بررسي اثر تنش خشكي و آبياري مجدد در مراحل اوليه رويشي گراس‌هاي دايمي فصل سرد پس از استقرار[۱]

علي گزانچيان[۲] نيراعظم خوش خلق سيما[۳] محمد علي ملبوبي[٤] اسلام مجيدي[۵]

چكيده

شناخت تحمل به تنش خشكي در سال اول در گونه‌هاي مختلف گراس‌ها جهت استفاده از آنها در احيا مراتع امري ضروري و اجتناب ناپذير است. به منظور بررسي اثر تنش خشكي در مراحل اوليه رويشي گراس‌ها آزمايشي در گلخانه انجام شد. دراين آزمايش، ازگلدان‌هايي با بافت خاك لومي‌شني به‌صورت فاكتوريل در قالب طرح كاملا تصادفي در سه تكرار استفاده شد. عوامل مورد مطالعه شامل ۳٦ توده گراس دايمي‌شامل۱۵ گونه از هفت سرده گراس***Elymus*** ، ***Agropyron*** ، ***Secale***، ***Bromus*** ، ***Festuca***، ***Hordeum*** و ***Dactylis*** كه از مناطق مختلف كشور جمع آوري شده بودند و سطوح آبياري شامل،آبياري كامل (ظرفيت زراعي) و قطع آبياري تا مرحله پژمردگي (۱۵- بار) بود. صفات مورد مطالعه بررسي محتواي نسبي آب برگ (**RWC**) در چهار زمان (شروع تنش، ظهور اولين علايم، نقطه پژمردگي و پس از رشد مجدد)، عملكرد ماده خشك ريشه و ساقه، طول ريشه وتوانايي رشد پس از يك دوره خشكي و آبياري مجدد بود. نتايج نشان داد اثر تنش خشكي به‌طور متوسط در تمامي‌گونه‌هاي مورد مطالعه تاثير معني‌داري بر طول و وزن خشك ريشه در پايان آزمايش نداشت. ولي عملكرد ماده خشك قسمت هوايي ۵۰ درصد كاهش يافته و نسبت وزن خشك ريشه به ساقه تحت تنش خشكي ۲۲ درصد افزايش مي‌يابد (**P**<۵ درصد). در برخي از گونه‌ها محتواي آب برگ تحت تنش شديد خشكي به كمترين مقدار تا مرز ۳۰ درصد كاهش يافت. به‌طور متوسط عملكرد ماده خشك حاصل از رشد مجدد پس از آبياري در گونه‌هاي تحت تنش ٤۳ درصد بيشتر از شاهد بود. متوسط شاخص رشدمجدد در گونه‌هاي تحت تنش خشكي ۷٤/۱۷درصد و در شرايط آبياري مطلوب ٦/۹۷درصد بود. بيشترين ماده خشك توليدي پس از آبياري مجدد در گونه‌هاي رونده مشاهده شد. سيستم ريشه و گسترش آن در مراحل اوليه رشد در جهت مقابله با خشكي و استفاده مجدد از آب از اهميت زيادي برخوردار است. گونه***Elymus elongatum*** از پتانسيل توليد بالايي در هر دو محيط تنش و شاهد برخوردار بود. سرده ***Agropyron* spp** از تحمل خوبي برخوردار بود. و ضعيف‌ترين گونه‌ها، ***Bromus tomentellus*** ، ***Festuca ovina*** و ***Dactylis glomerata*** بودند.

واژه‌هاي كليدي: *گراس‌هاي پايا، تنش خشكي، محتواي نسبي آب برگ، آبياري مجدد، رشد مجدد، گونه‌هاي رونده.*

---

[۱] - تاريخ دريافت:۸۳/۱۰/۲۸، تاريخ پذيرش:۸۳/۶/۳۰

[۲] –دانشجوي دكتري اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامي واحد علوم تحقيقات تهران **(E-mail: agazanchi@yahoo.com)**

[۳] - استاديار پژوهشي پژوهشكده تحقيقات بيوتكنولوژي كشاورزي

[٤] - استاديار پژوهشي مركز ملي تحقيقات مهندسي ژنتيك و تكنولوژي زيستي

[۵] - استاد پژوهشي پژوهشكده تحقيقات بيوتكنولوژي كشاورزي

مقدمه

ايران يكي از غني‌ترين كشورهاي جهان از نظر تنوع گياهي است. تيره *Poaceae* در كشور داراي ۱۱۵ سرده و ۳۹۷ گونه مي‌باشد (مظفريان، ۱۳۸۱). گراس‌ها از مهم‌ترين تيره گياهان مرتعي و علوفه‌ايي به‌شمار مي‌روند. تنش خشكي يكي از مهم‌ترين عوامل محيطي محدود كننده بقا گراس‌ها در سال اول استقرار مي‌باشد. شناخت گونه‌هاي مقاوم به خشكي در مراحل اوليه رويشي مي‌تواند در احياي هر چه بيشتر مراتع كشور و پايداري توليد در سال‌هاي آتي موثر واقع گردد. مقاومت به خشكي در گياهان، توانايي گياه در جهت بقاي در طي يك تنش بلند مدت بوده كه از طريق مكانيسم هاي اجتناب[۱] يا تحمل[۲] ايجاد مي‌شود (لوبت ۱۹۸۰). هانگ و همكاران[۳] (۱۹۹۷) استراتژي‌هاي مقاومت به خشكي را در گراس‌ها توسعه سيستم ريشه در عمق، كاهش تبخير و تعرق در برابر خشكي ذكر كردند(۱۱). كارو[۴] (۱۹۹٦) اثرات تنش خشكي را در لوله شدن برگ‌ها، كاهش توليد، سرسبزي گياه، چين‌هاي برداشت و رنگ برگ‌ها (رنگ آتشي) و افزايش دماي جامعه گياهي گراس‌ها موثر دانست(۷). بصيري راد و كادول[۵] (۱۹۹۲) و اسي و جانسون (۱۹۸۳) معتقدند كه توانايي گياهچه‌هاي جوان در گراس‌ها به رشد مجدد[٦]، پس از عبور از يك دوره تنش خشكي و مواجه شدن با شرايط مطلوب از جنبه‌هاي مهم ديگر مقاومت به خشكي مي‌باشد (۵ و ۱۴). ولر[۷] و همكاران (۱۹۹۸) اظهار داشتند گراس‌هاي متحمل به تنش خشكي داراي بقا بيشتر برگ‌ها و پنجه‌ها در فصل خشكي،كاهش تعرق و جذب آب بيشتر از خاك، نگهداشتن پتانسيل آب گياه، تنظيم اسمزي و ذخيره هيدرات كربن در زمان تنش در نواحي مريستمي و آماده شدن گياه جهت رشد مجدد با بارندگي يا آبياري پس از يك دوره خشكي بوده و رشد مجدد با قدرت پنجه‌دهي و زيست توده (بيوماس) گياه در زمان تنش همبستگي مثبت دارد(۲۳). از عوامل ديگر مقاومت به خشكي در گراس‌ها توانايي گياه براي رفتن به خواب طي مدت خشكي مي‌باشد (آرنسون[۸] و همكاران، ۱۹۸۷). محققان زيادي به سهم ريشه در ايجاد مقاومت به خشكي در گراس‌ها اشاره كرده‌اند(۴). از مهم‌ترين عوامل در اين رابطه به مقدار ريشه در واحد سطح، تراكم طولي ريشه (كارو، ۱۹۹٦)، بقا و تداوم رشد ريشه (هانگ و همكاران، ۱۹۹۷)، قدرت جذب بيشتر رطوبت و مواد غذايي پس از يك دوره خشكي (بصيري راد و كادول ۱۹۹۲) و افزايش رشد ريشه و راندمان جذب آب و هدايت مواد فتوسنتزي به سمت ريشه در زمان تنش (هانگ و گايو ۲۰۰۰) اشاره كرده‌اند(۷، ۱۰، ۵ و ۱۱). جيانگ و هانگ (۲۰۰۱) به كاهش پتانسيل اسمزي گراس‌ها طي تنش گرمايي و خشكي اشاره داشتند و سهم عمده اين كاهش بخاطر افزايش مواد معدني و آلي بوده است. همچنين كارو (۱۹۹٦) در مطالعه اثر تنش خشكي بر ارقام *Festuca arundinaceae* نشان داد با كاهش پتانسيل اسمزي، رشد مجدد پس از يك دوره خشكي و مواجه شدن با آبياري افزايش مي‌يابد. جانسون و اسي (۱۹۹۳) تنظيم اسمزي در افزايش عمق ريشه و جذب آب بيشتر و باز نگه داشتن روزنه ها موثر دانسته و نتيجه گرفتند كه در گياهان علوفه ايي اين عامل مي‌تواند بيشتر به نفع ريشه تمام شود(۱۵). جانسون و باست[۹] (۱۹۹۱) يكي از عوامل مقاومت به خشكي را افزايش كارايي مصرف آب (افزايش توليد به ازاي آب مصرفي) در ٤ گونه گراس فصل سرد تحت تنش خشكي معرفي كردند جانسون و اسي (۱۹۹۳) كارايي مصرف آب را با ظرفيت فتوسنتزي،رفتار روزنه ها و اندازه، ساختمان و جهت قرارگيري 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

