University of Birjand

Journal homepage:
https://escs.birjand.ac.ir

تنشهای محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses In Crop Sciences

Vol. 15, No. 4, pp. 935-952 (Winter 2023)

http://dx.doi.org/10.22077/escs.2021.4054.1981

Original article

Morphological and biochemical evaluation of salinity tolerance of barley cultivars in central regions of Iran

S.S. Sahafi[1*], S.M. Mossavi Nik[2], S.A. Tabatabaee[3], S.K. Sabbagh[4], S.A. Ghanbari[5]

1. Ph.D. Student, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Zabol University, Iran
2. Professor, Retired faculty member of Zabol University, Iran
3. Assistant Professor, Seed and Plant Breeding Research Department, Agricultural Research and Training Center and Yazd Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Yazd, Iran
4. Associate Professor, Department of Biology, Faculty of Science, Yazd University, Iran
5. Professor, Faculty member of Agriculture Department. Agroecology of Zabol University, Iran

Received 5 May 2021; Accepted 13 June 2021

Extended abstract

Introduction

One of the biggest challenges of agriculture in the present era is environmental stresses, especially drought and salinity stress and its destructive effect on food security. In this regard, this experiment was conducted with the aim of selecting of tolerant cultivar of barley to salinity stress and identifying tolerance mechanisms in new and old barley cultivars.

Material and method

This experiment was carried out during the two years of 2016-17 in the Milshbar Ardakan region located in Yazd province-Iran. Experimental treatments included 9 six-rowed barley cultivars including Nik, Mehr, Khatam, Reyhan, Goharan, Nosrat, Morocco, Afzal and Fajr 30 cultivars in three levels of irrigation water salinity including 4, 10 and 14 dS.m-1 were evaluated as a split plot experimental design so that water salinity as the main plots and cultivars as a sub-plots were randomly placed. The studied traits included yield and yield components as well as sodium and potassium levels, oxidizing enzymes and photosynthetic pigments.

Results and discussion

The results showed that salinity treatment had a significant effect on day to emergence, day to tillering and grain yield. Salinity stress reduced grain yield components but this reduction was not significant. The effect of cultivar on plant phenology and day to emergence, tillering and ripening was significant, but on yield and yield components became insignificant. However, among the studied cultivars, Nik, Mehr, Khatam and Reyhan cultivars had higher yields and yield components. Among the salinity treatments, the highest grain yield was obtained at salinity of 4 dS m^{-1} with 5770.64 kg ha^{-1}. With increasing salinity of irrigation water to 10 and 14 dS m^{-1}, grain yield decreased by 18.04 and 27.55%, respectively, and reached 4729.29 and 4180.87 kg ha^{-1}. The results of interaction showed that the interaction effect of year × salinity on grain yield components was significant and also the interaction of year × cultivar on 1000-Kernel weight and grain yield and year × salinity × cultivar on grain yield was significant. With increasing salinity stress, the amount of sodium ions in the shoots increased and

[*] Corresponding author: Seyed Saeed Sahafi; E-Mail: saeedsabr@yahoo.com

© 2022, The Author(s). Published by University of Birjand. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

potassium decreased, so the ratio of K/Na decreased. This mechanism was more effective in tolerant cultivars and in salinities of 4 and 10 dS m^{-1}. With increasing salinity stress, the amount of oxidizing enzymes increased, so that with increasing salinity from 4 to 10 and 14 dS m^{-1}, the amount of peroxidase enzyme was increased 1.59 and 2.23 times, catalase 1.52 and 1.95 times, and guaiacol peroxidase 1.47 and 2.89 times, respectively. With increasing salinity stress, all photosynthetic pigments increased. Among the cultivars, the amount of chlorophyll a and b in Morocco, Nik and Mehr was higher than other cultivars.

Conclusion

Based on the results of this experiment, it seems that tolerant cultivars, in addition to having high production potential, should have high potassium uptake mechanisms and high gene expression to produce enzymes that protect against oxidative stress in order to tolerate low to medium salinity stress.

Keywords: K/Na, Salinity stress, Six-rowed barley

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد پانزدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۱

http://dx.doi.org/10.22077/escs.2021.4054.1981

مقاله پژوهشی

ارزیابی مورفولوژیکی و بیوشیمیایی تحمل به شوری ارقام جو در مناطق مرکزی ایران

سیدسعید صحافی[1*]، سید محسن موسوی‌نیک[2]، سیدعلی طباطبایی[3]، سیدکاظم صباغ[4]، سیداحمد قنبری[5]

۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت دانشکده کشاورزی، پردیس دانشگاه زابل
۲. عضو هیئت‌علمی بازنشسته دانشگاه زابل
۳. بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
۴. گروه زیست‌شناسی دانشکده علوم دانشگاه یزد
۵. عضو هیئت‌علمی گروه زراعت، اگرواکولوژی، دانشگاه زابل

مشخصات مقاله

واژه‌های کلیدی:
تنش شوری
جو شش ردیفه
K/Na

تاریخ دریافت:
۱۴۰۰/۰۲/۱۵

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۰/۰۳/۲۳

تاریخ انتشار:
زمستان ۱۴۰۱
۹۵۲-۹۳۵ :(۴)۱۵

چکیده

یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های کشاورزی، تنش‌های محیطی بخصوص تنش خشکی و شوری و تأثیر آن در تأمین امنیت غذایی است. این آزمایش با هدف انتخاب رقم متحمل به تنش شوری جو و شناسایی سازوکارهای تحمل در ارقام جدید و قدیمی جو انجام گردید. آزمایش در طی دو سال ۹۷-۱۳۹۵ در منطقه میلشبار اردکان واقع در استان یزد انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۹ رقم جو شش ردیفه شامل ارقام نیک، مهر، خاتم، ریحان، گوهران، نصرت، موروکو، افضل و فجر ۳۰ بود که در سه سطح شوری آب آبیاری شامل ۴، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر به‌صورت طرح آزمایشی اسپلیت‌پلات مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات موردبررسی شامل عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین میزان سدیم و پتاسیم، آنزیم‌های اکسیدکننده و رنگیزه‌های فتوسنتزی بود. نتایج آزمایش نشان داد که تیمار شوری بر روز تا سبز شدن، روز تا پنجه‌زنی و عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت. تنش شوری باعث کاهش اجزای عملکرد دانه گردید ولی این کاهش معنی‌دار نبود. تأثیر رقم بر فنولوژی گیاه و روز تا سبز شدن، پنجه‌زنی و رسیدگی معنی‌دار بود ولی بر عملکرد و اجزای عملکرد غیر معنی‌دار گردید. بررسی نتایج اثر متقابل نشان داد که اثر متقابل سال× شوری بر اجزای عملکرد دانه معنی‌دار گردید و همچنین اثر متقابل سال ×رقم بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه و سال × شوری × رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار شد. با افزایش تنش شوری میزان یون‌های سدیم در اندام‌های هوایی افزایش و میزان پتاسیم کاهش داشت بنابراین با افزایش شوری نسبت پتاسیم به سدیم کاهش پیدا کرد. بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که ارقام متحمل علاوه بر دارا بودن پتانسیل بالای تولید بایستی دارای مکانیسم‌های جذب بالای پتاسیم و بیان ژنی بالا برای تولید آنزیم‌های محافظت‌کننده از تنش اکسیداتیو باشند تا بتوانند شوری‌های کم تا متوسط را تحمل نمایند.

مقدمه

کشور ایران با جمعیت بیش از ۸۰ میلیون نفر ازلحاظ موقعیت ژئوپولتیکی در منطقه ناپایداری واقع شده است و بدون تردید یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های پیش روی ما تأمین امنیت غذایی کشور است. از طرف دیگر افزایش تنش‌های محیطی مثل تنش خشکی و شوری در ایران عامل‌هایی هستند که به‌شدت تولید محصول‌های استراتژیک کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و دراین‌بین تنش شوری به‌شدت در حال گسترش است (Ranjbar and Anagholi, 2018). در حال حاضر سطح کل اراضی فاریاب ایران ۷/۳ میلیون هکتار و سطح کل اراضی زراعی مبتلا به درجات مختلف شوری خاک، آب و یا هر دو، ۳/۵ میلیون هکتار برآورد شده است (Banaee et al., 2004). از طرف دیگر گیاه جو به‌عنوان متحمل‌ترین غله به تنش شوری و دامنه وسیع سازگاری می‌تواند در بسیاری از اراضی شور و لب‌شور کشور کشت شود و برای این

* نگارنده پاسخگو: سیدسعید صحافی. پست الکترونیک: saeedsabr@yahoo.com

منظور ارقام متعددی معرفی‌شده‌اند که مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مقابله با شوری در آن‌ها تا حدود زیادی ناشناخته است.

با توجه به محدودیت سطح زیر کشت بخصوص در دشت‌های مرکزی ایران که دچار مشکل کم‌آبی نیز هستند، برای ارتقاء سطح تولید، می‌بایست روی بهبود پتانسیل ژنتیکی گیاهان متمرکز شد و دراین‌بین گزینش ارقام مناسب در هر منطقه یک راهبرد با کارایی بالا محسوب می‌شود. گیاه جو با آستانه تحمل به شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و شیب کاهش ۵ درصد به‌عنوان متحمل‌ترین غله شناخته شده است (Maas and Hoffman, 1977)، ولی گزارش‌های محققین نشان داده که این اعداد بسته به نوع رقم، اقلیم، مدیریت آبیاری، مدیریت زراعی و بسیاری از عامل‌های دیگر می‌تواند دامنه زیادی داشته باشد (Maas and Grattan, 1999). از اثرهای تنش شوری می‌توان به تأثیر آن بر رشد و اجزای عملکرد اشاره کرد. در این خصوص مرادمند و همکاران (Moradmand et al., 2009) تعداد ۱۹ لاین جو را به همراه یک شاهد محلی بنام MB-80-9 در ایستگاه رودشت اصفهان در شرایط تنش شوری مورد مقایسه قرار دادند. در این آزمایش تنوع بسیار وسیعی ازلحاظ عملکرد و اجزای عملکرد در بین این ۲۰ ژنوتیپ مشاهده گردید. طباطبائی و همکاران (Tabatabaei et al., 2014) با بررسی ارقام جو افضل، نصرت، ریحان و لاین ۴ متحمل به شوری در شوری آب ۴، ۸ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر بیان داشتند که عملکرد دانه تحت تأثیر هر دو عامل رقم و شوری آب قرار می‌گیرد. در این بررسی در بین اجزای عملکرد بالاترین ضریب همبستگی عملکرد دانه با تعداد سنبله در مترمربع به دست آمد همچنین همبستگی میزان سدیم و پتاسیم دانه با عملکرد دانه منفی و معنی‌دار بود.

