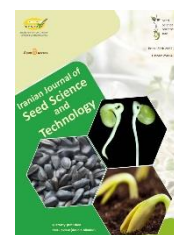




Iranian Journal of Seed Science and Technology



ISSN: 2588-4638

Research Article

The effect of seed priming of *Thymus daenensis* by peppermint and seaweed extracts on germination and seedling growth under salinity stress conditions

Ahmadreza Najafi¹ , Asghar Estaji^{2*} , Mahdi Ghasemi³ 

1. MSc of Mohaghegh Ardabili University, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Department of Horticulture, Ardabil, Iran.
2. Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran.

Article Information

Received: 10 Jan. 2023
Revised: 21 Nov. 2023
Accepted: 28 Nov. 2023

Keywords:

Plant height,
Antioxidant enzymes,
Proline,
Seed parameters,
Total Chlorophyll

Corresponding Author:

aestaji@yahoo.com



Abstract

The percentage and rate of seed germination are critical factors leading to high yield in agriculture, but it has a diminishing effect on environmental stress. Seed pretreatment is one of the ways to increase the strength and velocity of seed germination to deal with salt stress. The purpose of this study was to investigate the effect of seed pretreatment by peppermint (0.5, 1, and 2%) and seaweed extract (0.5, 1, and 2%) with control on the growth and biochemical traits of *Thymus daenensis* seedling under salinity stress (0, 50, 100, and 150 mM NaCl) conditions. This experiment was conducted as a factorial as a completely randomized design in four replications at the seedling growth stage. The results showed that seed pretreatment with peppermint and seaweed extract increased the percentage, velocity, and time of germination as well as the number of germinated seeds, in the absence of salinity stress. In seedling growth characteristics, although they were better in the absence of salinity stress, the pretreatment of the seeds significantly reduced the effects of salinity stress compared to the control conditions. The highest amount of chlorophyll in this condition was obtained in seeds treated with 2% seaweed extract. The highest activity of catalase enzyme and polyphenol oxidase enzyme was obtained in 100 and 150 mM salinity stress conditions and seeds treated with 1 and 2% seaweed extract, respectively. Salinity stress had caused a decrease in growth parameters, but seaweed extract pretreatment had improved the conditions.

How to cite this paper: Najafi, A., Estaji, A., Ghasemi, M. (2024). The effect of seed priming of *Thymus daenensis* by peppermint and seaweed extracts on germination and seedling growth under salinity stress conditions. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 13 (4), 1-15. <https://doi.org/10.22092/ijst.2023.361169.1469>



© 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

Salinity is one of the most important abiotic stresses that affect plant growth and productivity. This abiotic stresses affects plant growth by ionic toxicity, osmotic stress, hormonal imbalance, reduced nutrient mobility, and production of reactive oxygen species (ROS). *Thymus daenensis*, a plant less than 40 cm height, has extensive medicinal uses due to its essential oils of Thymol and Carvacrol. Peppermint (*Mentha piperita*) is an aromatic plant and a well-known species of mint. Seaweed also contains growth-promoting hormones that have been shown to increase plant growth and yield. The percentage and rate of seed germination are critical factors leading to high yield in agriculture, but it has a diminishing effect on environmental stress. Seed pretreatment is one of the ways to increase the strength and velocity of seed germination to deal with salt stress.

Materials and Methods

This experiment was conducted to investigate the effect of seed pretreatment with peppermint and seaweed extracts on germination and seedling growth of the medicinal plant *Thymus daenensis* under salt stress conditions as a factorial in a completely randomized design with four replications in the greenhouse and in pots condition. The purpose of this study was to investigate the effect of seed pretreatment by peppermint (0.5, 1, and 2%) and seaweed extract (0.5, 1, and 2%) with control on the growth and biochemical traits of *Thymus daenensis* seedling under salinity stress (0, 50, 100, and 150 mM NaCl) conditions.

Results and Discussion

Pretreatment increased the percentage, speed, duration of germination and number of germinated seeds of *Thymus vulgaris* seeds, which were affected by the simple effect of pretreatment and salinity stress, as well as the

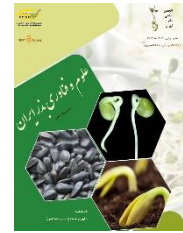
interaction effect of salinity stress \times treatment. Salinity stress significantly reduced the germination percentage in *Thymus vulgaris* seeds, such that the lowest germination percentage (10%) was obtained under salinity stress conditions of 150 mM sodium chloride. In contrast, pretreatment increased the germination percentage in *Thymus vulgaris* seeds, such that the highest germination percentage (96.5) was obtained under non-salinity stress conditions under seeds pretreated with peppermint 0.5%. The results showed that seed pretreatment with peppermint and seaweed extract increased the percentage, velocity, and time of germination as well as the number of germinated seeds, in the absence of salinity stress. Salinity stress significantly reduced the germination percentage in *Thymus* seeds, the lowest germination percentage (10%) was obtained under salinity stress conditions of 150 mM sodium chloride. In seedling growth characteristics, although they were better in the absence of salinity stress, the pretreatment of the seeds significantly reduced the effects of salinity stress compared to the control conditions. The highest amount of chlorophyll in this condition was obtained in seeds treated with 2% seaweed extract. The highest activity of catalase enzyme and polyphenol oxidase enzyme was obtained in 100 and 150 mM salinity stress conditions and seeds treated with 1 and 2% seaweed extract, respectively.

Conclusion

In general, the results showed that pretreatment with seaweed extract significantly increased growth and biochemical traits. The effect of treatment on all studied traits was significant and improved the adverse effects of salinity stress in the *Thymus* plant. In this study, the application of seaweed extract had a better effect than peppermint extract on most traits. Salinity stress had caused a decrease in growth parameters, but seaweed extract pretreatment had improved the conditions.

انجمن
علمی
بذر
ایرانسازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات بذر و نهال

نشریه علوم و فناوری بذر ایران



ISSN: 2588-4638

مقاله پژوهشی

تأثیر پیش تیمار بذر آویشن دناپی با عصاره گیاه نعناع فلفلی و جلبک دریایی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در شرایط تنش شوری

احمدرضا نجفی^۱، اصغر استاجی^{۲*}، مهدی قاسمی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه علوم باغبانی
۲. دانشیار دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه علوم باغبانی
۳. استادیار، دانشگاه شهرکرد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه علوم باغبانی.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۰۷

واژه‌های کلیدی:

ارتفاع بوته،

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان،

پرولین،

شاخص‌های بذر،

کلروفیل کل

نویسنده مسئول:

aestaji@yahoo.com

چکیده

درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای یکی از عوامل دستیابی به عملکرد بالا در کشاورزی است ولی تحت تاثیر تنش‌های محیطی کاهش می‌یابد. پیش تیمار بذرهای یکی از روش‌های افزایش قدرت و سرعت جوانه‌زنی بذرهای برای مقابله با تنش شوری است. هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر پیش تیمار بذر با عصاره گیاه نعناع فلفلی (۰/۵، ۱ و ۲ درصد) و عصاره جلبک دریایی (۰/۰۵، ۱ و ۲ درصد) به همراه شاهد بر شاخص‌های رشدی و بیوشیمیایی گیاهچه گیاه دارویی آویشن دناپی در شرایط تنش شوری (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) بود. این آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام گرفت. نتایج نشان داد پیش تیمار عصاره جلبک دریایی و نعناع فلفلی باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین تعداد بذر جوانه زده در شرایط عدم تنش شوری شده بود. در صفات رشدی گیاهچه هر چند در شرایط عدم تنش شوری شرایط بهتر بود ولی پیش تیمار بذرهای نسبت به شرایط کنترل اثرات تنش شوری را بطور معنی‌داری کاهش داد. بالاترین میزان کلروفیل کل در شرایط عدم تنش شوری در بذور تیمار شده با عصاره جلبک دریایی ۲ درصد بود. بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز و آنزیم پلی فنل اکسیداز به ترتیب در شرایط تنش شوری ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار و در بذور تیمار شده با عصاره جلبک دریایی ۱ و ۲ درصد بود. بطور مشخص تنش شوری موجب کاهش شاخص‌های رشدی شده بود ولی پیش تیمار عصاره جلبک دریایی باعث بهبود شرایط شده بود.

