

بررسی پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیک گیاه داروئی کلپوره (*Teucrium polium L.*) به تنش خشکیمنیرالسادات طباطبایی‌زاده^{۱*}، علی‌اکبر کریمی‌ان^۲، محمد متینی‌زاده^۳، محمدهادی راد^۴ و سیدکاظم صباغ^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۲۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۱۰/۱۹

چکیده

در بین عوامل بازدارنده محیطی بر رشد و عملکرد گیاهان، خشکی مهم‌ترین عامل کاهش تولید به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌رود. در این بین گیاه داروئی کلپوره (*Teucrium polium L.*) یکی از مهم‌ترین گیاهان داروئی از خانواده نعنائیان است که در این مناطق دیده می‌شود. لذا به منظور بررسی تاثیر تنش خشکی بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه داروئی کلپوره، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی یزد اجرا شد. سطوح مختلف کمبود آب شامل شرایط ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (شاهد)، ۷۵ درصد ظرفیت زراعی (تنش ملایم)، ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش متوسط) و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی (تنش شدید) بود. نتایج نشان داد که بیشترین مجموع ارتفاع انشعابات در بوته با ۱۰۰/۴۸ سانتی متر، وزن تر و خشک اندام هوایی با ۵/۷ و ۲/۳ گرم) و غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام هوایی به میزان ۳/۵۸، ۰/۴۵ و ۲/۷ درصد) مربوط به تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی بود این در حالی بود که با افزایش بیشتر سطح تنش، غلظت کاروتنوئید، کلروفیل a، b و کل افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان آن در سطح تیمار خشکی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب برابر با ۷/۳، ۲۱،۲/۵ و ۶/۲۷/۶ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد در حالی که با تشدید کمبود آب (تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) غلظت این رنگرزه‌ها کاهش نشان داد. لذا در مجموع می‌توان بیان نمود که این حالت نشان از توان تطابق نسبی گیاه کلپوره با شرایط کمبود آب دارد. لذا به منظور استقرار بهتر این گیاه در مراتع بهتر است که با یا ریشه‌دار کردن قلمه‌های این گیاه در شرایط گلخانه و یا کشت بذور به مدت یک سال در گلخانه، نهال‌ها به مرتع انتقال داده شوند.

واژه‌های کلیدی: گیاه کلپوره، ظرفیت زراعی، خصوصیات کمی و کیفی، تحمل به خشکی.

^۱ - دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

^۲ - دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

* نویسنده مسئول: akarimian@yazd.ac.ir

^۳ - دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات بانک ژن، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

^۴ - استادیار پژوهشی بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، یزد، ایران

^۵ - دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

مقدمه

در بین عوامل بازدارنده محیطی بر رشد و عملکرد گیاهان، خشکی مهم‌ترین عامل کاهش تولید به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌رود (۲۶). پاسخ‌های گیاهی به کمبود آب نیز بخاطر فاکتورهای غیرقابل‌پیش‌بینی محیطی و اثرات متقابل با سایر فاکتورهای زیستی و غیرزیستی، پیچیده است (۲۴). کمبود رطوبت، گیاه را وادار به واکنش‌های مختلف مورفولوژیکی مانند کاهش سطح برگ، خاری شدن، خزان زودرس، کاهش اندام هوایی، افزایش رشد ریشه و واکنش‌های فیزیولوژیکی و متابولیکی مانند بسته شدن روزنه‌ها، کاهش در سرعت رشد، تجمع آنتی‌اکسیدانت و مواد محلول و فعالیت ژن‌های خاص و غیره می‌کند تا بدین وسیله گیاه بتواند تنش خشکی را تحمل کند (۱۸). به نظر می‌رسد که گیاهان داروئی واکنش‌های متفاوتی نسبت به تنش خشکی در عملکرد و مواد موثر تولیدی داشته باشند به طوری که برای درک این ویژگی‌ها تحقیقات گسترده‌ای بر روی گیاهان با ارزش داروئی با اعمال تیمارهای مختلف صورت گرفته است.

برای مثال عسکرنژاد و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی تاثیر تنش خشکی بر روی گیاه داروئی استویا (*Stevia rebaudiana Bertoni*) به این نتیجه رسیدند که با اعمال تنش رطوبتی بر روی این گیاه، ارتفاع، وزن تر اندام هوایی، قطر و حجم تاج پوشش، حجم ریشه، سطح ریشه، وزن تر و خشک ریشه و کلروفیل b، کاهش معنی‌داری در سطح یک درصد داشت.

کوچکی و همکاران (۲۰۰۴) نیز اثر سطوح مختلف تنش خشکی (۰/۳، -۵، -۱۰ و -۱۵ بار) را بر خصوصیات کمی آویشن شیرازی، کاکوتی، آویشن باغی و کلپوره (*T. polium L.*) بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی عدد کلروفیل‌متر را در گونه کاکوتی، وزن ویژه برگ را در دو گونه آویشن باغی و کاکوتی، درجه حرارت کانوبی را در آویشن باغی و کلپوره و درصد برگ‌های خشک را در آویشن شیرازی و کلپوره به طور معنی‌داری افزایش داد.

