مقاله پژوهشی

نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال شانزدهم، شماره ۶۲، تابستان ۱۴۰۰ / صفحات: ۱۳۸-۱۲۳
Doi: 10.30495/iper.2021.679559 Dor: 20.1001.1.76712423.1400.16.62.9.9

ارزیابی و مقایسه ده اکوتیپ از گیاه دارویی کلپوره (*Teucrium polium* L.) در تحمل به تنش خشکی

زهرا توحیدی[1]، حمید سبحانیان[1]*، امین باقی زاده[2]

[1]گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

[2]گروه بیوتکنولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۰۷

چکیده

اهمیت گیاهان دارویی و نقش حیاتی آن‌ها در پیشبرد اهداف ملی برای تحقق سلامت و همچنین به‌عنوان گنجینه‌های ژنتیکی می‌توانند بزرگترین ثروت ملی برای هر کشوری به عنوان یکی از تولیدات مهم در بخش کشاورزی محسوب شوند. کشور ایران با داشتن اقلیم‌های متفاوت دارای تنوع گیاهان دارویی زیادی می‌باشد. تشخیص وضعیت رشد گیاهان دارویی در شرایط تنش خشکی می‌تواند منجر به کشت گیاهان مقاوم در مناطق خشک یا کم‌آب شود. درپژوهش حاضر به مطالعه پاسخ‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ده اکوتیپ از گیاه دارویی کلپوره (*Teucrium polium* L.) بومی جنوب شرقی ایران در شرایط تنش خشکی خواهیم پرداخت. لذا به این منظور یک آزمایش گلخانه‌ای فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش تیمارهای رطوبتی ۱۰۰، ۷۰ و ٤٠ درصد ظرفیت زراعی اعمال شد. نتایج حاصل از داده‌ها نشان داد صفات مورفولوژیکی مورد بررسی شامل طول ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی درسطح پنج درصد با افزایش تنش خشکی کاهش یافت. همچنین تنش خشکی موجب افزایش طول ریشه، محتوای پرولین و ترکیبات فنلی، کاهش محتوای کلروفیل a، b، کلروفیل‌کل و محتوای پروتئین گردید. بالاترین مقاومت به تنش را اکوتیپ های مناطق سرچشمه و کوهپایه و کمترین مقاوت را گیاهان مناطق شهداد و عنبرآباد نشان دادند. نتایج حاصل از پژوهش مورد نظر حاکی از مقاومت نسبی این گیاه به تنش خشکی می‌باشد. لذا گیاه دارویی بسیار مناسبی برای کاشت در مناطق خشک و کم آب ایران می باشد. از بین اکوتیپ های بررسی شده گیاهان منطقه سرچشمه و کوهپایه به شرایط تنش خشکی ٤٠ درصد پاسخ مطلوبتری دادند و با اطمینان بیشتری می توان کشت این اکوتیپ ها را در مناطق تحت تنش توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، پرولین، تنش خشکی، صفات فیزیولوژیکی، صفات مورفولوژیکی، کلپوره، گیاه دارویی

مقدمه

خشکی و شوری به‌عنوان دو مشکل مهم توسعه کشاورزی ایران مطرح است. خشکی یکی از مهمترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در سراسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است. تنش خشکی یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که رشد و عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و تقریباً ۲۵ درصد از اراضی جهان را محدود می‌کند (Khan et al., 2010). تنش خشکی همچنین بر تولیدات کشاورزی تأثیرگذار است و باعث کاهش محصول می‌شود. از

*نویسنده مسئول: motif3000@yahoo.com

بین عوامل محیطی تنش‌زا، خشکی، دومین عامل اصلی کاهش عملکرد بعداز عوامل بیماریزا می‌باشد (Biglouie et al., 2010). همچنین یکی از نامطلوب‌ترین عوامل رشد و بهره‌وری و تهدیدی جدی برای تولید محصول پایدار به شمار می‌رود (Anjum et al., 2011). لذا انتخاب گونه‌های مناسب مناطق خشک و نیمه‌خشک بسیار حائز اهمیت است (Banayanaval et al., 2011). تشخیص وضعیت رشد گیاهان دارویی در شرایط مختلف آبیاری و تنش خشکی می تواند راهنمای کشت گیاهان دارویی مقاوم در مناطق خشک و یا کم‌آب باشد. برخی تغییرات فیزیولوژیک گیاهان مقاوم به خشکی در طی بروز تنش خشکی موجب ذخیره مواد تنظیم‌کننده اسمزی همانند اسیدهای آمینه، قندها و پروتئین‌ها می‌شود (Reddy et al., 2004). در گیاهان تنش خشکی با کاهش میزان آب در خاک آغازشده و سبب ایجاد تنش اسمزی و اکسیداتیو و آسیب سلولی می‌شود (Buchanan-Wollaston et al., 2003). در این حالت پاسخ‌های مشخصی از سوی گیاهان برای حفظ فشار تورگر با افزایش قندهای محلول اتفاق می‌افتد (Wehner et al., 2015). این امر باعث کاهش رشد در گیاه می شود (Honsdorf et al., 2014). Hasaniو Omidbeigi (2004) مشاهده کردند که با کاهش مقدار آبیاری، اثر منفی مشخصی بر رشد، ارتفاع بوته، وزن‌تر و خشک، میزان کلروفیل و روغن‌های ضروری گیاه ریحان (*Ociumum besilicum* L.) ایجاد می‌شود.

Misra و Sricastatva (2000) نیر مشاهده کردند که تنش آبی باعث کاهش معنی دار وزن تر و خشک بوته‌های نعناع می‌شود. Tazikehmiyandar و همکاران (2012) نیز در تحقیقات خود اعلام کردند که تنش خشکی سبب کاهش معنی دار وزن خشک برگ نعناع می‌شود. کلپوره (*Teucrium polium*) یکی از گیاهان تیره نعناع است که در مناطق سنگلاخی و ماسه زارهای نواحی مختلف اروپا، منطقه مدیترانه، شمال آفریقا و جنوب غربی آسیا ازجمله ایران می‌روید (Tavakoli Saberi and Sedaghat 1992).

گیاه دارویی کلپوره به‌دلیل داشتن ماده مؤثره از اهمیت بسزایی در منابع داروسازی برخوردار می‌باشد و از آن برای رفع سردرد، ضعف عمل دستگاه گوارش، بیماریهای دستگاه تناسلی، رفع درد ناحیه قلب و رفع ناراحتی هاضمه استفاده می‌کنند (Moustapha et al., 2011). طبق تحقیقات انجام شده در مرکز تحقیق و توسعه شرکت باریج اسانس، اسانس کلپوره دارای خاصیت ضد اسپاسم قوی بر روی انقباضات ایجاد شده توسط استیل کولین و کلرور پتاسیم می‌باشد. تأثیر این اسانس بر مهار دونوع انقباض مزیت این گیاه را نسبت به آتروپین و هیوسین نشان می‌دهد.

این گیاه علفی پایا، پرشاخه به ارتفاع ۱۰ تا ۳۵ سانتی‌متر و دارای ظاهری سفید پنبه‌ای می‌باشد برگها باریک، دراز و پوشیده از کرکهای پنبه‌ای است. گلها به رنگ سفید یا مایل به زرد و زمان گل دادن بین خرداد و مرداد است. این گیاه سازگاری عالی در خاک‌های مختلف داشته و در برابر دمای بالا و بیماری‌ها مقاوم است (Tavakoli Saberi and Sedaghat 1992). همچنین این گیاه دارای منبع غنی از دی‌ترپن‌ها می‌باشد و بیش از ۲۴۰ دی‌ترپن شناسایی شده است (Ulubelen et al., 2000). این گیاه غنی از متابولیت‌های ضد باکتری می‌باشد که به‌عنوان منبع جدیدی از داروهای ضد تولید بیوفیلم در باکتریها معرفی شده است و علاوه بر خاصیت آنتی‌باکتریال دارای ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی مشخص می‌باشد (Tran et al., 2012).

بهره‌برداری‌های بی‌رویه توسط انسان، چرای مفرط دام و همچنین تبدیل شدن مراتع به بوم

نظام‌های زراعی از جمله دلایلی است که این گیاه را در معرض خطر انقراض قرارداده است. این امر افزایش تمهیدات لازم برای حفظ آن در عرصه‌های طبیعی بلکه روش‌های اهلی کردن آن را نیز ملزم می‌سازد.

