Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 15, No 47, Autumn 2023 p: 76-90

"Research Paper"

# Evaluation of some Varieties and Mutant Lines of Rice in Response to Thermal Conditions in the Double Cropping System

**Ammar Afkhami Ghadi[1], Arastoo Abbasian[2], Seyyed Jaber Hosseini[3] and Shahryar Kazemi[4]**

1- Ph.D. Graduated, Department of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran & Researcher in Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan (GABIT), Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mazandaran, Iran
2- Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mazandaran, Iran, Mazandaran, Iran, (Corresponding author: a.abbasian@sanru.ac.ir)
3- Department of Agronomy, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
4- Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran
Received: 18 December, 2022 Accepted: 20 February, 2023

## Extended Abstract

**Introduction and Objective:** During the recent years, rice has again received a lot of attention from farmers in the north of the country by improving the self-reliance coefficient of the product and productivity. On the other hand, temperature drop at the time of flowering and grain filling, despite the quality improvement, leads to a sharp decrease in the yield of the rice in double cropping stage. Therefore, identification of suitable cultivars in terms of precociousness and tolerance to cold, which will result in acceptable grain yield, is one of the priorities of rice cultivation.

**Materials and Methods:** In this research, evaluation of cold tolerance for 24 rice genotypes including five EMS mutant lines, two gamma ray mutant varieties from the Tarom-mahalli cultivar, five foreign lines, three improved cultivars and nine landrace cultivars in the research farm of the Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University was carried out in the form of a randomized complete block design in three replications under replanting conditions. At the end of the growing season, various traits such as the number of days to full heading stage, the number of days to maturity, the height of the plant, the number of panicles per plant, the length of the panicle, the number of seeds per panicle, the number of unfilled grains per panicle, the number of fertile grains per panicle, length of grain, 1000-grain weight, panicle harvest index, panicle fertility percentage, grain density and paddy yield were measured. Cluster analysis and principal component analysis were used to categorize genotypes.

**Result:** Out of 24 rice genotypes cultivated under cold conditions at the end of the season, only 14 genotypes reached the heading stage. The results of analysis of variance showed that there is a significant difference between the genotypes in all studied traits. The mean comparison results showed that Zarak and Kohsar cultivars and L181, L183, L184 and L185 mutants were among the low-duration genotypes. The highest and lowest number of grains in the panicle was related to D100 and Binam genotypes with 147.47 and 50.67, respectively. The mean comparison results showed that the highest grain yield of L183 genotype was 339 $g.m^{-2}$, which was 79% higher than the Binam (control cultivar). The dendrogram obtained from the cluster analysis showed that all the studied genotypes were segregated into four separate groups that the second and fourth group had the highest amount of yield. The results of principal components analysis showed that the number of four components had an eigenvalue higher than one and they accounted for 86.36% of the total variance. In the first component, the number of days to full heading stage (0.73), the number of days to maturity (0.71), plant height (0.74), panicle length (0.79), the number of grains per panicle (0.70), 1000-grain weight (-0.68), panicle harvest index (-0.73), and panicle fertility (-0.76) had the highest factor loading.

**Conclusion:** By evaluating the agronomical characteristics and grain yield, the mutant line (L183) was selected and introduced as the best line both in terms of maturity period and agronomical characteristics.

**Keywords:** Flowering, Physical and chemical mutation, Rice yield, Temperature drop

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

"مقاله پژوهشی"

# ارزیابی برخی از ارقام و لاین‌های جهش‌یافته برنج در واکنش به شرایط حرارتی در کشت دوم

**عمار افخمی قادی[۱]، ارسطو عباسیان[۲]، سید جابر حسینی[۳] و شهریار کاظمی[۴]**

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران و محقق پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران

۲- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران، (نویسنده مسوول: a.abbasian@sanru.ac.ir)

۳- گروه زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۴- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱

صفحه: ۷۶ تا ۹۰

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** طی سال‌های اخیر کشت مجدد برنج با ارتقاء ضریب خوداتکایی محصول و بهره‌وری، بسیار مورد توجه کشاورزان شمالی کشور قرار گرفته است. از طرفی افت دما در زمان گلدهی و پرشدن دانه علی‌رغم بهبود کیفیت، منجر به کاهش شدید عملکرد کشت دوم برنج می‌شود. بنابراین شناسایی ارقام مناسب از جهت زودرس‌بودن و تحمل به سرما که منجر به دسترسی به عملکرد قابل قبول دانه شود از اولویت‌های کشت و کار در کشت مجدد برنج می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش، ارزیابی تحمل به سرما برای ۲۴ ژنوتیپ برنج شامل پنج لاین جهش‌یافته با EMS، دو رقم جهش‌یافته با اشعه گاما از رقم طارم محلی، پنج لاین خارجی، سه رقم اصلاح‌شده و نه رقم محلی در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شرایط کشت مجدد در سال زراعی ۱۴۰۱ انجام شد. در پایان فصل رشد صفات مختلفی نظیر تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع گیاه، تعداد خوشه در بوته، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه پوک در خوشه، تعداد دانه بارور در خوشه، طول دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت خوشه، درصد باروری خوشه، تراکم دانه و عملکرد شلتوک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از روش تجزیه کلاستر و تجزیه به مؤلفه اصلی استفاده شد.

**یافته‌ها:** از ۲۴ ژنوتیپ برنج کشت‌شده در شرایط سرمای آخر فصل، تنها ۱۴ ژنوتیپ به مرحله خوشه‌دهی رسیدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها در کلیه صفات مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ارقام زرک و کوهسار و موتانت‌های L181، L183، L184 و L185 جزء زودرس‌ترین ژنوتیپ‌ها بود. بیشترین و کمترین میزان تعداد دانه در خوشه به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های D 100 و بینام به میزان ۱۴۷/۴۷ و ۵۰/۶۷ بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ L183 به میزان ۳۳۹ گرم بر متر مربع بود که در مقایسه با رقم شاهد بینام ۷۹ درصد بیشتر بود. دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر نشان داد که کلیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در چهار گروه مجزا از هم تفکیک شدند که گروه دو و گروه چهارم دارای بیشترین مقدار عملکرد بودند. نتایج تجزیه مولفه‌های اصلی نشان داد که تعداد چهار مولفه دارای مقدار ویژه بالاتر از یک بودند و در مجموع ۸۶/۳۶ درصد از واریانس کل را به خود اختصاص دادند. در مولفه اول صفات تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی (۰/۷۳)، تعداد روز تا رسیدگی (۰/۷۱)، ارتفاع گیاه (۰/۷۴)، طول خوشه (۰/۷۹)، تعداد دانه پوک در خوشه (۰/۷۰)، وزن هزار دانه (۰/۶۸-)، شاخص برداشت خوشه (۰/۷۳-) و باروری خوشه (۰/۷۶-) بیشترین میزان بار عامل را دارا بودند.

**نتیجه‌گیری:** با ارزیابی خصوصیات زراعی و عملکرد در نهایت لاین موتانت L183 به‌عنوان برترین لاین هم از نظر دوره رسیدگی و خصوصیات زراعی و هم از نظر عملکرد شلتوک گزینش و معرفی می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** افت دما، عملکرد شلتوک، گلدهی، موتاسیون فیزیکی و شیمیایی

## مقدمه

جمعیت دنیا تا سال ۲۰۵۰ میلادی با افزایش ۳۴ درصدی، حدود ۹ میلیارد نفر خواهد رسید و با توجه به افزایش رشد جمعیت و شهرنشینی، به تولید بیشتر غذا نیاز است (Afkhami Ghadi *et al*., 2021; Gauchan *et al*., 2022). برنج محصولی استراژیک در قاره آسیا و کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود. تقریباً ۹۰ درصد تولید و مصرف این محصول در آسیا انجام می‌شود (Afkhami Ghadi *et al*., 2021). رشد پایدار در بخش کشاورزی، عاملی حیاتی برای تغذیه جهان در دهه‌های آتی است، این چالش در کشور قابل تأمل است (Alasti *et al*., 2022)، زیرا سهم ایران از نظر سطح زیر کشت برنج در جهان، حدود ۰/۵۲ درصد یعنی حدود ۸۵۴۸۷۴ هکتار با متوسط عملکرد ۵۳۳۴ کیلوگرم در هکتار در سال ۲۰۲۰ می‌باشد (Afkhami Ghadi *et al*., 2021) در حالی‌که، میزان جمعیت ایران نسبت به جمعیت جهان حدود ۱/۰۶ درصد می‌باشد. از طرفی، محدودیت سطح زیر کشت و تغییر کاربری اراضی در کشور، به‌ویژه در شالیزارهای استان‌های شمالی کشور (گیلان و مازندران) یعنی مرکز اصلی تولید برنج کاملاً مشهود و عینی است. با بررسی آمارنامه‌های کشاورزی از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶، حدود ۲۳۱۱ هکتار اراضی با تغییر کاربری غیر مجاز در این دو استان شناسایی شده‌اند که البته سطح عمده‌ای از شالیزارها نیز به باغ تبدیل شده‌اند. با توجه به کاهش اراضی شالیزاری قابل کشت و تبدیل اراضی به زمین‌های غیر قابل بهره‌برداری کشاورزی، امکان افزایش سطح زیر کشت وجود ندارد بنابراین با افزایش عملکرد در واحد سطح، می‌توان کمبود تولیدات را جبران نمود (He *et al*., 2021). در این راستا یکی از راهکارهای مؤثر جهت افزایش محصول، استفاده از کشت مجدد برنج می‌باشد (He *et al*., 2021; Mandal *et al*., 2008). طی سال‌های اخیر کشت مجدد (دوبار در سال) برنج در اراضی شالیزاری به ویژه در مازندران بسیار مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است، به‌طوری‌که پس از برداشت محصول اصلی برنج و در طی فصل تابستان امکان کشت مجدد در بعضی از سال‌ها و شرایط آب و هوایی مناسب وجود دارد تا جایی که سطح زیر کشت مجدد برنج در مازندران بیش از ۹۲

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]

