Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 16, Issue 3, 2024 p: 64-78

OPEN ACCESS

Research Paper

Evaluation of Genetic Diversity of Iranian Spring Wheat Cultivars under Salinity Stress at the Seedling Stage using Multivariate Statistical Methods

Ronak Talebi Qormik[1], Hadi Alipour[2] and Reza Darvishzadeh[3]

1- Ph.D. student, Department of Plant Production and Genetics, Urmia University, Urmia, Iran
2- Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Urmia University, Urmia, Iran, (Corresponding author: ha.alipour@urmia.ac.ir)
3- Professor, Department of Plant Production and Genetics, Urmia University, Urmia, Iran

Received: 9 December 2023 Accepted: 2 March 2024

Extended Abstract

Background: In arid and semi-arid regions, biotic and abiotic stresses can directly or indirectly lead to restrictions and decreased growth of different plants. In these areas, salinity stress is one of the major challenges facing agriculture and crop production that causes huge damage to crop yields annually. The amount of salinity in the soil results in plant growth limitation, and increased soil salinity disrupts water and essential nutrient absorption for the plant and reduces plant growth, which can then lead to plant death. Reduced root growth and development, decreased nutrient absorption, increased likelihood of allergies to diseases and pests, decreased yield, and final product quality (e.g., nutrient deficiency), and increased toxic elements, are among the negative effects of salinity on plants. Various factors are involved in the creation of salinity, the most important of which can be climate change, source rock weathering, improper irrigation, drought, excessive consumption of fertilizers, and reduced seawater levels. Following climate change, these damages are on the rise every year. Due to the increase in population growth, demand for food production is increasing day by day. Wheat is known as the major grain in the supply of nutritional needs in the world, hence its sustainable production is of paramount importance. Salinity is recognized as an important factor in reducing wheat yield, and it may increase the accumulation of harmful salts in the plant tissue, which can lead to physiological damage and decreased plant growth. The effects of soil salinity vary depending on the amount of salinity, the type of salinity, and the type of wheat. One way to prevent the negative effects of salinity is to use salinity-resistant wheat cultivars. The range of diversity in relation to salt stress tolerance in different plants, especially the wheat plant, depends on various factors such as plant genotype, duration of stress, and plant growth stage. The seedling stage in wheat is one of the important stages regarding tolerance to salt stress. This study aims to investigate the response of spring wheat cultivars in the seedling stage to salinity stress.

Methods: In the present study, the reaction of 64 Iranian spring wheat genotypes at the seedling stage under normal conditions and 12 dS/m salinity stress was investigated in two replications in a simple lattice design at the research greenhouse of the Faculty of Agriculture, Urmia University in 2021-2022. In this study, in the four-leaf stage, salinity stress was applied gradually for two days. The measured traits were chlorophyll (SPAD), canopy temperature, shoot length (SL), root length (RL), seedling length (PL), shoot potassium content (KS)), root potassium content (KR), shoot sodium content (NaS), root sodium content (NaR), shoot potassium to sodium ratio (KNaS), root potassium to sodium ratio (KNaR), root volume (RV), leaf area index (LAI), radicle fresh weight (FWR), radicle dry weight (DWR), relative leaf water content (RWC), shoot fresh weight (FWS), shoot dry weight (DWS), seedling fresh weight (FWP), weight dry matter of seedlings (DWP). The data of the studied traits were obtained in a random complete block design. PROC GLM was used for the analysis of variance (ANOVA) in SAS 9.4 software. The correlation was examined using PROC CORR and decomposition into factors using PROC FACTOR. The figures were grouped using the gplots software package and the biplot diagram was drawn with the factoextra software package in the R 4.1 environment. The MANOVA statement in PROC GLM was used in SAS 9.4 software for multivariate variance analysis.

Results: Based on the results of ANOVA, statistically significant differences were observed between the tested cultivars based on the traits studied in the seedling stage, including FWP, DWP, FWR, DWR, FWS, RWS, and (PL). In both normal and salt stress conditions, DWP showed the most significant correlation with FWP, DWS, and DWR. Under the salinity stress conditions, FWS was significantly correlated with DWS, FWP, and DWP. Based on factor

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]

Copyright ©2024 Talebi Qormik et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

analysis, the studied traits in both normal and salinity stress conditions were grouped into seven factors, which explained 77.93% and 76.44% of the total changes in normal and salinity stress conditions, respectively. Using cluster analysis, cultivars under both normal and salt stress conditions were grouped into three clusters.
Conclusion: Based on the biplot results of factor analysis and cluster analysis, Maron, Darya, Shiroodi, Moghan 3, Darab 2, Roshan, Pishgam, and Pishtaz cultivars are introduced as favorable cultivars. Chamran, Bam, Alborz, and Maroodasht cultivars are categorized as unfavorable cultivars that can be used in further wheat breeding programs.

Keywords: Bread wheat, Factor analysis, Salt stress, Seedling

How to Cite This Article: Talebi Qormik, R., Alipour, H., & Darvishzadeh, R. (2024). Evaluation of Genetic Diversity of Iranian Spring Wheat Cultivars under Salinity Stress at the Seedling Stage using Multivariate Statistical Methods. *J Crop Breed,* 16(3), 64-78. DOI: 10.61186/jcb.16.3.64

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

ارزیابی تنوع ژنتیکی ارقام گندم بهاره ایرانی تحت تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره

روناک طالبی قورمیک[۱]، هادی علی‌پور[۲] و رضا درویش‌زاده[۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- دانشیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، (نویسنده مسوول: ha.alipour@urmia.ac.ir)
۳- استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۲
صفحه: ۶۴ تا ۷۸

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌توانند به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم منجر به محدودیت و کاهش رشد گیاهان مختلف می‌شوند. در این مناطق، تنش شوری یکی از چالش‌های بزرگ پیش روی حوزه کشاورزی و تولید محصول است که سالانه خسارات زیادی به عملکرد محصولات زراعی وارد می‌نماید. میزان کم شوری در خاک محدودیت رشد گیاه را به‌دنبال داشته و افزایش مقدار شوری خاک سبب می‌شود جذب آب و عناصر غذایی ضروری برای گیاه مختل و رشد گیاه کاهش یافته و در ادامه می‌تواند منجر به مرگ گیاه شود. کاهش رشد و توسعه ریشه‌ها، کاهش جذب عناصر غذایی، افزایش احتمال ایجاد حساسیت به بیماری‌ها و آفات، کاهش عملکرد و کیفیت محصول نهایی مانند کمبود عناصر غذایی، افزایش میزان عناصر سمی از جمله اثرات منفی شوری بر گیاه می‌باشند. عوامل مختلفی در ایجاد شوری نقش دارند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به تغییرات اقلیمی، هوازدگی سنگ مادر، آبیاری نادرست، خشکسالی، مصرف بی‌رویه کودها و کاهش سطح آب دریاها و اقیانوس‌ها ایجاد شود. به‌دنبال تغییرات اقلیمی، این خسارات هر ساله در حال افزایش است. باتوجه به افزایش رشد جمعیت، افزایش تقاضا برای تولید غذای بیشتر روز به‌روز در حال افزایش است. گندم به‌عنوان مهم‌ترین غله در تأمین نیاز غذایی جهان شناخته می‌شود، بنابراین تولید پایدار آن بسیار حائز اهمیت است. شوری به‌عنوان یک عامل مهم در کاهش عملکرد گندم شناخته می‌شود و ممکن است باعث افزایش تجمع نمک‌های مضر در بافت گیاه شود که منجر به آسیب‌های فیزیولوژیک و کاهش رشد در گیاه می‌شود. اثرات شوری خاک بسته به مقدار شوری، نوع شوری و نوع گندم متفاوت است. یکی از راه‌های پیشگیری از اثرات منفی شوری، استفاده از ارقام گندم مقاوم به شوری است. گستره تنوع در ارتباط با تحمل به تنش شوری در گیاهان مختلف به‌ویژه گیاه گندم، به عوامل مختلفی از جمله ژنوتیپ گیاهی، مدت زمان تنش، مرحله رشدی گیاه بستگی دارد. مرحله گیاهچه در گندم یکی از مراحل مهم در ارتباط با تحمل به تنش شوری می‌باشد. هدف از این مطالعه، بررسی پاسخ ارقام زراعی گندم بهاره در مرحله گیاهچه‌ای به تنش شوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در پژوهش حاضر واکنش ۶۴ ژنوتیپ گندم بهاره ایرانی در مرحله گیاهچه‌ای تحت دو شرایط نرمال و تنش شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در دو تکرار در قالب طرح لاتیس ساده در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ بررسی شدند. در این پژوهش، در مرحله چهاربرگی تنش شوری به‌صورت تدریجی در طی دو روز اعمال شد و سپس صفات سبزینگی برگ (SPAD)، دمای کانوپی (canopy)، طول ساقچه (SL)، طول ریشه‌چه (RL)، طول گیاهچه (PL)، میزان پتاسیم اندام هوایی (KS)، میزان پتاسیم ریشه‌چه (KR)، میزان سدیم اندام هوایی (NaS)، میزان سدیم ریشه‌چه (NaR)، نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی (KNaS)، نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه (KNaR)، حجم ریشه‌چه (RV)، شاخص سطح برگ (LAI)، وزن تر ریشه‌چه (FWR)، وزن خشک ریشه‌چه (DWR)، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، وزن تر ساقچه (FWS)، وزن خشک ساقچه (DWS)، وزن تر گیاهچه (FWP)، وزن خشک گیاهچه (DWP) مورد مطالعه قرار گرفتند. تجزیه داده‌های صفات مورد مطالعه در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. برای تجزیه واریانس از PROC GLM در نرم‌افزار SAS 9.4 استفاده شد. همبستگی با استفاده از PROC CORR و تجزیه به عامل‌ها با استفاده از PROC FACTOR صورت گرفت. گروه‌بندی ارقام با استفاده از بسته نرم افزاری gplots و ترسیم نمودار بای‌پلات با بسته نرم‌افزاری factoextra در محیط R 4.1 انجام شد. همچنین برای تجزیه واریانس چند متغیره از گزاره MANOVA در PROC GLM در نرم‌افزار SAS 9.4 استفاده شد.

