پژوهشی

بررسی مقاومت به خشکی و کارآیی مصرف آب در دو گونه مرتعی *"Dactylis glomerata and Eragrostis curvula"*

دکتر محمد جعفری
مهندس فرید سعیدیان
دکترحسین حیدری
مهندس حسین آذرنیوند
مهندس زهره فرزانه

کلمات کلیدی:
مقاومت به خشکی، کارآیی مصرف آب، نیاز آبی، گونه بومی، تیمار، خصوصیات مورفولوژیک، وزن خشک، پژمردگی، پتانسیل آب.

چکیده:

تعیین کارآیی و مقاومت به خشکی در گیاهان مرتعی از جمله فاکتورهای مهمی است که نقش اساسی در انتخاب روشهای اصلاح و توسعه مراتع و به تبع آن برنامه های مدیریتی مرتع ایفا می نماید. با توجه به اینکه تاکنون در خصوص مقاومت به خشکی و نیاز آبی گیاهان بومی مراتع ایران مطالعات جامعی صورت نگرفته، تحقیق حاضر با انتخاب دو گونه بومی و خوشخوراک مرتعی صورت پذیرفت. گونه های منتخب شامل دو نوع گراس به اسامی *Dactylis glomerata* و *Eragrostis curvula* بود.

تحقیق به صورت طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب کاملا تصادفی با انتخاب ۳ تیمار و ۴ تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل دوره های آبیاری ۲ روزه (شاهد)، ۵ روزه و ۷ روزه بودند. پارامترهای مورد بررسی در خلال آزمایش از قبیل خصوصیات مورفولوژیک گونه ها نظیر آب مصرفی، تعیین طول، عرض و تعداد برگ، وزن خشک برگ اندازه گیری گردیدند.

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که پارامترهای طول و عرض برگ گیاه چندان تحت تأثیر تنش در دوره های مختلف آبیاری نبودند، بالعکس تعداد برگها و به تبع آن وزن خشک برگ و ساقه تحت تأثیر تنش کاهش یافتند که میزان کاهش در گونه *Er.cu* در کلیه تیمارها کمتر از گونه *Da.gl* بود.

با اعمال تنش و افزایش طول دوره آبیاری رشد ریشه نسبت به ساقه افزایش یافت که رشد ریشه در گونه *Da.gl* بیشتر از گونه *Er.cu* بود.

از نظر میزان مصرف آب برای تولید ماده خشک گونه *Da.gl* دارای نیاز آبی کمتر و در نتیجه کارآیی مصرف آب بالاتر است، ولی از نظر مقاومت به خشکی به دلیل بالا بودن پتانسیل آب برگ و همچنین درجه پژمردگی کمتر گونه *Er.cu* از مقاومت بیشتری نسبت به خشکی در مقایسه با گونه *Da.gl* برخوردار است.

استادیار گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
کارشناس جهاد سازندگی استان خراسان
استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع
مربی و دانشجوی دکتری مرتعداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
کارشناس مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

سر آغاز:

خشکی یکی از مهمترین عوامل طبیعی است که بر روی رشد گیاه اثر می گذارد و کمبود آب عامل مهمی است که تولید محصولات را محدود می نماید. در ایران وسعت تقریبی مراتع ۹۰ میلیون هکتار است که در اکثر نقاط، خشکی عامل محدودکننده تولید علوفه در آنها می باشد. اطلاعات علمی در ارتباط با این مسأله بسیار ناچیز است، لذا مطالعه این موضوع و معرفی روشهایی جهت ارزیابی گیاهان و به تبع آن مورد بررسی قراردادن مقاومت به خشکی گیاهان مرتعی می تواند زمینه مناسبی را برای فعالیتهای بعدی فراهم نماید.

هر چند بررسی عکس العمل فعالیتهای گیاهی که در محیط تحت کنترل، رشد داده شده با وضعیت آنها در طبیعت خصوصاً در ارتباط با کمبود آب متفاوت است، اما اغلب تحقیقات انجام شده بر روی ارتباط خاک، آب و رشد گیاه در گلخانه ها و محفظه های رشد انجام گردیده است. در شرایط تحت کنترل، تفسیر اطلاعات حاصله بهتر از محیط باز یا طبیعت انجام شده و روشهای ارزیابی مقاومت به خشکی در گیاهان، امکان پیشگویی در ارتباط با اثر خشکی بر روی تولید علوفه در گونه های مورد مطالعه را فراهم می نماید که خود زمینه مهمی برای فعالیتهای اصلاح و بهبود مدیریت مراتع در آینده را دربرخواهد داشت. اصلاح گونه های مرتعی در محیطهای خشک و نیمه خشک و اصلاح گیاهان برای مقاومت به خشکی و کارآیی بیشتر مصرف آب اهمیت زیادی در کاهش هزینه های اصلاح و توسعه مراتع و افزایش سطح قابل کشت علوفه در مناطق خشک و نیمه خشک کشور دارد.

اهداف اصلی و فرعی تحقیق حاضر را می توان به شرح ذیل بیان داشت:

الف. اهداف اصلی:

۱. بررسی و مقایسه دو گونه از نظر مقاومت به خشکی تحت تیمارهای مختلف آبیاری و شناسایی گونه مقاومتر به خشکی
۲. بررسی و مقایسه عملکرد (تولید) ماده خشک تحت تیمارهای مختلف آبیاری و محاسبه میزان آب مصرف شده برای تولید ماده خشک و به تبع آن تعیین کارآیی مصرف آب در دو گونه

ب. اهداف فرعی:

۱. شناسایی تغییرات مورفولوژیکی ایجاد شده در هر گونه (تحت تأثیر تنش) و مقایسه این تغییرات با یکدیگر
۲. شناسایی تغییرات آناتومیکی ایجاد شده در هر گونه (تحت تأثیر تنش) و مقایسه این تغییرات با یکدیگر

بررسی منابع:

تعریف دقیق از تنش آسان نمی باشد زیرا که واژه تنش برای اختلاف و آشفتگی در شرایط طبیعی در محیط گیاه و حتی سلول به کار می رود. از آنجایی که نتیجه تنش کاهش رشد و عملکرد می باشد تنش را می توان چنین تعریف کرد: «شرایطی که سبب کاهش عملکرد از حداکثر موردنظر باشد، به عبارت دیگر تنش به معنای وسیع آن به هر عامل یا ترکیبی از عوامل محیطی که باعث شود گیاه نتواند به اندازه پتانسیل ژنتیکی خود رشد کند اطلاق می گردد»(levitt 1972).

