فصلنامهٔ پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۲۰ شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۲۶۳-۲۷۵، (۱۳۸۳)

بررسی تغییرات متابولیسمی حاصل از تنشهای خشکی درگیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.)

زهرا باهرنیک[۱]، محمدباقر رضایی[۱]، مهلقا قربانلی[۲]، فاطمه عسگری[۱] و محمدکاظم عراقی[۱]

چکیده

با توجه به اهمیت بررسی تأثیرات حاصل از تنش خشکی بر رشد و نمو، متابولیسم و تولید محصول در گیاهان به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر گیاه *Satureja hortensis*، گیاه فوق تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی قرار گرفت. تیمارها برحسب مقادیر ظرفیت زراعی بدست آمده و برحسب اعمال تیمارهای تنش که عبارت بودند از آبیاری در حد ظرفیت زراعی در طی دوره رویشی (F C)، تنش ملایم (LS – ۲/۳ ظرفیت زراعی) در دو مرحله دوره رویشی و در زمان گلدهی و تنش شدید (HS – ۱/۳ ظرفیت زراعی) در زمان گلدهی انجام گردید. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان دریافت که توان بالقوه آبی برگ نمونه‌ها با افزایش تنش از ۰/۵- مگاپاسکال تا ۱/۵- مگاپاسکال کاهش یافته و از محتوای آب نسبی برگها نیز کاسته شده است. همچنین مشاهدات حاصل نشان دادکه با افزایش میزان تنش میزان پرولین در گیاه افزایش یافته است. نتایج بیانگر بیشترین تأثیر تنش شدید بر درصد پرولین گیاه است، بنابراین بالاترین مقدار پرولین در تیمار HS برابر ۹/۸ میکروگرم بر گرم ماده تر مشاهده گردید. میزان پرولین در تیمارLS1 برابر ۷/۳۶ و در تیمار LS2 ۶/۴۷ و حداقل پرولین در تیمار FC برابر ۰/۶۹ میکروگرم بر گرم ماده تر بوده است.

واژه‌های کلیدی: مرزه، توان بالقوه آبی، محتوای آب نسبی، پرولین، تنش خشکی، *Satureja hortensis*

۱- اعضای هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، بلوار پژوهش، صندوق پستی: ۱۱۶- ۱۳۱۸۵.
۲- استاد دانشگاه تربیت معلم تهران.

E-mail: baher@ rifr-ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

از آنجایی که آب بستری مناسب برای انجام متابولیسم در گیاهان است, پاسخ گیاهان به خشکی می‌تواند به‌صورت سازش و خوگیری, اصلاح و تعدیل ساختمان یا متابولیسم در پاسخ به تغییرات محیطی باشد. در سالهای اخیر تحقیقاتی در زمینه اثرات آبگیری در سطح سلولی انجام پذیرفته و حساسیت ترکیب پروتئین‌ها به تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفته است. خشکی سریع تعداد پلی زومها را در سلول و نیز پروتئین‌ها را در برخی از گیاهان علفی کاهش می‌دهد. برخی از مولکولهای پروتئینی زندگی کوتاهی دارند اما بازسازی آنها بسیار سریع است. فرآورده‌های حاصل از تجزیه پروتئین‌ها, اسیدهای آمینه‌ای است که در طی خشکی یا تجمع حاصل می‌کنند و در سازگاری اسموزی شرکت کرده و یا ذخیره شده و به‌عنوان موادی جهت بازسازی مواد ثانوی بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Basra و Basra، ۱۹۹۷).

تحقیقات فراوانی در مورد اثر تنش بر متابولیسم گیاه انجام شده است. از جمله در زمینه محتوای آب برگی و توان بالقوه آبی، Cameron در سال ۱۹۹۹ نشان داد که میزان و زمان تنش خشکی اثر بسیار مشخصی روی موقعیت آبی و رشد گیاه *Rhododendron* دارد به گونه‌ای که خشکی شدید در طی خرداد – تیرماه، توسعه و گسترش شاخه‌ها را تا پایان فصل باز داشته و موجب شده است که گیاهان همچنان کوچک و فشرده بمانند تا هنگامی‌که دوباره فصل رویش (بهار) فرا رسد. توان بالقوه آبی برگ شاخصی مناسب برای تنش آبی گیاه و محتوای آب برگی است. توان بالقوه آبی در واقع اندازه‌گیری از موقعیت انرژی آزاد آب در بافت گیاه، خاک و محلولهاست، بنابراین حرکت آب در طی شیب کاهش توان بالقوه آب به‌درون گیاه هدایت می‌شود (Romos و Gordon، ۱۹۹۹).

