"مجله علوم زراعی ایران"
جلد نوزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹٦

گروه‌بندی ژنوتیپ‌های موتانت برنج (*Oryza sativa* L.) در شرایط تنش خشکی
Classification of mutant rice (*Oryza sativa* L.) genotypes under drought stress conditions

پیمان شریفی[۱]، هاشم امین پناه[۲]، علی اکبر عبادی[۳] و محمدطاهر حلاجیان[۴]

چکیده

شریفی، پ.، ه. امین پناه، ع. ا. عبادی. و م. ط. حلاجیان. ۱۳۹٦. گروه‌بندی ژنوتیپ‌های موتانت برنج (*Oryza sativa* L.) در شرایط تنش خشکی .**مجله علوم زراعی ایران. ۱۹(۲): ۱٦٤-۱٤۸.**

تحقیق حاضر به صورت دو آزمایش جداگانه تحت شرایط تنش خشکی و آبیاری معمول، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت اجرا شد. مواد گیاهی مورد استفاده شامل ۱٤ لاین موتانت برنج (هفت لاین از رقم هاشمی، شش لاین از رقم طارم‌محلی و یک لاین از رقم خزر) و چهار رقم هاشمی، طارم‌محلی، خزر و گیلانه بودند. تجزیه به عامل‌ها، در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی پنج و چهار عامل اصلی را شناسایی کرد که به‌ترتیب ۸۱/۵ و ۷۹/۳ درصد تغییرات صفات را توجیه کردند. نتایج این تجزیه نشان داد که در هر دو شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی، انتخاب بوته‌هایی با باروری خوشه و طول خوشه بالاتر و طول میانگره و ارتفاع بوته کوتاه می‌تواند به افزایش عملکرد دانه بیانجامد. ژنوتیپ‌ها بر اساس تجزیه خوشه‌ای در هر دو شرایط در پنج گروه دسته‌بندی شدند. تجزیه تابع تشخیص صحت صددرصدی گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها را در تجزیه خوشه‌ای نشان داد. نتایج حاصل از تجزیه‌های مختلف، لاین‌های TM6-230-VE-8-4-1، TM6-250-10-7-1، TM6-B-2-1-E و HM5-250-E-1-1 را با عملکرد دانه بیشتر در شرایط تنش خشکی (۲۲۲۷/٦ کیلوگرم در هکتار) و صفات مطلوبی مانند باروری خوشه بالا (۸۰/۹) و طول خروج خوشه از غلاف پایین (٦/۳ سانتی‌متر) به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی کردند. میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های یاد شده در شرایط آبیاری معمول، ٤۷۳۹/۹ کیلوگرم در هکتار بود. کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مذکور بر اثر تنش خشکی، ۵۳ درصد و برای کلیه ژنوتیپ‌ها، ٦۰ درصد بود. بنابراین، ژنوتیپ‌های منتخب یاد شده می‌توانند در پیشبرد برنامه‌های اصلاحی در توسعه ارقام جدید برنج با تحمل بیشتر به تنش خشکی، مورد توجه قرار داده شوند.

واژه‌های کلیدی: برنج، تجزیه تشخیص، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به عامل‌ها و تنش خشکی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۰۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۰۳/۲۸

۱- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک: peyman.sharifi@gmail.com)
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی
۳- استادیار موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
۴- پژوهشگر پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای ایران

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

مقدمه

برنج گیاهی با قابلیت تولید محصول بالا و یک غله عمده غذایی در بین گیاهان زراعی است که بیش از ۵۰ درصد مردم جهان به نوعی به آن وابسته هستند (Guimarães *et al.*, 2016). تنش خشکی یکی از رایج‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که بخش زیادی از مناطق تحت کشت برنج را تهدید می‌کند، بنابراین، ارزیابی ژنوتیپ‌های برنج از نظر میزان تحمل و یا حساسیت به تنش خشکی و معرفی ارقام برتر از اهمیت بالایی برخوردار است (Venuprasad *et al.*, 2008).

برای تولید لاین‌های موتانت از عوامل جهش‌زای (موتاژن) شیمیایی و فیزیکی مختلفی استفاده می‌شود. گاهی به دلیل شدت فعالیت‌های اصلاحی و به دنبال آن فرسایش شدید، منابع ژنتیکی کاهش یافته و یا یک صفت خاص در گیاهان وجود ندارد که در این صورت، تنها راه ممکن برای دستیابی به تنوع و بهبود ذخایر ژنتیکی، استفاده از موتاسیون یا جهش با استفاده از عوامل شیمیایی و یا فیزیکی (مانند انرژی هسته‌ای) است (Yilmaz and Boydak, 2006). در سال‌های اخیر لاین‌هایی از برنج با هدف ایجاد پاکوتاهی و زودرسی (Domingo *et al.*, 2007)، افزایش وزن هزار دانه (Jeng *et al.*, 2006)، افزایش عملکرد دانه (El-Degwy, 2013)، بهبود کیفیت دانه (Luzi-Kihupi *et al.*, 2009) و افزایش تحمل به خشکی (Cha-um *et al.*, 2012) با استفاده از موتاژن‌های شیمیایی و فیزیکی، شناسایی و معرفی شده‌اند.

تجزیه به عامل‌ها یکی از روش‌های آماری چند متغیره است که از آن جهت استخراج زیر مجموعه‌ای از متغیرهای همسان، کاهش تعداد زیادی از صفات به تعداد کمی از عامل‌ها و تشریح همبستگی بین متغیرها استفاده می‌شود. میزان اشتراک در تجزیه به عامل‌ها، بخشی از واریانس یک متغیر است که به عامل‌های مشترک مربوط می‌شود و هرچه مقدار آن بیشتر باشد، نشان‌دهنده دقت بیشتر در استخراج عامل‌های مشترک به‌عنوان عوامل تأثیرگذار بر متغیر مربوطه می‌باشد (Jackson, 1991). قربانی و همکاران (Ghorbani *et al.*, 2001) با استفاده از تجزیه به عامل‌ها در برنج نشان دادند که سه عامل اصلی و مستقل ۷۷/۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. رحیم‌سروش و همکاران (Rahim Souroush *et al.*, 2005) با ارزیابی ۳۶ ژنوتیپ برنج نشان دادند که شش عامل اول ۸۳/۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. شریفی و همکاران (Sharifi *et al.*, 2014) نشان دادند که پنج عامل اول ۸۱/۱ درصد از کل تنوع صفات را در ژنوتیپ‌های برنج توجیه کردند.

تجزیه خوشه‌ای روش آماری چند متغیره دیگری است که در آن گروه‌بندی افراد بر اساس میزان تفاوت یا تشابه آنها انجام می‌شود. بهپوری و همکاران (Behpouri *et al.*, 2007) اظهار داشتند که بهترین گروه‌بندی ژنوتیپ‌های برنج با استفاده از روش‌های حداقل واریانس وارد و دورترین همسایه‌ها انجام شد. آنها با استفاده از روش‌های یاد شده، ۱۰۰ ژنوتیپ برنج مورد ارزیابی را در نه گروه دسته‌بندی کردند. آگاهی و همکاران (Agahi *et al.*, 2012) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ارقام برنج را در چهار گروه طبقه‌بندی کردند. در آزمایشی دیگر، ۴۴ ژنوتیپ برنج بر اساس صفات مورفولوژیک و شاخص‌های تحمل به خشکی در مرحله گیاهچه‌ای و رویشی، به پنج گروه تقسیم شدند (Thi Thu Ha *et al.*, 2016). گومارز و همکاران (Guimarães *et al.*, 2016)، ۴۱ ژنوتیپ برنج را در شرایط بدون تنش و تنش خشکی در مرحله زایشی مورد ارزیابی قرار داده و با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها را در شرایط بدون تنش و تنش خشکی به‌ترتیب در شش و هفت گروه دسته‌بندی کردند. راجیو و همکاران (Rajiv *et al.*, 2010) با مقایسه موقعیت ژنوتیپ‌های برنج در نمودار پراکندگی تجزیه تابع تشخیص در شرایط بدون تنش و تنش خشکی،

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

ژنوتیپ‌های حساس و متحمل به خشکی را از نظر مجموع صفات مورد مطالعه شناسایی نمودند.

