فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۱۹، شمارهٔ ٤، صفحهٔ ۵۸۹-۵۸۱ (۱۳۹۱)

بررسی توزیع سدیم، پتاسیم و پرولین در سه گونه خشکی‌زی رمس (*Hammada salicornia*)، اسکنبیل (*Calligonum polygonoides*) و سبط (*Stipagrostis pennata*) در استان یزد (شهرستان بافق)

اصغر مصلح آرانی[1*]، غلامرضا بخشی خانیکی[2] و بی بی عذرا حکیمی بافقی[3]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد
پست‌الکترونیک: amosleh@yazduni.ac.ir
۲- استاد، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور تهران
۳- کارشناس ارشد علوم گیاهی دانشگاه پیام نور تهران

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۱۰

چکیده

پتاسیم، سدیم و پرولین نقش مهمی در سازگاری گیاهان به شرایط خشکی دارند. توزیع و پراکنش این مواد در گیاهان مناطق خشک و بیابانی به خوبی روشن نیست. در این تحقیق، تجمع این مواد در سه گونه *Calligonum polygonoides*، *Hammada salicornia* و *Stipagrostis pennata* که از گیاهان مهم و از رویشهای طبیعی ایرانی و تورانی می‌باشند، مورد بررسی قرار گرفت. ٦ پایه از هر گونه در شرایط (فرم رویشی) مشابه، در فصل تابستان انتخاب گردید. اندازه‌گیری رطوبت خاک نشان داد که گیاهان در تنش خشکی قرار دارند. به‌طوری‌که نیمی از این گیاهان تحت تیمار آبیاری قرار گرفتند. مقدار پتاسیم، سدیم و پرولین در ساقه و ریشه این گیاهان اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که مقدار پرولین در ساقه و ریشه گیاه سبط (*Stipagrostis pennata*) به طور معنی‌داری بیشتر از دو گیاه دیگر و بیشتر از سبط تحت آبیاری بود. همچنین مقدار پتاسیم گیاه رمس (*Hammada salicornia*) به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو گیاه دیگر و بیشتر از رمس تحت آبیاری بود. مقدار پتاسیم در ریشه رمس نیز بیشتر از دو گونه دیگر، ولی مقدار آن با گیاهان تحت آبیاری اختلاف معنی‌داری نداشت. سدیم در رمس نیز مانند پتاسیم از مقدار بیشتری برخوردار بود، اما تفاوت معنی‌داری در مقدار آن بین دو تیمار تحت آبیاری و فاقد آبیاری مشاهده نشد. گیاه اسکنبیل (*Calligonum polygonoides*) بعد از رمس از تجمع بیشتر سدیم در ساقه‌ی خود برخوردار بود. مشابه ساقه، ریشه‌های رمس و اسکنبیل نیز دارای سدیم بیشتری در مقایسه با سبط بودند. نتایج این آزمایش همچنین نشان داد که در هر سه گیاه به‌ویژه در سبط نسبت K/Na در ریشه گیاهان در حال تنش خشکی کمتر و در ساقه دو گیاه سبط و رمس بیشتر از پایه‌های آبیاری شده می‌باشد. بنابراین نتیجه‌گیری شد که هر سه این گیاهان راهبرد متفاوتی در مقابله با خشکی اتخاذ می‌نمایند.

واژه‌های کلیدی: رمس، اسکنبیل، سبط، گیاهان مقاوم به خشکی، یزد

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

خشکی عامل مهمی در کاهش محصولات گوناگون در بیشتر نقاط جهان می‌باشد (Glenn *et al.*, 1996). این مسئله در مناطق بیابانی و گرم و خشک بسیار مشهودتر است. عمق مسئله وقتی حس می‌شود که بدانیم بیش از یک چهارم سطح زمین خشک یا نیمه‌خشک است. البته بیشتر نقاط کشور ما با میانگین بارندگی بسیار کم جزو این مناطق خشک و نیمه‌خشک طبقه‌بندی می‌شود. خشکی یکی از تنشهای محیطی است که روی بیشتر مراحل رشد گیاه، ساختار اندام و فعالیت آنها آثار مخرب و زیان آوری دارد (آخوندی و همکاران، ۱۳۸۲).