یکی از روش‌های اصلاح‌گران گیاهی یافتن رابطه بین برخی صفات مثل درصد سبز و روز تا گلدهی با عملکرد دانه است که این موضوع در شرایط تنش شوری که باعث کاهش درصد سبز و تغییر در زمان گلدهی و رسیدگی گیاه می‌گردد، بسیار حائز اهمیت است. بررسی تعداد ۲۰۴ لاین جو بدون پوشینه در شرایط تنش شوری بر مبنای رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که صفات درصد سبز، ارتفاع و تعداد روز تا گلدهی به ترتیب بیانگر بیشترین تغییرات عملکرد بوده و وارد مدل رگرسیون شدند بنابراین برای اصلاح عملکرد دانه، گزینش را بایستی بر مبنای صفات رویشی گیاه مثل درصد سبز، ارتفاع و تعداد روز تا گلدهی انجام داد (Shamsi-Mahmodabadi et al., 2009). منصور و همکاران (Mansour et al., 2018) ژنوتیپ‌های پرمحصول جو را در شرایط شور کشور مصر و در محیط‌های مختلف موردبررسی قرار دادند. بر اساس رگرسیون خطی اثر متقابل محیط و ژنوتیپ بسیار معنی‌دار گردید و ۴۸/۲ درصد از این تغییرات مربوط به تعداد روز تا خوشه‌دهی و ۲۲/۸ درصد مربوط به عملکرد دانه بود. آلل و همکاران (Allel et al., 2019) گزارش کردند که تنوع بسیار زیادی در بین ژنوتیپ‌ها مشاهده وجود دارد. صفات رویشی مثل بیوماس اندام‌های هوائی، تعداد پنجه و تعداد برگ همبستگی معنی‌داری با تعداد سنبله، وزن خشک سنبله، تعداد دانه در بوته و تعداد دانه در سنبله داشتند که به‌نوعی عملکرد دانه را تعیین می‌کنند و بنابراین از این صفات می‌توان برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به شوری در برنامه‌های اصلاحی و غربال ژنوتیپ‌ها استفاده کرد. همچنین داشتن بیوماس بالا و خوشه‌های بلند و دوره رسیدگی طولانی صفات مناسبی برای داشتن عملکرد بالا در جو محسوب می‌شوند و لذا از این صفات می‌توان به‌عنوان صفات هدف در برنامه‌های اصلاحی جو برای شرایط شور استفاده کرد. رنگ تیره برگ در شرایط شور بیانگر تأثیر تنش شوری بر میزان کلروفیل برگ است. در شرایط تنش شوری برگ‌ها کوچک‌تر و ضخیم‌تر می‌شوند و درنتیجه غلظت کلروپلاست در واحد سطح برگ افزایش می‌یابد (Anagholi, 2015). ارقام مختلف نیز در این صفت واکنش‌های متفاوتی از خود بروز می‌دهند. بر اساس نتایج یک آزمایش، در شرایط تنش شوری بیشترین و کمترین میزان عدد کلروفیل‌متر به ترتیب مربوط به رقم افضل با عدد ۵۸/۷ و ژنوتیپ ریحان ۰۳ با ۴۲/۲ بود. در شرایط غیرشور نیز بیشترین میزان کلروفیل مربوط به رقم ریحان ۰۳ با عدد ۵۸/۷ و کمترین میزان در رقم ماکویی با ۴۴/۵ حاصل شد. میانگین عدد کلروفیل متر نیز در شرایط تنش ۵۱/۳۶ و در شرایط غیرتنش ۵۲/۶۶ بود (Jamshidi et al., 2015).

مصطفی و همکاران (Mostafa et al., 2016) با بررسی الگوی الکتروفورزی پروتئین‌های محلول نشان داد که پروتئین‌های Mv 28Kda و Mv49Kda در رقم حساس Giza 129 ناپدید شدند درحالی‌که این پروتئین‌ها در ارقام متحمل و در شوری‌های مختلف ظاهر گردیدند و این موضوع توسط محققین مختلف گزارش شده است (Ben-Heyyim et al., 1993; Bavei et al., 2010). بر اساس یک تحقیق دیگر در مصر ماری و همکاران (Mariey et al., 2018)

گزارش دادند که ارقام Giza 123, 128, 136, 2000 دارای قدرت جوانه‌زنی بالا، گیاهچه‌های قوی، محتوی رطوبت نسبی بالا و شاخص تحمل به شوری خوب بودند. این ارقام همچنین دارای محتوی کلروفیل بالا، سطح بیشتر برگ پرچم و فعالیت آنزیمی بالا (پراکسیداز و کاتالاز) و محتوی پرولین بالا بودند. سایر تحقیق‌های انجام‌شده در این زمینه نیز نتایج مشابهی داشت (Ravari et al., 2016; Mariey et al., 2016, 2017).

در سال‌های اخیر تعدادی از ارقام جدید جو به ذخایر ژنتیکی کشور اضافه گردید مثل ارقام مهر، خاتم، نیک و گوهران که چگونگی واکنش این ارقام در شرایط اقلیمی و تنش‌های مختلف بایستی بررسی گردد تا ضمن تکمیل شناسنامه آن‌ها در پاسخ به تنش‌های محیطی، آگاهی کشاورزان برای انتخاب ارقام مناسب نیز افزایش یابد. از نتایج این تحقیقات، محققین اصلاح نبات می‌توانند برای افزایش تحمل به شوری ژنوتیپ‌های جدید بهره بگیرند؛ بنابراین در این تحقیق علاوه بر ارزیابی ارقام جو به شرایط محیطی (شور) و اقلیمی یزد، به دنبال شناسایی صفات مناسب در ارقام متحمل به شوری و شناسایی مکانیسم‌های مقابله با تنش از جنبه‌های مختلف زراعی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بودیم.

مواد و روش‌ها

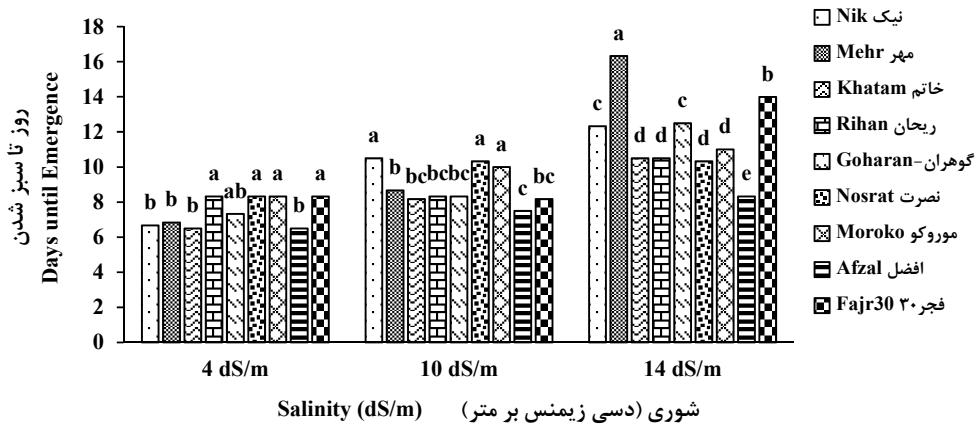
این آزمایش در طی دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در منطقه میلشبار اردکان واقع در استان یزد انجام شد. طرح آزمایشی مورداستفاده اسپلیت‌پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بود به‌طوری‌که تیمار شوری آب شامل ۴، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر به‌عنوان تیمار اصلی در کرت‌های بزرگ و رقم شامل ۹ رقم جو شش ردیفه: نیک، مهر، خاتم، ریحان، گوهران، نصرت، موروکو، افضل و فجر۳۰ به‌عنوان تیمار فرعی در کرت‌های کوچک تعبیه گردید. پس از انجام شخم مقدار ۲۵۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار قبل از کشت استفاده شد. سپس اقدام به دیسک زنی نموده و کرت‌بندی گردید. در ابتدا و انتهای هر بلوک به جهت از بین بردن اثرات حاشیه‌ای اقدام به کشت یک رقم جو شد سپس هر یک از ارقام جو به‌صورت تصادفی در هر بلوک در ۶ خط ۵ متری کشت گردید. فاصله بین خطوط کشت ۲۰ سانتی‌متر، فاصله ارقام داخل کرت اصلی از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین تیمارهای شوری ۲ متر در نظر گرفته شد. تاریخ کاشت بر اساس عرف منطقه و در اول آذرماه هرسال انجام شد و بلافاصله پس از کشت اقدام به آبیاری با سطح‌های شوری ۴، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر بر اساس تیمار موردنظر گردید. میانگین شوری خاک در طول فصل رشد و در پروفیل ریشه در شوری آب آبیاری ۴، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۳/۵، ۹/۱ و ۱۲/۸ دسی‌زیمنس بر متر بود که با توجه به بافت سبک و در نظر گرفتن جزء آبشویی مقادیر منطقی می‌باشند. صفات موردانداز‌ه‌گیری در مزرعه شامل عملکرد و اجزای عملکرد دانه بودند. برای اندازه‌گیری میزان پروتئین از روش بیوره و عصاره گیری به روش گانگ و همکاران (Gong et al., 2001) انجام شد. فعالیت آنزیم پراکسیداز در طول‌موج ۴۷۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در طول‌موج ۴۲۰ نانومتر و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در زمان‌های ۶۰ و ۱۲۰ ثانیه پس از افزودن پیروگالول اندازه‌گیری شد. سنجش فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز بر اساس روش چنس و مهلی همراه با اندکی تغییرات انجام شد (Chance and Maehly, 1955). برای این کار میزان کاهش جذب نور در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر خوانده شد. به‌منظور بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز از روش ابی (Aebi, 1984) استفاده شد. سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با استفاده از اندازه‌گیری میزان احیای نوری نیتروبلو تترازولیوم (NBT) در طول‌موج ۵۶۰ نانومتر انجام شد. سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با استفاده از اندازه‌گیری میزان احیای نوری نیتروبلو تترازولیوم (NBT) در طول‌موج ۵۶۰ نانومتر انجام شد. جهت ارزیابی غلظت کلروفیل برگ، مقدار جذب نمونه‌ها در طول‌موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر به ترتیب برای تعیین میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید اندازه‌گیری گردید و برای این کار از دستگاه طیف‌سنجی Analytika Jena 1500S, Germany-2010 استفاده شد (Arnon, 1967). میزان آنتوسیانین برگ با استفاده از روش اسپکتروفتومتری و در طول‌موج‌های۵۳۰ (A_{530}) و ۶۵۷ (A_{657}) نانومتر اندازه‌گیری شد. برای سنجش میزان فلاونوئید، میزان جذب نوری نمونه با استفاده از دستگاه طیف‌سنجی در طول‌موج ۳۰۰ نانومتر قرائت شد. برای اندازه‌گیری پرولین آزاد برگ از روش بیتس و همکاران (Bates et al., 1973) استفاده گردید و برای این کار نمونه‌ها درون دستگاه اسپکتروفتومتر با طول‌موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شدند. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام

