

بررسی مقاومت به شوری سه گونه مرتعی در شرایط گلخانه‌ای

عباس پورمیدانی^{۱*}، محمدرضا نائینی^۲، حسین باقری^۱ و قادر کریمی^۳

*- نویسنده مسئول، مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قم

پست الکترونیک: abbas.pourmeidani@gmail.com

۲- مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قم

۳- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۴/۱۴

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۱۶

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر خصوصیات مورفولوژیکی، ریشی و فیزیولوژیکی سه گونه مرتعی *Hordeum fragilis* و *Agropyron desertorum* Ag. *elongatum* در گلخانه‌ی مزرعه فدک قم انجام شد. طرح به صورت فاکتوریل شامل سه گونه مرتعی به عنوان فاکتور اول و پنج سطح شوری صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرور سدیم به عنوان فاکتور دوم و با طرح پایه کاملاً تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. طول مدت اعمال تنش شوری ۶۶ روز بود. در مدت اجرای آزمایش ۲۷ متغیر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که از نظر بیشتر صفات، گونه‌های تحت بررسی و سطوح مختلف شوری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. البته مقایسه میانگین صفات در ۱۵ تیمار اثر متقابل گونه * شوری نشان داد که تیمارهای شاهد و شوری ۵۰ میلی‌مولار در هر سه گونه تحت بررسی دارای بیشترین مقدار محتوای نسبی آب بوده و کمترین میزان آن در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار و در دو گونه *Agropyron* مشاهده گردید. بنابراین کاهش محتوای نسبی آب در این گونه‌ها به عنوان واکنش گیاه در برابر تنش شوری می‌باشد. بدین ترتیب، بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار شاهد و در دو گونه *Agropyron* و کمترین میزان آن در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار و در هر سه گونه مشاهده شد. بنابراین با افزایش میزان تنش، مقدار کربوهیدرات محلول افزایش یافت. به طوری که بیشترین درصد پروتئین در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار و در هر سه گونه مشاهده شد. از بررسی مجموع صفات، آستانه تحمل به شوری در *Ag. elongatum* و *Ag. desertorum* را می‌توان به ترتیب شوری ۱۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار و در *Hordeum fragilis* شوری ۵۰ میلی‌مولار در نظر گرفت. بنابراین در میان گونه‌ها *Ag. elongatum* را می‌توان گونه متحمل‌تر به شوری دانست. از این رو متغیرهای رشدی دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با یکدیگر بودند و همبستگی منفی و معنی‌داری با متغیرهای میزان هیدرات‌های کربن و درصد پروتئین داشتند. مقدار کلروفیل کل با محتوای نسبی آب همبستگی مثبت و معنی‌دار و با کمبود آب نسبت به حالت اشباع، قندهای محلول و درصد پروتئین همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: *Hordeum fragilis* Ag. *desertorum* *Agropyron elongatum*، شوری، گلخانه.

مقدمه

شوری از سه راه رشد و عملکرد گیاه را محدود می‌کند. اثر نخست مربوط به کل املاح محلول در خاک است که کاهش پتانسیل اسمزی و انرژی آزاد آب را به دنبال داشته و گیاه برای بدست آوردن مقداری مشخص آب باید انرژی حیاتی بیشتری صرف کند. اثر دوم مربوط به وجود یون‌هایی خاص نظیر کلر، سدیم و بر در محلول خاک می‌شود، که مستقیماً موجب بروز سمیت در گیاه شده و در مکانیسم‌های جذب گیاه اختلال ایجاد می‌کنند. اثر نوع سوم مربوط به بروز عدم تعادل تغذیه‌ای است. به طوری که وجود برخی یون‌ها به مقدار زیاد منجر به برهم خوردن تعادل عناصر غذایی موجود در محلول خاک شده و نهایتاً جذب و انتقال سایر عناصر غذایی ضروری مانند Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} از خاک به گیاه مختل می‌شود (کافی و مهدوی، ۱۳۸۱).

Agropyron desertorum گیاهیست که نسبت به خشکی و سرما و تا حدودی قلیائیت خاک مقاومت دارد. روی انواع خاک‌ها غیر از خاک‌های رسی سنگین و یا شنی بخوبی رشد می‌نماید. ارزش غذایی آن چنانچه قبل از ظهور گل مورد استفاده قرار گیرد، خیلی خوب است. چندین وارسته از آن جهت تولید علوفه مرتعی معرفی شده است. این گیاه حرارت‌های محیطی ۲۰- تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند (پیمانی‌فرد و همکاران، ۱۳۷۳).

Agropyron elongatum نسبت به خشکی و قلیائیت خاک مقاومت زیادی داشته و در طول تابستان و اوایل پاییز علوفه خوبی برای تعلیف دام تولید می‌کند. به دلیل خشبی بودن ارزش خوشخوراکی آن زیاد نبوده و کمتر از

گونه *Ag. desertorum* است (عباسی و همکاران، ۱۳۸۱).

این گیاه به‌عنوان هالوفیت اختیاری معرفی شده است. *Hordeum fragilis* گیاهیست پایا با ریشه‌های فیبری و ریزوم خزنده. ساقه‌ها راست و به‌طول حداکثر ۶۵ سانتی‌متر می‌باشند. پهنک برگ به رنگ سبز مات و باریک است. سنبلیچه‌ها سه‌تایی، بدون دم و هر کدام دارای ۲ گل که معمولاً عقیم هستند. در منطقه البرز مرکزی، شهرستانک، اطراف کرج و مناطق کوهستانی زاگرس رویش دارد. این گیاه به کم آبی مقاوم بوده و ارزش غذایی آن متوسط می‌باشد (پیمانی‌فرد و همکاران، ۱۳۷۳).
طبائی (۱۳۷۷) تغییرات حاصل از افزایش میزان شوری بر گونه‌های *Agropyron elongatum* و *Ag. desertorum* را ارزیابی نمود. گونه‌های یادشده در معرض غلظت‌های ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مول نمک طعام قرار گرفتند. نتایج نشان داد که رشد در هر دو گونه به میزان معنی‌داری کاهش داشت، اما اختلاف آنها با یکدیگر معنی‌دار نبود. *Ag. elongatum* از نظر شادابی وضعیت بهتری داشت. به‌نحوی که میزان تحمل به شوری براساس LD_{50} در گونه *Ag. elongatum* برابر با ۳۵۰ میلی‌مول و در گونه *Ag. desertorum* برابر با ۶۰ میلی‌مول NaCl بود. آذرنیوند و همکاران (۱۳۸۲) اثر شوری بر جوانه‌زنی بذر دو گونه *Ag. cristatum* و *Ag. desertorum* را در شش تیمار آب مقطر و ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌مول نمک NaCl بررسی نمودند. بین دو گونه از نظر جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اثر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. در هر دو گونه جوانه‌زنی از سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مول، رشد ساقه‌چه و

