Original Article

Journal of Drought and Climate change Research (JDCR)

Spring 2023, Vol.1, No.1, pp 97 - 108

10.22077/JDCR.2023.6152.1017

The effect of the salinity stress on the yield, morphological characteristics, essential oil and RWC of Satureja hortensis (case study: Khoramabad, Iran)

Mehri Saeidinia[1*], Farhad Beiranvand[2], Hasan Mumivand[3] , Sayed Hossein Musavi[4]

1. Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Lorestan, Iran.
2. Ph.D. Student of Horticultural Sciences, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Lorestan, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Lorestan, Iran.
4. Master's Student, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Engineering, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

***Corresponding Author: saeedinia.m@lu.ac.ir**

Keywords:
Essential oil, Morphological characteristics, RWC, Salinity stress.

Received:
Feb/19/2023

Revised:
Mar/14/2023

Accepted:
Mar/28/2023

Extended abstract

Introduction

The growing of the world›s population and the need for more agricultural products are important issues that humanity is facing today. Due to the fact that the use of fresh water has been prioritized in relation to drinking, health and industry, on the other hand, the inevitable existence of phenomena such as climate change and successive droughts has caused which considered the use of low-quality water (drainage water, agricultural and industrial wastewater, underground saline water) as a source of water in the agricultural sector and considered it as one of the solutions for sustainable agricultural development. Plant tolerance to salinity is not only quite variable among different plant species, but also changes in each plant under environmental conditions. Therefore, it is necessary to investigate the response of different plants to salinity regionally. Considering the importance of medicinal plants and the possibility of using unconventional waters, in this research, the effect of irrigation water salinity on some morphophysiological characteristics of the savory medicinal plant in Khorram-Abad region was investigated.

Materials and methods

This experiment was carried out in the conditions of weighing mini-lysimeters (pots) with a diameter of 25 cm, a height of 30 cm and a capacity of seven kilograms of soil in the research farm of the Faculty of Agriculture of Lorestan University. Irrigation was done by the weight method. Irrigation treatments included different levels of salinity (zero (S0), 2 (S1), 4 (S2), 6 (S3) and 8 (S4) decisiemens/m), which were employed to prepare these

How to cite this article:
Saeidinia, M., beiranvand, F., Mumivand, H., & Mousavi, S.H. (2023). The effect of the salinity stress on the yield, morphological characteristics, essential oil and RWC of Satureja hortensis (case study: Khoramabad, Iran). *Journal of Drought and Climate change Research, 1*(1), 97 - 108. 10.22077/JDCR.2023.6152.1017.

Copyright: © 2022 by the authors. Licensee *Journal of Drought and Climate change Research* (JDCR). This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

concentrations of NaCl salt. At the stage of 6 to 8 leaves, saline treatments were applied. The desired morphological traits including the height of the plant and sub-branches, root length, stem diameter, dry weight of leaves and flowering branches, roots and stems of a single plant were measured at the time of flowering. The data was analyzed using SAS statistics software and the average comparison of the evaluated traits was done with the LSD test at the 5% level. The data was analyzed using SAS statistics software and the average comparison of the evaluated traits was done using the LSD test at the 5% level. Graphs were drawn using EXCEL 2010 software

Results

The results of analysis of variance of the data showed that the effect of salinity stress on all the investigated morphological traits such as height of plant and branch, root length, stem diameter, dry weight of leaf and flowering branch, root and stem of single plant was significant at 1% probability level. Also, the effect of salinity stress on the relative content of leaf water and the percentage of essential oil is significant at the probability level of 1%. The results of the comparison of the average data showed that with the increase in salinity stress, all morphological traits investigated, such as plant and branch height, root length, stem diameter, as well as the dry weight of leaves and flowering branches, root and stem decreased in the salty plant, so that the highest values for all these traits were obtained in the S0 treatment (no salinity) and the lowest values were obtained in the severe salinity stress condition S4. As the level of salinity stress increases, the relative water content of the leaves also decreases. So that the S4 treatment has the lowest relative leaf water content (60.52%) compared to the control treatment. In addition, comparing the average data shows that the percentage of essential oil increased with the increase in salinity level.

Conclusion

The results of this research showed that the effect of salinity stress on morphological characteristics was significant at the probability level of 1%. With increasing salinity stress, morphological traits decreased. The results of the average data comparison show that with the increase in salinity stress level, the relative water content of leaves also decreases. Also, with the increase in salinity, the percentage of essential oil has increased.

مقاله پژوهشی

مجلـه
پژوهش‌های خشکسالی و تغییر اقلیم

دوره اول، شماره اول، پیاپی ۱، بهار ۱۴۰۲، صفحات ۱۰۸ - ۹۷

doi 10.22077/JDCR.2023.6152.1017

بررسی اثر تنش شوری بر میزان عملکرد، خصوصیات مورفولوژیکی، اسانس، شاخص محتوای نسبی آب گونه گیاهی مرزه (مطالعه موردی: خرم آباد، ایران)

مهری سعیدی نیا[1*]، فرهاد بیرانوند[2]، حسن مومیوند[3]، سید حسین موسوی[4]

۱. استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.
۲. دانشجوی دکتری علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.
۳. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.
۴. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.

*نویسنده مسئول: saeedinia.m@lu.ac.ir

واژه‌های کلیدی:
تنش شوری، صفات مورفولوژیکی، اسانس، شاخص محتوای نسبی آب.

