

## Investigation of superior rice lines under water stress and flooding conditions

H. Sabouri<sup>1\*</sup>, M.R. Jafarzadeh<sup>2</sup>, M. Katouzi<sup>3</sup>, M.R. Karim<sup>4</sup>, M.J. Behrozbeh<sup>5</sup>, M. Rezaei<sup>5</sup>, A.R. Dadras<sup>6</sup>, S. Sanchouli<sup>7</sup>

1. Associate Professor, Department of plant production, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
2. PhD in Plant Breeding and Laboratory Expert of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
3. Ph.D. in Nuclear Agriculture, Crop Génome Dynamics Group, Agroscope Changins, 1260 Nyon, Switzerland
4. Former MSc student in Biotechnology, Payam nour University, Iran
5. Former MSc student in Biotechnology, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
6. Assistant Professor of Crop and Horticultural Science Research Department, Zanjan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zanjan, Iran
7. PhD student in Plant Physiology, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

Received 5 October 2021; Accepted 4 April 2022

### Extended abstract

#### Introduction

Rice is one of the most important crops in Asian countries, which is cultivated in more than half of the continent's agricultural lands. Environmental conditions are different and uncontrollable even in different parts of an area, so the response of rice cultivars to these conditions will be different. Therefore, it is necessary to perform performance comparison experiments to achieve high quality, quantity, consistency and stability in different regions. More than 50 percent of human food is supplied from cereals, and rice is a cereal that has a high crop after wheat, but more than wheat and others in terms of energy production per hectare Cereals are important. By using the GGE biplot method, by using multivariate methods, in addition to proper data analysis, the work facilitates the interpretation of the results. The aim of this study was to evaluate the stability of the lakes by using GGE biplot analysis and selecting and introducing superior lanes for stability and response under water stress conditions and flooding.

#### Materials and methods

In this experiment, the eight lines with the control cultivar of the region and IR29 cultivar during 2014 and 2015 with the desirable qualitative and qualitative characteristics and suitable growth period in a completely randomized block design with three replications in two regions of Gonbad Kavous and Ali-Abad were cultivated. Ten plants of 15 cultivated plants were randomly selected and separated from the soil at a depth of 50 cm. After removing the bushes from the soil using the shovelomics method, the plants were first immersed in water for seven days. Then the root and part of the air organs were separated. To record the root characteristics, each root of the plant is separated and the number of roots is less than 5 cm, the number of roots is 7-6 cm, the number of roots between 20-8 cm, the number of

\* Corresponding author: Hossein Sabouri; E-Mail: [hos.sabouri@gmail.com](mailto:hos.sabouri@gmail.com)



roots 21-30 cm and the number of roots greater than 30 cm, root volume and root dry weight were measured. Using the aerial parts, related traits such as panicle number, plant height, stem weight, straw weight, panicle length, number of filled grains, weight of grains and cluster number were recorded.

### Results and discussion

The results of analysis of variance showed that the difference between locations for days to days of traits, number of roots, total length of roots, root number between 7 to 20 cm, stem weight, panicle weight, root dry weight, straw weight and seed number was significant, and the difference between years was significant for number of panicles, root number was significant. Comparison of mean of studied sites and years showed that grain yield per hectare had no significant difference, but the mean comparison of this trait in terms of waterlogging and stress conditions indicated that flooding conditions had a higher yield than tension. Separation of the interaction of location  $\times$  planting time  $\times$  irrigation conditions with different cultivars by biplot method showed that the cultivar 87.5.103 in all states related to Aliabad city had the highest yield. In irrigation stress conditions, IR55411, IR70360, 87.5.21, IR66424 and 87.110 lines had lower yields, but in terms of flooding, IR55411, IR70360, 87.5.21, IR66424 and 87.110 lines had the highest yield, respectively. In both cases, all of the cultivars had a higher yield than IR-29

### Conclusion

Separation of the interaction of location  $\times$  planting time  $\times$  irrigation conditions with different cultivars by biplot showed that cultivar 87.5.103 in all states related to Aliabad city has the highest performance. In general, the cultivar 87.5.103 among all cultivars and the floodplain dome in the first year was the best environment for all the environments in terms of day.

**Keywords:** Bi-plot; Deficit Irrigation; Drought stress; Graphic analysis; Seed yield; Stability



جو، سپیدرود، Zenith و IR58 را به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی معرفی کردند.

دانش‌گیلویی و همکاران (Danesh Gilevaei et al., 2018) در پژوهشی به‌منظور بررسی ارتباط صفات مختلف با عملکرد دانه در آزمایشی با ۱۵۰ لاین حاصل از تلاقی سپیدرود و غریب در دو محیط نرمال و تنش خشکی، تفاوت معنی‌داری را بین کلیه صفات موردبررسی در هر دو شرایط به دست آوردند.

ترنگ و همکاران (Tarang et al., 2013) با استفاده از روش GGE بای‌پلات نشان دادند که لاین‌های CT9807-3-1-1-2P-M-5 و IR2101-4-159-1-3-3 از لاین‌های پایدار برنج هستند. در تحقیقی دیگر، مصطفوی و همکاران (Mostafavi et al., 2014) ۱۲ لاین برنج را همراه دو رقم شاهد در نه محیط (سه منطقه و سه سال) از نظر عملکرد ارزیابی کردند و در نهایت ۴ لاین از سازگاری عمومی بیشتری برخوردار بودند. استفاده از روش GGE در گیاهان دیگر نیز برای تعیین ژنوتیپ‌های پایدار استفاده شده است. زریحون و همکاران (Zerihun et al., 2011) با بررسی ۱۸ ژنوتیپ جو با استفاده از روش GGE بای‌پلات نشان داد که محیط ۷/۶۷ درصد از تغییرات را تشکیل می‌دهد. ۱۷ ژنوتیپ ذرت در چهار مکان مختلف در دو سال زراعی با استفاده از روش GGE بای‌پلات موردبررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس نشان داد که میانگین مربعات محیط‌ها (E)، ژنوتیپ‌ها (G) و برهمکنش‌های GE معنی‌دار بود.

هدف از این مطالعه، ارزیابی پایداری لاین‌ها با استفاده از تجزیه رگرسیون مکانی GGE بای‌پلات و گزینش و معرفی لاین‌های برتر از نظر پایداری و واکنش در شرایط تنش کم‌آبی و غرقاب بود.

### مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی واکنش هفت لاین برنج (IR55411، IR70360، IR66424، ۸۷،۵،۲۱، ۸۷،۱۱۰، ۸۷،۵،۱۰۳ و IR29) و رقم شاهد منطقه (دمسیاه) نسبت به تنش کم‌آبی آزمایشی در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به‌صورت اسپلیت‌پلات و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو منطقه گنبدکاووس و علی‌آباد انجام شد (جدول ۱). سطوح فاکتور اصلی به ترتیب شرایط آبیاری غرقاب و قطع آبیاری از مرحله حداکثر پنجه‌زنی بود. فاکتور فرعی نیز شامل ارقام موردبررسی بودند. در شرایط بدون تنش، آبیاری به‌صورت

شدت دوره کم‌آبی بستگی دارد و اثر آن از طریق اجزا عملکرد بر عملکرد نهایی محصول برنج است (Katouzi et al., 2021; Ghiasy et al., 2013).

شرایط محیطی حتی در نقاط مختلف یک منطقه متفاوت و غیرقابل‌کنترل هستند، پس واکنش ارقام برنج نیز به این شرایط نیز متفاوت خواهد بود؛ بنابراین انجام آزمایش‌های مقایسه عملکرد برای رسیدن به ارقامی با کیفیت و کمیت بالا، سازگار و پایدار در مناطق مختلف ضروری به نظر می‌رسد. به‌طورمعمول بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و پایداری ارقام را در چند سال و در چند منطقه انجام می‌دهند (Ray, 2000).

پژوهش‌های متعدد نشان داده است که در بیشتر آزمایش‌های تجزیه پایداری محیط تأثیر به‌سزایی در عملکرد ارقام دارد؛ بنابراین عملکرد ارقام در اکثر مواقع با تغییرات محیط توجیه می‌شود. از آنجایی که تغییرات توجیه شده به‌وسیله اثر اصلی ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط کمتر است، در تحقیقات کمتر به آن توجه شده است. نظر به اینکه این بخش از تغییرات قابل توضیح و تفسیر می‌باشند، محققین نیاز به روش‌هایی دارند تا بتوانند این بخش از تغییرات را به نحو مطلوبی بررسی نمایند. روش‌های مختلفی جهت بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و تعیین ژنوتیپ‌های پایدار معرفی شده است که از این میان می‌توان روش GGE بای‌پلات که بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ارائه شده است را نام برد. اصلاح‌گران گیاهی به‌منظور تجزیه گرافیکی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط از نسخه‌های متنوعی از بای‌پلات که بر اساس روش‌های آماری چند متغیره ارائه شده‌اند استفاده می‌کنند (Yan and Tinker, 2005; Dadras et al., 2017; Luo et al., 2015; Shirmohammadli et al., 2018; Noryan et al., 2021; Sabouri et al., 2022; Sabouri et al., 2022). در روش GGE بای‌پلات از منابع تغییرات ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط استفاده می‌شود تا بتوان نتایج قابل‌اعتمادی را به دست آورد (Yan et al., 2007; al., 2000). این روش علاوه بر مدنظر قرار دادن برهمکنش ژنوتیپ × محیط، از اثر اصلی ژنوتیپ نیز استفاده می‌کند (Yan et al., 2000).

