بررسی اثر تنش خشکی و آبیاری مجدد در مراحل اولیه رویشی گراس‌های دایمی فصل سرد پس از استقرار[۱]

علی گزانچیان[۲] نیراعظم خوش خلق سیما[۳] محمد علی ملبوبی[۴] اسلام مجیدی[۵]

چکیده

شناخت تحمل به تنش خشکی در سال اول در گونه‌های مختلف گراس‌ها جهت استفاده از آنها در احیا مراتع امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. به منظور بررسی اثر تنش خشکی در مراحل اولیه رویشی گراس‌ها آزمایشی در گلخانه انجام شد. دراین آزمایش، ازگلدان‌هایی با بافت خاک لومی‌شنی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار استفاده شد. عوامل مورد مطالعه شامل ۳۶ توده گراس دایمی‌شامل۱۵ گونه از هفت سرده گراس *Elymus* ، *Agropyron* ، *Secale* ، *Bromus* ، *Festuca* ، *Hordeum* و *Dactylis* که از مناطق مختلف کشور جمع آوری شده بودند و سطوح آبیاری شامل،آبیاری کامل (ظرفیت زراعی) و قطع آبیاری تا مرحله پژمردگی (۱۵- بار) بود. صفات مورد مطالعه بررسی محتوای نسبی آب برگ (RWC) در چهار زمان (شروع تنش، ظهور اولین علایم، نقطه پژمردگی و پس از رشد مجدد)، عملکرد ماده خشک ریشه و ساقه، طول ریشه وتوانایی رشد پس از یک دوره خشکی و آبیاری مجدد بود. نتایج نشان داد اثر تنش خشکی به‌طور متوسط در تمامی‌گونه‌های مورد مطالعه تاثیر معنی‌داری بر طول و وزن خشک ریشه در پایان آزمایش نداشت. ولی عملکرد ماده خشک قسمت هوایی ۵۰ درصد کاهش یافته و نسبت وزن خشک ریشه به ساقه تحت تنش خشکی ۲۲ درصد افزایش می‌یابد (P<۵ درصد). در برخی از گونه‌ها محتوای آب برگ تحت تنش شدید خشکی به کمترین مقدار تا مرز ۳۰ درصد کاهش یافت. به‌طور متوسط عملکرد ماده خشک حاصل از رشد مجدد پس از آبیاری در گونه‌های تحت تنش ۴۳ درصد بیشتر از شاهد بود. متوسط شاخص رشدمجدد در گونه‌های تحت تنش خشکی ۷۴/۱۷درصد و در شرایط آبیاری مطلوب ۶/۹۷درصد بود. بیشترین ماده خشک تولیدی پس از آبیاری مجدد در گونه‌های رونده مشاهده شد. سیستم ریشه و گسترش آن در مراحل اولیه رشد در جهت مقابله با خشکی و استفاده مجدد از آب از اهمیت زیادی برخوردار است. گونه*Elymus elongatum* از پتانسیل تولید بالایی در هر دو محیط تنش و شاهد برخوردار بود. سرده *Agropyron* spp از تحمل خوبی برخوردار بود. و ضعیف‌ترین گونه‌ها، *Bromus tomentellus* ، *Festuca ovina* و *Dactylis glomerata* بودند.

واژه‌های کلیدی: *گراس‌های پایا، تنش خشکی، محتوای نسبی آب برگ، آبیاری مجدد، رشد مجدد، گونه‌های رونده.*

---

[۱] - تاریخ دریافت:۸۳/۱۰/۲۸، تاریخ پذیرش:۸۳/۶/۳۰

[۲] - دانشجوی دکتری اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران (E-mail: agazanchi@yahoo.com)

[۳] - استادیار پژوهشی پژوهشکده تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی

[۴] - استادیار پژوهشی مرکز ملی تحقیقات مهندسی ژنتیک و تکنولوژی زیستی

[۵] - استاد پژوهشی پژوهشکده تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی

مقدمه

ایران یکی از غنی‌ترین کشورهای جهان از نظر تنوع گیاهی است. تیره *Poaceae* در کشور دارای ۱۱۵ سرده و ۳۹۷ گونه می‌باشد (مظفریان، ۱۳۸۱). گراس‌ها از مهم‌ترین تیره گیاهان مرتعی و علوفه‌ایی به‌شمار می‌روند. تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی محدود کننده بقا گراس‌ها در سال اول استقرار می‌باشد. شناخت گونه‌های مقاوم به خشکی در مراحل اولیه رویشی می‌تواند در احیای هر چه بیشتر مراتع کشور و پایداری تولید در سال‌های آتی موثر واقع گردد. مقاومت به خشکی در گیاهان، توانایی گیاه در جهت بقای در طی یک تنش بلند مدت بوده که از طریق مکانیسم‌های اجتناب[۱] یا تحمل[۲] ایجاد می‌شود (لویت ۱۹۸۰). هانگ و همکاران[۳] (۱۹۹۷) استراتژی‌های مقاومت به خشکی را در گراس‌ها توسعه سیستم ریشه در عمق، کاهش تبخیر و تعرق در برابر خشکی ذکر کردند(۱۱). کارو[۴] (۱۹۹۶) اثرات تنش خشکی را در لوله شدن برگ‌ها، کاهش تولید، سرسبزی گیاه، چین‌های برداشت و رنگ برگ‌ها (رنگ آتشی) و افزایش دمای جامعه گیاهی گراس‌ها موثر دانست(۷). بصیری راد و کادول[۵] (۱۹۹۲) و اسی و جانسون (۱۹۸۳) معتقدند که توانایی گیاهچه‌های جوان در گراس‌ها به رشد مجدد[۶]، پس از عبور از یک دوره تنش خشکی و مواجه شدن با شرایط مطلوب از جنبه‌های مهم دیگر مقاومت به خشکی می‌باشد (۵ و ۱۴). ولر[۷] و همکاران (۱۹۹۸) اظهار داشتند گراس‌های متحمل به تنش خشکی دارای بقا بیشتر برگ‌ها و پنجه‌ها در فصل خشکی،کاهش تعرق و جذب آب بیشتر از خاک، نگهداشتن پتانسیل آب گیاه، تنظیم اسمزی و ذخیره هیدرات کربن در زمان تنش در نواحی مریستمی و آماده شدن گیاه جهت رشد مجدد با بارندگی یا آبیاری پس از یک دوره خشکی بوده و رشد مجدد با قدرت پنجه‌دهی و زیست توده (بیوماس) گیاه در زمان تنش همبستگی مثبت دارد(۲۳). از عوامل دیگر مقاومت به خشکی در گراس‌ها توانایی گیاه برای رفتن به خواب طی مدت خشکی می‌باشد (آرنسون[۸] و همکاران، ۱۹۸۷). محققان زیادی به سهم ریشه در ایجاد مقاومت به خشکی در گراس‌ها اشاره کرده‌اند(۴). از مهم‌ترین عوامل در این رابطه به مقدار ریشه در واحد سطح، تراکم طولی ریشه (کارو، ۱۹۹۶)، بقا و تداوم رشد ریشه (هانگ و همکاران، ۱۹۹۷)، قدرت جذب بیشتر رطوبت و مواد غذایی پس از یک دوره خشکی (بصیری راد و کادول ۱۹۹۲) و افزایش رشد ریشه و راندمان جذب آب و هدایت مواد فتوسنتزی به سمت ریشه در زمان تنش (هانگ و گایو ۲۰۰۰) اشاره کرده‌اند(۷، ۱۰، ۵ و ۱۱). جیانگ و هانگ (۲۰۰۱) به کاهش پتانسیل اسمزی گراس‌ها طی تنش گرمایی و خشکی اشاره داشتند و سهم عمده این کاهش بخاطر افزایش مواد معدنی و آلی بوده است. همچنین کارو (۱۹۹۶) در مطالعه اثر تنش خشکی بر ارقام *Festuca arundinaceae* نشان داد با کاهش پتانسیل اسمزی، رشد مجدد پس از یک دوره خشکی و مواجه شدن با آبیاری افزایش می‌یابد. جانسون و اسی (۱۹۹۳) تنظیم اسمزی در افزایش عمق ریشه و جذب آب بیشتر و باز نگه داشتن روزنه ها موثر دانسته و نتیجه گرفتند که در گیاهان علوفه ایی این عامل می‌تواند بیشتر به نفع ریشه تمام شود(۱۵). جانسون و باست[۹] (۱۹۹۱) یکی از عوامل مقاومت به خشکی را افزایش کارایی مصرف آب (افزایش تولید به ازای آب مصرفی) در ۴ گونه گراس فصل سرد تحت تنش خشکی معرفی کردند جانسون و اسی (۱۹۹۳) کارایی مصرف آب را با ظرفیت فتوسنتزی،رفتار روزنه ها و اندازه، ساختمان و جهت قرارگیری برگ‌ها مرتبط دانستند(۱۵).