يكي از عوامل مهم بقا و پايداري گراس‌هاي دايمي‌در مراتع، استقرار مناسب و كافي در سال اول رشد مي‌باشد. از آنجايي‌كه از ويژگي‌هاي مناطق خشك و نيمه خشك وجود دوره‌هاي متناوب خشكي و رطوبت در زمان‌هاي مختلف است عدم تحمل به دوره‌هاي طولاني خشكي در اوايل رشد در اين گياهان بقا و توليد آن‌ها را در سال‌هاي آتي با خطر مواجه مي‌سازد. لذا شناخت دو مكانيسم، تحمل نسبت به دوره‌هاي طولاني خشكي و متعاقب آن حساسيت در برابر استفاده از كمترين رطوبت حاصل از بارندگي‌هاي پس از دوره خشكي جهت موفقيت در استقرار گراس‌ها ضروري به نظر مي‌رسد. اين بررسي جهت تكميل مطالعه قبلي (گزانچيان و همكاران ۱۳۸۳) و با توجه به فقدان اطلاعات كافي در رابطه با تحمل به تنش خشكي گراس‌هاي فصل سرد بومي‌ايران در اوايل رشد رويشي اجراء شده است (۱).

هدف اين تحقيق الف) شناخت تحمل به تنش خشكي در مراحل اوليه رشد ۳۶ توده بومي‌گراس‌هاي فصل سرد ايران و عكس العمل به تنش خشكي و آبياري مجدد پس از يك دوره خشكي ب) تعيين مقاوم‌ترين گونه‌هاي متحمل و موثرترين شاخص‌هاي انتخاب مي‌باشند.

مواد و روش‌ها

آزمايش تنش خشكي در مراحل اوليه رويشي بر روي ۳۶ توده مختلف گراس دايمي‌شامل ۱۵ گونه از ۷ سرده كه از مناطق مختلف كشور جمع آوري شده است انجام گرفت. برخي بذور از بانك ژن موسسه تحقيقات جنگل‌ها ومراتع تهيه و برخي مربوط به مجموعه گراس‌هاي پاياي ايستگاه تحقيقات منابع طبيعي شمال خراسان مي‌باشند (جدول ۳). اين آزمايش به صورت گلداني در گلخانه پژوهشكده تحقيقات بيوتكنولوژي كشاورزي در كرج انجام شد. گلدان‌هاي مورد استفاده به قطر ۱۸ و ارتفاع ۲۵ سانتيمتر و حاوي ۵ كيلوگرم با مخلوط خاك رس، ماسه و كود دامي‌كاملا نرم شده بودند. بافت خاك شني لومي[1] با مقادير رس ۱۹/۵۵ درصد، لاي ۲۵/۵۸ درصد و ماسه ۵۴/۸۷ درصد بود، اين خاك داراي ظرفيت زراعي[2] با مكش۰/۳۳- بار، و نقطه پژمردگي با مكش ۱۵- بار به‌ترتيب ۱۳/۵درصد و ۶/۴۸درصد رطوبت وزني داشت. پس از كشت بذر و استقرار كامل گراس‌ها آزمايش به‌صورت فاكتوريل در قالب طرح كاملا تصادفي در سه تكرار انجام شد. عامل شيب رطوبتي در دو سطح شامل ظرفيت زراعي (شاهد) و قطع آب تا مرز نقطه پژمردگي به مدت ۵۰ روز ادامه يافت . در پايان دوره خشكي پس از برداشت علوفه از تيمار شاهد و خشكي گلدان‌ها به‌طور يكنواخت آبياري شده و رشد مجدد مطالعه گرديد. آزمايش در سه مرحله طي ۱۷۵ روز انجام گرفت. مرحله اول شامل ۹۰ روز از كشت بذر تا استقرار كامل، مرحله دوم با شروع تيمار قطع آب و طول دوره خشكي ۵۰ روزه و مرحله سوم به‌صورت آبياري مجدد[3] به‌مدت ۳۵ روز انجام شد. داماي گلخانه در روز ۲۵ و در شب ۱۸ درجه سانتيگراد و درصد رطوبت بين ۶۰ تا ۷۰ درصد و طول دوره روشنايي و تاريكي هر كدام ۱۲ ساعت بود. لازم به ذكر است ژنوتيپ Hsp با كد بانك ژن ۴۰۴۹ از منطقه اصفهان احتمالا منشاء خارجي داشته و توسط گياه‌شناسان داخلي تا كنون قابل شناسايي نبوده است. همچنين دو گونه *Elymus elongatum* و *Agropyron desertorum* از بجنورد، وارداتي هستند.