طبخ‌کار و همکاران (Tabkhkar et al., 2017) ۸۳ ژنوتیپ برنج را در شرایط تنش خشکی و بدون تنش مورد ارزیابی قرار دادند و ژنوتیپ‌های ۱-۱۳۱-IR83750، سنگ

لاین‌های برنج در گلدان‌های پنج لیتری در گلخانه در تاریخ ۱۵ اردیبهشت کشت شدند و روزانه دومرتبه آبیاری شدند. در گلدان، گیاهچه‌ها دومرتبه کود کامل NPK مخصوص برنج دریافت کردند. یک ماه پس از بذریابی، نشاءها در تاریخ ۱۵ خرداد به زمین انتقال داده شدند. چهار نشاء در هر کپه در نظر گرفته شد. نشاءها در پنج ردیف به طول دو متر و با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر بر اساس تراکم ۱۶ بوته در مترمربع در دو محیط جداگانه، بدون تنش (غرقاب) و تنش خشکی در مزارع تحقیقاتی مذکور کشت شدند.

غرقاب در کل دوره رشد ژنوتیپ‌ها انجام شد، اما در شرایط تنش ۴۰ روز بعد از نشاکاری که گیاه در مرحله حداکثر پنجه‌زنی قرار داشت تا انتهای دوره رشد، آبیاری کاملاً قطع شد. لاین‌های IR70360، IR29، IR55411، ۸۷،۱۱۰ و IR66424 با توجه به قرارداد بین دانشگاه گنبدکاووس و موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج از آن موسسه دریافت شد. لاین ۸۷،۵،۱۰۳ نیز از تلاقی ارقام اهلمی طارم و ندا به دست آمد. تلاقی و جمعیت‌های در حال تفرق در دانشگاه گنبدکاووس انجام و کشت شد. برای تهیه خزانه، هر کدام از

جدول ۱. کدهای اختصاری استفاده شده برای محیط‌های مختلف

Table 1. Abbreviation codes used for different environments.

ردیف No	توضیحات محیط Environment description	کد Code	ردیف No	توضیحات محیط Environment description	کد Code
1	سال اول مکان اول تنش کم آبیاری First year, First Place, Low irrigation stress	E1L1D	5	سال اول مکان اول محیط نرمال First year, First Place, Normal	E1L1N
2	سال اول مکان دوم تنش کم آبیاری First year, Second Place, Low irrigation stress	E1L2D	6	سال اول مکان دوم محیط نرمال First year, Secod Place, Normal	E1L2N
3	سال دوم مکان اول تنش کم آبیاری Second year, First Place, Low irrigation stress	E2L1D	8	سال دوم مکان اول محیط نرمال Second year, First Place, Normal	E2L1N
4	سال دوم مکان دوم تنش کم آبیاری Secod year, Second Place, Low irrigation stress	E2L2D	8	سال دوم مکان دوم محیط نرمال Secod year, Second Place, normal	E2L2N

شعاع ۲۵ سانتی‌متر مشخص شد و با عمق ۵۰ سانتی‌متر بوته‌ها از خاک خارج شدند. جهت خروج بوته‌ها از خاک، زمین به مدت دو روز تحت آبیاری قرار گرفت تا بوته‌ها به راحتی از خاک خارج شوند. پس از خارج‌سازی بوته‌ها از خاک با استفاده از روش شوویلومیکیس (Trachsel et al., 2010) ابتدا بوته‌ها به مدت هفت روز در آب غوطه‌ور شدند. سپس تحت فشار آب، خاک‌های ریشه‌ها خارج و بوته‌ها به آزمایشگاه منتقل و بخش ریشه و اندام هوایی از هم جدا شدند. برای ثبت خصوصیات ریشه، تک تک ریشه‌های گیاه جدا و تعداد ریشه‌هایی که طول آن‌ها کمتر از پنج سانتی‌متر، بین ۶-۷ سانتی‌متر، بین ۲۰-۸ سانتی‌متر، بین ۳۰-۲۱ سانتی‌متر و بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر بود، شمارش شد و طول همه آن‌ها اندازه‌گیری شد. حجم ریشه‌ها با غوطه‌ور کردن ریشه‌ها در استوانه مدرج ۱۰۰۰ میلی‌متری اندازه‌گیری شد. صفات مرتبط با اندام‌های هوایی مانند تعداد خوشه، ارتفاع گیاه، وزن ساقه، وزن کاه، طول خوشه، تعداد دانه پر، وزن دانه‌های پر و

بر اساس نتایج آزمون خاک، کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، نصف در زمان کاشت و نصف در مرحله پنجه‌دهی و کود فسفره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در ابتدای کاشت داده شد. در طول دوره رشد مراقبت‌های زراعی لازم از قبیل وجین علف‌های هرز و کنترل علف‌های هرز با استفاده از علف‌کش بنتازون انجام شد.

در شرایط بدون تنش آبیاری به صورت غرقاب در کل دوره رشد ژنوتیپ‌ها انجام شد، اما در شرایط تنش ۴۰ روز بعد از نشاکاری که گیاه در مرحله حداکثر پنجه‌زنی قرار داشت، تا انتهای دوره رشد، آبیاری کاملاً قطع شد. در طول دوره آزمایش با فاصله ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ روز پس از نشاکاری نمونه‌گیری از خاک انجام شد و رطوبت خاک به ترتیب ۳۲، ۲۴، ۱۸، ۸ و ۴ درصد رطوبت وزنی (متناسب با ۰/۰۵، ۰/۱۲، ۰/۲۷، ۰/۷۲ و ۱/۱- مگاپاسکال) تخمین زده شد. ۱۰ بوته در هر تکرار به طور تصادفی انتخاب شد و با استفاده از بیل اطراف هر بوته به

ما و همکاران (Ma et al., 2004) با مشاهده تفاوت در عملکرد دانه ارقام برنج، به‌خوبی نقش محیط و اهمیت مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را در برنامه‌های اصلاحی برنج نشان دادند. مقایسه میانگین صفات در سال‌های مورد آزمون نشان داد که مقادیر تعداد خوشه، تعداد ریشه، مجموع طول ریشه‌ها در سال اول آزمایش نسبت به سال دوم آزمایش بیشتر بود. در سایر صفات مورد ارزیابی در دو سال آزمایش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

مقایسه صفات اثر مدیریت آبیاری نشان داد که در شرایط غرقاب ارتفاع بوته، تعداد ریشه، تعداد خوشه، وزن دانه پر، وزن ساقه، وزن خوشه، حجم ریشه، تعداد دانه پر و پوک نسبت به شرایط تنش بیشتر بود.

### تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط

پژوهش‌های متعدد حاکی از بالا بودن اثر اصلی محیط در بیشتر آزمایش‌های تجزیه پایداری است، این در حالی است که تغییرات توجیه شده به‌وسیله اثر اصلی ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط که قابل توصیه و تفسیر باشند، کم است. همچنین محیط عاملی نیست که بتوان آن را کنترل کرد، پس برای به دست آوردن نتایج قابل‌اعتماد در روش GGE بای‌پلات از منابع تغییرات ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط استفاده می‌شود (Yan et al., 2000; Yan et al., 2007). روش AMMI تنها اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را مدنظر قرار می‌دهد، اما روش تجزیه گرافیکی GGE بای‌پلات، دارای نتایج جامع و قابل‌قبول‌تری نسبت به روش AMMI به دلیل استفاده هم‌زمان از اثر اصلی ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط است.

رتبه‌بندی ارقام/لاین‌های مختلف به روش بای‌پلات نشان داد که لاین ۸۷،۵،۱۰۳ در کلیه محیط‌های مربوط به شهرستان علی‌آباد بالاترین عملکرد را به خود اختصاص داد (شکل ۱). الف تا ح). در این شکل‌ها رتبه‌بندی ارقام و لاین‌ها را بر اساس محیط‌های منتخب نشان داده شده است. در شکل ۱-الف-ج-ه-ز) محیط‌های مختلف در شرایط نرمال نشان داده شد در این محیط‌ها بهترین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه به ترتیب ژنوتیپ‌های ۸۷،۵،۱۰۳، IR55411، IR70360، IR۸۷،۵،۲۱ شناسایی شدند. همچنین برترین ژنوتیپ‌ها برای همین محیط‌ها در شرایط تنش کم‌آبیاری به ترتیب شامل ژنوتیپ‌های ۸۷،۵،۱۰۳، IR70360، IR66424، IR۸۷،۱۱۰، IR55411 و ۸۷،۵،۲۱ بودند (شکل ۱-ب-د-و-ح).

تعداد خوشه‌چه ثبت شدند. وزن خشک ریشه‌ها پس از قرار دادن در آون به مدت ۴۸ ساعت و دمای ۷۲ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد. لاین‌ها و ارقام در دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) به‌صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو منطقه (گنبدکاووس و علی‌آباد) بررسی شدند. نظر به اینکه تعداد سال‌های آزمایش کم بود، اثر سال و مکان ثابت در نظر گرفته شدند (Montgomery, 2001). داده‌های کلیه محیط‌ها (سال و مکان) به‌صورت تجزیه واریانس مرکب تجزیه شد. برای انجام تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین از نرم‌افزار SAS v9.2 استفاده گردید. سپس از روش GGEbiplot و با استفاده از نرم‌افزار GGEbiplot ver. 3.8 برای بررسی پایداری ژنوتیپ‌ها استفاده شد.

