بررسی میزان رشد و غلظت کلروفیل پنج گیاه مرتعی در شرایط تنش خشکی

سیده مهدخت مداح*[۱] و ساسان فرهنگیان کاشانی[۲]

۱)استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری، دانشکده علوم پایه،گروه زیست شناس، تهران، ایران.
۲)کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری، گروه کشاورزی، تهران، ایران.

این مقاله حاصل بخشی ازنتایج یک طرح پژوهشی است و پروژه دانشجویی نمی باشد.

***نویسنده مسئول مکاتبات** mahdokht120@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۵/۰۸ **تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۷/۱۰**

چکیده

خشکی از مهمترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان و شایع ترین تنش محیطی است. در مراتع نیز کمبود آب از عوامل عمده ی کاهش رشد و استقرار گونه هایی در این عرصه هاست. با توجه به اهمیت مراتع از نظر اکولوژیکی و نیز حفظ خاک، در پژوهش حاضر به بررسی نقش تنش خشکی در سه سطح رطوبت ظرفیت زراعی ،ظرفیت زراعی۷۵٪و ظرفیت زراعی۵۰٪ بر چگونگی رشد و نمو گیاهان گونه های *Agropyron desertorom* , *Bromus tomentellus* و *Secale montanum* از گراسها و, *Onobrychis sativa* و Medicago sativa از لگوم ها پرداخته شد.از هر گونه دو ژنوتیپ انتخاب گردید.آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در ۴ تکرار در شرایط گلخانه ای انجام گرفت. صفات طول ریشه، طول ساقه ، طول گیاهچه، نسبت طول ریشه به ساقه، وزن خشک ریشه، ساقه و گیاهچه ، نسبت وزن خشک به تر گیاهچه ، مقدار کلروفیل های a، b و کل مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت.تحت تنش خشکی طول ریشه و مقدار کلروفیل افزایش یافت و اکثر صفات دیگر بویژه در ظرفیت زراعی ۵۰٪ کاهش معنی دار داشتند.گیاهان چاودار اکوتیپ *cermond* بیشترین رشد وگیاهان آگروپیرون اکوتیپ *cristatum* کمترین رشد و میزان کلروفیل را داشتند. در بررسی اثر متقابل گونه در خشکی بیشترین میزان کلروفیل کل و b در یونجه های ۴۴ تحت تیمار خشکی با ظرفیت زراعی ۵۰٪ مشاهده شد.. در میان ۱۰ اکوتیپ مورد مطالعه تحت شرایط تنش خشکی گیاه Scecale *cermond* رشد بهتری داشت.

واژه های کلیدی : تنش خشکی، رشد، غلظت کلروفیل ، گیاهان مرتعی.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تنش های محیطی، به ویژه تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولیدات کشاورزی در دنیا است. گیاهان در مقابل خشکی از طریق تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی در تمام اندامهای خود پاسخ می دهند (حیدری ریکان و همکاران ۱۳۸۶و collier et al.,1998).کاشت گیاهان علوفه ای به خصوص گونه های مقاوم و کم توقع در اراضی دیم و مراتع فرسوده، ضمن جلوگیری از فرسایش خاک و هدر رفت آب با تولید علوفه به رونق دامپروری و تحقق اهداف برنامه چهارم توسعه کمک خواهد نمود (جعفری، ۱۳۸۴).به طور کلی گیاهچه های جوان به خشکی حساسترند و تفاوت های ژنتیکی در مقابله با خشکی ممکن است در گیاهچه آشکار شود و همین امر فرصت مفیدی برای به گزینی و انتخاب است (volaire et al., 2001, Hoshmand et al.,2011) . توده های بومی طی سالیان متمادی به خوبی به شرایط سخت محیطی سازگار شده اند و دارای مجموعه ای از صفات مورفولوژیک ، فیزیولوژیک و فنولوژیک هستند که در نتیجه ی آن از مکانیسم هایی برخوردار می باشند که موجب افزایش راندمان استفاده از آب موجود در خاک در محیط های خشک میشود (Ashraf et al., 1991). در حال حاضر هیچ راه منطقی برای افزایش نزولات جوی در خلال دوره های بروز تنش خشکی وجود ندارد و بهترین راه مبارزه با خشکی، همراهی با آن است ، یعنی گزینش ژنوتیپ ها ویا اصلاح ارقامی که تحمل بیشتری به دوره های خشکی داشته و یا به شکلی توان اجتناب از آن را داشته باشند (گنجعلی و همکاران، ۱۳۸۸).

اغلب تنش ها به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم روی فتوسنتز برگها تأثیر می گذارند (Haupt-Herting et al., 2000). تنش خشکی یکی از مهمترین فاکتورهای محیطی بازدارنده فتوسنتز است (Bradford *et al.,* 1982). تنش خشکی معمولاً هدایت روزنه ای و فعالیت فتوسنتزی را در برگ تحت تأثیر قرار می دهد و از آنجایی که فتوسنتز متولی ماده سازی در گیاه می باشد . بنابراین تنش خشکی سبب کاهش کارآیی فتوسنتز، کاهش های رشد و در نهایت کاهش سرعت رشد نسبی می شود (Lawlor، 2002). از آنجایی که انرژی نورانی توسط رنگیزه های فتوسنتزی به ویژه کلروفیل ها به مصرف فتوسنتز می رسد، بنابراین تغییرات سرعت فتوسنتز موجب تغییر فلوئورسانس منتشر شده می شود (Hall et al., 1997).

