

## The Effect of Foliar Application of Ascorbic Acid on Some Morphological and Phytochemical Characteristics of *Melissa officinalis* L. under Salinity Stress

Pages  
53-70

M. Salehi<sup>\*1</sup>, A. Hajiloyi<sup>2</sup> and M. Khazaei<sup>3</sup>

1,2,3) Department of Horticultural Sciences and Engineering, Nahavand Higher Education Complex, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

\*Corresponding author : [mahtab.salehi@basu.ac.ir](mailto:mahtab.salehi@basu.ac.ir)

Received date: 2025.05.15

Accepted date: 2025.08.06

### Abstract

Salinity stress is one of the most important factors reducing yield and production in agricultural, horticultural, and medicinal plants in the world. An efficient method for reducing salinity stress in plants is the use of non-enzymatic antioxidants such as ascorbic acid. In order to investigate the effect of ascorbic acid foliar spray on some growth and phytochemical characteristics of *Melissa officinalis* L. under salinity stress conditions, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in the research greenhouse of Nahavand Higher Education Complex in 2024. The experimental treatments included ascorbic acid (0, 0.1 and 0.2 g/L) and salinity (0, 50 and 100 mM). The results showed that the highest stem height (13.66 cm) was obtained with simultaneous application of 100 mM salinity and 0.1 g/L ascorbic acid. The highest contents of chlorophyll *a* and chlorophyll *b* were obtained in treatment of 100 mM salinity and 0.1 g/L ascorbic acid. The highest amount of total phenols and flavonoids (18.54 mg gallic acid/g extract and 36.10 mg rutin/g extract) was obtained in treatment of 50 mM salinity and with the application of 0.2 g/L ascorbic acid. It is suggested that ascorbic acid be used as an effective solution to reduce the damaging effects of salinity.

**Keywords:** Ascorbic acid, Chlorophyll *a* and *b*, *Melissa officinalis* L., Salinity stress, Total phenol and flavonoid contents.



## اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی بادرنجبویه (*Melissa officinalis*)

### (L. در شرایط تنش شوری

شماره صفحات

۵۳-۷۰

مهتاب صالحی\*<sup>۱</sup>، آیدا حاجیلوئی<sup>۲</sup> و معصومه خزائی<sup>۳</sup>

۱، ۲ و ۳) گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه بوعلی سینا - مجتمع آموزش عالی نهاوند (ویژه دختران)، همدان، ایران

\* نویسنده مسئول: [mahtab.salehi@basu.ac.ir](mailto:mahtab.salehi@basu.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۶

### چکیده

تنش شوری یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد و تولید در گیاهان زراعی، باغی و دارویی در جهان است. یک روش کارآمد برای بهبود عملکرد گیاهان در شرایط تنش شوری، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های غیرآزیمی نظیر اسید آسکوربیک است. به منظور بررسی اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر برخی ویژگی‌های رشدی و فیتوشیمیایی بادرنجبویه در شرایط تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی نهاوند در سال ۱۴۰۳ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل اسید آسکوربیک (صفر، ۰/۱ و ۰/۲ گرم در لیتر) و شوری (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار) بودند. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع ساقه (۱۳/۶۶ سانتی‌متر) با کاربرد همزمان ۱۰۰ میلی‌مولار شوری و ۰/۱ گرم در لیتر مولار شوری و ۰/۱ گرم در لیتر اسید آسکوربیک ایجاد شد. بیشترین میزان کلروفیل *a* و *b* نیز در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار و با کاربرد ۰/۱ گرم در لیتر اسید آسکوربیک به دست آمد. بیشترین میزان فنل و فلاونوئید کل به ترتیب ۱۸/۵۴ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم عصاره و ۳۶/۱۰ میلی‌گرم روتین بر گرم عصاره) در تیمار شوری ۵۰ میلی‌مولار و با کاربرد اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر به دست آمد. پیشنهاد می‌شود برای کاهش اثرات مخرب شوری، از اسید آسکوربیک به عنوان راهکاری مؤثر استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: اسید آسکوربیک، بادرنجبویه، تنش شوری، کلروفیل *a* و *b*، میزان فنل و فلاونوئید کل.

## مقدمه

بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) گیاهی چندساله از خانواده نعنائیان (Lamiaceae) و یک گیاه دارویی ارزشمند است که بومی جنوب اروپا و غرب آسیاست (Menezes *et al.*, 2015). بادرنجبویه مورد علاقه بوعلی سینا بود و آن را برای کاهش اضطراب و مشکلات عصبی تجویز می‌کرد (Castleman, 2010). بادرنجبویه در طب سنتی، به دلیل اثرات آن بر عملکرد سیستم عصبی مرکزی (Shakeri *et al.*, 2017) مانند آرام‌بخشی (Ghazizadeh *et al.*, 2020) و تقویت حافظه (Dehbani *et al.*, 2019) مورد استفاده قرار می‌گیرد. براساس تحقیقات انجام‌شده، بادرنجبویه اثرات مفیدی در درمان بیماری‌هایی از جمله دیابت (Khodsooz *et al.*, 2016) و بیماری آلزایمر (Akhondzadeh *et al.*, 2003) دارد. علاوه بر این، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی (Alizadeh Behbahani and Shahidi, 2019)، ضد اسپاسم، ضدسرطان و ضد میکروبی (Roh *et al.*, 2016) و ضدالتهابی (Bounihi *et al.*, 2013) است. بادرنجبویه حاوی موادی است که از بیوسنتز پروتئین در سلول‌های سرطانی جلوگیری می‌کند (Adorjan and Buchbauer, 2010). این فعالیت‌های بیولوژیکی، به اسانس (Da Silva *et al.*, 2005) و پلی‌فنل‌های موجود در عصاره آن (Mencherini *et al.*, 2007) نسبت داده می‌شوند. بیشتر خواص دارویی بادرنجبویه، به روغن‌های ضروری آن نسبت داده شده است. روغن ضروری این گیاه به طور گسترده در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی استفاده می‌شود (Menezes *et al.*, 2015). شوری یک مشکل جهانی است که تقریباً یک سوم از مناطق قابل کشت جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Iqra *et al.*, 2020). در محیط‌های شور، رشد و نمو گیاهان به دلیل تنش اسمزی، عدم تعادل تغذیه‌ای و اثر یون‌های خاص کاهش می‌یابد (Aly *et al.*, 2018). تنش شوری عمدتاً از دو طریق بر گیاهان تأثیر می‌گذارد، یعنی تنش اسمزی که با رسوب مقادیر زیادی نمک محلول در خاک ایجاد می‌شود و باعث کاهش تأمین آب خاک برای گیاهان می‌شود؛ و سمیت یونی که در اثر تجمع زیاد نمک در گیاه ایجاد می‌شود و تعدادی از فرآیندهای متابولیکی، از جمله غیرفعال شدن آنزیم‌های خاص را مختل می‌کند (Safdar *et al.*, 2019; Zamin and Khattak, 2017). اختلال در تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن (ROS) و سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی که باعث تجمع بیش از حد رادیکال‌های آزاد اکسیژن و القای استرس اکسیداتیو در گیاهان می‌شود، یکی از مهم‌ترین پیامدهای تنش شوری است (Saleem *et al.*, 2020). تولید انواع اکسیژن‌های فعال، می‌تواند باعث تخریب عمده غشا، چربی‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک شود (Garratt *et al.*, 2002). نکته قابل توجه این است که سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیرآنزیمی تحت تنش‌های شدید شوری، تعادل بین سم‌زدایی و تولید گونه‌های فعال اکسیژن را حفظ می‌کنند (Shafiq *et al.*, 2020). در گیاهان دارویی و معطر، تولید متابولیت‌های ثانویه، شامل روغن‌های ضروری و اجزای تشکیل‌دهنده آنها، توسط عوامل ژنتیکی کنترل می‌شود، اما عوامل محیطی، به ویژه شرایط استرس‌زا، نقش عمده‌ای در کمیت و کیفیت این مواد دارند. شواهد فراوانی از افزایش متابولیت‌های ثانویه تحت تنش‌های محیطی وجود دارد، اما برخی تحقیقات نشان داده‌اند که این اثر، دائمی نیست و حتی کاهش متابولیت‌های

