

تأثیر تنش خشکی بر برخی فرایندهای متابولیسمی گیاه *Parthenium argentatum* Gray.

زهرا باهرنیک^{۱*}، مهدی میرزا^۱، بهلول عباسزاده^۲ و محمود نادری حاجی باقرکندی^۲

۱- عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، پست الکترونیک: baher@rifr-ac.ir

۲- کارشناس، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

* نویسنده مسئول مقاله

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۸۵

تاریخ اصلاح نهایی: اسفند ۱۳۸۵

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۸۵

چکیده

از آنجایی که ارتباط بین خاک و موقعیت آبی گیاهان بر فرایندهای رشد و نمو، تکثیر و متابولیسم گیاهان مؤثر است، به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر گیاه *Parthenium argentatum* Gray، گیاه فوق تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی قرار گرفت. تیمارها برحسب مقادیر مختلف ظرفیت زراعی بدست آمده و برحسب اعمال تیمارهای تنش که عبارت بودند از: آبیاری در حد ظرفیت زراعی در طی دوره رویشی (FC)، تنشهای ملایم ($LS1 = 2/4$ ظرفیت زراعی، $LS2 = 1/2$ ظرفیت زراعی) و تنش شدید ($HS = 1/4$ ظرفیت زراعی) انجام گردید. نتایج بدست آمده نشان داد که محتوای آب نسبی برگها با افزایش تنش از $65/8\%$ تا $42/8\%$ کاهش یافته است. همچنین با افزایش میزان تنش، میزان قندهای محلول و پرولین در گیاه افزایش یافت. نتایج بدست آمده بیانگر بیشترین تأثیر تنش شدید بر درصد قند و پرولین گیاه است. بنابراین بالاترین مقدار قند در تیمار HS برابر $2/9$ میلی گرم بر گرم وزن تر و کمترین مقدار در تیمار FC برابر $1/07$ میلی گرم بر گرم مشاهده گردید. بالاترین مقدار پرولین در تیمار HS برابر $4/28$ میکرومول بر گرم ماده تر مشاهده شد. میزان پرولین در تیمار LS1 برابر $1/1$ و در تیمار LS2 برابر $1/56$ و حداقل پرولین در تیمار FC برابر $0/96$ میکرومول بر گرم بوده است.

واژه‌های کلیدی: *Parthenium argentatum* Gray، تنش خشکی، محتوای آب نسبی، قند، پرولین.

مقدمه

از آنجایی که خشکسالی و تنشهای آبی در بسیاری از مناطق دنیا می‌تواند زندگی گیاهان، جانوران و در نهایت بشر را تحت تأثیر خود قرار داده و تولید محصول را از طریق کاهش تعادل کربن در گیاهان محدود نماید، بنابراین نیاز به انجام تحقیقات به منظور کاهش اضمحلال گیاهان، جهت توسعه ارقام مقاوم به خشکی و دستیابی به

دانسته‌های اساسی و بنیادین در زمینه اثرات تنش خشکی بر روی گیاهان و تأکید بر افزایش پایداری سیستمهای گیاهی در شرایط خشکی و سالهای خشک امری ضروری می‌رسد. با توجه به اینکه آب بستری مناسب برای انجام متابولیسم در گیاهان است، بنابراین پاسخ گیاهان به خشکی می‌تواند از طریق تعدیل ساختمان یا متابولیسم در مواجهه با تغییرات محیطی باشد.

قندهای محلول را در گیاهان افزایش داده است (Sircelj *et al.*, 2005). همچنین بررسیهای انجام شده بر متابولیسم قند و توسعه گل‌های گیاه گل سرخ نشان می‌دهد که تنش بر میزان قندهای محلول افزوده است، در حالی که از میزان نشاسته و فروکتان کاسته است (Mayak *et al.*, 2001).