یافته‌ها: براساس نتایج تجزیه واریانس، اختلاف آماری معنی‌داری بین ارقام مورد بررسی، براساس صفات مورد مطالعه در مرحله گیاهچه‌ای از جمله وزن تر گیاهچه (FWP)، وزن خشک گیاهچه (DWP)، وزن تر ریشه‌چه (FWR)، وزن خشک ریشه‌چه (DWR)، وزن تر ساقچه (FWS)، وزن خشک ساقچه (RWS) و طول گیاهچه (PL) مشاهده شد. همچنین در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری، وزن خشک گیاهچه (DWP) بیشترین همبستگی معنی‌دار را با وزن تر گیاهچه (FWP) و وزن خشک ساقچه (DWS) و وزن خشک ریشه‌چه (DWR) نشان داد. در شرایط تنش شوری وزن تر ساقچه (FWS) نیز همبستگی معنی‌داری با صفات وزن خشک ساقچه (DWS)، وزن تر گیاهچه (FWP) و وزن خشک گیاهچه (DWP) داشت. براساس تجزیه به عامل‌ها صفات مورد مطالعه در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری در هفت عامل گروه‌بندی شدند که این هفت عامل در شرایط نرمال ۷۷/۹۳ درصد و در شرایط تنش شوری ۷۶/۴۴ درصد از تغییرات کل را توجیه نمودند. با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ارقام تحت هر دو شرایط نرمال و تنش شوری در سه خوشه گروه‌بندی شدند.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج بای‌پلات حاصل از تجزیه به عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای، ارقام مارون، دریا، شیرودی، مغان ۳، داراب ۲، روشن، پیشگام، پیشتاز به‌عنوان ارقام مطلوب و ارقام چمران، بم، البرز و مرودشت به‌عنوان ارقام نامطلوب معرفی شدند که در پروژه‌های به‌نژادی آتی گندم می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، تنش شوری، گندم نان، گیاهچه

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.)؛ منبع اصلی تأمین غذای میلیون‌ها انسان، ۳۰ درصد از کل تولیدات غلات جهان را تشکیل می‌دهد (Uzair *et al.*, 2022). میزان تولید آن در سال‌های ۲۰۱۸، ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ به‌ترتیب ۷۳۰/۹، ۷۶۳/۹۳ و ۷۷۲/۶۵ میلیون تن بوده است (Shahbandeh, 2021). شوری از عمده‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان زراعی از جمله گندم در سراسر جهان می‌باشد (Rajabi Dehnavi *et al.*, 2020). خاک شور به خاکی گفته می‌شود که میزان نمک‌های محلول در ریزوسفر بیش از حد مجاز رشد گیاه باشد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]

(Khodapanah *et al*., 2009). مساحت اراضی شور در دنیا به‌دلیل تاثیر عوامل طبیعی (بالا آمدن سطح دریا، بارندگی کم، تبخیر سطحی بالا، هوازدگی سنگ مادری) و فعالیت‌های انسانی (سیستم‌های آبیاری و زهکشی ضعیف) هر روز در حال افزایش است (Quamruzzaman *et al*., 2021; Rajabi Dehnavi *et al*., 2020). در نواحی خشک و نیمه‌خشک، به‌دلایلی از جمله تبخیر زیاد و مقادیر پایین بارندگی فرآیند شور شدن با سرعت قابل‌توجهی اتفاق می‌افتد (Rajabi Dehnavi *et al*., 2020). در حال حاضر ۶ درصد از اراضی زراعی و ۲۰ درصد از اراضی آبی به‌دلیل شوری بیش از حد غیرقابل کشت می‌باشند (Gholizadeh *et al*., 2021). سرعت شور شدن خاک ۳ هکتار در هر دقیقه بیان‌شده است (Quamruzzaman *et al*., 2021). شوری هرساله ۲۰۰۰ هکتار از زمین‌های زراعی را به زمین‌های غیرقابل کشت تبدیل می‌کند (Gholizadeh *et al*., 2021). در ایران از مجموع اراضی قابل کشت، ۲۳/۸ میلیون هکتار شور می‌باشد (Khodapanah *et al*., 2009). تخمین زده شده است تا سال ۲۰۵۰، حدود ۵۰ درصد از زمین‌های قابل کشت جهان شور شوند (Genc *et al*., 2019).

از عمده‌ترین مضرات تنش شوری می‌توان به افزایش میزان قلیائیت خاک، هدایت هیدرولیکی، عدم تعادل غلظت یونی و ایجاد سمیت یونی اشاره نمود (Machado *et al*., 2017). افزایش سطوح نمک در خاک بر توانایی جذب آب توسط گیاه اثر منفی داشته که می‌تواند بلافاصله پس از استفاده از نمک تا چند هفته بعد، مشاهده شود (Tao *et al*., 2021). غلظت بالای نمک باعث اختلال در تعادل فیزیولوژیکی و متابولیکی، کاهش قابل‌توجه در سرعت جوانه‌زنی و رشد ریشه می‌شود (Munns *et al*., 2006). سدیم یونی با میزان سمیت بالا بوده که بر رشد گیاهچه اثر منفی می‌گذارد. جذب بالای این یون باعث برهم خوردن غلظت یون پتاسیم شده و عدم تعادل یونی را به‌دنبال دارد که این امر تأثیر نامطلوبی بر میزان فتوسنتز گیاه دارد (Ahmad *et al*., 2018). مرحله گیاهچه‌ای به‌عنوان یکی از حساس‌ترین مراحل رشدی گیاه در شرایط تنش شوری محسوب می‌شود (Gholizadeh *et al*., 2021). بقای گیاهچه در مراحل اولیه نمو، تحت شرایط تنش شوری، شانس بقای جمعیت گیاهی را برای رسیدن به مرحله بلوغ افزایش می‌دهد (Shahbandeh, 2021).

انتظار می‌رود تقاضا برای گندم تا سال ۲۰۵۰ تا ۶۰ درصد افزایش یابد (Quamruzzaman *et al*., 2021). راه‌حل‌های محدود اما مکمل برای افزایش بهره‌وری اراضی شور– سدیمی شامل ۱) مدیریت خاک و ۲) اصلاح نباتات می‌باشند (Genc *et al*., 2019). ارزیابی تنوع ژنتیکی درون ژرم‌پلاسم گونه‌های مختلف گیاهی برای صفت تحمل به تنش شوری، از گام‌های اساسی برای اجرای برنامه‌های اصلاحی در راستای مقابله با اثرات منفی تنش شوری بر عملکرد محصولات کشاورزی بوده که می‌تواند در شناسایی ژنوتیپ‌های پایدار و با عملکرد مناسب نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها راهکاری مناسب باشد (Rajabi Dehnavi *et al*., 2020). کشت ژنوتیپ‌های متحمل به شوری (Mansour *et al*., 2020) و افزایش توانایی تحمل به تنش شوری به‌عنوان یک راهکار تأثیرگذار برای مقابله با تنش شوری و به‌دست آوردن عملکرد مطلوب، مطرح هست (Tao *et al*., 2021; Luo *et al*., 2019; Shabala, 2013). در سال‌های اخیر توجه زیادی به بهبود عملکرد گندم با استفاده از روش‌های به‌نژادی متداول و مدرن برای مقابله با تنش شوری صورت پذیرفته است (Uzair *et al*., 2022). با این‌حال پیشرفت در اصلاح ارقام برای تحمل به تنش شوری یا سدیم کُند بوده است که می‌تواند به‌دلیل پیچیدگی‌های ژنتیکی و فیزیولوژیکی صفت تحمل به تنش شوری باشد (Genc *et al*., 2019). هدف از این پژوهش، تعیین ارتباط بین صفات و شناسایی ارقام گندم بهاره متحمل به تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای، با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۶۴ رقم گندم بهاره ایرانی (جدول ۱) در قالب طرح لاتیس ساده به‌صورت کشت گلدانی (خاک و ماسه با نسبت ۳:۱) تحت شرایط نرمال و تنش شوری (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) از منبع کلرید سدیم، به‌صورت جداگانه در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، مورد ارزیابی قرار گرفتند. باتوجه به اینکه آستانه تحمل گندم به تنش شوری در مطالعات مختلف بین ۶ تا ۸ دسی‌زیمنس تعیین شده است، در این مطالعه به‌منظور شناسایی ارقامی که در مرحله گیاهچه‌ای، تحمل بالایی به تنش شوری دارند، شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به خاک اعمال شد. ظرفیت زراعی خاک مورد استفاده در این پژوهش cc ۱۱۱۷ بود. از آنجا که شوری ایجاد شده در آب برابر با شوری ایجاد شده در خاک نخواهد بود، بنابراین بعد از مشخص شدن ظرفیت زراعی خاک، آزمایشی انجام شد تا مشخص شد، چه شوری در آب، شوری ۱۲ دسی‌زیمنس در خاک ایجاد می‌کند. به این‌منظور تعداد ۱۲ نمونه ۶۰۰ گرمی از خاک مورد استفاده تهیه شد و هر نمونه در ظرف جداگانه‌ای قرار داده شد. یک نمونه به‌عنوان شاهد، با استفاده از ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به حالت گل اشباع در آمد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]

جدول ۱- لیست ارقام گندم بهاره ایرانی مورد مطالعه در آزمایش حاضر

Table 1. The list of studied Iranian spring bread wheat cultivars in the present study.

Pedigree	Variety Name	Year
	4820	1951
TK/SHAHPASSAND	ADL	1976
HD160/5/Tob/Cno/23854/3/Nai60//Tit/Son64/4/LR/Son64	AFLAK	2010
1-63-31/3/12300/TOB//CNO67/SX	AKBARI	2006
FN/MD//K117A/3/2*CLLF/4/SON64/KLRE/3/CNO//LR64*2/SON64	ALBORZ	1978
HD2206/Hork//Bul/6/CMH80A.253/2/M2A/CML//Ald*4/5/BH1146/H56.71//BH1146/3/CMH78.390/4/Seri 82/7/Hel/3*Cno79/7/2*Seri 82	ARTA	2006
PUNJAB-76/CHENAB-70	BAYAT	1976
9-36/592/PIEVE or 9-36-562/PIAVE	BISTON	1980
ND/VG9144//KAL/BB/3/YACO/4/VEE#5	CHAMRAN	1997
Attila 50Y//Attila/Bacanora	CHAMRA2	2013
RSH/IRN 149(60-61)//C271	DARAB1	1980
MAYA'S'/NAC	DARAB2	1995
DASTJERDI	DASTJERDI	1960
DIADEM/ITALIAI	DEYHEM	1968
	DN11	---
KVZ/BUHO//KAL/BB	FALAT	1990
	FONG	---
	FRONTAA	---
ND/VG9144//KAL/BB/3/YACO'S'/4/VEE#5	GAHAR	1996
RHS/5/WT/4/NOR10/K54*2//FN/3/PTR/6/OMID//KAL/BB	GHODS	1988
D6301/NAI60//WRM/3/CNO*2/CHR	GOLESTAN	1986
Triticum aestivum/Sprw "s"//CA8055/3/Baconora88	KARIM	2011
FTA/PL	KAVEH	1980
P4160//SN64/LR64	KHAZAR	1974
BB/RON//CNO67/TOTA/3/JAR	KOOHDAT	2002
TI/PCH/5/MT48/3/WTE*3/NAR59/TOTA63/4/MUS	MAHDAVI	1995
AVD/PCHU/5/N10/BR21.1C//KT54B/3/NAR59/1093/4/7C	MAROON	1991
LR/N10B//3*ANE	MOGHAN1	1974
LR64A/HUAR	MOGHAN2	1974
Luan/3/V763.23/V879.c8//Pvn/4/Picus/5/Opata	MOGHAN3	2006
MILAN/SHANGHAI-7	MORVARD	2009
II12300//LR64A/8156/3/NOR	NAZ	1978
1-63-31/3/12300/TOB//CNO67/SX	NEISHABR	2006
F134-71/CROW'S'	NICKNEJD	1995
GF-gy54/Attila	OFOGH	2012
	PANJAMO	1968
Bkt/90Zhong87	PISHGAM	2008
Dryland Agricultural Research Institute	QABOUS	2014
RAYHANI	REYHANI	1942
PRL/2*PASTOR	SIRVAN	2012
Bank"s"/Veery"s"	SISTAN	2006
	TOUBARI	1969
Veery/Nacozari or Veery#5/NacozariF76	VEE/NAC	1997
	SHANGHAI	---
LR64/SN64	INIA	1969
RSH/3/MTA//KY/MAYO58	ARVAND	1974
Landrace	ROSHAN	1960
Sha4/Chil	DARYA	2006
JUP/BJY'S'//URES	ATRAK	1995
HD2172/3/BB/2*7C//Y50E/3*KAL	BAHAR	2007
AZADI/5/L2453/1347/4/KAL//BB/KAL/3/Y50E/3*KAL	SEPAHAN	2006
VEE#5/NAC//1-66-22 or VEERY/NACOZARI-76//1-66-22	BAM	2006
GV/D6301//ALD/3/AZADI or GAVILAN,MEX/D-630//(SIB)ALONDRA/3/AZADI or ALVAND//ALDAN/IAS-58	SHIRAZ	2002
ALVAND//ALDAN/IAS 58	PISHTAZ	2002
FALAT/RSH	HAMOON	2002
KAUZ*2/OPATA//KAUZ	DEZ	2002
ND/VG9144//KAL/BB/3/YACO/4/VEE#5	SHIROODI	1997
HD2172/BLOUDAN//AZADI	MARVDAT	1999
TAN'S'/VEE'S'//OPATA	ZAGROS	1996
BOW/NKT	TAJAN	1995
1-27-6275/CF 1770 or CF17170 1-22-11	ALVAND	1995
Stm/3/Kal//V543/Jit716 or SHORTIM/3/KALYANSONA//V-534/JIT-716	KAVIR	1997
Dove"S"/Buc"S"//2*Darab1 or DOVE(SIB)/(SIB)BUCKBUCK(M-84-17)//2*DARAB	PARSI	2009
Kauz"S"/Azd or KAUZ(SIB)/(AZD)AZADI	SIVAND	2009