تغییرات مورفولوژیکی گیاهان در مواجهه با تنش خشکی نیز موضوع مطالعات متعدد دانشمندان بوده است. با توجه به موقعیت ایران در منطقه خشک و نیمه خشک و نیز بحران آب در این مناطق و شرایط اقلیمی موجود استفاده از گیاهان مقاوم به تنش‌های محیطی از جمله خشکی و دارای نیاز آبی کم در اولویت قرار دارد. علی‌رغم مطالعات گسترده‌ای که در مورد تاثیر تنش‌های محیطی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی انجام شده اطلاعات کمی در مورد واکنش گیاهان دارویی به این تنش‌ها موجود است. افزایش نیاز به دارو، سازگاری گیاهان دارویی با بدن و تاکید سازمان بهداشت جهانی بر جایگزینی داروهای شیمیایی به وسیله داروهای طبیعی موجب شده است تولید و مصرف گیاهان دارویی در صنایع بهداشتی و دارویی افزایش یابد. همچنین توسعه صنعت دارو در مواجهه با چالش‌های جدید نظیر کاهش مواد اولیه و افزایش قیمت‌ها است (Katiyar et al, 2012). با توجه به نقش دارویی گیاه کلپوره از نظر طب سنتی و امکان کشت آن در مناطقی از کشور، اثر تنش خشکی بر برخی خصوصیات موفولوژیک و فیزیولوژیک این گیاه و ارزیابی واکنش آن در مقابله با تنش خشکی در این تحقیق اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه شهر کرمان تحت شرایط دمایی ۲۶ درجه و رطوبت ۳۰ درصد انجام شد. استان کرمان با ارتفاع بیش از ۴۰۰۰ متر از سطح دریا در جنوب‌شرقی ایران قرار دارد و از تنوع آب و هوایی از گرم تا معتدل و بسیار سرد برخوردار است. ده اکوتیپ انتخاب شده شامل منطقه بافت، سرچشمه، کوهپایه، رفسنجان، زرند، راین، سیرجان، دلفارد، شهداد و عنبرآباد در مناطقی با آب و هوای متنوع قرار دارند. مناطق بافت، سرچشمه‌ی رفسنجان، کوهپایه‌ی کرمان و راین شهداد دارای آب و هوای کوهستانی سرد، مناطق رفسنجان، سیرجان و زرند با آب و هوایی معتدل و مناطق دلفارد جیرفت، شهداد و عنبر آباد از آب و هوایی گرم و مرطوب برخوردار هستند.

تیمارهای رطوبتی اعمال شده شامل ۱۰۰ درصد به‌عنوان شاهد، ۷۰ درصد و ٤٠ درصد ظرفیت زراعی بود (Sodaiizadeh et al., 2016). برای کاشت بذرها از گلدان‌های مناسب به قطر ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر استفاده و به منظور کاهش تبادل حرارتی بین خاک و محیط بیرون، سطح آن با فوم عایق‌بندی شد.

جهت انجام آزمایش از گلدان‌های پلاستیکی حاوی خاک با نسبت های ماسه: رس: خاک برگ (۲: ۱: ۱) استفاده شد. گلدان‌ها روزانه با آب آبیاری شدند و برای بهتر شدن و سریعتر شدن رشد گیاه هفته‌ای یک بار به گلدانها محلول غذایی هوگلند با رقت (۱ به ۳) داده شد.

قبل از شروع تنش خشکی گیاهان هر روز به میزان ظرفیت زراعی آبیاری می‌شدند. جهت تعیین ظرفیت زراعی، گلدانها تا حدی از آب اشباع می‌شوند تا آبی از کف گلدان خارج نشود این حالت به‌عنوان وزن خاک درحالت اشباع در نظر گرفته و با Fw مشخص می‌شود. سپس خاک گلدان را با آون کاملا خشک کرده و وزن آن با Fd نشان می‌دهند. حاصل تفریق دو عدد برابراست با ظرفیت زراعی که با FC نشان می‌دهند (Baghizade et al., 2019).

(۱) Fc = Fw – Fd

اعمال تنش خشکی به مدت ۱۰ روز به میزان ۷۰ و ٤٠ درصد انجام گرفت (Baghizade et al., 2019).

ویژگی‌های مورفولوژیک مورد بررسی در این پژوهش شامل طول ساقه، طول ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی بود و ویژگیهای فیزیولوژیکی نیز شامل کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل‌کل، پرولین، پروتئین‌کل و ترکیبات فنلی‌کل می‌باشد.

در پایان فصل رشد طول ساقه و طول ریشه با خط کش اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک گیاه پس از جدا کردن اندام هوایی وزن هر یک بر حسب گرم با ترازو اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در فویل آلومینیوم پیچیده شد و به‌مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد سپس وزن خشک نمونه‌ها با دقت اندازه‌گیری شد (Shakirova and Sahabutdinova 2003).

برای محاسبه کلروفیل از روش Lichtenthaler (1987) استفاده شد. در این روش ۰/۲ گرم از برگ های تازه گیاه در هاون چینی حاوی ۱۵ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد سائیده شد و پس از صاف کردن جذب آن با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ٦٤٦، ٦٦٣ و ٤٧٠ نانومتر خوانده شد. بر اساس فرمول مقدار هرکدام به دست آمد.

(۲) کلروفیل a = (۱۲/۲۵A 663 – ۲/۷۹A 646)

(۳) کلروفیل b = (۲۱/۲۱A 646 – ۵/۱A 663)

(٤) کلروفیل کل = کلروفیلb + کلروفیل a

همچنین برای اندازه‌گیری پرولین از روش Bates و همکاران (1993) استفاده شد. ۰/۰۲ گرم از بافت تازه را در ده میلی‌لیتر محلول سه درصد اسید سولفوسالیسیلیک سائیده و مخلوط یکنواختی تهیه گردید. عصاره حاصل با استفاده از سانتریفیوژ به‌مدت ۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰g سانتریفیوژ شد سپس دو میلی‌لیتر از مایع رویی را با دو میلی‌گرم معرف نین هیدرین و دو میلی‌لیتر اسید استیک خالص مخلوط کرده یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حمام آب گرم، قرار گرفت. بعد از این مدت، جهت قطع انجام کلیه واکنشها، لوله‌های محتوی مخلوط در حمام یخ، سرد گردید. سپس چهار میلی‌لیتر تولوئن به مخلوط اضافه گردید و لوله‌ها به خوبی تکان داده شد با ثابت نگه داشتن لوله‌ها به‌مدت ۱۵-۲۰ دقیقه دو لایه کاملا مجزا در آنها تشکیل شد. از لایه رنگی فوقانی که حاوی تولوئن و پرولین بود برای اندازه‌گیری غلظت پرولین استفاده گردید. جذب مقدار مشخصی از این

مـــاده رنگی در طول موج ۵۲۰ نـانومتر تعیـین شـد. نتایج حاصل از اندازه‌گیـری مقـدار پـرولین برحسـب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه وارائه گردید.

برای سنجش پروتئین از روش Lowry و همکاران (1951) اندازه‌گیری شد. برای تهیـه عصـاره پروتئینـی ۵۰۰ گرم از بافت تازه برگ گیاه در ۵ میلـی‌لیتـر بـافر پتاسیم‌فسفات ۵۰ میلی‌مولار ساییده شد کـه حـاوی پلـی‌وینیـل‌پیرولیـدین ۱ درصـد و EDTA یـک میلی‌مولار بـود. سـپس سـانتریفیوژ شـد(تمام مراحـل اسـتخراج در یـخ انجـام گرفـت). بـرای سـنجش غلـظـت پروتئین، بـه لولـه‌هـای آزمـایش حـاوی ۵ میلی‌لیتر معرف بیوره ۱۰۰ میکرولیتر عصاره پروتئینـی افـزوده و سـریعا ورتکـس شـد. پـس از ۲۵ دقیـقه جذب آن با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۹۵ نانومتر خوانـده شـد. غلظـت پـروتئین بـا اسـتفاده از منحنی استاندارد آلبومین محاسبه شد.

جهت اندازه‌گیری ترکیبات فنلی از روش Sonald و Laima (1999) استفاده شد به ایـن ترتیـب کـه ۰/۱ گرم از برگ تـازه گیـاه را در ۵ میلـی‌لیتـر اتـانول ۹۵ درصد سائیده و بـه‌مـدت ۷۲-۲٤ سـاعت در تـاریکی نگهداری شد. سپس به ۱ میلـی‌لیتـر محلـول رویـی ۱ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد اضافه گردید و با آب مقطـر دوبار تقطیر حجم محلول به ۵ میلی‌لیتـر رسـانده شـد سـپس ۰/۵ میلـی‌لیتـر معـرف فـولین ۵۰ درصـد و ۱ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۵ درصد بـه آن اضـافه گردیـد مخلـوط حاصـل بـه‌مـدت یـک سـاعت در تـاریکی نگهداری شد و سپس درصد جذب هر نمونه در طول موج ۷۲۵ نانومتر خوانده شد.