همچنین تحقیقاتی در زمینه اثرات آبیگری در سطح سلولی انجام پذیرفته و حساسیت سنتز پروتئینها به تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفته است. خشکی سریع، تعداد پلی‌زومها را در سلول و نیز پروتئینها را در برخی از گیاهان علفی کاهش می‌دهد. فرآورده‌های حاصل از تجزیه پروتئینها، اسیدهای آمینه‌ای مانند پرولین است که در طی خشکی یا تجمع حاصل می‌کنند و در سازگاری اسمزی شرکت نموده و یا ذخیره شده و به عنوان موادی جهت بازسازی ترکیبهای ثانویه مورد استفاده قرار می‌گیرند (Basra & Basra, 1997). در زمینه تغییرات میزان پرولین، بررسیها نشان می‌دهد که برگهای گیاهان ذرت تحت تنش، حاوی بالاترین میانگین پرولین (بین ۱۸ تا ۴۱ مول بر گرم در وزن تر ۲ رقم زراعی) بوده‌اند (Abd El-Rahim *et al.*, 1998). کالوس گیاه *Pinus taeda* زمانی که تحت تنش شدید خشکی قرار می‌گیرد تجمع و تراکم پرولین در آن ۴۰ برابر افزایش می‌یابد. پرولین آندوژن همچنین زمانی که پرولین اگزوژن به بافت کالوس شاهد اضافه می‌گردد، تجمع حاصل می‌کند (Newton, *et al.*, 1987).

در مقاله حاضر، تغییرات ناشی از تنش خشکی بر پتانسیل آبی گیاه *Parthenium argentatum* محتوای آب نسبی و مقدار پرولین در گیاهان حاصل از تنش مورد بررسی قرار گرفته است.

در سالهای اخیر تحقیقات فراوانی بر روی اثر تنش بر متابولیسم گیاهان انجام شده است، از جمله در زمینه محتوای آب برگ و پتانسیل آبی، Cameron (۱۹۹۹) نشان داد که میزان و زمان تنش خشکی اثر بسیار مشخصی روی موقعیت آبی و رشد گیاه *Rhododendron* داشته به طوری که خشکی شدید در طی خرداد تا تیرماه، توسعه و گسترش شاخه‌ها را تا پایان فصل باز داشته و موجب شده که گیاهان همچنان کوچک و فشرده بمانند تا هنگامی که دوباره فصل رویش (بهار) فرا رسد (1999, Ramos & Gordon).

قطع آبیاری از گیاه *Medicago sativa* که هر روز آبیاری می‌گردد از روز اول تا پنجمین روز نشان داد که توان بالقوه آبی برگ از ۰/۴- مگاپاسکال تا ۲- کاهش یافته است (Girousse *et al.*, 1996).

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 (Ramos & Gordon, 1999).

همچنین خشکی بر فرایند فتوسنتز در گیاهان تأثیر مهمی گذاشته، انتقال سریع الکترونها را کاهش داده و تشکیل مواد اولیه فتوسنتز را تغییر می‌دهد. از جمله، بر میزان کربوهیدراتهای گیاهان مؤثر است. کربوهیدراتهای مرکب به کربوهیدراتهای ساده تجزیه شده و بنابراین در اثر خشکی بر میزان قندهای محلول اضافه می‌شود. بررسی اثر تنش خشکی بر رشد گیاه *Lonicera japonica* نشان داد که محتوای قندهای محلول در گیاه تحت تأثیر تنش خشکی افزایش یافته است (Xu *et al.*, 2006).

پاسخهای بیوشیمیایی برگهای دو رقم سیب تحت تنش خشکی نشان داد که تنشهای متوسط میزان تجمع

و رسم منحنی رطوبتی، نمونه برداری و به آزمایشگاه خاک شناسی انتقال یافت. برای پی بردن به پتانسیل ماتریکس خاک از دستگاه صفحه فشار (Pressure plate Apparatus) استفاده گردید. تیمارها برحسب مقادیر ظرفیت زراعی بدست آمده و بر حسب اعمال تیمارهای تنش که عبارت بودند از آبیاری در حد ظرفیت زراعی (F C)، تنش ملایم و متوسط ($2/4=LS1$) ظرفیت زراعی و ($1/2=LS2$) ظرفیت زراعی) و تنش شدید ($1/4=HS$) ظرفیت زراعی) در طی دوره رویشی انجام گردید.