### نتایج و بحث

برای انجام تجزیه واریانس ابتدا مفروضات تجزیه واریانس آزمون شد و سپس برای صفاتی که لازم بود تبدیل داده به روش لگاریتمی انجام شد تا مفروضات تجزیه‌های پارامتریکی بر پایه توزیع نرمال برقرار باشند. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات نشان داد اختلاف بین مکان‌ها برای تمام صفات موردبررسی به‌جز تعداد ریشه بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر معنی‌دار است. اختلاف بین سال‌ها برای تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، مجموع طول ریشه‌ها، تعداد ریشه کمتر از ۵ سانتی‌متر، تعداد ریشه بین ۷ تا ۲۰ سانتی‌متر، تعداد ریشه بین ۲۱ تا ۳۰ سانتی‌متر، وزن ساقه، حجم ریشه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، وزن کاه و تعداد دانه پر معنی‌دار بود. اختلاف بین شرایط غرقاب و تنش کم‌آبیاری برای تمامی صفات به‌جز تعداد ریشه بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر معنی‌دار بود. اختلاف بین لاین‌ها و ارقام برای تمام صفات موردبررسی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. معنی‌دار شدن اثرات متقابل ژنوتیپ × سال و ژنوتیپ × مکان برای صفت عملکرد دانه (جدول ۲) نشان می‌دهد لاین‌های موردبررسی عکس‌العمل متفاوتی در سال‌های مختلف و نیز در مکان‌های مختلف داشتند. صفاتی نظیر تعداد روز تا رسیدگی، تعداد ریشه، مجموع طول ریشه‌ها، تعداد ریشه بین ۷ تا ۲۰ سانتی‌متر، وزن ساقه، وزن خوشه، وزن خشک ریشه، وزن کاه و تعداد دانه پوک دارای مقادیر بیشتری در مکان علی‌آباد بودند.

جدول ۲. تجزیه واریانس مرکب صفات موردبررسی در منطقه علی‌آباد و گنبد طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Table 1. Combined variance analysis of studied traits in Aliabad and Gonbad areas during 2015-2016

Sources of variation S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	طول خوشه Panicle length	وزن دانه پر weight of filled grain	تعداد خوشه Panicles number	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد دانه Grain yield
Place (P)	مکان	1	57.512**	0.01 <sup>ns</sup>	27.19**	19.53**	698630.5**
Year (Y)	سال	1	0.037 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	15.12**	2617.1 <sup>ns</sup>
P × Y	مکان×سال	1	2.587 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	2.25 <sup>ns</sup>	0.78 <sup>ns</sup>	475.8 <sup>ns</sup>
Error a	خطای اول	4	1.525	0.06	2.47	0.10	5728.4
Irrigation management (I)	مدیریت آبیاری	1	1935.97**	20.10**	1718.44**	504.03**	145134212.7**
P × I	مکان×مدیریت آبیاری	1	3.71**	0.10 <sup>ns</sup>	10.69**	0.12 <sup>ns</sup>	13656.4*
Y × I	سال×مدیریت آبیاری	1	6.93**	0.09 <sup>ns</sup>	0.38 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	150013.4**
P × Y × I	مکان×سال×مدیریت آبیاری	1	0.02 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.007 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	20150.9*
Error b	خطای دوم	4	0.06	0.078	2.13	2.10	5812.8
Genotype (G)	ژنوتیپ	7	65.39**	3.73**	528.15**	1452.96**	8700252.7**
G × I	ژنوتیپ×مدیریت آبیاری	7	11.186**	0.21 <sup>ns</sup>	10.90**	9.01**	1305776.8**
Y × G	سال×ژنوتیپ	7	2.44**	0.11 <sup>ns</sup>	1.94 <sup>ns</sup>	14.96**	106660.1**
P × G	مکان×ژنوتیپ	7	1.92**	0.07 <sup>ns</sup>	1.30 <sup>ns</sup>	1.94 <sup>ns</sup>	13902.2**
P × Y × G	مکان×سال×ژنوتیپ	7	0.47 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	2.75 <sup>ns</sup>	1.26 <sup>ns</sup>	21626.9**
Y × I × G	سال×مدیریت آبیاری×ژنوتیپ	7	0.51 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	7.81**	0.87 <sup>ns</sup>	117556.1**
P × I × G	مکان×مدیریت آبیاری×ژنوتیپ	7	0.58 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.90 <sup>ns</sup>	1.03 <sup>ns</sup>	9072.2**
P × Y × I × G	مکان×سال×مدیریت آبیاری×ژنوتیپ	7	0.33 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.82 <sup>ns</sup>	0.6785 <sup>ns</sup>	13776.7**
Error c	خطای سوم	56	0.49	0.06	1.32	1.32	2838.0
CV%	ضریب تغییرات		3.73	12.57	4.89	1.11	1.21

Table 2. Continued

جدول ۲. ادامه

Sources of variation S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	تعداد روز تا رسیدگی No. of days to maturity	تعداد ریشه Root number	تعداد ریشه بین ۷ تا ۲۰ سانتی‌متر No. of root between 7 to 20 cm	تعداد ریشه بین ۵ تا ۷ سانتی‌متر No. of root between 5 to 7 cm	تعداد ریشه کمتر از ۵ سانتی‌متر No. of root less than 5 cm
Place (P)	مکان	1	43.95**	16951.01**	338.00**	536.28**	3321.12**
Year (Y)	سال	1	67.57**	18.75 <sup>ns</sup>	840.50**	11.28 <sup>ns</sup>	33476**
P × Y	مکان×سال	1	0.19 <sup>ns</sup>	1.32 <sup>ns</sup>	0.50 <sup>ns</sup>	30.03 <sup>ns</sup>	40.50 <sup>ns</sup>
Error a	خطای اول	4	2.67	823.61	7.15	118.40	34.45
Irrigation management (I)	مدیریت آبیاری	1	1281.45**	882622.19**	16245.03**	135590.28**	649515**
P × I	مکان×مدیریت آبیاری	1	0.007 <sup>ns</sup>	670.69**	11.28 <sup>ns</sup>	94.53 <sup>ns</sup>	220.50 <sup>ns</sup>
Y × I	سال×مدیریت آبیاری	1	43.94**	43.94 <sup>ns</sup>	116.28**	13.78 <sup>ns</sup>	693.78**
P × Y × I	مکان×سال×مدیریت آبیاری	1	10.695**	0.63 <sup>ns</sup>	38.28**	16.53 <sup>ns</sup>	15.12 <sup>ns</sup>
Error b	خطای دوم	4	0.11	27.18	5.96	13.65	162.70
Genotype (G)	ژنوتیپ	7	2445.65**	806391.47**	115.14**	99359.85**	17281.12**
G × I	ژنوتیپ×مدیریت آبیاری	7	16.96**	39211.14**	5.76 <sup>ns</sup>	4593.92**	1035.01**
Y × G	سال×ژنوتیپ	7	13.12**	130.81 <sup>ns</sup>	1.69 <sup>ns</sup>	1571.92**	77.44 <sup>ns</sup>
P × G	مکان×ژنوتیپ	7	4.96**	1147.74**	4.51 <sup>ns</sup>	53.06 <sup>ns</sup>	44.71 <sup>ns</sup>
P × Y × G	مکان×سال×ژنوتیپ	7	2.64**	145.87 <sup>ns</sup>	3.76 <sup>ns</sup>	13.03 <sup>ns</sup>	25.66 <sup>ns</sup>
Y × I × G	سال×مدیریت آبیاری×ژنوتیپ	7	9.82**	247.28**	4.04 <sup>ns</sup>	328.63**	146.76 <sup>ns</sup>
P × I × G	مکان×مدیریت آبیاری×ژنوتیپ	7	1.63 <sup>ns</sup>	1520.35**	10.37**	14.88 <sup>ns</sup>	53.69 <sup>ns</sup>
P × Y × I × G	مکان×سال×مدیریت آبیاری×ژنوتیپ	7	4.89**	211.25*	3.69 <sup>ns</sup>	46.38 <sup>ns</sup>	135.82 <sup>ns</sup>
Error c	خطای سوم	56	0.82	77.59	2.91	40.22	73.13
CV%	ضریب تغییرات		1.11	2.13	2.70	3.72	2.1614