گرفت و میانگین‌ها به روش آزمون Duncan و در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

فنولوژی گیاه

اثر تیمار شوری بر تعداد روز تا سبز شدن بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). در تیمار شوری ۱۴، ۱۰ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر تعداد روز تا سبز شدن به ترتیب ۱۱/۷۶، ۸/۸۹ و ۷/۴۶ روز بود که هرکدام در گروه آماری متفاوتی قرار گرفتند (جدول ۲)؛ بنابراین تنش شوری اولین علائم و اثرات خود را با تأخیر در سبز شدن نشان داد. در بین ارقام موردبررسی کمترین تعداد روز تا سبز شدن در رقم افضل با ۷/۴۴ روز حادث گردید و بالاترین تعداد روز تا سبز شدن برای رقم مهر (mbs-87-12) با ۱۰/۶۱ روز به دست آمد (جدول ۳)؛ اما با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل شوری× رقم واکنش‌های متفاوتی در بین ارقام در شوری‌های مختلف دیده می‌شود (شکل ۱). در رقم مهر که بیشترین تعداد روز تا سبز شدن را داشت (۱۰/۶۱ روز)، در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر این مدت ۶/۸۳ روز بود اما در شوری‌های ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر مدت سبز شدن به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد و به ۸/۶۷ و ۱۶/۳۳ روز رسید اما این تغییرات در رقم افضل خیلی کمتر بود به‌طوری‌که در شوری‌های ۴، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر طول مدت سبز شدن به ترتیب ۶/۵۰، ۷/۵۰ و ۸/۳۳ روز طول کشید (شکل ۱). بررسی میانگین‌های اثر متقابل سال× شوری نشان می‌دهد که با افزایش شوری در هر دو سال آزمایش تعداد روز تا سبز شدن با یک روند افزایش پیدا کرده است. همچنین میانگین‌های سال × رقم نیز روند یکسانی را در هر دو سال نشان داد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند).



شکل ۱. اثر متقابل شوری × رقم برای صفت تعداد روز تا سبز شدن. مقایسه میانگین‌ها بر اساس برش‌دهی اثر متقابل صورت گرفته است.

Fig. 1. Interaction effect of Salinity×Variety in days until emergence. Comparison of means is based on slicing of interaction.

تنش شوری اثر خود را بر تعداد روز تا پنجه‌زنی از طریق تأخیر در پنجه‌زنی نشان داد به‌طوری‌که تعداد روز تا پنجه‌زنی در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر نزدیک ۳۰ روز بود و با افزایش شوری به ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر این دوره به ترتیب به ۴۹/۵۰ و ۵۶/۸۳ روز رسید (جدول ۲). با توجه به اینکه پوشش کانوپی در سطح زمین در دوره پنجه‌زنی تقریباً کامل می‌شود بنابراین تأخیر در این دوره تأثیر بسیار زیادی بر عملکرد خواهد گذاشت. در بین ارقام موردبررسی رقم نصرت با ۴۳/۷۲ روز کوتاه‌ترین زمان را تا پنجه‌زنی داشت و ارقام نیک، افضل، ریحان، مهر و گوهران با آن اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). با معنی‌دار شدن شوری× رقم، این تقسیم‌بندی تغییرات زیادی نشان داد به‌طوری‌که در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر ارقام نیک و نصرت با ۲۸/۰۰ روز کوتاه‌ترین زمان را داشتند و رقم خاتم با ۳۳/۱۷ روز طولانی‌ترین زمان را در این سطح شوری داشت. در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر کوتاه‌ترین زمان مربوط به رقم نصرت (۴۷/۱۷ روز) و طولانی‌ترین زمان مربوط به ارقام خاتم و فجر ۳۰ (۵۱/۱۷ روز) بود. در شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر نیز

رقم مهر با ۵۴/۸۳ روز کوتاه‌ترین دوره و ارقام فجر ۳۰ و موروکو با ۶۲ روز طولانی‌ترین دوره را داشتند.

تیمار شوری بر تعداد روز تا رسیدگی تأثیر معنی‌داری نداشت ولی اثر متقابل سال × شوری بر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۱) به این معنی که در هر دو سال آزمایش با افزایش شوری تسریع در رسیدگی حاصل شد ولی در سال دوم با افزایش شوری، سرعت رسیدگی بیشتر بود (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). بر اساس جدول (۳) زودرس‌ترین رقم، رقم نیک با ۱۵۲/۴۴ روز بود و ارقام ریحان، خاتم و مهر با تقریباً ۱۶۶ روز دیررس‌ترین ارقام بودند. بقیه ارقام نیز با

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات موردبررسی در ارقام جو در شرایط تنش و غیرتنش شوری در منطقه میلشبار استان یزد طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۵

Table 1. Analysis of variance of studied traits in barley cultivars under salinity stress and non-stress conditions in Milshbar region of Yazd province during 2016-2017.

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	روز تا سبز شدن Days to Emergence	روز تا پنجه‌زنی Days to Tillering	روز تا رسیدگی Days to Maturity	تعداد پنجه بارور Fertile Tiller Num.
Year	**سال**	1	16.59 ^{ns}	430.22 ^{ns}	17194.8 ^{ns}	0.77 ^{ns}
Rep×Year	**تکرار×سال**	4	1.66 **	66.12 **	36.80 *	0.06 ^{ns}
Salinity	**شوری**	2	258.57 **	10417.4 *	3923.19 ^{ns}	2.93 ^{ns}
Year×Salinity	**سال×شوری**	2	2.12 **	953.68 **	3050.38 **	3.76 **
Rep×Year×Salinity	**تکرار×سال×شوری**	8	0.27 ^{ns}	35.27 **	22.31 *	0.15 ^{ns}
Variety	**رقم**	8	16.68 **	50.88 *	476.85 **	0.37 ^{ns}
Salinity×Variety	**شوری×رقم**	16	14.09 **	22.18 ^{ns}	90.84 ^{ns}	0.17 ^{ns}
Year×Variety	**سال×رقم**	8	0.87 **	11.75 ^{ns}	30.19 **	0.27 ^{ns}
Year×Salinity×Variety	**سال×شوری×رقم**	16	0.78 **	11.42 ^{ns}	100.11 **	0.25 ^{ns}
Error	**خطای کل**	96	0.19	10.65	11.06	0.15
CV (%)	**ضریب تغییرات**		*4.69*	*7.18*	*2.08*	*17.94*

Table 1. Continued **جدول ۱. ادامه**

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	تعداد دانه در سنبله Grains.Spike^{-1}	تعداد سنبله در مترمربع Spike.m^{-2}	وزن هزار دانه TKW	عملکرد دانه Grain Yield
Year	**سال**	1	4119.80 ^{ns}	30752.0 ^{ns}	37.49 ^{ns}	2824020.1 ^{ns}
Rep×Year	**تکرار×سال**	4	2.65 ^{ns}	2616.5 ^{ns}	1.08 ^{ns}	61243.65 ^{ns}
Salinity	**شوری**	2	2933.66 ^{ns}	117082.2 ^{ns}	405.10 ^{ns}	35212999 **
Year×Salinity	**سال×شوری**	2	748.97 **	150414.2 **	105.66 **	297560.2 ^{ns}
Rep×Year×Salinity	**تکرار×سال×شوری**	8	14.40 ^{ns}	5952.8 ^{ns}	1.53 ^{ns}	259226.4^{ns}
Variety	**رقم**	8	58.58 ^{ns}	15856.4 ^{ns}	75.96 *	2052967.4^{ns}
Salinity×Variety	**شوری×رقم**	16	19.15 ^{ns}	6875.4 ^{ns}	20.24 *	427481.9^{ns}
Year×Variety	**سال×رقم**	8	40.32 ^{ns}	10794.7 ^{ns}	14.25 *	1560993.8**
Year×Salinity×Variety	**سال×شوری×رقم**	16	28.06 ^{ns}	10016.9 ^{ns}	8.31 ^{ns}	849509.09 **
Error	**خطای کل**	96	29.14	6176.7	5.27	317585.5
CV (%)	**ضریب تغییرات**		*14.46*	*17.94*	*6.54*	*11.52*

****، *، و ns** : به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

**, * and ns: significant at 5%, 1% probability levels and non significant, respectively.

جدول ۲. میانگین تیمار شوری آب آبیاری در صفات موردبررسی بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد

Table 2. Means of irrigation salinity treatment in evaluated traits base on Duncan multiple test and probability level of 5 percent.

