DOI: 10.29252/ARIDBIOM.2024.21510.2009

بررسی اثر تنش خشکی بر رشد و ویژگی‌های ریختی نهال سنجد (*Elaeagnus angustifolia* L.) (مقالهٔ پژوهشی)

۱- الهه نیکوئی، دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مهندسی جنگل، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
۲- مریم ملاشاهی*، استادیار گروه جنگلداری مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
maryam.mollashahi@semnan.ac.ir
۳- علیرضا مشکی، استادیار گروه جنگلداری مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
۴- محسن جوانمیری‌پور، دکتری علوم جنگل، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۸
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۷

چکیده

از مهم‌ترین مشکلات مناطق خشک و نیمه‌خشک، وجود تنش‌های غیرزنده محیطی به‌ویژه تنش خشکی است که رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گونه سنجد از جمله گونه‌های مقاوم به خشکی بوده و از آن، برای احیای مناطق بدون پوشش گیاهی، حفاظت خاک و ایجاد فضای سبز استفاده می‌گردد. جهت بررسی اثر تنش خشکی، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی بر روی نهال‌های یک‌ساله سنجد با چهار سطح تنش شامل شاهد (۱۰۰٪ آب قابل دسترس)، تنش ملایم (۷۵٪ آب قابل دسترس)، تنش متوسط (۵۰٪ آب قابل دسترس) و تنش شدید (۲۵٪ آب قابل دسترس) در شهر سمنان انجام شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که اختلاف معنی‌داری میان سطوح تنش خشکی از نظر ارتفاع و قطر نهال وجود نداشته اما از نظر تعداد برگ، زنده‌مانی، شادابی، وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت. بیشترین تعداد برگ (۲۵ عدد)، شادابی (> ۹۵درصد)، وزن خشک ریشه (>۵گرم) و وزن خشک ساقه (>۸ گرم) در گروه شاهد و تنش ملایم بوده و با افزایش تنش خشکی از تعداد برگ، زنده‌مانی، شادابی، وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه کاسته شد. در رابطه با زنده‌مانی نهال‌ها نیز مشخص شد که زنده‌مانی در تمامی سطوح تنش خشکی به غیر از تنش شدید، ۱۰۰ درصد بوده اما در تنش شدید زنده‌مانی نهال‌ها به‌تدریج بعد از گذشت ۷ ماه صفر می‌شود. به‌طورکلی، نتایج به‌دست آمده نشان داد که بهترین نتیجه که هم رویش قابل قبول بوده و هم مصرف آب بهینه باشد، در تنش ملایم قابل دسترس (۷۵٪ آب قابل دسترس) است، البته این گونه قادر به تحمل تنش خشکی متوسط (۵۰٪ آب قابل دسترس) نیز بوده و توانسته در این تنش زنده‌مانی ۱۰۰ درصد داشته باشد. حتی به لحاظ وزن خشک ساقه (۷/۵ گرم) تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نشان نداده است. بنابراین می‌توان عنوان نمود که گونه سنجد گونه‌ای مقاوم به تنش آبی است. از این رو می‌توان جهت کاشت در فضای سبز مناطقی با اقلیم خشک، از این گونه استفاده شود.

واژگان کلیدی: رویش، وزن خشک، شادابی، ظرفیت زراعی، سنجد.

مقدّمه

انجام طرح‌های بنیادین و شناسایی شیوه‌های نوین در جهت کاهش اثرات خشکی در کشور با توجه به میزان نزولات آسمانی و وقوع خشکسالی‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. آب نقش اساسی در زنده‌مانی و استقرار گونه‌های گیاهی دارد، به‌نحوی‌که به میزان زیادی زنده‌مانی گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۴].

گیاهان به جهت حضور ثابت در مکان مشخص و عدم‌تحرک، ناچار به تحمل تنش‌های محیطی مانند خشکی، گرما، سرما و شوری هستند [۲]. تنش در معنای وسیع آن، به هر ترکیب یا عاملی از عوامل محیطی گفته می‌شود که سبب می‌شود گیاه نتواند به اندازه توان بالقوه ژنتیکی خود رشد نماید [۲۲]. تنش خشکی، به‌عنوان یکی از مؤثرترین و مهم‌ترین عوامل بوم‌شناختی محدودکننده استقرار و زنده‌مانی گیاهان در نظر گرفته می‌شود [۲۰].

زمانی که تنش خشکی روی می‌دهد، گیاهان مقاوم تلاش می‌نمایند چرخه زندگی خود را جهت دورشدن از

آن شرایط، تنظیم و یا آن را تحمل نمایند [۲۵]. این تنش، زمانی در گیاه ایجاد می‌شود که میزان آب دریافتی گیاه کمتر از مقدار تلفات آن باشد [۳]. خشکی بر روی جنبه‌های مختلف رشد گیاه تأثیر گذاشته و موجب کاهش رشد اندام‌های هوایی، کاهش و یا به تأخیرانداختن جوانه‌زنی و در نهایت سبب کاهش تولید ماده خشک می‌گردد [۳۴]. در شرایط تنش خشکی، توانایی رشد و زنده‌مانی گونه‌های مختلف بستگی زیادی به سن گیاه، نوع گونه گیاهی، مرحله رویشی، عوامل محیطی و مدت زمان‌تنش‌دارد[۱۷،۳۱].

با توجه به کمبود منابع آبی، بهره‌وری و گزینش گونه‌های مقاوم در برابر خشکی از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به این که گیاهان نیازهای آبی مختلفی دارند، بسته به شرایط بوم‌شناختی منطقه، گیاهانی که نیاز آبی اندکی داشته و اثر خشکی بر روی آن‌ها کمتر است، باید انتخاب گردند [۱۹].