هزار هکتار در سال ۲۰۱۳ (Nouri *et al*., 2013) و ۶۰ هزار هکتار در سال ۲۰۲۰ گزارش شده است (Agricultural jihad statistics, 2021). کشاورزان برخی مناطق استان مازندران بدلیل عدم وجود محصول جایگزین قابل رقابت با برنج از نظر اقتصادی و عدم امکان کشت محصول دیگر به سبب آب گرفتگی مزارع در پاییز و زمستان، به کشت مجدد برنج پس از برداشت محصول اول ترغیب شده‌اند (Taheri-Otaqsara *et al*., 2020). از طرفی پایین بودن دمای محیط به ویژه در شب در مرحله زایشی در زمان پرشدن دانه و رسیدن برنج در کشت مجدد، باعث افزایش عطر و بهبود طعم، کیفیت و نهایتاً قیمت برنج می‌شود (Fallah *et al*., 2015 Hu *et al*., 2020; Okpala *et al*., 2020). از جنبه دیگر، این عامل مزیت در افزایش کیفیت، از چالش‌های مشکل‌ساز در پر شدن دانه و کاهش عملکرد کشت دوم ارقام برنج، می‌باشد به‌طوری‌که علی‌رغم محدودیت انتخاب نوع رقم، در بعضی از سال‌ها، تلقیح دانه‌ها صورت نگرفته و کشاورزان تقریباً هیچ محصولی برداشت نمی‌کنند (Xie *et al*., 2022; Akhil *et al*., 2008 ). دمای پایین‌تر از دمای بهینه برای رشد برنج در بسیاری از مناطق کشت، در مراحل مختلف رویشی گیاه رخ می‌دهد که در کشت مجدد این تنش در انتهای فصل در زمان گلدهی و دانه‌بندی گیاه حادث می‌گردد. در برنامه اصلاح برنج، ارزیابی تحمل به سرما هم در مراحل گیاهچه‌ای (جهت کشت اول) و هم زایشی (جهت کشت دوم) اهمیت فراوان دارد (Bosetti *et al*., 2012; Jiang *et al*., 2020). لذا ارزیابی ارقام مناسب برای کشت دوم برنج از حیث زودرس‌بودن و تحمل به سرما که منتج به عملکرد قابل قبول دانه شود از اولویت‌های کشت و کار در کشت مجدد برنج می‌باشد. سان و هانگ (Sun and Huang, 2011) بیان کردند که کشت مجدد برنج در مناطق برنج‌خیز به دلیل افزایش تدریجی دمای کره زمین قابل انجام و سودمند خواهد بود . طبق بررسی‌های صورت گرفته تاکنون، ارقام متداول برای کشت مجدد محدود به رقم بینام بوده که متوسطرس و کیفیت مطلوب دارد ولی با این حال معمولاً به سرمای آخر فصل در مهر و آبان مواجه شده که رقمی با ریسک بالا بوده و در برخی سال‌ها، عملکرد بسیار پایینی حاصل می‌شود. رقم بومی بینام در کشت اول دارای متوسط عملکرد شلتوک ۴/۵ تن در هکتار بوده ولی در کشت دوم عملکرد شلتوک آن به ۳/۵–۲/۵ تن در هکتار یعنی ۲۲ تا ۴۴ درصد در سطح مزرعه کشاورز کاهش می‌یابد (Fallah *et al*., 2020). انصاری و همکاران (Ansari *et al*., 2015) در ارزیابی پتانسیل گرمایش جهانی برنج در الگوهای کشت اول و دوم بیان داشتند که عملکرد شلتوک کشت دوم، ۴۰ درصد کمتر از کشت اول می‌باشد. لذا ارقامی که تحمل به سرمای بالاتری داشته و طول دوره رشد کوتاه‌تری دارند مناسب برای کشت دوم می‌باشند. همچنین برنج رقم کوهسار نیز که برای همین هدف معرفی شد از حیث زودرس‌بودن مطلوب (دوره رسیدگی ۱۰۵ روز) اما از نظر کیفیت دانه مناسب ذائقه ایرانی نمی‌باشد (Alinia *et al*., 2014). بررسی زمان مناسب نشاکاری و میزان مصرف کود نیتروژن در کشت مجدد برنج رقم کوهسار در مازندران نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه در تاریخ کشت ۱۸ مرداد در مقایسه با دو تاریخ کاشت دیرتر، حاصل شد (Akbari and Moumeni, 2015). در حال حاضر عملکرد محصول کشت مجدد نسبت به کشت اصلی بدلیل کاهش در پرشدن دانه و ورس گیاه کمتر می‌باشد (Fu *et al*., 2021; Laborte *et al*., 2012; Zhong *et al*., 2006; Zhou *et al*., 2022.). در سال‌های اخیر نیز دو رقم طلوع و هلال با دوره رشدی کمتر از ۱۱۰ روز (از زمان بذرپاشی تا رسیدگی) بعنوان ارقام زودرس در کشت دوم معرفی شدند (Moumeni and Amogholi-Tabari, 2019). بنابراین شناسایی ارقام مطلوب هم از نظر حصول عملکرد و هم از نظر خصوصیات دانه در کشت مجدد برنج، یکی از رویکردهای مناسب برای افزایش خوداتکایی در تأمین غذای کشور و بهره‌وری کشاورزی، اشتغال روستایی و ارتقاء درآمد کشاورزان می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (طول جغرافیایی: "۴۱٫۳۶°۳۹٫ ۳۶ ، عرض جغرافیایی: "۳۶٫۰۴°۵۳ و ارتفاع از سطح دریا: ۱۰– متر) در سال زراعی ۲۰۲۲ انجام شد. متوسط دمای ماهانه مربوط به زمان کشت و کار ژنوتیپ‌ها در شهرستان ساری و استان مازندران در شکل ۱ آورده شده است. در این آزمایش تعداد ۲۴ ژنوتیپ برنج مورد استفاده قرار گرفت که شامل پنج لاین جهش‌یافته با ماده جهش‌زای اتیل‌متان‌سولفانات[1](EMS) بر رقم طارم محلی ، دو رقم جهش‌یافته القایی با اشعه گاما از منبع کبالت ۶۰ از رقم طارم محلی، پنج لاین خارجی، سه رقم اصلاح‌شده و نه رقم محلی بود (جدول ۱). همچنین دو لاین خارجی (CAU1 و D100) از پروژه‌ی GSR[2] از مرکز بین‌المللی تحقیقات برنج در فیلیپین[3](IRRI) اخذ شد. رقم بینام یک رقم محلی و معروف می‌باشد که کشت آن در ابتدا و انتهای فصل رواج دارد و به همین منظور به عنوان رقم شاهد در آزمایش حاضر در نظر گرفته شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. خزانه‌گیری در اول مرداد ماه انجام و گیاهچه‌ها در مرحله ۴ تا ۵ برگی یعنی دو هفته بعد از بذرپاشی نشاکاری شدند. پس از شخم مجدد و آماده‌سازی زمین ژنوتیپ‌های مورد نظر در کرت‌هایی به ابعاد ۲ × ۳ مترمربع در تاریخ ۱۵ مرداد ماه کشت گردید. فاصله بین بوته‌های برنج در ردیف و همچنین با ردیف‌های مجاور ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. میزان مصرف کود مورد نیاز و همچنین مراقبت‌های زراعی و مبارزه با آفات و بیماری‌ها مطابق با عرف منطقه انجام شد. در پایان فصل رشد صفات مختلفی نظیر تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع گیاه، تعداد خوشه در بوته، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه پوک در خوشه، تعداد دانه بارور در خوشه، طول دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت خوشه، درصد باروری خوشه، تراکم دانه و عملکرد شلتوک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

### تجزیه و تحلیل آماری

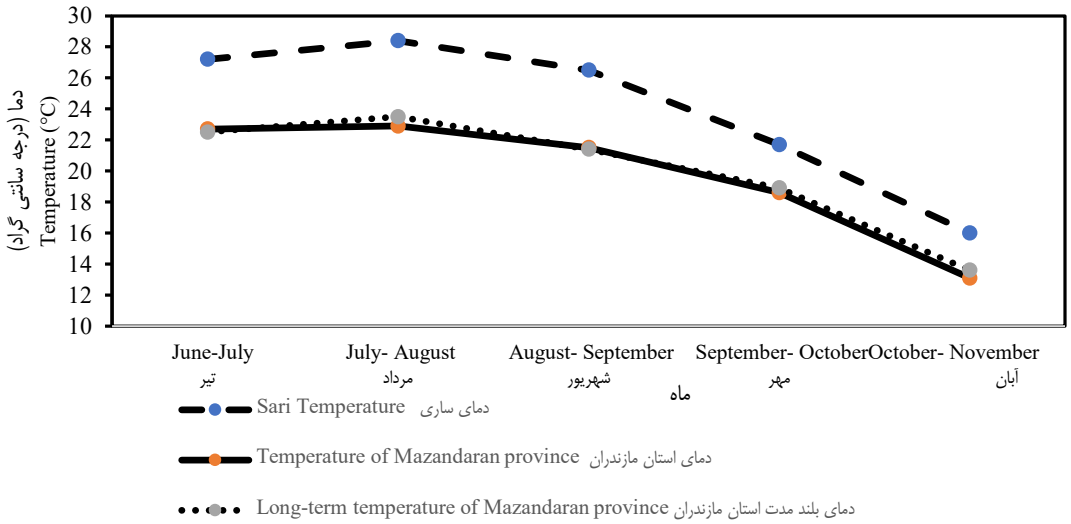
داده‌های حاصل از آزمایش توسط نرم‌افزار SAS9.1 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. همچنین جهت مقایسه میانگین بین تیمارهای آزمایشی از روش حداقل تفاوت

1- Ethyl methane sulfonate 2- Green super rice project 3- Nternational Rice Research Institute

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]

معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از تجزیه کلاستر مبتنی بر روش UMGMA و ماتریس فاصله اقلیدسی و برای کاهش داده‌های حاصل از آزمایش از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده گردید. جهت انجام تجزیه کلاستر و رسم دندروگرام و همچنین تجزیه به مولفه‌های اصلی و رسم بای‌پلات از نرم‌افزار XLSTAT استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از کلاستر از طرح کاملاً تصادفی نامتعادل استفاده شد، به طوری که گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر به عنوان تیمار و تعداد ژنوتیپ‌های موجود در هر خوشه به عنوان تکرار در نظر گرفته شد.




شکل ۱- متوسط دمای ماهانه شهرستان ساری و استان مازندران و دمای بلندمدت استان

Figure 1. Average monthly temperature of Sari city and Mazandaran province and long-term temperature of the province

جدول ۱- لیست ارقام و لاین‌های برنج مورد مطالعه به همراه مبدأ و شجره آن‌ها

Table 1. The list of studied varieties and lines of rice along with their origin and pedigree

| ردیف No. | نام ژنوتیپ Genotype name | مبدأ Origin | شجره Pedigree | ردیف No. | نام ژنوتیپ Genotype name | مبدأ Origin | شجره Pedigree |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | سرد بینام Sardbinam | ایران Iran | رقم بومی Landraice | 13 | زرک Zarak | ایران Iran | رقم بومی Landraice |
| 2 | کوهسار Kohsar | IRRI | HSC55 | 14 | نماریوران Nemarivaran | ایران Iran | رقم بومی Landraice |
| 3 | جهش Jahesh | ایران Iran | موتاسیون القایی طارم محلی Induced mutation of the local tarem | 15 | KH23 | | |
| 4 | پرتو Partov | ایران Iran | موتاسیون القایی طارم محلی Induced mutation of the local tarem | 16 | کلاچای زودرس Kelachaye zodras | ایران Iran | رقم بومی Landraice |
| 5 | طارم رشتی Tarom rashti | ایران Iran | رقم بومی Landraice | 7 | شاهک Shahak | ایران Iran | رقم بومی Landraice |
| 6 | سنگ طارم Sang tarom | ایران Iran | رقم بومی Landraice | 18 | GSR از CAU1 | چین China | - |
| 7 | شصتک Shastak | ایران Iran | رقم بومی Landraice | 19 | $M_8$-L181 | ایران Iran | موتاسیون القایی طارم محلی Induced mutation of the local tarem |
| 8 | میلاد Milad | ایران Iran | – | 20 | $M_8$-L183 | ایران Iran | موتاسیون القایی طارم محلی Induced mutation of the local tarem |
| 9 | قائم Ghaem | ایران Iran | سپیدرود /سنگ‌جو Sepidrood/Sang jo | 21 | $M_8$-L184 | ایران Iran | موتاسیون القایی طارم محلی Induced mutation of the local tarem |
| 10 | D100 از GSR | چین China | - | 22 | $M_8$-L185 | ایران Iran | موتاسیون القایی طارم محلی Induced mutation of the local tarem |
| 11 | Mari305 | - | - | 23 | $M_8$-L436 | ایران Iran | موتاسیون القایی طارم محلی Induced mutation of the local tarem |
| 12 | Lemenimo | - | - | 24 | بینام Binam | ایران Iran | رقم بومی Landraice |

