Islamic Azad University
Gorgan Branch

Journal of Seed Research

ISSN (Print): 2383-2665
ISSN (Online): 2252-0961

Evaluation of rice cultivars under salinity stress at germination stage

Reza Jalalifar[1*], Soheila Nikzadeh Talebi[2], Danesh Kazemi Taklimi[3]

[1]PhD student of Plant Genetics and Breeding, University of Gilan, Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Gilan, Iran, Email: reza.jalalifar2014@gmail.com
[2]PhD student of Plant Genetics and Breeding, University of Gilan, Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Gilan, Iran, Email: S_nikzadeh@yahoo.com
[3]M.Sc expert of Seed and Plant Certification and Registration Institute, Rasht, Gilan, Iran, Email: D.kazemi810@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2022-6-8
Revised: 2022-7-10
Accepted: 2022-8-6

Keywords:
Allometry coefficient
Average daily germination
Completely random
Gilaneh
Hashemi

ABSTRACT

In order to evaluate rice cultivars under salinity stress at germination stage, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in the laboratory of seed and seedling sciences and research of Gilan. Five rice cultivars (Anam, Khazar, Gilaneh, Kian and Hashemi) were studied at four salinity levels (zero, 50, 100 and 150 mM NaCl). The results of analysis of variance showed significant effects of salinity, genotype and interaction effect for all measured traits at one percent level. Also, according to the results of mean comparison, salinity except for allometric coefficient and germination percentage (at salinity level with concentration of 50 mM NaCl), caused a decrease in all studied traits including stem and root length, fresh and dry weight of stem and root, average daily germination and plantlet vigor index. The Kian cultivar had the highest percentage of germination (salinity level 50 mM equal to 98.66 %) at all levels. Finally, under the experimental conditions of this research, according to the results Hashemi and Gilaneh cultivars were found to be the most tolerant and sensitive cultivars, respectively.

Cite this article: Jalalifar, R., Nikzadeh Talebi, S., Kazemi Taklimi, D. (2022). Evaluation of rice cultivars under salinity stress at germination stage. *Journal of Seed Research*, 12 (3), 77-86.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Doi: 10.30495/jsr.2023.1987869.1256

نشریه تحقیقات بذر
شاپا چاپی: ۲۶۶۵-۲۳۸۳
شاپا الکترونیکی: ۰۹۶۱-۲۳۵۲
دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان

ارزیابی ارقام برنج تحت تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی

رضا جلالی‌فر[1*]، سهیلا نیک‌زاده طالبی[2]، دانش کاظمی تکلیمی[3]

[1]دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی دانشگاه گیلان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، گیلان، ایران، رایانامه: reza.jalalifar2014@gmail.com
[2]دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی دانشگاه گیلان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، گیلان، ایران، رایانامه: S_nikzadeh@yahoo.com
[3]کارشناس ارشد مرکز تحقیقات نهال و بذر رشت، گیلان، ایران، رایانامه: D.kazemi810@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۱۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۴/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۱۵

واژه‌های کلیدی:
ضریب آلومتری
کاملاً تصادفی
گیلانه
میانگین جوانه‌زنی روزانه
هاشمی

چکیده

با هدف ارزیابی ارقام برنج تحت تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه علوم و تحقیقات نهال و بذر گیلان اجرا شد. تعداد پنج رقم برنج (آنام، خزر، گیلانه، کیان و هاشمی) در چهار سطح شوری (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی‌داری اثر شوری، ژنوتیپ و اثر متقابل برای تمامی صفات در سطح یک درصد بود. همچنین طبق نتایج مقایسه میانگین، شوری به جز صفت ضریب آلومتری و درصد جوانه‌زنی (در سطح شوری با غلظت ۵۰ میلی‌مولار NaCl)، موجب کاهش تمامی صفات مورد مطالعه شامل طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، میانگین جوانه‌زنی روزانه و شاخص بنیه گیاهچه شد. رقم کیان بیشترین درصد جوانه‌زنی (سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار برابر با ۹۸/۶۶ درصد) را در تمامی سطوح به خود اختصاص داد. در نهایت با توجه به تجزیه و تحلیل‌های انجام شده ارقام هاشمی و گیلانه به ترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین ارقام در شرایط آزمایشی این پژوهش، معرفی شدند.