شوری Salinity	روز تا سبز شدن Days to emergence	روز تا پنجه‌زنی Days to Tillering	روز تا رسیدگی Days to Maturity	تعداد پنجه بارور Fertile Tiller Num.	تعداد دانه در سنبله Grain.Spike^{-1}	تعداد سنبله در مترمربع Spike.m^{-2}	وزن هزار دانه TKW	عملکرد دانه Grain Yield
dS.m^{-1}							gr	kg.ha^{-1}
4	7.46^{c}	29.96^{b}	166.48^{a}	2.45^{a}	45.74^{a}	490.81^{a}	38.25^{a}	5770.64^{a}
10	8.89^{b}	49.50^{ab}	162.91^{a}	2.01^{a}	32.02^{a}	402.37^{a}	33.23^{a}	4729.29^{b}
14	11.76^{a}	56.83^{a}	150.26^{a}	2.11^{a}	34.23^{a}	421.33^{a}	33.84^{a}	4180.87^{c}

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means with similar letter in each columns have no significant difference.

رسیدگی ۱۵۵ تا ۱۶۱ روز بین این دو گروه قرار گرفتند. تنش شوری معمولاً بر زمان‌بندی نمو تأثیر می‌گذارد. بر اساس آزمایش‌های انجام‌شده نمو مورفولوژیک گندم تا مرحله آبستنی تحت تأثیر شوری قرار نمی‌گیرد ولی ارتفاع گیاه در زمان رسیدگی به‌طور معنی‌داری به‌وسیله شوری کاهش می‌یابد (Francois et al., 1986). ماس و پوس (Maas and Poss, 1989) طی آزمایشی بیان داشتند که اعمال تنش شوری در ابتدای رشد باعث به تأخیر افتادن نمو برگ و پنجه‌زنی در گندم می‌شود هرچند که درنهایت باعث تسریع رسیدگی می‌گردد.

پنجه بارور

اثر شوری بر تعداد پنجه بارور معنی‌دار نشد. تعداد پنجه بارور در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر ۲/۴۵ پنجه بود و در شوری ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر کاهش معنی‌داری نسبت به آن ایجاد نشد (جدول ۲). ولی اثر متقابل سال× شوری بر تعداد پنجه بارور معنی‌دار گردید. در سال اول با افزایش شوری، تعداد پنجه بارور کاهش پیدا کرد که منطقی است ولی در سال دوم در شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر تعداد پنجه بارور بیشتری تشکیل گردید. با بررسی سایر پارامترها مثل طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه مشخص می‌شود که باوجود افزایش تعداد پنجه بارور در شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر ولی این پنجه‌ها دارای سنبله‌های کوچک‌تر، تعداد دانه کمتر و دانه‌های ریزتری نسبت به شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر بودند. تأثیر رقم بر تعداد پنجه بارور غیر معنی‌دار بود بااین‌وجود بیشترین تعداد پنجه بارور در رقم نیک با ۲/۴۴ پنجه مشاهده شد و پس‌ازآن ارقام مهر، خاتم و نصرت قرار داشتند هرچند که بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۳). مصطفی و همکاران (Mostafa et al., 2016) با آزمایش بر روی ارقام و نژادهای بومی جو در شوری‌های مختلف در کشور مصر بیان داشتند که با افزایش شوری تا 12000 ppm تعداد پنجه بارور تغییر معنی‌داری پیدا نمی‌کند ولی با افزایش شوری به 15000 ppm تعداد پنجه کاهش معنی‌دار پیدا کرد. در این مطالعه بیشترین تعداد پنجه بارور در رقم Giza 128 مشاهده شد ولی به دلیل سنبله‌های کوچک و تعداد دانه کم در سنبله، عملکرد دانه بالایی نداشت؛ برعکس در ژنوتیپ‌های Giza 2000 و Wadi Sedr تعداد پنجه بارور کم بود ولی طول سنبله و تعداد دانه در سنبله بالا بود و به همین جهت عملکردهای بالائی تولید نمودند.

تعداد دانه در سنبله

تأثیر تیمار شوری بر تعداد دانه در سنبله غیر معنی‌دار بود ولی اثر متقابل سال × شوری بر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در سنبله در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر با ۴۵/۷۴ به دست آمد و با افزایش شوری به ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۳۰/۰۰ و ۲۵/۱۶ درصد کاهش مشاهده گردید که معنی‌دار نبود (جدول ۲) ولی این کاهش در میانگین سال × شوری در هر دو سال آزمایش معنی‌دار بود. در بین ارقام موردبررسی ازلحاظ تعداد دانه در سنبله اختلاف معنی‌داری وجود نداشت اما بیشترین تعداد دانه در سنبله در ارقام نیک، مهر و خاتم شمارش گردید و کمترین تعداد نیز در رقم فجر ۳۰ با ۳۴/۰۰ دانه در سنبله به دست آمد (جدول ۳). در آزمایشی مشابه طباطبایی و همکاران (Tabatabaei et al., 2014) گزارش کردند با افزایش شوری آب از ۴ به ۸ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر، تعداد

دانه در سنبله کاهش ۲۰ درصدی نشان داد. مرادمند و همکاران (Moradmand et al., 2009) نیز گزارش دادند که تنوع زیادی بین ارقام در این صفت وجود دارد به‌طوری‌که لاین Karoon/Kavir با ۷۰/۷۵ دانه در سنبله بیشترین و لاین ICB119176 با ۱۹ دانه در سنبله کمترین تعداد دانه در سنبله را داشتند.

تعداد سنبله در مترمربع

تأثیر شوری و اثر متقابل سال × شوری به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۱). در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر تعداد ۴۹۰/۸۱ سنبله در مترمربع به دست آمد و با افزایش شوری کاهشی به میزان ۱۸/۰۲ و ۱۴/۱۶ درصد برای سطوح شوری ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر محاسبه گردید که معنی‌دار نبود (جدول ۲)؛ اما بررسی میانگین اثر متقابل سال × شوری نشان می‌دهد که کاهش تعداد سنبله از شوری ۴ به شوری‌های ۱۰ و ۱۴ در هر سال بسیار معنی‌دار بوده است. در بین ارقام موردبررسی بیشترین تراکم سنبله در واحد سطح در رقم نیک با ۴۸۸/۴۴ سنبله به دست آمد هرچند که بقیه ارقام با آن اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین تعداد سنبله در واحد سطح نیز در رقم افضل با ۴۰۴/۰۰ سنبله شمارش شد (جدول ۳).

در آزمایش مشابه انجام‌شده در شرایط اقلیمی یزد با افزایش شوری از ۴ به ۸ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر، تعداد سنبله در واحد سطح به ترتیب ۲۱/۷۴ و ۴۲/۵۳ درصد کاهش یافت همچنین رقم ریحان با ۶۲۹/۳ و افضل با ۴۵۸/۳ سنبله در مترمربع بیشترین و کمترین تعداد را به خود اختصاص دادند (Tabatabaei at al., 2014).

جدول ۳. میانگین تیمار رقم در صفات موردبررسی بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد

Table 3. Means of Variety treatment in evaluated traits base on Duncan multiple test and probability level of 5 percent

رقم Variety	روز تا سبز شدن Days to emergence	روز تا پنجه‌زنی Days to Tillering	روز تا رسیدگی Days to Maturity	تعداد پنجه بارور Fertile Tiller Num.	تعداد دانه در سنبله Grains.Spike^{-1}	تعداد سنبله در مترمربع Spike.m^{-2}	وزن هزار دانه TKW	عملکرد دانه Grain yield
							gr	kg.ha^{-1}
نیک Nik	9.83 bc	43.94 cd	152.44 d	2.44 a	39.68 a	488.44 a	33.96 bcd	5317.7 a
مهر Mehr	10.61 a	44.89 bcd	165.44 a	2.26 a	39.43 a	452.89 a	34.53 bcd	5249.0 a
خاتم Khatam	8.39 e	46.67 abc	165.72 a	2.28 a	38.50 a	456.89 a	35.40 bc	5193.5 a
ریحان Rihan	9.06 de	44.22 cd	165.89 a	2.07 a	37.56 a	414.67 a	34.38 bcd	4984.6 a
گوهران Goharan	9.39 cd	45.72abcd	155.00 cd	2.00 a	37.14 a	400.44 a	39.02 a	4894.1 a
نصرت Nosrat	9.67 bcd	43.72 d	160.83 b	2.26 a	35.71 a	452.44 a	36.15 abc	4828.6 a
موروکو Moroko	9.78 bcd	47.50 ab	155.06 cd	2.14 a	37.56 a	428.00 a	31.97 d	4728.7 a
افضل Afzal	7.44 f	44.00 cd	157.44 bc	2.02 a	36.40 a	404.00 a	36.88 ab	4552.9 a
فجر۳۰ Fajr 30	10.17 ab	48.22 a	161.11 b	2.23 a	34.00 a	445.78 a	33.66 cd	4293.2 a

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means with similar letter in each columns have no significant difference.