خشک شدن بافتهای برگ نه تنها مانع ساخته شدن کلروفیل می شود بلکه به نظر می رسد که تخریب کلروفیل موجود را هم باعث می شود .خشکی باعث شکسته شدن کلروپلاستها و کاهش میزان کلروفیل می گردد .در اثر خشکی تشکیل پلاستیدهای جدید، کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتن کاهش یافته و نسبت کلروفیل a به کلروفیل b تغییر می یابد (حیدری شریف آباد،

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳۷۹). در گزارش هایHao و همکاران (1999) نیز آمده است که فتوسیستم II یکی از بزرگترین جایگاههایی است که تحت تأثیر تنش آب قرار می گیرد و از عمل آن کاسته می شود .

آذرنیوند و همکاران (۱۳۸۲) گزارش نمودند در مرحله جوانه زنی گونه *Agropyron.cristatum* نسبت به تنش خشکی از *Agropyron.desertorum* مقاومتر است. در تحقیقی که تنش آبی ۵۰ و۷۰ درصد ظرفیت زراعی بر میزان ماده خشک دو گونه از گیاه اسپرس ،در شرایط گلخانه ای مورد بررسی قرار گرفت، در مجموع گونه *Onobrychis radiate* مقاومتر بود . (رامک و همکاران، ۱۳۸۵). ارزیابی اثر تنش خشکی بر چهار گونه یونجه یکساله نشان داد ، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه همراه با کاهش پتانسیل اسمزی ،بطورمعنی‌داری کاهش یافتند. اما شدت کاهش در گونه‌های مختلف یکسان نبوده، بطوریکه گونه‌های M .scutellata,.M.truncatula به ترتیب دارای بیشترین و کمترین و درصد تغییر در کلیه صفات مورد بررسی بودند. (ظریف کتابی ،۱۳۷۶). در شرایط مزرعه ای تنش خشکی بر محتوای کلروفیل ارقامی از نخود تاثیری نداشته است(khamssi et al., 2010). برعکس Mamnouie در سال ۲۰۰۶ گزارش نمود تنش خشکی موجب کاهش مقدار کلروفیل در شش رقم جو گردید.

با توجه به گسترش تنش خشکی در کشور و اهمیت حفظ مراتع و نظر به اینکه تا کنون مطالعات اندکی بر روی گیاهان مرتعی صورت گرفته است، لذا در بررسی حاضر به مقایسهٔ ۵گونه مختلف از گیاهان مرتعی از نظر رشد و نمو و تغییرا ت میزان کلروفیل در پاسخ به سه سطح خشکی پرداخته شد.

مواد و روش ها

این پژوهش به منظور بررسی اثرخشکی بر رشد گیاهان در پنج گونه ی مرتعی:آگروپیرون (*Agropyron deserturum*) ، بروموس (*Bromus tomentellus*)، اسپرس(*Onobrichis sativa*)، چاودار(*Secal montanum*) ویونجه (*Medicago sativa*)در سال ۱۳۸۷، در شرایط گلخانه ای در دانشگاه آزاد واحد شهرری انجام گرفت.از هر گونه دو اکوتیپ انتخاب شد. ۵ گونه از بانک ژن منابع طبیعی ایران وابسته به موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع تهیه شد.

تعداد ۲۰۰ عدد گلدان پلاستیکی ۱/۱۵۰ گرمی با نسبت ۱:۲ خاک زراعی- ماسه پر شده و هر گلدان با ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر آبیاری شد. از هر گونه ۲۰۰ عدد بذر به صورت دسته‌های ۱۰ تایی در ۲۰ عدد گلدان (در هر گلدان ۱۰ عدد بذر)در نظر گرفته شد و بذور مربوطه در عمق یک سانتی‌متری خاک کاشته شدند. گیاهان در شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ساعت تاریکی و رطوبت ۲۵تا۳۰ درصد قرار داشتند. ۳ تا ۷ روز پس از کاشت بذور ،جوانه زنی آغاز شد.

Archive of SID

www.SID.ir

گلدان‌ها به صورت دو دسته‌ی ۱۰۰ تایی از دو سری ژنوتیپ از هر گونه تقسیم شدند و آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی که در آن گونه ها عامل A و سه سطح خشکی عامل B در نظر گرفته شد، اجرا گردید.برای هر ژنوتیپ در هر یک از سطوح خشکی ۴ تکرار در نظر گرفته شد.

اعمال تیمارهای آزمایشی گلدان ها حدود ۲ ماه پس از کاشت، شروع شد.گلدانها هر روز در زمان مشخص وزن شدند و وزن گلدان و خاک مرطوب برای ظرفیت زراعی (FC) ۱۵۵۶ گرم و برای ظرفیت زراعی ٪۷۵ (٪۷۵FC) ۱۴۶۶ گرم و برای ظرفیت زراعی ٪۵۰ (٪۵۰FC) ۱۳۷۷ گرم بود.پس از ۲۳ روز تیمار دهی اندازه گیری صفات رشد ونموی گیاهان شروع شد.

با بزرگتر شدن گیاهچه ها و توسعه ریشه، آنها به مواد غذایی نیازمند می شوند و به همین منظور گلدان ها با استفاده از محلول غذایی هوگلند (Hoglands, 1950) طی سه نوبت با فواصل ۱۰ روز یکبار تغذیه شدند.

به منظور اندازه گیری وزن خشک، اندامهای ریشه و ساقه آنها را پس از توزین در آون با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتیگراد قرار داده و پس از ۴۸ ساعت مجددا با ترازوی دیجیتالی با دقت یک هزارم(۰/۰۰۱) وزن شد.

