مجله مدیریت بیابـان
www.isadmc.ir

انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

مقایسه مقدار پرولین، قندهای محلول و محتوای یونی سه گونهٔ *Atriplex lentiformis*، *Halostachys belangeriana* و *Tamarix ramosissima* طی زمان‌های مختلف و شرایط شوری طبیعی

اصغر مصلح آرانی[1*]، محمد علی حکیم‌زاده[2] و رمضان قبادپور[3]

۱. دانشیار دانشکد منابع طبیعی، دانشگاه یزد
۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد
۳. کارشناسی ارشد مدیریت بیابان، دانشگاه یزد
* نویسنده مسئول: amosleh@yazduni.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۰۳ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۸/۲۶**

چکیده

در ایـن پـژوهش تغییـر پـرولین، قنـدهـای محلـول و یـون‌هـای سـدیم، پتاسـیم و نیتـروژن سـه گونـه شـورپسـند آتـریپلکس (*Atriplex lentiformis*)، سنبله نمکـی (*Halostachys belangeriana*) و گـز (*Tamarix ramosissima*) طـی فصـل‌هـای زمسـتان (بهمن) و تابستان (تیر) در شرایط طبیعی مورد بررسی قرار گرفت. پنج پایه گیاهی بـا انـدازه و شـرایط زیسـتی - شـکلی هماننـد در منطقه چاه‌افضل اردکان واقع دراستان یزد انتخاب و شاخص‌های مذکور اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد بیشترین مقدار پـرولین در گونهٔ سنبله نمکی و بیشترین مقدار قندهای محلول در گونه آتریپلکس (۵/۹ میلی‌گرم بر گرم ماده خشـک) اسـت. مقـدار پـرولین در فصل تابستان به‌طور معنی‌داری در هر سه گونه مورد بررسی بیشتر از فصل زمستان بود. بیشترین مقدار پرولین در فصل تابسـتان بـه مقدار ۳/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در گونه سنبله نمکی به دست آمد. قندهای محلول در دو گونه گز و آتریپلکس در فصـل تابسـتان به‌طور معنی‌داری بیشتر از فصل زمستان بود؛ به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن در گونه آتریپلکس به مقدار ۶/۸ میلی‌گـرم بـر گـرم وزن خشک در فصل تابستان اندازه گیری شد. در سنبله نمکی مقدار قندهای محلول بر خلاف دو گونه دیگـر در فصـل زمسـتان بیشـتر از فصل تابستان بود. تفاوت معنی‌داری بین مقدار ازت و پتاسیم در بین گونه‌های مورد مطالعه مشاهده نشد، اما مقـدار سـدیم در گونـه سنبله نمکی به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو گونه دیگر بود و گونه گز کمترین مقدار سدیم را در اندام‌های هوایی خود داشت. نتایج ایـن پژوهش نشان داد که این گیاهان شورپسند، سازوکارهای متفاوتی برای مقابله با شوری و خشکی دارند.

واژگان کلیدی: آتریپلکس ؛ پرولین؛ سنبله نمکی؛ شوری؛ گز.

■ مقدمه

تنش شوری و مقابله با آن یک از مسائلی است که بشر از هزاران سال پیش تاکنون با آن دست به گریبان بوده است. خاک‌های شور و قلیا در مناطق خشک و نیمه‌خشک سطحی معادل ۲۵ میلیون هکتار از اراضی کشور را پوشـش می‌دهد. به‌طور کلی برای بهره‌برداری از زمین‌های شور دو راه وجود دارد: ۱) کاهش شوری خاک و ۲) استفاده از گیاهانی که توانایی بردباری و تولید اقتصادی

www.isadmc.ir

در این شرایط داشته باشند (قادری و همکاران، ۱۳۸۱).