مواد و روشها

این آزمایش در گلخانه تولیدی- تحقیقاتی مزرعه فدک در حاشیه جاده قم-کاشان انجام شد. آزمایش جوانه‌زنی بذرهای مورد استفاده نشان داد که درصد قوه‌ی نامیه بذرهای هر سه گونه بیش از ۹۰٪ بود. گلدان‌های پلاستیکی ۲۰*۲۵ سانتی متری با خاک دارای ترکیب ۱/۴ خاک رس، ۱/۴ کود حیوانی پوسیده و ۱/۲ ماسه پر شد. از قارچکش مانکوزب با نسبت ۱:۱۰۰۰ و بنومیل ۱:۲۰۰۰ به منظور جلوگیری از آلودگی قارچی در گلدان استفاده گردید. تاریخ کاشت بذرها ۱۳۸۵/۱۱/۱۴ بود. طرح به صورت فاکتوریل شامل سه گونه مرتعی به‌عنوان فاکتور اول و با توجه به نتایج تحقیقات گذشته، پنج سطح شوری صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار به‌عنوان فاکتور دوم و با طرح پایه کاملاً تصادفی در ۳ تکرار و در هر تکرار پنج گلدان اجرا گردید. ۸-۵ عدد بذر هر گونه در داخل هر گلدان کاشته شد. گلدان‌ها در دو مرحله یک ماه و ۴۵ روز پس از کاشت تنک شده و در نهایت ۳-۲ بوته در هر گلدان باقی ماند. تا زمان شروع تنش، نیاز آبی گونه‌ها تأمین و دامنه حرارتی گلخانه بین ۳۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. برای ایجاد تنش شوری از محلول نمک کلرور سدیم با خلوص ۹۸٪ استفاده گردید. برای تهیه نمک ۵۰ میلی‌مولار با توجه به عدد مولی کلرور سدیم (۵۸/۵)، میزان ۲/۹۲۵ گرم در لیتر کلرور سدیم به آب اضافه گردید. میزان نمک بنابراین در تیمارهای ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار به‌ترتیب برابر با ۵۸/۵، ۸/۷۷ و ۱۱/۷ گرم در لیتر آب بود. پس از رشد بوته‌ها و استقرار نسبی آنها و به‌منظور جلوگیری از بروز خسارت احتمالی سطوح بالای شوری بر بوته‌ها، از تاریخ ۱۳۸۶/۱/۱۵ در کلیه تیمارها (بجز شاهد) اعمال تنش شوری ۵۰

ریشه‌چه از سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مول بر لیتر متوقف شد.

طوبلی (۱۳۷۸) اثر شوری را بر روی سه گونه مرتعی *Stipa barbata* و *Ag. cristatum*, *Ag. desertorum* مطالعه نمود. دو گونه *Agropyron* از نظر مقاومت به شوری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند، اما نسبت به گونه *Stipa barbata* از مقاومت بیشتری برخوردار بودند. زهتابیان و همکاران (۱۳۸۴) اثر شوری بر جوانه‌زنی دو گونه *Ag. afghanicum* و *Ag. elongatom* در هفت تیمار شاهد و ۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌مولار نمک NaCl را بررسی نمودند. حداکثر جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در تیمار شاهد با میانگین ۸۰٪ بوقوع پیوست. به‌طوری‌که با افزایش غلظت نمک، میزان هر سه صفت بطور معنی‌داری کاهش یافت. گونه *Ag. elongatom* در مقاومت به تنش شوری از نظر درصد جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه در رتبه اول و از نظر طول ریشه‌چه با اندک اختلافی در رتبه‌ی دوم قرار داشت. دیانتی و همکاران (۱۳۸۵) اثر شوری بر جوانه‌زنی دو گونه *Ag. cristatum* و *Ag. desertorum* که از چهار منطقه مختلف گردآوری شده بودند را در سطوح شوری صفر، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵، ۳۰۰، ۳۷۵ و ۴۵۰ میلی‌مولار بررسی نمودند. نتایج آنها نشان داد که بین سرعت و درصد جوانه‌زنی در گونه‌های مختلف تفاوتی وجود ندارد. اما اثر سطوح مختلف شوری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی هر دو گونه معنی‌دار بود.

این تحقیق با هدف تعیین خصوصیات مورفولوژیکی، رویشی و فیزیولوژیکی سه گونه مرتعی مورد مطالعه در شرایط شور، معرفی گونه مقاوم جهت کشت در عرصه‌های بیابانی و شور منطقه و تعیین آستانه تحمل به شوری هر یک از گراس‌های مرتعی انجام گردید.

مراحل آزمایشی در گلخانه، کلیه بوته‌ها از گلدان جدا شده و پس از خارج کردن مواد زائد و شستشوی کامل، خصوصیات فوق در آنها اندازه‌گیری گردید. بدین منظور پس از اندازه‌گیری صفات مربوط به وزن تر، اندام فوقانی و تحتانی هر گیاه به تفکیک داخل پاکت پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل و در دستگاه آون با حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. سپس با توزین دقیق میزان وزن ماده خشک اندام هوایی، ریشه و وزن کل بوته اندازه‌گیری گردید. پس از این مرحله اندازه‌گیری سایر صفات و عامل‌های مورد نظر انجام شد.