پاسخ گیاهان به تنشهای محیطی در سطوح مورفولوژیکی، آناتومیکی، سلولی و مولکولی متفاوت است (Yamaguchi-Shinozaki, *et al.*, 2002, Yordanov and Tsoev, 2000). در مقیاس سلولی، گیاه اثر مضر تنش را با افزایش متابولیسم و تنظیم اسمزی از طریق تجمع مواد آلی و معدنی در سلولهای خود کاهش می‌هد و فشار تورژسانس سلول خود را منظم می‌کند (Salma *et al.*, 2006). یکی از این مکانیسم‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی، تولید اسمولیتهای سازگار در اندام‌های مختلف گیاه می‌باشد. این اسمولیتهای سازگار (مانند اسیدآمینه‌های پرولین و گلیسین بتایین و یا قندهای محلول) اعمالی مانند تنظیم اسمزی، حفاظت از ساختار درون سلولی، کاهش خسارت اکسیداتیو به‌واسطه‌ی 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 احتمالاً 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 که با افزایش سن گیاه تجمع پرولین بیشتر شده و این افزایش با کاهش محتوای رطوبت نسبی گیاه و رطوبت خاک همبستگی دارد، به‌طوری‌که خشکی موجب افزایش معنی‌داری در میزان پرولین برگها می‌شود (Ninganoo, *et al.*, 1995). افزایش میزان پرولین در اثر تنش خشکی در نخود (قربانلی، ۱۳۷۷) در یونجه‌های یزدی، نیکشهری و رنجر (آخوندی و همکاران، ۱۳۸۵) در گلرنگ پاییزه (موحدی دهنوی، ۱۳۸۳) و در سویا رقم گرگان ۳ (قربانلی و نیاکان، ۱۳۸٤) گزارش شده است. تجمع پرولین به گیاه کمک می‌کند که در دوره کوتاهی بعد از اعمال تنش خشکی زنده بماند و گیاه بتواند بعد از رفع تنش رشد خود را بازیابی کند، بنابراین اثر مثبت بر عملکرد خواهد داشت.

سدیم کاتیون قابل حل در بسیاری از خاکهای مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. اغلب گیاهان به خصوص شیرین‌پسندها (گلیکوفیتها) به غلظت بالای سدیم حساسند، زیرا پایداری یون‌های داخل سلول را برهم می‌زند و منجر به عملکرد بد غشا و تضعیف واکنشهای متابولیکی می‌شود. همچنین باعث بازدارندگی رشد و سرانجام مرگ سلول می‌شود (قربانلی و نیاکان، ۱۳۸٦؛ 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. به‌طوری‌که بیشتر گیاهان خشکی‌زی یا غیرخشکی‌زی مقاوم به خشکی، افزایش موقتی سدیم را در آپوپلاست از طریق افزایش مقدار آب سلولهای مزوفیل (مثل مقدار آب واکویل) تحمل می‌کنند، بنابراین نمکها رقیقتر شده و

Archive of SID

www.SID.ir

ظرفیت خود را برای جذب نمک از محلول آپوپلاست بالاتر می‌برند (حیدری، ۱۳۷۹).

پتاسیم عنصر غذایی پرمصرف و اصلی دیگریست که نقش عمده آن در گیاهان تنظیم‌کننده اسمزی است. این عنصر، در فعالیت آنزیم و کوآنزیمها، خنثی‌سازی یون‌های باردار شده غیرقابل انتشار و پلاریزاسیون غشا نقش مهمی 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 کم‌آبی، ورود یونهای پتاسیم سبب حفظ فشار تورژسانس و گسترش و رشد سلول می‌شود. Meloni *et al.*, (2001) با بررسی اثر تنش شوری بر دو رقم پنبه گزارش نمودند که شوری سبب افزایش میزان سدیم و کلر در گیاه می‌شود ولی میزان پتاسیم در برگها بدون تغییر می‌ماند. میزان پتاسیم ریشه کاهش یافته و همچنین سبب کاهش غلظت منیزیم و کلسیم برگ شده، ولی بر غلظت آنها در ریشه اثری ندارد. Santos *et al.*, (1996) با بررسی اثر تنش خشکی بر گیاه فلفل مشاهده کردند که تنش رطوبت سبب افزایش درصد جذب پتاسیم می‌شود که این امر را به‌دلیل تنظیم فشار اسمزی می‌دانند، در صورتی که میزان تجمع درصد سدیم در برگهای گیاه معنی‌دار نبوده و افزایش نشان نداد. 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 محققان همچنین نشان دادند که نسبت پتاسیم به سدیم در اندام‌های هوایی و ریشه، با افزایش تنش خشکی کاهش می‌یابد.

