



Effect of Drought and Salinity Stress on Chlorophyll and Carotenoid Content in Russian Olive Leaves (*Elaeagnus angustifolia* L.)

Zahra Seif¹, Vahid Etemad², Mohsen Javanmiri Pour^{3*}

1- Ms.C. Graduate, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. Karaj, Iran.
2- Associate Professor, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. Karaj, Iran.
3- Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Research Institute of Forests and Rangelands, Kermanshah, Iran

*Corresponding Author: mjavanmiri@ut.ac.ir

Keywords:

Carotenoid, Chlorophyll content, interactive effect, drought stress, Russian olive, salinity stress.

Extended abstract

Introduction

Given that the majority of Iran's land area consists of arid and semi-arid regions, the use of plants resistant to salinity and drought stress can provide a new opportunity for harnessing the potential of the country's highly stressful climates. Therefore, this research aimed to investigate the effects of different levels of drought and salinity on the survival and morphophysiological characteristics of one-year-old Russian olive seedlings.

Material and methods

An experimental pot study was conducted in a completely randomized block design with three replications and three observations, at three levels of drought (control 100%, 66%, and 33% field capacity) and four levels of salinity (zero as control, 4, 8, and 12 dS/m), in the greenhouse of the Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, from August to November over a period of 4 months. In this study, the content of chlorophyll and carotenoids was examined and measured.

Results

The results of this study showed that the main and interactive effects of drought and salinity stress on the measured traits were significant at the probability level of 0.001. The main and interactive effects of drought and salinity stress led to a decrease in chlorophyll and carotenoid content. The lowest levels of chlorophyll a (19.1 milligrams per gram leaf weight), chlorophyll b (44.0 milligrams per gram leaf weight), total chlorophyll (94.0 milligrams per gram leaf weight), and carotenoid content (39 milligrams per gram leaf weight) were observed. In the interaction effect of salinity stress under drought conditions on total chlorophyll, treatments with 66% field capacity and salt levels of 4, 8, and 12 dS/m showed decreases of 9%, 21%, and 32%, respectively, compared to the control. In treatments with 33% field capacity

Received:

15 May 2024

Revised:

04 June 2024

Accepted:

11 June 2024

How to cite this article:

Seif, Z., Etemad, V., & Javanmiri Pour, M. (2024). Effect of Drought and Salinity Stress on Chlorophyll and Carotenoid Content in Russian Olive Leaves (*Elaeagnus angustifolia* L.). *Journal of Drought and Climate change Research*, 2(3), 32-48. [10.22077/jdcr.2024.7645.1069](https://doi.org/10.22077/jdcr.2024.7645.1069)



and salt levels of 4, 8, and 12 dS/m, decreases of 32%, 40%, and 45% were observed, respectively. Regarding the interaction effect of drought stress and salinity on carotenoid content, treatments with 66% field capacity and salt levels of 4, 8, and 12 dS/m resulted in decreases of 11%, 13%, and 17%, respectively. Similarly, treatments with 33% field capacity and salt levels of 4, 8, and 12 dS/m showed decreases of 13%, 15%, and 23% in carotenoid levels, respectively, compared to the control treatment.

Conclusion

The findings highlight the significant adverse effects of combined salinity and drought stress on the chlorophyll and carotenoid content in *Elaeagnus angustifolia* leaves. The results emphasize the importance of managing salinity and drought stress to maintain the health and productivity of oleaster plants, especially in arid and semi-arid regions like Iran. By selecting and cultivating stress-resistant plant species, it is possible to enhance the utilization of high-stress environments and mitigate the negative impacts of these stresses on plant physiology.



تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر میزان کلروفیل و کاروتنوئید در برگ‌های سنجد (*Elaeagnus angustifolia L.*)

زهرا سیف^۱، وحید اعتماد^۲، محسن جوانمیری پور^{۳*}

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲- دانشیار، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، کرمانشاه، ایران.

*نویسنده مسئول: mjavanmiri@ut.ac.ir

چکیده

واژه‌های کلیدی:

در مناطق خشک و نیمه‌خشک تنش شوری و خشکی از مهم‌ترین مشکلات طبیعی محسوب می‌شود. با توجه به اینکه بیشتر مساحت کشور ایران در این دسته قرار دارد، استفاده از گیاهان مقاوم به این تنش‌ها می‌تواند فرصت‌های جدیدی برای بهره‌برداری از اقلیم‌های پرتنش کشور فراهم کند. این پژوهش به بررسی تأثیر سطوح مختلف خشکی و شوری بر زنده‌مانی و خصوصیات مورفوفیزیولوژیک نهال‌های یکساله سنجد پرداخته است. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در سه سطح خشکی (شاهد ۱۰۰، ۶۶ و ۳۳ درصد ظرفیت زراعی) و چهار سطح شوری (صفر، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) در گلخانه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، از مرداد تا آبان به مدت ۴ ماه انجام شد. در این تحقیق، محتوای کلروفیل و کاروتنوئید نهال‌ها مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی و شوری بر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار است و افزایش این تنش‌ها منجر به کاهش محتوای کلروفیل و کاروتنوئید گردید. به‌طور خاص، میزان کلروفیل a برابر با ۱۹/۱، کلروفیل b برابر با ۴۴/۰، کلروفیل کل برابر با ۹۴/۰ و کاروتنوئید برابر با ۳۹/۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ مشاهده شد. در اثر متقابل تنش شوری و خشکی بر محتوای کلروفیل کل، در تیمارهای ۶۶ درصد ظرفیت زراعی با سطوح نمک ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب کاهش‌های ۹، ۲۱ و ۳۲ درصدی نسبت به شاهد مشاهده شد. همچنین، در تیمارهای ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، کاهش‌های ۳۲، ۴۰ و ۴۵ درصدی نسبت به شاهد ثبت گردید. در مورد کاروتنوئیدها نیز، در تیمارهای ۶۶ درصد ظرفیت زراعی و سطوح نمک مشابه، کاهش‌های ۱۱، ۱۳ و ۱۷ درصدی نسبت به شاهد مشاهده شد. در تیمارهای ۳۳ درصد ظرفیت زراعی نیز کاهش‌های ۱۳، ۱۵ و ۲۳ درصدی در میزان کاروتنوئید نسبت به شاهد ثبت گردید. این یافته‌ها نشان‌دهنده اثرات منفی قابل توجه تنش شوری و خشکی بر محتوای کلروفیل و کاروتنوئید در نهال‌های سنجد است. نتایج بر اهمیت مدیریت این تنش‌ها برای حفظ سلامت و بهره‌وری گیاهان تأکید دارد. انتخاب و پرورش گونه‌های مقاوم می‌تواند به افزایش استفاده از محیط‌های پرتنش کمک کرده و اثرات منفی این تنش‌ها را کاهش دهد.

اثر متقابل، تنش خشکی، تنش شوری، سنجد، کاروتنوئید، محتوای کلروفیل.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۲/۲۶

تاریخ ویرایش:

۱۴۰۳/۰۳/۱۵

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۰۳/۲۲

مقدمه

تنش‌های خشکی و شوری از جمله تنش‌های مهم در محیط‌های مختلف زیستی هستند که می‌تواند تأثیرات جدی بر فیزیولوژی گیاهان داشته باشد. این تنش‌ها می‌توانند باعث کاهش فعالیت فتوسنتزی، افزایش استرس اکسیداتیو، و کاهش محتوای کلروفیل و کاروتنوئید در برگ‌ها شوند که در نتیجه به کاهش رشد و عملکرد گیاه منجر می‌شود.

گیاهان مانند سایر موجودات زنده تحت تأثیر تنش‌های مختلف قرار می‌گیرند. به‌طور کلی تنش‌ها به دو دسته تنش‌های زیستی^۱ نظیر آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز و تنش‌های غیر زیستی^۲ مانند شوری، خشکی، سرما، یخ‌زدگی، دمای بالا، فلزات سنگین، شرایط غرقابی، تابش پرتوهای فرابنفش و آسیب‌های ناشی از کمبود و یا بیش‌بود برخی از عناصر خاک تقسیم می‌شوند (Ghanbari et al., 2016). این تنش‌ها با تأثیرات خود باعث محدودیت‌هایی در رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند به‌طوری که اختلاف قابل توجهی بین عملکرد واقعی و عملکرد بالقوه گیاهان دیده می‌شود (Guha-sapir et al., 2004).

