فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۰ شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۱۳۶-۱۲۳، (۱۳۹۱)

بررسی تأثیر تنش خشکی در سه گونه‌ی کهور (*Prosopis Juliflora* (swartz) DC., *P. cineraria* (L.) Durce, *P. koelziana* Burkil) در مراحل جوانه‌زنی، دانه‌رست و بلوغ

اصغر مصلح آرانی[1*]، زینب سلیمانی[2] و حمید سودایی‌زاده[3]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد. پست الکترونیک: amosleh@yazduni.ac.ir
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد
۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۷/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۹/۰۳

چکیده

در این تحقیق پاسخ سه گونه کهور درختچه‌ای، کهور آمریکایی و کهور ایرانی به تنش خشکی در سه مرحله‌ی جوانه‌زنی، دانه‌رست و بلوغ مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی جوانه‌زنی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. از محلول پلی اتیلن گلیکول (PEG) جهت ایجاد تنش‌های خشکی ۰، ۱- ، ۳- و ۵- بار استفاده شد. درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذرها و همچنین میزان پرولین و قندهای محلول اندام‌های هوایی دانه‌رست‌ها اندازه‌گیری شد. در شرایط صحرایی در رویشگاه این گونه‌ها در استان هرمزگان، تغییرات فصلی پرولین، قند، پتاسیم و سدیم در برگها اندازه‌گیری شد. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش خشکی، درصد و سرعت جوانه‌زنی در هر سه گونه و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در دو گونه‌ی کهور ایرانی و کهور درختچه‌ای به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. کهور آمریکایی در مرحله جوانه‌زنی بذر واکنش کمتری را در افزایش تنش خشکی از خود بروز داد. نتایج این تحقیق در شرایط صحرایی نشان داد که تجمع پرولین و قندهای محلول در تابستان بیشتر از فصول دیگر بود. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار سدیم و پتاسیم نشان داد که هر دوی این مواد در گونه کهور آمریکایی نسبت به گونه‌های دیگر بیشتر بود. البته مقدار این یون‌ها در کهور آمریکایی مشابه پرولین و قند، در فصل تابستان نسبت به فصول دیگر بیشتر بود. تنش خشکی باعث افزایش میزان قند و پرولین در دو گونه کهور درختچه‌ای و کهور آمریکایی و افزایش مقدار پرولین در گونه کهور ایرانی در دانه‌رست‌ها شد. با افزایش تنش خشکی، میزان قند در کهور ایرانی در دانه‌رست‌ها کاهش یافت. پاسخ مشابه گونه‌های کهور در دو مرحله بلوغ و دانه‌رستی، نشان می‌دهد که افزایش این مواد می‌تواند به‌عنوان سازوکارهای مقاومت به خشکی در این گیاهان مورد توجه قرار گیرد. از طرف دیگر پاسخ گونه کهور آمریکایی به‌طور معنی‌داری نسبت به دو گونه دیگر بهتر بود که نشان از سازگاری بهتر این گونه در برابر تنش خشکی دارد. بعد از کهور آمریکایی، کهور درختچه‌ای تحمل بهتری نسبت به تنش از خود نشان داد. براساس نتایج این تحقیق نتیجه‌گیری شد که گونه کهور آمریکایی با مقاومت بالا به خشکی می‌تواند به سرعت رشد و نمو نموده و باعث حذف گونه‌های بومی و کاهش تنوع زیستی در جنوب کشور شود. بنابراین با توجه به خصوصیات برتری‌جویانه سُمر در مراحل جوانه‌زنی، دانه‌رست و بلوغ، کشت این گونه به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: پرولین، تنش خشکی، جوانه‌زنی، کهور.

مقدمه

خشکی به‌عنوان تأثیرگذارترین عامل بر رشد گیاه از جایگاه ویژه‌ای در میان تنش‌های محیطی برخوردار است. از طرف دیگر ایران سرزمینی خشک و نیمه‌خشک با نزولات جوی بسیار کم است، به‌طوری که میانگین بارش سالانه آن در حدود ۲۶۰ میلی‌متر می‌باشد. البته در مقایسه

Archive of SID
www.SID.ir

با میانگین بارش در سطح کره زمین (۸٦۰ میلی‌متر)، این مقدار بسیار کم است که نشان‌دهنده آنست که خشکی در ایران یک واقعیت اقلیمی است (علیزاده، ۱۳۸۰). بنابراین هر گونه برنامه‌ریزی و پروژه اکوسیستمی در ارتباط با کاشت گیاهان در این مناطق باید به سازگاری گیاهان در مقابل این تنش‌ها توجه ویژه‌ای داشته باشد. در سالهای اخیر برای فائق آمدن بر این تنش‌ها از گونه‌های مقاوم به خشکی استفاده شده است. به‌طور مثال در جنوب ایران از گونه کهور آمریکایی به‌عنوان یکی از عناصر اصلی در ترکیب جنگل‌کاریها و پوشش فضای سبز درون و برون شهری استفاده شده است. این گستردگی را باید از ویژگیهایی چون سهولت تولید نهال، مقاومت نسبی به خشکی و شوری، تثبیت شن‌های روان، جلوگیری از فرسایش خاک و همیشه سبز بودن این گیاه دانست. ویژگیهایی که به باور بسیاری از کارشناسان این گونه را به یک گونه مهاجم تبدیل کرده است (نهال طهماسبی، ۱۳۷۹). بعضی گیاهان ممکن است در یک یا در تمام مراحل مختلف زندگی خود نسبت به گیاهان دیگر برتری نشان دهند و این برتری باعث حالت تهاجمی در گیاه شود.

تنش خشکی ممکن است مراحل مختلف رشد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. ویژگیهای جوانه‌زنی گونه‌های مختلف و حتی ارقام مختلف یک گونه ممکن است تحت تأثیر این تنش‌ها با یکدیگر متفاوت باشند. حساس‌ترین مرحله‌ی رشد از نظر تنش خشکی در بیشتر گونه‌های گیاهی، مراحل اولیه رشد می‌باشد. اما به‌رغم اهمیت مرحله جوانه‌زنی، نتایج آن نمی‌تواند برای تمام مراحل گیاه تعمیم داده شود. بنابراین مطالعه همزمان دو یا چند مرحله از زندگی گیاه نتایج مطمئن‌تری را ارائه می‌نماید.

