

اثر تنش خشکی بر میزان پرولین، قندهای محلول، کلروفیل و آب نسبی (RWC) بادرنجبویه (*Melissa officinalis L.*)

بهلول عباسزاده^{۱*}، ابراهیم شریفی عاشورآبادی^۲، محمدحسین لباسچی^۲، محمود نادری حاجی باقر کندی^۳ و فوزیه مقدمی^۴

۱- کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، پست الکترونیک: babaszadeh@riff-ac.ir

۲- عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۳- کارشناس، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۴- کارشناس ارشد، دانشگاه پیام نور ابهر

* نویسنده مسئول مقاله

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۸۶

تاریخ اصلاح نهایی: شهریور ۱۳۸۶

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۸۶

چکیده

در این تحقیق تأثیر تنش خشکی بر ویژگیهای فیزیولوژیک گیاه دارویی بادرنبویه (*Melissa officinalis L.*)، در سال ۱۳۸۵ در شرایط مزرعه در شهرستان کرج مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت بلوکهای کامل تصادفی با ۴ تکرار با منظور نمودن تیمارهای T_۱ (بدون تنش)، T_۲ (۸۰٪ ظرفیت زراعی)، T_۳ (۶۰٪ ظرفیت زراعی)، T_۴ (۴۰٪ ظرفیت زراعی) و T_۵ (۲۰٪ ظرفیت زراعی) اجرا گردید. تأثیر تنش خشکی بر کلروفیل a، کلروفیل b، پرولین، قندهای محلول، RWC، بازده و عملکرد اسانس در سطح یک درصد معنی دار بود. تأثیر تنش خشکی بر کلروفیل کل در سطح پنج درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل به ترتیب با میانگین ۱/۹۲۱، ۱/۱۹۷، ۲/۲۸۳ میلی گرم در لیتر مربوط به تیمارهای T_۱ (شاهد)، T_۵ (۲۰٪FC) و T_۱ (شاهد) بود. بیشترین تجمع پرولین با میانگین ۲/۱۱۲ میلی گرم در لیتر مربوط به تیمار T_۵ (۲۰٪FC) بود. بالاترین مقدار قند محلول با میانگین ۲/۵۴۵ میلی گرم در لیتر متعلق به تیمار T_۳ (۶۰٪FC) بود. حداکثر RWC با میانگین ۹۳/۳۶۹ درصد مربوط به تیمار T_۱ (بدون تنش) می باشد. نتایج این بررسی نشان داد که گیاه برای مقاومت به خشکی مقدار پرولین و قندهای محلول را افزایش می دهد. همچنین برای تولید بالاترین میزان اسانس از گیاه بادرنبویه می توان از تنش متوسط (۶۰٪FC) استفاده کرد.

واژه های کلیدی: *Melissa officinails L.*، تنش خشکی، پرولین، قندهای محلول، کلروفیل، آب نسبی (RWC).

مقدمه

بادرنجبویه از تیره نعنائیان و گیاهی چند ساله است. قسمت مورد استفاده آن برگ، سرشاخه های جوان و اسانس گیاه می باشد (عزتی، ۱۳۸۱؛ امیدبیگی، ۱۳۷۹). این گیاه در بهبود قولنج دوران بچگی (Weizman et al.,)

به منظور ارزیابی مقاومت گیاه دارویی بادرنبویه به تنش خشکی و بررسی فیزیولوژی مقاومت به خشکی و تعیین بهترین سطح تنش، این تحقیق انجام گرفت.

خشک افزایش می‌یابد. در برخی از گیاهان در مراحل اولیه تنش کم آبی چندین اسید آمینه افزایش می‌یابد که با ادامه کم آبی فقط اسید آمینه پرولین بیشتر تجمع و ذخیره می‌شود (Rajinder, 1987). اگرچه پرولین در همه اندامهای گیاه کامل در طی تنش خشکی تجمع می‌یابد ولی سریع‌ترین انباشت را در برگها دارد (حیدری شریف آباد، ۱۳۷۹). نقش و اهمیت تجمع قندها به این دلیل می‌باشد که تجمع این مواد سبب تنظیم فشار اسمزی و کاهش از دست دادن آب سلول و نگهداری آماس می‌شوند (حکمت شعار، ۱۳۷۲). تحقیقات نشان داد در گیاه اسانس دار مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) اثر کمبود آب، مقدار اسانس بیشتر شد و به دلیل کاهش تقسیم سلولی، طول برگها کم شد (Rizopoulou & Diamantoglou, 1991). Jiquan و همکاران (۲۰۰۰) در چین تیمارهای تنش کم آبی ۱۰۰ درصد تا ۳۵ درصد ظرفیت کامل زراعی را بر روی گیاه *Acer negundo* از جولای تا آگوست، اعمال کردند و ترکیبهای سرشاخه گیاه را به وسیله گاز کروماتوگرافی تجزیه و اندازه‌گیری کردند و تمامی ترکیبهای عمده در این گیاه را شناسایی نمودند. این بررسیها نشان دادند که درصد بیشتر ترکیبهای تشکیل دهنده اسانس در شرایط تنش رطوبتی نسبت به شاهد افزایش پیدا می‌کند. Munne و Alegre (۱۹۹۹) اثر شبم و تنش خشکی را بر روی بادرنجبویه بررسی کرده و نتیجه گرفتند که تنش خشکی موجب کاهش ۳ مگا پاسگالی پتانسیل آب گیاه، کاهش ۳۴ درصدی محتوای آب برگ (RWC)، بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه سبب پایین آمدن جذب دی اکسید کربن و کاهش عملکرد گیاه گردید. در تحقیق دیگری Munne و همکاران (۱۹۹۹)، اثر حفاظتی توکفرول را در گیاهان روزماری و بادرنجبویه