کلیه داده‌های این تحقیق کمی بوده (بجز نمره زنده‌مانی) و از طریق اندازه‌گیری مستقیم و یا محاسبه بدست آمد. محتوای نسبی آب (RWC)، که سنجشی از مقدار آب گیاه در زمان نمونه‌گیری، نسبت به مقدار آب در حالت آماس کامل سلول است، با استفاده از روش Weatherley (۱۹۵۰) اندازه‌گیری گردید. که در آن مقدار رطوبت نسبی برگ‌ها با استفاده از رابطه زیر بدست‌آمد:

$$RWC = \frac{WF - WD}{WT - WD} * 100$$

Wf: وزن تر برگ‌ها، Wd: وزن خشک برگ‌ها، Wt:

وزن آماس برگ‌ها

برای محاسبه میزان کمبود آب نسبت به حالت اشباع (WSD)، از فرمول $WSD = 100 - RWC$ استفاده شد، که میزان کمبود آب نسبت به ۱۰۰٪ رطوبت برگ در نظر گرفته می‌شود. از این رو محتوای پرولین نیز براساس وزن تر با استفاده از روش (Bates et al., 1973) تعیین گردید. به‌منظور سنجش میزان رنگیزه گیاهی کلروفیل با استفاده از روش (Arnon, 1949)، ۰/۲ گرم برگ تر با ترازوی دقیق آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. سپس در هاون چینی محتوی ۴ میلی‌لیتر استن ۸۰٪ به‌خوبی سائیده شده و پس از رسیدن به حجم ۸ میلی‌لیتر توسط استن

میلی‌مولار آغاز گردید. در نوبت‌های بعدی آبیاری سطوح بالای تنش بتدریج و متناسب با تیمار مربوطه اعمال گردید، بطوری‌که از تاریخ ۸۶/۱/۲۵ آبیاری کلیه گلدان‌ها براساس تیمار تعریف شده برای هر یک آغاز شد. فواصل آبیاری براساس نیاز گیاه و بروز علائم تشنگی در آنها تنظیم گردید. همچنین به منظور کاهش اثر تجمع املاح، پس از هر ۳ نوبت آبیاری با آب شور در تیمارهای مختلف، یک نوبت آبیاری با آب غیرشور انجام می‌گردید. با توجه به بروز علائم تنش شوری در تیمارهای مختلف و امکان خشک شدن و از دست رفتن بعضی از بوته‌ها، اعمال تنش و آبیاری در تیمارهای شوری ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار به‌ترتیب ۶۱، ۶۱، ۵۸ و ۵۵ روز پس از آغاز تنش شوری قطع گردید. به‌طوری‌که در مدت اجرای آزمایش در گلخانه نمره زنده‌مانی براساس نمره‌دهی ۴-۰ (نمره صفر برای بوته کاملاً خشک و نمره ۴ برای بوته‌ی کاملاً شاداب) و ارتفاع بوته در هر گونه و در سطوح مختلف شوری در دوره‌های پانزده روزه و در چهار نوبت یادداشت‌برداری گردید. در پایان مرحله گلخانه‌ای آزمایش، اندازه‌گیری صفات و خصوصیات بوته‌ها شامل طول ریشه، کل طول ریشه و اندام هوایی، نسبت طول ریشه به اندام هوایی، وزن تر و خشک کل بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی، محتوای نسبی آب (Relative Water Content)، کمبود آب نسبت به حالت اشباع (Saturation Coefficient Water)، میزان کلروفیل، کربوهیدرات‌های محلول و درصد پرولین اندازه‌گیری و ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری هر متغیر روش استاندارد و ویژه‌ای وجود دارد که در این تحقیق نیز به همان استانداردها عمل شد. بدین منظور پس از اتمام

زنده‌مانی ۱، ۲، محتوای نسبی آب (RWC)، WSD، میزان کلروفیل کل و میزان کربوهیدرات‌های محلول، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ و در صفات ارتفاع بوته ۱ و کل طول ریشه و اندام هوایی، در سطح احتمال ۵٪ داشتند. به عبارت دیگر، روند تأثیر سطوح مختلف شوری در گونه‌های تحت بررسی متفاوت می‌باشد. به نحوی که میزان ضریب تغییرات از ۱٪ در درصد پرولین تا ۲۰/۶٪ در وزن تر اندام هوایی متغیر بود (جدول-۱).

با افزایش طول مدت اعمال تنش، نمره زنده‌مانی در هر سه گونه با افزایش سطح شوری کاهش یافت. تغییرات مربوط به ارتفاع بوته‌ها در ۴ مرحله یادداشت‌برداری تقریباً روند ثابتی بین گونه‌ها و سطوح مختلف شوری داشت، بطوری که بیشترین ارتفاع در طی دوره‌های ۱۵ روزه در تیمارهای شاهد و شوری ۵۰ میلی‌مولار در هر ۳ گونه تحت بررسی و کمترین آن در تیمارهای شوری ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار بود. با وجود بلندتر بودن ارتفاع بوته‌های شاهد در *Ag. elongatum* نسبت به *Ag. desertorum*، اما ارتفاع بوته‌های گونه اخیر در شرایط تنش شوری بیش از *Ag. elongatum* بود. از نظر وزن تر کل بوته و اجزای آن، بوته‌های شاهد در هر سه گونه و شوری ۵۰ میلی‌مولار در *Ag. elongatum* دارای بیشترین مقدار و در گروه‌های مشترک A و B و بوته‌های شوری ۲۰۰ میلی‌مولار در هر سه گونه دارای کمترین مقدار بودند. وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه بوته‌های شاهد در هر سه گونه و شوری ۵۰ میلی‌مولار در *Ag. elongatum* و *Ag. desertorum* بیشترین مقدار و بوته‌های شوری ۲۰۰ میلی‌مولار در هر سه گونه کمترین مقدار بودند (جدول-۲).