استناد: جلالی‌فر، رضا؛ نیک‌زاده طالبی، سهیلا؛ کاظمی تکلیمی، دانش. (۱۴۰۱). اثر ارزیابی ارقام برنج تحت تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی. *نشریه تحقیقات بذر*، ۱۲ (۳)، ۸۶-۷۷.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.
Doi: 10.30495/jsr.2023.1987869.1256

مقدمه

بخش عمده‌ایی از گیاهان زراعی به وسیله بذر تکثیر می‌شوند. به همین دلیل تولیدکنندگان به طور دائمی به بذرهایی با جوانه‌زنی مناسب نیاز دارند. بذرها وقتی دارای نیروی زیست[1] هستند که در شرایط استانداردشده آزمایشگاهی و در طول یک زمان معین، جوانه‌زده و اجزای اصلی گیاهچه یعنی ریشه‌چه و ساقه‌چه سالمی را تولید کنند. روش‌های مختلفی برای تعیین نیروی زیست وجود دارد که معیار اصلی نیز مقررات ایستا (ISTA[2]) می‌باشد (Paseban Islam, 2011). فرآیند جوانه‌زنی با جذب آب توسط بذر خشک شروع شده و به دنبال آن جنین رشد کرده و با پاره شدن لایه‌های پوششی و ظهور ریشه چه، پایان می‌یابد که به عنوان اتمام جوانه زنی تلقی می‌شود. در شرایط عرضه بهینه، جذب معمولی آب توسط دانه‌ها دارای سه فاز است. در ابتدا مرحله‌ای از جذب سریع آب (فاز اول) و به دنبال آن مرحله دوم (فاز دوم یا فاز تاخیر) وجود دارد که در آن گیاه تثبیت می‌شود و فعال شدن متابولیسم و تجمع مواد مغذی را آغاز می‌کند. بذرهایی که کامل جوانه می‌زنند وارد فاز سوم می‌شوند که با بیرون‌زدگی ریشه شروع می‌گردد (Foschi et al., 2023).

تنش گیاهی توسط لیختنتالر در سال ۱۹۹۶ به عنوان "هر شرایط یا ماده نامطلوبی که متابولیسم، رشد یا نمو گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد یا مسدود می‌کند" و توسط استراسر به عنوان "شرایطی ناشی از عواملی که تمایل به تغییر تعادل را دارند" تعریف شده است. عواملی که باعث ایجاد تنش می‌شوند می‌توانند زیستی یعنی ناشی از موجودات زنده مانند قارچ‌ها و حشرات، یا غیر زیستی که ناشی از عوامل غیر زیستی، مانند خشکسالی، دمای شدید، شوری و آلاینده‌ها، به عنوان مثال فلزات سنگین باشند. تعادل بین تحمل و حساسیت ممکن است تعیین کند که آیا یک عامل تنش اثر مثبت یا منفی دارد. همچنین واکنش گیاه به تنش با افزایش مدت و شدت تنش متفاوت خواهد بود (Kranner et al., 2010). در مناطق خشک و نیمه خشک، شوری خاک مهمترین محدودیت محیطی است که بهره وری گیاه را محدود می‌کند (Taratima et al., 2022). از آنجایی‌که مناطق خشک نیاز به آبیاری شدید دارند، اتلاف آب از طریق تبخیر و تعرق بالا است و در نتیجه نمک همراه با آب آبیاری، سال به سال افزایش می‌یابد. همین امر منجر به خسارات زیاد به زمین‌های زراعی و بازدهی گیاهان زراعی اقتصادی مهم حساس به شوری خاک می‌شود. ایران به عنوان کشوری گرم و خشک، مجموع خاک‌های شور و سدیم‌دار آن در حدود ۲۷ میلیون هکتار تخمین‌زده می‌شود (Sabok khiz et al., 2014). علت اصلی شوری، کلرید سدیم (NaCl) است که در بیشتر خاک های کشاورزی به وفور یافت می شود و بسیار محلول است. بهره‌وری و کیفیت مناطق اختصاص داده شده به کشت کشاورزی در سطح بین المللی را محدود می‌کند. غلظت بیش از حد این املاح و کمبود منابع آب از عواملی هستند که باعث تبدیل مزارع حاصلخیز به حاشیه‌ای می‌شوند (Rodríguez Coca et al., 2023). تنش شوری، رشد بیشتر گونه‌های گیاهی را مهار می‌کند. هنگامی که رسانایی الکتریکی (EC) به چهار دسی‌زیمنس بر متر می‌رسد، خاک شور در نظر گرفته می‌شود (معادل ٤٠ میلی مولار NaCl)، و فشار اسمزی حدود ۰/۲ مگاپاسکال ایجاد می‌گردد که به طور قابل توجهی بازده بیشتر محصولات را کاهش می‌دهد. در گونه‌های حساس، تنش شوری با کاهش سطح برگ، سرعت فتوسنتز، سرعت تنفس، سنتز

1. Viability

2. International seed test association

پروتئین، اکسایش نیتروژن، عملکرد و زیست توده تولیدی را محدود می کنند (Taratima et al., 2022).