۱- Drought Avoidance

۲-Drought Tolerance

۳-Huang *etal*.

۴-Carrow

۵-Caldwell

۶- Recovery

۷-Volaire

۸-Aronson

۹-Johanson & Bassett

یکی از عوامل مهم بقا و پایداری گراس‌های دایمی‌در مراتع، استقرار مناسب و کافی در سال اول رشد می‌باشد. از آنجایی‌که از ویژگی‌های مناطق خشک و نیمه خشک وجود دوره‌های متناوب خشکی و رطوبت در زمان‌های مختلف است عدم تحمل به دوره‌های طولانی خشکی در اوایل رشد در این گیاهان بقا و تولید آن‌ها را در سال‌های آتی با خطر مواجه می‌سازد. لذا شناخت دو مکانیسم، تحمل نسبت به دوره‌های طولانی خشکی و متعاقب آن حساسیت در برابر استفاده از کمترین رطوبت حاصل از بارندگی‌های پس از دوره خشکی جهت موفقیت در استقرار گراس‌ها ضروری به نظر می‌رسد. این بررسی جهت تکمیل مطالعه قبلی (گزانچیان و همکاران ۱۳۸۳) و با توجه به فقدان اطلاعات کافی در رابطه با تحمل به تنش خشکی گراس‌های فصل سرد بومی‌ایران در اوایل رشد رویشی اجراء شده است (۱).

هدف این تحقیق الف) شناخت تحمل به تنش خشکی در مراحل اولیه رشد ۳۶ توده بومی‌گراس‌های فصل سرد ایران و عکس العمل به تنش خشکی و آبیاری مجدد پس از یک دوره خشکی ب) تعیین مقاوم‌ترین گونه‌های متحمل و موثرترین شاخص‌های انتخاب می‌باشند.

مواد و روش‌ها

آزمایش تنش خشکی در مراحل اولیه رویشی بر روی ۳۶ توده مختلف گراس دایمی‌شامل ۱۵ گونه از ۷ سرده که از مناطق مختلف کشور جمع آوری شده است انجام گرفت. برخی بذور از بانک ژن موسسه تحقیقات جنگل‌ها ومراتع تهیه و برخی مربوط به مجموعه گراس‌های پایای ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی شمال خراسان می‌باشند (جدول ۳). این آزمایش به صورت گلدانی در گلخانه پژوهشکده تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی در کرج انجام شد. گلدان‌های مورد استفاده به قطر ۱۸ و ارتفاع ۲۵ سانتیمتر و حاوی ۵ کیلوگرم با مخلوط خاک رس، ماسه و کود دامی‌کاملا نرم شده بودند. بافت خاک شنی لومی[1] با مقادیر رس ۱۹/۵۵ درصد، لای ۲۵/۵۸ درصد و ماسه ۵۴/۸۷ درصد بود، این خاک دارای ظرفیت زراعی[2] با مکش ۰/۳۳- بار، و نقطه پژمردگی با مکش ۱۵- بار به‌ترتیب ۱۳/۵درصد و ۶/۴۸درصد رطوبت وزنی داشت. پس از کشت بذر و استقرار کامل گراس‌ها آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل شیب رطوبتی در دو سطح شامل ظرفیت زراعی (شاهد) و قطع آب تا مرز نقطه پژمردگی به مدت ۵۰ روز ادامه یافت . در پایان دوره خشکی پس از برداشت علوفه از تیمار شاهد و خشکی گلدان‌ها به‌طور یکنواخت آبیاری شده و رشد مجدد مطالعه گردید. آزمایش در سه مرحله طی ۱۷۵ روز انجام گرفت. مرحله اول شامل ۹۰ روز از کشت بذر تا استقرار کامل، مرحله دوم با شروع تیمار قطع آب و طول دوره خشکی ۵۰ روزه و مرحله سوم به‌صورت آبیاری مجدد[3] به‌مدت ۳۵ روز انجام شد. دمای گلخانه در روز ۲۵ و در شب ۱۸ درجه سانتیگراد و درصد رطوبت بین ۶۰ تا ۷۰ درصد و طول دوره روشنایی و تاریکی هر کدام ۱۲ ساعت بود. لازم به ذکر است ژنوتیپ Hsp با کد بانک ژن ۴۰۴۹ از منطقه اصفهان احتمالا منشاء خارجی داشته و توسط گیاه‌شناسان داخلی تا کنون قابل شناسایی نبوده است. همچنین دو گونه *Elymus elongatum* و *Agropyron desertorum* از بجنورد، وارداتی هستند.

صفات مورد بررسی

تعداد بذر سبز شده از زمان کاشت تا روز دوازدهم درهر روز تحت شرایط آبیاری کامل ثبت گردید. محتوای نسبی آب برگ[4] (RWC) در چهار زمان (شروع تنش، ظهور اولین علایم تنش، نقطه پژمردگی و پس از رشد مجدد) بر اساس روش ولر و همکاران (۱۹۹۸) اندازه گیری شد. مقدار آب گلدان از طریق وزن کردن گلدان‌ها نیز در ابتدا و انت‌های مرحله تنش تعیین گردید. با نصب تانسیومتر در تیمار شاهد، رطوبت خاک گلدان در طول آزمایش در حد ظرفیت زراعی نگهداری شد. عملکرد ماده خشک اندام‌های

---

[1]- Sandy Loam

[2]- Field Capacity

[3]- Re-watering

[4]- Relative Water Content

هوایی پس از مدت تنش، رشد مجدد و عملکرد ماده خشک ریشه و طول ریشه بر حسب سانتیمتر پس از پایان آزمایش نیز تعیین گردید. شاخص رشد مجدد[1] از نسبت تولید در پایان رشد مجدد به تولید در طول مدت تنش (ولر و همکاران ۱۹۹۸) تعیین گردید. شاخص تحمل به تنش[2] بر اساس فرمول فرناندز ۱۹۹۲ محاسبه شد.

تجزیه آماری

داده‌های حاصل از عملکرد ماده خشک اندام‌های هوایی و زیرزمینی در مراحل مختلف آنالیز گردید. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش حداقل اختلاف معنی‌دار[3] (LSD) با نرم افزار SAS(6.12) و همبستگی صفات براساس میانگین سه تکرار با نرم افزار (SPSS11) انجام شد. گونه‌های *Festuca ovina* و *Dacylis glomerata* به خاطر عدم استقرار مناسب در مرحله اول آزمایش برای اعمال تنش خشکی از آزمایش حذف شدند.

نتایج

تاثیر تنش خشکی بر اندام هوایی

در تمامی‌گونه‌های مورد مطالعه تحت تنش خشکی عملکرد ماده خشک اندام هوایی کاهش معنی‌داری نشان دادند. به‌طور متوسط عملکرد ماده خشک در هر بوته از ۴۹۲ میلیگرم تحت شرایط آبیاری در حد ظرفیت زراعی (شاهد) به ۲۳۵ میلیگرم تحت یک دوره خشکی ۵۰ روزه کاهش یافت (جدول ۳). این کاهش در گونه‌های *Secale montanum*، *Agropyron cristatum*، *Agropyron desertorum* بیش از ۵۰ درصد بوده و کمترین اختلاف عملکرد در گونه‌های رونده[4] *Elymus repense* ارومیه و *Elymus elongatoformis* گرگان و گونه‌های *Elymus elongatum* سمنان و *Bromus confinis* اصفهان مشاهده شد (جدول ۳). برخی از گونه‌ها از قبیل *Elymus elongatum* بروجن و *Secale montanum* سمنان علیر غم کاهش شدید ماده خشک تحت تنش خشکی ولی از پتانسیل تولید بالایی در هر دو محیط تنش و عدم تنش برخوردار بودند (جدول ۳).

تاثیر آبیاری مجدد پس از یک دوره خشکی

نتایج رشد مجدد نشان داد اختلاف عملکرد ماده خشک بین گونه‌ها بسیار معنی‌دار بود. به طور متوسط هر گونه تحت تیمار تنش و عدم تنش (شاهد) به‌ترتیب ۹۳ و ۳۹ میلیگرم ماده خشک در بوته تولید کردند. به‌طور متوسط در تمامی‌گونه‌های مورد مطالعه یک‌ونیم برابر بیشتر از تیمار شاهد بود (جدول ۱).