## نتایج و بحث

رشد و نمو گیاهان تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد، به طوری که در صورت برآورده نشدن نیازهای حیاتی گیاهان از رشد کافی برخوردار نخواهند بود و از ورود به مرحله‌های بعدی رشد نظیر گلدهی و خوشه‌دهی باز داشته می‌شوند (Shi et al., 2022; Zhou et al., 2022). در این آزمایش نیز با

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]

توجه به مصادف شدن انتهای فصل رشد با کاهش دمای محیط و همچنین کاهش شدت نور، تعدادی از ژنوتیپ‌های مختلف برنج وارد مرحله خوشه‌دهی نشدند، بنابراین در آزمایش حاضر، ۱۴ ژنوتیپ دارای عملکرد و اجزای آن مورد مقایسه قرار گرفتند. محققان بیان داشتند که با کاهش دما، سرعت واکنش‌های شیمیایی و فرآیندهایی همچون تنفس و فتوسنتز کاهش یافته در نتیجه سبب تأخیر در ظهور مراحل مختلف رشدی گیاه و نهایتاً کاهش بیوماس تولیدی و عملکرد می‌شود (Jiang *et al*., 2020; Mesa *et al*., 2022). عکس‌العمل گیاه بـه تنش سرما با تغییرات مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و ملکولی همراه است که برحسب اکولوژی، زمان، شدت تنش و مرحله رشد متفاوت است (Martini *et al*., 2022; Rehman and Tanti, 2022). نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفات مختلف مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شد. بر پایه نتایج به دست آمده مشاهده شد که بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد بررسی در کلیه صفات مورد مطالعه به جز صفت تعداد خوشه اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد صفت تعداد خوشه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود.

جدول ۲- نتایج مربوط به میانگین مربعات صفات مختلف مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف برنج

Table 2. Results related to analysis of variance of different studied traits in different rice genotypes

| شماره صفات Traits No. | صفات Traits | میانگین مربعات تکرار MS of Repeat | میانگین مربعات تیمار MS of Treatment | میانگین مربعات خطا MS of Erorr | ضریب تغییرات (درصد) CV (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | درجه آزادی df | | | |
| | | 2 | 13 | 25 | - |
| $x_1$ | تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی Days to 100 % of heading | $0.68^{ns}$ | $150.74^{**}$ | 0.58 | 0.92 |
| $x_2$ | تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity | $0.60^{ns}$ | $167.76^{**}$ | 0.37 | 0.53 |
| $x_3$ | ارتفاع گیاه Plant height | $12.9^{ns}$ | $745.61^{**}$ | 7.15 | 2.48 |
| $x_4$ | تعداد خوشه در بوته Number of panicles in plant | $3.24^{ns}$ | $17.63^{*}$ | 1.98 | 13.02 |
| $x_5$ | طول خوشه Panicle length | $0.61^{ns}$ | $12.81^{**}$ | 3.51 | 8.59 |
| $x_6$ | تعداد دانه در خوشه Number of seed in panicle | $59.59^{ns}$ | $1690.38^{**}$ | 69.52 | 9.94 |
| $x_7$ | تعداد دانه پوک در خوشه Unfilled seed in panicle | ۱۰/۶۸ $10.68^{ns}$ | $245.15^{**}$ | 25.60 | 23.84 |
| $x_8$ | تعداد دانه بارور در خوشه Number of fertile seed in panicle | $23.71^{ns}$ | $1509.86^{**}$ | 73.97 | 12.47 |
| $x_9$ | طول دانه Grain length | $0.11^{*}$ | $3.31^{**}$ | 0.03 | 1.85 |
| $x_{10}$ | وزن هزار دانه 1000 Grain weight | $0.16^{ns}$ | $16.89^{**}$ | 1.26 | 4.29 |
| $x_{11}$ | شاخص برداشت خوشه Harvest index of panicle | $20.51^{ns}$ | $140.26^{**}$ | 33.56 | 6.63 |
| $x_{12}$ | باروری خوشه Panicle fertility | $9.54^{ns}$ | $226.95^{**}$ | 25.42 | 6.12 |
| $x_{13}$ | تراکم دانه Grain density | $0.18^{ns}$ | $6.10^{**}$ | 0.29 | 13.76 |
| $x_{14}$ | عملکرد شلتوک Grain yield ($g.m^{-2}$) | $1266.18^{ns}$ | $8966.83^{**}$ | 3178.14 | 21.96 |

$^{ns}$، $^{*}$ و $^{**}$ به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

$^{ns}$, $^{*}$ and $^{**}$ are non-significant, significant at the 5 and 1 % probability levels, respectively

نتایج مقایسه میانگین مربوط به صفات مختلف مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شد. بیشترین میزان صفت تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی در ژنوتیپ‌های سردبینام و Nemarioran به میزان ۹۶ روز مشاهده شد که در مقایسه با رقم بینام ۱۱ درصد بیشتر بود. در مقابل کمترین میزان صفت تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی مربوط به ژنوتیپ زرک به میزان ۷۱ روز بود که در مقایسه با رقم بینام ۱۷ درصد کمتر بود. صفت تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی یکی از خصوصیات بسیار مهم گیاه برنج به‌خصوص در کشت دوم محسوب می‌گردد، به طوری که از نظر علم به‌نژادی برای کشت دوم ژنوتیپی که دارای صفت تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی کمتری باشد به دلیل عدم مواجه‌ی گیاه برنج با سرمای انتهای فصل مطلوب بشمار می‌رود (Fallah and Miarostami, 2015; Li *et al*., 2022). از دیگر خصوصیات بسیار مهم که در کشت دوم برنج از جایگاه خاصی برخوردار است صفت تعداد روز تا رسیدگی می‌باشد که از نظر نقش فیزیولوژیکی از روند صفت تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی پیروی می‌کند (Alasti *et al*., 2022). از آنجایی که تعداد کمتر روز تا رسیدگی، در کشت دوم ارجحیت دارد در آزمایش حاضر ژنوتیپ زرک با داشتن میزان ۱۰۷ روز از این حیث مطلوب بشمار می‌رود و در مقایسه با رقم شاهد از کاهش هفت درصدی برخوردار بوده و زودرس‌تر می‌باشد. رقم کوهسار و موتانت‌های L181، L183، L184 و L185 نیز جزء زودرس‌ترین ژنوتیپ‌ها بوده است. خزائی (Khazai, 2023) با بررسی تنوع ژنتیکی برخی خصوصیات زراعی و کیفیت دانه در ژنوتیپ‌های جهش‌یافته برنج گزارش داد که تنوع قابل ملاحظه‌ای در موتانت‌های حاصل از EMS حاصل شد. در مقابل بیشترین میزان صفت روز تا رسیدگی مربوط به ژنوتیپ Nemarioran بود که در مقایسه با شاهد از افزایش ۱۲ درصدی برخوردار بود. نصیری و همکاران (Nasiri *et al*., 2013) با ارزیابی ۸۸

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]

ژنوتیپ برنج دارای خصوصیات زودرسی و متحمل به سرما برای مناطق معتدله، لاین HSC55 با دوره رسیدگی مطلوب زودرس را با عنوان رقم کوهسار معرفی نمودند.

داشتن ارتفاع مناسب در گیاه برنج موجب برافراشتگی گیاه و عدم ورس می‌گردد (Fu *et al*., 2022). در مطالعه حاضر بیشترین میزان ارتفاع در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مربوط به ژنوتیپ سردبینام به میزان ۱۳۲ سانتی‌متر بود که در مقایسه با شاهد از افزایش ۱۸ درصدی برخوردار بود. در مقابل کمترین میزان ارتفاع مربوط به ژنوتیپ CAU 1 به میزان ۷۳ سانتی‌متر بود که در مقایسه با شاهد از کاهش ۳۴ درصدی برخوردار بود. کاهش ارتفاع بوته گیاه برنج در کشت دوم در مقایسه با کشت اول در مطالعات گذشته گزارش شده است (Li *et al*., 2022). کاهش میزان ساعات آفتابی و کمبود تشعشع سبب کاهش رشد کانوپی گیاه برنج در کشت مجدد می‌شود (Fallah *et al*., 2013).

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بیشترین میزان تعداد خوشه در بوته مربوط به ژنوتیپ جهش به میزان ۱۵ عدد بود که در مقایسه با شاهد به میزان ۴۰ درصد بیشتر بود. ثبت و معرفی ارقام برنج با عملکرد بالا، زودرس و معطر همچون رقم روشن با استفاده از اشعه گاما از طریق انرژی هسته‌ای با فناوری بومی در حال انجام می‌باشد (Nematzadeh *et al*., 2020). از سویی دیگر کمترین میزان تعداد خوشه در بوته مربوط به ژنوتیپ‌های D 100 و CAU 1 به میزان ۶/۶۷ عدد بود که در مقایسه با شاهد از کاهش ۳۷ درصدی برخوردار بود. تعداد خوشه یکی از اجزای عملکرد بسیار مهم در گیاه برنج می‌باشد و داشتن تعداد بیشتری از خوشه برنج می‌تواند سهم زیادی در تحقق دستیابی به عملکرد بیشتر داشته باشد (Zhong *et al*., 2021). تعدادی از محققان نشان دادند که تعداد خوشه تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Ganguly *et al*., 2020; Liu *et al*., 2019; Xu *et al*., 2020). Shinada و همکاران (Shinada *et al*., 2013) با بررسی خصوصیات ژنتیکی و مورفولوژیکی در مرحله باروری ارقام برنج در شرایط تنش سرما بیان داشتند که تعداد خوشه ارقام در شرایط تنش در مقایسه با شرایط معمولی (بدون تنش) برای تمامی ارقام کاهش نشان داده است. افزایش دما در مردادماه سبب کاهش دوره و قدرت پنجه‌زنی گیاه برنج شده در نتیجه تعداد پنجه بارور کاهش می‌یابد (Fallah *et al*., 2021). صفت طول خوشه نیز یکی دیگر از خصوصیات مهم گیاه برنج می‌باشد که نقش مهمی در افزایش عملکرد برنج بر عهده دارد، به طوری که یکی از راهکارهای افزایش عملکرد برنج انتخاب ژنوتیپ‌های دارای خوشه‌های بلند می‌باشد (Zheng *et al*., 2022). بر اساس نتایج مشاهده شد که بیشترین میزان طول خوشه مربوط به ژنوتیپ سردبینام به میزان ۲۶ سانتی‌متر بود که در مقایسه با رقم شاهد از افزایش ۲۸ درصدی برخوردار بود. در مقابل کمترین میزان طول خوشه مربوط به ژنوتیپ D 100 به میزان ۱۷/۲۷ سانتی‌متر بود که در مقایسه با شاهد از کاهش ۱۴ درصدی برخوردار بود. معمولاً طول خوشه در کشت دوم برنج در مقایسه با کشت متداول دارای اندازه کوتاه‌تری می‌باشد (Xu *et al*., 2018).