طرح بلوکهای کامل تصادفی برای بررسی انتخاب گردید. بنابراین ۳ تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد و مجموعاً ۱۲ کرت به ابعاد ۲ در ۲ متر در زمین ایجاد گردید. فاصله کرتها در هر تیمار از هم ۲ متر و فاصله تکرارها از هم ۱ متر در نظر گرفته شد. در هر کرت ۳ ردیف و فاصله هر ردیف از هم ۱۰۰cm و فاصله هر پایه در هر ردیف ۵۰cm در نظر گرفته شد. بعد از آماده سازی زمین، در فروردین ماه پایه‌های گلدانی حاصل از کشت بذر (بذر تهیه شده از کلکسیون موجود در مؤسسه) در گلدان، به مزرعه انتقال یافتند. آبیاری از فروردین ماه انجام گرفت. به منظور آبیاری مزرعه، اقدام به لوله کشی و نصب کنتور در مزرعه گردید. بدین منظور یک کنتور اصلی در محل اصلی ورودی آب نصب و در محل انشعاب به هر یک از تیمارها، فلکه‌ای متصل گردید. بنابراین، مقادیر آب ورودی در هر یک از ردیفها و کرتها و مجموعاً در هر تیمار قابل کنترل و محاسبه گردید. آبیاری پایه‌ها از هنگام انتقال تا ۱۴ روز، دو بار در هفته و سپس بر حسب نوع تیمار و تغییر رطوبت خاک (با توجه به منحنی حاصل از تغییر رطوبت خاک نسبت به تغییرات درجه حرارت) به نحو زیر انجام پذیرفت:

جنس *Parthenium* متعلق به خانواده کمپوزیته و دارای ۱۷ گونه است که برخی از آنها گیاهان یک ساله و برخی درختی و درختچه‌ای می‌باشند. گیاه وایول (*P. argentatum*)، درختچه‌ای چند ساله، خاکستری نقره‌فام و بومی مناطق خشک و بیابانی و منبعی از لاتکس و چند محصول فرعی است. بوته‌ای با ارتفاع ۱ متر و پیرامون ۲ متر دارای ریشه‌ای گنبدی شکل مرکب از ریشه‌ای شیرابه‌ای با تورهای فیبری که به صورت عمودی در خاک فرو می‌رود. برگها دراز و باریک، حواشی برگها دندانهای، گلها کوچک و بر روی نهنجهای مشترک واقع هستند. میوه آن فندقه است. پراکنندگی آن به صورت تک تک و انفرادی بوده و عمدتاً در ارتفاع حدود ۲۱۰۰-۱۲۰۰ متر از سطح دریا رشد می‌کند. گلها و لاتکس آن بسیار معطر بوده و موجب جلب شدید حشرات مخصوصاً در هنگام گرده افشانی می‌شود (فاکر باهر، ۱۳۷۳).

مواد و روشها

تحقیق فوق در مراحل زیر انجام گرفت:

- ۱- کاشت بذر در گلدان و انتقال پایه‌های شش ماهه به مزرعه، اعمال تیمارهای مختلف آبیاری براساس محاسبه ظرفیت مزرعه.
- ۲- مرحله نمونه برداری و سنجشهای آزمایشگاهی به منظور تعیین اثر تنش بر محتوای آب نسبی برگها و اندازه گیری مقادیر قند و پروتئین 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 کشور در سال ۱۳۸۴ انجام گرفت. خاک مزرعه جهت انجام آزمایشهای خاک شناسی به منظور تعیین بافت و تعیین ظرفیت زراعی