به طور کلی تنشهایی که گیاهان در معرض آنها قرار می گیرند به سه گروه تقسیم می شوند:

الف) تنشهای اتمسفری:

که شامل میزان درجه حرارت، نور، رطوبت، باد، غلظت دی اکسیدکربن و آلودگی هوا می باشد.

ب)تنشهای خاکی:

که شامل خشکی، تهویه، ساختمان، میزان درجه حرارت و pH خاک، کمبود عناصر معدنی، سمیت و شوری می باشد.

ج) تنشهای زیستی:

که شامل رقابت با علفهای هرز، حشرات، نماتدها و ارگانیزم های بیماریزای مختلف می باشد.

تنش خشکی یا کمبود آب:

تنش آب هم شامل زیادی آب (به دلیل کمبود تهویه باعث صدمه به ریشه می شود) و هم کمبود آب قابل دسترس در خاک (دئیدراسیون(Dehydration) بخشهای هوایی گیاه). موضوع مورد بحث تنش کمبود آب است که برای آن اصطلاحات مختلفی مثل تنش خشکی، تنش رطوبت یا تنش کمبود آب به کار می رود.

عده ای معتقدند که تنش خشکی عبارتست از دوره ای که طی آن کمبود رطوبت رشد نبات را تحت تأثیر قرار می دهد. از طرف دیگر هیسائو و همکاران (Hisao et al 1976) تنش خشکی را این گونه تعریف کرده است: «تنش خشکی عبارت است از کمبود آب قابل مصرف گیاه در خاک که می تواند موجب ایجاد تنشهای درونی در گیاه شده و در نهایت رشد آن را تحت تأثیر قرار دهد».

از نظر کرامر(Kramer 1969)، تنش خشکی به شرایطی اطلاق می شود که در آن سلولها و بافتها در وضعیتی قرار گیرند که آماس آنها کامل نباشد، این مطلب اشاره به وضعیتی دارد که در آن کاهش پتانسیل آب در گیاه به حدی است که باعث ایجاد اشکال در فعالیتهای طبیعی گیاه می کند.

علت پیدایش تنش خشکی یا کمبود آب در گیاهان:

کمبود آب در گیاه زمانی اتفاق می افتد که میزان تعرق بیش از مقدار جذب آب باشد، به عبارت دیگر علت اصلی تنش آب در گیاه افزایش میزان تلفات آب یا کافی نبودن میزان جذب آب و یا ترکیبی از هر دو می باشد. میزان تلفات آب معمولاً با شروع صبح یعنی زمانی که تعرق بر جذب آب پیشی می گیرد، افزایش می یابد، علت این است که اولاً مقاومت قابل توجهی در جهت جریان آب از خاک به داخل آوندهای چوبی ریشه وجود دارد، ثانیاً درسلولهای پارانشیم کاملاً تورژسانس یافته، برگها و ساقه ها، حجم نسبتاً زیادی آب وجود دارد که این آب به راحتی قابل دسترسی بوده و با گرم شدن هوا در فرآیند تعرق مورد مصرف قرار می گیرد.

سیکل روزانه کاهش پتانسیل آب برگ و ریشه با کاهش پتانسیل آب خاک همراه است. در اینجا نیز پژمردگی در روز هنگامی رخ می دهد که تلفات آب از طریق تعرق، ذخیره داخلی آب را مصرف نموده و میزان جذب ریشه ها از خاکی که در حال خشک شدن است تکافوی آن را نکند. در این شرایط با گذشت زمان هر روز زودتر از روزهای قبل پژمردگی رخ می دهد و این عامل یعنی پژمردگی گیاه در صبح و زمانیکه گیاهان قاعدتاً باید دارای تورژسانس کامل باشند خود نشان دهنده بروز کمبود آب طولانی مدت در گیاه می شود.

مقاومت به خشکی و مکانیسم آن در گیاهان (واکنش گیاهان نسبت به تنش خشکی):

چنانچه خشکی را به معنای آب و هوای خشک در نظر بگیریم. می توان مقاومت به خشکی را توانایی گونه های گیاهی از نظر رشد و تولید در شرایط خشکی تعریف نمود. (Bennett and Mooney, 1979) پس از مدتها مطالعه بر روی مقاومت گندم بهاره (*Triticum sp*) به خشکی، مقاومت به خشکی را به شرح زیر تعریف نمودند:

مقاومت به خشکی عبارتست از قدرت یک گیاه که بتواند بدون اثر سوء بر روی عمل فتوسنتز، تعرق کمتری داشته باشد و یا عبارتست از قدرت ریشه یک گیاه که بتواند آب را با مقدار بالاتری (یا مساوی) از میزان تعرق گیاه، از خاک جذب نماید، لذا گیاهان مقاوم به خشکی آنهایی هستند که قادرند در خلال شرایط تنش خشکی رشد نمایند و از نظر اقتصادی محصول قابل قبولی تولید نمایند. در رابطه با مکانیسم مقاومت به خشکی در گیاهان، (May and Milthorpe 1962) اقدام به طبقه بندی مقاومت به خشکی در گیاهان نمودند. نامبردگان سه نوع مقاومت به خشکی را مشخص کردند:

