بررسی اثر تنش شوری و خشکی بر روی سه گونه مرتعی *Avena barbata*، *Agropyron intermedium* و *Panicum antidotale* [1]

غلامرضا زهتابیان [2] حسین آذرنیوند [3] محمدمهدی شریفی کاشان [4]

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی و شوری بر سه گونه مرتعی *Agropyron intermedium* ، *Avena barbata* و *Panicum antidotale* ، تحقیقی در گلخانه به‌صورت روش آماری فاکتوریل و با طرح پایه کاملا تصادفی در ۳تکرار با ۳۶ تیمار در مجموع ۱۰۸ گلدان انجام پذیرفت. تنش خشکی براساس دوره‌های آبیاری ۶، ۱۲ و ۲۰ روزه و تنش شوری نیز در قالب چهار تیمار شوری صفر (شاهد)، ۴۰، ۱۲۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار انتخاب شد. محلول نمک شامل کلرید سدیم به نسبت ۶۰، سولفات سدیم به نسبت ۳۰ و کلرید سدیم به نسبت ۱۰ درصد تهیه و استفاده گردید. تنش به مدت دوماه اعمال شد. در طول مدت آزمایش، بررسی‌هایی نظیر میزان وزن ماده خشک ساقه، برگ، ریشه، مقدار رطوبت نسبی و پتانسیل آب برگ‌ها، نسبت ریشه به برگ، درصد پژمردگی برگ‌ها، همچنین آثار تنش بر بخش‌های داخلی اندام‌ها در قالب برش‌های طولی وعرضی از گیاه انجام گردید. نتایج به‌دست آمده نشان داد که تنش خشکی و شوری موجب کاهش شدید ماده خشک (ساقه، برگ و ریشه)، رطوبت نسبی و پتانسیل آب برگ گونه‌ها شده است و در بین سه گونه، *Avena barbata* و *Agropyron intermedium* به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقاومت در برابر خشکی بودند، ضمن آنکه گونه‌های مورد مطالعه حساسیت زیادی نسبت به شوری نشان ندادند.

واژه‌های کلیدی: تنش، رطوبت نسبی، پتانسیل آب برگ، خشکی، شوری، ماده خشک و درصد پژمردگی برگ‌ها

۱- تاریخ دریافت: ۸۰/۳/۲۷، تاریخ تصویب نهایی: ۸۰/۷/۳۰

۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- مربی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۴- کارشناس ارشد اداره توسعه و عمران مراتع، شرکت پشتیبانی و امور دام کشور

مقدمه

تنش را در شرایطی در نظر می‌گیرند که گیاه از حالت مطلوب برای رشد، بسیار فاصله دارد و این فاصله ممکن است غیرقابل برگشت باشد. گیاهان در برابر تنش‌های محیطی عکس‌العمل‌های مختلفی از خود نشان می‌دهند تا آثار نامطلوب آن را کاهش دهند؛ به این مکانیزم تحمل تنش گفته می‌شود (۱).

کمبود آب موردنیاز گیاه و همچنین کیفیت نامطلوب آن تحت عنوان تنش خشکی و شوری، از جمله تنش‌های مهم گیاهان مرتعی است که از رشد مطلوب گیاه جلوگیری می‌کند، از این رو گیاه در جهت سازگاری، عکس‌العمل‌های متفاوت از خود نشان می‌دهد (۱۸).

تنش خشکی شرایطی را به وجود می‌آورد که در آن سلول‌ها و بافت‌های گیاهی در وضعیتی قرار می‌گیرند که تورژسانس آنها کامل نیست (۸) و تنش شوری نیز عبارت است از شرایط حاصل از حضور املاح با غلظت‌های بالاتر در محلول خاک که شرایط را برای گیاه مناسب می‌کند (۵).

یکی از اهداف اصلی محققان و صاحب‌نظران این است که با مطالعه سازگاری گیاهان در مقابل تنش‌ها و استرس‌ها، مقاوم‌ترین آنها را شناسایی کنند و با توسعه آنان در جهت حفظ پوشش گیاهی و احیای مراتع قدم‌های اساسی بردارند.

با عنایت به شرایط اقلیمی حاکم بر ایران و بسیاری از نقاط جهان، تنش خشکی و شوری به‌عنوان یک مسئله جدی همیشه مطرح بوده است. هاوکینز و لی‌وایز[۱] (۱۹۹۳) طی مطالعات خود با رشد یک رقم گندم در شرایط شوری با غلظت‌های متفاوت (۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم) نشان دادند که با افزایش شوری میزان عملکرد و ذیتوده کاهش می‌یابد.

کینگسبری و اپستین[۲] (۱۹۸۶) نیز آثار اختصاصی و سمی یون‌های مختلف بر رشد یک رقم گندم را مطالعه کردند و اثر مخرب یون سدیم را در رشد و عملکرد متذکر شدند.

آسودو[۳] و همکاران (۱۹۷۹) با مطالعه اثر تنش آبی، مقاومت گیاه سورگوم و ذرت را مطالعه نموده و تاثیر منفی آن را نشان دادند.

اشرف و همکاران (۱۹۹۶) میزان و درجه پاسخگویی غلات بهاره در مقابل تنش شوری و چگونگی کاهش عملکرد را مطالعه کردند.

نتایج تحقیقات دیگر نشان می‌دهد که گیاه در مقابل تنش خشکی و شوری از خود مقاومت نشان می‌دهد (۲۴، ۲۵، ۲۷، ۲۹، ۳۰، ۳۱ و ۳۲)، به طور طبیعی درجه و آستانه تحمل درگونه‌های مختلف متفاوت است. به هر حال به ازای افزایش درجه شوری و خشکی، گیاه ساز و کارهای متفاوتی از جمله تغییرات فیزیولوژیک و مورفولوژیک از خود نشان می‌دهد که حاصل آن سبب کاهش عملکرد و رشد می‌شود.

شرایط خشکی معمولا شرایط شوری را نیز فراهم می‌آورد و اکثر گیاهان شرایط خشکی و شوری را تا آستانه معینی تحمل می‌کنند و عبور از آن آستانه، عملکرد را به صورت خطی کاهش می‌دهد (۴، ۵ و ۶). تحقیقات انجام‌شده در ایران نیز موید این مطلب است، برای مثال سعیدیان (۱۳۷۵) با انجام اعمال تنش بر روی دو گونه *Eragrostis curvula* و *Dactylis glomerata* نشان داد که گونه اول به‌دلیل بالا بودن پتانسیل آب برگ و همچنین درجه پژمردگی کمتر، نسبت به گونه دوم مقاومت بیشتری در برابر خشکی دارد.

