگین کل را دارا می‌باشند. در گروه سوم از نظر وزن خشک خوشه، وزن خشک ساقه، بیوماس، ارتفاع، وزن خشک برگ پرچم، شمار بوته‌ها در واحد سطح و شاخص سطح برگ ارزش این صفات بالاتر از میانگین کل می‌باشند و از نظر سایر صفات مربوط به این گروه ارزش پائین‌تر از میانگین کل می‌باشند. در گروه چهارم از نظر وزن خشک خوشه، تعداد پنجه در واحد سطح، تعداد خوشه در واحد سطح، شمار بوته‌ها در متر مربع، روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی، شاخص کلروفیل و دوام سطح برگ

دارای ارزش بالاتر از میانگین کل بوده و از نظر سایر صفات دارای ارزش پائین‌تر از میانگین کل می‌باشند.

جهانی و همکاران (Jahani et al., 2016) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای صد رقم داخلی و خارجی برنج را گروه‌بندی کردند. در تحقیقی دیگر ۲۵ رقم برنج با استفاده از این روش گروه‌بندی شدند (Agahi et al., 2010). همچنین مجیدی‌مهر و همکاران (Majidimehr et al., 2013)، ۶۵ ژنوتیپ برنج را توسط تجزیه خوشه‌ای، در چهار گروه مختلف طبقه‌بندی کردند. در تحقیقی روی ۱۷ صفت کمی در ۲۴ ژنوتیپ برنج با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها در دو گروه قرار گرفتند (Yazdani et al., 2014). در تحقیق دیگری رضی و همکاران (Razi et al., 2019) ۱۱۴ لاین نوترکیب برنج را در دو شرایط طبیعی و تنش شوری مورد بررسی قرار دادند. تجزیه خوشه‌ای در شرایط طبیعی، لاین‌ها را به ۴ گروه و در شرایط تنش شوری به ۳ گروه تقسیم‌بندی کرد.

تجزیه تابع تشخیص: به‌منظور بررسی صحت گروه‌بندی‌های به‌دست آمده از روش تجزیه خوشه‌ای، تجزیه تابع تشخیص انجام شد. بر پایه نتایج تابع تشخیص تمامی ارقام به‌طور صحیح گروه‌بندی شده‌اند و میزان موفقیت کل تابع تشخیص ۱۰۰ درصد بوده‌است. در تجزیه تشخیص کانونیکی دو متغیر اول بسیار معنی‌دار بودند (جدول ۴) و در مجموع ۸۷۹ درصد از واریانس موجود را توجیه کردند.



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای لاین‌های مورد بررسی برنج بر اساس کلیه صفات مطالعه شده با استفاده از روش WARD
Figure 3. Dendrogram result from cluster analysis of rice lines used in the experiment based on studied traits using Ward procedure

جدول ۳- میانگین و انحراف از میانگین کل برای صفات مورد بررسی در هر خوشه

Table 3. Mean and Deviation of the total average for the evaluated traits in each cluster.

خوشه Cluster	آماره Statistics	صفات* Traits													
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
1	میانگین Mean	2.82	0.801	5.41	9.04	63.12	109.37	18.45	1191.37	0.109	69.37	34.92	139.50	2.35	76.68
	انحراف میانگین Deviation of mean	-5.68	-24.43	-22.72	-18.26	2.61	-3.14	-3.75	-3.25	50.82	-7.29	5.11	1.55	-25.86	-35.41
2	میانگین Mean	2.76	0.81	6.26	9.84	60.63	109.2	21.55	1183.9	00.08	75.23	33.91	134.9	3.63	136.17
	انحراف میانگین Deviation of mean	-7.65	-23.58	-10.58	-11.03	-1.43	-3.29	12.41	-7.26	-22.33	0.53	-0.93	-1.8	14.51	11.77
3	میانگین Mean	3.36	1.03	8.54	12.94	59.95	114.83	18.49	1181.85	00.104	72.66	33.17	139.70	3.37	110.93
	انحراف میانگین Deviation of mean	12.37	-2.83	21.98	16.98	-2.53	1.69	-3.54	-8.29	10.65	-2.89	-0.15	1.7	6.30	-8.93
4	میانگین Mean	2.72	1.33	5.99	10.04	73.53	113.06	18.84	2122.37	00.102	77.84	33.38	137.59	3.15	138.30
	انحراف میانگین Deviation of mean	-9.03	25.47	-14.44	-9.23	19.53	0.123	-1.72	12.13	-0.58	4.02	0.48	0.167	-0.63	13.52
میانگین کل Total mean		2.99	1.06	7	11.06	61.51	112.92	19.17	1198.30	00.103	74.83	33.22	137.36	3.17	121.82