همچنین رضوی‌زاده و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که با افزایش تنش کم آبی بر روی گیاه زنیان (*copticum Carum*)، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن خشک اندام رویشی و عملکرد بذر کاهش نشان داد، اما عملکرد اسانس،

درصد اسانس، میزان پرولین و کربوهیدرات افزایش داشت. رستمی (۲۰۱۶) نیز اثر تنش خشکی را بر روی صفات مورفولوژیکی گیاه داروئی زوفا بررسی نمود و به این نتیجه رسید که تشدید شرایط کم‌آبیاری باعث کاهش ارتفاع بوته، وزن برگ، وزن ساقه و اندام هوایی و همچنین وزن و حجم ریشه شده ولی نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی با افزایش سطح تنش خشکی افزایش یافته است. همچنین بر اساس تحقیقات هاشمی و همکاران (۲۰۱۴) بر روی گیاهک سه ژنوتیپ گیاه مرتعی (*Agropyron podperae*)، مشخص شد که افزایش تنش خشکی سبب افزایش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه شده است.

از آنجا که از طرفی بسیاری از گونه‌های داروئی و معطر هنوز هم عمدتاً از مراتع جمع‌آوری می‌شوند و از طرف دیگر با توجه به افزایش روزافزون تقاضای گیاهان داروئی در ایران و جهان، کشت بعضی از گیاهان داروئی در مراتع تخریب یافته به دلیل سازگاری و عملکرد مطلوب و نیاز آبی پایین در شرایط خشکسالی کشور و نیز قابلیت تولید در زمین‌های کم بهره می‌تواند در افزایش بهره‌وری از منابع آب و خاک موثر واقع گردد (۳). لذا توسعه کشت گیاهان مقاوم به خشکی مستلزم شناخت کافی از مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و کنترل ژنتیکی صفات مرتبط در مراحل مختلف رشد و نمو گیاهان است (۱۲).

در این بین گیاه داروئی کلپوره یکی از مهمترین گیاهان داروئی از خانواده نعنائیان، متعلق به جنس *Teucrium* است که آنچه این گیاه را حائز اهمیت نموده است خواص درمانی آن می‌باشد که در این رابطه می‌توان به اثرات ضد التهابی (۸)، ضد دیابتی (۱۵)، ضدتوموری (۲۳) و آنتی‌اکسیدانی (۹) آن اشاره نمود. این گیاه، علفی، پایا، پرشاخه به ارتفاع ۱۰-۳۵ سانتی‌متر و دارای ظاهر سفید پنبه‌ای است که معمولاً در نواحی بایر، سواحل سنگلاخی ماسه‌زارهای نواحی مختلف اروپا، منطقه مدیترانه، شمال آفریقا و جنوب غربی آسیا از جمله ایران می‌روید (۳۱).

با توجه به اینکه تنش خشکی یکی از مهمترین تنش‌های غیرزیستی است که پارامترهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۲) و ممکن

کلروفیل کل، کاروتنوئید و محتوی نسبی آب و محتوای فسفر، پتاسیم و ازت اندام هوایی گیاه بود.

پس از اندازه‌گیری حجم ریشه، تعداد ساقه‌چه، تعداد برگ و طول اندام هوایی، قطر یقه با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد و پس از توزین اندام هوایی و ریشه‌ی گیاهان، جهت اندازه‌گیری وزن خشک آن‌ها تمام بخش‌های هوایی و ریشه گیاه کلپوره به طور جداگانه جمع‌آوری و در پاکت‌های کاغذی قرار داده شد. سپس نمونه‌های مذکور به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس با ترازوی دیجیتال وزن شد.

با استفاده از نمونه برگ نهال‌ها نیز، مقدار کلروفیل شامل کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر (رابطه ۱، ۲ و ۳) محاسبه گردید (۶).

$$\text{Chlorophyll a} = (19/3 \times A_{663} - 0/86 \times A_{645}) V / 100 W$$

رابطه ۱

$$\text{Chlorophyll b} = (19/3 \times A_{645} - 2/26 \times A_{663}) V / 100 W$$

رابطه ۲

$$\text{Carotenoide} = (1000 \times A_{480} - 1/8 \text{Chla} - 85/2 \text{Chlb}) / 198$$

که در آن W وزن تر نمونه بر حسب گرم، V حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ) و A میزان جذب صورت گرفته در طول موج مدنظر، chl a نشان دهنده کلروفیل a و chl b نشان دهنده کلروفیل b است.

همچنین محتوای نسبی آب برگ نیز بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید (۴).

$$\text{RWC} = (\text{LWF} - \text{LWD}) / (\text{LWT} - \text{LWD}) \quad \text{رابطه ۴}$$

که در این رابطه LWF وزن برگ تازه، LWT وزن برگ اشباع شده و LWD وزن خشک برگ‌ها می‌باشد.