تاریخ دریافت:
۱۴۰۱/۱۱/۳۰

تاریخ ویرایش:
۱۴۰۱/۱۲/۲۳

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۲/۰۱/۰۸

چکیده:

با توجه به وضعیت منابع آب کشور ایران، استفاده از آب‌های نامتعارف به منظور آبیاری امری اجتناب ناپذیر است. بنابراین بررسی واکنش گیاهان مختلف نسبت به شوری به صورت منطقه‌ای ضروری می‌باشد. برای این منظور، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان انجام گرفت. در این تحقیق از مینی‌لایسیمترها (گلدان‌ها) با قطر ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر استفاده گردید. آبیاری به روش وزنی انجام شد. تیمارهای آبیاری شامل سطوح مختلف شوری (صفر (S_0)، ۲(S_1)، ۴(S_2)، ۶(S_3) و ۸(S_4) دسی‌زیمنس بر متر)، بود که برای تهیه این غلظت‌ها از نمک NaCl استفاده شد. طول دوره رشد مرزه حدود ۱۰۰ روز بود و میزان تبخیر و تعرق پتانسیل زیره سیا وتبخیر و تعرق مرجع ۷۵۸/۶۸ و ۸۸۴/۲۶ میلی‌متر بر روز به دست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد اثر تنش شوری بر روی خصوصیات مورفولوژیکی مانند ارتفاع گیاه، قطر ساقه و همچنین وزن خشک برگ و سرشاخه گلدار، ریشه و ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با افزایش تنش شوری، صفات مورفولوژیکی کاهش یافتند. میزان عملکرد (ماده خشک برگ و گل و سرشاخه) در تیمارهای S_0، S_1، S_2، S_3 و S_4 به ترتیب معادل ۱۷۳۲، ۱۵۹۸، ۱۴۱۲، ۱۳۲۸ و ۱۲۳۰ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. درصد اسانس گیاه مرزه با افزایش تنش شوری، به صورت معنی‌داری افزایش یافت و در تیمار S_4، افزایش ۶۶/۶ درصدی در میزان اسانس مشاهده گردید. محتوای نسبی آب برگ با افزایش سطح شوری کاهش یافت و در تیمارهای مختلف تنش به ترتیب معادل ۸۳/۵۱، ۷۳/۲۹، ۶۵/۷۹، ۶۴/۵۵ و ۶۰/۵۲ درصد برآورد گردید.

مقدمه:

رشد روز افزون جمعیت جهان و نیاز بیشتر به تولیدات کشاورزی از مسائل مهمی است که امروزه بشر با آن روبرو است. در این رابطه محدودیت منابع آب و خاک و کیفیت آن‌ها، به عنوان بستر اصلی تولیدات کشاورزی نیز مطرح می‌شود، به طوری‌که هم اکنون استفاده بهینه از منابع، در سرلوحه فعالیت کشورهای مختلف قرار گرفته است. در حال حاضر کشور ایران، همچون سایر کشورهای واقع در کمربند خشک کره زمین، دچار کم آبی بوده و پیش‌بینی می‌شود طی نیم قرن آینده از جمله ۶۶ کشوری باشد که از تنش آبی رنج خواهد برد. بنابراین باید برای مصرف آب‌های در دسترس به عنوان یک کالای با ارزش، اهمیت بیشتری قائل شد (Nowruzi et al., 1999).

استفاده از آب‌های شیرین در رابطه با شرب، بهداشت و صنعت در اولویت قرار داشته، از سوی دیگر وجود اجتناب‌ناپذیر پدیده‌هایی مانند تغییر اقلیم و خشکسالی‌های پی در پی، باعث شده است که در بخش کشاورزی، کاربرد آب‌های با کیفیت پایین (آب زهکش‌ها، فاضلاب‌های کشاورزی و صنعتی، آب‌های شور زیرزمینی) به عنوان یک منبع آب در نظر گرفته و آن را به عنوان یکی از راهکارهای توسعه کشاورزی پایدار، منظور نمود. تحمل گیاه نسبت به شوری نه تنها در بین گونه‌های مختلف گیاهی کاملاً متغیر است، بلکه در هر گیاه، تحت شرایط محیطی نیز تغییر می‌کند. بسیاری از عوامل مربوط به گیاه، خاک و اتمسفر با یکدیگر تلفیق شده و بر مقاومت یک گیاه نسبت به تنش شوری اثر می‌گذارند (Cramer et al., 2001)، بنابراین واکنش یک گیاه را نسبت به غلظت معینی از نمک، نمی‌توان به صورت مطلق پیش‌بینی کرد. با این وجود می‌توان گیاهان را بطور نسبی با هم مقایسه نمود. بنابراین عملکرد نسبی گیاه در خاک شور نسبت به عملکرد همان گیاه در خاک غیر شور، می‌تواند به عنوان راهنمای عملی در انتخاب نوع گیاه جهت کشت و پیش‌بینی اثرات تنش شوری مورد استفاده قرار گیرد. واکنش گیاه در برابر تنش شوری، بسیار پیچیده و بستگی به زمان و مرحله رشد گیاه دارد (Cramer et al., 2001).

