

## اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، پرولین، قندهای محلول و عملکرد ترخون (*Artemisia dracunculus* L.)

محبوب لطفی<sup>۱\*</sup>، بهلول عباسزاده<sup>۲</sup> و مهدی میرزا<sup>۳</sup>

\*- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

پست الکترونیک: mahboblotfi@yahoo.com

۲- استادیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۳- دانشیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۱

تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۰

### چکیده

در این تحقیق اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، انباشت متابولیت‌های سازگاری پرولین، قندهای محلول و عملکرد گیاه ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) در راستای ارزیابی امکان تولید گیاه ترخون به‌عنوان یک گیاه دارویی در شرایط تنش خشکی و تعیین آستانه تحمل تنش بررسی گردید. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای تنش شامل T<sub>1</sub> (۱۰٪ ظرفیت زراعی)، T<sub>2</sub> (۸۰٪ ظرفیت زراعی)، T<sub>3</sub> (۶۰٪ ظرفیت زراعی) و T<sub>4</sub> (۴۰٪ ظرفیت زراعی) بودند. نتایج تجزیه آماری نشان داد که تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، عملکرد اندام هوایی، پرولین و قندهای محلول اثر معنی‌دار داشت. افزایش تنش موجب کاهش ارتفاع گیاه، قطر تاج پوشش، طول، عرض و سطح برگ، قطر ساقه، طول بلندترین ساقه جانبی، طول و گسترش سطحی ریشه، عملکرد ساقه و برگ خشک شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه، قطر تاج پوشش، طول، عرض و سطح برگ، قطر ساقه، طول بلندترین ساقه جانبی، طول و گسترش سطحی ریشه، عملکرد ساقه و برگ خشک در تیمار T<sub>1</sub> (تیمار شاهد) و بیشترین میزان پرولین و قندهای محلول و گستردگی سطحی ریشه در تیمار T<sub>4</sub> (FC ۴۰٪) مشاهده شد؛ در نتیجه تنش خشکی بر بیشتر صفات مورفولوژیک و عملکرد سرشاخه‌گلدار و برگ اثر منفی داشت، اما موجب افزایش طول ریشه، میزان پرولین و قندهای محلول در اندام‌های هوایی گردید.

واژه‌های کلیدی: ترخون (*Artemisia dracunculus* L.)، کمبود آب، صفات مورفولوژیک، قندهای محلول، پرولین.

### مقدمه

بخش می‌شوند. گل‌ها در گل‌آذین کوچک و مجتمع به‌صورت خوشه هستند. رنگ گل‌ها زرد یا قهوه‌ای تیره است. ریشه دارای ریزوم است (زرگری، ۱۳۷۵). ترخون اولین بار در مناطق جنوبی روسیه و سبیری دیده شده‌است (Rodway, 1979) و بیشتر در مناطقی کشت می‌شود که

گیاه ترخون (*A. dracunculus* L.) از رده دولپه‌ای‌ها، زیر رده پیوسته گلبرگان، راسته گل مینا و تیره کاسنی می‌باشد. گیاهی پایا، به ارتفاع ۰/۳ تا ۱ متر می‌باشد. برگ‌های ساده به رنگ سبز درخشان و در قاعده سه

قندساز محسوب می‌گردد. پرولین روی حلالیت پروتئین‌های مختلف و حفاظت از آلبومین اثر می‌گذارد و مانع تجزیه آنها می‌گردد. همچنین به‌عنوان یک منبع انرژی و یک اسید آمینه قابل استفاده خواهد بود. از طرف دیگر تنش رطوبتی سبب تجمع مواد سمی از جمله یون آمونیم می‌گردد. پرولین مانع اثر تخریبی این ماده سمی روی ترکیب‌های لازم برای گیاه می‌شود (شیرانی‌راد، ۱۳۷۰). این تحقیق در راستای ارزیابی امکان تولید گیاه ترخون به‌عنوان یک گیاه دارویی در شرایط تنش خشکی و تعیین آستانه تحمل تنش بررسی گردید.

### مواد و روشها

آزمایش در سال ۱۳۸۸ در مزرعه گیاهان دارویی در ایستگاه تحقیقاتی البرز کرج، در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و ۵۱ درجه شرقی، در ارتفاع ۱۳۲۰ متری از سطح دریا انجام شد. متوسط بارندگی منطقه حدود ۲۳۵ میلی‌متر و دمای متوسط ۲۱/۵ درجه سانتی‌گراد بود. قالب طرح مورد استفاده بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بود. ابعاد هر کرت ۲×۵ مترمربع، فاصله پشته‌ها از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته در روی خط ۳۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین بلوک‌ها از یکدیگر ۳ متر و فاصله بین کرت‌ها در یک بلوک ۲/۵ متر بود. آرایش بوته‌ها در داخل کرت به حالت ضربدری یا لوزی‌شکل بود. فاصله بین بلوک‌ها از یکدیگر ۳ متر و فاصله کرت‌ها از یکدیگر ۲/۵ متر بود. پس از آماده کردن زمین، در فصل بهار اقدام به کشت نشاء در زمین اصلی گردید. در هفته دوم پس از کاشت، تا استقرار گیاهان به‌طور مرتب هر هفته ۲ بار آبیاری گردیدند و نیز در هفته دوم بعد از کاشت اقدام به واکاری شد. برای کلیه کرت‌ها