حساس ترین مراحل به شوری، جوانه‌زنی بذر و استقرار نهال بذراست. شوری باعث ایجاد تغییرات نامطلوب در فرآیندهای بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و متابولیک در دانه‌های در حال رشد می‌شود. کاهش در دسترس بودن آب، عدم تعادل یونی، تغییر رهاسازی مواد مغذی ذخیره شده، و تغییرات در سازمان ساختاری پروتئین، برخی از معدود پیامدهای شوری بر جوانه زنی بذر هستند. علاوه بر این، تشکیل گونه‌های مخرب اکسیژن فعال (ROS) باعث آسیب اکسیداتیو به پروتئین و لیپیدها، شکستن DNA و RNA، نشت سلولی، آسیب به غشای سلولی و اندامک‌ها، از بین رفتن اجزای فتوسنتزی و مرگ سلولی می‌شود (Gour et al., 2023). همچنین از دیگر تأثیرات غلظت بالای نمک می‌توان به تغییر روند فیزیولوژیکی قدرت بذر، رشد رویشی، گلدهی و توسعه رشد میوه اشاره کرد (Rodríguez Coca et al., 2023). مرحله جوانه‌زنی اولین مرحله از زندگی گیاه است که می‌تواند در معرض تنش شوری قرار بگیرد. توانایی جوانه‌زنی تحت شرایط شوری برای استقرار گیاه در محیط شور ضروری می‌باشد. تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی یک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری از گونه‌ها است، زیرا شوری موجب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (Sabok khiz et al., 2014).

برنج (*Oryza sativa* L.) غذای اصلی بیش از ۵۰ درصد از جمعیت جهان، به ویژه آسیایی‌ها می‌باشد. برنج یک گیاه گلیکوفیت و حساس ترین گیاه به شوری در بین محصولات غلات محسوب می‌شود. تنش شوری تأثیر منفی بر نمو و عملکرد برنج دارد که با توجه به مراحل رشد، میزان شدت و مدت زمان تنش، متفاوت است. برخی از گونه های برنج می‌توانند شوری را در ۳ دسی‌زیمنس بر متر تحمل کنند. بر اساس گزارشات، شوری ۳/۵ و ۷/۲ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد برنج را به‌ترتیب ۱۰ و ۵۰ درصد کاهش می‌دهد. تنش شوری با کاهش درصد، سرعت و انرژی برای جوانه‌زنی که منجر به کاهش طول ساقه، طول ریشه و وزن خشک در همه وارقام برنج شد (Taratima et al., 2022). همچنین در آزمایش دیگری که به منظور بررسی اثر تنش شوری (صفر، ۲، ٤، ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) بر برخی از صفات مرتبط با جوانه‌زنی بذر برنج انجام شد، با افزایش تنش شوری، ارقام مورد بررسی در تمامی صفات روند کاهشی نشان دادند. ضمن اینکه رقم خزر در تیمار صفر، ۲ و ٤ دسی‌زیمنس بر متر بالاترین درصد جوانه‌زنی، بیشترین طول ساقه‌چه، ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را دارا بوده است (Amin Deldar et al., 2015).

با توجه به اینکه حساس‌ترین مرحله رشد به تنش شوری در اکثر گونه‌های گیاهی، مراحل اولیه رشد می‌باشد به همین دلیل بیشتر پژوهش‌های مربوط به این زمینه در همین مرحله از رشد انجام گرفته است (Sabok khiz et al., 2014). این پژوهش هم با هدف تعیین اثر شوری بر جوانه‌زنی ارقامی که در استان گیلان کشت می‌گردد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱٤۰۲ در آزمایشگاه مرکز علوم و تحقیقات نهال و بذر گیلان اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل ارقام برنج (آنام، گیلانه، خزر، کیان و هاشمی) به عنوان فاکتور اول و شوری حاصل از NaCl (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) به عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شد. ابتدا بذرهای

سالم و کامل انتخاب و پس از ضد عفونی با محلول ۱۰ درصد هیپوکلریت سدیم (وایتکس ده درصد) ضد عفونی و پس از آن سه مرتبه با آب مقطر شستشو داده شدند (Mohamadi et al., 2018). سپس در هر پتری‌دیش، بر روی کاغذ صافی، تعداد ۵۰ عدد بذر قرار داده و به هر کدام از پتری‌دیش‌ها مقدار ۲۵ میلی‌لیتر از محلول‌های مربوط به هر تیمار اضافه و به مدت ۱۴ روز در داخل ژرمیناتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی قرار گرفتند. تامین رطوبت پتری‌دیش‌ها هر چند روز یک‌بار و به مقداری که کاغذ صافی نمناک باشد، توسط غلظت‌های مختلف شوری صورت گرفت. شمارش بذرهای جوانه‌زده به صورت روزانه و در یک ساعت معین انجام شد.همچنین خروج ریشه‌چه به اندازه دو میلی‌متر یا بیشتر به‌عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. برای صفات طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، در روز آخر آزمایش، تعداد ده عدد گیاهچه به صورت تصادفی از داخل پتری‌دیش انتخاب و هر کدام از صفات م نظر طبق روابط زیر اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری طول ساقه‌چه و ریشه‌چه از خط کش و بر اساس سانتی‌متر استفاده شد. ضمن اینکه برای اندازه‌گیری وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، اندام‌های مربوطه به طور جداگانه داخل پاکت قرار داده و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه قرار داده شد (Jalalifar et al., 2018). از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ جهت اندازه گیری وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه استفاده شد. از تبدیل زاویه‌ایی برای نرمال‌سازی درصد جوانه‌زنی استفاده شد.