(1993)، رفع تنگی نفس مزمن، زکام و تب و لرز (Agata *et al.*, 1993)، از بین بردن برخی قارچها (Mikolajewicz & Filoda, 1998)، به عنوان مسکن (Schulz *et al.*, 1998)، تقویت حافظه (Wake *et al.*, 2000) و بهبود آلزایمر (Bennett, 2003) کاربرد فراوان دارد. گیاه فوق دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بوده (Yanishlieva & Marinova, 1998) و حاوی آلفا-توکفرول (Munne & Alegre, 2000) می‌باشد. از طرفی، نظر بر این است که تولید متابولیت‌های ثانویه برای سازگاری گیاه نسبت به عوامل نامساعد و تنشهای محیط زندگی صورت گرفته و به منزله به کار افتادن یک نوع جریان دفاعی در جهت استمرار تعادل فعالیتهای حیاتی به حساب می‌آید (امیدبگی، ۱۳۷۴). همچنین زمان وقوع و مدت زمان دوام تنش، فراوانی وقوع خشکی، خصوصیات ذاتی خاک، تغییرات و نوسانهای بارندگی همگی بر مقاومت به خشکی گیاه اثر دارند و این نشانگر واکنش متفاوت ژنوتیپهای مقاوم به خشکی از سالی به سال دیگر است (سرمدنیا، ۱۳۷۲؛ Boon Jung & Fukai, 1996). گیاهان در تنشهای محیطی از قبیل خشکی، شوری، گرما و غیره با ذخیره مواد تنظیم کننده اسمزی با این تنشها مقابله می‌کنند. مواد تنظیم کننده فشار اسمزی بیشتر شامل اسیدهای آمینه، قندها و برخی یونهای معدنی، هورمونها و پروتئینها هستند. پرولین یکی از اسید آمینه‌های فعال در پدیده تنظیم اسمزی می‌باشد که در ایجاد و حفظ فشار اسمزی درون گیاه نقش به‌سزایی دارد (مجیدی هروان، ۱۳۷۲). معمولاً میزان پرولین آزاد در گیاهانی که در حد مطلوب آبیاری می‌شوند بسیار کم و در حدود ۰/۶-۰/۲ میلی گرم در گرم ماده خشک می‌باشد. مقدار این ماده پس از کاهش آب بافتها تا ۵۰-۴۰ میلی گرم در هر گرم ماده

در هند نشان داد که تنش خشکی در کلیه ژنوتیپها، موجب کاهش محتوای آب نسبی برگها (Relative water content of leave) و سطح برگ گردیده و میزان پرولین افزایش می‌یابد. همچنین مقایسه ژنوتیپها نشان داد که ژنوتیپهایی که در شرایط تنش محتوای آب نسبی بالا و سطح برگ بالایی داشتند، از عملکرد دانه بیشتری نیز برخوردار بودند (Nadiu & Naraly, 2001).

مواد و روشها

این تحقیق در سال ۱۳۸۵ در ۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان کرج، در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و ۵۱ درجه شرقی، در ارتفاع ۱۳۲۰ متری از سطح دریا انجام گرفت. متوسط بارندگی منطقه حدود ۲۳۵ میلی‌متر، حداقل درجه حرارت ۲۰- درجه سانتی‌گراد و حداکثر درجه حرارت آن ۳۸ درجه سانتی‌گراد است. جهت باد غالب منطقه از شرق و جنوب شرقی می‌باشد. خصوصیات خاک مورد آزمایش در جدول ۱ مشخص گردیده است.