از هوای گرم و آفتابی برخوردار باشد. آبیاری برای این گیاه در مرحله تشکیل شکوفه‌ها ضروریست. خاک مناسب برای کشت ترخون خاک‌های با بافت متوسط (شنی-رسی) و با ضخامت زیاد لایه سطحی می‌باشد (Stepanovic et al., 1986). از موارد استفاده ترخون، می‌توان به عطردهی سبزیجات، خوشبوکننده خمیردندان و کاهش اثر خواب‌آلودگی داروها اشاره کرد. در فصل بهار نشاهای ترخون را از خزانه به زمین اصلی منتقل کرده و در عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر در زمین اصلی کشت می‌کنند (امیدبیگی، ۱۳۸۶). ترخون در طول رویش به آب کمی نیاز دارد. آبیاری برای این گیاه در مرحله تشکیل شکوفه و پس از برداشت محصول، برای شروع رشد چین بعدی ضروریست (امیدبیگی، ۱۳۸۶). محصول ترخون را می‌توان در چند چین در سال برداشت کرد. اولین برداشت در مرحله گل‌دهی انجام می‌گیرد. گیاهان باید از فاصله ۷ تا ۸ سانتی‌متر از سطح زمین برداشت شوند، زیرا حداقل چند برگ روی گیاه در زمین باید باقی بماند تا بتواند فتوسنتز کند. برداشت جهت استفاده‌هایی نظیر تازه‌خوری، خشک کردن و استخراج اسانس انجام می‌شود.

قندهای محلول گروهی از اسمولیت‌های سازگاری هستند که در داخل سلول‌های گیاهی به‌عنوان تنظیم‌کننده دخالت دارند و در زمان تنش بر محتوای این ترکیب‌ها در داخل سلول‌های گیاهی افزوده می‌شوند. این مواد محلول سازگار با واکنش‌های آنزیمی در داخل سلول تداخل نداشته و به‌عنوان محافظان اسمزی در تنش خشکی عمل می‌کنند (Buhnert et al., 1995). پرولین یکی از آمینواسیدهایی است که به‌طور معمول در پاسخ به تنش‌ها ظاهر می‌شود. گیاهان، پرولین را از گلوتامین در برگ‌هایشان سنتز می‌کنند که به‌عنوان یک اسیدآمینه

شامل ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)، طول و عرض بزرگترین برگ (سانتی‌متر)، سطح برگ تولیدی در مترمربع (سانتی‌مترمربع) توسط دستگاه LEAF AREA METER، قطر ساقه از محل گره سوم (میلی‌متر)، طول بلندترین ساقه فرعی (سانتی‌متر)، قطر بزرگ و قطر کوچک تاج پوششی (سانتی‌متر)، عملکرد سرشاخه خشک (کیلوگرم در هکتار)، طول ریشه (سانتی‌متر)، گستردگی ریشه (سانتی‌متر) با استفاده از خط‌کش و عملکرد ساقه و برگ خشک (کیلوگرم در هکتار) بودند. در مرحله گلدهی کامل، اندازه‌گیری قندهای محلول با استفاده از روش Irrigoyen و همکاران (۱۹۹۲) و پرولین با استفاده از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) از برگهای انتهایی گیاه انجام شد. داده‌های حاصل با استفاده از برنامه آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. رسم نمودارها به وسیله نرم‌افزار Excel انجام شد.

مراقبت‌های ضروری از قبیل وجین در طی دوره رویش به‌طور یکسان بعمل آمد. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی صورت انجام شد. آبیاری به‌صورت نشتی بود. در مرحله ۸ تا ۱۲ برگی، اقدام به اعمال تیمارهای تنش گردید. ابتدا کلیه کرت‌ها به‌طور یکسان و یکنواخت آبیاری شدند، سپس اقدام به برداشت نمونه خاک از عمق توسعه ریشه (از سطح خاک تا ۳۰ سانتی‌متر) گردید و به‌صورت روزانه درصد رطوبت خاک تعیین شد. در حالت ۱۰۰ ظرفیت زراعی میزان رطوبت خاک ۱۹/۹٪ وزن خشک خاک بود. تیمارهای تنش شامل آبیاری کامل  $T_1$  (۱۰۰٪-FC ظرفیت زراعی)،  $T_2$  (۸۰٪ ظرفیت زراعی)،  $T_3$  (۶۰٪ ظرفیت زراعی) و  $T_4$  (۴۰٪ ظرفیت زراعی) بودند که برای اعمال تیمارها از روش وزنی و TDR همزمان استفاده گردید. مشخصات خاک در جدول ۱ درج شده‌است. هنگام برداشت در مرحله گلدهی، دو خط از طرفین حذف و از ابتدا و انتهای هر کرت نیم متر به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. صفات مورفولوژیک

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک مربوط به مزرعه آزمایشی از عمق‌های ۱۵-۳۰ و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر در سال ۱۳۸۸

ظرفیت زراعی	کلاس	Sand %	Silt %	Clay %	P ppm	K ppm	N ppm	C %	آهک %	EC ds/m	pH	عمق محل
۱۹/۹٪	L.	۴۵	۳۰	۲۵	۱۹۷/۶	۱۰/۲	۳۸/۷	۰/۵۷	۳/۱	۰/۲۲	۸/۵	۰-۱۵
	Sa.C.L	۵۳	۲۶	۲۱	۱۷۸/۶	۷/۸	۳۲/۲	۰/۶۸	۳/۶	۰/۱۹	۸/۴	۱۵-۳۰

## نتایج

برگ، سطح برگ، عرض برگ، بلندترین ساقه جانبی، قطر بزرگ و قطر کوچک تاج پوشش، طول ریشه و گستردگی سطحی ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدولهای ۲ و ۳).

نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی بر ارتفاع گیاه، قطر ساقه اصلی، طول برگ، میزان قندهای محلول و پرولین در سطح ۵٪ و بر عملکرد سرشاخه‌گلدان، عملکرد ساقه و

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تنش خشکی بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه ترخون در سال ۱۳۸۸

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					عرض برگ	طول برگ	CV%
		عملکرد سطح برگ	عملکرد برگ	عملکرد ساقه	عملکرد سرشاخه گلدار	قطر ساقه اصلی (در گره سوم)			
بلوک	۲	۰/۰۰۸۷ **	۱۸۶۰۳۹۶ **	۲۱۷۵	۷۷۳/۰۸	۵۴۵۴۲۶	۰/۰۰۱۶	۴۳/۵۷	
تیمار (تنش)	۳	۰/۰۱۸۲ **	۱۰۱۹۰۲۶ **	۲۵۴۶۴ **	۲۶۷۳۲/۳۰ **	۱۰۵۵۲۵۲۸ **	۰/۰۰۵۱۲ *	۲۱۵/۷۷ *	
خطا	۶	۰/۰۰۲۴	۱۰۳۸/۴۸	۱۱۸۳	۱۴۶۱/۳۰	۴۰۵۹۴۸	۰/۰۱۰۴	۲۴/۵۷	
		۱۱/۹۹	۱۱/۱۲	۱۰/۰۱	۹/۸۵	۸/۶۹	۱۱/۴۲	۶/۳۸	

\*\* و \*: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ و ۵٪ می باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تنش خشکی بر برخی صفات مورفولوژیک و محلول های تنظیم کننده اسمزی

گیاه ترخون در سال ۱۳۸۸

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					بلندترین ساقه جانبی	CV%
		قطر بزرگ	قطر کوچک	طول ریشه	عرض ریشه	میزان قند		
بلوک	۲	۸۵/۷۵	۶۲/۸۵	۷۲/۴۱۰۸ **	۴۸۶/۸۶ *	۰/۰۸۳۴	۲/۶۵	۰/۲۵۲
تیمار (تنش)	۳	۱۰۹۴/۵۲ **	۱۴۲۸/۱ **	۲۷۶/۳۶ **	۱۸۹/۶۲ **	۰/۴۴۰۲۵ *	۴۶۷/۸۸ **	۰/۶۲۳۶ *
خطا	۶	۴۰/۱۹	۱۰۹/۳۶	۷/۴۱۷۵	۱۰/۲۸	۰/۰۶۶	۱۰/۳۷	۰/۱۰۶۳
		۶/۲۶	۱۱/۴۷	۷/۱۷	۵/۲۰۳	۱۹/۱۳	۵/۱۹	۱۲/۴۴

\*\* و \*: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ و ۵٪ می باشد.

۴ سانتی متر تیمار شاهد (FC ۱۰۰٪) به ۳ سانتی متر در تیمار تنش شدید (FC ۴۰٪) تنزل یافت. عرض برگ در تیمار شاهد (FC ۱۰۰٪) ۰/۵۱ سانتی متر بود، اما در تیمار تنش شدید (FC ۴۰٪) ۰/۳۳ سانتی متر گردید. سطح برگ در اثر تنش خشکی بشدت کاهش یافته و از ۴۳۵۷ سانتی متر مربع در تیمار شاهد (FC ۱۰۰٪) به ۳۰۴۰ سانتی متر مربع در تنش شدید (FC ۴۰٪) رسید. قطر ساقه اصلی از محل گره سوم در تیمار شاهد (FC ۱۰۰٪) ۱/۰۷ میلی متر بود، اما در تیمار تنش شدید (FC ۴۰٪) ۰/۷۶ میلی متر شد.

مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۴) نشان داد که با افزایش تنش خشکی عملکرد سرشاخه گلدار بشدت کاهش یافت، به طوری که عملکرد از ۹۳۳۸ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد (FC ۱۰۰٪) به ۴۸۲۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار تنش شدید (FC ۴۰٪) کاهش یافت. عملکرد برگ در تیمار شاهد (FC ۱۰۰٪) ۴۳۹ کیلوگرم در هکتار و در تیمار تنش شدید (FC ۴۰٪) ۲۱۸ کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد ساقه از ۴۹۱ کیلوگرم در تیمار شاهد (FC ۱۰۰٪) به ۲۶۲ کیلوگرم در هکتار در تیمار تنش شدید (FC ۴۰٪) رسید. طول برگ از

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک و عملکرد ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سال ۱۳۸۸

صفات میانگین							تیمارها
عملکرد سرشاخه گلدار (kg/ha)	عملکرد برگ (kg/ha)	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	سطح برگ (cm <sup>2</sup> )	عملکرد ساقه (kg/ha)	قطر ساقه اصلی (mm)	
۹۳۳۸/۲۱ a	۴۳۹/۵۱ a	۴/۰۶ a	۰/۵۱ a	۴۳۵۷/۰۶ a	۴۹۱/۳۳ a	۱/۰۷ a	FC %۱۰۰
۷۸۳۱/۹۹ b	۳۶۶/۰۷ b	۳/۶۳ b	۰/۴۲ b	۳۸۸۰/۶۶ b	۴۰۱ b	۰/۸۷ b	FC %۸۰
۵۷۳۱۵/۵ c	۳۵۰/۱۴ b	۳/۳۳ c	۰/۳۸ c	۳۳۴۲/۰۶ c	۳۹۷/۶۶ b	۰/۸۶ b	FC %۶۰
۴۸۲۶/۵۱ d	۲۱۸/۲۳ c	۳/۰۳ d	۰/۳۳ d	۳۰۴۰/۷۷ d	۲۶۲/۳۳ c	۰/۷۶ c	FC %۴۰

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف در بین میانگین‌هاست.