صفات مورد بررسي

تعداد بذر سبز شده از زمان كاشت تا روز دوازدهم درهر روز تحت شرايط آبياري كامل ثبت گرديد. محتواي نسبي آب برگ[4] (RWC) در چهار زمان (شروع تنش، ظهور اولين علايم تنش، نقطه پژمردگي و پس از رشد مجدد) بر اساس روش ولر و همكاران (۱۹۹۸) اندازه گيري شد. مقدار آب گلدان از طريق وزن كردن گلدان‌ها نيز در ابتدا و انت‌هاي مرحله تنش تعيين گرديد. با نصب تانسيومتر در تيمار شاهد، رطوبت خاك گلدان در طول آزمايش در حد ظرفيت زراعي نگهداري شد. عملكرد ماده خشك اندام‌هاي

[1]- Sandy Loam

[2]- Field Capacity

[3]- Re-watering

[4]- Relative Water Content

هوايي پس از مدت تنش، رشد مجدد و عملكرد ماده خشك ريشه و طول ريشه بر حسب سانتيمتر پس از پايان آزمايش نيز تعيين گرديد. شاخص رشد مجدد[1] از نسبت توليد در پايان رشد مجدد به توليد در طول مدت تنش (ولر و همكاران ۱۹۹۸) تعيين گرديد. شاخص تحمل به تنش[2] بر اساس فرمول فرناندز ۱۹۹۲ محاسبه شد.

تجزيه آماري

داده‌هاي حاصل از عملكرد ماده خشك اندام‌هاي هوايي و زيرزميني در مراحل مختلف آناليز گرديد. تجزيه واريانس و مقايسه ميانگين به روش حداقل اختلاف معني‌دار[3] (LSD) با نرم افزار SAS(6.12) و همبستگي صفات براساس ميانگين سه تكرار با نرم افزار (SPSS11) انجام شد. گونه‌هاي *Festuca ovina* و *Dacylis glomerata* به خاطر عدم استقرار مناسب در مرحله اول آزمايش براي اعمال تنش خشكي از آزمايش حذف شدند.

نتايج

تاثير تنش خشكي بر اندام هوايي

در تمامي‌گونه‌هاي مورد مطالعه تحت تنش خشكي عملكرد ماده خشك اندام هوايي كاهش معني‌داري نشان دادند. به‌طور متوسط عملكرد ماده خشك در هر بوته از ۴۹۲ ميليگرم تحت شرايط آبياري در حد ظرفيت زراعي (شاهد) به ۲۳۵ ميليگرم تحت يك دوره خشكي ۵۰ روزه كاهش يافت (جدول ۳). اين كاهش در گونه‌هاي *Secale montanum*، *Agropyron cristatum*، *Agropyron desertorum* بيش از ۵۰ درصد بوده و كمترين اختلاف عملكرد در گونه‌هاي رونده[4] *Elymus repense* ارومیه و *Elymus elongatoformis* گرگان و گونه‌هاي *Elymus elongatum* سمنان و *Bromus confinis* اصفهان مشاهده شد (جدول ۳). برخي از گونه‌ها از قبيل *Elymus elongatum* بروجن و *Secale montanum* سمنان علیرغم كاهش شديد ماده خشك تحت تنش خشكي ولي از پتانسيل توليد بالايي در هر دو محيط تنش و عدم تنش برخوردار بودند (جدول ۳).

تاثير آبياري مجدد پس از يك دوره خشكي

نتايج رشد مجدد نشان داد اختلاف عملكرد ماده خشك بين گونه‌ها بسيار معني‌دار بود. به طور متوسط هر گونه تحت تيمار تنش و عدم تنش (شاهد) به‌ترتيب ۹۳ و ۳۹ ميليگرم ماده خشك در بوته توليد كردند. به‌طور متوسط در تمامي‌گونه‌هاي مورد مطالعه يك‌ونيم برابر بيشتر از تيمار شاهد بود (جدول ۱).

بيشترين رشد مجدد درتيمار تنش مربوط به گونه‌هاي رونده سرده *Agropyron desertorum*، *Elymus* و *Elymus elongatum* و به‌ترتيب با متوسط ۱۴۳، ۱۳۷ و ۱۱۸ و كمترين مقدار توليد مربوط به گونه‌هاي *Bromus tomentellus* و *Festuca arundinaceae* به ترتيب ۵۰ و ۳۰ ميليگرم ماده خشك در بوته بودند همچنين دو گونه اخير درتيمار شاهد رشد مجدد نشان ندادند. گونه *Secale montanum* هيچ‌گونه رشد مجددي طي آبياري پس از يك دوره خشكي در تيمار تنش و عدم تنش نشان نداد. گونه *Elymus elongatum* از رشد مجدد بالاتري در هر دو محيط تنش و شاهد برخوردار بود(جدول ۳). پتانسيل رشد مجدد گونه‌هاي رونده از قبيل، *Elymus intermedium* ارومیه و *Elymus elongatoformis* گرگان به‌ترتيب ۱/۶ و ۲/۵ برابر تيمار شاهد بود. همچنين توليد ماده خشك بيشتر، طي رشد مجدد در تيمار تنش توانسته است، كاهش عملكرد ماده خشك بخش هوايي حاصل از دوره خشكي را به مقدار ۱۴ درصد بهبود بخشد. به‌طوري‌كه عملكرد در پايان رشد مجدد به‌ترتيب در تيمار شاهد و تنش به ۵۳۱ و ۳۲۸ ميليگرم در بوته رسيد (جدول ۱). بنابراين تاثير آبياري پس از يك دوره خشكي توانسته است گونه‌ها را از نظر رشد مجدد به سه گروه تقسيم كند.

۱-Recovery Index

۲-Stress Tolerance Index

۳-Least Significant Difference

۴-Repense

الف) گروهي كه هيچ‌گونه رشد مجددي از خود نشان ندادند (*Secale montanum*).

ب) گروهي كه شاخص رشد مجدد بالايي داشته و رشد مجدد توانسته است جبران كاهش توليد دوره خشكي را نموده و بيوماس كل رويشي با شاهد برابر و يا حتي بيشتر از آن شود (*Elymus intermedium* اروميه ، *Elymus elongatoformis* گرگان، *Elymus elongatum* سمنان، *Agropyron desertorum* قزوين، *Agropyron pectiniform* تبريز و بجنورد، *Bromus tomentellus* بجنورد، خرم آباد و *Bromus confinis* اصفهان و *Festuca arundinaceae* قوچان)،

ج) گروهي كه فقط بخشي از كاهش توليد ماده خشك دوره خشكي را توانسته است جبران كند (ساير گونه‌ها) (جدول ۳). متوسط شاخص رشد مجدد (RI) در گونه‌هاي تحت تنش خشكي ۷۴/۱۷درصد و در شرايط آبياري مطلوب ۶/۹۷درصد بود (جدول ۲).