X1*: وزن خشک خوشه؛ X2: وزن خشک برگ؛ X3: وزن خشک ساقه؛ X4: وزن خشک بوته؛ X5: تعداد پنجه در واحد سطح؛ X6: ارتفاع بوته؛ X7: طول خوشه؛ X8: تعداد خوشه در گیاه؛ X9: وزن خشک برگ پرچم؛ X10: روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی؛ X11: شاخص کلروفیل؛ X12: تعداد بوته‌های سبز شده در واحد سطح؛ X13: شاخص سطح برگ؛ X14: دوام سطح برگ
X1: Panicle dry matter; X2: Leaf dry matter; X3: Stem dry matter; X4: Total dry matter; X5: Panicle number per plant; X6: Plant height; X7: Panicle length; X8: Tiller number per plant; X9: Flag leaf dry matter; X10: Day up to 50% panicle; X11: Chlorophyll index; X12: Number of plant per unit area; X13: Leaf area index; X14: Leaf area duration

همبستگی کانونیک اولین متغیر $۷۱/۰۲$ ، دومین متغیر کانونیک $۱۷/۸۸$ و متغیر سوم $۱۱/۱$ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. محققان توصیه می‌کنند که برای تفسیر توابع تشخیص از ضرایب تشخیص استاندارد شده استفاده شود. این ضرایب تأثیرات هر صفت را پس از حذف اثرات سایر صفات در توابع تشخیص به‌دست می‌دهد. در حقیقت اثرات خالص هر صفت را در تابع تشخیص محاسبه می‌کند (Rencher, 1992). در پژوهش حاضر، ضرایب استاندارد شده کانونیک پنجه در واحد سطح، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در واحد سطح، در اولین معادله تشخیص کانونیک قابل توجه است. همچنین ضرایب صفات وزن خشک برگ، طول خوشه، وزن خشک برگ‌پرچم و شاخص سطح برگ در دومین معادله تشخیص کانونیک زیاد هستند. این نتایج نشان می‌دهد که این صفات بیش‌ترین تأثیر را در تنوع بین جمعیت‌های مورد مطالعه داشته‌اند و به‌عبارتی دیگر، سهم بیش‌تری از تنوع بین جمعیت‌ها براساس این صفات قابل توجه می‌باشد. از متغیرهای کانونیک معنی‌دار اول و دوم برای گروه‌بندی جمعیت‌ها استفاده شد. همانطور که در (شکل ۴) مشاهده می‌شود، ۴ گروه کاملاً مجزا به‌دست آمد و در نتیجه تجزیه تشخیص کانونیک نیز در محاسبه میزان تنوع و شناسایی صفات بسیار موثر در تنوع ارقام برنج، موفق عمل کرد. در تحقیقی که توسط جینز و همکاران (Jaynes et al., 2003) روی ذرت انجام شد، ژنوتیپ‌های مورد بررسی در ۵ گروه دسته‌بندی شدند و نتایج تابع تشخیص نشان داد که ۸۰ درصد از گروه‌بندی‌ها صحیح انجام شده بود. در تحقیق دیگر در گیاه فسیکوی بلند، در تجزیه تشخیص کانونیک دو متغیر کانونیک اول معنی‌دار بودند (Vaylay and Santen, 2002).

