

## گروه‌بندی رگه‌های برنج (*Oryza sativa* L.) با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره در شرایط تنش خشکی

مریم دانش گیلوایی<sup>۱</sup>، حبیب‌اله سمیع‌زاده<sup>۲\*</sup> و بابک ربیعی<sup>۳</sup>

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، دانشیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۲۴- تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۱/۱۴)

### چکیده

به منظور ارزیابی و گروه‌بندی ۱۵۰ اینبرد رگه (لاین) برنج بر پایه صفات ریخت‌شناختی (مورفولوژیک) و فیزیولوژیک، آزمایشی در قالب طرح مقدماتی مقایسه عملکرد (آگمنت) بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار در دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان در سال زراعی ۱۳۹۳ اجرا شد. بررسی ضریب‌های همبستگی بین صفات مورد بررسی نشان داد، همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه با بیشتر صفات وجود داشت. تجزیه به عامل‌ها نشان داد، چهار عامل اصلی و مستقل ۹۴/۲۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. عامل اول با داشتن ۵۱/۹۹ درصد از واریانس کل به‌عنوان عامل اجزای عملکرد و میزان باروری نام‌گذاری شدند. عامل دوم با اختصاص ۲۵/۴۱ درصد از واریانس کل به‌عنوان عامل میزان باروری، عملکرد و اجزای عملکرد، عامل سوم با اختصاص ۱۱/۵۰ درصد از واریانس کل به‌عنوان عامل صفات فیزیولوژیک، عامل چهارم با اختصاص ۵/۳۳ درصد از واریانس کل به‌عنوان عامل ریخت‌شناختی گیاه نام‌گذاری شدند. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش وارد با احتمال صحت ۹۲/۷ درصد رگه‌های مورد بررسی را در چهار خوشه جداگانه گروه‌بندی کرد. بنابراین، برای گزینش رگه‌های با عملکرد دانه بالا و متحمل به تنش رطوبتی در برنج می‌توان گزینش‌های هم‌زمانی را برای صفاتی مانند شمار کل خوشه‌چه در خوشه، شمار دانه پر در خوشه، نرخ باروری، محتوای پرولین، سبزینه کلروفیل (a، b و سبزینه کل و محتوای آب نسبی برگ (RWC) انجام داد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مؤلفه‌ها، تجزیه خوشه‌ای، حداقل واریانس وارد، همبستگی.

## Grouping of rice (*Oryza sativa* L.) lines based on multivariate analysis under drought stress condition

Danesh Gilevaei, M<sup>1</sup>., H. Samizadeh<sup>2\*</sup> and B. Rabiei<sup>3</sup>

1. Ph.D. Student, 2. Associate Professor\*, 3 Professor, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

(Received: November 14, 2016- Accepted: April 3, 2017)

### ABSTRACT

For evaluation and grouping of 150 inbred lines of rice based on some morphological and physiological traits, an experiment was conducted using Augment design based on randomized complete block design (RCBD) with four replications in Agricultural College of Guilan University, in 2013. Correlation coefficients between traits showed a significant correlation between grain yield with almost all of traits. Factor analysis showed that four independent and main factors explained 94.23 percent of total variance in all lines. The first factor with 51.99 percent of variance was named as the yield components and fertility rate. The second factor with 25.41 percent of variance was nominated as fertility rate, the yield and the yield components. The third factor with 11.50 percent of variance was nominated as physiologic traits. The fourth factor with 5.33 percent of variance was nominated as plant morphologic. Cluster analysis by ward method with a 92.7 percent of original grouped cases correctly classified four distinct groups for studied lines. Finally, to select high-yielding lines and tolerate to drought stress in rice simultaneously selection can be carried out for traits such as number of total spikelet per panicle, number of filled grain per panicle; spikelet fertility, proline content, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and relative water content.

**Key words:** Correlation, Cluster analysis, Factor analysis, Ward's Minimum Variance.

\* Corresponding author E-mail: hsamizadeh@yahoo.com

### مقدمه

برنج به‌عنوان یک گیاه غرقابی یکی از حساس‌ترین گیاهان در برابر کمبود آب است (Tao *et al.*, 2006). برآورد می‌شود که حدود ۵۰ درصد تولید برنج تحت تأثیر خشکی قرار می‌گیرد (Bouman *et al.*, 2005). تنش خشکی و کم‌آبی، به‌ویژه در سال‌های اخیر، نقش بسزایی در میزان محصول تولیدی برنج داشته است و پیش‌بینی می‌شود که این مسئله در آینده به‌صورت بسیار جدی‌تر بروز نماید (Ghiasi *et al.*, 2013). از این‌رو، شناسایی نژادگان (ژنوتیپ)های متحمل به تنش خشکی یکی از محورهای اصلی در برنامه‌های اصلاحی برنج در مناطقی مانند ایران است که تحت تنش خشکی هستند. درک بهتر ویژگی‌های ریخت‌شناختی (مرفولوژیک) و اساس فیزیولوژیکی تحمل به تنش خشکی می‌تواند برای ایجاد نژادگان‌های جدید زراعی به‌منظور دسترسی به تولید بیشتر در شرایط خشکی و حتی آبیاری استفاده شود (Nam *et al.*, 2001). در هر برنامه اصلاحی برای رسیدن به رگه (لاین) یا رگه‌های جدید، ویژگی‌های زراعی چندی توسط اصلاحگران ارزیابی می‌شود که ممکن است شماری از آن‌ها در مدیریت، نگهداری و ارزیابی ذخایر توارثی (ژرم پلاسما) توان ممیزی بالایی نداشته باشند. در چنین مواردی استفاده از روش‌های آماری چند متغیره مانند تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی می‌تواند برای گروه‌بندی نژادگان‌ها و کاهش متغیرهای اولیه به چند عامل یا عامل مستقل از یکدیگر در ارزیابی ذخایر توارثی و بانک ژن (کلکسیون) موجود سودمند و مؤثر باشد (Raychaudhuri *et al.*, 2000). بررسی‌های چندی درزمینه همبستگی بین صفات و تجزیه به عامل‌ها در برنج انجام شده است. (Lanceras *et al.*, 2004). در بررسی تحمل به خشکی در مرحله زایشی برنج به این نتیجه دست یافتند که در شرایط آبیاری مطلوب، بین عملکرد زیست‌توده (بیوماس)، شاخص برداشت، درصد باروری خوشه، شمار کل خوشه، ارتفاع بوته و عملکرد دانه همبستگی ژنتیکی بالایی وجود دارد. اما در شرایط تنش خشکی، تنها عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت با عملکرد دانه همبستگی معنی‌داری