تاثير تنش خشكي و آبياري مجدد بر محتواي آب برگ

متوسط محتواي نسبي آب برگ (RWC) درگونه‌هاي مورد مطالعه در چهار زمان شروع تنش، ظهور اولين علايم تنش، نقطه پژمردگي و پس از رشد مجدد به‌ترتيب ۷۶/۳۳، ۵۱/۴۳، ۴۶/۰۱ و ۸۰/۳۳ درصد بود (جدول ۲). نتايج نشان داد كه در طول مدت تنش محتواي آب برگ در تمامي‌گونه‌ها كاهش و پس از رشد مجدد افزايش يافته و تنوع زيادي بين گونه‌ها و اكوتيپ‌ها ديده شد. به‌طور متوسط مقدار محتواي آب برگ در سطح شاهد بين ۷۰ تا ۸۰ درصد بوده و در زمان مشاهده اولين علايم تنش خشكي در گياه از قبيل لوله شدن برگ كمترين مقدار در گونه‌هاي *Bromus inermis* گرگان و توده ۴۰۴۹ اصفهان به‌ترتيب ۵۴/۳۸ و ۴۳/۷ درصد بود و ساير گونه‌ها در اين مرحله محتواي آب برگ بيشتر از ۵۸ درصد را نشان دادند. محتواي آب برگ درپايان دوره تنش با درصد رطوبت وزني خاك حدود ۴/۵ درصد (حدود ۱۵ - بار مكش خاك) بيشترين مقدار، مربوط به گونه‌هاي رونده سرده *Elymus* و *Agropyron pectiniform* به‌ترتيب ۵۷/۴۴ و ۵۶/۲۱ و كمترين مربوط به گونه‌هاي *Elymus elongatum* و ژنوتيپ ۴۰۴۹ اصفهان به‌ترتيب ۳۸/۶۴ و ۲۹/۳۲ درصد بود (جدول ۳) .

تاثير تنش خشكي و آبياري مجدد بر روي ريشه

نتايج تجزيه واريانس پس از پايان آزمايش (دوره خشكي و آبياري مجدد) بر روي ريشه نشان داد كه به‌طور متوسط در گونه‌هاي مورد مطالعه، مرحله دوم وسوم آزمايش تاثيري معني‌دار بر طول و وزن خشك ريشه نداشت، ولي نسبت وزن خشك ريشه به ساقه در تيمار خشكي نسبت به شاهد ۲۲درصد افزايش معني‌داري ($P<0/05$)نشان داد(جدول۲).

وزن خشك ريشه در۳۰ درصد ژنوتيپ‌هاي مورد مطالعه طي مرحله تنش و رشد مجدد نسبت به شاهد افزايش نشان داد .گونه‌هاي*Elymus elongatoformis* گرگان، *Bromus inermis* تهران، *Secale montanum* سمنان، *Bromus tomentellus* تهران، *Bromus confinis* اصفهان، *Agropyron pectiniform* بجنورد به‌ترتيب ۲۱۵، ۹۵، ۶۶، ۶۶ و ۶۳ ۴۰ درصد افزايش ماده خشك ريشه نسبت به شاهد نشان دادند. گونه‌هاي *Agropyron cristatum* گرگان و *Elymus elongatum* بروجن به‌ترتيب ۴۷ و ۴۶ درصد كاهش وزن خشك ريشه نسبت به شاهد نشان داده و ساير گونه‌ها در حد واسط قرار داشتند(جدول ۳).

تاثير تنش خشكي بر زيست توده كل ماده خشك

اثر تنش خشكي بر ماده خشك كل (اندام هوايي و زيرزميني) در پايان آزمايش نشان داد كه اختلاف بين گونه‌ها بسيار معني‌دار بود ($P<0/01$). هر گونه به‌طور متوسط تحت شرايط آبياري نرمال ۵۹۳/۵۵ و تنش خشكي ۳۷۹/۳۶ ميليگرم توليد ماده خشك در بوته نشان دادند (جدول ۱). تمامي‌گونه‌ها تحت تنش خشكي كاهش عملكرد نشان دادند، ولي ۲۷ درصد گونه‌ها توانستند با رشد مجدد حاصل از آبياري جبران كاهش توليد مدت تنش را نموده و در نهايت توليدي برابر يا بيشتر، نسبت به شاهد نشان دهند.

اين آزمايش نشان داد كه بيشترين توليد ماده خشك مربوط به گونه‌هاي *Agropyron desertorum* بجنورد

(II)، *Elymus elongatoformis* گرگان، *Bromus confinis* اصفهان و *Elymus elongatum* سمنان به‌ترتيب ٤٧، ٤٠، ١٨، ٨ و ٦ درصد كه افزايش توليد نسبت به شاهد نشان دادند. اين ويژگي در گونه‌هاي با رشد متوسط بيشتر مشهود است. از طرفي برخي از گونه‌ها از قبيل *Elymus elongatum* بروجن عليرغم كاهش عملكرد تحت شرايط تنش، از پتانسيل توليد بالايي در هر دو محيط برخوردار بودند. به‌طوري‌كه توليد ماده خشك در زمان تنش به مراتب بيشتر از توليد بسياري از گونه‌ها در شرايط نرمال مي‌باشد. همچنين اين گونه از شاخص تحمل به خشكي (STI) بالايي برخوردار بود (جدول ٣).

همبستگي صفات

نتايج همبستگي صفات نشان داد كه بين تيمار تنش و شاهد در طول مدت خشكي و رشد مجدد، نقش ريشه از اهميت به‌سزايي برخوردار است. به‌طوري‌كه گونه‌هاي كه از وزن خشك ريشه بيشتري برخوردار بودند توليد بيشتري در زمان تنش خشكي از خود نشان دادند(r=٠/٥٣). از طرفي توليد بيشتر در زمان تنش خشكي با شاخص رشد مجدد همبستگي منفي و معني‌دار (r=٠/٥١) نشان داد(جدول ٢). همچنين با جذب آب بلافاصله پس از آبياري مجدد، محتواي نسبي آب برگ افزايش معني‌دار (r=٠/٥٦) نشان داد و در تيمار تنش نقش وزن خشك ريشه نسبت به طول آن در عملكرد رشد مجدد بيشتر بود (r=٠/٥٢ در مقابل r=٠/٢٩) (جدول ٢). ماده خشك كل توليدي در تيمار تنش با عواملي از قبيل طول و وزن خشك ريشه از همبستگي بيشتر و معني‌داري نسبت به شاهد برخوردار بود. گونه‌هايي كه شاخص تحمل به تنش (STI) بيشتري داشتند از عملكرد ماده خشك كل بالاتري در طول آزمايش در شرايط تنش (r=٠/٦٦) و عدم تنش (r=٠/٤٦) برخوردار بودند.

بحث و نتيجه‌گيري

يكي از مهم‌ترين عوامل بقا در گراس‌هاي دايمي‌استقرار مناسب در سال اول رشد مي‌باشد. برخي از اين گونه‌ها در مراحل اوليه رشد پس از جوانه زني و استقرار از حساسيت زيادي برخوردار بوده و حتي در شرايط آبياري مطلوب ممكن است نتوانند استقرار مناسبي از خود نشان دهند. اين موضوع براي گونه‌هاي بومي‌جمع آوري شده از مراتع نسبت به بذور اصلاح شده تكثيري در شرايط مطلوب محسوس‌تر است. در اين گونه‌ها ممكن است علاوه بر رطوبت، نيازهاي بوم شناختي خاصي از قبيل تناوب سرما، گرما و تغذيه نقش داشته باشد. دراين آزمايش استقرار اوليه دو گونه *Festuca ovina* و *Dactylis glomerata* جهت اعمال تنش خشكي مناسب نبودند. اين موضوع در مورد گونه *Festuca ovina* حادتر بود. گزانچيان و همكاران (١٣٨٣) در بررسي جوانه زني و استقرار گراس‌ها تحت تنش خشكي دو گونه، *Festuca ovina* و *Dactylis glomerata* را حساس معرفي كردند(١). از طرفي به‌طور طبيعي زادآوري گونه *Festuca ovina* در اقليم‌هاي خشك و نيمه خشك با متوسط بارندگي ٢٥٠ ميلي متر به‌وفور مشاهده مي‌شود. ايزيل استين[1] و همكاران (٢٠٠٢) به عوامل زنده و غير زنده از قبيل نيازهاي بوم شناختي برخي از گراس‌هاي چمني اعم از مواد غذايي، بستر بذر و مقدار رطوبت اشاره نموده كه مي‌تواند در بقا و استقرار آن‌ها موثر باشد. از ديگر گونه‌هايي كه در شرايط مطلوب نتوانستند استقرار مناسب نشان دهند گونه *Bromus tomentellus* بود ولي تعداد بوته باقي مانده نشان داد چنانچه استقرار اوليه صورت گيرد از تحمل به تنش خوبي برخوردار است.