۱. فرار از خشکی: یعنی توانایی گیاه از نظر تکمیل سیکل زندگی خود قبل از توسعه کمبود آب (اجتناب)
۲. تحمل خشکی با حفظ مقدار زیادی آب: یعنی توانایی گیاه از نظر تحمل به دوره خشکی طولانی از طریق حفظ آب به مقدار زیاد در بافتهای خود (بردباری)
۳. تحمل به خشکی با شرایط عدم حفظ آب: یعنی توانایی گیاه از نظر تحمل به خشکی طولانی و سازش به مقدار آب کم موجود در بافتهای خود (سازگاری)

تشریح اثرات تنش خشکی و مکانیسم مقاومت به خشکی در گیاهان مرتعی:

اثرات و عوامل آناتومیکی – مورفولوژیکی گیاه

ریشه ها:

رشد جانبی و عمق نفوذ ریشه ها هر دو از خصوصیات مهم گیاه می باشند. ریشه ها معمولاً دارای یک سطح وسیع می باشند که در تماس نزدیک با ذرات خاک هستند. اگر یک قسمت از سیستم ریشه یک گیاه به علت رسیدن رطوبت خاک به نقطه پژمردگی دائمی، در معرض تنش آب قرار گیرد ممکن است صدمه دائمی به گیاه وارد شود. بنابراین مقاومت به خشکی در اختیار داشتن مقادیر فراوان آب نبوده، بلکه توانایی جذب آب لازم از خاک توسط ریشه می باشد.

در آزمایشاتی که روی دو گونه *Bromus sp* و *Elymus sp* انجام شد خشکی وزن ریشه آنها را کاهش داد، بدون آنکه تعداد ریشه ها را کاهش دهد(Wenkert et al 1978). اثرات خشکی بر توسعه ریشه چندان روشن نیست، گرچه اظهار شده که رشد ریشه

نسبت ریشه به ساقه در خلال تنش خشکی و پس از آن افزایش می یابد.

تحقیقات نشان داده است که میزان رشد ریشه قبل از رشد ساقه متوقف می شود. سیستم ریشه برخی از گیاهان دارای تنوع وسیعی از سازگاریهای مختلف است. سازگاری به شرایط خشکی عمدتاً از طریق گسترش سیستم ریشه صورت می گیرد و نه تغییر در ساختمان ریشه. در نواحی نیمه خشک گیاهانی وجود دارند که ریشه بسیار عمیق داشته و قادرند بعد از اینکه خاک کاملاً خشک شد به آب زیرزمینی رسیده و رشد مناسبی داشته باشند. بین میزان تعرق و مقاومت به خشکی رابطه مستقیم وجود ندارد، ولی بین تراکم و گسترش ریشه با توانایی گیاه برای مقاومت به خشکی رابطه مستقیم وجود دارد. در مورد ریشه به طور کلی خصوصیات مربوط به توزیع و پراکنش، قدرت جذب آب، قدرت و تعداد ریشه های موئین، قدرت انتقال آب، قدرت نفوذ و رشد در خاکهای کم رطوبت، قطر و طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه، تعداد ریشه های فرعی و حجم خاکی که گسترش ریشه ها را در برمی گیرد از خصوصیات مقاومت به خشکی در مورد ریشه به شمار می روند.

برگها:

خصوصیات مورفولوژیکی برگها در کاهش شدت تعرق مؤثرند و در شرایط خشکی ممکن است که بر بقاء گیاهان اثر بگذارند. خصوصیاتی چون کوتیکول ضخیم، مومی بودن سطح برگ، تعداد برگها، میانگین سطح برگ و غیره در این مورد مؤثر می باشند.

در مورد برگ، تغییر زاویه برگ در برابر خورشید و در نتیجه کاهش عمل تعرق جزو خصوصیات دیگری به شمار می رود که بعضی از گیاهان در جهت مقاومت به خشکی از خود نشان می دهند. افزایش ضخامت برگ در گیاهان مقاوم به خشکی مربوط به تغییراتی است که در ساختمان برگ ایجاد می شود.

با مطالعه بر روی *Lolium italicum* و *Agropyron riparium* ملاحظه شده است که تعداد روزنه ها در واحد سطح برگ در گیاهان متحمل به خشکی کمتر از گیاهان حساس است. هر گاه تعداد روزنه ها در واحد سطح برگ کم بوده و یا به سرعت در برابر کاهش آب واکنش نشان داده و بسته شدند، اثر کمبود آب به تعویق می افتد.

در آزمایشی که روی *Secale cereale* انجام شده نتیجه گرفته شده است که برگهای جوان حساسیت بیشتری از برگهای بالغ به خشکی دارند.

ساقه ها (نسبت اندام های هوایی به اندام های زیرزمینی):

رشد اندام های هوایی در مقابل اندام های زیرزمینی معمولاً به صورت نسبت ساقه به ریشه بیان می شود. این نسبت می تواند نمایانگر نوعی از تحمل به تنش خشکی باشد. این نسبت یکی از طرق بسیار مؤثر سازگاری گیاهان به شرایط خشک است. چون در چنین شرایطی میزان رشد ریشه به طور قابل ملاحظه ای بیشتر از ساقه است. بدین ترتیب سطح تعرق کننده کاهش می یابد، در حالی که سیستم ریشه گیاه آب مورد نیاز خود را از حجم زیادی از خاک دریافت می کند. نسبت زیاد ریشه به اندام های هوایی در شرایط خشکی، یک موضوع کاملاً ثابت شده است که مساله یک نوع سازگاری تکاملی می باشد.