ثانویه تحت تنش‌های محیطی مشاهده شده است (Ramakrishna and Ravishankar, 2011). اسید آسکوربیک به دلیل نقش آن به عنوان یک آنتی‌اکسیدان کلیدی، برای رشد و نمو گیاه ضروری است. این ماده با جمع‌آوری گونه‌های فعال اکسیژن که به عنوان محصولات جانبی فعالیت‌های متابولیکی و تنش‌های محیطی تولید می‌شوند، از اجزای سلولی در برابر آسیب اکسیداتیو محافظت می‌کند (Zaid and Wani, 2019). این عملکرد آنتی‌اکسیدانی به ویژه در شرایط تنش غیرزیستی مانند خشکسالی، شوری و دماهای شدید (Xu et al., 2023) بسیار مهم است؛ در طی تنش، تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌تواند از ظرفیت جمع‌آوری گیاه فراتر رود و منجر به استرس اکسیداتیو و آسیب سلولی متعاقب آن شود (Shafi et al., 2022). اسید آسکوربیک در سیتوزول تولید می‌شود و به عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند و نقش مهمی در مجموعه‌ای از آنتی‌اکسیدان‌ها و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند آسکوربات، گلوتاتیون و گاما توکوفرول دارد (Mohamed et al., 2018). کاربرد اسید اسکوربیک، تولید درون‌زای آن را در سلول‌های گیاهی افزایش داده و اثرات منفی تنش را کاهش می‌دهد (Billah et al., 2017). مطالعات متعددی نشان داده است که کاربرد اسید آسکوربیک در محیط شور، سبب کاهش اثرات نامطلوب شوری بر رشد گیاهان می‌شود (Hamada and Al-Hakimi, 2009; Younis et al., 2010; Azzedine et al., 2011). برای به حداقل رساندن اثرات مضر شوری، استراتژی‌های مختلف، از جمله استفاده مقرون به صرفه و کارآمد از محلول پاشی، برای افزایش تحمل گیاه، عمدتاً با کاهش صدمات سدیم و کلر به گیاهان، اتخاذ می‌شود. اسید آسکوربیک، یک آنتی‌اکسیدان طبیعی محلول در آب، با چندین عملکرد متابولیک حیاتی است که به عنوان یک سوبسترا برای محافظت از آسیب شوری ناشی از رادیکال‌های آزاد عمل می‌کند (Sajid and Aftab, 2016). محلول پاشی اسید آسکوربیک می‌تواند تحمل به تنش شوری را افزایش داده و سبب کاهش اثر تنش اکسیداتیو شود (Saffaryazdi et al., 2012). اسپری کردن اسید آسکوربیک به عنوان یک آنتی‌اکسیدان، باعث افزایش تحمل به تنش و کاهش اثرات مضر کلرید سدیم در گیاه سیاهدانه شد (Ghorbanli et al., 2010). کاربرد اسید آسکوربیک در شرایط تنش شوری روی گیاه مرزنجوش (*Origanum majorana*) نشان داد که اسید آسکوربیک می‌تواند ضمن افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه به بیش از ۵ برابر شاهد، به نحو مؤثری از فعالیت رادیکال‌های آزاد تحت شرایط تنش شدید شوری جلوگیری کرده و به این ترتیب، بقای بیشتر گیاه را تضمین نماید (Selahvarzi et al., 2011). براساس نتایج حاصل از تحقیق (Rajabi Dehnavi and Zahedi, 2019)، محلول پاشی اسید آسکوربیک، نه تنها موجب بهبود رشد گیاه سورگوم گردید بلکه اثرات منفی تنش شوری بر این گیاه را نیز تعدیل کرد. در اثر کاربرد غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک، بیشترین افزایش در وزن خشک گیاه در هر دو شرایط غیرشور (۳۰ درصد) و شور (۴۱ درصد) حاصل شد. ایران از نظر آب و هوا و موقعیت جغرافیایی، یکی از بهترین مناطق جهان برای کشت گیاهان دارویی است، اما بخش وسیعی از کشور، تحت تنش شوری قرار دارد. استفاده از راهکارهای مناسب برای کاهش اثرات منفی شوری و کشت گیاهانی که شوری را تحمل می‌کنند، ضروری است. از آنجا که مطالعه‌ای درباره اثر اسید آسکوربیک بر گیاه بادرنجبویه تحت تنش شوری انجام نشده است، این مطالعه

با هدف ارزیابی اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی بادرنجبویه تحت تنش شوری اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر اسید آسکوربیک بر گیاه بادرنجبویه تحت تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل شوری (در سه سطح: شاهد، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار) و اسید آسکوربیک (در سه سطح: شاهد، ۰/۱ و ۰/۲ گرم در لیتر) در گلخانه مجتمع آموزش عالی نهاوند با ۳ تکرار در بهار ۱۴۰۳ انجام شد. میانگین بیشترین دمای گلخانه، ۳۵ درجه و کمترین دما، ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. میزان روشنایی، ۱۲ ساعت و تاریکی، ۱۲ ساعت بود. نشاهای دوبرگی بادرنجبویه از شرکت الوند همدان تهیه گردید و برای اعمال تنش شوری از نمک NaCl استفاده شد. محلول‌های شوری، با حل کردن مقادیر مورد نیاز از کلرید سدیم (ساخت شرکت مرک) با خلوص ۹۵٪ در آب آبیاری برای رسیدن به غلظت تیمار مورد نظر، تهیه و آب آبیاری (هدایت الکتریکی ۰/۶۹ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. گلدان‌ها با خاک زراعی پر شد. وزن خاک گلدان‌ها ۳ کیلوگرم و ابعاد گلدان‌ها ۳۰ (قطر دهانه) × ۲۲ (ارتفاع) سانتی‌متر بود. برای اطلاع از وضعیت فیزیوشیمیایی خاک، اقدام به نمونه‌برداری از خاک مذکور گردید (جدول ۱: نتایج آزمون خاک). در هر گلدان، ۷ نشا کشت شد. به منظور جلوگیری از تجمع نمک، آبشویی گلدان‌ها، هر دو هفته یک‌بار با آب معمولی انجام گرفت. آبیاری با آب شور به حدی انجام می‌شد که محلول نمک از انتهای گلدان خارج شود و هدایت الکتریکی آب ورودی و خروجی، اندازه‌گیری می‌شد تا سطح تنش در تمام گلدان و در تمام مراحل رشد، ثابت باشد. محلول پاشی با اسید آسکوربیک، از ابتدای کاشت نشاها هفته‌ای یک‌بار انجام شد. کل دوره آزمایش، ۱۰۰ روز به طول انجامید. در اواخر تیرماه، از هر گلدان، ۵ گیاه به طور تصادفی برداشت شد و برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی (وزن تر و خشک برگ، قطر ساقه، ارتفاع گیاه) و صفات فیتوشیمیایی (کلروفیل *a* و *b*، میزان فنل و فلاونوئید کل) به آزمایشگاه منتقل گردید. ابتدا وزن تر نمونه‌ها اندازه‌گیری شد؛ سپس برای تعیین وزن خشک، گیاهان در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. وزن تر و خشک برگ، به وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد.

جدول ۱ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گلدان‌ها

Table 1- Physio-chemical properties of pot soil

کربنات کلسیم معادل (درصد) Carbonate calcium equivalent (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) Electrical conductivity (ds.m <sup>-1</sup> )	شن (درصد) Sand (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	رس (درصد) Clay (%)	بافت خاک Soil texture
35	4.3	40	35	25	لومی Loam

ادامه جدول ۱  
Table 1 coninued

اسیدیته گل اشباع (پی.اچ.) Saturated soil acidity (pH)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	پتاسیم قابل جذب (پی.پی.ام.) Absorbable potassium (ppm)	فسفر قابل جذب (پی.پی.ام.) Absorbable phosphorus (ppm)	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)
7.8	1.4	334	54	0.14