بیشترین و کمترین میزان تعداد دانه در خوشه به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های D 100 و بینام به میزان ۱۴۷/۴۷ و ۵۰/۶۷ بود و رقم D 100 در مقایسه با شاهد از افزایش ۱۹۰ درصدی برخوردار بود. نوری و همکاران (Nouri *et al*., 2013) در مطالعه کشت مجدد برنج در مازندران و مقایسه شاخص‌های زراعی ارقام برنج در دو نوبت کشت نشان داد که عامل محیطی کاهش دما در کشت مجدد یکی از عوامل مهم در کاهش تشکیل دانه در خوشه می باشد. از سویی دیگر داشتن تعداد دانه پوک کمتر یکی از مزایای گیاه برنج محسوب می‌گردد (Kumar *et al*., 2020). نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بیشترین و کمترین میزان تعداد دانه پوک در خوشه مربوط به ژنوتیپ‌های Nemarioran و بینام به‌ترتیب به میزان ۶۷/۳۷ و ۳/۷۸ بود. تعداد دانه پوک کمتر در گیاه نشان از واکنش مطلوب‌تر رقم در مواجهه با سرما می‌باشد. Jia و همکاران (Jia *et al*., 2022) بیان داشت که کاهش دمای محیط در طی دوره تمایز و توسعه خوشه، سبب کاهش تعداد سنبلچه در خوشه، افزایش پوکی و نهایتاً کاهش میزان محصول می‌شود. پوکی خوشه‌ها ناشی از دمای پایین در بین واریته‌های مختلف و مراحل رشد مختلف به طور معنی‌داری متفاوت است و باروری همه واریته‌ها وقتی که دمای پایین ۱۰-۵ روز قبل از خوشه‌دهی اعمال شد، در پایین‌ترین حد بوده است.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های برنج مورد بررسی بر اساس صفات مختلف مورد مطالعه

Table 3. Results of mean comparison between rice genotypes based on different studied traits

| ژنوتیپ Genotype | تعداد دانه پوک در خوشه Unfilled seed in panicle | تعداد دانه در خوشه Number of seed in panicle | طول خوشه (سانتی‌متر) Panicle length (cm) | تعداد خوشه در بوته Number of panicle in plant | ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm) | تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity | تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی Days to 100 % of heading |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sardbinam | 28.78 ± 3.09$^{b}$ | 107.11 ± 4.18$^{b}$ | 26.10 ± 0.27$^{a}$ | 8.67 ± 0.67$^{ef}$ | 132.00 ± 1.15$^{a}$ | 129.00 ± 0.58$^{b}$ | 96.33 ± 0.33$^{a}$ |
| Kohsar | 15.22 ± 2.31$^{c-f}$ | 90.78 ± 5.31$^{cd}$ | 21.16 ± 0.57$^{b-d}$ | 9.67 ± 1.33$^{de}$ | 104.33 ± 0.88$^{d}$ | 108.33 ± 0.33$^{g}$ | 76.33 ± 0.88$^{e}$ |
| Jahesh | 19.33 ± 2.22$^{b-d}$ | 80.44 ± 4.33$^{de}$ | 22.91 ± 1.19$^{a-d}$ | 15.00 ± 1.00$^{a}$ | 119.00 ± 0.58$^{b}$ | 118.33 ± 0.33$^{d}$ | 88.00 ± 0.00$^{b}$ |
| Partov | 11.44 ± 0.91$^{d-g}$ | 67.67 ± 5.80$^{ef}$ | 20.37 ± 3.18$^{c-e}$ | 12.00 ± 0.00$^{b-d}$ | 118.00 ± 3.61$^{b}$ | 115.33 ± 0.33$^{e}$ | 86.00 ± 0.58$^{c}$ |
| Ghaem | 14.33 ± 1.73$^{d-f}$ | 80.56 ± 1.42$^{de}$ | 22.06 ± 0.42$^{b-d}$ | 11.00 ± 0.00$^{c-e}$ | 92.00 ± 1.15$^{f}$ | 118.33 ± 0.33$^{d}$ | 86.00 ± 0.58$^{c}$ |
| D 100 | 8.11 ± 1.82$^{fg}$ | 147.44 ± 12.28$^{a}$ | 17.27 ± 0.39$^{e}$ | 6.67 ± 0.33$^{f}$ | 94.67 ± 0.88$^{ef}$ | 119.67 ± 0.33$^{c}$ | 86.00 ± 0.00$^{c}$ |
| Zarak | 24.11 ± 4.15$^{bc}$ | 101.67 ± 3.79$^{bc}$ | 23.97 ± 0.38$^{a-c}$ | 9.33 ± 0.88$^{de}$ | 98.00 ± 0.58$^{e}$ | 107.00 ± 0.58$^{h}$ | 71.00 ± 0.58$^{f}$ |
| Nemarioran | 37.67 ± 7.82$^{a}$ | 94.11 ± 6.40$^{cd}$ | 24.66 ± 0.73$^{ab}$ | 11.67 ± 0.67$^{b-e}$ | 136.33 ± 0.88$^{a}$ | 131.33 ± 0.33$^{a}$ | 96.67 ± 0.33$^{a}$ |
| CAU 1 | 18.56 ± 2.30$^{b-e}$ | 79.22 ± 1.44$^{de}$ | 20.10 ± 0.56$^{de}$ | 6.67 ± 0.67$^{f}$ | 73.33 ± 1.20$^{g}$ | 109.33 ± 0.33$^{fg}$ | 77.00 ± 0.58$^{e}$ |
| L181 | 9.22 ± 0.29$^{e-g}$ | 80.78 ± 1.85$^{de}$ | 22.93 ± 0.86$^{a-d}$ | 13.00 ± 1.00$^{a-c}$ | 105.33 ± 2.40$^{d}$ | 108.33 ± 0.33$^{g}$ | 79.00 ± 0.00$^{d}$ |
| L183 | 6.89 ± 1.64$^{fg}$ | 62.44 ± 0.78$^{fg}$ | 21.21 ± 0.38$^{b-d}$ | 14.00 ± 0.00$^{ab}$ | 105.00 ± 1.15$^{d}$ | 109.33 ± 0.33$^{fg}$ | 79.00 ± 0.00$^{d}$ |
| L184 | 11.22 ± 1.61$^{d-g}$ | 72.22 ± 1.06$^{ef}$ | 22.06 ± 0.08$^{b-d}$ | 10.00 ± 1.00$^{de}$ | 114.67 ± 1.86$^{bc}$ | 109.67 ± 0.33$^{f}$ | 79.00 ± 0.00$^{d}$ |
| L185 | 7.11 ± 1.18$^{fg}$ | 64.78 ± 2.88$^{e-g}$ | 21.87 ± 0.77$^{b-d}$ | 12.00 ± 1.53$^{b-d}$ | 113.00 ± 0.58$^{c}$ | 109.33 ± 0.33$^{fg}$ | 79.00 ± 0.00$^{d}$ |
| Binam | 3.78 ± 0.80$^{g}$ | 50.67 ± 1.76$^{g}$ | 20.28 ± 0.29$^{c-e}$ | 10.67 ± 0.33$^{c-e}$ | 111.33 ± 1.76$^{c}$ | 116.33 ± 0.33$^{e}$ | 86.00 ± 0.58$^{c}$ |

میانگین‌های موجود در هر ستون که دارای حروف مشترک هستند، از نظر آماری بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد نمی‌باشند.

The means in each column that have common letters do not have a statistically significant difference at the level of 5 % according to LSD test.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های برنج مورد بررسی بر اساس صفات مختلف مورد مطالعه

Table 4. Results of mean comparison between rice genotypes based on different studied traits

| ژنوتیپ Genotype | عملکرد شلتوک (گرم بر متر مربع) Grain yield ($g.m^{-2}$) | تراکم دانه Grain density | باروری خوشه (درصد) Panicle fertility (%) | شاخص برداشت خوشه (درصد) Harvest index of panicle (%) | وزن هزار دانه (گرم) 1000 Grain weight (gr) | طول دانه (میلی‌متر) Grain length (gr) | تعداد دانه بارور در خوشه Number of fertile seed in panicle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sardbinam | 233.01 ± 34.35$^{a-c}$ | 4.10 ± 0.16$^{b}$ | 72.89 ± 3.83$^{d}$ | 82.73 ± 2.42$^{a-c}$ | 21.38 ± 0.24$^{e}$ | 9.84 ± 0.02$^{c}$ | 78.33 ± 6.67$^{b}$ |
| Kohsar | 326.99 ± 7.38$^{ab}$ | 4.29 ± 0.21$^{b}$ | 82.85 ± 3.59$^{b-d}$ | 91.91 ± 0.95$^{ab}$ | 29.45 ± 0.89$^{a}$ | 11.04 ± 0.04$^{a}$ | 75.56 ± 7.28$^{b-d}$ |
| Jahesh | 284.27 ± 35.76$^{a-c}$ | 3.55 ± 0.38$^{bc}$ | 76.01 ± 2.35$^{d}$ | 83.29 ± 1.94$^{bc}$ | 24.45 ± 0.18$^{cd}$ | 9.80 ± 0.05$^{c}$ | 61.11 ± 3.61$^{d-f}$ |
| Partov | 223.20 ± 31.62$^{bc}$ | 3.53 ± 0.73$^{b-d}$ | 82.69 ± 2.49$^{b-d}$ | 86.19 ± 1.41$^{a-c}$ | 25.87 ± 0.49$^{b-d}$ | 9.93 ± 0.02$^{c}$ | 56.22 ± 6.38$^{ef}$ |
| Ghaem | 201.97 ± 7.70$^{c}$ | 3.65 ± 0.04$^{bc}$ | 82.27 ± 1.85$^{cd}$ | 84.81 ± 1.99$^{a-c}$ | 21.89 ± 0.41$^{e}$ | 10.82 ± 0.04$^{a}$ | 66.22 ± 0.59$^{c-e}$ |
| D 100 | 329.17 ± 37.49$^{ab}$ | 8.53 ± 0.66$^{a}$ | 94.47 ± 1.13$^{a}$ | 95.11 ± 0.37$^{a}$ | 26.32 ± 0.67$^{bc}$ | 6.80 ± 0.08$^{g}$ | 139.33 ± 12.02$^{a}$ |
| Zarak | 283.31 ± 29.86$^{a-c}$ | 4.25 ± 0.20$^{b}$ | 76.42 ± 3.71$^{d}$ | 95.38 ± 3.33$^{a}$ | 26.61 ± 0.50$^{b}$ | 8.44 ± 0.06$^{f}$ | 77.56 ± 3.35$^{bc}$ |
| Nemarioran | 184.11 ± 8.10$^{c}$ | 3.81 ± 0.17$^{bc}$ | 60.49 ± 6.34$^{e}$ | 75.27 ± 4.88$^{cd}$ | 24.06 ± 0.95$^{d}$ | 9.00 ± 0.24$^{e}$ | 56.44 ± 5.15$^{ef}$ |
| CAU 1 | 181.44 ± 9.85$^{c}$ | 3.95 ± 0.17$^{bc}$ | 76.66 ± 2.47$^{d}$ | 91.73 ± 0.30$^{ab}$ | 30.55 ± 1.11$^{a}$ | 10.38 ± 0.05$^{b}$ | 60.67 ± 1.02$^{d-f}$ |
| L181 | 278.51 ± 65.33$^{a-c}$ | 3.53 ± 0.06$^{b-d}$ | 88.57 ± 0.41$^{a-c}$ | 72.63 ± 8.82$^{d}$ | 26.96 ± 0.77$^{b}$ | 10.01 ± 0.09$^{c}$ | 71.56 ± 1.82$^{b-e}$ |
| L183 | 339.89 ± 25.57$^{a}$ | 2.95 ± 0.04$^{cd}$ | 88.91 ± 2.72$^{a-c}$ | 91.91 ± 0.79$^{ab}$ | 26.65 ± 0.40$^{b}$ | 9.89 ± 0.02$^{c}$ | 55.56 ± 2.35$^{ef}$ |
| L184 | 248.85 ± 29.70$^{a-c}$ | 3.27 ± 0.04$^{b-d}$ | 84.50 ± 2.12$^{b-d}$ | 87.35 ± 4.06$^{ab}$ | 26.76 ± 0.51$^{b}$ | 9.44 ± 0.11$^{d}$ | 61.00 ± 1.26$^{d-f}$ |
| L185 | 268.21 ± 43.60$^{a-c}$ | 2.96 ± 0.06$^{cd}$ | 89.00 ± 1.88$^{a-c}$ | 91.79 ± 1.93$^{ab}$ | 27.31 ± 0.25$^{b}$ | 9.33 ± 0.19$^{d}$ | 57.67 ± 3.02$^{ef}$ |
| Binam | 189.23 ± 17.84$^{c}$ | 2.50 ± 0.07$^{d}$ | 92.43 ± 1.84$^{ab}$ | 90.74 ± 0.85$^{ab}$ | 26.72 ± 0.31$^{b}$ | 9.33 ± 0.19$^{d}$ | 46.89 ± 2.50$^{f}$ |

میانگین‌های موجود در هر ستون که دارای حروف مشترک هستند، از نظر آماری بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد نمی‌باشند.