طبقه‌بندی ژنوتیپ‌های محصول راتون با استفاده از تجزیه خوشه‌ای: تجزیه خوشه‌ای محصول راتون روی میانگین ۲۲ صفت اجرا شد و ژنوتیپ‌ها در ۲ گروه متفاوت قرار گرفتند (شکل ۵). در خوشه اول سه رقم S1، M-12 و رقم شماره ۸ و در خوشه دوم پنج رقم شامل رقم شماره ۴، SA6، S2، رقم ۵ هوازی و رقم ۶ هوازی جای گرفتند. میزان صفات عملکرد دانه، تعداد پنجه، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در واحد سطح، بوته سبز شده، وزن خشک برگ‌پرچم، ماده خشک کل، طول خوشه، تعداد کل دانه‌ها، درصد باروری، وزن هزاردانه، شاخص برداشت، درجه رسیدگی در خوشه اول بیش‌تر از خوشه دوم بود که بیانگر این

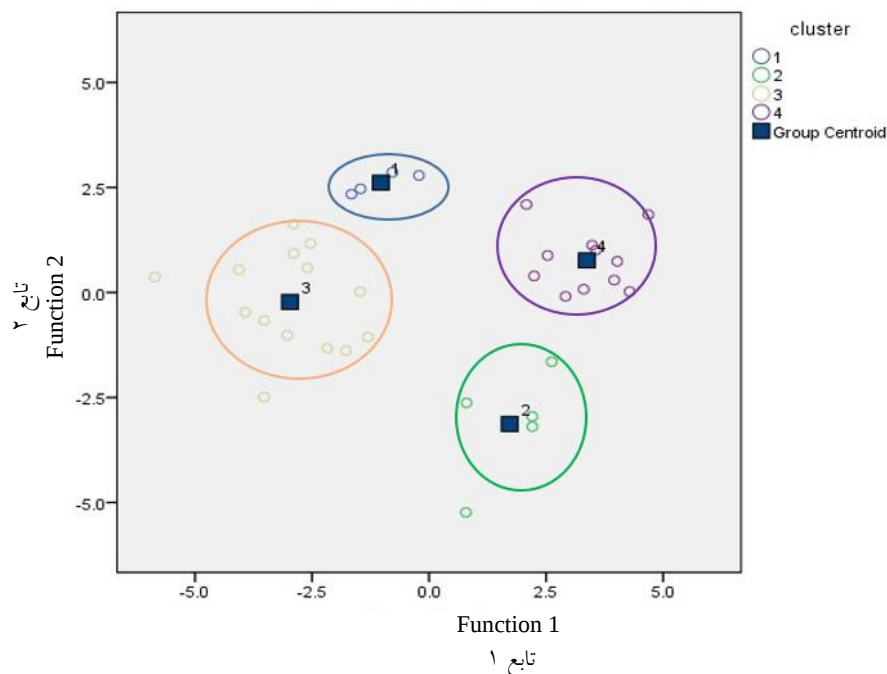
است که در خوشه اول رقم‌های دارای عملکرد و اجزاء عملکرد بالاتری قرار گرفتند. میانگین عملکرد ($۲/۷۷$ تن در هکتار) خوشه اول بر خوشه دوم ($۱/۲۲$ تن در هکتار) برتری داشت. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده رقم‌های موجود در خوشه ۱ برای کاشت بهتر بودند.

وراثت‌پذیری: واریانس فنوتیپی، ژنتیکی، وراثت‌پذیری، ضریب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی در جدول ۵ آورده شده است. بیش‌ترین ضریب تنوع ژنتیکی متعلق به صفت عملکرد شلتوک $۴۷/۸$ بود که نشان‌دهنده وجود تنوع بالا در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای این صفت می‌باشد. ضریب تنوع ژنتیکی برای صفات وزن خشک برگ $۴۲/۵۴$ ، وزن خشک برگ‌پرچم $۳۴/۵۹$ ، وزن دانه‌های پر $۳۰/۷۱$ درجه رسیدگی $۲۸/۵۵$ ، درصد باروری $۲۷/۰۹$ ، شاخص برداشت $۲۵/۶۶$ و شاخص سطح برگ $۲۶/۴۷$ به‌دست آمده که نشان‌دهنده وجود تنوع بالایی برای این صفات است. ضریب تنوع سایر صفات بین $۴/۰۲$ تا $۱۷/۵۸$ متغیر بود که تنوع ژنتیکی پایین‌تری را نشان می‌دهد. وراثت‌پذیری عمومی بالا برای بیش‌تر صفات می‌تواند متأثر از تفاوت‌های ژنتیکی در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و از سوی دیگر عدم برآورد اثر متقابل و محیط باشد. در این تحقیق، صفات وزن دانه‌های پر و وزن خشک برگ‌پرچم دارای بیش‌ترین وراثت‌پذیری بودند. اصولاً صفات کمی دارای وراثت‌پذیری متغیری هستند، به‌طوری که بعضی از آن‌ها به‌دلیل آن که تحت کنترل ژن‌ها با اثر افزایشی هستند دارای وراثت‌پذیری بالایی می‌باشند. صفت عملکرد دانه و برخی صفات در مقایسه با سایر صفات دارای وراثت‌پذیری بسیار پائینی می‌باشند که دلیل این امر را می‌توان به تأثیر عوامل محیطی از جمله گرمای بیش از حد بر روی عملکرد دانه مرتبط دانست. در تحقیق شریفی و امین‌پناه (Sharifi and Aminpanah, 2016) در برنج، میزان وراثت‌پذیری عمومی دارای دامنه‌ای از $۴۹/۰۶$ درصد (ارتفاع بوته) تا $۹۲/۴۸$ درصد (تعداد دانه‌پر) بود و مقدار وراثت-پذیری برای صفات تعداد پنجه در بوته، تعداد دانه پر در خوشه و تعداد کل دانه در خوشه بالا بود.