برای اندازه‌گیری میزان فنل و فلاونوئید کل، ابتدا عصاره‌گیری به روش Ozkan و همکاران (۲۰۰۷) انجام شد، به این صورت که مقدار ۱۵ گرم از پودر برگ، در یک بالن دردار ریخته شد و ۱۵۰ میلی‌لیتر متانول به آن اضافه گردید. عصاره‌گیری به مدت ۲ ساعت با استفاده از دستگاه اولتراسونیک انجام شد (۱۵ دقیقه عصاره‌گیری، ۱۵ دقیقه استراحت به دستگاه، در مجموع این فرایند ۴ ساعت به طول انجامید). با استفاده از کیف بوخنر و کاغذ صافی، عصاره صاف گردید. عصاره صاف‌شده با دستگاه تبخیرکننده دوار در دمای زیر ۴۰ درجه، تغلیظ و دوباره توزین شد، وزن عصاره محاسبه گردید و تا زمان مصرف، در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. جهت بررسی محتوای فنل کل، از روش Gutfinger *et al.* (1981) استفاده شد. به طور خلاصه، غلظت‌های مختلف از اسید گالیک (استاندارد)، عصاره گیاه و آب مقطر (شاهد) در سه تکرار تهیه شد و به آنها به ترتیب، آب مقطر، معرف فولین - سیوکالتو و سدیم کربنات اضافه گردید. بعد از ۹۰ دقیقه، جذب نمونه‌ها در برابر شاهد، توسط اسپکتروفوتومتر UV در طول موج ۲۲۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. در پایان، محتوای فنل کل، برحسب مقدار معادل اسید گالیک (میلی‌گرم) در عصاره محاسبه شد. به منظور بررسی محتوای فلاونوئید کل، از روش Yoo و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شد. بدین ترتیب که ابتدا، غلظت‌های مختلف از روتین (استاندارد)، عصاره و آب مقطر (شاهد) در سه تکرار تهیه شد و به آنها به ترتیب، سدیم نیتريت، آلومینیوم کلرید و سود اضافه شد. سپس جذب محلول صورتی‌رنگ در برابر شاهد، توسط اسپکتروفوتومتر UV در طول موج ۵۱۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید. در نهایت، محتوای فلاونوئید کل، برحسب مقدار معادل روتین (میلی‌گرم در عصاره) محاسبه شد. برای تعیین میزان کلروفیل  $a$  و  $b$  از روش Arnon (۱۹۴۹) استفاده گردید. استخراج کلروفیل از برگ، توسط استون ۸۰ درصد صورت گرفت. مقدار ۰/۲ گرم از بافت تر برگ هر کدام از تیمارها، وزن شد. ساییدن برگ با استون به صورت تدریجی و تا حصول یک محلول سبزرنگ ادامه یافت. سپس حجم محلول با استون، به ۲۰ میلی‌لیتر رسید. آنگاه، جذب محلول به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر ثبت گردید و در نهایت به منظور محاسبه کلروفیل  $a$  و  $b$  از رابطه‌های ۱ و ۲ استفاده شد.

$$\text{رابطه ۱} \quad a \text{ کلروفیل (mg/g)} = [V / (1000 \times W) - 2/69 \text{ (D در ۶۴۵ نانومتر)}] \times 12/7 \text{ (D در ۶۶۳ نانومتر)}$$

$$\text{رابطه ۲} \quad b \text{ کلروفیل (mg/g)} = [V / (1000 \times W) - 4/68 \text{ (D در ۶۶۳ نانومتر)}] \times 22/9 \text{ (D در ۶۴۵ نانومتر)}$$

در این رابطه‌ها،  $D$  = غلظت نوری؛  $V$  = حجم نهایی استون ۸۰٪ (۲۰ میلی‌لیتر)؛  $W$  = وزن تر نمونه بر حسب گرم (۰/۲)

گرم) می‌باشد. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون آماری حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد انجام گرفت.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل شوری و اسید آسکوربیک بر وزن تر و خشک برگ، ارتفاع گیاه، میزان کلروفیل *a* و *b* و میزان فنل و فلاونوئید کل، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود که نشانگر اثربخشی اسید آسکوربیک در سطوح مختلف شوری بر روی صفات مورد اشاره می‌باشد. در مورد صفت قطر ساقه، تنها اثر شوری بر مقدار قطر ساقه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲ - تجزیه واریانس اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی بادرنجبویه تحت تنش شوری

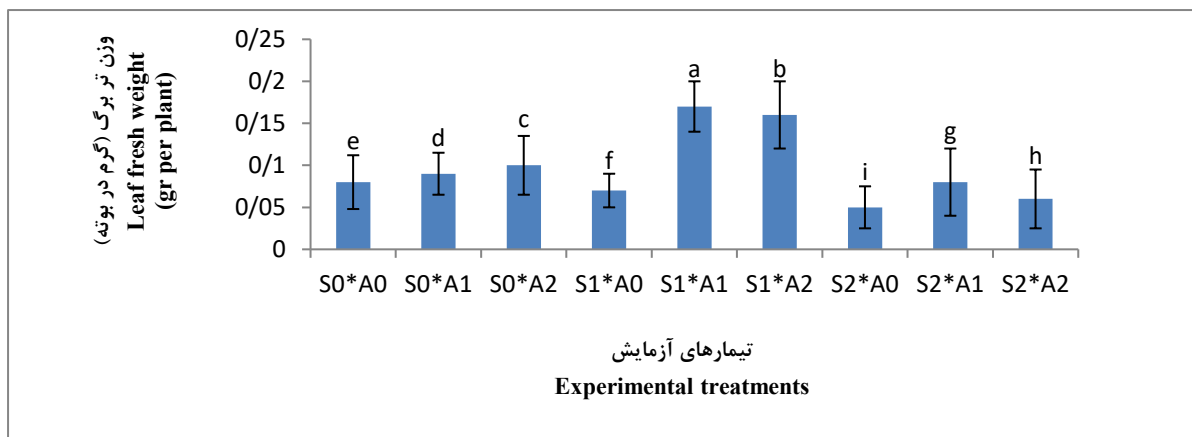
Table 2- Variance analysis of ascorbic acid foliar application effect on some morphological and phytochemical traits of *Melissa officinalis* L. under Salinity Stress

میانگین مربعات Means of square								درجه آزادی DF	منابع تغییرات Source of variations
فلاونوئید کل Total flavonoid	فنل کل Total phenol	کلروفیل <i>b</i> Chlorophyll <i>b</i>	کلروفیل <i>a</i> Chlorophyll <i>a</i>	ارتفاع گیاه Plant height	قطر ساقه Stem diameter	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن تر برگ Leaf fresh weight		
170.39**	25.06**	0.01**	0.006**	40.48**	1.45**	0.0007**	0.011**	2	شوری Salinity
150.52**	38.92**	0.20**	0.10**	10.48*	0.33 <sup>ns</sup>	0.0002**	0.0008**	2	اسید آسکوربیک Ascorbic acid
337.79**	97.60**	0.29**	0.18**	18.81**	0.39 <sup>ns</sup>	0.0002**	0.004**	4	شوری × اسید آسکوربیک Salinity × Ascorbic acid
0.035	0.007	0.0001	0.0001	2.25	0.22	0.00001	0.00008	18	خطا Error
1.27	0.81	1.18	1.19	16.56	20.63	13.20	7.46	-	ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)

\*, \*\*, ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری

\*: significant at P<0.05    \*\*: significant at P<0.01    ns: not significant

با توجه به نتایج مقایسه میانگین، بیشترین وزن تر و خشک برگ (به ترتیب ۰/۱۷ و ۰/۰۴ گرم در بوته) در تیمار شوری ۵۰ میلی‌مولار و اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر مشاهده شد (شکل‌های ۱ و ۲). اسید آسکوربیک می‌تواند با کنترل چرخه سلولی و تحریک تقسیم و طولیل شدن سلول‌ها، به تکثیر سلول‌های گیاهی کمک کند (Akram et al., 2017). از آنجا که اسید آسکوربیک تنظیم‌کننده کلیدی رشد گیاه است، مقدار اکسین را افزایش می‌دهد؛ اکسین، تقسیم سلولی را تقویت کرده و رشد و نمو گیاهان را تنظیم می‌کند (Khan et al., 2011). براساس گزارش Hameed et al. (2015)، محلول پاشی با اسید آسکوربیک، باعث افزایش وزن تر و خشک *Limonium stocksii* تحت تنش شوری گردید. در گیاه فلفل نیز کاربرد اسید آسکوربیک باعث افزایش وزن تر و خشک بوته در تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار گردید (Parsajoo and Dashti, 2023).