مرزه تابستانه (Satureja hortensis) گیاهی یک‌ساله، علفی و متعلق به خانواده نعناعیان و از گیاهان دارویی مهم می‌باشد که به عنوان گیاه دارویی-ادویه‌ای و همچنین سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد (Emaratpardaz et al, 2016). اسانس مرزه خاصیت ضد قارچی و ضد باکتریایی داشته و در صنایع غذایی، آرایشی، بهداشتی و عطرسازی کاربرد فروان دارد (Se-fidkon et al., 2006). شوری ناشی از کلرید سدیم از رایج‌ترین انواع شوری در خاک‌های زراعی ایران است که قابلیت تولید بسیاری از گیاهان زراعی و دارویی مهم را دچار محدودیت می‌کند. شوری سبب ایجاد تنش اسمزی در ریشه گیاه می‌شود. همچنین اثر ناشی از تنش آب باعث افزایش غلظت نمک در محیط اطراف ریشه می‌شود که در نهایت پژمردگی و کاهش رشد را به دنبال دارد در نتیجه، برخی از صفات مورفولوژیکی مانند تعداد و سطح برگ‌ها کاهش می‌یابد (Munns et al., 2006).

پاسخ گیاهان به افزایش شوری پیچیده است و باعث تغییراتی در ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیسم گیاه می‌شود (Parida & Das, 2005; Farhangi-Abria & Torabian (2017). در پژوهشی نتایج نشان داد، افزایش سطح شوری باعث کاهش وزن تر و خشک ریشه و ساقه، نسبت اندام هوایی به ریشه و زیست توده در ژنوتیپ‌های رازیانه شد(El-Shafy et al, 1991). طی تحقیقی که در مناطق مختلف از جمله رفسنجان، زرند، سیرجان، کرمان و بافت انجام شد، مشاهده گردید که اثر تنش شوری بر روی پارامترهای فیزیولوژی و درصد اسانس گیاه مرزه معنی‌دار بود (Estaji et al, 2018). نتایج این تحقیق نشان داد میزان مقاومت در برابر تنش شوری، در مناطق مختلف متفاوت می‌باشد. وجودی مهربانی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد میزان وزن خشک ساقه و برگ، محتوای اسانس و کلروفیل تحت تأثیر شوری قرار گرفتند. بیش‌ترین میزان پارامترهای اندازه‌گیری شده در تیمار شاهد مشاهده گردید و کم‌ترین در تیمار ۱۵۰ میلی مولار نمک سدیم. خالص رو و همکاران (۱۳۹۵)، (Mohamadzadeh et al., 2014) نشان دادند شوری در غلظت های بالا مانع جوانه زنی شده

و با کاهش پتانسیل اسمزی جذب آب را کاهش داده و فرایندهای متابولیکی را دستخوش تغییر می‌نماید. نتایج تحقیقات امیری و قاسمی رمضان آباد (۱۳۹۶) نشان داد که تنش شوری باعث ایجاد تغییراتی در ترکیب‌های اصلی اسانس گیاه مرزه می‌شود. (Me-hdizadeh et al., 2019) برای کاهش اثرات شوری بر مرزه از بیوچار استفاده کردند و نتایج نشان داد استفاده از بیوچار اثرات مثبتی در کاهش تنش شوری بر روی مرزه دارد.

مرور مطالعات نشان داد که احتمال افزایش استفاده از آب‌های نامتعارف با شوری بالا یا افزایش شوری منابع آب در دسترس وجود دارد. به همین دلیل با توجه به اهمیت گیاهان دارویی و امکان استفاده از آب‌های نامتعارف، در این تحقیق به بررسی اثر شوری آب آبیاری بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گیاه دارویی مرزه در منطقه خرم آباد پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در شرایط مینی لایسیمترهای وزنی (گلدانی) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و ۳۳ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۱۱۴۷ متری از سطح دریا انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و سه تکرار انجام گردید. سطوح مختلف شوری شامل غلظت‌های S_0: صفر (شاهد)، S_1: ۲ دسی زیمنس بر متر، S_2: ۴ دسی زیمنس بر متر، S_3: ۶ دسی زیمنس بر متر و S_4: ۸ دسی‌زیمنس بر متر بود که برای تهیه این غلظت‌ها از NaCl استفاده شد. برای کشت بذرهای گیاه مرزه از گلدان‌های مناسب و زهکش‌دار به ارتفاع ۳۰ و قطر ۲۴ سانتی‌متر و ظرفیت هفت کیلوگرم خاک با ویژگی‌های ارائه شده در جدول ۱ استفاده شد. به منظور بهبود وضعیت زهکشی، در کف گلدان‌ها سنگ‌ریزه ریخته شد و در زیر گلدان‌ها از ظروفی جهت خارج شدن آب اضافی استفاده گردید. در مرحله ۶ تا ۸ برگی، تیمارهای شوری اعمال گردید. ویژگی‌های آب مورد استفاده در جدول ۲ ارائه داده شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های خاک مورد استفاده

Table 1. Characteristics of the soil

نوع خاک Soil type	ترکیبات (درصد) Compositions (%)			ظرفیت زراعی FC درصد وزنی	نقطه پژمردگی PWP درصد وزنی
	رس clay	شن sand	سیلت silt		
لومی Lumi	31	46	23	32	16