یافت. طول ریشه نیز در اثر تنش خشکی کاهش یافت، به طوری که در تیمار شاهد (FC %۱۰۰) ۵۱ سانتی‌متر بود، اما در تیمار تنش شدید (FC %۴۰) به ۲۹ سانتی‌متر رسید. گسترش عرضی ریشه تنها صفت مورفولوژی بود که در اثر تنش خشکی افزایش نشان داد و از ۵۶/۸۳ سانتی‌متر در تیمار شاهد (FC %۱۰۰) به ۷۳ سانتی‌متر در تیمار تنش شدید (FC %۴۰) رسید. ارتفاع گیاه در تیمار شاهد (FC %۱۰۰) ۸۷/۳۳ سانتی‌متر بود و در تیمار تنش شدید (FC %۴۰) به ۶۶/۸۶ سانتی‌متر کاهش پیدا کرد.

مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۵) نشان داد که طول بلندترین ساقه اصلی در تیمار شاهد (FC %۱۰۰) ۷۳/۳۳ سانتی‌متر بود، اما در تیمار تنش شدید (FC %۴۰) به ۴۶/۸ سانتی‌متر کاهش یافت. قطر بزرگ تاج پوشش نیز در اثر تنش خشکی کاهش یافت و از ۱۲۱ سانتی‌متر در تیمار شاهد (FC %۱۰۰) به ۷۶ سانتی‌متر در تیمار تنش شدید (FC %۴۰) کاهش پیدا کرد. قطر کوچک تاج پوشش از ۱۱۲ سانتی‌متر در تیمار شاهد (FC %۱۰۰) به ۶۱ سانتی‌متر در تیمار تنش شدید (FC %۴۰) کاهش

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک و محلول‌های تنظیم‌کننده اسمزی ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سال ۱۳۸۸

صفات میانگین						تیمارها
بلندترین ساقه اصلی (cm)	قطر بزرگ تاج پوشش (cm)	قطر کوچک تاج پوشش (cm)	طول ریشه (cm)	عرض ریشه (cm)	ارتفاع گیاه (cm)	
۷۳/۳۳ a	۱۲۱/۶۶ a	۱۱۲ a	۵۱/۶۰ a	۵۶/۸۳ c	۸۷/۳۳ a	FC %۱۰۰
۷۱/۱۳ b	۱۰۸/۳۳ b	۱۰۰/۳ b	۳۷/۱۰ b	۵۶۷/۴۶ c	۷۹/۷۳ b	FC %۸۰
۵۷ c	۹۶/۶۶ c	۹۱/۳ c	۳۳/۴ c	۵۹/۹۰ b	۷۶/۴۶ c	FC %۶۰
۴۶/۸۰ d	۷۶/۳۳ d	۶۱ d	۲۹/۶۶ d	۷۳/۳۳ a	۶۶/۸۶ d	FC %۴۰

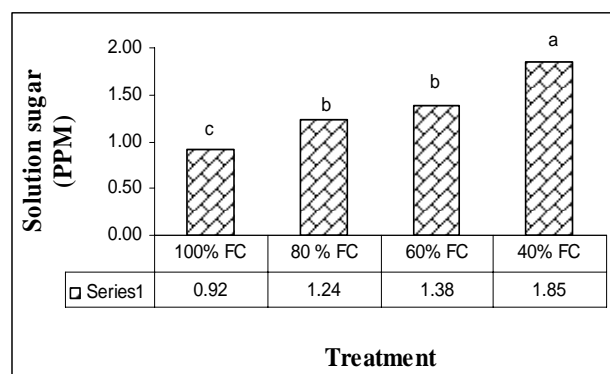
حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف در بین میانگین‌هاست.

در سطح ۱٪ وجود داشت. البته بین عملکرد سرشاخه با عرض برگ، سطح برگ، عملکرد ساقه، عملکرد برگ، ارتفاع گیاه، قطر بزرگ و کوچک تاج پوشش در سطح ۱٪ و با طول ریشه در سطح ۵٪ همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت. همچنین بین سرشاخه گلدار با عرض ریشه در سطح ۵٪ و با قندهای محلول و پرولین در سطح ۱٪ همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده گردید. در ضمن بین طول ریشه با قندهای محلول و پرولین همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده گردید (جدول ۶).