نحوه استناد به این مقاله:

Najafi, A., Estaji, A., Ghasemi, M. (2024). The effect of seed priming of *Thymus daenensis* by peppermint and seaweed extracts on germination and seedling growth under salinity stress conditions. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 13 (4), 1-15. <https://doi.org/10.22092/ijssst.2023.361169.1469>

مقدمه

گیاهان در طول زندگی خود در معرض انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی هستند. شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که بر رشد و بهره‌وری گیاه تأثیر می‌گذارد (Semary et al., 2020). تجمع املاح در خاک به ویژه یون‌های سدیم و کلر باعث شور شدن زمین‌های کشاورزی می‌شود. شوری با سمیت یونی، تنش اسمزی، عدم تعادل هورمونی، کاهش تحرک مواد مغذی و تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) بر رشد گیاه تأثیر می‌گذارد (Kumar et al., 2020). بنابراین شوری باعث پژمردگی، خشک شدن و مرگ گیاهان می‌شود. گیاهان برای زنده ماندن در خاک‌های شور، استراتژی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مختلفی مانند تبادل یونی، فعال‌سازی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانسی و تحریک هورمونی ایجاد کرده‌اند (Saberi Riseh et al., 2021).

آویشن دنیایی (*Thymus daenensis*) گیاهی با ارتفاع کمتر از ۴۰ سانتیمتر به دلیل داشتن اسانس تیمول و کارواکرول دارای کاربرد دارویی گسترده‌ای است که در درمان برخی از بیماری‌هایی همانند برونشیت و آسم مفید است (Akbar, 2020). نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) گیاهی معطر و از گونه‌های معروف نعناع است که از پیوند نعناع آبی و نعناع زینتی یا تند به وجود آمده است. این گیاه دارای برگ‌های سبز تیره و خوشبو است و ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر رشد می‌کند. از زمان‌های گذشته به عنوان یک گیاه معطر و اشتها آور مورد استفاده قرار گرفته است. اسانس نعناع فلفلی یک روغن غلیظ است که به وسیله تقطیر با بخار آب از گیاه استخراج می‌شود. این گیاه به شکل کاملاً تازه یا تا حدی خشک شده، قبل از شکوفه دادن، استفاده می‌شود. ترکیب‌های شیمیایی موجود در روغن نعناع فلفلی عبارت‌اند از: منتول (۴۰ درصد)، متون (۲۳ درصد)، منتیل استات، سینیول، لیمونن، بتا-پینن، بتا-کاروفیلن (Morachis-Valdez et al., 2021).

جلبک‌های دریایی، از اجزای اصلی اکوسیستم سواحل اقیانوس‌ها هستند. آن‌ها به صورت جلبک‌های دریایی تک سلولی یا پرسلولی در نواحی ساحلی اقیانوسی رشد می‌کنند و حاوی بسیاری از مواد معدنی مهم مورد نیاز گیاهان می‌باشند. جلبک دریایی همچنین حاوی هورمون محرک رشد است که ثابت شده

است قادر به افزایش رشد و عملکرد گیاه است. عصاره به‌دست آمده از جلبک‌های دریایی شامل ترکیبات مختلفی از پلی‌ساکاریدها، اسیدهای چرب، ویتامین‌ها، فیتوکروم، عناصر معدنی و بسیاری از ترکیبات زیستی است (Kocira et al., 2018). استفاده از اثر عصاره جلبک دریایی بر رشد و عملکرد بادمجان باعث افزایش شاخص‌های رشدی و بیوشیمیایی بادمجان شده است (Yusuf et al., 2021).

پیش تیمار بذر (پرایمینگ) روشی است که در آن بذور پیش از قرار گرفتن در بستر خود و مواجه شدن با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به دست آورده و سبب توانمند سازی گیاهان حاصل از بذرها می‌گردد. در مقابل تنش‌های غیر زیستی از جمله شوری، خشکی و تنش عناصر سنگین می‌شود (Sheikhzadeh et al., 2021). گزارش‌های زیادی در مورد پیش تیمار بذر به منظور بهبود جوانه‌زنی بذر، رویش نهال، استقرار توده، رشد محصول، گره سازی و بهره‌وری در گونه‌های مختلف زراعی مانند گل‌گاوزبان (Mahmoudi et al., 2019; Sheikhzadeh et al., 2021)، آتریپلکس (Mohammadnejad et al., 2020) و آویشن خراسانی و شیرازی (Asaadi et al., 2015) وجود دارد. پیش تیمار بذر موجب جوانه‌زنی سریع و یکنواخت بذر در شرایط تنش‌های غیر زیستی از جمله خشکی، شوری و تنش کادمیوم می‌شود (Mahmoudi et al., 2017; 2019). علاوه بر سازو کارهای سازگاری گیاه، عصاره جلبک دریایی و نعناع فلفلی می‌توانند تحمل نمک را در گیاهان از طریق هموستاز یونی، تولید آنتی‌اکسیدانت‌ها، ACC دآمیناز، فیتوهورمون‌ها، مواد پلیمری خارج سلولی (EPS)، ترکیبات آلی فرار، تجمع اسمولیت‌ها، فعال‌سازی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانسی گیاهی و بهبود جذب مواد مغذی افزایش دهند (Saberi- Riseh et al., 2021).

از آنجا که شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که بر رشد و بهره‌وری گیاه در سراسر جهان تأثیر می‌گذارد. از این رو بررسی روشی که بتوان در تنش شوری، جوانه‌زنی بذور را بهبود بخشید، از اهمیت خاصی برخوردار است. بر این اساس در این پژوهش تأثیر پیش تیمار با غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی و عصاره گیاهی نعناع فلفلی بر تعدیل اثر شوری بر

بذرهایی که بر روی محلول قرار گرفتند جداسازی شد سپس بذرهای ضد عفونی شده بعد از آبخویی، داخل پتری و روی کاغذ صافی قرار گرفتند و محلول‌هایی با غلظت ۰،۰/۵، ۱ و ۲ درصد عصاره نعنای فلفلی و عصاره جلبک دریایی (جلبک دریایی گرومور شامل ترکیباتی: ۰/۱٪ نیتروژن، ۰/۱۶٪ فسفر، ۱/۵٪ پتاسیم و بر ۱۱، ۳۰، آهن ۱۵۰، منگنز ۸۰، روی ۵۰ میلی گرم بر لیتر به ترتیب، نیتروژن کل ۲٪، مواد آلی ۴/۹۵٪، کربوهیدرات ۱/۸۷٪ و اسید آمینه ۱۰۷، کربن آلی ۵۲، اکسین ۱۵، جیرلین ۲۴، سیتوکینین ۱۱ میلی گرم بر لیتر به ترتیب) تهیه شده از شرکت زیست فناوری توران داخل پتری ریخته شد بطوری که بذرها خیس گردیدند ولی غوطه ور نشدند و به مدت ۴۸ ساعت در شرایط دما و نور محیط نگهداری شد، سپس از محلول خارج و بین دو لایه کاغذ صافی به مدت ۲۴ ساعت در فضای آزمایشگاه خشک شدند.

۵۰ عدد بذر خشک شده را به سینی نشا ارتفاع ۱۰ سانتیمتری منتقل شدند. به دلیل ریز بودن به اندازه دو سانتی متر کوکویت و پرلایت ریخته شدند. سپس سینی‌های نشا را به دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰-۶۵ درصد و به دور از تابش مستقیم نور خورشید و یک مکان نسبتاً خشک در گلخانه قرار داده شدند. پس از تهیه غلظت‌های مختلف کلرید سدیم ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، بعد از پیش تیمار بذرها و کاشت در گلدان از همان ابتدای آبیاری گلدان‌ها، تیمار شوری اعمال شد. پس از رشد و در مرحله چهاربرگی گیاهچه‌ها، ارتفاع گیاه در هر نمونه به وسیله اندازه‌گیری با خط کش تعیین شدند. وزن تر و خشک اندام‌های هوایی توسط ترازو ۰/۰۰۰۱ وزن شدند. برای محاسبه درصد جوانه‌زنی، تعداد بذر جوانه زده بر تعداد بذر کاشته تقسیم، سپس در ۱۰۰ ضرب شدند تا درصد جوانه‌زنی به دست آید. همچنین برای اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی از فرمول زیر استفاده شد، مجموعه بذر جوانه زده تا پایان آزمایش (Ni)، مجموع زمان برحسب روز از شروع آزمایش (Ti) بود.

$$GR = \sum \frac{Ni}{Ti}$$

جهت اندازه‌گیری کلروفیل از روش آرون (Arnon, 1949) استفاده شد. برای این منظور از هر نمونه گیاهی برگ تازه به

جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه گیاه دارویی آویشن دناپی در شرایط تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایشی به منظور بررسی تأثیر پیش تیمار بذر با عصاره‌های گیاه نعنای فلفلی و عصاره جلبک دریایی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه دارویی آویشن دناپی در شرایط تنش شوری به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار در گلخانه دانشگاه محقق اردبیلی و به صورت گلدانی انجام شد. برای انجام آزمایش ابتدا کوکویت از شرکت جزیره به وزن ۶۰۰ گرم و pH برابر با ۶ و EC ۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر مکعب تهیه شد. کوکویت با دو لیتر آب به مدت ۲۴ ساعت خیس‌انده شدند تا از همدیگر جدا شود، سپس کوکویت و پرلیت‌ها را به نسبت ۲ به ۱ مخلوط و به سینی نشاء به ارتفاع ۱۰ سانتیمتر منتقل شدند. برای تهیه عصاره نعنای فلفلی ۲۰۰ گرم برگ تازه نعنای فلفلی چیده شده سال جاری بدون هیچ‌گونه موادی به بالن ۱۰۰۰ میلی‌لیتر منتقل، سپس روی آن متانول ۷۰ در صد ریخته و به ازای هر ۱۰۰ گرم نعنای فلفلی ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول ۷۰ در صد مصرف شد. بعد از آماده‌سازی نعنای فلفلی و متانول ۷۰ درصد در بالن آن را به مدت ۷۲ ساعت در جای تاریک قرار داده و هر ۲۴ ساعت یکبار بالن‌های حاوی نعنای فلفلی و متانول ۷۰ درصد را هم زده و دوباره به جای تاریک بازگردانده شدند. با دستگاه روتاری متانول موجود در عصاره تبخیر و عصاره خالص تهیه شد. دمای دستگاه روتاری روی ۴۰ درجه سانتی‌گراد و دور ۷۰ الی ۱۰۰ تنظیم شد. سپس عصاره موجود در روتاری به مدت سه ساعت و ۴۵ دقیقه قرار داده شد تا متانول موجود تبخیر شود سپس عصاره بدست آمده را در پتری‌های شیشه‌ای ریخته و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۴۰ الی ۴۵ درجه سانتی‌گراد در دستگاه آون قرار داده و پس از ۴۸ ساعت عصاره‌ها کاملاً خشک شدند. رنگ عصاره خشک شده قهوه‌ای سوخته بود.

بذرهای آویشن دناپی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. به منظور بهبود جوانه‌زنی بذرها با وایتکس ۲/۵ درصد به مدت ۵ دقیقه ضد عفونی و با آب مقطر آبکشی شد همین کار به مدت دو دقیقه مجدد تکرار شد که کاملاً ضد عفونی شوند و

فعالیت کربوهیدرات‌های کل برگ با استفاده از روش اومو کولو و همکاران (Omokolo et al., 1996) صورت گرفت.

استخراج پروتئین کل با استفاده از روش برادفورد (Bradford, 1986) براساس بافر فسفات و معرف برادفورد انجام گرفت. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم از روش کار و میشر (۱۹۷۶) استفاده شد. مقدار ۲۰ میلی لیتر از محلول استیک اسید و ۳۰ میلی لیتر از محلول استات سدیم مخلوط کرده و با آب مقطر به حجم می‌رسانیم و بافر ۰/۲ میلی مولار به دست می‌آوریم. سپس پراکسید هیدروژن ۰/۱ (۱۰۰ میکرو لیتر پراکسید هیدروژن را با آب مقطر بر حجم رسانده شد) و همچنین بنزیدین ۰/۰۴ مولار محلول در متانول ۵۰ در صد تهیه شده و بدین ترتیب ۱/۴۷۳ گرم بنزیدین را در ۲۰ سی سی متانول ۵۰ درصد حل کردیم به طوری که حجم نهایی ۲۰ میلی لیتر گردد. در ادامه به ۰/۱ گرم از بافت ریشه مقدار دو سی سی بافر اضافه کرده و خوب ساییده شدند. دو میکرو لیتر بافر استات ۲۰۰ میکرو لیتر پراکسید هیدروژن و ۲۰۰ میکرو لیتر محلول بنزیدین را در حمام یخ مخلوط کرده و به آن ۱۰۰ میکرو لیتر عصاره آنزیمی اضافه گردید و بلافاصله با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۳۰ نانومتر شدت جذب خوانده شد. سنجش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز با بررسی کاهش مقدار پراکسید هیدروژن در ۲۴۰ نانومتر برای ۶۰ ثانیه انجام شد. میزان فعالیت آنزیم با استفاده از ضریب خاموشی مولی ۰/۰۳۹ بر میلی مولار بر سانتی متر محاسبه و بر حسب یک واحد (واحد در میکرو گرم پروتئین) به ازای میلی گرم پروتئین بیان شد (Kar & Mishra, 1976). سنجش فعالیت فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز به کمک روش کار و میشر (Kar & Mishra, 1976) صورت گرفت. به لوله‌های آزمایش ۲/۵ میلی لیتر محلول بافر فسفات ۰/۲ مولار با pH=6.8 اضافه شد و بعد به آن ۰/۲ میلی لیتر پیرو گالال ۰/۰۲ مولار افزوده شد تا دمای لوله‌ها در داخل بن ماری به ۴۰ درجه سانتی گراد برسد، در ادامه به هر لوله به میزان دو میلی لیتر عصاره آنزیمی اضافه شد و تغییرات جذب در طول موج ۴۳۰ نانومتر در فاصله زمانی ۱۲۰ ثانیه ثبت شد. میزان فعالیت آنزیم بر اساس تغییرات جذب ۴۳۰ نانومتر در دقیقه در میلی گرم پروتئین بیان گردید.

تجزیه‌های آماری و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار

مقدار ۰/۲ گرم باقی‌مانده کاملاً خرد شده و آن را در هاون چینی قرار داده و به آن حدود ۵ میلی لیتر آب مقطر اضافه کرده و خوب ساییده شد لازم به ذکر است که عمل ساییدن و له کردن در محیط خنک و کم نور انجام شد در ادامه این مخلوط را با یک بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری ریخته و با آب مقطر به حجم رسانده شد. سپس با سمپلر از مخلوط ۰/۵ میلی لیتر برداشته و به آن حدود ۴/۵ میلی لیتر استون ۸۰ در صد اضافه کرده و سپس به مدت ۱۵ دقیقه در سانتریفیوژ با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد تا ذرات جامد ته نشین شود. دستگاه اسپکتروفتومتری را با استون ۸۰ درصد به عنوان شاهد کالیبره شد و بعد حدود دو میلی متر از محلول برداشت به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتری میزان جذب نور در طول موج ۶۶۳ و ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد و در آخر غلظت کلروفیل با استفاده از اعداد به دست آمده از نمونه بر اساس فرمول زیر، بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر حساب گردید (Arnon, 1949). در این فرمول A جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر و V حجم محلول صاف شده و W وزن تر نمونه استفاده شده می‌باشد.

$$\begin{aligned} \text{Chl}_a &= (12.7 \times A_{663} - 2.59 \times A_{645}) \times [V/1000 W] \\ \text{Chl}_b &= (22.9 \times A_{645} - 4.69 \times A_{663}) \times [V/1000 W] \\ \text{Chl}_t &= (20.2 \times A_{645} + 8.02 \times A_{663}) \times [V/1000 W] \\ C_{x+c} &= [1000 (A_{470}) - 1.82 (\text{mg Chl}_a) - \\ & 85.02 (\text{mg Chl}_b) / 198] \times [V/1000 W] \end{aligned}$$

استخراج پروتئین بر اساس روش باتس (Bates, 1973) و از برگ‌های جوان، دو هفته بعد از اعمال تنش شوری صورت گرفت. برای این منظور ۰/۱ گرم برگ را در ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳٪ کاملاً له شد و سپس مخلوط در دمای ۴ درجه سانتی گراد و با سرعت ۱۰۰۰۰rpm به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. در ادامه دو میلی لیتر معرف نین هیدرین به همراه دو میلی لیتر اسید استیک خالص به دو میلی لیتر از عصاره مرحله قبل، اضافه شد. سپس لوله‌ها به مدت ۶۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. پس از برداشتن لوله‌ها از حمام آب گرم چهار میلی لیتر تولوئن به هر لوله اضافه و ۲۰ ثانیه ورتکس شدند. بعد از این مرحله دو فاز جداگانه تشکیل می‌شود که فاز بالایی رنگی را با دقت برداشته و با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. سنجش

زده (۴۸/۲۵) در شرایط عدم تنش شوری تحت بذور پیش تیمار شده با نعنای فلفلی ۰/۵ درصد بدست آمد. فرآیند جوانه زنی یک پدیده پیچیده و دینامیک است که شامل جذب آب، افزایش سریع در فعالیت تنفس، هیدرولیز مواد ذخیره‌ای و آغاز رشد در جنین می‌باشد (Faner & Tamson, 2005). پرایمینگ بذور سبب سنتز و فعال شدن اولیه آنزیم‌های مختلفی مانند α و β آمیلاز می‌شود، این آنزیم‌ها با اکسیداسیون مواد غذایی ذخیره شده در بذور، برای جوانه زنی و ظهور گیاهچه انرژی لازم را تامین می‌کند (Kabiri & Naghizade, 2015). گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که پرایمینگ باعث بهبود سرعت و درصد جوانه زنی، افزایش بنیه بذور و افزایش دامنه جوانه زنی بذرها در شرایط محیطی تنش زا از قبیل تنش خشکی، شوری و دما می‌گردد (El-Tayeb, 2005; Hosseini & Koocheki, 2007; Khodary, 2004).