Archive of SID

www.SID.ir

قطع آبیاری از گیاه *Medicago sativa* که هر روز آبیاری می‌شود از روز اول تا پنجمین روز نشان داد که توان بالقوه آبی برگ از ۰/٤- مگاپاسکال تا ۲- کاهش یافته است (Girousse *et al*، ۱۹۹٦).

کاهش آبیاری تا حد ۳۰٪ ظرفیت زراعی در طی ده روز موجب کاهش توان بالقوه آبی برگ از ۰/۵- تا ۰/۸۷ مگاپاسکال در گیاه *Phaseolus vulgaris* گردید (Gordon و Ramos، ۱۹۹۹).

توان بالقوه آبی *Dactylis glomerata* بعد از سه روز از آخرین آبیاری به‌طور مشخص کاهش نشان داد (Volarire *et al*، ۱۹۹۸).

در زمینه تغییرات میزان پرولین بررسیها نشان می‌دهد که برگهای گیاهان ذرت تحت تنش حاوی بالاترین میانگین پرولین (بین ۱۸ تا ٤۱ مول بر گرم در وزن تر ۲ رقم زراعی) بوده‌اند (Abd El-. Rahm *et al*، ۱۹۹۸).

کالوس گیاه *Pinus taeda* زمانی‌که تحت تنش شدید خشکی قرار می‌گیرد تجمع و تراکم پرولین در آن ٤۰ برابر افزایش می‌یابد. همچنین پرولین آندوژن زمانی‌که پرولین اگزوژن به بافت کالوس شاهد اضافه می‌شود، تجمع حاصل می‌کند (Newton *et al*، ۱۹۸۷).

در مقاله حاضر تغییرات ناشی از تنش خشکی بر توان بالقوه آبی گیاه, محتوای آب نسبی و مقدار پرولین در گیاهان حاصل از تنش مورد بررسی قرار گرفته است.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روشها

تحقیق فوق در مراحل زیر انجام گرفت:

۱- کاشت بذر در مزرعه، اعمال تیمارهای مختلف آبیاری براساس محاسبه ظرفیت مزرعه

۲- مرحلهٔ سنجشهای آزمایشگاهی به‌منظور تعیین اثر تنش بر توان بالقوه آبی و محتوای نسبی برگها و اندازه‌گیری مقادیر پرولین نمونه‌های تحت تیمار

۱- کاشت در مزرعه و نحوه اجرای تنش آبی در زمین

آزمایش مزرعه‌ای در محل ایستگاه البرز کرج وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع در سال ۱۳۷۹ انجام گرفت.

خاک مزرعه جهت انجام آزمایشهای خاک‌شناسی به‌منظور تعیین بافت و تعیین ظرفیت زراعی و رسم منحنی رطوبتی، نمونه‌برداری و به آزمایشگاه خاک‌شناسی انتقال یافت. برای پی بردن به توان ماتریکس خاک از دستگاه صفحه فشار (Pressure plate Apparatus) استفاده گردید.

تیمارها برحسب مقادیر ظرفیت زراعی بدست آمده و برحسب اعمال تیمارهای تنش که عبارت بودند از آبیاری در حد ظرفیت زراعی در طی دوره رویشی (F C), تنش ملایم (LS = ۲/۳ ظرفیت زراعی) در دو مرحله دوره رویشی و در زمان گلدهی و تنش شدید (HS = ۱/۳ ظرفیت زراعی) در زمان گلدهی انجام گردید.

اعمال ٤ تیمار تنش خشکی بر نمونه‌ها به قرار زیر بوده است:

F C تیمار: گروه (۱) (در تمام طول دورهٔ تنش درحد ظرفیت زراعی)

LS1 تیمار: گروه (۲) (در مراحل اولیه درحد ظرفیت زراعی – بعد درحد تنش ملایم)

L S2تیمار: گروه (۳) (در طول دوره رویشی تا زمان گلدهی درحد ظرفیت زراعی – بعد درحد تنش ملایم)

Archive of SID

www.SID.ir

(در طول دوره رویشی تا زمان گلدهی در حد ظرفیت زراعی – بعد در حد تنش شدید) HS تیمار: گروه (٤)

از آنجایی‌که دانه رستهای تازه رویش یافته قادر به تحمل تنش شدید نبوده و گیاهان جوان با ٦ انشعاب فرعی در مواجهه با تنش شدید دچار رکود در رویش بودند بنابراین اعمال تیمار شدید تنش فقط محدود به مرحلهٔ نمو گیاه (پس از گلدهی) گردید.

