Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 17, Issue 4, 2025 p: 55-71

OPEN ACCESS

Research Paper

Evaluation and Selection of Salinity-Tolerant Genotypes in Different Species of the Brassica (*Brassica* spp.) Genus in the Germination Stage

Afroughsadat Baniaghil[1], Hemmatollah Pirdashti[2], Mohammadali Esmaeili[3], Mitra Ramezani[4] and Yasser Yaghoubian[5]

1- Ph.D. Student of Agrotechnology, Department of Agronomy, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2- Professor, Department of Agronomy, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, (Corresponding author: h.pirdashti@sanru.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Agronomy, Sari of Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
4- Ph.D. in Plant Breeding, Mazandaran Oilseeds Development Company, Sari, Iran
5- Assistant Professor, Department of Agronomy, Sari of Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Received: 09 April, 2025 Revised: 25 July, 2025 Accepted: 18 August, 2025

Extended Abstract

Background: Germination is a sensitive process for plant growth and achieving optimal performance. Environmental stresses, including salinity, are the most important limiting factors of plant production, and humans are forced to deal with these stresses through various management practices. Rapeseed (*Brassica napus* L.), one of the most important oil plants, is relatively tolerant to salinity and is the best choice for saline and sodium soils, so that its resistance to salinity is equal to that of barley. Rapeseed cultivars tolerate salinity of slightly more than 7 dS/m. However, this plant, like most other crops, is sensitive to salinity in the initial stage of seedling establishment. Although the seeds of canola genotypes show different abilities to maintain their metabolic activities under saline conditions, germination and certain stages of growth are more susceptible to damage due to salt stress. Therefore, it is essential to evaluate salinity tolerance in the early stages of growth, especially germination. In this regard, the present study was carried out to evaluate and select salinity-tolerant genotypes of different *Brassica* species (*Brassica* spp.) in the germination stage.

Methods: In the present study, the salinity tolerance of 100 genotypes of five Brassica species was evaluated using a factorial experiment based on a completely randomized design in three replications. The first factor included *Brassica* genotypes (60 genotypes of *B. napus* L., 15 genotypes of *B. nigra* L., 15 genotypes of *B. juncea* L., 5 genotypes of *B. rapa* L., and 5 genotypes of *B. carinata* L.). The second factor was five levels of salinity with sodium chloride, including zero (control), 5, 10, 15, and 20 dS/m. After disinfection with 1.5% sodium hypochlorite, healthy seeds were transferred to sterile Petri dishes with a layer of Whatman filter paper No. 1. The diameter of the Petri dishes used in this experiment was 8 cm, and each Petri dish contained 25 seeds. After placing the seeds in Petri dishes, depending on the desired treatments, 5 mL of distilled water or sodium chloride solutions with potentials of 5, 10, 15, and 20 dS/m were placed in a germinator at 22℃, and the number of germinated seeds was counted at 12-hour intervals until the number of germinated seeds was fixed. Traits such as length, weight, and dry weights of roots, stems, and plants were measured after germination. Finally, the beginning, end, and uniformity of germination, germination percentage, germination speed, germination index, seedling length index, and allometric coefficient were calculated in different treatments. After the experiment and data collection, cluster analysis was done at different salinity levels using SPSS software (version 22) and the Ward's method. Then, the best group of genotypes was selected at each salinity level by analyzing the variance and comparing the mean between the groups using the least significant difference (LSD) test at the 5% probability level.

Results: During the experiment, 20 genotypes were removed due to the low potential of some genotypes, and data analysis was done for 80 genotypes. Based on the dendrograms obtained from cluster analysis at salinity levels of zero, 5, and 15 dS/m, the studied genotypes were divided into three groups and were placed into four groups at salinity levels of 10 and 20 dS/m. In general, based on the comparison of the average between the groups resulting from the cluster analysis, the first group at salinity levels of 0, 5, and 15 dS/m and the fourth group at salinity levels of 10 and 20 dS/m were selected as the best groups. Then, variance analysis and

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]

[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

Copyright ©2025. Baniaghil et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 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.

mean comparison were performed between genotypes in the mentioned groups. Based on the results of cluster analysis, comparing the average of the groups and the analysis of the genotypes of the top groups, significant differences were observed between the genotypes in most of the measured traits. As such, 15 genotypes (including codes 141, 306, 328, 336, 346, 367, 446, 483, 509, 517, 693, 767, 831, 850, and 860) at all investigated salinity levels were always placed in the top group, and, therefore, they were selected as the superior genotypes of brassicas.

Conclusion: In total, the results of this experiment showed that 15 out of all the investigated genotypes were always placed in the top groups at all levels of salinity stress. Seven genotypes of *B. napus* L., 6 genotypes of *B. juncea* L., and 2 genotypes of *B. rapa* L. were present among the selected genotypes. There were no genotypes of *B. nigra* L. The results indicated that these genotypes had a high ability to germinate and produce strong seedlings in both normal and saline conditions and could be used for further studies and breeding programs. The genome of the diploid species *B. rapa* L. is common to both allotetraploid species *B. napus* L. and *B. juncea* L., but it is absent in the genome of the allotetraploid species *B. carinata* L. and the diploid species *B. nigra* L. Accordingly, it can be concluded that the relative tolerance to salinity stress in the *Brassica* genus originates from the genome of *B. rapa* L.

Keywords: Cluster analysis, Dry weight, Germination rate, Rapeseed, Seedling

How to Cite This Article: Baniaghil, A., Pirdashti, H., Esmaeili, M. A., Ramezani, M., & Yaghoubian, Y. (2025). Evaluation and Selection of Salinity-Tolerant Genotypes in Different Species of the Brassica (*Brassica* spp.) Genus in the Germination Stage. *J Crop Breed,* 17(4), 55-71. DOI: 10.61882/jcb.2025.1575

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]

[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

ارزیابی و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به شوری گونه‌های مختلف جنس براسیکا (*Brassica* spp.) در مرحله جوانه‌زنی

افروغ سادات بنی‌عقیل[۱]، همت‌اله پیردشتی[۲]، محمدعلی اسماعیلی[۳]، میترا رمضانی[۴] و یاسر یعقوبیان[۵]

۱- دانشجوی دکتری اگروتکنولوژی‌فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- استاد، گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران،
(نویسنده مسوول: h.pirdashti@sanru.ac.ir)
۳- دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۴- دکتری اصلاح نباتات‌بیومتری، شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی مازندران، ساری، ایران
۵- استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۲۰ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۷
صفحه ۵۵ تا ۷۱

چکیده مبسوط

مقدمه: جوانه‌زنی فرآیندی حساس برای رشد گیاه و دستیابی به عملکرد بهینه است. تنش‌های محیطی ازجمله شوری، به‌عنوان مهم‌ترین عوامل محدودکنندهٔ تولیدات گیاهی، انسان را مجبور به مقابله با این تنش‌ها از طریق اعمال مدیریت‌های مختلف می‌کنند. کلزا (*Brassica napus* L.) از مهم‌ترین گیاهان روغنی است که در برابر شوری نسبتاً متحمل است و گزینه مناسبی برای خاک‌های شور و سدیمی است. مقاومت به شوری کلزا برابر با جو اعلام شده است، به‌طوری‌که ارقام این گیاه تا شوری کمی بیش از هفت دسی‌زیمنس‌برمتر را تحمل می‌کنند. با این وجود، این گیاه، همانند بیشتر گیاهان زراعی، در مرحله اولیه استقرار گیاهچه به شوری حساس است. ژنوتیپ‌های کلزا توانایی متفاوتی برای حفظ فعالیت‌های متابولیکی خود در شرایط شور نشان می‌دهند، اما جوانه‌زنی و مراحل خاصی از رشد بیشتر مستعد آسیب بر اثر تنش شوری هستند. بنابراین، ارزیابی تحمل به شوری در مراحل اولیه رشد به‌ویژه جوانه‌زنی اهمیت زیادی دارد. در همین راستا، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به شوری گونه‌های مختلف جنس براسیکا (*Brassica* spp) در مرحله جوانه‌زنی اجرا شد.

مواد و روش‌ها: در پژوهش حاضر، میزان تحمل به شوری ۱۰۰ ژنوتیپ از پنج گونه براسیکا در قالب طرح پایه کاملا تصادفی به‌صورت فاکتوریل در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. عامل اول شامل ژنوتیپ‌های براسیکا (۶۰ ژنوتیپ از گونه *B. napus* L.، ۱۵ ژنوتیپ از *B. nigra* L.، ۱۵ ژنوتیپ از *B. juncea* L.، ۵ ژنوتیپ از *B. rapa* L. و ۵ ژنوتیپ از گونه *B. carinata* L.) و عامل دوم پنج سطح تنش شوری با کلریدسدیم شامل صفر (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر بودند. به این منظور، بذور سالم پس از ضدعفونی با هیپوکلریت‌سدیم ۱/۵ درصد به پتری‌دیش‌های استریل دارای یک لایه کاغذصافی واتمن شماره یک منتقل شدند. قطر پتری‌دیش‌های مورد استفاده در این آزمایش ۸ سانتی‌متر و تعداد بذور در هر پتری‌دیش ۲۵ عدد بود. پس از قرارگیری بذور در پتری‌دیش‌ها، بسته به تیمارهای موردنظر، مقدار پنج میلی‌لیتر آب مقطر یا محلول‌های کلریدسدیم با پتانسیل ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر اضافه شد و در دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. بذور جوانه‌زده در فواصل زمانی ۱۲ ساعت و تا ثابت‌شدن تعداد بذرهای جوانه‌زده مورد شمارش قرار گرفتند. پس از جوانه‌زنی، صفاتی چون طول و وزن‌تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، آغاز، پایان و یکنواختی، درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای مختلف مورد محاسبه قرار گرفتند. پس از انجام آزمایش و جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه خوشه‌ای در سطوح مختلف شوری به‌وسیله نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۶) و به‌روش *وارد* انجام شد. سپس با آنالیز واریانس و مقایسه میانگین بین گروه‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد، گروه برتر ژنوتیپ‌ها در هر سطح شوری انتخاب شد. در نهایت، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های موجود در گروه‌های منتخب بر اساس روش مذکور انجام شد.

یافته‌ها: در طی انجام آزمایش، با توجه به پایین‌بودن قوه نامیه برخی از ژنوتیپ‌ها، تعداد ۲۰ ژنوتیپ حذف شدند و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها برای ۸۰ ژنوتیپ انجام شد. براساس دندروگرام‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در سطوح شوری صفر، ۵ و ۱۵ دسی‌زیمنس‌برمتر، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سه گروه و در سطوح شوری ۱۰ و ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر در چهار گروه قرار گرفتند. در مجموع، بر اساس مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای، در سطوح شوری صفر، ۵ و ۱۵ دسی‌زیمنس‌برمتر گروه اول و در سطوح شوری ۱۰ و ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر گروه چهارم به‌عنوان گروه‌های برتر انتخاب شدند و در ادامه، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مذکور انجام شد. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، مقایسه میانگین گروه‌ها و همچنین تجزیه و تحلیل ژنوتیپ‌های گروه‌های برتر در بیشتر صفات مورد بررسی، تفاوت‌های معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها وجود داشتند. بر اساس یافته‌ها، تعداد ۱۵ ژنوتیپ (شامل کدهای ۱۴۱، ۳۰۶، ۳۲۸، ۳۳۶، ۳۴۶، ۳۶۷، ۴۴۶، ۴۸۳، ۵۰۹، ۵۱۷، ۶۹۳، ۷۶۷، ۸۳۱، ۸۵۰ و ۸۶۰) در تمام سطوح شوری مورد بررسی، همواره در گروه‌های برتر قرار داشتند و بنابراین به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر جنس براسیکا انتخاب شدند.

نتیجه‌گیری: در مجموع، نتایج حاصل از این آزمایش نشان دادند که از بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ۱۵ ژنوتیپ در تمام سطوح تنش شوری همواره در گروه‌های برتر قرار داشتند. در بین ژنوتیپ‌های منتخب، ۷ ژنوتیپ از گونه *B. napus* L.، ۶ ژنوتیپ از *B. juncea* L. و ۲ ژنوتیپ از *B. rapa* L. حضور داشتند. هیچ ژنوتیپی از *B. nigra* L. در بین ژنوتیپ‌های برتر قرار نگرفت. نتایج حاکی از این بودند که این ژنوتیپ‌ها چه در شرایط مطلوب و چه در شرایط شوری ملایم یا شدید توانایی بالایی در جوانه‌زنی و تولید گیاهچه قوی داشتند و می‌توانند برای انجام مطالعات تکمیلی و نیز پژوهش‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند. از طرفی، ژنوم گونه دیپلوئید *B. rapa* L. در هر دو گونه آلوتتراپلوئید *B. napus* L. و *B. juncea* L. مشترک است ولی در ژنوم گونه آلوتتراپلوئید *B. carinata* L. وجود ندارد و در گونه دیپلوئید *B. nigra* L. خویشاوند آن تحمل به شوری مشاهده نشد. بر این اساس، باید نتیجه گرفت که تحمل به تنش شوری گونه‌های متحمل جنس *Brassica* از ژنوم *B. rapa* L. منشا گرفته است.

واژه‌های کلیدی: کلزا، گیاهچه، تجزیه خوشه‌ای، سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک

مقدمه

دانه‌های روغنی سومین ذخایر غذایی جهان (AgMRC, 2022) و بعد از غلات دومین منبع مهم تأمین انرژی مورد نیاز انسان هستند (Nemati *et al.*, 2012). این محصولات پس از غلات، سبزیجات و میوه‌ها چهارمین کالای غذایی ضروری با ۲۱۳ میلیون‌هکتار از زمین‌های قابل کشت هستند (FAO, 2020). سطح برداشت جهانی محصولات اولیه بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ با ۲۴ درصد افزایش به ۱/۵ میلیارد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]

[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

هکتار رسید. غلات بیش از نیمی از سطح برداشت جهان و گیاهان روغنی ۲۳ درصد را در این دوره به‌خود اختصاص دادند. این درحالی است که سایر گروه‌های اصلی زراعی هرکدام تنها کمتر از پنج درصد از سطح برداشت جهانی را تشکیل می‌دهند (FAO, 2023). دانه‌های روغنی، از نظر میزان تولید نیز پس از غلات، محصولات قندی و سبزیجات جایگاه چهارم را به‌خود اختصاص داده‌اند (FAO, 2023). مجموع تولید جهانی روغن‌های گیاهی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰، ۱۲۵ درصد افزایش یافت و به ۲۰۸ میلیون‌تن رسید که ۱۱۵ میلیون‌تن بیشتر از سال ۲۰۰۰ بود (FAO, 2023). تحقیقات گروه بانک جهانی نشان داده است که تا سال ۲۰۵۰ تقاضا برای محصولات غیرغلات مانند روغن‌های گیاهی ۷۹ درصد افزایش می‌یابد، در حالی که این افزایش برای غلات ۳۲ درصد است (Chengula, 2018). با این حال، برای تحقق پیش‌بینی‌های سازمان غذا و کشاورزی (FAO) در مورد غذا، سوخت و تقاضای صنعتی، انتظار می‌رود که تولید جهانی روغن‌های گیاهی تا سال ۲۰۵۰ دو برابر شود (FAO, 2017a).