عوامل فیزیولوژیکی گیاه:

نقش آب در رشد یا عدم رشد گیاه:

وضع دینامیک آب در گیاه به طور عمده به وسیله فرآیندهای مخالف اثر تعرق و جذب آب کنترل می شود. هر گاه شدت تعرق به مدت زیادی از شدت جذب آب بیشتر شود، حجم آب درون گیاه کاهش می یابد، این امر سبب تقلیل تورژسانس سلول، منفی شدن بیشتر پتانسیل آب در سلولها و کاهش هیدراسیون پروتوپلاسم و دیواره سلولی می شود.

همه جنبه های رشد به طور یکسان تحت تأثیر کاهش حجم آب درونی گیاه قرار نمی گیرد ولی تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلولها هر دو از کمبود حقیقت آب شدیداً متأثر می شوند. در بسیاری از گونه ها، احتمال دارد نمو رویشی بیشتر از نمو زایشی در اثر کمبود آب دچار وقفه شود. با کمبود آب در گیاه روزنه ها بسته شده و در نتیجه ورود Co_2 دچار اختلال می گردد که در پی آن موجب کاهش فتوسنتز شده و در نتیجه مواد مورد نیاز رشد گیاه تأمین نمی گردد، که حاصل آن کاهش رشد گیاه خواهد بود.

(Kramer 1969) تأکید کرد که رشد گیاه مستقیماً بستگی به تنش آب در گیاه دارد و فقط به طور غیرمستقیم به تنش آب در خاک وابسته است.

فتوسنتز و تنفس:

تنش آب از طریق کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه ها و کاهش در میزان کارآیی فرآیند تثبیت کربن، فتوسنتز را تقلیل می دهد. برخی از پژوهشگران اظهار داشته اند که اغلب، اثرات

شدید خشکی عبارت از کاهش سطوح فتوسنتز کننده و کم شدن تولید مواد آلی است.

به طور کلی اگر وزن آب در یک گیاه به میزان ۳۰ درصد کاهش یابد شدت فتوسنتز به طور محسوسی تنزل می کند و اگر این کاهش به ۶۰ درصد برسد فتوسنتز متوقف می شود. اثرات تنش رطوبتی بر تنفس بر عکس اثر آن بر فتوسنتز است و در مواردی که گیاه با تنش رطوبت مواجه است، ابتدا تنفس افزایش می یابد و سپس با شدت تنش مقدار آن کاهش می یابد. در عین حال سرعت کاهش تنفس کمتر از فتوسنتز است (Evenari et al 1975).

رابطه مقاومت به خشکی با عملکرد:

اثرتنش آب بر عملکرد عمدتاً بستگی به این دارد که چه مقدار ازماده خشک تولیدی به عنوان ماده قابل‌استفاده برداشت می شود.

در گیاهان علوفه ای که عملکرد آنان را عمدتاً اندام های هوایی تشکیل می دهد، اثر تنش بر عملکرد شبیه اثرات آن بر تولید کلی گیاه می باشد، بنابراین در این گیاهان عملکرد در مراحل رویشی گیاه و اغلب تا پایان این مرحله حائز اهمیت است. در بسیاری از گیاهان علوفه ای مانند یونجه(*Medicago sp*) تأثیر تنش رطوبت بر عملکرد در مرحله رویشی بیشتر از مرحله زایشی می باشد.

(Hisao et al 1976) راندمان مصرف آب (W.U.E.) را معادل با مقاومت به خشکی ارزیابی نموده اند.

$$W.U.E. = \frac{\text{ماده خشک تولید شده}}{\text{تبخیر و تعرق}}$$

باید توجه داشت که راندمان زیاد مصرف آب لزوماً نشانه مقاومت به خشکی نیست، مثلاً مقاومت یونجه به خشکی به مراتب بیش از سورگوم است، حال آنکه راندمان مصرف آب در سورگوم بیش از یونجه است، بنابراین ارزیابی انتخاب گونه بر اساس راندمان مصرفی جهت مقاومت به خشکی باید همراه با در نظر گرفتن صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و سایر صفات خصوصاً ریشه جهت مقابله با خشکی باشد.

مواد و روشهای منطقه مطالعاتی:

این تحقیق در یکی از گلخانه های مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع واقع در کیلومتر ۱۵ اتوبان کرج – تهران اجرا شد.

گلخانه مزبور از تمام جهات نورگیر است. ارتفاع سقف گلخانه از زمین ۵ متر و ارتفاع میزهایی که گلدانها روی آن قرار گرفتند یک متر از سطح زمین بود.

متوسط درجه حرارت محیط گلخانه در طی دوره رشد گیاهان ۲۳ درجه سانتی گراد،حداکثر درجه حرارت ۳۳ و حداقل درجه حرارت ۲- درجه سانتی گراد بود.

روش کار:

این آزمایش به صورت طرح فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی به اجرا در آمد. در این آزمایش دو گونه مرتعی *Eragrostis curvula* و *Dactylis glomerata* هر کدام با ۳ تیمار (دوره های آبیاری ۲ روزه، ۵ روزه و ۷ روزه) و با ۴ تکرار در گلدانها کشت شدند. گلدانهای مورد استفاده از جنس پلاستیک و با قطر و ارتفاع ۱۰ سانتی متر انتخاب گردیدند. اعمال تنش بدین صورت بود که ابتدا تمامی گلدانها در هر تیمار و تکرار وزن گردید و وزن اولیه آنها ثبت شد. با گذشت ۲ روز اقدام به توزین گلدانهای تیمار اول (۲ روزه) نموده و وزن جدید گلدانها که وزن ثانویه آنها بود، یادداشت گردید.

