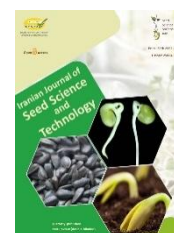




Iranian Journal of Seed Science and Technology



ISSN: 2588-4638

Research Article

Investigating the effect of priming on germination characteristics of *Salsola arbuscula* species

Shahrzad Tebianian¹ , Hamidreza Asgari^{2*} , Farzaneh Bahadori³ ,
Mohammad Kia Kianian Golafshani⁴ , Maryam Shahbazi⁵

1. Master's graduate, Department of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Horticulture, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Semnan Province, Semnan, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Desert Management and Control, Faculty of Desert Studies, University of Semnan, Semnan, Iran.
5. Associate Professor, Department of Plant Physiology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Article Information

Received: 27 Nov. 2024

Revised: 15 Jan. 2025

Accepted: 03 Mar. 2025

Keywords:

Saltgrass,
Priming,
Salinity tolerance,
Seed germination.

Corresponding Author:

hras2010@gmail.com

Abstract

In order to investigate the effect of priming on populations of *Salsola arbuscula* species, a factorial experiment was conducted in the form of a completely randomized design with 3 replications in the laboratory of the Research and Education Center for Agriculture and Natural Resources in Semnan Province. This experiment was conducted at seven levels, including a control treatment (distilled water) and priming with sodium chloride and potassium nitrate salts (50, 100, and 150 mM treatments) on six populations of this saltgrass species. Germination, seed vigor, and seedling growth were evaluated. The results showed that the population had a significant effect on all germination traits, and priming also had significant effects on some traits. The interaction between population and priming was significant for all traits. The highest interaction effect of population and priming was observed for germination percentage, seed vigor index, and germination rate in population 104 with 150 mM sodium chloride. The findings indicated that priming with sodium chloride salt improved the germination traits of *Salsola arbuscula*, and there were notable differences among the native populations in their responses to salinity and priming. This diversity can be considered in efforts to combat desertification and in the restoration and development of rangeland vegetation.

How to cite this paper: Tebianian, S., Asgari, H.R., Bahadori, F., Kianian Golafshani, M.K., & Shahbazi, M. (2026). Investigating the effect of priming on germination characteristics of *Salsola arbuscula* species. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 14 (4), 97-111. <https://doi.org/10.22092/ijssst.2025.367817.1548>



© Authors, Published by Iranian Journal of Seed Science and Technology. This is an open-access article distributed under the CC BY (license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

High concentrations of soluble salts in the soil reduce germination percentage and delay seed germination in plant species, even halophytes. Salinity and the resulting osmotic stress hinder seedling establishment and ultimately decrease plant biomass in saline soils. Seed priming is a simple and effective method for reducing the adverse effects of environmental stresses, including salinity. By activating essential metabolic processes required for germination, this method enhances the seed's ability to cope with abiotic stresses such as salinity and drought.

Salsola arbuscula is a perennial native plant from the Chenopodiaceae family, known for its high tolerance to drought and salinity. Due to its adaptability, it is considered an ideal candidate for restoring saline and arid lands. Given the need to improve its establishment in saline soils, this study aimed to investigate the effects of priming treatments on germination traits of different populations of this plant.

Materials and Methods

This experiment was conducted as a factorial design in a completely randomized layout with three replications in the laboratory of the Research and Education Center for Agriculture and Natural Resources, Semnan Province. Priming treatments included solutions of potassium nitrate and sodium chloride at three levels (50, 100, and 150 mM) and a control (distilled water). Seeds from six

populations of the salt grass species were disinfected, cold stratified, and then soaked in priming solutions for 24 hours. Seeds were placed in petri dishes with controlled moisture and incubated at 25°C. Germination percentage, mean seedling length, seed vigor index, cumulative germination rate, and mean germination time were evaluated.

Results and Discussion

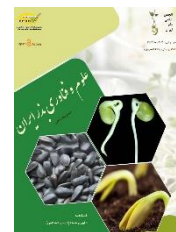
Analysis of variance revealed that the effects of population, priming treatment, and their interaction were statistically significant for all traits except germination percentage. The results showed that the 150 mM sodium chloride treatment in population 104 had the highest germination percentage and seed vigor index. Additionally, seeds treated with lower concentrations of potassium nitrate outperformed the control. k-means clustering indicated that populations 104 and 234 were grouped in the first cluster due to their superior performance.

Conclusion

Seed priming with sodium chloride and potassium nitrate positively affected the germination traits of *Salsola arbuscula* populations. This approach can be an effective tool for enhancing salinity tolerance and improving plant establishment in saline lands. Further studies using other salts and exploring combined stress factors are recommended.



نشریه علوم و فناوری بذر ایران



ISSN: 2588-4638

مقاله پژوهشی

بررسی اثر اسموپرایمینگ بر بهبود صفات جوانه‌زنی بذر در جمعیت‌های گونه *Salsola arbuscula*شهرزاد تیبانیان^۱، حمیدرضا عسگری^{۲*}، فرزانه بهادری^۳، محمدکیا کیانیان گل افشانی^۴، مریم شهبازی^۵

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه آموزشی مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۲. دانشیار، گروه آموزشی مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۳. استادیار، گروه آموزشی باغبانی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سمنان، ایران.
۴. استادیار، گروه آموزشی مدیریت و کنترل بیابان، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
۵. دانشیار، گروه آموزشی فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۰۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۳

واژه‌های کلیدی:

علف شور،
پرایمینگ،
تحمل به نمک،
جوانه‌زنی بذر.

نویسنده مسئول:

ebadi@uma.ac.ir

غلظت بالای نمک‌های محلول در خاک موجب کاهش درصد جوانه‌زنی و تأخیر در جوانه‌زنی بذور گونه‌های گیاهی حتی گیاهان شورپسند می‌شود. به منظور بررسی اثر پرایمینگ بر روی جمعیت‌های گونه *Salsola arbuscula* آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان اجرا شد. این آزمایش در ۷ سطح شامل: تیمار شاهد (آب مقطر)، پرایمینگ بانمک‌های کلرور سدیم و نیترات پتاسیم (تیمارهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) بر شش جمعیت از این گونه علف شور اعمال شد و جوانه‌زنی، بنيه بذر و رشد گیاهچه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد جمعیت تأثیر معنی‌داری بر روی همه صفات جوانه‌زنی داشت و پرایمینگ نیز تأثیرات معنی‌داری را در برخی از صفات نشان داد. اثر متقابل جمعیت و پرایمینگ نیز بر تمام صفات معنی‌دار بود. بیشترین میزان اثر متقابل جمعیت در پرایمینگ در صفات درصد جوانه‌زنی، شاخص بنيه بذر و سرعت جوانه‌زنی در جمعیت ۱۰۴ با ۱۵۰ میلی‌مولار سدیم کلراید بود. نتایج این بررسی نشان داد پرایمینگ بانمک کلرور سدیم موجب بهبود وضعیت صفات جوانه‌زنی گیاه علف شور *S. arbuscula* می‌شود و بین جمعیت بومی مورد بررسی از نظر پاسخ به شوری و پرایمینگ تفاوت قابل توجهی وجود دارد که این تنوع در مسیر مقابله با بیابان‌زایی و احیا و توسعه پوشش گیاهی مراتع می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

نحوه استناد به این مقاله:

Tebanian, S., Asgari, H.R., Bahadori, F., Kianian Golafshani, M.K., & Shahbazi, M. (2026). Investigating the effect of priming on germination characteristics of *Salsola arbuscula* species. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 14 (4), 97-111. <https://doi.org/10.22092/ijssst.2025.367817.1548>

مقدمه^۱

نواحی خشک و نیمه‌خشک ایران به‌اندازه ۱۰۵ میلیون هکتار از اراضی کشور را خود اختصاص داده است. این مناطق به دلیل تبخیر بالا و بارش‌های پراکنده و کم، به‌شدت مستعد انباشت نمک در لایه‌های مختلف خاک هستند، و مدیریت نادرست این شرایط را وخیم‌تر کرده است. علاوه بر این، اراضی مناسب برای کشت نیز به دلیل استفاده از آب‌های باکیفیت نامناسب و عدم رعایت اصول مدیریتی، به تدریج غیرقابل کشت شده‌اند و اصلاح مکرر این خاک‌ها هزینه‌های بسیار بالایی را می‌طلبد (Asgari et al., 2011; Gholami et al., 2014)؛ بنابراین شوری خاک یکی از چالش‌های اساسی نواحی خشک و بیابانی ایران است (Haqnia, 1994; Saeediar & Asgari, 2014). غلظت بالای نمک‌های محلول در خاک منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی و تأخیر در جوانه‌زنی بذرهای بسیاری از گونه‌های گیاهی می‌شود. این شوری و تنش‌های اسمزی ناشی از آن می‌تواند موجب تأخیر در جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها شده و در نهایت به کاهش بیوماس گیاهی در اراضی شور منجر گردد (Asgari et al., 2012; Safahani & Shahrari, 2015).