شکل ۱- اثر محلول‌پاشی اسید آسکوربیک بر وزن تر برگ بادرنجبویه تحت تنش شوری

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

S0A0 (شوری صفر × اسید آسکوربیک صفر)؛ S0A1 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S0A2 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛

S1A0 (شوری ۵۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛ S1A1 (شوری ۵۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛

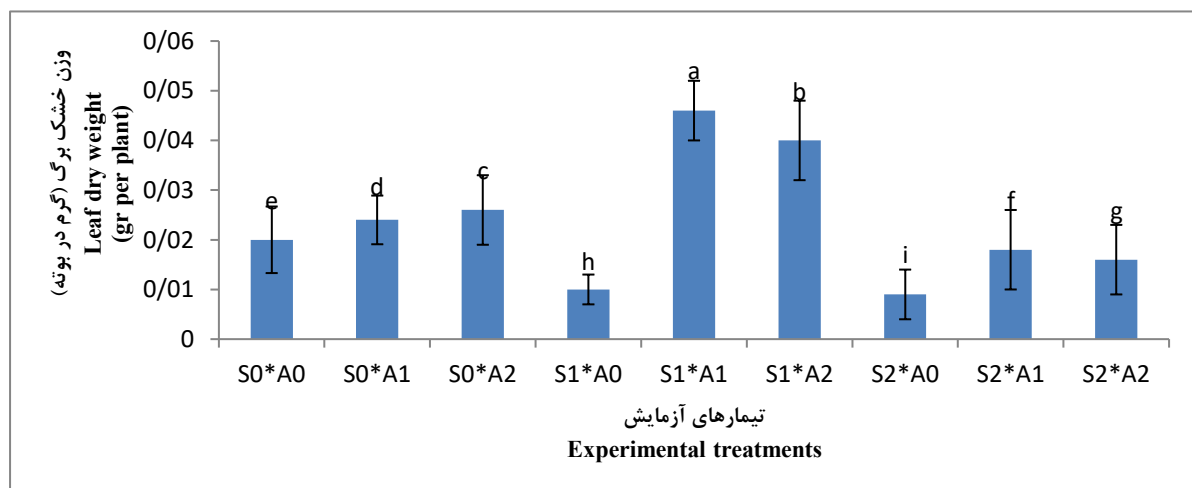
S1A2 (شوری ۵۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛ S2A0 (شوری ۱۰۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛

S2A1 (شوری ۱۰۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S2A2 (شوری ۱۰۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)

Figure 1- Effect of ascorbic acid foliar application on leaf fresh weight of *Melissa officinalis* L. under Salinity Stress

Similar letters indicate no significant difference at the 5% level using the LSD test.

S0A0 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0); S0A1 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S0A2 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S1A0 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0); S1A1 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S1A2 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S2A0 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0); S2A1 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S2A2 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l)



شکل ۲- اثر محلول‌پاشی اسید آسکوربیک بر وزن خشک بادرنجبویه تحت تنش شوری

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

S0A0 (شوری صفر × اسید آسکوربیک صفر)؛ S0A1 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S0A2 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛

S1A0 (شوری ۵۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛ S1A1 (شوری ۵۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛

S1A2 (شوری ۵۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛ S2A0 (شوری ۱۰۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛

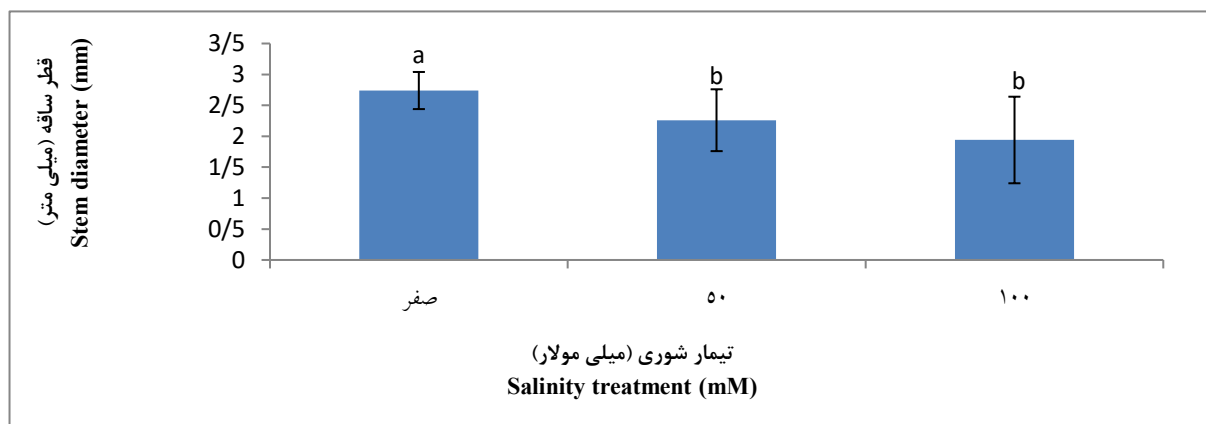
S2A1 (شوری ۱۰۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S2A2 (شوری ۱۰۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)

Figure 2- Effect of ascorbic acid foliar application on leaf dry weight of *Melissa officinalis* L. under Salinity Stress

Similar letters indicate no significant difference at the 5% level using the LSD test.

S0A0 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0); S0A1 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S0A2 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S1A0 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0); S1A1 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S1A2 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S2A0 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0); S2A1 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S2A2 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l)

در مطالعه حاضر، با افزایش شوری از ۵۰ به ۱۰۰ میلی‌مولار، محلول پاشی اسید آسکوربیک نتوانست باعث افزایش وزن تر و خشک برگ گردد (شکل‌های ۱ و ۲). اثربخشی اسید آسکوربیک در افزایش رشد گیاه و کاهش استرس، ممکن است بسته به عوامل مختلفی مانند تغییرات ژنوتیپی، روش‌های کاربرد و غلظت، متغیر باشد. اولاً: گونه‌های گیاهی متمایز و حتی گونه‌های مختلف درون یک گونه ممکن است حساسیت‌ها و واکنش‌های متفاوتی نسبت به تنش و تیمار اسید آسکوربیک داشته باشند. ثانیاً، روش‌های مختلف کاربرد اسید آسکوربیک (محلول پاشی روی برگ یا خاک) نشان می‌دهد که مدت‌زمان قرار گرفتن در معرض تنش و غلظت اسید آسکوربیک می‌تواند به طور قابل توجهی بر اثربخشی آن تأثیر بگذارد، همانطور که در نتایج متفاوت در ادبیات علمی مشاهده می‌شود (Tunçtürk *et al.*, 2024). با افزایش شوری، قطر ساقه کاهش یافت به طوری که بیشترین قطر ساقه (۲/۷۴ میلی‌متر) در تیمار بدون شوری به دست آمد (شکل ۳). کاهش قطر ساقه تحت تنش شوری در مطالعات سایر محققان نیز گزارش شده و با نتایج مطالعه حاضر، همخوانی دارد. تنش شوری، به دلیل افزایش توانایی اسمزی محلول خاک، جذب آب و مواد مغذی را کاهش می‌دهد؛ از این رو بر کاهش رشد گیاه تأثیرگذار است (Munns and Tester, 2008). کاهش پارامترهای رشدی از جمله قطر ساقه، تحت تنش شوری حتی در تیمارهای کلرید سدیم کم، در گیاه نعنای گزارش شده است (Khorsandi *et al.*, 2010). براساس نتایج مطالعه (Shakeri *et al.*, 2017)، تنش شوری باعث کاهش قطر ساقه و ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های سورگوم گردید. افزایش شوری از ۲ به ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر در پایه‌های نارنج و لیمو، به طور قابل توجهی ارتفاع گیاه و قطر ساقه را کاهش داد (Othman *et al.*, 2023).