Table 2. Continued

جدول ۲. ادامه

Sources of variation S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	مجموع طول ریشه‌ها Total length of root	تعداد ریشه بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر No. of root great than 30 cm	تعداد ریشه بین ۲۱ تا ۳۰ سانتی‌متر No. of root between 21 to 30 cm	حجم ریشه Volume of root
Place (P)	مکان	1	54573.8*	4.13 <sup>ns</sup>	134.07**	204.47**
Year (Y)	سال	1	399282**	86.13 <sup>ns</sup>	20.32**	542.11**
P × Y	مکان × سال	1	110.6 <sup>ns</sup>	0.63 <sup>ns</sup>	0.94 <sup>ns</sup>	3.11 <sup>ns</sup>
Error a	خطای اول	4	39004.5	44.820313	8.72	49.20
Irrigation management (I)	مدیریت آبیاری	1	13138578**	717.25 <sup>ns</sup>	7518.44**	46834.06**
P × I	مکان × مدیریت آبیاری	1	2406.4 <sup>ns</sup>	2.82 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	15.00 <sup>ns</sup>
Y × I	سال × مدیریت آبیاری	1	7765.7 <sup>ns</sup>	73.50 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	33.80 <sup>ns</sup>
P × Y × I	مکان × سال × مدیریت آبیاری	1	2954.0 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	26.62 <sup>ns</sup>
Error b	خطای دوم	4	5385.0	44.03	2.25	36.85
Genotype (G)	ژنوتیپ	7	26723586**	315.77**	5032.460**	52199.10**
G × I	ژنوتیپ × مدیریت آبیاری	7	1437391**	111.07*	291.32**	1923.54**
Y × G	سال × ژنوتیپ	7	91655.4**	97.95 <sup>ns</sup>	20.90**	450.84**
P × G	مکان × ژنوتیپ	7	16084 <sup>ns</sup>	0.88 <sup>ns</sup>	3.90 <sup>ns</sup>	8.82 <sup>ns</sup>
P × Y × G	مکان × سال × ژنوتیپ	7	366.2 <sup>ns</sup>	0.45 <sup>ns</sup>	2.46 <sup>ns</sup>	38.40 <sup>ns</sup>
Y × I × G	سال × مدیریت آبیاری × ژنوتیپ	7	59256.5**	100.54*	6.89*	185.21**
P × I × G	مکان × مدیریت آبیاری × ژنوتیپ	7	684.0 <sup>ns</sup>	0.85 <sup>ns</sup>	2.14 <sup>ns</sup>	31.96 <sup>ns</sup>
P × Y × I × G	مکان × سال × مدیریت آبیاری × ژنوتیپ	7	6505.2 <sup>ns</sup>	0.46 <sup>ns</sup>	3.48 <sup>ns</sup>	6.81 <sup>ns</sup>
Error c	خطای سوم	56	8842.3	45.21	2.76	20.41
CV%	ضریب تغییرات		6.5	76.37	4.47	4.93

Table 2. Continued

جدول ۲. ادامه

Sources of variation S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	وزن خوشه Panicle weight	وزن ساقه Shoot weight	تعداد خوشه‌چه اولیه Number of primary Panicle	تعداد دانه پر Number of filled grain
Place (P)	مکان	1	154.49**	444.6315**	37.19**	765.38**
Year (Y)	سال	1	16.61 <sup>ns</sup>	985.2688**	0.07 <sup>ns</sup>	39.38 <sup>ns</sup>
P × Y	مکان × سال	1	0.13 <sup>ns</sup>	6.5911 <sup>ns</sup>	0.94**	9.57 <sup>ns</sup>
Error a	خطای اول	4	12.86	112.6675	1.88	66.94
Irrigation management (I)	مدیریت آبیاری	1	8373.30**	69748.8793**	334.75**	57164.25**
P × I	مکان × مدیریت آبیاری	1	1.37 <sup>ns</sup>	71.1504 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>
Y × I	سال × مدیریت آبیاری	1	4.76 <sup>ns</sup>	103.5395 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	142.38**
P × Y × I	مکان × سال × مدیریت آبیاری	1	2.34 <sup>ns</sup>	0.0036 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.63 <sup>ns</sup>
Error b	خطای دوم	4	5.97	7.5752	0.13	23.82
Genotype (G)	ژنوتیپ	7	7256.89**	54650**	54.62**	31592.58**
G × I	ژنوتیپ × مدیریت آبیاری	7	272.86**	3461.14**	2.70**	504.97**
Y × G	سال × ژنوتیپ	7	45.94**	915.72**	2.37**	121.16**
P × G	مکان × ژنوتیپ	7	8.56 <sup>ns</sup>	15.68 <sup>ns</sup>	0.49**	3.34 <sup>ns</sup>
P × Y × G	مکان × سال × ژنوتیپ	7	2.40 <sup>ns</sup>	10.74 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>ns</sup>	7.39 <sup>ns</sup>
Y × I × G	سال × مدیریت آبیاری × ژنوتیپ	7	13.28**	85.07**	0.23 <sup>ns</sup>	72.8114**
P × I × G	مکان × مدیریت آبیاری × ژنوتیپ	7	3.25 <sup>ns</sup>	10.50 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	2.1864 <sup>ns</sup>
P × Y × I × G	مکان × سال × مدیریت آبیاری × ژنوتیپ	7	1.16 <sup>ns</sup>	9.22 <sup>ns</sup>	0.38**	8.2400 <sup>ns</sup>
Error c	خطای سوم	56	4.34	58.45	0.11	16.27
CV%	ضریب تغییرات		5.25	6.86	4.16	2.75



Table 2. Continued

Sources of variation S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	تعداد دانه پوک Number nuke grain	وزن کاه Straw weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight
Place (P)	مکان	1	108.78**	94.69**	192.86**	215.96**
Year (Y)	سال	1	420.50**	2.87*	134.90**	87.36**
P × Y	مکان × سال	1	0.12 <sup>ns</sup>	0.42 <sup>ns</sup>	0.51 <sup>ns</sup>	1.64 <sup>ns</sup>
Error a	خطای اول	4	17.95	0.55	39.31	45.14
Irrigation management (I)	مدیریت آبیاری	1	**3784.50	791.30*	7399.50**	34511.61**
P × I	مکان × مدیریت آبیاری	1	0.00 <sup>ns</sup>	1.82 <sup>ns</sup>	6.72 <sup>ns</sup>	56.60*
Y × I	سال × مدیریت آبیاری	1	148.78**	1.70 <sup>ns</sup>	8.13 <sup>ns</sup>	174.99**
P × Y × I	مکان × سال × مدیریت آبیاری	1	7.03 <sup>ns</sup>	0.64 <sup>ns</sup>	**0.12	4.08 <sup>ns</sup>
Error b	خطای دوم	4	0.98	0.16	3.18	8.59
Genotype (G)	ژنوتیپ	7	13512.03**	568.91**	9037.38**	40205.38**
G × I	ژنوتیپ × مدیریت آبیاری	7	111.00**	21.70**	541.27**	1484.35**
Y × G	سال × ژنوتیپ	7	106.32**	3.37**	**188.85	114.36**
P × G	مکان × ژنوتیپ	7	4.24 <sup>ns</sup>	1.81 <sup>ns</sup>	4.64 <sup>ns</sup>	4.19 <sup>ns</sup>
P × Y × G	مکان × سال × ژنوتیپ	7	10.62 <sup>ns</sup>	1.67 <sup>ns</sup>	1.14 <sup>ns</sup>	5.58 <sup>ns</sup>
Y × I × G	سال × مدیریت آبیاری × ژنوتیپ	7	**53.03	1.11 <sup>ns</sup>	24.01 <sup>ns</sup>	77.16**
P × I × G	مکان × مدیریت آبیاری × ژنوتیپ	7	6.46 <sup>ns</sup>	0.23 <sup>ns</sup>	1.35 <sup>ns</sup>	14.59 <sup>ns</sup>
P × Y × I × G	مکان × سال × مدیریت آبیاری × ژنوتیپ	7	5.45 <sup>ns</sup>	0.43 <sup>ns</sup>	1.17 <sup>ns</sup>	6.58 <sup>ns</sup>
Error c	خطای سوم	56	3.98	0.51	11.18	12.11
CV%	ضریب تغییرات		4.61	5.51	9.37	4.31

<sup>ns</sup>, \*\*, \* : به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار بودن در سطح احتمال یک و پنج درصد  
<sup>ns</sup>, \*\*, \* : Non significant and significant at 0.05 and 0.01 of probability levels, respectively.

نشان داد که در کلیه محیط‌های مورد بررسی عملکرد بالاتری نسبت به رقم متداول منطقه داشتند (شکل ۳- الف، ب). در شکل ۴- الف مقایسه کلیه ژنوتیپ‌ها با ژنوتیپ ایده‌آل فرضی نشان داده شد. ژنوتیپ ایده‌آل که به وسیله یک دایره کوچک و همراه با یک پیکان مشخص شده است. ژنوتیپ ایده‌آل فرضی به عنوان ژنوتیپ برخوردار از بالاترین عملکرد در کلیه محیط‌ها تعریف می‌شود. ژنوتیپ‌ها بر اساس میزان فاصله با ژنوتیپ ایده‌آل فرضی رتبه‌بندی می‌شوند، بر این اساس ژنوتیپ ۸۷،۵،۱۰۳ کمترین فاصله را با ژنوتیپ ایده‌آل فرضی دارد و در ادامه به ترتیب ژنوتیپ‌های IR55411، IR70360، IR66424 و IR66424 رتبه‌بندی می‌شوند. مقایسه کلیه محیط‌ها با محیط ایده‌آل را در شکل ۴- ب قابل مشاهده است در این شکل مقیاس بندی بر اساس محیط‌ها است در این شکل نزدیک‌ترین محیط به محیط ایده‌آل (E1L1N) محیط غرقاب در مکان علی‌آباد در سال اول) بود و به ترتیب محیط‌های E1L2N، E2L1N، E2L2N (جدول ۱) و در ادامه محیط‌های مربوط به تنش