ارتفاع بوته

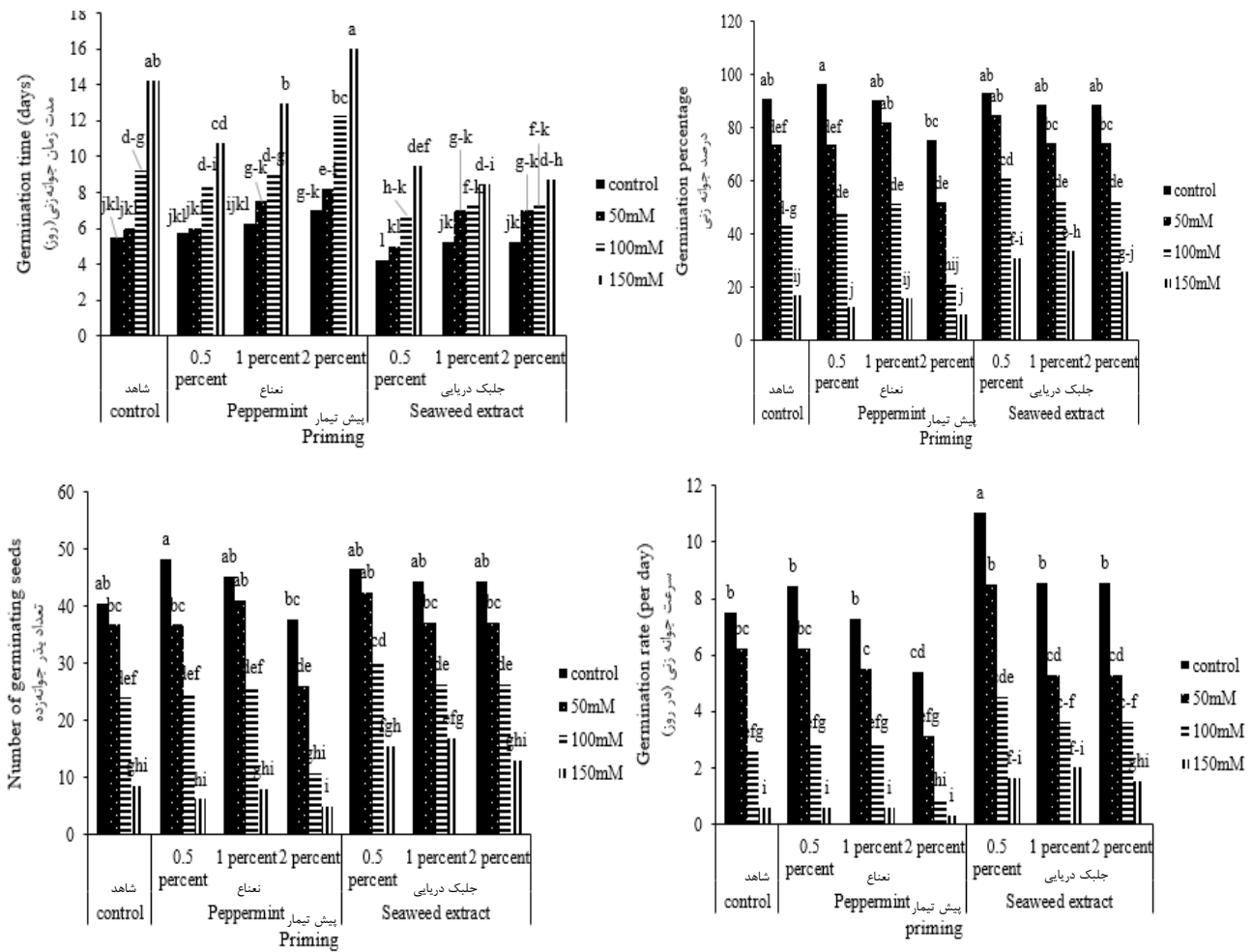
صفت ارتفاع بوته مطابق جدول تجزیه واریانس داده‌ها آویشن دنیایی تحت تأثیر اثر ساده پیش تیمار و تنش شوری و نیز اثر متقابل تنش شوری \times تیمار قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین ارتفاع بوته (۱۵۸/۷۵ میلی‌متر) در شرایط عدم تنش شوری در بذور پیش تیمار شده با نعنای فلفلی و عصاره جلبک دریایی بدست آمد (شکل ۱). همچنین کمترین ارتفاع بوته (۹/۴ میلی‌متر) در بذور آویشن دنیایی در شرایط تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم تحت بذور پیش تیمار شده با نعنای فلفلی ۲ درصد مشاهده شد (شکل ۱). کاربرد عصاره جلبک دریایی به دلیل ترکیبات مغذی متعدد و همچنین هورمون‌های محرک رشد گیاهی سبب افزایش طولی شدن سلولی، افزایش طول میانگره‌ها، افزایش ارتفاع گیاه، افزایش رشد و توسعه سطح برگ گیاهان مختلف می‌گردد (Selvam & Sivakumar, 2013). کاهش ارتفاع در اثر تنش شوری می‌تواند به دو دلیل، کاهش انرژی مورد نیاز برای رشد و یا از بین رفتن تورژسانس باشد. کاهش انرژی می‌تواند نتیجه انحراف مواد فتوسنتزی به سمت انتقال مواد فعال و جذب یون‌ها باشد (Beigzadeh et al., 2020).

SAS 9.4 پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. رسم شکل و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

شاخص‌های بذور

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول و شکل ۱) نشان داد پیش تیمار باعث افزایش درصد، سرعت، مدت زمان جوانه زنی و تعداد بذور جوانه زده بذور آویشن دنیایی تحت تأثیر اثر ساده پیش تیمار و تنش شوری و نیز اثر متقابل تنش شوری \times تیمار قرار گرفت. تنش شوری موجب کاهش معنی‌دار درصد جوانه زنی در بذور آویشن دنیایی شده است بطوری که کمترین درصد جوانه زنی (۱۰٪) در شرایط تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بدست آمد. در مقابل پیش تیمار باعث افزایش درصد جوانه زنی در بذور آویشن دنیایی شد بطوری که بیشترین درصد جوانه زنی (۹۶/۵) در شرایط عدم تنش شوری تحت بذور پیش تیمار شده با نعنای فلفلی ۰/۵ درصد بدست آمد. شوری آب و خاک یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی هست که با ایجاد تنش اسمزی و اختلال در جذب عناصر غذایی سبب کاهش جوانه زنی و ظهور گیاهچه و کاهش رشد و عملکرد محصول می‌گردد. در مقابل تأثیر پیش تیمار بذرها باعث بهبود شاخص‌های جوانه زنی بذور و رشد گیاهچه می‌گردد که در گیاهان مختلف، متفاوت بوده و کارایی پیش تیمار تحت تأثیر زمان و دمای محلول پیش تیمار، نوع ماده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Zarnoosheh Farahani et al., 2019). همچنین نتایج نشان داد که، بیشترین سرعت جوانه زنی (۱۱/۰۳ بذور در روز) در شرایط عدم تنش شوری تحت بذور پیش تیمار شده با عصاره جلبک دریایی ۰/۵ درصد و بیشترین مدت زمان جوانه زنی (۱۴/۲۵ روز) در شرایط تنش ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و پیش تیمار شده با نعنای فلفلی ۲ درصد بدست آمد. با افزایش تنش شوری تعداد بذور جوانه زده در بذور آویشن دنیایی بطور معنی‌داری کاهش یافت بطوری که بیشترین تعداد بذور جوانه زده در شرایط عدم تنش شوری بدست آمد. پیش تیمار باعث افزایش تعداد بذور جوانه زده در بذور آویشن دنیایی شد بطوری که بیشترین تعداد بذور جوانه