جهت اندازه‌گیری درصد غلظت ازت جذب شده توسط اندام هوایی، بعد از هضم نمونه با اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک و آب اکسیژنه، میزان ازت برگ با استفاده از روش کج‌دال اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری درصد غلظت پتاسیم و فسفر نیز ابتدا قسمتی از نمونه‌های گیاهی در کوره الکترونیک در درجه حرارت ۵۵۰ درجه سیلیسیوس به خاکستر تبدیل شد و در مرحله بعد با اسید کلریدریک ۲ نرمال هضم و با استفاده از عصاره به دست آمده، غلظت

است به دنبال آن کاهش بیشتر رطوبت قابل دسترس گیاه در فصول خشک سال در مراتع به ویژه در دوره استقرار باعث از بین رفتن نهال‌ها گردد (۵) لذا این تحقیق در راستای ارزیابی امکان کشت و استقرار گیاه دارویی کلپوره در شرایط کمبود آب و تعیین آستانه تحمل خشکی بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر خشکی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه دارویی کلپوره، از گلدان‌های مناسب و زهکش‌دار به ارتفاع ۳۰ و قطر ۱۵ سانتی‌متر استفاده شد و پس از ریختن ۵ سانتی‌متر سنگریزه در کف گلدان، با نسبت ۱ به ۲، با خاک شنی و خاک معمولی پر شد. با توجه به مشکل جوانه‌زنی بذر در این گیاه، پس از جمع‌آوری بذر در مرتع اقدام به شکست خواب بذر گیاه با اسیدجیبرلیک ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام به مدت ۷۲ ساعت شد (۲۱) و سپس بذرها بر روی سطح خاک ریخته و روی آن با مخلوط کوکوپیت و پرلیت پوشانده شد. بعد از گذشت زمان ۱۰ روز از جوانه‌زنی گیاهان، تعداد آنها به یک عدد در هر گلدان کاهش یافت و گیاهان در گلخانه با ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی و دمای ثابت ۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۳۰ درصد نگهداری و در حد ظرفیت زراعی آبیاری شدند (۳۰).

گیاهان بعد از استقرار کامل در خاک تحت تنش‌های مختلف خشکی (شامل تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (شاهد)، ۷۵ درصد (تنش ملایم)، ۵۰ درصد (تیمار متوسط) و ۲۵ درصد (تیمار شدید) به مدت ۶ ماه در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در هر تیمار قرار گرفتند که به منظور اندازه‌گیری رطوبت خاک از سیستم توزین گلدان‌ها استفاده شد و آبیاری بر حسب تغییر وزن خاک گلدان‌ها نسبت به ظرفیت‌های زراعی تعیین شده انجام گرفت.

ویژگی‌های مورفولوژیک مورد بررسی در این تحقیق شامل ارتفاع ساقه اصلی، ارتفاع کل انشعابات بخش اندام هوایی گیاه، وزن تر و خشک اندام هوایی، طول و حجم ریشه، قطر یقه، نسبت وزن خشک ریشه به ساقه بود. ویژگی‌های فیزیولوژیکی نیز شامل کلروفیل a، کلروفیل b،

نتایج

اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک اندام هوایی گیاه داروئی کلپوره:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ویژگی‌های مورفولوژیکی اندام هوایی گیاه کلپوره نشان داد که اثر تنش خشکی بر ارتفاع کل انشعابات ساقه و وزن تر و خشک ساقه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

عناصر پتاسیم با دستگاه فلیم‌فوتومتر و غلظت فسفر با دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد.

در نهایت برای تجزیه و تحلیل داده‌ها با توجه به نرمال بودن داده‌ها از روش تجزیه واریانس یکطرفه و برای مقایسه میانگین داده‌ها از روش دانکن استفاده شد.

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف رطوبتی بر روی صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده در اندام هوایی گیاه کلپوره