بررسی کرده و نتیجه گرفته‌اند که تنش خشکی، آب نسبی (RWC) روزماری را ۴۰٪ و بادرنجبویه را ۳۰٪ کاهش داده و مقدار توکفرول، درصد اسانس و مقدار قندهای محلول را افزایش داد. همچنین عملکرد هر دو گیاه نسبت به تیمار بدون تنش به شدت کاهش یافته بود. اما عملکرد اسانس متفاوت از نتایج عملکرد ماده خشک تولیدی بود و بیشترین میزان اسانس در یکبار آبیاری پس از برداشت حاصل شد. صفی‌خانی (۱۳۸۵) در تحقیقات خود با اعمال تیمارهای ۱۰۰، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی بر روی گیاه دارویی بادرنجبویه نتیجه گرفت که بیشترین عملکرد اسانس، قند محلول و کلروفیل a و کلروفیل کل به ترتیب مربوط به تیمارهای ۶۰، ۴۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود. همچنین بیشترین پرولین مربوط به تیمار ۴۰٪ ظرفیت زراعی بود و با افزایش تنش از مقدار کلروفیل a کم شده و بر مقدار کلروفیل b افزوده می‌شود. تحقیقات انجام شده توسط Svoboda و Chatterjee (۱۹۹۵) برای بررسی تأثیر تنش خشکی بر روی گیاه *Cymbopogon sp.* نشان داده است که کاهش آبیاری عملکرد اسانس را کاهش داده است. نتایج آزمایشهای تحمل خشکی ژنوتیپهای مختلف گیاه *Vigna radrata L.*

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک مربوط به مزرعه آزمایشی از عمقهای ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتیمتر در سال ۱۳۸۵

عمق محل	pH	EC ds/m	آهک %	N %	C %	Na mg/kg محلول	P mg/kg	K mg/kg	Clay %	Silt %	Sand %	کلاس بافت	ظرفیت زراعی (FC)
۰-۱۵	۸/۵	۰/۲۲	۳/۱	۰/۰۴	۰/۵۷	۳۸/۷	۱۰/۲	۱۹۷/۶	۲۵	۳۰	۴۵	لیمونی	٪۱۹/۹
۱۵-۳۰	۸/۴	۰/۱۹	۳/۶	۰/۰۴	۰/۶۸	۳۲/۲	۸/۷	۱۷۸/۶	۲۱	۲۶	۵۳	لیمونی سیلت، شنی	

Irrigoyen و همکاران (۱۹۹۲) از برگهای تازه انتهایی گیاه صورت گرفت. در این مرحله محتوی آب نسبی برگ با استفاده از فرمول Levitt (۱۹۸۰) به شرح زیر اندازه گیری شد.

$$RWC = \frac{Wf - Wd}{Wt - Wd} \times 100$$

Wf: وزن تر بافت گیاه.

Wt: وزن آماس یافته گیاه (اشباع شده از آب).

Wd: وزن خشک بافت گیاه.

اندازه گیری میزان رنگدانه های گیاهی در مرحله گلدهی کامل گیاه از روش پاک نژاد (۱۳۸۴) با فرمولهای زیر انجام گرفت:

$$chl_a(mg/l) = (12.25 * a663) - (2.79 * a647)$$

$$chl_b(mg/l) = (21.5 * a647) - (5.1 * a663)$$

$$Chl_{a+b}(mg/l) = (7.15 * a663) + (18.71 * a647)$$

که در آن Chl a و Chl b و Chl a+b به ترتیب محتوی کلروفیل a و b و مجموع a+b برحسب میلی گرم در لیتر وزن تر و a فرمول میزان جذب توسط عصاره ها در طول موجهای مربوطه است. در مرحله گلدهی کامل اقدام به برداشت نمونه جهت اسانس گیری گردید. اسانس گیری با استفاده از روش تقطیر با آب (کلونجر) صورت گرفت و بر اساس تعداد ۵۰۰۰۰ بوته در هکتار عملکرد سرشاخه گلدار و عملکرد اسانس در هکتار محاسبه گردید. اطلاعات بدست آمده، از طریق برنامه های آماری MSTATC مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین قرار گرفته و میانگینها از طریق آزمون چند دامنه دانکن مقایسه شدند. همبستگی بین صفات نیز از طریق SPSS مشخص گردید. رسم نمودارهای مربوط به استانداردها و معادله های مربوطه از طریق نرم افزار EXCEL استخراج گردید.