بیشترین رشد مجدد درتیمار تنش مربوط به گونه‌های رونده سرده *Agropyron desertorum*، *Elymus* و *Elymus elongatum* و به‌ترتیب با متوسط ۱۴۳، ۱۳۷ و ۱۱۸ و کمترین مقدار تولید مربوط به گونه‌های *Bromus tomentellus* و *Festuca arundinaceae* به ترتیب ۵۰ و ۳۰ میلیگرم ماده خشک در بوته بودند همچنین دو گونه اخیر درتیمار شاهد رشد مجدد نشان ندادند. گونه *Secale montanum* هیچ‌گونه رشد مجددی طی آبیاری پس از یک دوره خشکی در تیمار تنش و عدم تنش نشان نداد. گونه *Elymus elongatum* از رشد مجدد بالاتری در هر دو محیط تنش و شاهد برخوردار بود(جدول ۳). پتانسیل رشد مجدد گونه‌های رونده از قبیل، *Elymus intermedium* ارومیه و *Elymus elongatoformis* گرگان به‌ترتیب ۱/۶ و ۲/۵ برابر تیمار شاهد بود. همچنین تولید ماده خشک بیشتر، طی رشد مجدد در تیمار تنش توانسته است، کاهش عملکرد ماده خشک بخش هوایی حاصل از دوره خشکی را به مقدار ۱۴ درصد بهبود بخشد. به‌طوری‌که عملکرد در پایان رشد مجدد به‌ترتیب در تیمار شاهد و تنش به ۵۳۱ و ۳۲۸ میلیگرم در بوته رسید (جدول ۱). بنابراین تاثیر آبیاری پس از یک دوره خشکی توانسته است گونه‌ها را از نظر رشد مجدد به سه گروه تقسیم کند.

۱-Recovery Index

۲-Stress Tolerance Index

۳-Least Significant Difference

۴-Repense

الف) گروهی که هیچ‌گونه رشد مجددی از خود نشان ندادند (*Secale montanum*).

ب) گروهی که شاخص رشد مجدد بالایی داشته و رشد مجدد توانسته است جبران کاهش تولید دوره خشکی را نموده و بیوماس کل رویشی با شاهد برابر و یا حتی بیشتر از آن شود (*Elymus intermedium* ارومیه، *Elymus elongatoformis* گرگان، *Elymus elongatum* سمنان، *Agropyron desertorum* قزوین، *Agropyron pectiniform* تبریز و بجنورد، *Bromus tomentellus* بجنورد، خرم آباد و *Bromus confinis* اصفهان و *Festuca arundinaceae* قوچان)،

ج) گروهی که فقط بخشی از کاهش تولید ماده خشک دوره خشکی را توانسته است جبران کند (سایر گونه‌ها) (جدول ۳). متوسط شاخص رشد مجدد (RI) در گونه‌های تحت تنش خشکی ۷۴/۱۷درصد و در شرایط آبیاری مطلوب ۶/۹۷درصد بود (جدول ۲).

تاثیر تنش خشکی و آبیاری مجدد بر محتوای آب برگ

متوسط محتوای نسبی آب برگ (RWC) درگونه‌های مورد مطالعه در چهار زمان شروع تنش، ظهور اولین علایم تنش، نقطه پژمردگی و پس از رشد مجدد به‌ترتیب ۷۶/۳۳، ۵۱/۴۳، ۴۶/۰۱ و ۸۰/۳۳ درصد بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که در طول مدت تنش محتوای آب برگ در تمامی‌گونه‌ها کاهش و پس از رشد مجدد افزایش یافته و تنوع زیادی بین گونه‌ها و اکوتیپ‌ها دیده شد. به‌طور متوسط مقدار محتوای آب برگ در سطح شاهد بین ۷۰ تا ۸۰ درصد بوده و در زمان مشاهده اولین علایم تنش خشکی در گیاه از قبیل لوله شدن برگ کمترین مقدار در گونه‌های *Bromus inermis* گرگان و توده ۴۰۴۹ اصفهان به‌ترتیب ۵۴/۳۸ و ۴۳/۷ درصد بود و سایر گونه‌ها در این مرحله محتوای آب برگ بیشتر از ۵۸ درصد را نشان دادند. محتوای آب برگ درپایان دوره تنش با درصد رطوبت وزنی خاک حدود ۴/۵ درصد (حدود ۱۵ - بار مکش خاک) بیشترین مقدار، مربوط به گونه‌های رونده سرده *Elymus* و *Agropyron pectiniform* به‌ترتیب ۵۷/۴۴ و ۵۶/۲۱ و کمترین مربوط به گونه‌های *Elymus elongatum* و ژنوتیپ ۴۰۴۹ اصفهان به‌ترتیب ۳۸/۶۴ و ۲۹/۳۲ درصد بود (جدول ۳).

تاثیر تنش خشکی و آبیاری مجدد بر روی ریشه

نتایج تجزیه واریانس پس از پایان آزمایش (دوره خشکی و آبیاری مجدد) بر روی ریشه نشان داد که به‌طور متوسط در گونه‌های مورد مطالعه، مرحله دوم وسوم آزمایش تاثیری معنی‌دار بر طول و وزن خشک ریشه نداشت، ولی نسبت وزن خشک ریشه به ساقه در تیمار خشکی نسبت به شاهد ۲۲درصد افزایش معنی‌داری ($P<0/05$)نشان داد(جدول۲).

وزن خشک ریشه در ۳۰ درصد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه طی مرحله تنش و رشد مجدد نسبت به شاهد افزایش نشان داد .گونه‌های *Elymus elongatoformis* گرگان، *Bromus inermis* تهران، *Secale montanum* سمنان، *Bromus tomentellus* تهران، *Bromus confinis* اصفهان، *Agropyron pectiniform* بجنورد به‌ترتیب ۲۱۵، ۹۵، ۶۶، ۶۶ و ۶۳ و ۴۰ درصد افزایش ماده خشک ریشه نسبت به شاهد نشان دادند. گونه‌های *Agropyron cristatum* گرگان و *Elymus elongatum* بروجن به‌ترتیب ۴۷ و ۴۶ درصد کاهش وزن خشک ریشه نسبت به شاهد نشان داده و سایر گونه‌ها در حد واسط قرار داشتند(جدول ۳).

تاثیر تنش خشکی بر زیست توده کل ماده خشک

اثر تنش خشکی بر ماده خشک کل (اندام هوایی و زیرزمینی) در پایان آزمایش نشان داد که اختلاف بین گونه‌ها بسیار معنی‌دار بود ($P<0/01$). هر گونه به‌طور متوسط تحت شرایط آبیاری نرمال ۵۹۳/۵۵ و تنش خشکی ۳۷۹/۳۶ میلیگرم تولید ماده خشک در بوته نشان دادند (جدول ۱). تمامی‌گونه‌ها تحت تنش خشکی کاهش عملکرد نشان دادند، ولی ۲۷ درصد گونه‌ها توانستند با رشد مجدد حاصل از آبیاری جبران کاهش تولید مدت تنش را نموده و در نهایت تولیدی برابر یا بیشتر، نسبت به شاهد نشان دهند.

این آزمایش نشان داد که بیشترین تولید ماده خشک مربوط به گونه‌های *Agropyron desertorum* بجنورد

(II)، *Elymus elongatoformis* گرگان، *Bromus confinis* اصفهان و *Elymus elongatum* سمنان به‌ترتیب ۴۷، ۴۰، ۱۸، ۸ و ۶ درصد که افزایش تولید نسبت به شاهد نشان دادند. این ویژگی در گونه‌های با رشد متوسط بیشتر مشهود است. از طرفی برخی از گونه‌ها از قبیل *Elymus elongatum* بروجن علیرغم کاهش عملکرد تحت شرایط تنش، از پتانسیل تولید بالایی در هر دو محیط برخوردار بودند. به‌طوری‌که تولید ماده خشک در زمان تنش به مراتب بیشتر از تولید بسیاری از گونه‌ها در شرایط نرمال می‌باشد. همچنین این گونه از شاخص تحمل به خشکی (STI) بالایی برخوردار بود (جدول ۳).