اختلاف وزن اولیه و ثانویه گلدانها که در حقیقت میزان تبخیر و تعرق از سطوح خاک و گیاه بود، با آگاهی از میزان کاهش وزن، بوسیله استوانه های مدرج، وزن کاهش یافته جبران گردید. به همین ترتیب در مورد تیمارهای ۵ روزه و ۷ روزه نیز اقدام نموده و این سیکلِ زمانی تا هنگام پژمردگی کامل گونه های تحت تنش ادامه یافت.

اندازه گیری و یادداشت برداری صفات گیاهی

اندازه گیری پارامترها در خلال آزمایش بشرح زیر صورت گرفت:

الف. بررسی خصوصیات مورفولوژیک:

۱. اندازه گیری طول و عرض و تعداد برگ در هر گونه و اندازه گیری وزن خشک برگ و ساقه در دو گونه

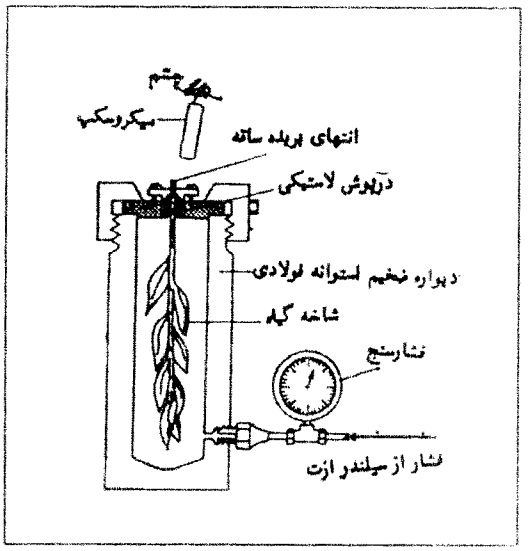
۲. اندازه گیری

۳. پتانسیل آب برگ با استفاده از دستگاه محفظه فشار(Pressure bomb) و تعیین درجات پژمردگی در هر گونه.

۴. بررسی وضعیت شکل شماره ریشه از طریق اندازه گیری وزن خشک و میزان رشد آن نسبت به اندامهای هوایی

ب- برداشت گیاهان و تعیین وزن خشک (عملکرد) تیمارها در هر گونه:

در آخرین مرحله آزمایش و پس از پایان اعمال تنش و بروز پژمردگی کامل در گونه های تحت تنش، به منظور تعیین وزن خشک برگ، ریشه و همچنین وزن خشک کل نمونه ها، برداشت هر دو گونه در کلیه تیمارها و تکرارها انجام شد. پس از شستن ریشه نمونه ها، گونه ها از محل یقه قطع گردیده و برگ و ریشه از هم تفکیک شدند. نمونه ها در داخل پاکت و سپس مجموع پاکتها در داخل آون قرار داده شدند. (درجه حرارت آون ۷۲ درجه سانتی گراد و مدت استقرار نمونه ها در داخل آون ۳ شبانه روز بود)، پس از خشک شدن نمونه ها، با استفاده از ترازوی دیجیتالی حساس به ترتیب وزن خشک ریشه، برگ و وزن کل نمونه ها در هر تیمار و تکرار معین و یادداشت گردید.



دستگاه محفظه فشار برای تعیین پتانسیل آب برگ

نتایج:

رابطه دورد آبیاری با طول و عرض و تعداد برگ و مقایسه دو گونه با یکدیگر:

جدول مربوط به میانگین طول و عرض برگ در دو گونه (جدول شماره ۱) نشان می دهد که افزایش میزان طول و عرض برگ در دو گونه عکس یکدیگر می باشد، بدین ترتیب، که از نظر افزایش میزان طول در کلیه دوره های آبیاری میزان افزایش طول گونه *Er.cu* بیشتر از *Da.gl* می باشد، بیشترین میزان تفاوت این افزایش در دوره آبیاری ۵ روزه مشاهده می شود که در آن افزایش طول گونه *Er.cu* ۳۵/۸۲ سانتی متر بوده، در صورتی که این میزان در گونه *Da.gl* ۱۶/۰۲ سانتی متر می باشد. بالعکس از نظر افزایش میزان عرض برگ در کلیه تیمارهای آبیاری میانگین افزایش عرض برگ در گونه *Da.gl* در کلیه دوره های آبیاری بیشتر از *Er.cu* بوده است و این افزایش در کلیه تیمارها از نسبت تقریباً مساوی پیروی نموده است، علت این اختلاف در میزان افزایش طول و عرض برگ دو گونه را نیز می توان به تفاوت در خصوصیات مورفولوژیکی گیاه نسبت داد زیرا تنش تأثیر چندانی بر روی آنها نداشته است.

تأثیر دوره آبیاری بر روی رشد ریشه:

جدول میانگین وزن خشک ریشه (جدول ۲) در دو گونه نشان می دهد که اولاً با افزایش دوره آبیاری میانگین وزن ریشه در هر دو گونه افزایش می یابد، ثانیاً میانگین وزن ریشه در گونه *Da.gl* در کلیه تیمارها بیشتر از گونه *Er.cu* می باشد. لیکن از مقایسه ارقام در هر تیمار نتیجه گیری می شود که اختلاف بین وزن ریشه گونه ها با افزایش تنش کاهش می یابد و این امر نشان می دهد که در کلیه تیمارها در هر دو گونه یکی از اولین تغییرات برای مقابله با تنش افزایش رشد ریشه به منظور استفاده حداکثر از رطوبت است. همچنین کمترین میزان اختلاف در وزن خشک ریشه مربوط به دوره آبیاری ۷ روزه است که در آن میانگین وزن ریشه در گونه *Da.gl* ، ۰/۶۷ گرم بوده، در صورتی که این میزان در گونه *Er.cu* ۰/۵۴ گرم می باشد، بین دو گونه *Da.gl* و *Er.cu* اختلاف معنی داری در سطح احتمال (P = ٪۵) از نظر رشد ریشه وجود داشته و گونه *Da.gl* از این نظر در مرتبه بالاتری نسبت به *Er.cu* قرار دارد.