گیاه در مقابله با تنش‌های خشکی، سازوکارهای دفاعی چندی را اتخاذ می‌کند. یکی از راهکارهای مناسب گیاهان در پاسخ به تنش خشکی، افزایش اسمولیت‌های سازگار در اندام‌های مختلف گیاه می‌باشد. این اسمولیت‌های سازگار (مانند اسید آمینه‌های پرولین و گلیسین بتایین و یا قندهای محلول) اعمالی مانند تنظیم اسمزی، حفاظت از ساختار درون سلولی، کاهش خسارت اکسیداتیو با واسطه‌ی تولید رادیکال‌های آزاد در پاسخ به تنش خشکی و شوری را میانجی‌گری می‌کنند (de Lacerda *et al*., 2005) در بین مواد محلول سازگار شناخته شده به احتمال زیاد پرولین گسترده‌ترین نوع آنهاست و به نظر می‌رسد تجمع آن در فرایند سازگاری به تنش خشکی در بسیاری از گلیکوفیت‌ها دخالت دارد (Sudhakar *et al*., 1993). در گلرنگ ثابت شده است که با افزایش سن گیاه تجمع پرولین بیشتر شده و این افزایش با کاهش محتوای رطوبت نسبی گیاه و رطوبت خاک همبستگی دارد، به‌طوری که خشکی موجب افزایش معنی‌داری در میزان پرولین برگها می‌شود (موحدی دهنوی و همکاران، ۱۳۸۳).

سدیم، کاتیون قابل حل در بسیاری از خاکهای مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. اغلب گیاهان به‌خصوص شیرین پسندها (گلیکوفیت‌ها) به غلظت بالای سدیم حساسند، چرا که پایداری یون‌های داخل سلول را بر هم می‌زند و منجر به عملکرد بد غشاء و تضعیف واکنش‌های متابولیکی می‌شود. همچنین باعث بازدارندگی رشد و سرانجام مرگ سلول می‌شود (Wang *et al*., 2004). از طرفی دیگر در بسیاری از گیاهان خشکی‌پسند، سدیم با ورود به داخل واکوئل‌ها نقش عمده‌ای در تنظیم تعادل اسمزی بر عهده دارد. بیشتر گیاهان خشکی‌زی یا غیر خشکی‌زی مقاوم به خشکی، افزایش موقتی سدیم در آپوپلاست را از طریق افزایش مقدار آب سلولهای مزوفیل (مثل مقدار آب واکوئل)، تحمل می‌کنند، بنابراین نمک ها رقیق‌تر شده و ظرفیت خود را برای جذب نمک از محلول آپوپلاست بالاتر می‌برند (حیدری، ۱۳۷۹).

پتاسیم عنصر غذایی پُر مصرف و اصلی دیگری است که نقش عمده آن در گیاهان، تنظیم کننده اسمزی است. این

Archive of SID

www.SID.ir

عنصر، در فعالیت آنزیم و کوآنزیمها، خنثی‌سازی یون‌های باردار شده غیر قابل انتشار و در پلاریزاسیون غشا نقش مهمی را ایفا می‌کند (Barker et al., 1993). Bohnert et al. (1999) معتقدند که در هنگام تنش خشکی میزان سدیم افزایش می‌یابد و برای جلوگیری از سمیت آن، گیاه سعی در خروج و یا به واکوئل فرستادن آن می‌نماید. Bouteau et al. (2001) با مطالعه اثر تنش خشکی بر جریانات پتاسیم و آنیونها در تارهای کشنده باقلا، نتیجه گرفتند که در شرایط کم آبی، ورود یونهای پتاسیم سبب حفظ فشار تورژسانس و گسترش و رشد سلول می‌شود. آخوندی و همکاران (۱۳۸۵) نیز در مطالعه تغییرات عناصر در سه نوع یونجه یزدی، نیکشهری و رنجر، نشان دادند که غلظت پتاسیم، سدیم و کلسیم در اثر تنش خشکی در اندام‌های گیاه افزایش می‌یابد. این محققین همچنین نشان دادند که نسبت پتاسیم به سدیم در اندام‌های هوایی و ریشه، با افزایش تنش خشکی کاهش می‌یابد.

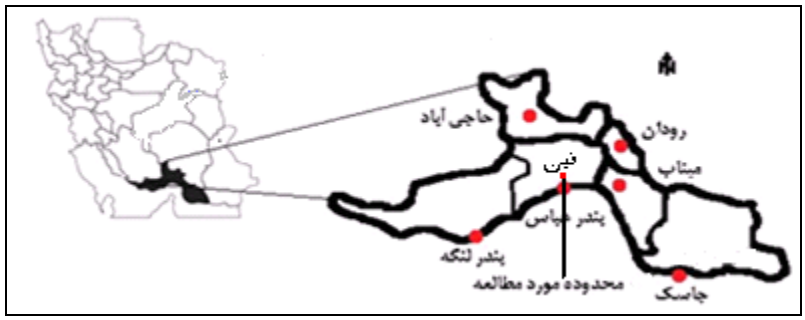
کلروپلاست نیز از تنش خشکی تأثیر می‌پذیرد. تنش خشکی باعث هیدرولیز پروتئین‌های تیلاکوییدی و کاهش مقدار کلروفیل می‌گردد. با تجزیه پروتئین‌های کلروپلاستی، میزان قابل ملاحظه‌ای از نیتروژن در داخل سلولها آزاد می‌شود. تجزیه کلروفیل را می‌توان به‌عنوان یک مرحله مقدماتی در تخریب پروتئین‌ها در نظر گرفت (Martin & Torres, 1992).

این تحقیق به بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی سه گونه کهور درختچه‌ای، کهور ایرانی و کهور آمریکایی می‌پردازد. میزان پرولین، کلروفیل و قندهای محلول دانه‌رست‌ها در تیمارهای مختلف در این سه گونه نیز مورد اندازه‌گیری و مقایسه قرار گرفتند. از طرف دیگر اندازه‌گیری بعضی از این شاخص‌ها در شرایط صحرایی در رویشگاه‌های این گونه‌ها انجام شد، تا چند مرحله از زندگی آنها با هم مقایسه گردد. نتایج این تحقیق می‌تواند در شناسایی بعضی از سازوکارهایی که باعث سازش و برتری گونه کهور آمریکایی در مقایسه با گونه‌های بومی نسبت به تنش‌های خشکی می‌شوند، مؤثر باشد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

رویشگاه سه گونه کهور مورد مطالعه در حومه شهرستان فین در استان هرمزگان در محدوده عرض جغرافیایی "۹ '۳۷ °۲۷ شمالی و طول "۲۶ '۵۲ °۵۵ شرقی قرار دارد. از نظر ارتفاعی محدوده مورد مطالعه اختلاف ارتفاع چندانی در نقاط مختلف آن مشاهده نمی‌شود. داده‌های عوامل اقلیمی در دوره آماری ۸۸-۱۳۶۰ نشان می‌دهد که متوسط سالانه میزان بارندگی فین حدود ۱۴۰ میلی‌متر، میانگین سالانه دمای بیشینه ۳۴، میانگین سالانه دمای کمینه ۱۸/۵ و دمای حداکثر مطلق ۴۸/۴ درجه سانتی‌گراد می باشد. میانگین رطوبت نسبی سالانه ۵۵/۳ درصد بوده که این منطقه را در زمره مناطق فراخشک ایران قرار داده است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Archive of SID

www.SID.ir

گونه‌های مورد مطالعه

کهور درختچه‌ای (*Prosopis koelziana* Burkil) از عناصر صحاری– سندی محسوب می‌شود و علاوه بر سواحل جنوبی کشور با دامنه انعطاف اکولوژیکی به نسبت زیاد، حتی از منطقه گرمسیری جنوب ایران فراتر رفته و در ناحیه ایرانو- تورانی تا حواشی کویر لوت رویش دارد. خاک رویشگاه‌های کهور درختچه‌ای دارای pH قلیایی بسیار کم تا متوسط، به‌طور عمده غیر شور و غیر سدیمی، کربن آلی در لایه سطحی اندک و دارای مقادیر قابل توجهی آهک در لایه‌های عمقی است. این گیاه در مناطقی با خاکهای سنگین رسی می‌روید و در مقابل هجوم ماسه‌های روان نیز مقاوم می‌باشد (امتحانی و علمی، ۱۳۸۵).