برای هریک از نمونه‌های دیگر نیز ابتدا محلول‌هایی با شوری‌های مختلف با استفاده از مقادیر مختلف نمک سدیم کلرید تهیه شد، سپس EC محلول‌ها اندازه‌گیری و به مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر از هر محلول به هریک از نمونه‌های خاک اضافه شد. سپس روی نمونه‌ها کاغذ صافی قرار داده شده و پوشانده شدند و به‌مدت ۴۸ ساعت در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند. بعد از گذشت ۴۸ ساعت، عصاره گل اشباع نمونه‌های خاک، با استفاده از قیف بوخنر آزمایشگاه گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه به‌دست آمده و سپس EC آن‌ها قرائت شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص شد که با حل کردن مقدار ۱/۷۵ گرم نمک سدیم کلرید در آب، شوری موردنظر در خاک به‌دست خواهد آمد.

در هر گلدان تعداد ۱۵ بذر کشت شد، گلدان‌ها پلاستیکی بوده و وزن هر گلدان پس از پر کردن به‌طور تقریبی ۵/۵ کیلوگرم، ارتفاع ۲۰ سانتیمتر و عرض ۱۲ سانتیمتر بود. پس از جوانه‌زنی و در مرحله ۲-۳ برگی تُنُک انجام شد. به‌طوری که در هر گلدان چهار بوته باقی ماند. براساس نتایج آزمایش خاک، میزان gr ۰/۷۳۳ کود ازت به هر گلدان اضافه شد. کود ازت به‌صورت محلول در دو مرحله دو و چهار برگی و در هر مرحله میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر به هر گلدان اضافه شد. تنش شوری در مرحله چهار برگی به گلدان‌ها اعمال شد. برای جلوگیری از تنش یکباره، محلول به‌صورت تدریجی و در طی دو روز به گلدان‌ها داده شد. سه هفته بعد از اعمال تنش یادداشت‌برداری صفات مربوطه انجام شد. در پایان آزمایش ابتدا دمای کانوپی با استفاده از دماسنج لیزری اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌برداری به‌منظور اندازه‌گیری شاخص سطح برگ و محتوای نسبی آب برگ انجام شد و در ادامه به‌منظور اندازه‌گیری طول گیاهچه، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن تر گیاهچه، وزن تر ساقچه و وزن تر ریشه‌چه، گیاهچه‌های گندم از گلدان خارج و صفات موردنظر اندازه‌گیری شدند. ریشه گیاه به‌طور کامل شسته شده

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]
[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]

و سپس صفات مربوط به ریشه اندازه‌گیری شدند. در نهایت برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌های موردنظر به‌مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. در این مطالعه صفات سبزینگی برگ (SPAD)، دمای کانوپی (canopy)، طول ساقچه (SL)، طول ریشه‌چه (RL)، طول گیاهچه (PL)، میزان پتاسیم اندام هوایی (KS)، میزان پتاسیم ریشه‌چه (KR)، میزان سدیم اندام هوایی (NaS)، میزان سدیم ریشه‌چه (NaR)، نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی (KNaS)، نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه (KNaR)، حجم ریشه‌چه (RV)، شاخص سطح برگ (LAI)، وزن تر ریشه‌چه (FWR)، وزن خشک ریشه‌چه (DWR)، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، وزن تر ساقچه (FWS)، وزن خشک ساقچه (DWS)، وزن تر گیاهچه (FWP)، وزن خشک گیاهچه (DWP) بررسی شدند.

برای آزمون نرمال بودن توزیع خطاها از PROC UNIVARIATE و برای تجزیه واریانس از PROC GLM در نرم‌افزار SAS 9.4 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. همبستگی با استفاده از PROC CORR و تجزیه به عامل‌ها با استفاده از PROC FACTOR انجام شد. گروه‌بندی ارقام با استفاده از بسته نرم‌افزاری gplots (Warnes *et al*., 2014) و ترسیم نمودار بای‌پلات با بسته نرم‌افزاری factoextra در محیط R4.1 انجام شد (Kassambara, 2017). همچنین برای تجزیه واریانس چند متغیره از گزاره MANOVA در PROC GLM در نرم‌افزار SAS 9.4 استفاده شد

نتایج و بحث

باتوجه به عدم سودمندی طرح لاتیس، تجزیه داده‌های صفات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، اختلاف آماری معنی‌داری در ارتباط با صفات سبزینگی برگ، دمای کانوپی، طول ساقچه، طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن تر ساقچه، ریشه‌چه و گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، ساقچه و گیاهچه، شاخص سطح برگ، پتاسیم و سدیم اندام هوایی و ریشه‌چه و نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی و ریشه‌چه بین ارقام مورد مطالعه در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری مشاهده شد. در مطالعات پیشین نیز از نظر صفات فوق تفاوت آماری معنی‌داری در ارقام گندم نان مشاهده شده بود (Ghavami *et al*., 2004; Golkar *et al*., 2016; Fakhri *et al*., 2016; Modhej and Karbalaii., 2019; Atlassi Pak *et al*., 2020).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مرتبط با جوانه‌زنی در ارقام بهاره گندم ایرانی تحت شرایط نرمال و تنش شوری

Table 2. Analysis of variance for germination traits in Iranian spring wheat cultivars under normal and salt stress conditions

CV% ضریب تغییرات	Error خطای آزمایشی	Variety رقم	Block بلوک	S.O.V منابع تغییرات	CV% ضریب تغییرات	Error خطای آزمایشی	Variety رقم	Block بلوک	S.O.V منابع تغییرات	Conditions شرایط	
-	63	63	1	DF درجه آزادی	-	63	63	1	DF درجه آزادی		
26.32	0.0003	0.001^{**}	0.0001^{ns}	KNaR	2.55	1.03	14.51^{**}	11.10^{*}	SPAD	**Normal** نرمال	Mean Square (MS) میانگین مربعات
27.58	0.0001	0.0002^{*}	0.0004^{ns}	KNaR	2.15	0.74	12.53^{**}	0.005^{ns}	SPAD	**Stress** تنش	
26.43	6.9	0.20^{**}	0.09^{ns}	RV	7.75	2.01	6.45^{**}	0.15^{ns}	canopy	**Normal** نرمال	
25.59	0.081	0.13^{*}	0.31^{ns}	RV	8.40	2.49	$8/88^{**}$	15.24^{*}	canopy	**Stress** تنش	
21.77	176291.24	329022.39^{**}	1483503.1^{**}	LAI	8.35	14.43	31.97^{**}	208.50^{**}	SL	**Normal** نرمال	
19.84	154920.25	270780.58^{*}	3106278.58^{*}	LAI	8.06	13.73	1096.78^{**}	1096.78^{**}	SL	**Stress** تنش	
19.3	0.17	0.32^{**}	4.26^{**}	FWR	9.4	21.97	66.73^{**}	387.11^{**}	RL	**Normal** نرمال	
17.63	0.10	0.23^{**}	1.06^{**}	FWR	11.6	32.78	50.50^{*}	351.12^{**}	RL	**Stress** تنش	
29.22	1.03	0.005^{*}	0.13^{**}	DWR	5.46	27.11	75.51^{**}	57.91^{ns}	PL	**Normal** نرمال	
25.62	0.002	0.003^{*}	0.04^{**}	DWR	7.47	50.77	98.60^{*}	206.76^{*}	PL	**Stress** تنش	
24.02	194.72	501.26^{**}	292.16^{ns}	RWC	11.39	0.007	0.038^{**}	0.002^{ns}	KS	**Normal** نرمال	
22.42	162.34	311.15^{**}	113.1^{ns}	RWC	10.61	0.005	0.042^{**}	0.00054^{ns}	KS	**Stress** تنش	
19.68	0.21	0.39^{**}	2.64^{**}	FWS	23.18	0.004	0.036^{**}	0.001^{ns}	KR	**Normal** نرمال	
17.33	0.10	0.16^{*}	1.11^{**}	FWS	26.00	0.004	0.007^{**}	0.0007^{ns}	KR	**Stress** تنش	
22.19	0.005	0.0099^{**}	0.066^{**}	DWS	6.09	0.05	0.15^{**}	0.10^{ns}	NaS	**Normal** نرمال	
17.91	0.002	0.0035^{**}	0.093^{**}	DWS	10.19	0.24	1.3^{**}	0.10^{ns}	NaS	**Stress** تنش	
13.56	0.37	0.78^{**}	0.19^{**}	FWP	11.81	0.31	0.598^{**}	0.006^{ns}	NaR	**Normal** نرمال	
15.6	0.32	0.50^{*}	4.34^{**}	FWP	11.88	0.42	2.02^{**}	1.82^{*}	NaR	**Stress** تنش	
17.55	0.008	0.018^{**}	0.008^{ns}	DWP	14.49	0.0009	0.003^{**}	0.001^{ns}	KNaS	**Normal** نرمال	
18.6	0.0067	0.01^{**}	0.25^{**}	DWP	14.16	0.0004	0.002^{**}	0.00003^{ns}	KNaS	**Stress** تنش	

سبزینگی برگ (SPAD)، دمای کانوپی (canopy)، طول ساقچه (SL)، طول ریشه‌چه (RL)، طول گیاهچه (PL)، میزان پتاسیم اندام هوایی (KS)، میزان پتاسیم ریشه‌چه (KR)، میزان سدیم اندام هوایی (NaS)، میزان سدیم ریشه‌چه (NaR)، نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی (KNaS)، نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه (KNaR)، حجم ریشه‌چه (RV)، شاخص سطح برگ (LAI)، وزن تر ریشه‌چه (FWR)، وزن خشک ریشه‌چه (DWR)، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، وزن تر ساقچه (FWS)، وزن خشک ساقچه (DWS)، وزن تر گیاهچه (FWP)، وزن خشک گیاهچه (DWP). ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ را نشان می‌دهند.

chlorophyII (SPAD), canopy temperature (canopy), stem length (SL), rooot length (RL), plant length (PL), K in the shoot (KS), K in the root (KR), Na in the shoot (NaS), Na in the root (NaR), ratio of K to Na in the shoot (KNaS), ratio of K to Na in the root (KNaR), root value (RV), leaf area index (LAI), root fresh weight (FWR), root dry weight (DWR), relative leaf water content (RWC), shoot fresh weight (FWS), shoot dry weight (DWS), plant fresh weight (FWP), plant dry weight (DWP). ns, * and ** indicate non-significance, significance at the level of five percent and one percent, respectively

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]

تجزیه همبستگی

ضرایب همبستگی بین صفات موردمطالعه در جدول ۳ آورده شده است. در این مطالعه در شرایط نرمال وزن خشک گیاهچه (DWP) بیشترین همبستگی معنی‌دار با وزن خشک ساقچه (DWS) (r=۰/۸۶۱**)، وزن خشک ریشه‌چه (DWR) (r=۰/۸۵۶**)، وزن تر ریشه‌چه (FWR) (r=۰/۶۷۶**)، وزن تر گیاهچه (FWP) (r=۰/۶۷۳**) و وزن تر ساقچه (FWS) (r=۰/۵۹۸**) نشان داد. همچنین وزن تر ریشه‌چه (FWR) با وزن تر گیاهچه (FWP) (r=۰/۶۷۶**) همبستگی بالایی نشان داد. طول گیاهچه (PL) با طول ساقچه (SL) (r=۰/۶۷۶**) همبستگی بالایی نشان داد. وزن خشک ریشه‌چه (DWR) با صفات وزن تر ریشه‌چه (FWR) (r=۰/۵۵۶**) و طول گیاهچه (PL) (r=۰/۲۵۷**) همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد.