سنجد با نام علمی *Elaeagnus angustifolia* L. از خانواده Elaeagnaceae است که به‌طور طبیعی در کردستان، خراسان، آذربایجان، دره کج و کوه‌های بختیاری وجود دارد [۲۴]. این گونه عمدتاً به صورت گونه زینتی جهت احیای مناطق عاری از پوشش گیاهی، حفاظت خاک و ایجاد فضای سبز در حاشیه بزرگراه‌ها به کشورهای دیگر برده شده است و به‌عنوان یک گیاه دارویی ارزشمند در طب سنتی جایگاه ویژه‌ای دارد [۲۹]. سنجد مقاومت زیادی به گرما و سرما دارد چنانچه تا دمای ۴۶+ و ۹- درجه را می‌تواند تحمل نماید [۱۷]. بر روی ریشه سنجد برجستگی‌های میکوریزی شبیه بعضی از درختان توسکا وجود دارد که به گیاه در تأمین نیتروژن در اکوسیستم‌هایی که مواد غذایی کمیاب می‌شود، کمک می‌نماید [۱۳]. بنابراین به‌عنوان تثبیت‌کننده نیتروژن نیز به‌شمار می‌آید.

اثر تنش خشکی بر روی نهال در تحقیقات مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است که از جمله می‌توان به نتایج تحقیق عسگری و همکاران [۵] بر روی کاج تهران (*Pinus eldarica* Medw.) و زیتون تلخ (*Melia azedarach* L.) اشاره نمود که نتایج به‌دست آمده، نشان داد که با افزایش تنش خشکی و کاهش رطوبت در یک سن خاص مقدار رشد هر یک از فاکتورهای مورد مطالعه شامل قطر یقه، ارتفاع و سطح تاج پوشش کاهش می‌یابد.

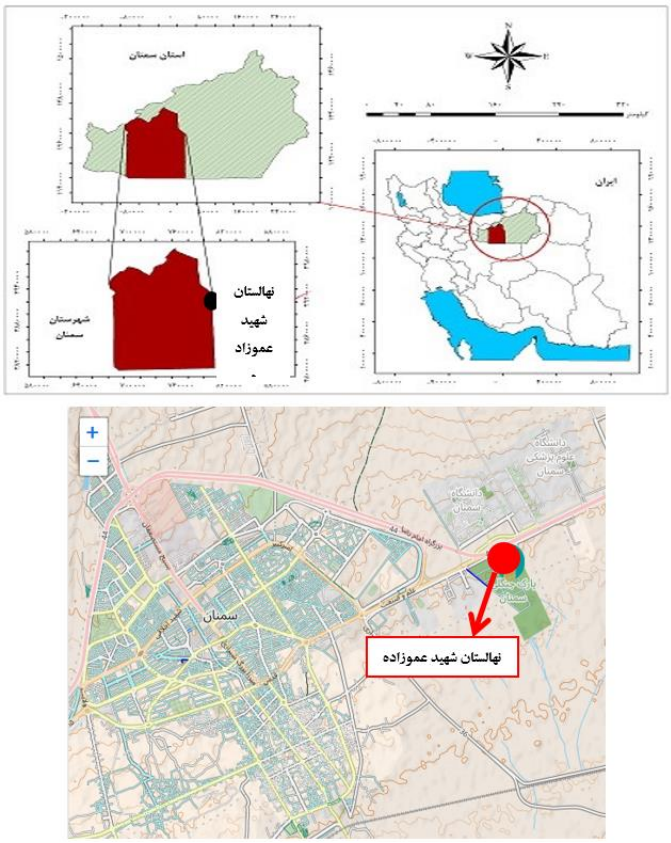
در تحقیقی که بر روی نهال‌های ارغوان انجام گرفت مشخص شد که تنش خشکی شدید سبب کاهش ارتفاع نهال، سطح برگ و محتوای نسبی آب برگ در مقایسه با شاهد می‌شود [۳۰]. نتایج تحقیق نوروزی هارونی و همکاران [۲۶] بر روی تیمارهای مختلف آبیاری (۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روزه) بر روی ارغوان به مدت ۷۰ روز نیز نشان داد که اگرچه بیشترین رشد نهال‌ها مربوط به دوره آبیاری چهار روزه است اما دوره آبیاری هشت روزه به دلیل نرخ زنده‌مانی و رویش مناسب، سهولت رویش نهال و کاهش هزینه می‌تواند گزینه مناسب‌تری جهت پرورش نهال‌های ارغوان باشد.

با توجه به نقش مهم گونه سنجد در مناطق خشک و نیمه‌خشک، این تحقیق با هدف بررسی میزان مقاومت گونه سنجد نسبت به سطوح مختلف تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

بررسی میزان مقاومت نهال‌های سنجد به تنش خشکی، در اسفند ماه سال ۱۳۹۹ شهر سمنان و در نهالستان شهید عموزاده واقع در پارک سوکان انجام گرفت (شکل ۱). نهالستان از نظر جغرافیایی بین طول شرقی "۷۵ '۲۵ °۵۳ الی "۳۰ '۲۶ °۵۳ و عرض جغرافیایی "۱۸ '۳۵ °۳۵ الی "۳۷ '۳۵ °۳۵ واقع شده است که ارتفاع از سطح دریا آن ۱۱۲۰ است. شهر سمنان دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک گرم است. میزان متوسط بارندگی سالانه شهر سمنان ۱۴۰ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه آن ۱۷/۰۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

جهت بررسی اثر تنش خشکی بر نهال‌های سنجد، نهال‌های یک‌ساله و هم‌شکل از نهالستان شهید عموزاده انتخاب گردید و در اسفند ماه ۱۳۹۹ نهال‌های این گونه که به صورت ریشه لخت بودند در داخل گلدان کاشته شده و به‌طور مرتب تا قبل از اعمال تنش از آن‌ها مراقبت و نگهداری گردید.



شکل ۱- موقعیت مکانی نهالستان شهید عموزاده واقع در شهر سمنان

میزان آب قابل استفاده در این تحقیق با توجه به رابطه ۱ به‌دست آمد.

$$AW= FC–PWP \quad (1)$$

در این معادله، AW[1] آب قابل استفاده، FC[2] رطوبت خاک در ظرفیت زراعی و PWP[3] رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دائم می‌باشد.