جهت تهیه عصاره حاوی کلروفیل ، ۰/۱گرم از برگهای سوم هر یک از گیاهان شاهد وتیمار شده هر یک از گونه ها را پس از توزین در هاون چینی با ۱۰ میلی لیتر استون ٪۸۰ بخوبی ساییده و محلول حاصل با کاغذ صافی و اتمن شماره ۲ بوسیله قیف صاف گردید.

هاون، قیف و باقیمانده مواد گیاهی روی کاغذ صافی دوباره با ۱۰ میلی لیتر استون ٪۸۰ شسته شد که بدین ترتیب حجم نهایی عصاره به ۲۰ میلی لیتر رسید .در این مرحله جهت محاسبه تراکم کلروفیل های aو bو کل جذب عصاره ها ی حاصل در طول موج های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر مدل unico 4802 uv/vis خوانده شد. جهت صفر نمودن دستگاه از استون ٪۸۰ به عنوان شاهد استفاده شد.

مقدار کلروفیل ها با استفاده از روابط زیر بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر محاسبه گردید (Arnon,1949):

$$\text{غلظت کلروفیل a} = ۰/۰۱۲۷ (A_{663}) - ۰/۰۰۲۶۹ (A_{645})$$

$$\text{غلظت کلروفیل b} = ۰/۰۲۲۹ (A_{645}) - ۰/۰۰۴۶۸ (A_{663})$$

$$\text{غلظت کلروفیل کل} = ۰/۰۲۰۲ (A_{645}) + ۰/۰۰۸۰۲ (A_{663})$$

جهت تجزیه داده های حاصل از آزمایش ورسم نمودارها از نرم افزارهای Minitab , SAS9, و Excel2003 استفاده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

بر اساس جدول تجزیه واریانس جداول ۱و۲ کلیه ی صفات مورد بررسی بین گونه های مختلف اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ دارند. بین سطوح مختلف خشکی در صفاتی مانند طول ریشه ، طول ساقه، نسبت ریشه به ساقه ، وزن خشک ساقه، وزن خشک گیاه و مقادیر کلروفیلa اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ وجود دارد. اثر گونه در خشکی در اکثر صفات مورد بررسی اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ دارد. در بین نمونه ها تنها از اکوتیپ ۲۰۰۰ بروموس مقادیر مناسب کلروفیل جهت سنجش صحیح بدست نیامد(جداول ۱و۲).

بررسی اثر متقابل گونه در خشکی بر صفات رشدو نموی در جدول ۳ نشان داد اکوتیپ *cermond* چاودار دارای بیشترین طول ساقه ، در گیاهان شاهد به میزان ۳۵/۹۰ میلی متر است، همچنین این اکوتیپ دارای بیشترین وزن خشک ریشه (۷۱/۲۵ و ۷۶/۷۵ میلی گرم) ، وزن خشک ساقه (۳۲۱/۷۵ و۳۱۸/۲۵ میلی گرم) و وزن خشک گیاه (۳۲۱/۷۵ و ۳۱۸/۲۵ میلی گرم)به ترتیب در نمونه های شاهد و ۷۵٪FC است.گیاهان اگروپیرون به ویژه اکوتیپ *cristatum* در اکثر صفات کمترین مقادیر را داشتند (جدول ۳).

تحت تاثیر تنش کم آبی در شرایط گلخانه ای طول ریشه و طول گیاه در همه ژنوتیپها به جز اگروپیرون و بروموس ۵۷۸ نسبت به شاهد افزایش داشته و برعکس طول ساقه کاهش داشته است(جدول۳).بررسی مقدار نسبت طول ریشه به ساقه در جدول ۳ نشان داد ۵۰٪FC بیش از ۷۵٪FC نسبت به شاهد افزایش داشته است که با نتایج رامک و همکاران(۱۳۸۵) همسو است. جلوگیری از توسعه اندام هوایی به هنگام تنش کمبود آب میزان مصرف کربن و انرژی را در اندام هوایی کاهش داده و بنابراین سهم بیشتری از مواد آسیمیله شده می تواند در ریشه توزیع و سبب رشد بیشتر ریشه شود، افزایش رشد ریشه تغییر عمده بیوفیزیکی گیاه در افزایش مقاومت به خشکی و تأمین آب می باشد(Saab et al., 1990). کاهش اندام هوایی و افزایش رشد ریشه موجب بالا رفتن نسبت ساقه به ریشه در گیاهان تحت تنش شده که این موضوع از جمله تغییرات فیزیولوژیکی عمده سازگاری طی تنش کمبود آب می باشد، زیرا هزینه های مصرف ماده و انرژی در گیاه تحت تنش به حداقل می رسد و در این زنده ماندن گیاه تحت تنش کمبود آب اهمیت دارد(Sharp et al. ,1990). افزایش رشد ریشه متأثر از تنظیم کننده های رشد به خصوص اسیدآبسزیک به هنگام تنش کمبود آب می باشد(Davies & Zahang, 1991).

وزن خشک ریشه، ساقه وگیاه تحت تاثیر تنش خشکی نسبت به شاهد در گیاهان چاودار و یونجه کاهش یافته است(جدول ۳). این نتایج با نتایج ظریف کتابی و همکاران(۱۳۷۶) و خالص ور و همکاران(۱۳۸۶) همسو است.کاهش وزن خشک می تواند ناشی

Archive of SID

www.SID.ir

از کاهش پتانسیل فشاری سلول باشد. حداقل آستانه پتانسیل فشاری سبب کاهش و یا حتی توقف رشد می گردد (آذرنیوند و همکارانش ،۱۳۸۲).