شوری و خشکی دو محدودیت عمده زیست‌محیطی برای بهره‌وری محصول محسوب می‌شوند و به‌طور مداوم سیستم‌های کشاورزی و تولید محصول را تهدید می‌کنند (Abrar et al., 2020; Saadat-mand et al., 2015). تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در سراسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است (Abedi and Pakniyat, 2010). پس از خشکی تنش شوری جزء مهم‌ترین و گسترده‌ترین تنش‌های محیطی در نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌گردد (Jahanbakhsh et al., 2019).

در اثر تنش شوری، گیاه ممکن است به دلیل رقابت در یون سدیم و کلر با مواد مغذی مانند کلسیم و پتاسیم و نیترات باعث کمبود یا عدم تعادل مواد مغذی شود و تنش خشکی می‌تواند بر جذب عناصر غذایی و جابه‌جایی برخی مواد مغذی، در گیاه اثرگذار

باشد (Saadatmand et al., 2013)؛ حتی در مواردی که خاک از نظر مواد مغذی مورد نیاز گیاه غنی باشد، اما در زمان بروز تنش شوری و خشکی شدید این مواد مغذی نمی‌توانند رشد گیاه را بهبود ببخشند (Hu and Schmidhalter, 2005).

درخت سنجد با نام علمی (*Elaeagnus angustifolia* L.) از خانواده Elaeagnaceae که در کشورهای دیگر با نام زیتون روسی شناخته می‌شود (Bartish et al., 2002). از این خانواده گیاهی ۷۲ گونه مختلف و از سه جنس *Elaeagnus*, *Hippophae*, *Shepherdia* در سراسر جهان وجود دارند. در کشور ما این گونه در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌عنوان یک گیاه خودرو، بادشکن و در منظرسازی راه‌ها تکثیر یافته است (Mousavi Mirkola et al., 2017). همچنین دارای قابلیت سازگاری و انعطاف‌پذیری زیادی با شرایط مختلف محیطی از قبیل خشکی و شوری می‌باشد (Klich, 2000, Asadiar et al., 2012). درختان بالغ سنجد تحمل سیل و خشک‌سالی را دارند، اما تحمل شرایط اسیدی pH کمتر از شش را ندارند. گونه سنجد به مقادیر شوری خاک نیز مقاوم بوده و توانایی زیادی در تثبیت نیتروژن دارد (Katz and Shafroth, 2003, Ahani et al., 2017).

در ارتباط با تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر میزان کلروفیل و کاروتنوئید در گونه‌های مختلف مطالعاتی در داخل و خارج از کشور انجام شده است که توجه به آن‌ها حائز اهمیت فراوانی است.

نتایج آزمایشی به‌جهت بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیک نهال‌های اقاچیا به تنش خشکی نشان داد که بر اثر تنش خشکی میزان تجمع پرولین در برگ افزایش و پارامتر فلورانس کلروفیل در برگ کاهش یافته و این دو پارامتر را می‌توان به‌عنوان شاخص تعیین میزان تحمل به خشکی در اقاچیا برای کاشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک مفید دانست (Kordrostami et al., 2017).

نتایج مطالعه‌ای بر روی نهال‌های گلدانی نمدار (*Til- cordata*) به هدف شناسایی پارامترهای فلورانس کلروفیل به‌عنوان شاخصی برای تنش خشکی و شوری

1. Biotic
2. Abiotic

میزان کلروفیل a و بیوماس خشک (در سطح احتمال ۱ درصد) و کارایی مصرف آب لحظه‌ای (در سطح احتمال ۵ درصد) و همچنین بین ارقام از نظر میزان کلروفیل a، محتوای کاروتنوئید، هدایت روزنه‌ای، میزان تفرق و بیوماس خشک (در سطح احتمال ۰/۱ درصد)، کارایی مصرف آب ذاتی (در سطح احتمال ۱ درصد) و کارایی مصرف آب لحظه‌ای (در سطح احتمال ۵ درصد) اختلاف معنی‌دار بود (Ojaghloo et al., 2022).

نتایج حاصل از تنش خشکی در بین شش رقم انگور نشان داد که با افزایش سطح تنش خشکی میزان کلروفیل کل و کاروتنوئید در برگ‌های همه ارقام مورد مطالعه انگور کاهش پیدا کرد. در بین ارقام مورد مطالعه بیشترین میزان کلروفیل کل میلی‌گرم بر گرم در رقم قره‌شلیق با مقدار ۲/۱۴ وزن‌تر مشاهده شد و کمترین میزان در رقم کوچک‌بوغان با مقدار ۳۲/۰ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر به‌دست آمد. میزان کاروتنوئید در رقم قره‌شلیق با مقدار ۱/۸۱ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر و کمترین میزان در رقم کوچک‌بوغان با مقدار ۰/۰۹۷ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر مشاهده شد (Fahim et al., 2022). نتایج بررسی تأثیر کاربرد تنش خشکی و شوری بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و غلظت عناصر نعنای فلفلی (*Mentha Piperita L*) در شرایط سلنیوم نشان داد که با افزایش سطح تنش خشکی و شوری، از میزان کلروفیل a، b و کل و کاروتنوئیدها کاسته شد (Shamsabadi et al., 2023).

با توجه به شرایط تغییر اقلیم در جهان و تغییرات آب‌وهوایی در ایران، و با توجه به اینکه بیشتر مساحت ایران تحت اقلیم خشک و نیمه‌خشک می‌باشد و میزان میانگین بارش سالیانه در کشور کمتر از ۲۶۰ میلی‌متر است، ضرورت دارد در چنین شرایطی برای بهره‌وری و حفاظت آب‌و خاک و احیای برخی از اقلیم‌های پر تنش کشور، استفاده از گیاهان مقاوم به تنش‌های محیطی نظیر خشکی و به طبع آن شوری فراهم گردد. بنابراین اهداف تحقیق حاضر شامل تأثیر تنش‌های اصلی و متقابل خشکی و شوری بر میزان کلروفیل و کاروتنوئید نهال‌های سنجد برای استفاده در طرح‌های جنگل‌کاری به‌ویژه در مواجهه با تغییرات اقلیمی در عصر حاضر است.

نشان داد که تنش شوری و خشکی مکانیسم‌های مشابهی در فاز فتوسنتز نوری دارند، با این حال پاسخ فتوسیستم II به تنش اعمالی زودتر در شرایط خشکی رخ داد. در هر دو تنش، آسیب به محل‌های تجمع اکسیژن و مراکز واکنش به‌صورت همزمان رخ داد. از آنجایی که هر دو تنش شوری و خشکی تأثیر بازدارندگی مشابهی را در فاز فتوسنتز نوری ایجاد کردند (Kalaji et al., 2018).

نتایج مطالعه‌ای به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و شوری بر وضعیت محتوای نسبی آب برگ زیتون نشان داد درختان زیتون تحت تنش خشکی، کاهش محتویات کلروفیل کل، پتانسیل آب برگ و پارامترهای تبادل گاز فتوسنتزی را در طی دوره خشکی نشان دادند. آبیاری با آب شور این اثرات مخرب و کاهش صفات را کمتر کرد ولی به سطح مشاهده شده در آبیاری با آب شیرین نرسید (Trabelsi et al., 2018). یافته‌های حاصل از اثر متقابل تنش‌های شوری و خشکی در گل نرگس شهلا بر محتوای کلروفیل کل معنی‌دار و کاهش بود. به‌طوری‌که تیمار ۶۰ میلی مولار کلرید سدیم همراه با ۳۰ درصد ظرفیت زراعی باعث کاهش ۷۲ درصدی کلروفیل کل نسبت به شاهد شد. تنش‌های شوری و خشکی سبب کاهش محتوای کاروتنوئید برگ شدند، به‌طوری‌که مقدار این صفت در شدیدترین سطوح شوری و خشکی، به‌ترتیب ۲۶ و ۲۵ درصد در مقایسه با شاهد کاهش یافت (Nasari Moghdam et al., 2020). نتایج تأثیر سطوح تنش شوری در سه ژنوتیپ کینوا (*Willd quinoa Chenopodium*) نشان داد که مقایسه پارامترهای رشد و افزایش پرولین و کاهش میزان پروتئین در تنش شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر می‌تواند با کاهش کلروفیل، کاروتنوئیدها، قندهای احیا، کربوهیدرات‌های کل و افزایش تنش اکسیداتیو و میزان H_2O_2 مرتبط باشد (Jafari et al., 2021).