به‌منظور تعیین FC و PWP به‌ترتیب از صفحات فشاری و مدل شبکه عصبی برنامه RETC استفاده گردید. براین‌اساس چهار سطح آبیاری شامل شاهد (۱۰۰٪ آب قابل دسترس)، تنش ملایم (۷۵٪ آب قابل دسترس)، تنش متوسط (۵۰٪ آب قابل دسترس) و تنش شدید (۲۵٪ آب قابل دسترس) بر نهال‌های سنجد اعمال شد [۳۲].

پیش از اعمال تنش خشکی، وزن گلدان‌ها یکسان و هم‌وزن گردید و پارامترهای ارتفاع، قطر، تعداد برگ و شادابی نهال‌ها اندازه‌گیری و یادداشت شد. برای بررسی شادابی نهال‌ها، از رتبه‌بندی شادابی در ۴ دسته شامل: رتبه ۱) نهال‌های ضعیف با برگ‌های خشکیده؛ رتبه ۲) نهال‌های متوسط با برگ‌های نسبتاً سبز؛ رتبه ۳) نهال‌های نسبتاً شاداب با برگ‌های سبز روشن؛ و رتبه ۴) نهال‌های شاداب با برگ‌های سبز تیره استفاده گردید [۱۶].

اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر به‌صورت ماهانه، از اردیبهشت‌ماه سال ۱۴۰۰ آغاز و در شهریورماه سال ۱۴۰۰ خاتمه یافت. در طول دوره تمامی گلدان‌ها چند بار وزن و با توجه به وزن نرمال هر تنش و مابه‌التفاوت وزن هر گلدان، آبیاری انجام تا به وزن مورد نظر برسند.

در پایان آزمایش نیز صفات گیاه از جمله ارتفاع، قطر، تعداد برگ، شادابی، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه و درصد زنده‌مانی نهال‌ها اندازه‌گیری شد (شکل ۲) [۱،۲۵].

برای اندازه‌گیری وزن اولیه گلدان‌ها، یکسان‌سازی وزن آن‌ها و همچنین آبیاری دقیق نهال‌های سنجد از ترازوی دیجیتال مدل MHK استفاده گردید. جهت اندازه‌گیری

[1] - Available water
[2] - Field Capacity
[3] - Permanent wilting point

ارتفاع و قطر نهال‌ها نیز به‌ترتیب از متر و کولیس استفاده شد.

برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و ساقه نهال سنجد در چهار سطح، نهال‌ها از داخل گلدان‌ها خارج و از ریشه و ساقه جدا گردیده و عاری از خاک شدند. پس از خشک‌شدن آن‌ها، وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه اندازه‌گیری گردید.

شکل ۲- مراحل مختلف انجام مطالعه؛ الف) اندازه‌گیری و آبیاری گلدان‌ها تا رسیدن به وزن مورد نظر؛ ب) اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و ساقه نهال سنجد (سمت راست ریشه و سمت چپ ساقه نهال)؛ ج) اثر سطوح تنش خشکی بر روی نهال های سنجد.

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز تجزیه واریانس یک طرفه[1] در نرم‌افزار SPSS 26 انجام شد. نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف[2] و برابری واریانس‌ها با کمک آزمون لون[3] انجام شد. از آزمون توکی[4] برای مقایسه میانگین‌ها استفاده و رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج

نتایج بررسی اثرسطوح مختلف تنش خشکی بر نهال‌های سنجد

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس یک‌طرفه نشان داد که میان چهار سطح تنش خشکی شامل شاهد (۱۰۰درصد آب قابل دسترس)، تنش ملایم (۷۵ درصد آب قابل دسترس)، تنش متوسط (۵۰ درصد آب قابل دسترس) و تنش شدید (۲۵ درصد آب قابل دسترس) با شاخص ارتفاع و قطر نهال اختلاف معنی‌داری وجود نداشته اما با تعداد برگ، زنده‌مانی، شادابی، وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱).

[1] - One Way ANOVA
[2] - Kolmogorov-Smirnov
[3] - Levene's Test
[4] - Tukey

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر روی صفات رویشی نهال سنجد

	Sum of Squares مجموع مربعات	df درجه آزادی	Mean Square میانگین مربعات	F فراوانی	Sig سطح معنی‌داری	
ارتفاع						
بین گروه‌ها	۲۶۲/۵۲	۳	۸۷/۵۰	۰/۳۹	۰/۷۵^{ns}	
درون گروه‌ها	۷۰۳۰/۴۴	۳۲	۲۱۹/۷۰			
کل	۷۲۹۲/۹۷	۳۵				
قطر						
بین گروه‌ها	۱۲/۵۹	۳	۴/۱۹	۱/۵۳	۰/۲۲^{ns}	
درون گروه‌ها	۸۷/۷۹	۳۲	۲/۷۴			
کل	۱۰۰/۳۸	۳۵				
تعداد برگ						
بین گروه‌ها	۳۷۴۱/۵۵	۳	۱۲۴۷/۱۸	۱۹۵/۶۳	**	۰/۰۰
درون گروه‌ها	۲۰۴/۰۰	۳۲	۶/۳۷			
کل	۳۹۴۵/۵۵	۳۵				
زنده‌مانی						
بین گروه‌ها	۲۲۵۰۰/۰۰	۳	۷۵۰۰/۰۰	۰/۰۰	**	۰/۰۰
درون گروه‌ها	۰/۰۰	۸	۰/۰۰			
کل	۲۲۵۰۰/۰۰	۱۱				
شادابی						
بین گروه‌ها	۵۵/۸۶	۳	۱۸/۶۲	۱۵۷/۷۲	**	۰/۰۰
درون گروه‌ها	۳/۷۷	۳۲	۰/۱۱			
کل	۵۹/۶۳	۳۵				
وزن خشک ریشه						
بین گروه‌ها	۵۲/۸۶	۳	۱۷/۶۲	۱۱۷/۴۷	**	۰/۰۰
درون گروه‌ها	۱/۲۰	۸	۰/۱۵			
کل	۵۴/۰۶	۱۱				
وزن خشک ساقه						
بین گروه‌ها	۱۹/۲۱	۳	۶/۴۰	۶/۷۱	*	۰/۰۱
درون گروه‌ها	۷/۶۲	۸	۰/۹۵			
کل	۲۶/۸۴	۱۱				