کهور ایرانی (*Prosopis cineraria* (L.) Durce) نیز از عناصر شاخص ناحیه صحاری- سندی محسوب می‌شود که علاوه بر سواحل جنوبی کشور تا حواشی کویر لوت رویش دارد، به‌طوری که تغییرات درجه حرارت ٤- تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند. اسیدیته خاک خنثی تا کمی قلیایی است. این خاکها در دامنه‌ای از شوری کم تا شور سدیمی قرار دارند. از لحاظ کربن آلی، خاک فقیر ولی دارای مقادیر چشمگیری آهک و در بعضی رویشگاه‌ها گچ است. بستر اصلی رویشگاه‌های این گونه را دشتهای سیلابی و تراس‌های آبرفتی مجاور رودخانه تشکیل می‌دهد (امتحانی و همکاران، ۱۳۸۷).

کهور آمریکایی (*Prosopis juliflora* (swartz) DC.) بومی مناطق شمالی آمریکای جنوبی، آمریکای مرکزی و کشورهایی مانند بولیوی، آرژانتین و مکزیک است. هم اکنون این درخت را در نواحی خشک و نیمه‌خشک آسیا، برای نمونه در پاکستان و ایران نیز می‌کارند. گونه کهور آمریکایی یکی از عناصر اصلی در ترکیب جنگل‌کاریها و پوشش فضای سبز درون و برون شهری استانهای جنوب کشورمان به‌شمار می‌آید. این گستردگی را باید از ویژگیهایی مانند سهولت تولید نهال، مقاومت نسبی به خشکی و شوری، تثبیت شنهای روان، جلوگیری از فرسایش خاک و همیشه سبز بودن دانست. ویژگیهایی که به باور بسیاری از کارشناسان این گونه را به یک گونه مهاجم تبدیل کرده است (نهال طهماسبی، ۱۳۷۹).

روش تحقیق

ابتدا بذرهای گونه‌های یاد شده از رویشگاه‌های طبیعی و یا دست‌کاشت (در مورد گونه کهور آمریکایی) نزدیک شهرستان فین در استان هرمزگان جمع‌آوری شدند. سپس قوه نامیه بذرها مورد آزمایش قرار گرفت تا از درجه جوانه‌زنی آنها هنگام تحقیق اطمینان حاصل گردد. در این پژوهش از ظروف پتریدیش استفاده شد که داخل هر کدام کاغذ صافی قرار گرفت. پتریدیش‌ها با وایتکس (هیپو کلرید سدیم) با غلظت ۵۰ درصد به مدت ۱۰ دقیقه و بعد با آب مقطر شسته شدند. جهت سترون کردن کلیه ظروف به همراه کاغذ صافی و پیپت‌ها به مدت ٢٤ ساعت در آونی با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. داخل هر پتریدیش ۲۰ عدد بذر سالم و هم اندازه قرار گرفت. از محلول پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) جهت ایجاد تنش‌های خشکی ۰، ۱-، ۳- و ۵- بار استفاده شد. داخل هر پتریدیش ۸ میلی‌لیتر از محلول‌های مورد نظر ریخته شد. به منظور جلوگیری از تبخیر محلولها درب پتریدیش‌ها توسط چسب بسته شد. سپس پتریدیش‌ها طی یک دوره ۲۰ روزه در ژرمیناتور با دمای ثابت ۲۷±۰/۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. از شاخص‌های جوانه‌زنی، سرعت و درصد جوانه‌زنی اندازه‌گیری گردید. برای این منظور بذرها بعد از جوانه‌زنی به‌طور روزانه شمارش شدند. منظور از بذرهای جوانه زده، بذرهایی است که جنین پس از آغاز رشد خود پوشش خود را شکافته و نمایان باشد و ریشه‌چه به اندازه

Archive of SID

www.SID.ir

۱ میلی‌متر از بذر خارج شده باشد. شمارش تا زمانی ادامه یافت که افزایشی در شمار بذرهای جوانه زده مشاهده نشد و این حالت به مدت سه روز متوالی ثابت ماند. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به‌طور روزانه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه از خط‌کش میلی‌متری استفاده شد. بدین منظور طول ساقه‌چه از محل اتصال به برگهای لپه‌ای تا محل تغییر رنگ ساقه‌چه (ساقه‌چه به رنگ سبز مشاهده شد) و طول ریشه‌چه از انتهای آن تا محل تغییر رنگ ریشه‌چه محاسبه گردید. درصد و سرعت جوانه‌زنی با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه شدند.

رابطه (۱)

۱۰۰×تعداد بذر/ تعداد بذرهای جوانه زده تا روز nام=درصدجوانه‌زنی

n= شمار روزهای مورد نظر پس از شروع آزمایش

رابطه (۲) $$Rs = \sum_{1}^{n} Si / Di$$

Rs: سرعت جوانه‌زنی

S_i: تعداد بذرهای جوانه زده در هر شمارش

D_i: تعداد روز تا شمارش nام

N: تعداد دفعات شمارش

پس از رشد دانه‌ها در محلول‌های خود، میزان کلروفیل برگ دانه‌رست‌ها توسط دستگاه کلروفیل‌سنج و غلظت پرولین آنها به روش Bates *et al*. (1973) و میزان قند توسط روش Kochert (1978) اندازه‌گیری شد.

آزمایش‌های صحرایی

نمونه‌برداری از برگ گیاهان مورد مطالعه به صورت فصلی از بهار تا زمستان ۱۳۸۹ انجام شد. نمونه‌های برداشت شده از برگهای شانه‌ای به‌طور کاملاً تصادفی از پایه‌های مختلف و از ارتفاعات متفاوت یک پایه قطع و میزان پرولین و قند مشابه دانه‌رستها اندازه‌گیری شد. میزان پتاسیم و سدیم نمونه‌های برگ به روش فلیم‌فتومتری اندازه‌گیری شدند. برای آنالیز داده‌های حاصل از صفات مختلف اندازه‌گیری شده از نرم‌افزار SPSS 13 استفاده شد. در این روش از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن استفاده شد. در رسم نمودارها و جدولها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

شرایط صحرایی

نتایج حاصل از مقایسه پرولین و قند در فصول مختلف نشان داد که میزان هر دو این مواد در هر سه گونه کهور در تابستان به‌طور معنی‌داری از فصول دیگر بیشتر است (شکل ۲). میزان قند در زمستان و میزان پرولین در پاییز در هر سه گونه به‌طور معنی‌داری از فصول دیگر کمتر و مقدار آنها در در فصل تابستان از همه بیشتر می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه پرولین و قند در سه گونه کهور نشان داد که میزان هر دو این مواد در تمام فصول در کهور آمریکایی به‌طور معنی‌داری از گونه‌های دیگر بیشتر، در کهور ایرانی دارای کمترین میزان و در کهور درختچه‌ای در حد میانه بود (شکل ۲). نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار سدیم و پتاسیم نشان داد که هر دو این مواد در گونه کهور آمریکایی نسبت به گونه‌های دیگر بیشتر بود. مقدار این یون‌ها در کهور آمریکایی مشابه پرولین و قند، در فصل تابستان نسبت به فصول دیگر بیشتر بود (شکل ۲).