حفظ و توسعه پوشش گیاهی مراتع و مناطق بیابانی یکی از شیوه‌های مقابله با بیابان‌زایی محسوب می‌شود. مناسب‌ترین گونه‌ها برای احیای این مناطق، گونه‌های بومی سازگار با محیط که از ارزش علوفه‌ای مناسب برخوردار باشند ضمن این که در تثبیت خاک و حفظ محیط‌زیست نیز مؤثر باشند (Farajollahi et al., 2015). متأسفانه این گونه‌ها در اثر بهره‌برداری‌های غیراصولی از مراتع کشور در معرض تهدید جدی قرار دارند. از این‌رو، اصلاح و احیای مناطق بیابانی که از شرایط اکولوژیکی ناپایداری هم برخوردار هستند، ضروری است (Song et al., 2008). حضور گیاهان شورپسند در زمین‌های شور به مقاومت آن‌ها در برابر تنش شوری در مراحل مختلف چرخه زندگی آن‌ها بستگی دارد (Adam, 1990).

باتوجه به تأثیرات منفی شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌ها، تلاش‌های متعددی برای بهبود جوانه‌زنی بذرها در

خاک‌های شور انجام شده است که یکی از مؤثرترین این روش‌ها، **پرایمینگ بذر** است. پرایمینگ یک روش ساده پیش از جوانه‌زنی است که با افزایش کارایی بذر، اثرات منفی تنش‌ها را کاهش می‌دهد. این روش به فرآیندهای متابولیکی ضروری برای جوانه‌زنی اجازه می‌دهد که پیش از شروع جوانه‌زنی فعال شوند و در نتیجه، خطر استقرار ضعیف گیاهچه‌ها در رویگاه‌های تحت تنش‌های خشکی و شوری را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، پرایمینگ بذر می‌تواند فعالیت آنزیم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی را افزایش دهد و مقاومت بذر را در برابر تنش‌های غیرزیستی نظیر خشکی و شوری بهبود بخشد (Abassi Bidli & Abdali, 2016). پرایمینگ بذر می‌تواند با افزایش فعالیت آنزیم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی و تنظیم تعادل هورمون‌های گیاهی، مقاومت بذر را در برابر تنش‌های غیرزیستی نظیر خشکی و شوری بهبود بخشد و اثرات منفی تنش شوری را کاهش دهد که در نتیجه باعث بهبود جوانه‌زنی بذر در شرایط شور می‌شود.

در سال‌های اخیر، چندین روش مختلف پرایمینگ مورد آزمایش قرار گرفته‌اند، از جمله هیدرو پرایمینگ (خیساندن بذر در آب)، هالو پرایمینگ یا اسموپرایمینگ (خیساندن بذر در محلول نمک‌های غیرآلی)، ترمو پرایمینگ (تیمار بذر با دماهای پایین یا بالا) و بیوپرایمینگ (هیدراته کردن با ترکیبات زیستی) (Bekhrad et al., 2014). پرایمینگ، روشی ساده، کم‌هزینه و ایمن است که می‌تواند فرآیندهای فیزیولوژیکی بذر را در شرایط تنش محیطی بهبود بخشد و در نهایت مقاومت بذر را به تنش‌های محیطی به میزان قابل توجهی افزایش دهد (Kavandi et al., 2018).

نتایج تحقیق Mohammadnejad et al. (2020) با بررسی گونه *Atriplex canescens* نشان داد که افزایش پرایمینگ سدیم کلرید منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر شد. همچنین، نتایج تحقیق Dadmand et al. (2022) در گونه *Halocnemum strobilaceum* بیانگر این است که اثرات جمعیت، پرایمینگ و اثر متقابل آن‌ها بر درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

^۱ این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد شهرزاد تبیانان از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مستخرج شده است.

جمعیت یا جمعیت‌های برتری که در مقایسه با جمعیت‌های دیگر از قدرت جوانه‌زنی بالاتری برخوردار هستند را مشخص نمود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان در سال ۱۴۰۲ اجرا شد بذره‌های مورد استفاده در این تحقیق نیز از این مرکز دریافت شدند. شماره و مختصات جغرافیایی محل جمع‌آوری جمعیت در جدول ۱ ذکر شده است. استان سمنان با عرض جغرافیایی بین $34^{\circ} 17'$ تا 37° شمالی و طول جغرافیایی بین $51^{\circ} 58'$ تا 57° شرقی، مساحتی حدود ۹۷,۴۹۱ کیلومتر مربع را شامل می‌شود. با روش آمبرزه دارای اقلیم نیمه خشک و با روش دومارتن دارای اقلیم خشک بیابانی معتدل می‌باشد. اقلیم آن براساس روش گوسن نیمه بیابانی شدید است مناطق کویری در جنوب و نواحی کوهستانی در شمال آن قرار دارند. ارتفاع متوسط استان حدود ۱۱۳۰ متر از سطح دریا است. میانگین بارش سالانه بین ۱۳۹۸ میلی‌متر متغیر بوده و عمدتاً در فصل زمستان، به‌ویژه در ماه‌های دی و بهمن، رخ می‌دهد. میانگین دمای سالانه استان حدود ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد است، در حالی که حداکثر مطلق دما ممکن است به ۴۰ درجه سانتی‌گراد و حداقل مطلق به زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد.

آزمایش برحسب آزمون فاکتوریل 7×6 (۶ جمعیت شامل: ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۳۴، ۱۰۴، ۲۲۸، ۲۳۰ و ۷ تیمار پرایمینگ شامل: نمک سدیم کلراید و نیترات پتاسیم در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار و شاهد) بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و ۵ مشاهده در هر تکرار انجام گرفت. در ابتدا بذور با هیپوکلرید سدیم ۵٪ ضدعفونی شده، سپس به مدت ۳۶ ساعت در دمای ۵ درجه سرمادهی مرطوب قرار گرفتند، پس از آن به مدت ۲۴ ساعت با محلول‌های نمک سدیم کلراید و نیترات پتاسیم در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار در کنار شاهد (آب مقطر) غرقاب شدند. سپس بذرها به همراه پوشینه‌های اطراف آن با آب مقطر شسته شدند. برای جلوگیری از کپک‌زدن آن‌ها قارچ‌کش اضافه گردید. به منظور هوادهی بذرها روی یک سینی ضدعفونی شده به صورت یک لایه به مدت ۱۲ ساعت قرار داده شدند تا جریان هوا به خوبی از میان آنها عبور کند.

Ghour et al. (2023) در بررسی اثر پرایمینگ NaCl بر گونه *Brassica oleracea* گزارش کردند که استفاده از روش‌های مختلف پرایمینگ به کاهش اثرات منفی شوری کمک کرده و درصد و سرعت جوانه‌زنی را افزایش داده است. همچنین Mansouri & Omid. (2018) در مطالعه بر روی اثر پرایمینگ پتاسیم نیترات در گونه *Chenopodium quinoa* نشان دادند که این تیمار باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر و سرعت جوانه‌زنی شد. به علاوه، Armand Tarab et al. (2014) در بررسی اثر پرایمینگ KNO_3 در صفت میانگین مدت جوانه‌زنی گیاه یونجه *Medicago sativa* دریافتند که این پرایمینگ موجب کاهش میانگین مدت جوانه‌زنی شد.

گیاه علف شور *Salsola* متعلق به خانواده *Chenopodiaceae* است. این گیاه مقاومت زیادی در برابر تغییرات آب‌وهوایی، خشکی و شوری خاک در مراحل بلوغ از خود نشان می‌دهد. این ویژگی‌ها باعث می‌شود که برای رشد و نمو در مناطق خشک و نیمه خشک مناسب باشد (Heidari-Sharifabady, 2006) و به همین دلیل می‌تواند در اصلاح و احیای اراضی خشک، شور و بیابانی مورد استفاده قرار گیرد (Stefaniak, 2003).