با توجه به اهمیت معرفی ارقام متحمل به تنش خشکی، هدف از پژوهش حاضر ارزیابی و گروه‌بندی لاین‌های موتانت برنج بر اساس صفات مهم زراعی جهت شناسایی و انتخاب لاین‌های برتر در شرایط بدون تنش و تنش خشکی و شناسایی صفات مرتبط با تحمل تنش خشکی با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در بهار سال ۱۳۹۳ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت (با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی) به صورت دو آزمایش جداگانه و در دو شرایط بدون تنش (آبیاری معمول) و تنش خشکی اجرا شد. در هر آزمایش ۱۴ لاین موتانت (هفت لاین موتانت از رقم هاشمی، شش لاین موتانت از رقم طارم محلی و یک لاین موتانت از رقم خزر) و چهار رقم هاشمی، طارم‌محلی، خزر و گیلانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به اینکه رقم گیلانه جدیداً معرفی شده و اطلاعاتی از لحاظ تحمل آن به خشکی در دست نیست، هدف از قرار دادن این رقم در آزمایش، ارزیابی تحمل آن به تنش خشکی و مقایسه آن با لاین‌های موتانت و سایر ارقام از نظر تحمل به خشکی بود. لاین‌های موتانت مورد بررسی حاصل طرح تحقیقاتی مشترک با پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای وابسته به سازمان انرژی اتمی ایران جهت تولید ارقام برنج متحمل به تنش خشکی بودند که با استفاده از اشعه گاما با دز ۲۵۰ گری بدست آمدند. اسامی والدین لاین‌های موتانت در جدول یک ارائه شده است.

در آزمایش مربوط به تنش خشکی انتهای فصل، آبیاری در مراحل آغازش جوانه اولیه خوشه برای هر ژنوتیپ، به‌طور کامل قطع و جهت جلوگیری از ورود آب باران از پناهگاه (شلتر) استفاده شد. مساحت هر کرت آزمایشی ۱۲ مترمربع بود. گیاهچه‌های ژنوتیپ‌های برنج پس از رویاندن در خزانه، در تاریخ ۲۳ اردیبهشت، در مرحله ۵-۴ برگی به تعداد ۳-۲ عدد در هر کپه با فاصله ۲۵ در ۲۵ سانتی‌متر در زمین اصلی نشاکاری شدند. کلیه عملیات زراعی از قبیل آبیاری، کوددهی، مبارزه با علف‌های هرز و مبارزه با آفات و بیماری‌ها مطابق توصیه‌های فنی موسسه تحقیقات برنج انجام شد. صفات ارتفاع بوته، طول و عرض برگ پرچم، تعداد پنجه بارور، طول خوشه، طول خروج خوشه از غلاف، تعداد دانه‌های پر و پوک در خوشه و طول و عرض شلتوک در زمان مقتضی اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری صفات یاد شده از میانگین ۱۰ بوته از هر کرت مربوط به هر ژنوتیپ در هر کدام از تکرارها بر اساس سیستم بین‌المللی استاندارد (SES, 2002) استفاده شد. مساحت برگ پرچم (حاصل‌ضرب طول و عرض برگ پرچم در ضریب ۰/۷۵) ومیزان باروری خوشه (نسبت تعداد دانه پر به تعداد کل دانه‌ها) محاسبه و شکل دانه نیز اندازه‌گیری شدند. محصول هر کرت در زمان رسیدگی کامل از سطح ۱۰ مترمربع از هر واحد آزمایشی پس از حذف حاشیه، برداشت و بر اساس رطوبت ۱۴ درصد به عنوان عملکرد دانه در نظر گرفته شد.

تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش عامل‌ها به روش وریماکس (Varimax) انجام شد. میزان اشتراک و واریانس توجیه‌شده توسط عوامل به وسیله بیشترین ضریب همبستگی تخمین زده شد. اختصاص صفات یا متغیرها به عوامل مستقل و مختلف با توجه به مقدار ضرایب عاملی، بعد از چرخش وریماکس عامل‌ها صورت گرفت. ضرایب عاملی برای هر صفت با قدرمطلق بزرگتر از ۰/۵ به عنوان ضریب معنی‌دار برای آن عامل مستقل در نظر گرفته شد (Zarea Chahkohi, 2010). در

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

این روش، علامت ضریب عاملی مشخص‌کننده رابطه خطی آن با صفات دیگر در هر عامل اصلی می‌باشد. تعداد عامل‌ها با توجه به مقدار ویژهٔ هر عامل مشخص شد و عامل‌هایی که مقدار ویژه آنها بیشتر از یک بود، به عنوان عامل‌های منتخب در نظر گرفته شدند (Allahgholipour and Mohamad-Salehi, 2004). از آماره KMO (Kaiser Meyer Olkin) برای تشخیص مطلوبیت تجزیه عاملی استفاده شد. مقادیر کوچک این آماره (کمتر از ۰/۵) بیانگر آن است که همبستگی بین زوج متغیرها نمی‌تواند توسط متغیرهای دیگر تبیین شود، بنابراین استفاده از تحلیل عاملی مطلوبیت لازم را نخواهد داشت (Zarea Chahkohi, 2010). برای اطمینان از مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی از آزمون بارتلت نیز استفاده شد. این آزمون فرضیه تعلق ماتریس همبستگی‌های مشاهده شده را به جامعه‌ای با متغیرهای ناهمبسته می‌آزماید. تجزیه به عامل‌ها قبل از تجزیه خوشه‌ای انجام شد تا اهمیت متغیرهایی که در گروه‌ها نقش داشتند، روشن شود (Jackson, 1991) و سپس تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها انجام شد. در ارزیابی ژنوتیپ‌های مربوط به در هر کدام از گروه‌ها در تجزیه خوشه‌ای، از نتایج تجزیه به عامل‌ها استفاده شد.

جدول ۱- اسامی و نام والد ژنوتیپ‌های موتانت برنج مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Name and parent of mutant rice genotypes

شماره ژنوتیپ No. of Genotype	کد ژنوتیپ Code of genotype	والد Parent
1	TM6-230-VE-7-5-1	Tarom طارم‌محلی
2	TM6-230-VE-8-4-1	Tarom طارم‌محلی
3	TM6-250-10-7-1	Tarom طارم‌محلی
4	TM6-B-2-1-E	Tarom طارم‌محلی
5	TM6-B-7-1	Tarom طارم‌محلی
6	TM6-B-19-2	Tarom طارم‌محلی
7	HM5-250-E-1-1	Hashemi هاشمی
8	HM5-250-E-3-2	Hashemi هاشمی
9	HM5-250-7-1	Hashemi هاشمی
10	HM5-250-7-6	Hashemi هاشمی
11	HM5-300-E-1	Hashemi هاشمی
12	HM5-300-3-1	Hashemi هاشمی
13	HM5-300-5-1	Hashemi هاشمی
14	KM5-200-4-2-E	Khazar خزر
15		Khazar خزر
16		Hashemi هاشمی
17		Tarom طارم‌محلی
18		Gilaneh گیلانه

T: طارم‌محلی؛ H: هاشمی؛ K: خزر؛ M: نسل موتاسیون

T: Tarom; H: Hashemi; K: Khazar; M: Mutation generation

محاسبات آماری مربوط به تجزیه به عامل‌ها، تابع تشخیص و تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزار SPSS 17 (SPSS, 2008) و به صورت مجزا در شرایط بدون تنش و تنش خشکی انجام شد. برای محاسبه ضرایب T^2 کاذب، F کاذب و شاخص ریشه انحراف استاندارد میانگین مربعات (Root Mean Square Standard Deviation, RMSSTD)، جهت تعیین تعداد کلاستر مناسب در تجزیه خوشه‌ای به روش حداقل واریانس وارد (Ward's Minimum Variance)، از نرم‌افزار Systat (Systat, 2014) استفاده شد. وجود پیک در آماره F کاذب، جهش ناگهانی در مقدار T^2 و شیب تند از تعداد کلاستر زیاد به کم در شاخص RMSSTD