شرایط آزمایشگاهی

نتایج نشان داد که با افزایش خشکی درصد و سرعت جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری در هر سه گونه کاهش یافت. بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در شاهد و کمترین آن در پتانسیل ۰/۵- مگاپاسگال مشاهده شد. کهور آمریکایی به‌طور معنی‌داری نسبت به دو گونه دیگر بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را در تمام تیمارها نشان داد. بجز در مورد شاهد تفاوتی بین درصد و سرعت

Archive of SID

www.SID.ir

جوانه‌زنی در دو گونه کهور ایرانی و کهور درختچه‌ای مشاهده نشد (جدول ۱). روند کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد در هر سه گونه در شکل ۳ نشان داده شده است.

نتایج همچنین نشان داد که با افزایش خشکی میزان پرولین به‌طور معنی‌داری در دانه‌رست هر سه گونه افزایش یافت. کمترین مقدار این مواد در تیمار شاهد و بیشترین آن در پتانسیل ۰/۵- مگاپاسگال مشاهده شد. قندهای محلول نیز در دو گونه کهور آمریکایی و کهور درختچه‌ای با افزایش خشکی روند افزایشی داشتند، اما در کهور ایرانی این روند کاهشی بود. کهور آمریکایی به‌طور معنی‌داری نسبت به دو گونه دیگر بیشترین مقدار پرولین و قندهای محلول را در تمام تیمارها نشان داد. بعد از کهور آمریکایی، کهور درختچه‌ای به‌طور معنی‌داری در مقایسه با کهور ایرانی (بجر در مورد شاهد) از مقدار قند بیشتری برخوردار بود. بجز در مورد پتانسیل ۰/۵- مگاپاسگال تفاوت معنی‌داری در مقدار پرولین بین کهور درختچه‌ای و کهور ایرانی دیده نشد. روند تغییرات پرولین و قندهای محلول در شکل ۳ نشان داده شده است.

مقدار کلروفیل نیز با افزایش خشکی به‌طور معنی‌داری در هر سه گونه کاهش یافت. بیشترین مقدار آن در شاهد و کمترین آن در پتانسیل ۰/۵- مگاپاسگال مشاهده شد. کهور آمریکایی به‌طور معنی‌داری نسبت به دو گونه دیگر بیشترین مقدار کلروفیل را در تمام تیمارها نشان داد. بجز در مورد شاهد تفاوتی بین کلروفیل در دو گونه کهور ایرانی و کهور درختچه‌ای مشاهده نشد (جدول ۱ و شکل ۳).

با افزایش خشکی تفاوت معنی‌داری در طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گونه کهور آمریکایی مشاهده نشد. در مقابل ریشه‌چه و ساقه‌چه در دو گونه کهور ایرانی و کهور درختچه‌ای به‌طور معنی‌داری با افزایش خشکی کاهش یافت، به‌طوری که بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار شاهد و کمترین آن در پتانسیل ۰/۵- مگاپاسگال مشاهده شد. کهور آمریکایی به‌طور معنی‌داری نسبت به دو گونه دیگر بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را در دو تیمار ۰/۳- و ۰/۵- مگاپاسگال نشان داد (جدول ۱و شکل ۳).