پرولین، سدیم و پتاسیم نقش مهمی در سازگاری گیاهان به تنش خشکی ایفا می‌کنند. در بسیاری از مطالعات اثر تنش خشکی بر گیاهان در محیط آزمایشگاه و با تیمارهای مقطعی انجام می‌گیرد، در صورتی که در شرایط صحرا، گیاهان در معرض اثرات تدریجی خشکی هستند و ممکن است نتایج این دو با هم متفاوت باشد.

در این تحقیق سه گونه‌ی خشکی‌زی رمس، اسکنبیل و سبط (در استان یزد شهرستان بافق) انتخاب شد تا نقش سدیم، پتاسیم و پرولین در این گیاهان در برابر تنش خشکی در شرایط صحرا مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روشها

گیاهان مورد مطالعه از گیاهان خشکی‌پسند می‌باشند که خود را با حداقل‌های محیط سازگار کرده و قادرند با شرایط سخت محیطی اعم از گرمای زیاد و طولانی، شدت تبخیر بالای آب، نوسانهای شدید دمای محیط و بادهای شدید موسمی مقابله کنند؛ به علاوه این که هزینه‌های کاشت این گیاهان بسیار کم بوده و به راحتی از طریق قلمه و بعضاً بذر قابل کشت می‌باشند (مقیمی، ۱۳۸٤). محل مورد مطالعه در ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی بافق (جاده بافق– قطرم) قرار دارد، این محدوده به نام سد قطرم معروف است. این منطقه در عرض ´۲۵ °۳۱ درجه و طول ´٤۸ °۵۵ درجه قرار دارد. ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۱۱۰۰ متر می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه ۵۵/۷ میلی‌متر می‌باشد که آنرا در زمره یکی از خشکترین نقاط در ایران قرار داده است. مهمترین فصل بارندگی در منطقه مورد نظر زمستان می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

شش پایه از هر کدام از گیاهان مورد مطالعه در تیرماه ۱۳۸۸ انتخاب شد، به‌طوری‌که در مجموع ۱۸ پایه برای انجام آزمایش مورد نظر قرار گرفتند. گیاهان یادشده که همه در فرم‌های رویشی مشابه بودند، به طور کاملاً تصادفی به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول که شامل ۹ گیاه بود طبق زمان‌بندی منظمی به مدت چهل و پنج روز (دو بار در هفته هر بار۱۰ لیتر آب) مورد آبیاری قرار گرفت، و گروه دوم بدون آبیاری بود. یک روز بعد از آخرین آبیاری، از اندام هوایی ساقه دو گیاه رمس و اسکنبیل و از برگهای گیاه سبط از هر دو گروه (تحت آبیاری و بدون آبیاری) نمونه‌برداری گردید. برای برداشت اندام زیرزمینی حدود ۱۰۰cm– ۷۵ پای گیاه گودبرداری شد و ریشه‌های با قطر مشابه از هر گیاه انتخاب و نمونه‌برداری گردید. مقداری از خاک نزدیک ریشه برای تعیین رطوبت در ظروف مخصوص با درب محکم ریخته شد. نمونه خاکها در آزمایشگاه توزین شدند. بعد از توزین در درون آون در درجه حرارت ۱۰۵°c به مدت ۲٤ ساعت قرار داده شد. اختلاف وزن این دو مقدار رطوبت را نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل کامل عناصر و املاح خاک به‌وسیله‌ی آزمایشگاه شرکت کویر جنوب انجام شد.

به‌منظور اندازه‌گیری مقدار پرولین از روش Bates *et al.*, (1973) و برای اندازه‌گیری یون‌های Na^+ و K^+ از روش Gulati & Jaiwal (1992) استفاده شد. اندازه‌گیری غلظت سدیم و پتاسیم در عصاره‌های حاصل به کمک دستگاه فلیم فتومتر صورت گرفت و با در نظر گرفتن وزن خشک نمونه‌ها مقدار این عناصر در هر گرم وزن خشک تعیین گردید. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS13 انجام شد.