نتایج اثر سطوح خشکی بر زیتون (*Olea europaea L*) نشان داد، بین سطوح مختلف تنش خشکی از نظر صفات محتوای کاروتنوئید، هدایت روزنه‌ای، میزان تفرق و شدت فتوسنتز (در سطح احتمال ۰/۱ درصد)،

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف خشکی و شوری بر زنده‌مانی و خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نهال‌های یک‌ساله گونه سنجد در شرایط تنش شوری و خشکی در گلخانه گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار و ۳ مشاهده صورت گرفت. گلخانه انجام آزمایش با فتوپریود ۸/۱۶ ساعت (روشنایی / تاریکی) و دمای ۱۵/۳۰ درجه سانتی‌گراد (روز / شب) بود.

روش تحقیق:

در ماه فروردین ۱۷۱ اصله نهال یک‌ساله سنجد از نهالستان منابع طبیعی استان البرز واقع در محمد شهر در مسیر جاده کرج - ماهدشت، تهیه و به گلخانه دانشکده گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل دانشگاه تهران منتقل شد، در دو ماه اول مراقبت‌ها و آماده‌سازی از نهال‌ها برای آزمایش صورت گرفت و مقداری از خاکی که برای پر کردن گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۲، و ارتفاع ۲۱ سانتی‌متر مورد استفاده قرار گرفت، به صورت جداگانه جمع‌آوری و برای آنالیز و بررسی میزان ظرفیت زراعی خاک به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل شد. میانگین ارتفاع اولیه نهال‌ها تقریباً ۸۰ سانتی‌متر با میانگین قطر یقه ۸/۳۰ میلی‌متر بود متوسط طول ریشه ۱۳ سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید.

در جهت تهیه خاک مورد نیاز برای تعویض و پر کردن گلدان‌های مورد آزمایش از خاکی که در نهالستان منابع طبیعی کرج موجود بود استفاده گردید که در این مرحله که اوایل بهار انجام گردید خاک برای تعویض گلدان‌ها به صورت دو قسمت خاک و یک قسمت کود زراعی آماده شد و به طبع مقداری از خاک نیز برای آنالیز جدا شد تا نسبت به مشخصات فیزیکوشیمیایی، وزن مخصوص ظاهری، بافت، اسیدیته، و هدایت الکتریکی نمونه خاک اقدام گردد.

در این پژوهش پس از تهیه خاک‌های مورد استفاده برای کاشت، رطوبت در دو نقطه مهم ظرفیت زراعی

(FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) در آزمایشگاه خاکشناسی به روش صفحات فشاری تعیین شد. برای این منظور با استفاده از رینگ‌های مخصوص این دستگاه به مقدار کافی از هر نوع خاک نمونه لازم تهیه و یک روز قبل از آزمایش با آب اشباع نموده و بعد از قرار دادن نمونه‌ها بر روی صفحه، آب ریخته تا نمونه‌ها به حالت اشباع باقی‌مانده، آنگاه نمونه‌های اشباع شده را تحت فشار ۰/۱ (۰/۱) برای خاک‌های شنی و ۰/۳ (برای خاک‌های رسی) بار برای اندازه‌گیری FC و ۱۵ بار برای اندازه‌گیری PWP قرار داده و پس از قطع شدن آب خروجی، نمونه‌ها را توزین کرده و بعد از خشک کردن در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، درصد رطوبت خاک اندازه‌گیری شد.

قبل از انجام هرگونه اعمال تنش مقدار مناسب از خاکی که گلدان‌ها از آن پر شدن جمع‌آوری و کلیه فاکتورهای مورد استفاده در تیمارهای آزمایشی در آزمایشگاه خاکشناسی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک مانند بافت خاک، درصدهای کربن، ازت، وزن ظاهری، وزن حقیقی، ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی، مقدار پتاسیم، فسفر، سدیم، کلسیم، EC و PH مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

آزمایش تنش شوری

در این آزمایش بررسی تحمل شوری بر روی نهال‌های سنجد انجام گرفت و برای تهیه آب‌شور قابل آبیاری از محلول نمک سدیم کلراید با درصد خلوص ۹۹ و آب شهری استفاده شد. تنش شوری، در چهار سطح و در مدت دو ماه و نیم روی نهال‌ها اعمال گردید و چهار سطح شوری، شوری صفر (عدم شوری)، شوری ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بودند. در هر نوبت آبیاری، از آب نمک‌های تهیه شده در مخزن‌های تعبیه شده که روی آن‌ها با صفحات فیبری سفید برای جلوگیری از تبخیر آب پوشانیده شده بود، به میزان آبیاری نرمال در دسترس گیاه قرار می‌گرفت.

آزمایش تنش خشکی

در این آزمایش تنش خشکی بر روی نهال‌های یک ساله سنجد در سه سطح آبیاری، ۱۰۰ درصد ظرفیت

1. Permanent wilting point

جدول ۱. بررسی برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1. Examination of some physical and chemical parameters of soil

وزن مخصص وص ظاهر	ماده آلی (%)	ی g/c	نقطه پژمردگی دائم (%)	ظرفیت زراعی (درصد)	هدایت الکتریکی (mho)	P H	کلسیم (ppm)	سدیم (ppm)	پتاسیم (ppm)	فسفات (ppm)	ازت (%)	کربن (%)	پارامتر
ماده آلی organi c matter (%)	ی g/c	نقطه پژمردگی دائم (%)	ظرفیت زراعی (درصد)	هدایت الکتریکی (mho)	P H	کلسیم (ppm)	سدیم (ppm)	پتاسیم (ppm)	فسفات (ppm)	ازت (%)	کربن (%)	پارامتر	
ماده آلی organi c matter (%)	ی g/c	نقطه پژمردگی دائم (%)	ظرفیت زراعی (درصد)	هدایت الکتریکی (mho)	P H	کلسیم (ppm)	سدیم (ppm)	پتاسیم (ppm)	فسفات (ppm)	ازت (%)	کربن (%)	پارامتر	
Sandy loam	2.15	2.5	13.3	25.8	2.56	7.5	40	29.6	316	6.97	11	1.35	مقدار Value

دسی‌زیمنس بر متر) و خشکی در سه سطح (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، ۶۶ و ۳۳ درصد ظرفیت زراعی) انجام گرفت. در هر تیمار میزان خشکی و میزان شوری تغییر می‌کند و از تیمارهای با خشکی و شوری نرمال (شوری صفر و خشکی ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) تا تیمارهای با میزان تنش خشکی و شوری شدید (شوری ۱۲ دسی‌زیمنس و خشکی ۳۳ درصد ظرفیت زراعی) متغیر بود (جدول ۲).

طرح و تیمارهای آزمایش

این آزمایش به‌منظور بررسی و اندازه‌گیری میزان تحمل و بردباری نهال‌های یک‌ساله سنجد به تنش‌های شوری و خشکی همچنین بررسی اثر متقابل

زراعی (آبیاری نرمال)، ۶۶ درصد ظرفیت زراعی و ۳۳ درصد ظرفیت آبیاری اعمال شد. در ابتدا وزن خاک خشک و درصد رطوبت زراعی و وزن نرمالی که هر گلدان در هر سطح رطوبتی (MAD) باید داشته باشد، به‌دست آمد. سپس در هر نوبت آبیاری میزان رطوبت خاک هر گلدان به‌وسیله دستگاه رطوبت‌سنج اندازه‌گیری شد و کمبود آب در هر سطح رطوبتی با استفاده از استوانه مدرج به هر گلدان اضافه گردید.