لاین‌های IR66424، ۸۷،۵،۲۱، IR70360، IR55411 و ۸۷،۱۱۰ اختلاف عملکرد کمتری در شرایط محدودیت آب با هم داشتند اما در شرایط غرقاب لاین‌های IR55411، IR70360، IR66424، ۸۷،۵،۲۱ و ۸۷،۱۱۰ بالاترین عملکرد را به خود اختصاص دادند. در هر دو محیط کلیه ارقام مورد نظر عملکرد بالاتر از دمسیاه و IR29 داشتند. ۸۷،۱۱۰ در کلیه محیط‌های خشکی عملکرد بالاتری داشت (۲- الف) در حالی که در ۸۷،۵،۱۰۳ در کلیه محیط‌های غرقاب و تنش کم آبیاری عملکرد بالاتری نسبت به متوسط کلیه ژنوتیپ‌ها داشت (شکل ۲- ب). در شکل ۳- الف-ب مقایسه لاین ۸۷،۱۱۰ و ۸۷،۵،۱۰۳ با رقم متداول منطقه بر اساس GGEbiplot نشان داده شد. در این شکل ژنوتیپ‌ها با یک خط راست به یکدیگر متصل شده‌اند و یک خط عمود با گذر از مبدأ بای‌پلات، محیط‌هایی که در آن لاین‌های ۸۷،۱۱۰ و ۸۷،۵،۱۰۳ دارای عملکرد دانه بهتری است از محیط‌هایی که در آن رقم دمسیاه است جدا می‌کند. مقایسه عملکرد ۸۷،۱۱۰ و ۸۷،۵،۱۰۳ با رقم دمسیاه

biplot توسط یک خط در زیر محیط‌ها قابل مشاهده است. در کلیه محیط‌های مورد بررسی لاین‌های ۸۷،۱۱۰ و ۸۷،۵،۱۰۳ به ترتیب از نظر تعداد روز تا رسیدگی کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند (شکل ۵- الف تا ه).

کم‌آبیاری رتبه‌بندی شدند. مقایسه وضعیت ژنوتیپ‌های مختلف از نظر روز تا رسیدگی در شرایط نرمال و تنش کم آبیاری در جدول ۳ و شکل ۵ آمده است، از آنجایی که مقادیر کمتر صفات فنولوژیکی مانند روز تا رسیدگی برای بهنژادگران مطلوب می‌باشند مقدار معکوس آن در نرم‌افزار GGE

جدول ۳. میانگین عملکرد دانه و روز تا رسیدگی ارقام مورد بررسی در شرایط غرقاب و خشکی در گنبد و علی‌آباد در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴  
Table 4. Mean of grain yield and days to maturity of studied cultivars in flood and drought conditions in Gonbad and Aliabad in 2014 and 2015.

رقم Cultivar	Place	مکان	Year	سال	Planting condition	شرایط کشت	عملکرد دانه Grain yield	روز تا رسیدگی Days to maturity
87.5.103	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	6675.000	67.67
	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	4100.000	63.67
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	6698.000	70.33
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	4025.500	62.33
	Ali Abad	علی‌آباد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	6860.125	70.00
	Ali Abad	علی‌آباد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	4232.500	64.33
	Ali Abad	علی‌آباد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	6943.750	70.00
	Ali Abad	علی‌آباد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	4137.500	64.00
IR 55411	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	6385.000	86.00
	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	3437.000	81.33
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	6600.000	88.00
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	3625.000	81.00
	Ali Abad	علی‌آباد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	6449.875	88.0
	Ali Abad	علی‌آباد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	3272.500	83.33
	Ali Abad	علی‌آباد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	6740.463	89.67
	Ali Abad	علی‌آباد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	3932.875	82.00
IR70360	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	5674.000	88.33
	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	3753.000	80.33
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	6038.000	88.00
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	3213.500	81.00
	Ali Abad	علی‌آباد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	5891.550	90.00
	Ali Abad	علی‌آباد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	3873.200	81.00
	Ali Abad	علی‌آباد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	6136.063	89.33
	Ali Abad	علی‌آباد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	3346.295	83.67
IR66424	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	5276.000	92.00
	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	3325.000	85.33
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	5106.500	100.33
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	3463.000	86.00
	Ali Abad	علی‌آباد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	5539.000	94.00
	Ali Abad	علی‌آباد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	3678.000	86.33
	Ali Abad	علی‌آباد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	5228.000	103.67
	Ali Abad	علی‌آباد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	3608.480	89.00
LSD						563.251	4.26	

جدول ۳. ادامه

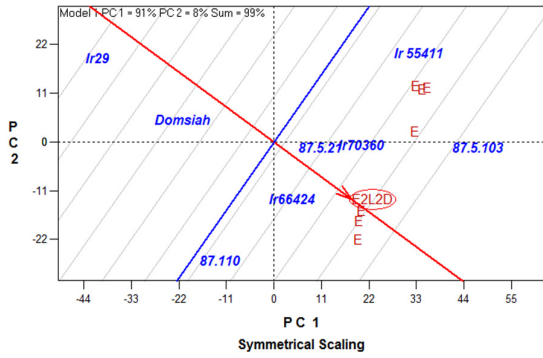
Table 3. Continued

رقم Cultivar	Place	مکان	Year	سال	Planting condition	شرایط کشت	عملکرد دانه Grain yield	روز تا رسیدگی Days to maturity
87.5.103	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	5521.000	88.33
	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	3421.000	83.33
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	5576.000	92.67
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	3206.500	86.00
	Ali Abad	علی آباد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	5677.625	90.00
	Ali Abad	علی آباد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	3637.875	86.33
	Ali Abad	علی آباد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	5747.998	93.33
	Ali Abad	علی آباد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	3418.575	88.67
IR 55411	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	4312.500	61.00
	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	3513.500	56.00
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	4578.500	61.67
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	3365.500	56.00
	Ali Abad	علی آباد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	4875.000	61.00
	Ali Abad	علی آباد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	3570.313	57.33
	Ali Abad	علی آباد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	4683.125	63.33
	Ali Abad	علی آباد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	3486.797	56.00
IR70360	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	4578.500	80.00
	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	2780.500	74.66
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	4511.500	85.00
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	2508.00	73.33
	Ali Abad	علی آباد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	4688.000	82.00
	Ali Abad	علی آباد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	2857.250	82.00
	Ali Abad	علی آباد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	4616.475	84.33
	Ali Abad	علی آباد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	2584.425	75.67
IR66424	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	4148.500	93.00
	Gonbad	گنبد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	2117.000	90.00
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	4169.000	96.33
	Gonbad	گنبد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	2250.000	91.33
	Ali Abad	علی آباد	2014	۱۳۹۳	Flooding	غرقاب	4168.250	95.00
	Ali Abad	علی آباد	2014	۱۳۹۳	Drought	خشکی	2172.250	92.67
	Ali Abad	علی آباد	2015	۱۳۹۴	Flooding	غرقاب	4297.350	96.67
	Ali Abad	علی آباد	2015	۱۳۹۴	Drought	خشکی	2328.750	93.33
<b>LSD</b>							563.251	4.26

لاین‌های ۸۷،۱۱۰ و ۸۷،۵،۱۰۳ از نظر روز تا رسیدگی کمترین مقدار را به خودشان اختصاص دادند

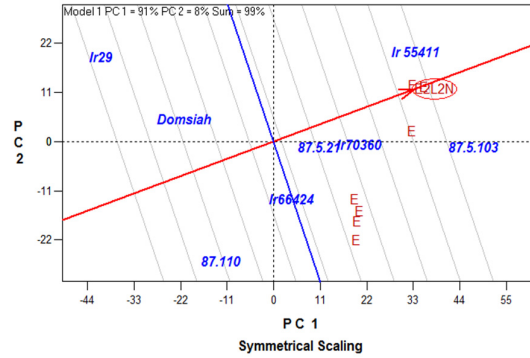
مقایسه لاین‌های ۸۷،۱۱۰ و ۸۷،۵،۱۰۳ از لحاظ روز تا رسیدگی در محیط‌های مختلف در شکل ۶ - الف و ب نشان داده شده است. در شکل‌ها مشاهده می‌شود که به ترتیب از





ح- سال دوم مکان دوم تنش کم آبیاری

H- Second year, Second place under low irrigation condition

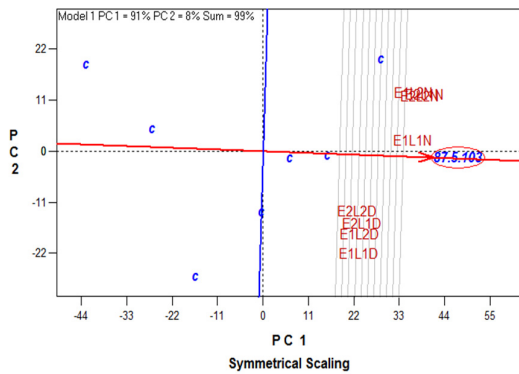


ز- سال دوم مکان دوم شرایط نرمال

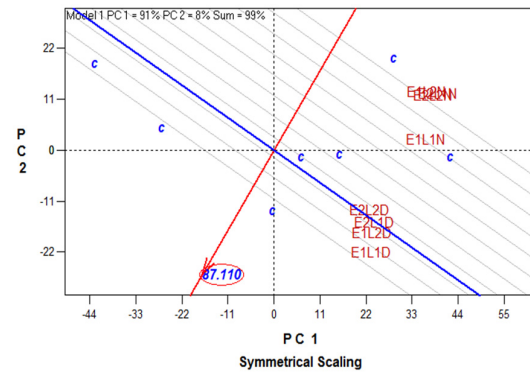
G- Second year, Second place under flooding condition