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر پیش تیمار نعنای فلفلی و عصاره جلبک دریایی و تنش شوری

بر درصد جوانه‌زنی، مدت جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و تعداد بذر جوانه‌زده

Figure 1- Comparison of the average the effect of pretreatment of peppermint, seaweed extract and salinity stress on Germination precen, Germination time, Germination velocity and Germinatrd seed

همچون نیتروژن، آهن، روی، مس، کبالت، مولیبدن، منگنز، منیزیم و نیکل، ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه، تأثیر مفیدی بر رشد گیاهان و ایجاد مقاومت در برابر تنش‌های غیرزیستی مانند شوری، خشکی و دما دارد (Haghparast et al., 2012). مطالعه Yusuf et al. (2021) نشان داد که تیمار انواع مختلف عصاره جلبک دریایی بر پارامترهای ارتفاع بوته، تعداد برگ، میزان کلروفیل برگ، وزن میوه تر، وزن تر برگ و وزن خشک برگ تأثیر معنی داری داشت، ناکافی بودن مواد مغذی می‌تواند روند فرآیندهای متابولیک را مختل کند و بر رشد و نمو گیاه تأثیر بگذارد. جلبک دریایی می‌تواند خواص خاک مانند خواص

وزن تر و خشک بوته

صفت وزن تر و خشک بوته مطابق جدول تجزیه واریانس داده‌ها آویشن دناپی تحت تأثیر اثر ساده پیش تیمار و تنش شوری و نیز اثر متقابل تنش شوری × تیمار قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین وزن تر (۳/۲۹ گرم) و خشک بوته (۱/۸۹ گرم) در شرایط عدم تنش شوری در بذور شاهد بدست آمد (شکل ۲). همچنین کمترین وزن تر (۰/۱۷۵ گرم) در بذور آویشن دناپی در شرایط تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم تحت بذور پیش تیمار شده با نعنای فلفلی دو درصد مشاهده شد (شکل ۱a). عصاره جلبک دریایی به دلیل داشتن هورمون‌های رشد مانند اکسین و سیتوکینین، عناصری

عصاره جلبک دریایی نشان داد در شرایط تنش کم آبی، کاربرد عصاره جلبک دریایی، باعث افزایش رشد رویشی این گیاه به واسطه افزایش طول ساقه، شاخص سطح برگ و تعداد برگ گردید.

کلروفیل کل و کاروتنوئیدها

مطابق جدول تجزیه واریانس میزان کلروفیل کل و کاروتنوئید آویشن دنايي تحت تأثير اثر ساده پيش تیمار و تنش شوری و نیز اثر متقابل تنش شوری × تیمار قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین میزان کلروفیل کل (۰/۹۴۱ میلی گرم بر گرم وزن تر) و کاروتنوئید (۰/۱۷ میلی گرم بر گرم وزن تر) در شرایط عدم تنش شوری در بذور تیمار شده با عصاره جلبک دریایی ۲ درصد بدست آمد. همچنین کمترین میزان کلروفیل کل (۰/۱۵۲ میلی گرم بر گرم وزن تر) و کمترین میزان کاروتنوئید (۰/۰۱ میلی گرم بر گرم وزن تر) در شرایط تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم تحت بذور پيش تیمار شده با نعنای فلفلی ۲ درصد مشاهده شد (شکل ۱ d و e). گزارش شده است که شوری سیستم انتقال الکترون و فتوفسفوریلاسیون در غشای تیلکوئید را از کار می اندازد و منجر به اختلال در رویسکو، آنزیم کلیدی در فتوسنتز می شود (Mbarki et al., 2018).

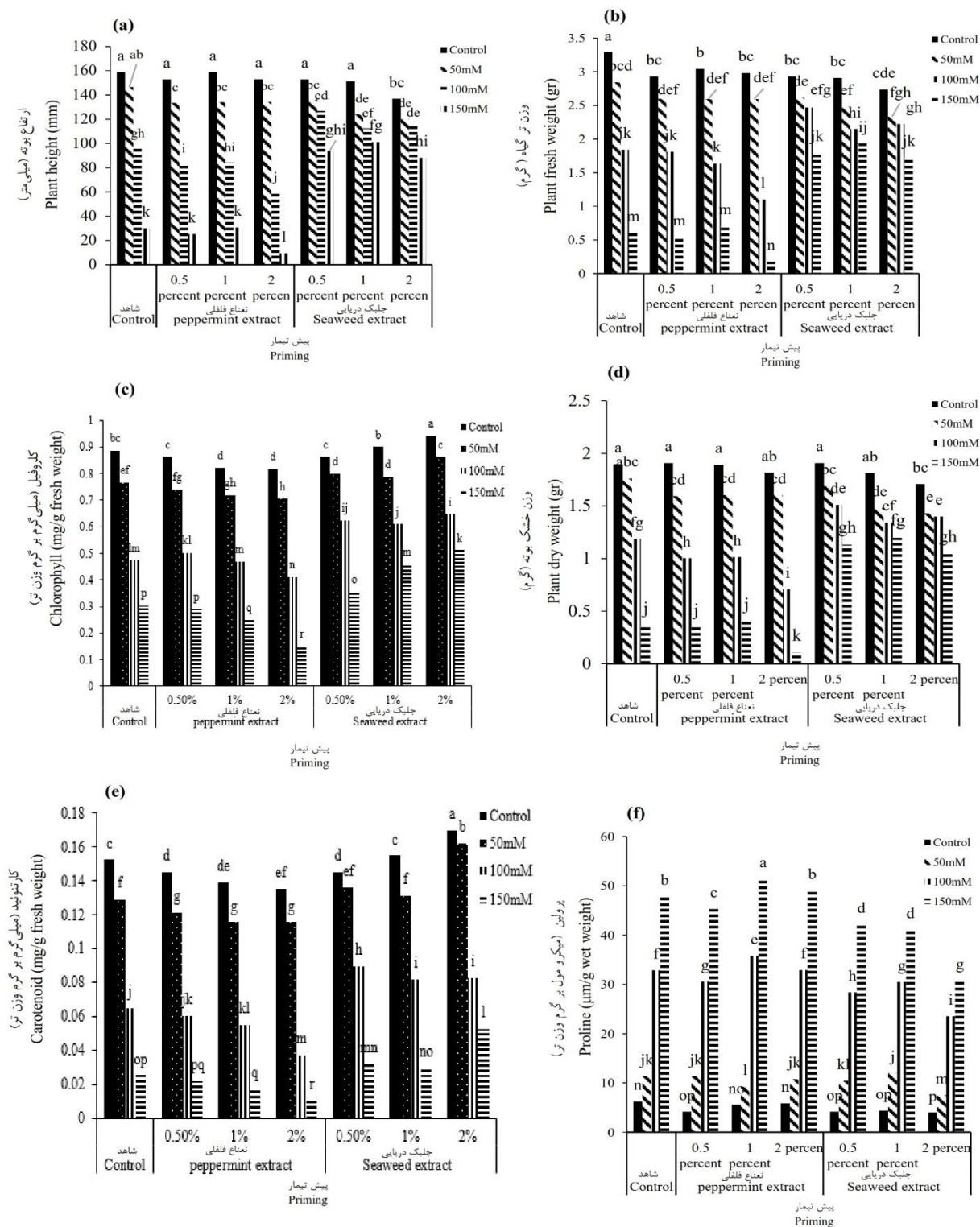
فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی را بهبود بخشد همچنین محتوای مواد مغذی موجود در عصاره جلبک دریایی باعث رشد رویشی در گیاهان بادمجان بهتر از تیمار شاهد می شود (Kocira et al., 2018). جلبک دریایی حاوی اجزای معدنی و حاوی فیتوهورمون هایی به عنوان تنظیم کننده رشد مانند اکسین، جیبرلین، سیستوکینین است (Maemunah et al., 2019). محلول پاشی برگي کود جلبک دریایی طی رشد رویشی گیاه گوجه فرنگی و فلفل باعث افزایش اندازه، وزن و عملکرد میوه می شود و این افزایش به حضور تنظیم کننده های رشدی همچون اکسین، جیبرلین، کیتین و زآتین در عصاره جلبک دریایی نسبت داده شده است (Prasad et al., 2010). عصاره جلبک دریایی قهوه ای، به طور وسیعی، در کشت گیاهان برای تحریک رشد و ارتقای تحمل آنها در برابر تنش های محیطی مانند خشکی، شوری، دمایی و کمبود عناصر غذایی، استفاده می شود. نتایج تحقیق (Di Stasio et al., 2020) نشان داد کاربرد عصاره جلبک دریایی، باعث افزایش ۱۳ درصدی در عملکرد گوجه فرنگی شد. همچنین در شرایط تنش شوری کاربرد جلبک دریایی، باعث تجمع عناصر معدنی، آنتی اکسیدانت ها و اسیدهای آمینه ضروری در میوه گوجه فرنگی گردید. در مورد کاهش تأثیر تنش کم آبی در گیاه مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) توسط