قاسمی فیروزآبادی (۱۳۷۷) در بررسی تنش خشکی و شوری بر روی دو گونه *Aeluropus littoralis* و *Distance Puccinella* نتیجه گرفت

---

۱ -Hawkins & Lewis

۲ -Kingsbury & Epstin

۳ - Acevedo

که با افزایش زمان تنش، درصد پژمردگی افزایش می‌یابد و گونه اول از نظر مقاومت به شوری و گونه دوم از نظر مقاومت به خشکی بهتر است. طویلی (۱۳۷۸) اثر خشکی را بر روی سه گونه مرتعی *Agropyron cristatum*، *Agropyron desertorum* و *Stipa barbata* تحت مطالعه قرار داد و نتیجه گرفت دو گونه *Agropyron* از نظر مقاومت به خشکی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند، اما نسبت به گونه *Stipa barbata* از مقاومت بیشتری برخوردارند.

به هر حال، تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد که گیاهان با اتخاذ تمهیداتی از جمله فرار از خشکی (۵)، افزایش ضخامت کوتیکولی (۱۵)، کاهش سطوح برگ (۴)، ریزش برگ (۲۰)، گوشتی شدن (۲۰)، بستن روزنه‌ها (۱۷)، گسترش سیستم ریشه (۸)، تنظیم فشار اسمزی (۲۱)، کاهش اندازه سلول (۷)، سنتز پروتئین‌ها (۲۰) و غیره... سعی در سازگاری دارند و طبیعتا شرایط رشد ایده آل نخواهند داشت و عملکرد نیز پایین باقی خواهد ماند.

در راستای مطالعه سازگاری گیاه، در تحقیق حاضر نیز سعی شد با انتخاب سه گونه خوشخوراک مرتعی به نام‌های *Agropyron intermedium*، *Avena barbata* و *Panicum antidotale* آثار تنش شوری و خشکی و همچنین اثرهای متقابل آنها روی یکدیگر برای اولین بار در ایران انجام پذیرد و گونه مقاوم‌تر برای کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک معرفی شود.

مواد و روش‌ها

بذر مورد استفاده در این آزمایش، از بانک ژن موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع تهیه گردید. این بذور که قوه نامیه و درجه خلوص آنها در مرکز ذکرشده تعیین شده بود، یک‌بار با استفاده از دستگاه ژرمیناتور مورد آزمایش قرار گرفت. نتیجه به‌دست آمده نشان داد که درجه خلوص و قوه نامیه گونه *Panicum antidotale* به ترتیب ۹۸ و ۱۰۰درصد، گونه *Avena barbata* ۹۰ و ۹۶درصد و گونه *Agropyron intermedium* به ترتیب ۹۵ و ۹۸ درصد است. سپس بذرها با قارچ‌کش ویتاواکس ضدعفونی شده و برای کشت در گلدان‌ها آماده گردیدند.

این آزمایش در گلخانه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران اجرا گردید. گلخانه مزبور دارای مساحتی تقریبا معادل ۶۰ مترمربع است. برای جبران نور دریافتی، لامپی در داخل گلخانه نصب گردید و باکنترل مرتب دما در طول آزمایش، دامنه حرارتی دمای هوای گلخانه بین ۱۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد.

گلدان‌ها روی سه میز جداگانه با ارتفاع ۷۰ و با فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار گرفتند. گرمای لازم گلخانه از طریق بخاری گازی تامین گردید. وزن هر گلدان با خاک ۳ کیلوگرم تعیین شده و ۲۰ عدد بذر در عمق سه سانتی‌متری خاک در داخل هر گلدان در تاریخ ۷۹/۹/۱۵ کاشته شد. گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۲۰ و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر دارای ۸ عدد سوراخ برای زهکشی بود. به‌منظور تسهیل خروج آب، مقداری شن درشت در ته گلدان‌ها قرار گرفت. ۳۶ تیمار با سه تکرار و در مجموع ۱۰۸ گلدان به‌کار گرفته شدند. گلدان‌ها بیش از یک ماه تنک شده و در نهایت تنها ۵ گیاه در هر گلدان باقی ماند. تا زمان شروع تنش، مطابق عرف، نیاز آب گونه‌ها تامین شد. ترکیب خاک‌های گلدان‌ها شامل ۱/۴ ماسه و ۱/۲ خاک رس بود.

برای تیمارهای شوری، از سه نوع نمک که به اعتقاد بسیاری از محققان از جمله کوچکی و سلطانی (۱۳۷۶)، احمدی (۱۳۷۷)، بایبوردی (۱۳۶۵)، سالاردینی (۱۳۶۴) و سرمدیان (۱۳۷۱) در خاک‌های مناطق بیابانی و خشک و شور و قلیایی پیدا می‌شوندشامل NaCl(به نسبت ۶۰٪)، Na_2So_4 (به نسبت ۴۰٪) و $CaCl_2$ (به نسبت ۱۰٪) با غلظت‌های

متفاوت ۴۰، ۱۲۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار استفاده گردید که این تیمارها با تیمار شاهد (صفر میلی‌مولار) مقایسه شد.

برای تیمار خشکی از سه دور تواتر آبیاری ۶ روزه (شاهد)، ۱۲ و ۲۰ روزه در سه تکرار استفاده شد.

زمانی‌که بافت‌های گیاهی در درون محلولی قرار گیرند، بسته به پتانسیل آب درون خود، تغییر حجم می‌دهند. بافت‌های گیاهی در محلول‌هایی که پتانسیل آنها کمتر است، آب خود را از دست می‌دهند، درحالی‌که محلول‌هایی که پتانسیل بیشتری دارند، آب را در درون خود جمع می‌کنند. رابطه بین پتانسیل آب اندام‌های گیاهی و وضعیت هیدراسیون را می‌توان توسط نمودارهای فشار حجم نشان داد (۱۶ و ۲۰). در این نمودارها، مطابق قانون بویل ماریوت (ثابت = P.V) کاهش فشار سلولی در اثر تلف شدن آب با کاهش حجم مرتبط است. پتانسیل آب سلول، جایگزین فشار و محتوای نسبی آب (RWC[1]) جایگزین حجم می‌شود. از این رو با استفاده از نمودار P/V می‌توان پتانسیل اسمزی آب را در حالت اشباع سلول به‌دست آورد.