نشان دادند. (Safaei Chaekar *et al.*, 2009) در نتایج بررسی ۴۹ نژادگان برنج گزارش کردند که در محیط عادی، شمار خوشه در بوته و در محیط تنش شمار دانه پر در خوشه بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد شلتوک داشتند. تجزیه به عامل‌ها، چهار عامل اصلی در هر دو شرایط محیطی معرفی کرد که عامل عملکرد و تولید محصول، عامل پدیدشناختی (فنولوژیک)، عامل شاخص برداشت و شکل بوته و عامل کیفیت ظاهری دانه‌ها نام‌گذاری شدند. (Cha-*Um et al.* در بررسی چهار رقم برنج تحت تنش خشکی در مرحله زایشی، همبستگی معنی‌دار بین میزان RWC و سبزینه (کلروفیل) a ( $r = 0.74^{**}$ ), RWC و سبزینه b ( $r = 0.89^{**}$ ), پرولین و RWC ( $r = -0.59^{**}$ ), پرولین و سبزینه a ( $r = -0.53^{**}$ ) و پرولین و سبزینه b ( $r = -0.64^{**}$ ) گزارش کردند. (Nandan *et al.*, 2010) در بررسی ۳۳ نژادگان برنج همبستگی مثبت و معنی‌دار میان عملکرد دانه با صفات شمار روز تا گلدهی، ارتفاع گیاه، شمار خوشه-چه در خوشه، شمار دانه پر در خوشه و باروری خوشه‌چه گزارش کردند. (Sanni *et al.*, 2010) در بررسی ۴۳۴ نمونه از ذخایر توارثی برنج بر پایه ۱۴ صفت ریخت‌شناختی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA نمونه‌ها را در هفت خوشه گروه‌بندی کردند. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه کانونیکال و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان دادند، صفاتی مانند ارتفاع گیاه، طول برگ، شمار روز تا خوشه‌دهی و رسیدگی، توانایی پنجه‌دهی، طول خوشه و اندازه دانه (وزن، طول و عرض) ویژگی‌های متمایزکننده اصلی بودند. (Rahimi *et al.*, 2010) در نتایج بررسی همبستگی و روابط بین عملکرد و دیگر صفات کمی و زراعی شش رقم برنج گزارش کردند، عملکرد دانه همبستگی مثبت معنی‌داری با عرض، زاویه و مساحت برگ پرچم، شمار خوشه در بوته و طول دوره رویشی داشت. همبستگی وزن هزاردانه با عملکرد منفی بود. نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان داد، پنج عامل مستقل و اصلی، ۷۴/۵۷ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کنند. تجزیه خوشه‌ای به روش وارد صفات مورد بررسی و نژادگان‌ها

وزن دانه در دو خوشه قرار دادند. Majidimehr *et al.* (2014) در نتایج بررسی ۱۱ نژادگان برنج به ترتیب در شرایط عادی و تنش شوری، همبستگی بین عملکرد دانه و میزان سبزیگی برگ پرچم (عدد سبزینه سنج) ( $r = 0/46^{**}$ ) و ( $r = 0/23^*$ )، عملکرد و پرولین برگ ( $r = 0/15^{ns}$ ) و ( $r = 0/44^{**}$ ) گزارش کردند. تجزیه به عامل‌ها بر پایه تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش وریماکس در شرایط بدون تنش ۵ و در شرایط تنش ۴ عامل به ترتیب ۷۹/۷۹ و ۶۸/۱۰ درصد تغییرات را تبیین کردند. نژادگان‌های مورد نظر با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و روش وارد (ward) در هر دو شرایط بدون تنش و تنش، ۳ گروه را تشکیل دادند. Yazdani *et al.* (2014) در نتایج بررسی ۶۵ نژادگان برنج در حال جداسازی در شرایط شوری مختلف با تجزیه خوشه‌ای نژادگان‌های مورد بررسی را در چهار گروه قرار دادند. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۸۸/۵۷ درصد از تغییرات داده‌های اولیه توسط دو عامل اول توجیه شد. Fentie *et al.* (2014) در نتایج بررسی ۱۲ نژادگان برنج همبستگی مثبت و معنی‌دار میان عملکرد دانه با صفات شمار روز تا رسیدگی، طول خوشه، ارتفاع گیاه، شمار پنجه بارور در گیاه، شمار خوشه‌چه در خوشه، شمار دانه پر در خوشه گزارش کردند. این تحقیق به منظور محاسبه برآوردهای مناسبی از همبستگی‌ها در بین صفات مهم زراعی و فیزیولوژیک برنج، تعیین صفات همسان با استفاده از روش تجزیه به عامل‌ها و بررسی تنوع موجود میان رگه (لاین)ها با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای طرح‌ریزی شده بود.

### مواد و روش‌ها

آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان واقع در رشت با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی با ارتفاع ۷ متر از سطح دریای آزاد در سال زراعی ۱۳۹۳ انجام شد. مواد گیاهی مورد بررسی در این پژوهش شامل ۱۵۰ رگه نوترکیب ( $F_8$ ) حاصل از تلاقی رقم‌های سپیدرود (یک رقم اصلاح‌شده و پاکوتاه ایرانی، کیفیت

را در چهار گروه طبقه‌بندی کرد. Bagheri *et al.* (2011) در نتایج بررسی ۲۶ نژادگان برنج نشان دادند، طول خوشه، شمار کل خوشه‌چه در خوشه، شمار دانه پر در خوشه و شمار خوشه در بوته همبستگی معنی‌داری با عملکرد داشت. Ghorbani *et al.* (2011) در نتایج بررسی ۲۹ رقم برنج نشان دادند، در تجزیه به عامل‌ها ۳ عامل اصلی و مستقل، ۷۷/۷۲ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کنند. این سه عامل تحت عنوان عامل مربوط به ویژگی‌های ریخت‌شناختی، عامل عملکرد و اجزای عملکرد و عامل فنولوژیک نام‌گذاری شدند. در عامل عملکرد و اجزای آن صفات مهمی مانند عملکرد دانه، شمار دانه پر در خوشه، شمار دانه پوک در خوشه و وزن هزاردانه قرار گرفتند که همبستگی بین این ویژگی‌ها با عملکرد دانه معنی‌دار بود. تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA، نژادگان‌های مورد بررسی را در نه گروه قرار داد. Chakravorty *et al.* (2013) در نتایج بررسی ۱۸ صفت کمی در ۵۱ رقم برنج نشان دادند، در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۷۵/۹ درصد از تغییرات داده‌های اولیه توسط شش مؤلفه اول توجیه شد و شش صفت کمی شامل طول برگ، شمار ساقه، قطر ساقه، شمار دانه در خوشه، نسبت طول به عرض دانه و طول دانه به شدت تنوع در رقم‌ها را تحت تأثیر قرار دادند. تجزیه خوشه‌ای رقم‌ها را بر پایه تنوع مکان جغرافیایی در ده خوشه قرار داد. Venkata Lakshmi *et al.* (2014) در نتایج بررسی ۷۰ نژادگان برنج همبستگی مثبت و معنی‌دار میان عملکرد دانه با صفات شمار روز تا رسیدگی، ارتفاع گیاه، شمار پنجه بارور در گیاه و همبستگی منفی و معنی‌دار عملکرد دانه با طول خوشه گزارش کردند. Worede *et al.* (2014) در نتایج بررسی ۱۷ صفت کمی در ۲۴ نژادگان برنج نشان دادند، در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۷۳/۵ درصد از تغییرات داده‌های اولیه توسط سه مؤلفه اول توجیه شد و صفات کمی شامل شمار روز تا گلدهی، ارتفاع گیاه، طول ساقه، طول خوشه، عملکرد زیست‌توده، طول و شکل دانه تنوع در نژادگان‌ها را تحت تأثیر قرار دادند. تجزیه خوشه‌ای نژادگان‌ها را بر پایه شمار روز تا گلدهی، ارتفاع گیاه، زیست‌توده، عملکرد دانه و طول، عرض و

محصول بوته)، شمار پنجه در بوته، شمار خوشه در بوته (شمار پنجه‌های خوشه دار و قابل برداشت در مرحله خمیری شدن دانه)، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، مساحت برگ پرچم (حاصل ضرب طول در عرض برگ پرچم در ضریب ۰/۷۴)، دمای تاج پوشش یا کانویی (دمای روی برگ مشخصی از یک بوته معین در بین بوته‌های هر رگه از چهار طرف بین ساعت ۱۰ تا ۱۴ با استفاده از دستگاه دماسنج (ترمومتر Ray Tek)، میزان سبزی‌نگی برگ پرچم (عدد سبزینه سنج) با استفاده از دستگاه سبزینه سنج دستی (SPAD-502 Minolta Co., Japan)، ارتفاع بوته (طول ساقه اصلی پس از خوشه‌دهی از سطح خاک تا نوک بلندترین خوشه به سانتی‌متر)، طول خوشه (اندازه طول خوشه مربوط به پنجه اصلی از گره زیر خوشه تا نوک خوشه به سانتی‌متر)، شمار خوشه‌چه پوک در خوشه، شمار دانه پر در خوشه، شمار کل خوشه‌چه در خوشه، نرخ باروری (نسبت دانه‌های پر در خوشه اصلی به کل خوشه‌چه‌های موجود در آن خوشه)، وزن هزاردانه (وزن هزاردانه تصادفی برحسب گرم)، عملکرد بوته (اندازه‌گیری وزن همه دانه‌های پر) بودند. اندازه‌گیری همه صفات با دستورکار استاندارد ارزیابی صفات در برنج (Standard Evaluation System) انجام شد (SES, 2002). برای اندازه‌گیری صفات مورد بررسی به‌غیر از عملکرد دانه که در واحد سطح مزرعه اندازه‌گیری شد، پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب و میانگین آن‌ها تجزیه و تحلیل آماری شد. به‌منظور اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC) سه قطعه ۲ سانتی‌متری از برگ پرچم در مرحله گلدهی جدا و RWC با روش *Bonnet et al.* (2000) بر پایه رابطه ۱ اندازه‌گیری شد.