آزمایش به صورت بلوکهای کامل تصادفی و با ۴ تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل شاهد و سطوح مختلف تنش خشکی T_۱ (بدون تنش)، T_۲ (۸۰٪ ظرفیت زراعی)، T_۳ (۶۰٪ ظرفیت زراعی)، T_۴ (۴۰٪ ظرفیت زراعی) و T_۵ (۲۰٪ ظرفیت زراعی) بودند. ابعاد هر کرت ۸ مترمربع، فاصله پشته ها از همدیگر ۵۰ سانتی متر و فاصله ۲ بوته روی هر خط ۴۰ سانتی متر و در هر خط ۱۰ بوته قرار گرفت. آرایش بوته ها در داخل کرت به حالت ضربدری یا لوزی شکل بود. فاصله بین بلوکها از همدیگر ۳ متر و فاصله بین کرتها در یک بلوک ۲/۵ متر بود. در پاییز سال قبل گیاهان در زمین مورد نظر به صورت نشاء، کشت گردیدند. اواخر فروردین، پس از اتمام بارندگیها همه بوته ها از حدود ۵ سانتی متری بالای خاک کف بر شده و سپس اقدام به اعمال تیمارها گردید. ابتدا کلیه کرتها به طور یکسان و به یک اندازه از طریق لوله و کنتور آبیاری شدند. ۲۴ ساعت بعد از آبیاری اقدام به برداشت نمونه خاک، از عمق توسعه ریشه (۳۰-۰ سانتی متر) گردید. نمونه های برداشت شده بلافاصله وزن گردیده و جهت تعیین درصد رطوبت، به آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد منتقل گردید. پس از مشخص شدن درصد رطوبت خاک در ظرفیت زراعی مزرعه، میزان رطوبت موجود در خاک به هنگام اعمال تیمارهای سطوح مختلف تنش مشخص گردید. به منظور کنترل رطوبت خاک، هر روز نمونه هایی از عمق توسعه ریشه از سطح خاک تا عمق ۳۰ سانتی متر برداشت گردید. پس از گذاشتن نمونه ها در آون و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد، میزان رطوبت موجود در خاک مشخص شده و در صورت نیاز به آبیاری، اقدام لازم صورت گرفت. در مرحله گلدهی کامل، اندازه گیری پرولین و قندهای محلول با استفاده از روش

نتایج

نتایج بدست آمده نشان داد که تأثیر تنش خشکی بر میزان کلروفیل a و b، پرولین، قندهای محلول، بازده و عملکرد اسانس ($P < 0/01$) و بر میزان کلروفیل کل ($P < 0/05$) معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگینها نشان داد که کلروفیل a در شرایط T1 (بدون تنش) با میانگین ۱/۹۲۱ میلی گرم در لیتر بیشترین مقدار را داشت و با افزایش تنش از میزان کلروفیل a کم می شود. میزان کلروفیل b تقریباً حالت عکس کل FC کلروفیل a را داشت و با افزایش تنش مقدار آن افزایش یافت، به طوری که حداکثر مقدار کلروفیل b در تیمار T5 (۲۰٪) میانگین ۱/۱۹۷ میلی گرم در لیتر بدست آمد. بیشترین میزان کلروفیل کل تیمار در T1 (بدون تنش) با میانگین ۲/۲۸۳ میلی گرم در لیتر بدست آمد. هر چند بین این تیمار و تیمارهای T2 (۸۰٪ FC)، T4 (۴۰٪ FC) و T5 (۲۰٪ FC) به لحاظ آماری اختلاف معنی دار مشاهده نگردید (جدول ۳)، اما مقایسه میانگین پرولین نشان داد که تیمار T5 (۲۰٪) با میانگین ۲/۱۱۲ میلی گرم در لیتر حداکثر پرولین را داشت. همچنین حداقل تجمع پرولین مربوط به تیمارهای T1 (شاهد) و T2 (۸۰٪ FC) به ترتیب با میانگین ۱/۴۸۳ و ۱/۴۹۳ میلی گرم در لیتر بود (جدول ۳). حداکثر انباشت قندهای محلول را تیمار T3 (۶۰٪ FC) با میانگین ۲/۵۴۵ میلی گرم در لیتر داشت. در این بررسی مشخص شد که حداقل قند محلول را تیمارهای T1 (شاهد) داشته و بین سایر تیمارها اختلاف چندانی وجود نداشت.

مقایسه میانگین محتوای آب نسبی (RWC) برگها نشان داد که T1 (شاهد) و T2 (۸۰٪ FC) به ترتیب با میانگین ۹۳/۳۶ و ۸۰/۰۳ درصد حداکثر آب را داشته و حداقل آب با میانگین ۵۳/۷۵ درصد مربوط به تیمار T5 (FC) ۲۰٪ بود. مقایسه میانگین عملکرد اسانس نشان داد که بیشترین عملکرد اسانس را تیمار T3 (۶۰٪ FC) با میانگین ۱۲/۹۷۰ کیلوگرم در هکتار داشت. در این بررسی مشخص گردید که کمترین مقدار اسانس تولید شده مربوط به T5 (۲۰٪ FC) با میانگین ۳/۹۷۴ کیلوگرم در هکتار بود. مقایسه میانگین درصد اسانس نشان داد که بالاترین درصد اسانس را تیمارهای T5 (۲۰٪ FC) و T4 (۴۰٪ FC) به ترتیب با میانگین ۰/۳۰۱۲ و ۰/۲۸۱۳ درصد داشتند. مقایسه همبستگی صفات نشان داد که کلروفیل a با کلروفیل b و پرولین همبستگی منفی معنی دار ($p < 0/05$) و بین کلروفیل a با RWC همبستگی مثبت ($P < 0/01$) و با بازده اسانس همبستگی منفی ($P < 0/01$) وجود داشت. بین کلروفیل b با پرولین و بازده اسانس همبستگی مثبت ($p < 0/01$) و با RWC همبستگی منفی ($p < 0/01$) مشاهده شد. در این بررسی مشخص گردید که بین پرولین و RWC همبستگی منفی ($p < 0/01$) و پرولین با درصد اسانس همبستگی مثبت ($P < 0/01$) وجود داشت. همچنین قندهای محلول با RWC همبستگی منفی ($p < 0/05$) داشتند. بین عملکرد اسانس با درصد اسانس همبستگی مثبت ($P < 0/05$) مشاهده گردید.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی بر میزان قندهای محلول، کلروفیل و میزان آب نسبی (RWC) بادرنجبویه در شرایط مزرعه