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد ، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns، عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

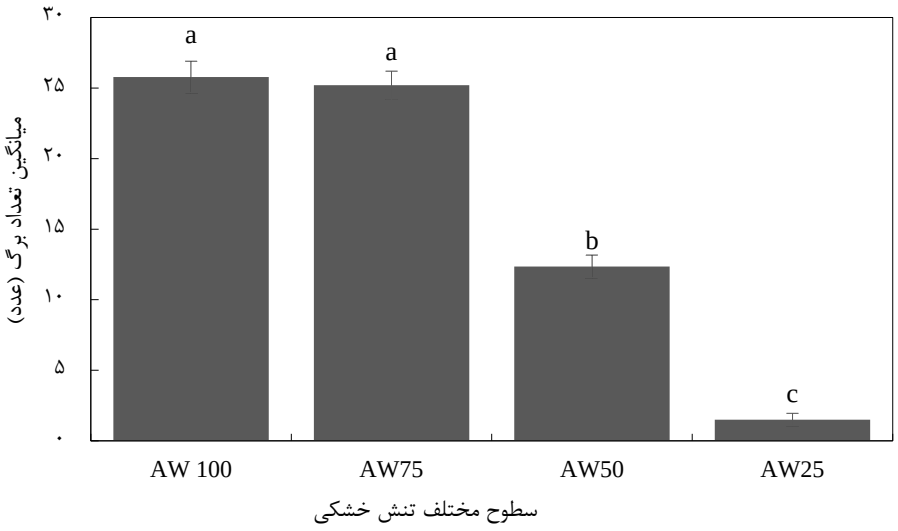
مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی پاسخ معنی‌داری را به اثر تنش خشکی بر ویژگی‌های رویشی نهال سنجد مانند تعداد برگ، شادابی، زنده‌مانی، وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه نشان داد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، بیشترین تعداد برگ، شادابی و وزن خشک ریشه در تیمار شاهد و تنش ملایم (۷۵ درصد آب قابل دسترس) بوده است.

تعداد برگ

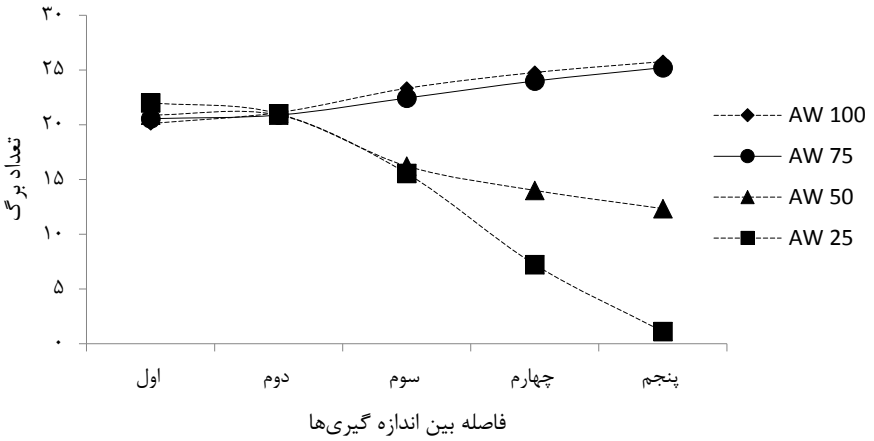
نتایج به‌دست آمده نشان داد که بیشترین تعداد برگ در تیمار شاهد و تنش ملایم (۷۵درصد آب قابل دسترس) بوده است و در سطح تنش شدید (۲۵ درصد آب قابل دسترس)، تنش خشکی به‌تدریج سبب خشک شدن تمامی برگ‌های نهال سنجد گردید (شکل ۳).

میانگین رشد تعداد برگ

نتایج بررسی رشد تعداد برگ در پنج زمان مختلف نشان داد که در تیمار شاهد و تنش ۷۵ درصد آب قابل دسترس، تعداد برگ‌ها روند افزایشی داشته است اما با افزایش تنش خشکی، از تعداد برگ‌ها کاسته شده و در سطح تنش شدید (۲۵ درصد آب قابل دسترس) به‌تدریج تعداد برگ‌ها به صفر رسیده است (شکل۴).



شکل ۳- اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر تعداد برگ نهال‌های سنجد