(رابطه ۱)

$$RWC(\%) = \left[ \frac{FW - DW}{TW - DW} \right] \times 100$$

در رابطه ۱، FW وزن تازه برگ، DW وزن خشک برگ و TW وزن تورژانس برگ است.

پخت و تبدیل پایین، شمار پنجه و خوشه زیاد و عملکرد به نسبت بالا و حساس به خشکی به‌عنوان والد نر) و غریب (یک رقم محلی گیلان با ارتفاع متوسط تا بلند، کیفیت پخت متوسط تا خوب، شمار پنجه و خوشه کم و عملکرد پایین، در مرحله گلدهی و رسیدگی متحمل به خشکی، به‌عنوان والد ماده) *Abarshahr et al.* (2011). بود که به همراه شش رقم غریب، سپیدرود، طارم محلی، هاشمی، علی-کاظمی و شاه‌پسند به‌عنوان رقم‌های شاهد بررسی شدند. آزمایش به‌صورت طرح مقدماتی مقایسه عملکرد (آگمنت) بود و رقم‌های شاهد در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار (در هر بلوک پس از شش رگه یک رقم شاهد کشت شد و شش رقم شاهد به‌صورت تصادفی در هر بلوک کشت شدند) بررسی شدند. برای اجرای آزمایش، بذرها در خزانه کشت و گیاهچه‌ها در مرحله چهار برگگی به زمین اصلی منتقل شدند، به‌طوری‌که از هر رگه شمار ۲۵ بوته به‌صورت تک بوته با فاصله ۲۵ × ۲۵ سانتی‌متر از یکدیگر (یک خط در هر کرت) نشاکاری شدند. برای اعمال تنش خشکی، مزرعه آزمایشی سی روز پس از نشاکاری (مرحله بیشینه پنجه‌زنی) تا پایان مرحله رشد و برداشت آبیاری نشد. همچنین برای جلوگیری از نفوذ آب از حاشیه مزرعه، ضمن ایجاد زهکش به عمق ۱/۵-۱ متر در اطراف مزرعه، دورتادور مزرعه به عمق ۱ متر توسط پوشش پلاستیکی عایق شد و برای جلوگیری از آباران نیز مزرعه با پوشش پلاستیک پوشیده شد. ارزیابی تنش خشکی با بلوک‌های گچی انجام شد، به‌این‌ترتیب که پنج بلوک گچی در پنج نقطه از سطح مزرعه در عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک قرار داده شد و پس از اعمال تنش هر دو روز مقاومت این بلوک‌ها با دستگاه مقاومت سنج اندازه‌گیری و ثبت شد تا از روند ایجاد تنش اطمینان به دست آید. صفات مورد ارزیابی در این پژوهش شامل شمار روز تا گلدهی (شمار روز از زمان کاشت بذر در خزانه تا هنگامی که ۵۰ درصد از خوشه‌های هر رگه از غلاف بیرون آمدند)، شمار روز تا رسیدگی کامل (شمار روزهای از کاشت بذر در خزانه تا مرحله رسیدگی کامل دانه‌ها و برداشت

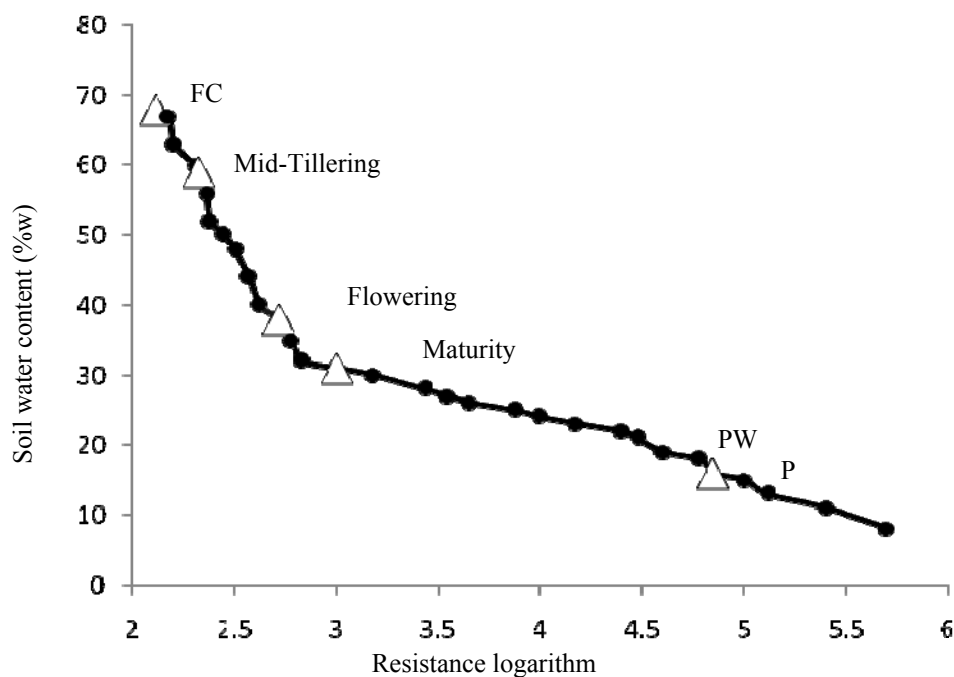
## نتایج و بحث

### بررسی میزان تنش ایجادشده در مزرعه با

#### استفاده از منحنی رطوبتی خاک

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، با کاهش رطوبت حجمی خاک میزان لگاریتم مقاومت و در نتیجه مقاومت خاک افزایش پیدا می‌کند. میزان رطوبت اشباع خاک در مقاومت ۱۳۰ اهم برابر ۶۸ درصد بود. میزان رطوبت حجمی در سه مرحله رشدی گیاه اواسط پنجه‌زنی، اواسط گلدهی و رسیدگی به ترتیب برابر ۵۹، ۳۸، ۳۱ درصد بود. شکل ۱ نشان می‌دهد که در زمان گلدهی و رسیدگی که حساس‌ترین مراحل رشد برنج در برابر کمبود آب و تنش خشکی است، تنش متوسطی تا بالایی ایجاد شده است.

میزان سبزینه a، b و سبزینه کل برگ از ۰/۱ گرم بافت برگ پرچم در مرحله گلدهی بر پایه روش غلظت پرولین به روش Bates *et al.* (1973) با استفاده از ۰/۵ گرم بافت برگ پرچم در مرحله گلدهی تعیین شد. برای محاسبه همبستگی، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه تابع تشخیص و تجزیه خوشه‌ای از نرم‌افزار SPSS19 (SPSS-Inc, 2010) استفاده شد. در روش تجزیه عاملی بدون انجام چرخش عامل‌ها، از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از ماتریس کوواریانس استفاده شد به‌طورکلی در این ارزیابی، صفات با ضرایب عاملی بالای ۰/۴۴ به‌عنوان ضریب‌های معنی‌دار و مؤثر در مدل در نظر گرفته شدند. برای ترسیم نمودار دوجوهی (بای‌پلات) رگه در صفت از نرم‌افزار GenStat 12th استفاده شد.