درصد جوانه‌زنی (GP[3]) (Jalalifar et al., 2018):

رابطه (۱)

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذر جوانه زده}}{\text{تعداد کل بذرها}}$$

ضریب آلومتری[4](AC) (ISTA, 1979):

رابطه (۲)

$$\text{ضریب آلومتری} = \frac{\text{طول ساقه چه}}{\text{طول ریشه چه}}$$

میانگین جوانه‌زنی روزانه (MDG[5]) (Hunter et al., 1984):

رابطه (۳)

$$\text{میانگین جوانه‌زنی روزانه} = \frac{\text{درصد جوانه زنی}}{\text{طول دوره جوانه زنی}}$$

شاخص بنیه گیاهچه (Amin Deldar et al., 2015):

شاخص بنیه گیاهچه= (طول ساقه‌چه + طول ریشه‌چه) × درصد جوانه‌زنی

داده‌ها پس از ثبت با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS v.9 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر ژنوتیپ، شوری و اثر متقابل آنها بر تمامی صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بود که با نتایج قلی‌زاده (Gholizadeh, 2012) و همچنین شریفی (Sharifi, 2013) مطابقت داشت.

3. Germination Percent
4. Allometric Coefficient
5. Mean Daily Germination

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

		میانگین مربعات									
منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن‌تر ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	شاخص بنیه گیاهچه	میانگین جوانه‌زنی روزانه	ضریب آلومتری
ژنوتیپ	٤	۱۲۰۳/۹**	۹/۱۸**	۲/٤۷	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۰۰٤**	۱۱/٤۸**	٦/۱٤**	۳/۰۸**
شوری	۳	۳۰۸۰/۰۸**	٥۰/٤**	۱۸/۱۸	۰/۰۰۸**	۰/۰۱۳**	۰/۰۰۰۰۲**	۰/۰۰۰۱۷**	۱٥۷/۷۳**	۱٥/۷۱**	۲/۱**
ژنوتیپ درشوری	۱۲	٦٥٥/۳٦**	۲/۰۱**	۲/٥٦	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۰۰۲**	٦/۷۷**	۳/۳٤**	۱/٤۲**
خطای آزمایشی	٤۰	۲/۸۱	۰/۱۲٥	۰/۰٤	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰٥	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۰٥	۰/۱٥٦	۰/۰۱٤	۰/۰۸
ضریب تغییرات		۲/۰۱	٦/٤۹	۷/۱۲	٤/٦۹	٤/۷٤	۱۰/۲٥	۱٤/٦	٥/٤٥	۲/۰۱	۱۳/۷۱

**: معنی‌داری در سطح یک درصد

درصد جوانه‌زنی: طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در شوری (جدول ۲)، رقم کیان بیشترین درصد جوانه‌زنی (سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار برابر با ۹۸/٦٦ درصد) را در تمامی سطوح به خود اختصاص داد به طوریکه به جز رقم هاشمی (سطح شوری صفر میلی‌مولار شوری برابر با ۹۷/۳۳ درصد) با سایر ارقام تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به رقم گیلانه در سطح شوری ۱۵۰ می‌مولار (۷/۳۳ درصد) می‌باشد. در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار به عنوان بیشتری سطح شوری اعمال‌شده، بیشترین درصد جوانه‌زنی باز هم متعلق به رقم کیان (۸۸/٦٦ درصد) بود. با محاسبه دامنه تغییرات (تفاوت بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به هر رقم) می‌توان به این نتیجه رسید که در بین تمامی ارقام، رقم کیان کمترین کاهش درصد جوانه‌زنی و رقم گیلانه بیشترین اُفت را داشته است.

طول ساقه‌چه: با توجه به نتایج مندرج در جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنوتیپ در شوری (جدول ۲)، ارقام آنام و گیلانه در سطح شوری صفر میلی‌مولار به‌ترتیب با ۸/٥٤ و ۸/٥۳ سانتی‌متر، بیشترین و رقم گیلانه در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار با میانگین ۱/۳ کمترین طول ساقه‌چه را داشت. در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار، رقم آنام با میانگین ٤/۷ سانتی‌متر بیشترین طول ساقه‌چه را در بین ارقام مورد مطالعه داشت.رقم گیلانه بیشترین و رقم خزر کمترین تفاوت طول ساقه‌چه را از سطح شوری صفر و ۱۵۰ میلی‌مولار داشتند.