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

نشـــان‌دهنده تعـــداد مناســـب کلاســـتر می‌باشـــد (Zarea Chahkohi, 2010). برای تشخیص مناسب بـودن گروه‌بنـدی حاصـل از تجزیـه خوشـه‌ای از تجزیـه تـابع تشخیص خطی فیشر نیز استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به اینکه شرط لازم برای تجزیـه بـه عامل‌هـا، همبسته بودن متغیرها اسـت، آزمـون بارتلـت انجـام شـد کـه در آن مربع‌کـای معنـی‌دار نشـان دهنـده حـداقل شـرایط لازم بـرای اجـرای تحلیـل عـاملی اسـت (Farshadfar, 2002). در هـر دو شـرایط بـدون تـنش و تـنش خشـکی، نتـایج آزمـون بارتلـت (بـه ترتیـب بـا ۲۶۴/۴۹** و ۲۵۶/۱۲**) معنـی‌دار بـود، یعنـی بـین متغیرها همبسـتگی معنـی‌داری وجـود داشـت و بنـابراین تجزیه به عامل‌ها در ایـن دو شـرایط مجـاز بـوده اسـت. همچنین با توجه به اینکه میزان KMO در شـرایط بـدون تنش و تـنش خشـکی بـه ترتیـب ۰/۷۱ و ۰/۷۵ بـرآورد شد، تجزیه به عامل‌ها از مطلوبیت بالایی برخوردار بوده و کاربرد تحلیل عاملی متغیرها قابل توجیه بود. بر اساس مقادیر ویژه بزرگتر از یک بـرای هـر عامـل، در شـرایط بدون تنش پنج و در شرایط تـنش خشـکی چهـار عامـل انتخـاب شـدند (جـدول‌های ۲ و ۳). در هـر دو شـرایط بدون تنش و تـنش خشـکی، بـرای تمـام صـفات مـورد مطالعه این شـاخص بـالا بـود کـه نشـان می‌دهـد تعـداد عامل‌های انتخاب شده، توانستند تغییـرات صـفات را بـه نحو مطلوبی توجیه نمایند.

نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان داد که در شرایط بـدون تنش، پنج عامل اصلی ۸۱/۵ درصـد از تغییـرات صـفات را توجیه کردند (جدول ۲). عامل اول بـا ۲۷/۲ درصـد، بیشـترین سـهم را در توجیـه تغییـرات داده‌هـا بـه خـود اختصاص داد و شامل صفات ارتفاع بوته، عـرض بـرگ پرچم، تعداد دانه پـوک و درصـد بـاروری خوشـه بـود. انتخاب این صفات در عامل اول بر اساس ضریب عاملی بـا قـدرمطلق بزرگتـر از ۰/۵ بـرای هـر صـفت صـورت گرفـت. عامـل دوم صـفات طـول بـرگ پـرچم، طـول خوشه و عرض دانه را در برداشت و در مجمـوع ۱۵/۰۳ درصـد از تغییـرات داده‌هـا را توجیـه نمـود. عامـل سـوم بـا توجیـه ۱۵/۰۱ درصـد از تغییـرات داده‌هـا شامل صفات ارتفاع بوته، طول میـانگره، تعـداد پنجـه و عملکرد دانه بود. صفاتی که در این عامل قـرار گرفتنـد، همبسـتگی معنـی‌داری بـا عملکـرد دانـه داشـتند (Allahgholipour and Mohamad-Salehi, 2004). عامـل چهارم ۱۲/۸۲ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کـرد و شامل صفات طول دانه و شکل دانه بود. عامل پنجم نیـز با توجیه ۱۱/۴۷ درصد از تغییرات داده‌ها، شامل صـفات طـول خـروج خوشـه از غـلاف و تعـداد دانـه پـر بـود (جدول ۲). در تطـابق بـا نتـایج تحقیـق حاضـر محققـان دیگری نیز در آزمایش روی گیاه برنج در شرایط بدون تنش خشکی، از روش تجزیه به عامل‌ها جهت شناسـایی روابـط بـین صـفات و کـاهش تعـداد صـفات همبسـته بـا عملکـرد و تشـریح همبسـتگی بـین متغیرهـا اسـتفاده نمودنـد و تعـداد سـه (Ghorbani *et al.*, 2011)، پـنج (Sharifi *et al.*, 2011) و شـش (Agahi *et al.*, 2012; Rahim Souroush *et al.*, 2005) عامل اصلی و مستقل را شناسایی کردنـد کـه بیشـترین درصـد از تغییـرات کـل داده‌ها را توجیه کردند.

تجزیه به عامل‌هـا در شـرایط تـنش خشـکی، چهـار عامل را شناسایی نمود کـه در مجمـوع ۷۹/۳ درصـد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند (جدول ۳). عامـل اول به‌تنهایی ۲۷/۵۲ درصد از کـل واریـانس داده‌هـا را توجیـه کـرد. در ایـن عامـل ضـرایب عـاملی مثبـت و معنی‌دار متعلق بـه عملکـرد دانـه، عـرض دانـه و درصـد باروری دانه و بزرگترین ضرایب منفی متعلق به صـفات شکل دانه، تعداد دانه پوک در خوشـه و عـرض بـرگ پرچم بود. ضرایب این عامـل نشـان دهنـده تـأثیر مثبـت صفات عرض دانه و درصد باروری خوشـه بـر عملکـرد دانـه در شـرایط تـنش خشـکی بـود. در عامـل دوم کـه ۲۲/۹۸ درصـد از تغییـرات کـل داده‌هـا را توجیـه کـرد،

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

صفات ارتفاع بوته، طول میانگره، طول برگ پرچم و طول خوشه دارای بزرگترین ضرایب عاملی مثبت بود. در این عامل، صفت عرض برگ پرچم دارای ضریب عاملی منفی بالایی بود. درصد بالای توجیه تغییرات داده‌ها توسط این دو عامل نشان دهنده میزان همبستگی و مقدار توجیه صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌ها توسط این دو عامل می‌باشد و به نظر می‌رسد که بر اساس این عوامل، می‌توان اقدام به انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در شرایط تنش خشکی نمود (Ghorbani *et al.*, 2001). در عامل سوم صفاتی مانند طول دانه و شکل دانه دارای ضرایب عاملی مثبت و بالایی بودند که ۱۴/۶۵ درصد از کل تغییرات را توجیه کردند. در عامل چهارم که ۱۴/۱۴ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کرد، صفات تعداد پنجه، تعداد دانه پر و درصد باروری خوشه دارای ضریب عاملی مثبت بالایی بودند.

جدول ۲- تجزیه عامل‌ها برای صفات گیاهی ژنوتیپ‌های برنج در شرایط بدون تنش

Table 2. Factor analysis for plant characteristics of rice genotypes in non stress condition

Plant characteristics	صفات گیاهی	بار عامل‌های چرخش‌یافته Rotated component matrix 1	2	3	4	5	میزان اشتراک Communalities
Plant height	ارتفاع بوته	0.765	0.217	-0.515	-0.068	0.001	0.90
Internode length	طول میانگره	0.178	0.159	-0.803	-0.016	0.066	0.71
Flag leaf length	طول برگ پرچم	-0.366	0.691	0.062	-0.049	0.120	0.63
Flag leaf width	عرض برگ پرچم	-0.949	0.042	-0.002	-0.080	0.047	0.91
No. of tillers	تعداد پنجه	0.401	0.288	0.700	0.188	-0.326	0.88
Panicle length	طول خوشه	0.211	0.732	-0.256	0.076	0.208	0.70
Panicle exsertion	خروج خوشه از غلاف	0.035	-0.101	0.000	-0.023	0.803	0.66
No. of filled grains	تعداد دانه پر	0.128	-0.288	0.022	-0.020	-0.765	0.69
No. of unfilled grains	تعداد دانه پوک	-0.940	0.197	-0.091	0.063	-0.065	0.94
Panicle fertility	درصد باروری خوشه	0.917	-0.248	0.114	-0.074	-0.099	0.93
Grain length	طول دانه	0.107	-0.246	0.102	0.936	0.098	0.97
Grain width	عرض دانه	0.381	-0.712	0.284	0.028	0.300	0.83
Grain shape	شکل دانه	-0.181	0.281	-0.109	0.911	-0.124	0.97
Grain yield	عملکرد دانه	0.126	-0.307	0.713	-0.151	0.276	0.72
Eigen values	مقادیر ویژه	3.80	2.10	2.10	1.79	1.61	
% of Variance	درصد واریانس	27.17	15.03	15.01	12.82	11.47	
Cumulative variance(%)	درصد واریانس تجمعی	27.17	42.21	57.22	70.04	81.52	

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها در محیط‌های بدون تنش و تنش خشکی، در انتخاب گیاهان در دو محیط ابتدا باید به صفاتی مانند درصد باروری خوشه و طول خوشه توجه نمود. بعلاوه در هر دو شرایط، ارتفاع بوته و طول میانگره بر عملکرد دانه اثر منفی داشتند، بنابراین انتخاب بوته‌هایی با طول میانگره و ارتفاع بوته کوتاه‌تر می‌تواند به افزایش عملکرد دانه بیانجامد. در شرایط تنش خشکی، ارتفاع بوته و طول و عرض برگ پرچم دارای ضرایب منفی در عامل اول بودند و از آنجا که ضرایب عاملی برای این متغیرها متفاوت از عملکرد بودند، به نظر می‌رسد که در گیاه در پاسخ به تنش خشکی، تغییرات مورفولوژیکی مانند کاهش ارتفاع بوته و کاهش سطح برگ اتفاق افتاده باشد که هر

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

دو از راهکارهای مقابله گیاه با تنش خشکی محسوب می‌شوند (Blum and Sullivan, 1986).