شکل ۱. منحنی رطوبتی خاک مزرعه در رگه‌های برنج در مراحل اواسط پنجه‌زنی، اواسط گلدهی و رسیدگی در شرایط تنش خشکی

Figure 1. water-release curve of soil in rice lines in mid-tillering, mid-flowering and maturity stages under drought stress.

معنی‌داری بین عملکرد دانه با بیشتر صفات مورد اندازه‌گیری به‌غیر از طول، عرض، مساحت برگ پرچم، ارتفاع گیاه، طول ریشک، شمار خوشه‌چه پوک در خوشه و وزن هزاردانه وجود داشت. همبستگی

### همبستگی صفات

نتایج به‌دست‌آمده از همبستگی داده‌ها نشان داد، بالاترین همبستگی مربوط به میزان سبزینه کل و سبزینه a ( $r = 0.99^{**}$ ) بود (جدول ۱). همبستگی

که شمار خوشه در بوته، شمار دانه پر در خوشه و شمار خوشه‌چه در خوشه بیشتری دارند، بتوان به رقم‌هایی دست یافت که عملکرد دانه بالایی دارند. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با طول خوشه وجود داشت. این نتایج در تطابق با گزارش‌های *Bagheri et al.* (2011) و *Fentie et al.* (2014) بود درحالی‌که با نتیجه بررسی‌های *Venkata Lakshmi et al.* (2014) همخوانی نداشت. وجود تفاوت در نتایج را می‌توان به متفاوت بودن مواد گیاهی و شرایط محیطی در هر یک از بررسی‌ها نسبت داد. بین عملکرد دانه با وزن هزاردانه همبستگی مشاهده نشد که با نتایج بررسی‌های محققان دیگری همخوانی داشت ( *Venkata Chakravorty et al.*, 2013; *Lakshmi et al.*, 2014; *Fentie et al.*, 2014).

مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با محتوای پرولین برگ ( $r = 0.62^{**}$ ) و میزان سبزینه برگ پرچم (عدد سبزینه سنچ) ( $r = 0.73^{**}$ ) وجود داشت این نتایج در تطابق با گزارش *Majidimehr et al.* (2014) بود. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین میزان RWC و سبزینه a ( $r = 0.86^{**}$ ) و سبزینه b ( $r = 0.81^{**}$ ) وجود داشت این نتایج در تطابق با گزارش *Cha-Um et al.* (2010) بود. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با شمار دانه پر در خوشه، شمار کل خوشه‌چه در خوشه، شمار پنجه و خوشه در بوته وجود داشت. نتایج یادشده با یافته‌های محققان دیگر همخوانی داشت ( *Nandan et al.*, 2010; *Bagheri et al.*, 2011; *Fentie et al.*, 2014; *Venkata Lakshmi et al.*, 2014). با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد بتوان با انتخاب رنگ‌هایی

جدول ۱. ضرایب همبستگی بین عملکرد و صفات مرتبط با آن برای رنگ‌های برنج مورد بررسی در شرایط تنش خشکی

Table 1. Correlation coefficients between yield and its related traits in studied rice lines under drought stress

Trait	DF	DM	NTP	NPP	FLL	FLW	FLA	PH	PL	AL	NESP	NFGP
DF	1											
DM	0.92 <sup>**</sup>	1										
NTP	0.06 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	1									
NPP	0.06 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.94 <sup>**</sup>	1								
FLL	0.16 <sup>*</sup>	0.18 <sup>*</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>	1							
FLW	0.26 <sup>**</sup>	0.33 <sup>**</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.28 <sup>**</sup>	1						
FLA	0.27 <sup>**</sup>	0.32 <sup>**</sup>	-0.04 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.82 <sup>**</sup>	0.76 <sup>**</sup>	1					
PH	-0.24 <sup>**</sup>	-0.23 <sup>ns</sup>	-0.04 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>*</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	1				
PL	0.02 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>**</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.29 <sup>**</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.21 <sup>**</sup>	0.40 <sup>**</sup>	1			
AL	0.04 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	1		
NESP	0.31 <sup>**</sup>	0.28 <sup>**</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.21 <sup>**</sup>	0.22 <sup>**</sup>	0.28 <sup>**</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	1	
NFGP	-0.23 <sup>**</sup>	-0.24 <sup>**</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	-0.04 <sup>ns</sup>	-0.38 <sup>**</sup>	1
NTSP	0.15 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.21 <sup>**</sup>	0.31 <sup>**</sup>	0.33 <sup>**</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.75 <sup>**</sup>	0.33 <sup>**</sup>
SF%	-0.36 <sup>**</sup>	-0.34 <sup>**</sup>	-0.12 <sup>ns</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>*</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.85 <sup>**</sup>	0.74 <sup>**</sup>
GW	-0.41 <sup>**</sup>	-0.35 <sup>**</sup>	-0.17 <sup>*</sup>	-0.17 <sup>*</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>*</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	-0.45 <sup>**</sup>	0.23 <sup>**</sup>
GY	-0.22 <sup>**</sup>	-0.27 <sup>**</sup>	0.17 <sup>*</sup>	0.18 <sup>*</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>*</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	0.39 <sup>**</sup>
RWC	-0.17 <sup>*</sup>	-0.24 <sup>**</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>**</sup>
CT	0.11 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	-0.18 <sup>*</sup>	-0.18 <sup>*</sup>	-0.12 <sup>ns</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>*</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>	-0.20 <sup>**</sup>
SPAD	0.04 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>
Cha	-0.10 <sup>ns</sup>	-0.16 <sup>*</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>*</sup>	0.22 <sup>**</sup>
Chb	-0.11 <sup>ns</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>	0.22 <sup>*</sup>
TCh	-0.11 <sup>ns</sup>	-0.16 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	-0.16 <sup>ns</sup>	0.22 <sup>**</sup>
Proline	-0.27 <sup>**</sup>	-0.30 <sup>**</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>**</sup>

<sup>ns</sup>, <sup>\*</sup> و <sup>\*\*</sup>: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup> and <sup>\*</sup>: Nonsignificant, significant at 1% and 5% probability levels, respectively.

DF: روز تا ۵۰ درصد گلدهی، DM: روز تا ۸۵ درصد رسیدگی، NTP: شمار پنجه در بوته، NPP: شمار خوشه در بوته، FLL: طول برگ پرچم، FLW: عرض برگ پرچم، FLA: مساحت برگ پرچم، PH: ارتفاع بوته، PL: طول خوشه، AL: طول ریشک، NESP: شمار خوشه‌چه پوک در خوشه، NFGP: شمار دانه پر در خوشه، NTSP: شمار کل خوشه‌چه در خوشه، SF: درصد: نرخ باروری (t/ha)، GW: وزن هزاردانه، GY: عملکرد دانه، RWC: محتوای آب نسبی برگ، CT: دمای کلویی، SPAD: عدد سبزینه سنچ، Cha: سبزینه a، Chb: سبزینه b، TCh: کل سبزینه، Proline: پرولین.

Trait abbreviations are: DF, 50% flowering; DM, 85% maturity; NTP: Tiller number per plant; NPP, Panicle number per plant; FLL: Flag leaf length, FLW: Flag leaf width, FLA: Flag leaf area; PH: Plant height; PL: panicle length; AL: Awn length; NESP: number of empty spikelet per panicle; NFGP: number of filled grain per panicle; NTSP: number of total spikelet per panicle, SF: spikelet fertility; GW: Thousand grain weight; GY: Grain Yield; RWC: Relative water content; CT: Canopy temperature; SPAD: SPAD number; Cha: Chlorophyll a; Chb: Chlorophyll b; T Ch: Total chlorophyll.