کلزا (*Brassica napus* L.) از تیره شب‌بو یا چلیپائیان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی یک‌ساله در جهان است (Khajepour, 2012; Sun *et al.*, 2017). این گیاه دومین دانه روغنی مهم جهان بعد از سویا است که برای مصارف خوراکی و صنعتی نیز استفاده می‌شود. به طوری که سهم روغن کلزا از کل روغن‌های گیاهی تولیدشده در سال ۲۰۲۰ برابر با ۱۲ درصد است که پس از نخل روغنی (۳۷ درصد) و سویا (۲۸ درصد) در رده سوم قرار دارد (FAO, 2023). دانه‌های کلزا حاوی حدود ۴۰ درصد روغن هستند که مقدار آن نسبت به دانه‌های سویا با فقط ۱۸ درصد روغن، بالاتر است (AgMRC, 2022). همچنین، این گیاه کمترین میزان اسید چرب اشباع را دارد (Ashraf & Mcneilly, 2004). روغن این گیاه در تولید سوخت زیستی نیز اهمیت بالایی دارد، ۵۹ درصد از کل منابع مواد خام بیودیزل جهان را تأمین می‌کند و پس از آن سویا (۲۵ درصد)، روغن پالم (۱۰ درصد) و روغن آفتابگردان (۵ درصد) قرار دارند (Pahl, 2008). بر خلاف بیشتر گیاهان روغنی، کلزا در فصل پائیز قابل کشت است و از عملکرد بالایی برخوردار است (Ilkai & Imam, 2003)؛ در ایران نیز این گیاه در مناطق وسیعی از جمله استان‌های گلستان و مازندران کشت می‌گردد (Shahbazi *et al.*, 2011). ارقام این گیاه دارای تیپ رشد بهاره و پاییزه هستند و طول دوره رشد آن در ارقام زودرس و کشت بهاره از ۹۰ تا ۱۵۰ روز و در کشت پائیزه از ۲۰۰ تا ۳۳۰ روز متغیر است (Khajepour, 2012).

امنیت غذایی جوامع بشری توسط عوامل مختلفی ازجمله تنش‌های زنده و غیر زنده در خطر است (Bahari Saravi *et al.*, 2017; Bybordi, 2010; Yaghoubian *et al.*, 2012). تنش‌های محیطی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل محدودکنندهٔ تولیدات گیاهی، انسان را به مقابله با این تنش‌ها از طریق اعمال مدیریت‌های مختلف مجبور می‌کنند. استفاده از مواد شیمیایی علیه تنش‌های زیستی و برخی تغییرات ژنتیکی برای مقابله با تنش‌هایی مانند خشکی و شوری در درازمدت پیامدهای ناگواری مانند آلودگی‌های محیطی و تفرق ژنتیکی را به‌همراه دارد و باعث کاهش پایداری در سامانه‌های کشاورزی می‌گردد (Bahari Saravi *et al.*, 2021; Epstein, 1985; Pirdashti *et al.*, 2012).

شوری از مهم‌ترین تنش‌های غیر زنده است و تخمین زده شده است که به‌ترتیب حدود ۱۹/۵ و ۲/۱ درصد از اراضی آبی و دیم دنیا با مشکل شوری مواجه باشد (FAO, 2017b). کل اراضی شور جهان حدود ۱۱۳۰ میلیون‌هکتار است که حدود ۶۷ درصد آن متأثر از فعالیت‌های بشری هستند (FAO, 2018). شورشدن خاک پدیده‌ای پیش‌رونده محسوب می‌شود (FAO, 2012) به طوری که روزانه حدود ۱۴ کیلومترمربع از اراضی آبی جهان به واسطه شورشدن در حال ازبین‌رفتن هستند (Singh, 2022). در ایران نیز بخش بزرگی از اراضی کشاورزی به‌علت قرارگرفتن در اقلیم خشک و نیمه‌خشک و مدیریت نامناسب زراعی و باغی در خطر شوری قرار گرفته‌اند (Bahari Saravi *et al.*, 2019; Bahari Saravi *et al.*, 2021; Bahari Saravi *et al.*, 2017; Banaei, 2002; Noori Akandi *et al.*, 2016). بر اساس مطالعات و بررسی‌های انجام‌شده، سطح اراضی کشاورزی کشور حدود ۲۱/۵ میلیون‌هکتار است (Momeni, 2011; Saadat, 2019). از این مقدار، حدود ۸ میلیون‌هکتار به‌صورت آبی است که حدود ۶/۸ میلیون‌هکتار آن با محدودیت‌های مختلف و عمدتاً شوری روبه‌رو است و تنها حدود ۱/۲ میلیون‌هکتار آن بدون محدودیت است (Hasani *et al.*, 2013; Momeni, 2011; Saadat, 2019). بر اساس آمار موجود، ایران پس از چین، هند و پاکستان بیشترین درصد اراضی شور را در سطح جهانی دارد. بیشتر مناطق ایران مستعد شوری هستند، بنابراین تخمین زده شده است که در مناطق شور موجود، کاهش عملکرد ممکن است به بیش از ۵۰ درصد برسد (Pierivatolum *et al.*, 2010). این مسئله میزان بهره‌وری در بخش کشاورزی را محدود می‌کند (Monirifar, 2016).

کلزا در بین گیاهان دانه‌روغنی بهترین گزینه برای خاک‌های شور و سدیمی است، به طوری که مقاومت به شوری آن برابر با جو اعلام شده است (Moravveji *et al.*, 2017). گزارش شده است که ارقام کلزا تا شوری کمی بیش از هفت دسی‌زیمنس‌برمتر را تحمل می‌کنند (Moravveji *et al.*, 2017) و بر این اساس می‌توان آن را در گروه گیاهان متحمل به شوری محسوب کرد (Dehshiri *et al.*, 2013). کاهش رشد مهم‌ترین واکنش گیاه به افزایش شوری خاک است. تجربیات زیادی در زمینه کاربرد آب شور در آبیاری وجود دارد که نشان می‌دهد کاربرد آب شور تأثیر متفاوتی در مراحل مختلف رشد دارد. با این حال، معمولاً بیشترین حد حساسیت به شوری در چرخه زندگی گیاهان به هنگام جوانه‌زنی و در ابتدای رشد گیاهچه مشاهده می‌شود (Tobe *et al.*, 2004) و بیشتر گیاهان در سایر مراحل رشدی مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند (Mass & Poss, 1989; Mass *et al.*, 1986). نتایج قریب به اتفاق مطالعات شوری نشان می‌دهند که بالابودن غلظت نمک در محلول خاک، عملکرد گیاهان زراعی را به‌شدت کاهش می‌دهد (Saadia *et al.*, 2012).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]
[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

تنش شوری در جنس *Brassica* همانند دیگر گیاهان، خصوصیت پیچیده‌ای محسوب می‌شود که به میزان زیادی تحت تأثیر شرایط کشت، شرایط آب و هوایی و عوامل بیولوژیکی است. مطالعات متعددی به‌منظور بررسی پتانسیل تحمل به تنش شوری در ارقام و لاین‌های جنس براسیکا صورت پذیرفته است (Azimi Gandmani *et al.*, 2012). به‌علاوه، در ابتدای کشت پاییزه به‌علت عدم بارندگی و تبخیر شدید تابستانه شوری سطح خاک به حداکثر می‌رسد. به‌همین دلیل باید رقم‌هایی را انتخاب کرد که در هنگام جوانه‌زنی متحمل به شوری باشند. شوری از طریق کاهش پتانسیل‌اسمزی یا تنش آبی و تنش یونی سبب کاهش جوانه‌زنی و رشدونمو گیاه می‌گردد (Ashraf, 2004).

تحمل به تنش شوری در جنس براسیکا همانند دیگر گیاهان ویژگی پیچیده‌ای محسوب می‌شود و در بین گونه‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف آن متفاوت است (Aqeel *et al.*, 2021; Bybordi *et al.*, 2010). بای‌بردی و طباطبایی (Bybordi & Tabatabaei, 2009) در مطالعه‌ای تأثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و ویژگی‌های گیاهچه ارقام کلزا (الیت، فرناکس، لیکورد، اکاپی و SLM۰۴۶) را در ۵ سطح شوری (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر) مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار در سرعت و میزان جوانه‌زنی نهایی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن‌تر گیاهچه گردید. میزان کاهش در بین رقم‌ها متفاوت بود و اثر متقابل شوری و رقم در همه صفات معنی‌دار شد. اصغری و همکاران (Asghari *et al.*, 2017) نیز در مطالعه گلخانه‌ای انجام‌شده جهت بررسی تحمل به شوری ۱۵ رقم کلزا در مرحله گیاهچه‌ای در دو سطح تنش شوری ۱۵۰ و ۲۵۰ میلی‌مولار و شرایط بدون تنش دریافتند که تنش شوری موجب کاهش بیشتر صفات مورد ارزیابی در ارقام کلزا شد. عدم تعادل عناصر غذایی در بخش هوایی یکی از عوامل اصلی کاهش رشد گیاهان در شرایط شوری گزارش شد (Marschner, 1995).

بذور ژنوتیپ‌های کلزا توانایی متفاوتی برای حفظ فعالیت‌های متابولیکی خود در شرایط شور نشان می‌دهند، اما جوانه‌زنی و مراحل خاصی از رشد بیشتر مستعد آسیب در اثر تنش شوری هستند (Rasel *et al.*, 2021; Schillinger & Paulitz, 2018). در همین راستا، مطالعات متعددی به‌منظور بررسی پتانسیل تحمل به تنش شوری در ارقام و لاین‌های جنس براسیکا صورت پذیرفته‌اند (Azimi Gandmani *et al.*, 2012) ولی با توجه به تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌ها و شرایط متفاوت محیط‌های آزمایشی، پژوهش منسجمی در این خصوص انجام نشده است و انجام پژوهش‌های بیشتر جهت دستیابی به یک نتیجه جامع ضروری به‌نظر می‌رسد. بنا بر این، با در نظر گرفتن شرایط آب‌وهوایی کشور، افزایش زمین‌های شور و ویژگی‌های بوم‌شناختی کلزا، این آزمایش با هدف مقایسه میزان تحمل و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شوری جنس براسیکا در مرحله جوانه‌زنی بر اساس مولفه‌های جوانه‌زنی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، ۱۰۰ ژنوتیپ از پنج گونه براسیکا از مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی ساری (استان مازندران) تهیه و از لحاظ میزان تحمل به تنش شوری در مرحله‌ی جوانه‌زنی مورد ارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش شامل ۶۰ ژنوتیپ از گونه *B. napus* L.، ۱۵ ژنوتیپ از *B. nigra* L.، ۱۵ ژنوتیپ از *B. juncea* L.، ۵ ژنوتیپ از *B. rapa* L. و ۵ ژنوتیپ از گونه *B. carinata* L. بودند که مشخصات آن‌ها در جدول ۱ آورده شده‌اند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اول شامل ۱۰۰ ژنوتیپ براسیکا و عامل دوم پنج سطح تنش شوری با کلرید سدیم شامل صفر (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر بود. نخست برای ضدعفونی، بذور سالم به مدت سه دقیقه در محلول هیپوکلریت‌سدیم ۱/۵ درصد غوطه‌ور شدند و پنج مرتبه با آب مقطر شستشو و به داخل پتری‌دیش‌های استریل که در کف آن‌ها یک لایه کاغذصافی واتمن شماره یک قرار داشت منتقل شدند. قطر پتری‌دیش‌های مورد استفاده در این آزمایش ۸ سانتی‌متر و تعداد بذور در هر پتری‌دیش ۲۵ عدد بودند.

پس از قرار گرفتن بذور در پتری‌دیش‌ها، بسته به تیمارهای مورد نظر، مقدار ۵ میلی‌لیتر آب مقطر یا محلول‌های کلریدسدیم با پتانسیل ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر اضافه گردید و برای جلوگیری از آلودگی بذور و تبخیر محلول از پارافیلم برای بستن دور پتری‌دیش‌ها استفاده شد. سپس، پتری‌دیش‌ها به دستگاه ژرمیناتور با در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند و تعداد بذور جوانه‌زده در فواصل زمانی ۱۲ ساعت مورد شمارش قرار گرفت. شمارش تا زمانی که تعداد بذرهای جوانه‌زده ثابت شدند (به‌مدت ۶ روز) ادامه یافت. یک بذر وقتی جوانه‌زده محسوب شد که طول ریشه‌چه آن حدود دو میلی‌متر بود (Khodarahmpour & Soltani, 2014).

پس از پایان دوره جوانه‌زنی، صفاتی چون طول و وزن‌تر و خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه اندازه‌گیری شدند. نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و وزن خشک آن‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت یک ده هزارم گرم مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در نهایت نیز آغاز، پایان و یکنواختی جوانه‌زنی با استفاده از نرم‌افزار Germin (Soltani & Madah, 2010) محاسبه شد. همچنین، سایر پارامترهای جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی (رابطه ۱) و سرعت جوانه‌زنی (رابطه ۲) در تیمارهای مختلف مورد محاسبه قرار گرفتند (Alizadeh Foroutan *et al.*, 2014; Faghih-Abdollahi *et al.*, 2013).