برای حصول اطمینان از نقطه برش دندروگرام و تعیین تعداد واقعی گروه‌ها از تغییرات آماره‌های F کاذب، T^2 کاذب هتلینگ و شاخص ریشه انحراف استاندارد میانگین مربعات (RMSSTD) استفاده شد و بر اساس این شاخص‌ها مناسب‌ترین تعداد گروه‌ها پنج عدد بود. نتایج تجزیه خوشه‌ای به روش حداقل واریانس وارد در شرایط بدون تنش نشان داد که در گروه اول ژنوتیپ‌های ۷ (HM5-250-E-1-1)، ۹ (HM5-250-7-1)، ۱۰ (HM5-250-7-6)، ۲ (TM6-230-VE-8-4-1) و ۱۲ (HM5-300-3-1)، در گروه دوم ژنوتیپ‌های ۸ (HM5-250-E-3-2)، ۱۳ (HM5-300-5-1) و ۱۴ (KM5-200-4-2-E)، در گروه سوم ژنوتیپ‌های ۱ (TM6-230-VE-7-5-1)، ۴ (TM6-B-2-1-E)، ۳ (TM6-250-10-7-1)، ۵ (TM6-B-7-1) و ۱۸ (گیلانه)، در گروه چهارم ژنوتیپ‌های ۱۱ (HM5-300-E-1)، ۱۵ (خزر)، ۶ (TM6-B-19-2) و ۱۶ (هاشمی) و در گروه پنجم ژنوتیپ ۱۷ (طارم‌محلی) قرار گرفتند (شکل ۱).

جدول ۳- تجزیه عامل‌ها برای صفات گیاهی ژنوتیپ‌های برنج در شرایط تنش خشکی

Table 3. Factor analysis for plant characteristics of rice genotypes in drought stress condition

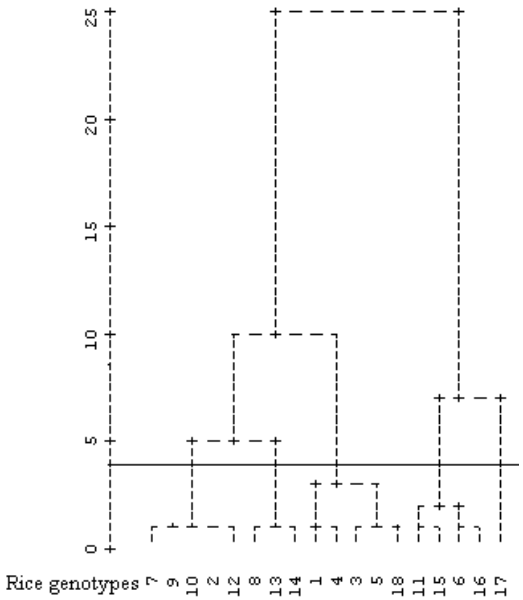
Plant characteristics	صفات گیاهی	بار عامل‌های چرخش‌یافته Rotated component matrix 1	2	3	4	میزان اشتراک Communalities
Plant height	ارتفاع بوته	-0.033	0.799	-0.086	-0.006	0.65
Internode length	طول میانگره	-0.3	0.847	-0.028	0.203	0.85
Flag leaf length	طول برگ پرچم	-0.305	0.628	0.152	-0.283	0.59
Flag leaf width	عرض برگ پرچم	-0.435	-0.67	-0.167	0.111	0.68
No. of tillers	تعداد پنجه	-0.195	-0.315	0.313	0.685	0.70
Panicle length	طول خوشه	-0.103	0.826	-0.131	0.106	0.72
Panicle exsertion	خروج خوشه از غلاف	0.12	0.195	-0.773	-0.306	0.74
No. of filled grains	تعداد دانه پر	0.2	0.239	-0.022	0.871	0.86
No. of unfilled grains	تعداد دانه پوک	-0.792	-0.043	-0.423	-0.333	0.92
Panicle fertility	درصد باروری خوشه	0.68	0.101	0.321	0.631	0.97
Grain length	طول دانه	0.331	0.104	0.884	-0.03	0.90
Grain width	عرض دانه	0.951	-0.096	0.113	0.005	0.93
Grain shape	شکل دانه	-0.841	0.121	0.447	-0.026	0.92
Grain yield	عملکرد دانه	0.751	-0.307	0.052	-0.047	0.66
Eigen values	مقادیر ویژه	3.85	3.22	2.05	1.98	
% of variance	درصد واریانس	27.52	22.98	14.66	14.14	
Cumulative variance(%)	درصد واریانس تجمعی	27.52	50.50	65.16	79.29	

نتایج بررسی میانگین صفات در هر کدام از گروه‌ها در شرایط بدون تنش (جدول ۴) نشان داد که ژنوتیپ‌های گروه اول دارای بیشترین درصد باروری خوشه در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها بودند. ژنوتیپ‌های گروه دوم دارای بیشترین طول میانگره، عرض برگ پرچم و تعداد دانه پوک در خوشه بودند. ژنوتیپ‌های گروه سوم، دارای بیشترین مقادیر صفات تعداد پنجه، طول خروج خوشه از غلاف، درصد باروری خوشه، عرض دانه و عملکرد دانه بودند. بعلاوه ژنوتیپ‌های این گروه کمترین مقادیر صفات نامطلوبی چون ارتفاع

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

بوته، طول میانگره و تعداد دانه پوک در خوشه را داشتند. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار بین عملکرد دانه و صفات ارتفاع بوته، طول میانگره و تعداد دانه پوک در خوشه (داده‌ها گزارش نشده‌اند) و همچنین قرار گرفتن بیشتر این صفات در دو عامل اول و دوم (به عنوان عامل‌های تأثیرگذار بر عملکرد دانه در شرایط بدون تنش)، ژنوتیپ‌های حاضر در این گروه با داشتن کمترین مقادیر سه صفت فوق و اختلاف با سایر ژنوتیپ‌ها از لحاظ عملکرد دانه، ارتفاع بوته کمتر و باروری خوشه، دارای اهمیت اصلاحی شناخته شدند.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ۱۸ ژنوتیپ برنج در شرایط بدون تنش با استفاده از روش وارد (اسامی ژنوتیپ‌های برنج در جدول ۱ ارائه شده است)

Fig. 1. Dendrogram derived from cluster analysis for 18 rice genotypes based on studied traits under non stress condition using Ward method (name of rice genotypes has been shown in table 1)

ژنوتیپ‌های گروه چهارم، بیشترین مقادیر صفات طول برگ پرچم، طول خوشه، طول دانه و شکل دانه را دارا بودند. همچنین با توجه به متوسط طول دانه در ارقام دسته چهارم (۱۰/۲ میلی‌متر) و بازارپسندی آن در ایران، این ژنوتیپ‌ها از ظرفیت بالقوه خوبی جهت تلاقی برای دستیابی به ژنوتیپ‌های دانه‌بلند برخوردار می‌باشند (جدول ۴). در تطابق با نتیجه تحقیق حاضر، بهپوری و همکاران (Behpouri *et al.*, 2007) با استفاده از روش حداقل واریانس وارد اقدام به گروه‌بندی ژنوتیپ‌های برنج به ترتیب در نه و چهار گروه نمودند. در تطابق با نتیجه تحقیق حاضر، الهقلی‌پور و همکاران (Allahgholipour *et al.*, 2004) اقدام به مقایسه میانگین صفات در هر کدام از کلاسترها با سایر کلاسترها و میانگین کل نمودند و بدین‌طریق مشخصه‌های مهم هر کدام از گروه‌ها را مشخص نمودند.