آزمایش تنش خشکی و شوری

در این آزمایش به‌منظور بررسی تحمل نهال‌های سنجد به تنش متقابل شوری در خشکی، در ۱۲ تیمار با میزان شوری در چهار سطح (صفر، ۴، ۸، ۱۲

جدول ۲. تیمارهای خشکی و شوری

Table 2. Drought and salinity treatments

شوری (دسی‌زیمنس بر متر) Salinity (ds/m)	خشکی (درصد ظرفیت زراعی) Aridity (Field capacity %)	تیمار Treatment	شوری (دسی‌زیمنس بر متر) Salinity (ds/m)	خشکی (درصد ظرفیت زراعی) Aridity (Field capacity %)	تیمار Treatment
8	66	7	0	100	1
12	66	8	4	100	2
0	33	9	8	100	3
4	33	10	12	100	4
8	33	11	0	66	5
12	33	12	4	66	6

عصاره مورد نظر به ۱۵ میلی لیتر رسانیده شد. سپس عصاره تهیه شده را با استفاده از سانتریفیوژ با سرعت $g \times 5000$ به مدت ۱۰ دقیقه را قرار داده و صاف شد. برای اندازه گیری میزان جذب نوری نمونه ها از دستگاه اسپکتروفتومتر (Shimadzu UV-160) استفاده شد. در ابتدا باید دستگاه را صفر می شد که این کار با استفاده از استون ۸۰ درصد انجام گرفت و سپس به صورت جداگانه، در طول موج های ۶۴۵ نانومتر و ۶۶۳ نانومتر برای محتوای کلروفیل و در طول موج ۴۷۰ نانومتر برای کاروتنوئید توسط دستگاه اسپکتروفتومتر میزان جذب عصاره های استخراج شده، قرائت گردید. سپس با استفاده از روابط زیر که در سطر زیر آورده می شود میزان کلروفیل کل محاسبه شد.

$$(1) \text{ میلیگرم کلروفیل کل در هر گرم برگتر} = \frac{V}{1000 \times W} [(20.2 \times A_{645}) + (8.02 \times A_{663})]$$

$$(2) \text{ کاروتنوئید (میلیگرم در گرم وزن برگ) = } \frac{V}{1000 \times W} [1000 (A_{470}) - 1.82(\text{Chl a}) - 85.02 (\text{Chl b}) / 198]$$

در گرم وزن تر برگ) است. در تنش خشکی ۶۶ و ۳۳ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب کاهش ۶ و ۲۶ درصدی (شکل ۱)، در تنش شوری ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب کاهش ۴، ۱۳ و ۳۲ درصدی مشاهده می شود (شکل ۱).

در اثر متقابل تنش شوری در خشکی در تیمارهای ۶۶ درصد ظرفیت زراعی و سطوح نمک ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب کاهش ۸، ۲۱ و ۳۸ درصدی و در تیمارهای ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و سطوح نمک ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۲۷، ۴۵ و ۵۰ درصد کاهش میزان کلروفیل a نسبت به شاهد شد (شکل ۲).

بیشترین و کمترین میزان کلروفیل b به ترتیب در تیمار شاهد (۰/۴۷ میلی گرم در گرم وزن تر برگ) و تیمار خشکی ۰/۳۳ و شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر (۰/۲۱ میلی گرم در گرم وزن تر برگ) مشاهده شد. در تنش خشکی ۶۶ و ۳۳ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب کاهش ۶ و ۲۲ درصدی (شکل ۳)، در تنش شوری ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب کاهش ۶، ۲۲ و ۲۷ درصدی مشاهده می گردد (شکل ۳).

در اثر متقابل تنش شوری در خشکی بر روی کلروفیل

خشکی در شوری به صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی انجام گرفت. آزمایش در سه سطح خشکی (۱۰۰، ۶۶، ۳۳ درصد ظرفیت زراعی) و چهار سطح شوری (صفر، ۴، ۸، ۱۲ دسی زیمنس بر متر) در سه تکرار و سه مشاهده (در هر تکرار سه نهال) بررسی گردید. تعداد کل گلدان های مورد استفاده ۱۷۱ عدد که در هر گلدان یک نهال سنجد موجود بود.

از روش Arnon (1949) برای اندازه گیری محتوای کلروفیل برگ تر سنجد استفاده گردید. برای اندازه گیری محتوای کلروفیل و کاروتنوئید، این کار ابتدا ۱/۰ گرم نمونه برگی از برگ سنجد را در هاون چینی به همراه ۳ میلی لیتر استون ۸۰ درصد کاملاً ساییده و حجم نهایی

در این رابطه، A میزان جذب در طول موج مورد نظر، V حجم نهایی استون ۸۰ درصد بر حسب میلی لیتر و W اندازه برگ تازه بر حسب گرم است.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر اصلی و متقابل تنش خشکی و شوری بر میزان کلروفیل a در سطح احتمال یک درصد معنی دار است (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تنش خشکی و شوری بر روی میزان کلروفیل b در سطح احتمال یک درصد معنی دار و در اثر متقابل تنش خشکی در شوری روی این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی دار و کاهشی است (جدول ۳). اثر اصلی و متقابل خشکی و شوری بر روی میزان کلروفیل کل در سطح احتمال یک درصد معنی دار است (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی و متقابل تنش های شوری و خشکی بر کاروتنوئید در سطح احتمال یک درصد معنی دار و کاهشی است (جدول ۳).

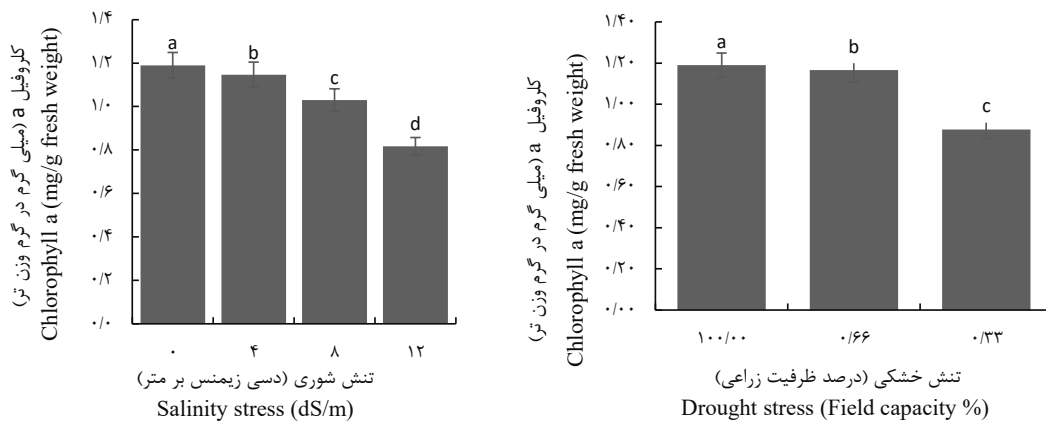
بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار شاهد (۱/۲۴ میلی گرم در گرم وزن تر برگ) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار خشکی ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر (۰/۵۴ میلی گرم

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس محتوای کلروفیل برگ سنجد تحت تنش‌های خشکی و شوری

Table 3. The results of analyzing the variance of the chlorophyll content of elder leaves under drought and salinity stresses

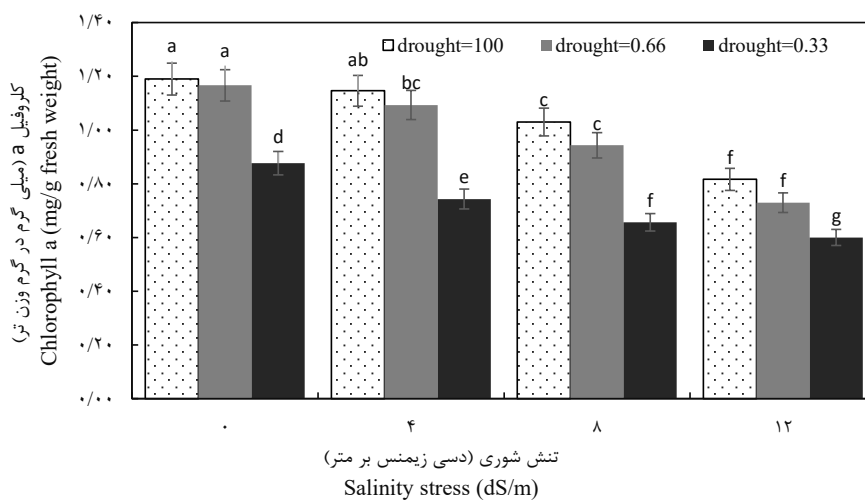
کاروتنوئید Carotenoid	کلروفیل کل Total chlorophyll	میانگین مربعات Mean of squares		درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of changes
		کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a		
0.000325 **	0.0022 **	0.0036**	0.0002 **	2	تکرار replication
0.005**	0.576 ^{ns}	0.0722 ^{ns}	0.36 ^{ns}	2	تنش خشکی drought stress
0.0153**	0.386 ^{ns}	0.0202**	0.222**	2	تنش شوری Salinity stress
0.001**	0.0076**	0.0007*	0.0082**	6	خشکی × شوری drought × Salinity
0.0003	0.0018	0.0025	0.0015	22	خطا Error
4.24	3.17	4.65	4.36	-	ضریب تغییرات (%)

***، ** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱٪، ۵٪ و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.