گونه *S. arbuscula*، یکی از انواع علف شور، گیاهی چندساله با بوته‌ای یا درختچه‌ای به ارتفاع حدود یک متر است. برگ‌های آن متناوب، استوانه‌ای و ناودانی با نوک تیز هستند، و گل‌های آن به صورت منفرد و بر روی انشعابات سنبه‌مانند و به رنگ‌های صورتی، ارغوانی کم‌رنگ، قهوه‌ای متمایل به سبز یا قهوه‌ای قرار دارند (Asadi, 2001).

با توجه به بررسی‌های انجام شده، چنانچه بتوان با روش پرایمینگ جوانه‌زنی بذور گیاه علف شور در شرایط تنش را بهبود بخشید، می‌توان شاهد افزایش قدرت اولیه بذور، افزایش درصد و سرعت سبز شدن بذر و در نهایت افزایش عملکرد بود. بنابراین، این پژوهش با هدف بهره‌گیری از فناوری آماده‌سازی بذر (برای افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی) اجرا شد تا تأثیر نمک‌های پتاسیم نیترات و سدیم کلراید بر صفات جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی، میانگین طول گیاهچه، شاخص بنیه بذر، سرعت تجمع جوانه‌زنی و میانگین مدت جوانه‌زنی در بذور جمعیت‌های مختلف *S. arbuscula* مورد بررسی قرار گیرد. ضمن اینکه

جدول ۱- شماره و مختصات جغرافیایی محل جمع‌آوری بذرهای اولیه گونه *Salsola arbuscula*Table 1-Number and geographical coordinates of the place of collection of genotypes of the species *Salsola arbuscula*

بارش سالیانه بر حسب میلی‌متر Annual rainfall (millimeters)	ارتفاع از سطح دریا بر حسب متر Altitude above sea level (meters)	منشأ جمعیت Name of Population with provenance	عرض جغرافیایی Geography attitude	طول جغرافیایی Geography latitude	کد مرکز تحقیقات Research center Code
99	1050	کویر حاج علی‌قلی، چاهک شماره شش Haj Aliqli desert, well number 6	35° 51' 26.6"	53° 50' 28.6"	230
100	1045	نزدیک کویر حاج علیقلی near Haj Alikli desert	35° 51' 35.7"	54° 22' 26.1"	234
167	1015	بیارجمند، بعد از دستجرد به طرف جاده اصلی Biarjmand, after the exit towards the main road	36° 9' 53"	56° 8' 54.5"	224
137	1117	جاده نظامی بعد از معدن نمک ملحه Military road after Malha salt mine	35° 22' 15.5"	52° 42' 44.9"	228
167	1020	بیارجمند، بعد از دستجرد به طرف جاده اصلی Biarjmand, after the exit towards the main road	36° 25' 57.6"	56° 15' 13.3"	223
190	1200	مرتع سفید لئو دامغان کشت شده در ایستگاه White meadow of Leo Damghan cultivated in the station	36° 24' 26.6"	54° 18' 26.6"	104

۱۰ عدد بذر در هر ظرف پتری ۹ سانتیمتری حاوی یک ورق

کاغذ Wattman 42 قطر ۱۲۵ قرار داده شد. سپس ۵ میلی‌لیتر آب مقطر در هر پتريدیش اضافه شد. ظروف پتری به مدت ۱۴ روز داخل ژرمیناتور با دمای ثابت (۲۵ درجه سانتی‌گراد) و میزان روشنایی ۱۶ ساعت و تاریکی ۸ ساعت در روز قرار داده شدند. پس از بازدیدهای روزانه در صورت نیاز ۱ تا ۲ میلی‌لیتر به آن‌ها آب مقطر افزوده شد. این کار تا دو هفته ادامه داشت. نخستین شمارش، دومین روز و آخرین شمارش دو هفته بعد از اعمال تیمار انجام شد. صفات مورد ارزیابی شامل: درصد جوانه‌زنی، میانگین طول گیاهچه، شاخص بنیه بذر و سرعت تجمع‌ی جوانه‌زنی و میانگین مدت جوانه‌زنی.

روش محاسبه درصد جوانه‌زنی و سرعت تجمع‌ی جوانه‌زنی (رابطه ۱ و ۳: Maguire., 1962) شاخص بنیه بذر (رابطه ۲: Abdalbaki & Anderson., 1973) و میانگین مدت‌زمان جوانه‌زنی (رابطه ۴: Faizi & Khajeh Hosseini, 2012) در پایین اشاره شده‌اند:

رابطه ۱

۱۰۰ * تعداد کل بذر / تعداد بذر جوانه‌زده = درصد جوانه‌زنی

آنالیز آماری

جهت انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین و خوشه‌بندی‌ها از SPSS نسخه ۲۷ استفاده گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد، خوشه‌بندی داده‌ها با روش k-means انجام گرفت. برای رسم جداول و نمودارها از نرم‌افزار Excel 2019 استفاده شد.

نتایج

درصد جوانه‌زنی

جدول ۲ تجزیه واریانس مربوط به پارامترهای جوانه‌زنی را نمایش می‌دهد و نشان می‌دهد که اثر جمعیت و اثر متقابل جمعیت و

میلی مولار KNO_3 با میزان ۵۳.۳۳ درصد در جمعیت ۲۳۴ بیشترین درصد جوانه زنی را نسبت به سایر تیمارهای این جمعیت به خود اختصاص داد. تیمار ۱۰۰ میلی مولار KNO_3 با میزان ۵۰ درصد در جمعیت ۲۳۰ بیشترین درصد جوانه زنی را نسبت به دیگر تیمارهای این جمعیت ثبت کرد. تیمار ۵۰ میلی مولار $NaCl$ با درصد جوانه زنی ۲۳.۳۳ در جمعیت ۲۲۳ بالاترین اثر را نسبت به سایر تیمارهای این جمعیت نشان داد. همچنین، تیمار ۱۵۰ میلی مولار $NaCl$ در مقایسه با دیگر نمک ها تأثیر بیشتری بر روی دو جمعیت (۲۲۴ و ۱۰۴) داشت.

پرایمینگ در صفت درصد جوانه زنی در سطح ۱ درصد معنی دار می باشد. با این حال، اثر پرایمینگ بر درصد جوانه زنی از نظر آماری معنی دار نبود. شکل ۱ اثر متقابل جمعیت و پرایمینگ درصد جوانه زنی را به تصویر می کشد و نشان می دهد که تیمارهای نمک بر تمامی جمعیت ها نسبت به شاهد تأثیر گذار بودند. تیمارهای ۱۵۰ میلی مولار $NaCl$ و ۱۵۰ میلی مولار KNO_3 با مقدار ۶۳.۳ درصد در جمعیت های ۱۰۴ و ۲۲۸ بالاترین درصد جوانه زنی را نشان دادند. تیمار ۱۵۰ میلی مولار $NaCl$ با میزان جوانه زنی ۵۶.۶۷ درصد در جمعیت ۲۲۴ نسبت به سایر تیمارهای این جمعیت بالاترین درصد جوانه زنی را نشان داد تیمار ۱۵۰

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر جمعیت های مختلف *S. arbuscula* بر صفات جوانه زنی

Table 2- Variance analysis of the effect of different *S. arbuscula* genotypes on germination traits

میانگین مربعات Mean square						
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	جوانه زنی (درصد) Germination (percentage)	میانگین طول گیاهچه (میلی متر) Means seedling length (mm)	شاخص بینه بذر Germination index	سرعت جوانه زنی Germination rate	میانگین مدت جوانه زنی (روز) Means Germination time (days)
جمعیت Population	5	4292.86**	355.27**	3687254.31**	240.06**	3.53**
پرایمینگ treatment	6	114.29 ns	177.19**	237370.23**	10.03**	2.60**
تکرار Block	2	116.67	7.30	45662.17.	1.01	0.794
جمعیت * تیمار Population* treatment	30	316.19**	75.65**	188621.34**	22.56**	2.37**
خطا Error	82	38.62	9.13	14658.25	0.803	0.503