۸۰٪، به مدت ۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. سپس جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳/۲، ۶۴۶/۸ و ۴۷۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. از استن ۸۰٪ به عنوان شاهد استفاده شد. بدین ترتیب غلظت کلروفیل‌های نوع a، b و کل (T) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (جذب نور خوانده شده در هر طول موج=A):

$$\text{Chl a} = 12/25 \text{ A}_{663/2} - 2/79 \text{ A}_{646/8}$$

$$\text{Chl b} = 12/21 \text{ A}_{646/8} - 5/1 \text{ A}_{663/2}$$

$$\text{Chl T} = \text{Chl a} + \text{Chl b}$$

داده‌ها در پایان آزمایش مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و مقایسه میانگین صفات در تیمارهای مربوط به اثرهای متقابل فاکتورها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد. به طوری که آستانه تحمل به شوری و مکانیسم مقاومت به شوری در هر گونه مشخص و ضرایب همبستگی بین صفات محاسبه شد. برای محاسبات آماری از نرم افزارهای SAS استفاده گردید.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داد که از نظر کلیه صفات تحت بررسی بجز نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی، وزن خشک کل بوته و میزان کمبود آب نسبت به حالت اشباع (WSD)، میان سه گونه تحت بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ و یا ۵٪ وجود دارد. همچنین میان تیمارهای مختلف شوری در صفات مختلف بجز نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی، وزن خشک کل و نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده گردید. به طوری که اثر متقابل گونه * شوری در نمره‌های

پانزده تیمار تحت بررسی از نظر RWC دارای تنوع بودند، بطوری که تیمارهای شاهد و شوری ۵۰ میلی مولار در هر سه گونه تحت بررسی دارای بیشترین مقدار (RWC) بوده و در گروه A قرار گرفتند. کمترین میزان RWC در شوری ۲۰۰ میلی مولار و در دو گونه *Agropyron* مشاهده گردید.

بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار شاهد و در دو گونه *Agropyron* مشاهده شد. به طوری که کمترین میزان نیز در شوری ۲۰۰ میلی مولار و در هر سه گونه مشاهده شد. البته مقایسه میانگین تیمارها از نظر میزان قندهای محلول و درصد پرولین نشان داد که با افزایش شوری میزان این ترکیبات در هر سه گونه افزایش داشت؛ بطوری که بیشترین میزان در شوری ۲۰۰ میلی مولار و کمترین میزان در تیمارهای شاهد هر سه گونه و شوری ۵۰ میلی مولار در دو گونه *Agropyron* بود.

ارزیابی روند تغییر نمره زنده ماننی، ارتفاع بوته ها و میزان RWC در *Ag. elongatum* نشان داد که روند مشابهی از نظر صفات مذکور وجود داشته و از شوری ۱۵۰ میلی مولار کاهش محسوسی در آنها مشاهده می شود. میزان هیدرات های کربن و درصد پرولین نیز از سطح شوری مذکور بطور معنی داری افزایش یافت. بنابراین آستانه تحمل به شوری در این گونه را می توان شوری ۱۵۰ میلی مولار دانست. به نحوی که ارزیابی روند تغییر صفات فوق در سطوح مختلف شوری در

Hordeum fragilis و *Ag. desertorum* نیز نشان داد، در این دو گونه به ترتیب از تیمار شوری ۱۰۰ و ۵۰ میلی مولار کاهش معنی داری در این صفات نسبت به سطوح شوری کمتر مشاهده می شود. همچنین میزان هیدرات های کربن و درصد پرولین از سطح شوری ۱۰۰ و ۵۰ میلی مولار بطور معنی داری افزایش یافت. بنابراین آستانه تحمل به شوری در *Hordeum* و *Ag. desertorum* *fragilis* را می توان به ترتیب شوری ۱۰۰ و ۵۰ میلی مولار دانست (جدول-۲).

بررسی ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که کلیه متغیرهای مربوط به رشد رویشی (شامل نمره زنده ماننی، ارتفاع بوته، طول ریشه، کل طول ریشه و اندام هوایی، وزن تر و خشک کل بوته و اجزای آن)، RWC و میزان کلروفیل کل، با یکدیگر دارای همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۱٪ و یا ۵٪ بودند. این متغیرها دارای همبستگی منفی و معنی داری در سطح احتمال ۱٪ با متغیرهای نسبت طول ریشه به اندام هوایی، WSD، میزان هیدرات های کربن و درصد پرولین بودند. مقدار کلروفیل کل با RWC همبستگی بالا و مثبت و با WSD، قندهای محلول و درصد پرولین همبستگی منفی و معنی داری نشان داد. بدین ترتیب مقدار پرولین با مقادیر قند و WSD، همبستگی مثبت و معنی دار و با RWC همبستگی منفی داشت (جدول-۳).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات دارای اختلاف معنی دار در گونه‌ها و سطوح مختلف شوری

| ضریب تغییرات | میانگین مربعات (MS) | | | | صفات مورد ارزیابی |
|--------------|---------------------|-------------|-----------|------------|---------------------------------|
| | خطا | گونه * شوری | سطوح شوری | گونه گیاهی | |
| (%.cv) | (df=۳۰) | (df=۸) | (df=۴) | (df=۲) | |
| ۳/۱ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۹** | ۰/۱۶** | ۱/۵** | نمره زنده‌مانی ۱ |
| ۸/۱ | ۰/۰۵ | ۰/۰۶ | ۱/۳** | ۳/۷** | نمره زنده‌مانی ۴ |
| ۸/۳ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۶** | ۰/۱** | نسبت زنده‌مانی ۴ به زنده‌مانی ۱ |
| ۱۹/۵ | ۱۲ | ۲۷/۶* | ۱۴۸** | ۴۲۲** | ارتفاع بوته ۱ |
| ۱۲/۲ | ۱۶/۷ | ۳۰/۱ | ۷۶۲** | ۴۴۹** | ارتفاع بوته ۴ |
| ۱۱/۶ | ۱۳/۵ | ۲۶/۳ | ۳۴۴** | ۲۸۷** | طول ریشه |
| ۱۰/۳ | ۳۶/۲ | ۱۰۱/۹* | ۲۱۱۶** | ۱۴۲۱** | کل طول ریشه و اندام هوایی |
| ۱۰/۴ | ۰/۰۱ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۸** | ۰/۰۳** | نسبت طول ریشه به اندام هوایی |
| ۱۶/۵ | ۶/۳ | ۳/۱ | ۸۰/۶** | ۱۵۸** | وزن تر کل بوته |
| ۱۷/۶ | ۱/۴ | ۱/۲۷ | ۱۹/۳** | ۵۱** | وزن تر ریشه |
| ۱۹ | ۰/۰۲ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ | ۰/۱۱* | نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی |
| ۱۲/۹ | ۰/۰۲ | ۰/۰۸ | ۰/۴** | ۰/۴۴** | وزن خشک اندام هوایی |
| ۱۷/۷ | ۰/۰۳ | ۰/۰۰۶ | ۰/۵۲** | ۰/۲۲** | وزن خشک ریشه |
| ۱/۲ | ۰/۱ | ۱۲/۴** | ۴۹۳** | ۴۸** | محتوای نسبی آب (RWC) |
| ۱/۶ | ۰/۱ | ۰/۰۳** | ۱/۹۷** | ۰/۵** | میزان کلروفیل کل |
| ۲/۱ | ۰/۲ | ۲/۷۱** | ۲۱۸/۶** | ۳۱/۴** | میزان هیدرات‌های کربن |
| ۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ | ۲/۲۴** | ۰/۴۶** | درصد پرولین |