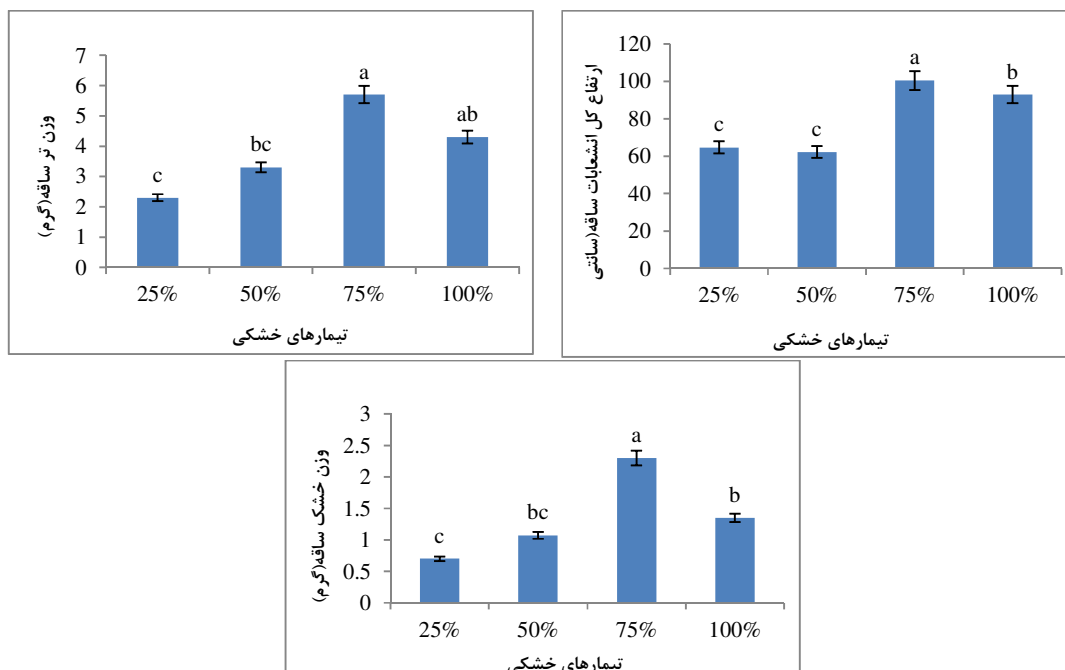
میانگین مربعات								
منابع تغییرات	ارتفاع کل انشعابات ساقه (سانتی‌متر)	ارتفاع ساقه اصلی (سانتی‌متر)	تعداد برگ	تعداد ساقه‌چه	مجموع ارتفاع ساقه‌چه‌ها (سانتی‌متر)	وزن تر ساقه (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	قطر یقه (سانتی‌متر)
تیمارهای خشکی	۴۷۶۹/۸۲**	۳۳۶/۱۳ ^{ns}	۲۱۱۶/۳۵ ^{ns}	۴/۴۱ ^{ns}	۳۸۰۲/۸۶**	۶/۵۰**	۱/۴۳۹**	۰/۳۸ ^{ns}
خطا	۱۶۷/۵۳	۹۱/۸۵	۴۱۶۱/۵۶	۲/۹۷۹	۱۳۱/۳۰	۰/۶۶	۰/۰۸۴	۰/۴۶

* معنی‌دار در سطح ۵٪ ** معنی‌دار در سطح ۱٪ ^{ns} عدم معنی‌داری

۰/۷ گرم بود مربوط به تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی بود. لازم به ذکر است که بین تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی از نظر وزن تر اندام هوایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

همچنین بر اساس نتایج حاصل، مشخص شد که با افزایش میزان تخلیه محتوای رطوبت خاک گلدان‌ها تا میزان ۷۵ درصد (تنش شدید) تعداد برگ در بوته تحت تاثیر قرار نگرفت و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد. از نظر قطر یقه نیز بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) مشخص شد که تنش خشکی بر ارتفاع اصلی ساقه تاثیر معنی‌داری را نشان نداد. این در حالی بود که بین تیمارهای تنش از نظر مجموع ارتفاع انشعابات در بوته، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت به طوری که بیشترین ارتفاع مربوط به تیمار ۷۵ درصد و کمترین ارتفاع مربوط به تیمار رطوبتی ۵۰ درصد بود که این مقدار با تیمار رطوبتی ۲۵ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین نتایج حاصل از بررسی وزن تر و خشک اندام هوایی نیز نشان داد که بیشترین ماده تر و خشک در بخش اندام هوایی که به ترتیب برابر ۵/۷ و ۲/۳ گرم بود مربوط به تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی بود و کمترین مقدار آن که به ترتیب ۲/۳ و



شکل ۱: تاثیر تیمارهای مختلف خشکی بر میانگین برخی صفات مورفولوژیکی اندام هوایی کلپوره (*T. polium L.*)، شامل ارتفاع کل انشعابات ساقه، وزن تر و خشک ساقه

اندازه‌گیری شده در ریشه شامل ارتفاع، حجم و وزن تر و خشک ریشه و همچنین نسبت وزن خشک ریشه به ساقه تحت تاثیر قرار نگرفتند (جدول ۲).

اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک ریشه گیاه داروئی کلپوره:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که علیرغم تخلیه محتوای رطوبت خاک گلدان‌ها تا میزان ۲۵ درصد ظرفیت زراعی (تنش شدید)، صفات مورفولوژیک

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف رطوبتی بر روی صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده در ریشه گیاه کلپوره

میانگین مربعات		وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	درجه آزادی	منابع تغییرات
نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی	حجم ریشه				
۰/۰۲۸ ns	۱/۳۵۴ ns	۴/ ۳۸۹ ns	۰/۱۰۲ ns	۳	تیمارهای خشکی
۰/۰۳۰	۲/۳۳۳	۱/۲۹۹	۰/۰۵۷	۸	خطا

* معنی‌دار در سطح ۰/۵ ** معنی‌دار در سطح ۰/۱ ns عدم معنی‌داری

نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیولوژی گیاه کلپوره بیانگر آن بود که اثر تنش خشکی بر همه صفات مورد اندازه‌گیری تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳).