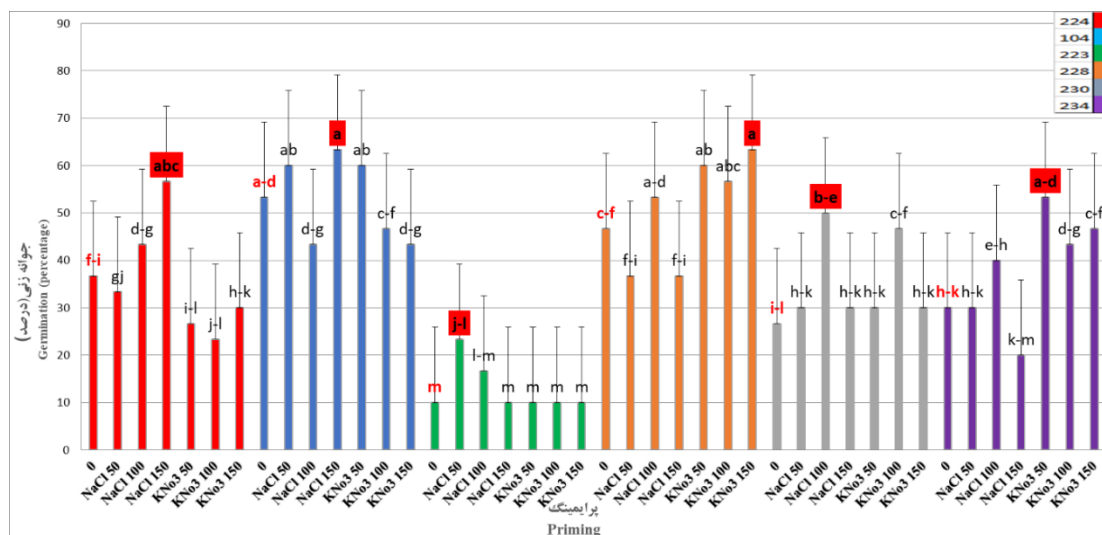
درصد رسید (Mirhosseini et al., 2014).

Mansouri & Omid (2018) در مطالعه بر روی پرایمینگ پتاسیم نترات در گونه کینوا *Chenopodium quinoa* نشان دادند اثر جمعیت و اثر متقابل در سطح ۱ درصد معنی دار بود که با نتایج این تحقیق هم خوانی دارد. اسموپرایمینگ بذر با ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی، شرایط جوانه زنی را بهبود می بخشد. در این فرآیند، اختلاف پتانسیل آب بین بذر و محیط اطراف که از طریق خیساندن در محلول نمک ایجاد می شود، جذب آب توسط بذر را تسهیل کرده و مقدار آن را افزایش می دهد (Rowse, 1995). جذب مؤثر آب اولین گام برای فعال سازی

نتایج تحقیق (Alizadeh et al. (2018) نشان داد که اثر جمعیت گونه *Tripleurospermum sevanense* و اثر متقابل جمعیت و پرایمینگ بر صفات جوانه زنی در سطح یک درصد معنی دار است که با نتایج این تحقیق هم خوانی دارد. به علاوه، امینی و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی اثر پرایمینگ بذر بر جمعیت های گونه *Satureja sahendica* گزارش کردند که با افزایش تیمار نمک، درصد جوانه زنی نسبت به شاهد افزایش یافته است، که این نتایج نیز با یافته های کنونی مطابقت دارد. در بررسی اثر پرایمینگ بر گونه *Haloxylon persicum* نتایج نشان داد با افزایش نمک سدیم کلرید درصد جوانه زنی از ۷۳ درصد به ۷۶

آسان می‌کند. مجموعه این عوامل، شامل بهبود جذب آب، فعال‌سازی متابولیسمی، تجزیه مواد ذخیره‌ای و کاهش موانع مکانیکی، در نهایت منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی حتی در شرایط محیطی نامطلوب می‌شود (Rosental et al., 2014; Thakur et al., 2020).

فعالیت‌های متابولیسمی بذر است که شامل افزایش فعالیت آنزیم‌های کلیدی مانند آمیلازها و پروتئازها و همچنین رونویسی از ماده وراثتی سلول می‌شود. این تغییرات، تجزیه مواد ذخیره‌شده در آندوسپرم و انتقال آن‌ها به رویان را سرعت می‌بخشد. همچنین، کاهش موانع مکانیکی مانند نرم شدن پوسته بذر، خروج جوانه را



شکل ۱- اثر متقابل پرایمینگ و جمعیت بر درصد جوانه‌زنی جمعیت‌های مختلف علف شور (برای مشخصات جمعیت‌ها رجوع شود به جدول یک)

Figure 1- The interaction effect of salt treatment and genotype in the percentage of germination of different genotypes of salt grass (for the characteristics of the genotypes, refer to table 1)

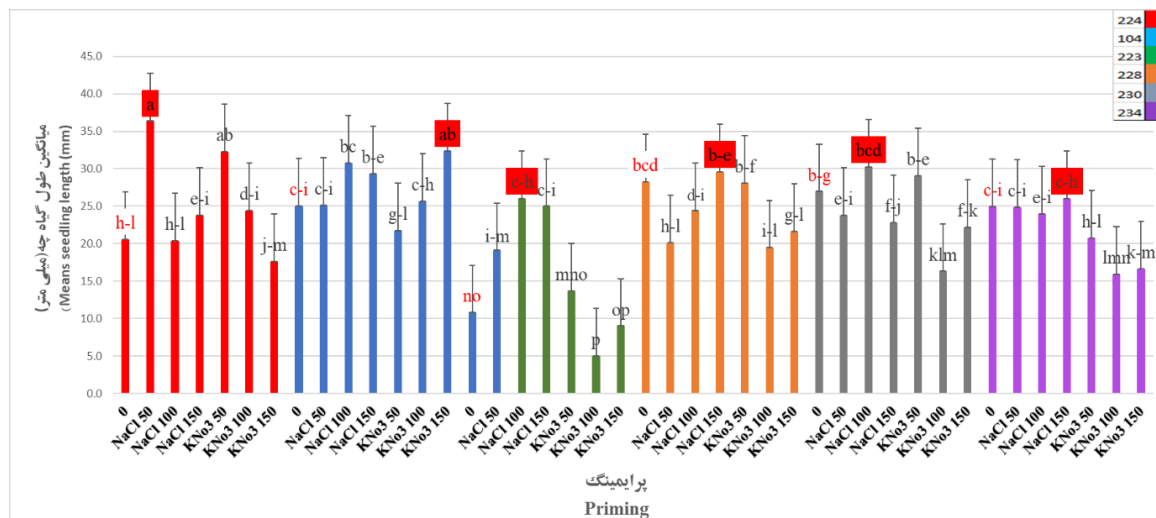
شده است، که این نتایج با یافته‌های تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد (Tavali et al., 2017). در بررسی اثر پرایمینگ با تیمار نمک KNO_3 بر صفات جوانه‌زنی در گونه *S. arbuscula* در دو رویشگاه مختلف منطقه اشتهارد، دریافتند که اثر منطقه و پرایمینگ بر میانگین طول گیاهچه معنی‌دار است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد، هرچند که تفاوت معنی‌داری از نظر واکنش به نمک بین جمعیت‌ها مشاهده نشد. Fattahizadeh & Rahmati Ahmadabad. (2022) در بررسی اثر پرایمینگ $NaCl$ در گونه *Cyamopsis tetragonoloba* گزارش کردند که اثر متقابل پرایمینگ و جمعیت در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده و جمعیت RGC-1008 با محلول نمک ۱۵۰ میلی‌مولار بالاترین میانگین طول گیاهچه را داشته است. افزایش معنی‌دار طول گیاهچه در تیمارهای پرایمینگ ممکن است به دلیل جوانه‌زنی زودتر و ایجاد گیاهچه‌های با قدرت بیشتر در مقایسه با تیمارهای بدون پرایمینگ باشد (Alizadeh et al., 2016). به نظر می‌رسد