جدول شماره ۱: میانگین طول و عرض برگ در دو گونه مرتعی *Da.gl* و *Er.cu* بر حسب سانتی متر

دوره آبیاری	۲ روزه		۵ روزه		۷ روزه	
گونه	طول	عرض	طول	عرض	طول	عرض
Da.gl	۱۷/۷۴	۳/۶۱	۱۶/۰۲	۳/۵۵	۱۶/۱۱	۳/۱۳
Er.cu	۳۱/۲۳	۲/۱۶	۳۵/۸۲	۲/۳۸	۳۳/۳۴	۲/۰۵

جدول شماره ۲: میانگین وزن ریشه بر حسب گرم و درصد آن نسبت به وزن کل گیاه در دو گونه مرتعی *Da.gl* و *Er.cu*

دوره آبیاری	۲ روزه	۵ روزه	۷ روزه
Da.gl	۰/۶(۳۹)	/۶۴(۴۵)	/۶۷(۴۸)
Er.cu	۰/۴۳(۳۰)	/۴۷(۳۴)	/۵۴(۴۳)

( ) = اعداد داخل پرانتز درصد هستند.

روابط رگرسیونی میزان آب مصرفی روزانه با پارامترهای طول، عرض و تعداد برگ در هر تیمار:

در بررسی رابطه رگرسیونی بین میزان آب مصرفی (wu) و میانگین عرض برگ (wL)، میانگین طول برگ (LL) و میانگین تعداد برگ (NL) همان طور که ذکر شد، برای دوره های آبیاری سه گانه به ترتیب روابط زیر بدست آمد:

Dactylis glomerata:

دوره آبیاری ۲ روزه:

$wu = -۲/۴۹\ wL + ۰/۵۷LL + ۰/۳NL + ۱۸/۱$

دوره آبیاری ۵ روزه:

$wu = ۱/۰۳۴\ wL + ۰/۰۴LL + ۰/۱۳NL + ۱۷/۹۷$

دوره آبیاری۷ روزه:

$wu = -۰/۵\ wL + ۰/۰۲LL + ۰/۲۴NL + ۱۰/۹۲$

Eragrostis curvula:

دوره آبیاری ۲ روزه:

$wu = -۲/۲\ wL + ۰/۱۵LL + ۰/۱۹NL + ۱۸/۵۱$

دوره آبیاری ۵ روزه:

$wu = -۰/۶۳\ wL + ۰/۰۸LL + ۰/۱۵NL + ۱۷/۰۷$

دوره آبیاری۷ روزه:

$wu = -۰/۵\ wL + ۰/۰۰۴LL + ۰/۱۲۳NL$

میزان وابستگی خطی بین آب مصرفی و سه عامل فوق در کلیه تیمارهای سه گانه ضعیف بوده و معنی دار نمی باشد، به عبارت دیگر رابطه بین میزان آب مصرفی و عوامل رشد (طول، عرض و تعداد برگ) جزو روابط و توابع (مدل) خطی نیست و چنانچه خواسته شود در بررسی مقاومت به خشکی تنها به این پارامترها (طول، عرض و تعداد برگ) استناد گردد، نتیجه منطقی و قابل قبولی بدست نخواهد آمد. بنابراین فاکتورهای فوق در بررسی مقاومت به خشکی فاکتورهای مناسبی نیستند و در این مورد می بایستی به فاکتورهای دیگری مانند پتانسیل آب برگ و درجه پژمردگی گیاه استناد نمود. اما در بررسی میزان آب مصرفی جهت تولید یک گرم ماده خشک و تعیین راندمان مصرف آب از فاکتورهای فوق به شرح ذیل استفاده گردید:

پس از تعیین وزن خشک کلیه تیمارها در هر دو گونه، ابتدا میانگین آب مصرفی روزانه در هر تیمار را در کل مدت اعمال تنش ضرب نموده و سپس عدد حاصل بر میزان کل وزن خشک مربوط به هر گونه و در هر تیمار تقسیم گردید تا میزان آب مصرفی برای تولید ماده خشک موردنظر بدست آید. نتایج حاصله در جدول شماره ۳ آمده است.

جدول شماره ۳: میزان مصرف آب (نیازآبی) در ازاء تولید یک گرم ماده خشک در دو گونه مرتعی Da.gl و Er.cu

گونه / دوره آبیاری	۲ روزه	۵ روزه	۷ روزه
Da.gl	۶۸۲/۶۳	۶/۲۱	۹۱۶/۹۱
Er.cu	۶۴۹/۱	۷۶۵/۲۴	۱۳۴۸/۷۲

ارقام جدول نشان می دهد که میزان مصرف آب در تیمارهای دوم و سوم در گونه *Da.gl* کمتر از *Er.cu* می باشد. یعنی گونه *Da.gl* برای تولید یک گرم ماده خشک میزان کمتری آب نسبت به گونه *Er.cu* مصرف می نماید. به همین ترتیب چون راندمان مصرف آب با نیاز آبی نسبت معکوس دارد، می توان نتیجه گرفت که کارآیی مصرف آب در این تیمارها در گونه *Da.gl* بیشتر از گونه *Er.cu* می باشد. در کلیه تیمارها وزن خشک کل گونه *Da.gl* بیشتر از گونه *Er.cu* می باشد که مؤید این مطلب است که از آب مصرف شده به نحو مطلوبتری برای تولید ماده خشک بهره برده است. لیکن از آنجایی که مقاومت به خشکی با کارآیی مصرف آب تفاوت دارد و فاکتورهای دیگری از جمله درجه پژمردگی گیاه و پتانسیل آب برگ برای تعیین آن دخالت می نماید، لذا به منظور تعیین مقاومترین گونه به خشکی لازم است ابتدا درجه پژمردگی در دو گونه بررسی شده و آنگاه ارقام مربوط به پتانسیل آب برگ در دو گونه مقایسه گردد، که در نهایت نسبت بین میزان مصرف آب و پتانسیل آب برگ در هر دوره آبیاری به دست آید تا مشخص شود که کدام گونه و در چه دوره آبیاری نسبت به خشکی مقاومتر است.