نتایج

تجزیه واریانس و غلظت پرولین، سدیم و پتاسیم در ریشه و ساقه گیاهان مورد مطالعه در جدولهای ۱ و ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که غلظت پرولین در ریشه و ساقه سبط به طور معنی‌داری از دو گیاه دیگر بیشتر می‌باشد. در ساقه و ریشه پایه‌های آبیاری شده سبط غلظت پرولین ۳/۳ و ۲/۹ برابر کمتر از پایه‌های آبیاری نشده است. در مقابل مقدار سدیم و پتاسیم در سبط به طور معنی‌داری از دو گیاه دیگر کمتر می‌باشد.

غلظت پرولین در ساقه و ریشه رمس به طور معنی‌داری از دو گیاه دیگر کمتر است. در رمس مانند سبط غلظت پرولین در ساقه و ریشه پایه‌های آبیاری شده کمتر از پایه‌های آبیاری نشده است. در مقابل غلظت سدیم و پتاسیم در ریشه و ساقه گیاه رمس به طور معنی‌داری از دو گیاه دیگر بیشتر است.

غلظت پرولین در اسکنبیل کمتر از سبط بود ولی در مقایسه با رمس تفاوت معنی‌داری ندارد. پرولین در پایه‌های آبیاری شده در ریشه و ساقه اسکنبیل به طور معنی‌داری کمتر از پایه‌های بدون آبیاری است.

نتایج این آزمایش همچنین نشان داد که در هر سه گیاه مورد مطالعه نسبت پتاسیم به سدیم در ریشه گیاهان در حال تنش خشکی کمتر و در ساقه آنها بیشتر از پایه‌های آبیاری شده می‌باشد.

مقدار آب خاک در منطقه ریشه در گیاهان مطالعه شده بین ۱/٤–۰/۳۵ درصد اندازه‌گیری شد. بنابراین همه این گیاهان در زمان آزمایش تحت تنش خشکی قرار داشتند. مقدار پتاسیم و سدیم در خاک برابر با ٤/۸ و ۲۳ میلی‌اکی‌والان بر لیتر اندازه‌گیری شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین غلظت پرولین (برحسب میکرومول بر گرم وزن تر)، پتاسیم (میلی‌مول بر گرم وزن خشک) و سدیم (میلی‌مول بر گرم وزن خشک) در ریشه و ساقه گیاه سبط، رمس و اسکنبیل تحت آبیاری و تنش خشکی

	بافت گیاهی	تیمار	سبط	رمس	اسکنبیل
پرولین	ریشه	آبیاری	۳/۵±۰/٤ $^{a}_{a}$	۰/۱±۰/۵۲ $^{a}_{b}$	۱/۳±۰/۰۳۹ $^{a}_{b}$
		تنش خشکی	۱۰±۰/۳ $^{b}_{b}$	۳/۱±۰/۹ $^{b}_{a}$	۳±۰/۳۹ $^{b}_{a}$
	ساقه	آبیاری	۵/۹±۰/۰۸ $^{a}_{a}$	۱/۹±۰/٤۳ $^{a}_{b}$	۳/۱±۰/۵٦ $^{a}_{b}$
		تنش خشکی	۱۹/٦±٤/٦ $^{b}_{a}$	۳/۱±۰/۱۷ $^{a}_{b}$	٦/۳±۰/٦۸ $^{b}_{b}$
K^+	ریشه	آبیاری	۰/۰۷±۰/۰۱۲ $^{a}_{a}$	۰/۵۹±۰/۰۹ $^{a}_{b}$	۰/۵±۰/۰۷ $^{a}_{b}$
		تنش خشکی	۰/۰۵±۰/۰٦ $^{a}_{a}$	۰/٤٤±۰/۰۱ $^{a}_{b}$	۰/۳۹±۰/۰۷ $^{a}_{b}$
	ساقه	آبیاری	۰/۵±۰/۰٦ $^{a}_{a}$	۱/۹±۰/۰۲ $^{a}_{b}$	۰/٦±۰/۰۸ $^{a}_{a}$
		تنش خشکی	۰/۵۷±۰/۰۳ $^{a}_{a}$	۲/۵±۰/۰٤ $^{b}_{c}$	۰/۷±۰/۰٤ $^{a}_{b}$
Na^+	ریشه	آبیاری	۰/٤۲±۰/۰۱ $^{a}_{a}$	۰/۸۱±۰/۱۳ $^{a}_{b}$	۰/۵۸±۰/۱۷ $^{a}_{ab}$
		تنش خشکی	۰/۳۸±۰/۱۵ $^{a}_{a}$	۰/٦۹±۰/۱۲ $^{a}_{b}$	۰/۵۵±۰/۰٤ $^{a}_{ab}$
	ساقه	آبیاری	۰/٤۲±۰/۰٤ $^{a}_{a}$	۲/۱±۰/۰۸ $^{a}_{b}$	۰/٦۹±۰/۲۷ $^{a}_{a}$
		تنش خشکی	۰/۳٦±۰/۰۲ $^{a}_{a}$	۲/۵۸±۰/۰۳ $^{b}_{c}$	۰/۸±۰/۰٦ $^{a}_{b}$