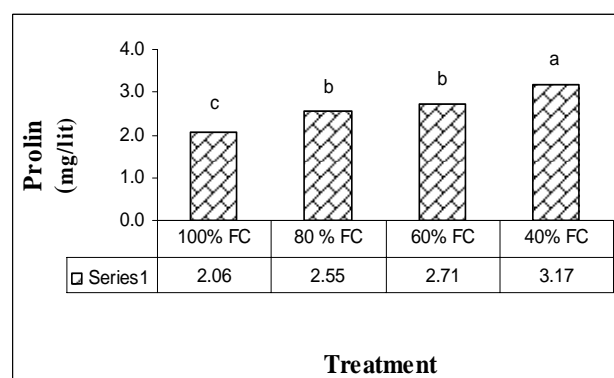
### بحث

همان‌طور که نتایج این بررسی نشان داد تنش خشکی بر بیشتر صفات مورفولوژیک اثر منفی داشت. یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب کاهش تورژسانس سلول و کاهش سطح تعرق‌کنندگی گیاه می‌باشد، در این شرایط جذب مواد غذایی کند شده و رشد و توسعه سلول‌ها در اندام هوایی برگ و ساقه کم شده و ارتفاع و نیز حجم اندام هوایی گیاه کاهش می‌یابد. بنابراین با افزایش تنش خشکی طول برگ، عرض برگ و نیز سطح برگ کاهش می‌یابد، کاهش سطح برگ یعنی کاهش سطح اندام فتوسنتزکننده و زمانی که سطح برگ کاهش یافت به‌طور مسلم سایر اندام‌ها نیز تحت تأثیر کاهش فتوسنتز، کاهش خواهند یافت. مشاهده گردید که کاهش عملکرد سرشاخه گلدار دقیقاً به دلیل کاهش اجزای تشکیل‌دهنده آن است. عملکرد سرشاخه گلدار در تیمارهای تنش ملایم ۸۰٪ و ۶۰٪ ظرفیت زراعی را نشان داد که گیاه ترخون در سال اول کشت به شدت به کمبود رطوبت حساس بوده و در اثر تنش خشکی عملکرد اندام هوایی آن کاهش خواهد یافت.

مقایسه میانگین قندهای محلول (شکل ۱) نشان داد که مقدار قندهای محلول در اثر تنش خشکی افزایش یافت، به‌طوری که در تیمار شاهد (FC ۱۰۰٪) ۰/۹۲ میلی‌گرم بر لیتر بود، اما در تیمار تنش شدید (FC ۴۰٪) به ۱/۸۴ میلی‌گرم بر لیتر رسید. میزان پرولین نیز همانند قندهای محلول در اثر خشکی افزایش یافت و از ۲/۰۶ میلی‌گرم بر لیتر در تیمار شاهد (FC ۱۰۰٪) به ۳/۱۶ میلی‌گرم بر لیتر در تیمار تنش شدید (FC ۴۰٪) رسید.



شکل ۱- اثر تنش خشکی بر قندهای محلول گیاه ترخون (۱۳۸۸)



شکل ۲- اثر تنش خشکی بر پرولین گیاه ترخون (۱۳۸۸)

نتایج حاصل از همبستگی ساده صفات نشان داد که بین عرض برگ با سطح برگ و عملکرد برگ همبستگی مثبت

همبستگی ساده صفات مورفولوژیک و محلول‌های تنظیم‌کننده اسمزی ترخون (*Artemisia dracunculus L.*)

پرویلین	قندهای محلول	عرض ریشه	طول ریشه	قطر کوچک	قطر بزرگ	بلندترین شاخه جانبی	ارتفاع گیاه	قطر ساقه اصلی	عملکرد سرشاخه	عملکرد ساقه	عملکرد برگ	سطح برگ
											۱	۰/۷۵ **
											۱	۰/۶۶ *
									۱	۰/۹۸ **	۰/۹۸ **	*۰/۷۲
								۱	۰/۶۸ *	۰/۷۴ **	۰/۶۶ *	۰/۴۵ ns
							۱	۰/۷۱ **	۰/۸۵ **	۰/۸۲ **	۰/۸۳ **	۰/۷۴ **
						۱	۰/۸ **	۰/۷۴ **	۰/۸۴ **	۰/۸۱ **	۰/۸ **	۰/۵۸ *
					۱	۰/۹ **	۰/۷۱ **	۰/۸ **	۰/۸۴ **	۰/۸۵ **	۰/۷۹ **	۰/۴۵ ns
				۱	۰/۹ **	۰/۸۶ **	۰/۸ **	۰/۸۱ **	۰/۸۵ **	۰/۸۷ **	۰/۸۱ **	۰/۴۷ ns
			۱	۰/۶۲ *	۰/۷۱ **	۰/۹ **	۰/۷۲ **	۰/۷۱ **	۰/۷۹ *	۰/۷۷ **	۰/۷۷ **	-۰/۶۸ *
		۱	۰/۱۷ ns	۰/۵۲ ns	۴۷/۰ ns	-۰/۷۵ **	-۰/۵۸ *	-۰/۷۲ ns	-۰/۶۳ *	-۰/۶۳ *	-۰/۶۲ *	۰/۵۱ ns
	۱	۰/۲ ns	-۰/۷۳ **	-۰/۶۳ *	۰/۷۸ **	۰/۴۷ ns	-۰/۵۷ ns	-۰/۴۷ ns	-۰/۷۴ **	-۰/۷ *	-۰/۷۲ **	-۰/۳۲ ns
۱	-۰/۶ *	۰/۴ ns	-۰/۷۳ **	-۰/۵۹ *	-۰/۵۳ ns	-۰/۶۸ *	-۰/۸۷ **	-۰/۵۴ ns	-۰/۸ **	-۰/۷۳ **	-۰/۸۴ **	-۰/۷۹ *

معنی دار در سطح ۰/۵٪ و ۰/۱٪ می‌باشد.