The means in each column that have common letters do not have a statistically significant difference at the level of 5 % according to LSD test.

نتایج مربوط به مقایسه میانگین صفت تعداد دانه بارور در خوشه در جدول ۴ نشان داده شد. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بیشترین و کمترین میزان تعداد دانه بارور در خوشه به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های D 100 و بینام به میزان ۱۳۹/۳۳ و

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]

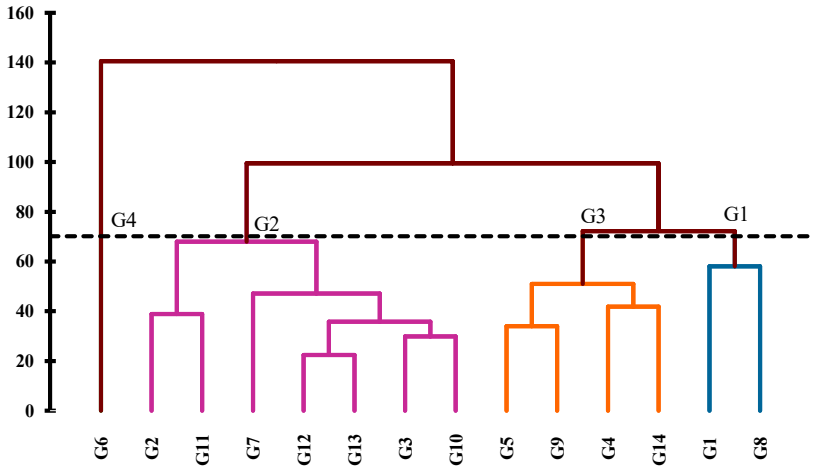
۴۶/۸۹ بود که در مقایسه با رقم بینام به میزان ۲۰۲ درصد بیشتر بود. علاوه بر این طول دانه در ارقام کوهسار و قائم به میزان ۱۱/۰۴ و ۱۰/۸۲ بیشترین مقدار را در بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه به خود اختصاص داد که در مقایسه با رقم شاهد به‌ترتیب به میزان ۱۸ و ۱۵ درصد بیشتر بودند (جدول ۴). در مقابل کمترین میزان تعداد دانه مربوط به ژنوتیپ D 100 به میزان ۶/۸۰ بود که در مقایسه با شاهد از کاهش ۲۷ درصدی برخوردار بود. مشخص شده است که برخی از ارقام برنج می‌توانند شرایط استرس‌زا را تحمل کرده و در دمای پایین قادر به تکمیل رشد و تولید دانه هستند (Li *et al*., 2022; Sohag *et al*., 2020).

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بیشترین میزان صفت وزن هزار دانه مربوط به ژنوتیپ‌های کوهسار و CAU 1 به‌ترتیب به میزان ۲۹/۴۵ و ۳۰/۵۵ گرم بود که در مقایسه با ژنوتیپ شاهد از افزایش ۱۰ و ۱۴ درصدی برخوردار بودند (جدول ۴). در مقابل کمترین میزان وزن هزار دانه مربوط به ژنوتیپ‌های سردبینام و قائم به‌ترتیب به میزان ۲۱/۳۸ و ۲۱/۸۹ گرم بود که در مقایسه با شاهد ۱۹ و ۱۸ درصد کاهش داشتند. کاهش وزن هزار دانه در کشت مجدد برنج، ناشی از کاهش ساعت‌های آفتابی در زمان پر شدن دانه در ماه‌های مهر و آبان بوده که سبب کاهش فتوسنتز کانوپی و همچنین کاهش انتقال مواد فتوسنتزی ذخیره شده در ساقه و برگ به دانه می‌شود (Xie *et al*., 2019; Zang *et al*., 2022; Zeng *et al*., 2021).

در آزمایش حاضر بیشترین میزان شاخص برداشت خوشه در ژنوتیپ‌های D 100 و زرک به‌ترتیب به میزان ۹۵/۱۱ و ۹۵/۳۸ درصد مشاهده شد که در مقایسه با رقم شاهد به‌ترتیب به میزان چهار و پنج درصد بیشتر بودند (جدول ۴). در مقابل کمترین میزان شاخص برداشت خوشه در ژنوتیپ L181 مشاهده شد که در مقایسه با رقم شاهد به میزان ۱۹ درصد کمتر بود. اولادی و همکاران (Oladi *et al*., 2015) بیان داشتند که پرتودهی با گاما در ایجاد تنوع ژنتیکی رقم‌های برنج مؤثر بوده و از آن‌ها می‌توان در برنامه‌های اصلاحی بهره برد. شاخص برداشت از پارامترهای مهمی بوده که نسبت عملکرد اقتصادی را مورد سنجش قرار می‌دهد (Meng *et al*., 2022). از سویی دیگر صفت باروری خوشه در ژنوتیپ D 100 به میزان ۹۴/۴۷ درصد بیشترین مقدار را در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به خود اختصاص داد که در مقایسه با رقم شاهد دو درصد افزایش نشان داد. درصد باروری خوشه نشان می‌دهد که ژنوتیپ مورد نظر چه مقدار در واکنش به سرمای آخر فصل تحمل داشته و عملکرد بیشتری تولید نماید. زمانی که سرما با مرحله تولیدمثلی گیاه برنج همزمان شود، شایع‌ترین علامت آن عقیمی سنبلچه‌ها بوده که در اینصورت تأخیر و بلوغ ناقص دانه‌ها رخ می‌دهد (Guo *et al*., 2022). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کمترین میزان صفت باروری خوشه مربوط به ژنوتیپ Nemarioran به میزان ۶۰/۴۹ درصد بود که در مقایسه با رقم شاهد به میزان ۳۴ درصد کاهش نشان داد (جدول ۴). Soualiou و همکاران (Soualiou *et al*., 2022) تنش دمای پایین در مرحله تمایز دانه گرده گیاه برنج را باعث عقیمی گلچه‌ها بیان کردند. کاهش تعداد دانه گرده بالغ سبب کاهش جوانه‌زنی دانه گرده بر روی کلاله می‌شود (Li *et al*., 2022; Rehman and Tanti, 2022; Shi *et al*., 2022a: Shi *et al*., 2022b). در مطالعه حاضر نشان داده شد که بیشترین مقدار صفت تراکم دانه مربوط به ژنوتیپ D 100 به میزان ۸/۸۵ بود که در مقایسه با رقم شاهد بینام ۲۴۱ درصد بیشتر بود. تراکم بالای دانه نشان از تعداد دانه بیشتر نسبت به طول خوشه برنج می‌باشد (Li *et al*., 2019). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ L183 به میزان ۳۳۹ گرم بود که در مقایسه با شاهد ۷۹ درصد بیشتر بود (جدول ۴). در مقابل کمترین میزان عملکرد مربوط به ژنوتیپ‌های قائم، Nemarioran، CAU 1 و بینام به‌ترتیب به میزان ۲۰۱، ۱۸۴، ۱۸۱ و ۱۸۹ گرم بود که در یک سطح آماری قرار داشتند. میزان عملکرد شلتوک در واحد سطح در کشت مجدد برنج کمتر از کشت اول می‌باشد که بعلت کاهش تعداد پنجه در کپه، وزن خشک کل، سطح برگ، تشعشع خورشیدی و وزن هزار دانه است (Hussain *et al*., 20220). فلاح و میارستمی (Fallah and Miarostami, 2015) در مطالعه تأثیر تیمار دمایی بر مراحل رشد و عملکرد ارقام برنج در شرایط گلخانه نشان دادند که کاهش دما (۱۶ درجه سانتی گراد) بطور میانگین سبب کاهش ۱۹/۶ درصدی عملکرد دانه در ارقام برنج شد. افزایش دمای حداکثری همراه با افزایش ساعت‌های آفتابی در ماه‌های اول استقرار گیاهچه‌های برنج در کشت مجدد (با کاهش میزان پنجه‌زنی) در مقایسه با سرمای آخر فصل در مرحله گلدهی و زایشی گیاه در ماه‌های مهر و آبان (با کاهش تعداد دانه پر)، عاملی برای کاهش پتانسیل تولیدی در شرایط مزرعه در اراضی شالیزاری می‌باشد. در استرالیا، کشاورزان متحمل خسارات بالایی از ۰/۵ تا ۲/۵ تن در هکتار در سال‌های متمادی به دلیل رخداد دمای پایین در مرحله تولیدمثل برنج شده‌اند (Cruz *et al*., 2013). تجزیه چندمتغیره آماری یکی از روش‌های مناسب جهت تحلیل داده‌های متعدد می‌باشد که امروزه مورد استقبال زیاد محققان علوم زیستی و کشاورزی قرار گرفته است (Afkhami Ghadi *et al*., 2021; Hosseini *et al*., 2019; Hosseini *et al*., 2020). به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس کلیه صفات اندازه‌گیری شده از روش تجزیه کلاستر سلسله مراتبی استفاده شد. به‌منظور گزینش بهترین روش و ماتریس جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در ابتدا روش‌های مختلف تجزیه کلاستر و همچنین ماتریس‌های گوناگون مورد استفاده قرار گرفت و در نهایت مشخص گردید که روش UMGMA و ماتریس فاصله اقلیدسی با دارا بودن ضریب کوفنیتیک ۹۱ درصد به عنوان بهترین روش برگزیده شد و توانست ژنوتیپ‌ها را به درستی و با دقت بالا گروه‌بندی نماید. دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر نشان داد که کلیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در آزمایش در چهار گروه مجزا از هم تفکیک شدند، به طوری که در گروه اول، دوم، سوم و چهارم به‌ترتیب تعداد دو، هفت، چهار و یک ژنوتیپ قرار گرفتند (شکل ۲).