میانگین طول گیاهچه

جدول ۲ تجزیه واریانس مربوط به میانگین طول گیاهچه را نمایش می‌دهد و نشان می‌دهد که اثر جمعیت، پرایمینگ، و اثر متقابل جمعیت و پرایمینگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. شکل ۲ تأثیر پرایمینگ بر میانگین طول گیاهچه را نشان می‌دهد و تأکید می‌کند که نمک‌ها بر روی تمامی جمعیت‌ها نسبت به شاهد تأثیر گذار بودند. تیمار ۵۰ میلی‌مولار $NaCl$ با میانگین ۳۶.۴ میلی‌متر در جمعیت ۲۲۴ بالاترین تأثیر را بر طول گیاهچه داشت، در حالی که تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار $NaCl$ نسبت به سایر نمک‌ها، تأثیر بیشتری بر دو جمعیت (۲۳۴ و ۲۲۸) نشان داد. طول گیاهچه با اعمال پرایمینگ به طور معنی‌دار افزایش می‌یابد (Ahmadi et al., 2022). Mirhosseini et al. (2014) در بررسی اثر پرایمینگ بر گونه *Haloxylon persicum* به این نتیجه رسید غلظت از ۰ به ۱۵۰ میانگین طول گیاهچه از ۲.۳۷ به ۲.۶۸ افزایش یافت، بنابراین افزایش غلظت نمک موجب افزایش طول گیاهچه نسبت به شاهد

(Michel, 1983)

پرایمینگ بذر در محلول‌های اسمزی با افزایش میزان آب جذب شده توسط بذر، موجب رشد بیشتر ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود



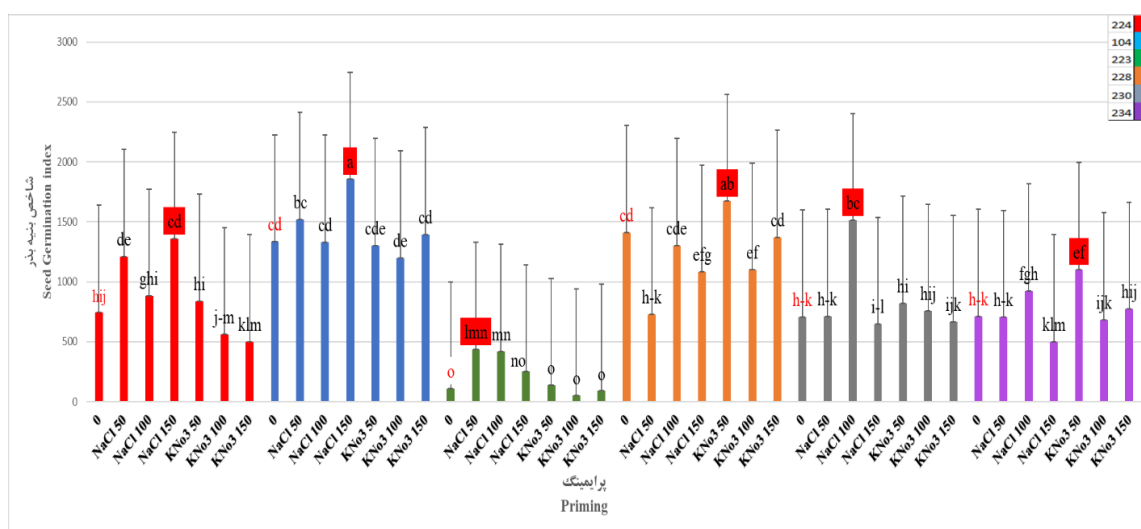
شکل ۲- اثر متقابل پرایمینگ و جمعیت در میانگین طول گیاه چه جمعیت‌های مختلف علف شور (برای مشخصات جمعیت‌ها رجوع شود به جدول یک)

Figure 2- The interaction effect of salt treatment and genotype on the average plant length of different genotypes of fennel grass (for the characteristics of genotypes, refer to table 1)

شاخص بنيه بذر

تأثیر گذار بوده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که تیمار ۱۵۰ میلی مولار NaCl با مقدار ۱۸۵۵ در جمعیت ۱۰۴ بیشترین تأثیر را بر شاخص بنيه بذر داشته است، همچنین تیمار ۱۵۰ میلی مولار NaCl در مقایسه با سایر نمک‌ها بر روی دو جمعیت (۲۲۴ و ۱۰۴) تأثیر بیشتری داشته است.

جدول ۲ تجزیه واریانس مربوط به شاخص بنيه بذر را نشان می‌دهد و مشخص می‌کند که اثر جمعیت، پرایمینگ، و اثر متقابل جمعیت و پرایمینگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. شکل ۳ تأثیر پرایمینگ بر شاخص بنيه بذر را به تصویر می‌کشد و نشان می‌دهد که نمک‌ها بر روی تمامی جمعیت‌ها نسبت به شاهد



شکل ۳- اثر متقابل پرایمینگ و جمعیت در شاخص بنيه بذر جمعیت‌های مختلف علف شور (برای مشخصات جمعیت‌ها رجوع شود به جدول یک)

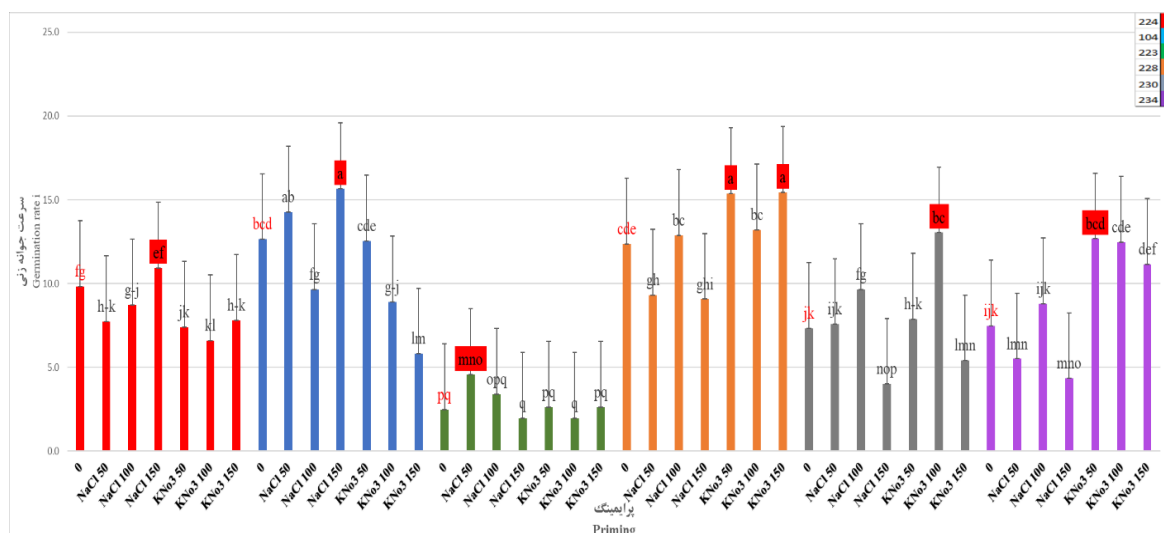
Figure 3- The Interaction Effect Of Salt Treatment And Genotype On The Seed Germination Index Of Different Genotypes Of Salt Grass (For The Characteristics Of The Genotypes, Refer To Table 1)

نمک‌ها بر روی همه جمعیت‌ها نسبت به شاهد اثر گذار بودند تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl با مقدار ۱۵.۷ در جمعیت ۱۰۴ بیشترین اثر در سرعت جوانه‌زنی داشتند، همچنین تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl با تأثیر بر روی دو جمعیت (۲۲۴ و ۱۰۴) و تیمار ۵۰ میلی‌مولار KNO₃ با تأثیر بر روی دو جمعیت (۲۳۴ و ۲۲۸) نسبت به نمک‌های دیگر اثر گذارتر بودند. (Amiri et al. (2012 در بررسی تأثیر اسمو پرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر *Salicornia herbacea* گزارش کردند اثر تیمارهای NaCl روی صفت سرعت تجمع جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی دار شد که با نتایج این تحقیق همسویی دارد. Tavousi et al., 2021 در بررسی اثر پرایمینگ نمک NaCl، *Chenopodium quinoa Willd* در غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار سدیم کلرید مولار بیان کردند که تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار با مقدار ۹۶.۹۷۲ نسبت به شاهد بیشترین اثر در سرعت جوانه‌زنی داشتند که این نتیجه با نتایج حاضر مطابقت دارد. (Mojarreb et al., (2017 در بررسی اثر تیمارهای NaCl و KNO₃ بر روی صفات جوانه‌زنی گونه *Lolium rigidum* به این نتیجه رسیدند که تیمار با نمک NaCl به مدت ۴۸ ساعت دارای بیشترین سرعت تجمع در مقایسه با شاهد و KNO₃ بود که این نتیجه با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

(Dadmand et al. (2022 در بررسی تأثیر پرایمینگ نمک KNO₃ و NaCl بر جمعیت‌های مختلف گونه *Halocnemum strobilaceum* گزارش کردند که اثر جمعیت، پرایمینگ، و اثر متقابل در سطح یک درصد معنی دار است که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. (Mohammadnejad et al. (2020 در بررسی تأثیر پرایمینگ نمک سدیم کلرید با غلظت‌های ۱۵، ۳۰ و ۴۵ میلی‌مولار در گونه *Atriplex canescens* گزارش کردند که با افزایش غلظت نمک از ۱۵ به ۴۵ میلی‌مولار، شاخص بنيه بذر نسبت به شاهد افزایش یافته است که این نتایج نیز با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. همچنین (Safri et al. (2022 در گونه *Beta vulgaris* بهبود بنيه بذر را به بهبود درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه نسبت دادند. باتوجه به اینکه در این تحقیق درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه با اعمال پرایمینگ افزایش یافت، بنابراین شاخص بنيه بذر نیز با افزایش درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه افزایش یافته است.