Archive of SID

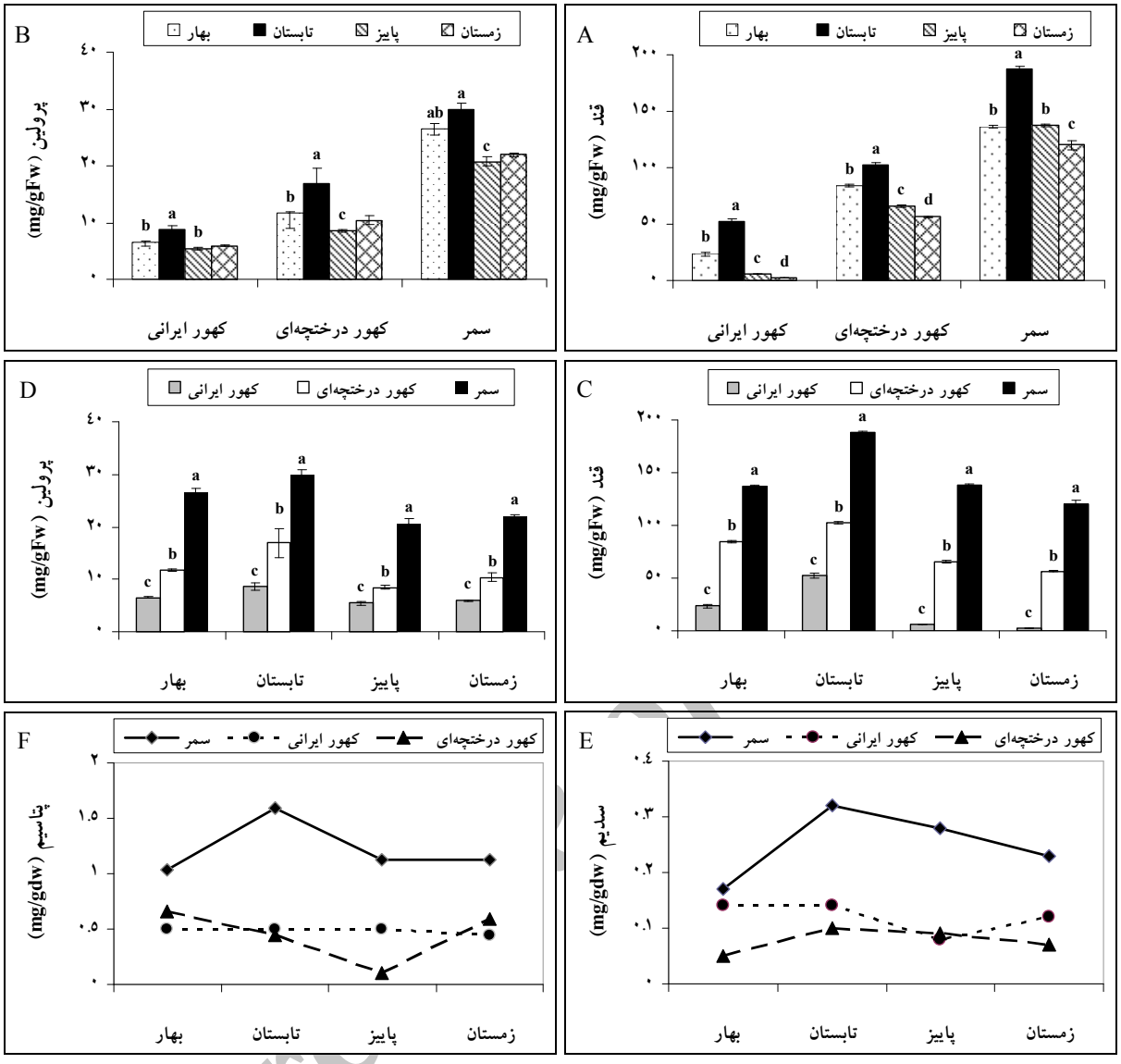
www.SID.ir

جدول ۱- پاسخ سه گونه کهور درختچه‌ای، کهور آمریکایی و کهور ایرانی به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی و دانه‌رست (حروف کوچک لاتین مقایسه ردیف‌ها و حروف بزرگ لاتین مقایسه ستون‌ها را بیان می‌کند) (آزمون دانکن)

متغیر	گونه	تیمار خشکی			
		شاهد	۰/۱- مگاپاسکال	۰/۳- مگاپاسکال	۰/۵- مگاپاسکال
درصد جوانه‌زنی	کهور ایرانی	۷۳/۳ a,A	۵۶/۷ ab,B	۵۰ b,B	۳۶/۷ b,B
	کهور درختچه‌ای	۶۷/۵ a,B	۵۰ ab,B	۶۲/۶ a,B	۳۳/۳ b,B
	کهور آمریکایی	۹۶/۷ a,A	۹۰ a,A	۹۰ a,A	۷۰ b,A
سرعت جوانه‌زنی	کهور ایرانی	۲۵/۷ a,B	۱۱/۷ b,B	۶/۳ c,B	۴/۷ c,B
	کهور درختچه‌ای	۷/۶ ab,C	۱۰/۳ a,B	۷/۳ b,B	۴/۷ c,B
	کهور آمریکایی	۸۵/۵ ab,A	۹۳/۳ a,A	۷۷/۳ bc,A	۶۸ c,A
طول ریشه‌چه	کهور ایرانی	۲/۹۶ a,A	۳/۶ a,A	۰/۷۶ b,B	۰/۹۷ b,B
	کهور درختچه‌ای	۲/۵۸ a,A	۱/۸ ab,A	۱/۲۶ b,A	۱/۲۹ b,AB
	کهور آمریکایی	۲/۵ a,A	۲/۲ a,A	۲/۱ a,A	۲/۳ a,A
طول ساقه‌چه	کهور ایرانی	۲/۷۷ a,A	۱/۵ b,A	۰/۸ b,B	۱/۲۸ b,A
	کهور درختچه‌ای	۲/۵۵ a,A	۱/۶۵ ab,A	۰/۷۳ b,B	۰/۵۷ b,B
	کهور آمریکایی	۲ a,A	۲ a,A	۱/۹ a,A	۱/۷ a,A
کلروفیل	کهور ایرانی	۲/۱۲ a,B	۰/۹۵ b,C	۰/۵۷ bc,C	۰/۲۶ c,C
	کهور درختچه‌ای	۲/۵۵ a,B	۱/۴۲ b,B	۰/۸۵ c,B	۰/۶۱ c,B
	کهور آمریکایی	۳/۷ a,A	۲/۴ b,A	۱/۷۳ c,A	۱/۳۷ c,A
پرولین	کهور ایرانی	۲۰/۶ d,B	۲۵/۹ c,B	۳۰/۱ b,B	۴۰/۴ a,C
	کهور درختچه‌ای	۲۶/۳ d,B	۳۱/۲ c,B	۳۶/۶ b,B	۵۳/۱ a,A
	کهور آمریکایی	۷۸/۸ c,A	۹۸/۲ b,A	۱۰۸/۲ b,A	۱۳۱/۲ a,A
قند	کهور ایرانی	۳۸ a,B	۱۸/۵ b,C	۸/۵ c,C	۴/۳ d,C
	کهور درختچه‌ای	۱۴/۲ a,B	۲۲/۴ b,B	۳۱/۲ c,B	۴۸/۲ d,B
	کهور آمریکایی	۶۳/۴ a,A	۷۳/۲ b,A	۹۴/۳ c,A	۱۰۴/۹ d,A

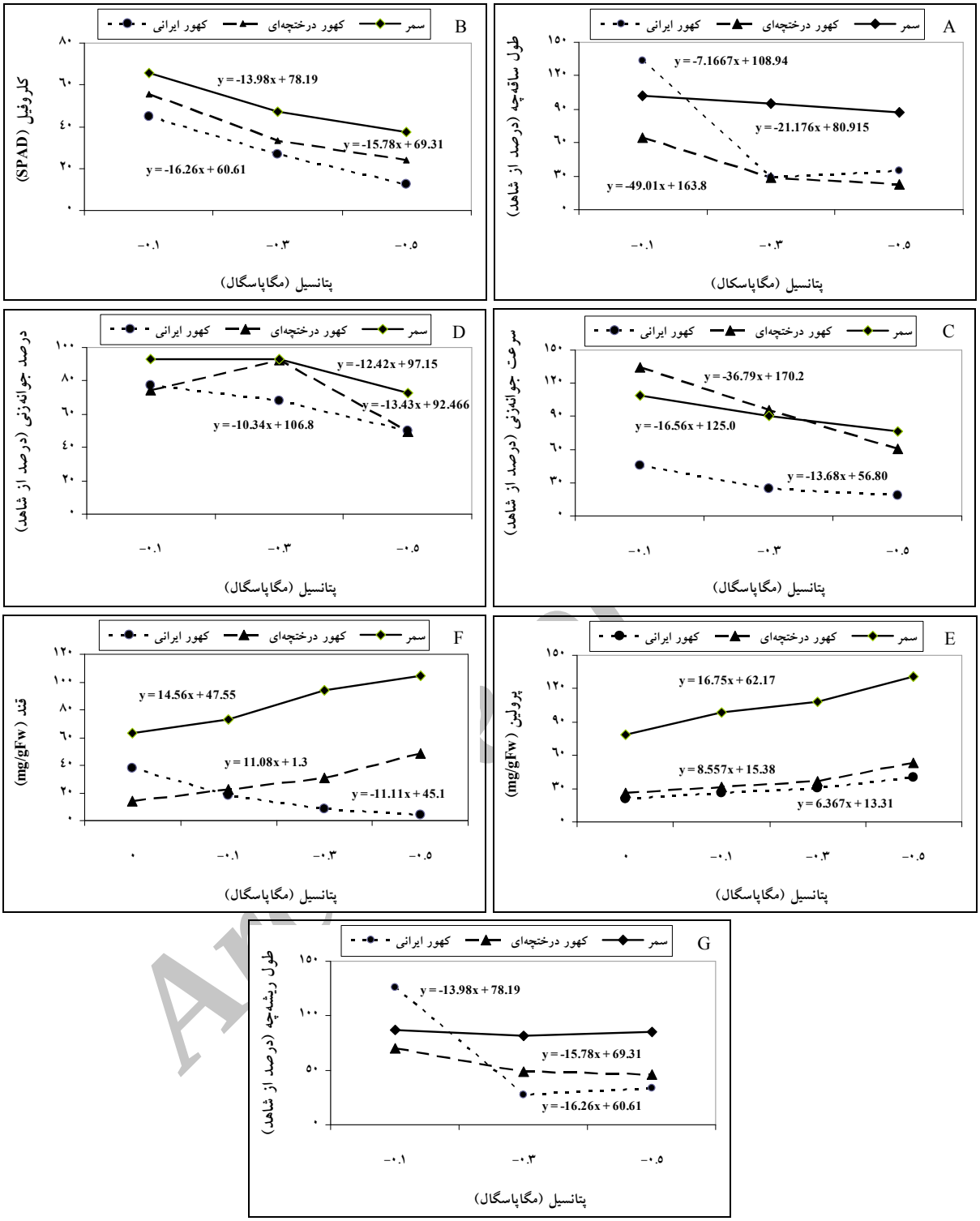
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- مقایسه اثر تنش خشکی بر تجمع قند (A و C)، پرولین (B و D) سدیم (E) و پتاسیم (F) در فصول مختلف در سه گونه کهور در شرایط صحرایی در هرمزگان