۲-۲- استخراج و اندازه‌گیری مقادیر قند نمونه‌های

تحت تیمار

ابتدا ۰/۵ گرم از برگ تازه را در داخل ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ له کرده و سپس ۱۵ میلی‌لیتر الکل اتانول ۷۰٪ به آن اضافه نموده تا حجم کل محلول به ۲۰ میلی‌لیتر برسد. محلول حاصل را در دستگاه سانتریفوژ به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۵۰۰ دور قرار داده و قسمت محلول زلال بدست آمده را جدا کرده و به ۰/۱ میلی‌لیتر از آن، ۳ میلی‌لیتر محلول آنترون تهیه شده (۰/۱۵ گرم آنترون + ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲٪) اضافه می‌کنیم. لوله‌های حاوی محلولهای فوق را به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده و سپس میزان جذب آنها را با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر می‌خوانیم. محلولهای استاندارد از گلوکز با غلظتهای ۲۰۰۰، ۱۵۰۰، ۱۰۰۰، پی‌پی‌ام تهیه شد (Irigoyen et al., 1992; Paquin & Lechasseur, 1979). با استفاده از رسم منحنی استاندارد مقدار قند برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه و نتایج آن با استفاده از نرم‌افزار SPSS و MSTATC (تجزیه واریانس یک طرفه ANOVA با استفاده از آزمون LSD) تجزیه و تحلیل گردید.

۲-۳- مرحله استخراج و اندازه‌گیری مقادیر پرولین

نمونه‌های تحت تیمار

۰/۵ گرم از بافت تازه گیاهی از گیاهان گلدار هر کدام از تیمارها، برداشت گردید. سپس برگها کاملاً در هاون چینی کوبیده و له گشته تا به حالت خمیری درآید. سپس ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالسیلیک اسید ۳ درصد به آن اضافه کرده و محتوی هاون را بهم زده و با کاغذ صافی آن را صاف کردیم. به ۲ میلی‌لیتر محلول حاصل، ۲ میلی‌لیتر اسید نین‌هیدرین تهیه شده (۱۲۵ میلی‌گرم نین‌هیدرین + ۲

FC- هر ۷-۴ روز یکبار به مقدار ۳۶ لیتر/مترمربع

LS1 و LS2- هر ۱۲-۱۰ و ۲۱-۱۴ روز یکبار به

مقدار ۳۶ لیتر/مترمربع

HS- هر ۳۰-۲۱ روز یکبار به مقدار ۳۶ لیتر/مترمربع

۲- روشهای سنجش آزمایشگاهی

۲-۱- اندازه‌گیری محتوای آب نسبی برگها

برگهای پایه‌ها بلافاصله بعد از جمع‌آوری از گیاه وزن گردیدند و وزن تر آنها اندازه‌گیری شد. سپس برگها به درون لوله‌های آزمایش محتوی آب انتقال یافتند و به مدت ۲۴ ساعت جهت آبگیری کامل در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. پس از ۲۴ ساعت برگهای فوق دوباره وزن شده و وزن برگهای اشباع شده اندازه‌گیری گردید. برگهای فوق سپس در آون ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیده و دوباره وزن شدند، بدین ترتیب وزن خشک برگها محاسبه گردید (Ferrat & Lovat, 1999).

نحوه محاسبه محتوای آب نسبی برگها به شرح ذیر است:

$$RWC(\%) = \frac{(FW - DW)}{(TW - DW)} \times 100$$

RWC = محتوای آب نسبی

FW = وزن تر

DW = وزن خشک

TW = وزن بعد از اشباع کامل

انجام بررسیهای آزمایشگاهی و اندازه‌گیری فاکتورهای رشد در هنگام گلدهی کامل پایه‌ها صورت پذیرفت، بنابراین ابتدا محتوای آب نسبی برگهای گیاه اندازه‌گیری و سپس ۰/۵ گرم نمونه تر از هر پایه جهت تعیین مقادیر قند و پرولین برداشت گردید.

در صورتی که اختلاف محتوای آب نسبی بین دو تیمار LS2 با LS1 و LS2 با HS معنی دار نبود (جدول ۱).