عملیات آماری: آزمایش به‌صورت فاکتوریل و بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شـد. داده‌هـای به‌دست آمده از آزمایش با اسـتفاده از نـرم‌افـزار 2019 SPSS نسـخه ۲٦ مـورد تجزیـه آمـاری قـرار گرفتنـد. مقایسه میانگین‌ها نیز براساس روش دانکـن در سـطح ۵٪ انجام شـد و نمودارهـا بـا نـرم‌افـزار Excel 2010 نسخه ۲٦ رسم شدند.

نتایج

نتایج حاصل از داده‌های مربـوط بـه ویژگـی‌هـای مورفولـوژیکی گیـاه کلپـوره نشـان داد کـه اثـر تـنش خشکی بر طول ساقه، طول ریشه، وزن تـر و خشـک گیاه در بعضی مناطق معنی‌دار بود. بر اساس نتـایج بـه دست آمده افـزایش تـنش خشـکی منجـر بـه کـاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه مـی‌شـود. بیشـترین ارتفـاع گیـاه مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود کـه بـا تیمار ۷۰ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت.

تنش خشکی به میزان ٤۰ درصد و تـنش خشـکی به میزان ۷۰ درصد تغییـر معنـادار آمـاری را در تغییـر طول ساقه در نمونه مناطق بافت، کوهپایه، رفسـنجان، زرنـد و سـیرجان در مقایسـه بـا شـرایط فاقـد تـنش (۱۰۰٪) نشان نداد. در مقایسه تغییرات طول سـاقه در نمونه‌های منطقه راین مشاهده شد که تنش ٤۰ درصد سـبب کـاهش معنـی‌دار طـول سـاقه بـه میـزان ۰/۳۲±۱٤/۷۳ در مقایسه با تنش ۷۰٪ و شـرایط فاقـد تنش شده است (شکل ۱).

مقایسـه آمـاری تـأثیر تـنش خشـکی در میـان نمونه‌های همه مناطق، بیشترین میزان طول ساقه را در نمونـه‌هـای منطقـه شـهداد (۰/۱۷±۲۵/٦ میلـی‌متـر)، قرارگرفته در معرض تنش ٤۰ درصد خشـکی نسـبت به سایر مناطق نشان داد، علاوه بر این کمتـرین مقـدار این شاخص (۰/٤۳±۱۲ میلی‌متر) متعلق به گیاه منطقه سرچشمه و قرارگرفتـه در معـرض تـنش ٤۰ درصـد خشکی، مشاهده گردید. این کاهش در مقایسه با طول ساقه در سایر مناطق، ازلحاظ آماری معنادار مـی‌باشـد ($P \leq ۰/۰۵$) (شکل ۱).

بررسی تأثیر تنش خشکی ۷۰ و ٤۰ درصد سـبب افزایش طول ریشه شده‌اند، این مقادیر ازلحاظ آمـاری

و در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند ولیکن مقایسه آن‌ها با شرایط فاقد تنش نشان می‌دهد که اعمال تنش‌های خشکی باعث افزایش طول ریشه به‌صورت معنی‌دار، نسبت به مورد فاقد تنش شده‌اند (شکل ۲).

اندازه‌گیری طول ریشه در نمونه‌های منطقه سرچشمه نشان داد که تنش‌های شوری ۷۰ و ٤۰ درصد به‌ترتیب موجب افزایش طول ریشه به‌اندازه ۱۰/۸±۰/۲۸ و ۱۱/۷±۰/۲٦ میلی‌متر بدون وجود تفاوت معنی‌دار بین آن‌ها، شده است. این در حالی است که افزایش طول ریشه با حضور تنش‌های خشکی به‌طور معنی‌دار نسبت به طول ریشه در شرایط فاقد تنش بوده است (شکل ۲).

در نمونه‌های مناطق کوهپایه، رفسنجان، زرند، راین، سیرجان، دلفارد، شهداد و عنبرآباد تنش خشکی تغییرات معناداری در سطح آماری ۵٪ در طول ریشه ایجاد نکردند (شکل ۲). مقایسه آماری تأثیر تنش‌های خشکی بر وزن‌تر گیاهان نمونه‌برداری شده از مناطق مختلف بیشترین مقدار این شاخص را در گیاهان منطقه شهداد، تحت تأثیر خشکی ٤۰٪ (۱۷/٤۳±۰/٤۵ گرم بر مترمربع) و کمترین مقدار این شاخص در منطقه سرچشمه تحت تأثیر تنش ٤۰٪ (۱۱/٤ ±۰/۳٦ گرم بر مترمربع) و به‌صورت معنادار ($P \leq$ ۰/۰۵) نشان داد. بررسی شاخص وزن‌تر در نمونه‌های سایر مناطق کوهپایه، رفسنجان، زرند، راین، سیرجان، دلفارد و عنبرآباد با اعمال تنش‌های ۷۰ و ٤۰ درصد خشکی و بدون تنش، ازلحاظ آماری تفاوت معنادار نشان ندادند(شکل ۳).

بررسی تأثیر تیمارهای خشکی بر وزن خشک گیاه تغییرات قابل ملاحظه‌ی آماری را در مقادیر این شاخص در میان گیاهان ناحیه بافت، رفسنجان، زرند نشان نداد (شکل ٤). بیشترین ماده خشک در بخش هوایی مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین میزان در تیمار ٤۰ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد. مقایسه آماری مقادیر وزن خشک در میان همه نمونه‌ها، بیشترین مقدار را با تفاوت معنی‌دار نشان نداد، کمترین مقدار این شاخص با تفاوت معنی‌دار در نمونه‌های منطقه سرچشمه تعیین گردید (شکل ٤).

در این پژوهش اثر تنش خشکی بر میزان کلروفیل a ,b و کلروفیل کل در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید. نتایج نشان داد که غلظت کلروفیل a,b و کلروفیل کل در تیمارهای تنش ۷۰ و ٤۰ درصد ظرفیت زراعی به صورت معنی‌داری کمتر از تیمار ۱۰۰ درصد بود به طوری که با افزایش تنش غلظت کلروفیل به میزان قابل توجهی کاهش یافت.

ارزیابی مقادیر کلروفیل a در بین نمونه‌های همه مناطق مورد بررسی، بیشترین مقدار این شاخص را برای نمونه‌های منطقه‌های سرچشمه، کوهپایه و رفسنجان تحت تأثیر تنش ٤۰ درصد و کمترین مقدار کلروفیل a را در نمونه‌های منطقه عنبرآباد تحت شرایط فاقد تنش (۲/۸ ± ۰/۰۳ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) نشان داد (شکل ۵). مقایسه آماری مقادیر کلروفیل b در بین نمونه‌های همه مناطق، بیشترین مقدار این شاخص را در نمونه‌های منطقه سرچشمه در شرایط تنش ٤۰ درصد و کمترین مقدار این شاخص را در نمونه‌های منطقه عنبرآباد تحت شرایط فاقد تنش نشان داد ($P \leq$ ۰/۰۵) (شکل ٦)

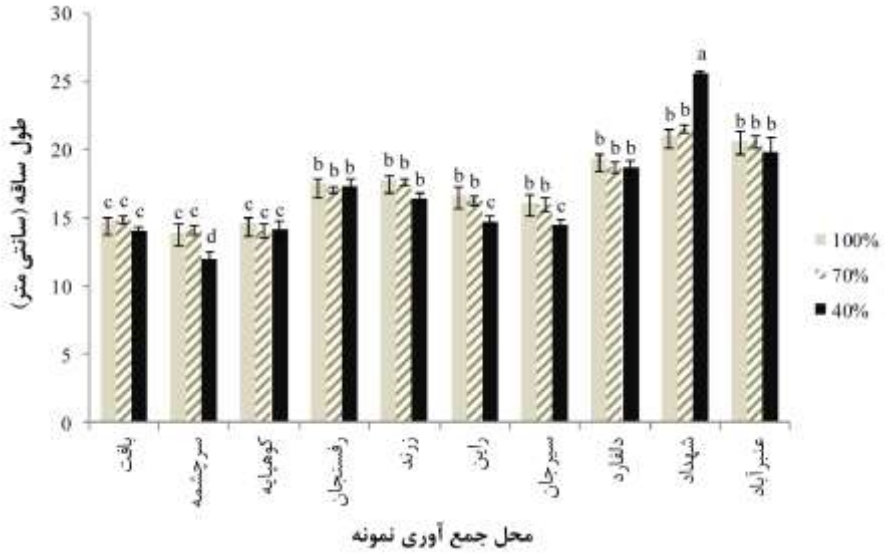
مقایسه آماری مقادیر کلروفیل کل در بین نمونه‌های همه مناطق، بیشترین مقدار این شاخص را مربوط به تأثیر تنش خشکی ٤۰ درصد در نمونه‌های منطقه سرچشمه و کمترین مقدار کلروفیل کل را در نمونه‌های منطقه عنبرآباد تحت شرایط فاقد تنش نشان داد ($P \leq$ ۰/۰۵) (شکل ۷). ارزیابی مقدار کلروفیل کل در نمونه‌های منطقه کوهپایه و رفسنجان کاهش معنادار آماری این شاخص را در تنش ٤۰ درصد را

نسبت به شرایط فاقد تنش و تنش ۷۰ درصد نشان داد (شکل ۷).