ادامه جدول ۱  
Table 1. continued

Trait	NTSP	SF%	GW	GY	RWC	CT	SPAD	Cha	Chb	TCh	Proline
DF											
DM											
NTP											
NPP											
FLL											
FLW											
FLA											
PH											
PL											
AL											
NESP											
NFGP											
NTSP	1										
SF%	-0.34**	1									
GW	-0.29**	0.49**	1								
GY	0.19*	0.25**	0.06 <sup>ns</sup>	1							
RWC	0.03 <sup>ns</sup>	0.25**	0.07 <sup>ns</sup>	0.33**	1						
CT	-0.24**	0.00 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	-0.59**	-0.14 <sup>ns</sup>	1					
SPAD	0.10 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	0.23**	0.15 <sup>ns</sup>	-0.21**	1				
Cha	-0.02 <sup>ns</sup>	0.23**	0.03 <sup>ns</sup>	0.26**	0.86**	-0.12 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	1			
Chb	-0.14 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.21**	0.81**	-0.10 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.94**	1		
TCh	-0.16*	0.23**	0.03 <sup>ns</sup>	0.24**	0.85**	-0.11 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.99**	0.98**	1	
Proline	0.05 <sup>ns</sup>	0.23**	0.06 <sup>ns</sup>	0.62**	0.36**	-0.38**	0.22**	0.29**	0.28**	0.29**	1

<sup>ns</sup>، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

<sup>ns</sup>، \*\* and \*: Nonsignificant, significant at 1% and 5% probability levels, respectively.

DF: روز تا ۵۰ درصد گلدهی، DM: روز تا ۸۵ درصد رسیدگی، NTP: شمار پنجه در بوته، NPP: شمار خوشه در بوته، FLL: طول برگ پرچم، FLW: عرض برگ پرچم، FLA: مساحت برگ پرچم، PH: ارتفاع بوته، PL: طول خوشه، AL: طول ریشک، NESP: شمار خوشه‌چه پوک در خوشه، NFGP: شمار دانه پر در خوشه، NTSP: شمار کل خوشه‌چه در خوشه، SF: درصد: نرخ باروری (%). GW: وزن هزاردانه، GY: عملکرد دانه، RWC: محتوای آب نسبی برگ، CT: دمای کانوبی، SPAD: عدد سبزینه سنج، Cha: سبزینه a، Chb: سبزینه b، TCh: کل سبزینه، Proline: پرولین.

Trait abbreviations are: DF, 50% flowering; DM, 85% maturity; NTP: Tiller number per plant; NPP, Panicle number per plant; FLL: Flag leaf length, FLW: Flag leaf width, FLA: Flag leaf area; PH: Plant height; PL: panicle length; AL: Awn length; NESP: number of empty spikelet per panicle; NFGP: number of filled grain per panicle; NTSP: number of total spikelet per panicle, SF: spikelet fertility; GW: Thousand grain weight; GY: Grain Yield; RWC: Relative water content; CT: Canopy temperature; SPAD: SPAD number; Cha: Chlorophyll a; Chb: Chlorophyll b; T Ch: Total chlorophyll.

مورد بررسی در چهار عامل گروه‌بندی شدند که ۹۴/۲۳ درصد تغییرات داده‌ها را به شرح زیر توجیه کردند: عامل اول ۵۱/۹۹ درصد تغییرات کلی داده‌ها را تبیین کرد. در این عامل صفات شمار خوشه‌چه پوک در خوشه، شمار کل خوشه‌چه در خوشه، میزان باروری و وزن هزاردانه همبستگی بالاتری را نسبت به دیگر صفات همبسته با عامل اول به خود اختصاص دادند که ضرایب عاملی وزن هزاردانه و میزان باروری منفی و دیگر صفات مثبت بودند. عامل اول با عنوان عامل ویژگی‌های اجزای عملکرد و میزان باروری نام‌گذاری شد. ضریب‌های بالای صفات یادشده نشان می‌دهد، این صفات در این عامل بالاترین میزان تنوع را داشته و دیگر صفات تنوع کمتری دارند. بنابراین انتخاب برای بهبود یا افزایش این صفات در این عامل کارایی خواهد داشت. عامل دوم ۲۵/۴۱ درصد تغییرات کلی داده‌ها را توجیه کرد. بزرگ‌ترین

به‌منظور دستیابی به عملکرد بیشتر، باید به صفاتی که همبستگی زیادی با عملکرد دارند توجه شود و بنابراین می‌توان با اعمال گزینش منفی برای صفاتی که همبستگی منفی با عملکرد دارند و اعمال گزینش مثبت برای صفاتی که همبستگی مثبت با عملکرد دارند به‌طور غیرمستقیم به گزینش رقم‌ها با عملکرد بالا در طول دوره اصلاحی اقدام کرد و در بهبود عملکرد گامی مثبت برداشت.

### تجزیه به عامل‌ها

بیشترین سهم را در واریانس مشترک عامل‌های استخراج‌شده صفات شمار کل خوشه‌چه در خوشه، شمار خوشه‌چه پوک در خوشه، شمار دانه پر در خوشه، ارتفاع بوته، سبزینه a و سبزینه کل داشتند و کمترین سهم مربوط به صفت طول ریشک، شمار پنجه و شمار خوشه در بوته بود (جدول ۲). صفات

عاملی معنی‌دار مربوط به ارتفاع بوته بود این عامل نیز با عنوان عامل ریخت‌شناختی گیاه نام‌گذاری شد. Rahimi *et al.* (2010) برای گروه‌بندی نژادگان-های مختلف برنج با استفاده از تجزیه به عاملی شمار پنج عامل مستقل و اصلی را گزارش دادند که ۷۴/۵۷ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کردند. Ghorbani *et al.* (2011) در نتایج بررسی ۲۹ رقم برنج نشان دادند، در تجزیه به عامل‌ها سه عامل اصلی و مستقل، ۷۷/۷۲ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کنند. این سه عامل با عنوان عامل مربوط به ویژگی‌های ریخت‌شناختی، عامل عملکرد و اجزای عملکرد و عامل پدیدشناختی نام‌گذاری شدند. در عامل عملکرد و اجزای آن صفات مهمی مانند عملکرد دانه، شمار دانه پر در خوشه، شمار دانه پوک در خوشه و وزن هزاردانه قرار گرفتند که همبستگی بین این ویژگی‌ها با عملکرد دانه معنی‌دار بود.

ضریب‌های عاملی مربوط به شمار دانه پر در خوشه، میزان باروری، شمار خوشه‌چه پوک در خوشه و عملکرد بود که ضریب عاملی همه صفات مثبت بود. این عامل نیز با عنوان عملکرد و اجزای عملکرد و میزان باروری نام‌گذاری شد. در این عامل صفات یادشده دارای بالاترین میزان تنوع بوده و گزینش رنگه‌ها بر پایه آن‌ها می‌تواند مفید واقع شود. عامل سوم ۱۱/۵۰ درصد تغییرات کلی داده‌ها را توجیه کرد. ضریب‌های عاملی معنی‌دار مربوط به صفات سبزینه a، b و کل سبزینه و محتوای آب نسبی برگ (RWC) بودند که ضریب عاملی صفات مثبت بودند. این عامل نیز با عنوان صفات فیزیولوژیک نام‌گذاری شد. با توجه به همبستگی معنی‌دار این ویژگی‌ها با عملکرد دانه می‌توان از آن‌ها به عنوان یک معیار در مراحل اولیه برای گزینش عملکرد استفاده کرد. عامل چهارم ۵/۳۳ درصد تغییرات کلی داده‌ها را توجیه کرد. ضریب‌های