رشد سلول مهمترین فرایند است که با تنش آبی تحت تاثیر قرار می گیرد. اولین علامت کمبود آب کاهش فشار تورژسانس است که منجر به کاهش رشد و نمو سلول ها مخصوصا در ساقه و برگ می شود .کاهش رشد سلول برگ منجر به کاهش ارتفاع گیاه و کاهش اندازه برگ می شود. باکاهش سطح برگ، سطح تعرق گیاه کاهش می یابد و این اولین مکانیسم گیاه برای مقابله با خشکی به حساب می آید. کاهش سطح برگ، سطح جذب نور خورشید و به دنبال آن سطح فتوسنتزی گیاه کاهش و نهایتا منجر به کاهش تولید ماده خشک و عملکرد گیاه می گردد(Hong-Bo et al., 2008 و امید بیگی و همکاران، ۱۳۸۹).

بررسی اثر متقابل گونه در خشکی بر غلظت کلروفیل ها در جدول ۴ نتایج متفاوتی را نشان داد. به طوریکه غلظت کلروفیل تحت تنش خشکی در هر دو ژنوتیپ آگروپیرون و ژنوتیپ های بروموس ۵۸۷ و بویژه در یونجه ۴۴ افزایش یافت که مغایر با اکثر گزارشها است و با نتایج Ashraf و همکاران (۱۹۹۴) مطابقت دارد. میزان کلروفیل تحت تنش خشکی در چاودار عمدتا کاهش یافت که همسو با بیشتر نتایج گزارش شده مانند نتایج Cornic (2000) وMamnouie (2006) است. میزان کلروفیل در اسپرس تقریبا ثابت بوده یا تا حدی افزایش یافته است. در یونجه ۴۵ تحت تنش FC ۷۵٪ تقریبا ثابت و تحت FC ۵۰٪ کاهش معنی دار داشته است.ثبات مقدار کلروفیل با نتایج khamssi و همکاران (۲۰۱۰) همسو می باشد.

ثبات ترکیبات فتوسنتزی می تواند با کسب فشار اسمزی مثبت برگ تحت تنش آبی به شکل نتیجه تنظیم اسموتیک حاصل شود (Bause et al., 2004, khamssi *et al* ., 2010) . عامل اصلی که باعث کاهش فتوسنتز در طی فقدان آب می شود، کاهش CO_2 در دسترس است که به موجب محدودیت انتشار از طریق روزنه و مزوفیل می باشد (Flexas et al., 2006, Campos et al.,2011). مطالعات زیادی نشان داده اند که کاهش فتوسنتز در شرایط تنش آب می تواند به دلیل اختلال در مکانیسم عمل مراحل بیوشیمیایی فتوسنتز باشد(Lawlor, 2002). تنش آبی از طریق کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه ها، کاهش درآبگیری کلروپلاست، کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل، سبب کاهش فرآیند فتوسنتز می گردد .تنش آب به طور مستقیم بر فرآیندهای بیوشیمیایی مربوط به فتوسنتز اثر می گذارد (Hao, 1999).در شرایط کمبود آب، غلظت اسید آمینه پرولین افزایش می یابد از آنجایی که کلروفیل و پرولین هر دو از پیش ماده مشترکی به گلوتامات سنتز می شوند. بنابراین می توان گفت افزایش سنتز پرولین در شرایط تنش خشکی به کاهش سنتز کلروفیل منجر می گردد(حیدری شریف آباد، ۱۳۷۹).

Archive of SID

www.SID.ir

آب را می توان ماده ای دانست که بدون وجود ناقل های الکترون ابتدا و انتهای زنجیره انتقال الکترون دستگاه فتوسنتزی را به یکدیگر متصل می کند، یکی از مهمترین دلایل کاهش کلروفیل ها تخریب آنها به وسیله گونه های اکسیژن فعال می باشد (Navari-Izoo *et al*., 1990) . کاهش فعالیت فتوسیستم II، کاهش فعالیت آنزیم روبیسکو و مهار سنتز ATP همگی باعث می شوند تا اکسیژن یک پذیرنده جایگزین برای الکترونهای اضافی فتوسنتز باشد و تشکیل گونه های اکسیژن آزاد در کلروپلاست ها افزایش یابد (Lawlor& Cornic,2002). نرخ تولید گونه های اکسیژن آزاد وابسته به گونه، مدت تنش، سن گیاه و مهمتر از همه شدت تنش می باشد ، در تجربیاتی که بر روی گوجه فرنگی انجام شده است مشخص گردیدکه به هنگام تنش آب نسبت بیشتری از الکترونهای فتوسنتزی به سوی اکسیژن جریان می یابند (Haupt-Herting, & Fock,2000).

علت افزایش کلروفیل در بررسی حاضر به طور دقیق مشخص نمی باشد ولی ممکن است وابسته به گونه و ژنوتیپ مورد نظر ویا شرایط نوری موجود در زمان آزمایش باشد که برای این گونه ها وضعیت خاصی را بوجود آورده است. ضمناً می توان چنین توجیه نمود که گیاهانی که کلروفیل آنها افرایش داشته است در واقع نتوانستند پاسخ مناسب به تنش داده به عنوان مثال شاید پرولین کمتری ساخته و پیش سازها ،بیشتر برای ساخت کلروفیل استفاده شده باشند .

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق تحت تنش خشکی اکوتیپ *cermond* گیاه چاودار رشد خوبی از نظر طول و وزن داشته است. در حالیکه مقادیر کلروفیل این گیاه تحت سطوح بالای تنش کاهش یافته است ولی در سطوح متوسط خشکی نسبت به شاهد افزایش یافت.برعکس گیاه اگروپیرون به ویژه اکوتیپ *cristatum* تحت تنش خشکی کاهش رشد و افزایش میزان کلروفیل را نشان داد. در پاسخ به تنش خشکی گیاهان چاودار و یونجه مشابه یکدیگر عمل نمودند .