طول ریشه‌چه: بر اساس مشاهده نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در شوری (جدول ۲) بیشترین طول ریشه‌چه متعلق به رقم آنام با میانگین ٦/۰۹ سانتی‌متر در تیمار صفر میلی‌مولار شوری مشاهده شد که با باقی ارقام اختلاف معنی‌داری داشت. رقم گیلانه در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار شوری با ۰/٦۳ سانتی‌متر، کمترین طول ریشه‌چه را داشت. رقم خزر با ۲/٤۳ سانتی‌متر بیشترین طول ریشه‌چه را در بین ارقام در تیمار شوری با غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار داشت. بیشترین میزان کاهش میانگین طول ریشه‌چه بین سطح شوری صفر و ۱۵۰ میلی‌مولار، متعلق به رقم آنام و کمترین کاهش مربوط به رقم خزر بود.

وزن تر ساقه‌چه: طبق نتایج حاصله از جدول مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در شوری (جدول ۲) ارقام گیلانه و آنام به‌ترتیب با ۰/۱۰۲ و ۰/۰۹۸ گرم در محیط شوری صفر میلی‌مولار، بیشترین و رقم گیلانه در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار با ۰/۰۱۳ گرم کمترین

میانگین وزن تر ساقه‌چه را داشتند. در غلظت ۱۵۰میلی‌مولار، رقم هاشمی (۰/۰۶ گرم) بیشترین وزن تر ساقه‌چه را به خود اختصاص داد. به ترتیب بیشترین و کمترین اختلاف وزن تر ساقه‌چه بین غلظت صفر و ۱۵۰ میلی‌مولار شوری متعلق به رقم گیلانه (۰/۰۸۹۳ گرم) و رقم هاشمی (۰/۰۳۵ گرم) بود.

وزن تر ریشه‌چه: با توجه به نتایج مندرج در جدول مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در شوری (جدول ۲) بیشترین وزن تر ساقه‌چه به ترتیب مربوط به ارقام هاشمی، کیان و گیلانه بود که هر سه در محیط شوری با غلظت صفر میلی‌مولار بدست آمد و کمترین میانگین وزن تر ریشه‌چه متعلق به رقم گیلانه با ۰/۰۰۷ گرم در محیط شوری با غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار حاصل شد. بین سطوح صفر و ۱۵۰ میلی‌مولار شوری، رقم آنام کمترین تفاوت را در مقایسه با سایر ارقام وجود داشت.

وزن خشک ساقه‌چه: طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در شوری (جدول ۲)، بیشترین وزن خشک ساقه‌چه مربوط به ارقام هاشمی (۰/۰۱۵۶ گرم)، آنام (۰/۰۱۵۳ گرم) و گیلانه (۰/۰۱۵ گرم) در محیط شوری صفر میلی‌مولار بود. ارقام گیلانه و خزر در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار به ترتیب با ۰/۰۰۲۳ و ۰/۰۰۳ گرم کمترین وزن خشک ساقه‌چه را دارا بودند. در شوری با غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار، بیشترین وزن خشک ساقه‌چه مربوط به رقم هاشمی بود. حداکثر و حداقل تفاوت بین میزان وزن خشک ساقه‌چه بین سطح صفر و ۱۵۰ میلی‌مولار به ترتیب برای رقم گیلانه و رقم خزر به ثبت رسید.

وزن خشک ریشه‌چه: بر اساس جدول نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در شوری (جدول ۲) بیشترین وزن خشک ریشه‌چه متعلق به ارقام گیلانه و کیان به ترتیب ۰/۰۱ و ۰/۰۰۹۶ گرم در محیط کشت شوری صفر میلی‌مولار بدست آمد. همچنین کمترین وزن خشک ریشه‌چه مربوط به رقم گیلانه (۰/۰۰۰۱۶ گرم) در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار حاصل شد. حداکثر وزن خشک ریشه‌چه در شوری با غلظت ۱۵۰میلی‌مولار متعلق به رقم خزر (۰/۰۰۱۶ گرم) بود.

شاخص بنیه گیاه: بر اساس نتایج حاصله از مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در شوری (جدول ۲)، بیشترین شاخص بنیه گیاه در بین ارقام برای تمامی سطوح مورد مطالعه در این پژوهش، مربوط به رقم آنام در سطح نرمال با ۱۳/۹۵ بود که به طور معنی‌داری با سایر ارقام تفاوت داشت و کمترین شاخص هم متعلق به رقم گیلانه با ۰/۱۴۳ در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار شوری بدست آمد. بیشترین شاخص بنیه گیاه در غلظت شوری ۱۵۰ میلی‌مولار مربوط به رقم هاشمی (۴/۷۷) بود. ارقام خزر و گیلانه به ترتیب کمترین و بیشترین تفاوت را ازسطح شوری صفر تا۱۵۰ میلی‌مولار از خود نشان دادند.