رابطه ۱) درصد جوانه‌زنی: $GP^1 = (\sum G)/N \times ۱۰۰$

GP: درصد جوانه‌زنی، G: تعداد بذور جوانه‌زده، N: تعداد کل بذور

رابطه ۲) سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز): $GR^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di}$

[1] Germination percentage
[2] Germination rate (seeds per day)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]
[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

Si: تعداد بذور جوانه‌زده در هر شمارش، Di: تعداد روز تا شمارش، n: دفعات شمارش

در نهایت، آزمون نرمال بودن داده‌ها به‌روش کولموگروف–اسمیرنوف و سپس آنالیز واریانس داده‌ها و تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) به‌وسیله نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۶) و به روش وارد انجام شد. میانگین‌های داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Characteristics of the genotypes used in the experiment

ردیف Row	کد شناسایی Code	نام گونه Species	نام انگلیسی English name	ردیف Row	کد شناسایی Code	نام گونه Species	نام انگلیسی English name
1	100	napus	Bronowski	51	375	napus	Roska
2	116	napus	Nugget	52	384	napus	Tops
3	122	napus	Liberator	53	388	napus	Maliras
4	125	napus	Ziho	54	390	napus	Lergo
5	137	juncea	Domo1	55	395	napus	Vestal
6	138	juncea	Hei-Ye-mi-tou-gai	56	400	napus	Hektor
7	141	juncea	Zaria	57	404	napus	Mary
8	148	nigra	Alsaska	58	406	napus	Tilde
9	151	nigra	*	59	407	napus	Nora
10	152	nigra	Niro	60	408	napus	Alku
11	153	nigra	Sizaja	61	440	napus	Pallas
12	154	nigra	*	62	441	napus	Bingo
13	155	nigra	*	63	443	napus	Ole
14	157	nigra	*	64	444	napus	Optima
15	158	nigra	*	65	446	napus	Star
16	159	nigra	*	66	452	napus	Margo
17	160	nigra	*	67	453	napus	Activ
18	162	nigra	*	68	457	napus	Sprinter
19	163	rapa	Nabodo Lugo	69	460	napus	Acrobat
20	166	rapa	Asko	70	472	napus	Britta
21	188	napus	SW Sailor	71	483	napus	Emerald
22	197	napus	Alku	72	505	napus	Nemercanskij 2268
23	198	napus	Katarina	73	508	napus	Primor
24	202	napus	Ariel	74	509	napus	R-33
25	203	napus	Tri Top	75	517	napus	SKR. II Kormovoi
26	223	rapa	Svalof 0308	76	528	napus	Jupiter
27	252	nigra	Junius	77	533	napus	Liquanta
28	253	nigra	Giebra	78	565	napus	Synra
29	254	nigra	Senafich' (Amharic)	79	566	napus	Tamara
30	256	nigra	Senafich' (Amharic)	80	581	napus	Groene Groninger Snijmoes
31	272	napus	Brink	81	590	juncea	BRA 436/64
32	277	napus	SV Gulle	82	611	carinata	Gommenzer
33	285	napus	Scoop	83	622	carinata	Gommenzer
34	289	napus	Tokiwa	84	631	carinata	Gommenzer
35	301	napus	Barossa	85	639	carinata	Gommenzer
36	306	napus	ATR Banjo TT	86	640	carinata	Gommenzer
37	308	napus	Warrior CL	87	684	napus	Nimbus
38	310	napus	Flinders TTC	88	688	napus	Delta
39	311	napus	Barra	89	692	juncea	China 1956:316
40	314	napus	Cobbler	90	693	juncea	Lethbridge 22A
41	315	napus	Tarcoola	91	697	juncea	Mike Aka Chirimen
42	316	napus	AV-Garnet	92	755	napus	Maxol
43	326	juncea	Domo2	93	759	napus	RGS003
44	328	juncea	Burgonde	94	767	napus	Savannah
45	331	juncea	Ranniana	95	769	napus	Cooper
46	336	juncea	Heading	96	831	napus	Pampa
47	346	juncea	Li-Yang	97	841	napus	Marnoo
48	355	juncea	Ndakaaupuka	98	850	rapa	PGR 17644
49	363	juncea	Tsunga	99	860	rapa	Tsao Yutunri
50	367	juncea	Ki Karashina	100	876	napus	Hyola 420

نتایج و بحث

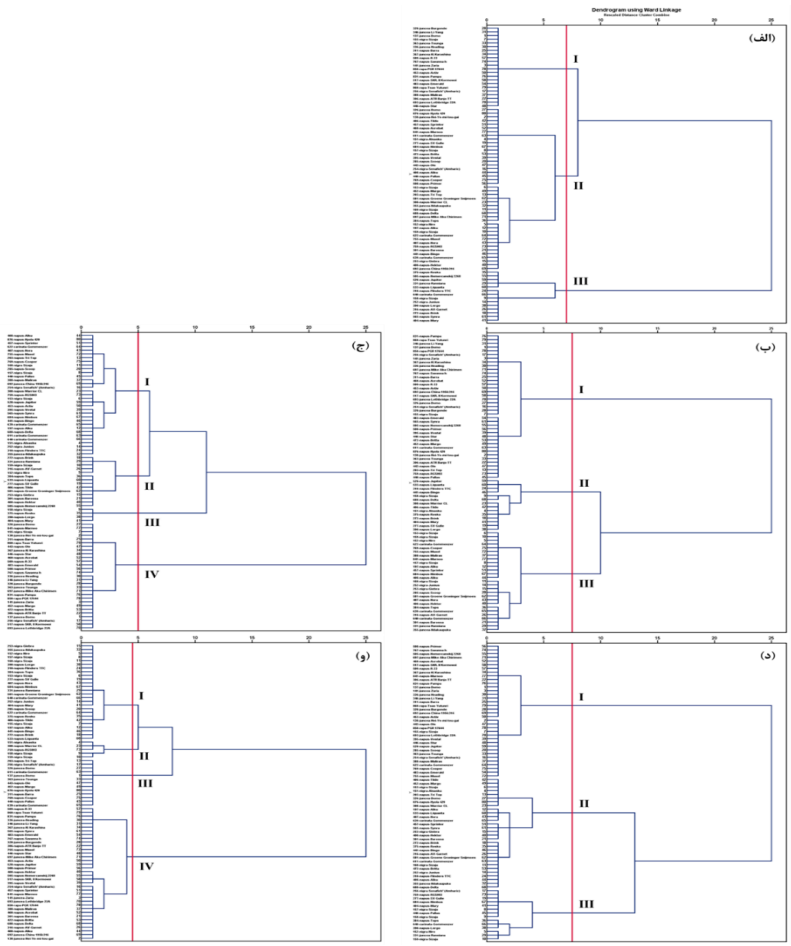
پس از انجام آزمایش، باتوجه به پایین بودن قوه نامیه برخی از ژنوتیپ‌ها، تعداد ۲۰ ژنوتیپ حذف شدند و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها برای ۸۰ ژنوتیپ انجام شد. ژنوتیپ‌های حذف‌شده شامل ژنوتیپ‌های با کد شناسایی ۱۰۰، ۱۱۶، ۱۲۲، ۱۲۵، ۱۴۸، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۹، ۱۶۳، ۱۶۶، ۱۸۸، ۱۹۸، ۲۰۲، ۲۲۳، ۲۸۹، ۳۱۴، ۳۱۵، ۵۶۶، ۵۹ و ۶۳۱ بودند.

در این آزمایش، برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های جنس براسیکا بر اساس ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه، تجزیه خوشه‌ای در سطوح مختلف تنش شوری به روش حداقل واریانس وارد انجام شد و خط برش براساس تابع تشخیص برای دندروگرام حاصل رسم شد (شکل ۱–الف–و). بر اساس دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس‌برمتر، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سه گروه قرار گرفتند. گروه‌های حاصل به‌ترتیب شامل ۲۲، ۴۴ و ۱۴ ژنوتیپ بودند (شکل ۱–الف). لامبدای ویلیکس برای تابع اول و دوم بسیار معنی‌دار ($P < ۰/۰۰۱$) و صحت گروه‌بندی ۹۸/۸ درصد بود (جدول ۲). در سطح شوری پنج دسی‌زیمنس‌برمتر نیز ژنوتیپ‌های براسیکا به سه گروه متفاوت تفکیک شدند که گروه‌های حاصل به‌ترتیب شامل ۳۹، ۱۴ و ۲۷ ژنوتیپ بودند (شکل ۱–ب). لامبدای ویلیکس در این سطح شوری نیز برای تابع اول ($P <۰/۰۰۱$) و دوم ($P =۰/۰۰۱$) بسیار معنی‌دار و صحت گروه‌بندی برابر با ۹۸/۸ درصد بود (جدول ۲). در سطح شوری ده دسی‌زیمنس‌برمتر، بعد از چندین مرتبه رسم خط برش، ژنوتیپ‌ها براساس صفات ارزیابی‌شده به چهار گروه تقسیم شدند که گروه‌های حاصل به‌ترتیب شامل ۳۳، ۱۴، ۴ و ۲۹ ژنوتیپ بودند (شکل ۱–ج). صحت گروه‌بندی برای این سطح ۹۵ درصد بود و لامبدای ویلیکس برای تابع اول و دوم بسیار معنی‌دار ($P <۰/۰۰۱$) و برای تابع سوم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار ($P =۰/۰۲۰$) بود (جدول ۲). باتوجه به دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای، در سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر نیز مانند سطوح صفر و پنج

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]

[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

دسی‌زیمنس‌برمتر شوری، ژنوتیپ‌ها به سه گروه تقسیم شدند که به‌ترتیب شامل ۳۶، ۳۰ و ۱۴ ژنوتیپ بودند (شکل ۱ –د). صحت گروه‌بندی در سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس‌برمتر برابر با ۹۷/۵ درصد بود و لامبدای ویلیکس تابع اول و دوم بسیار معنی‌دار (P <۰/۰۰۱) بود (جدول ۲). در سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر، دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای و رسم خط برش حاکی از این بود که ژنوتیپ‌های مورد بررسی در آزمایش به چهار گروه تفکیک شدند که گروه‌های حاصل به‌ترتیب شامل ۲۶، ۵، ۱۳ و ۳۶ ژنوتیپ بودند (شکل ۱–و). لامبدای ویلیکس در سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر برای تابع اول و دوم بسیار معنی‌دار (P < ۰/۰۰۱)، برای تابع سوم بسیار معنی‌دار (P =۰/۰۰۷) و صحت گروه‌بندی نیز ۹۶/۳ درصد بود (جدول ۲). گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس فاصله ژنتیکی، وقتی در یک برنامه اصلاحی مؤثر است که به‌طور همزمان چندین صفت مورد بررسی قرار گیرند. به‌همین جهت، به‌منظور تعیین الگوی تنوع ژنتیکی، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و تعیین فاصله ژنتیکی بین آنها، تجزیه خوشه‌ای انجام می‌گردد (Franco *et al.*, 1997). تجزیه خوشه‌ای یکی از کارآمدترین روش‌های آماری چندمتغیره است که برای گروه‌بندی مشاهدات براساس چند متغیر به‌کار می‌رود چرا که نه تنها روشی مناسب برای گروه‌بندی مشاهدات است، بلکه کارآیی خوبی برای کاهش داده‌ها دارد (Sharma, 1996). در تجزیه خوشه‌ای، افراد داخل یک خوشه بیشترین شباهت و یکنواختی را دارند و بین خوشه‌ها حداکثر تفاوت و غیر یکنواختی وجود دارد؛ بنا بر این، اگر گروه‌بندی موفقیت‌آمیز باشد اجزاء یا افراد داخل خوشه از لحاظ ژنتیکی به یکدیگر نزدیک‌تر و خوشه‌های دورتر متفاوت‌تر خواهند بود (Thompson & Nelson, 1998). نادری و تورچی (Naderi Zarnaghi & Toorchi, 2015) و خلیلی و همکاران (Khalili *et al.*, 2020) از این روش جهت گروه‌بندی ارقام بهاره کلزا در تحمل به تنش شوری آب براساس صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی استفاده نمودند. دوازده امامی (Davazdahemami, 2002) با مطالعه واکنش جوانه‌زنی گونه‌های مختلف گیاه دارویی به تنش شوری، گزارش‌کرد که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری از نظر تحمل به تنش وجود داشت. تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر مقاومت به تنش در مطالعات محققین دیگر نیز گزارش شد (Zabet *et al.*, 2016).



شکل ۱– دندوگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های جنس براسیکا در شرایط شاهد (الف) و سطوح شوری ۵ (ب)، ۱۰ (ج)، ۱۵ (د) و ۲۰ (و) دسی‌زیمنس‌برمتر بر اساس ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به روش گروه‌بندی حداقل واریانس وارد.

Figure 1. The dendogram resulting from hierarchical cluster analysis of *Brassica* genotypes under control conditions (a) and salinity levels of 5 (b), 10 (c), 15 (d), and 20 (f) $dS.m^{-1}$ based on germination and seedling growth characteristics using Ward's method.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]
[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

جدول ۲- آزمون تابع تشخیص برای سطوح مختلف شوری با استفاده از لامبدای ویلیکس
Table 2. The discriminant function test for different salinity levels using Wilks' Lambda

آزمون توابع Test of Function(s)	لامبدای ویلیکس Wilks' Lambda	کای اسکوئر Chi-square	درجه آزادی df	معنی‌داری Significance
سطح شوری صفر دسی‌زیمنس‌برمتر				
تابع اول از درون تابع دوم 1 through 2	0.081	183.128	18	<0.001
تابع دوم 2	0.643	32.269	8	<0.001
سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس‌برمتر				
تابع اول از درون تابع دوم 1 through 2	0.083	181.565	18	<0.001
تابع دوم 2	0.694	26.655	8	0.001
سطح شوری ۱۰ دسی‌زیمنس‌برمتر				
تابع اول از درون تابع سوم 1 through 3	0.037	239.476	27	<0.001
تابع دوم از درون تابع سوم 2 through 3	0.257	98.640	16	<0.001
تابع سوم 3	0.795	16.590	7	0.020
سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس‌برمتر				
تابع اول از درون تابع دوم 1 through 2	0.073	191.192	18	<0.001
تابع دوم 2	0.456	57. 352	8	<0.001
سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر				
تابع اول از درون تابع سوم 1 through 3	0.069	193.664	27	<0.001
تابع دوم از درون تابع سوم 2 through 3	0.366	72.933	16	<0.001
تابع سوم 3	0.765	19.439	7	0.007

مقایسه میانگین ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای (جدول ۳) نشان داد که در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس‌برمتر، از نظر تمام صفات مورد مطالعه به‌جز طول ریشه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود داشت. بیشترین طول ساقه‌چه (۶/۷۴ سانتی‌متر) در گروه سوم مشاهده شد که به‌ترتیب حدود ۳۳ و ۱۸ درصد بالاتر از گروه اول و دوم بود. گروه اول بیشترین درصد جوانه‌زنی، سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد و به‌ترتیب حدود ۱۶، ۱۲ و ۲۷ درصد نسبت به گروه دوم و حدود ۳۸، ۱۲ و ۵۳ درصد نسبت به گروه سوم برتری داشت. از طرفی، کم‌ترین یکنواختی جوانه‌زنی و رسیدن به ۱۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی در گروه اول به‌دست آمد که به‌ترتیب حدود ۲۴، ۹ و ۱۷ درصد نسبت به گروه دوم و حدود ۵۸، ۹ و ۳۹ درصد نسبت به گروه سوم کمتر بود (جدول ۳). بنا بر این، در مجموع در این سطح شوری گروه اول به‌عنوان گروه برتر انتخاب شد. با توجه به دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای (شکل ۱ الف)، ژنوتیپ‌های با کدهای شناسایی ۳۲۸، ۳۴۶، ۱۳۷، ۱۵۵، ۳۶۳، ۳۳۶، ۳۱۱، ۳۶۷، ۵۰۹، ۷۶۷، ۱۴۱، ۸۵۰، ۴۵۳، ۸۳۱، ۵۱۷، ۴۸۳، ۸۶۰، ۲۵۶، ۳۸۸، ۳۰۶، ۶۹۳ و ۴۴۶ در این گروه قرار گرفتند. در بین ژنوتیپ‌های منتخب در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس‌برمتر، ۱۰ ژنوتیپ از گونه *B. napus* L.، ۲ ژنوتیپ از *B. nigra* L.، ۸ ژنوتیپ از *B. juncea* L. و ۲ ژنوتیپ از *B. rapa* L. حضور داشتند.

در سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر نیز بین سه گروه ژنوتیپ‌ها از نظر تمام صفات مورد مطالعه به‌جز طول ریشه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بیشترین طول ساقه‌چه (۷/۶۲ سانتی‌متر) در گروه دوم و به‌ترتیب با حدود ۲۳ و ۲۰ درصد اختلاف معنی‌دار نسبت به دو گروه اول و سوم به‌دست آمد. ولی پارامترهای درصد جوانه‌زنی، سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در گروه اول نسبت به گروه دوم به‌ترتیب حدود ۳۱، ۱۳ و ۴۵ درصد و نسبت به گروه سوم حدود ۲۰، ۱۰ و ۲۹ درصد بالاتر و یکنواختی جوانه‌زنی و رسیدن به ۱۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی نسبت به گروه دوم به‌ترتیب حدود ۱۹، ۸ و ۳۳ درصد و گروه سوم به‌ترتیب حدود ۴۹، ۷ و ۱۳ درصد پایین‌تر بودند، به‌طوری که این اختلاف در تمامی موارد معنی‌دار بود (جدول ۳). در سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس‌برمتر، گروه اول به‌عنوان گروه برتر انتخاب شد که شامل ۳۹ ژنوتیپ با کدهای شناسایی ۸۳۱، ۸۶۰، ۳۴۶، ۱۳۷، ۸۵۰، ۲۵۶، ۱۴۱، ۳۶۷، ۳۳۶، ۶۹۷، ۷۶۷، ۳۱۱، ۴۶۰، ۵۰۹، ۴۵۳، ۶۹۲، ۵۱۷، ۶۹۳، ۳۲۶، ۲۵۴، ۳۲۸، ۱۵۵، ۴۸۳، ۵۶۵، ۵۰۵، ۵۰۸، ۳۹۵، ۴۴۶، ۴۷۲، ۴۵۲، ۶۱۱، ۸۷۶، ۱۳۸، ۳۶۳، ۳۰۶، ۴۴۳، ۲۰۳، ۷۵۹ و ۴۴۰ بودند. در بین ژنوتیپ‌های این گروه، ۱ ژنوتیپ از گونه *B. carinata*، ۲۲ ژنوتیپ از *B. napus* L.، ۲ ژنوتیپ از *B. nigra* L.، ۱۲ ژنوتیپ از *B. juncea* L. و ۲ ژنوتیپ از *B. rapa* L. حضور داشتند (شکل ۱ ب).

باتوجه به دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای (شکل ۱-ج) و مقایسه میانگین بین‌گروه‌ها (جدول ۳) در سطح شوری ۱۰ دسی‌زیمنس‌برمتر، چهار گروه از ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند که از نظر طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی از نظر سایر صفات اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۴/۱۳ درصد)، سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]
[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

(۰/۰۳۱) و سرعت جوانه‌زنی (۷/۵۷ بذر در هر روز) در گروه چهارم به‌دست آمد که نسبت به سایر گروه‌ها به‌ترتیب بین حدود ۴۵–۲۰، ۱۹–۳ و ۵۶–۲۹ درصد بالاتر بودند. درمقایسه، یکنواختی جوانه‌زنی (۲۰/۴۹) و رسیدن به ۱۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی (به‌ترتیب ۲۳/۷۷ و ۴۴/۲۶ ساعت) در این گروه نسبت به سایر گروه‌ها به‌ترتیب بین حدود ۵۴–۱۰، ۱۳–۶ و ۳۸–۸ درصد پایین‌تر بودند (جدول ۳). ژنوتیپ‌های با کد شناسایی ۳۲۶، ۸۴۱، ۱۵۵، ۱۳۸، ۳۱۱، ۸۶۰، ۴۴۳، ۳۶۷، ۴۴۶، ۴۶۰، ۵۰۹، ۴۸۳، ۵۰۸، ۷۶۷، ۳۳۶، ۳۴۶، ۳۲۸، ۳۶۳، ۶۹۷، ۸۳۱، ۸۵۰، ۱۴۱، ۴۵۲، ۴۷۲، ۳۰۶، ۱۳۷، ۲۵۶، ۵۱۷ و ۶۹۳ در گروه چهارم که به‌عنوان گروه برتر این سطح شوری بود، قرار گرفتند. بیشترین تعداد ژنوتیپ‌های این گروه (۱۴ ژنوتیپ) مربوط به گونه *B. napus* L بود (شکل ۱ ج).

مقایسه میانگین ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های جنس براسیکا در سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس‌برمتر (جدول ۳) نشان داد که در این سطح شوری نیز بین سه گروه ژنوتیپ‌ها از نظر تمام صفات مورد مطالعه به‌جز طول ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه تفاوت‌های معنی‌داری وجود داشتند. گروه اول ژنوتیپ‌ها بیشترین طول ریشه‌چه (۵/۸۸ سانتی‌متر)، وزن خشک ساقه‌چه (۳/۰۵ میلی‌گرم)، درصد جوانه‌زنی (۸۹/۸۳ درصد)، سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (۰/۰۲۹) و سرعت جوانه‌زنی (۶/۷۶ بذر در هر روز) را با افزایش حدود ۳ تا ۳۸ درصد نسبت به گروه دوم و حدود ۲۱ تا ۶۱ درصد نسبت به گروه سوم به خود اختصاص داد. از طرفی، این گروه به‌ترتیب حدود ۱۷–۶ درصد کاهش نسبت به گروه دوم و حدود ۱۷–۴۲ درصد کاهش نسبت به گروه سوم، از کمترین میزان یکنواختی جوانه‌زنی و رسیدن به ۱۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی برخوردار بود. ژنوتیپ‌های با کد شناسایی ۵۰۸، ۷۶۷، ۵۰۵، ۶۹۷، ۴۶۰، ۵۱۷، ۵۰۹، ۳۶۷، ۸۴۱، ۳۰۶، ۸۳۱، ۱۳۷، ۱۴۱، ۳۳۶، ۳۴۶، ۳۱۱، ۸۶۰، ۳۲۸، ۶۹۲، ۴۵۳، ۱۳۸، ۴۴۳، ۸۵۰، ۱۵۵، ۶۹۳، ۳۹۵، ۴۴۶، ۵۲۸، ۲۸۵، ۳۶۳، ۲۵۴، ۳۸۸، ۶۲۲، ۷۶۹، ۴۸۳ و ۷۵۵ به گروه اول تعلق داشتند و به‌عنوان گروه برتر در این سطح شوری انتخاب شدند (جدول ۳). از بین ژنوتیپ‌هایی که در این گروه قرار داشتند، بیشترین تعداد ژنوتیپ‌ها (۲۰ ژنوتیپ) از گونه *B. napus* L و پس از آن (۱۲ ژنوتیپ) از گونه *B. juncea* L. بودند (شکل ۱ د). ولدیانی و همکاران (Valdiani *et al.*, 2005) با ارزیابی تحمل به شوری ارقام پرمحصول کلزای پائیزه، در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نشان داد که درصد جوانه‌زنی، میزان رشد، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه و ریشه‌چه با افزایش شوری، در تمام ارقام کاهش یافت.

همچنین مقایسه میانگین ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای بین ژنوتیپ‌های جنس براسیکا در سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر (جدول ۳) نشان داد که چهار گروه ژنوتیپ‌ها از نظر تمام صفات مورد مطالعه به‌جز طول طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه تفاوت‌های معنی‌داری داشتند. طول ریشه‌چه (۲/۸۲ میلی‌متر) و وزن خشک ساقه‌چه (۳/۱۹ میلی‌گرم)، درصد جوانه‌زنی (۸۳/۲۷ درصد)، سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (۰/۰۲۵) و سرعت جوانه‌زنی (۵/۵۹ بذر در هر روز) در گروه چهارم نسبت به سایر گروه‌ها به‌ترتیب حدود ۶۴–۱۱، ۵۱–۲ ، ۷۸–۱ ، ۳۲–۲۵ و ۱۲۲–۲۳ درصد افزایش را به خود اختصاص دادند. زینلی و همکاران (Fowler, 1991; Francois, 1994; Keshta *et al.*, 1999; Zeinali *et al.*, 2002) در پژوهشی مشابه با پنج رقم کلزا گزارش نمودند که درصد نهایی جوانه‌زنی، متحمل‌ترین و سرعت جوانه‌زنی حساس‌ترین شاخص جوانه‌زنی نسبت به تنش شوری است.

از طرفی، در یکنواختی جوانه‌زنی (۲۶/۰۱) و رسیدن به ۱۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی، گروه چهارم (به‌ترتیب با ۲۹/۳۵ و ۵۵/۳۷ ساعت) نسبت به دیگر گروه‌ها به‌ترتیب حدود ۵۴–۳۱، ۱۹–۱۶ و ۳۹–۲۵ درصد پایین‌تر بود و به‌عنوان گروه برتر سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر شناخته شد (جدول ۳). تعداد ۳۶ ژنوتیپ با کدهای شناسایی ۵۰۹، ۸۶۰، ۸۳۱، ۳۳۶، ۳۴۶، ۳۶۷، ۵۶۵، ۴۸۳، ۷۶۷، ۳۲۸، ۳۰۶، ۷۵۵، ۴۴۶، ۶۹۷، ۴۵۳، ۵۲۸، ۵۰۸، ۴۰۰، ۵۰۵، ۵۱۷،۳۹۵، ۲۵۴، ۴۵۷، ۸۴۱، ۱۴۱، ۶۹۳، ۸۵۰، ۳۸۸، ۴۶۰، ۳۰۱، ۴۷۲، ۶۸۸، ۳۱۶، ۴۰۸، ۶۹۲ و ۱۳۸ اعضای تشکیل‌دهنده این گروه بودند. از این بین، بیشترین تعداد ژنوتیپ‌ها (۲۴ ژنوتیپ) به گونه *B. napus* L تعلق داشتند (شکل ۱ و). به عقیده بسیاری از محققان، صفت طول ساقه‌چه در کلزا در مقایسه با طول ریشه‌چه، بیشتر تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد (Fowler, 1991; Francois, 1994; Keshta *et al.*, 1999). همچنین، کاهش وزن ریشه‌چه در اثر افزایش غلظت شوری امری طبیعی است و نتایج محققان دیگر نیز این مسئله را ثابت کرده‌اند (Baghizadeh *et al.*, 2021; Francois, 1994; Pirzad, 2009). از جمله دلایلی که می‌توان برای این کاهش وزنی در گیاهان مورد مطالعه بیان نمود، ازبین‌رفتن تعادل یونی و تعادل اسمزی است که از جمله آثار مخرب شوری است و ریشه اولین اندامی است که به دلیل جذب عناصر به طور مستقیم با تنش مواجه می‌گردد (Penuelas *et al.*, 1997). در مجموع، بر اساس مقایسه میانگین بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای (جدول ۳)، در سطوح شوری صفر، ۵ و ۱۵ دسی‌زیمنس‌برمتر گروه اول و در سطوح شوری ۱۰ و ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر گروه چهارم به‌عنوان گروه‌های برتر انتخاب شدند و در ادامه، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مذکور (جدول ۴ تا ۸) انجام شد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]
[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

جدول ۳- مقایسه بین گروهی ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های ژنوتیپ‌های جنس براسیکا در سطوح مختلف شوری

Table 3. Intergroup comparison of germination and seedling growth traits of *Brassica* genotypes at different salinity levels.