در شرایط تنش شوری، همبستگی معنی‌داری بین وزن خشک ریشه‌چه (DWR) با صفات وزن تر ساقچه (FWS) (r=۰/۷۸۵**)، وزن تر گیاهچه (FWP) (r=۰/۶۱۱**) و وزن خشک گیاهچه (DWP) (r=۰/۶۹۲**) مشاهده شد. وزن تر ساقچه (FWS) نیز همبستگی معنی‌داری با صفات وزن خشک ساقچه (DWS) (r=۰/۸۶۷**)، وزن تر گیاهچه (FWP) (r=۰/۷۶۳**) و وزن خشک گیاهچه (DWP) (r=۰/۷۱۶**) داشت. وزن خشک ساقچه (DWS) با وزن تر گیاهچه (FWP) (r=۰/۷۲۲**)، وزن خشک گیاهچه (DWP) (r=۰/۸۴۲**) و طول ساقچه (SL) (r=۰/۶۹۴**) همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. همچنین بین وزن تر گیاهچه (FWP) و وزن خشک گیاهچه (DWP) (r=۰/۸۶۶**) همبستگی معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳).

در یک مطالعه دولت آبادی و همکاران (Dowlat Abadi *et al*., 2019) با بررسی ۱۱۷ رقم گندم در سه سطح شوری، همبستگی بالایی بین صفات وزن ساقچه با وزن خشک گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه با وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه با وزن خشک گیاهچه و همچنین طول ساقچه با وزن خشک گیاهچه گزارش کردند. همچنین قلی‌نژاد (Gholinezhad, 2014) با بررسی شش سطح شوری بر روی هشت ژنوتیپ گندم در دو مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه، همبستگی معنی‌داری بین طول ریشه‌چه با طول ساقچه، طول ریشه‌چه با وزن گیاهچه، طول ریشه‌چه با وزن ساقچه و همچنین طول ریشه‌چه با وزن ریشه‌چه گزارش کرد. در مطالعه دیگری نیز، همبستگی بالایی بین طول ساقچه و ریشه‌چه، وزن تر ریشه‌چه با وزن خشک ریشه‌چه و طول ساقچه مشاهده شد (Bakhshayeshi *et al*., 2014). مطالعات دیگری نیز این نتایج را تأیید می‌کنند (Pahlevani *et al*., 2009; Ghomi *et al*., 2013; Ahmed *et al*., 2022).

گروه‌بندی صفات و افراد تحت شرایط نرمال و تنش شوری

الف-تجزیه به عامل‌ها

براساس تجزیه به عامل‌ها در شرایط نرمال صفات مورد بررسی در هفت عامل دسته‌بندی شدند (جدول ۴). عامل اول ۲۳/۱۲ درصد از تغییرات را توجیه نمود. صفات طول ساقچه، وزن تر و خشک ساقچه و وزن تر و خشک گیاهچه دارای بیشترین بار عاملی در این عامل بودند. عامل دوم ۱۳/۷۰ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود. دمای کانوپی، حجم ریشه‌چه و وزن تر و خشک ریشه‌چه بیشترین بار عاملی را داشتند. صفات میزان پتاسیم اندام هوایی و نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی نیز در عامل سوم بیشترین بار عاملی را داشتند که تقریباً ۱۱/۵ درصد از تغییرات کل را به‌تنهایی توجیه نمود. عامل چهارم نیز ۸/۹۲ درصد از کل تغییرات را توجیه نمود. صفات میزان پتاسیم ریشه‌چه و نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه در ارتباط با این عامل بیشترین بار عاملی را داشتند. صفات طول ریشه‌چه و طول گیاهچه نیز در ارتباط با عامل پنجم بیشترین بار عاملی را نشان دادند که ۷/۶۴درصد از تغییرات کل را توجیه نمود. عامل ششم نیز ۷/۳۲ درصد از تغییرات را توجیه نمود. صفات میزان سدیم ریشه‌چه و محتوای نسبی آب برگ، بالاترین بار عامی را در ارتباط با این عامل داشتند. صفات سبزینگی برگ، میزان سدیم اندام هوایی و شاخص سطح برگ نیز در عامل هفتم قرار گرفتند که ۵/۷۱ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود. در حالت کلی این هفت عامل ۷۷/۹۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. میزان اشتراک برای هر هفت عامل برای هر صفت در جدول ۴ آورده شده است که نشان می‌دهد این هفت عامل، در مجموع چند درصد از تغییرات صفت مربوطه را توجیه می‌کنند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]

جدول ۳- همبستگی بین صفات مورد مطالعه در ار قام بهاره گندم ایرانی تحت شرایط نرمال و تنش شوری

Table 3. Correlation between studied traits in Iranian spring wheat cultivars under normal and salinity stress conditions

DWP	FWP	DWS	FWS	RWC	DWR	FWR	LAI	RV	KNaR	KNaS	NaR	NaS	KR	KS	PL	RL	SL	Canopy	SPAD	
0.128	-0.155	-0.200	-0.222	0.147	-0.018	-0.039	0.103	0.135	0.008	0.026	0.131	0.073	-0.124	0.093	-0.259$^{\pm}$	-0.181	-0.26*	1	0.056	Canopy
0.250*	0.310*	0.196	0.130	-0.066	0.234	0.341**	0.047	-0.019	-0.169	0.229	0.231	-0.100	0.036	0.176	0.739**	0.337**	1	0.098	-0.006	SL
0.202	0.284*	0.151	0.168	-0.115	0.197	0.271*	-0.034	0.026	-0.152	0.099	0.218	0.145	0.003	0.178	0.884**	1	-0.016	0.197	-0.049	RL
0.269**	0.357**	0.205	0.185	-0.115	0.257*	0.364**	-0.001	0.009	-0.193	0.185	0.271*	0.054	0.020	0.215	1	0.831**	-0.037	0.029	0.012	PL
-0.100	-0.035	-0.103	0.072	0.035	-0.067	0.009	-0.004	0.178	-0.028	0.802**	0.141	0.143	0.049	1	-0.150	-0.169	-0.013	-0.207	-0.252*	KS
0.288*	0.349**	0.352**	0.202	0.143	0.141	0.338**	-0.001	-0.127	0.711**	0.089	0.373**	-0.034	1	0.367*	0.044	0.003	-0.040	-0.051	-0.152	KR
0.124	-0.057	0.083	-0.055	0.036	0.131	-0.036	-0.064	0.086	-0.118	-0.453**	0.134	1	0.066	0.020	0.105	0.029	-0.032	0.075	-0.033	NaS
-0.001	0.155	0.097	0.069	-0.301*	-0.100	0.168	0.114	0.168	-0.362**	0.065	1	0.167	-0.009	0.040	-0.033	-0.048	-0.034	0.000	0.041	NaR
-0.165	0.009	-0.153	-0.043	-0.038	-0.130	0.049	0.066	0.097	0.054	1	-0.017	-0.362**	0.221	0.920**	-0.170	-0.164	-0.015	-0.223	-0.231	KNaS
0.281	0.248*	0.249*	0.123	0.347**	0.235	0.257*	-0.130	-0.212	1	0.214	-0.25*	0.033	0.966**	0.250*	0.037	0.003	-0.044	-0.042	-0.152	KNaR
0.016	0.060	0.164	0.194	0.016	-0.139	-0.074	0.194	1	-0.099	-0.031	-0.210	-0.022	-0.149	-0.057	0.286*	0.062	0.040	-0.408**	-0.016	RV
-0.099	0.105	0.005	0.058	-0.062	-0.176	0.103	1	-0.079	-0.095	-0.029	0.130	-0.091	-0.083	-0.068	-0.227	-0.186	-0.254*	0.018	0.157	LAI
0.676**	0.829**	0.265*	0.243	-0.108	0.556**	1	-0.098	0.321**	0.066	-0.177	-0.093	-0.031	0.051	-0.206	0.257*	0.112	0.115	-0.146	0.098	FWR
0.856**	0.583**	0.475**	0.348**	0.143	1	0.785**	-0.088	0.232	0.025	-0.198	-0.082	0.027	0.004	-0.207	0.334**	0.240	0.106	-0.136	0.098	DWR
0.143	-0.037	0.103	0.065	1	0.080	-0.089	-0.022	-0.201	-0.069	0.067	0.272*	0.146	-0.015	0.111	0.057	-0.009	-0.085	-0.027	0.085	RWC
0.598**	0.744**	0.676**	1	-0.102	0.142	0.076	-0.141	0.008	-0.031	-0.040	0.034	-0.138	-0.012	-0.074	0.085	0.162	0.628**	0.025	0.003	FWS
0.861**	0.572**	1	0.867**	-0.085	0.194	0.158	-0.191	-0.079	0.016	0.044	-0.064	-0.173	0.007	0.004	-0.103	-0.042	0.694**	-0.054	-0.018	DWS
0.673**	1	0.722**	0.763**	-0.131	0.611**	0.702**	-0.164	0.214	0.020	-0.143	-0.036	-0.119	0.024	-0.186	0.227	0.188	0.523**	-0.077	0.066	FWP
1	0.866**	0.842**	0.716**	-0.018	0.692**	0.548**	-0.189	0.069	0.026	-0.076	-0.092	-0.112	0.008	-0.111	0.107	0.100	0.569**	-0.115	0.041	DWP

سبزینگی برگ (SPAD)، دمای کانوپی (canopy)، طول ساقچه (SL)، طول ریشه‌چه (RL)، طول گیاهچه (PL)، میزان پتاسیم اندام هوایی (KS)، میزان پتاسیم ریشه‌چه (KR)، میزان سدیم اندام هوایی (NaS)، میزان سدیم ریشه‌چه (NaR)، نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی (KNaS)، نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه (KNaR)، حجم ریشه‌چه (RV)، شاخص سطح برگ (LAI)، وزن تر ریشه‌چه (FWR)، وزن خشک ریشه‌چه (DWR)، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، وزن تر ساقچه (FWS)، وزن خشک ساقه‌چه (DWS)، وزن تر گیاهچه (FWP)، وزن خشک گیاهچه (DWP). اعداد بالای قطر اصلی مربوط به همبستگی در سطح نرمال و اعداد پایین قطر اصلی مربوط به همبستگی در سطح تنش شوری ۱۲ ds/m می‌باشد. * و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ را نشان می‌دهند.