حروف متفاوت فوقانی نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آبیاری و تنش خشکی و حروف متفاوت پایینی نشان‌دهنده اختلاف بین گونه‌های مورد مطالعه می‌باشد (تست توکی).

جدول ۲- تجزیه واریانس مقادیر پرولین، سدیم و پتاسیم اندازه‌گیری شده در سه گیاه رمس، اسکنبیل و سبط

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		پرولین ساقه	پرولین ریشه	سدیم ساقه	پتاسیم ساقه	سدیم ریشه	پتاسیم ریشه
گیاه	۲	۱٦۹/۹**	٤۵/۵**	٦/٤**	۵/٤**	۰/۱۱**	۰/۳٦**
تیمار	۱	۱۲٦/۸**	۵۵/۹**	۰/۱۵**	۰/۲۵**	۰/۰۱۷ ns	۰/۰۳۷**
گیاه *تیمار	۲	۹۱**	۱۰/۹ ns	۰/۱۱**	۰/۱۰**	۰/۰۰٤ ns	۰/۰۰٦ ns

**: در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار و ns: غیرمعنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

پتاسیم یک عنصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان می‌باشد. این عنصر همچنین به‌عنوان یک اسمولیت در پایین نگه داشتن پتانسیل آب بافتهای گیاهی حائز اهمیت می‌باشد (Xu *et al*., 1998). نتایج این آزمایش نشان داد که غلظت پتاسیم و پرولین در ساقه سبط بیشتر از ریشه آن است. این تفاوت در غلظت سدیم دیده نشد. اما کمبود مقدار سدیم در بافتهای هوایی سبط ممکن است به‌دلیل حساسیت این گیاه به سدیم باشد. تجمع پتاسیم و پرولین در اندامهای هوایی (برگ) سبط ممکن است عامل مهمی در جذب آب از خاک در تنش خشکی باشد. نتایج مشابه توسط Wang *et al*., (2004) در آزمایشی در گیاهان *Artemisia sphaerocephala* و *Caragona korshinskii* بدست‌آمد. این گیاهان نیز مانند سبط با تجمع پرولین و پتاسیم در برابر خشکی مقاومت می‌کنند. 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. البته گیاهان با مجموعه‌ای از تغییرات ریخت‌شناسی، فیزیولوژیک و ژنتیکی در برابر خشکی واکنش نشان می‌دهند. مهمترین سازگاری ریخت‌شناسی در گیاه سبط سیستم ریشه‌ای آن است که با ایجاد غلافی از شن بنام (Rhizosheaths) اطراف ریشه محیط مناسبی را برای حفظ رطوبت ریشه‌ها فراهم می‌سازد. این غلاف با ترشح ماده‌ای موسیلاژی و چسبیدن ذرات شن به آن بوجود می‌آید.