جدول۲. خصوصیات آب آبیاری

Table 2. Characteristics of irrigation water

pH	EC (dS/m)	TDS (mg/l)	Ca^{2+} (meq/l)	Mg^{2+} (meq/l)	Na^{+} (meq/l)	SAR
7	0.6	397	4.6	1.6	1.28	0.73

برنامه‌ریزی آبیاری

در طول دوره‌ی رشد، اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک و میزان آب مورد نیاز به صورت وزنی انجام شد و آبیاری به گونه‌ای اعمال گردید که رطوبت در تیمار شاهد، در حد رطوبت سهل‌الوصول باقی بماند. بر این اساس که هر روز گلدان‌ها وزن شدند و زمانی که رطوبت خاک به حد پایین‌تر از رطوبت سهل الوصول () رسید آبیاری انجام گرفت. حد پایین رطوبت سهل الوصول از فرمول (۱) محاسبه گردید (Gontia and Tiwari, 2008).

$$\boldsymbol{\theta_m} = \left|\theta_{fc} - MAD\,(\theta_{fc} - \theta_{PWP})\right| \qquad (۱)$$

در روابط فوق، MAD حداکثر میزان تخلیه (به دلیل فقدان اطلاعات در این خصوص از طرف FAO و سایر محققان، مقدار ۰/۵ در این پژوهش در نظر گرفته شد.). FC_θ میزان درصد رطوبت وزنی در ظرفیت زراعی و PWP_θ میزان درصد رطوبت وزنی در نقطه پژمردگی می‌باشد که توسط دستگاه صفحات فشاری

اندازه‌گیری گردید. با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده، مقدار mθ برابر ۲۴ درصد وزنی به دست آمد. به عبارت دیگر، هرگاه رطوبت وزنی خاک به ۲۴ درصد وزنی رسید آبیاری صورت گرفت و میزان آب آبیاری برای تیمار شاهد (۱۰۰٪ نیاز آبی بدون شوری) به گونه‌ای محاسبه گردید که وزن گلدان مشابه ظرفیت زراعی باشد. پس از اعمال تنش، میزان آب مورد نیاز هر یک از تیمارهای تنش براساس تیمار شاهد و شوری‌های مشخص که با نمک NaCl تهیه شده بود، مشخص گردید.

تبخیر-تعرق واقعی

میزان تبخیر-تعرق واقعی مرزه به صورت مستقیم با استفاده از معادله بیلان رطوبتی برآورد گردید. معادله کلی بیلان رطوبتی در شرایط استفاده از لایسیمتر به صورت رابطه (۲) تعریف می‌گردد:

$$ET_C = I + P - D \pm \Delta S \quad (۲)$$

در این رابطه، ETc میزان تبخیر-تعرق واقعی گیاه، I میزان آب آبیاری، P میزان بارندگی، D آب زهکشی شده (نفوذ عمقی) و تغییرات ذخیره‌ای رطوبت خاک است. هر یک از ویژگی‌های فوق در طول دوره رشد به روش وزنی اندازه‌گیری شدند و در نهایت میزان تبخیر-تعرق واقعی محاسبه گردید. قابل ذکر است با توجه به اینکه اندازه‌گیری رطوبت به صورت وزنی انجام گرفت و در هر آبیاری رطوبت خاک به ظرفیت زراعی رسانده می‌شد، لذا عملاً پارامتری مانند نفوذ عمقی حذف می‌گردید. میزان تبخیر و تعرق مرجع نیز براساس گیاه چمن کشت شده محاسبه گردید. گیاه چمن به گونه‌ای کشت گردید که در دوره‌ی رشد گیاه، ارتفاع استاندارد را داشته باشد.

محاسبه عملکرد و صفات مورفولوژیک گیاه

صفات مورفولوژیک مورد نظر شامل ارتفاع بوته و شاخه فرعی، طول ریشه، قطر ساقه، وزن خشک برگ و سرشاخه گلدار، ریشه و ساقه تک بوته در زمان گلدهی اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام گرفت. رسم نمودارها به وسیله نرم‌افزار EXCEL 2010 انجام شد.

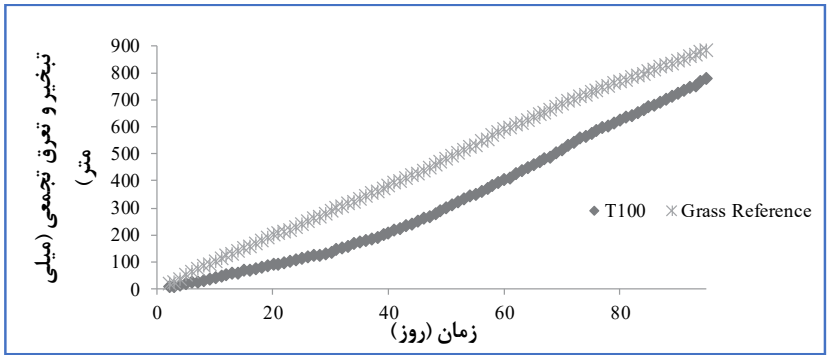
نتایج

تبخیر و تعرق واقعی: میزان تبخیر و تعرق گونه مرزه در گام‌های زمانی ده روز، در جدول ۳ و میزان تبخیر و تعرق تجمعی در شکل ۱ نشان داده شده است. قابل ذکر است تاکنون تحقیق قابل توجهی در زمینه تعیین میزان تبخیر و تعرق گونه گیاهی مرزه انجام نشده است.