لازم به ذکر است جهت تعیین ژنوتیپ های مقاوم به خشکی گیاهان مرتعی مذکور، آزمایشات بیشتر و تکمیلی از نظر بررسی تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی وحتی ساختار تشریحی ضروری می باشد، تا در نهایت بتوان نظر نهایی در مورد ژنوتیپهای مقاوم و مکانیزم عمل آنها داد. ضمنا تکرار تجربیات مشابه در شرایط مزرعه ای و انجام بررسی در مراحل دیگر رشد و نموی این گیاهان لازم است که امید است در آینده انجام شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار خشکی و گونه بر صفات رشد و نموی مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول ریشه	طول ساقه	طول گیاه	نسبت طول ریشه به ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک گیاه	نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه
گونه	۹	۱۶۰/۵۶**	۴۶۶/۶۱**	۹۲۹/۴۷**	۰/۴۵۱**	۳۵۱۱/۸**	۳۴۲۶۸**	۵۹۳۶۴**	۰/۰۵۱**
خشکی	۲	۳۹/۹۰**	۶۵/۲۵۳**	۱۲/۲۴۶ns	۰/۳۵۸**	۱۱۹/۰ns	۷۴۸۵**	۷۰۰۰**	۰/۰۰۲۳ns
گونه درخشکی	۱۸	۱۴/۰۳**	۲۲/۶۱۴**	۴۷/۵۲۷**	۰/۰۶۰۲**	۴۰۱/۴۲*	۳۲۳۳/۳**	۵۳۹۰/۹**	۰/۰۰۵۹ns
خطا	۷۹	۶/۱۷	۸/۱۰۹	۱۷/۵۶۹	۰/۰۲۰۳	۱۸۹/۷۸	۹۱۰/۷۷۸	۱۴۲۰/۵۸	۰/۰۰۴۵

**و* = میانگین مربعات به ترتیب در سطح ۱و۵ درصد معنی دار هستند وns معنی دار نیست.

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار خشکی و گونه بر غلظت کلروفیل ها

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
گونه	۹	۰/۹۷۴**	۰/ ۴۴۲**	۲/ ۶۵۷ **
خشکی	۲	۰/۷۳۷ **	۰/۱۱۵ ns	۱/۳۶۸ *
گونه در خشکی	۱۸	۰/۲۶۷**	۰/۱۷۲ **	۰/۸۳۳ **
خطا	۹۰	۰/۱۲۳	۰/۰۵۸	۰/۳۳۰

**و* = میانگین مربعات به ترتیب در سطح ۱و۵ درصد معنی دار هستند وns معنی دار نیست.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳: مقایسه میانگین های اثر متقابل گونه در خشکی بر صفات رشد و نموی مورد مطالعه

گونه	سطوح تنش	طول ریشه (میلی متر)	طول ساقه (میلی متر)	طول گیاه (میلی متر)	نسبت طول ریشه به ساقه	وزن خشک ریشه (میلی گرم)	وزن خشک ساقه(میلی گرم)	وزن خشک گیاه(میلی گرم)	نسبت وزن خشک به تر گیاه
آگروپیرون *Cristatum*	FC	۵/۳۰ i	۱۹/۴۷ g-k	۰/۲۷ mn	۲۴/۷۵ h-l	-	۹ k	۹ j	۰/۲۴d-h
	۷۵% FC	۴/۶۵ i	۲۳ c-h	۰/۲۰ n	۲۷/۷۵ g-k	-	۱۲/۲۵ k	۱۲/۲۵ j	۰/۲۱۷d-h
	۵۰% FC	۴/۴۶ i	۲۱/۸۳ e-i	۰/۲۰ n	۲۶/۵۰ h-l	-	۱۲/۲۵ k	۱۲/۲۵ j	۰/۱۸۷ e-h
آگروپیرون *Elongatum*	FC	۱۲/۲۳ c-g	۲۱/۰۹ f-j	۰/۵۵ e-l	۳۳/۳۳ d-g	۹/۳۳ fgh	۵۳/۲۵ f-k	۶۰ g-j	۰/۲۲ d-h
	۷۵% FC	۱۲/۸۹ cde	۲۵/۹۶ b-f	۰/۵۰ e-l	۳۸/۷۵ b-e	۲۰/۶۷ d-h	۷۲/۲ d-j	۸۷/۷۵ e-i	۰/۱۳۷۵ gh
	۵۰% FC	۹/۷۹ d-h	۲۰/۲۳ g-	۰/۵۰ e-l	۳۰ f-j	۱۲/۷۵ fgh	۴۹/۲۵ f-k	۶۲ g-j	۰/۱۲۶۶ h
بروموس **587**	FC	۸/۸۶ e-i	۲۷/۰۹ bcd	۰/۳۳ k-n	۳۶ c-f	۳/۵۰ h	۲۶/۲۵ jk	۲۹/۷۵ ij	۰/۱۵۵۰ fgh
	۷۵% FC	۸/۷۳ e-i	۲۳/۱ c-h	۰/۳۷ j-n	۳۱/۷۵ e-i	۶ h	۳۴/۷۵ h-k	۳۹hij	۰/۲۲۵d-h
	۵۰% FC	۶/۰۵ hi	۲۰/۰۸ g-j	۰/۲۹ lmn	۲۶/۲۵ h-l	۵ h	۱۸ k	۲۰/۵۰ j	۰/۲۰d-h
بروموس **2000**	FC	۱۰ d-i	۲۸/۴۵ b	۰/۳۵ j-n	۳۸/۷۵ b-e	۷/۶۷ gh	۴۲/۶۷ g-k	۵۱ hij	۰/۱۷e-h
	۷۵% FC	۱۳/۷۱cd	۲۸/۲۸ b	۰/۴۸ g-m	۴۲/۲۵ bc	۱۳/۵۰ fgh	۴۰/۷۵ g-k	۵۳/۷۵ hij	۰/۱۹ d-h
	۵۰% FC	۱۲/۷۵ c-f	۲۶/۷۵ b-e	۰/۴۹ f-m	۳۹/۵۰ bcd	۱۶/۵۰ efgh	۴۱/۷۵ g-k	۵۸ g-j	۰/۲۶c-g
چاودار *Montanum*	FC	۱۴/۰۶ cd	۲۵/۱ b-g	۰/۵۵ e-l	۳۹/۲۵ bcd	۴۷/۲۵ bc	۸۹ c-g	۱۳۶ cde	۰/۲۷۷b-f
	۷۵% FC	۱۵/۲۵ bc	۲۲/۶۶ d-i	۰/۶۷ d-i	۳۷/۶۶ cde	۳۳ b-f	۶۲ e-k	۹۴/۷ d-i	۰/۲۸b-f
	۵۰% FC	۲۱ a	۲۷/۸۷ bc	۰/۷۵ b-e	۴۹ a	۴۷/۷۵ bc	۸۱/۲۵ d-i	۱۲۸/۵۰ c-f	۰/۲۵۵ c-g