Chlorophyll (SPAD), Canopy temperature (canopy), Stem length (SL), Root length (RL), Plant length (PL), K in the shoot (KS), K in the root (KR), Na in the shoot (NaS), Na in the root (NaR), ratio of K to Na in the shoot (KNaS), Ratio of K to Na in the root (KNaR), Root value (RV), Leaf area index (LAI), Root fresh weight (FWR), Root dry weight (DWR), Relative leaf water content (RWC), Shoot fresh weight (FWS), Shoot dry weight (DWS), Plant fresh weight (FWP), Plant dry weight (DWP). The upper numbers of the main diameter correspond to the correlation at the normal level and the lower numbers of the main diameter correspond to the correlation at the salt stress level of 12 ds/m. * and ** indicate significance at the probability level of 0.05 and 0.01 respectively.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]

در شرایط تنش شوری نیز صفات مورد بررسی در هفت عامل دسته‌بندی شدند (جدول ۵). عامل اول ۲۳/۸۱ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود. صفات وزن تر و خشک ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقچه، وزن تر و خشک گیاهچه بیشترین بار عاملی را در ارتباط با عامل اول داشتند. صفات طول ساقچه، ریشه‌چه و گیاهچه و میزان پتاسیم اندام هوایی بیشترین بار عاملی مربوط به عامل دوم را داشتند. این عامل ۱۳/۸۹ درصد از تغییرات را توجیه نمود. عامل سوم نیز ۹/۹۰۲ درصد از تغییرات را توجیه نمود. صفات میزان پتاسیم ریشه‌چه و نسبت پتاسیم به سدیم ریشه بالاترین بار عاملی را در ارتباط با این عامل داشتند. صفات سبزینگی برگ و محتوای نسبی آب برگ با بار عاملی مثبت و میزان سدیم ریشه‌چه و شاخص سطح برگ با بار عاملی منفی، بالاترین بار عاملی در مربوط به عامل چهارم را داشتند. این عامل ۸/۶۱۱ درصد از تغییرات را توجیه نمود. عامل پنجم ۷/۸۲۷ درصد از تغییرات را توجیه نمود. صفت حجم ریشه‌چه بیشترین بار عاملی مربوط به این عامل را نشان داد. همچنین بالاترین بار عاملی عامل ششم مربوط به صفات میزان سدیم اندام هوایی با بار عاملی مثبت و نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی با بار عاملی منفی بود که این عامل ۶/۵۰۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کرد. در ارتباط با عامل هفتم نیز ۷/۸۸۲ درصد تغییرات توسط این عامل توجیه نمود. دمای کانوپی بیشترین بار عاملی را در ارتباط با این عامل داشت. در حالت کلی این هفت عامل ۷۶/۴۴ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. میزان اشتراک برای هر هفت عامل برای هر صفت در جدول ۵ آورده شده است که نشان می‌دهد این هفت عامل، در مجموع چند درصد از تغییرات صفت مربوطه را توجیه می‌کنند.

در تحقیق قلی‌زاده و همکاران (Gholizadeh et al., 2018) با بررسی تنوع ژنتیکی۱۱۰ ژنوتیپ گندم تحت دو شرایط نرمال و تنش شوری، در شرایط نرمال شش عامل اصلی شناسایی شد که در مجموع ۷۵/۴۶ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. در شرایط تنش شوری نیز صفات در پنج عامل گروه‌بندی شدند که ۷۱/۱۷ درصد از تغییرات را توجیه نمود. براساس مطالعه دیگری که بر روی ۴۰ ژنوتیپ گندم در شرایط نرمال و سه سطح تنش شوری ۴، ۸ و ۱۲ ds/m انجام شد، صفات مورد بررسی در شرایط نرمال در پنج عامل گروه‌بندی شدند که ۷۵ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود. همچنین در هرکدام از سه سطح شوری مورد مطالعه، پنج عامل اصلی شناسایی شد که به‌ترتیب ۷۳، ۶۵/۳۲ و ۶۵/۱۶ درصد از تغییرات را توجیه نمودند (Ahmed *et al*., 2022).

جدول ۴- تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورد مطالعه در ارقام بهاره گندم ایرانی تحت شرایط نرمال

Table 4. Factor analysis of studied traits in Iranian spring wheat cultivars under normal conditions

Final communality estimates میزان اشتراک	Factor7 عامل ۷	Factor6 عامل ۶	Factor5 عامل ۵	Factor4 عامل ۴	Factor3 عامل ۳	Factor2 عامل ۲	Factor1 عامل ۱	Variable متغیر
0.692	-0.213	-0.087	0.110	0.194	-0.394	0.276	0.626	SL
0.807	0.044	0.161	-0.266	-0.345	0.379	-0.221	0.630	FWR
0.822	0.096	0.297	-0.177	-0.236	0.366	-0.261	0.660	DWR
0.842	0.038	-0.062	0.147	0.237	-0.332	0.263	0.761	FWS
0.928	-0.023	-0.029	0.018	0.123	-0.376	0.407	0.777	DWS
0.932	0.056	0.060	-0.067	-0.054	0.009	0.044	0.952	FWP
0.933	0.035	0.142	-0.084	-0.039	-0.075	0.157	0.934	DWP
0.378	0.336	0.138	-0.297	-0.080	-0.203	-0.336	0.071	SPAD
0.851	0.027	0.254	0.343	-0.141	0.178	0.743	-0.253	KS
0.951	0.283	0.125	0.370	-0.261	0.127	0.769	-0.208	KNaS
0.895	0.155	0.016	0.456	0.249	0.587	-0.414	0.292	PL
0.930	0.014	0.033	-0.427	0.338	0.592	0.531	-0.026	KR
0.967	0.015	-0.119	-0.446	0.285	0.627	0.528	-0.008	KNaR
0.608	0.229	-0.189	-0.084	0.650	-0.206	-0.207	-0.072	canopy
0.714	-0.282	-0.212	0.239	-0.588	0.311	-0.197	0.226	RV
0.911	0.285	-0.091	0.484	0.424	0.446	-0.375	0.262	RL
0.550	0.004	0.662	0.074	0.166	-0.243	-0.073	-0.121	NaR
0.612	0.066	0.748	0.109	0.141	-0.014	-0.035	-0.124	RWC
0.767	-0.677	0.330	-0.107	0.318	0.140	-0.236	-0.110	NaS
0.503	0.438	0.072	-0.348	-0.221	-0.226	-0.120	-0.267	LAI
	1.142	1.465	1.528	1.785	2.3	2.741	4.625	Eigenvalue مقدار ویژه
	5.712	7.326	7.641	8.935	11.498	13.706	23.126	Variance (%) واریانس
	77.934	72.222	64.896	57.255	48.330	36.832	23.126	Cumulative Variance (%) واریانس تجمعی

سبزینگی برگ (SPAD)، دمای کانوپی (canopy)، طول ساقچه (SL)، طول ریشه‌چه (RL)، طول گیاهچه (PL)، میزان پتاسیم اندام هوایی (KS)، میزان پتاسیم ریشه‌چه (KR)، میزان سدیم اندام هوایی (NaS)، میزان سدیم ریشه‌چه (NaR)، نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی (KNaS)، نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه (KNaR)، حجم ریشه‌چه (RV)، شاخص سطح برگ (LAI)، وزن تر ریشه‌چه (FWR)، وزن خشک ریشه‌چه (DWR)، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، وزن تر ساقچه (FWS)، وزن خشک ساقه‌چه (DWS)، وزن تر گیاهچه (FWP)، وزن خشک گیاهچه (DWP).

Chlorophyll (SPAD), Canopy temperature (canopy), Stem length (SL), Root length (RL), Plant length (PL), K in the shoot (KS), K in the root (KR), Na in the shoot (NaS), Na in the root (NaR), ratio of K to Na in the shoot (KNaS), Ratio of K to Na in the root (KNaR), Root value (RV), Leaf area index (LAI), Root fresh weight (FWR), Root dry weight (DWR), Relative leaf water content (RWC), Shoot fresh weight (FWS), Shoot dry weight (DWS), Plant fresh weight (FWP), Plant dry weight (DWP).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]

جدول ۵- تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورد مطالعه در ارقام بهاره گندم ایرانی تحت شرایط تنش شوری

Table 5. Factor analysis of studied traits in Iranian spring wheat cultivars under salinity stress conditions

Final communality estimates میزان اشتراک	Factor7 عامل ۷	Factor6 عامل ۶	Factor5 عامل ۵	Factor4 عامل ۴	Factor3 عامل ۳	Factor2 عامل ۲	Factor1 عامل ۱	Variable متغیر
0.854	0.406	-0.089	-0.233	-0.280	0.229	0.332	0.621	FWR
0.788	0.213	0.148	-0.311	0.224	-0.001	0.225	0.723	DWR
0.762	-0.285	-0.115	0.303	0.010	0.028	0.012	0.758	FWS
0.831	-0.292	0.115	0.229	0.166	0.147	0.034	0.793	DWS
0.899	0.115	-0.128	0.014	-0.187	0.174	0.236	0.865	FWP
0.889	-0.049	0.153	-0.045	0.227	0.086	0.150	0.883	DWP
0.633	-0.092	-0.203	0.003	0.000	-0.070	0.730	0.213	SL
0.668	-0.061	0.169	-0.021	-0.058	-0.026	0.783	0.136	RL
0.908	-0.090	0.020	-0.013	-0.041	-0.054	0.904	0.203	PL
0.791	0.277	-0.177	0.376	0.254	0.412	0.465	-0.302	KS
0.912	-0.109	0.028	-0.066	-0.089	0.895	-0.064	0.287	KR
0.855	0.046	-0.156	-0.354	0.324	0.649	-0.299	0.295	KNaR
0.545	0.107	0.000	0.247	0.644	-0.107	0.184	0.115	SPAD
0.756	-0.132	0.273	0.394	-0.528	0.347	0.330	-0.020	NaR
0.512	0.318	-0.208	0.383	-0.435	-0.081	-0.118	0.109	LAI
0.508	0.055	0.024	-0.021	0.659	0.161	-0.190	0.093	RWC
0.711	0.077	0.043	0.820	0.086	-0.120	-0.029	0.093	RV
0.825	0.132	0.882	0.105	0.070	0.055	0.096	-0.024	NaS
0.912	0.177	-0.679	0.257	0.131	0.356	0.378	-0.258	KNaS
0.729	0.771	0.107	0.130	0.176	-0.070	-0.239	-0.119	canopy
	1.176	1.302	1.565	1.722	1.98	2.779	4.763	Eigenvalue مقدار ویژه
	5.882	6.508	7.827	8.611	9.902	13.896	23.816	Variance (%) واریانس
	76.441	70.559	64.051	56.224	47.612	37.712	23.816	Cumulative Variance (%) واریانس تجمعی