میانگین مربعات						RWC	درصد اسانس	عملکرد اسانس	درجه آزادی	منابع تغییرات
کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	پرولین	قندهای محلول	میانگین مربعات					
۰/۲۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۸۴	۰/۰۲۴	۰/۱۵۷	۱۵/۸۵۱	۰/۰۰۱	۲/۱۵۸	۳	تکرار	
۱/۵۱۱**	۰/۲۸۰*	۱/۱۶۸*	۰/۳۲۹**	۰/۵۲۴**	۸۲۲/۶۱۳**	۰/۰۳۴**	۲۶/۰۴۹**	۴	تیمار	
۰/۱۱۴	۰/۰۲۱	۰/۴۵۹	۰/۰۳۹	۰/۱۰۳	۱/۹۱۶	۰/۰۰۱	۰/۸۴۲	۱۲	خطا	
۱۹/۷	۱۷/۹۰	۲۱/۱۱	۱۱/۳۲	۱۵/۶۲	۲/۱۲	۹/۱۳	۱۰/۶۵		CV	

NS، عدم وجود اختلاف معنی دار * و ** - به ترتیب وجود اختلاف در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر میزان قندهای محلول، کلروفیل و میزان آب نسبی (RWC) بادرنجبویه در شرایط مزرعه

میانگین مربعات						بازده اسانس (%)	عملکرد اسانس (kg/ha)	تیمار
کلروفیل a (mg/l)	کلروفیل b (mg/l)	کلروفیل کل (mg/l)	پرولین (mg/l)	قندهای محلول (mg/l)	RWC (%)			
۱/۹۲۱a	۰/۵۳۶۱s	۲/۲۸۳a	۱/۴۸۳c	۱/۶۰۱b	۹۳/۳۶۹a	۰/۱۰۴۰c	۶/۷۳۲b	T1 (بدون تنش)
۰/۷۴۱۹b	۰/۶۳۶۷bc	۱/۳۴۸ab	۱/۴۹۳c	۱/۸۶۷ab	۸۰/۰۳۹b	۰/۱۲۷۴c	۷/۶۸۱b	T2 (۸۰٪ ظرفیت زراعی)
۰/۶۸۶۴b	۰/۷۵۴۷bc	۰/۹۳۰۰b	۱/۶۵۹bc	۲/۵۴۵a	۷۵/۲۵c	۰/۱۴۵۶b	۱۲/۹۷۰a	T3 (۶۰٪ ظرفیت زراعی)
۰/۵۱۶۸b	۰/۹۵۸۳ab	۱/۶۳۳ab	۱/۹۸۰ab	۲/۰۲۵ab	۶۷/۷۶d	۰/۲۸۱۳a	۸/۷۰۴b	T4 (۴۰٪ ظرفیت زراعی)
۰/۳۸۸۴b	۱/۱۹۷a	۲/۰۴۷ab	۲/۱۲۲a	۲/۲۵۸ab	۵۴/۷۵e	۰/۳۰۱۳a	۳/۹۷۴c	T5 (۲۰٪ ظرفیت زراعی)

حروف مشابه در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در بین میانگین تیمارهاست.

جدول ۴- ضرایب همبستگی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنجبویه تحت تنش خشکی

صفات	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	پرولین	قندهای محلول	RWC	بازده اسانس	عملکرد اسانس
کلروفیل a	۱/۰۰۰							
کلروفیل b	-۰/۵۳۹*	۱/۰۰						
کلروفیل کل	۰/۲۰۴	-۰/۰۱۶	۱/۰۰					
پرولین	-۰/۵۳۸*	۰/۳۳۱*	۰/۲۶۹	۱/۰۰				
قندهای محلول	-۰/۴۲۷	۰/۳۳۷	-۰/۲۶۰	۰/۲۶۰	۱/۰۰			
RWC	۰/۶۳۵**	-۰/۸۵۶**	-۰/۰۴۲	-۰/۸۰۶**	-۰/۴۶۳*	۱/۰۰		
بازده اسانس	-۰/۶۱۲**	۰/۸۱۹**	۰/۱۶۴	۰/۸۵۱**	۰/۲۶۴	-۰/۹۳۱**	۱/۰۰	
عملکرد اسانس	-۰/۳۴۷	۰/۱۹۷	-۰/۱۸۷	۰/۳۷۵	۰/۱۰۴	-۰/۳۸۰	۰/۴۸۶*	۱/۰۰