گروه‌ها Groups	طول (سانتی‌متر) Length (cm)		وزن خشک (میلی‌گرم) Dry weight (mg)		درصد جوانه‌زنی (درصد) Germination percentage (%)	سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی Rates to 50% germination	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی Times to 10% germination (ساعت) (h)	زمان تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی Times to 90% germination (ساعت) (h)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در هر روز) Germination rate (Seed/day)
	ریشه‌چه Radicle	ساقه‌چه Shoot	ریشه‌چه Radicle	ساقه‌چه Shoot						
سطح شوری صفر دسی‌زیمنس‌برمتر Salinity level of 0 dS.m^{-1}										
I	6.07a	5.07b	0.95^{a}	2.52^{a}	97.36a	0.0382^{a}	16.62^{c}	19.57^{b}	36.20^{c}	9.13^{a}
II	6.67^{a}	5.72^{b}	0.77^{a}	2.38^{a}	84.18^{b}	0.0342^{b}	21.95^{b}	21.56^{a}	43.52^{b}	7.20^{b}
III	7.28^{a}	6.74^{a}	0.95a	2.63^{a}	70.42^{c}	0.0340^{b}	39.86^{a}	19.82^{b}	59.69^{a}	5.97^{c}
معنی‌داری Significance	ns	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**
سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس‌برمتر Salinity level of 5 dS.m^{-1}										
I	8.13^{a}	6.20^{b}	0.90^{a}	2.80^{a}	94.35^{a}	0.034^{a}	18.88^{c}	21.77^{b}	40.65^{c}	8.11^{a}
II	8.89^{a}	7.62^{a}	0.79^{a}	2.69^{a}	72.00^{c}	0.030^{b}	23.29^{b}	23.75^{a}	61.10^{a}	5.59^{c}
III	8.04^{a}	6.35^{b}	0.69^{a}	2.36^{a}	78.59^{b}	0.031^{b}	37.35^{a}	23.44^{a}	46.74^{b}	6.30^{b}
معنی‌داری Significance	ns	*	ns	ns	**	**	**	**	**	**
سطح شوری ۱۰ دسی‌زیمنس‌برمتر Salinity level of 10 dS.m^{-1}										
I	7.89^{a}	5.87^{a}	0.69 ^{a}	2.821^{a}	78.66^{b}	0.029^{a}	24.97^{b}	25.224^{ab}	50.19^{b}	5.87^{b}
II	7.64^{a}	6.03^{a}	0.75 ^{a}	2.824^{a}	64.28^{c}	0.030^{a}	22.80^{b}	25.226^{ab}	48.03^{bc}	4.95^{c}
III	6.36^{a}	5.17^{a}	0.82 ^{a}	2.435^{a}	65.00^{c}	0.026^{b}	44.73^{a}	27.297^{a}	72.02^{a}	4.86^{c}
IV	7.39^{a}	4/93^{a}	0.80 ^{a}	2.804^{a}	94.13^{a}	0.031^{a}	20.49^{b}	23.766^{b}	44.26^{c}	7.57^{a}
معنی‌داری Significant	ns	ns	ns	ns	**	**	**	*	**	**
سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس‌برمتر Salinity level of 15 dS.m^{-1}										
I	5.88^{a}	4.06^{ab}	0.73^{a}	3.05^{a}	89.83^{a}	0.293^{a}	23.03^{b}	25.20^{b}	48.23^{c}	6.76^{a}
II	5.72^{a}	4.47^{a}	0.67^{ab}	2.97^{ab}	74.13^{b}	0.025^{b}	24.59^{b}	30.27^{a}	54.87^{b}	4.90^{b}
III	4.43^{b}	3.39^{b}	0.48^{b}	2.34^{b}	66.57^{c}	0.024^{b}	39.99^{a}	30.24^{a}	70.23^{a}	4.20^{c}
معنی‌داری Significance	*	ns	ns	*	**	**	**	**	**	**
سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر Salinity level of 20 dS.m^{-1}										
I	2.80^{ab}	2.47^{a}	0.49^{a}	2.74^{ab}	59.38^{b}	0.020^{b}	37.66^{b}	36.50^{a}	74.16^{b}	3.30^{c}
II	2.09^{b}	2.46^{a}	0.32^{a}	2.11^{b}	46.80^{c}	0.019^{b}	56.31^{a}	34.89^{a}	91.20^{a}	2.52^{d}
III	3.09^{a}	2.44^{a}	0.59^{a}	3.12^{a}	82.46^{a}	0.020^{b}	40.14^{b}	35.05^{a}	75.19^{b}	4.54^{b}
IV	3.43^{a}	2.82^{a}	0.64^{a}	3.19^{a}	83.27^{a}	0.025^{a}	26.01^{c}	29.35^{b}	55.37^{c}	5.59^{a}
معنی‌داری Significance	**	ns	ns	*	**	**	**	**	**	**

ns، * و**: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد. در هر ستون و هر سطح شوری، میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشترک تفاوت‌های معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

ns, ** and*: respectively, non-significance and significance at the probability levels of 0.01 and 0.05. In each column, means with a common letter or letters do not have a significant difference with each other.

جدول ۴- مقایسه میانگین ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های جنس براسیکا بین ژنوتیپ‌های گروه یک (انتخاب شده به‌عنوان گروه برتر) حاصل از تجزیه خوشه‌ای در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس‌برمتر.

Table 4. Mean comparison of germination and seedlings growth traits of the *Brassica* genus between genotypes of group I (selected as the superior group) resulting from hierarchical cluster analysis at the 0 dS.m^{-1} salinity level.

گروه‌ها Groups	طول (سانتی‌متر) Length (cm)		وزن خشک (میلی‌گرم) Dry weight (mg)		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی Rates to 50% germination	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	زمان تا Times to		سرعت جوانه‌زنی (بذر در هر روز) Germination rate (Seed/day)
	ریشه‌چه Radicle	ساقه‌چه Shoot	ریشه‌چه Radicle	ساقه‌چه Shoot				۱۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) 10% Germination (h)	۹۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) 90% Germination (h)	
137	4.87^{bcd}	3.61	0.62	1.92^{bcd}	98	0.0346	14.320	20.530	34.855	8.730
141	7.81^{ab}	4.78	0.65	2.01^{bcd}	98	0.0344	16.925	20.595	37.520	8.670
155	4.46^{bcd}	5.16	0.47	1.13^{cd}	98	0.0360	15.180	20.020	35.200	8.955
256	5.52^{a-d}	4.39	0.29	0.84^{d}	94	0.0351	18.455	20.145	38.600	8.330
306	6.21^{a-d}	4.05	0.49	1.99^{bcd}	96	0.0351	19.815	18.400	38.215	8.725
311	5.72^{a-d}	5.73	1.89	4.14^{a}	98	0.0417	19.595	15.345	34.945	9.955
328	3.08^{cd}	3.89	1.33	2.39^{a-d}	100	0.0412	15.780	19.225	35.010	9.745
336	2.40^{d}	2.46	0.86	3.23^{ab}	100	0.0339	10.430	24.260	34.700	8.670
346	3.77^{bcd}	4.05b	1.32	2.25^{bcd}	100	0.0385	14.565	19.695	34.260	9.460
363	4.51^{bcd}	5.02	1.19	2.43^{a-d}	98	0.0337	12.810	22.375	35.185	8.420
367	3.69^{bcd}	5.01	2.35	3.72^{ab}	98	0.0386	17.690	19.190	36.880	9.295
388	6.75^{abc}	5.99	0.62	2.67^{a-d}	94	0.0366	18.280	19.910	38.190	8.585
446	5.72^{a-d}	4.72	1.16	3.08^{ab}	94	0.0358	20.945	20.055	41.000	8.375
453	7.57^{ab}	6.91	1.44	3.10^{ab}	98	0.0408	15.890	19.495	35.390	9.310
483	6.58^{a-d}	4.97	0.80	3.04^{ab}	100	0.0392	20.200	19.625	39.825	9.265
509	9.29^{a}	6.13	0.76	3.01^{ab}	100	0.0440	14.800	17.600	32.400	10.460
517	7.95^{ab}	6.06	0.71	2.84^{abc}	92	0.0436	13.295	18.765	32.055	9.375
693	6.54^{a-d}	5.07	0.69	2.34^{a-d}	94	0.0415	18.030	17.610	35.640	9.335
767	9.59^{a}	5.98	0.85	3.06^{ab}	96	0.0423	14.625	18.875	33.500	9.665
831	7.98^{ab}	6.30	0.77	2.03^{bcd}	100	0.0417	15.260	19.390	34.650	9.830
850	6.61^{a-d}	5.11	0.87	2.08^{bcd}	98	0.0364	16.870	19.475	36.345	9.125
860	6.95^{abc}	6.07	0.84	2.35^{a-d}	98	0.0352	21.995	20.125	42.120	8.680
معنی‌داری Significant	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns، * و**: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد. در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشترک اختلافات معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

ns, ** and*: respectively, non-significance and significance at the probability levels of 0.01 and 0.05. In each column, means with a common letter or letters do not have a significant difference with each other.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]

[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

جدول ۵- مقایسه میانگین ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های جنس براسیکا بین ژنوتیپ‌های گروه یک (انتخاب شده به‌عنوان گروه برتر) حاصل از تجزیه خوشه‌ای در سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس‌برمتر.

Table 5. Mean comparison of germination and seedlings growth traits of the *Brassica* genus between genotypes of group I (selected as the superior group) resulting from hierarchical cluster analysis at the 5 $dS.m^{-1}$ salinity level.

گروه‌ها Groups	طول (سانتی‌متر) Length (cm)		وزن خشک (میلی‌گرم) Dry weight (mg)		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی Rates to 50% germination	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	زمان تا Times to		سرعت جوانه‌زنی (بذر در هر روز) Germination rate (Seed/day)
	ریشه‌چه Radicle	ساقه‌چه Shoot	ریشه‌چه Radicle	ساقه‌چه Shoot				۱۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) 10% Germination (h)	۹۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) 90% Germination (h)	
137	5.15^{fgh}	3.14 n	0.47	2.43	96	0.0321 ^{cde}	16.695 ^{cde}	25.405 ^{a}	42.100	7.655
138	6.25 $^{b-h}$	4.66 $^{j-n}$	0.49	1.95	92	0.0320 ^{cde}	17.000 ^{cde}	25.450 ^{a}	42.450	7.285
141	4.46^{gh}	3.63 ^{mn}	0.38	1.32	84	0.0298 ^{e}	27.465 ^{cde}	25.935 ^{a}	53.400	6.230
155	7.32 $^{b-h}$	5.03 $^{h-n}$	0.340	1.98	86	0.0308 ^{de}	16.300 ^{cde}	25.700 ^{a}	42.000	6.620
203	7.43 $^{b-h}$	6.13 $^{c-n}$	1.99	4.09	76	0.0322 ^{cde}	14.855 ^{cde}	25.415 ^{a}	40.270	6.100
254	5.17^{fgh}	3.91 ^{lmn}	1.06	2.24	88	0.0329 $^{b-e}$	11.145 ^{e}	25.060 ^{a}	36.210	7.245
256	3.63^{h}	5.08 $^{g-n}$	1.55	3.01	98	0.0322 ^{cde}	16.900 ^{cde}	25.400 ^{a}	42.300	7.800
306	10.79^{a-d}	7.62 $^{c-k}$	1.24	3.41	82	0.0315 ^{cde}	18.955 ^{cde}	25.545 ^{a}	44.500	6.405
311	9.16 $^{a-g}$	6.26 $^{c-n}$	1.37	3.44	94	0.0323 ^{cde}	12.935 ^{de}	25.375 ^{a}	38.315	7.585
326	6.49 $^{b-h}$	4.32 $^{k-n}$	0.47	2.36	90	0.0295 ^{e}	15.500 ^{cde}	26.125 ^{a}	41.625	6.910
328	10.52^{a-f}	8.78^{b-e}	1.50	4.13	98	0.0317 ^{cde}	18.380 ^{cde}	25.505 ^{a}	43.885	7.695
336	8.95 $^{a-h}$	8.67^{b-f}	1.00	3.33	56	0.0319 ^{cde}	20.035 ^{cde}	25.455 ^{a}	45.490	4.360
346	9.13 $^{a-g}$	7.67 $^{c-k}$	0.45	2.39	92	0.0316 ^{cde}	15.380 ^{cde}	25.520 ^{a}	40.900	7.290
363	9.05 $^{a-g}$	7.34 $^{c-l}$	0.79	2.89	68	0.0312 ^{de}	21.645 ^{cde}	25.605 ^{a}	47.250	5.195
367	10.75^{a-e}	8.45 $^{b-h}$	0.71	2.58	90	0.0319 ^{cde}	16.135 ^{cde}	25.465 ^{a}	41.600	7.145
395	7.61 $^{a-h}$	5.81 $^{d-n}$	0.91	2.65	92	0.0320 ^{cde}	15.350 ^{cde}	25.450 ^{a}	40.800	7.335
440	6.03 $^{c-h}$	3.58 ^{mn}	0.36	0.79	74	0.0289 ^{e}	56.280 ^{ab}	25.620 ^{a}	81.900	5.125
443	8.61 $^{a-h}$	6.62 $^{c-n}$	0.51	1.97	84	0.0297 ^{e}	25.025 ^{cde}	22.300 ^{abc}	47.325	6.615
446	6.84 $^{b-h}$	4.38 $^{k-n}$	0.99	2.08	92	0.0343 $^{b-e}$	15.155 ^{cde}	20.625 $^{a-e}$	35.785	8.060
452	10.01 $^{a-f}$	6.23 $^{c-n}$	0.55	1.12	84	0.0331 $^{b-e}$	30.420 $^{b-e}$	17.655 $^{b-e}$	48.075	7.390
453	9.21 $^{a-g}$	6.21 $^{c-n}$	0.58	2.80	74	0.0281 ^{e}	34.425 $^{a-d}$	24.300 ^{ab}	58.725	5.475
460	8.59 $^{a-h}$	7.47 $^{c-k}$	0.44	2.48	70	0.0286 ^{e}	28.815 ^{cde}	26.145 ^{a}	54.960	5.250
472	8.70 $^{a-h}$	7.97 $^{c-j}$	0.60	2.87	84	0.0321 ^{cde}	26.925 ^{cde}	18.975 $^{a-e}$	45.900	7.275
483	9.90 $^{a-f}$	5.26 $^{f-n}$	0.65	1.88	94	0.0350 $^{b-e}$	21.830 ^{cde}	16.850 ^{cde}	38.680	8.600
505	10.14 $^{a-f}$	5.93 $^{d-n}$	0.45	2.91	82	0.0339 $^{b-e}$	16.415 ^{cde}	21.330 $^{a-d}$	37.750	7.115
508	8.74 $^{a-h}$	5.48 $^{e-n}$	0.99	1.94	74	0.0319 ^{cde}	24.625 ^{cde}	21.345 $^{a-d}$	45.965	6.435
509	5.32 ^{efgh}	4.36 $^{k-n}$	1.08	2.85	96	0.0306 ^{de}	20.545 ^{cde}	24.340 ^{ab}	44.880	7.640
517	11.41^{abc}	11.55^{ab}	0.99	2.97	68	0.0309 ^{de}	25.170 ^{cde}	21.180 $^{a-d}$	46.350	5.480
565	8.53 $^{a-h}$	9.59^{abc}	1.39	3.37	80	0.0343 $^{b-e}$	39.770^{a-d}	20.400 $^{a-e}$	60.170	7.060
611	8.12 $^{a-h}$	4.88 $^{i-n}$	1.15	2.74	82	0.0317 ^{cde}	37.500 $^{a-d}$	21.900^{a-d}	59.400	6.540
692	11.65^{ab}	8.56^{b-g}	0.71	3.26	94	0.0509 ^{a}	17.500 ^{cde}	13.545 ^{c}	31.045	10.585
693	12.90^{a}	12.40^{a}	0.79	3.81	58	0.0333 $^{b-e}$	42.945^{abc}	15.255 ^{cde}	58.200	5.145
697	10.19 $^{a-f}$	8.36 $^{b-i}$	0.79	2.91	86	0.0358 $^{b-e}$	29.400 $^{b-e}$	19.650 $^{a-e}$	49.050	7.750
759	8.28 $^{a-h}$	7.77 $^{c-k}$	0.53	2.61	76	0.0286 ^{e}	23.305 ^{cde}	26.295 ^{a}	49.600	5.545
767	9.33 $^{a-g}$	6.32 $^{c-n}$	0.72	2.52	72	0.0378^{bcd}	57.840 ^{a}	15.360 ^{cde}	73.200	6.685
831	11.19^{abc}	9.19^{bcd}	0.81	2.97	88	0.0391^{bc}	29.415 $^{b-e}$	14.850 ^{de}	44.265	8.605
850	7.84 $^{a-h}$	7.94 $^{c-j}$	0.86	2.55	90	0.0358 $^{b-e}$	26.440 ^{cde}	15.240 ^{cde}	41.680	8.405
860	5.39 $^{d-h}$	4.56 $^{j-n}$	0.73	2.67	96	0.0405^{b}	35.160 $^{a-d}$	14.605 ^{de}	49.765	9.530
876	7.66 $^{a-h}$	6.69 $^{c-m}$	0.84	3.11	88	0.0339 $^{b-e}$	20.465 ^{cde}	19.575 $^{a-e}$	40.040	7.865
معنی‌داری Significant	*	**	ns	ns	ns	**	*	**	ns	ns