میانگین جوانه‌زنی روزانه (MDG): طبق نتایج بدست آمده در جدول مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در شوری (جدول ۲)، بیشترین میانگین جوانه‌زنی روزانه در رقم کیان در سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار (۷/۰۴۷) و رقم هاشمی در سطح شوری صفر میلی‌مولار (۶/۹۵) بود. کمترین میزان این صفت هم مربوط به رقم گیلانه با ۰/۵۲۳ در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار بدست آمد. بیشترین میزان این صفت در سطح شوری با غلظت ۱۵۰میلی‌مولار، مربوط به رقم کیان (۵/۹۰) بود. حداکثر و حداقل تفاوت بین بیشترین و کمترین میانگین جوانه‌زنی روزانه به‌ترتیب متعلق به رقم گیلانه رقم کیان بود.

ضریب آلومتری (AC): بر اساس نتایج حاصله از جدول مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در شوری (جدول ۲)، رقم آنام در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار (۴/۴۶) و رقم خزر در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار (۱/۱۴۱) به ترتیب بیشترین و کمترین ضریب آلومتری

را به خود اختصـاص دادند. رقم آنام بیشترین تغییر را از سـطح صـفر میلی‌مولار به سـطح شـوری ۱۵۰ میلی‌مولار داشت و کمترین تفاوت متعلق به رقم گیلانه بوده است.

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در شوری برای صفات مورد بررسی در ارقام برنج

رقم	شوری	درصد جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن‌تر ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	شاخص بنیه گیاهچه	میانگین جوانه‌زنی روزانه	ضریب آلومتری
آنام	۰	۹۵/۳۳^{bc}	۸/۵۴^{a}	۶/۰۹^{a}	۰/۰۹۸^{ab}	۰/۰۵۲^{e}	۰/۰۱۵۳^{ab}	۰/۰۰۷^{bc}	۱۳/۹۵^{a}	۶/۸۰^{bc}	۱/۴۰۵^{ij}
	۵۰	۸۶/۶۶^{gh}	۷/۵^{bc}	۴/۵۱^{b}	۰/۰۹۲^{c}	۰/۰۳۴^{g}	۰/۰۱۳۳^{cd}	۰/۰۰۶۳^{c}	۱۰/۴۲^{c}	۶/۱۹^{gh}	۱/۶۶۳^{ghij}
	۱۰۰	۸۲/۶۶^{ij}	۵/۰۱^{fg}	۲/۲۳^{e}	۰/۰۵۳^{g}	۰/۰۱۵^{j}	۰/۰۱۱^{e}	۰/۰۰۲۳^{f}	۵/۹۹^{ij}	۵/۹۰^{ij}	۲/۲۶۹^{def}
	۱۵۰	۷۶/۶۶^{k}	۴/۷^{fg}	۱/۰۵^{g}	۰/۰۴۶^{h}	۰/۰۱۱^{k}	۰/۰۰۷^{fg}	۰/۰۰۱^{gh}	۴/۴۱^{mn}	۵/۴۷^{k}	۴/۴۶۷^{a}
خزر	۰	۹۲/۶۶^{cde}	۵/۶۳^{e}	۳/۵۱^{c}	۰/۰۷۴^{e}	۰/۰۷۸^{c}	۰/۰۱۳^{bcd}	۰/۰۰۷^{bc}	۸/۴۸^{e}	۶/۶۱^{cde}	۱/۶۰۴^{ghij}
	۵۰	۸۸/۶۶^{fg}	۴/۷۷^{fg}	۳/۳۷^{c}	۰/۰۵۸^{fg}	۰/۰۸۱^{bc}	۰/۰۰۸^{fg}	۰/۰۰۷۳^{bc}	۷/۲۲^{gh}	۶/۳۳^{fg}	۱/۴۱۹^{hij}
	۱۰۰	۸۴/۶۶^{ih}	۳/۳۵^{h}	۲/۷۸^{d}	۰/۰۵۵^{fg}	۰/۰۳۷^{g}	۰/۰۰۶^{g}	۰/۰۰۲۶^{fe}	۵/۱۹^{kl}	۶/۰۴^{hi}	۱/۲۰۷^{j}
	۱۵۰	۶۵/۳۳^{l}	۲/۷۵^{i}	۲/۴۳^{de}	۰/۰۲۸^{i}	۰/۰۲۲^{i}	۰/۰۰۳^{hi}	۰/۰۰۱۶^{fg}	۳/۳۸^{o}	۴/۶۶^{l}	۱/۱۴۱^{j}
گیلانه	۰	۹۱/۳۳^{def}	۸/۵۳^{a}	۴/۵۱^{b}	۰/۱۰۲^{a}	۰/۰۹۳^{a}	۰/۰۱۵^{abc}	۰/۰۱۰۶^{a}	۱۱/۹۱^{b}	۶/۵۲^{def}	۱/۸۹۱^{fghi}
	۵۰	۹۰^{ef}	۶/۹۵^{cd}	۳/۵۶^{c}	۰/۰۸۳^{d}	۰/۰۵۶^{e}	۰/۰۱^{e}	۰/۰۰۶^{c}	۹/۴۶^{d}	۶/۴۲^{ef}	۱/۹۵۶^{efgh}
	۱۰۰	۷۶/۶۶^{k}	۴/۸۵^{fg}	۲/۳^{e}	۰/۰۵۷^{fg}	۰/۰۲۶^{h}	۰/۰۰۸^{fg}	۰/۰۰۲۶^{fe}	۵/۴۸^{jk}	۵/۴۷^{k}	۲/۱۲۸^{efg}
	۱۵۰	۷/۳۳^{m}	۱/۳۰^{j}	۰/۶۳^{h}	۰/۰۱۳^{j}	۰/۰۰۷^{l}	۰/۰۰۲^{i}	۰/۰۰۰۱^{h}	۰/۱۴۳^{p}	۰/۵۲۳^{m}	۲/۰۹۶^{efg}
کیان	۰	۹۵/۳۳^{bc}	۷/۱۶^{bc}	۲/۵۳^{de}	۰/۰۹۴^{bc}	۰/۰۹۳^{a}	۰/۰۱۳۳^{cd}	۰/۰۰۹۶^{a}	۹/۲۳۸^{d}	۶/۸۰۹^{bc}	۲/۸۳۴^{bc}
	۵۰	۹۸/۶۶^{a}	۵/۷۰^{e}	۲/۴۶^{de}	۰/۰۹۲^{c}	۰/۰۶۶^{d}	۰/۰۱۱۳^{e}	۰/۰۰۸^{b}	۸/۰۶^{ef}	۷/۰۴۷^{a}	۲/۳۲۶^{cdef}
	۱۰۰	۹۰/۶۶^{def}	۴/۷۳^{fg}	۳/۴۶^{c}	۰/۰۷۳^{e}	۰/۰۴۴^{f}	۰/۰۰۸^{f}	۰/۰۰۴۳^{d}	۷/۴۳۲^{fg}	۶/۴۷۶^{def}	۱/۳۶۸^{ij}
	۱۵۰	۸۲/۶۶^{ij}	۳/۴^{h}	۱/۳۷^{fg}	۰/۰۴۶^{h}	۰/۰۰۸^{kl}	۰/۰۰۴^{h}	۰/۰۰۱۳^{fgh}	۳/۹۴۴^{no}	۵/۹۰۴^{ij}	۲/۵۰۷^{cde}
هاشمی	۰	۹۷/۳۳^{ab}	۷/۶۷^{b}	۳/۲۴^{c}	۰/۰۹۵^{bc}	۰/۰۹۳^{a}	۰/۰۱۵۶^{a}	۰/۰۰۸^{b}	۱۰/۶۲^{c}	۶/۹۵^{ab}	۲/۳۸^{cdef}
	۵۰	۹۳/۳۳^{cd}	۶/۴۷^{d}	۲/۳۴^{e}	۰/۰۸۴^{d}	۰/۰۸۲^{b}	۰/۰۱۲^{de}	۰/۰۰۷۳^{bc}	۸/۲۳^{e}	۶/۶۶^{cd}	۲/۷۷^{bcd}
	۱۰۰	۸۵/۳۳^{hi}	۵/۳۱^{ef}	۲/۳۹^{e}	۰/۰۷۱^{e}	۰/۰۴۱^{f}	۰/۰۱۰^{e}	۰/۰۰۳۶^{de}	۶/۵۷^{hi}	۶/۰۹^{hi}	۲/۲۱^{ef}
	۱۵۰	۸۱/۳۳^{j}	۴/۴۶^{g}	۱/۴۰^{f}	۰/۰۶^{f}	۰/۰۲۲^{hi}	۰/۰۰۸^{f}	۰/۰۰۱۳^{fgh}	۴/۷۷^{lm}	۵/۸۰^{j}	۳/۲۴^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