یکی از اهداف اصلی محققان این است که با مطالعه سازگاری گیاهان در مقابل تنش‌ها، مقاوم‌ترین آن‌ها را شناسایی کنند و با توسعه آنان برای حفظ پوشش گیاهی و احیاء مراتع گام اساسی بردارند (جعفری، ۱۳۷۹). بنابراین در هر گونه برنامه‌ریزی و پروژه احیاء بوم نظام (اکوسیستم) با کاشت گیاهان در مناطق خشک باید سازگاری گیاهان در مقابل تنش‌های محیطی را مورد توجه قرارد داد. در سال‌های اخیر بهره گیری از گونه‌های مقاوم به شوری و خشکی برای مقابله با تنش‌ها محیطی افزایش یافت است. با توجه به عدم شناخت دقیق از گونه‌های شورپسند ایران در رابطه با مقدار مقاومت آن‌ها به شوری باید بررسی‌های گسترده‌تری در این زمینه انجام شود تا با شناخت بهتر بتوان از گونه‌های شورپسند (هالوفیت) ایران برای مدیریت اراضی در این مناطق استفاده کرد. برای نیل به این هدف اولین گام شناسایی سازوکارهای تحمل گیاهان به تنش‌ها می‌باشد. گیاهان در مقابله با تنش‌های شوری، سازوکارهای دفاعی زیادی را برمی‌گزینند. یکی از راهکارهای مناسب گیاهان در پاسخ به تنش شوری افزایش اسمولیت‌های سازگار در اندام‌های مختلف گیاه می‌باشد. این اسمولیت‌های سازگار (مانند اسید آمینه‌های پرولین و گلیسین بتایین و یا قندهای محلول) اعمالی از قبیل تنظیم اسمزی، حفاظت از ساختار درون سلولی، کاهش خسارت اکسیداتیو با واسطهٔ 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 آن‌ها است و به نظر می‌رسد تجمع آن در فرآیند سازگاری به تنش شوری در بسیاری از گلیکوفیت‌ها دخالت دارد (Sudhakar *et al.*, 1993). در بررسی پاسخ فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های مقاوم، نیمه‌مقاوم و حساس برنج به شوری نشان داده شد که انباشت قند در ژنوتیپ مقاوم بیشتر از ژنوتیپ حساس بود و مقدار پرولین به‌طور معنی‌داری در همه ژنوتیپ‌ها افزایش نشان داد (Surekha Rao *et al.*, 2013). De Oliveira *et al.*, (2013) در بررسی اثر شوری بر ویژگی‌های فیزیولوژیک دو گونه *Sorghum bicolor* و *Sorghum sudanense* نشان دادند که مقدار قند در گونه *Sorghum bicolor* تا ۱۱۸ درصد افزایش یافته است، ولی درگونه دیگر هیچ افزایشی دیده نشد. در بالاترین غلظت شوری مقدار پرولین در گونه *S. bicolor* تا ۳۴ درصد افزایش یافت در حالی که در گونه دیگر تا ۸۲ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد.

سدیم، کاتیونی قابل حل در بسیاری از خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک است. بیشتر گیاهان به ویژه شیرین‌پسندها (گلیکوفیت‌ها) به غلظت بالای سدیم حساسند، چرا که پایداری یون‌های داخل سلول را بر هم می‌زند و موجب عملکرد ضعیف دیواره و تضعیف واکنش‌های سوخت و ساز درون سلولی می‌شود (Wang *et al.*, 2004; Niakan & Ghorbanli 2007). از طرفی دیگر در بسیاری از گیاهان شورپسند، سدیم با ورود به داخل واکوئل‌ها نقش عمده‌ای در تنظیم تعادل اسمزی بر عهده دارد. اکثر گیاهان، افزایش موقتی سدیم را در آپوپلاست از طریق افزایش مقدار آب سلول‌های مزوفیل (مثل مقدار آب واکویل) تحمل می‌کنند، لذا نمک‌ها رقیق‌تر شده و ظرفیت خود را برای جذب نمک از محلول آپوپلاست بالاتر می‌برند (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۷۹). Hameed *et al.*, (2012) در بررسی مقاومت به شوری در گونه *Suaeda fruticosa* نشان دادند که مقدار سدیم برگ در این گونه با افزایش شوری خاک زیادتر شده است.

پتاسیم عنصر غذایی پر مصرف و اصلی دیگری است که نقش عمده آن در گیاهان تنظیم کننده اسمزی است. این عنصر، در فعالیت آنزیم و کوآنزیم‌ها، خنثی سازی یون‌های باردار شده غیر قابل انتشار و پلاریزاسیون غشا نقش مهمی ایفا می‌کند (Barker *et al.*, 1993). پرولین، سدیم و پتاسیم نقش مهمی در سازگاری گیاهان به تنش شوری دارند. تعداد زیادی از بررسی‌های اثر تنش شوری بر گیاهان در محیط آزمایشگاه و با تیمارهای مقطعی انجام می‌گیرد، در صورتی که در شرایط میدانی، گیاهان در معرض اثرات متفاوت شوری هستند و ممکن است نتایج این دو با هم متفاوت باشد.

در این پژوهش سه گونهٔ شورپسند آتریپلکس، سنبله نمکی و گز انتخاب شد تا تغییر مقدار سدیم، پتاسیم،

www.isadmc.ir

قندهای محلول و پرولین گیاهان مذکور در برابر تنش شوری در شرایط طبیعی طی فصل‌های زمستان و تابستان مورد بررسی قرار گیرد.

■ مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پژوهش جاری در ۷۰ کیلومتری شهر اردکان در منطقهٔ چاه افضل انجام شد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۰۰۲ متر و مهم‌ترین فصل بارندگی آن زمستان است. میانگین بارش سالانه ۵۵ میلی‌متر، میانگین بیشینه دما برابر ۴۶ °C و کمینه آن ۱۴°- می‌باشد.