طرح بلوکهای کامل تصادفی برای بررسی انتخاب گردید، بنابراین ٤ تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد و در مجموع ١٦ کرت به ابعاد ۲ در ۳ متر در زمین ایجاد گردید. فاصلهٔ کرتها در هر تیمار از هم ۰/۵ متر و فاصلهٔ تکرارها از هم ۲ متر در نظر گرفته شد. در هر کرت ٤ ردیف و فاصله هر ردیف از هم ۳۰cm و فاصلهٔ هر پایه در هر ردیف ۲۰ cm–۱۵ در نظر گرفته شد. بعد از آماده‌سازی زمین، بذرها در اسفندماه برروی پشته‌ها کشت گردید.

آبیاری از فروردین ماه انجام گرفت. به منظور آبیاری مزرعه، اقدام به لوله‌کشی و نصب کنتور در مزرعه گردید. بدین منظور یک کنتور اصلی در محل اصلی ورودی آب نصب و در محل انشعاب به هریک از تیمارها، فلکه‌ای متصل گردید. بنابراین مقادیر آب ورودی در هریک از ردیفها و کرتها و در مجموع در هر تیمار قابل کنترل و محاسبه گردید.

آبیاری بذرها از هنگام رویش تا مرحلهٔ ۸–٦ انشعاب فرعی درحد ظرفیت زراعی, ۵ بار در هفته به مقدار ٣٦ لیتر در متر مربع به‌مدت ۱ ساعت انجام گردید. از مرحله شش شاخه فرعی اعمال تیمارها برحسب تغییر رطوبت خاک براساس منحنی رطوبتی به نحو زیر انجام پذیرفت:

FC– هر ۵ روز یکبار به مقدار ٣٦ لیتر / متر مربع

LS1 و LS2 –هر ۷ روز یکبار به مقدار ٣٦ لیتر / متر مربع

HS– هر ۹ روز یکبار به مقدار ٣٦لیتر / متر مربع

Archive of SID

www.SID.ir

۲- روشهای سنجش آزمایشگاهی

۲-۱- اندازه‌گیری توان بالقوه آبی

به‌منظور اندازه‌گیری توان بالقوه آبی برگها (Ψwl) ۳ ساعت بعد از طلوع آفتاب، برگهای بالغ و کاملاً رشد یافته گیاهان گلدار از محل دمبرگ با کمک تیغ (اسکالپل) از ساقه جدا و بلافاصله به محل اندازه‌گیری انتقال و توسط دستگاه Pressure Pompe مقادیر آنها اندازه‌گیری گردید و دمبرگهای مذکور در داخل محفظهٔ مشخص قرار داده شده و بعد از باز کردن شیر خروج گاز به محض مشاهدهٔ حبابهای هوا و خروج شیره از آوند توان آنها یادداشت گردید. (Ferrat و Lovat، ۱۹۹۹).

۲-۲- اندازه‌گیری محتوای آبی نسبی برگها

برگهای پایه‌ها بلافاصله بعد از جمع‌آوری از گیاه توزین گردیدند و وزن تر آنها اندازه‌گیری شد. بعد برگها به درون لوله‌های آزمایش محتوی آب انتقال یافتند و به مدت ٢٤ ساعت جهت آبگیری کامل در دمای ٤ درجه سانتیگراد نگهداری شدند پس از ٢٤ ساعت برگهای فوق دوباره توزین شده و وزن برگهای اشباع شده اندازه‌گیری گردید. برگهای فوق بعد در آون ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ٤٨ ساعت خشک گردیده و دوباره توزین شدند بدین ترتیب وزن خشک برگها محاسبه گردید (Ferrat and Lovat، ۱۹۹۹).