با استفاده از شکل و شیب منحنی بین آماس کامل و آماس صفر، می‌توان آماس نسبی (Rt[2])، پتانسیل آبی و برگ و فشار اسمزی را پیدا کرد. این روش در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است.

محتوای نسبی آب، سنجشی از مقدار آب گیاه در زمان نمونه‌گیری، نسبت به مقدار آب در حالت آماس کامل سلول است (۱۳، ۱۸ و ۲۲). محتوای نسبی آب یا آماس نسبی (Rt) به‌صورت زیر محاسبه می‌شود (۱۳، ۱۸و ۱۹):

$$RWC = \frac{Wf - Wd}{Wt - Wd} \times ۱۰۰$$

Wf= وزن گیاه تازه

Wd= وزن ماده خشک

Wt= وزن آماس گیاه با شناورکردن بافت در آب.

برای تعیین پتانسیل آب برگ بر اساس محتوای نسبی آن، ابتدا نمونه‌های برگ از کلیه گلدان‌ها به اندازه‌های یک سانتی‌متری جدا شده و سپس این نمونه‌ها توسط ترازویی با دقت ۰/۰۰۰۱ توزین گردید و در محیط بدون نور قرار گرفت. پس از این مدت، نمونه‌ها توزین شدند تا وزن آماسی گیاه (wt) به‌دست آید. سپس نمونه‌ها به دستگاه آون منتقل شده و به مدت ۱۲ ساعت در ۶۰ درجه سانتی‌گراد تحت حرارت قرار گرفتند و RWC که مصرف پتانسیل آب برگ نمونه‌هاست، به‌دست آمد. پس از اتمام مراحل آزمایشی در گلخانه و اعمال تنش‌های لازم، اندام فوقانی گیاه از محل یقه قطع شد و در داخل پاکت قرار گرفت. ریشه‌ها نیز پس از خروج از گلدان‌ها، ابتدا از خاک جدا شدند و سپس در آزمایشگاه مورد جستجو قرار گرفتند تا کلیه مواد زائد و اضافی آنها زدوده شود. در این مرحله، اندام فوقانی و تحتانی گیاه به دستگاه آون با حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت منتقل شدند که در نهایت پس از توزین دقیق، برای بررسی میزان تولید اندام فوقانی و مقدار تولید ریشه مورد استفاده قرار گرفتند.

نظر به اینکه این پژوهش به‌منظور دستیابی به اهدافی از جمله شناخت آثار تنش خشکی و شوری بر آناتومی و فیزیولوژی سه گونه مرتعی به‌صورت مجزا و همچنین بررسی اثر متقابل این تنش‌ها جهت معرفی گونه مقاوم‌تر در شرایط مناسب‌تر برای مناطق خشک و نیمه‌خشک انجام پذیرفته و از طرفی تعیین حد نهایی مقاومت این سه گونه مرتعی خوشخوراک به خشکی و شوری نیز مدنظربوده، از این رو جهت انجام این کار علاوه بر موارد ذکرشده، عوامل مختلفی که نشان‌دهنده اثر تنش بر روی گیاه از جمله اثر بر پژمردگی برگ‌ها، تولید ماده خشک برگ، ریشه، ساقه و بافت‌های درونی است، مورد بررسی قرار گرفت.

---

[1] - RWC=Relative Water Content

[2] - Rt=Relative turgescence

آزمایش‌های موردنظر به‌صورت فاکتوریل و با طرح پایه کاملا تصادفی در سه تکرار انجام پذیرفت. برای محاسبات آماری از نرم‌افزار پیشرفته SAS و جهت مقایسه میانگین صفات مورد تجزیه از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج

تنش خشکی و شوری بر برخی رفتارهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاه اثر می‌گذارد که در ذیل به شرح مختصر آنها می‌پردازیم.

بررسی پژمردگی برگ

گیاه ضمن اینکه سعی در مقاومت و سازگاری به شرایط تنش شوری وخشکی نشان می‌دهد، اما در عین حال، تنش اثر سوء در رشد و نمو برگ‌ها دارد. شکل ۱ روند افزایش تعداد برگ‌های پژمرده‌شده در طول مدت تنش را نشان می‌دهد. این نمودار بیان می‌کند که بیشترین تعداد برگ‌های پژمرده در مراحل پایانی اعمال تنش و کمترین آن در مراحل اولیه تنش است. در این راستا، میزان برگ‌های پژمرده‌شده در گونه‌های *Avena barbata* و *Panicum antidotale* بیشتر از گونه *Agropyron intermedium* که بیانگر آن است برگ‌ها در این گونه سازگاری بیشتری به شرایط تنش نسبت به دو گونه دیگر از خود نشان می‌دهد.

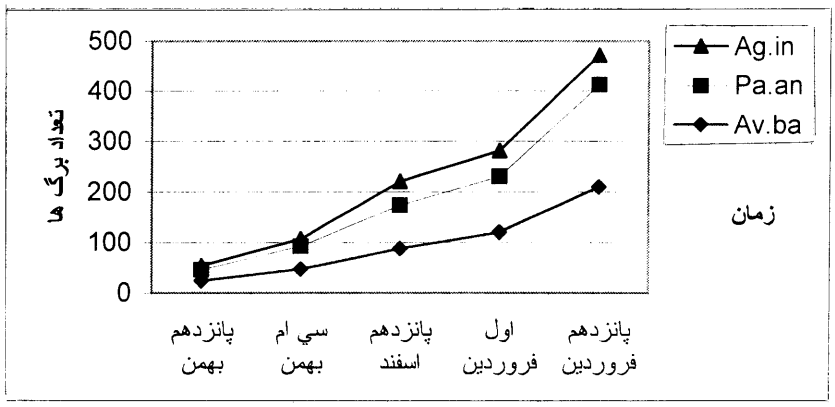
بررسی پتانسیل اسمزی آب برگ گونه‌ها

تغییرات پتانسیل آب به‌عنوان یک شاخص از موازنه آب و نوسانات مقدار آب بافت، بر غلظت شیره سلولی و آماس سلول‌ها اثر دارد. وقتی موازنه آب منفی است، پتانسیل اسمزی افزایش می‌یابد. مقایسه مقدار حقیقی پتانسیل اسمزی با مقدار مطلوب آن و حداکثر آن در شرایط کمبود شدید آب، شاخصی از موازنه آب گیاه است (۲۰)، بنابراین پتانسیل آب برگ می‌تواند برای مقایسه مقاومت گیاهان در برابر تنش خشکی به‌کار رود، زیرا زمانی‌که یک گیاه مقاوم به خشکی تحت تنش شدیدی قرار می‌گیرد، توانایی جذب‌آب بالاتری نسبت به گونه‌حساس داراست (۱۸).