ns، * و**: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد. در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشترک اختلافات معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

ns, ** and*: respectively, non-significance and significance at the probability levels of 0.01 and 0.05. In each column, means with a common letter or letters do not have a significant difference with each other.

جدول ۶- مقایسه میانگین ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های جنس براسیکا بین ژنوتیپ‌های گروه چهارم (انتخاب شده به‌عنوان گروه برتر) حاصل از تجزیه خوشه‌ای در سطح شوری ۱۰ دسی‌زیمنس‌برمتر.

Table 6. Mean comparison of germination and seedlings growth traits of the *Brassica* genus between genotypes of group IV(selected as the superior group) resulting from hierarchical cluster analysis at the 10 $dS.m^{-1}$ salinity level.

گروه‌ها Groups	طول (سانتی‌متر) Length (cm)		وزن خشک (میلی‌گرم) Dry weight (mg)		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی Rates to 50% germination	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	زمان تا Times to		سرعت جوانه‌زنی (بذر در هر روز) Germination rate (Seed/day)
	ریشه‌چه Radicle	ساقه‌چه Shoot	ریشه‌چه Radicle	ساقه‌چه Shoot				۱۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) 10% Germination (h)	۹۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) 90% Germination (h)	
137	5.35 $^{b-e}$	3.04 ^{gh}	0.48	2.14	90	0.0318	20.230	25.480	45.715	6.965
138	6.68 $^{a-e}$	3.98 $^{d-h}$	0.34	1.87	96	0.0323	14.285	25.390	39.675	7.725
141	1.77 ^{e}	2.62 ^{h}	0.25	1.07	64	0.0301	25.475	25.825	51.000	4.760
155	7.05 $^{a-d}$	4.55 $^{d-h}$	0.34	1.87	82	0.0305	26.045	25.755	51.800	6.145
256	6.57 $^{a-e}$	4.15 $^{d-h}$	1.48	3.07	98	0.0321	15.185	25.415	40.600	7.605
306	9.15 ^{ab}	6.34 $^{b-h}$	1.11	3.28	78	0.0296	22.055	25.995	48.050	5.825
311	7.68 $^{a-d}$	5.04 $^{c-h}$	1.29	3.30	94	0.0325	15.385	25.350	40.735	7.575
326	3.39 ^{de}	3.86 $^{e-h}$	0.41	2.53	90	0.0312	19.610	25.605	45.215	6.990
328	8.60 ^{abc}	6.35 $^{b-h}$	1.39	4.59	84	0.0322	18.305	25.395	43.700	6.675
336	10.69^{a}	8.38^{abc}	0.79	3.65	78	0.0319	16.740	25.460	42.200	6.165
346	8.81 ^{abc}	6.82 $^{b-e}$	0.41	2.50	78	0.0308	21.465	25.685	47.150	5.965
363	8.40 $^{a-d}$	6.92 $^{b-e}$	0.57	3.19	72	0.0299	25.215	25.885	51.000	5.335
367	8.15 $^{a-d}$	6.04 $^{b-h}$	0.71	2.88	74	0.0302	29.130	25.820	54.950	5.430
443	6.35 $^{a-e}$	4.16 $^{d-h}$	0.46	1.88	78	0.0272	24.220	26.780	51.000	5.485
446	3.78 ^{cde}	3.91 $^{d-h}$	0.97	2.11	70	0.0305	19.005	25.475	44.750	5.350
452	8.02 $^{a-d}$	5.80 $^{b-h}$	0.39	2.22	68	0.0311	21.475	25.625	47.100	5.160
460	8.87 ^{abc}	6.98 $^{b-e}$	0.39	2.62	84	0.0253	27.965	27.400	55.950	5.665
472	10.40 ^{ab}	6.75 $^{b-g}$	0.61	3.00	78	0.0286	31.100	24.300	55.400	5.925
483	9.37 ^{ab}	5.46 $^{b-h}$	0.64	2.20	98	0.0323	19.400	20.550	39.950	8.310
508	5.85 $^{a-e}$	4.82 $^{c-h}$	0.88	2.08	84	0.0302	18.405	22.700	41.105	6.875
509	6.09 $^{a-e}$	3.39 ^{fgh}	1.16	2.70	94	0.0263	25.000	27.060	52.060	6.570
517	8.94 ^{abc}	8.92^{ab}	0.65	2.99	66	0.0302	40.525	24.360	64.885	5.250
693	10.74^{a}	10.77^{a}	0.65	3.80	74	0.0306	37.420	21.380	58.800	5.810
697	10.46^{ab}	7.65^{a-d}	0.57	3.27	60	0.0286	29.400	22.500	51.900	4.610
767	9.19 ^{ab}	5.70 $^{b-h}$	0.69	3.14	76	0.0290	27.715	19.600	47.315	6.050
831	9.21 ^{ab}	6.38 $^{b-g}$	0.61	2.84	90	0.0343	27.100	16.500	43.600	8.060
841	9.97 ^{ab}	7.50^{a-e}	0.75	3.53	86	0.0374	32.115	19.985	52.100	7.500
850	7.80 $^{a-d}$	6.15 $^{b-h}$	0.66	3.05	96	0.0326	22.675	21.725	44.400	7.950
860	6.51 $^{a-e}$	4.24 $^{d-h}$	0.89	3.05	96	0.0318	25.750	20.650	46.400	8.010
معنی‌داری Significant	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns، * و**: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد. در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشترک اختلافات معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

ns, ** and*: respectively, non-significance and significance at the probability levels of 0.01 and 0.05. In each column, means with a common letter or letters do not have a significant difference with each other.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]

[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

جدول ۷- مقایسه میانگین ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های جنس براسیکا بین ژنوتیپ‌های گروه یک (انتخاب‌شده به‌عنوان گروه برتر) حاصل از تجزیه خوشه‌ای در سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس‌برمتر.

Table 7. Mean comparison of germination and seedlings growth traits of the *Brassica* genus between genotypes of group I (selected as the superior group) resulting from hierarchical cluster analysis at the 15 $dS.m^{-1}$ salinity level.

گروه‌ها Groups	طول (سانتی‌متر) Length (cm)		وزن خشک (میلی‌گرم) Dry weight (mg)		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی Rates to 50% germination	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	زمان تا Times to		سرعت جوانه‌زنی (بذر در هرروز) Germination rate (Seed/day)
	ریشه‌چه Radicle	ساقه‌چه Shoot	ریشه‌چه Radicle	ساقه‌چه Shoot				۱۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) 10% Germination (h)	۹۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) 90% Germination (h)	
137	5.16	2.53	0.38	2.24	98	0.0298	30.555	25.900	56.450	7.120
138	4.96	3.36	0.32	1.80	82	0.0304	27.28	25.765	53.240	6.090
141	3.39	3.55	0.28	1.40	66	0.0251	40.720	26.680	67.400	4.325
155	3.22	2.47	0.34	2.04	82	0.0240	30.410	29.290	59.700	5.245
254	3.58	2.82	0.83	2.04	80	0.0287	18.115	26.575	44.690	6.050
285	6.05	4.17	0.90	3.57	90	0.0325	20.790	25.350	46.140	7.160
306	4.31	3.16	0.93	3.97	54	0.0262	14.960	31.690	46.650	3.810
311	4.22	5.99	1.10	3.08	86	0.0279	20.010	27.690	47.700	6.225
328	7.60	5.08	1.44	4.33	90	0.0319	22.590	25.460	48.050	7.045
336	7.04	5.20	0.72	3.70	68	0.0266	21.275	27.190	48.465	4.825
346	6.01	4.88	0.31	2.40	86	0.0283	20.990	26.560	47.550	6.235
363	5.90	4.45	0.53	2.71	60	0.0233	29.100	29.300	58.400	3.780
367	5.73	4.37	0.55	2.74	66	0.0242	34.190	27.960	62.150	4.250
388	6.57	4.53	0.64	3.17	88	0.0291	22.240	26.160	48.400	6.540
395	4.95	3.29	0.69	2.58	96	0.0269	30.560	23.040	53.600	7.035
443	5.62	4.34	0.40	2.34	74	0.0233	27.270	33.830	61.100	4.515
446	2.64	2.45	0.88	2.27	80	0.0266	20.075	28.185	48.260	5.525
453	5.65	3.02	0.57	3.18	86	0.0229	40.470	36.930	77.400	4.970
460	6.69	4.78	0.44	2.79	86	0.0226	26.455	36.810	63.265	4.970
483	6.56	4.08	0.59	2.56	80	0.0280	24.250	27.750	52.000	5.660
505	5.00	2.78	0.31	2.39	74	0.0245	29.200	28.600	57.800	5.055
508	5.05	3.54	0.82	2.23	86	0.0265	18.890	30.660	49.550	5.985
509	3.68	2.11	0.04	2.92	86	0.0246	19.815	31.300	51.115	5.650
517	6.12	6.53	0.45	3.15	56	0.0249	32.775	32.100	64.875	3.670
528	5.24	4.01	0.38	2.95	62	0.0204	35.955	39.385	75.345	3.980
622	7.99	6.04	0.57	2.86	88	0.0251	24.480	27.960	52.440	5.905
692	7.34	5.33	0.56	3.90	86	0.0341	26.350	16.700	43.050	7.685
693	8.36	7.69	0.65	3.52	72	0.0311	31.260	20.940	52.200	5.855
697	6.63	6.15	0.49	3.34	74	0.0266	23.255	31.750	55.000	5.030
755	6.53	3.68	0.61	4.15	78	0.0235	18.410	33.980	52.390	4.875
767	6.00	3.84	0.58	2.86	72	0.0231	26.470	33.530	60.000	4.365
769	6.83	5.49	0.87	2.81	90	0.0271	21.645	26.055	47.700	4.410
831	7.03	5.54	0.52	3.29	86	0.0330	25.940	20.125	46.065	7.320
841	7.92	5.92	0.62	3.44	84	0.0311	41.700	21.150	62.850	6.920
850	5.93	4.44	0.83	3.71	96	0.0283	24.790	25.915	50.700	7.080
860	4.38	3.08	0.76	2.70	98	0.0286	19.640	26.480	46.120	7.250
معنی‌داری Significant	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns، * و**: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد. در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشترک اختلافات معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

ns, ** and*: respectively, non-significance and significance at the probability levels of 0.01 and 0.05. In each column, means with a common letter or letters do not have a significant difference with each other.

جدول ۸- مقایسه میانگین ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های جنس براسیکا بین ژنوتیپ‌های گروه چهارم (انتخاب شده به‌عنوان گروه برتر) حاصل از تجزیه خوشه‌ای در سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر.

Table 8. Mean comparison of germination and seedlings growth traits of the *Brassica* genus between genotypes of group IV (selected as the superior group) resulting from hierarchical cluster analysis at the 20 $dS.m^{-1}$ salinity level.