Atriplex lentiformis با نام فارسی آتریپلکس گیاهی از خانواده اسفناج است. این گیاه بومی رویشگاه‌های بیابانی و ساحلی جنوب غربی و شمال آمریکا می‌باشد که در بسیاری از نقاط جهان کاشته شده است. در ایران نیز در عرصه‌های نسبتاً وسیعی از نواحی روبشی ایران و تورانی و خلیج و عمانی کاشته شده است. گیاهی است شورپسند و بسیار حجیم، پر شاخه و بیشترین تولید را در میان آتریپلکس‌های وارداتی دارد. این گیاه برای ایجاد چراگاه‌های دست کاشت و اصلاح مراتع در عرصه‌های مناسب، در نواحی رویشی خلیج و عمانی و منطقه معتدل ایران و تورانی توصیه شده است (مقیمی، ۱۳۸۴).

Halostachys belangeriana با نام فارسی مارونگ، گنگ و سنبله نمکی گیاهی از خانواده اسفناج است. این گیاه در اراضی شور و مرطوب دشت‌های ساحلی حاشیه دریاچه‌ها و پلایاها، عمدتاً در نواحی شرق و مرکز در ناحیه رویشی ایران و تورانی گسترش دارد. این گیاه شورروییی اجباری با ساقه آبدار است و در عرصه‌های شور و مرطوب کشور، بیشتر به‌صورت گونهٔ همراه و در مواردی به‌صورت گونهٔ غالب و به‌ندرت به صورت لکه‌های خالص در ترکیب گیاهی تیپ‌های مرتعی دیده می‌شود. گیاهی است به شدت مقاوم به شوری که برای کاهش مسمومیت ناشی از نمک در اندام‌ها، مقدار زیادی آب جذب و در ساقه ذخیره می‌کند؛ که این وضعیت به گیاه ظاهری آبدار می‌دهد (مقیمی، ۱۳۸۴).

Tamarix ramosissima با نام فارسی کوره گز نیز گیاهی از خانواده اسفناج است. این گیاه در بسیاری از نقاط جهان کاشته شده است. در ایران نیز، در عرصه‌های نسبتاً وسیعی از نواحی رویشی ایران و تورانی و خلیج و عمانی کاشته شده است. شروع رشد رویشی از نیمه دوم اسفند، گلدهی در فصل بهار و بذردهی تا اوایل آبان‌ماه ادامه دارد. تجدید حیات گیاه با قلمه زدن و پاجوش انجام می‌شود. گیاهی است حفاظتی- علوفه‌ای که حفظ و توسعه آن علاوه بر تأمین خوراک دام در حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش بادی در حاشیه پلایاها و اراضی باتلاقی بسیار با اهمیت است که با مدیریت صحیح به سادگی در عرصه پایدار می‌ماند (مقیمی، ۱۳۸۴).

روش پژوهش

پنج پایه (تکرار) از هر کدام از گیاهان مورد مطالعه در تیر ماه ۱۳۹۱ انتخاب شد. نهال‌های گیاهان مذکور که برای احیاء منطقه چاه افضل اردکان در زمان مشابه کشت شده‌اند همه در اندازه، سن و در فرم‌های رویشی مشابه بودند. نمونه‌برداری از اندام‌های هوایی این گیاهان طی دو فصل زمستان و تابستان انجام شد. برای اندازه‌گیری مقدار پرولین، مقدار ۰/۵ گرم از برگ گیاهان را توزین و در ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۳٪ اسید سولفو سالیسیلیک ساییده و سپس نمونه‌ها صاف شدند. آنگاه ۲ میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک خالص به نمونه‌ها افزوده و لوله‌ها در بن ماری با دمای ۱۰۰°C به مدت یک ساعت قرار داده شدند. سپس لوله‌ها به مدت نیم ساعت در حمام یخ قرار داده شدند. آنگاه به هر لوله آزمایش ۴ میلی‌لیتر تولوئن اضافه شد و خوب تکان داده و در نهایت مقدار جذب لایه رنگی فوقانی (حاوی تولوئن و پرولین) با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Bates, 1973). برای سنجش قندهای محلول، ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد به ۰/۱ گرم از ماده خشک گیاهی (برگ) اضافه و به مدت یک هفته در یخچال نگهداری شد. پس از گذشت یک هفته، ۱ میلی‌لیتر از محلول رویی نمونه برداشته و سپس بر روی آن ۱ میلی لیتر فنل ۵ درصد اضافه کرده و خوب هم زده و پس از آن ۵ میلی‌لیتر سولفوریک اسید غلیظ اضافه

www.isadmc.ir

شد. محلول زرد رنگی به دست آمد که به مرور زمان تغییر رنگ داده و به قهوه‌ای روشن تمایل پیدا کرد. پس از ۳۰ دقیقه جذب آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت شد و با استفاده از منحنی استاندارد گلوکز، میزان تغییرات قندها بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک ارزیابی گردید (Kochert, 1978). برای اندازه‌گیری یون‌های Na^+ و K^+ از روش Gulati & Jaiwal (1992) استفاده شد. اندازه‌گیری غلظت سدیم و پتاسیم در عصاره‌های حاصل به کمک دستگاه اسپکتروسکوپی و با استفاده از محلول‌های استاندارد انجام شدو با در نظر گرفتن وزن خشک نمونه‌ها مقدار آن در هر گرم وزن خشک تعیین شد.