ارزیابی مقادیر پروتئینی تحت تنش‌های خشکی در گیاهان ناحیه بافت نشان داد که تنش خشکی ٤٠ درصد سبب تغییر پروتئین در این نمونه‌ها نسبت به شرایط فاقد تنش نشده است این در حالی است که افزایش مقدار پروتئین در تنش ۷۰ درصد تفاوت آماری معنی‌داری با مقدار آن در شرایط فاقد تنش و تنش٤٠ درصد داشت (شکل ۸).

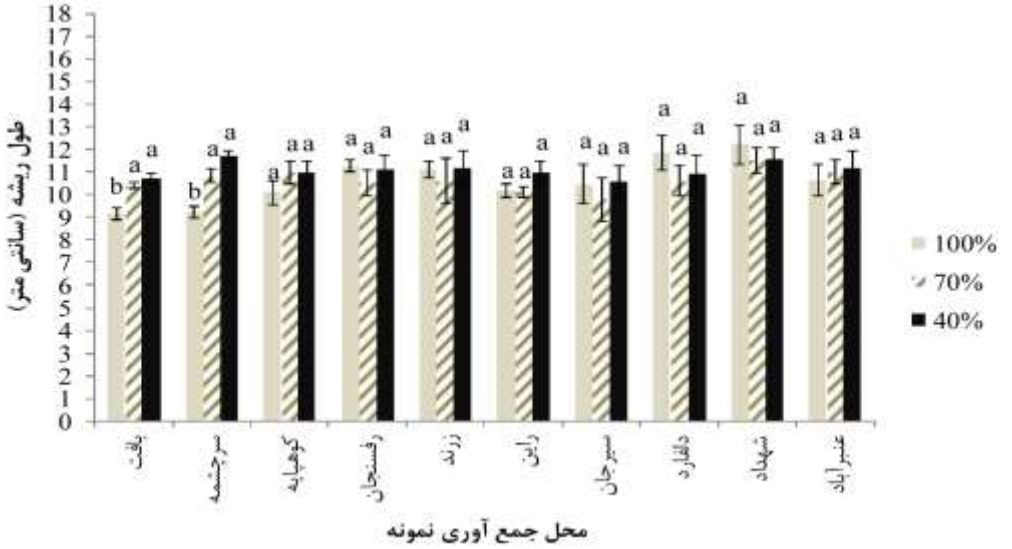
اعمال تنش خشکی ٤٠ درصد باعث افزایش (۰/۷± ۲۸/۸۲ میلی‌گرم بر گرم) و معنی‌دار (P≤ ۰/۰۵) میزان پروتئین در نمونه‌های منطقه سرچشمه نسبت به تنش ۷۰ درصد و شرایط فاقد تنش گردید. تنش ۷۰ درصد باعث افزایش اندکی در میزان پروتئین نسبت به شرایط فاقد تنش (۰/۲ ± ۲۱/۱۲) شد که این افزایش ازلحاظ آماری معنادار نبود (۰/۲±۲۲/۹۵) (شکل ۸). مقایسه آماری شاخص پروتئین در تمامی نمونه‌ها، نشان داد که بیشترین مقدار این شاخص مربوط به گیاهان ناحیه عنبرآباد و دلفارد در تنش ٤٠ درصد خشکی و کمترین مقدار این شاخص مربوط به گیاهان منطقه بافت در تنش ٤٠ و ۷۰ درصد خشکی می‌باشد (شکل ۸).

بررسی میزان پرولین نشان داد که بیشترین مقدار پرولین مربوط به تیمار ٤٠ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. مقایسه آماری مقادیر پرولین در میان نمونه‌های همه مناطق، بیشترین میزان این شاخص را در گیاهان نواحی سرچشمه، رفسنجان، زرند، سیرجان، دلفارد و عنبرآباد تحت تأثیر تنش ٤٠ درصد نشان داد. کمترین مقدار پرولین در گیاهان منطقه بافت، سرچشمه، کوهپایه و رفسنجان تحت تأثیر شرایط فاقد تنش ارزیابی شد (شکل ۹). در پژوهش حاضر افزایش شدت تنش خشکی روند صعودی معنی‌داری را در مقدار ترکیبات فنلی اندامهای هوایی نشان می‌دهد. مقایسه آماری میانگین‌های مقادیر ترکیبات فنلی در نمونه‌های مناطق مختلف، بیشترین مقدار این شاخص را در نمونه‌های منطقه شهداد در تنش ٤٠ خشکی (۲/۸٤ ± ۲٦۱/۸) و کمترین مقادیر این شاخص را در نمونه‌های مناطق راین، کوهپایه و بافت در شرایط فاقد تنش (۵/۷ ± ۱۳۰/۲، ۳/۸±۱۲۰/۹ و ۲/۸ ± ۱۱۲/۱) نشان داد این مقادیر در سطح ۰/۰۵ درصد معنادار ارزیابی شدند (شکل ۱۰).

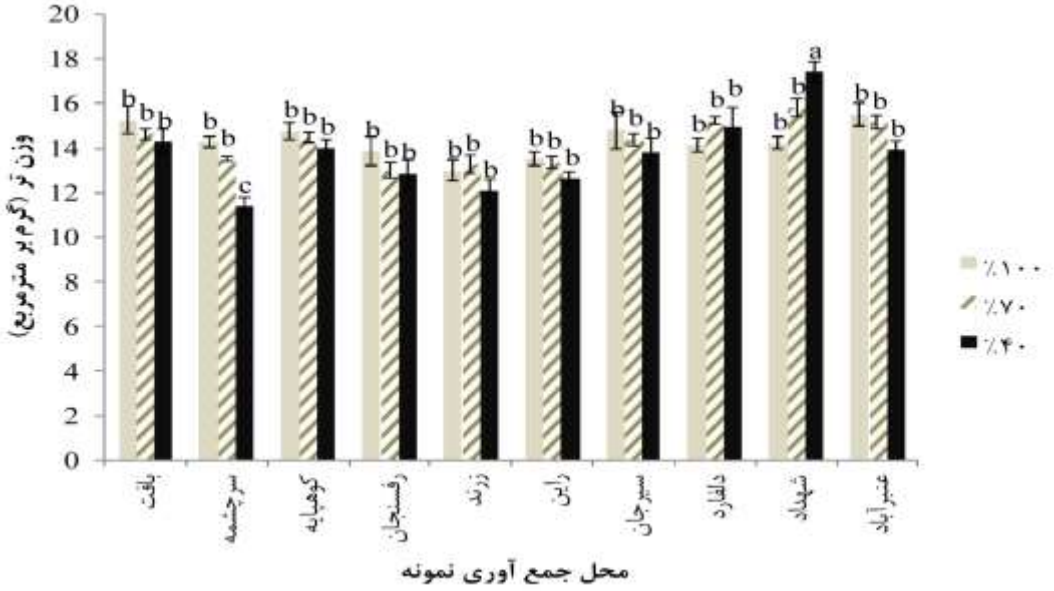


شکل ۱: مقایسه میانگین طول ساقه در ده اکوتیپ گیاه Teucrium *Polium*، رشد یافته تحت شرایط