همبستگی صفات

نتایج همبستگی صفات نشان داد که بین تیمار تنش و شاهد در طول مدت خشکی و رشد مجدد، نقش ریشه از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. به‌طوری‌که گونه‌های که از وزن خشک ریشه بیشتری برخوردار بودند تولید بیشتری در زمان تنش خشکی از خود نشان دادند($r=۰/۵۳$). از طرفی تولید بیشتر در زمان تنش خشکی با شاخص رشد مجدد همبستگی منفی و معنی‌دار ($r=۰/۵۱$) نشان داد(جدول ۲). همچنین با جذب آب بلافاصله پس از آبیاری مجدد، محتوای نسبی آب برگ افزایش معنی‌دار ($r=۰/۵۶$) نشان داد و در تیمار تنش نقش وزن خشک ریشه نسبت به طول آن در عملکرد رشد مجدد بیشتر بود ($r=۰/۵۲$ در مقابل $r=۰/۲۹$) (جدول ۲). ماده خشک کل تولیدی در تیمار تنش با عواملی از قبیل طول و وزن خشک ریشه از همبستگی بیشتر و معنی‌داری نسبت به شاهد برخوردار بود. گونه‌هایی که شاخص تحمل به تنش (STI) بیشتری داشتند از عملکرد ماده خشک کل بالاتری در طول آزمایش در شرایط تنش ($r=۰/۶۶$) و عدم تنش ($r=۰/۴۶$) برخوردار بودند.

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین عوامل بقا در گراس‌های دایمی‌استقرار مناسب در سال اول رشد می‌باشد. برخی از این گونه‌ها در مراحل اولیه رشد پس از جوانه زنی و استقرار از حساسیت زیادی برخوردار بوده و حتی در شرایط آبیاری مطلوب ممکن است نتوانند استقرار مناسبی از خود نشان دهند. این موضوع برای گونه‌های بومی‌جمع آوری شده از مراتع نسبت به بذور اصلاح شده تکثیری در شرایط مطلوب محسوس‌تر است. در این گونه‌ها ممکن است علاوه بر رطوبت، نیازهای بوم شناختی خاصی از قبیل تناوب سرما، گرما و تغذیه نقش داشته باشد. دراین آزمایش استقرار اولیه دو گونه *Festuca ovina* و *Dactylis glomerata* جهت اعمال تنش خشکی مناسب نبودند. این موضوع در مورد گونه *Festuca ovina* حادتر بود. گزانچیان و همکاران (۱۳۸۳) در بررسی جوانه زنی و استقرار گراس‌ها تحت تنش خشکی دو گونه، *Festuca ovina* و *Dactylis glomerata* را حساس معرفی کردند(۱). از طرفی به‌طور طبیعی زادآوری گونه *Festuca ovina* در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی متر به‌وفور مشاهده می‌شود. ایزیل استین[1] و همکاران (۲۰۰۲) به عوامل زنده و غیر زنده از قبیل نیازهای بوم شناختی برخی از گراس‌های چمنی اعم از مواد غذایی، بستر بذر و مقدار رطوبت اشاره نموده که می‌تواند در بقا و استقرار آن‌ها موثر باشد. از دیگر گونه‌هایی که در شرایط مطلوب نتوانستند استقرار مناسب نشان دهند گونه *Bromus tomentellus* بود ولی تعداد بوته باقی مانده نشان داد چنانچه استقرار اولیه صورت گیرد از تحمل به تنش خوبی برخوردار است.

دراثر تنش خشکی تمامی‌گونه‌های مورد مطالعه به‌طور متوسط تا ۵۰ درصد کاهش ماده خشک برحسب گرم در بوته را نشان دادند (۲۰). کاهش تولید در گراس‌ها را بخاطر کاهش در فتوسنتز، فشار تورگر و رشد سلولی (پاند و سینگ[2] ۱۹۸۱). شناخت مکانیسم‌های مرفولوژیکی، آناتومیکی و فیزیولوژیکی در ارزیابی تحمل به تنش خشکی در گراس‌ها از اهمیت ویژه ایی برخوردار است (کارو ۱۹۹۶).

---

[1]-Isselstein

[2]-Pande & Singh

یکی از نکات قابل توجه در این تحقیق این است که به‌طور متوسط گونه‌های تحت تنش خشکی طی آبیاری مجدد، ۴۳درصد عملکرد ماده خشک بیشتری نسبت به شاهد از خود نشان دادند. بنابراین تنش خشکی نقش موثری در افزایش تولید در زمان رشد مجدد داشته است. از طرفی افزایش رشد مجدد در تمامی‌گونه‌هایکسان نبود و گونه‌ها تحت آبیاری مجدد واکنش متفاوتی نشان دارند. بیشترین رشد مجدد مربوط به گونه‌های رونده و کمترین مربوط به گونه‌های *Festuca arundinaceae* و *Secale montanum* بود که هیچ‌گونه رشد مجددی را نشان نداند. ولر و همکاران (۱۹۹۸) یکی از عوامل مقاومت به خشکی در گونه *Dactylis glomerata* توانایی رشد مجدد پس از یک دوره خشکی و مواجه شدن با بارندگی یا آبیاری گزارش کردند و بیان می‌دارند که گیاهان مقاوم از قدرت پنجه زنی، بیوماس بالا و تجمع هیدرات کربن در پنجه ها در زمان تنش برخوردار هستند. همچنین سرعت رشد برگ در زمان رشد مجدد در شرایط تیمار ۱۵۰درصد بیشتر از شاهد بود. نامبردگان عامل اصلی بالا بودن سرعت رشد را در ذخیره هیدرات‌های کربن به‌شکل قندهای سوکروز و ازت به‌صورت پرولین در غلاف‌ها ی برگ در انتهای دوره خشکی می‌دانند. کارو (۱۹۹۶) یکی از عوامل مهم در رشد مجدد گراس‌ها را کاهش پتانسیل اسمزی در طی مدت تنش عنوان کرد. با توجه به همبستگی صفات در این مطالعه، رشد مجدد تحت تیمار تنش با توانایی هر چه بیشتر جذب آب با آبیاری پس از یک دوره خشکی (محتوای نسبی آب برگ در دوره رشد مجدد) و وزن خشک ریشه همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد (جدول۳). همچنین رابطه تولید ماده خشک در زمان تنش با رشد مجدد منفی ومعنی‌دار است (r=۰/۵۱) این موضوع نشان می‌دهد گونه‌هایی که در زمان تنش خشکی از تولید کمتری برخوردارند و یا به‌خواب می‌روند (گف[1] ۱۹۷۱) به‌دلیل توانایی در ذخیره بیشتر مواد فتوسنتزی در زمان تنش، پس از دریافت رطوبت از رشد مجدد بیشتری برخوردارند(۹). لذا این احتمال وجود دارد تحت تنش خشکی با کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه، متابولیت‌های بیشتری را در ریشه ذخیره کرده تا پس از بارندگی یا آبیاری مجدد بهتر بتواند از آن در جهت بقا استفاده کند. کمپ و کلونر[2] (۱۹۹۰) معتقدند یکی از استراتژی‌های مهم در گراس‌های پایا بالا نگه داشتن تولید در زمان خشکی نیست، بلکه توانایی در جهت بقا طی مدت خشکی و رشد مجدد سریع با دریافت آب پس از دوره خشکی می‌باشد(۱۶). همچنین خواب یا استراحت جوانه‌های رویشی تحت تنش خشکی شدید از استراتژی‌های مقاومت به خشکی در گراس‌ها است (اورام[3] ۱۹۸۳).

در مطالعه حاضر برخی از گونه‌های مورد مطالعه از قبیل *Agropyron desertorum* بجنورد (II)، *Elymus elongatum* گرگان و سمنان، *Bromus confinis* اصفهان، *Agropyron desertorum* قزوین و حتی *Festuca arundinaceae* قوچان طی تنش خشکی و به دنبال آن آبیاری مجدد توانسته تولید ماده خشک را نسبت به شاهد افزایش دهد و این‌طور نشان می‌دهد که با اثر سوء خشکی ولی با آبیاری مجدد کاملا رفع شده است (جدول ۳). هانگ و همکاران (۱۹۹۷) در بررسی اثر تنش خشکی به‌مدت ۶۰ روز بر ۷ گونه گراس دایمی‌فصل گرم و ۱۴ روز رشد مجدد، گزارش کردند که ۴ گراس از گونه‌های *Eremochloa ophiaroides* و *Paspalum vaginatum* طی مدت خشکی و آبیاری مجدد توانسته‌اند تولیدی برابر شاهد از خود نشان دهند درصورتی‌که تمامی‌گونه‌های مورد مطالعه در زمان تنش خشکی کاهش مقدار کلروفیل، محتوای آب برگ و افزایش درجه حرارت برگ را نشان دادند. همچنین آن‌ها معتقدند یکی از جنبه‌های مقاومت به خشکی در گراس‌ها توانایی گیاه به رشد مجدد پس از گذران دوره خشکی و مواجه شدن با رطوبت کافی است.

