University of Birjand

Journal homepage:
https://escs.birjand.ac.ir

تنشهای محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses In Crop Sciences

https://doi.org/10.22077/ESCS.2024.6470.2219

*Original article*

# Estimation of some growth characteristics of the ajwain (*Carum capticum* L.) in response to salinity stress

**R. Yazdani Biouki***

*Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran*

Received 12 June 2023; Accepted 17 August 2023

نسخه پیش از انتشار

## *Extended abstract*

### Introduction

Salinity is a major abiotic stress limiting growth and productivity of plants in many areas of the world due to increasing use of poor quality of water for irrigation and soil salinization. Soil and water salinity in semi-arid regions such as Iran have been important threats for plant growth and agriculture. Distributed in semi-arid and arid parts of the world, ajwain, or sprague, (*Carum capticum* L.) is a medicinal and industrial plant of the Apiaceae family with white flowers and small brownish fruits. A good source of secondary metabolites, the seeds of ajowan have been used in food and pharmaceutical applications2. A variety of health properties was described for the ajowan seeds, which include antimicrobial, antioxidant, nematicidal, anti-inflammatory, carminative, and sedative effects.

### Materials and methods

With the aim of estimation of some growth characteristics of the Ajowan in response to salinity stress, an experiment was conducted in a completely randomized design with 3 replications in a pot in the greenhouse of the National Salinity Research Center during 2020. Experimental treatment includes water salinity levels 0.4 (control), 3, 6, 9 and 12 $dSm^{-1}$. At the beginning of planting, all the pots were watered with city water until establishment and germination and reaching the desired density. And then to avoid introducing sudden stress to the plant, salinity treatments were gradually increased during a period of 20 days after planting according to each treatment. After 8 months after planting in the stage after flowering, some quantitative characteristics of the plant were measured as follows: plant height, fresh and dry weight of shoots, root dry weight, lateral stem number, relative water content, ion leakage, potassium and sodium of shoots. Analysis of variance of the data was calculated using SAS Ver 9.2 statistical software, and mean comparison was performed using the LSD test at the 5% probability level.

### Results and discussion

The results showed that all investigated traits were affected by different levels of salinity. As by increasing the salinity from the control treatment (0.4 $dS.m^{-1}$) to a salinity of 12 $dSm^{-1}$ caused a decrease of 63% in the height of the plant, 58% in the shoot fresh weight, 42% in the shoot dry weight, 47% in the root dry weight, 13% in relative water content and 45% in potassium. Also, increasing salinity from control treatment 0.4 to 12 $dSm^{-1}$ caused an increase in the amount of sodium and ion leakage by 46% and 11.5%, respectively. In many studies, reports indicate a significant effect of salinity on the reduction of the growth characteristics of Ajowan plants. It seems that in the present study, with the increase in

* Corresponding author: Rostam Yazdani Biouki; E-Mail: r.yazdani@areeo.ac.ir

© 2024, The Author(s). Published by University of Birjand. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

salinity stress level, plant height decreased due to the harmful effects of salinity. Correlation results showed that the highest effective traits on dry weight of shoot dry weight included potassium and ion leakage. One of the reasons for the decrease in dry matter was the increase in ion leakage and the decrease in potassium content of the plant, and correlation and regression studies also indicated a high correlation between ion leakage and potassium content with plant dry matter.

**Conclusion**
The results indicated that the growth traits and related to the yield of the Ajowan decreased significantly with the increase in irrigation water salinity. Also, salinity stress significantly decreased the relative water content and decreased the amount of potassium and the ratio of potassium to sodium and increased the ion leakage and sodium percentage of the plant. Correlation and regression studies also indicated a high correlation between ion leakage and potassium content with plant dry matter. The changes in plant dry matter yield between other salinity levels, 3, 6, and 9 were not significantly different from plants under the control treatment. In general, we can recommend ajwain plant as one of the promising salinity-tolerant medicinal plants for further studies.

**Keywords:** Ion leakage, Medicinal plants, Plant height, Relative water content

نسخه پیش از انتشار

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences

https://doi.org/10.22077/ESCS.2024.6470.2219

*مقاله پژوهشی*

# ارزیابی برخی ویژگی‌های رشدی گیاه دارویی زنیان (*Carum capticum* L.) در پاسخ به تنش شوری

**رستم یزدانی بیوکی***

استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد

**مشخصات مقاله**

***واژه‌های کلیدی:***
**ارتفاع گیاه**
**گیاهان دارویی**
**محتوای نسبی آب**
**نشت یونی**

**تاریخ دریافت:**
**۱۴۰۲/۰۳/۲۲**

**تاریخ پذیرش:**
**۱۴۰۲/۰۵/۲۶**

**چکیده**

**شوری یک تنش غیر زیستی است که رشد و تولید گیاهان زراعی را در بسیاری از مناطق جهان محدود کرده است. به‌منظور بررسی برخی ویژگی‌های رشدی گیاه دارویی زنیان (*Carum capticum* L.) در پاسخ به تنش شوری، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه‌ی مرکز ملی تحقیقات شوری در سال ۱۳۹۹ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح شوری آب ۰/۴ (بدون تنش)، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر بودند. ویژگی‌های رشدی موردمطالعه شامل ارتفاع بوته، وزن تر و خشک شاخساره، وزن خشک ریشه، تعداد ساقه فرعی، محتوای نسبی آب، نشت یونی، محتوای پتاسیم و سدیم بخش هوایی بودند. نتایج نشان داد که افزایش شوری از تیمار بدون تنش تا سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر موجب کاهش ۶۳ درصد ارتفاع بوته، ۵۸ درصد وزن تر شاخساره، ۴۲ درصد وزن خشک شاخساره، ۴۷ درصد وزن خشک ریشه، ۱۳ درصد محتوای نسبی آب و ۴۵ درصد پتاسیم گیاه شد. همچنین افزایش شوری از تیمار بدون تنش شوری تا تیمار شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر باعث افزایش مقادیر نشت یونی و درصد سدیم بخش هوایی گیاه به ترتیب به میزان ۴۷ و ۱۱ درصد شد. نتایج همبستگی نشان داد که بالاترین صفات مؤثر بر وزن خشک ماده هوایی شامل درصد پتاسیم بخش هوایی گیاه و نشت یونی بود.**