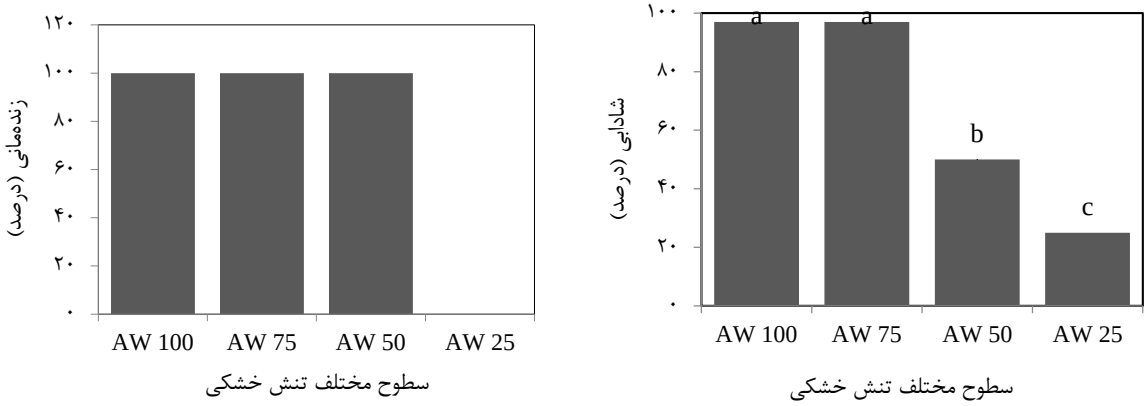


شکل ۴- میانگین رشد تعداد برگ در سطوح مختلف تنش خشکی

زنده‌مانی و شادابی

نتایج به‌دست آمده از بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که زنده‌مانی نهال‌های سنجد در سطوح شاهد، ۷۵ درصد آب قابل دسترس و ۵۰ درصد آب قابل دسترس به میزان ۱۰۰ درصد بوده است و خشکیدگی در این سه سطح مشاهده نگردید اما در تنش شدید (۲۵ درصد آب قابل دسترس) زنده‌مانی نهال‌ها به‌تدریج کاهش پیدا کرد تا اینکه به عدد صفر رسید.

همچنین نتایج به‌دست آمده از بررسی شادابی نهال‌ها نشان داد که بیشترین شادابی در شاهد و تنش ملایم (۷۵ درصد آب قابل دسترس) بوده است و با افزایش تنش خشکی شادابی نهال‌ها کاهش می‌یابد به‌نحوی‌که کمترین میزان شادابی در تنش شدید (۲۵ درصد آب قابل دسترس) مشاهده گردید (شکل ۵).

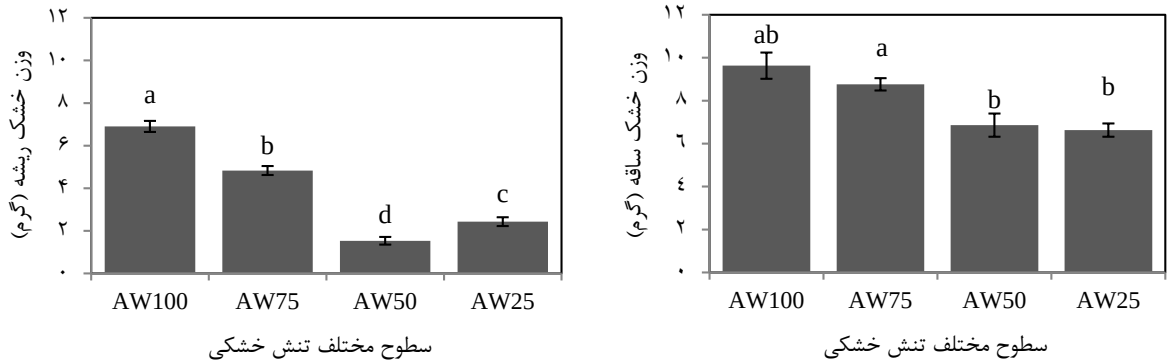


شکل ۵- اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر زنده‌مانی و شادابی نهال‌های سنجد

وزن خشک ریشه و ساقه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که میان سطوح مختلف تنش خشکی و وزن خشک ریشه اختلاف معنی‌داری وجود دارد به‌نحوی‌که با افزایش تنش خشکی، وزن خشک ریشه نسبت به شاهد کاهش می‌یابد (شکل ۶). وزن خشک ریشه در تنش شدید (۲۵ درصد آب قابل دسترس) نسبت به تنش متوسط (۵۰ درصد آب قابل دسترس) کمی بیشتر بود.

در رابطه با وزن خشک ساقه نیز مشخص شد که میان سطوح مختلف تنش خشکی و وزن خشک ساقه اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد وجود دارد به‌نحوی‌که هرچه تنش خشکی افزایش یابد، وزن خشک ساقه کاهش می‌یابد (شکل ۶).



شکل ۶. اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر وزن خشک ریشه و ساقه نهال‌های سنجد

بحث

نتایج به‌دست آمده از تحقیق بر روی اثر سطوح مختلف تنش خشکی شامل شاهد، تنش ملایم (۷۵ درصد)، تنش متوسط (۵۰ درصد) و تنش شدید (۲۵ درصد) بر روی نهال‌های سنجد نشان داد که تنش خشکی اثر منفی بر روی ویژگی‌های نهال سنجد از جمله تعداد برگ، شادابی، زنده‌مانی، وزن خشک ریشه و ساقه داشته است به‌نحوی‌که با افزایش تنش خشکی، میزان برگ، شادابی و زنده‌مانی نهال‌ها کاهش یافت. این موضوع با نتایج تحقیق [۲۳] بر روی *Pistacia khinjuk*، وتحقیق [۱۸] بر روی نهال‌های زالزالک، تحقیق [۳۸] بر روی نهال‌های *Sophora davidii* و نیز تحقیق [۱۵] بر روی گونه افرا (*Acer buergerianum* Miq.) مطابقت دارد.

نتایج به‌دست آمده نشان داد که اختلاف معنی‌داری بر روی ارتفاع و قطر نهال‌ها قبل و بعد از اعمال تنش وجود ندارد که علت آن را می‌توان به دلیل دیررشدبودن نهال‌های سنجد عنوان نمود که با نتایج تحقیقات انجام شده بر روی گونه بلندمازو (*Quercus castaneifolia*) مطابقت دارد [۷].

کاهش و ریزش برگ در گیاهان خشکی‌پسند، از اساسی‌ترین روش‌های کاهش تلفات آب و یکی از سازگاری‌های مورفولوژیک گیاهان هنگام مواجهه با تنش خشکی می‌باشد که دلیل آن را می‌توان به‌علت کاهش میزان تعرق در مقاومت و سازگاری گیاه به خشکی دانست [۱۱]. بر اساس نتایج به‌دست آمده مشخص شد که افزایش تنش خشکی سبب کاهش تعداد برگ های نهال سنجد می‌شود به‌نحوی‌که در تنش ۲۵ درصد خشک‌شدن و ریزش تمامی برگ‌ها مشاهده گردید که این موضوع با نتایج تحقیق [۲۸] بر روی نهال‌های زیتون، مطابقت دارد که بیان نمودند تنش ۲۵ درصد سبب ریزش برگ نهال‌ها می‌شود.