Fig. 1. Continued

شکل ۱. ادامه



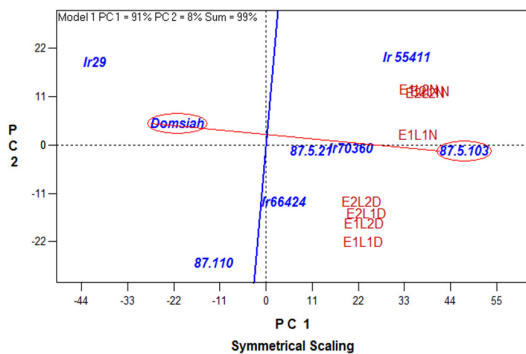
ب- لاین 87.5.103  
B-B. line 87.5.103



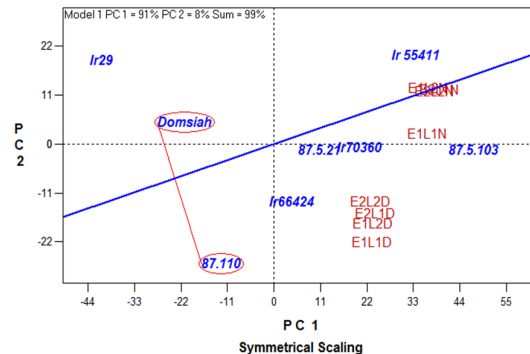
الف- لاین 87.110  
A-B. line 87.5.103

شکل ۲. مقایسه عملکرد دانه لاین‌های 87.5.103 و 87.110 در محیط‌های مختلف نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها.

Fig. 2. Comparison of grain yield of 87.110 and 87.5.103 lines in different environments compared to other genotypes.



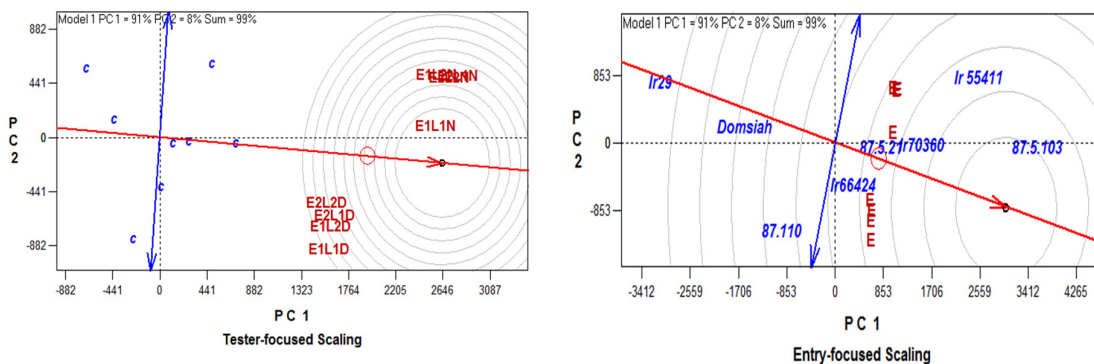
ب- مقایسه لاین 87.5.103 با رقم شاهد دمسیاه  
B-Comparison of line 87.5.103 and Domsiah Check cultivar



الف- مقایسه لاین 87.110 با رقم شاهد دمسیاه  
A-Comparison of line 87.5.103 and Domsiah (Check cultivar)

شکل ۳. مقایسه عملکرد دانه لاین‌های 87.5.103 و 87.110 با شاهد منطقه (دمسیاه) در محیط‌های مختلف.

Fig. 3. Comparison of grain yield of 87.110, 87.5.103 and check cultivar (Domsiah) in different environments. Abbreviation codes are shown in Table 1



(ب) مقایسه کلیه محیط‌ها با محیط ایده‌آل از نظر عملکرد دانه.

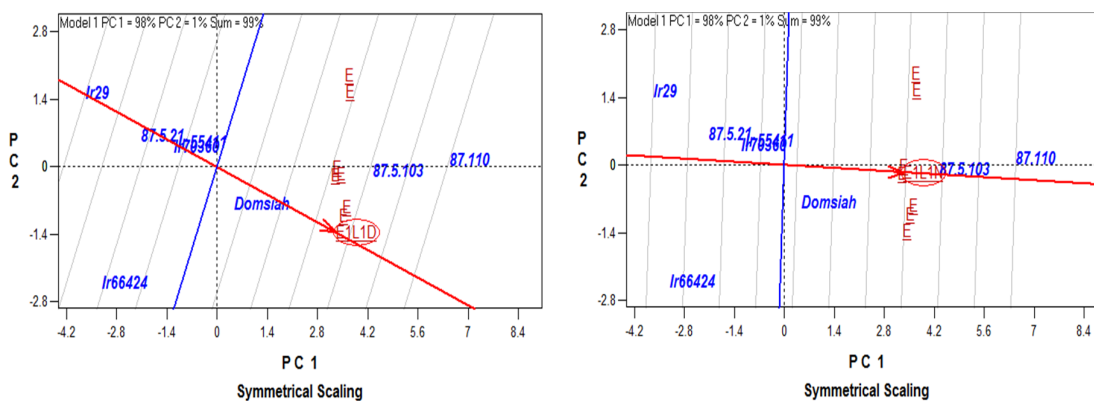
**B-Comparison of all environments and ideal environment in terms of grain yield**

(الف) مقایسه کلیه ارقام با رقم ایده‌آل از نظر عملکرد دانه.

**A-Comparison of all cultivars and ideal cultivar in terms of grain yield**

شکل ۴. مقایسه کلیه ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها با ژنوتیپ و محیط ایده‌آل از نظر عملکرد دانه. کدهای اختصاری در جدول ۱ نشان داده شده است

**Fig. 4. Comparison of all genotypes and environments with ideal genotype and environment in term of grain yield. Abbreviation codes are shown in Table 1**

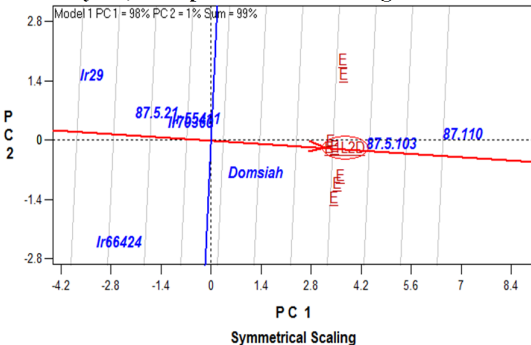


ب- سال اول مکان اول تنش کم‌آبیاری

**B- First year, First place under low irrigation condition**

الف- سال اول مکان اول شرایط نرمال

**A- First year, First place under flooding condition**



د- سال اول مکان دوم تنش کم‌آبیاری

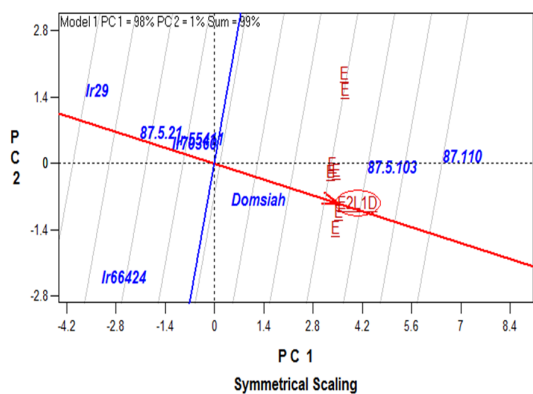
**D- First year, Second place under low irrigation condition**

ج- سال اول مکان دوم شرایط نرمال

**C- First year, Second place under flooding condition**

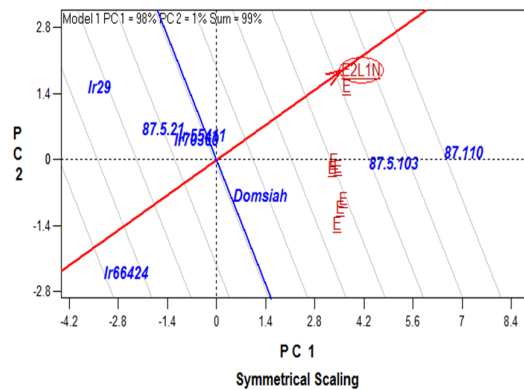
شکل ۵. مقایسه ژنوتیپ‌های مختلف برای روز تا رسیدگی در هر کدام از شرایط محیطی مورد بررسی (شرایط کشت، سال و مکان). کدهای اختصاری در جدول ۱ نشان داده شده است.