از آنجائی که وراثت‌پذیری بالا بهره ژنتیکی بالا را نشان نمی‌دهد، توصیه می‌شود که وراثت‌پذیری همراه با پیشرفت ژنتیکی برای پیش‌بینی اثر انتخاب واریته‌های برتر در نظر گرفته شود (Ogunniyan et al, 2014).

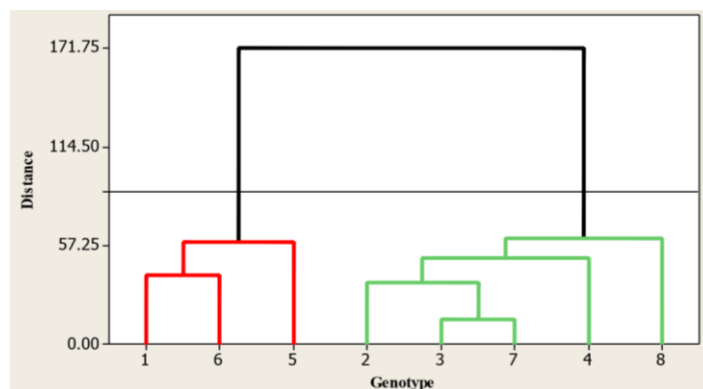
جدول ۴ - ضرایب تابع تشخیص کانونیکی ۱۴ صفت مورد مطالعه در ۳۴ ژنوتیپ برنج

صفات	Traits	ضرایب تابع (Function coefficient)		
		1	2	3
وزن خشک خوشه (گرم)	Panicle dry matter (gr)	-0.189	-0.018	-1.182
وزن خشک برگ (گرم)	Leave dry matter (gr)	-0.161	-0.492	0.098
وزن خشک ساقه (گرم)	Stem dry matter (gr)	-0.770	0.19	1.062
بیوماس (گرم در هکتار)	Total dry matter (gr/ha)	-0.39	0.565	0.99
تعداد پنجه در واحد سطح	Tiller number per plant	-1.081	-0.622	1.076
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	Plant height (cm)	-0.461	0.054	0.293
طول خوشه (سانتی‌متر)	Panicle Length (cm)	0.192	-0.628	-0.317
تعداد خوشه در واحد سطح	Panicle number per plant	-1.346	1.318	-0.817
وزن خشک برگ پرچم (گرم)	Flag leave dry matter (gr)	-0.113	0.493	0.228
روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی	Day up to 50% panicle	-0.844	0.291	1.615
شاخص کلروفیل برگ	SPAD number	-0.168	0.336	0.370
تعداد بوته در واحد سطح	NO. of plant per unit area	0.231	0.231	1.019
شاخص سطح برگ	Leaf area index	-0.170	-0.274	0.222
دوام سطح برگ	Leaf area duration	0.99	-0.579	0.123
مقدار ویژه	Eigen value	6.63	2.44	1.89
درصد واریانس تجمعی	Cumulative variance	71.02	88.9	100
همبستگی کانونیکی	Canonical correlation	0.918**	0.798**	0.679 ^{ns}