رابطه پتانسیل آب برگ با میزان مصرف آب در گونه ها:

در کلیه تیمارها (دوره های آبیاری) پتانسیل آب برگ مربوط به گونه *Er.cu* بیشتر از گونه *Da.gl* می باشد (جدول ۴ و شکلهای شماره ۱، ۲ و ۳).

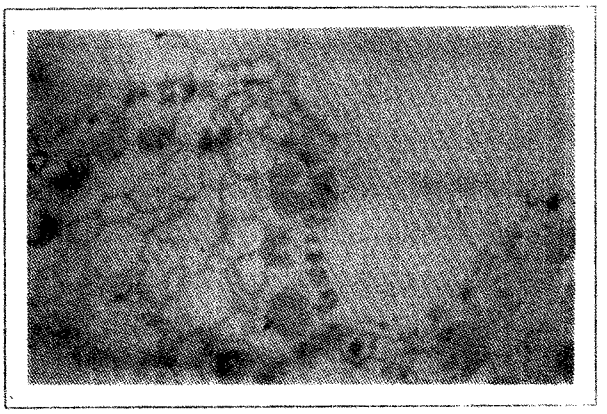
جدول شماره ۴: میانگین پتانسیل آب برگ در دو گونه مرتعی *Da.gl* و *Er.cu*

گونه / دوره آبیاری	۲ روزه	۵ روزه	۷ روزه
Da.gl	۱۴/۳۲	۱۵/۲۷	۱۹/۸
Er.cu	۱۷/۵۷	۱۸/۴	۲۰/۵

اگر نسبت بین میزان مصرف آب و پتانسیل آب برگ را برای دو گونه محاسبه نمائیم ارقام جدول ۵ به دست خواهد آمد.

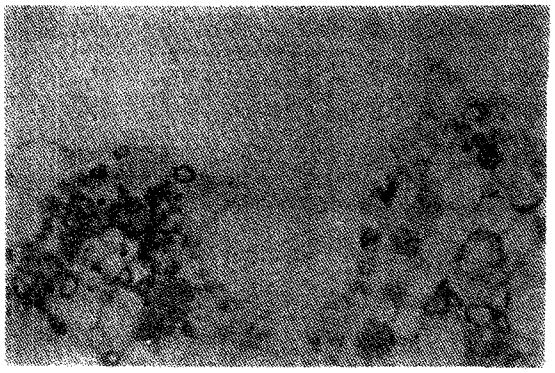
جدول شماره ۵: رابطه بین میزان مصرف آب و پتانسیل آب برگ در دو گونه مرتعی Da.gl و Er.cu

گونه / دوره آبیاری	۲ روزه	۵ روزه	۷ روزه
Da.gl	۴۷/۶۷	۳۹/۳	۴۶/۲
Er.cu	۴۸/۳۲	۴۱/۵۸	۶۵/۷۹

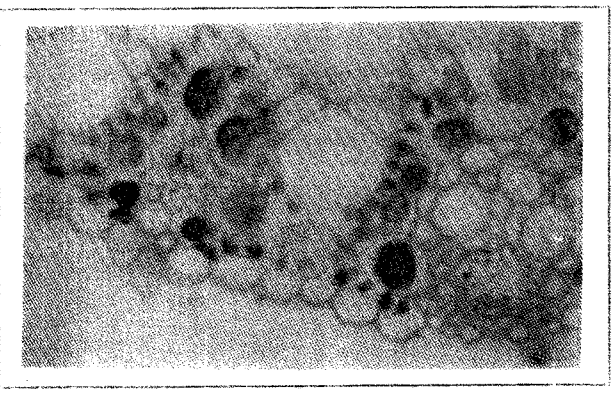


شکل شماره ۱: سلولهای حبابی شکل در گونه *Er.cu* (تیمار ۵ روزه) با بزرگنمایی ۱۳۲x

از مقایسه ارقام جدول در هر دوره آبیاری این نتیجه به دست می آید که در دوره آبیاری ۲ روزه و ۵ روزه اختلاف چندانی بین دو گونه از نظر مقاومت به خشکی وجود ندارد. (اعداد در مورد *Da.gl* به ترتیب ۴۷/۶۷ و ۳۹/۳۰ و در مورد *Er.cu* به ترتیب ۴۸/۳۲ و ۴۱/۵۸ می باشد)، لیکن در دوره آبیاری ۷ روزه گونه *Er.cu* با مقدار ۶۵/۷۹ مقاومت بیشتری در مقایسه با گونه *Da.gl* با میزان ۴۶/۳ نسبت به خشکی دارد. تفاوت بالای ارقام مربوط به دو گونه در دوره آبیاری ۷ روزه نسبت به سایر دوره ها می تواند بیانگر این باشد که با افزایش دوره آبیاری (تنش) این تفاوت چشمگیر شده و بالطبع گونه *Er.cu* مقاومت بیشتری نسبت به تنش از خود نشان خواهد داد. هم چنین از مقایسه ارقام مربوط به پتانسیل آب برگ در دو گونه نیز می توان به مقاومت بیشتر گونه *Er.cu* به خشکی در مقایسه با گونه *Da.gl* پی برد.