بحث

میزان کلروفیل در گیاهان زنده یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است (Jiang & Huang, 2001). در این بررسی در اثر تنش خشکی، میزان کلروفیل a به شدت کاهش یافت و کلروفیل b تا حدودی افزایش پیدا کرد. به نظر می‌رسد که کاهش میزان کلروفیل a در اثر تنش خشکی، به علت افزایش تولید رادیکالهای اکسیژن باشد، که این رادیکالهای آزاد باعث پراکسیداسیون (Wise & Naylor, 1989) و در نتیجه تجزیه این رنگیزه می‌گردد (Schutz & Fangmeir, 2001).

مقدار پرولین با افزایش شدت تنش خشکی افزایش پیدا کرد. مولکولهای پرولین شامل قسمتهای آب‌دوست و آب‌گریز می‌باشد. پرولین محلول، می‌تواند حلالیت پروتئینهای مختلف را تحت تأثیر قرار داده و جلوی غیرطبیعی شدن آلبومین را بگیرد. این خصوصیت پرولین بدان جهت است که رابطه متقابل بین پرولین و سطح پروتئینهای آب‌گریز برقرار شده و به علت افزایش سطح کل مولکولهای پروتئین آب‌دوست، پایداری آنها افزایش یافته و از تغییر ماهیت آنها جلوگیری می‌کند. آنزیمها نیز به دلیل ساختمان پروتئینی خود تحت تأثیر این سازوکار پرولین قرار گرفته و محافظت می‌شوند (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰؛ Kuznetsov & Shevykova, 1999)، که احتمالاً گیاهان به دلایل فوق پرولین خود را افزایش می‌دهند.

قندهای محلول در شدتهای متوسط تنش، افزایش قابل توجهی داشته (تیمار ۶۰٪FC) و با شدیدتر شدن تنش خشکی مقدار آن شروع به کاهش نمود. علت افزایش اولیه برای بالا بردن مقاومت گیاه به دلیل تنظیم فشار

اسمزی سلول بوده، ولی با شدیدتر شدن تنش، تولید قندها به شدت کاهش پیدا می‌کند و میزان قندهای محلول شروع به کاهش می‌نمایند. تجمع قندهای محلول در شرایط تنش خشکی در گیاه pigeonpea توسط Subbaro و همکاران (۲۰۰۰) گزارش شده است. کاهش میزان قندهای محلول در تیمارهای تنش شدید می‌تواند به دلیل مصرف قندها در سنتز متابولیت‌هایی چون پرولین در اندام هوایی باشد (Irrigoyen et al., 1992). بررسی درصد اسانس نشان داد که با اعمال تنشهای ملایم (T۲) و (T۳) افزایش درصد اسانس کم بوده و سپس با اعمال تنش نسبتاً شدید (T۴) درصد اسانس به شدت افزایش یافته و با شدیدتر شدن میزان تنش (T۵) درصد اسانس کاسته شده، اما بین تیمارهای T۴ و T۵ به لحاظ درصد اسانس اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. این مسأله نشان می‌دهد که اعمال تنشهای متوسط (T۳) و نسبتاً شدید (T۴)، برای بدست آوردن درصد بالاتر اسانس مناسب خواهد بود. زیرا با افزایش شدت تنش، عملکرد سرشاخه گلدار کاهش می‌یابد که در گیاهان دارویی اسانس دار مانند بادرنجبویه، اثر متقابل درصد اسانس و عملکرد سرشاخه گلدار به عنوان دو مؤلفه تشکیل دهنده عملکرد اسانس مورد توجه هستند. همان طوری که در قسمت نتایج ملاحظه شد با اعمال تنش، ابتدا عملکرد اسانس بالا رفته و با شدیدتر شدن تنش رطوبتی، از مقدار اسانس کاسته می‌شود. نتایج بدست آمده از این تحقیق، با نتایج Munne و Alegre (۲۰۰۰) بر روی بادرنجبویه، Munne و همکاران (۱۹۹۹) بر روی روزماری و بادرنجبویه، پاک‌نژاد (۱۳۸۴) بر روی گندم، Rizopoulou و Diamantoglou (۱۹۹۱) بر روی نوعی مرزنجوش، شیرمرد (۱۳۸۲) بر روی گلرنگ، جباری و همکاران (۱۳۸۵) بر روی گندم و