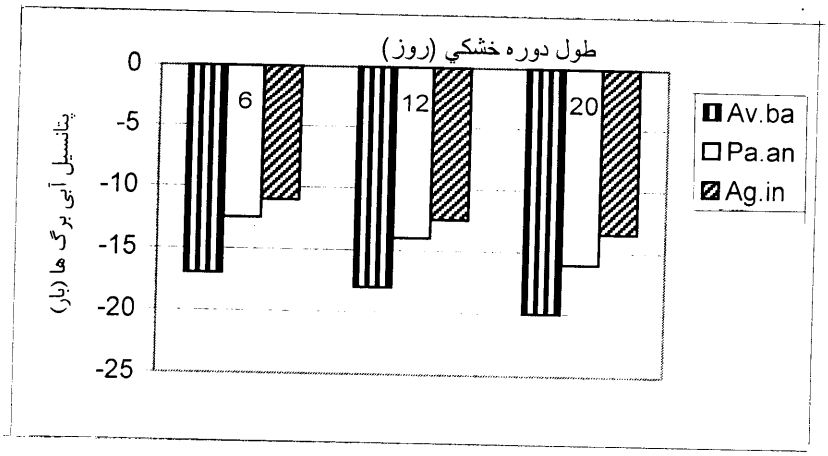
در شکل ۲ ملاحظه می‌شود گونه‌هایی که تحت تنش شدید (۲۰ روزه) قرار گرفته‌اند، نسبت به گونه‌های تحت تنش کمتر (۶ روزه) پتانسیل اسمزی بالاتری دارند.

بررسی اثر تنش خشکی بر روی ماده خشک گیاهی (ساقه و برگ)

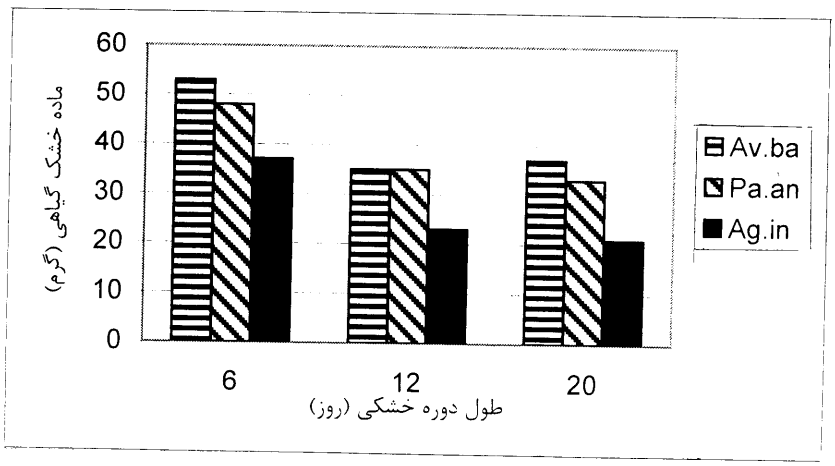
تنش خشکی و شوری در کوتاه‌مدت می‌تواند روی عملکرد ذیتوده موثر باشد. در این حالت، گیاه با به‌کارگیری ساز و ابزار مقاومت و سازگاری مجبور به کاهش رشد می‌گردد و خود را به محیط وفق می‌دهد. چنانچه شرایط تنش بسیار شدید باشد، گیاه از بین می‌رود. به همین علت است که برحسب شرایط و تنگناهای محیطی و با افزایش تنش‌ها، از تعداد و تنوع گونه‌ها و درصد پوشش گیاهی کاسته می‌شود این خصوصیات مناطق خشک و بیابانی است. بنابراین تحقیق در خصوص دستیابی به گونه‌های سازگار یکی از راه‌های اساسی افزایش پوشش گیاهی و جلوگیری از ایجاد بیابان است (۴، ۶، ۷، ۸ و ۱۳). با توجه به شکل ۳، موارد ذکرشده قابل مشاهده است. همان‌گونه که پیداست، نوع و شدت سازگاری گونه‌ها با هم متفاوت است. نمودار مذکور نشان می‌دهد که به ازای افزایش شدت تنش خشکی، از میزان ذیتوده و عملکرد ساقه و برگ کاسته می‌شود. با افزایش شدت تنش از ۶ روز به ۱۲ روز، شدت افت بالا می‌رود و از ۱۲ روز به بعد میزان تنش خیلی در کاهش عملکرد کارساز نیست. اگرچه این مطلب به تحقیق بیشتری نیاز دارد، اما شاید یک علت این باشد که به‌هر حال افزایش دوره خشکی از یک حد و آستانه معین به بعد خیلی اثرگذار نیست، زیرا گیاه به هر حال عکس‌العمل‌های خود را شروع کرده، با بستن روزنه‌ها یا تغییر در رفتارهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک



شکل ۱- روند افزایش تعداد برگ‌های پژمرده‌شده طی مراحل اعمال تنش



شکل ۲- تاثیر خشکی بر روی پتانسیل آبی برگ‌ها در واریته‌های مختلف



شکل ۳- تاثیر خشکی بر روی ماده خشک گیاهی(ساقه و برگ) در واریته‌های مختلف

خود را با محیط سازگار می‌سازد. علاوه بر این، با حداقل‌ها ساخته و حتی گاهی به خواب زمستانه می‌رود. همچنین از آب تشکیلاتی درون خود بهره می‌برد و مترصد ایجاد شرایط جدید و افزایش رطوبت و تغییر دوره و فصل می‌باشد که آب از دسته رفته را مجددا بازیابی نموده و تامین کند(۱۱، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹ و ۲۰).

در بین گونه‌ها و تیمارها، بیشترین وزن خشک ماده گیاهی مربوط به *Avena barbata* در تیمار خشکی ۶ روزه و کمترین مربوط به وزن خشک ماده گیاهی *Agropyron intermedium* در تیمار خشکی ۲۰ روزه است. در هر سه تیمار خشکی، *Avena barbata* بیشترین تولید و *Agropyron intermedium* کمترین ذیتوده را داراست.

بررسی اثر متقابل تنش

برای حصول نتیجه مطلوب‌تر، علاوه بر مطالعه تیمار خشکی و شوری و مطالعه گونه به‌طور مجزا، سعی گردید تجزیه واریانس مربوط به آثار حاصل از تیمارهای خشکی و شوری و گونه ماده خشک گیاهی (ساقه، برگ و ریشه) انجام شود و بویژه اثرهای متقابل مورد بررسی قرار گیرد. جداول ۱ و ۲ این روابط را بررسی می‌کنند و چنانچه در این جدول‌ها مشاهده می‌شود، بین تیمار خشکی و گونه در سطح ۱درصد اثرات معنی‌دار وجود دارد و این بدین معنی است که گونه‌های فوق به تنش خشکی بیشتر از تنش شوری حساسند.

جدول۱- تجزیه واریانس وزن خشک برگ و ساقه تیمارهای مختلف و آثار متقابل آنها

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	درجه تشخیص F
شوری	۳	۰/۹۹۰۲	۰/۳۳	۰/۹۶^{ns}
خشکی	۲	۴۸/۳۴۲۳	۲۴/۱۷۱۱	۷۰/۰۲**
گونه	۲	۲۰/۲۵۵	۱۰/۱۲۷	۲۹/۳۴**
شوری×گونه	۶	۲/۶۲۰۹	۰/۴۳۶	۱/۲۷^{ns}
خشکی×گونه	۴	۱/۱۳۹۷	۰/۲۸۴۹	۰/۸۳^{ns}
خشکی×شوری	۶	۰/۲۱۷	۰/۳۶۱	۰/۱^{ns}
خطا	۷۲	۲۴/۱۷۶۴	۰/۳۴۸	۱/۰۱^{ns}

ns، تفاوت معنی‌دار نیست　　**، تفاوت معنی دار در سطح ۱٪　　۲۷=۱۹/۷۵= ضریب تغییرات

جدول۲- تجزیه واریانس وزن خشک ریشه تیمارهای مختلف و اثرهای متقابل آنها

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	درجه تشخیص F
شوری	۳	۰/۴۲۸۹	۰/۱۴۲۹	۲/۴۳^{ns}
خشکی	۲	۱/۴۲۳۱	۰/۷۱۱۵	۱۲/۱۱**
گونه	۲	۲/۶۲۶۹	۱/۳۱۳۴	۲۲/۳۵**
شوری×گونه	۶	۰/۴۵۶۹	۰/۷۶۱	۱/۳۰^{ns}
خشکی×گونه	۴	۰/۱۵۸۴	۰/۳۹۶	۰/۶۷^{ns}
خشکی×گونه	۶	۰/۳۷۶۹	۰/۶۲۸	۱/۰۷^{ns}
خشکی×شوری	۶	۰/۳۷۶۹	۰/۶۲۸	۱/۰۷^{ns}
شوری×خشکی×گونه	۱۲	۱/۰۴۰۷	۰/۸۶۷	۱/۴۸^{ns}
خطا	۷۲	۲۳۱۰/۴	۰/۵۸۷	

ns، تفاوت معنی‌دار نیست　　**تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪　　۲۷=۱۹/۷۵= ضریب تغییرات

بررسی اثر تنش شوری بر ماده خشک گیاهی

در خصوص بحث شوری، ذکر این نکته لازم است که برای هر گیاه، آستانه‌ای وجود دارد که به ازای عدول از آن آستانه، عملکرد ذیتوده افت می‌کند و هر میزان شوری افزایش یابد، به‌همان اندازه از رشد و نمو گیاه کاسته می‌شود و ادامه این عمل در نهایت از آستانه تحمل گیاه خارج شده و آثار مستقیم و سمی یون‌ها و نمک‌ها بارز می‌شود و گیاه از بین می‌رود (۶).

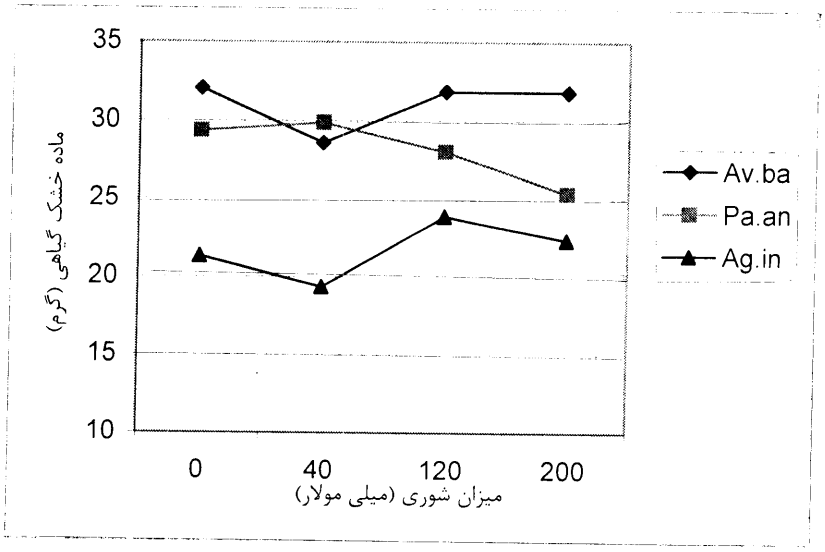
مطابق شکل ۴، رابطه بین عملکرد و تیمار شوری بررسی شده است. با توجه به شکل، تیمار شوری تاثیر زیادی در نوسان عملکرد ندارد، اگرچه بررسی این مسئله نیازمند انجام تحقیقات بیشتری است، اما یک دلیل این امر می‌تواند این باشد که تا حد ۲۰۰ میلی‌مولار افزایش شوری، گیاه شاید هنوز زیر حد آستانه تحمل است، بنابراین عملکرد خیلی تحت تاثیر قرار نگرفته است (۹ و ۱۴). از این رو قراردادن گیاه در شوری بالای ۲۰۰ میلی‌مولار موید این موضوع خواهد بود. با وجود این اطلاعات به‌دست آمده نشان می‌دهد گونه *Avena barbata* بیشترین مقدار عملکرد و تحمل در مقابل شوری را دارد، درحالی‌که گونه *Agropyron intermedium* دارای کمترین میزان عملکرد بوده و تحمل آن در مقایسه با سایر تیمارها در مقابل شوری، کمتر است.