شکل ۴- نمودار تابع تشخیص بر اساس دو متغیر اول کانونیک معنی‌دار

Figure 4. Diagram of discriminant function based on two significant canonical variables



شکل ۵- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای لاین‌های مورد بررسی بر اساس کلیه صفات مطالعه شده با استفاده از روش WARD
Figure 5. Dendrogram result from cluster analysis of rice lines used in the experiment based on studied traits using Ward method

جدول ۴- میانگین و درصد انحراف از میانگین کل برای صفات مورد بررسی در هر خوشه

Table 4. Mean and Deviation of the total average for the evaluated traits in each cluster

خوشه Cluster	آماره Statistics	صفات* (Traits)													
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
1	میانگین Mean	6.4	1.5	10.8	19.24	57.6	96.1	21.4	173	0.2	66.36	42.9	2.34	113.22	139
	انحراف Deviation of mean	-0.29	11.9	12.0	4.22	16.4	-5.95	5.5	17.2	26.6	-0.42	4.52	-18.18	11.32	16.20
	میانگین Mean	6.7	1.2	9.5	17.46	44.6	106	20	132	0.13	664.7	39.9	2.97	104	108
2	انحراف Deviation of mean	0.29	-7.4	0.1	-5.41	-9.86	3.56	-1.5	-10.5	-13.33	11.20	-2.72	3.84	2.26	-9.71
	میانگین Mean	6.71	1.34	9.63	18.46	49.5	02.25	20.29	147.81	0.15	63.93	1.09	2.86	101.70	119.62
	(Total mean)														

ادامه جدول ۴-

Table 4. Continued

خوشه Cluster	آماره Statistics	صفات* (Traits)									
		X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22		
1	میانگین Mean	114.83	1.52	7.42	7.96	13.32	85.83	98.58	2.66		
	انحراف Deviation of mean	16.28	-3.79	17.21	29.85	16.37	-1.26	22.66	56.47		
	میانگین Mean	89.1	0.91	6.37	5.26	10.19	87.1	64.41	1.21		
2	انحراف Deviation of mean	-9.77	-42.40	0.63	-14.19	-10.29	0.19	-16.58	-28.82		
	میانگین Mean	98.75	1.58	6.33	6.13	11.36	86.93	77.22	1.70		
	(Total mean)										

X1*: تعداد بوته‌های سبز شده در واحد سطح؛ X2: دوام سطح برگ؛ X3: شاخص سطح برگ؛ X4: شاخص کلروفیل؛ X5: روز تا ۵۰٪ خوشه‌دهی؛ X6: وزن خشک برگ پرچم؛ X7: تعداد خوشه در گیاه؛ X8: طول خوشه؛ X9: ارتفاع بوته؛ X10: تعداد پنجه در گیاه؛ X11: وزن خشک بوته؛ X12: وزن خشک ساقه؛ X13: وزن خشک برگ؛ X14: وزن خشک پانیکول؛ X15: عملکرد کل؛ X16: عملکرد دانه کل؛ X17: درصد باروری؛ X18: شاخص برداشت؛ X19: وزن هزاردانه؛ X20: روز تا ۸۵ درصد رسیدگی؛ X21: درجه رسیدگی؛ X22: عملکرد دانه

X1: Number of plant per unit area; X2: Leaf area duration; X3: Leaf area index; X4: Chlorophyll index; X5: Day up to 50% panicle; X6: Flag leave dry matter; X7: Panicle number per plan; X8: Panicle length; X9: Plant height; X10: Tiller number per plant; X11: Total dry matter; X12: Stem dry matter; X13: Leave dry matter; X14: Panicle dry matter; X15: Total grain; X16: Total grain weight; X17: Fertility percentage; X18: Harvest index; X19: 1000 grain weight; X20: Day to 85% maturity; X21: Degree of maturity; X22: Grain yield

جدول ۵- برآورد اجزای واریانس، ضرایب تنوع و قابلیت توارث در ژنوتیپ‌های برنج هوازی

Table 5. Estimation of variance components, diversity coefficients and heritability in aerobic rice genotypes