دراثر تنش خشكي تمامي‌گونه‌هاي مورد مطالعه به‌طور متوسط تا ٥٠ درصد كاهش ماده خشك برحسب گرم در بوته را نشان دادند (٢٠). كاهش توليد در گراس‌ها را بخاطر كاهش در فتوسنتز، فشار تورگر و رشد سلولي (پاند و سينگ[2] ١٩٨١). شناخت مكانيسم‌هاي مرفولوژيكي، آناتوميكي و فيزيولوژيكي در ارزيابي تحمل به تنش خشكي در گراس‌ها از اهميت ويژه ايي برخوردار است (كارو ١٩٩٦).

[1]-Isselstein

[2]-Pande & Singh

يكي از نكات قابل توجه در اين تحقيق اين است كه به‌طور متوسط گونه‌هاي تحت تنش خشكي طي آبياري مجدد، ٤٣درصد عملكرد ماده خشك بيشتري نسبت به شاهد از خود نشان دادند. بنابراين تنش خشكي نقش موثري در افزايش توليد در زمان رشد مجدد داشته است. از طرفي افزايش رشد مجدد در تمامي‌گونه‌هايكسان نبود و گونه‌ها تحت آبياري مجدد واكنش متفاوتي نشان دارند. بيشترين رشد مجدد مربوط به گونه‌هاي روئده و كمترين مربوط به گونه‌هاي *Festuca arundinaceae* و *Secale montanum* بود كه هيچ‌گونه رشد مجددي را نشان نداند. ولر و همكاران (۱۹۹۸) يكي از عوامل مقاومت به خشكي در گونه *Dactylis glomerata* توانايي رشد مجدد پس از يك دوره خشكي و مواجه شدن با بارندگي يا آبياري گزارش كردند و بيان مي‌دارند كه گياهان مقاوم از قدرت پنجه زني، بيوماس بالا و تجمع هيدرات كربن در پنجه ها در زمان تنش برخوردار هستند. همچنين سرعت رشد برگ در زمان رشد مجدد در شرايط تيمار ۱۵۰درصد بيشتر از شاهد بود. نامبردگان عامل اصلي بالا بودن سرعت رشد را در ذخيره هيدرات‌هاي كربن به‌شكل قندهاي سوكروز و ازت به‌صورت پرولين در غلاف‌ها ي برگ در انتهاي دوره خشكي مي‌دانند. كارو (۱۹۹٦) يكي از عوامل مهم در رشد مجدد گراس‌ها را كاهش پتانسيل اسمزي در طي مدت تنش عنوان كرد. با توجه به همبستگي صفات در اين مطالعه، رشد مجدد تحت تيمار تنش با توانايي هر چه بيشتر جذب آب با آبياري پس از يك دوره خشكي (محتواي نسبي آب برگ در دوره رشد مجدد) و وزن خشك ريشه همبستگي مثبت و معني‌داري دارد (جدول۳). همچنين رابطه توليد ماده خشك در زمان تنش با رشد مجدد منفي ومعني‌دار است (r=۰/۵۱) اين موضوع نشان مي‌دهد گونه‌هايي كه در زمان تنش خشكي از توليد كمتري برخوردارند و يا به‌خواب مي‌روند (گف[1] ۱۹۷۱) به‌دليل توانايي در ذخيره بيشتر مواد فتوسنتزي در زمان تنش، پس از دريافت رطوبت از رشد مجدد بيشتري برخوردارند(۹). لذا اين احتمال وجود دارد تحت تنش خشكي با كاهش وزن خشك اندام‌هاي هوايي گياه، متابوليت‌هاي بيشتري را در ريشه ذخيره كرده تا پس از بارندگي يا آبياري مجدد بهتر بتواند از آن در جهت بقا استفاده كند. كمپ و كلونر[2] (۱۹۹۰) معتقدند يكي از استراتژي‌هاي مهم در گراس‌هاي پايا بالا نگه داشن توليد در زمان خشكي نيست، بلكه توانايي در جهت بقا طي مدت خشكي و رشد مجدد سريع با دريافت آب پس از دوره خشكي مي‌باشد(۱۶). همچنين خواب يا استراحت جوانه‌هاي رويشي تحت تنش خشكي شديد از استراتژي‌هاي مقاومت به خشكي در گراس‌ها است (اورام[3] ۱۹۸۳).

در مطالعه حاضر برخي از گونه‌هاي مورد مطالعه از قبيل *Agropyron desertorum* بجنورد (II)، *Elymus elongatum* گرگان و سمنان، *Bromus confinis* اصفهان، *Agropyron desertorum* قزوين و حتي *Festuca arundinaceae* قوچان طي تنش خشكي و به دنبال آن آبياري مجدد توانسته توليد ماده خشك را نسبت به شاهد افزايش دهد و اين‌طور نشان مي‌دهد كه با اثر سوء خشكي ولي با آبياري مجدد كاملا رفع شده است (جدول ۳). هانگ و همكاران (۱۹۹۷) در بررسي اثر تنش خشكي به‌مدت ٦۰ روز بر ۷ گونه گراس دايمي‌فصل گرم و ١٤ روز رشد مجدد، گزارش كردند كه ٤ گراس از گونه‌هاي *Eremochloa ophiaroides* و *Paspalum vaginatum* طي مدت خشكي و آبياري مجدد توانسته‌اند توليدي برابر شاهد از خود نشان دهند درصورتي‌كه تمامي‌گونه‌هاي مورد مطالعه در زمان تنش خشكي كاهش مقدار كلروفيل، محتواي آب برگ و افزايش درجه حرارت برگ را نشان دادند. همچنين آن‌ها معتقدند يكي از جنبه‌هاي مقاومت به خشكي در گراس‌ها توانايي گياه به رشد مجدد پس از گذران دوره خشكي و مواجه شدن با رطوبت كافي است.