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول۳:مقایسه میانگین های اثر متقابل گونه در خشکی بر صفات رشد و نموی مورد مطالعه

گونه		سطوح تنش	طول ریشه (میلی متر)	طول ساقه (میلی متر)	طول گیاه (میلی متر)	نسبت طول ریشه به ساقه	وزن خشک ریشه (میلی گرم)	وزن خشک ساقه (میلی گرم)	وزن خشک گیاه (میلی گرم)	نسبت وزن خشک به تر گیاه
چاودار	*Cermond*	FC	۱۵/۳۷ bc	۳۹/۹۰ a	۰/۴۳ h-n	۵۲/۲۵ a	۷۱/۲۵ a	۲۵۰/۷۵ a	۳۲۱/۷۵ a	۰/۲۰ d-h
		۷۵% FC	۱۸/۶۸ ab	۳۳/۳۷ a	۰/۵۶ e-k	۵۲/۲۵ a	۷۶/۷۵ a	۲۴۱/۷۵ a	۳۱۸/۲۵ a	۰/۲۶ b-g
		۵۰% FC	۱۸/۷۵ ab	۲۷ bcd	۰/۶۹ c-h	۴۵/۶۶ ab	۳۹ bcde	۱۱۴ cd	۱۵۲/۶۷ bcd	۰/۲۹ b-e
اسپرس	*Tabriz*	FC	۷/۸۰ ghi	۱۲/۱۵ mn	۰/۶۵ e-i	۲۰ lm	۱۷/۵۰ d-h	۵۱/۲۵ f-k	۶۸ f-j	۰/۳۸۲۵ ab
		۷۵% FC	۱۲/۵۰ c-f	۱۳/۲۵ mnl	۰/۹۴ b	۲۵/۷۵ h-l	۴۹ b	۸۷/۵۰ c-h	۱۳۶/۲۵ cde	۰/۳۶۵ abc
		۵۰% FC	۱۲/۳۰ c-g	۱۰/۶۵ n	۱/۲۱ a	۲۳ j-j	۳۸/۷۵ b-e	۶۰/۲۵ e-k	۹۸/۷۵ d-h	۰/۳۲۲ a-d
اسپرس	*Songhor*	FC	۴/۷۲ i	۱۱/۱۵ n	۰/۴۱ i-n	۱۶ m	۷/۲۵ gh	۲۶/۲۵ jk	۳۳ hij	۰/۴۱۲۵ a
		۷۵% FC	۱۲/۱۹ d-h	۱۱/۲۹ n	۰/۹۰ bcd	۲۱/۵۰ klm	۱۳ fgh	۳۰/۲۵	۴۳/۲۵ hij	۰/۲۱۷ c-g
		۵۰% FC	۸/۲۶ f-i	۱۱/۲۳ n	۰/۷۴ b-f	۱۹/۵۰ lm	۱۸ d-h	۳۹/۷۵ g-k	۵۷/۷۵ g-j	۰/۲۹۰b-e
یونجه	۴۴	FC	۱۰/۵۳ d-h	۲۳/۲ c-h	۰/۴۸ g-m	۳۴ d-g	۲۸ b-h	۱۳۶ bc	۱۶۳/۷۵ bc	۰/۱۷۶۶ e-h
		۷۵% FC	۹/۷۲ d-h	۱۶/۲۳ j-m	۰/۶۱ e-j	۲۶ h-l	۲۱ d-h	۷۵/۷۵ d-j	۹۶/۵۰ d-h	۰/۱۵۲۵ fgh
		۵۰% FC	۱۴/۰۲ cd	۱۵/۱۵ lmn	۰/۹۳ bc	۲۹/۲۵ f-j	۲۱ d-h	۵۱ f-k	۷۱/۷۵ f-j	۰/۱۴۷۵ gh
یونجه	۴۵	FC	۱۰/۱۵ d-h	۲۲/۸ c-h	۰/۴۴ h-n	۳۳/۲۵ d-h	۳۱/۵۰ b-g	۱۶۸/۵۰ b	۱۹۹/۷۵ b	۰/۱۷ e-h
		۷۵% FC	۸/۷۱ e-i	۱۸/۱۶ g-k	۰/۴۹ f-m	۲۶/۷۵ h-l	۲۴/۵۰ c-h	۹۷ c-f	۱۲۱/۲c-g	۰/۱۶۷e-h
		۵۰% FC	۱۲/۴۰ c-f	۱۷/۷۰ j-l	۰/۷۲ b-g	۳۰ f-j	۴۱/۲۵ bcd	۱۰۶/۲۵ cde	۱۴۶/۷۵ b-e	۰/۱۷۷e-h

(حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار بین گروها است)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۴: مقایسه میانگینهای اثر متقابل گونه در خشکی بر غلظت کلروفیل ها

گونه		سطوح تنش	کلروفیل a (mg/gf.w)	کلروفیل b (mg/gf.w)	کلروفیل کل (mg/gf.w)
آگروپیرون	*Cristatum*	FC	۰/۴۸۰۳ e-h	۰/۴۳۴۳ c-f	۰/۹۱۴۳ e-h
		۷۵% FC	۰/۹۶۲۹ a-e	۰/۵۵۳۸ b-f	۱/۵۱۶۳ a-f
		۵۰% FC	۱/۳۳۲۷ a	۰/۶۰۱۶ b-f	۱/۹۳۳۸ a-d
آگروپیرون	*Elongatum*	FC	۰/۲۶۷۵ gh	۰/۲۰۵۴ fg	۰/۴۷۲۸ gh
		۷۵% FC	۰/۸۰۸۳ a-g	۰/۳۹۱۴ c-g	۱/۱۹۹۴ b-g
		۵۰% FC	۰/۵۴۴۴ d-h	۰/۱۹۰۴ fg	۰/۷۳۴۷ fgh
بروموس	۵۷۸	FC	۰/۲۹۶۵ fgh	۰/۲۹۱۷ efg	۰/۵۸۸۰ fgh
		۷۵% FC	۱/۱۹۳۹ abc	۰/۷۷۴۳ bc	۱/۹۶۷۷ abc
		۵۰% FC	۱/۲۳۲۵ ab	۰/۸۸۰ ab	۲/۱۱۲ ab
چاودار	*Montanum*	FC	۱/۰۲۲ a-e	۰/۵۱۵۶ b-f	۱/۵۳۷۲ a-f
		۷۵% FC	۰/۶۴۶۶ b-g	۰/۳۰۵۶ efg	۰/۹۵۲۰ d-h
		۵۰% FC	۰/۷۲۲۱ b-g	۰/۳۶۱۶ c-g	۱/۰۸۳۴ c-g
چاودار	*Cermond*	FC	۰/۶۶۵۶ b-g	۰/۳۹۲۳ c-g	۱/۰۵۷۶ c-g
		۷۵% FC	۰/۹۲۸۵ a-e	۰/۴۵۸ c-f	۱/۳۸۶۲ a-g
		۵۰% FC	۰/۶۰۴۱ c-g	۰/۲۸۰۲ efg	۰/۸۸۴۰ e-h
اسپرس	*Tabriz*	FC	۰/۶۰۳۰ c-g	۰/۴۷۱۲ b-f	۱/۰۷۳۹ c-g
		۷۵% FC	۰/۸۱۳۰ a-g	۰/۴۸۷۵ b-f	۱/۳۰۰۱ b-g
		۵۰% FC	۰/۸۸۱۴ a-f	۰/۵۰۶۶ b-f	۱/۳۸۷۶ a-g
اسپرس	*Songhor*	FC	۰/۷۹۰۸ a-g	۰/۴۸۲۵ b-f	۱/۲۷۳۰ b-g
		۷۵% FC	۰/۹۸۵ a-e	۰/۵۰۱۲ b-f	۱/۴۸۶۲ a-f
		۵۰% FC	۰/۹۵۶ a-e	۰/۵۳۲۳ b-f	۱/۴۸۷۹ a-f
یونجه	۴۴	FC	۰/۵۴۱۰ d-h	۰/۲۷۳۹ efg	۰/۸۱۴۷ fgh
		۷۵% FC	۰/۷۹۶۵ a-g	۰/۳۱۷۷ d-g	۱/۱۱۴ c-g
		۵۰% FC	۱/۱۶۴۴ abc	۱/۱۴۱۸ a	۲/۳۰۵۵ a
یونجه	۴۵	FC	۱/۱۲۵۱ a-d	۰/۷۳۲۳ bcd	۱/۸۵۶۹ a-e
		75% FC	۱/۱۴۷۱ a-d	۰/۶۷۶۶ b-e	۱/۸۲۳۲ a-e
		۵۰% FC	۰/۵۳۸۸ d-h	۰/۳۷۰ c-g	۰/۹۰۸۵ e-h

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار بین گروها است

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- **آذرنیوند،ح.، و جوادی، م.،۱۳۸۲.** بررسی اثر تنش خشکی بر روی جوانه زنی دو گونه مرتعی از جنس آگروپیرون. ،بیابان، جلد ۸، شماره۲، ۱۹۲-۲۰۲.

- **امید بیگی،ر.، و محمودی، م.، ۱۳۸۹.** اثر تنش خشکی بر برخی صفات مرفولوژی، میزان و عملکرد اسانس گیاه گل مکزیکی، مجله علوم باغبانی ایران،دوره ۴۱، شماره ۲، ۱۵۳-۱۶۱.

- **جعفری،ع.، ۱۳۸۴ .** نقش گراسها و لگومها در تولید علوفه، همایش ملی گیاهان علوفه ای کشور.