نتایج به‌دست آمده نشان داد که با افزایش تنش خشکی، از شادابی نهال‌ها کاسته می‌شود که با نتایج تحقیق[۱۰] بر روی نهال شاه‌بلوط (*Castanea sativa* L.) همسو می‌باشد.

از جمله شاخص‌های مهم در ارتباط با میزان مقاومت گیاهان به تنش خشکی، درصد ماندگاری نهال‌های تحت تنش است. با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص شد که افزایش تنش خشکی، سبب کاهش زنده‌مانی نهال‌های سنجد می‌شود که با نتایج تحقیقات انجام شده بر روی گونه بنه [۲۳] و نهال سنجدتلخ [۱] هم‌خوانی دارد.

کاهش زنده‌مانی نهال‌ها را می‌توان به دلیل کاهش جذب عناصر غذایی و کاهش جذب آب در نهال‌ها دانست که سبب تغییرات مورفولوژیک، کاهش رشد و سرانجام باعث از بین رفتن نهال‌ها می‌گردد [۲۱]. کاهش زنده‌مانی نهال‌ها بر اثر تنش خشکی در تحقیقات دیگری نیز ذکر شده است که از جمله می‌توان به تحقیقات [۷] بر روی گونه *Quercus castaneifolia*، تحقیق [۲۳] بر روی گونه *Pistacia atlantica* Desf، تحقیق [۳۶] بر روی گونه‌های *Cercis siliquastrum* L.، *C. griffithii*، *C. Canadensis* و *C. occidentalis*، و نیز تحقیق [۱۲] بر روی گونه *Jatropha curcas* L. اشاره نمود.

با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص شد که بیشترین اثر منفی بر روی نهال‌های سنجد در تنش شدید (۲۵ درصد آب قابل دسترس) بوده است به‌نحوی‌که به‌تدریج از تعداد برگ کاسته شده و زنده‌مانی در این تنش به صفر رسید که با نتایج تحقیق [۳۵] بر روی مقاومت و بردباری گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii* L.) که بیان نمودند پس از اعمال تنش ۲۵ درصد ظرفیت زراعی، تمامی نهال‌ها از بین رفتند مطابقت داشت.

همچنین، نتایج نشان داد با افزایش تنش خشکی، وزن خشک ریشه و ساقه نسبت به شاهد کاهش می‌یابد که این موضوع در تحقیقات مشابه از جمله نتایج [۴] بر روی زیتون (*Olea europaea*)، تحقیق [۸] بر روی *Pistacia vera*، تحقیق[۶] بر روی زالزالک، تحقیق[۳۳] بر روی *Acer grandidentatum* و تحقیق [۳۷] بر روی نهال داغداغان ذکر شده است. نتایج تحقیق مطالعه [۲۶] نیز نشان داد که با افزایش تنش خشکی از وزن تر و خشک کل نهال کاسته می‌شود که با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج بررسی اثر تنش خشکی بر روی نهال‌های سنجد (*Elaeagnus angustifolia*) نشان داد باوجود این‌که دامنه انتشار این گونه در آذربایجان، کردستان، همدان، اصفهان و شیراز است اما می‌تواند در شرایط آب‌وهوایی شهر سمنان که دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک گرم است، حتی در تنش متوسط (۵۰ درصد آب قابل دسترس) مقاومت نموده و زنده‌مانی ۱۰۰ را نشان دهد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، گونه سنجد در سال اول بعد از کاشت به حداقل آبیاری هفته‌ای یک‌بار و به میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر قابل کشت است ولی در سنوات بعد مقدار آبیاری مورد نیاز آن به‌میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان از این گونه جهت کاشت در فضای سبز در مناطق خشک استفاده نمود.

همچنین پیشنهاد می‌گردد علاوه بر بررسی مقاومت نهال‌ها نسبت به تنش خشکی، تنش شوری نیز به آزمایش‌ها اضافه گردد تا اثر متقابل این دو تنش بر روی نهال سنجد نیز مورد بررسی قرار گیرد.

References

[1] Ahani, H., Jalilvand, H., Vaezi, J., & Sadati, S. E. (2018). Drought stress on *Elaeagnus rhamnoides* (L.) A. *Nelson Seedlings Morphology*. *Journal of Plant Ecosystem Conservatio*n, *5*(11), 191-204. [in Farsi]

[2] Ahmadloo, F., Tabari, M., & Behtari, B. (2011). Effect of Water Stress on Some Physiological Characteristics of *Pinus Brutia* and *P. Halepensis* Seeds. *Iranian Journal of Biology*, *24*(5), 728-736. [in Farsi]

[3] Alibrahim, M.T., Sabaghnia, N. Ebadi, A., & Mohebbodini, M. (2004). Study of drought and salinity stress on germination of common Thyme (*Thymus vulgaris*). *Journal of Research in Agricultural Science*, *1*(1), 13-19 [in Farsi]

[4] Arji, I., Arzani, K., & Mirlatifi, S.M. (2002). Effect of Different Irrigation Amounts on Physiological and Anatomical Responses of Olive (*Olea Europaea* L. cv. Zard). *Iranian Journal of Soil Research*, *16*(1), 1-10. [in Farsi]

[5] Asgari, M., Javanmiri pour, M., Etemad, V., & Ahmadauli, K. (2024). Effect of Drought Stress on Morphological Characteristics of Tehran Pine (Pinus eldarica Medw.) and Chinaberry (Melia azedarach L.) at Various Ages. *Journal of Drought and Climate change Research*, *1*(4), 87-104. doi: 10.22077/JDCR.2023.6925.1047 [in Farsi]

[6] Ashkavand, P., Tabari, M., & Zarafshar, M. (2014). Assessment of drought resistance in hawthorn and mahaleb seedlings with emphasis on biochemical parameters. *Journal of Forest Ecosystems Researches*, *1*(1), 1-18. [in Farsi]

[7] Asri, M., & Tabari, M. (2008). Early growth of direct-seeded *Quercus castaneifolia* (C.A. Meyer) seedlings on different soils of elm-oak stands. *Journal of Biological Sciences*, *8*(3), 628-633. doi: 10.3923/jbs.2008.628.633.