وزن هزار دانه

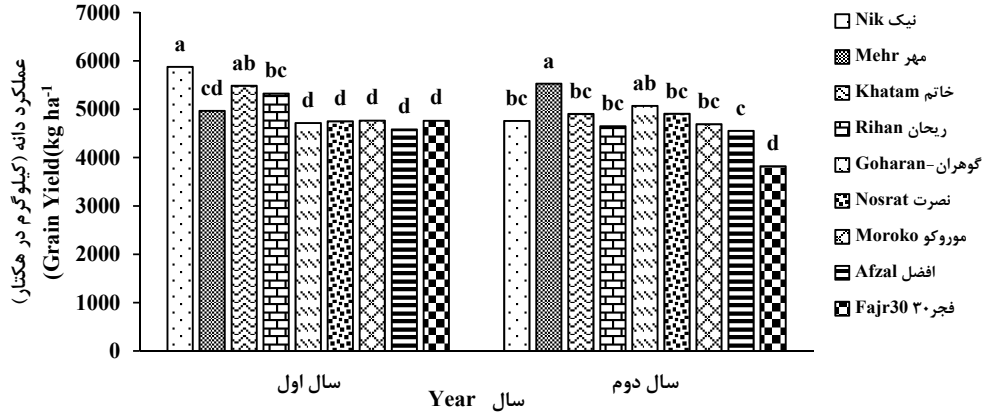
میانگین وزن هزار دانه در سال اول ۳۵/۵۹ گرم بود و در سال دوم با ۲/۷۰ درصد کاهش به ۳۴/۶۳ گرم رسید که این اختلاف معنی‌دار نبود. اثر تیمار شوری بر وزن هزار دانه غیر معنی‌دار بود ولی اثر متقابل سال× شوری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). در بین تیمارهای شوری، بیشترین وزن هزار دانه در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر با

۳۸/۲۵ گرم به دست آمد و وزن هزار دانه در شوری ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به آن به ترتیب ۱۳/۱۲ و ۱۱/۵۳ درصد کاهش داشت (جدول ۲). بررسی میانگین اثر متقابل سال × شوری نشان داد که کاهش وزن هزار دانه از شوری ۴ به شوری‌های ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر بسیار معنی‌دار بوده است. در بین ارقام موردبررسی بالاترین وزن هزار دانه مربوط به رقم گوهران با ۳۹/۰۲ گرم بود و کمترین نیز در رقم موروکو با ۳۱/۹۷ گرم به دست آمد که این اختلاف معنی‌دار نشد (جدول ۳) اما اثر متقابل سال × رقم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

آناقلی و طباطبایی (Anagholi and Tabatabaei, 2010) طی آزمایشی بر روی ارقام جو در سطوح شوری ۲، ۵، ۸، ۱۱ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر نتیجه‌گیری کردند که بیشترین وزن هزار دانه در شوری آب ۲ دسی‌زیمنس بر متر با وزن ۳۹/۹۱ گرم به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با شوری‌های آب ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر نداشت. وزن هزار دانه در این دو تیمار به ترتیب ۳۸/۲۳ و ۳۸/۶۲ گرم به دست آمد. کمترین وزن هزار دانه در شوری آب ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر با ۳۵/۵۰ گرم به دست آمد که با تیمار ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر با وزن هزار دانه ۳۷/۱۴ گرم تفاوت معنی‌دار نداشت. طباطبایی و همکاران (Tabatabaei et al., 2014) نیز بیان داشتند که وزن هزار دانه تحت تأثیر شوری و رقم قرار می‌گیرد.

عملکرد دانه

میانگین عملکرد دانه در سال اول ۵۰۲۵/۶۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و در سال دوم با ۵/۲۵ درصد کاهش به ۴۷۶۱/۵۷ کیلوگرم در هکتار رسید که این اختلاف معنی‌دار نبود. در بین تیمارهای شوری بالاترین عملکرد در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر با ۵۷۷۰/۶۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و با افزایش شوری به ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب با کاهش ۱۸/۰۴ و ۲۷/۵۵ درصدی به ۴۷۲۹/۲۹ و ۴۱۸۰/۸۷ کیلوگرم در هکتار رسید (جدول ۲). بررسی اثر متقابل سال × شوری نشان می‌دهد که در هر دو سال آزمایش با افزایش شوری، روند یکسانی در کاهش عملکرد دانه ایجاد گردید و به همین جهت این اثر متقابل معنی‌دار نگردید. اثر رقم بر عملکرد دانه غیر معنی‌دار بود باوجوداین در بین ارقام موردبررسی بالاترین عملکرد دانه در رقم نیک با ۵۳۱۷/۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و ارقام مهر، خاتم و ریحان پس‌ازآن قرار گرفتند. کمترین عملکرد دانه در رقم فجر ۳۰ و افضل به ترتیب با ۴۲۹۳/۲ و ۴۵۵۲/۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳)؛ اما برش‌دهی اثر متقابل سال × رقم (شکل ۲) نشان داد که ارقام در دو سال مختلف نتایج متفاوتی داشتند و به همین جهت اثر رقم در تجزیه دوساله (میانگین دوساله) باهم تفاوت معنی‌دار پیدا نکردند.



شکل ۲. اثر متقابل سال × رقم برای عملکرد دانه. مقایسه میانگین‌ها بر اساس برش‌دهی اثر متقابل صورت گرفته است.

Fig. 2. Interaction effect of Year ×Variety in grain yield. Comparison of means is based on slicing of interaction.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل سال × رقم × شوری برای عملکرد دانه بر اساس برش‌دهی بر اساس سال

Table 4. Comparison of Means of Year× Variety× Salinity interaction in grain yield. Comparison of means are on base of slicing of year.

رقم		سال اول 1st year			سال دوم 2nd year		
Variety		4 dS.m-1	10 dS.m-1	14 dS.m-1	4 dS.m-1	10 dS.m-1	14 dS.m-1
Nik	نیک	5958.33 ab	5709.73 abc	5960.43 ab	6470.68 a	4229.17 f-i	3578.12 ij
Mehr	مهر	5403.83 bcd	4895.47 c-h	4605.67 d-h	6413.62 a	5419.14 bcd	4756.25 c-g
Khatam	خاتم	6470.68 a	5038.80 c-g	4943.46 c-g	5958.33 ab	4520.83 e-h	4229.17 f-i
Rihan	ریحان	6550.08 a	5363.22 b-f	4053.19 hi	5266.67 b-e	4561.46 d-h	4112.82 f-j
Goharan	گوهران	6049.85 ab	4520.83 e-h	3578.12 i	5395.83 b-e	5593.75 abc	4226.04 f-i
Nosrat	نصرت	6413.62 a	4229.17 ghi	3608.33 i	5955.50 ab	4933.47 c-f	3831.77 hij
Moroko	موروکو	5307.29 b-f	4705.47 d-h	4285.58 ghi	6106.39 ab	4226.04 f-i	3741.67 hij
Afzal	افضل	5036.07 c-g	4495.48 fgh	4217.82 ghi	5388.05 b-e	4243.90 f-i	3935.91 g-j
Fajr 30	فجر۳۰	5378.77 b-e	4607.85 d-h	4354.83 ghi	4347.92 f-i	3833.33 hij	3286.46 j

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

تذکر: مقایسات میانگین برای هر سال به‌طور جاگانه انجام شده است.

Means with similar letter in each columns have no significant difference.

Note: Comparison of means is done separately by year.

در این آزمایش اثر متقابل سال × شوری × رقم برای عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). به همین جهت برش‌دهی این اثر متقابل بر اساس سال انجام شد تا تیمارهای شوری × رقم را در هرسال به‌طور جداگانه مورد مقایسه قرار دهیم. این نتایج در جدول (۴) نشان داده شده است. بر این اساس در سال اول ارقام ریحان، خاتم و نصرت برای شرایط غیر شور و ارقام نیک و سپس مهر و خاتم در شرایط شور تولید بیشتری داشتند. در سال دوم نیز ارقام نیک، مهر و خاتم برای شرایط غیرشور و ارقام مهر و گوهران برای شرایط شور دارای عملکرد بیشتری بودند.

مصطفی و همکاران (Mostafa et al., 2016) در بررسی ارقام مصری Giza و نژادهای بومی گزارش دادند که با افزایش شوری به 9000 ppm عملکرد دانه جو کاهش می‌یابد و بهترین ژنوتیپ‌ها Giza 2000 و Wadi Sedr است. جمشیدی و همکاران (Jamshidi et al., 2015) با بررسی ۲۶ رقم تجاری جو در شرایط شور گزارش دادند که ارقام ریحان و لاین ۴ متحمل بیشترین عملکرد دانه و رقم نیمروز کمترین عملکرد را تولید کرد. آلل و همکاران (Allel et al., 2019) گزارش دادند که برخی از صفات مورفولوژیکی باتحمل به شوری ارتباط دارند و از آن‌ها می‌توان برای انتخاب ارقام متحمل به شوری استفاده کرد. در این بررسی بین بیوماس اندام‌های هوایی، تعداد پنجه و تعداد برگ با اجزای عملکرد مثل تعداد سنبله، وزن خشک سنبله، تعداد دانه در بوته و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و بالایی در شرایط شور وجود داشت.

همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد

به‌طورکلی همبستگی تعداد روز تا سبز شدن با عملکرد دانه منفی و معنی‌دار گردید (r =-۰/۴۳**) اما هنگامی‌که این همبستگی به تفکیک سطح شوری انجام شد، معنی‌دار نبود چراکه تغییرات روز تا سبز شدن در هر سطح شوری اندک بود ولی بین سطوح شوری این تغییرات بسیار زیاد بود و باعث می‌گردید تا با تأخیر در سبز شدن عملکرد نیز تحت تأثیر قرار بگیرد. درواقع تأخیر در سبز شدن باعث ایجاد بوته‌های ضعیف‌تر و بالطبع آن عملکرد کمتر می‌شود. فلاورز و حاجی باقری (Flowers and Hajibagheri, 2001) بیان داشتند که بین ژنوتیپ‌های جو در میزان بقاء تفاوت‌های زیادی وجود دارد. آن‌ها در این بررسی ژنوتیپ‌های جو را به مدت ۱۵ روز در معرض ۳۰۰ مول در مترمکعب NaCl و ۲۰ روز در غلظت مشابه در اتاقک رشد قرار دادند و بر اساس هر دو تیمار، رقم Triumph را به‌عنوان حساس‌ترین و رقم Gerbel را متحمل‌ترین رقم معرفی کردند.

به‌طورکلی همبستگی روز تا پنجه‌زنی با روز تا رسیدگی در شرایط شوری ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر منفی و معنی‌دار بود (جدول ۵) ولی در شرایط شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر مثبت و معنی‌دار گردید (جدول ۶) به این معنی که در

شرایط شوری شدیدتر با تأخیر در پنجه‌زنی، رسیدگی نیز به تعویق افتاد. همبستگی منفی این صفت با اکثر اجزای عملکردی نظیر تعداد پنجه ($r = -0.40^{**}$)، تعداد دانه در سنبله ($r = -0.49^{**}$)، تعداد سنبله در مترمربع ($r= -0.27^{**}$)، وزن هزار دانه ($r= -0.40^{**}$) در گیاه نهایتاً منجر به همبستگی منفی آن با عملکرد دانه ($r = -0.65^{**}$) شده بود که به معنی تأثیرپذیری عملکرد دانه از به تأخیر افتادن پنجه‌زنی ناشی از تنش شوری است.