اثر تنش خشکی بر صفات فیزیولوژیک گیاه داروئی کلپوره:

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف رطوبتی بر روی صفات فیزیولوژیکی گیاه کلپوره (*T. polium L.*)

میانگین مربعات								
منابع تغییرات	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کاروتنوئید (میلی گرم بر گرم وزن تر)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	ازت اندام هوایی (درصد)	فسفر اندام هوایی (درصد)	پتاسیم اندام هوایی (درصد)
تیمارهای خشکی	۳۰/۴۶۰**	۲/۳۵۲*	۴۹/۴۳۴**	۳/۰۴۱*	۳۲/۵۰۸*	۲/۸۹۲**	۰/۱۱۵*	۱/۳۴۸**
خطا	۳/۰۵۰	۰/۳۸۳	۵/۴۲۸	۰/۵۶۴	۷/۵۰	۰/۳۶۱	۰/۰۲۰	۰/۱۸۱

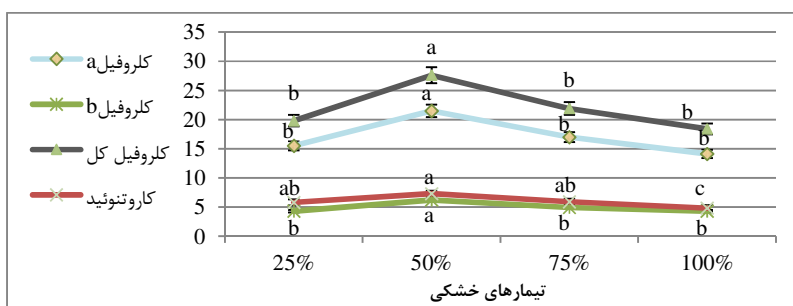
* معنی‌دار در سطح ۵٪ ** معنی‌دار در سطح ۱٪ NS عدم معنی‌داری

ملایم (۷۵ درصد ظرفیت زراعی) نیز به ترتیب افزایش ۲۶، ۲۶/۵ و ۲۶ درصدی را در این صفات نشان داد. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش شدت تنش (تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل کاهش نشان داد.

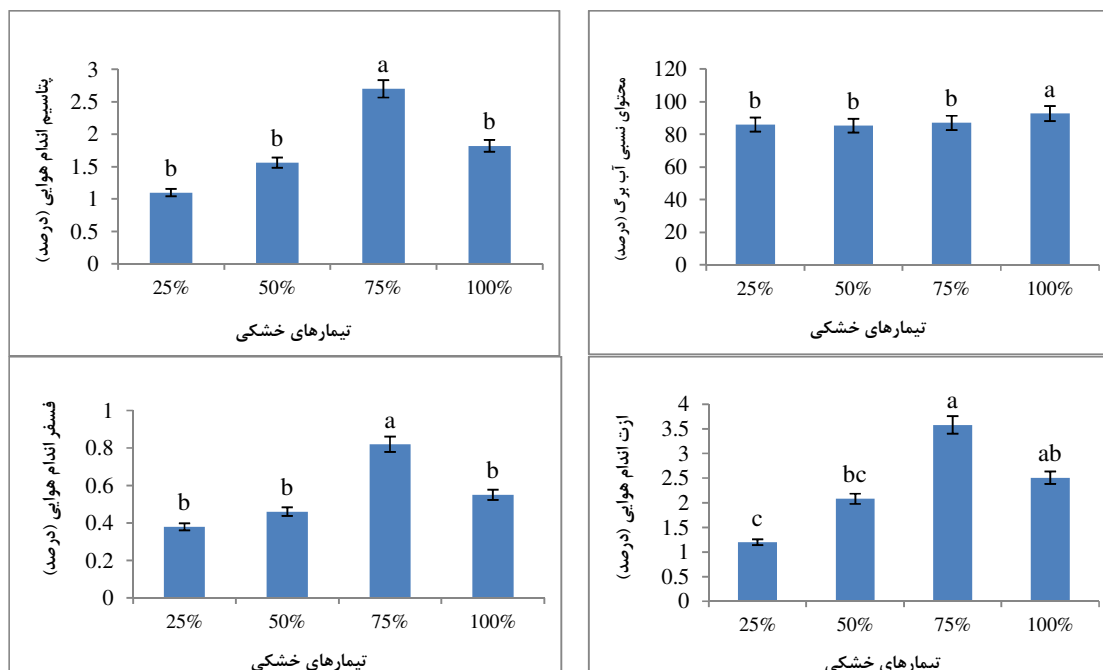
همچنین بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان محتوی نسبی آب برگ با میانگین ۹۲/۷ درصد مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین آن با میانگین ۸۵/۳ درصد مربوط به تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی بود که این مقدار با تیمار ۷۵ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۳). تنش خشکی از نظر میزان ازت، فسفر و پتاسیم موجود در اندام هوایی گیاه نیز بر روی گیاه تاثیر معنی‌داری نشان داد. بدین ترتیب که بیشترین مقدار ازت، فسفر و پتاسیم که میزان آن به ترتیب برابر ۳/۵۸، ۲/۷ و ۰/۸۲ درصد بود مربوط به تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی و کمترین مقدار آن که به ترتیب برابر با ۱/۲، ۱/۱ و ۰/۳۸ بود را تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به خود اختصاص داد.