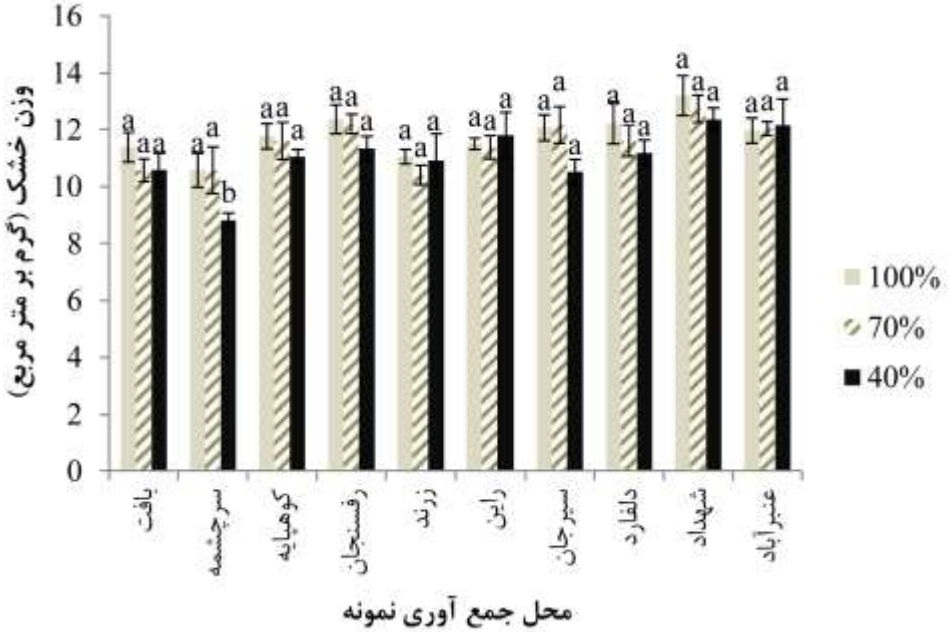
فاقد تنش۱۰۰٪، تنش ۷۰٪ و تنش ٤۰٪ خشکی، جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف



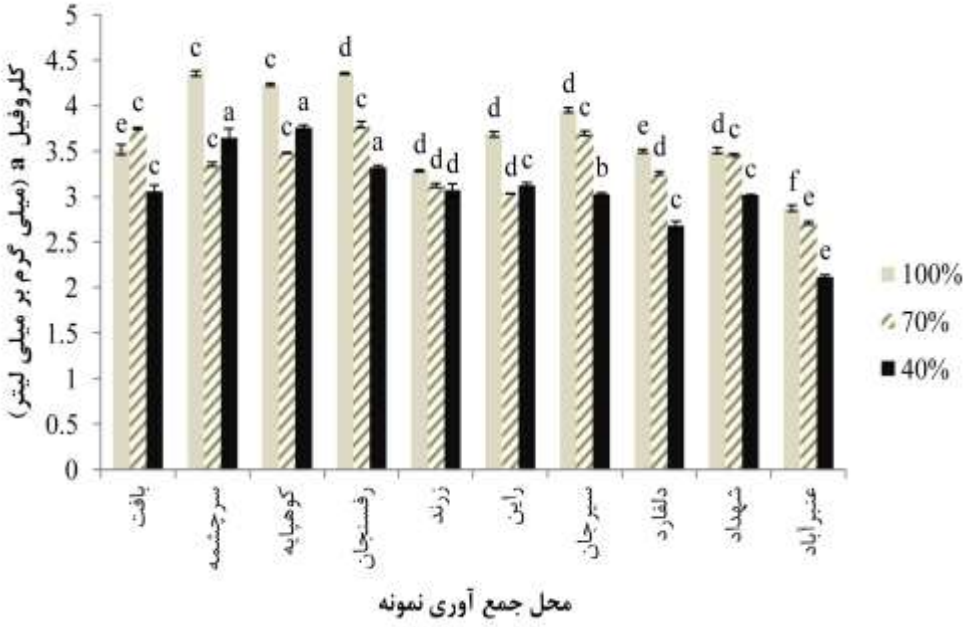
شکل ۲: مقایسه میانگین‌های طول ریشه برحسب سانتی‌متر در ده اکوتیپ گیاه *Teucrium Polium*، رشد یافته تحت شرایط فاقد تنش، تنش ۷۰ درصد و تنش ٤۰ درصد خشکی، جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف



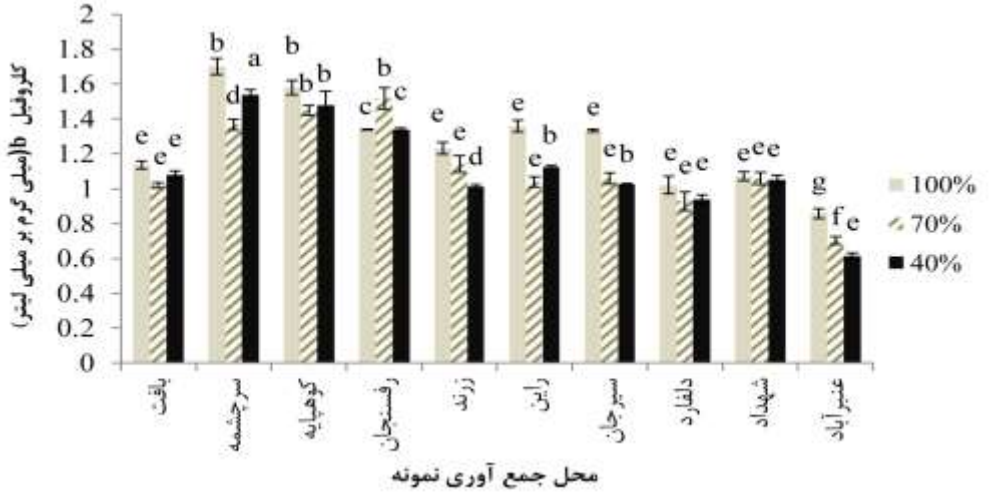
شکل ۳: مقایسه میانگین های وزن تر برحسب گرم بر متر مربع در ده اکوتیپ گیاه *Teucrium Polium*، رشد یافته تحت شرایط فاقد تنش، تنش ۷۰٪ و تنش ٤۰٪ خشکی، جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف



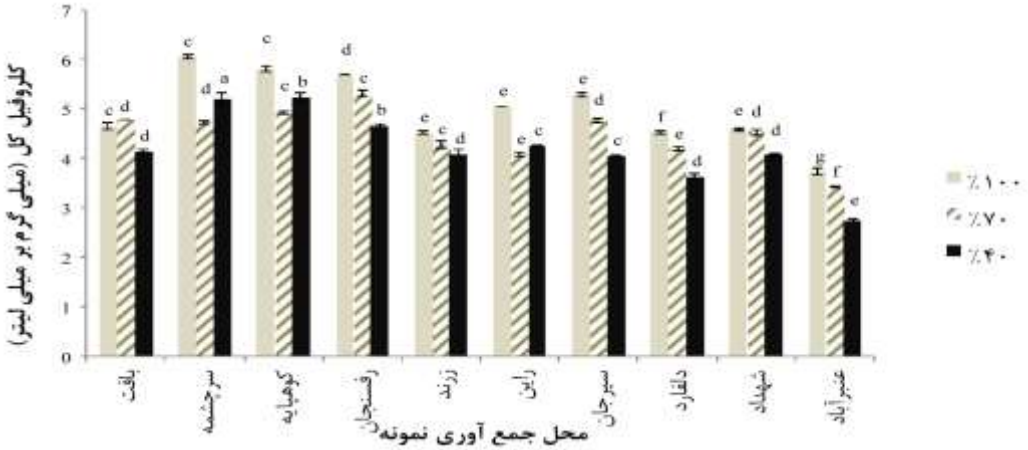
شکل ٤: مقایسه میانگین‌های وزن خشک برحسب گرم در متر مربع در ده اکوتیپ گیاه Teucrium *Polium*، رشد یافته تحت شرایط فاقد تنش، تنش ۷۰٪ و تنش ٤۰٪ خشکی، جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف



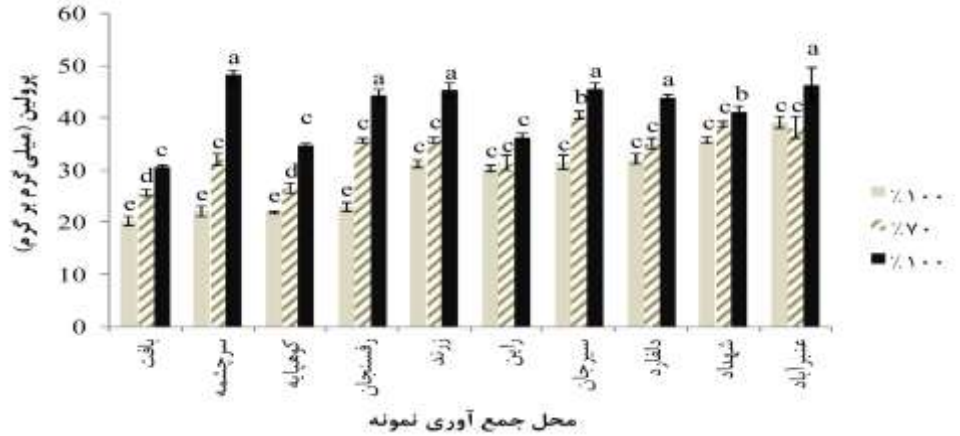
شکل ۵: مقایسه میانگین مقادیر کلروفیل a برحسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر در ده اکوتیپ گیاه Teucrium *Polium*، رشد یافته تحت شرایط فاقد تنش، تنش ۷۰٪ و تنش ٤۰٪ خشکی، جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف



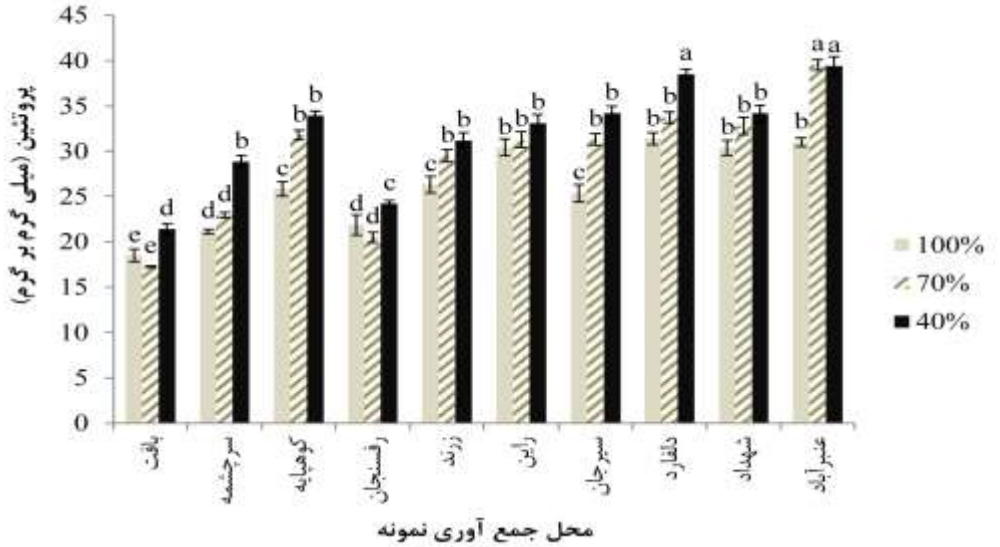
شکل ٦: مقایسه میانگین مقادیر کلروفیل b برحسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر در ده اکوتیپ گیاه *Teucrium Polium*، رشد یافته تحت شرایط فاقد تنش، تنش ۷۰٪ و تنش ٤٠٪ خشکی، جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف



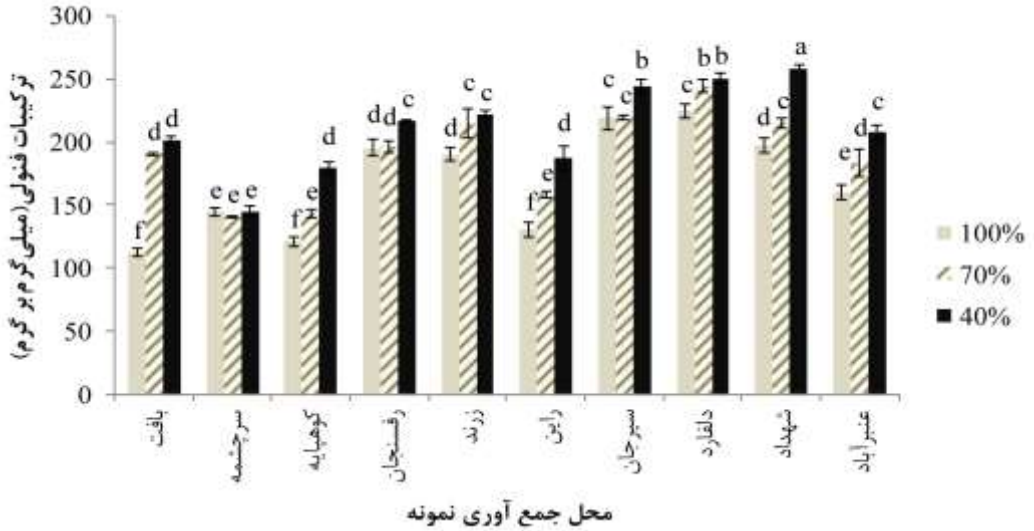
شکل ۷: مقایسه میانگین مقادیر کلروفیل کل برحسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر در ده اکوتیپ گیاه *Teucrium Polium*، رشد یافته تحت شرایط فاقد تنش، تنش ۷۰٪ و تنش ٤٠٪ خشکی، جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف



شکل ۸: مقایسه میانگین مقادیر پروتئین برحسب میلی‌گرم بر گرم در ده اکوتیپ گیاه *Teucrium Polium*، رشد یافته تحت شرایط فاقد تنش، تنش ۷۰٪ و تنش ٤٠٪ خشکی، جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف



شکل ۹: مقایسه میانگین مقادیر پرولین برحسب میلی‌گرم بر گرم در ده اکوتیپ گیاه *Teucrium Polium*، رشد یافته تحت شرایط فاقد تنش، تنش ۷۰٪ و تنش ٤٠٪ خشکی، جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف



شکل ۱۰: مقایسه میانگین مقادیر ترکیبات فنولی بر حسب میلی‌گرم بر گرم در ده اکوتیپ گیاه *Teucrium Polium*، رشد یافته تحت شرایط فاقد تنش، تنش ۷۰٪ و تنش ٤٠٪ خشکی، جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف

بحث

بر اساس نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین‌ها، افزایش تنش خشکی منجر به کاهش معنی‌دار صفات مورفولوژیکی اندام هوایی شد. تنش خشکی به‌عنوان یک عامل ایجاد کننده اختلال در گیاه برروی پارامترهای رشد گیاه نیز اثر می‌گذارد. کاهش طول ساقه در شرایط تنش خشکی ناشی از کاهش تقسیم و گسترش سلولی می‌باشد. در این پژوهش نیز کاهش طول ساقه، وزن ترو خشک اندام هوایی، مشاهده شد.

در شرایط تنش خشکی، آبسیزیک اسید سبب القای توقف رشد ساقه به علت توقف ترشح پروتون‌های القا شده توسط اکسین می‌شود. یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش آماس و در

نتیجه کاهش تقسیم و توسعه سلول به ویژه در ساقه است و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی بر روی گیاهان را می توان از طول ساقه تشخیص داد (Ghazanchian et al., 2005). در بررسی اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک در آویشن نیز Babaei و همکاران (2010) به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی اثر معنی‌دار در کاهش پارامترهای رشد و عملکرد اندام رویشی از جمله ارتفاع گیاه داشت. افزایش طول ریشه نسبت به اندام هوایی منجر به افزایش توانایی گیاه به جذب آب از خاک می‌شود. رفتار ریشه گیاه متأثر از تنش رطوبتی خاک بوده و با افزایش تنش رطوبتی ریشه‌ها به دنبال رطوبت بوده و در اعماق که رطوبت بیشتری بوده است، توسعه بیشتری یافته‌اند (Rad et al., 2008).

در شرایط تنش کاهش ماده خشک می‌تواند به دلیل فشار آماس سلول ناشی از کاهش سطح برگ گیاه باشد (Lawlor and Cornic 2002). با بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد بوته و اسانس گیاه مرزه توسط Bahernik و همکاران (2007) به این نتیجه رسیدند که وزن تر و خشک کل گیاه تحت تنش کاهش یافته است. یکی از دلایل اصلی کاهش وزن گیاه آسیب دیدن غشاء سلولهای گیاهی می‌باشد که باعث از دست دادن آب گیاه و یا کاهش در جذب آب می‌شود و احتمالا به دلیل همین تغییر در وضعیت آبی است که بیوماس نیز کاهش می‌یابد (Mokhtari and brothers 2011).