جدول ۵. ضریب همبستگی صفات موردبررسی با عملکرد دانه در شرایط غیر شور

Table 5. Correlation coefficient of studied traits with grain yield under non-saline conditions

	Studied traits	صفات موردبررسی	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Days to Emergence	روز تا سبز شدن	1	0.58^{**}	-0.25^{**}	-0.09^{ns}	-0.20^{**}	-0.09^{ns}	-0.32^{**}	-0.43^{**}
2	Days to Tillering	روز تا پنجه‌زنی	0.14^{ns}	1	-0.47^{**}	-0.27^{**}	-0.49^{**}	-0.27^{**}	-0.40^{**}	-0.65^{**}
3	Days to Maturity	روز تا رسیدگی	0.13^{ns}	0.65^{**}	1	-0.04^{ns}	0.46^{**}	-0.04^{ns}	0.14^{ns}	0.37^{**}
4	Fertile Tiller Num.	تعداد پنجه بارور	0.33^{*}	0.35^{*}	0.22^{ns}	1	0.50^{**}	0.99^{**}	0.50^{**}	0.50^{**}
5	Grains per Spike	تعداد دانه در سنبله	0.28^{*}	0.59^{**}	0.67^{**}	0.64^{**}	1	0.50^{**}	0.58^{**}	0.61^{**}
6	Spike per m²	تعداد سنبله در مترمربع	0.33^{*}	0.35^{*}	0.22^{ns}	0.99^{**}	0.63^{**}	1	0.50^{**}	0.50^{**}
7	1000 Kernel weight	وزن هزار دانه	-0.04^{ns}	0.31^{*}	0.33^{*}	0.50^{**}	0.54^{**}	0.50^{**}	1	0.45^{**}
8	Grain Yield	عملکرد دانه	-0.08^{ns}	-0.13^{ns}	0.11^{ns}	0.48^{**}	0.35^{**}	0.48^{**}	0.24^{ns}	1

**، *، و ns : به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

تذکر: نیمه بالا مربوط به تمام تیمارهای شوری و نیمه پائین مربوط به شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد.

**, * and ns: significant at 5%, 1% probability levels and non significant, respectively.

Note: The upper half corresponds to the all of salinity treatments and the lower half corresponds to the salinity of 4 dS m^{-1}.

جدول ۶. ضریب همبستگی صفات موردبررسی با عملکرد دانه در شرایط شور

Table 6. Correlation coefficient of studied traits with grain yield under saline conditions

	Studied traits	صفات موردبررسی	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Days to Emergence	روز تا سبز شدن	1	0.02^{ns}	0.12^{ns}	0.02^{ns}	0.16^{ns}	0.02^{ns}	-0.17^{ns}	0.16^{ns}
2	Days to Tillering	روز تا پنجه‌زنی	-0.36^{**}	1	-0.37^{**}	0.15^{ns}	-0.40^{**}	0.15^{ns}	0.16^{ns}	-0.24^{ns}
3	Days to Maturity	روز تا رسیدگی	0.19^{ns}	-0.70^{**}	1	-0.40^{**}	0.62^{**}	-0.40^{**}	-0.08^{ns}	0.22^{ns}
4	Fertile Tiller Num.	تعداد پنجه بارور	0.16^{ns}	-0.24^{ns}	0.27^{*}	1	-0.06^{ns}	0.92^{**}	0.41^{**}	0.35^{**}
5	Grains per Spike	تعداد دانه در سنبله	0.09^{ns}	-0.06^{ns}	0.16^{ns}	0.67^{**}	1	-0.06^{ns}	0.08^{ns}	0.44^{**}
6	Spike per m²	تعداد سنبله در مترمربع	0.16^{ns}	-0.24^{ns}	0.27^{*}	0.99^{**}	0.67^{**}	1	0.41^{**}	0.35^{**}
7	1000 Kernel weight	وزن هزار دانه	-0.07^{ns}	-0.009^{ns}	-0.06^{ns}	0.22^{ns}	0.38^{**}	0.21^{ns}	1	0.21^{ns}
8	Grain Yield	عملکرد دانه	0.02^{ns}	-0.05^{ns}	0.15^{ns}	0.45^{**}	0.56^{**}	0.45^{**}	0.15^{ns}	1

**، *، و ns : به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

تذکر: نیمه بالا مربوط به شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر و نیمه پائین مربوط به شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد.

**, * and ns: significant at 5%, 1% probability levels and non significant, respectively.

The upper half corresponds to a salinity of 14 dS m^{-1} and the lower half corresponds to a salinity of 10 dS m^{-1}.

همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد روز تا رسیدگی با عملکرد دانه ($r = 0.37^{**}$)، بیانگر تأثیر مثبت مکانیسم فرار از تنش در گیاه است. در اثر تنش شوری گیاه زودتر شروع به انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از ساقه به دانه کرده و درنتیجه با فرار از تنش تا حدودی کاهش عملکرد ناشی از تنش شوری را جبران می‌کند. همچنین همبستگی تعداد دانه در سنبله با

وزن هزار دانه ($r=0.58^{**}$) و عملکرد دانه ($r=0.61^{**}$) مثبت و معنی‌دار است؛ و از طرف دیگر همبستگی تعداد سنبله در مترمربع به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد با عملکرد دانه نیز مثبت و معنی‌دار گردید ($r=0.50^{**}$).

رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی

اثر تیمار شوری بر کلروفیل a، b، کل و فلاونوئید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و بر آنتوسیانین و کاروتنوئید غیر معنی‌دار شد. اثر رقم نیز بر کلروفیل a، b و کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی بر آنتوسیانین، کاروتنوئید و فلاونوئید غیر معنی‌دار شد. مقدار کلروفیل a و b در ارقام موروکو، نیک و مهر بیشتر از ارقام دیگر بود. در شرایط تنش شوری، کاهش طویل شدن سلول‌ها و کاهش تقسیم سلولی از اثرات تنش اسمزی ناشی از شوری است که این تغییرات در اندازه سلول‌های برگ یعنی کاهش بیشتر مساحت سلول نسبت به عمق سلول است که منجر به کوچک‌تر و ضخیم‌تر شدن برگ‌ها در شرایط تنش شوری می‌گردد (Munns and Tester, 2008). مونش و همکاران (Munns et al., 2006) بیان داشتند که رنگ تیره برگ‌ها در شرایط شور به علت تقسیم سلولی کم، سلول‌های کوچک‌تر و تراکم بیشتر کلروپلاست است. اندازه کوچک برگ‌ها و پررنگ‌تر بودن آن‌ها نشان‌دهنده این است که شکل و اندازه سلول‌ها تغییر کرده است. این تغییرات همچنین باعث می‌شود که وزن مخصوص برگ‌ها افزایش یابد. این خصوصیت را می‌توان به‌عنوان یک صفت مناسب برای اصلاح ارقام متحمل به شوری و خشکی به‌صورت توأم برای مناطق خشک و نیمه‌خشک که مشکل شوری نیز دارند، در نظر گرفت (Anagholi, 2015).

آنزیم‌های اکسیدکننده

با افزایش شوری آب آبیاری از ۴ به ۱۰ و۱۴ دسی‌زیمنس بر متر میزان آنزیم پراکسیداز به ترتیب ۱/۵۹ و ۲/۲۳ برابر گردید. این افزایش برای آنزیم کاتالاز به ترتیب ۱/۵۲ و ۱/۹۵ برابر و برای آنزیم گایاکول پراکسیداز ۱/۴۷ و ۲/۸۹ برابر بود. همچنین میانگین آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و آسکوربات پراکسیداز برای شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۰/۰۳۹ و ۹۶/۸۷ میکرو مول بر دقیقه بر وزن تازه برگ بود که به‌طور معنی‌داری بیشتر از شوری‌های ۱۰ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۷). بالاترین میزان آنزیم پراکسیداز در رقم نیک، آنزیم کاتالاز در رقم فجر ۳۰، گایاکول پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز در رقم موروکو و آسکوربات پراکسیداز در رقم نصرت مشاهده شد که بیانگر مکانیسم‌های متفاوت در بیان ژنی در ارقام مختلف است. همان‌طوری که در شکل‌های (۳ و ۴) نشان داده شده است.

جدول ۷. میانگین تیمار شوری آب آبیاری در صفات موردبررسی بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد

Table 7. Means of irrigation salinity treatment in evaluated traits base on Duncan multiple test and probability level of 5 percent.

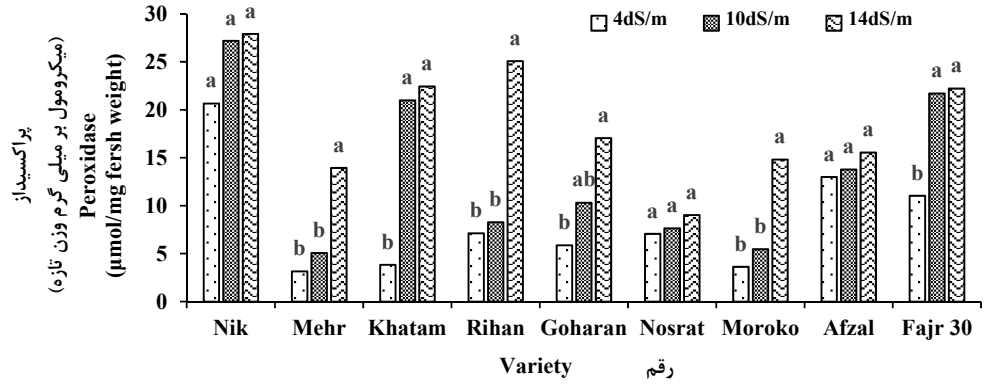
شوری Salinity	پراکسیداز Peroxidase	کاتالاز Catalase	گایاکول پراکسیداز Gayacol Peroxidase	سوپراکسید دیسموتاز Superoxide dismutase	آسکوربات پراکسیداز Ascorbate peroxidase	پرولین Prolin	نسبت سدیم به پتاسیم K/Na Ratio
dS.m^{-1}	----------	----------	µm.min^{-1}/g	----------	----------	mg/g	
4	8.38 ^{c}	21.33 ^{c}	3.49 ^{b}	0.299 ^{c}	84.086 ^{b}	1.02 ^{a}	7.20 ^{a}
10	13.38 ^{b}	32.47 ^{b}	5.15 ^{b}	0.034^{b}	86.894 ^{b}	1.03 ^{a}	2.63 ^{b}
14	18.67 ^{a}	41.71 ^{a}	10.09 ^{a}	0.039^{a}	96.871 ^{a}	1.11 ^{a}	0.74 ^{c}