۱- نمره زنده‌مانی و ارتفاع بوته‌ها بفاصل پانزده روز از شروع دوره تنش یادداشت‌برداری شده‌اند.

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مهم در ۳ گونه تحت بررسی و سطوح مختلف شوری

| گونه | <i>Agropyron elongatum</i> | | | | | <i>Agropyron desertorum</i> | | | | | <i>Hordeum fragilis</i> | | | | |
|---------------------------------|----------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | شاهد | ۵۰ میلی مولار | ۱۰۰ میلی مولار | ۱۵۰ میلی مولار | ۲۰۰ میلی مولار | شاهد | ۵۰ میلی مولار | ۱۰۰ میلی مولار | ۱۵۰ میلی مولار | ۲۰۰ میلی مولار | شاهد | ۵۰ میلی مولار | ۱۰۰ میلی مولار | ۱۵۰ میلی مولار | ۲۰۰ میلی مولار |
| نمره زنده‌مانی ۴ | ۳/۷ a | ۳/۵ ab | ۳/۳ bc | ۳/۲ bc | ۲/۷ d-g | ۳/۲ bcd | ۳ cde | ۲/۹ c-f | ۲/۶ fg | ۲/۴ gh | ۲/۹c-f | ۲/۷ efg | ۲/۲ hi | ۱/۹ i | ۱/۹ i |
| ارتفاع بوته ۴ | ۴۶ a | ۴۸ a | ۴۱ ab | ۲۷ d-g | ۲۹ def | ۴۷ a | ۳۹ bc | ۳۳ cd | ۳۰ def | ۲۴ fgh | ۴۳ ab | ۳۲ de | ۲۵ e-h | ۱۸ h | ۱۹ gh |
| طول ریشه | ۳۹ ab | ۳۹ ab | ۴۱ a | ۲۶ def | ۳۰ cde | ۴۴ a | ۳۸ ab | ۳۳ bc | ۳۰ cde | ۲۸ cde | ۳۷ ab | ۳۰ cd | ۲۵ def | ۲۰ f | ۲۳ ef |
| طول ریشه و اندام هوایی | ۸۶ a | ۸۷ a | ۸۲ a | ۵۳ efg | ۵۹ def | ۹۱ a | ۷۰ bc | ۶۷ cd | ۵۹ def | ۵۲ efg | ۸۰ ab | ۶۲ cde | ۵۰ fg | ۳۸ h | ۴۲ gh |
| نسبت طول ریشه به اندام هوایی | ۰/۸۳ de | ۰/۸۲ e | ۱ a-e | ۰/۹۹ a-e | ۱ a-e | ۰/۹۵ b-e | ۰/۹۷ a-e | ۱ a-e | ۱ a-e | ۱/۱۵ a | ۰/۸۷ cde | ۰/۹۵ b-e | ۱ a-e | ۱/۱ ab | ۱/۲ a-d |
| وزن تر ریشه | ۱۱ a | ۹ ab | ۸ bc | ۹ b | ۶ c-f | ۹ ab | ۷/۵ bc | ۶/۵ cd | ۵/۵ c-f | ۵ def | ۶ cde | ۵ def | ۵ def | ۴ ef | ۳/۷ f |
| نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی | ۰/۹۷ a | ۰/۷۸ ab | ۰/۸۴ ab | ۰/۸۶ ab | ۰/۸ ab | ۰/۸ ab | ۰/۷۷ ab | ۰/۷۶ ab | ۰/۷ ab | ۰/۶ b | ۰/۷ ab | ۰/۶ b | ۰/۷۵ ab | ۰/۷۶ ab | ۰/۷ ab |
| وزن خشک اندام هوایی | ۱/۶ a | ۱/۵ abc | ۱/۳ b-e | ۱/۳ b-e | ۱/۱ efg | ۱/۵ ab | ۱/۴ a-d | ۱/۴ a-d | ۱/۳ cde | ۱ fg | ۱/۴ a-d | ۱/۲ def | ۱ fg | ۰/۸۶ gh | ۰/۷۶ h |
| وزن خشک ریشه | ۱/۳ a | ۱/۲ abc | ۱/۱ abc | ۰/۹۶ bcd | ۰/۷ de | ۱/۴ a | ۱/۳ a | ۱/۲ abc | ۰/۹۸ bcd | ۰/۸۶ cde | ۱/۲ abc | ۱/۱ abc | ۰/۹۲ bcd | ۰/۷ de | ۰/۶ e |
| محتوای نسبی آب (RWC) | ۸۸ a | ۸۵ ab | ۸۰ b | ۷۴ cd | ۷۱ d | ۹۱ a | ۸۳ ab | ۷۹ bc | ۷۶ c | ۶۸ d | ۹۲ a | ۸۷ a | ۸۲ b | ۷۵ c | ۷۷ bc |
| میزان کلروفیل کل | ۳ a | ۲/۸ a | ۲/۵ bc | ۲/۲ c | ۱/۹ cd | ۲/۹ a | ۲/۵ ab | ۲/۶ ab | ۲/۱ c | ۱/۷ cd | ۲/۷ ab | ۲/۵ bc | ۲/۲ c | ۱/۷ cd | ۱/۵ d |
| میزان هیدرات‌های کربن | ۳۴/۵ d | ۳۶/۸ cd | ۴۱ bc | ۴۲/۶ b | ۴۶/۷ a | ۳۳ d | ۳۹ c | ۴۰/۳bc | ۴۳/۳ ab | ۴۷ a | ۳۷/۵ cd | ۳۹ c | ۴۲/۷ b | ۴۶ a | ۴۹/۴ a |
| درصد پرولین | ۰/۸ f | ۰/۸۵ ef | ۱/۱ de | ۱/۵۵ c | ۱/۸۳ b | ۰/۷ f | ۰/۹۵ e | ۱/۳ cd | ۱/۶ c | ۱/۹۵ ab | ۰/۹۲ e | ۱/۲ d | ۱/۴ cd | ۱/۸۵ b | ۲/۳ a |