صفات	Traits	واریانس فنوتیپی (V _p)	واریانس ژنتیکی (V _G)	وراثت‌پذیری (h ²)	ضریب تغیارات ژنتیکی (PCV)	ضریب تغیارات فنوتیپی (GCV)	پیشرفت ژنتیکی (GA)
وزن خشک خوشه	Panicle dry matter	0.805	0.68	0.851	12.31	13.31	15.74
وزن خشک برگ	Leave dry matte	0.345	0.325	0.94	42.54	43.83	1.13
وزن خشک ساقه	Stem dry matte	1.036	0.934	0.901	10	10.55	1.88
وزن خشک برگ پرچم	Flag Leave dry matter	0.0035	0.0029	0.967	34.59	35.17	0.11
روز تا ۵۰ درصد خوشه دهی	Day up to 50% panicle	12.7	11.21	0.887	6.2	6.6	6.46
طول خوشه	Panicle length	2.22	1.54	0.696	6.11	7.34	2.11
ارتفاع بوته	Plant height	41.72	34.71	0.831	5.7	6.31	11.04
تعداد پنجه بارور	Tiller number per plan	64.5	54.07	0.84	14.91	16.22	13.89
شاخص سطح برگ	Leaf area index	0.54	0.52	0.96	26.47	27.03	1.45
دوام سطح برگ	Leaf area duration	338.13	330.38	0.94	14.98	15.08	35.60
تعداد بوته سبز شده	Number of plant per unit area	350.30	281.65	0.80	14.02	15.64	30.85
بیوماس	Total dry matter	3.52	3.08	0.87	9.68	10.35	3.36
تعداد خوشه در واحد سطح	Panicle number per plan	660.48	530.35	0.80	15.07	16.81	42.35
تعداد دانه‌های پر	Total grian number	343.4	301.66	0.87	17.58	18.75	33.21
وزن دانه‌های پر	Total grian weight	0.13	0.12	0.96	30.71	32.03	0.71
درصد باروری	Fertility percentage	3.79	3.34	0.87	27.09	28.86	3.48
شاخص برداشت	Harvest index	2.94	2.52	0.85	25.31	27.34	3
وزن هزار دانه	1000 grain weight	3.61	2.76	0.76	14.63	16.73	2.97
کلروفیل برگ	SPAD number	15.44	12.80	0.82	8.7	9.56	6.63
روز تا رسیدگی	Day to 85% handel	15.96	12.14	0.76	4.02	4.61	6.25
درجه رسیدگی	Degree of maturity	539.89	486.14	0.90	28.85	30	43.07
عملکرد شلتوک	Grain yield	0.82	0.38	0.46	21.11	25.55	0.85

هدفمند بین آن‌ها، برای اصلاح خصوصیات مهم زراعی و دسترسی به لاین‌های خالص و امیدبخش در برنج اقدام نمود. ارقام M-12 و S1 می‌توانند منشأ واریته‌های اصلاح شده باشند. تشخیص تنوع این صفات به به‌نژادگر این اجازه را می‌دهد تا بر صفات مشخصی که موجب تنوع شده است تمرکز و سرمایه‌گذاری نماید. واریانس فنوتیپی صفات مورد ارزیابی بیشتر از واریانس ژنتیکی بود که نشان می‌دهد این صفات بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار گرفتند. با توجه به این‌که وراثت‌پذیری عملکرد دانه دارای وراثت‌پذیری پایینی دارد، انتخاب مستقیم ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا نمی‌تواند اثر مطلوبی داشته باشد. صفات دوام سطح برگ، تعداد

تفاوت‌های ژنتیکی در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را می‌توان به‌عنوان دلیل دیگری برای بالا بودن وراثت‌پذیری عنوان کرد. بنابراین وراثت‌پذیری‌های برآورد شده، قابل تعمیم به سایر ژنوتیپ‌ها نبوده و فقط در مورد ژنوتیپ‌های تحت بررسی و شرایط محیطی تحقیق صدق می‌کند. در تجزیه به عامل‌ها، عوامل پنهانی مستقل از هم هستند، بنابراین می‌توان صفات مختلفی را که تحت تأثیر عوامل مختلف قرار دارند را به‌طور همزمان بهبود بخشید و در بهبود عملکرد قدمی مؤثر برداشت. بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش می‌توان ارقام مختلف را به‌عنوان والد از خوشه‌های مختلف انتخاب نمود و با انجام تلاقی‌های لازم و

سپاسگزاری

از مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان برای فراهم نمودن مواد ژنتیکی مورد استفاده در این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

بوته سبز شده، تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه‌های پر و درجه رسیدگی وراثت‌پذیری بالا همراه با پیشرفت ژنتیکی بالایی داشتند. بنابراین این صفات مهم‌ترین صفات برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر برنج می‌باشند.