جدول ۳. میزان تبخیر و تعرق گیاه مرزه (میلی‌متر) در بازه زمانی ده روزه در تیمارهای مختلف تنش

Table 3. The amount of evaporation and transpiration of the savory plant (mm) in a period of ten days in different stress treatments

روز پس از کشت The day after sowing	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	مجموع Total
تبخیر و تعرق مرزه evaporation and transpiration of the savory plant	41.4	47.26	47.8	69.9	92	105.1	113.52	109.12	93.64	38.94	758.68
تبخیر وتعرق چمن Evaporation and transpiration of grass	102.38	96.6	89.08	93.3	103.1	105.44	95.98	81.32	78.34	38.72	884.26



شکل ۱. میزان تبخیر و تعرق تجمعی گیاه مرزه و گیاه مرجع چمن

Fig 1. Cumulative evaporation and transpiration rates of the savory plant and the grass reference plant

صفات مورفولوژیک: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴) نشان داد اثر تنش شوری روی همه صفات مورفولوژیک مورد بررسی مثل ارتفاع بوته و شاخه فرعی، طول ریشه، قطر ساقه، وزن خشک برگ و سرشاخه گلدار، ریشه و ساقه تک بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

جدول ۴. تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک گیاه مرزه تحت شرایط تنش شوری

Table 4. Variance analysis of morphological traits of savory plant under salt stress condition

منابع تغییرات Sources of variations	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean square							
		ارتفاع بوته (cm) Bush height	ارتفاع شاخه فرعی(cm) Branch height	طول ریشه (cm) Root length	قطر ساقه (mm) Stem diameter	وزن خشک ریشه تک بوته (g) Root dry weight of a single plant	وزن خشک ساقه تک بوته (g) Dry weight single of a plant stem	وزن خشک برگ و گل و سرشاخه تک بوته (g) Dry weight of leaves, flowers and branches of a single plant
بلوک Block	2	1.40	0.35	0.07	0.0018	0.000022**	0.000146*	0.000039**
تیمار treatment	4	182.77**	75.29**	1.66**	0.26026**	0.003525**	0.25119**	0.030972**
خطای آزمایشی Test error	8	0.57	0.45	0.23	0.00128	0.0000002	0.000025	0.0000019
ضریب تغییرات Coefficient of variation(%)	-	2.20	3.06	3.45	1.36	0.23	0.66	0.19

****، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار**

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک گیاه مرزه تحت شرایط تنش شوری

Table 5. Comparison of the average morphological traits of the savory plant under salt stress conditions

سطح تنش شوری Salt stress level	ارتفاع بوته (cm) Bush height	ارتفاع شاخه فرعی(cm) Branch height	طول ریشه (cm) Root length	قطر ساقه (mm) Stem diameter	وزن خشک ریشه تک بوته (g) Root dry weight of a single plant	وزن خشک ساقه تک بوته (g) Dry weight of a single plant stem	وزن خشک برگ و گل و سرشاخه تک بوته (g) Dry weight of leaves, flowers and branches of a single plant
S_0	47.000^a	30.50^a	14.50^a	3.1^a	0.22^a	0.89^a	0.866^a
S_1	36.000^b	22.00^b	14.33^a	2.7^b	0.209^b	0.81^b	0.799^b
S_2	31.000^c	20.50^c	14.23^a	1.9^c	0.161^c	0.716^c	0.706^c
S_3	29.33^d	19.33^c	14.17^a	1.2^d	0.152^d	0.714^c	0.644^d
S_4	27.66^e	17.66^d	12.67^b	1.2^d	0.145^e	0.66^d	0.615^d

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون برای هر تیمار بر اساس آزمون LSD فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۵) نشان داد که با افزایش شدت تنش شوری تمام صفات مورفولوژیک مورد بررسی از جمله ارتفاع گیاه و شاخه فرعی، طول ریشه، قطرساقه و همچنین وزن خشک برگ و سرشاخه گلدار، ریشه و ساقه در گیاه مرزه کاهش یافت، به طوری که بیش‌ترین مقادیر برای تمامی این صفات در تیمار S_0 (بدون شوری) حاصل شد و کم‌ترین مقادیر نیز در شرایط تنش شوری شدید S_4 به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد با وجود روند کاهشی صفات مورفولوژیک گیاه در سطوح مختلف شوری، در شاخص طول ریشه تا شوری S_3، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و فقط در شوری S_4، میزان کاهش رشد ریشه، نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار شده است.

محتوای نسبی آب برگ و عملکرد اسانس: نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان می‌دهد که اثر تنش شوری روی محتوای نسبی آب برگ و درصد اسانس در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌داری دارد.

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون برای هر تیمار بر اساس آزمون LSD فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۷)، نشان می‌دهد که با افزایش سطح تنش شوری، محتوای نسبی آب برگ نیز کاهش می‌یابد. به طوری‌که تیمار S_4 در مقایسه با تیمار شاهد کم‌ترین محتوای نسبی آب برگ (۶۰/۵۲٪) را دارد. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۷) نشان می‌دهد که با افزایش سطح شوری درصد اسانس افزایش یافته است. مقادیر درصد اسانس در تیمارهای آزمایشی S_0، S_1، S_2، S_3 و S_4 به ترتیب برابر ۱/۰۸۳، ۱/۲۰۰، ۱/۵۰۰، ۱/۵۸۳ و ۱/۸۰ درصد به دست آمده است. در تیمار تنش شوری S_4، میزان درصد اسانس در مقایسه با شاهد تقریبا ۶۶/۶ درصد افزایش نشان داده است.