۲- اثر تنش بر مقدار قندهای محلول

مشاهده‌های حاصل نشان داد که با افزایش میزان تنش میزان قندهای محلول در گیاه وایول افزایش یافته است. بنابراین بالاترین مقدار قند در تیمار HS برابر ۲/۹ میلی گرم بر گرم وزن تر و کمترین مقدار در تیمار FC برابر ۱/۰۷ میلی گرم بر گرم مشاهده گردید. میزان قند در تیمار LS1 برابر ۱/۲۵ و در تیمار LS2 ۱/۵ میلی گرم بر گرم بوده است. از نظر آماری اختلاف تیمار FC با سایر تیمارها معنی دار بوده است. همچنین تیمار LS1 و LS2 با سایر تیمارها اختلاف معنی دار داشتند. بین تیمارهای HS، LS1 و LS2 اختلاف معنی دار مشاهده نشد (جدول ۱).

۳- اثر تنش بر مقدار پرولین

مشاهده‌های حاصل 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 ۴/۲۸ میکرومول بر گرم ماده تر مشاهده گردید. میزان پرولین در تیمار LS1 برابر ۱/۱ و در تیمار LS2 ۱/۵۶ و حداقل پرولین در تیمار FC برابر ۰/۹۶ میکرومول بر گرم بوده است. از نظر آماری اختلاف تیمار HS با سایر تیمارها معنی دار بوده است. بین تیمارهای FC و LS1 اختلاف معنی دار مشاهده نشد (جدول ۱).

میلی لیتر اسیدفسفریک ۶ مولار + ۳ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال + ۲ میلی لیتر اسیداستیک) اضافه نمودیم. محتوی حاصل را بهم زده و در حمام آب جوش در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت قرار دادیم و سپس لوله‌های محتوی محلول حاصل را در یخ قرار داده، پس از یکی شدن دمای آن با دمای محیط به آن ۴ میلی لیتر تولوئن اضافه کرده و به مدت ۲۰-۱۵ ثانیه بهم زدیم. استانداردهای پرولین را در مقادیر ۰، ۰/۰۱، ۰/۰۲، ۰/۰۳، ۰/۰۴ میکرومول بر میلی لیتر تهیه کرده و نمونه‌های حاصل و استانداردها را در طول موج ۵۲۰ نانومتر با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر می خوانیم (Irigoyen et al., 1992). با استفاده از رسم منحنی استاندارد مقدار پرولین بر حسب میکرومول بر گرم وزن تر محاسبه و نتایج آن با استفاده از نرم افزار SPSS و MSTATC (تجزیه واریانس یک طرفه ANOVA با استفاده از آزمون LSD) تجزیه و تحلیل گردید.

نتایج

۱- اثر تنش بر محتوای آب نسبی برگها

کاهش مقادیر آبیاری و در نتیجه افزایش پتانسیل آبی موجب کاهش محتوای آب نسبی برگها گردید. RWC در تیمارهای FC، LS1، LS2 و HS به ترتیب ۶۵/۸، ۵۲/۶، ۵۰ و ۴۲/۸ درصد بود. از نظر آماری اختلاف مشاهده شده در تیمارهای FC با سه تیمار LS1، LS2 و HS و نیز LS1 و HS کاملاً معنی دار بوده

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

تیمار HS	تیمار LS2	تیمار LS1	تیمار FC	نوع تیمار
۴۲/۱۸ ^c	۵۰ ^{bc}	۵۲/۶ ^b	۶۵/۸ ^a	پارامتر مورد بررسی
۴/۲۸ ^a	۱/۰۵۶ ^b	۱/۰۱ ^c	۰/۹۶ ^c	محتوای آب نسبی
۲/۰۹ ^a	۱/۰۵ ^b	۱/۲۵ ^b	۱/۰۷ ^b	مقدار پرولین (μM/g FW)
				مقدار قند (mg/g FW)

*، حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلافات معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

بحث

نتایج نشان داد که میزان تنش خشکی اثر مشخصی بر روی موقعیت آبی گیاه داشته و با افزایش تنش خشکی از محتوای آب نسبی برگها از ۶۵/۸ تا ۴۲/۸٪ کاسته شده است؛ با نتایج بدست آمده توسط Ehrler و همکاران (۱۹۸۵) بر روی ارتباط محتوای آب نسبی و رشد گیاه و ایول کشت شده در آریزونا آمریکا که محتوای آب نسبی از ۷۰٪ تا ۳۵٪ بر حسب نسبتهای مختلف آبیاری کاسته شده و نیز تحقیقات Abd El-Rahin و همکاران (۱۹۹۸) بر روی محتوای آب نسبی ارقام زراعی ذرت و گزارش Lovat و Ferrat (۱۹۹۹) بر کاهش محتوای آب نسبی *Phaseolus* مطابقت دارد.