## مقدمه

شوری یکی از اساسی‌ترین تنش‌های غیرزنده در مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده، به‌طوری‌که از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد رویشی و زایشی اکثر گیاهان است (Fazeli et al., 2018). شوری خاک‌ها به دلیل آبیاری با آب‌های شور، زهکشی نامناسب و انباشت نمک در اراضی بیابانی و نیمه‌بیابانی در حال گسترش است. شوری سبب ایجاد محدودیت‌های تغذیه‌ای و کاهش رشد از طریق کاهش جذب عناصر مغذی، افزایش غلظت یونی درون‌سلولی و تنش اسمزی می‌شود که همگی عوامل محدودکننده رشد گیاه محسوب می‌شوند (Gupta and Huang, 2014). استفاده از گیاهان متحمل به شوری، برای تولید و توسعه گیاهان در عرصه‌های شور لازم است که نیاز به بررسی میزان تحمل به شوری آن‌ها دارد.

گیاهان دارویی یکی از ارزشمندترین منابع تأمین دارویی و غذایی جوامع در طول نسل‌ها بوده و همچنین اهمیت ویژه‌ای در توسعه کشاورزی داشته است (Omidbaigi, 1997). گیاه دارویی زنیان با نام علمی *Carum capticum* L. از خانواده چتریان (Davazdahemami et al., 2021)، یکی از گیاهان دارویی ارزشمند است که در طب سنتی از بذر آن به‌عنوان مسکن، ضدنفخ و رفع ناراحتی‌های معده استفاده

* نگارنده پاسخگو: رستم یزدانی بیوکی. پست الکترونیک: r.yazdani@areeo.ac.ir

می‌شود (Zargari, 1992). زنیان منبع بسیار خوبی از ماده مؤثره زنیان اسانس روغنی است که محتوی تیمول، کارواکرول، پارا-سیمن و آلفا-پینن است (Davazdahemami et al., 2010). دانه زنیان به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی در ترکیبات خوراکی گزارش شده است (Moshiri Roshan et al., 2020).

زنیان از متحمل‌ترین گیاهان دارویی نسبت به تنش شوری محسوب می‌شود به‌طوری‌که امکان کشت گیاه زنیان در خاک‌های با شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر جهت زراعت متابولیک تیمول در فصل بهار وجود دارد (Dokhani et al., 2012). همچنین این گیاه در خاک‌های قلیایی تحمل خوبی دارد (Davazdahemami and Majnoun Hosseini, 2008). تحقیقات وسیعی در مورد گیاه دارویی ارزشمند زنیان انجام شده است.

مطالعه اثر تنش شوری شامل: شاهد، ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی زیمنس بر متر بر عملکرد توده‌های مختلف زنیان نشان داد که بالاترین ارتفاع بوته، وزن تر گیاه و وزن خشک گیاه در شرایط بدون تنش شوری به دست آمد، به‌طوری‌که وزن خشک گیاه در تیمار شاهد ۱/۵۳ گرم در بوته بود درحالی‌که در تیمار ۸ دسی زیمنس بر متر به‌طور معنی‌داری به ۱/۱۳ گرم در بوته کاهش یافت. همچنین نشان داده شد که سطوح شوری آب بالاتر از ۴ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش ویژگی‌های کمّی گیاه شده و گیاه با کمک مکانیسم تنظیم اسمزی شرایط تنش را تا حدی تحمل می‌کند و گیاه زنیان به‌عنوان یک گیاه متحمل به تنش شوری معرفی شد (Piri et al., 2017).

پتانسیل بالای گیاه دارویی زنیان به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی ارزشمند کشورمان، در تولید داروهای نوین و استفاده در طب سنتی و همچنین صنایع می‌تواند افق روشنی در آینده این گیاه ایجاد کند و کشت و کار و در نتیجه فرآوری آن را افزایش دهد. این امر مستلزم تحقیقات زراعی ازجمله بررسی تحمل به شوری آن است، در پژوهش حاضر هدف تعیین برخی ویژگی‌های رشدی گیاه دارویی زنیان در پاسخ به تنش شوری بود.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تحمل به شوری گونه دارویی زنیان پژوهشی در محیط گلدانی به مدت ۸ ماه با میانگین دمای ۲۹ درجه سانتی‌گراد در روز و ۲۲ درجه سانتی‌گراد در شب و رطوبت ۶۰ درصد و میزان نور هشت ساعت در گلخانه تحقیقاتی مرکز ملی تحقیقات شوری واقع در استان یزد انجام شد. این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای مطالعه شامل سطوح مختلف تنش شوری آب شامل: تیمار شاهد (آب شهر= ۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر) و تنش‌های شوری ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر بود. کشت بذر در گلدان‌های ۷ کیلوگرمی (ارتفاع ۲۰/۵ و قطر ۲۰ سانتی‌متر) در چهارم آبان ماه ۱۳۹۹ انجام شد. برای هر تیمار شوری سه گلدان در نظر گرفته شد. برخی از ویژگی¬های فیزیکی و شیمیایی خاک مورداستفاده در گلدان‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

**جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک موردمطالعه.**

**Table 1. Some studied soil physico chemical characteristics**

| رس Clay | سیلت Silt | شن Sand | رطوبت پژمردگی دائم PWP | ظرفیت زراعی FC | کربن آلی Organic Carbon | پتاسیم Potassium | فسفر Phosphorus | اسیدیته pH | هدایت الکتریکی EC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| % | | | | | | mg.kg$^{-1}$ | | | dS.m$^{-1}$ |
| 20.22 | 35.62 | 44.16 | 11.1 | 19.5 | 0.04 | 85 | 5.92 | 7.36 | 4.5 |