ویژگی‌های خاک

برای نشان دادن شوری خاک به‌عنوان مهمترین تنش موجود در محیط رشد این گیاهان تجزیه خاک در رویشگاه این گونه‌ها انجام شد. تجزیه خاک همچنین نشان می‌دهد که کدام نمک بیشترین نقش را در شوری خاک دارد و بیش‌فراهمی کدام عنصر در محیط ریشه بیشتر است. بدین‌منظور نمونه‌های خاک از عمق‌های ۳۰-۰ سانتیمتری به‌عنوان لایه سطحی و همچنین ۶۰-۳۰ سانتیمتری به‌عنوان لایه عمقی برداشت و مورد تجزیه قرار گرفت. pH عصاره گل اشباع با دستگاه pH متر (مدل JohnWay)، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC_e) با دستگاه هدایت‌سنج (مدل JohnWay) اندازه‌گیری شد. برای تعیین کلسیم و منیزیم، از روش تیتراسیون و برای اندازه‌گیری پتاسیم و سدیم از روش فلم‌فتومتری استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از متغییرهای اندازه‌گیری شده از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده شد. همچنین از تجزیه واریانس یکطرفه و مقایسه میانگین تیمارها، آزمون دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد بهره‌گیری شد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

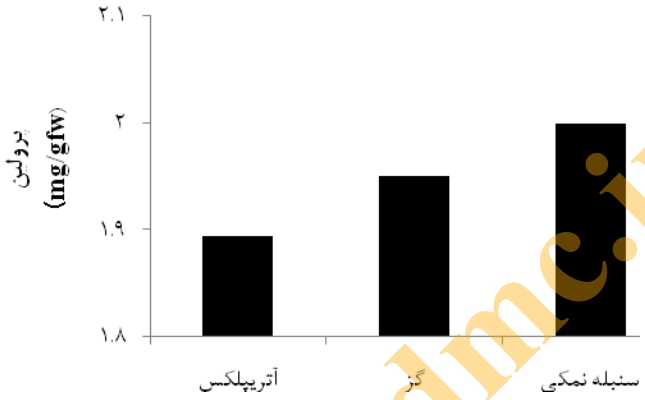
■ نتایج

نتایج تجزیه خاک نشان داد خاک در منطقه ریشه هر سه گونه مورد مطالعه جزء خاک‌های بسیار شور محسوب می‌شوند. تفاوت معنی‌داری بین صفات اندازه‌گیری شده خاک در خاک هیچکدام از گونه‌ها به دست نیامد (جدول ۱). بیشترین مقدار پرولین در گونه سنبله نمکی به مقدار ۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر به دست آمد (شکل ۱). در مقابل کمترین مقدار قندهای محلول نیز در سنبله نمکی به دست آمد. بیشترین مقدار قندهای محلول در گونه آتریپلکس به مقدار ۵/۹ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک به دست آمد (شکل ۲). نتایج همچنین نشان داد که مقدار پرولین در دو فصل تابستان و زمستان در هر سه گونه متغیر است. مقدار پرولین در هر سه گونه مورد بررسی و در فصل تابستان به‌طور معنی‌دار بیشتر از فصل زمستان بود. بیشترین مقدار پرولین در فصل تابستان به مقدار ۳/۲ و کمترین آن به مقدار ۰/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در گونه سنبله نمکی به دست آمد (شکل ۳). نتایج در مورد قندهای محلول بین گونه سنبله نمکی و دو گونه دیگر متفاوت بود. در دو گونه گز و آتریپلکس مقدار قندهای محلول در فصل تابستان به‌طور معنی‌داری بیشتر از فصل زمستان بود به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن در گونه آتریپلکس به مقدار ۶/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک در فصل تابستان به دست آمد. در سنبله نمکی مقدار قندهای محلول بر خلاف دو گونه دیگر در فصل زمستان بیشتر از فصل تابستان بود و کمترین مقدار قند در این گونه برابر با ۱/۹۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک اندازه گیری شد (شکل ۴). تفاوت معنی‌داری بین مقدار ازت و پتاسیم در بین گونه‌های مورد مطالعه مشاهده نشد، اما مقدار سدیم در گونه سنبله نمکی به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو گونه دیگر بود و گونه گز کمترین مقدار سدیم را در اندام‌های هوایی خود داشت (شکل ۵).