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت های مختلف پيش تیمارهای نعنای فلفلی و جلبک دریایی

بر شاخص های رشدی و بیوشیمیایی آویشن دنايي تحت تنش شوری در گلخانه

Table 1- The analysis variance of the effect of different concentrations of peppermint and seaweed extract on growth and biochemical pretreatments of *Thymus daenensis* under salt stress in the greenhouse condition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	درصد جوانه زنی Germination percent	سرعت جوانه زنی Germination velocity	تعداد بذر جوانه زده Germinated seed	مدت جوانه زنی Germination time	ارتفاع گیاه Plant height	وزن گیاه Plant weight	وزن خشک گیاه weight Plant dry	کلروفیل Chlorophyll	کاروتنوئید Carotenoids	پرولین Proline	قند محلول Soluble sugar	فعالیت آنزیم کاتالاز Catalase	فعالیت آنزیم پراکسیداز Peroxidase	فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز polyphenol oxidase
پیش تیمار بذر Seed pretreatment (P)	6	1218.41**	22.4**	308.3	37.3**	2956.9**	1.05**	0.45**	9.08**	0.31**	149**	4847.4**	8393.5**	276**	316**
تنش شوری Salinity stress (S)	3	25252.64**	268.47**	6070**	189.4**	51997.04**	19.62**	0.65**	163.79**	8.87**	9147**	109235.8**	152153.6**	476.7**	9831.3**
اثر متقابل Interaction P × S	18	128.8**	2.18**	32.04*	5.3**	1885.5**	0.68**	0.24**	0.74*	0.01**	37.7**	615.4**	7478.8**	41.63**	100.09**
خطا Error	84	59.19	0.73	16.94	0.63	9.18	0.02	0.011	0.04	0.002	0.83	52.8	15.58	3.66	2.2
ضریب تغییرات CV%		13.32	19.10	14.29	9.84	3.32	7.91	8.17	3.29	4.8	4.05	3.36	1.49	8.75	4.74



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر پیش تیمار عصاره نعناع فلفلی و عصاره جلبک دریایی و تنش شوری

بر ارتفاع بوته، وزن تر بوته، وزن خشک بوته، میزان کلروفیل کل، کارتنوئید، پرولین

Figure 2- Comparison of the average the effect of pretreatment of peppermint, seaweed extract and salinity stress on plant height, plant weight, plant dry weight, total chlorophyll, carotenoids, proline

مطابقت دارد. افزایش سطح پرولین در گیاهان یکی از راهکارهای کاهش آثار مخرب تنش می باشد. سطح بالایی از پرولین در شرایط تنش شوری ممکن است به دلیل بیان ژن های کد کننده آنزیم های کلیدی سنتز پرولین (پرولین-۵-کربوکسیلات سنتتاز و پرولین-۵-کربوکسیلات ردوکتاز) و فعالیت کم آنزیم های اکسید کننده باشد (Tavakoli et al., 2016). افزایش مقدار پرولین تحت تاثیر یک تیمار خاص مانند جلبک دریایی منجر به افزایش مقاومت در برابر تنش و به دنبال آن افزایش عملکرد خواهد شد (Hua et al., 2010).

قند محلول

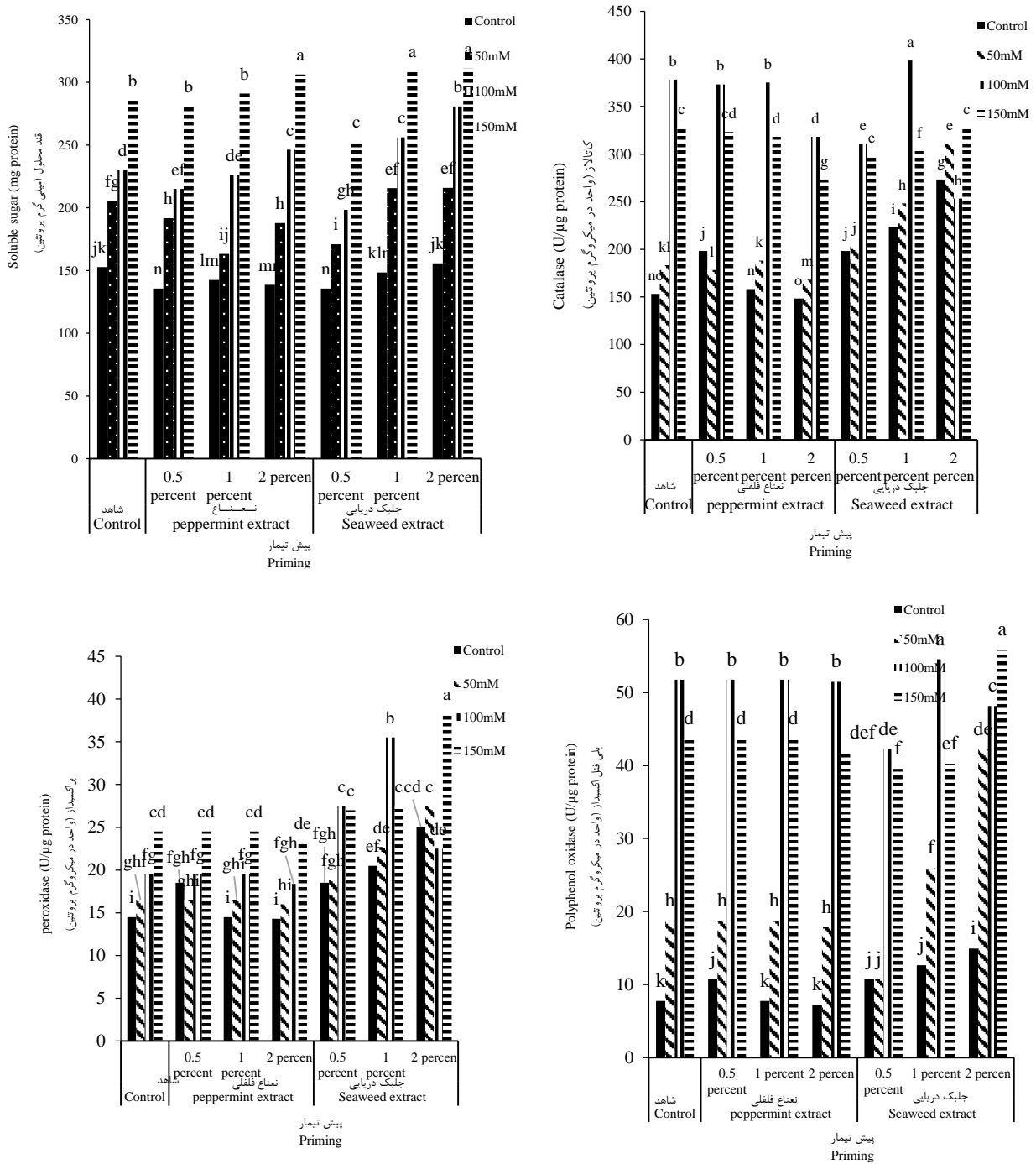
نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۱) نشان داد که میزان قند محلول آویشن دناپی تحت تاثیر اثر ساده پیش تیمار و تنش شوری و نیز اثر متقابل تنش شوری × تیمار قرار گرفت. شکل ۲ نشان می دهد که تحت شرایط تنش میزان قند محلول افزایش می یابد بطوری که بیشترین میزان قند محلول (۳۱۰/۹۶ میلی گرم بر گرم وزن تازه) در شرایط تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم در بذور تیمار شده با عصاره جلبک دریایی ۱ در صد بدست آمد که بطور معنی داری بیشتر از سایر بذور تیمار شده و بذور شاهد بود اما اختلاف معنی داری با بذور تیمار شده با عصاره جلبک دریایی ۲ درصد و بذور تیمار شده با نعنای فلفلی ۲ درصد نداشت.