### *اعمال تیمارها*

در ابتدای کاشت تمامی گلدان‌ها با آب شهر تا زمان استقرار و سبز شدن و رسیدن به تراکم دلخواه آبیاری شدند و سپس برای اجتناب از واردکردن تنش ناگهانی به گیاه، تیمارهای شوری به‌صورت تدریجی طی یک دوره ۲۰ روز پس از کاشت مطابق با هر تیمار آزمایشی افزایش یافت (Francois et al., 1986) (روند تدریجی اعمال شوری به این صورت بود که پس از هر نوبت آبیاری یک تیمار شوری اضافه می‌شد، به‌طوری‌که پس از رسیدن به تراکم دلخواه، ابتدا تمام تیمارها به‌جز تیمار شاهد، با آب ۳ دسی زیمنس بر متر آبیاری شدند، در نوبت

نسخه پیش از انتشار

بعدی، به‌جز تیمار شاهد و تیمار ۳ دسی زیمنس بر متر که با تیمار مربوطه آبیاری شدند، بقیه تیمارها با شوری ۶ دسی زیمنس بر متر آبیاری شدند، این روند تا رسیدن به آخرین تیمار شوری یعنی ۱۲ دسی زیمنس بر متر ادامه یافت).

آب شور مورداستفاده از شهرستان اردکان با شوری ۵۰۰ دسی زیمنس بر متر تهیه شد که برخی از خصوصیات شیمیایی آب آبیاری استفاده‌شده در پژوهش در جدول ۲ نشان داده شده است. برای تهیه تیمارهای شوری از رقیق‌سازی آب بسیار شور تهیه‌شده از منطقه اطراف شهرستان اردکان واقع در استان یزد با آب شرب استفاده شد. به‌منظور اطلاع از وضعیت شوری گلدان‌ها و ثبات نسبی شوری خاک ناحیه ریشه در طول فصل رشد، بعد از هر دفعه آبیاری، شوری زه‌آب هر گلدان (ECdw) با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی قرائت گردید. برنامه‌ریزی آبیاری بر اساس میزان تخلیه مجاز مدیریتی آب خاک انجام شد. بدین منظور هر آبیاری پس از تخلیه ۵۰ درصد از رطوبت خاک در پروفیل خاک و به اندازه جبران این میزان تخلیه به احتساب اعمال ۳۰ درصد کسر آبشویی انجام شد. با توجه به توزین روزانه گلدان‌های معرف در هر تیمار، امکان سنجش رطوبت خاک گلدان‌ها به‌صورت روزانه وجود داشت و زمانی که رطوبت خاک به مقدار موردنظر می‌رسید، آبیاری انجام می‌شد. حجم آب مصرفی برای تیمارهای ۰/۴، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب به ترتیب حدود ۴۵/۵، ۳۸/۵، ۳۰/۷۵، ۲۴/۱۵ و ۲۱ لیتر آب در هر گلدان اعمال شد. تعیین حجم آب موردنیاز گلدان‌ها با توزین آن‌ها قبل از آبیاری برای تعیین رطوبت وزنی خاک و محاسبه تفاوت آن با رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت زراعی به‌اضافه ۳۰ درصد کسر آبشویی انجام شد.

**جدول ۲. برخی ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری مورداستفاده در مطالعه**

**Table 2. Some water chemical characteristics of experimental studied**

| هدایت الکتریکی | اسیدیته | کلسیم | منیزیم | سدیم | پتاسیم | بیکربنات | کربنات | کلر | نسبت جذب سدیم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EC | pH | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $Na^{+}$ | $K^{+}$ | $HCO_3^-$ | $CO_3^{2-}$ | $Cl^-$ | SAR |
| $dS.m^{-1}$ | | ---------- | ---------- | ---------- | $meq.l^{-1}$ | ---------- | ---------- | ---------- | |
| **0.4** | 7.6 | 2.7 | 1.0 | 1.8 | 0 | 3.3 | 0 | 1.8 | 1.3 |
| **3** | 8.05 | 9.7 | 8.42 | 11.74 | 0.1 | 2.89 | 0 | 17.31 | 3.9 |
| **6** | 8.00 | 5.02 | 9.5 | 45.23 | 0.15 | 2.9 | 0 | 52 | 16.81 |
| **9** | 8.00 | 3.26 | 12.88 | 80.73 | 0.21 | 2.77 | 0 | 86.48 | 28.83 |
| **12** | 7.61 | 2.95 | 11.88 | 93.16 | 0.22 | 2.27 | 0 | 95.57 | 37 |

### *ویژگی‌های موردمطالعه*

بعد از گذشت ۸ ماه پس از کاشت و پس از مرحله گلدهی برخی ویژگی‌های کمی گیاه به شرح زیر موردانداز‌ه‌گیری قرار گرفت:

### *ارتفاع و وزن گیاه*

در تیرماه ۱۴۰۰ ارتفاع (با کمک خط کش و واحد سانتی‌متر)، وزن تر شاخساره (با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۰۱ گرم) اندازه‌گیری و یادداشت شد. برای محاسبه وزن خشک شاخساره و ریشه (برای جداسازی ریشه‌ها، بعد از برداشت اندام هوایی گیاه، خاک گلدان درون تشت برگردانده شد و سپس با شستشوی خاک اقدام به جداسازی ریشه‌ها شد) به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد درون آون قرار داده شد و بعدازآن وزن خشک توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. تعداد ساقه فرعی گیاه برای هر تیمار شمارش و ثبت شد.