---

[1]-Gaff

[2]-Kemp & Culvenor

[3]-Oram

از دیگر گونه‌های متحمل به خشکی در این آزمایش گونه‌های رونده از قبیل *Elymus elongatoformis* گرگان می‌باشد که ۲/۵ برابر ماده خشک تولیدی نسبت به شاهد در طی رشد مجدد توانسته است کاهش ۲۵ درصدی ماده خشک دوران تنش خشکی را جبران کند. یکی از دلایل مهم مقاومت به خشکی، گسترش سیستم ریشه و پتانسیل ذخیره هیدرات‌های کربن در زمان تنش این گونه‌ها بوده که در تیمار تنش خشکی وزن خشک ریشه سه برابر بیشتر از شاهد بوده و بیشترین عملکرد ریشه را نشان می‌دهد (جدول ۳). هانگ و گایو (۲۰۰۰) با نشاندار کردن کربن ۱۴ در گونه *Festuca arundinaceae* نشان دادند که خشکی سبب کاهش مواد فتوسنتزی در برگ‌ها شده ولی سهم انتقال به ریشه بیشتر بوده است و انتقال کربن ۱۴ در گیاهان تحت تنش خشکی ۱۲ تا ۲۰ بار بیشتر از شاهد بوده این ذخیره در عمق ۴۰ تا ۶۰ سانتیمتر بیشتر بوده است و انتقال کربن به یقه گیاه معنی‌دار نبود. این نتایج مؤید آن است که تحت تنش خشکی یکی از بهترین مکان‌های ذخیره مواد متابولیتی در ریشه می‌باشد.

یکی از مهم‌ترین عوامل تحمل به تنش خشکی گستردگی سیستم ریشه می‌باشد که می‌تواند از طریق توسعه ریشه، افزایش حجم ریشه و زنده مانی (هانگ و همکاران ۲۰۰۰) و افزایش نسبت ریشه به ساقه تحمل به خشکی را افزایش دهد (پاند وسینگ ۱۹۸۱). دراین تحقیق ۸۰درصد درصد گونه‌ها، تحت تنش خشکی نسبت ریشه به ساقه آن‌ها از ۱ تا ۵ برابر نسبت به شاهد افزایش یافتند.گونه‌های رونده از قبیل *Elymus repense* ارومیه، *Elymus elongatoformis* گرگان از نسبت بیشتری برخوردار بودند. پونگ نایر و هنز (۱۹۹۶) نیز نشان دادند که در بیشتر گراس‌ها تحت تنش خشکی نسبت ریشه به ساقه افزایش می‌یابد. جانسون و ا سی (۱۹۹۳) ا ظهار داشتند که در گراس‌های دایمی‌فصل سرد در مناطق خشک، جهت بقا و استفاده هر چه بیشتر از منابع رطوبتی خاک نسبت ریشه به ساقه افزایش می‌یابد.

یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی مقاومت به خشکی در گیاهان محتوای نسبی آب برگ (RWC) می‌باشد (لالور و کورنیک ۲۰۰۲ و بلوم ۲۰۰۱). در گونه‌های مورد مطالعه بیشترین مقدار RWC در پایان دوره خشکی (نقطه پژمردگی) مربوط به گونه‌های *pectiniform Agropyron* و *Elymus repense* و کمترین مربوط به گونه *Elymus elongatum* بود. بالابودن RWC در این زمان ممکن است به‌خاطر حذف برخی از برگ‌ها و جوانتر ماندن سایر برگ‌ها باشد. طی رشد مجدد RWC در تمامی‌گونه‌ها افزایش یافت و این نشان دهنده قدرت جذب آب پس از یک دوره خشکی می‌باشد. ریولی و همکاران (۲۰۰۱) با مطالعه بر روی ۸ گراس بومی در استرالیا نتیجه گرفتند گراس‌هایی که در پایین‌ترین سطح رطوبت خاک قرار دارند و محتوای آب برگ کمتر از ۲۵ درصد را نشان می‌دهند جزو گیاهان با مکانیسم تحمل به‌شمار می‌روند. لودلو (۱۹۸۹) مکانیسم های مقاومت به خشکی را بر اساس RWC به سه دسته تقسیم کرد، به طوری‌که گیاهانی که تحت تنش خشکی RWC کمتر از ۲۵درصد را نشان می‌هند دارای مکانیسم تحمل و آن‌هایی که RWC بیشتر از ۵۰ درصد دارای مکانیسم اجتناب از خشکی و چنانچه بین این دو مقدار باشد به‌صورت حد واسط خواهد بود. همچنین پونگ نایر و هنز (۱۹۹۶) بالا بودن مقدار محتوای آب برگ در زمان تنش را نشان‌دهنده فعالیت فتوسنتزی بیشتر گیاه می‌دانند. در این مطالعه *Agropyron desertorum* بجنورد (II) بیشتر این ویژگی را نشان می‌دهد.

یکی از مهم‌ترین اقدامات اصلاحی در بحث مقاومت به خشکی انتخاب صحیح ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی می‌باشد چنانچه صرفا به کم بودن کاهش (شیب خط تولید) تولید ماده خشک نسبت به شاهد توجه شود، ممکن است گونه‌هایی که پتانسیل بالایی در هر دو محیط داشته ولی از اختلاف بیشتری با شاهد برخوردار هستند مورد انتخاب قرار نگیرند. به عنوان مثال کمترین کاهش تولید نسبت به شاهد در طول آزمایش مربوط به گونه *Elymus elongatum* سمنان و *Agropyron desertorum*

بجنورد (II) بوده از طرفی پتانسیل تولید ماده خشک *Elymus elongatum* بروجن علیرغم کاهش شدید نسبت به شاهد ولی تولید ماده خشک این ژنوتیپ حتی از تولید ماده خشک سطح شاهد بسیاری از گونه‌ها بیشتر است (جدول ۳). لذا جهت از دست ندادن این اطلاعات استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی از قبیل شاخص تحمل به خشکی (STI) (فرناندز ۱۹۹۲) می‌توان در انتخاب گونه‌های متحمل به خشکی با تولید بالا در هر دو محیط تنش و شاهد کمک جست. این شاخص با صفات زیادی هبستگی نشان داد (جدول۲). با بررسی این شاخص در این تحقیق مشخص گردید که گونه *Elymus elongatum* (بخصوص منطقه بروجن) از بیشترین شاخص تحمل به خشکی برخوردار است.

از موارد کاربردی این تحقیق می‌تواند ارایه راهکارهای اصلاحی در جهت ا صلاح مقاومت به خشکی در گراس‌های پایا در مطالعات آتی باشد. عوامل ا صلاحی در را بطه *Festuca ovina* و *Dactylis glomerata* تعیین بهترین روش‌های استقرار و در مورد گونه *Bromus tomentellus* علیرغم جوانه زنی و استقرار بالا طی تنش خشکی در مرحله جوانه زنی و استقرار که در آزمایش قبلی به‌دست آمد، پنجه زنی بیشتر و سرعت رشد بیشتر می‌توان عنوان کرد. عامل مهم اصلاحی در مورد گونه *Secale montanum* با توجه به پتانسیل تولید بالا، عدم رشد مجدد پس از طی دوره خشکی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ضعف‌های این گونه در مراحل اولیه رویشی مطرح می‌باشد. با توجه به تنوع ژنتیکی کافی بین اکوتیپ‌های داخل گونه ایی می‌توان ژنوتیپ‌های برتر را برای صفات مختلف تحمل به خشکی را شناسایی کرد .