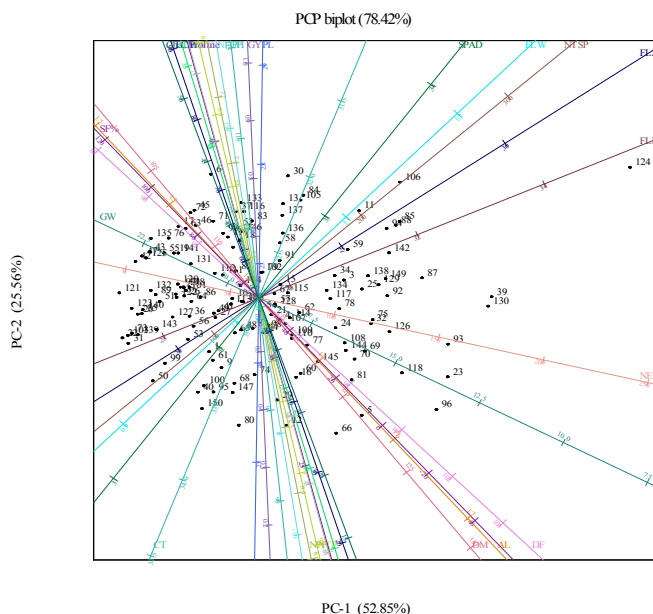
جدول ۲. ضریب‌های عامل‌های مشترک، واریانس‌های نسبی و تجمعی و میزان اشتراک عامل‌ها در صفات مختلف در رنگه‌های

برنج مورد بررسی در شرایط تنش خشکی

Table 2. Coefficients of common factor, relative variance and cumulative variance and percentage of traits in studied rice lines under drought stress factors in total variation for different

Trait	Coefficients of the common factor				common variance
	1	2	3	4	
Days to 50% flowering	0.30	-0.21	-0.01	-0.28	0.21
Days to 85% maturity	0.27	-0.24	-0.07	-0.26	0.21
Tiller number per plant	0.02	-0.06	0.10	-0.05	0.02
Panicle number per plant	0.02	-0.09	0.11	-0.05	0.02
Flag leaf length (cm)	0.22	0.07	0.09	0.20	0.10
Flag leaf width (cm)	0.26	0.18	0.05	-0.08	0.11
Flag leaf area (cm <sup>2</sup> )	0.31	0.15	0.09	0.08	0.13
Plant height (cm)	-0.03	0.17	0.02	0.98	0.99
Panicle length (cm)	0.00	0.20	0.06	0.36	0.18
Awn length (cm)	0.03	-0.02	0.06	-0.04	0.01
Number of empty spikelet per panicle	0.98	-0.15	0.08	0.02	1.00
Number of filled grain per panicle	-0.21	0.95	-0.22	-0.05	0.99
Number of total spikelet per panicle	0.85	0.52	-0.07	-0.02	1.00
Spikelet fertility (%)	-0.77	0.58	-0.15	0.01	0.95
Thousand grain weight (g)	-0.44	0.15	-0.10	0.20	0.27
Grain Yield (tonha <sup>-1</sup> )	-0.03	0.44	0.11	0.03	0.21
Relative Water Content (%)	-0.15	0.42	0.80	-0.04	0.83
Canopy temperature (°C)	-0.13	-0.25	-0.06	0.02	0.08
SPAD number	0.08	0.08	0.14	-0.05	0.03
Chlorophyll a (mgml <sup>-1</sup> )	-0.18	0.39	0.89	-0.03	0.97
Chlorophyll b (mgml <sup>-1</sup> )	-0.15	0.39	0.87	-0.02	0.93
Total chlorophyll (mgml <sup>-1</sup> )	-0.17	0.39	0.89	-0.03	0.98
Proline content (μmolgFw <sup>-1</sup> )	-0.11	0.31	0.21	-0.03	0.16
Relative variance	51.99	25.41	11.50	5.33	
Cumulative variance (%)	51.99	77.40	88.90	94.23	
Eigenvalue	3248.49	1587.42	718.45	332.85	





شکل ۲. نمودار دووجهی رگه × صفت بر پایه نخستین و دومین مؤلفه اصلی در رگه‌های برنج در شرایط تنش خشکی  
Figure 2. Biplot for line × trait in rice lines according to first and second principal components under drought stress.

صفات مورد بررسی شناسایی کرد. در نمودار دووجهی مربوطه کسینوس زاویه بین بردارها، بیانگر شدت همبستگی است. اگر زاویه بین دو بردار ۰ باشد، در این صورت همبستگی بین آن‌ها برابر با +۱ (کسینوس ۰ درجه) است، درحالی‌که وجود زاویه ۹۰ درجه بیانگر همبستگی ۰ (کسینوس ۹۰ درجه) و زاویه ۱۸۰ درجه نشانگر همبستگی -۱ (کسینوس ۱۸۰ درجه) است (Yan & Rajcan, 2002). بنابراین، بردارهای مربوط به محتوای آب نسبی برگ، میزان سبزینه کل، سبزینه a و سبزینه b زاویه بسیار کم و بنابراین همبستگی بسیار بالا و نزدیک به ۱ داشتند. بردار مربوط به عملکرد دانه با بردارهای میزان پروتئین و محتوای آب نسبی برگ زاویه بسیار کم داشته و بنابراین همبستگی بسیار بالا با عملکرد دارند (شکل ۲).

### تجزیه خوشه‌ای

نمودار شجره‌ای (دندروگرام) به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای ۱۵۰ رگه بر پایه صفات زراعی و فیزیولوژی در شکل ۳ ارائه شده است. این تجزیه به روش وارد انجام گرفت و برای بررسی درستی گروه‌بندی‌های انجام شده در روش تجزیه خوشه‌ای، از تجزیه تابع

Chakravorty *et al.* (2013) در نتایج بررسی ۱۸ صفت کمی در ۵۱ رقم برنج نشان دادند که در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۷۵/۹ درصد از تغییرات داده‌های اولیه توسط شش مؤلفه اول توجیه شد. Worede *et al.* (2014) در بررسی ۱۷ صفت کمی در ۲۴ نژادگان برنج نشان دادند، در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۷۳/۵ درصد از تغییرات داده‌های اولیه توسط سه مؤلفه اول توجیه شد. Majidimehr *et al.* (2014) در نتایج بررسی ۱۱ نژادگان برنج گزارش دادند که تجزیه به عامل‌ها بر پایه تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش وریماکس در شرایط بدون تنش ۵ و در شرایط تنش چهار عامل به ترتیب ۷۹/۷۹ و ۶۸/۱۰ درصد تغییرات را تبیین کردند. Yazdani *et al.* (2014) در نتایج بررسی ۶۵ نژادگان برنج در حال تفکیک در شرایط شوری مختلف گزارش دادند، در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۸۸/۵۷ درصد از تغییرات داده‌های اولیه توسط دو عامل اول توجیه شد. با توجه به این که ۷۷/۴۰ درصد از تغییرات توسط دو مؤلفه اول قابل تفسیر بود و حذف دیگر مؤلفه‌ها تأثیر کمتری در میان تغییرات داشت، ترسیم نمودار دووجهی بر پایه این دو مؤلفه انجام شد. با استفاده از این فضای مختصاتی می‌توان موقعیت رگه‌ها را نسبت به یکدیگر و نیز نسبت به