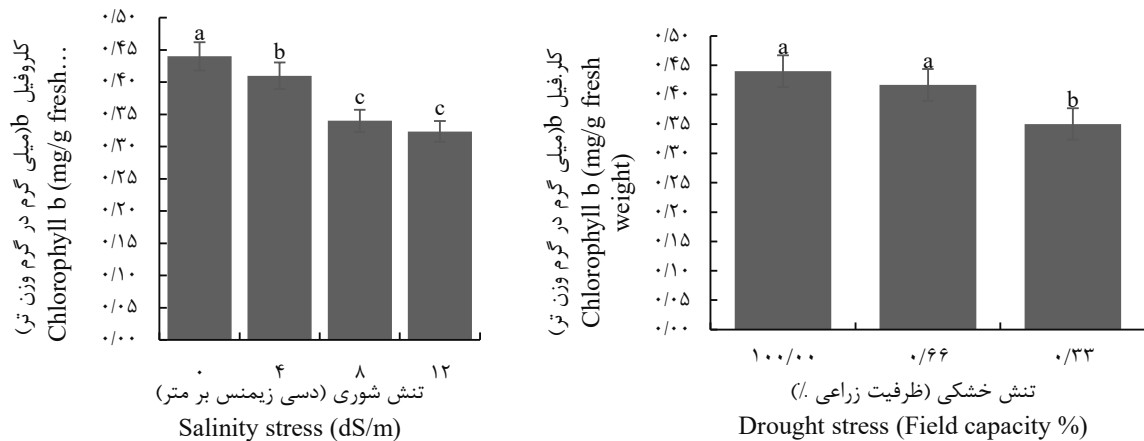
شکل ۱. تأثیر تنش خشکی و تنش شوری روی محتوای کلروفیل a

Fig 1. The effect of drought stress and salinity stress on the content of chlorophyll a



شکل ۲. تأثیر تنش متقابل خشکی × شوری روی کلروفیل a

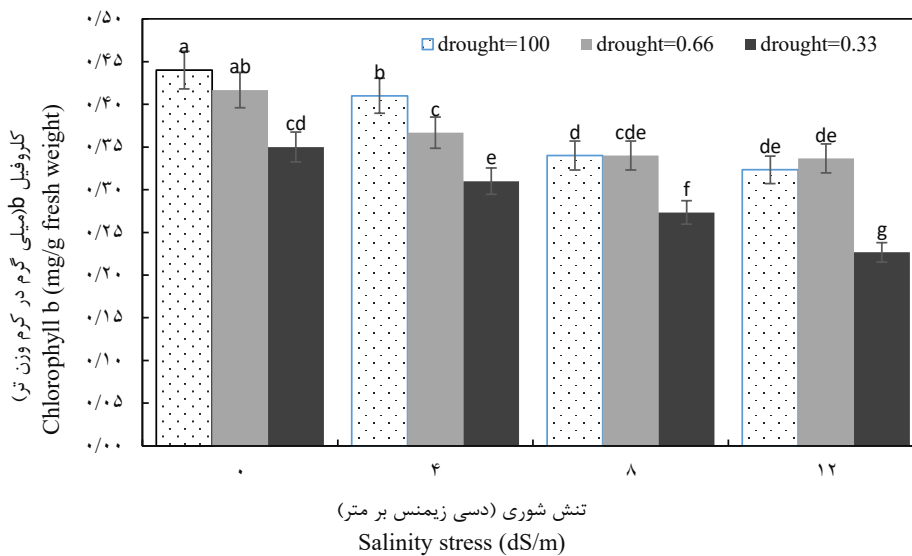
Fig 2. The effect of drought × salinity mutual stress on chlorophyll a



شکل ۳. تأثیر تنش خشکی و تنش شوری روی محتوای کلروفیل b
Fig 3. Effect of drought stress and salinity stress on chlorophyll b content

زراعی و سطوح نمک ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۲۹، ۳۸ و ۵۰ درصد کاهش نسبت به شاهد مشاهده گردید (شکل ۴).

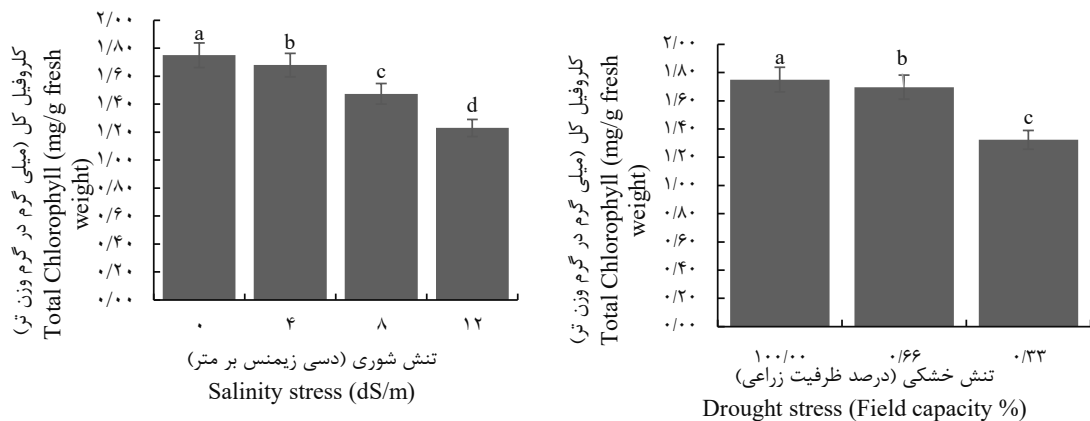
b، در تیمارهای ۶۶ درصد ظرفیت زراعی و سطوح نمک ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب کاهش ۱۸، ۲۲ و ۲۵ درصدی، و در تیمارهای ۳۳ درصد ظرفیت



شکل ۴. اثر متقابل خشکی × شوری روی کلروفیل b
Fig 4. Drought x salinity interaction on chlorophyll b

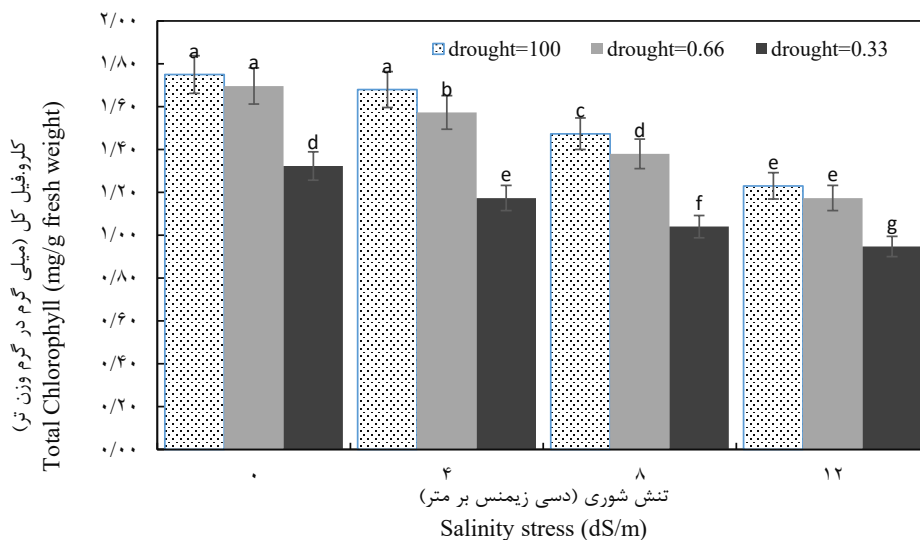
در اثر متقابل تنش شوری در خشکی روی کلروفیل کل، در تیمارهای ۶۶ درصد ظرفیت زراعی و سطوح نمک ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب کاهش ۹، ۲۱ و ۳۲ درصدی و در تیمارهای ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و سطوح نمک ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۳۲، ۴۰ و ۴۵ درصد کاهش نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل ۶).
 با توجه به نتایج این تحقیق، اثر اصلی تنش خشکی و شوری بر روی محتوای کلروفیل معنی دار و کاهش

بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار شاهد (۱/۷۵ میلی گرم در گرم وزن برگ) و کمترین میزان کلروفیل کل در تیمار خشکی ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر (۰/۹۴ میلی گرم در گرم وزن برگ) مشاهده شد. در تنش شوری ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب کاهش ۳، ۱۵ و ۲۹ درصدی (شکل ۵)، در تنش خشکی ۳۳ و ۶۶ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب کاهش ۲ و ۲۴ درصدی مشاهده می گردد (شکل ۵).



شکل ۵. تأثیر تنش خشکی و تنش شوری روی محتوای کلروفیل کل

Fig 5. Effect of drought stress and salinity stress on total chlorophyll content



شکل ۶. اثر متقابل خشکی و شوری روی کلروفیل کل

Fig 6. Drought and salinity interaction on total chlorophyll

کل حدود ۳۰ درصد کاهش و کلروفیل b، ۲۷ درصد کاهش یافت.

در اثر متقابل تنش خشکی در شوری، در تیمارهای خشکی ۶۶ درصد ظرفیت زراعی و سطوح مختلف نمک، در شوری دسی زیمنس بر متر ۴، کلروفیل a و کلروفیل کل ۸ درصد و کلروفیل b، ۱۸ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت و در شوری دسی زیمنس بر متر ۸ محتوای کلروفیل a و b و کلروفیل کل ۲۱ درصد نسبت به شاهد کاهش، و در شوری دسی زیمنس بر متر ۱۲ محتوای کلروفیل a و کلروفیل کل ۳۵ درصد کاهش و کلروفیل b، ۲۵ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. در تیمار خشکی ۳۳ درصد ظرفیت

است. در اثر تنش خشکی در تیمار ۶۶ درصد ظرفیت زراعی کاهش در محتوای کلروفیل a و کلروفیل کل ۲ درصد و در کلروفیل b ۶ درصد است. در تیمار خشکی ۳۳ درصد ظرفیت زراعی محتوای کلروفیل a و کلروفیل b به ترتیب ۲۶ و ۲۰ درصد کاهش و کلروفیل کل ۲۴ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت.

در تنش شوری ۴ دسی زیمنس بر متر میزان کلروفیل a و کلروفیل کل ۴ درصد کاهش و کلروفیل b، ۶ درصد کاهش یافت. در تنش شوری دسی زیمنس بر متر ۸ میزان کلروفیل a و کلروفیل کل حدود ۱۴ درصد کاهش و کلروفیل b، ۲۲ درصد کاهش یافت. در شوری دسی زیمنس بر متر ۱۲، کلروفیل a و کلروفیل

تنش شوری نیز در ابتدا با افزایش میزان شوری به مقدار ۴ دسی زیمنس بر متر میزان کاروتنوئید ۱٪ افزایش ولی با افزایش تیمار شوری یعنی در تیمارهای ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر میزان کاروتنوئید نسبت به شاهد به ترتیب ۱۱٪ و ۱۵٪ کاهش یافت (شکل ۷). در اثر متقابل تنش خشکی در شوری بر روی میزان کاروتنوئید، در تیمارهای ۶۶ درصد ظرفیت زراعی و سطوح نمک ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب کاهش ۱۱، ۱۳ و ۱۷ درصدی، و در تیمارهای ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و سطوح نمک ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۱۳، ۱۵ و ۲۳ درصد کاهش در میزان کاروتنوئید نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۸).

با توجه به نتایج این تحقیق، اثر اصلی و متقابل تنش شوری و خشکی بر میزان کاروتنوئید برگ معنی‌دار شد و کاروتنوئید ابتدا در تنش اصلی خشکی و شوری مقدار آن افزایش و سپس با افزایش سطوح خشکی و شوری، میزان کاروتنوئید کاهش یافت. در تنش خشکی در تیمار ۶۶ درصد ظرفیت زراعی میزان کاروتنوئید یک درصد نسبت به شاهد افزایش و سپس در تیمار ۳۳ درصد ظرفیت زراعی میزان کاروتنوئید یک درصد نسبت به شاهد کاهش یافت.

در اثر تنش شوری، در تیمار شوری ۴ دسی زیمنس بر متر کاروتنوئید یک درصد افزایش یافت و در ادامه با افزایش سطح شوری به ۸ دسی زیمنس بر متر کاروتنوئید ۱۱ درصد کاهش نسبت به شاهد و شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر، ۱۵ درصد کاهش نسبت به شاهد دیده شد.

در اثر متقابل تنش خشکی در شوری، در تیمارهای ۶۶ درصد ظرفیت زراعی و سطوح مختلف نمک ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر میزان کاروتنوئید به ترتیب ۱۱، ۱۳ و ۱۷ درصد نسبت به شاهد کاهش دیده شد و در تیمارهای خشکی ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و شوری ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر میزان کاروتنوئید به ترتیب ۱۳ و ۱۵ درصد نسبت به شاهد مشاهده شد.

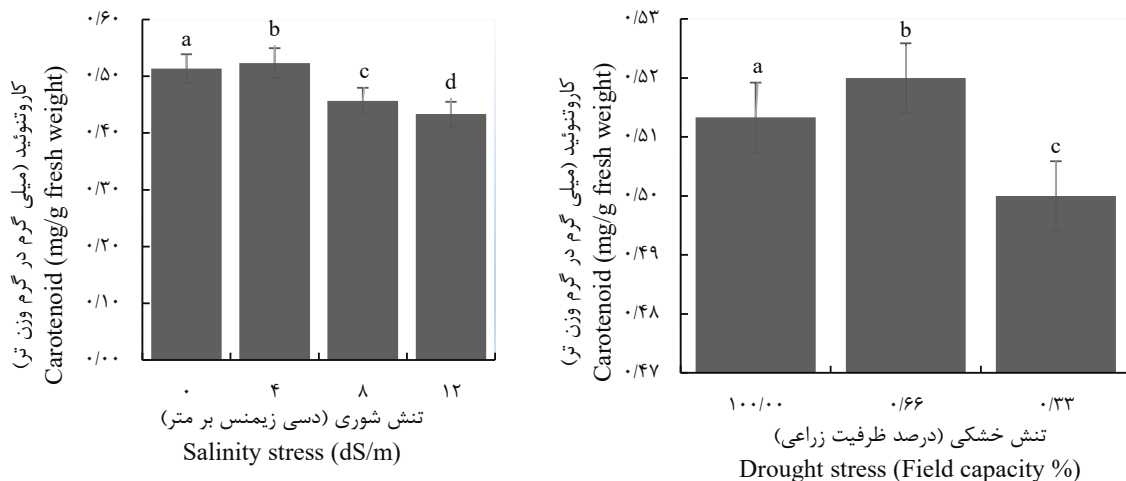
نتایج به‌دست‌آمده در مطالعات طرابلسی و همکاران، ۲۰۱۸، جعفری و همکاران، ۲۰۲۱، شمس‌آبادی و همکاران، ۲۰۲۳ با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد.

زراعی و شوری دسی زیمنس بر متر ۱۲ محتوای کلروفیل ۵۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با نتایج ناصری مقدم و همکاران (۲۰۲۰)، فهیم و همکاران (۲۰۲۲) و اوجاقلو و همکاران (۲۰۲۲) همسو می‌باشد.