بر اسـاس نتایج جدول مقایسـه میانگین صـفات (جدول ۲) با افزایش میزان شـوری، تمامی صفات به غیر از ضـریب آلومتری (AC) کاهش پیدا یافته است که همراسـتا با نتایج شـریفی (Sharifi, 2013) (برای صـفات درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه) و محمدی و همکاران (۱۳۹۷) (برای صـفات درصـد جوانـه‌زنی، طول سـاقـه‌چه و ریشـه‌چه، وزن تر و همچنین وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه) بود. کاظمی و اسکندری (Kazemi and Eskandari, 2011) نیز با آزمایشـی به منظور بررسـی اثر تنش شوری (صفر، ۲، ۴، ۶ و ۸ دسـی‌زیمنس‌بر متر) بر روی گیاه برنج نشان دادند که تمامی صـفات به طورمعنی‌داری تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفتند. به طوریکه با افزایش غلظت شـوری، درصـد جوانه‌زنی، طول و وزن سـاقه‌چه و ریشـه‌چه کـاهش یافت. در نهایت با توجه به نتایج حاصله از این آزمایش، رقم هاشمی در مقایسه با سایر ارقام مور مطالعه، با تکیه بر ویژگی‌های مرتبط با وزن اندام‌های گیاهی مانند وزن تر و خشـک سـاقه‌چه، عملکرد بهتری را از خود نشـان داد. هرچنـد کـه در شـرایط تنش شـوری ۱۵۰ میلی‌مولار هم به جز رقم