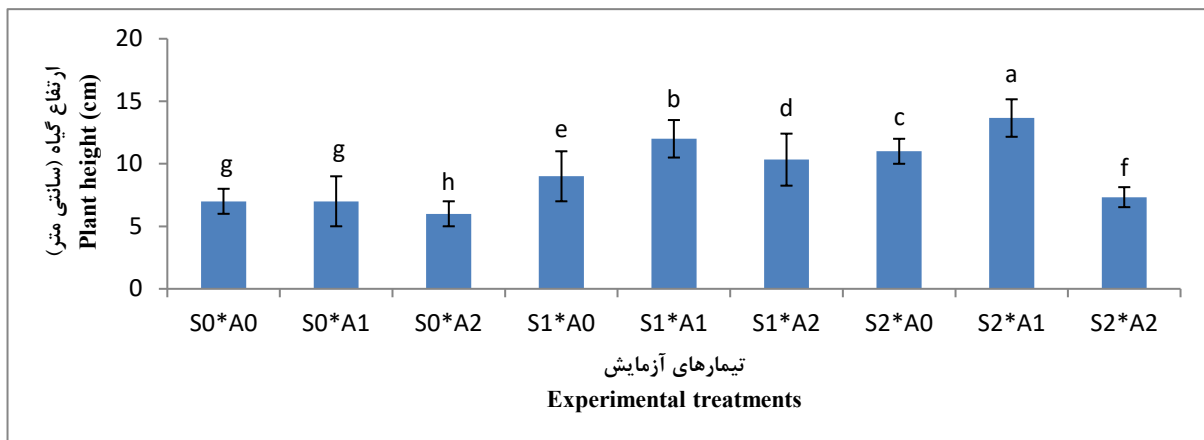
شکل ۳ - اثر شوری بر قطر ساقه بادرنجبویه

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

**Figure 3- Effect of salinity on stem diameter of *Melissa officinalis* L.**  
Similar letters indicate no significant difference at the 5% level using the LSD test.

بیشترین ارتفاع ساقه (۱۳/۶۶ سانتی‌متر) با کاربرد هم‌زمان ۱۰۰ میلی‌مولار شوری و ۰/۱ گرم در لیتر اسید آسکوربیک به دست آمد (شکل ۴). اسید آسکوربیک یک متابولیت ثانویه است که در گیاهان سنتز می‌شود (Hasanuzzaman *et al.*, 2012).

آسکوربات یک کوفاکتور برای پرولیل هیدروکسیلاز است که برای تقسیم و گسترش سلولی مورد نیاز است (Smirnoff and Wheeler, 2000). اسید آسکوربیک، تقسیم سلولی و رشد سلول را در گیاهان تحت تأثیر قرار می‌دهد (Amin *et al.*, 2008).



شکل ۴- اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر ارتفاع گیاه بادرنجبویه تحت تنش شوری

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

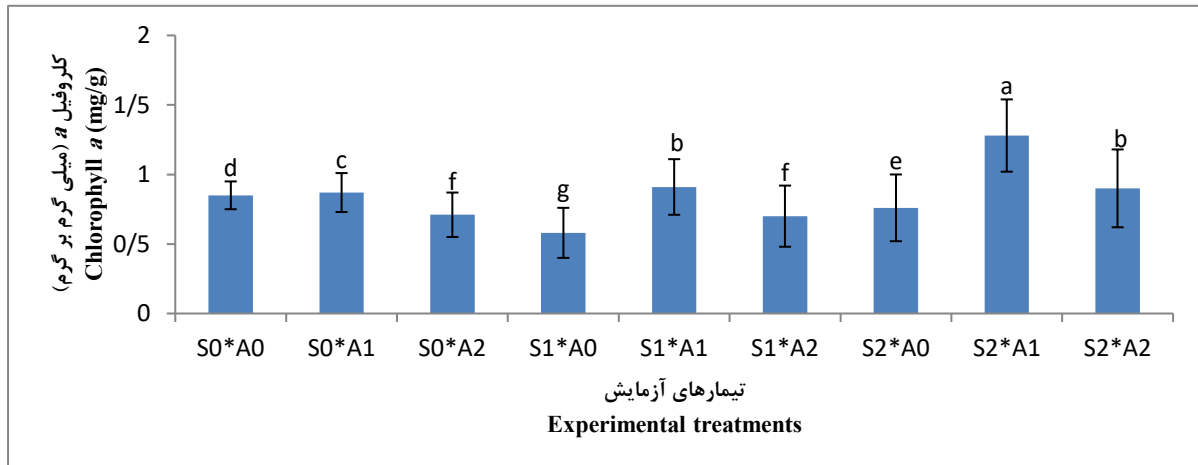
S0A0 (شوری صفر × اسید آسکوربیک صفر)؛ S0A1 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S0A2 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛ S1A0 (شوری ۵۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛ S1A1 (شوری ۵۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S1A2 (شوری ۵۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛ S2A0 (شوری ۱۰۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛ S2A1 (شوری ۱۰۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S2A2 (شوری ۱۰۰ میلی‌مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)

**Figure 4- Effect of ascorbic acid foliar application on plant height of *Melissa officinalis* L. under Salinity Stress**

Similar letters indicate no significant difference at the 5% level using the LSD test.

S0A0 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0); S0A1 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S0A2 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S1A0 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0); S1A1 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S1A2 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S2A0 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0); S2A1 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S2A2 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l)

بیشترین میزان کلروفیل *a* (۱/۲۸ میلی‌گرم بر گرم) و کلروفیل *b* (۱/۳۶ میلی‌گرم بر گرم) در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار و با کاربرد ۰/۱ گرم در لیتر اسید آسکوربیک به دست آمد (شکل‌های ۵ و ۶). از آنجا که اسید آسکوربیک، یک سم‌زدا و خنثی‌کننده گونه‌های فعال اکسیژن است، می‌تواند از تخریب کلروفیل در تنش شوری جلوگیری کرده و به‌طور غیرمستقیم، محتوای کلروفیل برگ را افزایش دهد و همچنین در سنتز آنزیم‌های فتوسنتزی نقش دارد (Shimada *et al.*, 2009). (Shimada *et al.*, 2010). Ghorbanli گزارش کردند که با کاربرد اسید آسکوربیک در شرایط تنش شوری، میزان کلروفیل *a* و *b* در گیاه سیاه‌دانه افزایش یافت. کاربرد اسید آسکوربیک ۵ و ۱۰ میلی‌مولار باعث افزایش کلروفیل *a*، کلروفیل *b* و کلروفیل کل در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار در نخود گردید (Kanwal *et al.*, 2024). کاربرد اسید آسکوربیک باعث تنظیم روزه‌ها می‌شود، تعرق را کاهش می‌دهد، تورژسانس را حفظ می‌کند و در نهایت، رشد و بهره‌وری گیاه را افزایش می‌دهد (El-Beltagi *et al.*, 2022). همچنین از رنگدانه فتوسنتزی محافظت می‌کند زیرا به عنوان سوپسترای آنزیم APX عمل می‌کند که رادیکال‌های آزاد تولیدشده در غشای تیلاکوئید را از بین می‌برد (Imran *et al.*, 2023). محلول پاشی اسید آسکوربیک، سبب افزایش غلظت داخلی آن با جذب از روزه‌ها می‌گردد و کاربرد خارجی آن می‌تواند در بهبود رشد گیاهان تحت تنش ایفای نقش کند (Mukhtar *et al.*, 2016).



شکل ۵ - اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر میزان کلروفیل *a* بادرنجبویه تحت تنش شوری

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

S0A0 (شوری صفر × اسید آسکوربیک صفر)؛ S0A1 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S0A2 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛

S1A0 (شوری ۵۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛ S1A1 (شوری ۵۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛

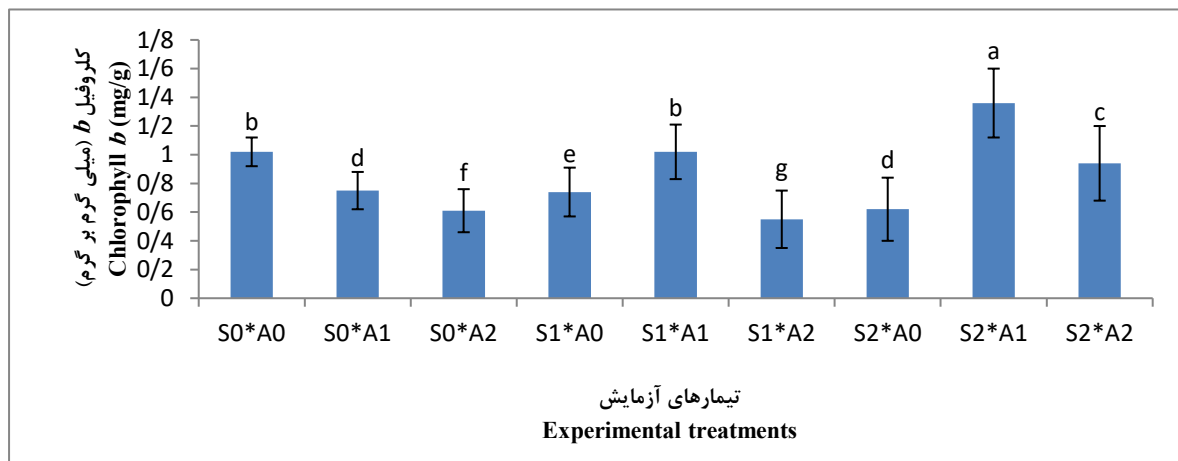
S1A2 (شوری ۵۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛ S2A0 (شوری ۱۰۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛

S2A1 (شوری ۱۰۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S2A2 (شوری ۱۰۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)

Figure 5- Effect of ascorbic acid foliar application on chlorophyll *a* content of *Melissa officinalis* L. under Salinity Stress

Similar letters indicate no significant difference at the 5% level using the LSD test.