نتایج تجزیه خوشه‌ای در شرایط تنش خشکی نیز نشان داد که در گروه اول ژنوتیپ‌های ۸ (HM5-250-E-3-2)، ۹ (HM5-250-7-1)، ۱۲ (HM5-300-3-1)، ۱۰ (HM5-250-7-6)، ۱۶ (هاشمی) و ۱۸ (گیلانه)، در گروه دوم ژنوتیپ‌های ۱۱ (HM5-300-E-1)، ۱۷ (طارم‌محلی)، ۵ (TM6-B-7-1)، ۶ (TM6-B-19-2) و ۱۳

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

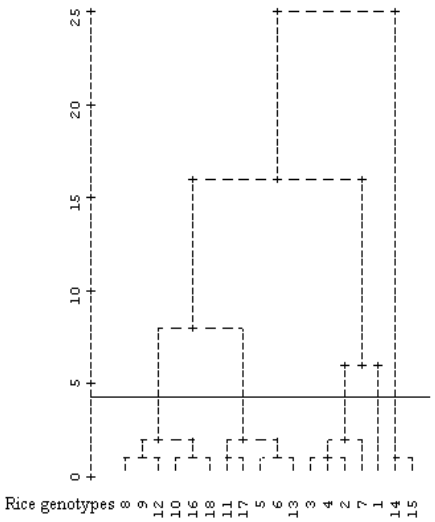
[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

(HM5-300-5-1)، در گروه سوم ژنوتیپ‌های ۳ (TM6-250-10-7-1)، ۴ (TM6-B-2-1-E)، ۲ (TM6-230-VE-8-4-1) و ۷ (HM5-250-E-1-1)، در گروه چهارم ژنوتیپ ۱ (TM6-230-VE-7-5-1) و در گروه پنجم ژنوتیپ‌های ۱۴ (KM5-200-4-2-E) و ۱۵ (خزر) قرار گرفتند (شکل ۲).

جدول ۴- میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های برنج در دسته‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد در شرایط بدون تنش

Table 4. Mean of plant characteristics of rice genotypes clusters using Ward's method in non stress condition

Plant characteristics	صفات گیاهی	دسته Clusters 1	2	3	4	5	کل Total
Plant height(cm)	ارتفاع بوته	150.6	145.2	136.4	151.3	168.7	146.9
Internode length(cm)	طول میانگره	43.1	50.1	39.3	44.2	44.7	43.6
Flag leaf length(cm)	طول برگ پرچم	27.5	30.2	29.3	31.3	29.2	29.4
Flag leaf width(cm)	عرض برگ پرچم	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1
No. of tillers	تعداد پنجه	17.7	17.1	18.5	17.9	18.3	17.9
Panicle lenght	طول خوشه	28.8	28.8	26.4	29.8	25.8	28.2
Panicle exsertion(cm)	خروج خوشه از غلاف	8.2	9.4	11.9	8.2	10.7	9.6
No. of filled grains	تعداد دانه پر	111.5	106.1	113.9	112.0	115.7	111.6
No. of unfilled grains	تعداد دانه پوک	11.2	17.8	13.1	17.3	16.0	14.4
Panicle fertility(%)	درصد باروری خوشه	90.9	86.2	90.0	86.7	87.8	88.8
Grain length(mm)	طول دانه	9.6	10.1	10.1	10.2	9.1	9.9
Grain width(mm)	عرض دانه	2.5	2.5	2.6	2.5	2.3	2.5
Grain shape	شکل دانه	3.9	4.1	3.9	4.2	3.9	3.9
Grain yield(kg.ha^{-1})	عملکرد دانه	4620.8	4426.6	4838.9	4126.3	3596.7	4482.2
Genotypes No.	شماره ژنوتیپ‌ها	2, 7, 9, 10, 12	8, 13, 14	1, 3, 4, 5, 18	6, 11, 15, 16	17	
No. of genotypes	تعداد ژنوتیپ‌ها	5	3	5	4	1	18



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ۱۸ ژنوتیپ برنج در شرایط تنش خشکی با استفاده از روش وارد (اسامی ژنوتیپ‌های برنج در جدول ۱ ارائه شده است)

Fig. 2. Dendrogram derived from cluster analysis for 18 rice genotypes based on studied traits under drought stress condition using Ward method (name of rice genotypes has been shown in table 1)

ارزیابی میانگین صفات در هر کدام از گروه‌ها در شرایط تنش خشکی (جدول ۵) نشان داد که ژنوتیپ‌های واقع در گروه اول بیشترین مقدار شکل دانه را داشتند. این ژنوتیپ‌ها همچنین کمترین میزان طول

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

خروج خوشه از غلاف را داشتند. ژنوتیپ‌های گروه دوم از لحاظ صفات طول خروج خوشه از غلاف و تعداد دانه پر نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر برتری داشتند. با وجود آنکه میانگین تعداد دانه در خوشه در ژنوتیپ‌های این گروه بیشتر از سایر گروه‌ها بود، عملکرد آن نسبت به گروه‌های سوم و چهارم پایین‌تر بود. علت این موضوع می‌تواند ناشی از درصد باروری پایین خوشه و به عبارتی تعداد زیادتر دانه‌های پوک در خوشه باشد که می‌تواند از تبعات تنش خشکی انتهای فصل باشد. در مجموع در گروه‌های اول و دوم ژنوتیپ‌ها دارای بیشترین تعداد دانه در خوشه و در عین حال درصد باروری خوشه پایین‌تری بودند. این نتیجه در تطابق با گزارش گومارز و همکاران (Guimarães *et al.*, 2016) است که اظهار نمودند در شرایط تنش خشکی در خوشه‌های دارای تعداد دانه بیشتر، درصد عقیمی خوشه‌چه‌ها نیز بیشتر است. این موضوع نشان می‌دهد که برای شرایط آب و هوایی و خاکی محل اجرای آزمایش، عدم انتقال کربوهیدرات‌ها در شرایط تنش خشکی به اندازه کافی پاسخگوی تقاضای مخازن ذخیره‌سازی کربوهیدرات‌ها (دانه‌ها) نبوده است (Guimarães *et al.*, 2016). عقیمی دانه گرده، عدم گرده‌افشانی و سقط جنین نیز می‌تواند از سایر دلایل کاهش تعداد دانه‌های پر در شرایط تنش خشکی باشد (Nguyen and Sutton, 2009). در گروه سوم ژنوتیپ‌هایی قرار داشتند که بیشترین درصد باروری خوشه را داشتند. بعلاوه عملکرد دانه ژنوتیپ‌های این گروه بیشتر از میانگین عملکرد آنها در شرایط تنش بود و پس از گروه چهارم در رتبه دوم از نظر عملکرد دانه قرار داشتند. این ژنوتیپ‌ها کمترین تعداد دانه پوک را داشتند. تمام این صفات در عامل اول (عملکرد دانه) حاصل از تجزیه به عامل‌ها قرار داشتند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با انتخاب بر اساس عامل اول در شرایط تنش خشکی می‌توان به ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالاتر و متحمل به تنش خشکی دست یافت. در تطابق با این نتیجه، گومارز و همکاران (Guimarães *et al.*, 2010) نیز همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و درصد باروری خوشه را در شرایط تنش خشکی گزارش نمودند. آنها اظهار داشتند که باروری خوشه‌چه در شرایط تنش خشکی نه تنها نشان‌دهنده شدت تنش کم‌آبی است، بلکه به عنوان مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده عملکرد دانه نیز می‌باشد. در ژنوتیپ‌های گروه اخیر علاوه بر صفات فوق، طول خروج خوشه از غلاف نیز پایین‌تر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها بود. در این راستا بارناباس و همکاران (Barnabás *et al.*, 2008) اظهار داشتند که افزایش طول خروج خوشه از غلاف و شکوفایی بساک از شاخص‌هایی هستند که باعث حساسیت گیاه به تنش خشکی در مرحله خوشه‌دهی می‌شوند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت یکی از سازوکارهای مقابله ژنوتیپ‌های اخیر با تنش خشکی، کاهش طول خروج خوشه از غلاف بوده است. البته کاهش طول خروج خوشه از غلاف باعث افزایش عقیمی خوشه‌چه‌ها می‌شود، زیرا خوشه‌چه‌های درون غلاف نمی‌توانند گرده‌افشانی خود را تکمیل نمایند و پوک باقی می‌مانند (Guimarães *et al.*, 2016). در ژنوتیپ‌های گروه سوم همچنین میزان طول و عرض برگ پرچم کمتر از میانگین بود. در این راستا اظهار شده است که گیاهان کوچک با سطح برگ کمتر و شاخص سطح برگ پایین‌تر در مناطق کم آب، به طور نسبی آب کمتری مصرف می‌کنند و کاهش شاخص سطح برگ می‌تواند یکی از سازوکارهای تحمل آنها به تنش کمبود آب باشد (Blum and Sullivan, 1986). با استفاده از تجزیه به عامل‌ها نیز ملاحظه شد که در شرایط تنش خشکی، طول و عرض برگ پرچم دارای ضرایب منفی در عامل اول (عملکرد دانه) بودند، بنابراین یکی از پاسخ‌های گیاه به تنش خشکی و افزایش تحمل آن، کاهش سطح برگ بوده است. ژنوتیپ ۱ (لاین TM6-230-VE-7-5-1) به طور مجزا در گروه چهارم قرار داشت که دارای بیشترین طول و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