رمس مشابه ساز و کار هالوفیتها (در شوری) با رقیق کردن شیره واکوئلی به خشکی پاسخ می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهد که پتاسیم در پاسخ به خشکی و سدیم تحت تنش شوری در گیاهان تجمع پیدا می‌کند (Glenn *et al*., 1996) نتایج تجزیه خاک منطقه مورد مطالعه نشان داد که این خاک دارای سدیم زیادی نمی‌باشد. با وجود این گیاه رمس مقدار زیادی سدیم را از خاک جذب می‌کند. تجمع یون پتاسیم و سدیم در ساقه رمس ممکن است نقش مهمی در جذب آب از خاک ایفا نماید. پتاسیم یک عنصر غذایی ماکرو است که برای همه انواع گیاهان ضروریست و نقش مهمی در تنظیم اسمزی دارد. در عوض سدیم یک عنصر ماکرو نیست، حتی برای گیاهانی که فوق‌العاده هالوفیت هستند. پاسخ رشدی گیاهان به سدیم در بین گونه‌های مختلف متفاوت می‌باشد. بسیاری از هالوفیت‌ها پاسخ رشدی مثبتی به سدیم نشان داده‌اند و این در حالیست که سدیم برای گلیکوفیتها مرگ‌آور است. آزمایشها نشان می‌دهند که سدیم اضافی در بیشتر هالوفیتها در واکوئل‌ها تجمع نموده و بدینوسیله ضمن ممانعت از سمیت اندامکهای سیتوپلاسمی موجب تنظیم اسمزی نیز می‌گردد (تبار احمدی و بابائیان جلودار، ۱۳۸۱). مطالعات Wang *et al*., (2004) در سیاه‌تاغ (*Haloxylon ammodendron*) نشان داد که این گیاه مقدار زیادی سدیم (نه پتاسیم) را جذب و در بافتهای هوایی جمع می‌کند و از این لحاظ در تنظیم اسمزی با رمس کمی متفاوت است. نتایج این آزمایش مشابه نتایج آخوندی و همکاران (۱۳۸۲) می‌باشد که نشان دادند افزایش تنش خشکی باعث افزایش میزان سدیم و پتاسیم در اندامهای هوایی در گونه‌های یونجه شد. رمس مانند دیگر گیاهان خشکی‌پسند از مکانیزم‌های دیگری نیز برای مقابله با خشکی استفاده می‌کند. توسعه افقی و عمودی ریشه که گاهی به حدود ٤ متر می‌رسد، موجب استحصال آب بیشتر شده و در نتیجه مکانیزم مهمی برای مقاومت گیاه در برابر شرایط سخت محیطی و کمبود رطوبت

Archive of SID

www.SID.ir

می‌باشد (مقیمی، ۱۳۸٤). در رمس برگها کوچک، فلسی‌شکل و گاهی به طور کامل از بین رفته و بدین وسیله با کاهش تعرق با خشکی مقابله می‌کند.

پرولین در پایه‌های آبیاری شده اسکنبیل نیز کمتر از پایه‌های آبیاری نشده بود، در صورتی‌که سدیم و پتاسیم اختلاف معنی‌داری را در همه حالت‌ها نشان ندادند. بنابراین پرولین نقش بیشتری نسبت به سدیم و پتاسیم در تنشهای خشکی در اسکنبیل ایفا می‌کند. در اسکنبیل نیز مانند سبط پرولین همراه با سازگاریهای دیگر به‌ویژه تغییرات ریخت‌شناسی در برابر خشکی مقاومت می‌کند. اسکنبیل دارای شبکه وسیع ریشه بصورت ریشه‌های عمودی و افقی می‌باشد که ریشه‌های افقی به طور معمول در عمق ۲۵ تا ٤۵ سانتی‌متری خاک گسترش یافته‌اند که گاهی گسترش آن تا شعاع ۳۰ متر نیز دیده شده است. در چنین مناطقی، رطوبت تقریباً در این عمق قرار داشته و شبکه ریشه افقی به خوبی از رطوبت استفاده می‌نماید. در مواقعی که سرعت وزش باد زیاد است، ریشه جانبی در سطوح خاک ظاهر شده و به مرور جهت سازگاری با شرایط نامساعد گرما و خشکی، سخت و چوبی می‌شوند تا بتوانند قسمتهای مرکزی ریشه را به‌خوبی حفظ نمایند. این گونه با استفاده از مکانیسمهایی مانند افزایش ضخامت کوتیکولی، تراکم کرکها در سطح برگ و ساقه‌های جوان، بیرنگ شدن کرکها، کاهش سطح برگ، ریزش سریع برگ، روشنتر شدن رنگ اندامها و مسیر فتوسنتزی C4، تنشهای خشکی را به خوبی تحمل نموده و خود را با محیط‌های خشک و خشکسالیها سازگار می‌نماید (مقیمی، ۱۳۸٤).