### *محتوای نسبی آب برگ (RWC)*

تخمین محتوای نسبی آب برگ با روش ریچی و همکاران (Ritchie et al., 1990) انجام شد، بدین منظور قبل از برداشت و در اواخر خردادماه ۱۴۰۰ ابتدا چند عدد برگ توسعه‌یافته زنیان را وزن نموده به‌عنوان وزن تر برگ و سپس درون لوله‌آزمایش ریخته و با حجم مشخص آب پر کرده و سپس مدت ۲۴ ساعت درون یخچال گذاشته و سپس آب آن را تخلیه و آب سطح برگ را با دستمال‌کاغذی خشک و سپس وزن نموده و به‌عنوان وزن اشباع یادداشت شد. سپس همین برگ‌ها را درون آون به مدت ۴۸ ساعت قرار داده تا خشک شود و سپس وزن خشک آن را یادداشت کرده و درنهایت میزان محتوای آب نسبی را از رابطه ۱ محاسبه شد:

نسخه پیش از انتشار

*محتوای آب نسبی= (وزن اشباع - وزن خشک ÷ (وزن تر - وزن خشک)) × ۱۰۰* [۱]

### نشت یونی

برای تعیین نشت‌پذیری غشا با استفاده از نمونه بافت برگ گیاه و از رابطه ۳ نشت پذیری غشا برحسب درصد اندازه‌گیری و یادداشت شد:

*نشت پذیری غشا سلولی =(E1/E2) ×۱۰۰* [۲]

E1: هدایت الکتریکی آب قبل از آون، E2: هدایت الکتریکی آب بعد از آون

### درصد سدیم و پتاسیم شاخساره

برای برآورد مقادیر درصد سدیم و پتاسیم شاخساره با استفاده از اندام هوایی (برگ + ساقه) خشک‌شده و از روش سوزاندن خشک و ترکیب با اسیدکلریدریک در اواخر تیرماه، استفاده شد.

### آنالیز داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS Ver 9.2 محاسبه شد، همچنین مقایسه میانگین با کمک آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تمامی صفات موردبررسی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری آب قرار گرفتند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن بود که با افزایش شوری از تیمار شاهد (۰/۴ دسی زیمنس بر متر) تا شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع شد (جدول ۴). به‌طوری‌که این کاهش ارتفاع از تیمار شاهد تا شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر برابر با ۲۰ سانتی‌متر (۶۳ درصد) بود (شکل ۱).

**جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس تأثیر شوری آب بر برخی ویژگی‌های گیاه زنیان**

**Table 3. Analysis of variance of the effect of water salinity on some characteristics in Ajwain**

| S.O.V | منابع تغییرات | df | ارتفاع بوته Plant height | وزن تر شاخساره Shoot wet weight | وزن خشک شاخساره Shoot dry weight | وزن خشک ریشه Root dry weight | تعداد ساقه فرعی Lateral stem number |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Salinity | شوری | 4 | 181.66** | 0.03** | 0.0002** | 0.0000007** | 5.26** |
| Error | خطا | 10 | 0.932 | 0.002 | - | - | 0.063 |
| CV% | ضریب تغییرات | | 5.08 | 4.81 | 5.11 | 5.35 | 5.30 |

**جدول ۳. ادامه**

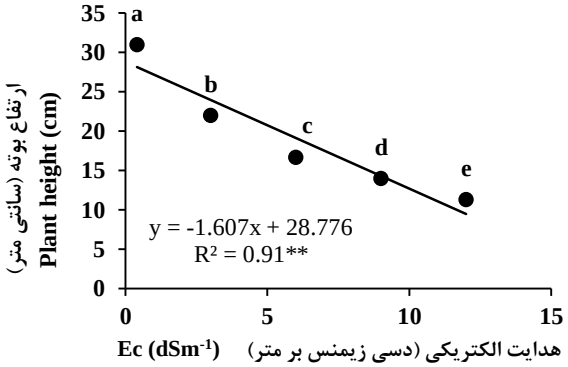
**Table 3. Continued**

| S.O.V | منابع تغییرات | df | محتوای نسبی آب Relative water content | نشت یونی Ion leakage | پتاسیم شاخساره Potassium | سدیم شاخساره Sodium | نسبت پتاسیم به سدیم شاخساره $K^+/Na^+$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Salinity | شوری | 4 | 75.02** | 1481.62** | 2.80** | 71.80** | 3.85** |
| Error | خطا | 10 | 7.572 | 7.691 | 0.014 | 0.133 | 0.012 |
| CV% | ضریب تغییرات | | 4.27 | 5.22 | 2.80 | 4.29 | 13.27 |

**معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵

** Significant at the level of 0.05

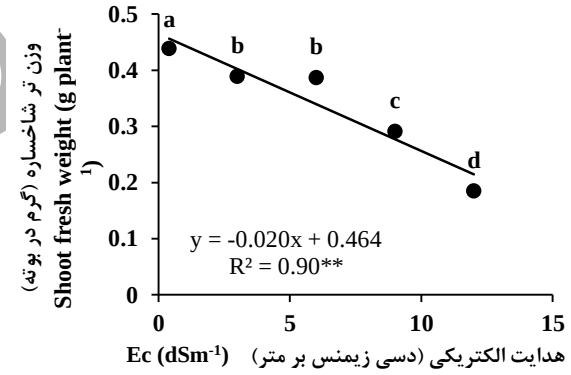
نسخه پیش از انتشار




**شکل ۱. مقایسه میانگین ارتفاع بوته در گیاه زنیان (حروف مختلف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ است).**

**Fig. 1. Means comparison of plant height in Ajwain (Different letters indicate statistically significant differences at the 5% level).**

بیشترین وزن تر شاخساره گیاه در تیمار بدون تنش و کمترین آن با کاهش ۵۸ درصد نسبت به تیمار بدون تنش در تیمار شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید (شکل ۲). گیاهان تحت تیمار شوری ۳ و ۶ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۲).