همکاران، ۱۳۸۹)، نعناع فلفلی (Alkire & Simon, 1993)، ریحان (Refaat & Saleh, 1997) و زیره سبز (کاظمی سعید، ۱۳۸۱) نتایج مشابه با نتایج این تحقیق گزارش گردید. در برخی از تحقیقات علت کاهش قطر ساقه را به دلیل کاهش تورژسانس سلول در اثر افزایش تنش و کاهش رشد و توسعه سلول به ویژه در ساقه گزارش نموده‌اند (Alkire & Simon, 1993). همبستگی بین صفات نیز نشان داد که سهم برگ در افزایش عملکرد سرشاخه گلدار بیشتر از بقیه صفات بود؛ البته از روابط حاکم در جدول همبستگی مشاهده می‌شود که تیمارهایی که از طول برگ بیشتری برخوردار هستند، عرض برگ و در نتیجه سطح برگشان نیز بیشتر خواهد بود. در ضمن بین طول ریشه با قندهای محلول و پرولین همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده گردید؛ زیرا پرولین و قندهای محلول به‌عنوان محلول‌های سازگاری در شرایط تنش خشکی و سایر تنش‌ها افزایش می‌یابند تا از کمبود آب و خروج آب از سلولها جلوگیری بعمل آورند. از طرفی وقتی گیاه با تنش خشکی مواجه گردید، ریشه یکی از اندام‌های است که شروع به گسترش می‌کند تا سطح جذب‌کننده گیاه را افزایش دهد، در نتیجه هر چه طول ریشه گسترش می‌یابد قدرت جذب آب افزایش یافته و اثر تنش خشکی کم می‌شود و در نتیجه مقدار پرولین و قندهای محلول در گیاه کاهش می‌یابد که این نتیجه با نتایج عباس‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) روی پونه بادرنجبویه و عباسقلی‌زاده (۱۳۹۰) روی پونه‌سای البرزی مطابقت داشت. گزارش شده که تنظیم‌کننده‌های اسمزی در غلظت‌های کم در پاسخ به تنش وظیفه حفاظت از ماکرومولکول از طریق تثبیت ساختارهای سه‌تایی پروتئین را دارند (Zhu, 2001). البته در واکنش به تنش، وضعیت کربوهیدرات‌های برگ تغییر پیدا می‌کند و ممکن است علائم متابولیکی در واکنش

محدود شدن طول ساقه‌های جانبی در شرایط تنش خشکی را می‌توان به‌عنوان مکانیسم سازگاری در نظر گرفت، زیرا در مواقع بحرانی مانند کم‌آبی، گیاه تلاش می‌کند رشد رویشی خود را سریع‌تر تمام کرده تا به مرحله زایشی و گلدهی برسد تا بقای نسل خود را حفظ کند. همچنین مشاهده گردید که در اثر تنش خشکی سطح جذب‌کننده گیاه به‌صورت عرضی گسترش یافت که علت این گسترش می‌تواند به مسئله آبیاری و زهکشی مناسب خاک و خارج شدن آب از طریق عمق خاک از دسترس گیاه باشد که ریشه برای تأمین رطوبت مورد نیاز به‌صورت عرضی گسترش یافته‌است. همچنین گزارش شده که تنش خشکی به‌طور عمده منجر به کاهش اکسیژن‌رسانی به ریشه‌ها می‌شود و ریشه‌ها نمی‌توانند وظایف اصلی مثلاً جذب مواد غذایی و تنفس را به خوبی انجام دهند و به همین دلیل گسترش سطحی ریشه افزایش می‌یابد (Mahajan & Tuteja, 2005). نتایج تحقیقات حکایت از آن داشت که افزایش تنش خشکی در گیاهان مختلف موجب کاهش طول برگ، عرض برگ، طول ساقه‌های جانبی و عملکرد ماده خشک گردید. در گیاه بادرشبو (حسنی، ۱۳۸۵) تنش خشکی کلیه اندام‌های هوایی را کاهش داد. گیاه مریم‌گلی در اثر تنش خشکی طول برگ و عرض برگ کاهش نشان داد (Bettaieb et al., 2009)، در تحقیقات Farooqi و همکاران (۱۹۹۹) در سنبل هندی (*Symbopogon martini*) سطح برگ نسبت به شاهد افت کرد، در بررسی Ogbonnaya و همکاران (۱۹۹۸) در کنف در اثر تنش، طول شاخه جانبی کم شد. در آزمایش Sreevolli و همکاران (۲۰۰۰) بر روی گیاه *Petriwinkle medicina L.* عملکرد خشک برگ و در گیاه به‌لیمو (ابرسنجی و همکاران، ۱۳۸۴) عملکرد اندام هوایی در اثر تنش خشکی کاهش پیدا کرد. در گیاه آویشن (بابایی و



خشکی در برگ‌های بسیاری از گیاهان زراعی صورت می‌گیرد (Nayyar & Walia, 2003). افزایش پرولین در اثر تنش خشکی در تحقیقات Alian و همکاران (۲۰۰۰) در چهار رقم گوجه‌فرنگی، و بابایی و همکاران (۱۳۸۹) در فلفل گزارش گردیده‌است. گیاهان در محیط به‌طور دائم در تنش بسر می‌برند و تمامی فرایندهای مهم مانند تغذیه، فتوسنتز، باز و بسته شدن روزنه‌ها، تنفس و رشد و نمو تحت تأثیر آب قرار می‌گیرند؛ البته گیاهان برای سازگاری با این شرایط، تغییرات مورفولوژیک و بیوشیمیایی در ساختار و ترکیب‌ها و فرایندهای شیمیایی ایجاد کرده تا با این تنش‌ها مقابله کنند. نتایج این تحقیق نشان داد با توجه به تحمل مناسب گیاه ترخون (دائمی) نسبت به خشکی، امکان کشت و کار گسترده این گیاه در مناطق مختلف سردسیری با کم آبیاری (آبیاری در فصول گرم) و مناطقی با بارندگی متوسط به‌صورت دیم وجود دارد. بنابراین با توجه به کاهش مصرف آب در گیاه دارویی ترخون، افزایش درصد اسانس ممکن است تا حدی کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی را جبران نماید.