[1]-Gaff

[2]-Kemp & Culvenor

[3]-Oram

از ديگر گونه‌هاي متحمل بـه خشـكي در ايـن آزمـايش گونه‌هـاي رونـده از قبيـل *Elymus elongatoformis* گرگان مي‌باشد كه ۲/۵ برابر ماده خشك توليدي نسبت بـه شاهد در طي رشد مجدد توانسته است كاهش ۲۵ درصدي ماده خشك دوران تـنش خشـكي را جبـران كنـد. يكـي از دلايل مهم مقاومت به خشكي، گسـترش سيسـتم ريشـه و پتانسيل ذخيره هيـدرات‌هـاي كـربن در زمـان تـنش ايـن گونه‌ها بوده كه در تيمار تنش خشـكي وزن خشـك ريشـه سه برابر بيشتر از شاهد بوده و بيشـترين عملكـرد ريشـه را نشان مي‌دهد (جدول ۳). هانگ و گايو (۲۰۰۰) با نشـاندار كـردن كـربن ١٤ در گونـه *Festuca arundinaceae* نشان دادند كه خشكي سبب كـاهش مـواد فتوسـنتزي در برگ‌ها شده ولي سهم انتقال به ريشه بيشـتر بـوده اسـت و انتقال كربن ١٤ در گياهان تحت تنش خشـكي ۱۲ تـا ۲۰ بار بيشتر از شـاهد بـوده ايـن ذخيـره در عمـق ٤٠ تـا ٦٠ سانتيمتر بيشتر بوده اسـت و انتقـال كـربن بـه بقـه گيـاه معني‌دار نبود. اين نتـايج مؤيـد آن اسـت كـه تحـت تـنش خشكي يكي از بهترين مكان‌هاي ذخيره مواد متـابوليتي در ريشه مي‌باشد.

يكـي از مهـم‌تـرين عوامـل تحمـل بـه تـنش خشـكي گستردگي سيستم ريشه مي‌باشـد كـه مـي‌توانـد از طريـق توسعه ريشه، افزايش حجـم ريشـه و زنـده مـاني (هانـگ و همكاران ۲۰۰۰) و افزايش نسبت ريشه به ساقه تحمـل بـه خشكي را افزايش دهد (پاند وسينگ ۱۹۸۱). دراين تحقيق ۸۰درصد درصد گونه‌ها، تحت تنش خشكي نسبت ريشه به سـاقه آن‌هـا از ۱ تـا ۵ برابـر نسـبت بـه شـاهد افـزايش يافتند.گونه‌هاي رونده از قبيل *Elymus repense* ارروميه، *Elymus elongatoformis* گرگان از نسـبت بيشـتري برخوردار بودند. پونگ نايرو هنز (۱۹۹٦) نيز نشـان دادنـد كه در بيشتر گراس‌ها تحت تنش خشكي نسبت ريشـه بـه ساقه افزايش مـي‌يابـد. جانسـون و ا سـي (۱۹۹۳) ا ظهـار داشتند كه در گـراس‌هـاي دايمـي‌فصـل سـرد در منـاطق خشك، جهت بقا و استفاده هر چه بيشتر از منابع رطـوبتي خاك نسبت ريشه به ساقه افزايش مي‌يابد.

يكي از مهم‌ترين شاخص‌هاي ارزيابي مقاومت به خشـكي در گياهان محتـواي نسـبي آب بـرگ (RWC) مـي‌باشـد (لالور و كورنيك ۲۰۰۲ و بلوم ۲۰۰۱). در گونه‌هاي مورد مطالعه بيشـترين مقـدار RWC در پايـان دوره خشـكي (نقطـه پژمردگـي) مربـوط بـه گونـه‌هـاي *pectiniform Agropyron* و *Elymus repense* و كمترين مربوط به گونه *Elymus elongatum* بود. بالابودن RWC در اين زمان ممكن است به‌خـاطر حـذف برخـي از بـرگ‌هـا و جوانتر ماندن ساير برگ‌ها باشد. طي رشد مجـدد RWC در تمامي‌گونه‌ها افزايش يافت و ايـن نشـان دهنـده قـدرت جـذب آب پـس از يـك دوره خشـكي مـي‌باشـد. ريـولي و همكـاران (۲۰۰۱) بـا مطالعـه بـر روي ۸ گـراس بـومي در استراليا نتيجه گرفتند گراس‌هايي كه در پايين‌ترين سـطح رطوبت خاك قرار دارند و محتـواي آب بـرگ كمتـر از ۲۵ درصد را نشان مي‌دهند جزو گياهـان بـا مكانيسـم تحمـل به‌شمار مي‌روند. لودلو (۱۹۸۹) مكانيسم‌هـاي مقاومـت بـه خشكي را بر اساس RWC به سه دسته تقسيم كـرد، بـه طوري‌كه گياهاني كه تحت تنش خشـكي RWC كمتـر از ۲۵درصد را نشان مي‌هند داراي مكانيسم تحمل و آن‌هـايي كه RWC بيشتر از ۵۰ درصد داراي مكانيسـم اجتنـاب از خشكي و چنانچه بين اين دو مقـدار باشـد بـه‌صـورت حـد واسط خواهد بود. همچنين پونگ نايرو هنـز (۱۹۹٦) بـالا بودن مقدار محتواي آب برگ در زمان تنش را نشان‌دهنـده فعاليت فتوسنتزي بيشتر گياه مـي‌داننـد. در ايـن مطالعـه *Agropyron desertorum* بجنـورد (II) بيشـتر ايـن ويژگي را نشان مي‌دهد.

يكي از مهم‌ترين اقدامات اصلاحي در بحث مقاومت بـه خشكي انتخاب صحيح ژنوتيپ‌هاي متحمل به تنش خشكي مي‌باشد چنانچه صرفا بـه كـم بـودن كـاهش (شـيب خـط توليد) توليد ماده خشك نسبت به شاهد توجه شود، ممكن است گونه‌هايي كه پتانسيل بالايي در هر دو محيط داشـته ولي از اختلاف بيشتري با شـاهد برخـوردار هسـتند مـورد انتخاب قرار نگيرند. به عنوان مثال كمتـرين كـاهش توليـد نسبت به شاهد در طول آزمايش مربوط به گونه *Elymus elongatum* سـمنان و*Agropyron desertorum*

بجنورد (II) بوده از طرفي پتانسيل توليد ماده خشك *Elymus elongatum* بروجن عليرغم كاهش شديد نسبت به شاهد ولي توليد ماده خشك اين ژنوتيپ حتي از توليد ماده خشك سطح شاهد بسياري از گونه‌ها بيشتر است (جدول ۳). لذا جهت از دست ندادن اين اطلاعات استفاده از شاخص‌هاي مقاومت به خشكي از قبيل شاخص تحمل به خشكي (STI) (فرناندز ۱۹۹۲) مي‌توان در انتخاب گونه‌هاي متحمل به خشكي با توليد بالا در هر دو محيط تنش و شاهد كمك جست. اين شاخص با صفات زيادي هبستگي نشان داد (جدول۲). با بررسي اين شاخص در اين تحقيق مشخص گرديد كه گونه *Elymus elongatum* (بخصوص منطقه بروجن) از بيشترين شاخص تحمل به خشكي برخوردار است.