S0A0 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0); S0A1 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S0A2 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S1A0 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0); S1A1 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S1A2 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S2A0 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0); S2A1 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S2A2 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l)



شکل ۶ - اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر میزان کلروفیل *b* بادرنجبویه تحت تنش شوری

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

S0A0 (شوری صفر × اسید آسکوربیک صفر)؛ S0A1 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S0A2 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛

S1A0 (شوری ۵۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛ S1A1 (شوری ۵۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛

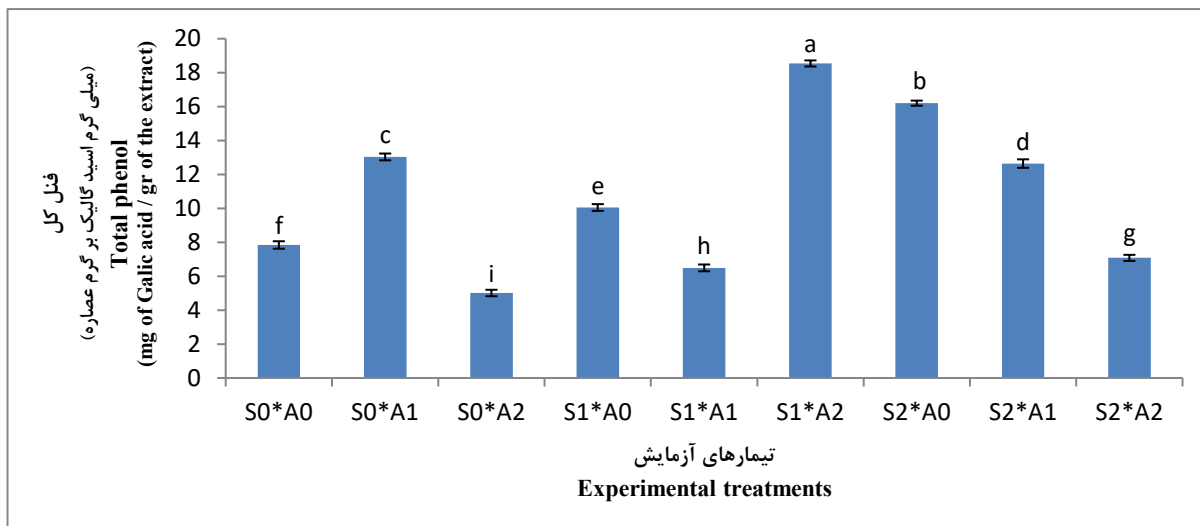
S1A2 (شوری ۵۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛ S2A0 (شوری ۱۰۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛

S2A1 (شوری ۱۰۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S2A2 (شوری ۱۰۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)

Figure 6- Effect of ascorbic acid foliar application on chlorophyll *b* content of *Melissa officinalis* L. under Salinity Stress

Similar letters indicate no significant difference at the 5% level using the LSD test.

S0A0 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0); S0A1 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S0A2 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S1A0 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0); S1A1 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S1A2 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S2A0 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0); S2A1 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S2A2 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l)

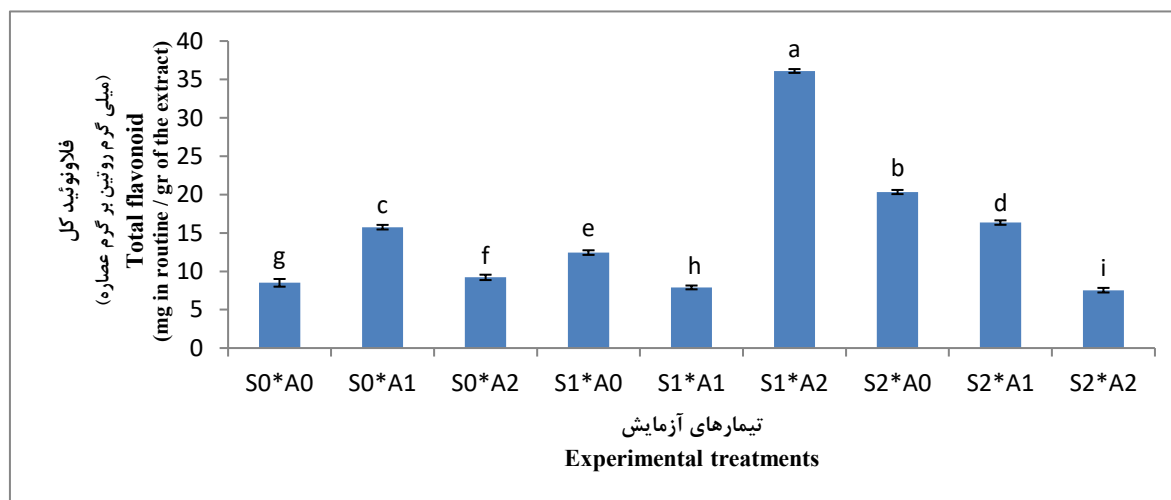


شکل ۷- اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر میزان فنل کل بادرنجبویه تحت تنش شوری

S0A0 (شوری صفر × اسید آسکوربیک صفر)؛ S0A1 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S0A2 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛ S1A0 (شوری ۵۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛ S1A1 (شوری ۵۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S1A2 (شوری ۵۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛ S2A0 (شوری ۱۰۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛ S2A1 (شوری ۱۰۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S2A2 (شوری ۱۰۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)

Figure 7- Effect of ascorbic acid foliar application on total phenol of *Melissa officinalis* L. under Salinity Stress

S0A0 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0); S0A1 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S0A2 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S1A0 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0); S1A1 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S1A2 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S2A0 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0); S2A1 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S2A2 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l)



شکل ۸- اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر میزان فلاونوئید کل بادرنجبویه تحت تنش شوری

S0A0 (شوری صفر × اسید آسکوربیک صفر)؛ S0A1 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S0A2 (شوری صفر × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛ S1A0 (شوری ۵۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛ S1A1 (شوری ۵۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S1A2 (شوری ۵۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)؛ S2A0 (شوری ۱۰۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک صفر)؛ S2A1 (شوری ۱۰۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر)؛ S2A2 (شوری ۱۰۰ میلی مولار × اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر)

Figure 8- Effect of ascorbic acid foliar application on total flavonoid of *Melissa officinalis* L. under Salinity Stress

S0A0 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0); S0A1 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S0A2 (Salinity 0\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S1A0 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0); S1A1 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S1A2 (Salinity 50 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l); S2A0 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0); S2A1 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.1 g/l); S2A2 (Salinity 100 mM\*Ascorbic acid 0.2 g/l)

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین میزان فنل و فلاونوئید کل (به ترتیب ۱۸/۵۴ میلی گرم اسید گالیک بر گرم عصاره و ۳۶/۱۰ میلی گرم روتین بر گرم عصاره) در تیمار شوری ۵۰ میلی مولار و با کاربرد اسید آسکوربیک ۰/۲ گرم در لیتر به دست آمد (شکل‌های ۸ و ۷). تولید ترکیبات فنلی تحت اثر شوری در گیاهان مختلف گزارش شده است. این ترکیبات، آنتی‌اکسیدان‌های نیرومندی در بافت‌های گیاهی تحت تنش هستند و این ویژگی به علت ساختار اسکلتی و گروه فنلی این متابولیت‌هاست. گروه‌های هیدروکسیلی آزاد متصل به حلقه آروماتیک، توان جaro کردن رادیکال‌های آزاد را داشته، ساختارهای سلولی را از تأثیرات منفی شوری محافظت می‌کنند. اسید آسکوربیک با غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی مولار، محتوای فنل کل را در شرایط تنش شوری ۱۰۰ میلی مولار در نخود افزایش داد (Kanwal *et al.*, 2024). استفاده از اسید آسکوربیک باعث افزایش پایداری غشاء می‌شود که به نوبه خود با تغییر فعالیت آنزیم‌ها، ترکیبات فنلی کل و محتوای پرولین، باعث تقویت سیستم دفاعی گیاه شده، رادیکال‌های آزاد را از بین برده و سلول‌ها را محافظت می‌کند (Kanwal *et al.*, 2024).