جدول ۶. تجزیه واریانس محتوای نسبی آب برگ و درصد اسانس گیاه مرزه تحت شرایط تنش شوری

Table 6. Variance analysis of the relative content of leaf water and the percentage of essential oil of the savory plant under salt stress conditions

منابع تغییرات Sources of changes	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات محتوای نسبی آب برگ Mean square of relative leaf water content	میانگین مربعات درصد اسانس Mean square percentage of essential oil
بلوک Block	2	0.5321**	0.00817ns
تیمار treatment	3	247/2044**	0.25375**
خطای آزمایشی Test error	6	0/0065	0.00025
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation	-	0.17	0.66

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

جدول ۷. مقایسه میانگین محتوای نسبی آب برگ و درصد اسانس گیاه مرزه تحت شرایط تنش شوری

Table 7. Comparison of the average relative content of leaf water and the percentage of essential oil of the savory plant under salt stress conditions

سطح تنش آبی Water stress level	محتوای نسبی آب برگ (درصد) Relative leaf water content (percentage)	اسانس (درصد) essential oil (percentage)
S_0	83.15a	1.08e
S_1	73.29b	1.200d
S_2	65.79c	1.500c
S_3	64.55d	1.583b
S_4	60.52e	1.80a

بحث

همانطور که نتایج جدول ۳ و شکل ۱ نشان می‌دهد، طول دوره رشد مرزه حدود ۱۰۰ روز می‌باشد و بیش‌ترین میزان تبخیر به فاصله ۶۰ تا ۸۰ روز پس از کشت رخ داده است. در این فاصله متوسط تبخیر روزانه بین ۱۰ تا ۱۱ میلی‌متر بر روز به دست آمد. به طور متوسط میزان متوسط تبخیر مرزه و چمن حدود ۷/۵۸ و ۸/۸۴ میلی‌متر بر روز به دست آمد. قابل ذکر است تاکنون تحقیق قابل توجهی در زمینه تعیین میزان تبخیر و تعرق گونه گیاهی مرزه انجام نشده است.

نتایج نشان داد که پارامترهای رشد گیاه مرزه به صورت معنی‌داری تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفتند که با نتایج امارت پرداز و همکاران (Ema-ratpardaz et al, 2016) بر روی مرزه مطابقت داشت. این نتایج با مطالعات سایر محققان بر روی گیاهان دارویی مانند شوید نیز مطابقت داشته است (Na-jafi et al, 2014). رشد گیاه نتیجه‌ای از تنظیم و تکمیل فرآیندهای فیزیولوژیکی می‌باشد که توسط تعدادی از عوامل محیطی تحت تأثیر قرار گرفته و پاسخ گیاه به تنش را مشخص می‌کند (Parida et al., 2004). گیاهانی که در معرض تنش‌های خشکی و شوری قرار می‌گیرند وزن خشک برگ و شاخساره کمتری نسبت به گیاه شاهد دارند که این مسئله به پیری و مرگ برگ در اثر تنش اسمزی مربوط می‌شود (De Herralde et al, 1998). یوسفی و همکاران (Yousefi et al, 2016) نیز گزارش کردند تنش شوری در کلزا باعث کاهش ارتفاع، عملکرد بیولوژیک و تعداد شاخه‌های فرعی می‌شود. کاهش و توقف رشد گیاه در تنش شوری می‌تواند ناشی از کمبود آب قابل دسترس و سمیت ناشی از تجمع یون‌های Na^+ و Cl^- باشد (Razmjoo et al., 2008). در محیط‌های شور علاوه بر اینکه سلول‌های ریشه آب مورد نیاز را از محیط بدست نمی‌آورند جذب برخی از مواد معدنی نامحلول در آب توسط گیاه کاهش یافته و رشد و نمو گیاه به دلیل ایجاد نقص در متابولیسم مهار می‌شود. همچنین با تغییر در نفوذپذیری غشاء و تجمع یون‌ها، متابولیسم را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Cicek & Cakilar, 2002). به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک در اثر تنش شوری، جذب آب کاهش و در نتیجه روزنه‌ها بسته شده و میزان تنفس و فتوسنتز کاهش می‌یابد که کاهش رشد گیاه را به دنبال دارد (Babaei et al., 2010; Ben-Asher et al., 2006). نتایج امارت پرداز و همکاران (Emaratpardaz et al, 2016) نیز بر روی گیاه مرزه نشان داد که تنش شوری موجب کاهش معنی‌داری در وزن تر و خشک کل گیاه، سطح برگ و ارتفاع گیاه می‌شود. کاهش میزان رشد و پارامترهای مورفولوژیکی تحت تأثیر تنش شوری توسط محققین زیادی مورد تأیید قرار گرفته است (Muscolo et al., 2015; Alam et al., 2015; Na-jafi & Khavari-Nejad, 2010). محتوای نسبی آب برگ، رابطه مستقیمی با میزان پتانسیل آب برگ دارد و با افزایش تنش شوری، میزان پتانسیل آب برگ و درنتیجه محتوای نسبی آب برگ نیز کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ می‌شود. کاهش محتوای نسبی آب برگ نشان دهنده‌ی کاهش فشار تورژسانس ناشی از محدودیت دسترسی به آب برای فرآیندهای گسترش سلولی می‌باشد که بخاطر انباشت یون‌های سدیم و کلر نوعی عدم تعادل در تغذیه‌ی کاتیونی گیاه بوجود می‌آورد که منجر به کمبود عناصر منیزیم، کلسیم و پتاسیم و آنیون‌هایی مثل نیترات می‌شود (Habibi et al., 2014; Munns & Tester, 2009). مورگان (Morgan, 1992) نشان داد که کاهش پتانسیل اسمزی شیره سلولی که به افزایش تمایل گیاه به جذب آب منجر می‌شود در گندم به یون پتاسیم نسبت داده شده است و یون سدیم در این مورد هیچ نقشی ندارد و با توجه به جایگزینی سدیم به جای پتاسیم در شرایط شور ممکن است سدیم در حفظ پتانسیل اسمزی منفی و جذب آب در این شرایط اختلال ایجاد کند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تنش شوری باعث افزایش درصد اسانس گیاه مرزه تابستانی می‌شود به طوری‌که در تیمار S4 در مقایسه با شاهد باعث افزایش ۶۶/۶ درصدی میزان اسانس مرزه گردید. با این حال تحقیقات نشان داده