از آنجایی که محتوای آب برگ، یک شاخص مناسب برای تنش آبی گیاه است، بنابراین، از نتایج بدست آمده از این تحقیق می‌توان دریافت که تنش آبی اعمال شده بر متابولیسم گیاه و ایول مؤثر بوده و حرکت آب در طی شیب کاهش پتانسیل آب به درون گیاه هدایت یافته است. البته از آنجایی که گیاه و ایول با مناطق نیمه خشک و خشک سازگار است بنابراین گیاه به آسانی توانسته است محتوای آب نسبی خود را تحت تیمار در حد ۱/۴ ظرفیت زراعی نسبتاً بالا نگاه دارد. همچنین خشکی بر میزان کربوهیدراتهای گیاه مؤثر بوده و بر میزان قندهای محلول افزوده است. چنانچه

میزان قند در تیمار در حد ظرفیت زراعی ۱/۰۷ گرم بر گرم وزن تر بوده است، در حالی که با کاهش میزان آبیاری تا حد ۱/۴ ظرفیت زراعی، به ۲/۹ گرم بر گرم وزن تر رسیده است. نتایج حاصل با بررسیهای انجام شده بر روی اثر تنش خشکی بر رشد و منابع لولین و اینولین گیاه و ایول توسط Hamilton و Slattery (۱۹۴۷) و نیز اثر تنش خشکی بر گیاه *Lonicera japonica* پاسخهای بیوشیمیایی برگهای دو رقم سیب و متابولیسم قند و توسعه گل‌های گیاه گل سرخ تحت تنش خشکی مطابقت دارد (Xu et al., 2006; Sircelj et al., 2005; Mayak et al., 2001). مقدار پرولین نیز با افزایش تنش از ۰/۹۶ تا ۴/۲۸ میکرومول در نمونه‌های مزرعه‌ای افزایش یافته است. نتایج حاصل با تحقیقات انجام یافته توسط Khan (۱۹۹۱) بر روی خردل که نشان داد محتوای پرولین در گیاهان تحت تنش آبی افزایش یافته است، مطابقت دارد. همچنین Newton و همکاران (۱۹۸۷) نشان دادند که در کالوس گیاه *Pinus taeda* در هنگام تنش شدید خشکی تجمع و تراکم پرولین ۴۰ برابر افزایش می‌یابد. تحقیقات انجام شده توسط Udomprasert و Sawasdiphanich (۱۹۹۵) نشان داد که میزان پرولین در *Panicum maximum* در اولین سیکل خشکی به میزان ۶ برابر افزایش یافته است.