عرض برگ پرچم، طول و عرض دانه و عملکرد دانه بود و از نظر این صفات نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برتری داشت. این ژنوتیپ کمترین طول میانگره و ارتفاع بوته بعد از گروه اول را داشت. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار بین ارتفاع بوته، طول میانگره و تعداد دانه پوک با عملکرد دانه، ژنوتیپ‌های واقع در گروه‌های سوم و چهارم دارای اهمیت اصلاحی از نظر پاکوتاهی و درصد باروری بالا در شرایط تنش خشکی محسوب می‌شوند. وجود ساقه‌های کوتاه و محکم باعث مقاومت بیشتر برنج در مقابل خوابیدگی بوته (ورس) می‌شود و یک گیاه پابلند حساسیت بیشتری به خوابیدگی دارد. در این ارتباط مشخص شده است که ارقام پاکوتاه تنفس ساقه کمتری داشته و در نتیجه عملکرد دانه آنها بیشتر است (Guimarães *et al.*, 2010). از معیارهای بازارپسندی و از خصوصیات مهم کیفیت ظاهری دانه برنج، بیشر بودن طول دانه‌ها و کشیده بودن آنها است. بر این اساس نیز ژنوتیپ‌های واقع گروه سوم و چهارم به دلیل داشتن بیشترین طول دانه، می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی مورد توجه قرار گیرند. ژنوتیپ‌های این دو گروه را با توجه به دارا بودن اکثر صفات مطلوب در شرایط تنش خشکی و همچنین عملکرد بالا، می‌توان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در نظر گرفت. کلیه ژنوتیپ‌های واقع در گروه پنجم دارای بیشترین مقادیر برخی از صفات مورفولوژیک مانند ارتفاع بوته، طول میانگره، تعداد دانه پوک در خوشه و شکل دانه و کمترین عملکرد دانه بودند. در این گروه علاوه بر کمترین میزان عملکرد دانه، میزان باروری خوشه نیز حداقل بود، بنابراین ژنوتیپ‌های واقع در این گروه، با توجه به ارزش پایین‌تر عملکرد و ارزش بالاتر صفات نامطلوب، جزء ژنوتیپ‌های حساس به خشکی در نظر گرفته شدند. در تطابق با این نتیجه بارناباس و همکاران (Barnabás *et al.*, 2008) اظهار داشتند که کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی به دلیل نقصان در تشکیل بذر است.

جدول ۵- میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های برنج در دسته‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد در شرایط تنش خشکی

Table 5. Mean of plant characteristics of rice genotypes clusters using Ward's method in drought stress condition

Plant characteristics	صفات گیاهی	دسته cluster 1	2	3	4	5	کل Total
Plant heigh (cm)	ارتفاع بوته	128.9	137.5	131.1	129.0	141.3	133.2
Internode length(cm)	طول میانگره	41.0	39.1	36.8	31.7	42.8	39.2
Flag leaf length(cm)	طول برگ پرچم	28.8	31.4	25.6	31.7	30.9	29.2
Flag leaf width(cm)	عرض برگ پرچم	1.0	1.1	1.0	1.1	1.5	1.0
No. of tillers	تعداد پنجه	17.0	13.9	15.9	16.3	12.5	15.5
Panicle lenght	طول خوشه	27.9	27.8	27.3	24.8	29.3	27.7
Panicle exsertion(cm)	خروج خوشه از غلاف	6.0	7.4	6.3	7.0	7.2	6.6
No. of filled grains	تعداد دانه پر	78.1	80.9	76.3	51.7	56.3	74.6
No. of unfilled grains	تعداد دانه پوک	32.1	30.1	17.0	30.7	46.7	29.7
Panicle fertility(%)	درصد باروری خوشه	70.8	74.2	80.9	62.9	55.3	71.8
Grain length(mm)	طول دانه	10.0	9.8	10.1	10.4	9.6	9.9
Grain width(mm)	عرض دانه	2.3	2.5	2.6	2.7	2.2	2.4
Grain shape	شکل دانه	4.3	3.9	3.8	3.8	4.3	4.1
Grain yield(kg.ha^{-1})	عملکرد دانه	1656.3	1939.5	2227.6	2788.3	684.5	1816.8
Genotypes No.	شماره ژنوتیپ‌ها	8, 9, 10, 12, 16, 18	5, 6, 11, 13, 17	2, 3, 4, 7	1	14, 15	
No. of genotypes	تعداد ژنوتیپ‌ها	6	5	4	1	2	18

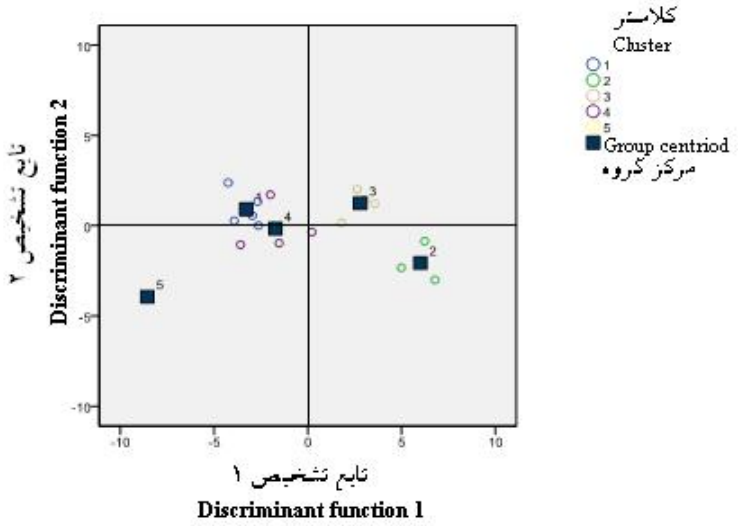
در آزمایش حاضر، چهار ژنوتیپ با عملکرد بالا در شرایط بدون تنش (شامل ژنوتیپ‌های ۲ (TM6-230-VE-8-4-1)، ۳ (TM6-250-10-7-1)، ۴ (TM6-B-2-1-E) و ۷ (HM5-250-E-1-1)) دارای عملکرد بیشتری در

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

شرایط تنش خشکی نیز بودند و در گروه‌های دارای عملکرد بالاتر از سایر ژنوتیپ‌ها و سایر صفات مطلوب نظیر درصد باروری خوشه بالا و دانه‌های کشیده‌تر قرار گرفتند. میانگین عملکرد این ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و تنش خشکی به ترتیب ۴۷۳۹/۹ و ۲۲۲۷/۶ کیلوگرم در هکتار بود و کاهش عملکرد آنها در شرایط تنش خشکی ۵۳ درصد بود، در حالی‌که میزان کاهش عملکرد برای کلیه ژنوتیپ‌ها ۶۰ درصد بود. بنابراین حفظ پتانسیل عملکرد این ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها، می‌تواند دلیلی بر تحمل ژنوتیپ‌های فوق نسبت به تنش خشکی باشد (Guimarães *et al.*, 2016). در تطابق با این نتیجه، جونگدی و همکاران (Jongdee *et al.*, 2006) اظهار داشتند که ارقام دارای عملکرد بالا در شرایط بدون تنش می‌توانند برای شرایط تنش رطوبتی نیز در نظر گرفته شده و در هر دو شرایط مورد ارزیابی قرار گیرند. تغییرات مورفولوژیکی گیاه در پاسخ به تنش کمبود آب مانند کاهش ارتفاع بوته و کاهش سطح برگ ناشی از توقف تقسیم و رشد سلولی است که در پی کاهش فشار آماس رخ می‌دهد. این موضوع به ویژه در شرایط تنش شدید که تنظیم اسمزی قادر به ثابت نگه‌داشتن آماس سلول نباشد، چشمگیرتر است (Jaleel *et al.*, 2009).