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]




شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر بر اساس کلیه صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف برنج
Figure 2. Dendrogram obtained from cluster analysis based on all studied traits in different rice genotypes

تجزیه واریانس نشان داد که بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر بر اساس تمامی صفات مورد مطالعه به جز تعداد خوشه و وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۵)، که نشان‌دهنده اختلاف چشمگیر بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر می‌باشد. به‌منظور درک صحیح از وضعیت گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر مقایسه میانگین بین گروه‌ها بر اساس تمامی صفات مورد مطالعه صورت گرفت که در جدول ۶ نشان داده شد. بر پایه مقایسه میانگین بین گروه‌های مختلف مشاهده شد که بیشترین میزان صفت تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی مربوط به گروه اول به میزان ۹۶/۵۰ بود و سایر گروه‌ها داری میزان کمتری بودند و همگی در یک سطح آماری قرار گرفتند (جدول ۶). مطالعه حاضر نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار صفت تعداد روز تا رسیدگی مربوط به گروه‌های اول و دوم به میزان ۱۳۰/۱۶ و ۱۱۰/۴ بود. همچنین بیشترین میزان ارتفاع مربوط به گروه اول به میزان ۱۳۴/۱۶ سانتی‌متر بود. در مقابل گروه‌های سوم و چهارم کمترین میزان ارتفاع را به‌ترتیب به میزان ۹۸/۶۶ و ۹۴/۶۶ سانتی‌متر دارا بودند. بر اساس نتایج به دست آمده اختلاف چشمگیری از نظر صفت طول خوشه بین گروه‌های حاصل از کلاستر مشاهده شد، به طوری که بیشترین و کمترین میزان طول خوشه مربوط به گروه‌های اول و چهارم به‌ترتیب به میزان ۲۵/۳۷ و ۱۷/۲۶ سانتی‌متر بود. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بیشترین میزان تعداد دانه کل و بارور در خوشه مربوط به گروه چهارم به‌ترتیب به میزان ۱۴۷/۴۴ و ۱۳۹/۳۳ بود، در صورتی که بیشترین میزان تعداد دانه پوک در خوشه در گروه اول به میزان ۳۳/۲۲ مشاهده شد. از نظر صفت طول دانه بین گروه‌های اول، دوم و سوم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در صورتی که گروه چهارم کمترین مقدار طول دانه را به میزان ۶/۸۰ میلی‌متر به خود اختصاص داد و در گروه مستقلی قرار گرفت. از نظر شاخص برداشت خوشه گروه‌های چهارم و اول به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان را به‌ترتیب به میزان ۹۵/۱ و ۷۸/۹۹ درصد به خود اختصاص دادند و گروه‌های سوم و دوم به لحاظ داشتن شاخص برداشت خوشه در رده متوسط قرار گرفتند. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که اختلاف بین گروه‌ها از نظر باروری خوشه ناچیز بود، به طوری که گروه‌های دوم، سوم و چهارم اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند و در یک سطح آماری قرار گرفتند. در مقابل کمترین میزان باروری خوشه مربوط به گروه اول به میزان ۶۶/۶۹ درصد بود. گروه چهارم بیشترین میزان تراکم دانه را به میزان ۸/۵۳ به خود اختصاص داد و بین سایر گروه‌های دیگر حاصل از تجزیه کلاستر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و در یک سطح آماری قرار داشتند. مقایسه میانگین بین گروه‌ها نشان داد که بیشترین میزان عملکرد شلتوک مربوط به گروه‌های چهارم و دوم به‌ترتیب به میزان ۳۲۹/۱۷ و ۲۹۰ گرم بر متر مربع بود، لاین‌های موتانت‌های L181، L183، L184 و L185 در مجموع با داشتن خصوصیات زراعی مناسب (دوره رسیدگی کوتاه، طول دانه بلند، تعداد دانه بارور در خوشه و عملکرد شلتوک بالا) از گروه چهارم گزینش می‌شوند. در مقابل گروه‌های سوم و اول کمترین مقدار عملکرد شلتوک را به خود اختصاص دادند.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس مربوط به گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر بر اساس کلیه صفات مورد مطالعه
Table 5. The results of analysis of variance related to groups obtained from cluster analysis based on all studied traits

| ضریب تغییرات (درصد)(%) CV | واریانس خطا MS of Erorr | واریانس تیمار MS of Treatment | صفات TraitS | شماره صفات Traits No. |
|---|---|---|---|---|
| | درجه آزادی df | | | |
| - | 10 | 3 | | |
| 5.54 | 21.25 | 166.90** | تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی Days to 100 % of heading | $x_1$ |
| 3.17 | 13.27 | 217.87** | تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity | $x_2$ |
| 11.48 | 154.82 | 631.80* | ارتفاع گیاه Plant height | $x_3$ |
| 21.12 | 5.14 | 9.24ns | تعداد خوشه در بوته Number of panicle in plant | $x_4$ |
| 4.52 | 0.98 | 17.51** | طول خوشه Panicle length | $x_5$ |
| 16.09 | 183.93 | 1862.55** | تعداد دانه در خوشه Number of seed in panicle | $x_6$ |
| 14.71 | 41.32 | 254.90* | تعداد دانه پوک در خوشه Unfilled seed in panicle | $x_7$ |
| 13.95 | 92.25 | 1852.09** | تعداد دانه بارور در خوشه Number of fertile seed in panicle | $x_8$ |
| 7.60 | 0.53 | 3.02* | طول دانه Grain length | $x_9$ |
| 8.94 | 5.44 | 9.09ns | وزن هزار دانه 1000 Grain weight | $x_{10}$ |
| 7.43 | 42.00 | 68.19* | شاخص برداشت خوشه Harvest index of panicle | $x_{11}$ |
| 7.69 | 39.79 | 218.28* | باروری خوشه Panicle fertility | $x_{12}$ |
| 14.11 | 0.31 | 7.78** | تراکم دانه Grain density | $x_{13}$ |
| 11.38 | 842.91 | 10317.83** | عملکرد شلتوک Grain yield ($g.m^{-2}$) | $x_{14}$ |

NS، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد
NS, * and ** are non-significant, significant at the 5 and 1 percent probability levels, respectively

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر مربوط به کلیه صفات مورد مطالعه در گیاه برنج
Table 6. The results of the mean comparison between the groups obtained from the cluster analysis related to all the studied traits in the rice plant

| گروه Group | | | | صفات Traits | شماره صفات Traits No. |
|---|---|---|---|---|---|
| چهارم Fourth | سوم Third | دوم Second | اول First | | |
| $86.00^{b}$ | $83.75^{b}$ | $78.76^{b}$ | $96.50^{a}$ | تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی Days to 100 % of heading | $x_1$ |
| $119.66^{b}$ | $114.83^{bc}$ | $110.04^{c}$ | $130.16^{a}$ | تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity | $x_2$ |
| $94.66^{b}$ | $98.66^{b}$ | $108.47^{ab}$ | $134.16^{a}$ | ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm) | $x_3$ |
| $6.66^{a}$ | $10.08^{a}$ | $11.85^{a}$ | $10.16^{a}$ | تعداد خوشه در بوته Number of panicle in plant | $x_4$ |
| $17.26^{c}$ | $20.70^{b}$ | $22.30^{b}$ | $25.37^{a}$ | طول خوشه (سانتی‌متر) Panicle length (cm) | $x_5$ |
| $147.44^{a}$ | $69.52^{c}$ | $79.01^{bc}$ | $100.61^{b}$ | تعداد دانه در خوشه Number of seed in panicle | $x_6$ |
| $8.11^{b}$ | $12.02^{b}$ | $13.30^{b}$ | $33.22^{a}$ | تعداد دانه پوک در خوشه Unfilled seed in panicle | $x_7$ |
| $139.33^{a}$ | $57.50^{b}$ | $65.71^{b}$ | $67.38^{b}$ | تعداد دانه بارور در خوشه Number of fertile seed in panicle | $x_8$ |
| $6.80^{b}$ | $10.11^{a}$ | $9.71^{a}$ | $9.42^{a}$ | طول دانه (میلی‌متر) Grain length (gr) | $x_9$ |
| $26.31^{a}$ | $26.25^{a}$ | $26.88^{a}$ | $22.72^{a}$ | وزن هزار دانه (گرم) 1000 Grain weight (gr) | $x_{10}$ |
| $95.1^{a}$ | $88.36^{ab}$ | $87.75^{ab}$ | $78.99^{b}$ | شاخص برداشت خوشه (درصد) Harvest index of panicle (%) | $x_{11}$ |
| $94.46^{a}$ | $83.51^{a}$ | $83.75^{a}$ | $66.69^{b}$ | باروری خوشه (درصد) Panicle fertility (%) | $x_{12}$ |
| $8.53^{a}$ | $3.40^{b}$ | $3.54^{b}$ | $3.95^{b}$ | تراکم دانه Grain density | $x_{13}$ |
| $329.17^{a}$ | $198.96^{b}$ | $290.00^{a}$ | $208.56^{b}$ | عملکرد شلتوک (گرم بر متر مربع) Grain yield ($g.m^{-2}$) | $x_{14}$ |

میانگین‌های موجود در هر ستون که دارای حروف مشترک هستند، از نظر آماری بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد نمی‌باشند.
The means in each column that have common letters do not have a statistically significant difference at the level of 5 % according to LSD test.

تجزیه به مولفه‌های اصلی یک روش آماری جهت کاهش داده‌ها محسوب می‌گردد (Hosseini *et al*., 2019; Hosseini *et al*., 2020). در مطالعه حاضر نتایج تجزیه مولفه‌های اصلی نشان داد که تعداد چهار مولفه دارای مقدار

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]
[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]

ویژه بالاتر از یک بودند و در مجموع ۸۶/۳۶ درصد از واریانس کل را به خود اختصاص دادند (جدول ۷). همچنین نتایج نشان داد که واریانس نسبی مولفه‌های اول تا چهارم به‌ترتیب به مقدار ۳۷/۶۹، ۲۸/۶۸، ۱۸/۳۰ و ۸/۴۹ درصد بود (جدول ۷). نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که در مولفه اول صفات تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی (۰/۷۳)، تعداد روز تا رسیدگی (۰/۷۱)، ارتفاع گیاه (۰/۷۴)، طول خوشه (۰/۷۹)، تعداد دانه پوک در خوشه (۰/۷۰)، وزن هزار دانه (۰/۶۸-)، شاخص برداشت خوشه (۰/۷۳-)، و باروری خوشه (۰/۷۶-) بیشترین میزان بار عامل را دارا بودند (جدول ۷). در مقابل در مولفه دوم صفات تعداد دانه در خوشه (۰/۹۴)، تعداد دانه بارور در خوشه (۰/۸۴)، طول دانه (۰/۶۸-) و تراکم دانه (۰/۸۸) بیشترین میزان بار عامل را به خود اختصاص دادند. در مولفه سوم و چهارم به‌ترتیب صفات تعداد خوشه (۰/۶۰) و عملکرد شلتوک (۰/۶۴) بیشترین میزان بار عامل را دارا بودند.