نحوهٔ محاسبهٔ محتوای آب نسبی برگها به شرح زیر است:

$$RWC(\%)=(FW-DW)/(TW-DW)100$$

RWC = محتوای آب نسبی

FW = وزن تر

DW = وزن خشک

TW = وزن بعد از اشباع کامل

Archive of SID

www.SID.ir

انجام بررسیهای آزمایشگاهی و اندازه‌گیری عوامل رشد در هنگام گلدهی کامل پایه‌ها صورت پذیرفت، بنابراین ابتدا توان بالقوه آبی برگهای گیاه اندازه‌گیری و بعد ۰/۵ گرم نمونه تر از هر پایه جهت تعیین مقادیر پرولین برداشت گردید.

۳-۲- مرحلهٔ استخراج و اندازه‌گیری مقادیر پرولین نمونه‌های تحت تیمار

۰/۵ گرم از بافت تازه گیاهی از گیاهان گلدار هر کدام از تیمارها برداشت گردید. بعد برگها کاملاً در هاون چینی کوبیده و له گشته تا به حالت خمیری در آید. بر روی خمیر حاصل به میزان ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ افزوده و محلول حاصل در لوله آزمایش ریخته و حداقل ۲ دقیقه تکان دادیم. جداسازی دو فاز در لوله آزمایش کاملاً مشهود بود. بعد دو فاز حاصل را از هم جدا کرده و بر تفاله برگ موجود دوباره ۲ بار اتانول به میزان ۵ میلی‌لیتر با غلظت ۷۰٪ افزوده شد. دوباره محلولهای حاصل را تکان داده و دو فاز از هم جدا شدند.

بر روی ۰/۵ میلی‌لیتر محلول بدست آمده آزمایشها را ادامه داده و لوله‌های آزمایش فوق را در دستگاه سانتریفوژ قرار داده و آنرا بر روی ۳۵۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه تنظیم کردیم. بعد از سانتریفوژ کردن نمونه‌ها حال بر روی ۱ میلی‌لیتر از محلول بدست آمده ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه کرده و به‌هم می‌زنیم. بعد ۵ میلی‌لیتر نینهیدرین به نمونه‌ها اضافه نمودیم. استانداردهای پرولین را در مقادیر ۰, ۰/۰۱, ۰/۰۲, ۰/۰۳, ۰/۰٤ میکرومول بر میلی‌لیتر تهیه کرده و نمونه‌های حاصل و استانداردها را در طول موج ۵۱۵ نانومتر با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر می‌خوانیم. استانداردهای حاصل از هیدروکسی پرولین تهیه گردیدند. پس از اضافه کردن نینهیدرین دوباره ۵ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال اضافه می‌کنیم. محلول حاصل را به‌هم می‌زنیم و لوله‌های حاصل را در داخل بن ماری در ۱۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ٤۵ دقیقه قرار می‌دهیم. بعد از

Archive of SID

www.SID.ir

خشک شدن نمونه‌ها ۱۰ میلی‌لیتر بنزن اضافه کرده و با شیکر به مدت ۰/۵ ساعت تکان می‌دهیم. بعد از آن نمونه‌ها را ۳۰ دقیقه آرام رها می‌کنیم تا پرولین در بنزن حل شود.

بعد از خواندن جذب محلولهای استاندارد, منحنی تغییرات جذب را نسبت به غلظتهای محلولهای استاندارد تهیه شده رسم نمودیم. بعد از بدست آوردن منحنی فوق و محاسبه ضریب رگرسیون از طریق فرمول درجه اول مقادیر جذب و در نهایت غلظت پرولین نمونه‌های تهیه شده از تیمارهای مختلف را محاسبه کردیم (Irigoyen *et al*، ۱۹۹۲).

لازم به ذکر است که انجام محاسبات آماری و رسم نمودار با کمک برنامه‌های ANOVA-one way, SPSS, Excell انجام پذیرفته است.

نتایج

نتایج بدست آمده به‌شرح ذیل می‌باشد:

۱- اثر تنش بر توان بالقوه آبی

توان بالقوه آبی با کاهش رطوبت از حد ظرفیت زراعی در تیمارهای مختلف کاهش یافته است. توان بالقوه آبی در نمونه‌های HS، LS2، LS1، FC به ترتیب برابر ۱/۵-، ۱/۳۰-، ۱/۳-، ۰/۵- مگاپاسکال بوده است. از نظر آماری توان بالقوه آبی نمونه‌های HS، FC با دو تیمار LS1، LS2 اختلاف معنی‌دار داشته‌اند ولی بین دو نمونه LS2، LS1 اختلاف معنی‌دار نبوده است (جدول شمارهٔ ۱).