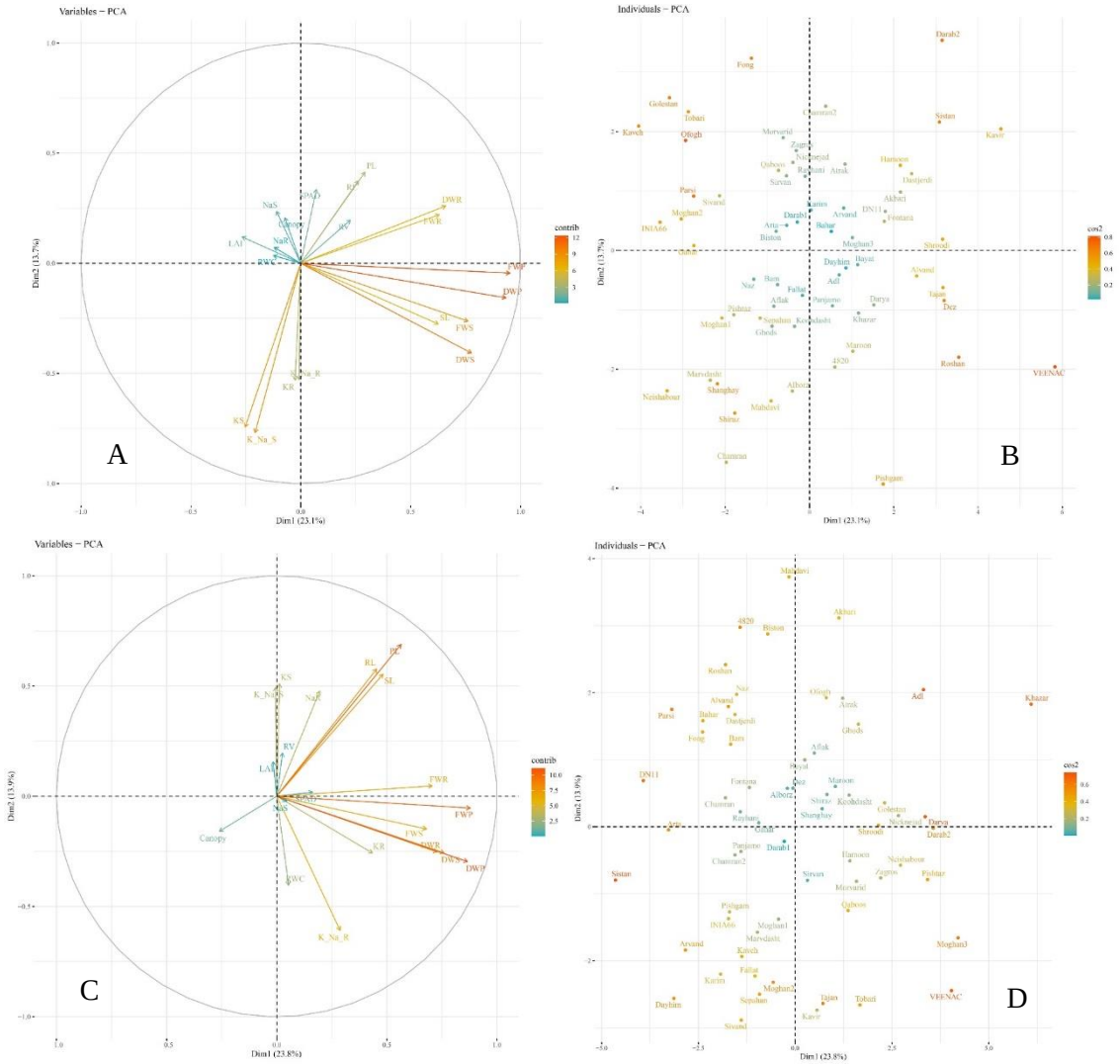
سبزینگی برگ (SPAD)، دمای کانوپی (canopy)، طول ساقچه (SL)، طول ریشه‌چه (RL)، طول گیاهچه (PL)، میزان پتاسیم اندام هوایی (KS)، میزان پتاسیم ریشه‌چه (KR)، میزان سدیم اندام هوایی (NaS)، میزان سدیم ریشه‌چه (NaR)، نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی (KNaS)، نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه (KNaR)، حجم ریشه‌چه (RV)، شاخص سطح برگ (LAI)، وزن تر ریشه‌چه (FWR)، وزن خشک ریشه‌چه (DWR)، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، وزن تر ساقچه (FWS)، وزن خشک ساقه‌چه (DWS)، وزن تر گیاهچه (FWP)، وزن خشک گیاهچه (DWP).

Chlorophyll (SPAD), Canopy temperature (canopy), Stem length (SL), Root length (RL), Plant length (PL), K in the shoot (KS), K in the root (KR), Na in the shoot (NaS), Na in the root (NaR), ratio of K to Na in the shoot (KNaS), Ratio of K to Na in the root (KNaR), Root value (RV), Leaf area index (LAI), Root fresh weight (FWR), Root dry weight (DWR), Relative leaf water content (RWC), Shoot fresh weight (FWS), Shoot dry weight (DWS), Plant fresh weight (FWP), Plant dry weight (DWP).

در شرایط نرمال براساس نتایج پراکنش ارقام و بردارهای صفات، ارقام شیرودی، الوند، بیات و دیهیم در ارتباط با صفات وزن تر و خشک گیاهچه، ارقام مغان ۳، DN11، اکبری و بهار در ارتباط با صفات وزن تر و خشک ریشه‌چه، ارقام تجن، دز، وری‌ماک، دریا و عدل در ارتباط با صفات وزن تر و خشک ساقه‌چه و طول گیاهچه مقادیر بالایی داشتند. همچنین ارقام فونگ، مروارید، توباری، گلستان، افق، کاوه، پارسی، مغان ۲، اینیا ۶۶، گهر، نیشابور، مرودشت، شانگ‌های، سیوند و مغان ۱ در ارتباط با صفات مورد بررسی مقادیر کمتری نشان دادند (شکل ۱A و ۱B). در شرایط تنش شوری نیز براساس نتایج پراکنش ارقام و بردارهای صفات، ارقام پیشتاز، نیشابور و هامون در ارتباط با صفات وزن خشک گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر ساقچه، ارقام دریا، گلستان، نیک‌نژاد، داراب ۲ و شیرودی در ارتباط با صفات وزن تر گیاهچه و ریشه‌چه و سبزینگی برگ و ارقام عدل، قدس، شیراز، شانگ‌های و کوهدشت در ارتباط با طول گیاهچه، ساقه‌چه و ریشه‌چه مقادیر بالایی نشان دادند. همچنین ارقام بیستون، مهدوی، 4820، روشن، ناز، الوند، دستجردی، بهار، پارسی، DN11، بم، فونگ، چمران، آرتا، ریحانی، سیستان، اینیا۶۶، پیشگام، اروند، دیهیم، سیوند، کریم، سپاهان، مغان ۳، فلات، کاوه و مرودشت نیز مقادیر پایینی برای صفات مورد بررسی نشان دادند (شکل ۱C و ۱D).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]



شکل ۱- نمودار بای‌پلات صفات و ژنوتیپ‌ها برای ۶۴ رقم زراعی گندم تحت شرایط نرمال (به‌ترتیب A و B) و تحت تنش شوری (به‌ترتیب C و D)

Figure 1. Biplot diagram of traits and genotypes for 64 cultivars of wheat under normal (A and B, respectively) and under salt stress conditions (C and D, respectively)

سبزینگی برگ (SPAD)، دمای کانوپی (canopy)، طول ساقچه (SL)، طول ریشه‌چه (RL)، طول گیاهچه (PL)، میزان پتاسیم اندام هوایی (KS)، میزان پتاسیم ریشه‌چه (KR)، میزان سدیم اندام هوایی (NaS)، میزان سدیم ریشه‌چه (NaR)، نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی (KNaS)، نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه (KNaR)، حجم ریشه‌چه (RV)، شاخص سطح برگ (LAI)، وزن تر ریشه‌چه (FWR)، وزن خشک ریشه‌چه (DWR)، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، وزن تر ساقچه (FWS)، وزن خشک ساقچه (DWS)، وزن تر گیاهچه (FWP)، وزن خشک گیاهچه (DWP).

Chlorophyll (SPAD), Canopy temperature (canopy), Stem length (SL), Root length (RL), Plant length (PL), K in the shoot (KS), K in the root (KR), Na in the shoot (NaS), Na in the root (NaR), ratio of K to Na in the shoot (KNaS), Ratio of K to Na in the root (KNaR), Root value (RV), Leaf area index (LAI), Root fresh weight (FWR), Root dry weight (DWR), Relative leaf water content (RWC), Shoot fresh weight (FWS), Shoot dry weight (DWS), Plant fresh weight (FWP), Plant dry weight (DWP).

ب- تجزیه خوشه‌ای

براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، تحت شرایط نرمال، ارقام مورد بررسی در سه خوشه دسته‌بندی شدند. ارقام اکبری، بیات، الوند، DN11، دریا، کویر، داراب ۲، سیستان، پیشگام، وری‌ماک، تجن، شیرودی، روشن، دستجردی، هامون، دز، خزر، مغان ۳ و مارون در خوشه اول گروه‌بندی شدند که از نظر بیشتر صفات مورد بررسی میانگین‌های بالاتری داشتند. ارقام پیشگام، وری‌ماک، تجن، شیرودی و روشن در ارتباط با صفات وزن تر و خشک ساقه‌چه و گیاهچه و طول ساقه‌چه، ارقام دریا، DN11 در ارتباط با صفات طول ریشه‌چه و گیاهچه، میزان پتاسیم ریشه‌چه و نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه و همچنین ارقام کویر، داراب ۲ و سیستان در ارتباط با صفات طول ریشه‌چه و گیاهچه، وزن تر و خشک ریشه‌چه و حجم ریشه‌چه میانگین‌های بالاتری نسبت به سایر ارقام گروه‌بندی شده در این خوشه داشتند. نیشابور، مرودشت، شیراز، مهدوی، چمران، قدس، نیک‌نژاد، ریحانی، مغان ۱، مروارید، فونگ، سیروان، اینیا، گلستان، سیوند، توباری، مغان ۲، کاوه، گهر، افق و پارسی در خوشه دوم قرار گرفته و از نظر صفات نسبت پتاسیم به سدیم اندام‌هوایی، وزن تر و خشک ساقچه و گیاهچه و طول ساقه‌چه میانگین‌های پایین‌تری نسبت به سایر ارقام مورد بررسی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]
[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]

داشتند. همچنین ارقام نیشابور، مرودشت، شیرازو مهدوی از نظر صفات نسبت پتاسیم به سدیم ریشه و میزان پتاسیم اندام هوایی و ارقام مهدوی، چمران و قدس از نظر صفات نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه و میزان پتاسیم ریشه‌چه بالاترین میانگین را داشتند. در ارتباط با سایر صفات، این ارقام وضعیت متوسطی داشتند. ارقام زاگرس، بهار، داراب ۱، قابوس، ناز، چمران ۲، دیهیم، کوهدشت، فلات، کریم، پانجامو، اروند، اترک، فرونتانا، عدل، بم، افلاک، آرتا، بیستون، 4820، البرز، شانگ‌های، سپاهان، پیشتاز در خوشه سوم قرار گرفته که از نظر صفات مورد بررسی میانگین‌های متوسطی داشتند. در این خوشه ارقام ناز، چمران ۲، دیهیم و پانجامو از نظر طول ساقه‌چه، ارقام ناز، چمران ۲، دیهیم و فلات از نظر دمای کانوپی، ارقام چمران ۲، کریم، اروند و اترک از نظر سبزینگی برگ میانگین بالاتری نسبت به سایر ارقام این دسته داشتند (شکل ۳A).