اعمال تنش خشکی بر میزان کاروتنوئید در برگ‌های گیاه کلپوره در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲)، تیمار رطوبتی ۵۰ درصد باعث افزایش معنی‌دار کاروتنوئید در مقایسه با دیگر تیمارهای رطوبتی شد به طوری که بیشترین میزان کاروتنوئید (۷/۳ درصد) مربوط به تیمار ۵۰ درصد و کمترین آن (۴/۸ درصد) مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد بود این درحالی بود که بین تیمار ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی تفاوت معنی‌داری از نظر میزان کاروتنوئید مشاهده نشد (شکل ۲).

همچنین از نظر غلظت کلروفیل a، b و کلروفیل کل، بین سطوح مختلف تیمارهای تنش اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). نتایج نشان داد که کلروفیل a، b و کلروفیل کل تا سطح تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش متوسط) افزایش یافته و تفاوت معنی‌داری با شاهد داشتند به طوری که تیمار ۵۰ درصد (تنش متوسط) موجب افزایش میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل در رنگریزه‌های فتوسنتز در مقایسه با تیمار شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) به میزان ۵۲/۵، ۴۴ و ۵۰ درصد شد، همچنین نسبت به تنش



شکل ۲: تاثیر تیمارهای خشکی بر کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید بر حسب (میلی گرم بر گرم وزن تر)



شکل ۳: تاثیر تیمارهای مختلف خشکی بر محتوای نسبی برگ، غلظت ازت، فسفر و پتانسیم اندام هوایی

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی تغییرات برخی صفات مورفولوژیک اندام هوایی گیاه دارویی کلپوره تحت تاثیر تنش خشکی، حاکی از این بود که حساسیت گیاه در شرایط فراهمی آب قابل دسترس (در شرایط ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) منجر به کاهش برخی از شاخص‌های رشد گردیده، در حالی که در شرایط رسیدن رطوبت خاک به ۷۵ درصد ظرفیت زراعی، رشد ریشه تحریک و به دنبال آن ریشه دوانی گیاه بهتر شد که این امر موجب گردیده تا مواد غذایی بیشتری در مقایسه با زمانی که به دلیل رطوبت مناسب اکثر ریشه‌ها در سطح خاک پراکنده شده‌اند داشته باشد. لذا جذب بیشتر مواد غذایی سبب تولید مواد فتوسنتزی بیشتری شده که این امر سبب افزایش تولید ماده اندام هوایی گردیده است. این در حالی بود که افزایش بیشتر سطح تنش خشکی باعث کاهش مجموع ارتفاع انشعابات در بوته گردیده که به نظر می‌رسد افزایش اسید آبسزیک و کاهش اکسین و سیتوکینین در اثر خشکی، منجر به کاهش رشد شاخه‌ها در مقایسه با حالت بدون تنش شده است (۲۹). همچنین کاهش ماده خشک اندام هوایی در شرایط

تنش نیز می‌تواند به دلیل فشار آماس سلولی ناشی از کاهش سطح برگ گیاه باشد (۲۲).

از نظر اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک ریشه گیاه نیز هیچکدام از صفات اندازه‌گیری شده شامل (ارتفاع، حجم و وزن تر و خشک ریشه و همچنین نسبت ریشه به ساقه) تحت تاثیر خشکی قرار نگرفتند لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که گیاه در شرایط تنش خشکی و به ویژه در سال‌های اول رشد، سهم بیشتری از تولید بیوماس را به منظور استقرار به ریشه اختصاص داده است. بدین ترتیب با حفظ نسبی رشد ریشه ادامه جذب آب برای گیاه فراهم شده است که این صفت در مراتع خشک و نیمه‌خشک می‌تواند راهکاری برای مواجهه با تنش‌های کوتاه و دراز مدت باشد (۲۰ و ۱۹).

از نظر تاثیر خشکی بر صفات فیزیولوژیک گیاه نیز نتایج بیانگر افزایش میزان کاروتنوئید گیاه در اثر کمبود آب بود که مشابه این نتایج فارسی و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی تاثیر کمبود آب بر صفات فیزیولوژیک گیاه دارویی مرزنجوش یک‌ساله (*Origanum majorana*) نشان دادند که غلظت کاروتنوئید با تشدید کمبود آب به طور معنی‌داری افزایش یافته است.