به عنوان نتیجه‌گیری کلی باید گفت که مقاومت به خشکی در مراحل اولیه رشد گراس‌های پایا پس از مرحله جوانه زنی و استقرار یکی از مهم‌ترین مراحل بقا در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. عوامل مهم در ایجاد مقاومت به خشکی در این مرحله شامل سه بخش می‌باشد .الف) در مواقعی که رطوبت کافی موجود باشد، رشد سریع، پنجه زنی زیاد، استفاده هرچه بیشتر از آب قابل دسترس (کارایی مصرف آب بالا) ب) در زمان مواجه شدن با خشکی، کاهش تبخیر وتعرق، کاهش فعالیت فتوسنتزی، ارسال مواد فتوسنتزی به ریشه و گسترش آن ج) مواجه شدن با بارندگی پس از یک دوره خشکی (رشد مجدد) جذب هر چه سریعتر آب و مواد غذایی از خاک و سرعت رشد هرچه بیشتر و جبران کاهش تولید ماده خشک در دوره تنش می‌باشد. یکی از جالب‌ترین نتایج این تحقیق، افزایش ۴۳ درصدی رشد مجدد گیاهان تحت تنش نسبت به شاهد بوده که این موضوع در گیاهان رونده محسوس‌تر می‌باشد. در بین گونه‌های مورد مطالعه گونه *Elymus elongatum*، *Elymus elongatoformis* و *Agropyron desertorum* از تحمل خوبی در برابر خشکی و استفاده از جذب آب پس از آن برخوردار بودند. گونه‌های *Bromus tomentellus* بدلیل تاخیر در پنجه زنی و عدم رشد کافی و *Festuca arundinaceae* کاهش شدید رشد و رشد مجدد کم از حساسیت بیشتری نسبت به خشکی برخوردار بودند. گستردگی سیستم ریشه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین صفات در جهت ایجاد مقاومت به خشکی مطرح است. همچنین پیشنهاد می‌گردد برای موفقیت در احیای مراتع کشور از طریق بذر کاری ضمن رعایت تاریخ کاشت مناسب و منطبق بر بارندگی به بنیه و سلامت بذر توجه گردد.

با توجه به فراوانی تنوع ژنتیک بین گراس‌ها در ایران، انتخاب گونه‌های مقاوم با صفات مطلوب نیز میسرمی‌باشد. اصلاح جهت مقاومت به خشکی در توده‌های بومی در راستای احیاء مناطق خشک و نیمه خشک امری اجتناب ناپذیر بوده و بررسی صفات مهم از قبیل سیستم ریشه و ذخیره‌سازی مواد متابولیت، قدرت پنجه‌زنی و سرعت رشد مجدد زیاد و کارایی مصرف آب در تحقیقات آینده ضروری به نظرمی‌رسد.

تقدیر و تشکر

از پژوهشکده تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی به جهت همکاری در اجرای طرح و از بانک ژن موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع جهت در اختیار قرار دادن بخش عمده بذر گراس‌ها تشکر و قدردانی می‌شود.

جدول ۱- جدول میانگین مربعات و مقایسه میانگین آبیاری و قطع آب بر پارامترهای مختلف گراس‌ها در مراحل اولیه رویشی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد ساقه و برگ	عملکرد ریشه	عملکرد رشد مجدد	عملکرد کل ماده خشک (رشه وساقه)	شاخص رشد مجدد	عملکرد کل ماده خشک رویشی (ساقه)	طول ریشه	نسبت وزن ریشه به ساقه
سطوح آبیاری	۱	۲ / ٦٨	۰/ ۰۰۳۸	۰/ ۱۳۲	۱/۷۸	۷/ ۲۵	۱/ ٦۲	۱/ ٤۲	۰/ ۰۲۳
گونه	۳۰	۵ / ٦۰	۰/ ۱۳۵	۰/ ۰۱۱	۰/ ۲۷۹	۰/ ۲۳	۰/ ۲۳	۱۷٦/ ۹۸	۰/ ۰۰٦
سطوح آبیاری × گونه	۳۰	۱ / ۵۹	۰/ ۰٤۷	۰/ ۰۰۵	۰/ ۰۷۹	۰/ ۲۰۸	۰/ ۰٦۷	۱۵۳۷ / ٦۳	۰/ ۰۰۲۹
خطا	۱۱۷	۰/ ۲۳	۰/ ۰۰۹	۰/ ۰۰۳	۰/ ۰٤۱	۰/ ۰٤٦	۰/ ۰۳۳	۳۵/ ۲۷	۰/ ۰۰۲۲
ضریب تغییرات درصد (CV)	-	٤۲/ ٤۸	۵٤/ ٤۳	۸٦/ ٤۸	٤۲/ ۰۲	۷۷	٤۳/ ۸۹	۲٦/ ۰۹	۵۵/ ۷٦
مقایسه میانگین	-								
ظرفیت زراعی (شاهد Fc)	-	٤۹۲/ ۱A	٦۲/ ۲۵A	۳۹/ ۱۹B	۵۹۳/ ۵۵a	۰/ ۰۷۲B	۵۳۱/۳۰ A	۲۲/ ۷٦ A	۰/ ۱۰۷B
قطع آب	-	۲۳٤/ ٦B	۵۱/ ۲۸ A	۹۳/ ٤٦A	۳۷۹ /۳٦B	۰/ ٤۷۵A	۳۲۸ /۰۸B	۲۲ ۷۵A	۰/ ۱۳۰A
LSDدرصد	-	٤٦/۷۵	۹	۱۷ /٤۹	٦۱/ ۲۱	۰/ ۰٦۵	۵٤ /۷۵	۱/ ۸۲	۰/ ۰۱٤
واحد	-	mg/plant	mg/plant	mg/plant	mg/plant	-	mg/plant	cm	-
درصد کاهش نسبت به شاهد	-	۵۰/ ۷۷	ns	-	۳٤/ ۱۱	-	۳٦/ ٦۲	ns	-
درصد افزایش نسبت به شاهد	-	-	-	٤۲/۸۵	-	٤۸٤/٦۱	-	-	۲۱ /۵

جدول ۲-همبستگی صفات در دو سطح آبیاری (شاهد) و تنش در مراحل اولیه رویشی گراس‌های پایه کمی

سطح آبیاری	صفات	RE	RE I	RW C	ReRWC	RL	RD	Tota l D	WUE	STI
شاهد	YI	./۵۱**	./ ۲۵	./۱۸	-./۰۸	./۱۷	./۴۳	./۹۹**	./۹۹**	./۳۴
	RE		./۳۲	./۲۱	-./۰۵	-./۲۳	./۴۸**	./۹۹**	./۹۹**	./۸۹**
	RE I			./۳۱	./۴۵*	./۵۹**	./۴۸**	./۳۴	./۲۵	./۷۴**
	RW C				./۳۲	./۱۷	./۲۶	./۲۲	./۱۸	./۳۰
	ReRWC					./۴۹**	./۲۸	-./۰۳	-./۰۴	./۳۲
	RL						./۶۷**	./۲۷	./۱۷	./۷۰**
	RD							./۵۴**	./۴۳*	./۷۰**
	Total D								./۹۹**	./۴۶**
	WUE									./۳۴
تنش	YI	./۱۳	-./۵۱**	-./۲۸	./۳۴	./۵۴**	./۵۳**	./۸۸**	./۸۸**	./۴۶**
	RE		-./۰۱	./۱۶	./۵۶**	./۲۸	./۵۲**	./۵۷**	./۱۱	./۵۴**
	RE I			-./۰۱	-./۳۱	-./۲۸	-./۳۳	-./۴۳*	-./۴۳*	-./۱۴
	LRW C				./۳۱	-./۰۷	-./۱۵	-./۱۸	-./۳۶	-./۲۲
	ReRWC					./۳۷*	./۴۳*	./۵۴**	./۱۷	./۳۲
	RL						./۶۴**	./۶۲**	./۴۴**	./۴۱*
	RD							./۷۷**	./۴۰*	./۶۲**
	Total D								./۷۶**	./۶۶**
	WUE									./۴۶*

جدول ۳- اثر تنش خشکی و آبیاری مجدد بر پارامترهای مختلف و تولید ماده خشک گراس‌ها در مراحل اولیه رویشی بذر وارداتی