References

- Abouzari-Gazafrodi, A., Honarnegad, R. and Fotokian, M.H.** (2008). The investigation of genetic diversity with morphological data in rice varieties (*Oryza sativa* L.). *Pajouhesh and Sazandegi*, **78**: 110-117 (In Persian).
- Agahi, K., Fotokiyan, M.H. and Yunesi, Z.A.** (2010). Study of heritability diversity correlation of important agronomict traits in some rice cultivars. *Iranian Journal Biology*, **25(1)**: 97-110 (In Persian).
- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Abdshah, H. and Kazemian, A.** (2019). *Agricultural Statistics of 2017-18 Growing Year. Volume One: Crop Products*. Ministry of Jihad Agriculture, Deputy of Planning and Economy, Information and Communication Technology Center, Tehran, IR (In Persian).
- Chakravorty, A., Ghosh P.D. and Sahu, P.K.** (2013). Multivariate analysis of phenotypic diversity of landraces of rice of west bengal. *American Journal of Experimental Agriculture*, **3(1)**: 110-123.
- FAO.** (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/fsnforum/cfs-hlpe/nutrition-and-food-systems>. Accessed 10 January 2014.
- Goli, A., Jorjani, I., Sabouri, H. and Fallahi, H.A.** (2016). Assessment of genetic diversity of facultative wheat genotypes belong to north of Iran using ISSR markers. *Journal of Crop Breeding*, **8(20)**: 165-174 (In Persian).
- Jahani, M., Nematzadeh, G.H.A. and Mohammadi Nejhad, G.H.** (2016). Assessment of genetic diversity through morphologic characteristics in different rice genotypes. *Electronic Journal of Crop Production*, **9(1)**: 181-198.
- Jaynes, D.B., Kaspar, T.C., Colvin, T.S. and James, D.E.** (2003). Cluster analysis of spatiotemporal corn yield patterns in an Iowa field. *Agronomy Jorنال*, **95(3)**: 547-586.
- Majidimehr, A., Amiri-Fahlani, R. and Masoumiasl, A.** (2014). Study of biochemical and chemical traits of different rice genotypes under salinity stress. *Cereal Research*, **4(1)**: 45-58 (In Persian).
- Mazhari, M.** (2004). Investigation of genetic diversity of different rice cultivars based on morphological characteristics. M.Sc. Thesis, Gilan University, Gilan, Iran (In Persian).
- Moumeni, A.** (2014). Study on possibility of changing rice cultivation system from irrigation to aerobic condition in Mazandaran province. *Electronic Journal of Crop Production (EJCP)*, **6**: 215-228 (In Persian).
- Nandakumr, N., Singh, A., Sharma, K., Mohapara, R.K., Prabhu, T.K.V. and Zaman, F.U.** (2004). Molecular fingerprinting of hybrids and assessment of genetic purity of hybrid seeds in rice using microsatellite markers. *Euphytica*, **(136)**: 257-264.
- Ogunniyan, D.J. and Olakajo, S.A.** (2014). Genetic Variation, heritability, genetic advance and agronomic character association of yellow elite inbred lines of maize (*zea mays* L.) *Nigerian Journal of Genetics*, **28**: 24-28.
- Rahimi, M., Rabiei, B., Ramezani, M. and Movafegh, S.** (2010). Evaluation of agronomic traits and determine the variables to improve rice yield. *Iranian Journal of Field Crops Research*, **8(1)**: 11-119 (In Persian).
- Razi, S.M., Shirzadian-Khorramabad, R., Sabouri, H., Rabiei, B. and Moghadam, H.H.** (2019). Genetic diversity of iranian rice recombinant inbred lines at the reproductive stage in normal and salinity conditions. *Plant Genetic Researches*, **6(1)**: 69-86 (In Persian).
- Rencher, A.C.** (1992). Interpretation of canonical discriminant functions, canonical variates, and principal components. *American Statistic*, **46**: 217-225.