از موارد كاربردي اين تحقيق مي‌تواند ارايه راهكارهاي اصلاحي در جهت ا صلاح مقاومت به خشكي در گراس‌هاي پايا در مطالعات آتي باشد. عوامل ا صلاحي در را بطه *Festuca ovina* و *Dactylis glomerata* تعيين بهترين روش‌هاي استقرار و در مورد گونه *Bromus tomentellus* عليرغم جوانه زني و استقرار بالا طي تنش خشكي در مرحله جوانه زني و استقرار كه در آزمايش قبلي به‌دست آمد، پنجه زني بيشتر و سرعت رشد بيشتر مي‌توان عنوان كرد. عامل مهم اصلاحي در مورد گونه *Secale montanum* با توجه به پتانسيل توليد بالا، عدم رشد مجدد پس از طي دوره خشكي به‌عنوان يكي از مهم‌ترين ضعف‌هاي اين گونه در مراحل اوليه رويشي مطرح مي‌باشد. با توجه به تنوع ژنتيكي كافي بين اكوتيپ‌هاي داخل گونه ايي مي‌توان ژنوتيپ‌هاي برتر را براي صفات مختلف تحمل به خشكي را شناسايي كرد .

به عنوان نتيجه‌گيري كلي بايد گفت كه مقاومت به خشكي در مراحل اوليه رشد گراس‌هاي پايا پس از مرحله جوانه زني و استقرار يكي از مهم‌ترين مراحل بقا در مناطق خشك و نيمه خشك مي‌باشد. عوامل مهم در ايجاد مقاومت به خشكي در اين مرحله شامل سه بخش مي‌باشد .الف) در مواقعي كه رطوبت كافي موجود باشد، رشد سريع، پنجه زني زياد، استفاده هرچه بيشتر از آب قابل دسترس (كارايي مصرف آب بالا) ب) در زمان مواجه شدن با خشكي، كاهش تبخير وتعرق، كاهش فعاليت فتوسنتزي، ارسال مواد فتوسنتزي به ريشه و گسترش آن ج) مواجه شدن با بارندگي پس از يك دوره خشكي (رشد مجدد) جذب هر چه سريعتر آب و مواد غذايي از خاك و سرعت رشد هرچه بيشتر و جبران كاهش توليد ماده خشك در دوره تنش مي‌باشد. يكي از جالب‌ترين نتايج اين تحقيق، افزايش ۴۳ درصدي رشد مجدد گياهان تحت تنش نسبت به شاهد بوده كه اين موضوع در گياهان رونده محسوس‌تر مي‌باشد. در بين گونه‌هاي مورد مطالعه گونه *Elymus elongatum*، *Elymus elongatoformis* و *Agropyron desertorum* از تحمل خوبي در برابر خشكي و استفاده از جذب آب پس از آن برخوردار بودند. گونه‌هاي *Bromus tomentellus* بدليل تاخير در پنجه زني و عدم رشد كافي و *Festuca arundinaceae* كاهش شديد رشد و رشد مجدد كم از حساسيت بيشتري نسبت به خشكي برخوردار بودند. گستردگي سيستم ريشه به‌عنوان يكي از مهم‌ترين صفات در جهت ايجاد مقاومت به خشكي مطرح است. همچنين پيشنهاد مي‌گردد براي موفقيت در احياي مراتع كشور از طريق بذر كاري ضمن رعايت تاريخ كاشت مناسب و منطبق بر بارندگي به بنيه و سلامت بذر توجه گردد.

با توجه به فراواني تنوع ژنتيك بين گراس‌ها در ايران، انتخاب گونه‌هاي مقاوم با صفات مطلوب نيز ميسرمي‌باشد. اصلاح جهت مقاومت به خشكي در توده‌هاي بومي در راستاي احياء مناطق خشك و نيمه خشك امري اجتناب ناپذير بوده و بررسي صفات مهم از قبيل سيستم ريشه و ذخيره‌سازي مواد متابوليت، قدرت پنجه‌زني و سرعت رشد مجدد زياد و كارايي مصرف آب در تحقيقات آينده ضروري به نظرمي‌رسد.

تقدير و تشكر

از پژوهشكده تحقيقات بيوتكنولوژي كشاورزي به جهت همكاري در اجراي طرح و از بانك ژن موسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع جهت در اختيار قرار دادن بخش عمده بذر گراس‌ها تشكر و قدرداني مي‌شود.

جدول ۱- جدول ميانگين مربعات و مقايسه ميانگين آبياري و قطع آب بر پارامترهاي مختلف گراس‌ها در مراحل اوليه رويشي

منابع تغيير	درجه آزادي	عملكرد ساقه و برگ	عملكرد ريشه	عملكرد رشد مجدد	عملكرد كل ماده خشك (ريشه وساقه)	شاخص رشد مجدد	عملكرد كل ماده خشك رويشي (ساقه)	طول ريشه	نسبت وزن ريشه به ساقه
سطوح آبياري	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 آبياري * گونه	۳۰	۱ / ۵۹	۰/ ۰٤۷	۰/ ۰۰۵	۰/ ۰۷۹	۰/ ۲۰۸	۰/ ۰٦۷	۱۵۳۷ / ٦۳	۰/ ۰۰۲۹
خطا	۱۱۷	./ ۲۳	۰/ ۰۰۹	۰/ ۰۰۳	۰/ ۰٤۱	۰/ ۰٤٦	۰/ ۰۳۳	۳۵/ ۲۷	۰/ ۰۰۲۲
ضريب تغييرات درصد (CV)	-	٤۲/ ٤۸	۵٤/ ٤۳	۸٦/ ٤۸	٤۲/ ۰۲	۷۷	٤۳/ ۸۹	۲٦/ ۰۹	۵۵/ ۷٦
مقايسه ميانگين	-								
ظرفيت زراعي (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
LSD۵درصد	-	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 كاهش نسبت به شاهد	-	۵۰/ ۷۷	ns	-	۳٤/ ۱۱	-	۳٦/ ٦۲	ns	-
درصد افزايش نسبت به شاهد	-	-	-	٤۲/۸۵	-	٤۸٤/٦۱	-	-	۲۱ /۵

جدول ۲-همبستگي صفات در دو سطح آبياري (شاهد) و تنش در مراحل اوليه رويشي گراس‌هاي پايه کمي

سطح آبياري	صفات	RE	RE I	RW C	ReRWC	RL	RD	Tota l D	WUE	STI
شاهد	YI	./۵۱**	./ ۲۵	./۱۸	./۰۸	./۱۷	./٤۳	./۹۹**	./۹۹**	./۳٤
	RE		./۳۲	./۲۱	-./۰۵	-./۲۳	./٤۸**	./۹۹**	./۹۹**	./۸۹**
	RE I			./۳۱	./٤۵*	./۵۹**	./٤۸**	./۳٤	./۲۵	./۷٤**
	RW C				./۳۲	./۱۷	./۲٦	./۲۲	./۱۸	./۳۰
	ReRWC					./٤۹**	./۲۸	-./۰۳	-./۰٤	./۳۲
	RL						./٦۷**	./۲۷	./۱۷	./۷۰**
	RD							./۵٤**	./٤۳*	./۷۰**
	Total D								./۹۹**	./٤٦**
	WUE									./۳٤
تنش	YI	./۱۳	-./۵۱**	-./۲۸	./۳٤	./۵٤**	./۵۳**	./۸۸**	./۸۸**	./٤٦**
	RE		-./۰۱	./۱٦	./۵٦**	./۲۸	./۵۲**	./۵۷**	./۱۱	./۵٤**
	RE I			-./۰۱	-./۳۱	-./۲۸	-./۳۳	-./٤۳*	-./٤۳*	-./۱٤
	RW C				./۳۱	-./۰۷	-./۱۵	-./۱۸	-./۳٦	-./۲۲
	ReRWC					./۳۷*	./٤۳*	./۵٤**	./۱۷	./۳۲
	RL						./٦٤**	./٦۲**	./٤٤**	./٤۱*
	RD							./۷۷**	./٤۰*	./٦۲**
	Total D								./۷٦**	./٦٦**
	WUE									./٤٦*