- Cameron, D., 1999. The effect of different irrigations on water relation and growth in *Rhododendron*. *New Phytologist*, 137: 90-95.
- Ehrler, W.L., Bucks, D.A. and Nakayama, F.S., 1985. Relation among relative leaf water contents, growth and rubber accumulation in Guayule. *Crop Science*, 25: 779-782.
- 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*, 39: 467-474.
- Girousse, C.H., 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 Physiology*, 111: 109-113.
- Hamilton, P.T. and Slattery, M.C., 1947. Levulins and Inulin in Guayule, *Parthenium argentatum* A. Gray. *Plant Physiology*, 22(1): 77-87.
- 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 sativa*) plants. *Physiologia Plantarum*, 84: 55-60.
- Khan, N.A., 1991. Amelioration water stress by potassium in mustard. *Plant physiology and Biochemistry*, 18(2): 80-83.
- Mayak, S., Meir, S., Ben Sade, H., Nell, T.A. and Clark, D.G., 2001. The effect of transient water stress on sugar metabolism and development of cut flowers. *Acta Horticulture*, 543: 191-194.
- Newton, R.J., Seu, S. and Puryear, J.D., 1987. Free proline in water stressed *pine* callus. *Tappi Journal*, 70(6): 141-144.
- Paquin, R. and Lechasseur, P., 1979. Observation sur une method de dosage de la proline libre Dans les extrats de plants. *Canadian Journal of Botany*, 75: 1851-1854.
- 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 vulgaris* L.). *Annals of Botany*, 83: 57-63.
- Sircelj, H., Tausz, M., Grill, D. and Batic, F., 2005. Biochemical responses in leaves of two apple tree cultivars subjected to progressing drought. *Journal of Plant Physiology*, 162(12): 1308-1318.
- Udomprasert, N. and Sawasdiphanich, S., 1995. Effect of water stress on proline content and forage quality. *Kasatsatt Journal Natural Science*, 29(33): 291-297
- Xu, Y.C., Zhang, J.B., Jiang, Q.A., Zhou, L.Y. and Miao, H.B., 2006. Effects of water stress on the growth of *Lonicera japonica* and quality of honeysuckle. *Zhong Yao Cai*, 29(5): 420-423.

بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان دریافت که گیاه وایول به عنوان یک واکنش در برابر تنش خشکی و تغییرات محتوای آب نسبی، هم قندهای محلول را افزایش داده و هم از سوی دیگر با افزایش مقدار پرولین که نشان‌دهنده تجمع مواد سازگار کننده‌ای است که جهت محافظت اسمزی توسط گیاه بکار گرفته می‌شود نیروی نگهداری آب را در برگها افزایش داده و بدین ترتیب شرایط سازگاری گیاه با شرایط خشک را فراهم نموده است.

سپاسگزاری

شایسته است از کلیه همکارانی که در طی اجرای پروژه اینجانب را یاری نموده‌اند قدرانی نمایم. از آقایان دکتر شریفی عاشورآبادی، نادری و باصری و از خانمها مهندس شریعت، قدیری، شکاری و همچنین از ریاست محترم مؤسسه تحقیقات جنگها و مراتع کشور و نیز رئیس محترم بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی و سایر مسئولین محترم در بخشهای مختلف مؤسسه جهت فراهم آوردن امکانات و زمینه لازم جهت اجرای طرح فوق قدردانی می‌نمایم.

منابع مورد استفاده

- فاکر باهر، ز، ۱۳۷۳. گیاهان مولد کائوچو. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگها و مراتع کشور، ۴۵ صفحه.
- Abd El-Rahim, M.F., Fahmy, G. and Mand Fahmy, Z.M., 1998. Alterations in transpiration and stem vascular tissues of two *maize* cultivars 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 p.

The effect of metabolism in response to water stress in *Parthenium argentatum* Gray

Z. Baher Nik^{*1}, M. Mirza¹, B. Abbaszadeh¹ and M. Naderi Hajy Bagher Candy¹

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

Abstract

Since the relationship between soil and water status of plants and its effect on growth, propagation and metabolism process, the effect of water stress on *Parthenium argetatum*, was investigated. Irrigation treatments were selected based on different percentage of field capacity (FC), including (1) a control sample which was irrigated to full field capacity during the growing season (FC), (2) two moderate water stress treatments (LS1=75% and LS2=50% of field capacity) and (3) severe water stress treatments (HS=25% of field capacity). Results showed that plant RWC (relative water content) decreased from 65.8% to 42.8%. Also water stress induced high amount of sugar and proline. The amount of sugar was the highest in sever treatment (HS=2.9 mg/g FW) while it was the least in FC treatment (1.07 mg/g FW). The amount of proline was the highest in sever treatment (HS= 4.28 mM) while it changed from 1.1 in LS1, 1.56 in LS2 and the least (0.96 mM) in FC treatments.

Key words: *Parthenium argentatum* Gray., water stress, water potential, RWC, sugar, proline.