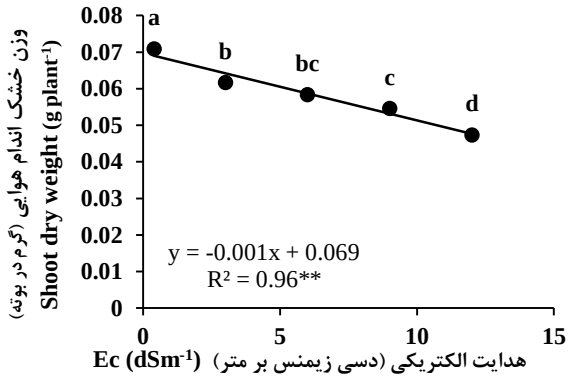



**شکل ۲. مقایسه میانگین وزن تر شاخساره در گیاه زنیان (حروف مختلف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ است).**

**Fig. 2. Means comparison of Shoot fresh weight in Ajwain (Different letters indicate statistically significant differences at the 5% level).**

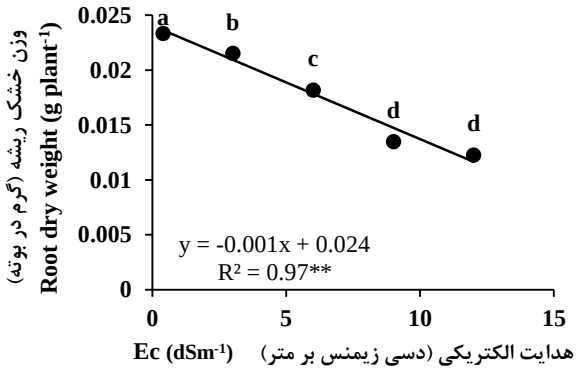
بیشترین و کمترین وزن خشک شاخساره با اختلاف ۰/۰۳ گرم در بوته به ترتیب در تیمار شاهد و شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (شکل ۳).

وزن خشک ریشه نیز مانند وزن بخش هوایی، با افزایش تنش شوری به‌طور معنی‌داری کم شد، به‌طوری‌که با افزایش شوری از تیمار شاهد تا سطح شوری آب ۱۲ دسی زیمنس بر متر موجب کاهش ۴۷ درصد شد (شکل ۴).




**شکل ۳. مقایسه میانگین وزن خشک شاخساره در گیاه زنیان (حروف مختلف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ است).**

**Fig. 3. Means comparison of Shoot dry weight in Ajwain (Different letters indicate statistically significant differences at the 5% level).**



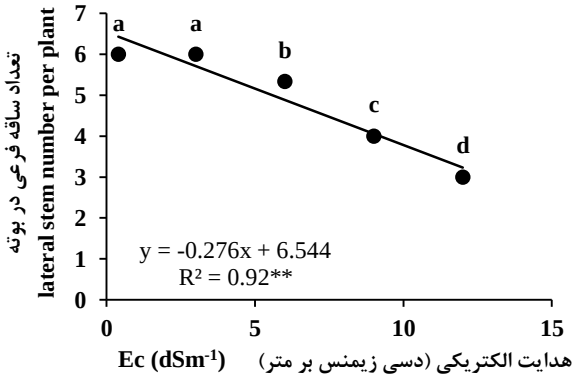

**شکل ۴. مقایسه میانگین وزن خشک ریشه در گیاه زنیان (حروف مختلف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ است).**

**Fig. 4. Means comparison of root dry weight in Ajwain (Different letters indicate statistically significant differences at the 5% level).**

نتایج نشان داد که تعداد ساقه فرعی گیاه زنیان در تیمار شاهد و ۳ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۵). افزایش شوری آب از ۰/۴ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش ۵۰ درصدی در تعداد ساقه فرعی گیاه شد (شکل ۵).

در بسیاری از مطالعات گزارش‌ها حاکی از تأثیر معنی‌دار شوری بر کاهش صفات رشدی گیاه زنیان است ازجمله دوازده‌امامی و همکاران (Davazdahemami et al., 2008)

با مطالعه مزرعه‌ای تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری (۰/۳، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ دسی زیمنس بر متر) بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی زنیان گزارش کردند که شوری آب آبیاری بر ارتفاع گیاه تأثیر معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که شوری ۲۱ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش ۴۱ درصد در ارتفاع گیاه شد. همچنین رمضانی و همکاران (Ramezani et al., 2017) با مطالعه سطوح شوری ۹۷۰، ۳۵۰ و ۷۷۰۰ میکرو زیمنس بر متر بر روی زنیان گزارش کردند که با افزایش شوری ارتفاع گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. افزایش غلظت نمک در محیط ریشه، رشد رویشی گیاهان را به سبب سمیت یونی به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Lovelli et al., 2013). به نظر می‌رسد در مطالعه حاضر با افزایش سطح تنش شوری، به سبب اثرات مضر اسمزی شوری ارتفاع گیاه کاهش یافت.

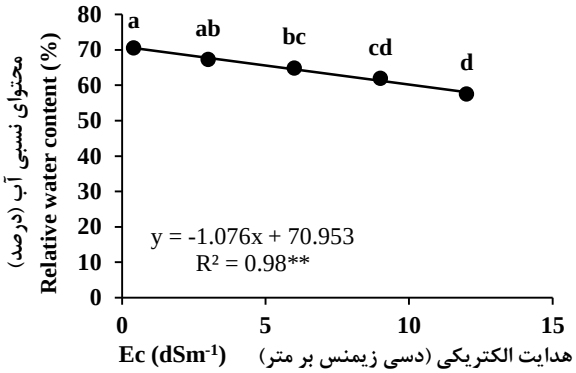



**شکل ۵. مقایسه میانگین تعداد ساقه فرعی در گیاه زنیان (حروف مختلف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ است).**

**Fig. 5. Means comparison of lateral stem number in Ajwain (Different letters indicate statistically significant differences at the 5% level).**

مطابق با نتایج آزمایش حاضر، پیری و همکاران (Piri et al., 2017) با مطالعه اثر تنش شوری شامل: شاهد، ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی زیمنس بر متر بر عملکرد توده‌های مختلف زنیان نشان دادند که بیشترین ارتفاع بوته، وزن تر گیاه و وزن خشک گیاه در شرایط بدون تنش شوری به دست آمد، ایشان گیاه زنیان را متحمل به تنش شوری دانستند و گزارش کردند که سطوح بالای ۴ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش ویژگی‌های کمّی گیاه شده و در صورت مواجهه با شوری این گیاه با کمک مکانیسم تنظیم اسمزی شرایط تنش را تا حدی تحمل می‌کند.