www.SID.ir



شکل ۳- اثر تنش خشکی بر شاخص‌های طول ساقه‌چه (A)، کلروفیل (B)، سرعت جوانه‌زنی (C)، درصد جوانه‌زنی (D)، پرولین (E)، قند (F) و طول ریشه‌چه (G) در سه گونه کهور در هرمزگان

www.SID.ir

بحث

سازش گیاهان به خشکی به واکنش‌هایی نیاز دارد تا از طریق آن فرایندهای متابولیسمی اولیه ادامه پیدا کند و گیاه را برای مقابله با آن آماده کند. در طی خشکی، انتقال مواد به دلیل کاهش آب قابل دسترس، منجر به تغییر غلظت برخی از متابولیت‌ها می‌شود. از سوی دیگر میزان محلول‌های سازگار به خشکی نظیر قندهای محلول، آمینواسیدهای ویژه نظیر پرولین، گلیسین و بتائین افزایش یافته (During, 1992) و جذب بعضی عناصر معدنی بیشتر می‌شود (Bohnert et al., 1999). مطالعات متعددی در زمینه نقش این مواد در شرایط تنش‌های گوناگون انجام شده است که همگی بر نقش ترکیبات مذکور در تنظیم اسمزی دلالت دارند (de Lacerda et al., 2005) نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تنش خشکی باعث افزایش میزان قند و پرولین در دو گونه کهور درختچه‌ای و کهور آمریکایی و افزایش مقدار پرولین در گونه کهور ایرانی شد.

این افزایش در شرایط آزمایشگاهی بر روی دانه‌رست‌ها و هم در شرایط صحرایی بدست آمد. پاسخ مشابه گونه‌های کهور در دو مرحله بلوغ و دانه‌رستی نشان می‌دهد که افزایش این مواد می‌تواند به‌عنوان سازوکارهای مقاومت به خشکی در این گیاهان مورد توجه قرار گیرد. افزایش میزان پرولین و قند در اثر تنش خشکی در نخود (قربانلی و همکاران، ۱۳۷۷) در یونجه‌های یزدی، نیکشهری و رنجر (آخوندی و همکاران، ۱۳۸۵) در گلرنگ پاییزه (موحدی دهنوی، ۱۳۸۳) و در سویا رقم گرگان ۳ (نیاکان و قربانلی، ۱۳۸٦) گزارش شده است. نتایج مشابه توسط Wang *et al*. (2004) در آزمایشی در گیاهان *Artemisia sphaerocephala* و *Caragona korshinskii* بدست آمد.

ارجی و ارزانی (۱۳۸۲) نیز نشان دادند که با افزایش تنش خشکی در شرایط آزمایشگاهی میزان پرولین در سه رقم زیتون بومی ایران افزایش می‌یابد. Sanchez-Diaz *et al*. (2008) در بررسی مقاومت به خشکی در سه گونه درختی *Laurus azorica*، *Persea indica* و *Myrica Faya* به این نتیجه رسیدند که این گیاهان پاسخ‌های متفاوتی به تنش خشکی نشان می‌دهند. از بین این سه گیاه تنها *Laurus azorica* با افزایش پرولین و قندهای محلول در برابر خشکی مقاومت بیشتری در برابر تنش از خود بروز می‌دهد. نکته مورد توجه در تحقیق حاضر تفاوت تغییرات میزان قند در مرحله دانه‌رستی و بلوغ در کهور ایرانی بود. با افزایش تنش خشکی میزان قند در کهور ایرانی در دانه‌رست‌ها کاهش یافت. این به وضوح نشان داد که پاسخ گیاه به تنش به مراحل زندگی و رشد و نموی گیاه نیز بستگی دارد و پاسخ در یک مرحله از زندگی گیاه را نمی‌توان به مراحل دیگر تعمیم داد. بعضی از گیاهان ممکن است فقط یکی از مواد پرولین و یا قند را در برابر تنش خشکی در خود تجمع سازد. به‌عنوان مثال Alves & Setter (2004) در بررسی مقاومت به خشکی گیاه *Manihot esculenta* نشان دادند که تنش خشکی باعث افزایش پرولین و کاهش قندهای محلول شد. گیاهان در شرایط صحرایی بارها در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرند و سطح مواد اسمزی در آنها بالا و پتانسیل آنها کاهش می‌یابد. از طرف دیگر موادی که طی تنش تجمع می‌یابند، بلافاصله بعد از بهبود شرایط به‌طور کامل پراکنده نمی‌شوند و بنابراین به تطبیق اسمزی کمک می‌کنند. نتایج آزمایش‌های صحرایی در این مطالعه اختلاف فاحشی را در مقدار مواد اسمزی نمونه‌های تابستان و زمستان نشان داد، ولی مقدار این مواد در بهار و پاییز در حد میانه بود. این نتایج مشابه نتایج قربانلی و همکاران (۱۳۷۷) در شناسایی برخی روشهای مقاومت گونه کهور درختچه‌ای نسبت به کم آبی در منطقه شهداد کرمان می‌باشد که نشان دادند میزان قندها، پرولین و یونهای معدنی در فصل تابستان نسبت به زمستان افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