برای بررسی صحت گروه‌بندی‌ها علاوه بر آماره‌های F کاذب، T^2 کاذب هتلینگ و RMSSTD، از تجزیه تابع تشخیص نیز استفاده شد. از این تجزیه همچنین برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل و حساس به تنش خشکی نیز استفاده شد. در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی، تجزیه تابع تشخیص روی پنج گروه انجام شد و نتایج نشان داد گروه‌بندی ژنوتیپ‌های برنج بر اساس دندروگرام تجزیه خوشه‌ای، ۱۰۰ درصد صحیح بود. در تطابق با نتیجه تحقیق حاضر، محققان دیگری نیز با استفاده از تجزیه تابع تشخیص صحت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها را در تجزیه خوشه‌ای گزارش نموده‌اند (Mohammadi *et al.*, 2006; Agahi *et al.*, 2012).



شکل ۳- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های برنج بر اساس روش تابع تشخیص در شرایط بدون تنش

Fig. 3. Grouping of rice genotypes using discriminant analysis in non stress condition

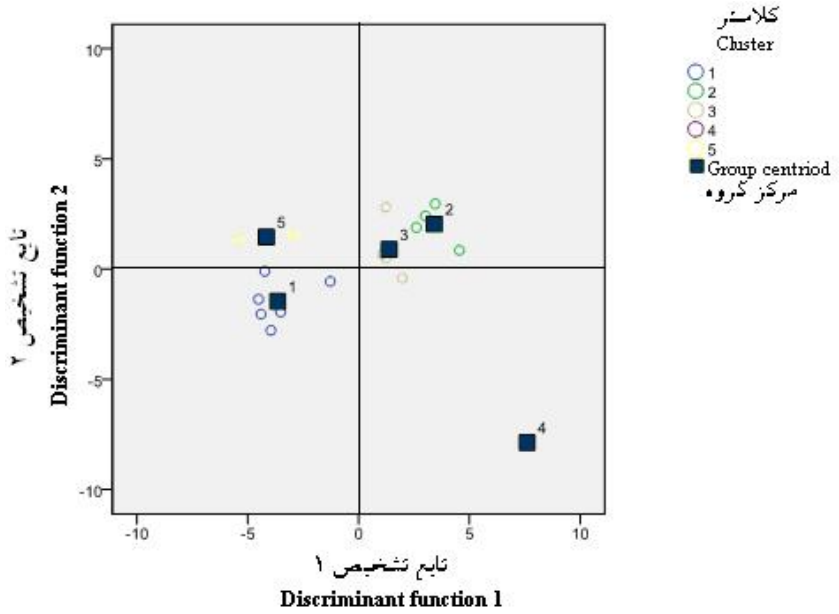
نتایج حاصل از توابع اول و دوم تشخیص در دسته‌بندی ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه در شرایط بدون تنش در شکل ۴ نشان داده شده است. دسته‌های دوم و سوم از همگرایی مناسبی برخوردار بودند، اما در

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

دسته‌های اول و چهارم مقداری پراکنش نسبت به مرکز دسته وجود داشت. دسته پنجم در فاصله نسبتاً بیشتری از چهار دسته دیگر قرار گرفت. بیشترین فاصله بین دسته‌های دوم و پنجم و بیشترین قرابت بین دسته‌های اول و چهارم وجود داشت.

نتایج حاصل از توابع اول و دوم تشخیص در دسته‌بندی ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه در شرایط تنش حاکی از همگرایی مناسب درون دسته‌های دوم و پنجم و تا حدودی سوم و پراکنش درون دسته اول نسبت به مرکز دسته بود. بیشترین فاصله بین دسته‌های چهارم و پنجم و بیشترین قرابت بین دسته‌های دوم و سوم وجود داشت (شکل ۵). با توجه به اینکه در رابطه با مطالعات ژنتیکی تحمل به خشکی، یکی از مهم‌ترین اقدامات ایجاد جمعیت در حال تفرق و بدست آوردن نشانگرهای مورفولوژیکی و مولکولی است و جمعیتی می‌تواند حداکثر تفرق را نشان دهد که والدین آن از نظر تحمل خشکی کاملاً متفاوت از هم باشند (تلاقی متحمل‌ترین و حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها) (Mohammadi *et al.*, 2006)، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مختلف باعث افزایش کارایی انتخاب والدین تلاقی‌ها می‌شود، بنابراین بیشترین هتروزیس مورد انتظار می‌تواند از تلاقی بین ژنوتیپ‌های گروه سوم با ژنوتیپ‌های گروه اول و یا پنجم حاصل شود.



شکل ۴- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های برنج بر اساس روش تابع تشخیص در شرایط تنش خشکی

Fig. 4. Grouping of rice genotypes using discriminant analysis in drought stress condition

تجزیه تشخیص علاوه بر استفاده در شناسایی تنوع ژنوتیپ‌ها، برای ارزیابی تحمل تنش نیز می‌تواند استفاده شود. راجیو و همکاران (Rajiv *et al.*, 2010) با مقایسه موقعیت ژنوتیپ‌های برنج در نمودار پراکندگی تجزیه تشخیص در شرایط بدون تنش و تنش خشکی نشان دادند که ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش خشکی موقعیت آنها به پایین مرکز مختصات منتقل شده باشد، حساس به خشکی و ژنوتیپ‌هایی که نزدیک محور مختصات باشند، پایدار و ژنوتیپ‌های منتقل شده به بالای محور مختصات، متحمل به تنش خشکی بودند. بر این اساس در آزمایش حاضر ژنوتیپ‌های ۲ (TM6-230-VE-8-4-1)، ۳ (TM6-250-10-7-1)، ۴ (TM6-B-2-

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

1-E)، ۱۱ (HM5-300-E-1)، ۱۳ (HM5-300-5-1)، ۵ (TM6-B-7-1)، ۶ (TM6-B-19-2) و ۱۷ (طارم‌محلی) متحمل به تنش خشکی و ژنوتیپ‌های ۸ (HM5-250-E-3-2)، ۹ (HM5-250-7-1)، ۱۰ (HM5-250-7-6)، ۱۲ (HM5-300-3-1)، ۱۶ (هاشمی) و ۱۸ (گیلانه) حساس به تنش خشکی بودند.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که در ژنوتیپ‌های برنج مورد ارزیابی در شرایط بدون تنش (آبیاری معمول)، صفات مرتبط با عامل‌های اول و دوم شامل ارتفاع بوته، عرض برگ پرچم، تعداد دانه پوک، درصد باروری خوشه، طول میانگره، تعداد پنجه‌ها و عملکرد دانه بودند. در شرایط تنش خشکی نیز دو عامل اول و دوم شامل صفات عملکرد دانه، عرض دانه، درصد باروری خوشه، شکل دانه، تعداد دانه پوک در خوشه، عرض برگ پرچم، ارتفاع بوته، طول میانگره، طول برگ پرچم و طول خوشه بودند. بنابراین در نسل‌های اولیه اصلاحی می‌توان از عامل‌های یاد شده و صفات تشکیل‌دهنده هر کدام از آنها به عنوان معیارهای گزینش جهت بهبود ژنتیکی عملکرد دانه در برنج استفاده نمود. نتایج تجزیه خوشه‌ای نشان داد که در شرایط بدون تنش، ژنوتیپ‌های واقع در گروه سوم شامل لاین‌های ۱ (TM6-230-VE-7-5-1)، ۴ (TM6-B-2-1-E)، ۳ (TM6-250-10-7-1)، ۵ (TM6-B-7-1) و ۱۸ (گیلانه)، از نظر دو عامل اول و سوم برتر بودند. در شرایط تنش خشکی نیز ژنوتیپ‌های واقع در گروه‌های سوم و چهارم شامل لاین‌های ۳ (TM6-250-10-7-1)، ۴ (TM6-B-2-1-E)، ۲ (TM6-230-VE-8-4-1) و ۷ (HM5-250-E-1-1) و ۱ (TM6-230-VE-7-5-1) با متوسط عملکرد بالا و صفات مطلوبی نظیر پاکوتاهی، درصد باروری خوشه بالا، طول خروج خوشه از غلاف پایین، از نظر دو عامل اول و دوم برتر بودند و ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی ارزیابی شدند. نتایج دیگر تحقیق حاضر این بود که ارقام هاشمی، طارم محلی، خزر و گیلانه جزء ژنوتیپ‌های حساس به خشکی ارزیابی شدند، در حالی‌که لاین‌های حاصل از آنها از تحمل بیشتری به تنش خشکی برخوردار بودند. با توجه به اینکه، نتایج تجزیه تشخیص موید وجود فاصله ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های گروه سوم با گروه‌های اول و پنجم در شرایط تنش خشکی بود، از ژنوتیپ‌های مربوط به این گروه‌ها می‌توان برای پیشبرد برنامه‌های اصلاحی در توسعه ارقام جدید استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

References

Agahi, K., M. H. Fotoukian and Z. Younesi. 2012. Study of genetic diversity and important correlations of agronomic traits in rice genotypes (*Oryza sativa* L.) Iran. J. Biol. 25: 1.97-110. (In Persian with English abstract).