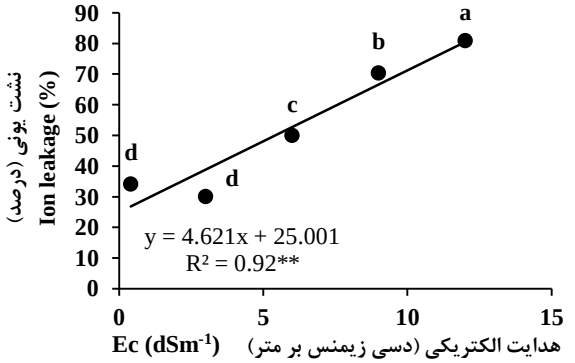
نتایج نشان داد که با افزایش شوری از تیمار شاهد تا شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر محتوای نسبی آب گیاه کاهش معنی‌داری به میزان ۱۳ درصد داشت (شکل ۶).




**شکل ۶. مقایسه میانگین محتوای نسبی آب در گیاه زنیان (حروف مختلف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ است).**

**Fig. 6. Means comparison of relative water content in Ajwain (Different letters indicate statistically significant differences at the 5% level).**

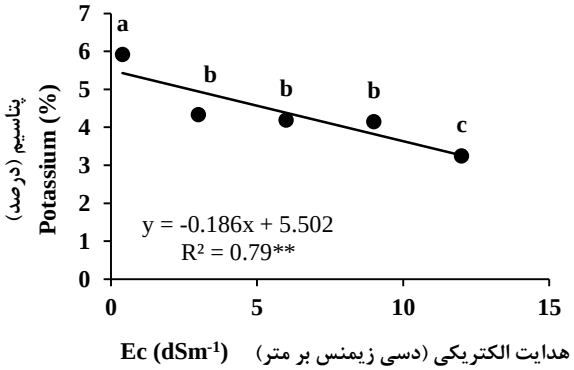
نشت یونی گیاه با افزایش شوری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که از تیمار شاهد تا بالاترین تنش شوری اعمال‌شده یعنی ۱۲ دسی زیمنس بر متر سبب افزایش ۴۶ درصد در نشت یونی گیاه شد. ضمناً گیاهان تحت تیمار شاهد و ۳ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری ازلحاظ آماری با یکدیگر نداشتند (شکل ۷).




**شکل ۷. مقایسه میانگین نشت یونی در گیاه زنیان (حروف مختلف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ است).**

**Fig. 7. Means comparison of ion leakage in Ajwain (Different letters indicate statistically significant differences at the 5% level).**

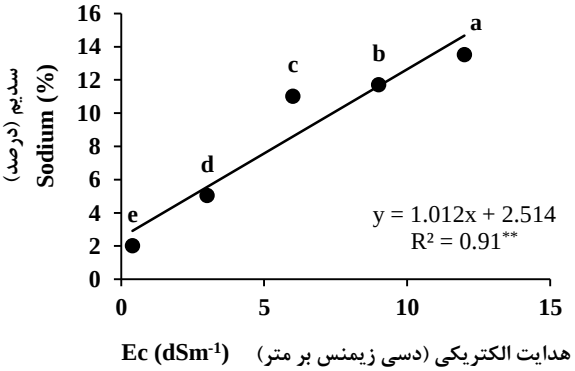
مقدار پتاسیم اندام هوایی گیاه با افزایش شوری به‌طوری معنی‌داری کاهش یافت، هرچند که گیاهان تحت تیمار سه تیمار شوری ۳، ۶ و ۹ دسی زیمنس بر متر از اختلاف معنی‌داری لحاظ آماری با یکدیگر نداشتند (شکل ۸).




**شکل ۸. مقایسه میانگین پتاسیم در گیاه زنیان (حروف مختلف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ است).**

**Fig. 8. Means comparison of potassium in Ajwain (Different letters indicate statistically significant differences at the 5% level).**

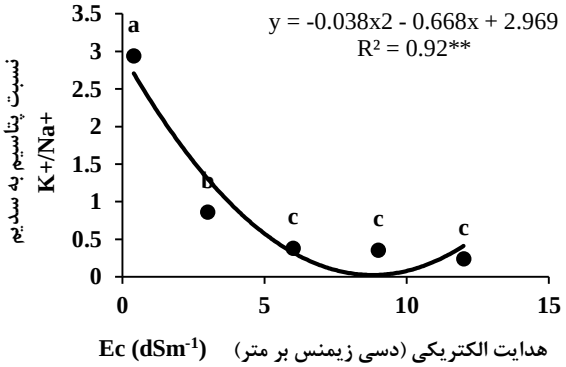
افزایش شوری به‌طور معنی‌داری سبب افزایش میزان سدیم گیاه شد، به‌طوری‌که با افزایش شوری از تیمار ۰/۴ دسی زیمنس بر متر تا شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر سبب افزایش ۱۱ درصد سدیم گیاه گردید (شکل ۹).




**شکل ۹. مقایسه میانگین سدیم در گیاه زنیان (حروف مختلف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ است).**

**Fig. 9. Means comparison of sodium in Ajwain (Different letters indicate statistically significant differences at the 5% level).**

افزایش شوری سبب کاهش معنی‌دار نسبت پتاسیم به سدیم شد، هرچند که گیاهان تیمار شده با شوری ۶، ۹ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر ازلحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ازلحاظ این صفت با یکدیگر نداشتند (شکل ۱۰).