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این آزمایش، کاربرد اسید آسکوربیک در سطح ۰/۱ گرم در لیتر، موجب کاهش و تعدیل اثرات مخرب تنش شوری در وزن تر و خشک برگ، ارتفاع و محتوای کلروفیل *a* و *b* گردید، به طوری که بیشترین ارتفاع گیاه، در بالاترین سطح شوری و اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر مشاهده شد. بیشترین وزن تر و خشک برگ، در تیمار شوری ۵۰ میلی مولار و اسید آسکوربیک ۰/۱ گرم در لیتر مشاهده شد. درصد افزایش صفات مذکور، در مقایسه با تیمار فاقد اسید آسکوربیک در همین سطح شوری، نسبتاً قابل توجه بود. همچنین، بیشترین میزان فنل و فلاونوئید کل، در شوری ۵۰ میلی مولار و کاربرد ۰/۲ گرم در لیتر اسید آسکوربیک ایجاد گردید. افزایش درصد فنل و فلاونوئید کل در این تیمار، در مقایسه با عدم کاربرد اسید آسکوربیک در همان سطح شوری، به ترتیب ۴۵/۷۹٪ و ۶۵/۵۴٪ بود. با در نظر گرفتن عوامل مختلفی مانند زمان محلول پاشی و غلظت‌های بهینه اسید آسکوربیک در کنار سایر شیوه‌های زراعی، می‌توان به طور همزمان هم از خاک‌های شور استفاده نمود و هم کیفیت و کمیت گیاهان دارویی را حفظ کرد. پیشنهاد می‌گردد این موضوع در مطالعات مزرعه‌ای در خاک‌های شور مورد بررسی قرار گیرد.

### سپاسگزاری

از همکاری معاونت محترم پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا که با اختصاص گرنت شماره ۴۰۳۳۶، مسیر تدوین این مقاله را هموار نمودند، قدردانی می‌گردد.

### منابع

- Adorjan, B., & Buchbauer, G. (2010). Biological properties of essential oils: an updated review. *Flavour and Fragrance Journal*, 25(6), 407-426.
- Akhondzadeh, S., Noroozian, M., Mohammadi, M., Ohadinia, S., Jamshidi, A.H., & Khani, M.

(2003). *Melissa officinalis* extract in the treatment of patients with mild to moderate Alzheimer's disease: a double blind, randomised, placebo controlled trial. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 74(7), 863-866.

**Akram, N.A., Shafiq, F., & Ashraf, M. (2017).** Ascorbic acid - a potential oxidant scavenger and its role in plant development and abiotic stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1-17.

**Alizadeh Behbahani, B., & Shahidi, F. (2019).** *Melissa officinalis* essential oil: chemical compositions, antioxidant potential, total phenolic content and antimicrobial activity. *Nutrition and Food Sciences Research*, 6(1), 17-25.

**Aly, A.A., Maraie, R.W., & Ayadi, S. (2018).** Some biochemical changes in two Egyptian bread wheat cultivars in response to gamma irradiation and salt stress. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(1), 50-59.

**Amin, A.A., Rashad, E.M., Elshenawy, F., & Gharib, A.E. (2008).** Changes in morphological, physiological and reproductive characters of wheat plants as affected by foliar application with salicylic acid and ascorbic acid. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(2), 252-261.

**Arnon, D.I. (1949).** Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1-15.

**Azzedine, F., Gherroucha, H., & Baka, M. (2011).** Improvement of salt tolerance in durum wheat by ascorbic acid application. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 7(1), 27-37.

**Billah, M., Rohman, M.M., Hossain, N., Uddin, M.S. (2017).** Exogenous ascorbic acid improved tolerance in maize (*Zea mays* L.) by increasing antioxidant activity under salinity stress. *African Journal of Agricultural Research*, 12(17), 1437-1446.

**Bounihi, A., Hajjaj, G., Alnamer, R., Cherrah, Y., & Zellou, A. (2013).** *In vivo* potential anti-inflammatory activity of *Melissa officinalis* L. essential oil. *Advances in Pharmacological & Pharmaceutical Sciences*, 1-7.

**Castleman, M. (2010).** *The New Healing Herbs: The Essential Guide to More Than 125 of Nature's Most Potent Herbal Remedies*. 3<sup>rd</sup> Ed, Rodale Books, USA, 608 pages.

**Da Silva, S., Sato, A., Lage, C.L.S., San Gil, R.A.D.S., Azevedo, D.D.A., & Esquibel, M.A. (2005).** Essential oil composition of *Melissa officinalis* L. in vitro produced under the influence of growth regulators. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 16(6B), 1387-1390.

**Dehbani, Z., Komaki, A., Etaee, F., Shahidi, S., Taheri, M., Komaki, S., Faraji, N. (2019).** Effect of a hydro-alcoholic extract of *Melissa officinalis* on passive avoidance learning and memory. *Journal of Herbmed Pharmacology*, 8(2), 120-125.

**El-Beltagi, H.S., Ahmad, I., Basit, A., Shehata, W.F., Hassan, U., Shah, S.T., Haleema, B., Jalal, A., Amin, R., Khalid, M.A., Noor, F., & Mohamed, H.I. (2022).** Ascorbic acid enhances growth and yield of sweet peppers (*Capsicum annum*) by mitigating salinity stress. *Gesunde Pflanzen*, 74(2), 423-33.

**Garratt, L.C., Janagoudar, B.S., Lowe, K.C., Anthony, P., Power, J.B. & Davey, M.R. (2002).** Salinity tolerance and antioxidant status in cotton cultures. *Free Radical Biology and Medicine*, 33(4), 502-511.

**Ghazizadeh, J., Hamedeyzdan, S., Torbati, M., Farajdokht, F., Fakhari, A., Mahmoudi, J., Araj-Khodaei, M., Sadigh-Eteghad, S. (2020).** *Melissa officinalis* L. hydro-alcoholic extract inhibits anxiety and depression through prevention of central oxidative stress and apoptosis. *Experimental Physiology*, 105(4), 707-720.

**Ghorbanli, M., Adib Hashemi, N., & Peyvandi, M. (2010).** Study of salinity and ascorbic acid on some physiological responses of *Nigella sativa* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(3), 370-388. (In Persian)

**Gutfinger, T. (1981).** Polyphenols in olive oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 58,

966-968.

**Hamada, A.M., & Al-Hakimi, A.M. (2009).** Exogenous ascorbic acid or thiamine increases the resistance of sunflower and maize plants to salt stress. *Acta Agronomica Hungarica*, 57(3), 335-347.

**Hameed, A., Gulzar, S., Aziz, I., Hussain, T., Gul, B., & Ajmal Khan, M. (2015).** Effects of salinity and ascorbic acid on growth, water status and antioxidant system in a perennial halophyte. *AoB Plants (The open-access journal for plant sciences)* 7: plv004, 11 pages.

**Hasanuzzaman, M., Hossain, M.A., Da Silva, J.A.T., & Fujita, M. (2012).** Plant Response and Tolerance to Abiotic Oxidative Stress: Antioxidant Defense Is a Key Factor. In: Bandi, V., Shanker, A.K., Shanker, C. and Mandapaka, M. (Eds.). *Crop Stress and Its Management: Perspectives and Strategies*. Pp. 261-315. Springer, Berlin.

**Imran, S., Asif Mahamud, Md., Chandra Paul, N., Chakroborty, J., Sarker, P., Paul, S., Tahjib-Ul-Arif, Md., & Saidur Rhaman, M. (2023).** Seed priming and exogenous application of citric acid enhance seedling growth and photosynthetic pigments and mitigate oxidative damage of soybean (*Glycine max*) under salt stress. *Archives of Biological Sciences*, 75(4), 407-418.