سرعت تجمع جوانه‌زنی

جدول ۲ تجزیه واریانس مربوط به سرعت تجمع جوانه‌زنی را نشان می‌دهد که بیانگر اثر معنادار جمعیت و پرایمینگ و اثر متقابل جمعیت در پرایمینگ در سطح ۱ درصد می‌باشد. در شکل (۴) اثر پرایمینگ بر سرعت تجمع جوانه‌زنی را نشان می‌دهد



شکل ۴- اثر متقابل پرایمینگ و جمعیت در سرعت جوانه‌زنی جمعیت‌های مختلف علف شور (برای مشخصات جمعیت‌ها رجوع شود به جدول یک)
Figure 4- The opposite effect of salt treatment and genotype on the cumulative rate of different genotypes of salt grass (for the characteristics of the genotypes, refer to table 1)

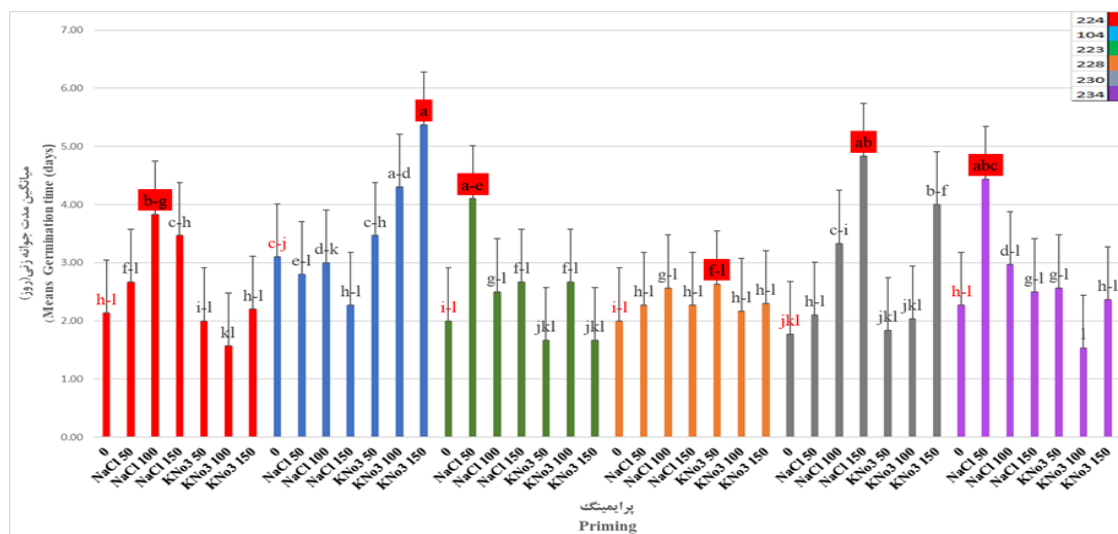
تیمار ۱۵۰ میلی مولار KNO_3 با میانگین ۵.۳۷ روز در جمعیت ۱۰۴، بیشترین مقدار را در میانگین مدت جوانه زنی به خود اختصاص داد. (Sabouri Rad et al., 2013) در بررسی اثر پرایمینگ $NaCl$ بر میانگین مدت جوانه زنی گونه *Kochia scoparia* دریافتند که اثر نمک بر بذر در سطح ۱ درصد معنادار است که این نتایج با یافته های این مطالعه مطابقت دارد. همچنین (Pichand et al., 2023) در مطالعه اثر پرایمینگ بذر بر خصوصیات جوانه زنی گیاهچه *Salvia aegyptiaca* تحت غلظت های مختلف $NaCl$ (۰، ۸۰، ۱۵۰، و ۲۵۰ میلی مولار) گزارش کردند که با افزایش پرایمینگ، میانگین مدت جوانه زنی افزایش یافته و زمان بیشتری برای جوانه زنی صرف شده است که این نتیجه نیز با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

(Mousavi & Omid, 2020) در بررسی *Chenopodium quinoa Willd* گزارش دادند در غلظت های مختلف $NaCl$ (۰، ۳، ۶، ۹) دسی زیمنس بر متر سدیم کلرید از ۱۱ روز به ۱۴ روز رسید. بذر ردکارینا در مدت زمان زیادی جوانه زند. بنابراین در شرایط تنش، جذب آب توسط بذر دچار اختلال شده و یا جذب به کندی صورت می گیرد. در چنین حالتی فعالیتهای متابولیکی جوانه زنی در داخل بذر به آرامی انجام می شود و در نتیجه مدت زمان لازم برای جوانه زنی افزایش می یابد (De & Kar, 1995).

سرعت جوانه زنی بذرهای پرایم شده به دلیل تقویت مکانیسم های ترمیم ژنتیکی و افزایش فعالیت آنزیم های تجزیه کننده مانند آلفا آمیلاز، همچنین بهبود سنتز DNA، RNA و پروتئین و تولید متابولیت های مورد نیاز برای جوانه زنی افزایش می یابد (Bahmani et al., 2015; Farooq, 2006). در بذرهای پرایم شده، تغییرات متابولیکی و بیوشیمیایی به گونه ای رخ می دهد که فرآیند جوانه زنی را تسریع می کند. به عنوان مثال، بخشی از پروتئین ها و کربوهیدرات ها در اثر فعالیت آنزیم های هیدرولیز کننده تجزیه می شوند و این مواد آماده مشارکت در فرآیند جوانه زنی می گردند. این تغییرات می تواند عامل مهمی در تسریع جوانه زنی بذرهای پرایم شده باشد (Ahmadi, 2022).

میانگین مدت جوانه زنی

در جدول ۲ تجزیه واریانس میانگین مدت جوانه زنی نشان دهنده اثر معنادار جمعیت، پرایمینگ، و اثر متقابل آن ها در سطح ۱ درصد است. شکل ۵ نیز اثر متقابل پرایمینگ بر میانگین مدت جوانه زنی را به تصویر می کشد، که نشان می دهد نمک ها تأثیر چشمگیری بر کاهش میانگین مدت جوانه زنی جمعیت ها نسبت به شاهد نداشته اند. با افزایش غلظت نمک، میانگین مدت جوانه زنی در مقایسه با شاهد بیشتر شده و در هیچ یک از جمعیت ها، تیمار نمکی منجر به کاهش مدت جوانه زنی نشد.



شکل ۵- اثر متقابل پرایمینگ و جمعیت در میانگین مدت جوانه زنی جمعیت های مختلف علف شور (برای مشخصات جمعیت ها رجوع شود به جدول یک)

Figure 5- The interaction effect of salt treatment and genotype on the average germination time of different genotypes of savory grass (for the characteristics of genotypes, refer to table 1)

خوشه‌بندی K میانگین

است. سایر صفات، به دلیل عدم معناداری، از گروه‌بندی کنار گذاشته شدند. به طور مشخص، جمعیت‌های ۱۰۴ و ۲۳۴ در خوشه ۱، جمعیت ۲۲۸ در خوشه ۲، و جمعیت‌های ۲۲۴، ۲۳۰ و ۲۲۳ در خوشه ۳ قرار دارند (جدول ۴).