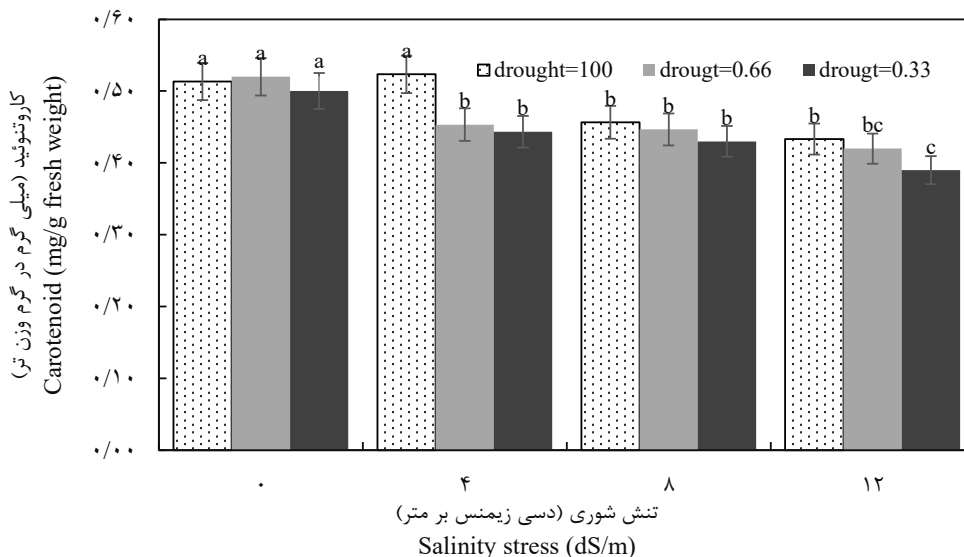
کاهش میزان کلروفیل در اثر تنش خشکی یا شوری را می‌توان با توجه به تحقیق افشار محمدیان و همکاران (۲۰۲۱) نسبت داد که اظهار داشتند، اختلال ضمنی در جذب عناصر غذایی دخیل در ساختار کلروفیل مانند منیزیم و آهن یکی از دلایل کاهش کلروفیل در برگ بوته‌های در معرض تنش است. در مطالعات زیادی که گیاهان متفاوتی تحت تنش شوری و خشکی قرار گرفته میزان محتوای کلروفیل در اثر تنش کاهش یافته است. در همین راستا، در مطالعه‌ای نشان داده شد که میزان کلروفیل و کاروتنوئید در تنش شوری در ارقام متفاوت صنوبر کاهش می‌یابد (Calagri et al., 2017). در مطالعه‌ای دیگر بر روی نهال پسته در تنش خشکی و شوری انجام گرفت، نشان داد تنش شوری و خشکی باعث کاهش کلروفیل کل و کاروتنوئید شد (Khalilpour et al., 2021).

دولت کردستانی و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای به بررسی برخی شاخص‌های مورفولوژیکی استبرق (*Calotropis procera Ait*) در خشکی پرداختند که نتایج نشان داد که افزایش رطوبت روز سبب کاهش محتوای کلروفیل شد که تأییدکننده نتایج تحقیق اخیر است.

کمترین میزان کاروتنوئید در اثر متقابل خشکی در شوری در تیمار ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر (۰/۳۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) مشاهده شد و بیشترین میزان آن در تیمار خشکی ۶۶ درصد و همچنین در تیمار شوری ۴ دسی زیمنس بر متر (۵۲/۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) مشاهده گردید. میزان کاروتنوئید در اثر اصلی و متقابل تنش خشکی و شوری کاهش می‌یابد. در تنش خشکی در ابتدا با افزایش تنش خشکی به حد ۶۶ درصد ظرفیت زراعی میزان کاروتنوئید ۱٪ افزایش یافت ولی در تیمار ۳۳ درصد ظرفیت زراعی میزان کاروتنوئید نسبت به آبیاری نرمال ۱٪ کاهش یافت (شکل ۷). در



شکل ۷. تأثیر تنش خشکی و تنش شوری روی محتوای کاروتنوئید
Fig 7. Effect of drought stress and salinity stress on carotenoid content



شکل ۸. اثر متقابل خشکی × شوری روی میزان کاروتنوئید
Fig 8. Drought x salinity interaction on carotenoid levels

تنش شوری و خشکی، میزان کلروفیل و کاروتنوئید در برگ نهال‌های سنجد نیز در اثر تنش‌های اعمال شده کاهش یافت. البته میزان کاهش و افزایش صفات اندازه‌گیری شده با سطح تیمارهای خشکی و شوری در ارتباط است و هر چه میزان سطح شوری یا خشکی اعمال شده بیشتر باشد این میزان اثر نیز بیشتر و یا کمتر می‌گردد. در شرایط اعمال توأم این دو تنش خشکی و شوری، این اثرات تشدید شد. به‌طوری‌که می‌توان گفت دو تنش در کنار هم اثر هم دیگر را

تنش شوری تأثیر زیادی در کاهش میزان کاروتنوئید داشت. کاروتنوئید نقش مهمی در دفاع آنتی‌اکسیدانی ایفا می‌کنند. به این صورت که هرچه میزان کاروتنوئید در گیاه بیشتر، دفاع مؤثرتر و بهتری در برابر تنش اکسیداتیو ناشی از تنش آب خواهد داشت (Genç et al., 2020).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، به‌صورت کلی می‌توان نتیجه گرفت که اثر اصلی و متقابل تنش

- Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in Beta Vulgaris. *Journal of Plant Physiology*, 24, 1-5. DOI: 10.1104/pp.24.1.1
- Asadiar L.S., Rahmani, F., & Siami, A. (2012a). Assessment of genetic diversity in the Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*) based on ISSR genetic markers. *Revista Ciencia Agronomica*, 44, 310-316. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000200013>
- Asadiar L.S., Rahmani, F., & Siami, A. (2012b). Assessment of genetic variation in Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*) based on morphological traits and random amplified polymorphic DNA (RAPD) genetic markers. <https://doi.org/10.5897/JMPR11.1451>
- Journal of Medicinal Plants Research*, 6: 1652-1661.
- Babakhanzadeh Sejrani, A., Mousavizadeh, S, J., & Mozafari, Kh. (2016). Phytochemical and antioxidant investigation of elderberry fruit extract (*Eaealeagnus angustifolia*) in different habitats of Shahrood region. *Ecophytochemistry Quarterly of Medicinal Plants*, 16 (4), 62-73. [In Persian]. DOI: 20.1001.1.23223235.1395.4.4.6.4
- Bartish, I. V., Jeppsson, N., Nybom, H., & Swenson, U. (2002). Phylogeny of Hippophae (*Elaeagnaceae*) Inferred from Parsimony Analysis of Chloroplast DNA and Morphology. *Systematic Botany*, 27(1), 41-54. <http://www.jstor.org/stable/3093894>
- Calagri, M., Salehi Shanjani, P., & Banj Shafifei, S. (2017). Comparison of the growth of two poplar species (*Populus alba* and *Populus euphratica*) and their hybrids in saline and non-saline areas. *Plant Research Journal (Iranian Biology Journal)*, 31 (1), 143-154. [In Persian]. DOR:20.1001.1.23832592.1396.30.1.13.2
- Daneshvar, H. & Kayani, B. (2004). Investigating the effect of salinity on some local cultivars of تشدید می‌نمایند. این یافته‌ها اثرات نامطلوب قابل توجه تنش شوری و خشکی را بر محتوای کلروفیل و کاروتنوئید در برگ سنجد نشان می‌دهد. نتایج بر اهمیت مدیریت تنش شوری و خشکی برای حفظ سلامت و بهره‌وری گیاهان سنجد به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران تأکید دارد. با انتخاب و پرورش گونه‌های گیاهی مقاوم به تنش، می‌توان استفاده از محیط‌های پر تنش را افزایش داد و اثرات منفی این تنش‌ها بر فیزیولوژی گیاه را کاهش داد. از نظر پژوهشی پیشنهاد می‌شود این پژوهش در بازه زمانی بلند مدت و بر روی نهال‌هایی با سنین مختلف انجام شود.
- منابع**
- Abedi, T., & Pakniyat, H. (2010). Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus L.*). *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46(1), 27-34. DOI: 10.17221/67/2009-CJGPB
- Abrar, M., Saqib, M., Abbas, G., Atiq-Urrahman, M., Mustafa, A., Shah, S. A. A., Mehmood, K., Maitlo, A. A., Mahmood-Ul-Hassan, Sun, N., & Xu, M. (2020). Evaluating the contribution of growth, physiological, and ionic components towards salinity and drought stress tolerance in jatropha curcas. *Plants*, 9(11), 1-18. <https://doi.org/10.3390/plants9111574>
- Afshar Mohamadian, M.,omidipour, M., & Jamal Omidi, F. (2018). Effect of different drought stress levels on chlorophyll fluorescence indices of two bean cultivars. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 31(3), 511-525. DOI: 20.1001.1.23832592.1397.31.3.3.3
- Ahani, H., Jalilund, H. Vaezi, c., & Sadati, S, A. (2017). The effect of drought stress on the morphology of bitter elder (*Elaeagnus rhamnoides* (L.) A. Nelson) seedlings. *Plant ecosystem protection*, 5(11), 191-204. [In Persian]. URL: <http://pec.gonbad.ac.ir/article-1-253-en.html>