**شکل ۱۰. مقایسه میانگین نسبت پتاسیم به سدیم در گیاه زنیان (حروف مختلف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ است).**

**Fig. 10. Means comparison of $K^+/Na^+$ in Ajwain (Different letters indicate statistically significant differences at the 5% level).**

مطابق با نتایج تحقیق حاضر، بیژنی و همکاران (Bijani et al., 2015) با مطالعه تأثیر آبیاری با آب شور ۱، ۸ و ۱۳ دسی زیمنس بر متر بر جذب عناصر غذایی و عملکرد گیاه دارویی زنیان گزارش کردند که افزایش شوری آب آبیاری سبب کاهش معنی‌دار جذب عنصر پتاسیم شد. مطالعات اشرف و اوروج (Ashraf and Orooj, 2006) حاکی از آن بود که تنش شوری ۱۲۰ میلی‌مولار سبب کاهش رشد گیاه زنیان شد، همچنین افزایش شوری از تیمار شاهد تا شوری ۱۲۰ میلی‌مولار سبب کاهش میزان پتاسیم و افزایش درصد سدیم گیاه شد.

دوازده‌امامی و همکاران (Davazdahemami et al., 2021) با مطالعه‌ی اثر تنش شوری ۳، ۶، ۹ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر بر برخی عناصر معدنی و ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاه زنیان نشان دادند که افزایش شوری تا سطح ۱۸ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش عملکرد بیولوژیک، افزایش میزان پرولین شد. همچنین آن‌ها گزارش کردند که کم‌ترین غلظت پتاسیم و بیش‌ترین غلظت سدیم در تیمار ۱۸ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. در تحقیق حاضر نیز کمترین غلظت پتاسیم در کمترین سطح شوری و بالاترین میزان سدیم در شوری‌های بالا مشاهده گردید.

### *نتایج ضرایب همبستگی*

نتایج ضرایب همبستگی حاکی از آن بود که بیشترین همبستگی مثبت بین تعداد ساقه فرعی با وزن تر شاخساره (r=0.95**) مشاهده شد (جدول ۴). وزن خشک شاخساره با

تمامی صفات موردمطالعه به‌جز صفات نشت یونی و سدیم، همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۴). بالاترین همبستگی مؤثر در وزن خشک شاخساره شامل صفات سدیم، پتاسیم، نشت یونی و تعداد ساقه فرعی بود (جدول ۴).

بالاترین همبستگی منفی بین سدیم با ارتفاع بوته (r=-0.96**) و نشت یونی با تعداد ساقه فرعی (r=-0.96**) مشاهده شد (جدول ۴).

**جدول ۴. همبستگی صفات موردمطالعه**

**Table 4. Correlation of studied traits**

| | Traits صفات | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ارتفاع بوته Plant height | 1 | | | | | | | | | |
| 2 | وزن تر شاخساره Shoot wet weight | 0.83** | 1 | | | | | | | | |
| 3 | وزن خشک شاخساره Shoot dry weight | 0.81** | 0.84** | 1 | | | | | | | |
| 4 | وزن خشک ریشه Root dry weight | 0.64** | 0.88** | 0.77** | 1 | | | | | | |
| 5 | تعداد ساقه فرعی Lateral stem number | 0.83** | 0.95** | 0.83** | 0.86** | 1 | | | | | |
| 6 | محتوای نسبی آب RWC | 0.84** | 0.83** | 0.73** | 0.62** | 0.85** | 1 | | | | |
| 7 | نشت یونی EL | -0.84** | -0.90** | -0.83** | -0.84** | -0.96** | -0.81** | 1 | | | |
| 8 | پتاسیم K | 0.94** | 0.82** | 0.83** | 0.61* | 0.75** | 0.81** | -0.72** | 1 | | |
| 9 | سدیم Na | -0.96** | -0.81** | -0.83** | -0.67** | -0.83** | -0.82** | 0.89** | -0.87** | 1 | |
| 10 | نسبت پتاسیم به سدیم K/Na | 0.92** | 0.65** | 0.71** | 0.46ns | 0.60* | 0.71** | -0.63* | 0.93** | -0.87** | 1 |

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵، ns: غیر معنی دار

* and ** Significant at the level of 0.01 and 0.05, respectively. ns: non-significant.

در این مطالعه به‌منظور بررسی صفت دارای اثر بیشتر در توجیه تغییرات عملکرد ماده خشک زنیان، از رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد. عملکرد ماده خشک به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند، صفت نشت یونی به‌عنوان اولین صفت وارد مدل گردید و ۶۱ درصد تغییرات متغیر وابسته یعنی صفت ماده خشک شاخساره را توجیه نمود. بعد از آن صفت پتاسیم وارد مدل شد (جدول ۵). مدل نهایی عملکرد ماده خشک در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج این تجزیه با نتایج همبستگی ساده مطابقت داشت، به‌طوری‌که صفت نشت یونی و پتاسیم بالاترین همبستگی را با ماده خشک گیاه داشتند.