- پاک‌نژاد، ف.، ۱۳۸۴. بررسی اثر تنش خشکی بر شاخصهای فیزیولوژیکی عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- جباری، ف.، احمدی، ع.، پوستینی، ک. و علیزاده، ه.، ۱۳۸۵. بررسی ارتباط فعالیت برخی آنزیمهای آنتی‌اکسیدانت با پایداری غشای سلولی و کلروفیل در ارقام مقاوم و حساس به تنش خشکی. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، مجله علوم کشاورزی ایران، ۲(۱): ۳۱۶-۳۰۷.
- حکمت‌شعار، ح.، ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار. انتشارات نیکنام، تبریز، ۳۷۸ صفحه.
- حیدری شریف‌آباد، ح.، ۱۳۷۹. گیاه، خشکی و خشکسالی. چاپ اول، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۱۶۳ صفحه.
- حیدری شریف‌آباد، ح.، ۱۳۸۰. روشهای مقابله با خشکی و خشکسالی. جلد اول، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۱۷۱ صفحه.
- سرمدنیا، غ.، ۱۳۷۲. اهمیت تنشهای محیطی در زراعت. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تهران، ۱۶-۱۳ شهریور: ۱۶۹-۱۵۷.
- صفی‌حانی، ف.، ۱۳۸۵. بررسی جنبه‌های فیزیولوژیک مقاومت به خشکی در گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.). پایان‌نامه دکتری، دانشگاه شهید چمران، مجتمع آموزش عالی کشاورزی و منابع طبیعی رامین.
- عزتی، پ.، ۱۳۸۱. بررسی تأثیر تراکم بر عملکرد و ماده مؤثره بادرنجبویه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد- واحد ورامین.
- مجیدی هروان، ا.، ۱۳۷۲. مکانیزم فیزیولوژیکی مقاومت به تنگناهای محیطی. چکیده مقالات اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تهران، ۱۸-۱۵ شهریور: ۱۳۳-۱۳۴.
- Agata, I., Kusakabe, H., Hatano, T., and Nishibe, O.T., 1993. Melitric acids A and B, new trimeric caffeic acid derivatives from *Melissa officinalis*. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 41(9): 1608-1611.
- Bennett, C., 2003. Plant extract improves cognitive function in Alzheimer's disease. Health-News. Co. UK. 172p.
- Boon Jung, H. and, Fukai, S., 1996. Effects of soil water deficit at different growth stages on rice

دیگران مطابقت دارد. نتایج بدست آمده با نتایج کار Svoaboda و Chatterjee (۱۹۹۹) به لحاظ عملکرد اسانس مطابقت ندارد. با بررسی کلیه صفات اندازه‌گیری شده می‌توان نتیجه گرفت که گیاه دارویی بادرنجبویه یک گیاه نیمه مقاوم به خشکی بوده و می‌توان در مناطقی که محدودیت آب دارند با اعمال مدیریت مناسب، عملکرد کافی بدست آورد. بررسی همبستگی صفات با همدیگر نشان داد که بین کلروفیل a، کلروفیل b، پرولین، قندهای محلول، درصد و عملکرد اسانس رابطه منفی حاکم است. زیرا در شرایط بدون تنش که مقدار کلروفیل a در حداکثر مقدار خود قرار دارد، پرولین، قندهای محلول و اسانس بسیار اندک تولید می‌شوند. همچنین پرولین و قندهای محلول با RWC رابطه منفی داشتند که نشان می‌دهد هر چه آب نسبی بالا باشد، امکان تولید این دو ماده کاهش پیدا می‌کند. بین بازده اسانس و عملکرد اسانس نیز رابطه مثبت برقرار بوده و نشان می‌دهد که افزایش بازده اسانس موجب افزایش عملکرد اسانس می‌گردد. وجود ارتباط منفی بین RWC و بازده اسانس نیز حکایت از کاهش درصد اسانس در شرایط بدون تنش دارد.

سپاسگزاری

از مسئولان محترم مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور و همکاران محترم بخش تحقیقات گیاهان دارویی قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- امیدبگی، ر.، ۱۳۷۴. رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد اول، انتشارات فکر روز، ۱۸۳ صفحه.
- امیدبگی، ر.، ۱۳۷۹. رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم، طراحان نشر، ۲۸۳ صفحه.