- linity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. In *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168 (4), 541–549. <https://doi.org/10.1002/jpln.200420516>
- Jafari, T., Iranbakhsh, A., Kamali, K., Daneshmand, F. (2021). Effect of salinity stress levels on some Growth parameters, Mineral ion concentration, Osmolytes, Non-enzymatic antioxidants and phenylalanine ammonia-lyase activity in three genotypes of (*Chenopodium quinoa* Willd). *NCMBJ*, 12 (45), 63-85. [In Persian]. DOR:20.1001.1.22285458.1400.12.45.3.2
- Jahanbakhsh, S., Permon, Gh., Jodi, Z. (2019). The effect of drought and salinity stress on germination, establishment and activity of antioxidant enzymes of different ecotypes of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Plant process and function*. 8 (30), 353-371. [In Persian]. DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.30.17.1
- Kalaji, H. M., Račková, L., Paganová, V., Swoczyna, T., Rusinowski, S., & Sitko, K. (2018). Can chlorophyll-a fluorescence parameters be used as bio-indicators to distinguish between drought and salinity stress in *Tilia cordata* Mill? *Environmental and Experimental Botany*, 152, 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.11.001>
- Katz G.L. & Shafroth P.B. (2003). Biology, ecology and management of *Elaeagnus angustifolia* L. (Russian olive) in Western North America. *Wetlands*, 23 (4), 763-777. DOI: 10.1672/0277-5212(2003)023[0763:BEA-MOE]2.0.CO;2
- Khalilpour, M., Mozafari, V., & Abbaszadeh-Daha-ji, P. (2021). Tolerance to salinity and drought stresses in pistachio (*Pistacia Vera* L.) seedlings inoculated with indigenous stress-tolerant PGPR isolates. *Scientia Horticulturae*, 289. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110440>
- Elaeagnus angustifolia* in Isfahan province. *Research and Construction*, 17 (4), 65-83.
- Heidari Sharif Abad, H. (2001). Plants and salinity. Research Institute of Forest and Rangelands, 147 pp. [In Persian] Dulat Kurdistan, M, Taqwai, M., & Adipour, N. (2017). Investigating the effect of spermidine on morphological and Physiological indicators of *Calotropis procera* Ait. Seedlings under salt stress. *Pasture*, 12(4), 437-451. [In Persian]. DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.4.6.6
- Fahim, S., Ghanbari, A., Mohammad Naji, A., Shokhian, A., & Maleki, H. (2022). Lajayer Impact of drought stress on morphological and physiological traits in some Iranian grape cultivars. *Plant process and function*, 47 (11), 249 266. [In Persian]. DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.11.0
- Genç Y., Bardakci, H., Yücel Ç, Karatoprak GŞ, Küpeli Akkol E, Hakan Barak T, & Sobarzo-Sánchez E. (2020). Oxidative Stress and Marine Carotenoids: Application by Using Nanoformulations. *Mar Drugs*.18 (8), 423. doi: 10.3390/md18080423
- Ghanbari, F., Amirinejad, A., Sayari, M., & Kurdi, S. (2016). The effect of salicylic acid on resistance to salinity and alkalinity of sweet pepper plant. *Plant Research Journal (Iranian Biology Journal)*, 29(1), 130-141. [In Persian]. DOR:20.1001.1.23832592.1395.29.1.11.3
- Guha-Sapir, D., Hargitt, D., & Hoyois, P. (2004). Thirty years of natural disasters, 1974-2003. 1078_publication2004emdat.PDF (www.unisdr.org)
- Hosseinzadeh, H., Ramezani, M. & Namjo, N. (2003). Muscle relaxant activity of *Elaeagnus angustifolia* L. fruit seeds in mice. *Journal Ethnopharmacol*, 84, 275-78. [In Persian]
- Hu, Y., & Schmidhalter, U. (2005). Drought and sa-

- secondary active substances and antioxidant activity of different organs of the medicinal plant *Elaeagnus angustifolia* L. in different habitats of Razavi Khorasan province. *Ecophytochemistry Quarterly of Medicinal Plants*, 41(4), 58-67. [In Persian]
- Saadatmand, L., Gurban Ali, M. & Niakan, M. (2015). Investigating some morpho-physiological traits of Sanjad medicinal plant (*Elaeagnus angustifolia* L.) in 4 different habitats of Razavi Khorasan province. *Journal of Plant Environmental Physiology*, 10 (37), 21-31. [In Persian]
- Shafroth, Patrick B, Brown, Curtis A, Merritt, David M, & eds. (2009). Saltcedar and Russian Olive Control Demonstration Act Science Assessment. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 29(7): 639-649. <https://pubs.usgs.gov/sir/2009/5247/>
- Shamsabadi, V., Banejad, H., Ansari, H., & Nemati, S. H. (2023). Investigating Influence Drought Stress and Salinity Stress on Photosynthetic Pigments and Concentration of Elements of *Mentha Piperita* L In Condition Selenium. *Water Management in Agriculture*, 10 (1), 95-110. DOR: 20.1001.1.24764531.1402.10.1.7.5
- Trabelsi et al., 2018 N. Trabelsi, S.M. Marotta, F. Giaratana, A. Taamali, M. Zarrouk, G. Ziino, et al. (2018). Use of Tunisian flavoured olive oil as anisakicidal agent in industrial anchovy marinating process. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98 (2), 3446-3451. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8857>
- Klich MG. (2000). Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. *Environ Exp Bot*. 144(3), 171-183. [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(00\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(00)00056-3)
- Mousavi Mirkola, S.R., Manbari, M. & Ishaghi Rad, J. (2017). Investigating some vegetative and ecological characteristics of *Elaeagnus angustifolia* species in West Azerbaijan province. *Journal of Plant Research (Iranian Biology Journal)*, 30 (1), 200-213. [In Persian]. DOR:20.1001.1.23832592.1396.30.1.17.6
- Naseri Moghadam, A., Bayat, H., Aminifard, M., & Moradinejad, F. (2020). Effect of drought and salinity stress on flower quality, biochemical changes and ion concentration in *Narcissus Gazzetta* cv. 'Shahla'. *Plant Production Research (Agricultural Sciences and Natural Resources)*, 27(1), 207-221. DOR:20.1001.1.23222050.1399.27.1.13.5
- Ojaghloo, B., Rabiei, V., Taheri, M., Nikbakht, J., & Azimi, M. (2022). Effects of drought stress on some photosynthesis-related parameters in commercial olive cultivars (*Olea europaea* L.). *Research in Pomology*, 6(2), 101-113. DOI: 10.30466/rip.2021.53279.1154
- Qi, Y., Li, J., Chen, C. et al., (2018). Adaptive growth response of exotic (*Elaeagnus angustifolia* L.) to indigenous saline soil and its beneficial effects on the soil system in the Yellow River Delta, China. *Trees*, 32, 1723-1735. <https://doi.org/10.1007/s00468-018-1746-4>
- Ramezani, M., Hoseseinzadeh, H. & aneshmand, N. (2001). Antinociceptive effect of *Elaeagnus angustifolia* fruit seeds in mice. *Fitoterpia*, 72: 255-262. [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(00\)00290-2](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(00)00290-2)
- Saadatmand, L., Gurban Ali, M. & Niakan, M. (2013). Investigating the changes of the most important