است که روند تغییرات درصد اسانس گیاهان مختلف نسبت به تنش شوری متفاوت می‌باشد. قاسمی رمضانی آباد و امیری (Ghasemi Ramezan Abad and Amiri, 2018) نشان دادند که میزان اسانس گیاه مرزه، از روند افزایش یا کاهشی مشخصی تبعیت نمی‌کند. نتایج تحقیقات خراسانی‌نژاد و همکاران (Khorasani nejad et al, 2016) نشان داد اثر تنش‌های شوری ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار کلرید سدیم، بر روی درصد اسانس گیاه اسطوخودوس معنی‌دار بود به طوری که تا تنش ۲۵ میلی مولار، ابتدا مقدار اسانس افزایش و سپس روند کاهشی پیدا کرد. پیری و همکاران (Piri et al, 2017) نیز نشان دادند که درصد اسانس زنیان با افزایش تنش شوری افزایش می‌یابد.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد اثر تنش شوری بر روی خصوصیات مورفولوژیکی مانند ارتفاع گیاه، قطر ساقه و همچنین وزن خشک برگ و سرشاخه گلدار، ریشه و ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با افزایش تنش شوری، صفات مورفولوژیکی کاهش یافتند. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که با افزایش سطح تنش شوری، محتوای نسبی آب برگ نیز کاهش می‌یابد. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که با افزایش سطح شوری درصد اسانس افزایش یافته است.

منابع

Alam, M. A., Juraimi, A. S., Rafii, M. Y., & Abdul Hamid, A. (2015). Effect of salinity on biomass yield and physiological and stem-root anatomical characteristics of purslane (Portulaca oleracea L.) accessions. BioMed Research International. 1–15.

Amiri, H., & Ghasemi Ramezan Abad, Z. (2018). The effects of salinity on chemical composition of essential oil of Satureja rechingeri. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 31(2), 505-515. [In Persian].

Amiri, H., & Ghasemi Ramezan Abad, Z. (2019). Investigating the effect of salinity stress on the chemical compositions of the essential oil of the Satureja rechingeri. Plant research (Iranian biology), 31(2), 248-257. [In Persian].

Babaei, K., Amini-Dehaghi, M., Modaressanavi, A., & Jabari, R., (2010). Effect of salinity stress on some morphological, physiological and chemical traits of Thymus vulgaris. Journal of Agriculture, 71(2), 86-79. [In Persian].

Ben-Asher, J., Tsuyuki, I., Bravdo, B. A., & Sagih, M. (2006). Irrigation of grape vines with saline water: I. Leaf area index, stomatal conductance, transpiration and photosynthesis. Agricultural water management, 83(2), 13-21.

Çiçek, N., & Çakirlar, H. (2002). The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. Bulgarian Journal of Plant Physiology, 28(2), 66-74

Cramer, G.R., Schmidt, C. L., & Bidart, C. (2001). Analysis of cell hardening and wall enzymes of salt stressed maize (Zea mays L.) leaves. Australian Journal of Plant Physiology, 28, 101–109.

De Herralde, F., Biel, C., Save, R., Morales, M. A., Torrecillas, A., Alarcón, J. J., & Sánchez-Blanco, M. J. (1998). Effect of water and salt stress on the growth, gas exchange and water relations in Argyranthemum cornopifolium plants. Journal of Plant Science, 139, 9-17.

El-Shafy, S., Meawad, A., Awad, A., & Shaer, M. (1991). Effect of combination treatment between salinity, gamma irradiation as well as cycocyl on: II Leaf pigment and chemical constituents of sweet basil plants. Journal of Agricultural Research, 18, 2247-2293.

Emaratpardaz, J., Hami, A., & Ghohari, G. (2016). Evaluation of Growth Characteristics and Essential Oil Yield of Satureja hortensis L. under Salinity and Zn Foliar Spraying. Journal of agriculture science and sustainable production, 26(3), 131-141. [In Persian].