در شرایط بیابانی و خشک، معمولا اثر تنش خشکی در حد سطحی است که بیشترین ضربه از کسری آب متوجه گیاه می‌گردد و اثر تنش شوری نهان می‌ماند، بنابراین بررسی اثر متقابل خشکی و شوری مهم‌تر از مطالعه اثر مستقیم شوری است، با این علم که گیاه برای اتخاذ تمهیداتی نظیر دفع نمک، جذب و غیرفعال‌کردن نمک، جلوگیری از جذب نمک، آبشویی نمک در خاک و ... در مقابل شوری مقاوم می‌شود و عملکرد کمتر تحت‌تاثیر قرار می‌گیرد (۹ و ۱۴).

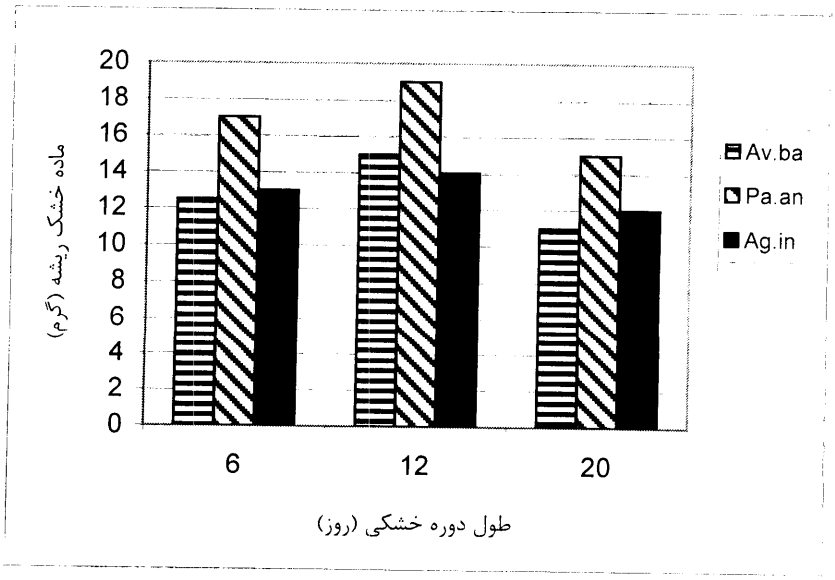
بررسی اثر تنش خشکی بر وزن خشک ریشه

گیاهان برای مقابله با تنش خشکی، به دو دسته تقسیم می‌شوند: گیاهان خرج‌کننده آب و گیاهان ذخیره‌کننده آب. دسته اول گیاهانی هستند که با ایجاد ریشه‌های عمیق سعی در تامین آب موردنیاز خود دارند و دسته دوم که دارای ریشه‌های سطحی هستند از نم سطح خاک استفاده نموده و با تغییر در رفتارهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک سعی در ذخیره کردن آب می‌کنند. گیاهان دسته اول برای سازگاری با شرایط، از خصوصیات گیاهان دسته دوم استفاده می‌کنند و ضمن تعمیق ریشه‌ها و از طرق مختلف از جمله بستن روزنه‌ها، گوشتی‌شدن برگ‌ها، خاردارشدن برگ‌ها، ریزش برگ‌ها و... سعی در کاهش مصرف آب دارند (۹ و ۱۴). به‌هرحال، مطلب مهم آن است که ریشه نیز در این زمینه نقش مهمی بازی می‌کند، یعنی با افزایش حجم و نفوذ در سطح و عمق، به دنبال تامین آب می‌گردد. شکل ۵ وضعیت تولید ریشه را در گونه‌ها و تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل مشخص است، در تیمار خشکی ۶ روزه به‌دلیل اینکه آب تقریبا در حد تامین نیاز وجود دارد، قدرت ریشه‌زنی و تولید خیلی بالا نیست، اما به ازای افزایش تنش خشکی، همه گونه‌ها سعی در افزایش حجم ریشه دارند. به همین دلیل عملکرد ریشه در تنش خشکی ۱۲ روزه نسبت به ۶ روزه بالاتر است، اما به دلایلی که قبلا ذکر شد، به ازای افزایش شدت تنش به سمت و سوی تنش ۲۰ روزه مقاومت گیاه تحلیل می‌رود و با کاهش عملکرد (اعم از ساقه، برگ و ریشه)، سعی در ایجاد شرایط سازگاری با شرایط تنش می‌کند. بنابراین عملکرد ریشه در تنش ۲۰ روزه کاهش می‌یابد و تقریبا معادل تنش ۶ روزه می‌گردد. شایان ذکر است که گیاه علاوه بر تلاش برای جلوگیری از کاهش ریشه، سعی در اتخاذ راهکارهای دیگر مقابله با تنش دارد که مهم‌ترین آن تغییر در رفتارهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک است (۹، ۱۰، ۱۴، ۱۷و ۱۸). در بین

گونه‌ها بیشترین عملکرد ریشه متعلق به گونه *Panicum antidotale* و کمترین آن مربوط به *Agropyron intermedium* است. در بین تیمارها نیز مشاهده می‌شود، تیمار ۶ روزه بیشترین تولید ریشه را دارد، حال آنکه کمترین مقدار تولید در تیمار ۲۰ روزه است که در هر سه گونه صدق می‌نماید.