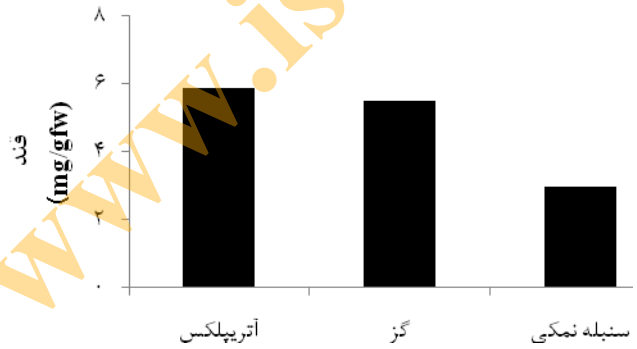
www.isadmc.ir

جدول ۱. تجزیه خاک در نمونه‌های برداشت شده از خاک پای گونه‌های گیاهی

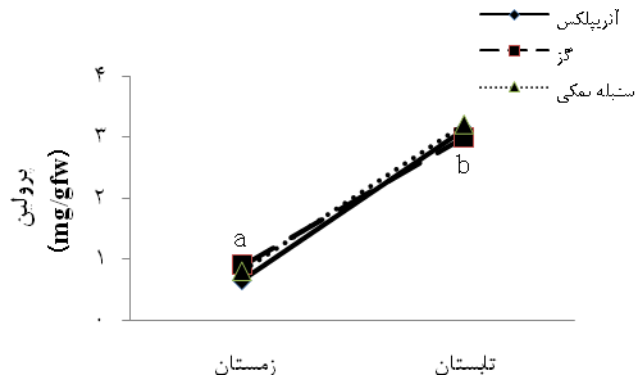
گونه عمق(cm)	Ec Mmohs/s	کلسیم Meq/L	منیزیم Meq/L	کلر Meq/L	سدیم Meq/L	پتاسیم ppm
آتریپلکس۳۰-۱۰	۲۱۶	۴۸	۷۲	۲۶۰۰	۲۶۰۰	۳۳/۵۳
آتریپلکس۶۰-۳۰	۱۸۶/۶	۴۸	۴۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰	۳۵/۵۰
گز۳۰-۱۰	۱۳۸/۶	۴۰	۳۸	۱۳۶۰	۱۳۶۰	۳۸/۴۶
گز۶۰-۳۰	۱۵۰/۷	۴۷	۶۰	۱۹۵۰	۱۳۲۹/۹	۳۱/۵۵
سنبله نمکی۳۰-۱۰	۵۹۵	۱۲	۲۰	۴۳۰۰	۶۱۶۶/۵	۳۰/۵۷
سنبله نمکی۶۰-۳۰	۳۶۶	۳۶	۶۴	۲۸۰۰	۲۹۲۱/۷	۲۶/۶۲



شکل ۱. مقایسه مقدار پرولین (متوسط دو فصل تابستان و زمستان)