- Sharifi, P. and Aminpanah, H.** (2016). Evaluation of genotype $\times$ environment interactions, stability and a number of genetic parameters in rice genotypes. *Plant Genetic Researches*, **3(2)**: 25-42 (In Persian).
- Sharifi, P., Aminpanah, H., Erfani, R., Mohaddesi, A. and Abbasian, A.** (2017). Evaluation of genotype $\times$ environment interaction in rice based on AMMI model in Iran. *Rice Science*, **24(3)**: 173-180 (In Persian).
- Templeton, D. and Bayot, R.** (2011). *Aerobic Rice - Responding to Water Scarcity: an Impact Assessment of the ,Developing a System of Temperate and Tropical Aerobic Rice (STAR) In Asia, Project.* CGIAR Challenge Program on Water And Food. 127 Sunil Mawatha, Pelawatta, Battaramulla, LK.
- Vaylay, R. and Santen, E.** (2002). Application of canonical discriminant analysis for the assessment of genetic variation in tall fescue. *Crop Science*, **42**: 534-539.
- Wang, S. and Lu, Z.** (2006). Genetic diversity among parents of lines of Indica hybridrice (*Oryza sativa* L.) in China based on coefficient of parentage. *Plant Breeding*, **125**: 606-612.
- Yazdani, M., Kochak, M. and Bagheri, H.** (2014). Segregating rice genotypes by cluster analysis procedure at different salt stress condition. *Advances in Environmental Biology*, **8(10)**: 383-387 (In Persian).
- Yeater, K.M., Bollero, G.A., Bullock, D.G., Rayburn, A.L. and Rodriguez-Zas, S.** (2004). Assessment of genetic variation in hairy vetch using canonical discriminant analysis. *Crop Science*, **44**: 185-189.
- Zuo, J.R. and Li, J.Y.** (2014). Molecular dissection of complex agronomic traits of rice: A team effort by Chinese scientists in recent years. *National Science Review*, **1(2)**: 253-276.

Investigation of Genetic Diversity and Classification of Aerobic and Local Rice Genotypes in Khuzestan Province

Ahmad Kaab Omeir¹, Payam Pour Mohammadi^{2,*}, Abdolali Gilani³, Khalil Alami-Saeid⁴ and Mohammad Farkhari²

1- Former M.Sc. Student, Department of Plant Production and Genetics, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

2- Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

3- Assistant Professor, Department of Seed and Plant Improvement Research, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Ahvaz, Iran

4- Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

(Received: October 2, 2021 - Accepted: February 19, 2022)

Abstract

Various strategies have been developed to reduce water consumption in rice cultivation, including rice cultivation in water-saturated soil, drying and wetting of the soil (periodic irrigation), and aerobic rice cultivation. In this study, in order to identify and grouping rice cultivars suitable for aerobic cultivation, 34 cultivars of native and improved rice cultivars were selected and evaluated. Factor analysis based on principal components analysis based on all traits showed that 6 factors were extracted with special values of more than one. These 6 factors, after the Varimax rotation, justify the 6 main and independent factors, justifying 78.08% of the total variation. In the first harvest, cluster analysis using WARD method, cultivars were grouped into 4 groups, which cluster 3 being the largest cluster. Discriminant analysis of first harvest, showed that all cultivars were grouped correctly. In canonical discriminant the first two canonical functions with eigenvalues greater than one explained a total of 88.9% of the variance. In cluster analysis based on the average of the data obtained from Raton product, genotypes were divided into two different groups. The genotypes of the first group were higher than the genotypes of the second group in terms of yield and yield components and were introduced as superior genotypes. Heritability with genetic improvement for leaf area duration, number of seedling (grown plants), number of spikes per unit area, number of full seeds and degree of maturity showed that these traits can be transferred to hybrid offspring and selections based on these traits are effective.

Keywords: Aerobic rice, Genetic diversity, Cluster analysis, Discriminant analysis, Heritability, Genetic progression

* Corresponding Author, E-mail: mohammadi@asnruk.ac.ir