**جدول ۵. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام برای عملکرد ماده خشک اندام هوایی در گیاه زنیان**

**Table 5. Stepwise regression analysis of shoot dry weight in Ajwain**

| Fixed variables | متغیر ثابت | ضرایب رگرسیون (B) | مقدار t (t value) | فاکتور تورم واریانس VIF | $R^2$ تصحیح‌شده جزئی $R^2$ partial |
|---|---|---|---|---|---|
| Intercept | عرض از مبدأ | 0.0506 | 4.4209*** | - | - |
| EL | نشت یونی | -0.0002 | -2.6820* | 2.12 | -0.612 |
| K | پتاسیم | 0.0045 | 2.5132* | 2.12 | 0.587 |

ضریب تبیین تصحیح شده (Adjusted R Square) = 0.77

Shoot dry weight = 0.0506-0.002(EL)+0.0045(K)=Final Model

نسخه پیش از انتشار

## نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی نتایج اعمال شوری آب آبیاری بر گیاه زنیان نشان داد که تمامی صفات موردبررسی تحت تأثیر شوری قرار گرفتند، به‌طوری‌که صفاتی از قبیل ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک شاخساره، وزن خشک ریشه، تعداد ساقه فرعی، محتوای نسبی آب و درصد پتاسیم شاخساره با افزایش شوری تا سطح ۱۲ دسی زیمنس بر متر، به‌طور معنی‌دار و خطی کاهش نسبتاً شدید نشان دادند. همچنین صفاتی ازجمله نشت یونی و مقدار سدیم گیاه نیز با افزایش سطوح شوری روند افزایشی خطی داشتند. در کل وزن خشک شاخساره با افزایش سطح شوری به ۱۲ دسی زیمنس بر متر با کاهش ۴۰ درصدی مواجه شد. یکی از دلایل کاهش ماده خشک، افزایش نشت یونی و کاهش مقدار پتاسیم گیاه بود که مطالعات همبستگی و رگرسیون نیز حاکی از همبستگی بالای نشت یونی و مقدار پتاسیم، با ماده خشک گیاه بود. پیشنهاد می‌گردد به‌منظور ارزیابی واکنش دقیق‌تر گیاه به شوری به‌ویژه ازنظر تأثیر شرایط شور بر میزان عملکرد دانه، آزمایش‌های تکمیلی در شرایط مزرعه انجام پذیرد.

## منابع


Ashraf, M., Orooj, A, 2006. Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (*Trachyspermum ammi* L. Sprague). Journal of Arid Environments. 64, 209-220. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.04.015

Bijani, M., Yadollahi, P., Heidari, M., Latifi, M., Asgharipour, M.R., Ramrudi, M., 2015. Effect of saline water and chemicalorganic fertilizers on nutrient uptake and yield of ajowan (*Carum copticum* L.) C. B. Clarke). Journal of Plant Ecophysiology, 7, 124-141. [In Persian with English Summary]. https://sanad.iau.ir/journal/jpec/Article/558914?jid=558914

Davazdahemami, S., Majnoun Hosseini, N., 2008. Cultivation and Production of Certain Herbs and Spices. University of Tehran press, 2nd Edition. 300p. [In Persian].

Davazdahemami, S., Sefidkon, F.Jahansooz, M.R., Mazaheri, D., 2010. Evaluation of water salinity effects on yield and essential oil content and composition of *Carum copticum* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 25, 504-512. [In Persian with English summary]. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2010.7136

Davazdahemami, S., Enteshari, Sh., Allahdadi, M., Yasamani, Sh., 2021. Effect of Salinity Stress on Some Mineral Contents and Biochemical Parameters of Ajowan. Journal of Crops Improvment, 23, 127-139. [In Persian with English summary]. https://doi.org/10.22059/jci.2020.297618.2350

Dokhani, S., Mortezaei-Nejhad, F., Davazdah-Emami, S., 2012. Effect of sowing season on growth and oil chemical composition of ajowain (*Carum capticom* L.) under salinity stress. Journal of Medicinal Herbs. 3, 81-88. [In Persian with English summary]. https://doi.org/10.22059/ijfcs.2020.293886.654668

Fazeli, A., Zarei, B., Tahmasebi, Z., 2018. The effect of salinity stress and salicylic acid on some physiological and biochemical traits of Black cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Plant Biology, 9, 69-84. [In Persian with English summary]. https://doi.org/10.22108/ijpb.2018.104605.1029

Francois, L. E., Maas, E. V., Donovan, T. J., Youngs, V. L., 1986. Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of semi-dwarf and durum wheat. Agronomy Journal, 78, 1053-1058. https://doi.org/10.2134/agronj1986.00021962007800060023x

Gupta, B., Huang, B., 2014. Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, biochemical, and molecular characterization. International Journal of Genomics, 701596, 1-18. https://doi.org/10.1155/2014/701596

Lovelli, S., Sofo, A., Perniola, M., Scopa, A., 2013. Abscisic acid and biomass portioning on tomato under salinity. In: Parviz, A., Azooz, M. M., Prasad, M. N. V. (Eds.), Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress. Springer Press, pp. 267-282.

Moshiri Roshan, A., Sari, A.A., Aghajani, N., Daraei Garmakhany, A., 2020. Ajowan seed ethanolic extract: extract optimization, phenolic compounds and antioxidant properties. Journal of Food Science and

Technology, 104, 51-64. https://doi.org/10.52547/fsct.17.104.51

Omidbaigi, R., 1997. Production and Processing of Medicinal Plants. Tehran Nashr Publisher. 196p. [In Persian].

Piri, I., Keshtegar, M., Tavassoli, A., Babaeian M., 2017. Effect of Salinity on Osmotic Adjustment, Yield and Essence of Local Landraces Ajowan (T*rachyspermum ammi* L.). Journal of Crop Ecophysiology. 11, 519-530. [In Persian with English summary]. https://sanad.iau.ir/journal/jcep/Article/536633?jid=536633&lang=en

Ramezani, M.R., Seghatoleslami, M.J., Sayyari Zohan, M.H., Moosavi, S.Gh., 2017. Effect of salinity and foliar application of Zn and Fe on yield and morphological and quality traits of Carum copticum. Environmental Stresses in Crop Science. 10, 595-604. [In Persian with English summary]. https://doi.org/10.22077/escs.2017.634

Ritchie, S.W., Nguyen, H.T., Holaday, A. S., 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, 30, 105-111. https://doi.org/10.2135/cropsci1990.0011183X003000010025x

Zargari A., 1992. Herbal Medicine. Tehran Univercity. 970 p. [In Persian].

نسخه پیش از انتشار