جدول ۳- اثر تنش خشكي و آبياري مجدد بر پارامترهاي مختلف و توليد ماده خشك گراس‌ها در مراحل اوليه رويشي بذر وارداتي

شاخص تحمل	درصد محتواي آب برگ	وزن ماده خشك (ميليگرم در بوته)															
به تنش															آبياري	قطع آب	رشد مجدد		ريشه			بيو ماس كل				
STI	آبياري مجدد	تنش شديد	تنش متوسط	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	مخفف	محل جمع آوري	نام سرده و گونه
0.153	0.00	47.30	68.80	77.1	171.7	450.9	61.7	60.9	0	0	110	390	SmZ	زنجان	*Secale montanum*
0.182	0.00	43.33	75.12	77	196.0	392.4	46.0	52.4	0	0	150	340	SmB	بروجن	
1.812	0.00	41.45	62.05	71.74	450.4	1264.3	40.4	24.3	0	0	410	1240	SmS *	سمنان	
0.715	0.00	44.03	68.66	75.28	272.7	702.5	49.4	45.9	0	0	223	657			*ميا نگين*
0.134	76.98	40.64	76.12	77.14	189.6	288.3	39.6	38.3	50	20	100	230	AcT	تهران	*Agropyron cristatum*
0.853	80.12	44.69	60.55	83.18	431.6	725.5	51.6	95.5	170	60	210	570	AcG	گرگان	
0.493	78.55	42.67	68.335	80.16	310.6	506.9	45.6	66.9	110	40	155	400			*ميا نگين*
2.149	83.27	32.64	52.95	84.58	579.1	1272.0	59.1	112.0	110	140	410	1020	EeBr	بروجن	*Elymus elongatum*
2.040	81.24	33.21	58.29	80.31	603.1	1191.1	73.1	111.1	70	150	460	930	EeG	گرگا ن	
0.673	86.22	42.59	57.21	67.6	512.2	474.8	62.2	54.8	120	30	330	390	EeS	سمنان	
1.147	78.48	37.57	69.09	79	549.8	775.5	89.8	75.5	130	80	330	620	EeY *	يزد	
1.380	81.33	47.20	60.56	67.97	513.1	1028.7	73.1	148.7	160	110	280	770	EeBo*	بجنورد	
1.478	82.11	38.64	59.62	75.89	551.5	948.4	71.5	100.4	118	102	362	746			*ميا نگين*
0.891	81.96	48.30	48.32	73.68	578.4	568.9	78.4	68.9	230	0	270	500	AdG	قزوين	*Agropyron desertoroum*
0.634	81.93	41.43	61.51	79.64	388.7	655.1	76.7	85.1	12	40	300	530	AdS	سنندج	
0.829	87.12	53.78	69.05	84.31	375.7	773.0	35.7	89.0	160	4	180	680	AdBo *	بجنورد	
0.784	83.67	47.84	59.63	79.21	447.6	665.7	63.6	81.0	134	15	250	570			*ميا نگين*
0.199	84.31	55.77	61.06	66.34	263.4	290.0	33.4	47.0	90	3	140	623	ApT	تبريز	*Agropyron pectiniform*
1.489	76.23	49.80	64.66	79.51	258.9	626.9	38.9	56.9	60	80	160	490	ApS	سمنان	
0.259	82.10	50.10	64.31	78.52	298.8	311.1	38.8	31.1	100	20	160	260	ApBo I	بجنورد	
0.330	86.38	69.15	72.16	75.17	410.2	278.6	40.2	28.6	140	20	230	230	ApBo II	بجنورد	
0.569	82.26	56.21	65.55	74.89	305.3	731.7	37.8	40.9	98	31	249	580			*ميا نگين*
0.855	80.20	43.68	66.19	81.22	476.4	716.3	76.4	116.3	130	50	270	550	EiO	ارومیه	*Elymus intermedium*
0.639	86.37	58.00	70.99	83.98	611.0	437.8	151.0	47.8	210	60	250	330	EelG	گرگان	*Elymus elongatiformis*
0.398	82.42	70.64	75.75	80.85	347.1	414.8	37.1	54.8	90	50	220	310	ErO	ارومیه	*Elymus repense*
0.631	83.00	57.44	70.98	82.02	478.2	523.0	88.2	73.0	143	53	247	397			*ميا نگين*
0.000	0.00	45.08	58.61	72.13	54.2	28.1	5.2	28.1	40	0	9	0	BtBo	بجنورد	*Bromus tomentellus*
0.026	0.00	38.88	60.39	72.13	105.8	97.6	15.8	17.6	90	0	0	80	BtK	خرم آباد	
0.012	0.00	42.65	62.25	72.13	47.8	96.5	10.8	6.5	30	0	7	90	BtT	تهران	
0.013	0.00	42.20	60.42	72.13	69.3	74.1	10.6	17.4	53	0	5	57			*ميا نگين*
0.180	82.34	51.28	60.64	70	270.5	228.7	30.5	18.7	50	10	190	200	BcE	اصفهان	*Bromus confinis*
0.657	86.89	44.41	63.50	74.64	485.6	488.7	75.6	38.7	100	70	310	380	BiT	تهران	*Bromus inermis*
1.192	80.34	30.10	54.38	72.35	533.0	879.2	93.0	119.2	100	70	340	690	BiG	گرگان	*Bromus inermis*
0.676	83.19	41.93	59.51	72.33	429.7	532.2	66.4	58.9	83	50	280	423			*ميا نگين*
0.491	71.94	48.68	59.81	67.62	300.3	546.3	30.3	36.3	20	10	250	500	FaS	سنندج	*Festuca arundinaceae*
0.935	81.41	36.02	59.58	75	442.6	688.0	32.6	48.0	10	0	400	640	FaE	اصفهان	
0.109	84.67	62.66	65.93	84.21	202.9	191.6	22.9	21.6	60	0	120	170	FaG	قوچا ن	
0.512	79.34	49.12	61.77	75.61	315.3	475.3	28.6	35.3	30	3	257	437			ميا نگين
0.351	83.49	29.32	43.70	81.13	344.7	414.7	54.7	74.7	150	50	140	290	HsE *	اصفهان	SP ٤٠٤٩ ژنوتيپ

منابع

۱-گزانچيان، علي. خوش خلق سيما، ن، ملبوبي، م. ع، مجيدي، الف، حسيني سالكده، ق، ۱۳۸۳. بررسي جنبه‌هاي فيزيولوژيک و مولكولي مقاومت به خشكي در گراس‌هاي پايا در مرحله جوانه زني و استقرار، پايان‌نامه دكتري دانشگاه آزاد اسلامي واحد علوم و تحقيقات تهران.
۲-مظفريان ولي الله . ۱۳۸۲. گنجينه ذخاير توارثي گياهان ايران، ماه نامه پيام، انجمن ژنتيك ايران، شماره ٦.
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, Sience 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)