تنش ملایم در دوره رشد گیاه کلپوره می‌تواند مفید باشد از طرفی دیگر اگر چه در تنش‌های متوسط تا شدید گیاه مکانیزم‌های تحمل به خشکی نظیر افزایش کاروتنوئید، کلروفیل a، b و کلروفیل کل را بکار نمود اما به طور کلی در این تنش‌ها منجر به کاهش رشد و کاهش جذب ازت، پتاسیم و فسفر در اندام هوایی گردید، که این حالت نشان از توان تطابق نسبی گیاه کلپوره با شرایط کمبود آب دارد. لذا به منظور استقرار بهتر این گیاه در مراتع خشک و نیمه‌خشک به نظر می‌رسد که یا بذور این گیاه ابتدا در گلخانه با شرایط آبیاری مناسب کشت شود و سپس نشاها به مرتع انتقال داده شود و یا اینکه با ریشه‌دار کردن قلمه‌های این گیاه در شرایط گلخانه، گیاهان به مرتع انتقال داده شوند. چرا که این گیاه بعد از استقرار، می‌تواند به خوبی در مناطق سنگلاخی و مناطق فقیر از نظر آب و مواد غذایی رشد کند (۳۱)

لذا با توجه به اینکه تاکنون اقدامات زیادی در زمینه احیای گیاهان موجود در مراتع انجام شده اما به دلیل شرایط اقلیمی، فاکتورهای فیزیکی نامساعد و نبود تکنیک‌های مؤثر، این برنامه‌ها با شکست مواجه شده‌اند (۱۶) بنابراین نه تنها باید تمهیداتی برای حفظ این گونه گیاهان در مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک اندیشید بلکه لازم است عوامل دیگری که می‌تواند باعث بالا بردن مقاومت این گیاه در برابر تنش‌های شدید در مراتع شود را مورد مطالعه قرار داد.

همچنین نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که افزایش شدت تنش (تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی)، میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل را در گیاه کاهش داد که می‌توان کاهش فتوسنتز در این مرحله را به دلیل اختلال در فرآیندهای شیمیایی مسیر فتوسنتزی دانست (۱۴).

دستی و همکاران (۲۰۱۴) نیز با مطالعه اثر تنش خشکی بر برخی شاخص‌های مورفوفیزیولوژیک گیاه داروئی نوروژک (*Salvia leriifolia Benth*) به این نکته اشاره کردند که افزایش غلظت کلروفیل و کاروتنوئیدهای کل گیاه در اثر تنش می‌تواند مکانیسم‌هایی جهت مقابله با اکسیداسیون نوری و محافظت از کلروفیل‌ها در برابر تنش اکسیداتیو باشد.

از آنجا که یکی از مهمترین عوامل حفظ بقاء در شرایط تنش، قدرت بالای گیاه در حفظ آب سلولی می‌باشد (۲۸) و مقدار محتوای نسبی آب در این مطالعه در همه سطوح تنش بالاتر از ۸۵ درصد بود، می‌توان به توانایی برگ در حفظ مقادیر بیشتر آب در شرایط تنش خشکی اشاره نمود. در این رابطه دیانتهی تیلکی و همکاران (۲۰۱۶) نیز به حفظ محتوی نسبی آب گیاه (*Cymbopogon Olivieri*) در برابر تنش خشکی اشاره نمودند.

لذا با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه نظر به مطلوب بودن رویش گیاه از نظر صفاتی همچون مجموع ارتفاع انشعابات ساقه، وزن تر و خشک گیاه و نیز جذب ازت، فسفر و پتاسیم توسط اندام هوایی در تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی (تنش ملایم)، به نظر می‌رسد که اعمال یک

References

1. Abdalla, M.M. & N.H. El-Khoshiban, 2007. The influence of water stress on growth, relative water content photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of two *Triticium aestivum* cultivars. Journal of Applied Sciences Research, 3(12): 2062-2074.
2. Abrisham, E., M. Jafari & A. Tavili, 2015. Effects of water deficit and zeolite application on some soil properties and growth parameters of *Halothamnus glaucus* in arid land ecosystems. Rangeland, 9(2): 120-128. (In Persian)
3. Afshar, Z., M. Ghasemi, P. Rezvani Moghadam & KH. Buzarjomehri, 2017. Analysis of the causes of unsuccessful cultivation of medicinal plants in the city Chenaran. 1st National Conference of the Role of Medicinal Plants in Resistive Economy, Payam Nur University of Fereyduh Shahr, Isfahan. (In Persian)
4. Alizadeh, A., 2014. Soil- water-plant relationship, Emam Reza University Publications, Mashhad. (In Persian)
5. Alvani, F., G. Dianati, E. Tilaki & S.E. Sadati, 2017. The effects of priming with acid ascorbic on physiological traits of *Taverniera cuneifolia* seeds under drought stress. Rangeland, 11(3): 294-305. (In Persian)
6. Arnon, A.N., 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23: 112-121.
7. Askarnejad, M., H. Sodaeezadeh, A. Mosleh Arani, R., Yazdani Biouki & P. Mavandi, 2019. Effect of silicon in improving drought tolerance of stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) under moisture stress, Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences, 12(3): 847-863. (In Persian)