**Fig. 5. Comparison of different genotypes for days to maturity in each of the studied environmental conditions (planting conditions, location and year). Abbreviation codes are shown in Table 1.**



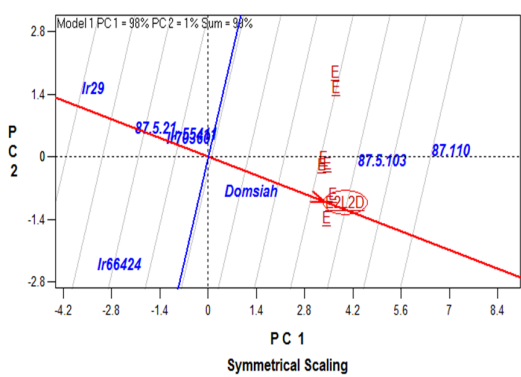
و- سال دوم مکان اول تنش کم آبیاری

**F- Second year, First place under low irrigation condition**



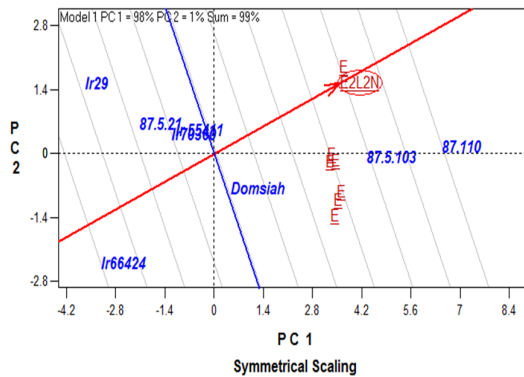
ه- سال دوم مکان اول شرایط نرمال

**E- Second year, First place under flooding condition**



ح- سال دوم مکان دوم تنش کم آبیاری

**H- Second year, Second place under low irrigation condition**

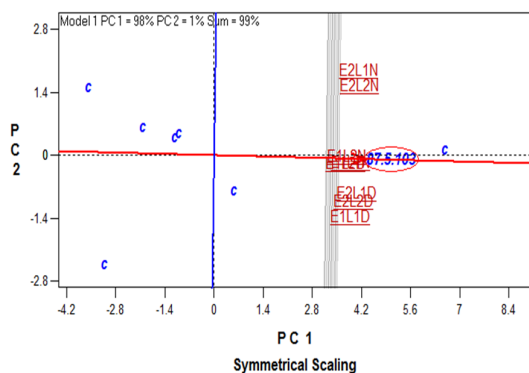


ز- سال دوم مکان دوم شرایط نرمال

**G- Second year, Second place under flooding condition**

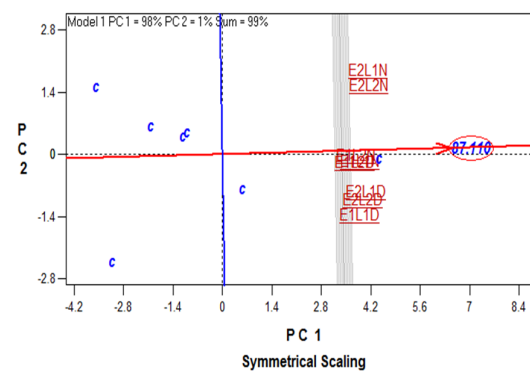
Fig. 5. Continued

شکل ۵. ادامه



ب- مقایسه روز تا رسیدگی لاین 87.5.103 و سایر لاین‌ها

**B- Comparison of days to maturity of 87.5.103 and other studied lines**



الف- مقایسه روز تا رسیدگی لاین 87.110 و سایر لاین‌ها

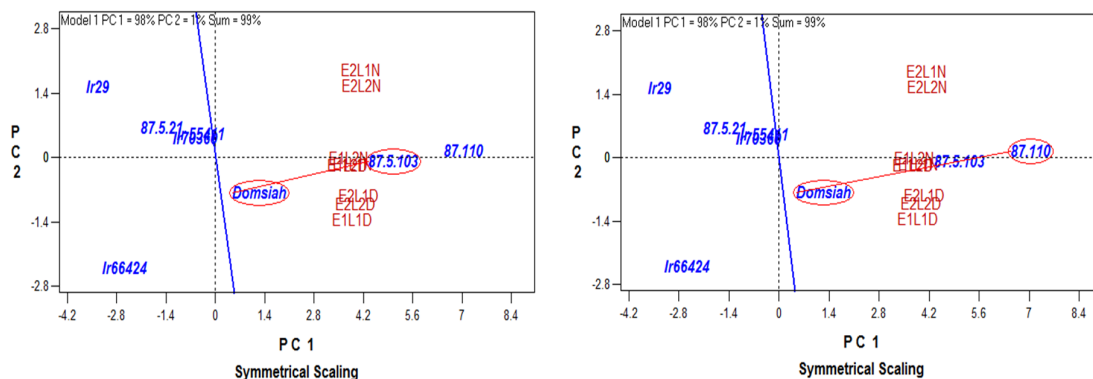
**A- Comparison of days to maturity of 87.110 and other studied lines**

شکل ۶. مقایسه روز تا رسیدگی لاین‌های 87.5.103 و 87.110 در محیط‌های مختلف. کدهای اختصاری در جدول ۱ نشان داده شده است

Fig 6. Comparison of days to maturity of 87.110 and 87.5.103 lines in different environments. Abbreviation codes are shown in Table 1.

رسیدگی نسبت به دمسیاه دارد و در رتبه بعدی لاین 87.5.103 نسبت به دمسیاه قرار داشت.

در شکل ۷ - الف و ب مقایسه لاین‌های 87.110 و 87.5.103 از لحاظ روز تا رسیدگی با شاهد منطقه (دمسیاه) را نشان می‌دهد لاین 87.110 کمترین مقدار را از نظر روز تا



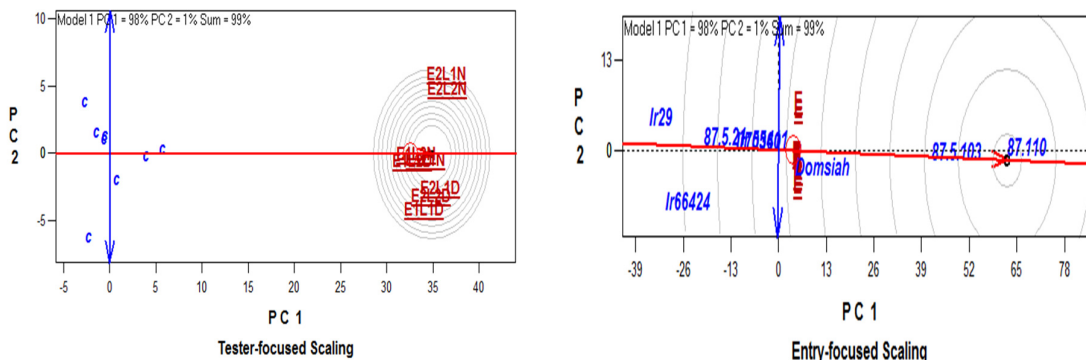
ب- مقایسه روز تا رسیدگی لاین 87.5.103 و رقم شاهد دمسیاه  
**B- Comparison of days to maturity of 87.5.103 and check cultivar (Domsiah)**

الف- مقایسه روز تا رسیدگی لاین 87.110 و رقم شاهد دمسیاه  
**A- Comparison of days to maturity of 87.110 and check cultivar (Domsiah)**

شکل ۷. مقایسه لاین‌ها با شاهد منطقه از نظر تعداد روز تا رسیدگی. کدهای اختصاری در جدول ۱ نشان داده شده است.  
**Fig. 7. Comparison of lines with the check cultivar in terms of days to maturity. Abbreviation codes are shown in Table 1**

لاین ۸۷،۵،۱۰۳ در تبه بعدی قرار گرفت. در شکل ۸ ب مقایسه کلیه محیط‌ها با محیط ایده‌آل را نشان می‌دهد بهترین محیط از لحاظ صفت روز تا رسیدگی (محیط E1L2N) غرقاب گنبد در سال اول) در بین کلیه محیط‌ها بودند.

مقایسه کلیه ژنوتیپ‌ها با ژنوتیپ ایده‌آل فرضی بر اساس روز تا رسیدگی نشان داده شده است (شکل ۸ الف) لاین ۸۷،۱۱۰ نزدیک‌ترین ژنوتیپ به ژنوتیپ ایده‌آل فرضی که با یک دایره و پیکان نشان داده شده است قابل‌رؤیت است و



ب- مقایسه کلیه محیط‌ها با محیط ایده‌آل از نظر روز تا رسیدگی  
**B- Comparison of all environment and ideal environment in terms of days to maturity**

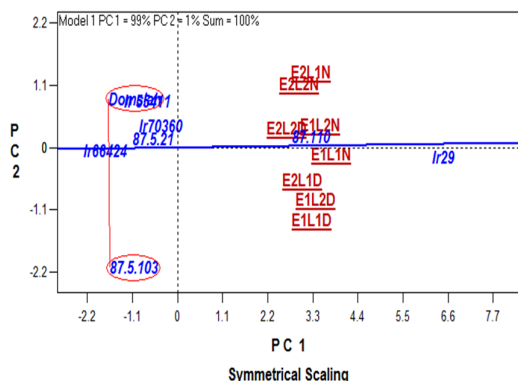
الف- مقایسه همه ژنوتیپ‌ها با ژنوتیپ ایده‌آل از نظر روز تا رسیدگی  
**A- Comparison of all genotype and ideal genotype in terms of days to maturity**

شکل ۸. مقایسه کلیه ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها با ژنوتیپ و محیط ایده‌آل از نظر روز تا رسیدگی. کدهای اختصاری در جدول ۱ نشان داده شده است

**Fig. 8. Comparison of all genotypes and environments with ideal genotype and environment in term of days of maturity. Abbreviation codes are shown in Table 1**

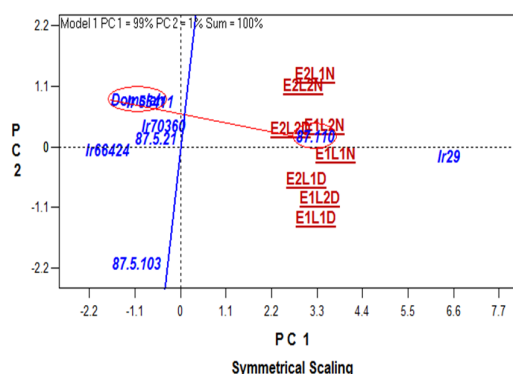


تغییرات و میانگین مربعات درون مکانی، لاین‌های پایدار را معرفی کردند (Nahvi et al., 2000; Allahgholipour et al., 2006; Rahim Soroush et al., 2007). مقایسه ارتفاع بوته لاین‌های ۸۷,۵,۱۰۳ و ۸۷,۱۱۰ در همان‌طور که ملاحظه می‌شود در شکل ۹ نشان داده شده است. همان‌طور که مذکور ارتفاع کمتری نسبت به رقم دمسیاه داشتند.