Estaji, A., Roosta, H. R., Rezaei, S. A., Hosseini, S. S., & Niknam, F. (2018). Morphological, physiological and phytochemical response of different Satureja hortensis L. accessions to

Plant Physiology, 19, 67-76.

Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annual. Review of Plant Physiology, 59, 651-681.

Munns, R., James, R. A., & Lauchli, A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany, 57(5), 1025-1043.

Muscolo, A., Junker, A., Klukas, C., Weigelt-Fischer, K., Riewe, D., & Altmann, T. (2015). Phenotypic and metabolic responses to drought and salinity of four contrasting lentil accessions. Journal of Experimental Botany, 66(18), 5467–5480.

Najafi, F., Mehrabian, S., Khavari-Nejad, R., & Ghorbani, Y. (2014). Assessment of salt stress effect on some physiological parameters and antibacterial activities in dill (Anethum graveolens L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 30(5), 733-745. [In Persian].

Najafi, F., & Khavari-Nejad, R. A. (2010). The effects of salt stress on certain physiological parameters in summer savory (Satureja hortensis L.) plants. Journal of Stress Physiology and Biochemistry, 6(1), 13–21. [In Persian].

Nowruzi, M., Mahrani, M., & Messchi, M. (1999). Use of saline and brackish water for irrigation. National Committee on Irrigation and Drainage, 26. [In Persian].

Parida, A. K., & Das, A.B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60(3), 324-349.

Parida, A.K., Das, A.B., Sanada, Y., & Mohanty, P. (2004). Effects of salinity on biochemical components of the mangrove (Aegiceras corniculatum). Journal of Aquatic Botany, 80(2), 77-87.

Piri, I., Keshtegar, M., Tavassoli, A., & Babaeian, M. (2017). Effect of Salinity on Osmotic Adjustment, Yield and Essence of Local Landraces Ajowan (Trachysperm umammi L.). Journal of crop ecophysiology (agriculture science), 11(3), 519-530. [In Persian].

salinity in a greenhouse experiment. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 10, 25-33. [In Persian].

Farhangi-Abriz, S., & Torabian, S. (2017). Antioxidant enzyme and osmotic adjustment changes in bean seedlings as affected by biochar under salt stress. Ecotoxicology and environmental safety, 137, 64-70. [In Persian].

Gontia, N. K., & Tiwari, K. N. (2008). Development of crop water stress index of wheat crop for scheduling irrigation using infrared thermometry. Agricultural water management, 95(10), 1144-1152.

Habibi, Kh., Bagherzade, L., & Sarvari, S. (2015). Reduction of salinity stress by iodine in two grape cultivars. Plant stress physiology, 1(1), 11-24. [In Persian].

Khales poor, SH., Malekian, H., & Mahdavi, B. (2017). Investigating the effect of salinity stress and chitosan on seed germination indices of two savory medicinal plants. Iranian seed science and research, 3(3), 23-34. [In Persian].

Khorasaninejad, S., Soltanloo, H., Hadian, J., & Atashi, S. (2016). The Effect of Salinity Stress on the Growth, quantity and quality of Essential oil of Lavender (Lavandula angustifulia Miller). Journal of Horticulture Science, 30(2), 209-216. [In Persian].

Mehdizadeh, L., Moghaddam, M., & Lakzian, A. (2019). Alleviating negative effects of salinity stress in summer savory (Satureja hortensi s L.) by biochar application. Acta Physiologiae Plantarum, 41, 1-13. [In Persian].

Mohammadizad, H.A., Mirzakhani, G., Ghafari, M., Samavatipour, P., Araghi, S.M., & Fatehi, M.F. (2014). Effect of NaCl stress on seed germination indices and early seedling growth of Cumin (Cuminum cyminum L.) an important medicinal plant. Agricultural Science Development, 3(2), 161-166. [In Persian].

Morgan, J. M. (1992). Osmotic components and properties associated with genotypic differences in osmoregulation in wheat. Australian Journal of

Razmjoo, KH., Heydarizadeh, P., & Sabzalian, M. R. (2008). Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of Matricaria chamomile. International Journal of Agriculture and Biology, 10, 451-454. [In Persian].

Saffari, R., Maghsoudi Mood, A., & Saffari, V. R. (2013). Effect of Salt Stress on Chlorophyll Fluorescence and Grain Yield of Some Sunflower (Helianthus annuus L.) Cultivars. Seed and Plant Production Journal, 29(1), 109-130. [In Persian].

Sefidkon, F., Abbasi, K., & Khaniki, G. B. (2006). Influence of drying and extraction methods on yield and chemical composition of the essential oil of Satureja hortensis. Food Chemistry, 99, 19–23. [In Persian].

Voujoodi Mehrabani, L., Hasanpoor Aghdam, M., & Valizadeh Kmran, R. (2016). Studying the growth and some physiological characteristics of Satureja hortensis under salinity stress. Scientific Research Journal of Ecophysiology of Agricultural Plants, 11, 99-110. [In Persian].

Yousefi, F., Hassibi, P., Roshan fekr, H., & Meskar bashee, M. (2016). Study of Drought and Salinity Stress Effect on Some Physiological Characters of Two Canola (Brassica Napus L.) Varieties in Ahvaz. Journal of Plant Productions (Agronomy, Breeding and Horticulture), 38(4), 25-34. [In Persian].