Table 2. Continued **جدول ۷. ادامه**

شوری Salinity	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total Chlorophyll	کاروتنوئید Carotenoid	آنتوسیانین Anthocyanin	فلاونوئید Flavonoid
dS.m^{-1}	----------	----------	mg/g	----------	----------	
4	3.597 ^{c}	1.170 ^{c}	4.767 ^{c}	0.292 ^{a}	0.110 ^{a}	1.568 ^{c}
10	3.746 ^{b}	1.323 ^{b}	5.069 ^{b}	0.308 ^{a}	0.109 ^{a}	1.697 ^{b}
14	3.901 ^{a}	1.689 ^{a}	5.590 ^{a}	0.318 ^{a}	0.113 ^{a}	2.005 ^{a}

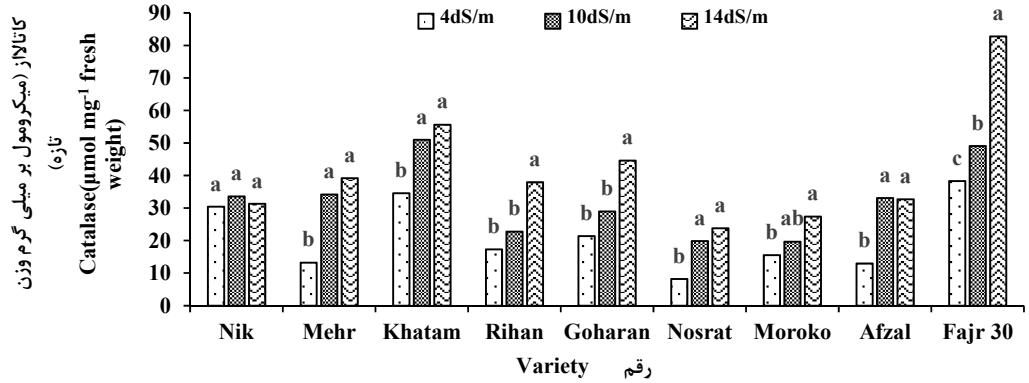
میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means with similar letter in each columns have no significant difference.



شکل ۳. میانگین اثر متقابل شوری×رقم برای آنزیم پراکسیداز. مقایسه میانگین‌ها بر اساس برش‌دهی اثر متقابل صورت گرفته است.

Fig. 3. Interaction effect of Salinity×Variety in peroxidase enzyme. Comparison of means is based -on slicing of interaction.



شکل ۴. میانگین اثر متقابل شوری×رقم برای آنزیم کاتالاز. مقایسه میانگین‌ها بر اساس برش‌دهی اثر متقابل صورت گرفته است.

Fig. 4. Interaction effect of Salinity×Variety in catalase enzyme. Comparison of means is based on slicing of interaction.

ارقام مختلف با بیان ژنی متفاوتی باعث القای تولید آنتی‌اکسیدان‌های متفاوت می‌شوند و این خود به‌وضوح پیچیدگی ژنتیکی را در تحمل به تنش شوری نشان می‌دهد. پراکسیداز از مهم‌ترین آنزیم‌های مهارکننده پراکسیدهیدروژن در کلروپلاست است که به‌واسطه دیسموتاسیون رادیکال آزاد سوپراکسید کاتالیز شده توسط سوپراکسیددیسموتاز تولید می‌شود (Fadzilla and Finch, 1997) و در از بین بردن گونه‌های اکسیژن فعال و ترکیبات سمّی نقش دارد (Anagholi and Galeshi, 2020; Benke et al., 2010). درواقع یکسری از ژن‌ها کدگذاری آنزیم‌هایی را انجام می‌دهند که باعث حفاظت اکسیداتیو می‌شوند نظیر گلوتاتیون اس-ترانسفراز، پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیدازها و گلوتاتیون ریداکتازها که همچنین می‌توانند تغییریافته و باعث افزایش تحمل به شوری گردند (Yang et al., 2009).

نسبت پتاسیم به سدیم

با افزایش شوری نسبت پتاسیم به سدیم به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. با افزایش تنش شوری میزان یون‌های سدیم در اندام‌های هوایی افزایش و میزان پتاسیم کاهش داشت. بررسی اثر متقابل سال×شوری نشان داد که در هر دو سال آزمایش از شوری ۱۴ به‌طرف شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر نسبت K/Na افزایش داشت که این موضوع بیانگر کارایی نسبی جذب یون پتاسیم بجای یون سدیم در شوری‌های

متوسط در این گیاه است. مکانیسم جذبی که بین یون‌های Na^+ و K^+ تبعیض قائل می‌شود، می‌تواند به‌عنوان یک راه‌حل ساده جهت ارزیابی تحمل به شوری در بین ارقام یک گیاه زراعی باشد. گرچه نتایج ضدونقیضی دراین‌ارتباط در مورد گیاهان زراعی مختلف به دست آمده است ولی تحمل به شوری در غلات با افزایش قابلیت در تبعیض یون‌های Na^+ و K^+ در محلول خاک و تجمع K^+ و دفع Na^+ همراه است. گالشی (Galeshi, 2015) و آناقلی و گالشی (Anagholi and Galeshi, 2020) با بررسی مکانیسم‌های تحمل به تنش شوری بیان داشتند که گیاه جو می‌تواند حدود ۹۴ درصد از Na^+ خاک را از جریان تعرق دفع نماید که این میزان در گیاه گندم ۹۸ تا ۹۹ درصد است؛ اما جو به‌عنوان متحمل‌ترین غله به تنش شوری از طریق مکانیسم دیگری تحت عنوان تحمل بافت می‌تواند سدیم موجود در اندام‌های هوایی را در واکوئل‌های خود ذخیره کرده و از دیواره سلولی دور نگه دارد. همچنین این گیاه می‌تواند از طریق کانال‌های یونی خاص، سدیم را از سیتوپلاسم دفع کرده و پتاسیم را جایگزین نماید (Anagholi and Galeshi, 2020).

جدول ۸. میانگین تیمار رقم در صفات موردبررسی بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد.

Table 3. Means of Variety treatment in evaluated traits base on Duncan multiple test and probability level of 5 percent.

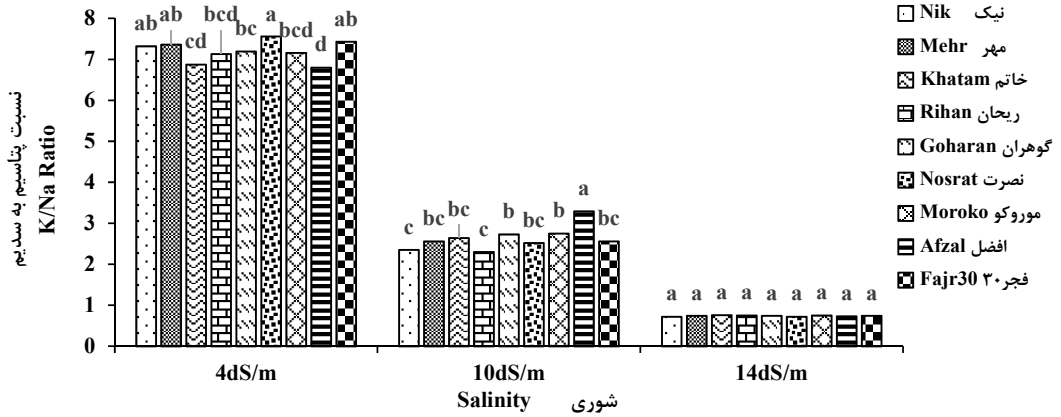
Variety	رقم	پراکسیداز Peroxidase	کاتالاز Catalase	گایاکول پراکسیداز Gayacol Peroxidase	سوپراکسید دیسموتاز Superoxide dismutase	آسکوربات پراکسیداز Ascorbate peroxidase	پرولین Prolin	نسبت سدیم به پتاسیم K/Na Ratio
		----------µm.min^{-1}/g----------					mg/g	
Nik	نیک	25.25 a	31.79 c	7.91 abc	0.032 ab	89.04 a	1.03 a	3.47 a
Mehr	مهر	7.39 d	28.88 c	6.03 bcd	0.038 a	95.06 a	1.20 a	3.55 a
Khatam	خاتم	15.75 bc	47.07 b	5.17 bcd	0.037 ab	86.14 a	1.01 a	3.42 a
Rihan	ریحان	13.49 bc	26.02 cd	4.13 d	0.034 ab	78.56 a	0.89 a	3.39 a
Goharan	گوهران	11.08 cd	31.64 c	5.24 bcd	0.035 ab	89.38 a	1.19 a	3.55 a
Nosrat	نصرت	7.92 d	17.27 e	4.80 cd	0.028 b	98.82 a	1.17 a	3.60 a
Moroko	موروکو	7.97 d	20.87 de	9.30 a	0.040 a	78.35 a	0.92 a	3.55 a
Afzal	افضل	14.11 bc	26.25 cd	8.26 ab	0.031 ab	96.16 a	1.00 a	3.60 a
Fajr 30	فجر۳۰	18.32 b	56.74 a	5.34 bcd	0.034 ab	92.04 a	1.09 a	3.58 a

Table 8. Continued **جدول ۸. ادامه**

Variety	رقم	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total Chlorophyll	کاروتنوئید Carotenoid	آنتوسیانین Anthocyanin	فلاونوئید Flavonoid
		----------mg/g----------					
Nik	نیک	4.159 abc	1.642 a	5.801 ab	0.285 a	0.099 a	1.866 a
Mehr	مهر	3.718 cde	1.422 ab	5.140 bc	0.324 a	0.122 a	1.832 a
Khatam	خاتم	3.836 bcd	1.429 ab	5.264 bc	0.297 a	0.103 a	1.758 a
Rihan	ریحان	4.217 ab	1.458 ab	5.674 ab	0.276 a	0.109 a	1.670 a
Goharan	گوهران	3.027 f	1.079 c	4.106 d	0.344 a	0.123 a	1.802 a
Nosrat	نصرت	3.350 ef	1.284 bc	4.634 cd	0.330 a	0.114 a	1.703 a
Moroko	موروکو	4.386 a	1.632 a	6.018 a	0.265 a	0.109 a	1.778 a
Afzal	افضل	3.472 def	1.307 bc	4.799 cd	0.304 a	0.112 a	1.706 a
Fajr 30	فجر۳۰	3.568 de	1.293 bc	4.861 c	0.328 a	0.105 a	1.694 a

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means with similar letter in each columns have no significant difference.