می‌یابد. Virk & Singh (1990) در بررسی خواص اسمزی ژنوتیپهای *Catharanthus riseus* تحت تنش خشکی نشان دادند که میزان این مواد در تابستان افزایش می‌یابد. Laurie *et al*. (1994) نیز در بررسی تغییر غلظت مواد اسمزی گیاهان *Heliotropium kotschy*، *Zygophyllum qatarense* و *prosopis cineraria* غلظت بالاتری از این مواد را در تابستان نسبت به بهار مشاهده نمودند. مشابه تحقیق حاضر Xu *et al*. (2002) نیز در بررسی اثرهای فصلی (بهار و تابستان) تنش خشکی در گونه *Ammopiptanthus mongolicus* نشان دادند که پرولین و قند در اثر تنش خشکی در مقایسه با گیاه آبیاری شده افزایش می‌یابد. این محققان همچنین نشان دادند که میزان پرولین در فصل تابستان افزایش و مقدار قند کاهش می‌یابد، و بیان داشتند که کاهش مقدار قند ممکن است به مراحل رشد ونمو گیاه مربوط باشد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار سدیم و پتاسیم نشان داد که هر دو این مواد در گونه کهور آمریکایی نسبت به گونه‌های دیگر بیشتر بود. مقدار این یون‌ها در کهور آمریکایی مشابه پرولین و قند در فصل تابستان نسبت به فصول دیگر بیشتر بود. در بسیاری از گیاهان خشکی‌پسند سدیم با ورود به داخل واکوئل‌ها نقش عمده‌ای در تنظیم تعادل اسمزی بر عهده دارد. پتاسیم عنصر غذایی پُر مصرف و اصلی دیگری است که نقش عمده آن در گیاهان، تنظیم کننده اسمزی است. افزایش سدیم و پتاسیم در مطالعه روشهای مقاومت گونه کهور درختچه‌ای نسبت به کم آبی در منطقه شهداد کرمان (قربانلی و همکاران، ۱۳۷۷) و در مطالعه اثر تنش خشکی در یونجه‌های یزدی، نیکشهری و رنجر (آخوندی و همکاران، ۱۳۸۵) نیز بدست آمد. سانتوز و همکاران (۱۹۹٦) نیز با بررسی اثر تنش خشکی بر گیاه فلفل مشاهده نمودند که تنش رطوبت سبب افزایش درصد جذب پتاسیم شد. مطالعات Wang *et al*. (2004) در سیاه تاغ (*Haloxylon ammodendron*) نشان داد که این گیاه مقدار زیادی سدیم را جذب و در بافت‌های هوایی جمع می‌کند.

مقدار کلروفیل نیز با افزایش خشکی به‌طور معنی‌داری در هر سه گونه کاهش یافت. بیشترین مقدار آن در شاهد و کمترین آن در پتانسیل ۰/۵- مگاپاسگال مشاهده شد. مشابه این تحقیق توسط نیاکان و قربانلی (۱۳۸٦) در بررسی اثر تنش خشکی بر شاخص‌های رشد و فاکتورهای فتوسنتزی دو رقم سویا انجام شده و نشان دادند که میزان کلروفیل a و b در تنش خشکی شدید و ملایم در هر دو رقم کاهش یافت.

نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که با افزایش خشکی درصد و سرعت جوانه‌زنی در هر سه گونه و ریشه‌چه و ساقه‌چه در دو گونه کهور ایرانی و کهور درختچه‌ای به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. کاهش این موارد در اثر خشکی در بسیاری دیگر از گیاهان مشاهده شده است. آذرنیوند و جوادی (۱۳۸۲) در بررسی اثر تنش خشکی در دو گونه *Agropyron desertorum* و *A. cristatum* و زهتابیان و جوادی (۱۳۸۲) بر روی سه گونه از سالسولا و فرخی و همکاران (۱۳۸۳) در ژنوتیپ‌های سویا و Villalobos & Pelaez (2001) بر روی *Prosopis caldenia* نشان دادند که با کاهش مقدار پتانسیل آب (تنش خشکی)، جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت.

با توجه به مطالب ذکر شده مشخص شد که هر سه گونه کهور در هنگام تنش خشکی تغییرات مشابهی را در برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی مثل افزایش پرولین و قند در خود ایجاد می‌کنند. پاسخ گونه کهور آمریکایی به‌طور معنی‌داری نسبت به دو گونه دیگر بهتر بود، به‌ویژه جذب سدیم و پتاسیم در تمام فصول بیش از گونه‌های دیگر بود که نشان از سازگاری بهتر این گونه در برابر تنش خشکی می‌باشد. کهور آمریکایی در مرحله جوانه‌زنی نیز بهتر عمل کرد و در برابر افزایش تنش

Archive of SID

www.SID.ir

خشکی واکنش منفی کمتری خود نشان داد. بعد از کهور آمریکایی، کهور درختچه‌ای تحمل بهتری نسبت به تنش از خود نشان داد. براساس نتایج این تحقیق، نتیجه‌گیری شد که گونه کهور آمریکایی با مقاومت بالا به خشکی، می‌تواند به سرعت رشد و نمو نموده و باعث حذف گونه‌های بومی و کاهش تنوع زیستی در جنوب کشور شود. بنابراین با توجه به خصوصیات برتری‌جویانه سُمر در مراحل جوانه‌زنی، دانه‌رست و بلوغ، کشت این گونه به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود.