کیـان، از باقی ارقام از جوانه‌زنی بهتری برخوردار بود. در طرف مقـابـل رقم گیلانه تفاوت رفتاری معنی‌داری را در شـرایط بهینه (صفر میلی‌مولار شوری) و شرایط تنش بالا (۱۵۰ میلی‌مولار شـوری) از خود نشـان داد. رقم آنـام هر چند از نظر صـفات طول سـاقه‌چه و ریشـه‌چه از باقی ارقام بهتر بوده اما در شـرایط تنش شوری نتوانست واکنش مناسبی داشته باشد. رقم کیان نسبـت به سـایر ارقام از درصـد جوانه‌زنی و میانگین جوانـه‌زنی روزانـه بهتری در شـرایط نرمـال و تنش شـوری برخوردار بود. در ارتباط با رقم خزر در این پژوهش می‌توان به این نکته اشاره کرد که برای صفات سـاقه‌چه و ریشـه‌چه، کمترین تفاوت رفتاری را در شـرایط نرمال و تنش شوری از خود نشان داد. با تمام این توضیحات، از بین ارقام مورد مطالعه ارقام هاشمی و گیلانه به ترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین ارقام در شرایط آزمایشی این پژوهش معرفی می‌گردند. با توجه به عکس‌العمل متفاوت ارقام برنج در مراحل رشـدی مختلف، پیشـنهاد می‌شـود این ارقام در همین سطوح شـوری اما در مراحل گیاهچه‌ایی و زایشـی نیز مورد مطالعه قرار گیرند.

References

Amin Deldar, Z., Sadeghi, F., Ebrahimi, M., Najari, Y. and Parmoon, Q. 2015. Investigation of germination and seedling growth of different rice cultivars under different salinity levels. Journal of Seed Research. 5 (4): 81 - 88.

Foschi, M.L., Juan, M., Pascual, B. and Pascual-Seva, N. 2023. Influence of Seed-Covering Layers on Caper Seed Germination. Plants. 12 (3): 1-16.

Gholizadeh, F. 2012. Investigation of salinity stress effect on rice genotypes at germination stage (*Oryza sativa* L.). Journal of Cellular and Molecular Biotechnology News. 2 (6) :75-81.

Gour, T., Sharma, A., Lal, R., Heikrujam, M., Gupta, A., Kumar Agarwal, L., Chetri, S.P.K., Kumar, R. and Sharma, K. 2023. Amelioration of the physio-biochemical responses to salinity stress and computing the primary germination index components in cauliflower on seed priming. Heliyon. 9: 1-15.

Hunter, E.A., Glasbey, C.A., Naylor, R.E.L.1984. The analysis of data from germination tests. J. Agric. Sci. Camb. 102: 207-213.

ISTA. 1979. The germination test. International Seed Testing Association. Seed Science and Technology. 4: 23-28.

Jalalifar, R., Kharazi, M, meshkat, M. 2018. The influence of Salicylic Acid Pre-Treatment on Correlation and Germination Traits of Different Rice Genotypes. Journal of Seed Research. 8 (2): 30-38.

Kazemi, K. and Eskandari, H. 2011. Effects of salt stress on germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa*) cultivars in Iran. African Journal of Biotechnology. 10 (77): 17789-17792.

Kranner, I., Minibayeva, F.V., Beckett, R.P. and Seal, C.E. 2010. What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science. New Phytologist. 188: 655–673.

Paseban-Islam, B. 2011. Seed Science and Technology. Parivar Publications. p160.

Rodríguez Coca, L.I., Gonz*á*lez, M.T.G., Unday, Z.G., Hern*a*ndez, J.J., Rodr*a*guez J*a*uregui, M.M. and Fern*a*ndez Cancio, Y . 2023. Effects of sodium salinity on rice (*Oryza sativa* L.) cultivation: A review. Sustainability. 15 (1804):1-18.

Sabok khiz, M., Malek Zadeh Shafaroudi, S. and Mirshamsi Kakhki, A. 2014. Study of seed germination of purified tomato cultivars (Khorram and Mobil) under salinity stress. Iranian Journal of Agricultural Research. 12 (4): 834- 840.

Mohamadi, S.F., Bagheri, N., Kiani, GH. and Babaeian Jelodar, N. 2018. Evaluation of reaction of some rice genotypes to salinity stress at germination stage. Journal of Crop Breeding. 10(27): 20-30.

Sharifi, P. 2013. Evaluation of salinity stresses on some traits at germination stage of rice. Scientific-Research Journal of Plant and Ecosystem. 9 (1-34):31-39.

Taratima, W., Chomarsa, T. and Maneerattanarungroj, P. 2022. Salinity Stress Response of Rice (*Oryza sativa* L. cv. Luem Pua) Calli and Seedlings. Hindawi Scientifica. Article ID 5616683:1- 11.