Allahgholipour, M., M. S. Mohammad-Salehi and A. A. Ebadi. 2004. An evaluation of genetic diversity and classification of rice varieties. Iran. J. Agric. Sci. 35(4): 973-981. (In Persian with English abstract).

Allahgholipour, M. and M. S. Mohamad-Salehi. 2004. Factor and path analysis in different rice genotypes. Seed Plant J. 19(1): 76-86. (In Persian with English abstract).

Barnabás, B., K. Jäger and A. Fehér. 2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. Plant Cell Environ. 31: 1.11-38.

Behpouri, A., M. Kheradnam and E. Bijanzadeh. 2007. Evaluation of genetic variation in rice (*Oryza sativa* L.)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

genotypes using some of agronomic and morphological traits. J. Agric. Sci. 12: 4.799-809. (In Persian with English abstract).

Blum, A. and C. Y. Sullivan. 1986. The comparative drought resistance of sorgum and millet from humid and dry regions. Annal. Bot. 57: 835-846.

Cha-um, S., S. Yooyongwech and K. Supaibulwatana. 2012. Water-deficit tolerant classification in mutant lines of indica rice. Sci. Agric. 69(2): 135-141.

Domingo C., F. Andrés and M. Talón. 2007. Rice cv. Bahia mutagenized population: a new resource for rice breeding in the Mediterranean basin. Span. J. Agric. Res. 5(3): 341-347.

El-Degwy, I. S. 2013. Mutation induced genetic variability in rice (*Oryza sativa* L.). Int. J. Agric. Crop Sci. 5 (23): 2789-2794.

Farshadfar, A. 2002. Multivariate Principles and Procedures of Statistics. Tagh Bostan Press, Kermanshah, Iran. (In Persian).

Ghorbani, H., H. A. Samizadeh Lahiji, B. Rabiei and M. Allahgholipour. 2011. Grouping different rice genotypes using factor and cluster analyses. Sustain. Agric. Prod. Sci. 21(3): 89-104. (In Persian with English abstract).

Guimarães, C. M., A. P. Castro, L. F. Stone and J. P. Oliveira. 2016. Drought tolerance in upland rice: identification of genotypes and agronomic characteristics. Acta Sci. 38(1): 201-206.

Guimarães, C. M., L. F. Stone, M. Lorieux, J. P. Oliveira, G. C. O. Alencar and R. A. A. Dias. 2010. Infrared thermometry for drought phenotyping of inter and intra specific upland rice lines. Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb. 4(2): 148-154.

Jackson, J. E. 1991. A users guide to principal components. John Wiley and Sons Publication, New York.

Jaleel C. A., P. Manivannan, A. Wahid, M. Farooq, R. Somasundaram and R. Paneerselvam. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. Int. J. Agric. Biol. 11: 100-105.

Jeng, T. L., T. H. Tseng, C. S. Wang, C. L. Cheng and J. M. Sung. 2006. Yield and grainuniformation in contrasting rice gene types sutable for different growth environments. Field Crop Res. 99: 59-66.

Jongdee, B., G. Pantuwan, S. Fukai and K. Fischer. 2006. Improving drought tolerance in rainfed lowland rice: an example from Thailand. Agric. Water Manage. 80(1-3): 225-240.

Luzi-Kihupi, A., J. A. Zakayo, H. Tusekelege, M. Mkuya, N. J. M. Kibanda, K. J. Khatib and A. Maerere. 2009. Mutation breeding for rice improvement in Tanzania. Induced Plant Mutations in the Genomics Era. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2009, 385-387.

Mohammadi, A., E. Majidi, M. R. Bihamta and H. Heidari, 2006. Evaluation of drought stress on agro - morphological characteristics in some wheat cultivars. Pajouhesh & Sazandeghi, 73: 184-192. (In Persian with English abstract).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

Nguyen, G. N. and B. G. Sutton. 2009. Water deficit reduced fertility of young microspores resulting in a decline of viable mature pollen and grain set in rice. J. Agron. Crop Sci. 195(1): 11-18.

Rahim Souroush, H., M. Mesbah and A. Hosseinzadeh. 2005. Study relations among yield and yield component traits in rice. Iran. J. Agric. Sci. 35: 4.983-993. (In Persian with English abstract).

Rajiv, S., P. Thivendran and S. Deivanai. 2010. Genetic divergence of rice on some morphological and physiochemical responses to drought stress. Pertanika J. Trop. Agric. Sci. 33(2): 315 – 328.

SES. 2002. Standard Evaluation System for Rice. International Rice Research Institute, Philippines.

Sharifi, P., H. Dehghani, A. Moumeni and M. Moghaddam. 2013. Study genetic relations of some of rice agronomic traits with grain yield by some of multivariate analysis. Iran. J. Crop Sci. 44(1):169-179. (In Persian with English abstract).

SPSS. 2008. The SPSS System for Windows. Release 22.0. SPSS Inc., IBM Company Headquarters, USA.

Systat. 2014. Systat 13 Statistical Software. University of Illinois at Chicago, USA.

Thi Thu Ha, P., D. T. Khang, P. T. Tuyen, L. T. Minh, T. N. Minh, N. T. Lang, B. C. Buu and T. D. Xuan. 2016. Correlation among agro-morphological variation and genetic diversity of rice (*Oryza sativa* L.) under drought stress. Int. Letter Nat. Sci. 58: 42-53.

Venuprasad, R., M. T. Sta Cruz, M. Amante, R. Magbanua, A. Kumar and G. N. Atlin. 2008. Response to two cycles of divergent selection for grain yield under drought stress in four rice breeding populations. Field Crops Res. 107: 232–244.

Yilmaz, A. and E. Boydak. 2006. The effect of cobalt-60 application yield components of cotton (*Gossypium barbadense* L.). Pak. J. Biol. Sci. 9(15): 2761-2769.

Zarea Chahkohi, M. A. 2010. Multivariate analysis methods in SPSS software. Tehran University Press. (In Persian).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]

Classification of mutant rice (*Oryza sativa* L.) genotypes under drought stress conditions

Sharifi, P.[1], H. Aminpanah[2], A. A. Ebadi[3] and M. T. Hallajian[4]

ABSTRACT

Sharifi, P., H. Aminpanah, A. A. Ebadi and M. T. Hallajian. 2017. Classification of mutant rice (*Oryza sativa* L.) genotypes under drought stress conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences. 19(2): 148-164. (In Persian).**

The present study was conducted in two separate experiments under drought stress and normal irrigated conditions using randomized complete block design with three replications at Rice Research Institute of Iran in Rasht, Guilan, Iran, during 2014-2015 growing season. Plant materials included 14 mutant lines (7 lines from Hashemi, 6 lines from Tarom and one line from Khazar) and four commercial rice cultivars (Hashemi, Tarom, Khazar and Gilaneh). Factor analysis resulted in five and four main factors for normal irrigated and drought stress conditions, which explained 81.5% and 79.3% of the total variation, respectively. The results indicated that under drought stress and normal irrigated conditions, selection of plants with high grain fertility (%) and panicle length and shorter plant height and internode length leads to increased grain yield. Cluster analysis classified the genotypes into five groups under both conditions. Discriminant function analysis indicated very high accuracy (100%) of grouping based on cluster analysis. The results of different analyses identified rice lines; TM6-230-VE-8-4-1, TM6-250-10-7-1, TM6-B-2-1-E and HM5-250-E-1-1 as superior genotypes with higher grain yield (2227.6 kg.ha^{-1}) and the other desirable traits including high grain fertility (80.9%) and low panicle exsertion (6.3 cm) under drought stress condition. The average grain yield of these genotypes was 4739.9 kg.ha^{-1} in normal irrigated condition. Reduction of grain yield due to drought stress was 53% for these genotypes, and 60% for all of genotypes. Therefore, these selected genotypes can be considered in rice breeding programs to improve drought tolerance germplasm.

Key words: Cluster analysis, Discriminant analysis, Drought stress, Factor analysis and Rice.

Received: April, 2017 **Accepted: June, 2017**

1. Associate Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran (Corresponding author) (Email: peyman.sharifi@gmail.com)
2. Associate Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
3. Assistant Prof., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
4. Researcher, Agriculture Research School of Nuclear Science and Technology Research Institute of Iran, Tehran, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.5.3]