[8] Bagheri, V., Shamshiri, M.H., Shirani, H., & Roosta, H. (2012). Nutrient Uptake and Distribution in Mycorrhizal Pistachio Seedlings under Drought Stress. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *14*(7), 1591-1604. doi: 20.1001.1.16807073.2012.14.7.3.5

[9] Basra, A. S., & Basra, R. K. (2000). Mechanisms of environmental stress resistance in plants (M. Kafi & A. Mahdavi Damghani, Trans.), Ferdowsi University of Mashhad press. (Original work published 1997) [in Farsi]

[10] Ciordia, M., Feito, I., Pereira-Lorenzo, S., Fernández, S., & Majada, J. (2012). Adaptive diversity in *Castanea sativa* Mill. half-sib progenies in response to drought stress. *Environmental and Experimental Botany*, 78, 56-63. doi:10.1016/j.envexpbot.2011.12.018

[11] Close, D.C., Beadle, C.L., & Brown, P. H. (2013). The physiological basis of containerised tree seedling 'transplant shock': a review. *Australian Forestry*, *68*(2), 112-120. doi: 10.1080/00049158.2005.10674954

[12] Diaz-Lopez, L., Gimeno, V., Simon, I., Martinez, V., Rodriguez-Ortega, W. M., & García-Sánchez, F. (2012). *Jatropha curcas* seedlings show a water conservation strategy under drought conditions based on decreasing leaf growth and stomatal conductance. *Agricultural Water Management*, 105, 48-56. doi: 10.1016/j.agwat.2012.01.001

[13] Djumaeva, D., Lamers, J.P.A., Martius, C. et al. (2010). Quantification of symbiotic nitrogen fixation by Elaeagnus angustifolia L. on salt-affected irrigated croplands using two 15N isotopic methods. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 88, 329-339. doi: 10.1007/s10705-010-9357-5.

[14] Garcia, A. N., Arias, S. P. B., Morte, A., & Sánchez-Blanco, M.J. (2011). Effects of nursery preconditioning through mycorrhizal inoculation and drought in *Arbutus unedo* L. plants. *Mycorrhiza*, *21*(1), 53-64. doi: 10. 1007/s00572-010-0310-x

[15] Guo, X., Guo, W., Luo, Y., Tan, X., Du, N., & Wang, R. (2013). Morphological and biomass characteristic acclimation of trident maple (*Acer buergerianum* Miq.) in response to light and water stress. *Acta Physiolgiae Plantarum*. 35, 1149-1159. doi: 10.1007/s11738-012-1154-0

[16] Hedayati, M.A., Marvi Mohajer, M.R., Jazireie, M.H., & Zobeiri, M. (2003). An Investigation of Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) seedling Production in Gilan Province. *Iranian Journal of natural Research*, *56*(3), 229-244. [in Farsi]

[17] Jazirehi, M. H. (2001). *Afforest in arid Environment*, University of Tehran press. [in Farsi]

[18] Jinying, L., Min, L., Yongmin, M., & Lianying, S. (2007). Effects of vesicular arbuscular mycorrhizae on the drought resistance of wild jujube (*Zizyphs spinosus* Hu) seedlings. *Frontiers of Agriculture in China*, *1*(4), 468-471. doi: 10.1007/s11703-007-0077-9.

[19] Kordrostami, F., Shirvany, A., Attarod, P., & Khoshnevis, M. (2017). Physiological responses of *Robinia pseudoacacia* seedlings to drought stress. *Forest and Wood Products*, *70*(3), 393-400. doi: 10.22059/jfwp.2017.111443.561.

[20] Kramer, P. J., & Boyer, J. S. (1993). *Water Relations of Plants and Soils*, Academic Press.

Kriedemann, P. E. (1968). Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature, and leaf age. Vitis, 7, 213-220. doi: 10.5073/vitis.1968.7.213-220

[21]. Kriedemann, P. E. (1968). Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature, and leaf age. Vitis, 7, 213-220. doi: 10.5073/vitis.1968.7.213-220

[22] Levitt, J. (1980). Responses of Plant to Environmental Stress: Water, Radiation, Salt and Other Stresses, Academic Press.

[23] Mirzaei, J., & Karamshahi, A. (2015). Effects of drought stress on growth and physiological characteristics of Pistacia atlantica seedlings. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, *22*(1), 31-43. [in Farsi]

[24] Mousavi Mirkala, S.R., Menbari, M., & Eshaghi rad, J. (2017). Study of ecological and growth characteristics of Elaeagnus angustifolia in West Azerbaijan province. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, *30*(1), 200-213. doi: 20.1001.1.23832592.1396.30.1.17.6 [in Farsi]

[25] Norouzi Harouni, N., & Tabari koochksaraee, M. (2015). Morpho-Physiological Responses of Black Locust (Robinia pseudoacacia L.) Seedlings to Drought Stress. *Forest and Wood Products*, *68*(3), 715-727. [in Farsi]

[26] Nourozi Haroni, N., Tabari Kouchaksaraei, M., & Sadati, E. (2017). Response of growth indices of Judas tree seedling to different irrigation periods. *Iranian Journal of Forest*, *8*(4), 419-430. [in Farsi]

[27] Pandey, H.C., Baig, M.J., & Bhatt, R. (2012). Effect of moisture stress on chlorophyll accumulation and nitrate reductase activity at vegetative and flowering stage in Avena species. *Agricultural Science Research Journal*, *2*(3), 111-118.