شکل ٤- تاثیر شوری بر روی ماده خشک گیاهی (ساقه و برگ) در واریته‌های مختلف



شکل ٥- تاثیر خشکی بر روی وزن ریشه در واریته‌های مختلف

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از اثر تنش خشکی و شوری در سه گونه موردمطالعه، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱-گیاه سعی در کاهش اثر تنش خشکی و شوری دارد. در این زمینه، با بستن روزنه‌ها یا با اتخاذ تمهیداتی نظیر افزایش ضخامت اپیدرم برای مقابله با تنش، مصرف‌آب خود را به حداقل می‌رساند(۹ و ۱۴). آثار این تنش در حد و سطح برگ‌ها ظاهر می‌شود و میزان پژمردگی افزایش می‌یابد. در این میان، تیمار شاهد کمترین میزان پژمردگی را داراست و برعکس، اثر تنش خشکی ۲۰ روزه بیشترین درصد پژمردگی را

به خود اختصاص داده است. در میان تیمارهای شوری، تیمار شاهد کمترین درصد پژمردگی و تیمار ۱۲۰ میلی‌مولار بیشترین درصد پژمردگی را نشان می‌دهد. در بین گونه‌های تحت آزمایش، میزان پژمردگی گونه *Agropyron intermedium* کمتر از دو گونه دیگر است.

۲- همان‌گونه که ذکر شد، کاهش فشار سلولی در اثر تلف‌شدن آب، موجب می‌شود پتانسیل آب سلول جایگزین فشار شود، از این رو گیاهان مقاوم‌تر دارای منفی‌ترین پتانسیل آب هستند. در این پژوهش، نتایج مطالعات نشان داد که گونه *Avena barbata* نسبت به خشکی مقاومت بیشتری دارد و دارای بالاترین پتانسیل منفی آب برگ است. همچنین پتانسیل منفی آب برگ در تیمار خشکی ۲۰ روزه بیشتر از سایر تیمارها بوده است.

۳- مقایسه اثر تنش خشکی بر ماده خشک گیاهی (ساقه و برگ) نشان داد که گونه *Avena barbata* دارای بیشترین تولید بوده و اثر تنش خشکی بر آن کمتر از دو گونه دیگر است و گونه *Agropyron intermedium* برخلاف گونه قبلی دارای کمترین تولید بوده و نسبت به شرایط خشکی حساس‌تر است.

۴- مقایسه اثر تنش خشکی بر فعالیت ریشه نشان داد که گونه *Panicum antidotale* دارای بیشترین حجم و عملکرد ریشه و کمترین‌مربوط به *Agropyron intermedium* است. اثر تنش در مورد هر سه گیاه تا تواتر ۱۲ روز، سبب افزایش وزن و طول ریشه شده، اما با افزایش شدت تنش خشکی (۲۰روزه)، روند منفی بوده است.

۵- با مقایسه اثر تنش شوری بر عملکرد ماده خشک گیاهی (ساقه و برگ) مشخص شد که گونه *Avena barbata* دارای بیشترین تولید بوده و اثر تنش شوری بر آن کمتر از دو گونه دیگر بوده است. همچنین این گیاه نسبت به شوری مقاوم‌تر از دو گونه دیگر است. گونه *Agropyron intermedium* نیز کمترین تولید را دارد و نسبت به شرایط شوری حساس‌تر است.

۶- مقایسه اثر تنش شوری بر عملکرد ریشه سه گونه مورد تحقیق نشان داد که افزایش شوری سبب کاهش وزن ریشه *Panicum antidotale* می‌شود و از رشد سلول‌های ریشه جلوگیری می‌کند. در گونه *Agropyron intermedium* برخلاف دو گونه دیگر، افزایش طول ریشه مشاهده شد که این عمل یکی از راهکارهای مقابله با تنش شوری است.

۷- نتیجه کلی به‌دست آمده بیانگر آن است که در بین سه گونه، *Avena barbata* با عنایت به داشتن حداکثر عملکرد ذیتوده و حداکثر رطوبت نسبی و پتانسیل منفی آب برگ ومقاومت بیشتر در مقابل شوری، مناسب‌ترین گونه است، برعکس گونه *Agropyron intermedium* نسبت به بقیه مقاومت کمتری دارد و *Panicum antidotale* در حالت بینابین قرار گرفته است.

پیشنهادها

۱- نظر به متغیرهای حاکم در عرصه‌های طبیعی، انجام این تحقیق در شرایط غیرگلخانه‌ای و طبیعی ضرورت داشته و لازم است صحت و سقم نتایج در عرصه نیز محک زده شود.

۲- توصیه می‌گردد با تیمارهای شدیدتر شوری و خشکی، گونه‌های مورد تحقیق تحت آزمایش قرار گیرند و آثار آنها، بخصوص شوری، بیشتر کنترل شود.

۳- نوع و میزان نمک با عنایت به نمک‌های غالب نیز تغییر یابد تا رفتارهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه بیشتر تحت کنترل قرار گیرد.

۴- پیشنهاد می‌شود در مورد گونه‌های دیگر از تیره گرامینه یا تیره‌های دیگر نیز از نظر مقاومت به تنش شوری و خشکی تحقیقی به عمل آید و از میان تیره‌های مختلف گیاهان مرتعی گونه‌های خوشخوراک در اولویت قرار گیرند.

۵- نظر به اینکه مناطق وسیعی از کشور با مشکلات شوری و خشکی مواجه‌اند وگونه‌های مناسب

برای کشت در این مناطق محدود و اندک است، توصیه می‌شود تحقیقات شوری و خشکی بر روی گونه‌های خوشخوراک و با تولید بالا در مقابل شوری و خشکی تحت مطالعه قرار گیرند و گونه‌های مناسب بیشتری جهت اصلاح مراتع ایران توصیه شوند.

منابع

۱- ابراهیم‌زاده، حسن، ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهی، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- احمدی، حسن، ۱۳۷۷. ژئومرفولوژی کاربردی، جلد دوم، بیابان، فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران.

۳- بایبوردی، محمد، ۱۳۶۵. اصول مهندسی زهکشی و بهسازی خاک، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران.

۴- جباری، فرهاد، ۱۳۷۸. عکس‌العمل گیاهان به تنش خشکی، سمینار کارشناسی‌ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۵- جعفری، محمد، ۱۳۷۹. خاک‌های شور در منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران.

۶- حق‌نیا، غلامحسین، ۱۳۷۱. راهنمای تحمل گیاهان نسبت به شوری، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه مشهد.

۷- حکمت شعار، حسن، ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار، انتشارات دانشگاه تبریز.