میزان کلروفیل یک ویژگی مهم برای فهم چگونگی پاسخ گیاه به محیطی است که در آن به سر می‌برد. در واقع دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت شرایط تنش از جمله شاخص های فیزیولوژیکی مقاومت به تنش است اندازه‌گیری محتوای کلروفیل در شرایط تنش، معیار خوبی از میزان تحمل گیاه می‌باشد. در این پژوهش اثر تنش خشکی بر میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل در گیاه کلپوره در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید. به‌طوری‌که با افزایش تنش غلظت کلروفیل به میزان قابل توجهی کاهش یافت. یکی از دلایل کاهش کلروفیل طی تنش خشکی را می‌توان اینگونه بیان کرد که تنش خشکی منجر به تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود که این نیز به نوبه خود باعث تجزیه و در نتیجه کاهش رنگدانه‌ها می‌شود (Sairam et al., 2001). طی تنش، کلروفیل ها درکلروپلاست تجزیه و ساختارهای تیلاکوئید ناپدید می‌شود. Movahedi و همکاران (2004) اندازه‌گیری محتوای کلروفیل در گلرنگ را به عنوان شاخصی از میزان تحمل به تنش خشکی اندازه‌گیری کردند. KhoLova و همکاران (2011) با مطالعه اثر تنش خشکی بر محتوای کلروفیل در ارقام مختلف ارزن، بیان کردند که محتوای کلروفیل برگ در تمام ارقام کاهش معنی‌داری نشان داد همچنین Arazmjo و همکاران (2010) با مطالعه بر روی بابونه نشان دادند که با افزایش کمبود آب از میزان کلروفیل کاسته می شود.

تنش خشکی همچنین با افزایش برخی تنظیم کننده‌های رشد نظیر اتیلن و آبسیزیک اسید، فعالیت کلروفیلاز را تحریک و باعث تجزیه کلروفیل می‌گردد.بنابراین کاهش مقدار کلروفیل مشاهده شده در این تحقیق احتمالا می‌تواند به‌دلیل کاهش سنتز کلروفیل و افزایش تجزیه آن باشد (Sairam et al., 2001).

همچنین براساس این پژوهش با شدید شدن تنش مقدار کل پروتئین در بخش‌های هوایی کاهش می‌یابد که این روند با افزایش پرولین همراه است این نتایج با گزارش اعلام شده توسط Alfocea

و همکاران (1993) برروی گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) و مطالعات Hanson و Hitz (2000) بر روی گیاه ذرت (*Zea mays* L.) و مطالعات Yamada و Fukutoku (2003) روی گیاه سویا (*Glycine max* L.)، همخوانی دارد. در واقع تجمع پرولین در اثر تنش خشکی یک واکنش عمومی است که به علت ساخت پرولین در بافت‌ها (Schonfeld et al., 1998)، ممانعت از اکسیداسیون پرولین و جلوگیری از شرکت پرولین در ساخت پروتئین‌ها صورت می‌گیرد (Pedrol et al., 2000). Safikhani و همکاران (2007) نیز در بررسی تأثیر تنش خشکی بر گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) گزارش کردند که تنش رطوبتی باعث افزایش پرولین شد همچنین Babaei و همکاران (2010) نیز در بررسی اثر تنش خشکی بر میزان پرولین در آویشن به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی اثر معنی‌داری بر انباشت پرولین داشته و میزان آن را افزایش داده است. تحت شرایط نامساعد محیطی مثل تنش خشکی گونه‌های فعال اکسیژن تولید و تجمع می‌یابند.در پی آن افزایش H_2O_2 منجر به افزایش اکسیداسیون پروتئین‌ها می‌شود. خشکی عامل کاهش فعالیت روبیسکو و همچنین مقدار آن در گیاه می‌باشد. رادیکالهای فعال اکسیژن با تغییر موقعیت اسیدهای آمینه در رشته‌های پروتئین باعث تسهیل تاثیر آنزیمهای تجزیه کننده پروتئین‌ها گردیده و بنابراین یکی از دلایل کاهش محتوای پروتئین در گیاهانی که در معرض خشکی هستند تولید رادیکالهای آزاد اکسیژن می‌باشد (Somogy 1952).در طی تنش خشکی، انتقال مواد به علت کاهش آب قابل دسترس، منجر به تغییر غلظت برخی از متابولیت‌ها می‌شود. از سوی دیگر میزان محلولهای سازگار به خشکی نظیر قندها و پرولین افزایش می یابد (During 1992).

تنش شدید خشکی سبب افزایش ترکیبات فنلی در برگها می‌شود.به نظر می‌رسد گیاه در زمان تنش خشکی به علت تضعیف سیستم ایمنی، ترکیبات فنلی را افزایش داده تا بتواند واکنش‌های دفاعی مناسبی را در برابر حمله میکروارگانیسم‌ها در پیش بگیرد (Salisbury and Ross 1991).

نتیجه‌گیری

گیاهان دارویی به عنوان مجموعه ای از گیاهان با ارزش اقتصادی بالا می‌توانند در شرایط کمبود آب تولید سرمایه بیشتری نسبت به آب مصرفی در مقابل دیگر محصولات داشته باشند. در حال حاضر با بررسی‌های صورت گرفته تحقیقی که اثر خشکی را روی گیاه دارویی کلپوره مورد مطالعه قرار داده باشد منتشر نشده است. در تحقیق حاضر می‌توان چنین گفت که گیاه کلپوره نسبت به تنش خشکی پاسخ‌های سازشی مناسبی را در پیش گرفته است تا از صدمات ناشی از آن محفوظ بماند. بطور کلی براساس نتایج این تحقیق گیاه کلپوره با بکارگیری برخی مکانیسمهای دفاعی از قبیل کاهش ارتفاع گیاه، تجمع پرولین و پروتئین در اندامهای هوایی به عنوان مواد آلی تنظیم کننده فشار اسمزی واکنش مناسبی در مقابل تنش خشکی نشان داده است. با این‌حال پیشنهاد می‌گردد که واکنش گیاه مذکور به تنش خشکی و سایر تنش های غیرزیستی در شرایط مزرعه بررسی شود.

Refrences

Alfocea, F.P., Estan, M.T., Crus, A.S. and Bolarin, M.C. (1993). Effect of salinity on nitrate, total nitrogen, soluble protein and free amino acid levels in tomato. 68: 1021-1027

Anjum, S.A., Xie, X.Y., Wang, L.C., Saleem, M.F., Man, C. and Lei, W.

(2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African journal of Agricultural Research 6: 2026-2032.

Arazmjo, A., Heidari, M. and Ghorbani, A. (2010). The effect of water stress and three sources of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 4: 482-494.

Babaei, K., Amini, M., Modares sanavi, A. and Jabbari, R. (2010). The effect of drought stress on morphological traits, proline content and thymol content in (*Thymus vulgaris* L.) thyme. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 2: 239-251.

Baghizadeh, A., Haj Mohammad Rezaei, M., Tohidi, Z. (2019). Evaluation of interaction effect of drought stress with ascorbate and salicylic acid on the activity of some antioxidant enzymes and flavonoids in *Hibiscus esculentus* L. Journal of Cellular and Molecular Research (Iranian Journal of Biology). 33(1): 142-152.

Bahernik, Z., Mirza, M., Abbaszadeh, b. and Naderi, M. (2007). The effect of drought stress on some metabolic processes of violet. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 3: 322-315.

Banayan aval, M.F., Khani Nejad, S.F., Ghorbani, S. and Arefi, A. (2011). Evaluation of oscillation of some plant production components in medicinal plants, Iranian Agricultural Research 9: 378-368

Bates, L.S., Waldren, R.P., and Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 29:205-207.

Biglouie, M.H., Assimi, M.H. and Akbarzadeh, A. (2010). Effect of water stress at different stages on quantity and quality traits of Virginia (flue cured) tobacco type. Plant Soil Environment. 2: 67-75.

Buchanan-Wollaston, V. Earl, H.J., Harrison, E., Mathas, E., Navabpour, S., Page, T. (2003). The molecular analysis of leaf senescence a genomics approach. Plant Biotechnol. 1:3–22.

During, H. (1992). Evidence for osmotic adjustment to drought in grapevines (*Vitis vinifera* L.). Vitis .23: 1-10

Ghazanchian, A., Khoshkholq Sima, N., Malboubi, M.A. and Majidi, A. (2005). Investigation of the effect of drought stress and re-irrigation in the early vegetative stages of permanent grasses in the cold season after establishment, Iranian Journal of Natural Resources. 58: 230-21

Hanson, A.D. and Hitz, W.D. (2000). Metabolism response of mesophytes to plant water deficits. 33: 163-203

Hasani, A. and Omidbeigi, R. (2004). Effect of water stress on some morphological, physiological and metabolical traits in basil (*Ociumum Basilicum*). Journal Agricult. Sci. 12: 47-59.