جدول ۷- نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس کلیه صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف برنج

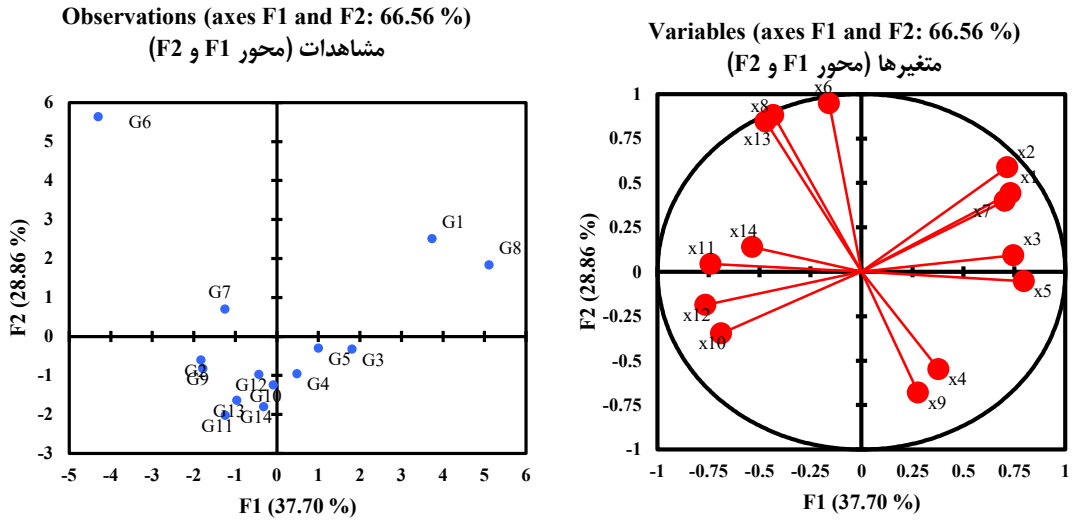
Table 7. Results of principal components analysis based on all studied traits in different rice genotypes

| شماره صفات Traits No. | صفات Traits | مولفه Component | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | اول First | دوم Second | سوم Third | چهارم Fourth |
| $x_1$ | تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی Days to 100 % of heading | 0.73 | 0.44 | 0.25 | -0.39 |
| $x_2$ | تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity | 0.71 | 0.58 | 0.11 | -0.31 |
| $x_3$ | ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm) | 0.74 | 0.09 | 0.43 | 0.11 |
| $x_4$ | تعداد خوشه در بوته Number of panicle in plant | 0.37 | -0.54 | 0.60 | 0.25 |
| $x_5$ | طول خوشه (سانتی‌متر) Panicle length (cm) | 0.79 | -0.05 | -0.12 | 0.46 |
| $x_6$ | تعداد دانه در خوشه Number of seed in panicle | -0.15 | 0.94 | -0.07 | 0.22 |
| $x_7$ | تعداد دانه پوک در خوشه Unfilled seed in panicle | 0.70 | 0.39 | -0.47 | 0.31 |
| $x_8$ | تعداد دانه بارور در خوشه Number of fertile seed in panicle | -0.47 | 0.84 | 0.12 | 0.10 |
| $x_9$ | طول دانه (میلی‌متر) Grain length (gr) | 0.27 | -0.68 | -0.23 | 0.03 |
| $x_{10}$ | وزن هزار دانه (گرم) 1000 Grain weight (gr) | -0.68 | -0.34 | -0.34 | 0.09 |
| $x_{11}$ | شاخص برداشت خوشه (درصد) Harvest index of panicle (%) | -0.73 | 0.04 | -0.17 | -0.05 |
| $x_{12}$ | باروری خوشه (درصد) Panicle fertility (%) | -0.76 | -0.18 | 0.50 | -0.25 |
| $x_{13}$ | تراکم دانه Grain density | -0.43 | 0.88 | 0.02 | 0.01 |
| $x_{14}$ | عملکرد شلتوک (گرم بر متر مربع) Grain yield ($g.m^{-2}$) | -0.53 | 0.14 | 0.47 | 0.64 |
| | مقدار ویژه Eigenvalues | 5.27 | 4.04 | 1.58 | 1.19 |
| | واریانس نسبی (درصد) Relative Variance (%) | 37.69 | 28.86 | 11.30 | 8.49 |
| | واریانس تجمعی (٪) Cumulative variance | 37.69 | 66.55 | 77.86 | 86.36 |

نتایج بای‌پلات مبتنی بر مولفه اول و دوم در شکل ۳ نشان داده شده است. بر پایه بای‌پلات مشاهده شد که ژنوتیپ‌های سردبینام و Nemarioran با صفات تعداد روز تا ۱۰۰ درصد خوشه‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع گیاه و تعداد دانه پوک در خوشه ارتباط قوی دارند (شکل ۳). این دو ژنوتیپ دوره رسیدگی طولانی، ارتفاع بوته بلندتر و دانه پوک بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشتند که بعنوان صفات نامطلوب در این پژوهش شناخته شده‌اند. همچنین مبتنی بر نتایج حاصل از بای‌پلات مشخص گردید که ژنوتیپ‌های جهش، پرتو و قائم با صفات تعداد خوشه، طول خوشه و طول دانه همبستگی بالایی داشتند (شکل ۳). ژنوتیپ‌های D 100 و زرک نیز با صفات شاخص برداشت خوشه، تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه بارور در خوشه، تراکم دانه و عملکرد شلتوک ارتباط قوی داشتند. لاین‌های موتانت‌های L181، L183، L184 و L185 به همراه رقم شاهد بینام با صفات وزن هزار دانه و باروری خوشه ارتباط بیشتری داشته که نشان‌دهنده آن است که این ژنوتیپ‌ها در مواجه با سرمای آخر فصل دارای باروری خوشه و وزن دانه بیشتری می‌باشند.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]




شکل ۳- بای‌پلات مربوط به مولفه اول و دوم حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی (A: بر اساس صفات و B: بر اساس ژنوتیپ‌ها) مبتنی بر کلیه صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف برنج

Figure 3. Biplot related to the first and second components obtained from principal component analysis (A: based on traits and B: based on genotypes) based on all studied traits in different rice genotypes

## نتیجه‌گیری کلی

خسارت‌های ناشی از افت دما در زمان گلدهی و پر شدن دانه در کشت مجدد برنج سبب شده تا ارزیابی بر ژنوتیپ‌های مختلف برنج هم از نوع ارقام متداول و بومی و هم لاین‌های جهش‌یافته حاصل از موتاسیون‌های شیمیایی و فیزیکی در دستور کار قرار گیرد. نتایج تجزیه کلاستر و تجزیه به مولفه‌های اصلی بیانگر وجود تنوع در ارقام و لاین‌های مورد بررسی بود. با ارزیابی خصوصیات زراعی و عملکرد در نهایت لاین موتانت L183 بعنوان برترین لاین هم از نظر دوره رسیدگی و خصوصیات زراعی و هم از نظر عملکرد شلتوک گزینش و معرفی می‌گردد. همچنین نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که لاین موتانت L183 با صفات تعداد خوشه در بوته، طول دانه، وزن هزار دانه و باروری خوشه همبستگی بالایی داشت و نتایج مقایسه میانگین نیز تاییدکننده میزان بالای صفات مورد اشاره در لاین موتانت L183 می‌باشد. امید است تا با ثبت و تجاری‌سازی این لاین امیدبخش، شاهد افزایش معنی‌دار سطح زیر کشت مجدد برنج و ارتقاء ضریب خوداتکایی و امنیت غذایی باشیم.

## تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری تحت قرارداد با شماره ۱۳-۱۴۰۰-۰۱ انجام شد که به این‌وسیله سپاسگزاری می‌شود.

## منابع

Afkhami Ghadi, A. Habibzadeh, F. and Hosseini, S.J. (2021). Evaluation of rice genotypes from crossing based on salinity stress tolerance indices. Journal of Crop Breeding, 13(39): 108-121 (In Persian).

Agricultural jihad statistics, (2021). 125 pages (In Persian).

Akbari, R. and Moumeni, A. (2015). Study of optimum transplanting date and nitrogen application in a double-cropping system of rice (*Oryza sativa* L.) for 'Kuhsaar'Cultivar in Mazandaran. Journal of Crop Production, 8(2): 195-207 (In Persian).

Akhil, R.B. Ishigo-oka, N. Adachi, M. Oguma, Y. Tokizono, Y. Onishi K. and Sano, Y. (2008). Cold tolerance at the early growth stage in wild and cultivated rice. Euphytica, 25: 166-170.

Akter, N. Biswas, P.S. Syed, M.A. Ivy, N.A. Alsuhaibani, A.M. Gaber, A. and Hossain, A. (2022). Phenotypic and molecular characterization of rice genotypes' tolerance to cold stress at the seedling stage. Sustainability, 14(9): 4871.

Alasti, O. Zeinali, E. Soltani, A. and Torabi, B. (2022). Exploring the current status of barley yield and production gap of Iran. European Journal of Agronomy, 139: 126547.

Alinia, F. Nouri-Delavi, M.Z. Hosseini-Chaleshtari, M. and Qudsi, M. (2014). Transformation in the country's rice production through the introduction of high-yielding cultivars. National Rice Research Institute. 62 pages (In Persian).

Ansari, J. Khoramdel, S. Ghorbani, R. and Pirdashti, H. (2015). Evaluation of global warming potential for rice in the first and second cropping patterns (Case study: Sari Province). Research in Field Crop Journal, 3(1): 14-26 (In Persian).

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]

Bosetti, F. Montebelli, C. Dionísia, A. Novembre, L.C. Pescarin H. and Baldin-Pinheiro, J. (2012). Genetic variation of germination cold tolerance in Japanese rice germplasm. Breeding Science, 62: 209–215.

Cruz, R.P.D. Sperotto, R.A. Cargnelutti, D. Adamski, J.M. de FreitasTerra, T. and Fett, J.P. (2013). Avoiding damage and achieving cold tolerance in rice plants. Food and energy security, 2(2): 96-119.

Fallah, A. and Miarostami, P. (2013). Effect of temperature treatments on growth stages and yield of rice varieties in greenhouse. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 106: 94-103 (In Persian).

Fallah, A. and Miarostami, P. (2015). Effect of temperature treatments on growth stages and yield of rice varieties in greenhouse. Applied Field Crops Research, 28(106): 94-103 (In Persian).

Fallah, A. Mohammadian, M. Khosravi, V. Amogholi-Tabari, M. Mahdavi-Mashki, K. Ekbatani, Z. Mahdavian, M. Karimi, H. Ehsani, B. and Elyasi, H. (2021). Agricultural management of replanting rice in paddy fields. Rice Extension Journal, 1(5): 32-37 (In Persian).

Fallah, A. Mohammadian, M. Osko, T. and Ranjbar, A. (2020). Application of technical advice in replanting rice for the stability of paddy ecosystem. Rice Extension Journal, 1(1): 47-51 (In Persian).

Fu, Y. Zhao, H. Huang, J. Zhu, H. Luan, X. Bu, S. and Wang, S. (2022). Dynamic analysis of QTLs on plant height with single segment substitution lines in rice. Scientific reports, 12(1): 1-11.

Fu, Y.Q. Zhong, X.H., Zeng, J.H., Liang, K.M. Pan, J.F. Xin, Y.F. and Huang, N.R. (2021). Improving grain yield, nitrogen use efficiency and radiation use efficiency by dense planting, with delayed and reduced nitrogen application, in double cropping rice in South China. Journal of Integrative Agriculture, 20(2): 565-580.

Ganguly, S. Saha, S. Vangaru, S. Purkayastha, S. Das, D. Saha, A.K. and Bhattacharyya, S. (2020). Identification and analysis of low light tolerant rice genotypes in field conditions and their SSR-based diversity in various abiotic stress tolerant lines. Journal of genetics, 99(1): 1-9.

Gauchan, D. Timsina, K.P. Gairhe, S. Timsina, J. and Joshi, K.D. (2022). Cereal demand and production projections for 2050: opportunities for achieving food self-sufficiency in Nepal. In Agriculture, Natural Resources and Food Security, (pp.19-35). Springer, Cham.

Guo, Z. Ma, W. Cai, L. Guo, T. Liu, H. Wang, L. and Pan, G. (2022). Comparison of anther transcriptomes in response to cold stress at the reproductive stage between susceptible and resistant Japonica rice varieties. BMC Plant Biology, 22(1): 1-20.