منابع مورد استفاده

- آخوندی، م.، صفرنژاد، ع. و لاهوتی، م.، ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی بر تجمع پرولین و تغییرات عناصر در یونجه‌های یزدی، نیکشهری و رنجر. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰: ۱۷٤-۱٦۵.
- آذرنیوند، ح. و جوادی، م.ر.، ۱۳۸۲. بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی دو گونه مرتعی از جنس آگروپایرون. بیابان، ۸ (۲):. ۲۰۵-۱۹۲.
- ارجی، ع. و ارزانی، ک.، ۱۳۸۲. بررسی پاسخ‌های رشدی و تجمع پرولین در سه رقم زیتون بومی ایران به تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ایران، ۱۰ (۲): ۱۰۰-۹۸.
- امتحانی، م. ح. و علمی، م.ر.، ۱۳۸۵. بررسی کهور درختچه‌ای در جنوب ایران. بیابان، ۱۱ (۱): ۱۱-۱.
- امتحانی، م.ح.، عظیم‌زاده، ح.ر. و اختصاصی، م.ر.، ۱۳۸۷. وضعیت اکولوژیکی کهور ایرانی و تأثیرات زیست‌محیطی آن در جنوب کشور. مجله محیط‌شناسی،۳٤(٤۸): ۸۸-۸۱.
- حیدری شریف‌آباد، ح.، ۱۳۷۹. گیاه، خشکی و خشکسالی. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، چاپ اول، ٤۷۸ صفحه.
- زهتابیان، غ. و جوادی، م.ر.، ۱۳۸۲. بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی سه گونه مرتعی از جنس سالسولا (*Salsola richteri*, *S. rigida*, *S. dendroides*). بیابان، ۸ (۱):۳۲-۲۱.
- علیزاده، ا.، ۱۳۸۰، اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ سیزدهم، ۸۱٦ صفحه.
- فرخی، آ.، گالشی، س.، زینلی، ا. و عبدل‌زاده، ا.، ۱۳۸۳. بررسی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های سویا در مرحله جوانه‌زنی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۲: ۱٤۸-۱۳۷.
- قربانلی، م.، حیدری، م.، نوجوان، ط. و فربودنیا، ن.، ۱۳۷۷. اثر تنش خشکی بر تغییرات پروتئین‌های محلول و اسیدهای آمینه دو رقم نخود ایرانی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۲۹ (۱): ۷۷-٦۷.
- موحدی دهنوی، م.، مدرس ثانوی، س.ع.م.، سروش‌زاده، ع. و جلالی، م.، ۱۳۸۳. تغیرات میزان پرولین، قندهای محلول کل، کلروفیل (SPAD) و فلورسانس کلرفیل در ارقام گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی و محلول‌پاشی روی و منگنز. بیابان، ۹ (۱): ۱۰۹-۹۳.
- نهال طهماسبی، م.ر.، ۱۳۷۹. ارزیابی بوم‌شناسی کهور آمریکایی و بررسی قابلیت‌های آن برای تهیه کمپوست در استان هرمزگان. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۳۱ (۸): ۳۰۵-۳۲۳.
- نیاکان، م. و قربانلی، م.، ۱۳۸٦. اثر تنش خشکی بر شاخص‌های رشدی، فاکتورهای فتوسنتزی، میزان پروتئین و محتوای یونی در بخش‌های هوایی و زیرزمینی دو رقم سویا. رستنیها، ۸: ۳۱-۱۷.
- Alves, A.A.C. and Setter, T.L., 2004. Abscisic acid accumulation and osmotic adjustment in cassava under water deficit. Environmental and Experimental Botany, 51: 259-271.
- Barker, D.J., Sullivan, C.Y. and Moser, L.E., 1993. Water deficit effect on osmotic potential, cell wall elasticity and proline in five forage grasses. Agronomy Journal, 85: 270-275.
- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil, 39: 205-207.
- Bohnert, H.J., Nelson, D.E. and Jensen, R.G., 1999. Adaptation to environmental stresses. The Plant Cell, 7: 1099-1111.
- Bouteau, F., Dauphin, H., Maarouf, E. and Rona, J.P., 2001. Effect of desiccation on potassium and anion currents from young root hairs: Implication tip growth. Physiological Plant, 113: 79-84.
- During, H., 1992. Evidence for osmotic adjustment to drought in grapevines (*Vitis vinifera*). Vitis, 23: 1-10.

Archive of SID

www.SID.ir

- Kochert, G., 1978. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method. In: Helebust, J.A. and Craig, J.S., (Eds.). hand book of physiological method. Cambridge Univ. Press., Cambridge: 56-97.
- de Lacerda, C.F., Cambraia, J., Oliva, M.A. and Ruiz, H.A., 2005. Changes in growth and in solute concentrations in Sorghum leaves and roots during salt stress recovery. Environmental and Experimental Botany, 54: 69-76.
- Laurie, S., Bradbury, M. and Stewart, G.R., 1994. Relationship between leaf temperature, compatible solutes and antitranspirant treatment in some desert plants. Plant Science, 100: 147-156.
- Martin, B. and Torres, A.R., 1992. Effects of water deficits stress on photosynthesis, its components and component limitations and on water use efficiency in wheat. Plant Physiology, 100: 733-739.
- Sanchez-Diaz, M., Tapia, C. and Antolin, M.C., 2008. Abscisic acid and drought response of Canarian laurel forest tree species growing under controlled conditions. Environmental and Experimental Botany, 64: 155-161.
- Santos, M.S., Collin, H., Bruce, D.K. and McNeilly, T., 1996. Characterization of alfalfa following in vitro selection for salt tolerance. Euphytica, 92: 55-61.
- Sudhakar, C., Reddy, P.S. and Veeranjaneyulu, K., 1993. Effect of salt stress on enzymes of proline synthesis and oxidation in green gram (*Phseolus aureus*) seedlings. Journal of Plant Physiology, 141: 621-623.
- Villalobos, A.E. and Pelaez, D.V., 2001. Influences of temperature and water stress on germination and establishment of *Prosopis caldenia*. Journal of Arid Environments, 49: 321-328.
- Virk, K.S.S. and Singh, O.S., 1990. Osmotic properties of drought stressed periwinkle (*Catharanthus roseus*) genotypes. Annals of Botany, 66: 23-30.
- Wang, S., Wan, Ch., Wang, Ya., Chen, H., Zhou, Z., Fu, H. and Sosebee, R.E., 2004. The characteristics of Na+, K+ and free proline distribution in several drought-resistant plants of the Alexa Desert, China. Journal of Arid Environments, 56: 525-539.
- Xu, Sh., An, L., Feng, H., Wang, X. and Li, X., 2002. The seasonal effects of water stress on Ammopiptanthus mongolicus in a desert environment. Journal of Arid Environments, 51: 437-447.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation on the effect of drought stress in *Prosopis Juliflora, P. cineraria* (L.) Durce*, P. koelziana* Burkil in three life cycles (germination, seedling, maturity)

A. Mosleh Arany [1*], Z. Soleimani [2] and H. Sowdaizadeh [3]

1*- Corresponding author, Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Yazd University, Iran. E-mail: amosleh@yazduni.ac.ir
2- M.Sc. student of forestry, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Iran
3- Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Yazd University, Iran
Received: 26.09.2011 Accepted: 23.11.2011

Abstract

This study investigated the response of three *prosopis* species to drought stress at different life cycles. In order to investigate the effects of drought stress on seed germination, an experiment carried out based on completely randomized design with 3 replicates and different water potentials (0, -1, -3, -5 bar). Germination rate, germination percentage, root and shoot length in seeds and proline and sugar in seedlings were measured. At field, the species seasonal changes of proline, sugar, Na and K content of leaves, were measured. The Results showed that germination rate and germination percentage decreased in all species with increase in drought stress. The effects of drought on root and shoot length were the same as their effects on seed germination, except for *prosopis juliflora*. Compared to other species, *P. juliflora* showed the highest germination in all treatments. The results of field study showed that the highest accumulation of proline and sugar happened in summer in all plants. Drought stress caused proline and sugar accumulation in *Prosopis Juliflora* and *P. koelziana*. Drought increased only proline in *P. cineraria* and Na, K in *Prosopis Juliflora*. The response of the *Prosopis* species to drought at two life cycles (seedling and maturity), showed that amount of these solutes maybe accounted as a mechanism to tolerate drought stress. On the other hands, *P. juliflora* did better performance compared to the two other species in all measurements due to its better adaptation to drought stress. *P. koelziana* also made better performance compared to *P. cineraria*. It might be concluded that *P. juliflora* made a greatest resistance to drought stress compared to the two other species and can easily occupy the endemic habitats in south Iran.

Key words: proline, drought stress, Prosopis, germination

Archive of SID

www.SID.ir