- در هر ردیف اعداد دارای حروف مشابه با یکدیگر در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده بین متغیرهای مهم تحت بررسی

| نماد | صفات | X _۱ | X _۲ | X _۳ | X _۴ | X _۵ | X _۶ | X _۷ | X _۸ | X _۹ | X _{۱۰} | X _{۱۱} | X _{۱۲} |
|-----------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| X _۱ | نمره زنده‌مانی ۴ | ۱ | | | | | | | | | | | |
| X _۲ | ارتفاع بوته ۴ | ۰/۷۹ | ۱ | | | | | | | | | | |
| X _۳ | طول ریشه | ۰/۷ | ۰/۹ | ۱ | | | | | | | | | |
| X _۴ | نسبت طول ریشه به اندام هوایی | -۰/۶۱ | -۰/۷۲ | ۰/۳۸ | ۱ | | | | | | | | |
| X _۵ | وزن تر ریشه | ۰/۷۶ | ۰/۷۲ | ۰/۶۵ | -۰/۵۱ | ۱ | | | | | | | |
| X _۶ | نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی | ۰/۲۶ | ۰/۳ | ۰/۲۸ | -۰/۱۹ | ۰/۶ | ۱ | | | | | | |
| X _۷ | وزن خشک اندام هوایی | ۰/۸۲ | ۰/۸ | ۰/۷۳ | -۰/۶۳ | ۰/۶۹ | ۰/۰۹ | ۱ | | | | | |
| X _۸ | وزن خشک ریشه | ۰/۶۷ | ۰/۶۹ | ۰/۶۷ | -۰/۴۹ | ۰/۵ | ۰/۰۶ | ۰/۷۷ | ۱ | | | | |
| X _۹ | محتوای نسبی آب (RWC) | ۰/۴۴ | ۰/۷ | ۰/۶۱ | -۰/۵۶ | ۰/۴۲ | ۰/۱۴ | ۰/۵۴ | ۰/۶۴ | ۱ | | | |
| X _{۱۰} | میزان کلروفیل کل | ۰/۸ | ۰/۸۷ | ۰/۷۹ | -۰/۶۸ | ۰/۷۲ | ۰/۳۱ | ۰/۸۲ | ۰/۷۹ | ۰/۸۲ | ۱ | | |
| X _{۱۱} | میزان هیدرات‌های کربن | -۰/۷۳ | -۰/۸۵ | -۰/۷۶ | ۰/۶۶ | -۰/۷ | -۰/۲۸ | -۰/۷۹ | -۰/۸ | -۰/۸۶ | -۰/۹۷ | ۱ | |
| X _{۱۲} | درصد پرولین | -۰/۷۶ | -۰/۸۸ | -۰/۸۲ | ۰/۶۹ | -۰/۷۳ | -۰/۳۳ | -۰/۸ | -۰/۸۲ | -۰/۸۵ | -۰/۹۷ | ۰/۹۸ | ۱ |

- ضرایب همبستگی بزرگتر از ۰/۲۸ و ۰/۳۸ به ترتیب در سطوح احتمال ۰/۵ و ۰/۱ معنی‌دار هستند.

بحث

تیمار شوری ۲۰۰ میلی‌مولار مشاهده گردید. این نتایج با گزارشهای دیانتی و همکاران (۱۳۸۷)، زهتابیان (۱۳۸۴) و آذرنیوند (۱۳۸۲) مبنی بر بالاتر بودن نمره زنده‌مانی در *Ag. elongatum* مطابقت داشت.

از نظر وزن خشک اندام هوایی، ریشه و وزن خشک کل بوته، بوته‌های شاهد در هر سه گونه و شوری ۵۰ میلی‌مولار در *Ag. elongatum* و *Ag. desertorum* دارای بیشترین مقدار و بوته‌های تحت شوری ۲۰۰ میلی‌مولار در هر سه گونه دارای کمترین مقدار بودند. به عبارتی، با افزایش میزان تنش، وزن خشک اندام هوایی کاهش یافت. به طوری که گیاه برای مقابله با شوری، میزان جذب توسط ریشه و رشد اندام‌های هوایی خود را کاهش می‌دهد (Bohnert & Jensen, 1996). نتایج بدست‌آمده توسط

مقایسه میانگین صفات در تیمارهای ۱۵ گانه اثر متقابل گونه * شوری نشان داد، با افزایش میزان تنش نمره زنده‌مانی گونه‌های مورد مطالعه کاهش یافت، به طوری که در هر سه گونه کمترین نمره زنده‌مانی در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار و در اواخر دوره رویشی مشاهده شد. این امر می‌تواند در نتیجه کاهش قدرت جذب ریشه در گیاه باشد. همچنین در نتیجه شوری، پروتئین گیاه انحلال یافته یا در سنتز آن وقفه ایجاد می‌شود که می‌تواند تأثیر زیادی بر شادابی گیاه داشته باشد (کافی و مهدوی، ۱۳۸۱). بیشترین نمره زنده‌مانی ۳ و ۴ به ترتیب در *Ag. elongatum* و در تیمارهای شاهد و شوری ۵۰ میلی‌مولار و کمترین میزان در *Hordeum fragilis* و در

مقایسه میانگین تیمارها از نظر میزان قندهای محلول نشان داد، با افزایش شوری میزان این ترکیبات در هر سه گونه افزایش یافت، بطوری که بیشترین میزان در شوری ۲۰۰ میلی مولار و کمترین میزان در تیمار شاهد هر سه گونه مشاهده گردید. بنابراین با افزایش میزان تنش، مقدار کربوهیدرات محلول گونه‌ها افزایش یافت. نیک‌نام و همکاران (۱۳۸۵) و عصاره و همکاران (۱۳۸۵) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی مبنی بر افزایش میزان کربوهیدرات‌های محلول در گیاه تحت تنش رسیدند. قندهای محلول دسته دیگری از محافظت‌کننده‌های اسمزی هستند. تجمع کربوهیدرات‌های محلول در پاسخ به تنش‌های محیطی در ارتباط با تنظیم اسمزی و یا حفاظت غشاهای سلولی می‌باشد. به طوری که محتوای قندهای محلول ممکن است روشی مفید در انتخاب گونه‌های مقاوم به شوری و خشکی باشد (Bohnert & Jensen, 1996).