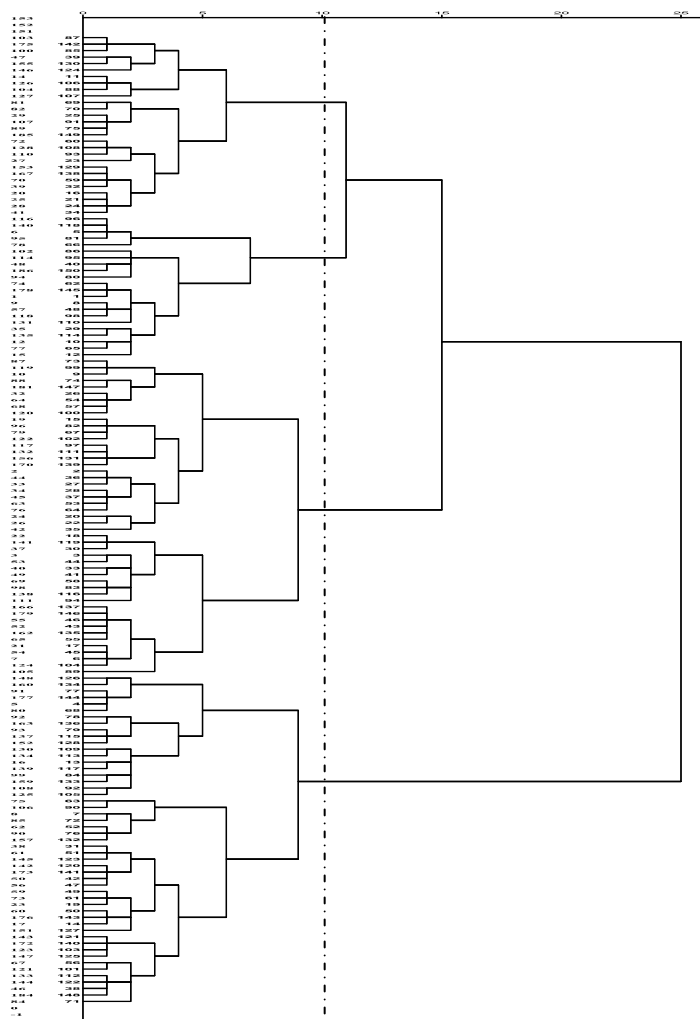
با روش وارد (شکل ۳) رگه‌ها را در چهار گروه (۲۲) رگه در خوشه اول، ۴۹ رگه در خوشه دوم، ۵۱ رگه در خوشه سوم و ۲۸ رگه در خوشه چهارم) قرار داد. مقایسه میانگین برای صفات مورد نظر نیز انجام شد (جدول ۴).

تشخیص استفاده شد که نتایج به دست آمده در جدول ۳ نمایش داده شده است. احتمال درستی گروه‌بندی با تابع تشخیص برای چهار خوشه، ۹۲/۷ درصد بود بنابراین احتمال انتساب اشتباه رگه‌ها به گروهی که متعلق به آن نبودند ۷/۳ درصد بود. گروه‌بندی رگه‌ها

جدول ۳. نتایج تجزیه تابع تشخیص برای درستی گروه‌بندی در رگه‌های برنج مورد بررسی در شرایط تنش خشکی

Table 3. Result of discriminant analysis for original grouped cases correctly classified in studied rice lines under drought stress

	grouping	Predicted group membership				total
		1	2	3	4	
original	count	20	1	1	0	22
		0	45	4	0	49
		0	1	49	1	51
		1	2	0	25	28
original	%	90.9	4.5	4.5	0	100
		0	91.8	8.2	0	100
		0	2.0	96.1	2.0	100
		3.6	7.1	0	89.3	100



شکل ۳. دندروگرام تجزیه خوشه‌ای رگه‌های مورد بررسی برنج با استفاده از روش وارد در شرایط تنش خشکی  
Figure 3. Dendrogram of cluster analysis in studied rice lines by Ward method under drought stress.

جدول ۴. میانگین تجزیه خوشه‌ای برای صفات مختلف در رگه‌های برنج مورد بررسی در شرایط تنش خشکی

Table 4. The mean of cluster analysis for different traits in studied rice lines under drought stress

Trait	Mean and Standard Error				Total mean
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	
Days to 50% flowering	99.09 ± 1.52	93.00 ± 0.69	92.45 ± 0.72	96.43 ± 1.02	94.35 ± 0.48
Days to 85% maturity	122.09 ± 2.40	111.31 ± 1.31	110.04 ± 1.10	116.50 ± 1.63	113.43 ± 0.81
Tiller number per plant	11.08 ± 0.47	8.77 ± 0.34	8.76 ± 0.31	7.72 ± 0.39	8.91 ± 0.20
Panicle number per plant	9.43 ± 0.30	7.68 ± 0.25	7.78 ± 0.26	6.81 ± 0.35	7.81 ± 0.16
Flag leaf length (cm)	29.13 ± 1.36	27.67 ± 0.59	30.45 ± 0.73	31.27 ± 1.05	29.50 ± 0.43
Flag leaf width (cm)	1.03 ± 0.03	0.98 ± 0.02	1.02 ± 0.02	1.08 ± 0.03	1.02 ± 0.01
Flag leaf area (cm <sup>2</sup> )	22.44 ± 1.45	20.16 ± 0.60	23.22 ± 0.89	25.17 ± 1.21	22.47 ± 0.49
Plant height (cm)	85.84 ± 3.27	99.21 ± 2.84	105.15 ± 2.23	109.56 ± 2.41	101.20 ± 1.48
Panicle length (cm)	24.40 ± 0.42	26.86 ± 0.40	26.80 ± 0.42	27.80 ± 0.53	26.65 ± 0.24
Awn length (cm)	1.22 ± 0.34	1.13 ± 0.22	1.66 ± 0.27	1.63 ± 0.36	1.42 ± 0.14
Number of empty spikelet per panicle	78.23 ± 6.94	41.29 ± 3.38	49.34 ± 4.53	117.50 ± 6.73	63.67 ± 3.39
Number of filled grain per panicle	36.00 ± 4.94	80.54 ± 3.82	69.10 ± 3.44	61.83 ± 5.01	66.63 ± 2.37
Number of total spikelet per panicle	114.23 ± 5.47	121.82 ± 4.67	118.44 ± 4.55	179.33 ± 7.71	130.30 ± 3.32
Spikelet fertility (%)	32.23 ± 4.17	66.61 ± 2.38	60.58 ± 2.80	34.42 ± 2.37	53.51 ± 1.85
Thousand grain weight (g)	15.89 ± 0.97	21.14 ± 0.59	19.62 ± 0.68	16.98 ± 0.73	19.08 ± 0.39
Grain Yield (tonha <sup>-1</sup> )	0.45 ± 0.05	0.65 ± 0.03	0.61 ± 0.03	0.59 ± 0.04	0.59 ± 0.02
Relative Water Content (%)	49.53 ± 2.54	56.05 ± 1.03	67.67 ± 0.74	53.73 ± 1.59	58.61 ± 0.84
Canopy temperature (°C)	32.93 ± 0.30	32.78 ± 0.19	32.83 ± 0.19	32.66 ± 0.26	32.80 ± 0.11
SPAD number	32.26 ± 0.68	32.10 ± 0.44	32.98 ± 0.67	31.83 ± 0.68	32.37 ± 0.31
Chlorophyll a (mgml <sup>-1</sup> )	27.33 ± 1.87	28.82 ± 1.21	45.89 ± 0.94	27.34 ± 1.70	34.13 ± 0.95
Chlorophyll b (mgml <sup>-1</sup> )	14.89 ± 1.18	15.88 ± 0.78	30.27 ± 0.90	15.67 ± 1.32	20.59 ± 0.75
Total chlorophyll (mgml <sup>-1</sup> )	42.22 ± 2.97	44.70 ± 1.95	76.16 ± 1.76	43.01 ± 2.94	54.72 ± 1.68
Proline content (μmolgFw <sup>-1</sup> )	26.37 ± 2.19	33.94 ± 1.22	35.29 ± 0.78	31.12 ± 1.51	32.76 ± 0.68

رقم برنج توانستند رقم‌ها را با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد در چهار گروه طبقه‌بندی کنند. Ghorbani *et al.* (2011) در نتایج بررسی ۲۹ رقم برنج با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA، آن‌ها را در نه گروه قرار دادند. Chakravorty *et al.* (2013) در نتایج بررسی ۱۸ صفت کمی در ۵۱ رقم برنج با استفاده از تجزیه خوشه‌ای رقم‌ها را بر پایه تنوع مکان جغرافیایی در ده خوشه قرار دادند. Worede *et al.* (2014) در نتایج بررسی ۱۷ صفت کمی در ۲۴ نژادگان برنج با استفاده از تجزیه خوشه‌ای نژادگان‌ها را در دو خوشه قرار دادند. Yazdani *et al.* (2014) در نتایج بررسی ۶۵ نژادگان برنج توسط تجزیه خوشه‌ای نژادگان‌های مورد بررسی را در چهار گروه قرار دادند. Majidimehr *et al.* (2014) در نتایج بررسی ۱۱ نژادگان برنج با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و روش وارد در هر دو شرایط بدون تنش و تنش، نژادگان‌های مورد بررسی را در سه گروه قرار دادند.