این آزمایش همچنین نشان داد که نسبت K^+/Na^+ در ریشه هر سه گیاه در تنش خشکی کاهش می‌یابد، این در حالیست که این نسبت در ساقه هر سه گیاه در تنش خشکی افزایش می‌یابد (این اختلاف در سبط بیشتر از دو گیاه نمایان می‌باشد). این مسئله به وضوح نشان می‌دهد که پتاسیم به‌ویژه در سبط (و کمتر در اسکنبیل) در تنش خشکی از ریشه به طرف ساقه حرکت می‌کند. تجمع این یون در ساقه علاوه بر تنظیم اسمزی می‌تواند در حفظ فشار تورژسانس در اندام‌های هوایی و کنترل روزنه‌ای نقش مهمی ایفا نماید.

نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که رمس که یک خشکی‌پسند گوشتی است مانند سایر شور و یا خشکی‌پسندهای گوشتی ترجیحاً از طریق جذب و تجمع یونهایی مثل پتاسیم و سدیم در تنظیم اسمزی بافت‌های خود نقش ایفا می‌کند. البته این به معنای رد دیگر سازگاریهای موجود در این گیاه نیست. گیاهان خشکی‌پسند غیرگوشتی مثل سبط و اسکنبیل از طریق تجمع پرولین و با شدت کمتر به کمک یونها و دیگر سازگاریها در برابر خشکی مقاومت می‌کنند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از پرسنل محترم و بسیار زحمتکش آزمایشگاه‌های طرح توسعه معدن چغارت بافق و آزمایشگاه مرکزی شیمی این معدن که با حوصله و متانت فراوان با ما در زمینه آزمایشهای تعیین پرولین همکاری کردند، به خصوص آقای دکتر دانشور و آقایان مهندس زادمهر، رنجبر، حاجی حسنی و درویشی (مسئول محترم آزمایشگاه معدن) کمال تشکر را داریم.

منابع مورد استفاده

- آخوندی، م.، صفرنژاد، ع. و لاهوتی، م.، ۱۳۸۲. اثر تنش خشکی بر تجمع پرولین و تغییرات عناصر در یونجه‌های یزدی،

Archive of SID

www.SID.ir

نیکشهری و رنجر. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره اول، ص ١٦٥.

- 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، سال دهم ، شماره دوم، ص ۹۱.
- تبار احمدی، م.خ.ض. و بابائیان جلودار، ن.ع.، ۱۳۸۱. رشد گیاه در اراضی شور و بایر. چاپ اول، انتشارات دانشگاه مازندران.
- حیدری شریف‌آباد، ح.، ۱۳۷۹. گیاه، خشکی و خشکسالی. مؤسسه‌ی تحقیقات جنگلها و مراتع، چاپ اول.
- قربانلی، م. و نیاکان، م.، ١٣٨٦. اثر تنش خشکی بر شاخصهای رشدی، فاکتورهای فتوسنتزی، میزان پروتئین و محتوای یونی در بخشهای هوایی و زیرزمینی دو رقم سویا. رستنیها، جلد۸، ص۱۷.
- قربانلی، م.، حیدری، م.، نوجوان، ط. فربودنیا، ن.، ۱۳۷۷. اثر تنش خشکی بر تغییرات پروتئینهای محلول و اسیدهای آمینه دو رقم نخود ایرانی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۲۹(۱): ٦٧-٧٧.
- مقیمی، ج.، ١٣٨٤. معرفی برخی گونه‌های مهم مرتعی. انتشارات آرون، چاپ اول.
- موحدی دهنوی، م.، مدرس ثانوی، س.ع.م.، سروش زاده، ع. و جلالی، م.، ۱۳۸۳. تغیرات میزان پرولین، قندهای محلول کل، کلرفیل (SPAD) و فلورسانس کلرفیل در ارقام گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی و محلول پاشی روی و منگنز. بیابان، جلد ۹ شماره ۱، ۹۳-۱۰۹.

- Barker, D.J., Sullivan, C.Y. and Moser, L.E., 1993. Water deficit effect on osmotic potential, cell wall elasticity & 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.

- 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. Physiol. Plant, 113: 79-84.

-Bohnert, H.J., Nelson, D.E. and Jensen, R.G., 1999. Adaptation to environmental stresses. The Plant Cell, 7: 1099-1111.

-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.