گروه‌ها Groups	طول (سانتی‌متر) Length (cm)		وزن خشک (میلی‌گرم) Dry weight (mg)		درصد جوانه‌زنی (درصد) Germination percentage (%)	سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی Rates to 50% germination	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	زمان تا Times to		سرعت جوانه‌زنی (بذر در هر روز) Germination rate (Seed/day)
	ریشه‌چه Radicle	ساقه‌چه Shoot	ریشه‌چه Radicle	ساقه‌چه Shoot				۱۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) 10% Germination (h)	۹۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) 90% Germination (h)	
138	1.770	1.76	0.110	2.9000 $^{a-g}$	78	0.0206	46.5000	29.0000	75.5000	4.5650
141	1.550	1.72	0.210	1.1300 ^{g}	58	0.0218	44.3100	28.3500	72.6600	3.5500
254	2.190	1.45	0.680	1.7800 ^{efg}	80	0.0266	24.7150	27.0000	51.7150	5.7750
301	1.645	1.22	1.450	3.8865 $^{a-d}$	48	0.0218	20.3150	49.6900	70.0000	3.4450
306	3.120	2.46	0.810	3.7100 $^{a-d}$	60	0.0264	37.3900	26.9650	64.3500	4.2950
316	2.700	2.11	0.370	3.0400 $^{a-f}$	90	0.0264	30.0050	26.8250	56.8300	6.0950
328	2.960	3.22	1.160	3.8200 $^{a-d}$	86	0.0306	19.5800	25.7200	45.3000	6.5400
336	4.250	3.14	0.430	3.4800 $^{a-e}$	78	0.0275	25.4650	26.3550	51.8250	5.5750
346	2.250	2.57	0.200	2.3700 $^{c-g}$	66	0.0215	30.1000	32.6000	62.7000	4.0050
367	2.670	2.16	0.420	3.0400 $^{a-f}$	66	0.0210	43.6950	30.4800	74.1750	3.9100
388	3.320	2.81	0.410	3.3300 $^{a-f}$	78	0.0255	33.3100	26.1300	59.4450	5.6050
395	2.080	2.16	0.270	2.7900 $^{a-g}$	82	0.0209	19.3300	38.4650	57.7950	4.6350
400	5.410	3.07	0.620	3.2500 $^{a-f}$	90	0.0220	28.0050	28.9600	56.9650	5.6100
404	4.040	1.73	0.420	2.4500 $^{b-g}$	86	0.0226	45.2350	32.9650	78.2000	5.0850
408	2.310	1.42	0.480	1.4300 ^{fg}	62	0.0180	35.3600	40.0000	75.3600	3.0500
446	1.720	1.68	0.940	2.1100 $^{c-g}$	62	0.0183	40.3500	39.4500	79.8000	3.0950
457	5.290	4.48	0.340	2.8200 $^{a-g}$	76	0.0237	23.5300	31.6000	55.1300	4.7800
460	3.610	2.54	0.310	2.9300 $^{a-g}$	52	0.0159	57.6900	39.5100	97.2000	2.4350
472	4.420	3.28	0.450	3.5100 $^{a-e}$	78	0.0206	29.3900	37.8600	67.2500	4.2650
483	5.470	3.91	0.610	2.7400 $^{a-g}$	84	0.0221	27.3000	35.4000	62.7000	4.9400
505	3.430	2.33	0.310	2.3400 $^{c-g}$	74	0.0227	35.5350	34.0100	69.5450	4.5600
508	2.880	3.10	0.780	2.3200^{c-g}	80	0.0206	36.2700	36.8000	73.0700	4.6400
509	3.390	1.85	1.130	3.3500 $^{a-f}$	86	0.0242	30.5750	30.9050	61.4800	5.4950
517	4.820	4.40	0.430	3.8600 $^{a-d}$	56	0.0196	28.4400	39.0600	67.5000	3.1550
528	2.770	1.66	0.230	2.0100 $^{d-g}$	52	0.0230	36.9000	34.5000	71.4000	4.2050
565	3.730	4.02	0.980	4.3700 ^{ab}	76	0.0196	51.6500	38.8000	90.4500	4.0650
688	3.640	4.05	0.480	4.4900 ^{a}	74	0.0277	28.6000	26.5000	55.1000	5.1950
692	4.000	3.72	0.460	3.9100 $^{a-d}$	78	0.0270	37.0000	26.6000	63.6000	5.3600
693	5.020	5.67	0.290	3.7000 $^{a-e}$	56	0.0247	31.3000	27.1000	58.4000	3.7400
697	4.050	3.23	0.910	2.9900 $^{a-g}$	74	0.0193	19.8250	43.2000	63.0250	4.0050
755	4.750	2.86	0.608	3.9600 ^{abc}	78	0.0197	40.1650	40.0350	80.2000	3.9950
767	3.580	2.46	0.420	3.2400 $^{a-f}$	60	0.0203	28.7400	38.7000	67.4400	3.2050
831	5.230	3.50	0.440	2.9600 $^{a-g}$	88	0.0246	27.7150	24.2850	52.0000	6.0800
841	3.540	3.51	0.460	3.7600 $^{a-d}$	80	0.0233	43.2300	31.0700	74.3000	4.8750
850	3.680	3.47	0.600	3.2100 $^{a-f}$	90	0.0206	36.2500	35.2500	71.5000	5.1300
860	2.480	2.01	0.560	3.3400 $^{a-f}$	82	0.0219	33.2550	35.1450	68.4000	4.6800
معنی‌داری Significant	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns، * و**: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد. در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشترک اختلافات معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

ns, ** and*: respectively, non-significance and significance at the probability levels of 0.01 and 0.05. In each column, means with a common letter or letters do not have a significant difference with each other.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]

[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای بین ژنوتیپ‌هایی که در گروه‌های برتر سطوح مختلف تنش شوری قرار گرفتند در جداول ۴ تا ۸ ارائه شده‌اند. بر اساس مقایسه میانگین انجام‌شده برای گروه اول در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس‌برمتر (جدول ۴)، تنها از نظر طول ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های این گروه مشاهده شد. مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های این گروه در صفات مذکور حاکی از این بود که ژنوتیپ‌های با کدهای شناسایی ۷۶۷ و ۳۱۱ به‌ترتیب بیشترین طول ریشه‌چه (۹/۵۹ سانتی‌متر) و وزن خشک ساقه‌چه (۴/۱۴ میلی‌گرم) را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۴).

همچنین، مقایسه میانگین انجام‌شده برای صفات گروه اول در سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس‌برمتر (جدول ۵) نشان داد که از نظر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی تفاوت‌های معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های این گروه مشاهده شدند. مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های این گروه در صفات مذکور حاکی از این بود که ژنوتیپ با کد شناسایی ۶۹۳ بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه (به‌ترتیب ۱۲/۹۰ و ۱۲/۴۰ سانتی‌متر)، ژنوتیپ ۶۹۲ بالاترین سرعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (۰/۰۵۰۹ بذر در روز) و کمترین زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی (۱۳/۵۴ ساعت) و همچنین ژنوتیپ ۲۵۴ کمترین یکنواختی جوانه‌زنی (۱۱/۱۴۵) را دارا بودند (جدول ۵). در یکنواختی جوانه‌زنی، هر چقدر مطلق عدد به‌دست‌آمده کمتر باشد نشان‌دهنده این است که بذرها با یکنواختی بیشتری جوانه می‌زنند (Soltani *et al.*, 2002).

از بررسی نتایج به‌دست‌آمده توسط سایر محققان می‌توان عنوان کرد که درصد جوانه‌زنی به‌تنهایی نمی‌تواند تمامی جنبه‌های جوانه‌زنی را روشن کند. از این رو، بررسی صفاتی مانند سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی یا زمان تا ۱۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی ضروری به‌نظر می‌رسد. سرعت جوانه‌زنی بالا در بعضی از ژنوتیپ‌ها به‌علت سرعت بیشتر جذب آب و آماس بذر آن‌ها است. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب به آرامی صورت گیرد، فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهند شد و در نتیجه مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و لذا سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابند (Ebonus, 2001). تورهان (Turhan, 2004) دریافتند که افزایش سطوح شوری با اثر بر روی تقسیم سلولی و متابولیسم گیاه جوانه زنی گیاهچه را کاهش داد. آن‌ها همچنین دریافتند که اثر بازدارندگی کلریدسدیم بر جوانه‌زنی بذر آفتابگردان به جذب یون‌های کلر و سدیم توسط هیپوکوتیل بستگی داشت.

مقایسه میانگین برای صفت‌های گروه چهارم در سطح شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر نشان داد که از نظر طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه تفاوت‌های معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های این گروه مشاهده شدند. براساس مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های این گروه، ژنوتیپ با کد شناسایی ۶۹۳ بیشترین طول ریشه‌چه (۱۰/۷۴ سانتی‌متر) و ساقه‌چه (۱۰/۷۷ سانتی‌متر) را به‌خود اختصاص داد (جدول ۶). مطابق با جمیل و همکاران (Jamil *et al.*, 2006)، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه مهم‌ترین صفات در ارزیابی تنش شوری هستند چرا که ریشه در تماس مستقیم با خاک است، آب را از خاک جذب می‌کند و ساقه آن را به سایر قسمت‌های گیاه می‌رساند. کاهش رشد ریشه و ساقه می‌تواند مربوط به اثرات سمی NaCl باشد. به علاوه، طبق نظر ورنر و فینکلشتاین (Werner & Finkelstein, 1995)، شوری می‌تواند از طویل‌شدن ریشه و ساقه به‌دلیل کندکردن جذب آب جلوگیری کند.

بر اساس تجزیه واریانس داده‌ها در سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس‌برمتر برای ویژگی‌های جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های گروه اول (جدول ۳)، تفاوت‌های معنی‌داری بین صفات وجود نداشتند (جدول ۷). ولی ژنوتیپ‌های گروه چهارم در سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر، از نظر وزن خشک ساقه‌چه اختلافات معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند. ژنوتیپ با کد شناسایی ۶۸۸ با ۴/۴۹۰ میلی‌گرم بیشترین و ژنوتیپ ۱۴۱ با ۱/۱۳ میلی‌گرم کمترین وزن خشک ساقه‌چه را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۸). نیومان (Neumann, 1995) بیان می‌کند که شوری می‌تواند به سرعت جلوی رشد ریشه را گرفته، بنا بر این ظرفیت جذب آب و عناصر غذایی ضروری را کاهش دهد. افزایش شوری باعث کاهش مقدار ماده‌خشک در ارقام مختلف کلزا می‌شود (Ahmadi & Niazi Ardekani, 2006). محققین میزان تحمل به شوری در کلزا را با مقدار ماده‌خشک گیاهچه متناسب دانسته‌اند (Ashraf, 2001). مشخص شده است که تحمل به شوری تا حد زیادی با تجمع کم سدیم در بافت گیاه مرتبط است. برای رسیدن به این ویژگی مهم، ارقام گیاهان زراعی باید از توانایی بسیار بالایی (نزدیک به ۱۰۰٪) در انتقال مجدد سدیم به بیرون از ریشه برخوردار باشند (Davenport *et al.*, 2005).

افزایش توانایی در جذب انتخابی پتاسیم از محیطی که دارای مقادیر بالای سدیم است نیز ممکن است اهمیت زیادی در تحمل به شوری داشته باشد (Bybordi & Tabatabaei, 2009). رشید و همکاران (Rashid *et al.*, 1999) در بررسی تحمل به شوری ارقام مختلف گندم، افزایش معنی‌داری را در میزان سدیم با افزایش سطوح شوری مشاهده نمودند که دارای تنوع ژنتیکی بالایی در جذب سدیم در بین ارقام بود. در جو نیز گزارش‌هایی مبنی‌بر افزایش غلظت سدیم و کاهش بافت بخش هوایی با افزایش شوری ارائه شده‌اند (Mohammad *et al.*, 2003).

چنانچه گیاه در خاک استقرار یابد، با گذشت زمان و در مراحل بعدی رشد به شوری متحمل‌تر می‌شود (Steppuhn & Wall, 1997). بنا بر این، اگر گیاه بتواند مرحله گیاهچه و رشد اولیه را در شرایط شور با موفقیت طی کند و استقرار یابد با افزایش سن، مقاومت آن به شوری افزایش می‌یابد. در همین ارتباط، ویلسون و همکاران (Wilson *et al.*, 1999) واکنش دو گونه اسفناج و کلم قرمز را نسبت به سطوح مختلف شوری طی زمان‌های مختلف رشدی گیاه مورد بررسی قراردادند و دریافتند که در اواخر دوره رشدی، مقاومت گیاه به تنش شوری افزایش یافت و شوری‌های بالاتری را تحمل کرد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]
[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع، تجزیه خوشه‌ای، مقایسه میانگین گروه‌ها و همچنین تجزیه‌وتحلیل ژنوتیپ‌های گروه‌های برتر در سطوح صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس‌برمتر شوری نشان دادند که تعداد ۱۵ ژنوتیپ (شامل ۱۴۱، ۳۰۶، ۳۲۸، ۳۳۶، ۳۴۶، ۳۶۷، ۴۴۶، ۴۸۳، ۵۰۹، ۵۱۷، ۶۹۳، ۷۶۷، ۸۳۱، ۸۵۰ و ۸۶۰) در تمام سطوح شوری مورد بررسی، همواره در گروه‌های برتر قرار داشتند. در بین ژنوتیپ‌های منتخب، هفت ژنوتیپ از گونه *B. napus* L.، شش ژنوتیپ از *B. juncea* L. و دو ژنوتیپ از *B. rapa* L. حضور داشتند. این مسئله نشان می‌دهد که این ژنوتیپ‌ها چه در شرایط مطلوب و چه در شرایط شوری ملایم یا شدید توانایی بالایی در جوانه‌زنی و تولید گیاهچه قوی داشتند و می‌توانند برای انجام مطالعات تکمیلی و نیز پژوهش‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند. همچنین، ژنوم گونه دیپلوئید *B. rapa* L. در هر دو گونه آلوتتراپلوئید *B. napus* L. و *B. juncea* L. مشترک است ولی در ژنوم گونه آلوتتراپلوئید *B. carinata* L. وجود ندارد و در گونه دیپلوئید *B. nigra* L. خویشاوند آن هم تحمل به شوری مشاهده نشد. بر این اساس، باید نتیجه گرفت که تحمل به تنش شوری گونه‌های متحمل جنس *Brassica* از ژنوم *B. rapa* L. منشا گرفته است.

تشکر و قدردانی

به این وسیله از شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی ساری (استان مازندران) به‌دلیل در اختیار گذاشتن بذور ژنوتیپ‌ها و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌خاطر حمایت‌های مالی در انجام این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

References

AgMRC. (2022). Grain and Oilseeds: Rapeseed. Available online: https://www.agmrc.org/commodities-products/grains-oilseeds/rapeseed (accessed on 7 February 2022).

Ahmadi, S. H., & Niazi Ardekani, J. (2006). The effect of water salinity on growth and physiological stages of eight Canola (*Brassica napus*) cultivars. *Irrigation Sciences*, *25*(1), 11-20.

Alizadeh Foroutan, M., Pirdashti, H., & Yaghoubian, Y. (2014). Effect of biological seed treatments on the resistance of the medicinal plant fennel (*Foeniculum vulgare* L.) to copper heavy stress during germination and seedling stage. *Journal of Seed Research*, *4*(2), 1-12. [In Persian]

Aqeel, M., Khalid, N., Tufail, A., Ahmad, R. Z., Akhter, M. S., M., L., Javed, M. T., Irshad, M. K., Alamri, S., Hashem, M., & Noman, A. (2021). Elucidating the distinct interactive impact of cadmium and nickel on growth, photosynthesis, metal homeostasis, and yield responses of mung bean (*Vigna radiata* L.). *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 27376–27390.