۲- اثر تنش بر محتوای آب نسبی برگها

کاهش مقادیر آبیاری و در نتیجه افزایش توان بالقوه آبی موجب کاهش محتوای آب نسبی برگها گردیده است. RWC در تیمار FC، LS1، LS2، HS به ترتیب ٦٥/۳۰،

Archive of SID

www.SID.ir

۳٤/۱۸، ۲۹/۱۳ و ۱۸/۱۳ درصد بوده است. از نظر آماری اختلاف مشاهده شده در تیمارهای HS، FC با دو تیمار LS2، LS1 کاملاً معنی‌دار بوده است. اختلاف محتوای آب نسبی بین دو تیمار LS2، LS1 معنی‌دار نیست (جدول شمارهٔ ۱).

۳- اثر تنش بر مقدار پرولین

مشاهدات نشان داد که با افزایش میزان تنش میزان پرولین در گیاه افزایش یافته است. نتایج حاصل از جذب بیانگر بیشترین تأثیر تنش شدید بر درصد پرولین گیاه است، بنابراین بالاترین مقدار پرولین در تیمار HS برابر ۹/۸ میکروگرم بر گرم ماده تر مشاهده گردید. میزان پرولین در تیمارLS1 برابر ۷/۳٦ و در تیمار LS2 ٦/٤۷ و حداقل پرولین در تیمار FC برابر ۰/٦۹ میکروگرم بر گرم ماده تر بوده است. از نظر آماری اختلاف تیمار HS با دو تیمار LS2, FC معنی‌دار بوده است. همچنین تیمار LS1, LS2 با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشته است. بین تیمارهای LS1, LS2 اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول و شکل شمارهٔ ۱).

جدول شمارهٔ ۱- مقایسه میانگین مقدار توان بالقوه آبی محتوی آب نسبی و پرولین در طی تیمارهای تنش آبی در نمونه‌های مزرعه‌ای

نوع تیمار / مؤلفه مورد بررسی	تیمار FC	تیمار LS1	تیمار LS2	تیمار HS
توان بالقوه آبی	-۰/۵	-۱/۳۰	-۱/۳	-۱/۵
محتوای آب نسبی	٦۵/۳۰	۳٤/۱۸	۲۹/۱۳	۱۸/۱۳
مقدار پرولین (μ M/ g FW)	۰/٦۹	۷/۳٦	٦/٤۷	۹/۸

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان دریافت که توان بالقوه آبی برگ نمونه‌ها با افزایش تنش از ۰/۵- مگاپاسکال تا ۱/۵- مگاپاسکال کاهش یافته و از محتوای آب نسبی برگها نیز کاسته شده است.

Girowse و همکاران در سال ۱۹۹٦ نشان دادند که توان بالقوه آبی در گیاه *Medicago sativa* با قطع آبیاری از روز اول تا پنجمین روز از ۰/٤- مگاپاسکال تا ۲- کاهش یافته است. همچنین Ramos و Gordon در سال ۱۹۹۹ گزارش کرد که کاهش آبیاری تا حد ۳۰٪ ظرفیت زراعی در طی ده روز موجب کاهش توان بالقوه آبی برگ از ۰/۵- تا ۰/۸۷- مگاپاسکال در گیاه *Phaseoluys vulgaris* گردیده است.

Abd El-Rahin و همکاران در سال ۱۹۹۸ نشان دادند که محتوای آب نسبی ارقام زراعی ذرت تحت تنش خشکی کمتر از گیاهان بدون تنش بوده است. همچنین Ferrat و Lavat در سال ۱۹۹۹ گزارش کرد که محتوای آب نسبی *Phaseolus* به‌طور مشخصی هنگامی که گیاهان ٤ روز در شرایط بدون آبیاری قرار گرفتند به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است.

مقدار پرولین نیز با افزایش تنش از ۰/٦۹ تا ۹/۸ میلی‌گرم در نمونه‌های مزرعه‌ای افزایش یافته است که ١٤ برابر شده است. این افزایش نشان دهندهٔ تجمع مواد سازگار کننده‌ای است که جهت محافظت اسمزی توسط گیاه بکار گرفته می‌شوند و بنابراین پروتئین‌های حاصل به بقاء و پایداری سلولها کمک می‌کنند.