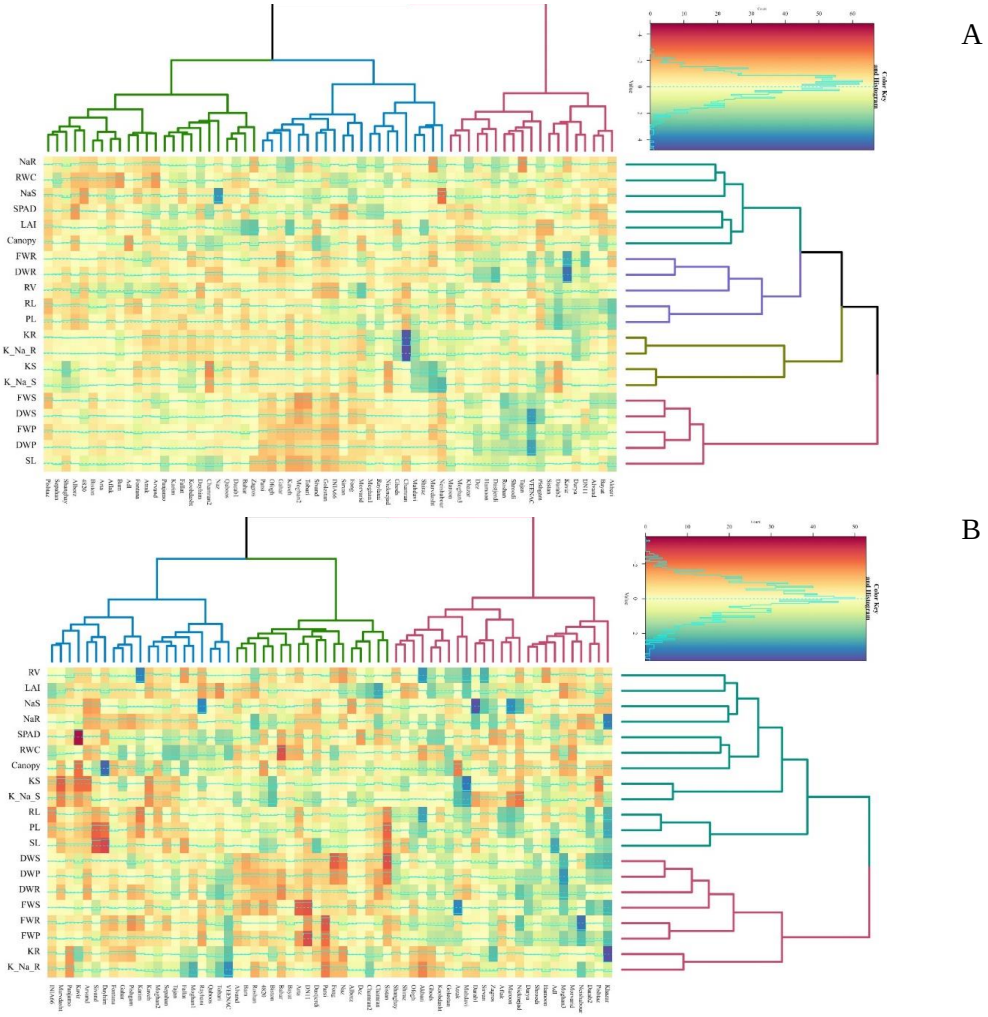
در شرایط تنش شوری ارقام مورد مطالعه در سه خوشه دسته‌بندی شدند. ارقام خزر، پیشتاز، داراب ۲، نیشابور، مروارید، مغان ۳، عدل، هامون، شیرودی، دریا، نیک‌نژاد، مارون، افلاک، زاگرس، سیروان، داراب ۱، مهدوی، اترک، گلستان، کوهدشت، قدس، اکبری، افق، شیراز و شانگ‌های در خوشه اول گروه‌بندی شدند که از نظر بیشتر صفات مورد بررسی میانگین بالاتری داشتند. ارقام خزر، پیشتاز، داراب ۲، مغان ۳، دریا و نیک‌نژاد از نظر صفات طول ریشه‌چه، ساقچه و گیاهچه، وزن تر و خشک ساقچه، ریشه‌چه و گیاهچه بالاترین مقادیر را داشتند. ارقام نیک‌نژاد، مارون و افلاک برای طول ریشه‌چه و طول گیاهچه میانگین بالایی داشتند. ارقام سیستان، چمران، چمران ۲، دز، البرز، ناز، فونگ، پارسی، دستجردی، DN11، آرتا، بیات، بهار، بیستون، 4820، روشن، بم، الوند در خوشه دوم قرار داشتند. این ارقام از نظر اکثر صفات مورد بررسی مقادیر پایینی داشتند. سیستان، چمران، چمران ۲، ناز، فونگ، پارسی، DN11 و بهار از نظر صفات نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه، میزان پتاسیم ریشه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه و ساقه‌چه و ریشه‌چه پایین‌ترین میانگین را داشتند. در خوشه سوم، ارقام وری‌ماک، توباری، قابوس، ریحانی، مغان ۱، فلات، تجن، سپاهان، مغان ۲، کاوه، کریم، پیشگام، گهر، فرونتانا، دیهیم، سیوند، اروند، کویر، پانجامو، مرودشت و اینیا قرار گرفتند که از نظر اکثر صفات وضعیت متوسطی داشتند. ارقام وری‌ماک، توباری، قابوس، مغان ۱، فلات در ارتباط با محتوای نسبی آب برگ و سبزینگی برگ، نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه و میزان پتاسیم ریشه‌چه، ارقام وری‌ماک، توباری، قابوس، تجن در ارتباط با صفات وزن خشک گیاهچه و ریشه‌چه میانگین بالاتری داشتند. ارقام دیهیم، سیوند، اروند، پیشگام و کریم در ارتباط با صفات طول ساقچه، گیاهچه و ریشه‌چه و ارقام اروند، کویر، پانجامو، مرودشت و اینیا در ارتباط با نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی و میزان پتاسیم اندام هوایی و ارقام پیشگام، گهر، فرونتانا، دیهیم، سیوند و اروند در ارتباط با میزان سدیم ریشه‌چه پایین‌ترین میانگین را داشتند (شکل ۳B).

براساس مطالعه پوستینی (Poustini *et al*., 2002) رقم الوند در گروه ارقام مقام گروه‌بندی شد. همچنین در مطالعه دیگری با بررسی سی رقم گندم تحت تنش شوری، رقم روشن به‌عنوان رقم متحمل و ارقام مهدوی و فلات به‌عنوان ارقام حساس معرفی شدند (Poustini *et al*., 2007). براساس مطالعه فرهودی و خدارحم‌پور (Farhoudi & Khodarahmpour, 2015) رقم نیک‌نژاد به‌عنوان رقم مقاوم و ارقام اترک، آزادی، چمران، فلات و قدس به‌عنوان ارقام حساس معرفی شدند. براساس مطالعه دیگری رقم مارون به‌عنوان رقم مقاوم و ارقام اینیا ۶۶ و مرودشت به‌عنوان ارقام حساس معرفی شدند (Shabani Nezhad *et al*., 2018).

برای تایید خوشه‌ها و تعیین تفاوت خوشه‌ها از نظر صفات مختلف در هر یک از شرایط نرمال و تنش شوری ۱۲۰ میلی‌مولار تجزیه واریانس چند متغییره و تک متغییره با در نظر گرفتن خوشه‌ها به عنوان تیمار و ارقام داخل خوشه‌ها به عنوان تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی نامتعادل انجام شد. در شرایط نرمال که ارقام مورد مطالعه در سه دسته گروهبندی شدند، بر اساس چهار آماره لامبدای ویلکس[۱]، اثر پیلا [۲]، اثر هتلینگ[۳] و بزرگترین ریشه روی[۴] در سطح احتمال یک درصد اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند (جدول ۶). براساس نتایج آنالیز واریانس تک متغییره، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد برای صفت نسبت پتاسیم ریشه‌چه، نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه و در سطح یک درصد برای صفات طول ساقچه، گیاهچه و ریشه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه، ساقچه و گیاهچه و محتوای نسبی آب برگ تحت شرایط نرمال مشاهده شد (جدول ۷).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]



شکل ۲- دندوگرام تجزیه خوشه‌ای ارقام بهاره گندم ایرانی تحت شرایط نرمال (A) و تنش شوری (B)

Figure 2. Cluster analysis dendrogram in Iranian spring wheat cultivars in (A) under normal and (B) salinity stress conditions

سبزینگی برگ (SPAD)، دمای کانوپی (canopy)، طول ساقچه (SL)، طول ریشه‌چه (RL)، طول گیاهچه (PL)، میزان پتاسیم اندام هوایی (KS)، میزان پتاسیم ریشه‌چه (KR)، میزان سدیم اندام هوایی (NaS)، میزان سدیم ریشه‌چه (NaR)، نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی (KNaS)، نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه (KNaR)، حجم ریشه‌چه (RV)، شاخص سطح برگ (LAI)، وزن تر ریشه‌چه (FWR)، وزن خشک ریشه‌چه (DWR)، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، وزن تر ساقچه (FWS)، وزن خشک ساقچه (DWS)، وزن تر گیاهچه (FWP)، وزن خشک گیاهچه (DWP).

Chlorophyll (SPAD), Canopy temperature (canopy), Stem length (SL), Root length (RL), Plant length (PL), K in the shoot (KS), K in the root (KR), Na in the shoot (NaS), Na in the root (NaR), ratio of K to Na in the shoot (KNaS), Ratio of K to Na in the root (KNaR), Root value (RV), Leaf area index (LAI), Root fresh weight (FWR), Root dry weight (DWR), Relative leaf water content (RWC), Shoot fresh weight (FWS), Shoot dry weight (DWS), Plant fresh weight (FWP), Plant dry weight (DWP).

در شرایط تنش نیز که ارقام مورد مطالعه در سه گروه قرار گرفتنه بودند، بر اساس چهار آماره لامبدای ویلکس، اثر پیلا، اثر هتلینگ و بزرگترین ریشه‌روی در سطح احتمال یک درصد اختلاف آماری معنی‌داری نشان دادند (جدول ۶). همچنین براساس نتایج تجزیه واریانس تک متغیره، برای طول ساقه‌چه، ریشه‌چه، گیاهچه، پتاسیم اندام هوایی، سدیم ریشه‌چه، نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و محتوای نسبی آب برگ در سطح احتمال یک درصد و صفات نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه، شاخص سطح برگ در سطح احتمال پنج درصد اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۷).