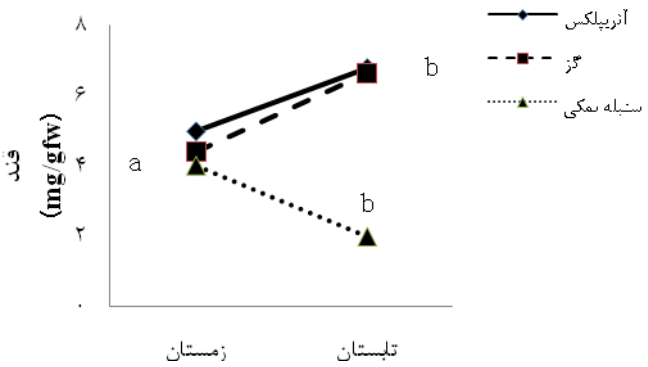


شکل ۱. مقایسه مقدار قندهای محلول (متوسط دو فصل تابستان و زمستان) در

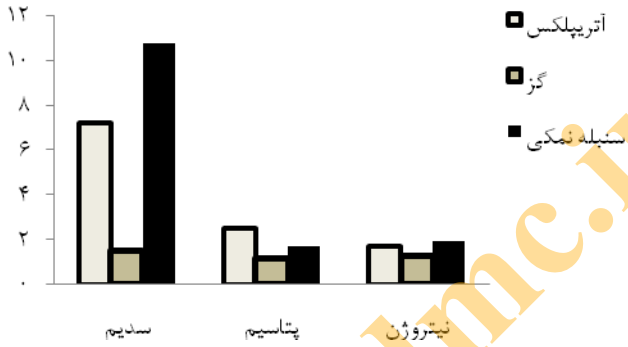


شکل ۲. تغییرات مقدار پرولین در دو فصل تابستان و زمستان

www.isadmc.ir



شکل ۳. تغییرات مقدار قندهای محلول در دو فصل تابستان و زمستان



شکل ۴. مقایسه مقدار سدیم، ازت و پتاسیم

www.isadmc.ir

■ بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار سدیم نشان دهندهٔ تفاوت معنی‌داری بین این دو عنصر در دو گونه آتریپلکس و سنبله نمکی است. پتاسیم یک عنصر غذایی فراوان (ماکرو) است که برای همهٔ گیاهان ضروری است و نقش مهمی در تنظیم اسمزی دارد. ولی سدیم حتی برای گیاهانی که فوق‌العاده شورپسند هستند یک عنصر فراوان نیست. پاسخ رشدی گیاهان به سدیم در بین گونه‌های مختلف متفاوت می‌باشد. بسیاری از شورپسندها پاسخ رشدی مثبتی به سدیم نشان داده‌اند و این در حالی است که سدیم برای گلیکوفیت‌ها مرگ‌آور است. آزمایشات نشان می‌دهند که سدیم اضافی در اکثر شورپسندها در واکوئل‌ها تجمع نموده و بدین‌وسیله ضمن ممانعت از سمیت اندامک‌های سیتوپلاسمی موجب تنظیم اسمزی نیز می‌گردد. بررسی‌های Wang *et al.* (2004) در سیاه تاغ (*Haloxylon ammodendron*) نشان داد که این گیاه مقدار زیادی سدیم (نه پتاسیم) را جذب و در بافت‌های هوایی جمع می‌کند. مشابه این نتایج توسط Heidary-sharifabad & Mrzaie-Nodushan (2006) روی سه گونه سالسولا نشان داده شد. مطالعات نشان می‌دهد که پتاسیم در پاسخ به خشکی و سدیم تحت تنش شوری در گیاهان تجمع پیدا می‌کنند. پوراسماعیل و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه اثر شوری بر روی جوانه‌زنی، وزن خشک و تر، محتوای یونی ،پرولین، قند محلول و نشاسته *Suaeda fruticosa* نتایج مشابه را به دست آوردند. آن‌ها نشان دادند که با افزایش شوری درصد جوانه‌زنی بذرهای این گیاه کاهش یافته و موجب افزایش یون‌های سدیم و کلر در بافت‌های هوایی گیاه شده است. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که گونه‌های آتریپلکس و سنبله نمکی تمایل به تجمع سدیم برای تنظیم اسمزی خود دارند. اما در سنبله نمکی، سدیم با ورود به داخل واکوئل‌ها نقش عمده‌ای در تنظیم تعادل اسمزی بر عهده دارد. این گیاه با افزایش موقتی سدیم و از طریق افزایش مقدار آب سلول‌های مزوفیل (مثل مقدار

آب واکویل)، شوری را تحمل می کنند، لذا نمک‌ها رقیق‌تر شده و ظرفیت خود را برای جذب نمک از محلول آپوپلاست بالاتر می‌برند و نتیجه این سازوکار؛ گوشتی شدن ساقه‌های گونه سنبله نمکی می‌باشد. بسیاری دیگر از گیاهان هالوفیت ممکن است مکانیسم‌های متفاوتی داشته باشند. به عنوان نمونه دو گونه آتریپلکس و گز با داشتن غدد دفع نمک از طریق دفع نمک با شوری مقابله می‌کنند، روشی که ممکن است موجب کاهش مقدار سدیم در اندام‌های هوایی این گیاهان در این پژوهش باشد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در فصل تابستان (که گیاهان با تنش خشکی نیز روبه رو هستند) مقدار قند و پرولین در گونه‌های مورد مطالعه زیادشده است.سازش گیاهان به شوری و خشکی به واکنش‌هایی نیاز دارد تا از طریق آن فرآیندهای متابولیسمی اولیه ادامه پیدا کند و گیاه را برای مقابله با آن آماده کند. طی این تنش‌ها انتقال مواد به دلیل کاهش آب قابل دسترس، موجب تغییر غلظت برخی از متابولیت‌ها می‌شود. از سوی دیگر مقدار محلول‌های سازگار همانند قندهای محلول، اسیدهای آمینه (از قبیل پرولین، گلیسین و بتائین) افزایش یافته (During, 1992) و جذب برخی عناصر معدنی بیشتر می‌شود (Bohnert *et al.*, 1999). بررسی‌های متعددی در زمینه نقش این مواد تحت شرایط تنش‌های گوناگون صورت پذیرفته است و همگی بر نقش ترکیبات مذکور در تنظیم اسمزی دلالت دارند (De Lacerda *et al.*, 2005). نکته مورد توجه در پژوهش حاضر تفاوت تغییرات مقدار قند در فصل تابستان در گیاه سنبله نمکی بود که نسبت به زمستان کاهش نشان داد، حالتی که در گیاهان دیگر دیده نشد. این موضوع به‌وضوح نشان داد که پاسخ گیاهان مختلف به تنش های محیطی متفاوت است. برخی گیاهان ممکن است فقط یکی از مواد پرولین و یا قند را در برابر تنش در خود تجمع دهد. مشابه نتایج حاضر افزایش مقدار پرولین و قند به دلیل تنش خشکی در نخود (قربانلی و همکاران، ۱۳۷۷) در یونجه های یزدی، نیکشهری و رنجر (آخوندی و همکاران، ۱۳۸۲) در گلرنگ پاییزه (موحدی دهنوی، ۱۳۸۳) و در سویا رقم گرگان ۳ (نیاکان قربانلی، ۱۳۸۶) نیز گزارش شده است. نتایج مشابه توسط Wang *et al.* (2004) در آزمایشی در گیاهان *Artemisia sphaerocephala* و *Caragona korshinskii* به دست 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) با بررسی مقاومت به خشکی در سه گونه درختی *Laurus azorica, Persea indica, 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 بعضی از گیاهان ممکن است فقط یکی از مواد پرولین و یا قند را در برابر تنش خشکی در خود تجمع دهد. به عنوان نمونه Alves & Setter (2004) در بررسی مقاومت به خشکی گیاه *Manihot esculenta* نشان دادند که تنش خشکی موجب افزایش پرولین و کاهش قندهای محلول شد. گیاهان در شرایط طبیعی بارها در معرض تنش خشکی قرا می‌گیرند و سطح مواد اسمزی در آن‌ها بالا و پتانسیل آن‌ها پایین است. از طرف دیگر موادی که طی تنش تجمع می‌یابند بلافاصله بعد از بهبود شرایط به طور کامل پراکنده نمی‌شوند و بنابراین به تطبیق اسمزی کمک می‌کنند.