بیشترین درصد پرولین در شوری ۲۰۰ میلی مولار و در هر سه گونه و همچنین در شوری ۱۵۰ میلی مولار و در *Hordeum fragilis* مشاهده شد. به نحوی که کمترین میزان پرولین در تیمار شاهد هر سه گونه و سپس در شوری ۵۰ میلی مولار و در دو گونه *Agropyron* بود. بنابراین افزایش درصد پرولین را می‌توان یکی از مکانیسم‌های مقاومت به تنش شوری در گونه‌های تحت بررسی دانست. این افزایش نشان‌دهنده نقش این اسید آمینه در تنظیم اسمزی می‌باشد. تنظیم اسمزی در گیاهان سازوکار عمده اجتناب از تنش‌های آبی در محیط‌های خشک و شور است و شدت آن به سرعت و میزان توسعه تنش، نوع و سن اندام و تنوع ژنتیکی درون و بین گونه‌ای بستگی دارد. علاوه بر تنظیم اسمزی، پرولین به‌عنوان یک محافظ در برابر تنش

کشاورز (۱۳۸۴) و قاسمی فیروز آبادی (۱۳۸۸) نیز مؤید این مطلب است که با افزایش میزان تنش شوری، وزن اندام هوایی کاهش می‌یابد. *Hordeum fragilis* کمترین میانگین وزن خشک اندام هوایی را داشت. به نحوی که با افزایش تنش از مقدار وزن خشک ریشه نیز کاسته شد. هر چند این کاهش به شدت اندام هوایی نبود.

تیمارهای شاهد و شوری ۵۰ میلی مولار در هر سه گونه تحت بررسی دارای بیشترین مقدار RWC بوده و کمترین میزان در شوری ۲۰۰ میلی مولار و در دو گونه *Agropyron* مشاهده گردید. روند تغییرات این متغیر در هر سه گونه تا حد زیادی به هم شبیه بود. بعبارتی، کاهش RWC در هر سه گونه به‌ویژه در گونه‌های *Agropyron* به‌عنوان واکنش گیاه در برابر تنش شوری می‌باشد. زهتابیان (۱۳۸۴) نیز کاهش در RWC برگ بر اثر تنش شوری را در گونه‌های *Agropyron* گزارش نمود.

به طور کلی بیشترین میزان کلروفیل در تیمار شاهد و در دو گونه *Agropyron* و بعد در شوری ۵۰ میلی مولار در گونه *Ag. elongatum* و کمترین میزان این متغیر در شوری ۲۰۰ میلی مولار در هر سه گونه مشاهده شد. بنابراین تأثیر شوری بر کاهش میزان کلروفیل برگ توسط محققان بسیاری گزارش شده است (عباسی و همکاران، ۱۳۸۱) و (عصاره و همکاران، ۱۳۸۵). یکی از اثرهای شوری در گیاه کاهش فعالیت فتوسنتزی در آن است که موجب کاهش مقدار کلروفیل و کاهش جذب CO_2 و ظرفیت فتوسنتزی می‌گردد. گونه *Ag. elongatum* در مقایسه با گونه‌های دیگر از نظر کلروفیل کل بیشتر بود. از این رو به نظر می‌رسد که کاهش غلظت کلروفیل به واسطه اثر کلروفیلاز، پراکسیداز و ترکیب‌های فنلی و در نتیجه تجزیه کلروفیل باشد (Bohnert & Jensen, 1996).

منابع مورد استفاده

- آذرنیوند، ح. و جلودار، ز.، ۱۳۸۲. اثرات شوری بر جوانه‌زنی بذر دو گونه *Agropyron cristatum* و *Agropyron desertorum* مجله بیابان. ۸ (۱). ۵۲-۶۲.
- پیمانی‌فرد، ب.، ملک‌پور، ب. و فائزی‌پور، م.، ۱۳۷۳. معرفی گیاهان مهم مرتعی و راهنمای کشت آن‌ها برای مناطق مختلف ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. ۱۳۰ صفحه.
- دیان‌تی، ق.، زابلی، م.، فخریه، ا. و قنبری، ا.، ۱۳۸۷. اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی دو گونه *Agropyron desertorum*، *Agropyron cristatum* از چهار منطقه رویشی. مجله مرتع، ۲ (۳): ۲۵۴-۲۶۳.
- زهتابیان، غ.، آذرنیوند، ح. و جوادی، م.، ۱۳۸۴. بررسی اثر شوری بر روی جوانه‌زنی دو گونه مرتعی از جنس آگروپایرون، مجله بیابان. ۱۰ (۲). ۳۰۱-۳۱۲.
- طبائی‌عقدائی، ر.، ۱۳۷۸. بررسی پتانسیل مقاومت به تنش‌های محیطی در برخی از گندمیان مرتعی. پژوهش و سازندگی، شماره ۴۲-۴۰، ۴۵-۴۱.
- عباسی، ف.، خاوری‌نژاد، ر. و فهیمی، ح.، ۱۳۸۱. اثر تنش شوری بر خصوصیات رشد و جنبه‌های فیزیولوژیکی گونه *Aelurops littoralis*. مجله بیابان، ۷ (۱). ۱۱۰-۱۰۱.
- عصاره، م.، رستمی شاهراجی، ت. و رفیعی، ف.، ۱۳۸۵. بررسی تحمل شوری در چند گونه از اکالیپتوس در شرایط آزمایشگاهی. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۴ (۴). ۳۲۵-۳۱۴.
- علوی پناه، ک.، ۱۳۷۱. احیای مناطق شور (ترجمه). انتشارات سازمان جنگلها و مراتع کشور ۲۸۵ صفحه.
- قاسمی فیروزآبادی، ا.، جعفری، م.، حیدری شریف‌آبادی، ح. و عباسی، ح.، ۱۳۸۸. بررسی تغییرات مورفولوژیک - فیزیولوژیک دو گونه مرتعی *Puccinellia distans* و *Aelurops littoralis* برای مقابله با خشکی و شوری. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۶ پیاپی، ۱-۱۰.
- کافی، م. و مهدوی دامغانی، ع.م.، ۱۳۸۱. مکانیسم‌های مقاومت به تنش‌های محیطی در گیاهان (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۴۶۶ صفحه.