[28] Saadatmand, L., Ghorbanli, M., & Niakan, M. (2015). Study of Some Morphological Characteristics of the Medicinal Plant *Elaeagnus Angustifolia* L. In Four Different Habitats of Khorasan Razavi Province. *Journal of Plant Environmental Physiology*, *10*(37), 21-30. [in Farsi]

[29] Sadrzadeh, M., & Moalemi, N. (2006). Effect of water stress and potassium on growth characteristics of young olive plants cvs. Baghmalek and Zard. Journal of Agricultural research (water, soil and plants in agriculture), 6(4), 1-9. [in Farsi]

[30] Saeidi abueshaghi, Z., Pilehvar, B., & Sayedena, S. (2021). Effect of drought stress on morphophysiological and biochemical traits of purple (*Cercis siliquastrum* L.) seedlings. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, *29*(1), 91-100. doi: 10. 22092/IJFPR.2021.353383.1981 [in Farsi]

[31] Sanchez, D. H., Siahpoosh, M. R., Roessner, U., Udvardi, M., & Kopka, J. (2008). Plant metabolomics reveals conserved and divergent metabolic responses to salinity. *Physiologia plantarum*, *132*(2), 209–219. doi: 10.1111/j.1399-3054.2007. 00993.x

[32] Shirbani, S., Davari nejad, G., & Shoor, M. (2012). A Study of the Stomatal Characteristics in Fig Cultivars under Drought Stress Conditions. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *43*(2), 125-133. [in Farsi]

[33] Silva, M. R., Nogueira, A. C., de Carvalho, C. M., & Simões, D. (2012, July). *Morphological responses of Eucalyptus grandis seedlings submitted to different water stress levels during hardening*. International conference of Agricultural engineering, Valencia, Spain.

[34] Singh, J., & Patel, A. L. (1996). Water status, gaseous exchange, prolin accumulation and yield of wheat in response

to water stress. *Annual of Biology Ludhiana*, *12*(1), 77-81.

[35] Sisakhtnejad, M., Zolfaghari, R., & Fayyaz, P. (2018). Assesment of drought resistant of *Quercus brantii* and *Q. Libani* seedlings using growth, physiological and nutrient uptake. *Applied Biology*, *30*(2), 137-157. https://doi.org/10.22051/jab.2017.3258 [in Farsi]

[36] Sternberg, P. (2011). *Physiological and morphological basis for differences in growth, water use and drought resistance among Cercis L. Taxa* [Doctoral dissertation, Ohio State University], library of Ohio State University. http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=osu1325209664

[37] Tabatabaei, S. A., Jalilvand, H., & Ahani, H. (2014). Drought stress response in Caucasian hackberry: growth and morphology. *Journal of Blodlverslty and Envlronmental Sclences (Journal of Biodiversity and Environmental Sciences)*, *5*(3), 158-169.

[38] Wu, F., Bao, W., Li, F., & Wu, N. (2008). Effects of drought stress and N supply on the growth, biomass partitioning and water-use efficiency of *Sophora davidii* seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, *63*(1-3), 248-255. doi: 10.1016/j.envexpbot.2007.11.002

Studying the Effects of Drought Stress on Growth and Morphological Characteristics of *Elaeagnus angustifolia* L. Seedlings (Research Paper)

1- Elaheh Nikouee, M.Sc. Graduated from Forest Engineering, Faculty of Desert studies, Semnan University, Semnan, Iran.
2- Maryam Mollashahi*, Assistant Prof., Department of Forestry in Arid regions, Faculty of Desert studies, Semnan University, Semnan, Iran.
maryam.mollashahi@semnan.ac.ir
3- Ali Reza Moshki, Assistant Prof., Department of Forestry in Arid regions, Faculty of Desert studies, Semnan University, Semnan, Iran.
4- Mohsen Javanmiripour, Ph.D. in Forest Sciences, Natural Resources and Watershed Management Organization, Department of Natural Resources, Kermanshah, Iran.

Received: 27 Apr. 2024
Accepted: 16 Jun. 2024

Abstract
One of the most significant challenges in arid and semi-arid regions is the presence of abiotic environmental stresses, particularly drought stress, which affects the growth and development of plants. *Elaeagnus angustifolia*, as a species resistant to drought stress, is utilized for revegetation of barren areas, soil conservation, and creation of green spaces. An experiment was conducted in Semnan city to assess the impact of varying levels of drought stress on one-year-old elm seedlings using a completely randomized design. The experiment included four stress levels: control (100% available water), mild stress (75% available water), moderate stress (50% available water), and severe stress (25% available water). The results indicated that there was no significant difference between drought stress levels regarding the height and diameter of seedlings, while significant differences were observed in leaf number, vitality, root dry weight, and stem dry weight. The control group and mild stress conditions exhibited the highest number of leaves (25), freshness (>95%), root dry weight (>5 grams), and stem dry weight (>8 grams). As drought stress levels increased, there was a noticeable decrease in the number of leaves, survival rate, freshness, root dry weight, and stem dry weight. Regarding the vitality of seedlings, it was found that vitality remained at 100% in all drought stress levels except for severe stress, where vitality gradually decreased to zero after 7 months. Generally, the results demonstrated that the best outcome, which included acceptable growth and optimal water consumption, was attainable under mild stress conditions (75% available water). Indeed, this species demonstrated the ability to endure moderate drought stress conditions (50% available water) with a 100% survival rate. Additionally, there was no significant difference in terms of the stem dry weight (7.5 grams) compared to the control sample. This indicates that the elm species is resilient to water stress and can be effectively utilized for planting in green spaces within dry climate regions.

Keywords: Growth, Dry Weight, Survival, Field Capacity, *Elaeagnus angustifolia*.