نتایج این پژوهش اختلاف خیلی زیاد در مقدار مواد اسمزی نمونه‌های تابستان و زمستان نشان داد. افزایش مواد تنظیم‌کننده اسمزی در تابستان نشان می‌دهد که افزایش تنش خشکی سبب این تغیرات بوده است. Virk & ingh (1990) در بررسی ویژگی های اسمزی ژنوتیپ‌های *Catharanthus riseus* تحت تنش خشکی نشان دادند مقدار این مواد در تابستان افزایش می‌یابد. Laurie *et al.* (1994) نیز در بررسی تغییر غلظت مواد اسمزی گیاهان *Heliotropium kotschy, Zygophyllum qatarense, 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 اثرات فصلی (بهار و تابستان) تنش خشکی در گونه *Ammopiptanthus mongolicus* نشان دادند

www.isadmc.ir

که پرولین و قند در اثر تنش خشکی در مقایسه با گیاه آبیاری شده افزایش می‌یابد. این محققان همچنین نشان دادند که مقدار پرولین در فصل تابستان افزایش و مقدار قند کاهش می‌یابد، و بیان داشتند که کاهش مقدار قند ممکن است به مراحل رشد و نمو گیاه مربوط باشد. اگرچه در تابستان مقدار پرولین و قندهای محلول در اثر کمبود آب و تنش شوری افزایش می‌یابد، به نظر نمی‌رسد فقط این دو عامل نقش مهمی در تنظیم اسمزی این گیاهان ایفا نمایند. از آنجا که افزایش ۲۰ برابری این اسمولیت‌ها می‌تواند اثربخشی این مواد را نشان دهد، به نظر می‌رسد سازوکارهای دیگری مانند دفع نمک از طریق غدد دفع نمک ممکن است نقش بیشتری برای مقاومت دو گونه گز و سنبله نمکی در برابر شوری ایفا نماید.

■ منابع

۱. آخوندی، م.، صفرنژاد، ع.، و لاهوتی، م. (۱۳۸۲). اثر تنش خشکی بر تجمع پرولین و تغییرات عناصر در یونجه‌های یزدی، نیکشهری و رنجر. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره اول، ص ۱۶۵

۲. 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.

۳. پوراسماعیل، م.، قربانلی، م.، و خاوری‌نژاد، ر. (۱۳۸۴). اثر شوری بر جوانه‌زنی، وزن تر و خشک، محتوای یونی، پرولین، قند محلول و نشاسته گیاه *Suaeda fruticosa*. بیابان، ۱۰(۲): ۲۶۶-۲۵۷.

۴. جعفری، م. (۱۳۷۹). خاک‌های شور در منابع طبیعی "شناخت و اصلاح آن‌ها". موسسه انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ص ۱۹۳.

۵. حیدری شریف آباد، ح. (۱۳۷۹). گیاه، خشکی و خشکسالی. موسسه‌ی تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، چاپ اول.

۶. قادری، ف. ا.، گالشی، س.، فرزانه، س.، و زینلی، ا. (۱۳۸۱). اثر شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ۴ رقم شبدر زیرزمینی. فصلنامه پژوهش و سازندگی، شماره ۵۷، ص ۹۸.

۷. قربانلی، م.، حیدری، م.، نوجوان، ط.، و فربودنیا، ن. (۱۳۷۷). اثر تنش خشکی بر تغییرات پروتئین‌های محلول و اسید های آمینه دو رقم نخود ایرانی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۲۹(۱): ۷۷-۶۷

۸. مقیمی، ج. (۱۳۸۴). معرفی بزخی گونه‌های مهم مرتعی مناسب برای توسعه و اصلاح مراتع ایران. انتشارات آرون.

۹. 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، ۹(۱): ۱۰۹-۹۳.

۱۰. نیاکان، م.، و قربانلی، م. (۱۳۸۶). 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.