**Iqra, L., Rashid, M.S., Ali, Q., Latif, I., & Malik, A. (2020).** Evaluation for Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ratio under salt stress condition in wheat. *Life Science Journal*, 17(7), 43-47.

**Kanwal, R., Maqsood, M.F., Shahbaz, M., Naz, N., Zulfiqar, U., Ali, M.F., Jamil, M., Khalid, F., Ali, Q., Sabir, M.A., Chaudhary, T., Ali, H.M., Alsakkaf, W.A.A. (2024).** Exogenous ascorbic acid as a potent regulator of antioxidants, osmo-protectants, and lipid peroxidation in pea under salt stress. *BMC Plant Biology*, 24(1), Article 247, 1-16.

**Khan, T.A., Mazid, M., & Mohammad, F. (2011).** A review of ascorbic acid potentialities against oxidative stress induced in plants. *Journal of Agrobiolgy*, 28(2), 97-111.

**Khodsooz, S., Moshtaghian, J., & Eivani, M. (2016).** Antihyperglycemic and antihyperlipidemic effects of hydroalcoholic extract of *Melissa officinalis* (lemon balm) in alloxan-induced diabetic rats. *Physiology and Pharmacology*, 20(1), 24-30.

**Khorsandi, O., Hassani, A., Sefidkon, F., Shirzad, H., & Khorsandi, A. (2010).** Effect of salinity (NaCl) on growth, yield, essential oil content and composition of *Agastache foeniculum* Kuntz. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(3), 438-451. (In Persian)

**Mencherini, T., Picerno, P., Scesa, C., & Aquino, R. (2007).** Triterpene, antioxidant and antimicrobial compounds from *Melissa officinalis*. *Journal of Natural Products*, 70(12), 1889-1894.

**Menezes, C.P., Guerra, F.Q.S., Pinheiro, L.S., Trajano, V.N., Pereira, F.O., Gomes de Souza, V., Santos de Souza, F., & Lima, E.O. (2015).** Investigation of *Melissa officinalis* L. essential oil for antifungal activity against *Cladosporium carrionii*. *International Journal of Tropical Disease & Health*, 8(2), 49-56.

**Mohamed, H.I., Akladios, S.A., & El-Beltagi, H.S. (2018).** Mitigation the harmful effect of salt stress on physiological, biochemical and anatomical traits by foliar spray with trehalose on wheat cultivars. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(10), 7054-7065.

**Mukhtar, A., Akram, N.A., Aisha, R., Shafiq, S., & Ashraf, M. (2016).** Foliar-applied ascorbic acid enhances antioxidative potential and drought tolerance in cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis*). *Agrochimica*, 60(2), 100-113.

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

**Othman, Y.A., Bany Hani, M., Ayad, J.Y., St Hilaire, R. (2023).** Salinity level influenced morpho-physiology and nutrient uptake of young citrus rootstocks. *Heliyon*, 9(2), e13336.

**Ozkan, G., Sagdic, O., Ekici, L., Ozturk, I., & Ozcan, M.M. (2007).** Phenolic compounds of *Origanum sipyleum* L. extract, and its antioxidant and antibacterial activities. *Journal of Food Lipids*, 14(2), 157-169.

- Parsajoo, S., & Dashti, F. (2023).** The effect of ascorbic acid on growth and some biochemical properties of bell pepper (*Capsicum annuum*) seedling under salinity stress. *Journal of Horticultural Science*, 37(2), 497-508. (In Persian)
- Rajabi Dehnavi, A., & Zahedi, M. (2019).** Effects of foliar application of different ascorbic acid concentrations on the response of sorghum to salinity. *Journal of Plant Process and Function*, 9(35), 223-241. (In Persian)
- Ramakrishna, A., & Ravishankar, G.A. (2011).** Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signaling & Behavior*, 6(11), 1720-1731.
- Roh, Y.-J., Jee, D., Rho, C.-R., Cho, W.-K., & Kang, S. (2016).** Anti-angiogenic effect of ALS-L1023, an extract of *Melissa officinalis* L., on experimental choroidal neovascularization in mice. *Clinical & Experimental Ophthalmology*, 44(1), 43-51.
- Safdar, H., Amin, A., Shafiq, Y., Ali, A., Yasin, R., Shoukat, A., Ul Hussan, M., & Sarwar, M.I. (2019).** A review: Impact of salinity on plant growth. *Nature and Science*, 17(1), 34-40.
- Saffaryazdi, A., Lahouti, M., Ganjeali, A., & Bayat, H. (2012).** Impact of selenium supplementation on growth and selenium accumulation on spinach (*Spinacia oleracea* L.) plants. *Notulae Scientia Biologicae*, 4(4): 95-100.
- Sajid, Z.A., & Aftab, F. (2016).** Foliar spray of ascorbic acid improves salinity tolerance in *Solanum tuberosum* L. *Acta Horticulturae*, 1145, 69-74.
- Saleem, M.H., Kamran, M., Zhou, Y., Parveen, A., Rehman, M., Ahmar, S., Malik, Z., Mustafa, A., Anjum, R.M.A., Wang, B., & Liu, L. (2020).** Appraising growth, oxidative stress and copper phytoextraction potential of flax (*Linum usitatissimum* L.) grown in soil differentially spiked with copper. *Journal of Environmental Management*, 257, 109994.
- Selahvarzi, Y., Goldani, M., Nabati, J., & Alirezaei, M. (2011).** Effect of exogenous application of ascorbic acid on some physiochemical changes in oregano (*Origanum majorana* L.) under salt stress. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 42(2), 159-167. (In Persian)
- Shafi, A., Hassan, F., & Khanday, F.A. (2022).** Reactive oxygen and nitrogen species: Oxidative damage and antioxidative defense mechanism in plants under abiotic stress. In: Hakeem, K.R., and Aftab, T. (eds.), *Plant Abiotic Stress Physiology*, 29 pages, Apple Academic Press, New York.
- Shafiq, F., Iqbal, M., Ashraf, M.A., & Ali, M. (2020).** Foliar applied fullerol differentially improves salt tolerance in wheat through ion compartmentalization, osmotic adjustments and regulation of enzymatic antioxidants. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 26(3), 475-487.
- Shakeri, E., Emam, Y., & Tabatabaei, S.A. (2017).** Evaluation of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) lines and cultivars under salinity stress using tolerance indices. *Cereal Research*, 7(2), 285-299. (In Persian)
- Shimada, Y., Tai, H., Tanaka, A., Ikezawa-Suzuki, I., Takagi, K., Yoshida, Y., Yoshie, H. (2009).** Effects of ascorbic acid on gingival melanin pigmentation in vitro and in vivo. *Journal of Periodontology*, 80(2), 317-323.
- Smirnoff, N., Wheeler, G.L. (2000).** Ascorbic acid in plants: biosynthesis and function. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 19(4), 267-290.
- Tunçtürk, R., Oral, E., Tunçtürk, M., Nohutçu, L., Najafi, S., Rezaei Danesh, Y., Farda, B., & Pace, L. (2024).** Ascorbic acid enhances growth and dualox parameters in *Arachis hypogaea* L. under salt stress. *Discover Sustainability*, 5, 489.
- Xu, G., Li, L., Zhou, J., Lyu, D., Zhao, D., & Qin, S. (2023).** Comparison of transcriptome and metabolome analysis revealed differences in cold resistant metabolic pathways in different apple cultivars under low temperature stress. *Horticultural Plant Journal*, 9(2), 183-198.
- Yoo, K.M., Lee, C.H., Lee, H., Moon, B., Lee, C.Y. (2008).** Relative antioxidant and cytoprotective activities of common herbs. *Food Chemistry*, 106, 929-936.

**Younis, M.E., Hasaneen, M.N.A., & Kazamel, A.M.S. (2010).** Exogenously applied ascorbic acid ameliorates detrimental effects of NaCl and mannitol stress in *Vicia faba* seedlings. *Protoplasma*, 239(1-4), 39-48.

**Zaid, A., & Wani, S.H. (2019).** Reactive oxygen species generation, scavenging and signaling in plant defense responses. In: Jogaiah, S., and Abdelrahman, M. (eds.), *Bioactive molecules in plant defense: Signaling in growth and stress*, Pp. 111-132, Springer.

**Zamin, M., & Khattak, A.M. (2017).** Performance of *Sporobolus spicatus* ecotypes, UAE native grass, under various salinity levels. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 6(2), 595-604.