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، صفت درصد جوانه‌زنی به طور معناداری تأثیرگذار بوده و نشان‌دهنده این است که گروه‌بندی در این صفت نسبت به سایر صفات مؤثرتر بوده

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس متغیرهای گروه‌بندی در گونه *S. arbuscula* با روش خوشه‌بندی کی میانگین

Table 3- Variance analysis table of grouping variables in *s. arbuscula* species by k-means method

تجزیه واریانس متغیرهای گروه‌بندی					
Analysis Of Grouping Variances					
صفات Traits	خوشه cluster		خطا Error		سطح معنی‌داری Significant Level
	میانگین مربعات Means of Squares	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of Squares	درجه آزادی df	
درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	2.237	2	0.175	3	12.784
میانگین طول گیاهچه Average Seedling Length	1.226	2	0.849	3	1.444
شاخص بنیه بذر Seed Germination Index	1.846	2	0.436	3	4.232
سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	1.939	2	0.374	3	5.183
میانگین مدت‌جوانه‌زنی Means Germination Time	1.991	2	0.339	3	5.870

جدول ۴- عضویت خوشه‌ها در جمعیت‌های مختلف گونه *S. arbuscula* با روش کی میانگین

Table 4- Membership of clusters in different genotypes of *S. arbuscula* species by k-means method

عضویت خوشه		
Cluster membership		
جمعیت Genotype	خوشه Cluster	فاصله Distance
224	3	1.238
104	1	0.697
223	3	1.287
228	2	0.000
230	3	1.537
234	1	0.697

نتیجه‌گیری

پرایمینگ با نمک سدیم کلرید به‌طور مؤثری درصد جوانه‌زنی بذر را تحریک و تقویت کرده و صفات جوانه‌زنی این گونه را بهبود می‌بخشد. پرایمینگ بذر با هدف فعال‌سازی فرآیندهای فیزیولوژیکی بدون آغاز جوانه‌زنی کامل از مؤثرترین روش‌های تیمار بذر شناخته می‌شود. این روش با تسریع و یکنواخت‌سازی

با توجه به نتایج به‌دست آمده، بیشترین میزان اثر متقابل جمعیت‌ها در پرایمینگ بذر، به‌ویژه در صفات درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر و سرعت جوانه‌زنی، در جمعیت ۱۰۴ تحت تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl مشاهده شد این یافته‌ها نشان می‌دهد که

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می دارند که هیچ گونه تعارض منافی در رابطه با نگار و یا انتشار این مقاله ندارند.

References

- Abassi Bidli, M., & Abdali Mashhadi, A. (2017). The effect of priming on germination and seedling growth components of mung bean (*Vigna radiata*) (Shushtar ecotype) under saline stress conditions. *Science and Seed Research of Iran*, 4(1), 75–88. <https://doi.org/10.22124/jms.2017.2249>
- Abdul-Baki, A. A., & Anderson, J. D. (1973). Vigour determination in soybean seed by multiplication. *Crop Science*, 13, 630–633. <https://doi.org/10.2135/cropsci1973.0011183X001300060013x>
- Adam, P. (1990). *Salt marsh ecology*. Cambridge University Press.
- Ahmadi, Kh., Shojayan, A., Omid, H., Amini Dehaghi, M., & Azad Bakht, F. (2022). Effect of salicylic acid and potassium nitrate on germination characteristics, photosynthetic pigments, and proline of two safflower seedlings under salinity stress. *Environmental Stresses in Agricultural Sciences*, 15(1), 247–257. <https://doi.org/10.22077/escs.2020.3593.1882>
- Amini, F., & Abedini, M. (2012). Evaluation of seed germination, growth, and anatomy of *Salsola arbuscula* plant under salt stress in glass culture. *Journal of Cell and Tissue*, 3(3), 237–249. <https://doi.org/10.52547/JCT.3.3.237>
- Amiri, B., Rasouli, B., Assareh, M. H., Jafari, M., & Jafari, A. A. (2012). Effect of NaCl and Na₂SO₄ on germination and seedling growth of *Salicornia herbacea* and *Alhagi persarum*. *Journal of Rangeland and Desert Research*, 19(2), 233–243. <https://doi.org/10.22092/ijrdr.2012.103154>
- Armand Tarab, K., Maddkar Haqjo, M., & Esmaili, A. (2014). Improving the tolerance and condition of alfalfa seeds under salinity stress under the influence of different priming times of KNO₃ and Na₂SiO₃. *Iranian Plant Biology*, 7(26), 75–96. <https://doi.org/10.1001.1.20088264.1394.7.26.7.9>
- Asadi, A. D. (2001). *Flora of Iran* (No. 38, Choghandarian branch). Research Institute of Forests and Pastures.
- Asgari, H. R., Cornelis, W., & Van Damme, P. (2011). Effect of salinity on wheat (*Triticum aestivum* L.) grain yield, yield components, and ion uptake. *Desert*, 16(2), 169–175.

جوانه زنی بذرها، حتی در شرایط نامساعد محیطی مانند دماهای پایین و کمبود رطوبت، موجب بهبود رشد اولیه گیاه می شود. علاوه بر این، پرایمینگ با تقویت سیستم ریشه و افزایش توانایی گیاه در جذب آب و عناصر غذایی، استقرار بهتر گیاهچه را تضمین می کند. این روش می تواند به افزایش مقاومت گیاه به تنش های محیطی نظیر خشکی، شوری و عوامل بیماری زا منجر شود. همچنین مشخص شد جمعیت های ۲۲۴، ۲۲۳ و ۲۳۰ که در خوشه دوم گروه بندی شده بودند، تحت تیمار سدیم کلرید به طور قابل توجهی درصد جوانه زنی بیشتری در مقایسه با تیمار پتاسیم نترات نشان دادند. همچنین جمعیت های ۱۰۴ و ۲۳۴ که در خوشه اول قرار داشتند، با استفاده از تیمار ۵۰ میلی مولار پتاسیم نترات افزایش چشمگیری در درصد جوانه زنی از خود نشان دادند. مقاومت جمعیت های مختلف یک گونه در برابر عوامل محیطی به مجموعه ای از عوامل ژنتیکی، محیطی، تکاملی و زیستی وابسته است. شناخت و مدیریت مؤثر این عوامل می تواند به تقویت مقاومت جمعیت ها و کاهش آسیب های ناشی از تنش های محیطی و آفات کمک نماید. وجود تنوع ژنتیکی بالا در جمعیت های مختلف یک گونه باعث افزایش مقاومت آن ها در برابر تنش ها و آفات می شود. در مقایسه گونه هایی که تنها یک جمعیت یکنواخت دارند معمولاً کمتر می توانند با تغییرات محیطی و فشارهای ناشی از آفات مقابله کنند. در انتها با توجه به کمبود آب در ایران پیشنهاد می شود آزمایش تنش خشکی همراه با تنش شوری با انجام شاخص های مهم اندازه گیری در تعیین مقاومت در جمعیت های مختلف گونه *S. arbuscula* صورت گیرد. همچنین پیشنهاد می شود از نمک های دیگر همچون کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم و... استفاده گردد تا مشخص شود این نمک ها تا چه میزان در درصد جوانه زنی این گونه تأثیرگذار هستند.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از همکاری مسئولین محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان که در پیشبرد این تحقیق مشارکت داشتند، نهایت سپاس و تشکر را دارند.