همچنین کمترین میزان قند محلول (۲۵۲/۶ میلی گرم بر گرم وزن تازه) در بذور آویشن دناپی در شرایط عدم تنش شوری تحت بذور پیش تیمار شده با عصاره جلبک دریایی ۰/۵ درصد و نعنای فلفلی ۰/۵ درصد نداشت مشاهده شد. مطالعات مختلف نشان داده است که با کاربرد عصاره جلبک دریایی رشد ریشه ها افزایش یافته و با افزایش جذب مواد و عناصر غذایی رشد اندام هوایی و برگ ها نیز افزایش یافته و همچنین میزان رنگانه های گیاهی نیز بیشتر می شود (Spinelli et al., 2010). تحقیقات نشان داده است که استفاده از عصاره جلبک دریایی، باعث افزایش غلظت کلروفیل در برگ های گیاه شده و سطح آنزیم آمیلاز را در اندام های گیاهی بالامی برد و از این طریق باعث شکسته شدن قندهای غیر قابل استفاده در گیاه می گردد (Beigzadeh et al., 2020).

تنش شوری سبب کاهش سطح برگ، میزان کلروفیل برگ ها و بازده فتوسنتزی می شود (Wu et al., 2014). نتایج برخی پژوهش ها نشان داده که کاربرد عصاره جلبک دریایی در شرایط تنش های محیطی اثربخشی مناسبی برای گیاهان دارد (Esmailpour et al., 2020). استفاده از عصاره جلبک دریایی در گوجه فرنگی، در شرایط تنش خشکی، باعث افزایش کلروفیل کل شد (Goñi et al., 2016). کاربرد خاکی عصاره جلبک دریایی در گیاهانی مانند کاهو، کرفس خربزه و مریم گلی و گوجه فرنگی نیز با افزایش رنگدانه های فتوسنتزی، میزان فتوسنتز را به طور معنی داری افزایش داده (Xu & Leskovar, 2015). عصاره جلبک دریایی با افزایش رشد ریشه و جذب آب از کاهش رشد و همچنین کاهش سطح برگ جلوگیری می کند که این سبب ادامه فتوسنتز در گیاه می گردد. همچنین سنتز سایتوکینین و نقش جلوگیری کنندگی این هورمون در ممانعت از تجزیه کلروفیل از طریق آنزیم کلروفیلاز توسط عصاره جلبک دریایی بهبود می یابد (Xu et al., 2015).

پرولین

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۱) نشان داد که میزان پرولین تحت تاثیر اثر ساده پیش تیمار و تنش شوری و نیز اثر متقابل تنش شوری × تیمار قرار گرفت. تحت شرایط تنش میزان اسید آمینه پرولین افزایش می یابد بطوری که بیشترین میزان اسید آمینه پرولین (۵۱/۳۷ میکرومول بر گرم وزن تر) در شرایط تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم در بذور تیمار شده با نعنای فلفلی ۱ درصد بدست. همچنین کمترین میزان اسید آمینه پرولین (۴ میکرومول بر گرم وزن تر) در بذور آویشن دناپی در شرایط عدم تنش شوری تحت بذور پیش تیمار شده با عصاره جلبک دریایی ۲ درصد مشاهده شد (شکل ۱ f). تحت تنش شوری، گیاهان طیف وسیعی از پاسخ ها را در سطوح فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نشان می دهند. پاسخ های بیوشیمیایی شامل تجمع متابولیت ها (قند، پرولین)، افزایش آنزیم های آنتی اکسیدانی و کاهش تجمع ROS است. اثرات فیزیولوژیکی شامل از کاهش ارتفاع بوته، کاهش وزن تر و خشک گیاهچه، کاهش رنگیزه های فتوسنتزی است (Mbarki et al., 2018) که با نتایج این تحقیق



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر پیش تیمار عصاره نعنای فلفلی و عصاره جلبک دریایی و تنش شوری بر قند محلول، کاتالاز، پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز
 Figure 3- Comparison of the average the effect of pretreatment of peppermint, seaweed extract and salinity stress on soluble sugar, catalase, proxsidase, polyphenol oxidase

شوری × تیمار قرار گرفت. نتایج نشان داد که تحت شرایط تنش و پیش تیمار بذرها میزان فعالیت این آنزیم افزایش می یابد بطوری که بیشترین فعالیت کاتالاز (۳۰۳/۲۵ واحد در میکروگرم پروتئین) در شرایط تنش شوری ۱۰۰ میلی-مولار کلرید سدیم در بذور

آنزیم های آنتی اکسیدانی

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۱) نشان داد که فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی کاتالاز، پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز تحت تأثیر اثر ساده پیش تیمار و تنش شوری و نیز اثر متقابل تنش

References

- Akbar, S. (2020). *Thymus vulgaris* L. (Lamiaceae). In *Handbook of 200 Medicinal Plants* (pp. 1795-1810). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16807-0_185
- Asaadi, A. M., & Heshmati, G. (2015). The effect of different treatments on seed dormancy and germination of *Thymus transcaucasicus* Ronn and *Zataria multiflora* Boiss. *Iranian Journal of Seed Research*, 28(1), 12-22. <https://doi.org/10.22067/ijrs.v28i1.20442>
- Bates, L. S., Walderen, R. D., & Taere, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207. <https://doi.org/10.1007/BF00018060>
- Beigzadeh, S., Maleki, A., Mirzaee Heydari, M., Rangin, A., & Khorgami, A. (2020). Effects of salicylic acid and seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extracts application on some physiological traits of white bean (*Phaseolus lanatus* L.) under drought stress conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*, 14(53), 21-44. <https://doi.org/10.30495/jcep.2020.671639>
- Bradford, K. J., Hsiao, T. C., & Yang, S. F. (1982). Inhibition of ethylene synthesis in tomato plants subjected to anaerobic root stress. *Journal of Plant Physiology*, 70(5), 1503-1507. <https://doi.org/10.1104/pp.70.5.1503>
- El-Tayeb, M. A. (2005). Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, 42, 215-224. <https://doi.org/10.1007/s10725-005-4928-1>
- Esmailpour, B., Fatemi, H., & Moradi, M. (2020). Effects of seaweed extract on physiological and biochemical characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.) under water-deficit stress conditions. *Journal of Soil and Plant Interactions*, 11(1), 59-69. <https://doi.org/10.47176/jspi.11.1.10288>
- Fenner, M., & Thompson, K. (2005). *The ecology of seeds* (pp. 110-112). Cambridge University Press.
- Goñi, O., Fort, A., Quille, P., McKeown, P. C., Spillane, C., & O'Connell, S. (2016). Comparative transcriptome analysis of two *Ascophyllum nodosum* extract biostimulants: Same seaweed but different. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64, 2980-2989. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b00621>
- Haqparast, M., Maleki Farahani, S., Masoudsinki, J., & Zarai, Q. (2011). Reducing the negative effects of drought stress in chickpeas by using humic acid and seaweed extract. *Crop Production in Environmental Stress*, 4(1), 59-71. <https://sid.ir/paper/232048/fa>
- Hosseini, A., & Koocheki, A. (2007). Effects of different seed priming on germination percentage and rate of sugar beet. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 1, 69-76. [In Persian]. <https://doi.org/10.22067/ijsc.v1i1.7948>

تیمار شده با عصاره جلبک دریایی ۱ درصد، بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز (۳۸/۳) واحد در میکروگرم پروتئین) در شرایط تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم در بذور تیمار شده با عصاره جلبک دریایی ۲ درصد و بیشترین فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز (۵۵/۸۵) واحد در میکروگرم پروتئین) در شرایط تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم در بذور تیمار شده با عصاره جلبک دریایی ۲ و ۱ درصد بدست آمد که بطور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها بود. آنزیم های آنتی اکسیدانی و ترکیبات غیر آنزیمی نقش اساسی در سم زدایی ROS ناشی از شوری و سایر تنش ها دارند. تحمل نمک با فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی از جمله کاتالاز، گلوکاتیون پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز همبستگی مثبت دارد. تحت تنش شوری فعالیت این آنزیم ها افزایش می یابد (Saber-Riseh et al., 2021). عصاره جلبک دریایی شامل متابولیت های ثانویه مختلفی مانند تیمولیک ها می باشد که نقش مهمی در فعالیت آنتی اکسیدانی و مهار رادیکال های آزاد دارند. تنش شوری بطور مشخص سبب افزایش فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانی در گیاهان مختلف جهت کاهش اثرات مخرب رادیکال های آزاد حاصل از تنش می شوند و همچنین کاربرد عصاره جلبک دریایی نیز علاوه بر خاصیت آنتی اکسیدانی به دلیل وجود ترکیبات مختلف از جمله ترکیبات تیمولیک سبب افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی نیز می گردند (Rahimian et al., 2019).

نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج نشان داد که پیش تیمار عصاره جلبک دریایی باعث افزایش معنی داری شاخص های رشدی و بیوشیمیایی داشت به طوری که تأثیر فاکتورها بر تمام صفات مورد مطالعه معنی دار بود و سبب بهبود اثرهای نامطلوب تنش شوری در گیاه آویشن دناپی شد. در این پژوهش کاربرد عصاره جلبک دریایی نسبت به عصاره نعناع فلفلی در بیشتر صفات تأثیر بهتری داشت.

تعارض منافع

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

- Hua, Y., Lin, Y., & Wang, J. (2010). Antioxidation responses of maize roots and leaves to partial root-zone drying. *International Journal of Agricultural Management*, 97, 972-980. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.06.019>
- Kabiri, R., & Naghizade, M. (2015). Study the effect of salicylic acid pretreatment on germination and early growth of black cumin (*Nigella sativa*) under salinity stress. *Iranian Journal of Seed Research*, 4(1), 61-72. <https://doi.org/10.22077/escs.2020.3593.1882>
- Kar, M., & Mishra, D. (1976). Catalase, peroxidase, and polyphenol oxidase activities during rice leaf senescence. *Journal of Plant Physiology*, 57(2), 315-319. <https://doi.org/10.1104/pp.57.2.315>
- Khodary, S. E. A. (2004). *International Journal of Agriculture and Biology*, 6, 5-8.
- Kocira, A., Świeca, M., Kocira, S., Złotek, U., & Jakubczyk, A. (2018). Enhancement of yield, nutritional, and nutraceutical properties of two common bean cultivars following the application of seaweed extract (*Ecklonia maxima*). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25, 563-571. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.01.039>
- Kumar, A., Singh, S., Gaurav, A. K., Srivastava, S., & Verma, J. P. (2020). Plant growth-promoting bacteria: Biological tools for the mitigation of salinity stress in plants. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1216. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01216>
- Maemunah, Y., Samudin, R., Kasim, S., & Yusran, H. (2019). Optimization and regeneration of in vitro seedling of shallot variety Lembah Palu in providing good quality seedling. *IOP Conference Series: Environmental Earth Sciences*, 235, 012051. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/235/1/012051>
- Mahmoudi, F., Sheikhzadeh Mosaddegh, P., Zare, N., & Esmailpour, B. (2019). Improvement of seed germination, growth, and biochemical characteristics of borage (*Borago officinalis* L.) seedlings with seed priming under cadmium stress conditions. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 11(1), 23-42. <https://doi.org/10.22108/IJPB.2019.111889.1104>
- Mahmoudi, F., Sheikhzadeh Mosaddegh, P., Zare, N., & Esmailpour, B. (2017). The effect of hydropriming on germination, growth, and antioxidant enzyme activity of borage (*Borago officinalis* L.) seedlings under cadmium stress. *Field Crops Research*, 48(1), 253-266. <https://doi.org/10.22059/IJFCS.2017.205921.654102>
- Mbarki, S., Sytar, O., Cerda, A., Zivcak, M., Rastogi, A., He, X., Zoghalmi, A., Abdelly, C., & Brestic, M. (2018). Strategies to mitigate the salt stress effects on photosynthetic apparatus and productivity of crop plants: Targeting sensory, transport, and signaling mechanisms. In *Salinity Responses and Tolerance in Plants* (pp. 85-136). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75671-4_4
- Mohammadnejad, M., Mahmoudi, J., Alizadeh, M. A., & Naseri, B. (2020). The effect of time and concentration of osmopriming on the germination indices of three pasture species from the genus *Atriplex*. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, 10(2), 22-30. <https://doi.org/10.3390/agriculture10040094>
- Morachis-Valdez, A. G., Santillán-Álvarez, Á., Gómez-Oliván, L. M., García-Argueta, I., Islas-Flores, H., & Dublán-García, O. (2021). Effects of peppermint extract and chitosan-based edible coating on storage quality of common carp (*Cyprinus carpio*) filets. *Polymers*, 13, 3243. <https://doi.org/10.3390/polym13193243>
- Omokolo, N. D., Tsala, N. G., & Djougoue, P. F. (1996). Changes in carbohydrate, amino acid, and phenol content in cocoa pods from three clones after infection with *Phytophthora megakarya*. *Annals of Botany*, 77, 153-158. <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0017>
- Rahimian, A., EsnaAshari, M., & Sarikhani, H. (2019). Physiological and biochemical responses of strawberries affected by seaweed extract under iron deficiency conditions. *Journal of Horticultural Science*, 33(1), 101-110. <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v33i1.67812>
- Saberi Riseh, R., Ebrahimi-Zarandi, M., Tamanadar, E., Moradi Pour, M., & Thakur, V. K. (2021). Salinity stress: Toward sustainable plant strategies and using plant growth-promoting rhizobacteria encapsulation for reducing it. *Sustainability*, 13(22), 12758. <https://doi.org/10.3390/su132212758>
- Saberi-Riseh, R., & Moradi-Pour, M. A. (2021). Novel encapsulation of *Streptomyces fulvissimus* Uts22 by spray drying and its biocontrol efficiency against *Gaeumannomyces graminis*, the causal agent of take-all disease in wheat. *Pest Management Science*, 77, 4357-4364. <https://doi.org/10.1002/ps.6469>
- Selvam, M., & Sivakumar, B. (2013). Effect of foliar spray from seaweed liquid fertilizer of *Ulvarcticulata* (Forsk.) on *Vigna mungo* L. and their elemental composition using SEM-energy dispersive. *Journal of Biotechnology*, 2(2), 119-125. [https://doi.org/10.1016/S2305-0500\(13\)60131-1](https://doi.org/10.1016/S2305-0500(13)60131-1)
- Semary, N. A. H., Alouane, M. H., Nasr, O., Aldayel, M. F., Alhaweti, F. H., & Ahmed, F. (2020). Salinity stress mitigation using encapsulated biofertilizers for sustainable agriculture. *Sustainability*, 12, 9218. <https://doi.org/10.3390/su12219218>
- Sheikhzadeh, P., Zare, N., & Mahmoudi, F. (2021). The synergistic effects of hydro and hormone priming on seed germination, antioxidant activity, and cadmium tolerance in borage. *Acta Botanica Croatica*, 80(1), 18-28. <https://doi.org/10.37427/botcro-2021-007>

- Soltani, M., Alikooyi, A., Abbasi Sourki, S., Kiyani, M., & Dehkordi, M. (2020).** Effect of plant growth-promoting bacteria on seed germination and seedling emergence of alfalfa (*Medicago sativa* L.; Hamedani ecotype) in the laboratory, morphological characteristics, and pigment contents in greenhouse conditions. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 8(2), 173-187. <https://doi.org/10.22034/ijssst.2019.122512.1214>
- Spinelli, F., Fiori, G., & Noferini, M. (2010).** A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. *Scientia Horticulturae*, 125(3), 263-269. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.03.011>
- Tavakoli, M., Poustini, K., & Alizadeh, H. (2016).** Proline accumulation and related genes in wheat leaves under salinity stress. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18, 707-716. <https://doi.org/10.16807073.2016.18.3.12.4>
- Wu, B. Z., Peng, Y., Guo, L., & Li, C. (2014).** Root colonization of encapsulated *Klebsiella oxytoca* Rs-5 on cotton plants and its promoting growth performance under salinity stress. *European Journal of Soil Science*, 60(1), 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2013.11.008>
- Xu, C., & Leskovar, D. (2015).** Effects of *Ascophyllum nodosum* seaweed extracts on spinach growth, physiology, and nutrition under drought stress. *Scientia Horticulturae*, 183, 39-47. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.12.029>
- Yusuf, M., Muhandi, A., Syakur, H., Mas'ud, B., Latarang, K., D., & Kristiansen, P. (2021).** Application of local seaweed extracts to increase the growth and yield of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Environmental Earth Sciences*, 681, 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/681/1/012019>
- Zarnoosheh Farahani, M., Ashraf Jafari, A., & Ali Alizadeh, M. (2019).** Effect of osmopriming, hormonal priming, and hydropriming on the enhancement of aged seed germination and seedling growth of Tansey (*Tanacetum polycephalum*). *Iranian Journal of Seed Research*, 6(2), 257-267. <https://doi.org/10.22124/JMS.2019.3604>