11. Alves, A. A. C., & Setter, T. L. (2004). Abscisic acid accumulation and osmotic adjustment in cassava under water deficit. *Environmental and Experimental Botany*, 51, 259-271.

12. Barker, D. J., Sullivan, C. Y., & Moser, L. E. (1993). Water deficit effect on osmotic potential, cell wall elasticity & proline in five forage grasses. *Agronomy Journal*, 85, 270-275.

13. Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant soil*, 39, 205-207.

www.isadmc.ir

14. Bohnert, H. J., Nelson, D. E., & Jensen, R. G. (1999). Adaptation to environmental stresses. *The Plant Cell*, 7, 1099-1111.

15. De Lacerda, C. F., Cambraia, J., Oliva, M. A., & 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.

16. De Oliveira, V., Camelo Marques, E., De Lacerda, F., Tarquinio Prisco, J., & Gomes-Filho, E. (2013). Physiological and biochemical characteristics of Sorghum bicolor and Sorghum sudanense subjected to salt stress in two stage of development. *African Journal of Agricultural Research*, 8, 660-670.

17. During, H. (1992). Evidence for osmotic adjustment to drought in grapevines (*Vitis vinifera*). *Vitis*, 23, 1-10.

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

19. Hameed, A., Hussain, T., Gulzar, S. Aziz, I., Gul, B., & Khan, A. (2012). Salt tolerance of a cash crop halophyte *Suaeda fruticosa*: biochemical responses to salt and exogenous chemical treatments. *Acta physiol plant*, 3, 455-465.

20. Heidary-sharifabad, H., & Mrzaie-Nodushan, H. (2006). Salinity–induced growth and some metabolic changes in three *Salsola* speices. *Journal of Arid Environment*, 67, 715-720.

21. Kochert, G. (1978). Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method: 56-97. In: Helebust, J.A. and Craig, J.S., (Eds.). Hand book of physiological method. Cambridge University Press. Cambridge.

22. Laurie, S., Bradbury, M., & Stewart, G. R. (1994). Relationship between leaf temperature, compatible solutes and antitranspirant treatment in some desert plants. *Plant science*, 100, 147-156.

23. Sanchez-Diaz, M., Tapia, C., & 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.

24. Sudhakar, C., Reddy, P. S., & 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.

25. Surekha rao, P., Mishra, B., Gupta, S.R., & Rathore, A. (2013). Physiological Response to Salinity and Alkalinity of Rice Genotypes of Varying Salt Tolerance Grown in Field Lysimeters. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 9, 54-65.

26. Virk, K. S. S., & Singh, O. S. (1990). Osmotic properties of drought stressed periwinkle (Catharanthus roseus) genotypes. *Annals of Botany*, 66, 23-30.

27. Wang, S., Wan, Ch., Wang, Ya., Chen, H., Zhou, Z., Fu, H., & 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.

28. Xu, Sh., An, L., Feng, H., Wang, X., & Li, X. (2002). The seasonal effects of water stress on Ammopiptanthus mongolicus in a desert environment. *Journal of Arid Environments*, 51, 437-447.

www.isadme.ir

No. 2, Autumn & Winter 2013, pp 59-68

Desert Management
www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

Comparison of Changes in Proline, Soluble Sugar and Ion Content of *Atriplex lentiformis, Halostachys belangeriana* and *Tamarix rammossma* Over Various Times and Natural Salinity Conditions

A. Mosleh Arany[*1], M. A. Hakimzadeh[1] and R. Ghobadpour[2]

1. Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Yazd University
2. Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Yazd University
3. MSc Graduate, Faculty of Natural Resources, Yazd University
* Corresponding Author: amosleh@yazduni.ac.ir

Received: 2013.06.24 **Accepted: 2013.11.17**

www.isadmc.ir

Abstract

This study investigated the changes of proline, soluble sugar, Na, K and N in *Atriplex lentiformis*, *Halostachys belangeriana* and *Tamarix rammossma* over two seasons (winter and summer) in the field conditions. Five plants all in the same sizes and forms from each species in Chahafzal area of Yazd province were collected and the above mentioned indices were measured. Results showed that the highest amount of proline and sugar were found in *Halostachys* belangeriana and *Atriplex lentiformis*, respectively. Meanwhile, the amount of proline in all plant over summer was significantly more than winter. The amount of proline in summer in *Halostchys belengeriana* was also equal to 3.2 mg/gfw. In *Atriplex lentiformis* and *Tamarix rammossma*, the amount of sugar in summer was significantly more than winter. The highest amount of sugar was found in *Atriplex* in summer measurement which was equal to 6.8 mg/gdw. In contrast to two mentioned species, sugar content of *Halostchys belengeriana* in winter was more than summer. The amount of N and K were not significant in any of the species. Na in *Halostchys belengeriana* was significantly high compared with two other species. It is concluded that these halophyte species tolerate with different mechanisms to cope with salinity and drought stresses.

Keywords: *Atriplex lentiformis*; Proline; *Halostchys belengeriana*; Salinity; *Tamarix rammosisima*.