نتایج حاصل با تحقیقات انجام یافته توسط Khan در سال ۱۹۹۱ در مورد خردل که نشان داد محتوای پرولین در گیاهان تحت تنش آبی افزایش یافته است مطابقت دارد. همچنین Newton و همکاران در سال ۱۹۸۷ نشان دادند که در کالوس گیاه *Pinus taeda* در هنگام تنش شدید خشکی تجمع و تراکم پرولین ٤۰ برابر افزایش می‌یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیقات انجام شده توسط Udomprasert در سال ۱۹۹۵ نشان دادند که میزان پرولین در *Panicum maximum* در اولین چرخهٔ خشکی به میزان ٦ برابر افزایش یافته است. بنابراین از نتایج بدست آمده از تحقیق زیر می‌توان دریافت که تنش آبی اعمال شده بر متابولیسم گیاه مرزه مؤثر بوده و از آنجایی که توان بالقوه آبی برگ شاخصی مناسب برای تنش آبی گیاه و محتوای آب برگی است. میزان و زمان تنش خشکی اثر بسیار مشخصی در مورد موقعیت آبی مرزه داشته است و حرکت آب در طی شیب کاهش توان بالقوه آب به درون گیاه هدایت یافته است. از سوی دیگر گیاه مرزه به‌عنوان واکنشی در برابر تغییرات محتوای آب مقدار پرولین را افزایش داده و بنابراین تجمع آن تا ١٤ برابر نسبت به نمونه شاهد نشان دهندهٔ تجمع مواد سازگار کننده‌ای است که جهت محافظت اسمزی توسط گیاه بکار گرفته شده و بنابراین پروتئین‌ها و اسید آمینه‌های حاصل از جمله پرولین به بقاء و پایداری سلولها کمک کرده است. در نتیجه می‌توان دریافت که گیاه مرزه با بکارگیری راهبرد مناسب جهت پاسخ به خشکی می‌تواند به‌عنوان گونه‌ای متحمل به خشکی با مقادیر مناسب در نظر گرفته شود.

سپاسگزاری

شایسته است از کلیه همکارانی که در طی اجرای این طرح اینجانب را یاری کرده قدردانی و تشکر کنم. آقای دکتر محمد حسین لباسچی به واسطه بیان نقطه نظرات مفید و تجارب شایسته‌شان، همچنین از همکاری آقای مهندس بهلول عباس‌زاده و خانم مهندس لطیفه احمدی وآقایان مهندسین پاکپرور و رعیتی که در طی بررسیهای مزرعه‌ای و مراحل آزمایشگاهی از مساعدتها و همکاریشان بهره‌مند گشتم و همچنین از ریاست محترم مؤسسه تحقیقات جنگها و مراتع و نیز سایر مسئولین محترم در بخشهای مختلف جهت فراهم آوردن امکانات و زمینهٔ لازم جهت اجرای طرح فوق قدردانی می‌کنم.