### منابع مورد استفاده

- ابرسنجی، ق.، حسینی، س.ع. و حسینی، س.ع.، ۱۳۸۴. تأثیر دور آبیاری بر روی عملکرد گیاه دارویی به‌لیمو. همایش ملی توسعه پایدار گیاهان دارویی، مشهد، ۵-۷ مرداد: ۱۸۴-۱۷۳.
- آرمجو، ا.، حیدری، م.، و قنبری، ا.، ۱۳۸۸. بررسی تنش خشکی و سه نوع کود بر عملکرد گل، پارامترهای فیزیولوژی و جذب عناصر غذایی در گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵(۴): ۴۹۴-۴۸۲.
- امیدبیگی، ر.، ۱۳۸۶. تولید و فراوری گیاهان دارویی (جلد ۲). انتشارات آستانه قدس رضوی، مشهد، ۴۳۸ صفحه.
- بابایی، ک.، امینی‌دهقی، م.، مدرس‌ثانوی، س.ع.م. و جباری، ر.، ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و درصد تیمول در آویشن. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶(۲): ۲۵۱-۲۳۹.

به تنش مشاهده شود (Chaves et al., 2003). گروه هیدروکسیل قندهای الکلی با گروه OH آب برای باقی ماندن واکنش‌های آب‌دوستی لپیدی و پروتئین‌های غشا تعویض می‌شوند. بنابراین این مولکول‌ها به بی‌عیب باقی ماندن ساختارهای غشا کمک می‌کنند. عمده نتایج تحقیقات حکایت از افزایش قندهای محلول در اثر تنش خشکی در گیاهان مختلف از جمله مریم‌گلی (Hendawy & Khalid, 2005)، بابونه آلمانی (آرمجو و همکاران، ۱۳۸۸)، بادرشبویه (صفی‌خانی، ۱۳۸۵) و ریحان (Khalid, 2006) داشت. همبستگی بین صفات نیز نشان داد که سهم برگ و گل خشک تولیدی در افزایش عملکرد سرشاخه گلدار بیشتر از بقیه صفات بود، بنابراین از روابط حاکم در جدول همبستگی مشاهده می‌شود که اکوتیپ‌هایی که از طول برگ بیشتری برخوردار هستند، عرض برگشان نیز بزرگتر خواهد بود. ساقه‌های ضخیم سرشاخه‌گل‌دار، تعداد ساقه فرعی بیشتری تولید می‌کنند و در اکوتیپ‌هایی که درصد اسانس گل‌آذین بیشتری دارند، درصد اسانس برگ نیز بالاست.

پرولین یکی از آمینواسیدهایی است که به‌طور معمول در پاسخ به تنش‌ها ظاهر می‌شود. گیاهان، پرولین را از گلوتامین در برگ‌هایشان سنتز می‌کنند. پرولین روی حالالت پروتئین‌های مختلف اثر می‌گذارد و مانع تجزیه آنها می‌گردد. همچنین به‌عنوان یک منبع انرژی و یک اسید آمینه قابل استفاده خواهد بود. از طرف دیگر تنش رطوبتی سبب تجمع مواد سمی از جمله یون آمونیم می‌گردد. پرولین مانع اثر تخریبی این ماده سمی روی ترکیب لازم برای گیاه می‌گردد (شیرانی‌راد، ۱۳۷۰). البته میزان ذخیره پرولین با توانایی گیاه برای زنده ماندن در شرایط کمبود آب در ارتباط است. گیاهان در مرحله رویشی، در برابر تنش ناشی از کم آبی مقاومتر از مرحله زایشی می‌باشند. تجمع پرولین آزاد در واکنش به تنش