Honsdorf, N., March, T.J., Hecht, A., Eglinton, J., and Pillen, K. (2014). Evaluation of juvenile drought stress tolerance and genotyping by sequencing with wild barley introgression lines. Mol Breeding. 34(3): 1475-95.

Khan, A.S., UL-Allah, S. and Sadique, S. (2010). Genetic variability and correlation among seedling traits of Wheat (*Triticum sativum*) under water stress. International Journal of Agricultur and Biology. 12(2): 249-250

Katiyar, C., Gupta, A., Kanjilal, S., Katiyar, S. (2012). Drug discovery from plant sources: An integrated approach. Ayu 33, 10-19.

Kholova, J., Hasan, C.T.M., Khocova, M. and Vadie, V. (2011). Doesa terminal drought tolerance QTL contribute to differences in ROS scavenging enzymes and photosynthetic pigments in pear millet exposed to drought. Journal of Environmental and Experimental Botany. 71: 199-106

Lawlor, D.W. and Cornic, G. (2002). Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plant, cell and Environment. 25: 275-249

Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of

photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology. 148: 350-382

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J. and Rand, R J. (1951). Protein measurmont with the folin phenol reagent.J.Biol. Chem. 193: 256-273

Misra, A. and Sricastatva, N.K. (2000). Influence of water stress on Japanese mint. J. Herbs Spices Med. Plants 7: 51-58.

Mokhtari, A. and brothers, R. (2011). The effect of drought stress on some growth indices of Satureja hortensis, Regional Conference on Crop Ecophysiology. Shushtar.

Movahedi Dehnavi, M., Modares sanavi, A., Soroushzadeh, A., and Jalali, M. (2004). Changes in proline, total soluble sugars, chlorophyll (SPAD) and fluorescence in autumn safflower cultivars under drought stress and foliar application of zinc and manganese. Desert Magazine 9: 93-109

Moustapha, C., Hasen, T., Waleed, M., Sadaka, M. (2011). Chemical constituents of Teucrium polium L. var. mollissimum Hand-Mazz. Jordan J. Chem. 6: 339-345.

Patel, B.S., Sadaria, S.G. and Petal, J.C. (1996). Influence of irrigation, nitrogen and phosphorus on yield, nutrient uptake and water-use efficiency of blond psyllium (*Plantago ovate*). Indian Journal of Agronomy. 41: 136-139.

Pedrol, N., Ramose, P. and Riegosa, M.J. (2000). Phenotypic plasticity and acclimation to water deficits in vevet-grass: a long-term greenhouse experiment.

Rad, M.H., Mir Hosseini, S.R., Meshkat, M.A. and Soltani, M. (2008). The effect of soil moisture on the development of Haloxylon spp., Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 16: 112-123

Reddy, A.R., Chaitanya, K.V. and Vivekanandan, M. (2004). Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology 161: 1189-1202

Safarnejad, A. (1996). Improwment in salt and drought tholerance in alfalfa (*Meticago sativa* L.) using tissue culture and molecular genetic tenchnique Ph.D thesis university of liverpol.

Safikhani, F., Heidari Sharifabad, H., Siadat, S.A., Sharifi Ashurabadi, A., Seyed Nia, S.M., Abbas Zadeh, B. (2007). The effect of drought stress on the percentage and yield of essential oil and physiological characteristics of *Dracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 23: 99-88

Sairam, R.K., Deshmukh, P.S. and Saxena, D.C. (2001). Role of antioxidant Systemes in wheat genotype tolerance to water stress. Biologia Plantarum. 41(3): 387-394

Salisbury, F.B., and Ross, C.B. (1991). Plant Physiol. 316-321

Schonfeld, M.A., Johnson, R.C., Carver, B.F. and Monhinweg, D.W. (1998). Water relation in winter wheat as drought resistance indicators. Crop Science. 28: 526-531.

Sodaii Zadeh, H., Shamsaie, M., Tajamoliyan, M., Mirmohammady maibody, A.M., Hakim zadeh, M.A. (2016). The Effects of Water Stress on some Morphological and physiological Characteristics of Satureja hortensis. J. plant proc. func 5 (15): 1-12.

Somogy, M. (1952). Notes on sugar determination. Jurnal of Biological Chemistry. 195: 19-29.

Sonald, S.F., and Laima, S.K. (1999). Phenolics and cold tolerance of Brassica napus. Plant Agriculture. 1: 1-5.

Shakirova, F.M., and Sahabutdinova, D.R. (2003). Changes in the hormonal status of wheat seedling induced by salicycilic acid and salinity. Plant Science. 164: 317-322.

Tazikehmiyandare, M., Niyakan, M., and Ahmadigosefidi, M. (2012). Effect of pretreatment of salicylate on the growth and photosynthetic pigments parameters of peppermint *(Mentha piperita* L.) under different levels of stiffness. Journal of Plant Science Research. 28(4): 654-663.

Tavakoli Saberi, M. and Sedaghat, H. (1992). Medicinal plants. Golshan Publications.

Tran, P.L., Lowry, N., Campbell, T., Reid, T.W., Webster, D.R., Tobin, E., Aslani, A., Mosley, T., Dertien, J., Colmer-Hamood, J.A., and Hamood, A.N. (2012). An organoselenium compound inhibits Staphylococcus aureus biofilms on hemodialysis catheters in vivo. Antimicrob. Agents Chemother. 56: 972-978.

Ulubelen, A., Topcu, G., and Sonmez, U. (2000). Chemical and biological evaluation of genus Teucrium. Stud. Nat. Prod. Chem. 23: 591-648.

Wehner, G., Balko, C., Enders, M., Humbeck, K., and Ordon, F. (2015). Identification of genomic regions involved in tolerance to drought stress and drought stress induced leaf senescence in juvenile barley. BMC Plant Biol. 15:125-250

Yamada, Y., and Fukutoku, Y. (2003). Effect of water stress on soybean stress. Soybean in tropical and sub tropical cropping system. 48: 373-382

Yaniv, Z., and Palevitch, D. (1982). Effect of drought on secondary metabolites of medicinal and aromatic plants- areview. In: Cultivation and utilization of medicinal plants. Research Laboratory (CSIR). 1-12.

Journal of Plant Environmental Physiology, Serial 62, 16th year, Number 2, Summer 2021

Evaluation and comparison of ten ecotypes of *Teucrium polium* L. in tolerance to drought stress

Tohidi, Z.[1], Sobhanian, H.[1]*, Baghizadeh, A.[2]

[1]Department of Biology, Payam-e Noor University, Tehran, Iran

[2]Department of Biotechnology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran

Received date: 2020/10/10 Accepted date: 2020/11/28

Abstract

Medicinal plants, as important agricultural products, can be considered as the greatest national wealth for any country because of their vital role in promoting national goals for health and also as genetic treasures. Having a diversity of climates, Iran has a great variety of medicinal plants. Detecting the growth status of medicinal plants under drought stress conditions can lead to the cultivation of resistant plants in dry or semidry areas. In the present study, we investigated the morphological and physiological responses of ten ecotypes of the medicinal plant *Teucrium polium* L. native to southeastern Iran under drought stress. For this purpose, a factorial greenhouse experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. In this experiment, moisture treatments of 100, 70, and 40% of field capacity were applied. Analysis of the data showed that the morphological traits under study including stem length and fresh and dry weight of shoots decreased by 5% with increasing drought stress. Drought stress also increased root length, proline content, and phenolic compounds while decreasing chlorophyll a, b, total chlorophyll, and protein contents. The highest resistance to stress was shown by ecotypes growing in Sarcheshmeh and Kuhpayeh regions and the lowest resistance was shown by plants in Shahdad and Anbarabad regions. The results of the study indicated the relative resistance of this plant to drought stress. Therefore, it is a very suitable medicinal plant for cultivation in dry and low water areas of Iran. Among the studied ecotypes, the plants of Sarcheshmeh and Kuhpayeh regions responded 40% better to drought stress conditions and cultivation of these ecotypes in stressed areas can be recommended with more confidence.

Keywords: Drought stress, Morphological traits, Physiological traits, Proline content, Protein content, *Teucrium polium*.

*Corresponding author; motif3000@yahoo.com