۸- زارع‌چاهوکی، محمد علی، ۱۳۷۹. تنش خشکی در گیاهان، سمینار کارشناسی‌ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۹- زهتابیان، غلامرضا، ۱۳۷۵. اکوفیزیولوژی گیاهان مناطق خشک (منتشر نشده).

۱۰- زهتابیان، غلامرضا، ۱۳۷۵. راهنمای عملی آبیاری، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۱- سالاردینی، علی اکبر، ۱۳۶۴. روابط آب و خاک و گیاه (بررسی مسائل شیمیایی و تغذیه‌ای)، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۲- سرمدیان، فریدون، ۱۳۷۱. خاک‌های مناطق خشک ایران و طبقه‌بندی آنها، مجموع مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری ایران، مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران.

۱۳- سعیدیان، فرید، ۱۳۷۵. بررسی مقاومت به خشکی و کارایی مصرف آب در دو گونه مرتعی *Eragrostis curvula* و *Dactylis glomerata* ، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۴- شریفی کاشان، محمد مهدی، ۱۳۷۹. بررسی اثرات تنش شوری و خشکی روی سه گونه مرتعی *Agropyron intermedium* ، *Avena barbata* و *Panicum antidotale*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۵- سید، سید هادی، ۱۳۷۳. اثر تنش خشکی بر بعضی از جنبه‌های فیزیولوژیکی و زراعی گندم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۱۶- علیزاده، امین، ۱۳۵۷. رابطه آب و خاک و گیاه، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۷- قاسمی فیروزآبادی، اصغر، ۱۳۷۷. بررسی مقاومت به خشکی و شوری در دو گونه مرتعی *Aeluropus littoralis* و *Puccinella distance*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۸- طبایی عقدایی، سیدرضا، ۱۳۷۸. بررسی مقاومت به تنش‌های محیطی در برخی از گندمیان مرتعی، پژوهش و سازندگی (۴۰، ۴۱ و ۴۲): ۴۱-۴۵.

۱۹- طویلی، علی، ۱۳۷۸. بررسی مقاومت به خشکی در سه گونه مرتعی *Agropyron cristatum*، *Agropyron desertorum* و *Stipa barbata*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۲۰- کوچکی، عوض ، افشین سلطانی و مهدی عزیزی، ۱۳۷۶. اکوفیزیولوژی گیاهی، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد.

۲۱- مودب شبستری، محمد و مسعود مجتهدی، ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.

22-Acevedo, E., E. Ferers, T.Heciao & D.W. Henderson, 1979. Diurnal growth trends water potential and osmotic adjustment of maize and sorghum leaves in the field, plant physiol, Vol 64:476-480.

23-Ashraf. M. & W. D'leary, 1996. Response of some newly developed tolerant genotypes of spring wheat to salt stress, 1.Yield components and ion distribution. J. Agron and crop Sci 76:91-101.

24-Grieve, C.M., 1992. Analysis of phasic development in spring wheat, crop Sci. 32(3): 647-703.

25-Haregawa, P.M., R.A Bressan & A.K. Anda, 1986. Cellular mechanism of salinity tolerance, Hart. Sci. Vol. 21 (6).

26-Hawkins. H.J. & O.A.M. Lewis, 1993. Combinaition effect of NaCl salinity "N" form and "C" on the growth, New physiologist 124 (1):161-170.

27-Hoffman, G.J. & S.L. Rawlins, 1971. Growth and water potential of root crop as influenced by salinity and humidity. Agron. J. Vol. 63-877-885.

28-Kingsbury, R.W. & E. Epstin, 1986. Salt sensivity in wheat, plant physio, Vol. 80:561-654.

29-Marc, J. & J.H. Palmer, 1976. Relationship between water potential and leaf inflorescence initiation in helianthus. Annus. Physiol. Plant 36:101-104.

30-May, L.H. & F.L. milthonope, 1962. Drought resistance of crop plants field crop. Abstr. Vol. 15(3): 171-179.

31-Nieman, R.H. & M.C. Shannon, 1976. Screeing plants for salinity tolerance, Plant adaptation to mineral stress in problem soils cornec, Univpress p.p 350-370.

32-Rived, S. & G. Galiba, 1991. Response to osmotic and NaCl stress of wheat varieties differing in drought and salt tolerance, Plant physio.Vol. 73(2):227-232.

33-Tumer, N.C. & G.E. Begg, 1981. Plant water relation and adaptation to stress plant and soil, 58:97-13.

Effect of Drought and Salinity Stress on Three Range Species: *Agropyron intermedium, Avena barbata and Panicum antidotale*

Gh.R. Zehtabian[1] H.Azarnivand[2] M.M. Sharifi Kashan[3]

Abstract

In order to study the effect of drought and salinity stress on three range species of *Agropyron intermedium, Avena barbata* and *Panicum antidotale* a study was carried out using factorial statistical method with a completely randomized design in 3 repetitions of 36 treatments totalling 108 vessels in greenhouse. Drought stress was selected based on irrigation intervals of 6, 12 and 20 days. Salinity stress was selected in the form of four salinity treatments, including zero (authentic), 40, 120 and 200 millimolar. Salt solutions of NaCl (60%), Na_2So_4 (30%) and $CaCl_2$ (15%) were used. Two months duration of stress was applied. During the test, some observations including: the weight of stem, leaf and root dry matter, relevant humidity and potential water in leaves, the ratio of root to leaf, the percent of leaves shedding, as well as the effects of stress on internal parts of organs, longitudeinal and latitudeinal sections of the plant, were carried out. The results show that dry and salinity stress will severely decrease dry matter (stem, leaf and root). The effect of 20 days dry treatment and 200 millimolar salinity was observed in decreasing dry matter production more than the other treatments. Among the under test species, *Avena barbata* and *Agropyron intermedium* have the most and least tolerance to drought stress respectively, while the three studied species are not easily influenced by salinity stress.

Keywords: Stress, Relevant humidity, Water potential, Drought, Salinity, Dry matter, Leaf shed, Stem, Root

[1] - *Assoc. prof, Natural Resources Faculty of Tehran University*
[2] - *Instructor, Natural Resources Faculty of Tehran University*
[3] - *Senior Expert in Range Management ,Animal Affairs of Ministry of Jihad-e Keshavarzi*