-Glenn, E.P., Fister, R., Brown, J.J., Thompson, T.L. and O´Leary, J., 1996. Na^+ & K^+ accumulation & salt tolerance of *Atriplex canescens* (Chenopodiaceae) genotypes. American Journal of Botany, 83: 997-1005.

-Gulati, A. and Jaiwal, P.K., 1992. Comarative salt responses of callus cultures of *Vigna radiate* (L.) wilczek to various osmotic and ionic stresses. journal of Plant Physiology, 141: 120–124.

-Meloni, D.A., Oliva, M.A., Ruiz, H.A. and Martinez, C.A., 2001. Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. Plant Nutr., 24: 599-612.

- Salma, I., Messedi, D., Ghnaya, T., Savoure, A. and Adbelly, C., 2006. Effect of water deficit on growth & proline metabolism in *Sesuvium portulacastrum*. Environmental and Exprimental Botany, 56: 231-238.

- 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.

-Wang, S., Wan, Ch., Wang, Ya., Chen, H., Zhou, Z., Fu, H. and Sosebee, R.E., 2004. The characteristics of Na^+, K^+ & free proline distribution in several drought-resistant plants of the Alexa Desert, China. Journal of Arid Environments, 56: 525-539.

-Xu, X.Y., Zhang, R.D., Xue, X.Z. and Zhao, M., 1998. Determination of evapotranspiration in the desert area using lysimeters. Communications in Soil Science & Plant Analysis, 29: 1-13.

-Yamaguchi-Shinozaki, K., Kasuga, K.M. and Liu, Q., 2002. Biological mechanisms of drought stress response. JIRCAS Japan Inter. Res. Center for Agricc. Sci., Working Reports, PP:1-8.

-Yordanov, V. and Tsoev, T., 2000. Plat responses to drought, acclimation and stress tolerance. Photosynthica, 38: 291-302.

Archive of SID

www.SID.ir

Characteristics of Na^+, K^+ and free proline distribution in three xerophytes of *Stipagrostis pennata*, *Calligonum polygonoides* and *Hammada salicornia*, in Yazd province

Mosleh Arany, A.[1*], Bakhshi Khaniki, G.[2] and Hakimi Bafghi, B.A.[3]

1*- Corresponding Author, Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran, Email: amosleh@yazduni.ac.ir
2- Professor, Faculty of Sciences, Tehran Payame Noor University, Tehran, Iran.
3- M.Sc. in Botanical Science, Payam Noor University, Tehran, Iran

Received: 16.02.2010 Accepted: 30.01.2011

Abstract

Potassium, sodium and free proline play important roles in adaptation of plant species to arid conditions. Distribution of Na^+, K^+ and free proline in desert plants is not clear. In this study, the accumulation of Na^+, K^+ and free proline was investigated in three species namely, *Stipagrostis pennata*, *Calligonum polygonoides* and *Hammada salicornia*. These species are naturally distributed in Irano-Turanian region. Six plants were selected from each species in similar conditions, during dry summer of 2010. Soil humidity measurement showed that all plants were in drought conditions. Half of the plants were irrigated. The quantities of Na^+, K^+ and proline were determined in the roots and stems of all samples. Results showed that the concentrations of free proline in the stem and root of *S. pennata* were significantly higher than that of other two species and irrigated *S. pennata.* Furthermore, the concentration of K^+ in the stem of *H. salicornia* was significantly higher than that of other two species and irrigated *H. salicornia*. Also, the concentration of K^+ in the root of *H. salicornia* was higher than that of other species, but this concentration was not significantly different from the irrigated species. Sodium, like potassium content was higher in *H. salicornia*, but significant difference was not observed in its quantity between irrigated and unirrigated species. *C. polygonoides* after *H. salicornia* accumulated large quantities of Na^+ in its stem. Sodium content was higher in the root of *H. salicornia* and *C. polygonoides* in comparison with *S. pennata*. Results also showed that K/Na ratio was less in roots of unirrigated species in all three species, particularly in *S. pennata* while it was high in stems of *S. pennata H. salicornia* compared to irrigated species. Consequently, it was concluded that the three species use different strategies to cope with drought.

Key words: Na^+, K^+, proline, *Stipagrostis pennata*, *Calligonum polygonoides*, *Hammada salicornia*, xerophyte, Yazd province

Archive of SID

www.SID.ir