شکل شماره ۲: کرک تک سلولی با اپیدرم فوقانی و آوندها در گونه *Er.cu* (تیمار ۲ روزه) با بزرگنمایی ۱۳۲x



شکل شماره ۳: مزوفیل اپیدرم فوقانی و دستجات آوندی در گونه *Er.cu* (تیمار ۲ روزه) با بزرگنمایی ۱۳۲x

بحث و نتیجه گیری:

۱. اعمال تنش تحت دوره های مختلف آبیاری تأثیر چندانی بر روی پارامترهای طول و عرض برگ گیاه نداشته و این دو فاکتور بیشتر تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی گیاه قرار می گیرد ضمن آنکه دو گونه از این نظر عکس یکدیگر بودند، یعنی در دو گونه *Er.cu* اندازه طول برگ در تمام تیمارها بیشتر از *Da.gl* بود. در صورتی که در گونه *Da.gl* اندازه عرض برگ بیش از عرض برگ گونه *Er.cu* در تمام تیمارها بود.

۲. تعداد برگ و به تبع آن وزن خشک برگ و ساقه تحت تأثیر تنش قرار گرفته و کاهش می یابند. میزان کاهش تعداد برگ در دو گونه *Er.cu* در کلیه تیمارها کمتر از گونه *Da.gl* می باشد. این مطلب در خصوص وزن خشک برگ و ساقه نیز صادق است که علت را می توان به C_4 بودن گونه *Er.cu* و در نتیجه کارآیی فتوسنتزی بیشتر و توانایی پنجه زنی و افزایش تعداد برگ در آن نسبت داد.

۳. با اعمال تنش و افزایش طول دوره آبیاری رشد ریشه نسبت به برگ و ساقه افزایش می یابد. افزایش رشد ریشه در تیمارهای شاهد و ۵ روزه در گونه *Da.gl* بیشتر از گونه *Er.cu* بود. ولی در تیمار سوم (دوره آبیاری ۷ روزه) این اختلاف کاهش یافت. به نظر می رسد با افزایش طول مدت تنش میزان رشد ریشه در گونه Er.cu مرتباً افزایش می یابد. ضمناً افزایش رشد ریشه را می توان نوعی مقابله گیاه با خشکی دانست.

۴. از نظر میزان مصرف آب برای تولید ماده خشک گونه *Da.gl* بهتر از گونه *Er.cu* عمل نمود، یعنی این گونه برای تولید یک گرم ماده خشک میزان کمتری آب مصرف کرده و بنابراین دارای نیاز آبی کمتر و در نتیجه کارآیی (راندمان) مصرف آب بالاتر می باشد.

۵. هر چند کارآیی مصرف آب در گونه *Da.gl* بیشتر از گونه *Er.cu* بود، لیکن از نظر مقاومت به خشکی به دلیل بالا بودن پتانسیل آب برگ در گونه *Er.cu* و نیز میزان پژمردگی کمتر این گونه از مقاومت بیشتری نسبت به خشکی در مقایسه با گونه *Da.gl* برخوردار است.

۶. با توجه به کارآیی مصرف بیشتر آب در گونه *Da.gl* و مقاومت کمتر آن به خشکی می توان این گونه را برای کاشت در مناطق نیمه مرطوب تا مرطوب و حتی نیمه خشک و گونه *Er.cu* را به دلیل کارآیی مصرف آب کمتر و مقاومت به خشکی بیشتر جهت کاشت در مناطق نیمه خشک تا خشک توصیه نمود.

علیرغم اینکه برنامه های کاشت گونه های مرتعی در ایران که به منظور اصلاح و توسعه عرصه های مرتعی صورت می گیرد بیشتر به صورت دیم و به امید استفاده گیاهان از نزولات آسمانی انجام می شود، ولی از آنجایی که این عملیات و برنامه ها اکثراً بدون اطلاع دقیق از خصوصیات مورفولوژیکی گیاهان و عدم اطلاع از نیاز آبی، کارآیی مصرف آب و مقاومت آنها نسبت به خشکی اجرا می گردند، غالباً موفقیت چندانی نداشته و بعضاً در برآورد هدف اصلی یعنی اصلاح و توسعه مراتع نیز با شکست مواجه می گردند. لذا پیشنهاد می شود به منظور آگاهی از خصوصیات و پدیده هایی نظیر خشکی و شوری در گیاهان مرتعی، این موضوعات به صورت طرحهای تحقیقاتی در گونه های دیگر مورد مطالعه قرار گیرند. انجام این مهم موجب می شود تا برنامه کاشت گونه های مرتعی و انتخاب آنها جهت اصلاح و توسعه مراتع با خطر کمتری انجام شود.

* این پژوهش با کمکهای مالی تحقیقات و آموزش وزارت جهادسازندگی در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور انجام شده است.

منابـــــع:

1. Bennett, W. A. and Mooney, H.A. 1979. The water relations of some desert plants in Death Valley California. Flora (Jena) 168.
2. Evenari, M. Schutze, E. D. Kappeh, L. Buuschbom, U. and lange, O.L. 1975. Adaptative mechanisms in desert plants In: "physiological Adaptation to the Environment, Publishers New York".
3. Hisao, T. C., Fereres, E., and Acevedo, E. 1976. Water and Plant Life: Problems and modern approaches, Springer – Verlag, Berlin.
4. Kramer. P. J. 1969. Plant and soil water relationships. A modern synthesis. McGraw. Hill. New York.
5. Levitt, J. 1972. Responses of plants to environmental stresses, Academic Press, New York.
6. May, L. H. and Milthrope, F. L. 1962. Field crop Abstr. 15.
7. Wenkert, W, Lemon, E. R. and sinclair, T. R. 1978. Water content-potential relationship in soybean changes in component potentials for mature and immature leaves under field conditions. Ann. Bol (London) 42.