عمل می‌کند. طی یک تقسیم‌بندی گیاهان تحت تنش شوری به سه دسته با راهبرد مقاومت از طریق تجمع پرولین، گلیسین یا بتائین و یا هر دو تقسیم شده‌اند (Larher et al., 1996). بررسی تجمع پرولین در آزمایش‌های آنها نشان داد که گونه‌های مقاوم‌تر پرولین را به‌عنوان محلول سازشی در تنظیم و حفظ نیروی اسمزی استفاده می‌کنند. با توجه به تجمع بالای پرولین در گونه *Hordeum fragilis* می‌توان به این نتیجه رسید که این گیاه از راهبرد تجمع پرولین در مقاومت به تنش شوری پیروی می‌کند.

گونه‌های *Agropyron desertorum* و *Ag. elongatum* در بیشتر صفات اختلاف اندکی با یکدیگر داشتند. این امر می‌تواند به دلیل خصوصیات ژنتیکی مشابه در گونه‌های مذکور و تأثیر مشابه شوری بر آنها باشد. تغییرات ساختاری بوجودآمده در *Ag. desertorum* و *Ag. elongatum* طوری بود که این دو گونه نسبت به *Hordeum fragilis* سازگاری بیشتری برای مقابله با شوری نشان دادند. در کل با توجه به صفات مختلف بررسی شده می‌توان این طور نتیجه‌گیری کرد که در میان گونه‌های مورد مطالعه، *Ag. elongatum* نسبت به تیمارهای مختلف شوری متحمل‌تر می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از جناب آقای احمد بلندنظر بدلیل همکاری صمیمانه و در اختیار گذاشتن فضا و امکانات گلخانه‌ای مناسب جهت اجرای این طرح را اعلام می‌داریم.

- Bates, I.S., Waldern, R.P. and Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free prolin for water stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
- Bohnert, H.J. and Jensen, R.G., 1996. Strategies for engineering water stress tolerance in plants. *Trends in Biotechnology*. Elsevier Science, 14:89-97.
- Cherg, J.H., 1989. Environmental stress in plant *Biochemical physiological Mechanisms*, New York.
- Walter, H., 1961. The Adaptation of plants to saline soils in salinity problems in the arid zones. Iran.
- Weatherley, P.E., 1950. Studies in the water relations of the cotton plant. The field measurement of water deficits in leaves. *New Phytologist*, 49:81-87.
- کشاورز، پ. و ملکوتی م.، ۱۳۸۴. اثر روی و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و بافت آوندی گندم. *علوم خاک و آب*، ۹ (۱). ۱۱۹-۱۲۳.
- نیک‌نام، و.، ابراهیم‌زاده، ح. و آتشین، ط.، ۱۳۸۵. اثر تنش شوری بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در چهار رقم گندم (*Triticum aestivum*). *مجله علوم دانشگاه تهران*، ۳۲ (۴). ۱۸۹-۱۸۳.
- Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* 24:1-25.

Investigation on salinity tolerance of three rangeland grasses in greenhouse condition

Pourmeidani, A.*¹, Naeini, M.R.², Bagheri, H.² and Karimi, G.H.³

1*- Corresponding Author, Research Instructor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Qom, Iran, Email: abbas.pourmeidani@gmail.com

2- Research Instructor, Agricultural and Natural Resource Research Center, Qom, Iran.

3- Assistant Professor, Rangeland research division, Research Institute of Forests & Rangelands, Tehran, Iran.

Received: 05.01.2009

Accepted: 05.07.2010

Abstract

The current research was conducted at Qom Fadak Greenhouse to study the effects of different salinity levels on physiologic and morphologic characteristics of three rangeland species (*Hordeum fragilis*, *Agropyron desertorum* and *Agropyron elongatum*). A factorial experimental design based on completely Randomized Design with three replications was applied as the main factor included three rangeland species and the second factor included five salinity levels (0, 50, 100, 150 and 200 mMol NaCl). Salinity treatments were applied for 66 days and 27 variables were evaluated during the experiment. Results of analysis of variance showed significant differences among studied species and also different salinity levels. According to the results of means comparison test in 15 treatments (interaction effects of species and salinity), the highest RWC was observed in treatments of control (0 mM NaCl) and 50 mM NaCl in all three species and the lowest RWC was recorded at 200 mM NaCl in two *Agropyron* species. As a result, reduction in RWC was identified as plant response to salinity stress. The highest content of total chlorophyll was observed in control treatment and in two *Agropyron* species while the lowest content was recorded at 200 mM NaCl in all three species. With increase in salinity level up to 200 mM NaCl, soluble carbohydrate content increased. The highest percentage of proline was observed at 200mMol NaCl and in all three species. According to the results, threshold of salinity tolerance for *Ag. elongatum*, *Ag. desertorum* and *Hordeum fragilis* were determined 150, 100 and 50 mM NaCl respectively, and *Ag. elongatum* was identified as the most salt tolerant species in this research. A significant positive correlation was observed among growth parameters while correlation between growth parameters and carbohydrate content and percentage of proline was significantly negative. Total chlorophyll content showed a significant positive correlation with RWC and a significant negative correlation with WSD, soluble carbohydrates content and percentage of proline.

Keywords: *Agropyron elongatum*, *Ag. desertorum*, *Hordeum fragilis*, Salinity, Greenhouse