- of an International workshop at Tata, Hungary, 23-26 August.
- Nadiu, T. and Naraly, A., 2001. Screening of drought tolerance in greengram (*Vina radiata* L. Wilczek) genotypes under receding soil moisture. Indian journal of plant physiology, 6(2): 197-201.
 - Rajinder, S.D., 1987. Glutathione status and protein synthesis during drought and subsequent dehydration in *Torula rulis*. Plant Physiology, 83: 816-819.
 - Rizopoulou, S. and Diamantoglon, S., 1991. Water stress, induced diurnal variation in leaf water relation stomatal conductance, soluble sugar, lipids and essential oil content of *Origanum majorana* L. Journal of Horticultural Science, 66: 119-25.
 - Schulz, H., Jobert, M. and Hubner, W., 1998. The quantitative EEG as a screening instrument to identify sedative effects of single doses of Plant extracts in comparison with diazepam. Phytomedicine, 5(6): 449-458.
 - Schutz, M. and Fangmeir, E., 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*triticum aestivum* L. cv.Minaret) to elevated CO₂ and water limitation. Environmental Pollution, 114: 187-194.
 - Subbaro, G., Nam, N.H., Chauhan, Y.S. and Johansen, C., 2000. Osmotic adjustment, water relation and carbohydrate remobilization in pigeonpea under water deficits. Journal of plant physiology, 157: 651-659.
 - Wake, G., Court, J., Pickering, A., Lewis, R., Wilkins, R., and Perry, E., 2000. CNS acetylcholine receptor activity in European medicinal Plants traditionally used to improve failing memory. Journal of Ethno pharmacology, 69(2): 105-114.
 - Weizman, Z., Alkrisnawi, S., Golldfarb, D. and Bitran, C., 1993. Efficiency of herbal tea preparation in infantile colic. Journal of Pediatrics, 122(4): 650-652.
 - Wise, R.R. and Naylor, A.W., 1989. Chilling-enhanced photo-oxidation, the peoxidative destruction of lipids during chilling injury to photosynthesis and ultrastructure. Plant physiology, 83: 278-282.
 - Yanishlieva, N. and Marinova, E., 1998. Activity and mechanism of action of natural antioxidants in lipids. Recent Research Developments in oil Chemistry, 2(1): 1-14.
 - growth and yield under upland condition. Field Crops Research, 48: 47-55.
 - Chatterjee, S. and Svoboda, K., 1999. Water stress effect on growth and yield of *Cymbopogon* sp. and its alleviation by n- triacontanol. Acta Horticulture, 39: 19-24.
 - Irrigoyen, J.H., Emerich, D.W. and Sanchez Diaz, M., 1992. Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*medicago sativa*) plants. Physiologia plantarum, 84: 55-66.
 - Irrigoyen, J.J., Emerich, D.W. and Sanchez D.M., 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in modulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants, Physiologia Plantarum, 84: 55-60.
 - Jiang, Y. and Huang, N., 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Science, 41: 436-442.
 - Jiquan, L., Gougu, G., Ying Bai, S. and Shenys, L.J.G., 2000. Changes of volatiles from drought stressed ash leaf maple (*Acer negundo*) in July and August. forestry studies in China, 2(2): 27-33.
 - Kuznetsov, V.I. and Shevykova, N.I., 1999. Proline under stress: Biological role, metabolism, and regulation, Russian Journal of Plant Physiology, 46: 274-287.
 - Levitt, J., 1980. Response of Plants to Environmental Stresses, Vol. 2, Water, Radiation, Salt and Other Stresses, Academic press, New York, 650p.
 - Mikolajewicz, M. and Filoda, G., 1998. Septoria melissae desm control on common bahu (*Melissa officinalis* L.). Herba Poloinca, 44(3): 172-174.
 - Munn, S. and Alegre, L., 2000. The significance of beta carotene, alpha, tocopherol and the xanthophyll cycle in droughted *Melissa officinalis* plant. Journal of plant physiology, 27(2): 139-146.
 - Munne, S. and Alegre, L., 1999. Role of dew on the recovery of water stressed *Melissa officinalis* L. Journal of Plant Physiology, 154(5-6): 759-766.
 - Munne, S., Schwarz, K., Alegre, L., Horvath, G., and Szigeti, Z., 1999. Alpha-tocopherol protection against drought, induced damage in *Rosmarinus officinalis* L and *Melissa officinalis* L. proceedings

The effect of drought stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and relative water contents of balm (*Melissa officinalis* L.)

B. Abbaszadeh¹, E. Sharifi ashourabadi¹, M.H. Lebaschi¹, M. Naderi hajibagher Kandy¹ and F. Moghadami²

1- Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, E-mail: babaszadeh@rifr-ac.ir

2. Abhar payam Noor university, Iran

Abstract

In this research effect of drought stress on physiological characteristics of balm (*Melissa officinalis* L.) was performed under field condition in Karaj, Iran in 2005. Experiment was conducted using randomized complete block design with 4 replications. Treatment included T1 (non stress), T2 (80%FC), T3 (60%FC), T4 (40%FC) and T5 (20%FC). Effect of drought stress on chlorophyll a, chlorophyll b, proline, soluble sugars, relative water contents, percentage and yield of essential oil were significant ($\alpha=0.001$). Effect of drought stress on total chlorophyll was significant ($\alpha=0.005$). Comparison of treatment means showed that highest chlorophyll a (1.921mg/l), chlorophyll b (1.197mg/l), total chlorophyll (2/283mg/l) were related to T1 (control), T5 (20%FC) and T1 (control), respectively. Highest accumulation of proline with 2.545 mg/l mean was related to T3 (60%FC). Maximum relative water content with 93.369 mean percentage related to T1 (control). It could be concluded that plant accumulation of proline and soluble sugars increased tolerance and showed that moderate drought stress is beneficial for balm production.

Key words: Balm (*Melissa officinalis* L.), drought stress, proline, soluble sugars, chlorophyll, RWC.