شاخص تحمل	درصد محتوای آب برگ	وزن ماده خشک (میلیگرم در بوته)																نام سرده و گونه	محل جمع آوری	مخفف
به تنش				بیو ماس کل			ریشه		رشد مجدد		قطع آب	آبیاری								
STI	آبیاری مجدد	تنش شدید	تنش متوسط	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد								
۰/۱۵۳	۰/۰۰	۴۷/۳۰	۶۸/۸۰	۷۷/۱	۱۷۱/۷	۴۵۰/۹	۶۱/۷	۶۰/۹	۰	۰	۱۱۰	۳۹۰							زنجان	SmZ
۰/۱۸۲	۰/۰۰	۴۳/۳۳	۷۵/۱۲	۷۷	۱۹۶/۰	۳۹۲/۴	۴۶/۰	۵۲/۴	۰	۰	۱۵۰	۳۴۰							بروجن	SmB
۱/۸۱۲	۰/۰۰	۴۱/۴۵	۶۲/۰۵	۷۱/۷۴	۴۵۰/۴	۱۲۶۴/۳	۴۰/۴	۲۴/۳	۰	۰	۴۱۰	۱۲۴۰							سمنان	SmS *
۰/۷۱۵	۰/۰۰	۴۴/۰۳	۶۸/۶۶	۷۵/۲۸	۲۷۲/۷	۷۰۲/۵	۴۹/۴	۴۵/۹	۰	۰	۲۲۳	۶۵۷							میانگین	
۰/۱۳۴	۷۶/۹۸	۴۰/۶۴	۷۳/۱۲	۷۷/۱۴	۱۸۹/۶	۲۸۸/۳	۳۹/۶	۳۸/۳	۵۰	۲۰	۱۰۰	۲۳۰							تهران	AcT
۰/۸۵۳	۸۰/۱۲	۴۴/۶۹	۶۰/۵۵	۸۳/۱۸	۴۳۱/۶	۷۲۵/۵	۵۱/۶	۹۵/۵	۱۷۰	۶۰	۲۱۰	۵۷۰							گرگان	AcG
۰/۴۹۳	۷۸/۵۵	۴۲/۶۷	۶۸/۳۳۵	۸۰/۱۶	۳۱۰/۶	۵۰۶/۹	۴۵/۶	۶۶/۹	۱۱۰	۴۰	۱۵۵	۴۰۰							میانگین	
۲/۱۴۹	۸۳/۲۷	۳۲/۶۴	۵۲/۹۵	۸۴/۵۸	۵۷۹/۱	۱۲۷۲/۰	۵۹/۱	۱۱۲/۰	۱۱۰	۱۴۰	۴۱۰	۱۰۲۰							بروجن	EeBr
۲/۰۴۰	۸۱/۲۴	۳۳/۲۱	۵۸/۲۹	۸۰/۳۱	۶۰۳/۱	۱۱۹۱/۱	۷۳/۱	۱۱۱/۱	۷۰	۱۵۰	۴۶۰	۹۳۰							گرگان	EeG
۰/۶۷۳	۸۶/۲۲	۴۲/۵۹,	۵۷/۲۱	۶۷/۶	۵۱۲/۲	۴۷۴/۸	۶۲/۲	۵۴/۸	۱۲۰	۳۰	۳۳۰	۳۹۰							سمنان	EeS
۱/۱۴۷	۷۸/۴۸	۳۷/۵۷	۶۹/۰۹	۷۹	۵۴۹/۸	۷۷۵/۵	۸۹/۸	۷۵/۵	۱۳۰	۸۰	۳۳۰	۶۲۰							یزد	EeY *
۱/۳۸۰	۸۱/۳۳	۴۷/۲۰	۶۰/۵۶	۶۷/۹۷	۵۱۳/۱	۱۰۲۸/۷	۷۳/۱	۱۴۸/۷	۱۶۰	۱۱۰	۲۸۰	۷۷۰							بجنورد	EeBo*
۱/۴۷۸	۸۲/۱۱	۳۸/۶۴	۵۹/۶۲	۷۵/۸۹	۵۵۱/۵	۹۴۸/۴	۷۱/۵	۱۰۰/۴	۱۱۸	۱۰۲	۳۶۲	۷۴۶							میانگین	
۰/۸۹۱	۸۱/۹۶	۴۸/۳۰	۴۸/۳۲	۷۳/۶۸	۵۷۸/۴	۵۶۸/۹	۷۸/۴	۶۸/۹	۲۳۰	۰	۲۷۰	۵۰۰							قزوین	AdG
۰/۶۳۴	۸۱/۹۳	۴۱/۴۳	۶۱/۵۱	۷۹/۶۴	۳۸۸/۷	۶۵۵/۱	۷۶/۷	۸۵/۱	۱۲	۴۰	۳۰۰	۵۳۰							سنندج	AdS
۰/۸۲۹	۸۷/۱۲	۵۳/۷۸	۶۹/۰۵	۸۴/۳۱	۳۷۵/۷	۷۷۳/۰	۳۵/۷	۸۹/۰	۱۶۰	۴	۱۸۰	۶۸۰							بجنورد	AdBo *
۰/۷۸۴	۸۳/۶۷	۴۷/۸۴	۵۹/۶۳	۷۹/۲۱	۴۴۷/۶	۶۶۵/۷	۶۳/۶	۸۱/۰	۱۳۴	۱۵	۲۵۰	۵۷۰							میانگین	
۰/۱۹۹	۸۴/۳۱	۵۵/۷۷	۶۱/۰۶	۶۶/۳۴	۲۶۳/۴	۲۹۰/۰	۳۳/۴	۴۷/۰	۹۰	۳	۱۴۰	۶۲۳							تبریز	ApT
۱/۴۸۹	۷۶/۲۳	۴۹/۸۰	۶۴/۶۶	۷۹/۵۱	۲۵۸/۹	۶۲۶/۹	۳۸/۹	۵۶/۹	۶۰	۸۰	۱۶۰	۴۹۰							سمنان	ApS
۰/۲۵۹	۸۲/۱۰	۵۰/۱۰	۶۴/۳۱	۷۸/۵۲	۲۹۸/۸	۳۱۱/۱	۳۸/۸	۳۱/۱	۱۰۰	۲۰	۱۶۰	۲۶۰							بجنورد	ApBo I
۰/۳۳۰	۸۶/۳۸	۶۹/۱۵	۷۲/۱۶	۷۵/۱۷	۴۱۰/۲	۲۷۸/۶	۴۰/۲	۲۸/۶	۱۴۰	۲۰	۲۳۰	۲۳۰							بجنورد	ApBo II
۰/۵۶۹	۸۲/۲۶	۵۶/۲۱	۶۵/۵۵	۷۴/۸۹	۳۰۵/۳	۷۳۱/۷	۳۷/۸	۴۰/۹	۹۸	۳۱	۲۴۹	۵۸۰							میانگین	
۰/۸۵۵	۸۰/۲۰	۴۳/۶۸	۶۶/۱۹	۸۱/۲۲	۴۷۶/۴	۷۱۶/۳	۷۶/۴	۱۱۶/۳	۱۳۰	۵۰	۲۷۰	۵۵۰							ارومیه	EiO
۰/۶۳۹	۸۶/۳۷	۵۸/۰۰	۷۰/۹۹	۸۳/۹۸	۶۱۱/۰	۴۳۷/۸	۱۵۱/۰	۴۷/۸	۲۱۰	۶۰	۲۵۰	۳۳۰							گرگان	EeIG
۰/۳۹۸	۸۲/۴۲	۷۰/۶۴	۷۵/۷۵	۸۰/۸۵	۳۴۷/۱	۴۱۴/۸	۳۷/۱	۵۴/۸	۹۰	۵۰	۲۲۰	۳۱۰							ارومیه	ErO
۰/۶۳۱	۸۳/۰۰	۵۷/۴۴	۷۰/۹۸	۸۲/۰۲	۴۷۸/۲	۵۲۳/۰	۸۸/۲	۷۳/۰	۱۴۳	۵۳	۲۴۷	۳۹۷							میانگین	
۰/۰۰۰	۰/۰۰	۴۵/۰۸	۵۸/۶۱	۷۲/۱۳	۵۴/۲	۲۸/۱	۵/۲	۲۸/۱	۴۰	۰	۹	۰							بجنورد	BtBo
۰/۰۲۶	۰/۰۰	۳۸/۸۸	۶۰/۳۹	۷۲/۱۳	۱۰۵/۸	۹۷/۶	۱۵/۸	۱۷/۶	۹۰	۰	۰	۸۰							خرم آباد	BtK
۰/۰۱۲	۰/۰۰	۴۲/۶۵	۶۲/۲۵	۷۲/۱۳	۴۷/۸	۹۶/۵	۱۰/۸	۶/۵	۳۰	۰	۷	۹۰							تهران	BtT
۰/۰۱۳	۰/۰۰	۴۲/۲۰	۶۰/۴۲	۷۲/۱۳	۶۹/۳	۷۴/۱	۱۰/۶	۱۷/۴	۵۳	۰	۵	۵۷							میانگین	
۰/۱۸۰	۸۲/۳۴	۵۱/۲۸	۶۰/۶۴	۷۰	۲۷۰/۵	۲۲۸/۷	۳۰/۵	۱۸/۷	۵۰	۱۰	۱۹۰	۲۰۰							اصفهان	BcE
۰/۶۵۷	۸۶/۸۹	۴۴/۴۱	۶۳/۵۰	۷۴/۶۴	۴۸۵/۶	۴۸۸/۷	۷۵/۶	۳۸/۷	۱۰۰	۷۰	۳۱۰	۳۸۰							تهران	BiT
۱/۱۹۲	۸۰/۳۴	۳۰/۱۰	۵۴/۳۸	۷۲/۳۵	۵۳۳/۰	۸۷۹/۲	۹۳/۰	۱۱۹/۲	۱۰۰	۷۰	۳۴۰	۶۹۰							گرگان	BiG
۰/۶۷۶	۸۳/۱۹	۴۱/۹۳	۵۹/۵۱	۷۲/۳۳	۴۲۹/۷	۵۳۲/۲	۶۷/۴	۵۸/۹	۸۳	۵۰	۲۸۰	۴۲۳							میانگین	
۰/۴۹۱	۷۱/۹۴	۴۸/۶۸	۵۹/۸۱	۶۷/۶۲	۳۰۰/۳	۵۴۶/۳	۳۰/۳	۳۶/۳	۲۰	۱۰	۲۵۰	۵۰۰							سنندج	FaS
۰/۹۳۵	۸۱/۴۱	۳۶/۰۲	۵۹/۵۸	۷۵	۴۴۲/۶	۶۸۸/۰	۳۲/۶	۴۸/۰	۱۰	۰	۴۰۰	۶۴۰							اصفهان	FaE
۰/۱۰۹	۸۴/۶۷	۶۲/۶۶	۶۵/۹۳	۸۴/۲۱	۲۰۲/۹	۱۹۱/۶	۲۲/۹	۲۱/۶	۶۰	۰	۱۲۰	۱۷۰							قوچان	FaG
۰/۵۱۲	۷۹/۳۴	۴۹/۱۲	۶۱/۷۷	۷۵/۶۱	۳۱۵/۳	۴۷۵/۳	۲۸/۶	۳۵/۳	۳۰	۳	۲۵۷	۴۳۷							میانگین	
۰/۳۵۱	۸۳/۴۹	۲۹/۳۲	۴۳/۷۰	۸۱/۱۳	۳۴۴/۷	۴۱۴/۷	۵۴/۷	۷۴/۷	۱۵۰	۵۰	۱۴۰	۲۹۰							ژنوتیپ ۴۰۴۹ SP	HsE *