Asghari, A., Mohammadniya, S., & Fallahi, H. (2017). Assesment of salinity tolerance in some canola cultivars using morphophysiologic traites and ISSR markers. *Journal of Crop Breeding*, *9*(24), 166-178. [In Persian]

Ashraf, M. (2001). Relationships between growth and gas exchange characteristics in some salt-tolerant amphidiploids Brassica species in relation to their diploid parents. *Environmental and Experimmental Botany*, *45*(2), 155-163.

Ashraf, M. (2004). Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, *199*, 5.

Ashraf, M., & Mcneilly, T. (2004). Salinity tolerance in brassica oilseed. *Critical Reviews in Plant Science*, *23*(2), 157-174.

Azimi Gandmani, M., Dehdari, A., Faraji, H., Movahhedi Dehnavi, M., & Alinaghizadeh, M. (2012). Effect of salinity on some quantitative and qualitative characteristics of spring rapeseed cultivars. *Electronic Journal of Crop Production,*, *5*(1), 53-70. [In Persian]

Baghizadeh, A., Yazdanpanah, A., & Rostami-nejad, M. (2021). Evaluation of sesame cultivars in germination stage under salinity stress. *Iranian Journal of Plant and Biotechnology*, 16(1), 1-9.

Bahari Saravi, H., Gholami, A., Pirdashti, H., Baradaran Firouzabadi, M., & Asghari, H. R. (2019). The effects of endophyte symbiosis and spermidine foliar application on chlorophyll fluorescence and photosynthetic pigments of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) medicinal plant under salinity conditions. *Journal of Plant Process and Function*, *8*(33), 47-64. [In Persian]

Bahari Saravi, H., Gholami, A., Pirdashti, H., Firouzabadi, M. B., & Asghari, H. R. (2021). The response of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) photosystem II photochemistry to fungi symbiosis and spermidine application under saline water irrigation. *Russian Agricultural Sciences*, *47*(1), 39-43.

Bahari Saravi, H., Pirdashti, H., & Yaghoubian, Y. (2017). Response of chlorophyll fluorescence and physiological parameters of basil (*Ocimum basilicum* L.) to plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) under salinity stress. *Plant Process and Function*, *6*(19), 89-104. [In Persian]

Banaei, M. H. (2002). Map of Iran's soil resources and potential. Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran. [In Persian]

Bybordi, A. (2010). Effects of salinity on yield and component characters in canola (*Brassica napus* L.). *cultivars. Notulae Scientia Biologicae*, *2*(1), 81-83.

Bybordi, A., & Tabatabaei, S. J. (2009). Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus* L). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanic Cluj-Napoca*, *37*(1), 71-76.

Bybordi, A., Tabatabaei, S. J., & Ahmadev, A. (2010). Effect of salinity on the growth and peroxidase and IAA oxidase activities in canola. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, *8*, 109–112.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]

[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

Chengula, L. K. (2018). Exploring the agricultural innovation continuum the case of Kenya climate smart agriculture project. *Agriculture Research Conference. World Bank Group*, 27 p.

Davazdahemami, S. (2002). Effect of salinity stress on seed germination characteristics of 10 species of medicinal plants. *Congress of Crop Sciences and Plant Breeding of Iran. Karaj, Iran*, 572-571. [In Persian]

Davenport, R., James, R., Zakrisson, A., Tester, M., & Munns, R. (2005). Control of sodium transport in durum wheat. *Plant Physiology*, *137*(3), 807-818.

Dehshiri, A., Modarres Saneve, S. M. A., Rezaei, H., & Shirani Rad, A. H. (2013). Effect of elevated concentration of atmospheric carbon dioxide on some traits of three rapeseed (*Brassicc napus* L.) varieties under saline conditions. *Seed and Plant Production Journal*, *28*(1), 35-52. [In Persian]

Ebonus, M. (2001). Physiological study of the effects of drought stress on the germination stage and seedlings of lentil cultivars. Master's thesis in plant physiology. *Science Faculty, Ferdowsi University of Mashhad*, 90 p. [In Persian]

Epstein, E. (1985). Salt tolerant crops: Origins development and prospects of concept. *Plant and Soil*, *89*, 187-198.

Faghih-Abdollahi, L., Pirdashti, H., & Yaghoubian, Y. (2013). Effect of biological treatments on dill (*Aniethum graveolens* L.) seed germination and seedling growth of under copper contamination. *Journal of Seed Science and Technology*, *2*(4), 13-23. [In Persian]

FAO. (2012). FAO Statistical Year Book 2012, World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization.

FAO. (2017a). *The Future of Food and Agriculture—Trends and Challenges. Rome. Available online:* https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf (accessed on 20 January 2022).

FAO. (2017b). FAO Soils Portal. Available at Web site http://www.fao.org.

FAO. (2018). Handbook for saline soil management. Editors: Vargas, R., Pankova, E.I., Balyuk, S.A., Krasilnikov, P.V., and Khasankhanova, G.M.,.Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and Lomonosov Moscow State University.

FAO. (2020). World Oilseed Projections. Available online: https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/data/oecd-agriculture-statistics_agr-data-en (accessed on 11 January 2022).

FAO. (2023). World Food and Agriculture of the United Nations. Statistical YerBook. http://www.fao.org.

Fowler, J. L. (1991). Interaction of salinity and temperature on the germination of Crambe. *Agronomy Journal*, *83*, 169-172.

Franco, J., Crossa, J., Villasenor, J., Taba, S., & Eberhart, A. (1997). Classifying Mexicana maize accession using hierarchical and density search methods. *Crop Science*, *37*, 972-980.

Francois, L. E. (1994). Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. *Agronomy Journal*, *86*, 233-234.

Hasani, Z., Pirdashti, H., Yaghoubian, Y., & Nouri, M. Z. (2013). Comparative effects of cold air and cold water stress on chlorophyll parameters in rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Farming and Allied Sciences*, *2*(21), 195-206.

Ilkai, M. N., & Imam, y. (2003). The effect of plant density on the yield and yield components of two cultivars of winter canola, *Brassica napus* L. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, *34*(3), 515-509. [In Persian]

Jamil, M., Lee, D., Jung, K. Y., Ashraf, M., Lee, S. C., & Rha, E. S. (2006). Effect of salt stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. *Journal of Central European Agriculture*, *7*, 273-282.

Keshta, M. M., Hammad, K. M., & Sorour, W. A. I. (1999). Evaluation of rapeseed genotypes in saline soil. *Proceedings of the 10 th International Rapeseed Congress, Canberra. Australia*, 253-258.

Khajepour, M. R. (2012). Industrial plants. Academic Jihad Publications of Isfahan Industrial Unit. 580 pages. [In Persian]

Khalili, M., Naghavi, M. R., & Taleb Zadeh, S. J. (2020). Evaluation of changes in morphological, physiological and biochemical traits of some canola cultivars under salinity stress. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *51*(2), 15-28. [In Persian]

Khodarahmpour, Z., & Soltani, A. (2014). Evaluation of tolerance to salinity tension in Canola genotypes (*Brassica napus* L.) based on the seedling pregrowth. *Crop Physiology Journal*, *6*(22), 23-36. [In Persian]

Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. *Academic Press. London*, 889 p.

Mass, E. V., & Poss, J. A. (1989). Salt sensitivity of wheat at various growth stages. *Irrigation Science*, *10*, 29-40.

Maas, E. V., Poss, J. A., & Hoffman, G. J. (1986). Salinity sensitivity of sorghum at three growth stages. *Irrigation Science*, *7*(1), 1-11.

Mohammad, M., Malkawi, H., & Shibili, R. (2003). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi andmphosphorus fertilization on growth and nutrient uptake of barley grown on soils with different levels of salts. *Journal of plant Nutrition*, 26(1), 125-137.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]

[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

Momeni, A. (2011). Geographical distribution and salinity levels of Iran's soil resources. *Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences)*, 24(3), 215-203.
Monirifar, H. (2016). Development and evaluation of a synthetic alfalfa variety for tolerance to salinity. *Journal of Crop Breeding*, *18*(8), 176-182. [In Persian]
Moravveji, S., Zamani, G. R., Kafi, M., & Alizadeh, Z. (2017). Effect of different salinity levels on yield and yield components of spring canola cultivar (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*B. juncea* L.). *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *10*(3), 457-445. [In Persian]
Naderi Zarnaghi, R., & Toorchi, M. (2015). Classification of spring rapeseed genotypes by morphological and physiological traits related to salt tolerance. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *7*(2), 233-244. [In Persian]
Nemati, M., Asghari, A., Sofalian, O., Rasoulzadeh, A., & Mohamaddoust Chamanabad, H. (2012). Effect of water stress on rapeseed cultivars using morpho-physiological traits and their relations with ISSR markers. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 2(2), 55-66.
Neumann, P. M. (1995). Inhibition of root growth by salinity stress: Toxicity or an adaptive biophysical response. In: Baluska, F., Ciamporova, O., & Barlow, P. W. (eds). Structure and Function of Roots. *The Netherlands: Kluwer Academic Publishers*, 299-304.
Noori Akandi, Z., Pirdashti, H., Yaghoubian, Y., & Omran, V. G. (2016). Investigation of antioxidant enzymes activity and photosynthetic pigments content changes of stevia medicinal plant inoculated with *Piriformospora indica* fungi under salt stress. *Journal of Crops Improvement*, 18(3), 639-653. [In Persian]
Pahl, G. (2008). Biodiesel: Growing a New Energy Economy. *Chelsea Green Publishing Company: Hartford, VT, USA.*
Penuelas, J., Isla, R., Filella, I., & Araus, J. L. (1997). Visible and near- infrared reflectance assessment of salinity effects on barley. *Crop Science*, *37*(1), 198-202.
Pierivatolum, J., Qasimov, N., & Maralian, H. (2010). Effect of soil water stress on yield and proline content of four wheat lines. *Journal of Biotechnology*, 9, 036-040.
Pirdashti, H., Yaghoubian, Y., Mohammadi Goltapeh, E., & Hosseini, S. J. (2012). Effect of mycorrhiza-like endophyte (*Sebacina vermifera*) on growth, yield and nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) under salt stress. *Journal of Agricultural Technology*, 8(5), 1651-1661.
Pirzad, A. (2009). Proc. Ir. Oilseed Crops Conf., Esfehan. 21-22 Dec 2009. Esfehan. IRAN.
Rasel, M., Tahjib-Ul-Arif, M., Hossain, M. A., Hassan, L., Farzana, S., & Brestic, M. (2021). Screening of salt-tolerant rice landraces by seedling stage phenotyping and dissecting biochemical determinants of tTolerance mechanism. *Journal of Plant Growth Regulation*, *50*(5), 1853-1868.
Rashid, A., Qureshi, R. H., Holington, P. A., & Jones, R. G. (1999). Comparative responses of wheat cultivars to salinity at the seedling stage. *Crop Science*, *182*(3), 199-207.
Saadat, S. (2019). Final report of agricultural soil quality monitoring. *Soil and Water Research Institute. Agiculturarl Research, Education and Extension Organization (AREEO)*. [In Persian]
Saadia, M., Jamil, A., Akram, N. A., & Ashraf, M. (2012). A Study of Proline Metabolism (*Brassica napus* L.) in Canola Seedlings under Salt Stress. *Molecules*, 17, 5803-5815.
Schillinger, W. F., & Paulitz, T. C. (2018). Canola versus wheat rotation effects on subsequent wheat yield. *Field Crops Research*, 223, 26–32.
Shahbazi, M., Kiani, A. R., & Raeisi, S. (2011). Determination of salinity tolerance threshold in two rapeseed (*Brassica napus* L) cultivars. *Crop Science Society of Iran*, *13*(1), 18-31. [In Persian]
Sharma, S. (1996). Applied Multivariate Techniques. *John Wiley and Sons, Inc.USA*.
Singh, A. (2022). Soil salinity: a global threat to sustainable development. *Soil Use and Management*, *38*(1), 39-67.
Soltani, A., & Madah, V. (2010). Simple applications for teaching and research in agriculture. *Ecological Scientific Association of Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*, 80p. [In Persian]
Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S., & Latifi, N. (2002). Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. *Seed Science and Technology*, *30*, 51-60.
Steppuhn, H., & Wall, K. G. (1997). Grain yields from spring-sown Canadian wheats grown in saline rooting media. *Canadian Journal of Plant Science*, *77*(1), 63-68.
Sun, G., Yao, T., Feng, C., Chen, L., Li, J., & Wang, L. (2017). Identification and biocontrol potential of antagonistic bacteria strains against Sclerotinia sclerotiorum and their growthpromoting effects on Brassica napus. *Biological Control*, *104*, 35-43.
Thompson, J. A., & Nelson, R. L. (1998). Utilization of diverse germplasm for soybean yield improvement. *Crop Science*, *38*, 1362-1368.
Tobe, K., Li, X. M., & Omasa, K. (2004). Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of Haloxylon ammodendron (*Chenopodiaceae*). *Seed Science Research*, *14*, 345-353.
Turhan, H. A. (2004). Effect of salinity on seedling emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. *International Journal of Agricultural Biological*, *6*, 149-152.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]
[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]

Valdiani, A. R., Hasanzadeh, A., & M, T. (2005). Study on the effects of salt stress in germination and embryo growth stages of the four prolific and new cultivars of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pajouhesh & Sazandegi*, *66*, 23-32.

Werner, J. E., & Finkelstein, R. R. (1995). Arabidopsis mutants with reduced response to NaCl and osmotic stress. *Physiolgia Plantarum*, *93*, 659-666.

Wilson, C., Lesch, S. M., & Grieve, C. M. (1999). growth Stage Modulates salinity Tolerance of New Zealand Spinach (*Tetragonia tetragonioides* Pall.) and Red Orach (*Atriplex hortensis* L.) Annals of Botany. *Annals of Botany*, *85*, 501-509.

Yaghoubian, Y., Pirdashti, H., Mottaghian, A., & Hosseini, S. J. (2012). Effect of fluctuating salinity at different growth stages on physiological and yield related parameters of rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Agriculture*, *2*(3), 266-276.

Zabet, M., Shah-Mohammadi, F., Ghaderi, M. G., & Sayyari-Zohan, M. H. (2016). The study of salinity tolerance in cumin ecotypes at germination Stage. *Journal of Applied Crop Breeding*, *4*(1), 17-34. [In Persian]

Zeinali, A., Soltani, A., & Galeashi, S. (2002). Respones of germination componets to salinity stress in oilseed rape (*Brassica napus* L). *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, *33*(1), 137–145. [In Persian]

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-18]

[DOI: 10.61882/jcb.2025.1575]