جدول ۶- آماره‌های تجزیه واریانس چند متغیره تحت شرایط نرمال و تنش شوری

Table 6. Statistics of multivariate analysis of variance under normal conditions

Stress تنش		Normal نرمال		Statistics آماره
F	Value	F	Value	
8.06**	0.061	7.33**	0.062	Wilks' Lambda
8.06**	1.50	7.25**	1.48	Pill's Trace
8.08**	6.21	7.45**	6.11	Hotelling-Lawley Trace
10.40**	3.38	10.07**	4.02	Roy's Greatest Root

** معنی‌داری در سطح یک درصد

** = Significant at 1%

1- Will's Lambda 2- Pillai's Trace 3- Hotelling-Lawley Trace 4- Roy's Greatest Root

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]

جدول ۷- تجزیه واریانس خوشه‌ها صفات مورد مطالعه ارقام بهاره گندم ایرانی تحت شرایط نرمال و تنش شوری
Table 7. Variance analysis of cluster groups for studied traits of Iranian spring wheat cultivars under normal conditions

Stress تنش		Normal نرمال		
Within-group variance واریانس درون گروهی	Between-group variance واریانس بین گروهی	Within-group variance واریانس درون گروهی	Between-group variance واریانس بین گروهی	Dependent variable متغیر وابسته
61	2	61	2	DF درجه آزادی
6.21	7.98^{ns}	7.30	5.88^{ns}	SPAD
3.47	3.44^{ns}	3.23	3.04^{ns}	canopy
9.96	80.5**	9.75	206.09**	SL
26.74	212.57**	26.74	235.30**	RL
33.10	543.5**	28.32	319.73**	PL
0.018	0.1008**	0.02	0.014^{ns}	KS
0.004	0.0015^{ns}	0.013	0.066*	KR
0.661	1.65^{ns}	0.07	0.20^{ns}	NaS
0.85	5.87**	0.3	0.3^{ns}	NaR
0.00099	0.007**	0.0017	0.00009^{ns}	KNaS
0.00012	0.0005*	0.0007	0.0025*	KNaR
0.062	0.09^{ns}	0.10	0.12^{ns}	RV
126084.88	419205.16*	152497.13	530940.13*	LAI
0.09	1.903**	0.12	1.35**	FWR
0.0011	0.02**	0.0017	0.031**	DWR
113.92	1426.02**	209.48	1505.64**	RWC
0.048	1.14**	0.11	2.86**	FWS
0.0009	0.025**	0.002	0.075**	DWS
0.138	3.7**	0.138	8/00**	FWP
0.002	0.09**	0.003	0.19**	DWP

سبزینگی برگ (SPAD)، دمای کانوپی (canopy)، طول ساقچه (SL)، طول ریشه‌چه (RL)، طول گیاهچه (PL)، میزان پتاسیم اندام هوایی (KS)، میزان پتاسیم ریشه‌چه (KR)، میزان سدیم اندام هوایی (NaS)، میزان سدیم ریشه‌چه (NaR)، نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی (KNaS)، نسبت پتاسیم به سدیم ریشه‌چه (KNaR)، حجم ریشه‌چه (RV)، شاخص سطح برگ (LAI)، وزن تر ریشه‌چه (FWR)، وزن خشک ریشه‌چه (DWR)، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، وزن تر ساقچه (FWS)، وزن خشک ساقچه (DWS)، وزن تر گیاهچه (FWP)، وزن خشک گیاهچه (DWP). ns ، * و** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح پنج درصد و یک درصد.

Chlorophyll (SPAD), Canopy temperature (canopy), Stem length (SL), Root length (RL), Plant length (PL), K in the shoot (KS), K in the root (KR), Na in the shoot (NaS), Na in the root (NaR), ratio of K to Na in the shoot (KNaS), Ratio of K to Na in the root (KNaR), Root value (RV), Leaf area index (LAI), Root fresh weight (FWR), Root dry weight (DWR), Relative leaf water content (RWC), Shoot fresh weight (FWS), Shoot dry weight (DWS), Plant fresh weight (FWP), Plant dry weight (DWP). ns, * and ** indicate non-significance, significance at the level of five percent and one percent, respectively.

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج به‌دست آمده در شرایط نرمال، ارقام شیرودی، الوند، بیات، دیهیم، تجن، دز، دریا، وری‌ماک، عدل، مغان۳، اکبری، پیشگام و بهار از نظر صفات مورد مطالعه دارای مقادیر بالاتری بودند. همچنین تحت این شرایط ارقام فونگ، مروارید، مرودشت، گلستان، افق، پارسی دارای مقادیر پایین‌تری برای صفات مورد بررسی بودند. در شرایط تنش شوری ارقام پیشتاز، نیشابور، هامون، دریا، گلستان، نیک‌نژاد، داراب ۲، شیرودی، مارون، شیراز، عدل مقادیر بالایی برای بیشتر صفات مورد مطالعه نشان دادند و ارقام سیستان، بیستون، ناز، دستجردی، بهار، چمران، پارسی، دز، روشن، DN11، بیات، بم و فونگ تحت این شرایط مقادیر کمتری برای صفات مورد مطالعه نشان دادند. به‌طور کلی بر اساس نتایج ارقام کویر، دریا، پیشگام، شیرودی، مغان ۳، داراب ۲، روشن، پیشتاز به‌عنوان ارقام مطلوب و ارقام چمران، فونگ، بم، البرز و مرودشت به‌عنوان ارقام نامطلوب معرفی می‌شوند.

References

Ahmad, P., Abass Ahanger, M., Nasser Alyemeni, M., Wijaya, L., Alam, P., & Ashraf, M. (2018). Mitigation of sodium chloride toxicity in *Solanum lycopersicum* L. by supplementation of jasmonic acid and nitric oxide. *Journal of Plant Interactions*, 13(1), 64-72.

Ahmed HGM-D, Zeng Y, Raza H, Muhammad D, Iqbal M, Uzair M, Khan MA, Iqbal R & El Sabagh A. (2022). Characterization of wheat (*Triticum aestivum* L.) accessions using morpho-physiological traits under varying levels of salinity stress at seedling stage. *Journal of Plant Science*, 13, 1-13.

Kassambara, A. (2017). Practical guide to principal component methods in R: PCA, M (CA), FAMD, MFA, HCPC, factoextra (Vol. 2). Sthda.

Bakhshayeshi Geshlagh, M., Kazemi Arbat, H., Sadeghzadeh Ahari, D., & Bakhshayeshi Geshlagh, H. (2014). Physiological effects of salt stress (NaCl) on germination and seedling growth of breed wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Applied Field Crops Research*, 27(105), 119-126.

Dowlat, Abadi, Y., Najafi, Z. H., Ranjbar, G. A., & Darzi, R. H. (2019). Determining resistant wheat varieties to salinity stress with using multivariable statistical methods. *Journal of Plant Ecophysiology*, 11(37), 74-84. [In Persian]

Fakhri, S., Rahnama, A., & Meskarbashi, M. (2016). Relation between root growth traits and physiological indices of two bread wheat cultivars under salt stress. *Journal of Field Crop Science*, 47(1). [In Persian]

Farhoudi R, Khodarahmpour Z. (2015). An evalution of 19 wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars regarding the response to salinity stress. *Journal of Plant Process and Function*, 4 (11), 67-78. [In Persian]

Genc, Y., Taylor, J., Lyons, G., Li, Y., Cheong, J., Appelbee, M. & Sutton, T. (2019). Bread wheat with high salinity and sodicity tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1280.

Gholizadeh, A., Dehghani, H., Amini, A., & Akbarpour, O. (2018). Investigation of the genetic diversity of Iranian bread wheat germplasm for tolerance to saline stress. *Journal of Crop Breeding*, 10(26), 173-184. [In Persian]

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]

Gholizadeh, F., Mirzaghaderi, G., Danish, S., Farsi, M., & Marashi, S. H. (2021). Evaluation of morphological traits of wheat varieties at germination stage under salinity stress. *PloS One*, 16(11), e0258703.

Gholinezhad, E. (2014). The Effects of Salinity Stress on Related germination traits of wheat genotypes. *Journal of Plant Research*, 27(2), 276-287. [In Persian]

Ghavami, F., Malboobi, M. A., Ghannadha, M. R., Samadi, B. Y., Mozaffari, J., & Aghaei, M. (2004). An evaluation of salt tolerance in Iranian wheat cultivars at germination and seedling stages. *Journal of Agricultural Sciences*, 35(2), 453-464. [In Persian]

Ghomi, K., Sabouri, H., RabieiI, B., & Sabouri, A. (2013). Evaluation of seedling stage and identification of appropriate selection criteria in a rice segregating population (*Oryza sativa* L.) under salinity stress condition. *Journal of Crop Breeding*, 5(12), 30-48. [In Persian]

Golkar, P., Keshavarz, L., & Saffari, M. (2016). Evaluation of Salt Stress Effect on the Agro-Physiological Traits of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Durum Wheat (*Triticum turgidum* L.) at the Seedling Stage. *Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing*, 6(20), 41-53. [In Persian]

Khodapanah, L. W. N. A., Sulaiman, W. N. A., & Khodapanah, N. (2009). Groundwater quality assessment for different purposes in Eshtehard District, Tehran, Iran. *European Journal of Scientific Research*, 36(4), 543-553.

Luo, Q., Teng, W., Fang, S., Li, H., Li, B., Chu, J. & Zheng, Q. (2019). Transcriptome analysis of salt-stress response in three seedling tissues of common wheat. *The Crop Journal*, *7*(3), 378-392.

Mansour, E., Moustafa, E. S., Desoky, E. S. M., Ali, M. M., Yasin, M. A., Attia, A. & El-Hendawy, S. (2020). Multidimensional evaluation for detecting salt tolerance of bread wheat genotypes under actual saline field growing conditions. *Journal of Plants*, 9(10), 1324.

Modhej, A., & Karbalaei, A. (2019). Response of seed germination and seedling growth of (*Triticum aestivum* and *Triticum durum* L.) wheat genotypes to salinity stress and temperature regimes. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 12(1), 251-262.

Munns, R., James, R. A., & Läuchli, A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*, 57(5), 1025-1043.

Pahlevani, M. H., Ahmadi, A., Palouj, E., & Jafari, A. (2009). Association between seed physical characteristics, germination and seedling growth using canonical correlation analysis. *Journal of Plant Production*, 16(2), 47-66. [In Persian]

Poustini, K. (2002). An evaluation of 30 wheat cultivars regarding the response to salinity stress. *Journal of Agricultural Sciences*, 33(1), 57-64. [In Persian]

Poustini, K., Siosemardeh, A., & Ranjbar, M. (2007). Proline accumulation as a response to salt stress in 30 wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(5), 925-934.

Quamruzzaman, M., Manik, S. N., Livermore, M., Johnson, P., Zhou, M., & Shabala, S. (2022). Multidimensional screening and evaluation of morpho-physiological indices for salinity stress tolerance in wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 208(4), 454-471.

Rajabi Dehnavi, A., Zahedi, M., Ludwiczak, A., Cardenas Perez, S., & Piernik, A. (2020). Effect of salinity on seed germination and seedling development of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes. *Journal of Agronomy*, 10(6), 859.

Ranjbar, G. H., Cheraghi, S. A. M., & Banakar, M. H. (2008). Salt sensitivity of wheat at germination stage. Crop and Forage Production using Saline Waters in Dry Areas. *Journal of New Delhi: Daya Publishing*, 200-204. [In Persian].

Shabala, S. (2013). Learning from halophytes: physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops. *Journal of Annals of Botany*, 112(7), 1209-1221.

Shahbandeh, M. (2021). Global Fruit Production in 2018, by Selected Variety (in Million Metric Tons). *Statista*, 1, 1.

Shabani Nezhad, S., Khodarahmpour, Z., & Howyzeh, M. S. (2018). Grouping of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties on the morpho-physiologic characteristics under salinity stress condition. *Journal of Seed Science and Research*, 4(4). [In Persian]

Tao, R., Ding, J., Li, C., Zhu, X., Guo, W., & Zhu, M. (2021). Evaluating and screening of agro-physiological indices for salinity stress tolerance in wheat at the seedling stage. *Frontiers in Plant Science*, 12, 646175.

Uzair, M., Ali, M., Fiaz, S., Attia, K., Khan, N., Al-Doss, A. A. & Ali, Z. (2022). The characterization of wheat genotypes for salinity tolerance using morpho-physiological indices under hydroponic conditions. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(6), 103299.

Warnes, G. R., Bolker, B., Bonebakker, L., Gentleman, R., Liaw, W. H. A., Lumley, T., ... & Venables, B. (2014). Gplots: various R programming tools for plotting data. 2016. R package version, 2(0).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.64]