منابع

۱-گزانچیان، علی. خوش خلق سیما، ن، ملبوبی، م. ع، مجیدی، الف، حسینی سالکده، ق، ۱۳۸۳. بررسی جنبه‌های فیزیولوژیک و مولکولی مقاومت به خشکی در گراس‌های پایا در مرحله جوانه زنی و استقرار، پایان‌نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

۲-مظفریان ولی الله . ۱۳۸۲. گنجینه ذخایر توارثی گیاهان ایران، ماه نامه پیام، انجمن ژنتیک ایران، شماره ۶

3-Asay, K.H., & D.A. Johnson, 1983. Genetic Variability for Characters Affecting Stand Establishment in Crested Wheatgrass. J. Range Manage. 36:703-706.

4-Aronson, L.J., A.J. Gold, & R.J. Hull. 1987. Cool-Season Turfgrass Responses to Drought Stress. Crop Sci. 27:1261-1266.

5-Bassiri Rad H., & M.M. Caldwell. 1992. Temppral Changes in Root Growth and ^{15}N Uptake and Water Relations of Two Tussock Grass Species Recovering From Water Stress, Physiol. Plant, 86: 525-531.

6-Blum A., 2001. Towards Standard Assays of Drought Resistance in Crop Plants, Molecular Workshop Cimmyt.

7-Carrow R.N. 1996. Drought Avoidance Characteristics of Diverse Tall Fescue Cultivars , Crop Sci. 36:371-377.

8-Fernandez G.C. 1992. Effective Selection Criteria for Assessing Plant Stress Tolerance., Proceeding of Taiwan by C.G. Kuo.AVRDC

9-Gaff D.F. 1971. Desiccation Tolerance Flowering Plants in Southern Africa, Science, 174:1033-1034.

10-Huang B, Duncan R.R., & R N. Carrow. 1997. Drought Resistance Mechanisms of Seven Warm Season Turfgrasses Under Surface Soil Drying I, Shoot Response, Crop Sci. 37:1858-1863.

11-Huang B., & H. Gao. 2000. Root Physiological Characteristics Associated With Drought Resistance in Tall Fescue Cultivars, Crop Sci. 40: 196-203.

12-Isselstein J., J.R.B. Tallowin, & R.E.N. Smith 2002. Factors Affecting Seed Germination and Seedling Establishment of Fen-Meadow Species, Restoration Ecology Vol. 10 No. 2 , pp 173-184.

13-Jiang Y., & B. Huang 2001. Osmotic Adjustment and Root Growth Associated With Drought Preconditioning Enhanced Heat Tolerance in Kentucky Bluegrass, Crop Sci. 41:1168-1173.

14-Johnson D.A, & K.H. Asay. 1993. Viewpoint: Selection for Improved Drought Response in Cool-Season Grasses. J. of Range Manage. 46:194 -202

15-Johnson R.C., & L.M. Bassett. 1991. Carbon Isotope Discrimination and Water use Efficiency in Four Cool- Season Grasses. Crop Sci. 31: 157-162.

16-Kemp, D.R. and R.A. Culvenor. 1994. Improving the Grazing and Drought Tolerance of Temperate Perennial Grasses. New Zealand J. of Agriculture Research. 37:365-378.

17-Lawlor D.W., & G. Cornic. G. 2002. Photsyntheic Carbon Assimilation and Associated Metabolism in Relation to Water Deficits In Higher Plants. Plant Cell Environ. 25: 275-294.

18-Ludlow, M.M. 1989. In: Structural and Functional Responses to Environmental Stresses: Water Shortage. pp.269-281.

19-Oram, R.N. 1983. Ecotypic Differentiation for Dormancy Levels in Oversummering Buds of Phalaris Aquatica L. Botanical Gazette 144:544-51.

20-Pande H., & J.S. Singh. 1981. Comprative Biomass and Water Status of Four Range Grasses Grown Under Two Soil Water Conditions. J. of Range Manage. 34:480-484.

21-Pugnaire F.I. , Hase P. 1996. Comparative Phsiology and Growth of Two Perennial Tussock Grass Species in a Semi-Arid Environment. Annals of Botany 77: 81-86.

22-Rivelli A.R., T.P. Bolger , & D.L. Garden. 2001. Drought Resistance of Native and Introduced Perennial Grass Species. Proceeding of 10th Autralian Agronomy Conference, Hobart

23-Volaire F., & H. Thomas, & F. Lelievre.1998. Survival and Recover of Perennial Forage Grasses Under Prolong Mediterranean Drought. New Pytol. 140: 439-449.

Survival of Perennial Cool-season Grasses under Water Stress Conditions and after Establishment

A. Gazanchian[1] N. Khosh Kholgh Sima[2] M. A. Malboobi[3] E. Majidi[4]

Abstract

A knowledge of the mechanism of abiotic stress tolerance in wild species of grasses is essential during the first year after establishment in semi-arid areas. Perennial grasses are one of the keys to the economic and environmental sustainability of pastures as well as livestock grazing in Iran. There is a lack of knowledge about their drought tolerance during their initial growth stages and their response to re-watering during the first year of establishment. To evaluate the effects of soil water (field capacity, waterholding and re-watering), a greenhouse experiment was conducted on root and shoot development at initial growth stages and recovery of 36 populations of native cool-season grasses from 15 species of seven genera namely: *Elymus, Agropyron, Secale, Hordeum, Bromus, Festuca,* and *Dactylis*. All measurements except root dry matter and length were significantly affected by the treatments ($P<0.05$). Water stress decreased root and shoot dry matter (about 50%), whereas root to shoot ratio and recovery of dry matter increased at 22 and 43%, respectively. Decreasing soil water from FC (-0.33 bar) to wilting point (-15 bar), reduced relative water content from 78 to 46% for all species. Results indicated that *Elymus elongatum* and *Bromus tomentellus* were of the highest and lowest yield potentials under water and stress conditions, respectively. Drought tolerant genotypes, such as *Elymus repense* and *Elymus elongatoformis* showed a higher root dry weight and responses to rewatering. Root extention and carbohydrate storage were associated with greater drought tolerance as well as recovery yield.

Keywords: Perennial native cool-season grasses, Water stress, Drought tolerance, Field capacity (FC), Re-watering, Recovery.

[1]-*Ph. D. Scholar, Plant Breeding, Azad University, Slence and Reaserch Unit, of Tehran (E-mail: agazanchi@yahoo.com)*
[2]-*Assisstant Professor in Research, Agriculture Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII)*
[3]-*Assisstant Professor in Research, National Research Center for Genetic Engineering & Biotechnology*
[4]-*Professor in Research, Agriculture Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII)*