He, Y. Dong, J. Liao, X. Sun, L. Wang, Z. You, N. and Fu, P. (2021). Examining rice distribution and cropping intensity in a mixed single-and double-cropping region in South China using all available Sentinel 1/2 images. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 101: 102351.

Hosseini, J. Tahmasebi-sarvestani, Z. Pirdashti, H. Mokhtassi-bidgoli, A. and Hazrati, S. (2019). Study of diversity and estimation of leaf area in different mint ecotypes using artificial intelligence and regression models under salinity stress conditions. Journal of Crop Breeding, 11(32): 59-73 (In Persian).

Hosseini, S.J. Tahmasebi-Sarvestani, Z. Pirdashti, H. Modarres-Sanavy, S.A.M. Mokhtassi-Bidgoli, A. Hazrati, S. and Nicola, S. (2020). Assessment of salinity indices to identify mint ecotypes using intelligent and regression models. International Journal of Horticultural Science and Technology, 7(2): 119-137.

Hu, X. Lu, L. Guo, Z. and Zhu, Z. (2020). Volatile compounds, affecting factors and evaluation methods for rice aroma: A review. Trends in food science & technology, 97: 136-146.

Hussain, S. Huang, J. Huang, J. Ahmad, S. Nanda, S. Anwar, S. and Zhang, J. (2020). Rice production under climate change: adaptations and mitigating strategies. In Environment, climate, plant and vegetation growth (pp. 659-686). Springer, Cham.

Jia, Y. Liu, H. Wang, H. Zou, D. Qu, Z. Wang, J. and Zhao, H. (2022). Effects of root characteristics on panicle formation in japonica rice under low temperature water stress at the reproductive stage. Field Crops Research, 277: 108395.

Jiang, S. Yang, C. Xu, Q. Wang, L. Yang, X. Song, X. and Li, W. (2020). Genetic dissection of germinability under low temperature by building a resequencing linkage map in japonica rice. International Journal of Molecular Sciences, 21(4): 1284.

Kumar, A. Taparia, M. Madapu, A. Rajalakshmi, P. Marathi, B. and Desai, U.B. (2020). Discrimination of filled and unfilled grains of rice panicles using thermal and RGB images. Journal of Cereal Science, 95: 103037.

Laborte, A.G. Bie, K. Smaling, E.M.A. Moya, P.F. Boling, A.A. Ittersum, M.K.V. (2012). Rice yields and yield gaps in Southeast Asia: past trends and future outlook. European Journal of Agronomy, 36: 9–20.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]

Li, R. Li, M. Ashraf, U. Liu, S. and Zhang, J. (2019). Exploring the relationships between yield and yield-related traits for rice varieties released in China from 1978 to (2017). Frontiers in plant science, 10: 543.

Li, S. Zhang, Y. Guo, L. and Li, X. (2022). Impact of tillage and straw treatment methods on rice growth and yields in a rice–ratoon rice cropping system. Sustainability, 14(15): 9290.

Li, Z. Qiu, Z. Ge, H. and Du, C. (2022). Long-term dynamic of cold stress during heading and flowering stage and its effects on rice growth in China. Atmosphere, 13(1): 103.

Liu, K. Yang, R. Lu, J. Wang, X. Lu, B. Tian, X. and Zhang, Y. (2019). Radiation use efficiency and source-sink changes of super hybrid rice under shade stress during grain-filling stage. Agronomy journal, 111(4): 1788-1798.

Mandal, B. Majumder, B. Adhya, T.K. Bandyopadhyay, P.K. Gangopadhyay, A. Sarkar, D. and Misra, A.K. (2008). Potential of double-cropped rice ecology to conserve organic carbon under subtropical climate. Global change biology, 14(9): 2139-2151.

Martini, L.F. Noldin, J.A. Schaedler, C.E. Fipke, M.V. Viana, V.E. Borges, C.T. and Avila, L.A. (2022). Cross-talk between cold and bispyribac-sodium on rice seedlings. Plant Stress, 3: 100049.

Meng, T. Zhang, X. Ge, J. Chen, X. Zhu, G. Chen, Y. and Dai, Q. (2022). Improvements in grain yield and nutrient utilization efficiency of japonica inbred rice released since the 1980s in eastern China. Field Crops Research, 277: 108427.

Mesa, T. Polo, J. Arabia, A. Caselles, V. and Munné-Bosch, S. (2022). Differential physiological response to heat and cold stress of tomato plants and its implication on fruit quality. Journal of Plant Physiology, 268: 153581.

Moumeni, A. and Amogholi-Tabari, M. (2019). Tolo, a high-yielding, blast-resistant and high-quality new variety of rice. Agricultural Research Education and Extension Organization, Iran Rice Research Institute. 51: P 14 (In Persian).

Nasiri, M. Mohaddesi, A. Erfani, R. Nouri-Delavar, M.Z. Bahrami, M. Tavasoli, F. Osco, T. and Mohammadian, M. (2013). Introduction of a new variety of rice called "Kohsar" for cultivation in mountainous areas and replanting in paddy fields in the north of the country. Proceedings of the 15th National Rice Conference of the country, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Tabarestan Genetics and Agricultural Biotechnology Research Institute, 10 pages (In Persian).

Nematzadeh, G.A. Oladi, M. Afkhami Ghadi, A. Gholizadeh Ghara, A. Bagheri, F. Aghajani, M. Emami-Ghara, M. Babaei, A. Rahimi, M. Mozafari, C. and Vojdan, R. (2020). Roshan, a new released mutant aromatic rice variety with high yield and early maturity. Journal of Plant Molecular Breeding, 8(1): 57-65 (In Persian).

Nouri, M.Z. Gholami, M. Mousavi, A.A. Hosseini, S. (2013). A study of rice replanting in Mazandaran and comparison of agricultural indicators of rice cultivars in two planting times. The first international congress and the 13th conference of agronomy and plant breeding, Karaj. Iran (In Persian).

Okpala, N.E. Potcho, M.P. An, T. Ahator, S.D. Duan, L. and Tang, X. (2020). Low temperature increased the biosynthesis of 2-AP, cooked rice elongation percentage and amylose content percentage in rice. Journal of Cereal Science, 93: 102980.

Khazaie, L. (2022). Genetic Variation of Some Agronomic Characteristics and Grain Quality Traits of Rice Mutant Genotypes. Journal of Crop Breeding. 14(44), 77-89 (In Persian).

Oladi, M. Nematzadeh, G. Rahimi, M. Afkhami-Ghadi, A. Gholizadeh-Ghara, A. Mozaffari, K. and Ziaee, A. (2015). The effects of gamma ray on genetic and morphological diversity of some rice varieties. Journal of Nuclear Science and Technology, 73: 80-87.

Rehman, M. and Tanti, B. (2022). Morpho-physiological responses in rice and cold stress induced acclimation involving biochemical and signaling pathways in Boro rice. Vegetos, 1-10.

Shi, Y. Guo, E. Cheng, X. Wang, L. Jiang, S. Yang, X. and Yang, X. (2022). Effects of chilling at different growth stages on rice photosynthesis, plant growth, and yield. Environmental and Experimental Botany, 203: 105045.

Shi, Y. Guo, E. Wang, L. Li, T. Jiang, S. Xiang, H. and Yang, X. (2022). Effects of chilling at the booting and flowering stages on rice phenology and yield: A case study in Northeast China. Journal of Agronomy and Crop Science, 208(2): 197-208.

Shinada, H. Iwata, N. Sato, T. and Fujino, K. (2013). Genetical and morphological characterization of cold tolerance at fertilization stage in rice. Breeding science, 63(2): 197-204.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]

Sohag, A.A.M. Tahjib-Ul-Arif, M. Afrin, S. Khan, M.K. Hannan, M.A. Skalicky, M. and Murata, Y. (2020). Insights into nitric oxide-mediated water balance, antioxidant defense and mineral homeostasis in rice (*Oryza sativa* L.) under chilling stress. Nitric Oxide, 100: 7-16.

Soualiou, S. Duan, F. Li, X. and Zhou, W. (2022). Crop production under cold stress: An understanding of plant responses, acclimation processes, and management strategies. Plant Physiology and Biochemistry, 190: 47-61.

Sun, W. and Huang, Y. 2011. Global warming over the period 1961–(2008) did not increase high-temperature stress but did reduce low-temperature stress in irrigated rice across China. Agricultural and Forest Meteorology, 151: 1193–1201.

Taheri-Otaqsara, S.H. Biabani, A. Fallah, A. Orsji (2020). Evaluation of agronomic traits of Binam and Tarom-Hashemi cultivars in replanted rice fields. Applied Research of Plant Ecophysiology, 6(2): 59-78 (In Persian).

Wu, W. Huang, J. Cui, K. Nie, L. Wang, Q. Yang, F. Shah, F. Yao, F. and Peng, S. (2012). Sheath blight reduces stem breaking resistance and increases lodging susceptibility of rice plants. Field Crops Research, 128: 101–108.

Xie, H. Zhu, M. Yu, Y. Zeng, X. Tang, G. Duan, Y. and Yu, Y. (2022). Comparative transcriptome analysis of the cold resistance of the sterile rice line 33S. PloS one, 17(1): e0261822.

Xie, X. Shan, S. Wang, Y. Cao, F. Chen, J. Huang, M. and Zou, Y. (2019). Dense planting with reducing nitrogen rate increased grain yield and nitrogen use efficiency in two hybrid rice varieties across two light conditions. Field Crops Research, 236: 24-32.

Xu, L. Zhan, X. Yu, T. Nie, L. Huang, J. Cui, K. and Peng, S. (2018). Yield performance of direct-seeded, double-season rice using varieties with short growth durations in central China. Field Crops Research, 227: 49-55.

Xu, Q. Ma, X. Lv, T. Bai, M. Wang, Z. and Niu, J. (2020). Effects of water stress on fluorescence parameters and photosynthetic characteristics of drip irrigation in rice. Water, 12(1): 289.

Zang, Y. Yao, Y. Xu, Z. Wang, B. Mao, Y. Wang, W. and Gu, J. (2022). The Relationships among "STAY-GREEN" trait, post-anthesis assimilate remobilization, and grain yield in rice (*Oryza sativa* L.). International Journal of Molecular Sciences, 23(22): 13668.

Zeng, Y. Li, Q. Chen, H. Li, B. Zhong, X. Li, Z. and Deng, F. (2021). Shading stress after heading enhances the remobilization of nonstructural carbohydrates in rice under different ecological conditions. Chilean journal of agricultural research, 81(3): 300-309.

Zheng, H. Sun, S. Bai, L. Jiang, S. Ding, G. Wang, T. and Zou, D. (2022). Identification of candidate genes for panicle length in *Oryza sativa* L. ssp. japonica via genome-wide association study and linkage mapping. Euphytica, *218*(2): 1-12.

Zhong, H. Liu, S. Meng, X. Sun, T. Deng, Y. Kong, W. and Li, Y. (2021). Uncovering the genetic mechanisms regulating panicle architecture in rice with GPWAS and GWAS. BMC genomics, 22(1): 1-13.

Zhong, X. Peng, S. Buresh, R.J. Huang, N. and Zheng, H. 2006. Some canopy indices influencing sheath blight development in hybrid rice. Chinese Journal of Rice Science 20: 535–542 (in Chinese, with English abstract).

Zhou, Z. Zhang, K. Sun, Z. Liu, Y. Zhang, Y. Lei, L. and Miao, Y. (2022). Lengthened flowering season under climate warming: Evidence from manipulative experiments. Agricultural and Forest Meteorology, 312: 108713.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-05-31 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.47.76 ]