الف - مقایسه ارتفاع بوته لاین 87.110 با رقم متداول دمسیاه  
**B- Comparison of plant height of line 87.5.103 and Domsiah (check cultivar)**

مصطفوی و همکاران (Mostafavi et al., 2011) در پژوهشی با استفاده از روش GGE بای پلات سه محیط بزرگ واقعی را برای انتخاب یک ژنوتیپ پر محصول و پایدار برنج شناسایی و ژنوتیپ شماره ۱۲ را به‌عنوان ژنوتیپ ایده‌آل معرفی کردند. نتایج شباهت زیادی بین ژنوتیپ‌های موجود در هر بخش نشان داد (Mostafavi et al., 2014). محققان دیگری بر اساس روش لین و بینز و با در نظر گرفتن ضریب



ب - مقایسه ارتفاع بوته لاین 87.5.103 با رقم متداول دمسیاه  
**A- Comparison of plant height of line 87.110 and Domsiah (check cultivar)**

شکل ۹. مقایسه ارتفاع بوته لاین‌های 87.110 و 87.5.103 با رقم شاهد دمسیاه در محیط‌های مختلف. کدهای اختصاری در جدول ۱ نشان داده شده است.

**Fig. 9. Comparison of plant height with lines 87.110 and 87.5.103 and Domsiah (check cultivar). Abbreviation codes are shown in Table 1.**

عملکرد شناخته شد (شکل ۴ ب). از نظر روز تا رسیدگی به ترتیب لاین‌های ۸۷,۱۱۰ و ۸۷,۵,۱۰۳ کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. همچنین بر اساس شکل ۸ (الف ب) لاین ۸۷,۵,۱۰۳ در بین کلیه ارقام و محیط غرقاب گنبد در سال اول بهترین محیط در بین کلیه محیط‌ها از نظر روز تا رسیدگی بودند.

### نتیجه‌گیری نهایی

بر اساس نتایج شکل ۱ (الف تا ح) لاین ۸۷,۵,۱۰۳ در کلیه محیط‌های مربوط به شهرستان علی‌آباد بالاترین عملکرد را به خود اختصاص داد. همچنین بر اساس شکل ۴ الف لاین ۸۷,۵,۱۰۳ بهترین رقم در بین کلیه ارقام بود و محیط غرقاب علی‌آباد در سال اول بهترین محیط در بین محیط‌ها از نظر

### منابع

Allahgholipour, M., 2017. Analysis of grain yield stability of new rice (*Oryza sativa* L.) genotypes originated from Iranian local cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences. 18, 288-301. [In Persian with English Summary].  
 Allahgholipour, M., Mohammadsalehi, M., Joharali, A., Nahvi, M., Padasht, F., 2006. Study on interaction between genotype × environment and stability of grain yield in

promising rice lines. Agriculture Science. 2, 227-233. [In Persian with English Summary].  
 Bao, J., 2018. Rice: chemistry and technology. Elsevier.  
 Dadras, A.R., Samizadeh, H., Sabouri, H., 2017. Evaluation of soybean varieties and advanced lines yield under drought stress conditions using GGE Biplot analysis. Journal of Crop

- Breeding. 9, 18-26. [In Persian with English Summary].
- Danesh Gilevaei, M., Samizadeh, H., Rabiei, B., 2018. Evaluation of Path Analysis for Yield and Yield Components in Rice (*Oryza Sativa* L.) Under Normal and Drought Stress Conditions. Journal of Crop Breeding. 9, 30-39. [In Persian with English Summary].
- 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, 55-75. [In Persian with English Summary].
- Katouzi, M., Navabpur, S., Sabouri, H., Ebadi, A.A., 2021. Variation caused mutation and identification of new drought tolerant genotypes by crossing landrace and mutant Tarom in Rice. Environmental Stresses in Crop Sciences. 14, 279-291. [In Persian with English Summary].
- Luo, J., Pan, Y.B., Que, Y., Zhang, H., Grisham, M. P., Xu, L., 2015. Biplot evaluation of test environments and identification of mega-environment for sugarcane cultivars in China. Scientific Reports. 5, 1-11.
- Ma, B.L., Yan, W., Dwyer, L.M., Fregeau-Reid, J., Voldeng, H.D., Dion, Y., Nass, H., 2004. Graphic analysis of genotype, environment. Nitrogen fertilizer and their interaction on spring wheat yield. Agronomy Journal. 96, 169-180.
- Montgomery, D.C., 2001. Design and Analysis of Experiments. John Wiley Press., New York
- Mostafavi, K., Hosseini Imani, S.S., Firoozi, M., 2014. Stability analysis of grain yield in lines and cultivars of rice (*Oryza sativa* L.) using AMMI (additive main effect and multiplicative interaction) method. Iranian Journal of Field Crop Sciences. 45, 445-452. [In Persian with English Summary].
- Mostafavi, K., Hosseini Imani, S.S., Zare, M., 2011. Stability analysis of rice genotype based GGE biplot method in north of Iran. Journal of Applied Sciences Research. 7, 1690-1694.
- Nahvi, M., Allahgholipour, M., Mohammadsalehi, M., 2000. Study of adaptability and stability in rice in different regions of Guilan. Plant Seed Journal. 1, 1-13. [In Persian with English Summary].
- Noryan, M., Hervan, I.M., Sabouri, H., Kojouri, F.D., Mastinu, A. 2021. Drought Resistance Loci in Recombinant Lines of Iranian *Oryza sativa* L. in Germination Stage. BioTech 2021, 10, 26. <https://doi.org/10.3390/biotech10040026>
- Rahim Soroush, H., Rabiee, B., Nahvi, M., Ghodsi, M., 2007. Study of some morphological, qualitative traits and yield stability of rice genotypes. Pajouhesh & Sazandegi, 75, 25-32. [In Persian with English Summary].
- Ray, D., 2000. Plant breeding analysis and exploitation of variation. Alpha Science International Ltd. U. K. 798.p.
- Sabouri, A., Dadras, A.R., Azari, M. Saberi Kouchesfahani, A. Taslimi, M., and Jalalifar, R., 2022. Screening of rice drought-tolerant lines by introducing a new composite selection index and competitive with multivariate methods. Scientific Report 12, 2163. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06123-9>
- Sabouri, H., Kazerani, B., Fallahi, H. A., Dehghan, M. A., Alegh, S. M., Dadras, A. R., Mahnaz Katouzi, M., Andrea Mastinu, A., 2022. Association analysis of yellow rust, fusarium head blight, tan spot, powdery mildew, and brown rust horizontal resistance genes in wheat. Physiological and Molecular Plant Pathology, 118: 101808. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2022.101808>.
- Shirmohammadli, S., Sabouri, H., Ahangar, L., Ebadi, A. A., Sajjadi, S. J. 2018. Genetic Diversity and Association Analysis of Rice Genotypes for Grain Physical Quality Using iPBS, IRAP, and ISSR Markers. Journal of Genetic Resources, 4(2): 122-129. doi: 10.22080/jgr.2019.15415.1115
- Tabkhkar, N., Rabiei, B., Samizadeh Lahiji, H., Hosseini Chaleshtori, M., 2017. Assessment of Rice Genotypes Response to Drought Stress at the early Reproductive Stage Using Stress Tolerance Indices. Journal of Crop Production and Processing. 7, 83-106. [In Persian with English Summary].
- Tarang, A., Hossieni Chaleshtory, M., Tolghilani, A., Esfhani, M., 2013. Genetic relations of some of rice agronomic traits with grain yield using multivariate statistical methods. Iranian Journal of Crop Sciences. 15, 24-34. [In Persian with English Summary].
- Tonk, F.A., Ilker, E., Tosun, M., 2011. Evaluation of genotype × environment interactions in maize hybrids using GGE biplot

- analysis. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 11, 1-9.
- Trachsel, M., Grosjean, M., Schnyder, D., Kamenik, B., Rein, B., 2010. Scanning reflectance spectroscopy (380-730 nm): a novel method for quantitative high-resolution climaterestorations from minerogenic lake sediments. *Journal Paleolimnol.* 44, 979-994.
- Yan, W., Hunt, L.A., Sheng, Q., Szlavnic, Z., 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Science*. 40, 597-605.
- Yan, W., Kang, M.S., Ma, B., Woods, S., Cornelius, P. L., 2007. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype- by- environment data. *Crop Science*, 47, 643-655.
- Yan, W., Tinker, N.A., 2005. An integrated system of bi-plot analysis for displaying, interpreting and exploring genotype by-environment interactions. *Crop Science*. 45, 1004-1016.
- Zerihun, J., 2011. GGE-biplot analysis of multi-environment yield trials of barley (*Hordeium vulgare* L.) genotypes in Southeastern Ethiopia highlands. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*. 5, 59-75.