- Chaves, M.M., Maroco, J.P. and Pereira, J.S., 2003. Understanding plant response to drought: from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*, 30(3): 239-264.
- Farooqi, A.H.A., Fatima, S., Ansari, S.R. and Sharma, S., 1999. Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon martinii* (Palmarosa) cultivars. *Journal of Essential Oil Research*, 11(4): 491-496
- Hendawy, S.F. and Khalid, Kh.A., 2005. Response of sage (*Salvia officinalis* L.) plants to zinc application under different salinity levels. *Journal of Applied Sciences Research*, 1(2): 147-155.
- Irrigoyen, J.H., Emerich, D.W. and Sanchez Diaz, M., 1992. Water stress induced changes in concentrate of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiologia plantarum*, 84: 55-66.
- Khalid, Kh.A., 2006. Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.). *International Agrophysics*, 20(4): 289-296.
- Mahajan, S. and Tuteja, N., 2005. Cold, salinity and drought stress: an overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 444(2): 139-158
- Nayyar, H. and Walia, D.P., 2003. Water stress induced proline accumulation in contrasting wheat genotypes as affected by calcium and abscisic acid, *Biologia Plantarum*, 46(2): 275-279.
- Ogbonnaya, C.I., Nwalozie, M.C., Roy-Macauley, H. and Annerose, D.G.M., 1998. Growth and water relations of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) under water deficit on a sandy soil. *Industrial crops and products*, 8(1): 65-76.
- Refaat, A.M. and Saleh, M.M., 1997. The combined effect of irrigation internal and foliar nutrition on sweet basil plants. *Bulletin of faculty of Agricultural University of Cairo*, 48(3): 515-527.
- Rodway, A., 1979. *Herbs and Spices: Growing, Cooking and Using Nature's Most Practical Plants*. Hill of Content Publisher, 169p.
- Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R.S. and Kulkarni, R.N., 2000. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotype on yield and alkaloid concentration in petriwinkle. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 22(4): 356-358.
- Stepanovic, B., Jovanovic, M. and Knezevic, D., 1989. Studies on the possibilities of growing medicinal and aromatic plants on waste land of the Pljevlja coal mine. *Zemljiste Biljka*, 38(1): 57-62
- Zhu, J.K., 2001. Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6(2): 66-71.
- حسینی، ع.، ۱۳۸۵. بررسی اثر کمبود آب بر رشد و عملکرد و میزان اسانس گیاه بادرشبو *Dracocephalum moldavica*. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۲(۳): ۲۶۱-۲۵۶.
- زرگری، ع.، ۱۳۷۵. گیاهان دارویی (جلد ۳). انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۹۲۳ صفحه.
- شیرانی‌راد، ا.، ۱۳۷۰. فیزیولوژی گیاهان زراعی: مطالب درسی، پرسشهای چهارگزینه‌ای و پاسخنامه تشریحی. مؤسسه فرهنگی هنری دبیران تهران، تهران، ۳۶۰ صفحه.
- صفی‌خانی، ف.، ۱۳۸۵. بررسی جنبه‌های فیزیولوژیک مقاومت به خشکی در گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.). پایان‌نامه دکتری، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۳۵۲ صفحه.
- عباس‌زاده، ب.، شریفی عاشورآبادی، ا.، لباسچی، م.ح. و نادری حاجی باقرکندی، م.، ۱۳۸۶. اثر تنش خشکی بر میزان پرولین، قندهای محلول، کلروفیل و آب نسبی (RWC) بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳(۴): ۵۱۳-۵۰۴.
- عباسقلی‌زاده، م.، ۱۳۹۰. اثر تنش خشکی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی پونه‌سای البرزی (*Nepeta ramosa*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، ۸۶ صفحه.
- کاظمی سعید، ف.، ۱۳۸۱. بررسی تأثیر تنش آبی و کود نیتروژنی بر میزان رشد عناصر معدنی محتوی بافت و اسانس بر گیاه زیره سبز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس.
- Alian, A.A., Altman, A. and Heuer, B., 2000. Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh market tomato cultivars. *Plant Science*, 152(1): 59-65.
- Alkire, B.H. and Simon, J.E., 1993. Water management for Midwestern peppermint (*Mentha piperita* L.) growing in highly organic soil. *Acta Horticulture*, 344: 544-556.
- Bates, L.S., Waldern, R.P. and Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39(1): 205-207.
- Bettaieb, I., Zakhama, N., Waness, W. and Marzouk, B., 2009. Water deficit effects on (*Salvia officinalis*) fatty acids and essential oils composition. *Scientia Horticulturae*, 120(2): 271-275.
- Buhner, H.J., Nelson, D.E. and Jensen, R.G., 1995. Adaptations to environmental stresses. *The plant Cell*, 7(7): 1099-1111.

## The effect of drought stress on morphology, proline content and soluble carbohydrates of tarragon (*Artemisia dracunculus* L.)

M. Lotfi<sup>1\*</sup>, B. Abbaszadeh<sup>2</sup> and M. Mirza<sup>2</sup>

1\*- Corresponding author, M.Sc. Student, Islamic Azad University, Research and Sciences Unit, Tehran, Iran  
E-mail: mahboblotfi@yahoo.com

2- Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

Received: December 2011

Revised: June 2012

Accepted: June 2012

### Abstract

In this study the effect of drought stress on morphological traits, metabolites proline accumulation, soluble carbohydrates and the yield of Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.), was evaluated in order to produce Tarragon in drought stress condition as a medicinal plant, and also determine the threshold of stress tolerance. This research was done using randomized complete blocks design with 4 treatments and 3 replications. The stress treatments were included T<sub>1</sub> (100% of field capacity), T<sub>2</sub> (80% of field capacity), T<sub>3</sub> (60% of field capacity) and T<sub>4</sub> (40% of field capacity). According to the results of statistical analysis, the drought stress had significant effect on morphological traits, flowering shoot yield, proline and soluble carbohydrates. In addition, the enhancement of drought stress led to decrease in plant height, canopy diameter, leaf length, leaf width and leaf surface, stem diameter, the length of longest lateral shoot, root length and its development, shoot yield and dry leaf yield. Comparison of treatment means showed that the highest plant height, canopy diameter, leaf length, leaf width and leaf surface, stem diameter, the length of longest lateral shoot, root length, shoot yield and dry leaf yield were related to T<sub>1</sub> (non stress); in addition, the highest amount of proline, soluble carbohydrates and root development were related to T<sub>4</sub> (40%FC). Therefore, drought stress had negative effect on most morphological traits and flowering shoot yield; however, it led to increase in the root length, proline and soluble carbohydrates of flowering shoots.

**Key words:** *Artemisia dracunculus* L., drought stress, morphological traits, soluble carbohydrates, proline.