- Asgari, H. R., Cornelis, W., & Van Damme, P. (2012). Salt stress effect on wheat (*Triticum aestivum* L.) growth and leaf ion concentrations. *International Journal of Plant Production*, 6(2), 195–208. <https://doi.org/10.22069/ijpp.2012.775>
- Ashraf Mehrabi, A., & Hajinia, S. (2018). The effect of seed pretreatments on improving the germination of *Astragalus gossypinus* seeds. *Iran Seed Research*, 6(1), 113–119. <https://doi.org/10.29252/yujs.6.1.95>
- Bahmani, M., Rahimi, D., Sadeghipour, A., & Kartolinejad, D. (2015). Effects of priming with different concentrations of potassium nitrate on germination and germination indices of the medicinal plant *Cor Aviz*. *Marta Scientific Research Journal*, 10(2), 180–190.
- Bajehbaj, A. A. (2010). The effects of NaCl priming on salt tolerance in sunflower germination and seedling growth under salinity conditions. *African Journal of Biotechnology*, 9, 1764–1770. <https://doi.org/10.5897/AJB10.1019>
- Baskin, C. C., Baskin, J. M., & Hoffman, G. R. (1992). Seed dormancy in the prairie forb *Echinacea angustifolia* (Asteraceae): After-ripening pattern during cold stratification. *International Journal of Plant Sciences*, 153(2), 239–243. <https://doi.org/10.1086/297027>
- Bekhröd, H., Mahdavi, B., & Rahimi, A. (2014). The effect of seed priming on vegetative growth and some physiological characteristics of sesame (*Sesamum indicum*) under salinity conditions caused by alkaline salts. *Iranian Agricultural Research Journal*, 13(4), 810–822. <https://doi.org/10.22067/gsc.v13i4.36039>
- Dadmand, M., Salehi Shanjani, P., Rasoolzadeh, L., Assadi, M., & Falah Hoseini, L. (2022). Evaluation of the effect of storage and different priming methods on germination traits of *Halocnemum strobilaceum* accessions in the Natural Resources Gene Bank of Iran. *Journal of Seed Science and Research in Iran*, 9(2), 1–12. <https://doi.org/10.22124/jms.2022.6148>
- De, R., & Kar, R. K. (1995). Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiata*) under water stress induced by PEG-6000. *Seed Science and Technology*, 23(2), 301–308.
- Farajollahi, A., Asgari, H. R., Ownagh, M., Mahboubi, M. R., Salman, A. S., & Mahini, A. (2016). Monitoring and prediction of spatial and temporal changes of land use/cover (Case study: Marave Tappeh region, Golestan). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 6(4), 1–14.
- Farooq, M., Basra, S. M. A., & Hafeez, K. (2006). Seed invigoration by osmo-hardening in coarse and fine rice. *Seed Science and Technology*, 34(1), 181–187. <https://doi.org/10.15258/sst.2006.34.1.19>
- Feizi, H., & Khajeh Hosseini, M. (2012). Mean germination time as a vigor index for some hybrids and inbred lines of *Zea mays* L. *Journal of Seed Science and Technology of Iran*, 1(2), 203–221.
- Gholami, A., Asgari, H. R., & Saeidifar, Z. (2014). Short-term effect of different tillage systems on soil salinity, density, and nutrients in irrigated wheat (Case study: agricultural land, Chenaran–Khorasan Razavi). *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 5(5), 1513–1524.
- Ghour, T., Sharma, A., Lar, R., Heikrujam, M., Gupta, A., Agarwal, L., Chetri, S., Kumar, R., & Sharma, K. (2023). Amelioration of physio-biochemical responses to salinity stress and computation of primary germination index components in cauliflower through seed priming. *Heliyon*, 9(3), Article e14403. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14403>
- Haqnia, M. (1994). *Guide to tolerance of plants to salinity* (Trans.). Mashhad Academic Jihad Publications.
- Heidari-Sharifabady, H., & Mirzaie-Nodoushan, B. H. (2006). Salinity-induced growth and some metabolic changes in three *Salsola* species. *Journal of Arid Environments*, 67, 715–720. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.03.018>
- Kavandi, A., Jafari, A. A., & Jafarzadeh, M. (2018). Effect of osmopriming on seed germination and seedling growth in deteriorated *Onobrychis viciifolia* Scop. seeds stored in base and active gene bank cold rooms. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 25(3), 671–685. <https://doi.org/10.22092/ijrdr.2018.117817>
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination—Aid in selection and evaluation for seedling vigor. *Crop Science*, 2, 176–177.
- Mansouri, A., & Omid, H. (2018). Effect of chitosan nanoparticles and potassium nitrate on germination and some morphophysiological traits of quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Iranian Journal of Seed Research*, 5(1), 147–159. <https://doi.org/10.29252/yujs.5.1.147>
- Meftahizade, H., & Rahmati Ahmadabad, Z. (2021). Evaluation of germination indices and seedling growth traits of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) genotypes under different salinity stress levels. *Journal of Seed Science and Technology of Iran*, 10(2), 97–109. <https://doi.org/10.22034/ijss.2020.342298.133>
- Michel, B. E. (1983). Evaluation of the water potentials of solutions of polyethylene glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes. *Plant Physiology*, 71, 66–70. <https://doi.org/10.1104/pp.72.1.66>
- Mirhosseini, A., Zare'azadeh, A., & Zare Mehrjerdi, M. (2014). Effect of salinity stress on germination and early growth of *Haloxylon persicum* seedlings. *Iranian Journal of Forest*, 7(3), 441–498.
- Mohammadnejad, M., Mahmoodi, J., Alizadeh, M. A., & Naseri, B. (2020). Effect of osmopriming duration and concentration on germination indices of three rangeland species of *Atriplex*. *Seed Research*, 10(2), 22–30. <https://doi.org/10.1001.1.22520961.1399.10.35.3.7>

- Mojarreb, S., Moghaddam, M., Saidi Pouya, E., & Narimani, R. (2017). Effect of hydropriming and osmopriming on improving seed germination of hard ryegrass (*Lolium rigidum*). *Journal of Seed Science and Technology of Iran*, 6(2), 67–76. <https://doi.org/10.22034/ijst.2018.116528>
- Mousavi, S. E., & Omid, H. (2020). Evaluation of germination and growth indices of *Chenopodium quinoa* Willd. under salinity stress. *Journal of Seed Research*, 10(1).
- Mukhtar, K., Afzal, I., Qasim, M., Maqsood, S., Basra, A., & Muntz, M. S. (2013). Does priming promote germination and early stand establishment of French marigold (*Tagetes patula* L.) seeds by inducing physiological and biochemical changes? *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 12, 13–21.
- Pichand, M., Dianki Tilki, Q. A., Mezradi, H., & Alizadeh, M. A. (2023). Effect of halopriming on germination characteristics of the medicinal plant *Salvia aegyptiaca* under salinity stress. *Journal of Iranian Seed Science and Technology*, 12(2), 1–11. <https://doi.org/10.22092/ijst.2023.360046.1453>
- Rosental, L., Nonogaki, H., & Fait, A. (2014). Activation and regulation of primary metabolism during seed germination. *Seed Science Research*, 24, 1–15. <https://doi.org/10.1017/S0960258513000391>
- Rowse, H. R. (1995). Drum priming: A non-osmotic method of priming seeds. *Seed Science and Technology*, 24, 281–294.
- Sabouri Rad, S., Kafi, M., Nizami, H., & Banyan Ol, M. (2013). Germination behavior of *Kochia scoparia* seeds in response to different temperatures and salinity stresses. *Journal of Agroecology*, 4(4), 282–293. <https://doi.org/10.22067/jag.v4i4.17803>
- Saeedifar, Z., & Asgari, H. R. (2015). Effects of soil compaction on soil carbon and nitrogen sequestration and some physico-chemical features (Case study: north of Aq Qala). *Ecopersia*, 2(4), 743–755. <https://doi.org/10.22067/jsw.v29i6.30196>
- Safahani, A. R., & Shahriari, G. (2016). Comparison of different seed priming methods for improving growth and yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) under salinity conditions. *Journal of Environmental Physiology of Plants*, 11(44), 44–54.
- Safri, A. R., Sadeghzadeh Hemayati, S., Moghafi, M., & Jalilian, A. (2022). Effect of seed processing methods on germination and establishment of sugar beet plants in the field. *Sugar Beet*, 38(1), 83–93. <https://doi.org/10.22092/jsb.2023.352161.1251>
- Song, J., Hai, F., Yuanyuan, Z., Yonghui, J., Xihua, D., & Wang, B. (2008). Effect of salinity on germination, seedling emergence, seedling growth, and ion accumulation of a euhalophyte *Suaeda salsa* in an intertidal zone and on saline inland soils. *Aquatic Botany*, 88, 331–337. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.11.004>
- Statistical Yearbook of Semnan Province. (2018). *Statistical yearbook of Semnan Province*. Management and Planning Organization of Semnan Province, Deputy of Statistics and Information.
- Stefaniak, B., Woźny, A., & Li, V. (2003). Plant micropropagation and callus induction of some annual *Salsola* species. *Biologia Plantarum*, 46(2), 305–308. <https://doi.org/10.1023/A:1022879400747>
- Tavousi, M., Mehrzad, M., Anafjeh, Z., & Mahdavi Majd, J. (2021). Effect of different salinity levels on germination indices of 20 new quinoa genotypes. *Environmental Stresses in Agricultural Sciences*, 14(3), 837–847. <https://doi.org/10.22077/escs.2020.2987.1772>
- Thakur, M., Sharma, P., Anand, A., Pandita, V. K., Bhatia, A., & Pushkar, S. (2020). Raffinose and hexose sugar content during germination are related to infrared thermal fingerprints of primed onion (*Allium cepa* L.) seeds. *Frontiers in Plant Science*, 11, Article 579037. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.579037>