8. Capasso, F., R. Cerri, P. Morrica & F. Senatore, 1983. Chemical composition and anti-inflammatory activity of an alcoholic extract of *Teucrium polium*. *Boll Soc Ital Biol Sper*, 59(11): 1639-1643.
9. Couladis, M., O. Tzakou, E. Verykokidou & C. Harvala, 2003. Screening of some Greek aromatic plants for antioxidant activity. *Journal of Phytother Res*, 17: 194-195.
10. Dashti, M., M. Kafi, H. Tavakoli & M. Mirza, 2014. Investigation on morphophysiological indices in *Salvia leriifolia* benth under water deficit stress. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13(2): 298-307. (In Persian)
11. Dianati tilaki, G., M. Pichand & S.E. Sadati, 2016. Effects of drought stress and seed hydro-priming on some morphological, physiological and biochemical traits of *Cymbopogon olivieri boiss*. *Rangeland*, 9(4): 304-319. (In Persian)
12. Farooq, M., H. Mubshar & H.M. Siddique, 2014. Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. *Critical Reviews in Plant Science*, 33: 331-349.
13. Farsi, M., F. Abdollahi, A. Salehi & Sh. Ghasemi, 2017. Study of physiological characteristics of marjoram (*Origanum majorana*), as a medicinal plant in response to zinc levels under drought stress conditions. *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences*, 10(4): 559-570. (In Persian)
14. Ghaderi, A.A., B.A. Fakheri & N. Mahdi Nezhad, 2018. Evaluation of the morphological and physiological traits of thyme under water deficit stress and foliar application of ascorbic acid. *Journal of Crops Improvement*, 19(4): 817-835. (In Persian)
15. Gharaibeh, M.N., H.H. Elayan & A.S. Salha, 1988. Hypoglycemic effects of *Teucrium polium*. *Journal of Ethnopharmacol*, 24(1): 93-99.
16. Harris, J.A., P. Birch & J.P. Palmer, 1996. Land restoration and reclamation; principles and practice. Addison-Wesley Longman, Harlow, UK, 420p.
17. Hashemi, M., H. Azarnivand, M.H. Asareh, A. Jafari & A. Tavili, 2014. Study effect of water stress on the germination and seedling growth of three genotypes of rangeland species *Agropyron podperae*. *Rangeland*, 8(3): 212-218. (In Persian)
18. Hughes, S.G., J.A. Bryant & N. Smirnov, 1989. Molecular biology, application to studies of stress tolerance. In: plants under stress. Hamlyn, G.J., Flowers, T.J., Jonea, M.B., eds. New York. Cambridge University Press, 131-135.
19. Kirmak, H., C. Kaya, I. Tas & D. Higgs, 2001. The influence of water deficit on vegetative growth, physiology, yield and quality in eggplants. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 27(3-4): 34-46.
20. Koochaki, A.R., M. Nassiri Mahalati & G. Azizi, 2004. The effects of water stress and defoliation on some of quantitative traits of *Zataria multiflora*, *Ziziphora clinopodioides*, *Thymus vulgaris* and *Teucrium polium*. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 2(1): 89-105. (In Persian)
21. Khoocheki, A & G. Azizi., 2005. Effect of different treatments on breaking dormancy of *Teucrium polium*. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 3(1): 81-87. (In Persian)
22. Lawlor, D.W. & G. Cornic., 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plant. *Plant Cell and Environment*, 25: 275-249.
23. Mirza, M., 2001. Survey of the essential oil of *Teucrium polium* L., *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plant*, 10(1): 27-38. (In Persian)
24. Nevo, E. & G.X. Chen., 2010. Drought and salt tolerances in wild relatives for wheat and barley improvement. *Plant, Cell and Environment*, 33: 670-685.
25. Razavizadeh, R., M. Shafeghat & Sh. Najafi, 2015. Effect of water deficit on morphological and physiological parameters of *Carum copticum*. *Iranian Journal of Plant Biology*, 4(22): 25-38. (In Persian)
26. Reddy, A.R., K.V. Chaitanya & M. Vivekanandan, 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiol*, 161: 1189-1202.
27. Rostami, M., 2016. Response of hyssop morphological traits to deficit irrigation in greenhouse condition. *Agroecology Journal*, 12(2): 19-24. (In Persian)
28. Roy, N.K. & A.K. Srivastava., 2000. Adverse effect of salt-stress conditions on chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves and its amelioration through pre-soaking treatments. *Indian Journal of Agriculture Science*, 70(11): 777-778.
29. Seeley S., 1990. Hormonal transduction of environmental stresses. *Hort Science*, 25: 1369-1376.
30. Sodaii zadeh, H., M. Shamsaie, M. Tajamolijan, A.M. Mirmohammady maibody & M.A. Hakim zadeh, 2016. The effects of water stress on some morphological and physiological characteristics of *Satureja hortensis*. *Journal of Plant Process and Function*, 5(15): 1-12.
31. Zargari A., 1997. Medicinal Plants. 4th ed., Tehran University Publication. (In Persian)