Archive of SID

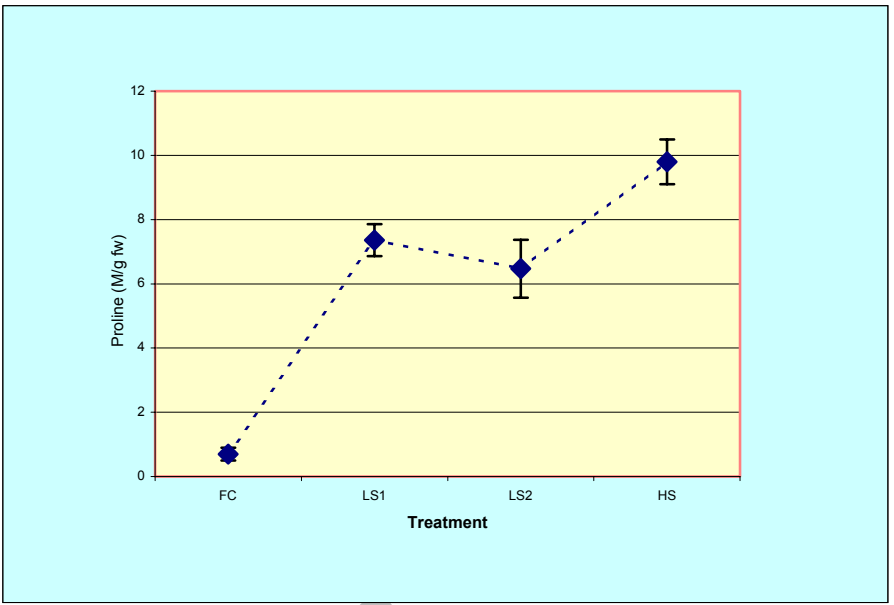
www.SID.ir

منابع مورد استفاده

- زرگری، ع.، ۱۳٦۹ گیاهان دارویی. انتشارات دانشگاه تهران جلد چهارم ۹۲۳ صفحه.
- طباطبایی، م.، ۱۳٦٥. گیاهشناسی کاربردی برای کشاورزی و منابع طبیعی کتاب اول گیاهان زراعتهای بزرگ. انتشارات فوق برنامه بخش فرهنگی جهاد دانشگاهی، ۱۱۸٤ صفحه.
- Abd El-Rahim, M. F., Fahmy, G and Mand Fahmy Z. M., 1998. Alterations in transpiration and stem vascular tissues of two *maize* cultivares under conditions of water stress and late wilt disease. Plant Pathology, 47, 216-223.
- Basra, A. S. and Basra, R. K., 1997. Mechanism of environmental stress resistance in plants. Harward academic publishers. 407 pp.
- Cameron, D., 1999. The effect of different irrigations on water relation and growth in *Rododenderon*. New Phyta. 137, 90-95.
- Ferrat, I. L. and Lovat, C. J., 1999. Relation between relative water content, Nitrogen pools, and Growth of *phaseolus vulgaris* L. and *P. acutifolius*, A. Gray during water deficit. Crop Science. Vol. 39. 467-474.
- Girousse, Ch., Bournoville, R. and Bonnemain, J. L., 1996. Water deficit-induced changes in concentrations in proline and some other amino acids in the phloem sap of *Alfalfa*. Plant Physiol, 111: 109-113.
- Irigoyen, J. J., Emerich, D.W. and Sanchez-Diaz, M., 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble in nodulated alfalfa(*Medicago sa*tiva) plants. Physiologia Plantarum, 84, 55-60.
- Khan, NA., 1991 Amelioration water stress by potassium in mustard. Plant physiology and Biochemistry New Delhi, 18: 2, 80-83.
- Newton, R J., Seu, S. and Puryear, JD., 1987. Free proline in water stressed *pine* callus. Tappi- journal, 70: 6, 141-144.
- Ramos, M. L. G. and Gordon, A. J, 1999. Effect of water stress on nodule physiology and biochemistry of a drought tolerant cultivar of common Bean (*Phaseolus vul*garis L.) Annuals of Botany. 83: 57-63.
- Udomprasert, N., Sawasdiphanich. S., 1995. Effect of water stress on proline content and forage quality. Kasctsatt Journal Natural Science, 29: 33, 291-297.
- Volarire, F., Thomas, H. and Lievre, F., 1998. Survival and recovery of perennial forage grasses under prolonged Mediterranean drought. New Phytol. 140, 4339-449.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل شمارهٔ ۱- اثر تنش خشکی بر مقادیر پرولین در تیمارهای مختلف آبیاری

Archive

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Vol. 20 No. (3), 263-275 (2004)

Research on the changes of metabolism in response to water stress in *Satureja hortensis* L.

Z. Baher Nik[1], M. B. Rezaee[1], M. Ghorbanli[2], F. Asgari[1] and M. K. Araghi[1]

Abstract

Because of the importance of water stress influence on plant growth, metabolism and yield, *Satureja hortensis* L. was imposed to water stress treaments. Irrigation treatments were selected based on different percentage of field capacity (FC), including (i) a control which was irrigated to full field capacity during the growing season (FC), (ii) two moderate water stress treatments during vegetation (LS1) and flowering stages (LS2) and (iii) severe water stress treatments during flowering stages (HS). Results showed that plant water potential reduced from -0.5 to 1.5 Mpa and RWC (relative water content) decreased too. Also water stress induced high amount of proline. The amount of proline was the highest in sever treatment while it changed from 0.69 to 7.36 μ M/g FW in FC, LS2 treatments.

Key words: *Satureja hortensis* L., water potential, RWC (relative water content), proline, water stress

Archive of SID

1- Research Institute of Forests and Rangelands. P.O.Box: 13185-116 Tehran, Iran. E-mail: baher@rifr-ac.ir.
2- Tarbiat Moallem Univercity - Tehran.

www.SID.ir