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، برای گزینش رگه‌های با عملکرد دانه بالا و متحمل به تنش رطوبتی در برنج می‌توان گزینش‌های همزمانی را برای صفاتی مانند شمار کل خوشه‌چه در خوشه، شمار دانه پر در خوشه،

رگه‌های خوشه اول از نظر میانگین صفات شمار روز تا گلدهی و رسیدگی کامل، شمار پنجه و شمار خوشه در بوته و دمای تاج‌پوشش نسبت به خوشه‌های دیگر و میانگین کل بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند. در این گروه رگه‌های دیررس قرار گرفتند. رگه‌های خوشه دوم میانگین صفات شمار دانه پر در خوشه، میزان باروری، وزن هزاردانه و عملکرد دانه بالاتری داشتند. در خوشه سوم صفات طول ریشک، محتوای آب نسبی برگ (RWC)، میزان سبزیگی برگ پرچم (عدد سبزینه سنج)، میزان سبزینه a، b، سبزینه کل و میزان پرولین برگ پرچم بالاتری داشتند. در خوشه چهارم صفات طول، عرض و مساحت برگ پرچم، طول خوشه، ارتفاع بوته، شمار خوشه‌چه پوک و شمار کل خوشه‌چه در خوشه نسبت به خوشه‌های دیگر و میانگین کل بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه میانگین می‌توان چنین استنباط کرد که رگه‌های موجود در خوشه اول کمترین میزان میانگین را در بیشتر صفات نسبت به خوشه‌های دیگر، نشان دادند. Sanni *et al.* (2010) در بررسی ۴۳۴ نمونه از ژرم پلاسما برنج بر پایه ۱۴ صفت ریخت‌شناختی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA نمونه‌ها را در هفت خوشه گروه‌بندی کردند. Rahimi *et al.* (2010) با اندازه‌گیری ۱۵ صفت کمی در شش

میزان باروری، محتوای پرولین، سبزینه a، b، سبزینه کل و محتوای آب نسبی برگ (RWC) انجام داد.

## REFERENCES

1. Abarshahr, M., Rabiei, B. & Samizadeh-Lahigi, H. (2011). Assessing genetic diversity of rice varieties under drought stress conditions. *Notulae Scientia Biologicae*, 3: 114-123.
2. Bagheri, N., Babaeian-Jelodar, N. & Pasha, A. (2011). Path coefficient analysis for yield and yield components in diverse rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *Biharean Biologist*, 5 (1): 32-35.
3. Bates, I. S., Waldern R. P. & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline water stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
4. Bonnet, M., Camares, O. & Veisseire, P. (2000). Effects of zinc and influence of *Acremonium lolii* on growth parameters, chlorophyll a fluorescence and antioxidant enzyme activities of ryegrass (*Lolium perenne* L. cv Apollo). *Journal of Experimental Botany*, 51: 945-953.
5. Bouman, B. A. M., Peng, S., Castañeda, A. R. & Visperas, R. M. (2005). Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems. *Agriculture Water Management*, 74: 87-105.
6. Chakravorty, A., Ghosh P. D. & 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.
7. Cha-Um, S., Yooyongwech, S. & Supaibulwatana, K. (2010). Water deficit stress in the reproductive stage of four indica rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *Pakistan Journal of Botany*, 42(5): 3387-3398.
8. Fentie, D., Alemayehu, G., Siddalingaiah, M. & Tadesse, M. (2014). Genetic Variability, Heritability and Correlation Coefficient Analysis for Yield and Yield Component Traits in Upland Rice (*Oryza sativa* L.). *East African Journal of Sciences*, 8 (2): 147-154.
9. GenStat. (2009). *GenStat for Windows 12th Edition*. VSN International, Hemel Hempstead, UK.
10. Ghiasy, M., Farahbakhsh, H., Sabouri, H. & Mohamadi nejad, GH. (2013). Evaluation of rice cultivars in drought and normal conditions based on sensitive and tolerance indices. *Electronic Journal of Crop Production*, 6 (4): 55-75. (In Farsi)
11. Ghorbani, H., Samizadeh Lahiji, H. A., Rabiei, B. & Allahgholipour, M. (2011). Grouping different rice genotypes using factor and cluster analyses. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 21(3): 89-104. (In Farsi)
12. Lanceras, J. C., Griengrai, P., Boonrat, J. & Theerayut, T. (2004). Quantitative trait loci associated with drought tolerance at reproductive stage in rice. *Plant Physiology*, 1: 384-399.
13. Lichtenthaler, H. K. & Wellburn, A. R. (1983). Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11: 591 - 592.
14. Majidimehr, A., Amiri-Fahlani, R. & Masoumiasl, A. (2014). Study of biochemical and chemical traits of different rice genotypes under salinity stress. *Cereal Research*, 4 (1): 45-58. (In Farsi)
15. Nam, N. H., Chauhan, Y. S. & Johansen, C. (2001). Effect of timing of drought stress on growth and grain yield of extra-short-duration pigeonpea lines. *Journal of Agricultural Science*, 136: 179-189.
16. Nandan, R., Sweta, D. & Singh, S. K. (2010). Character association and path analysis in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *World Journal of Agricultural Sciences*, 6 (2): 201 - 206.
17. Rahimi, M., Rabiei, B. Ramezani, M. & Movafegh, S. (2010). Evaluation of agronomic traits and determine the variables to improve rice yield. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(1): 111-119. (In Farsi)
18. Raychaudhuri, S., Stuart, J. M. & Altman, R. B. (2000). Principal components analysis to summarize microarray experiments: Application to sporulation time series. *Pacific Symposium on Biocomputing*, 455-466.
19. Safaei Chaeikar, S., Samizadeh, H., Rabiei, B. & Esfahani, M. (2009). Correlation of agronomic traits under optimum irrigation and water stress in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 13(48): 91-105. (In Farsi)
20. Sanni, K. A., Fawole, I., Ogunbayo, A., Tia, D., Somado, E. A., Futakuchi, K., Sié, M., Nwilene, F. E. & Guei, R. G. (2010). Multivariate analysis of diversity of landrace rice germplasm. In: Innovation and Partnerships to Realize Africa's Rice Potential. Proceedings of the *Second Africa Rice Congress*, Bamako, Mali, 22-26 March 2010. Africa Rice Center (AfricaRice), Cotonou, Benin. pp. 1.1.1-1.1.8.
21. SES. (2002). *Standard evaluation system for rice*. International Rice Research Institute Manila, Philippines.
22. SPSS-Inc. (2010). *IBM SPSS statistics 19 core system user's guide*. USA: SPSS Inc., an IBM Company Headquarters.
23. Tao, H., Brueck, H., Dittert, K., Kreye, C., Lin, S. & Sattelmacher, B. (2006). Growth and yield formation for rice (*Oryza sativa* L.) in the water-saving ground cover rice production system (GCRPS). *Field Crops Research*, 95: 1-12.

24. Venkata Lakshmi, M., Suneetha, Y., Yugandhar, G. & Venkata Lakshmi, N. (2014). Correlation studies in rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 5(2): 121-126.
25. Worede, F., Sreewongchai, T., Phumichai, Ch. & Sripichitt, P. (2014). Multivariate analysis of genetic diversity among some rice genotypes using morpho-agronomic traits. *Journal of Plant Science*, 9(1):14-24.
26. Yan, W. & Rajcan, I. (2002). Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Science*, 42: 11-20.
27. Yazdani, M., Kochak, M. & Bagheri, H. (2014). Segregating rice genotypes by cluster analysis procedure at different salt stress condition. *Advances in Environmental Biology*, 8(10): 383-387.