شکل ۵. میانگین اثر متقابل شوری×رقم برای K/Na. مقایسه میانگین‌ها بر اساس برش‌دهی اثر متقابل صورت گرفته است.

Fig. 5. Interaction effect of Salinity×Variety in K/Na. Comparison of means is based on slicing of interaction.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج ارائه‌شده به نظر می‌رسد درصورتی‌که در منطقه موردبررسی آب آبیاری مورداستفاده دارای شوری کم باشد می‌توان از ارقام نیک، خاتم و نصرت استفاده کرد و با شدیدتر شدن تنش شوری می‌توان از رقم مهر بجای رقم نصرت بهره جست. همچنین در این بررسی مشخص شد که رقم جدید مهر یا لاین MBS87-12 دارای خصوصیت تحمل به شوری است.

بررسی سازوکارهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تحمل به شوری در این ارقام نشان داد که برخی ارقام دارای قابلیت جذب انتخابی یون پتاسیم در شرایط شور هستند ضمن اینکه القای ژنی در آن‌ها باعث تولید آنزیم‌های اکسیداتیو می‌گردد که در تحمل به تنش اکسیداتیو ناشی از تنش شوری تأثیر دارد. همچنین صفت روز تا سبز شدن به دلیل داشتن همبستگی بالا با عملکرد بخصوص در شرایط شور می‌تواند صفت راحت و مناسبی برای غربال در مراحل ابتدایی اسکرین در تعداد زیادی از ژرم پلاسم‌ها باشد. محققین اصلاح گیاهان می‌توانند با دورگ‌گیری از ارقام با پتانسیل بالا و سازگار به منطقه و ارقام دارای خصوصیات تحمل به شوری در تولید ارقام جدید به موفقیت‌های خوبی دست یابند.

منابع

Aebi, H., 1984. Catalase in vitro. Methods in Enzymology. 105, 121–126.

Allel, D., BenAmar, A., Badri, M., Abdelly, C., 2019. Evaluation of salinity tolerance indices in North African barley accessions at reproductive stage. Czech Journal of Genetic and Plant Breeding. 55, 61-69.

Agarwal, P.K., Agarwal, P., Reddy, M., Sopory, S.K., 2006. Role of DREB transcription factors in abiotic and biotic stress tolerance in plants. Plant Cell Reports. 25, 1263-1274.

Anagholi, A., 2015. Quantifying the main components of salt tolerance in some Iranian wheat cultivars. PhD thesis. Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources. 185p. [In Persian].

Anagholi, A., Galeshi, S. 2020. Strategies for Crop Salt Stress Tolerance Improvement. Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources Press. Gorgan, Iran. pp, 57-202. [In Persian].

Anagholi. A., Tabatabaei, S.A., 2010. Determination of salinity tolerance threshold value of barley cultivars. Agricultural Research, Education and Extension Organization. National Salinity Research Center. Registration Number: 89/1712. [In Persian].

Arnon, A.N., 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal. 23, 112-121.

Ashraf, M., Athar, H.R., Harris, P.J.K., Kwon, T.R., 2008. Some prospective strategies for

improving crop salt tolerance. Advances in Agronomy. 97, 45-110.

Banaee, M.H., Moameni, A., BayBordi, M., Malakouti, M.J., 2004. The Soils of Iran: New Developments in Identification, Management and Operation. Soil and Water Institute, Sana Press. Tehran, Iran. 500p. [In Persian].

Bates, I.S., Waldern, R.P., Tear, I.D. 1973. Rapid determination of free praline for water stress studies. Plant and Soil. 39, 205-207.

Bartels, D., Sunkar, R., 2005. Drought and salt tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences. 24, 23–58.

Bavei, V. Shiran, B., Khodambashi, M., Ranjbar, A., 2010. Protein electrophoretic profiles and physiochemical indicators of salinity tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor* L.). African Journal of Biotechnology. 10, 2683-2697.

Ben-Heyyim, G., Faltin, Z., Gepestein, S., Camoin, A. L., Strosberg, D., Eshdat, Y., 1993. Isolation and characterization of salt associated protein in citrus. Plant Science. 88, 129-140.

Benke, K., Qiang, W., Yujuan, G., Zhenfei, S., Ningjing, L., 2010. Sequence of *Ammopiptanthus mongolicus* Na^+/H^+ antiporter NHX1 regulating plant resistance to salt and drought stresses. Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu CN 101701037 A 20100505.

Chance, B., Maehly, A.C., 1955. Assay of catalase and peroxidase. Methods in Enzymology. 2, 764-775. http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879(55)02300-8

Fadzilla, N., Finch, R.H., 1997. Oxidative stress and antioxidant responses in shoot cultures of rice. Journal of Experimental Botany. 48, 325–331.

Flowers, T.J., Hajibagheri, M.A., 2001. Salinity tolerance in *Hordeum vulgare*: ion concentrations in root cells of cultivars differing in salt tolerance. Plant and Soil. 231, 1-9.

Francois, L.E., Maas, E.V., Donovan, T.J., Youngs, V.L., 1986. Effects of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, germination of semi-dwarf and durum wheat. Agronomy Journal. 78, 1053-1058.

Galeshi, S. 2015. The Effect of Environmental Stresses on Plants (Volume 1). Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Press. 386p. [In Persian].

Gong, Y., Toivonen, P. M., Lau, O., Wiersma, P. A., 2001. Antioxidant system level in 'Braeburn'apple is related to its browning disorder. Botanical Bulletin of Academia Sinica. 42, 259-264.

Jamshidi, A., Javanmard, H.R., Mahloji, M., 2015. Evaluation and comparison of commercial cultivars of barley to salinity stress. The First National Conference on New Achievements in Bio-Sciences and Agriculture. Zabol University. [In Persian].

Maas, E.V., Hoffman, G.J., 1977. Crop salt tolerance-current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division. 103, 115-134.

Maas, E.V., Grattan, S. R. 1999. Crop yield as affected by salinity. In: R.W. Skaggs and J. Van Schilfgaarde. Agriculture Drainage. Madison, Wisconsin, USA. 1328 p.

Maas, E.V., Grattan, S.R., 1999. Crop yields as affected by salinity. In: Skaggs R., Schilfgaarde, J. (eds.), Agricultural Drainage. Madison, Wisconsin, USA. 1328p. https://doi.org/10.2134/agronmonogr38.c3m

Maas, E.V., Poss, J.A., 1989. Salt sensitivity of wheat at various growth stages. Irrigation Science. 10, 29-40.

Mansour, E., Moustafa, E.S.A., El-Naggar, N.Z.A., Abdelsalam, A., Igartua, E., 2018. Grain yield stability of high-yielding barley genotypes under Egyptian conditions for enhancing resilience to climate change. Crop & Pasture Science. 69, 1-17.

Mariey, A. S., Mohamed, A.M., Ali, H.G., 2018. Effect of salinity stress on physiological and biochemical traits of barley cultivars. International Journal of Environment. 7, 65-77.

Mariey, A. S., Khedr, R., Zayed, B., Elakhdar, A., ,2017. Genetic variability among Egyptian barley varieties for agro- morphological traits under saline soil condition. Egyptian Journal Plant Breeding. 21, 577-593

Mariey, A. S, Farid, M.A., Khatab, I.A., 2016. Physiological and molecular characterization of some Egyptian barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars for salt tolerance. Egyptian Journal of Genetics and Cytology. 45, 367-382.

Moradmand, M., NaderiDarbaghshahi, M.R., Mahloji, M., Rostami, A., 2009. Comparison of barley cultivars and elit lines under saline waters in Rodasht-Isfahan region. 4, 179-191.

Moradmand, M., Naderi, M.R., Mahlooji, M., Rostami, A., 2010. Comparison of elite barley lines and cultivars under water saline condition in Isfahan region. New Finding in Agriculture, 4(2), 179-191. [In Persian with English Summary].

Mostafa, E.A.H., El-Atroush, H., El-Ashry, Z.M., Mohamed, F.I., El-Khodary, S.E., Osman, S.A., 2016. Genetic variation and agro-morphological criteria of ten egyptian barley under salt stress. International Journal of ChemTech Research. 9, 119-130.

Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology. 59, 651–681.

Munns, R., James, R.A., Lauchli, A., 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany. 57, 1025-1043.

Ranjbar, Gh., Anagholi, A., 2018. Concepts of salt stress and plant response. Agricultural Education & Extension Press. 148p. [In Persian].

Ravari, S.Z., Dehghaniand, H., Naghavi, H., 2016. Assessment of salinity indices to identify Iranian wheat varieties using an artificial neural network. Annals of Applied Biology. 168, 185–194.

Shamsi-Mahmodabadi, H., Majidi-Hervan, A., Normohamadi, G., Mirhoseini-Dehabadi, S.R., Heidari-Sharifabad, H., 2009. Investigation of genetic diversity and evaluation of hulles barley genotypes to salinity stress. Plant and Ecosystem. 18, 44-59. [In Persian with English Summary].

Tabatabaei, S.A., Kouchaki, A.R., Molasadeghi, J., 2014. Evaluation of salinity tolerance of barley cultivars in vitro and field conditions. Crop Physiology Journal. 5, 87-101. [In Persian with English Summary].

Yang, Q., Chen, Z.Z., Zhou, X.F., Yin, H.B., Li, X., Xin, X.F., Hong, X.H., Zhu, J.K., Gong, Z., 2009. Overexpression of SOS (Salt Overly Sensitive) genes increases salt tolerance in transgenic arabidopsis. Molecular Plant. 2, 22-31.