- **حیدری ریکان،م.، و حیدری، ر.، و جامعی، ر. ،۱۳۸۶.** بررسی مقاومت به شوری و خشکی چهار رقم جو در مرحله جوانه زنی، . پژوهش وسازندگی شماره۷۴، بهار، ۱۳۴-۱۴۲ .

- **حیدری شریف آباد، ح.، ۱۳۷۹ .** گیاه خشکی و خشکسالی. مؤسسه تحقیقات جنگلی و مرتع ص۱۰۲-۸۷.

- **خالص ور. ش، و آقا علیخانی. م. ،۱۳۸۶.** اثر تنش شوری وکم آبی برجوانه زنی بذور سورگوم علوفه ای و ارزن مروارید. پژوهش وسازندگی شماره۷۷، زمستان ، ۱۵۳-۱۶۳.

- **رامک، پ.، خاوری نژاد، ر.، و حیدری شریف آباد، ح.، و رفیعی، م.، ۱۳۸۵.** تاثیر تنش آب بر میزان ماده خشک ورنگیزه های فتوسنتزی در دو گونه اسپرس. فصلنامه پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ، جلد ۱۴، شماره۲، ۸۰-۹۱.

- **ظریف کتابی،ح .، و کوچکی،ع.،۱۳۷۶ .**ارزیابی برخی شاخصهای مقاومت به خشکی در چند گونه یونجه یکساله.پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد.

- **گنجعلی،آ.، و باقری، آ.، ۱۳۸۸.** ارزیابی ژرم پلاسم نخود برای مقاومت به خشکی. پژوهشهای زراعی ایران، جلد۷، شماره ۱، ۱۸۳-۱۹۴.

-**Arnon, D.I., 1949.** Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Phisiology 24 : 1-15.

-**Ashraf, M.& Karimi,F., 1991.**Screening for some cultivar/line of black gram for resistance to water stress.Trop.Agri.68:57-62.

Archive of SID

www.SID.ir

-**Ashraf, M.Y., Azmi, A.R., Khan, a.H. and Ala A., 1994.** Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in weat. Acta Ohysiologia Plantarum. 16(3):185-191.

- **Baus,PS., Masood, A., chaturvedi, SK. ,2004.**Adaptation of photosynthetic component of chickpea to water stress.4th international Crop Sci.Congress. Brisbane, Australia.

- **Bradford, KJ.& Hsiao, TC. ,1982.** Physiological responses to moderate water stress. In: Lange OL et al., eds. Encyclopedia of plant physiology, New Series. Physiological plant ecology II. Water relations and carbon assimilation. Berlins: Springer-Verlag, 263-324.

- **Campos, M.K.F., de Carvalho,K.,de Souza,F.S., 2011 .** Drought tolerance and antioxidant enzymatic in transgenic,"Swingle" citrumelo plants over-accumulating proline.Environmental and Experimental BotanyEEB-2322,.1-9.article in press.

- **Cellier,F.,Conejero,G.,Breitler, j., casse,F., 1998.** Molecular and physiological response to water deficit in drought-tolerant and drout-sensitive line of sunflower. Plant Physiology.116: 319-328.

- **Cornic, G., 2000.**Drought stress inhibits Photosynthesis by decreasing stomata aperture – not by affecting ATP synthesis. Trends in plant science 5: 187-188.

- **Davies, W.J. & Zahang, J., 1991.** Root signals and the relation of growth and development of plant in plant molecular Biology 42: 55-76.

-**Flexas,J., Bota,J., Galmes,J., Medrano,H., Ribas-carbo,M., 2006.**Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress.Physiol.Plant.127,343-352.-

- **Hall, D.O., Scurlock, J.M.O., Bolher, H.R., Leegood, R.c., Long, S.p., 1997.** Photosynthesis & Production in A chanching: a field and laboratory manual Environment volum 2.

- **Hao, L., Houguo, L., Zongling W., Xinmin L., 1999.** Effect of water stress and rewateing on turnover and gene expression of photosystemaII reaction center polypeptide D1 in Zea mays. Functional Plant Biology: 26(4) 375-378.

Archive of SID

www.SID.ir

- **Haupt-Herting, S. & Fock, H.P., 2000.** Exchange of oxygen and its role in energy dissipation furing drought stress in tomato plants. Physiologia plantarum 110: 489-495.

- **Hoagland, D.R. & Arnon, D.I., 1950.** The water-culture method for growing plants without soil. Circ. 347. Univ. of Calif. Agric. Exp. Station, Berkley.

-Hong-Bo, sh. & Li-ye,ch., 2008. Water-deficit stress- induced anatomical changes in higher plants, *Current Research in Biologies*, 331,215-225.

-Houshmand,s. &Abasalipour,H., 2011 . Evaluation of four chamomile species under late season drought stress.*i.j.p.p*.,5 (1),January.9-23.

-Khamssi,N.N. & Ghassem Golezani,K., 2010. Effects of water deficit stress on field performance of chickpea cultivars.Afr.J.Agric.Res.Vol5(15) 1973-1977.

-Lawlor, D.W., 2002 . Limitation to photosynthesis water stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. Annals of Botany 89: 671-885.

-**Lawlor, D.W.& Cornic,G., 2002.**Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant, cell and Environment, 25:275-294.

-**Mamnouie,E.& Fotouhi Ghazvini,R., 2006.**The effects of water deficit on crop yield and the physiological characteristics of Barley Varieties. J.Agric.Sci.Technol.Vol.8:211-219.

-**Navari-Izzo, F., Quartacci, M.F. , Izzo, R., 1990.** Water-stress induced changes in protin and free amino acids in field grown maize and sun flower .Plant phsiolgy Biochemistry 28: 531 537.

-**Saab, I.N., Sharp, R.E., Prichard, J. , Voetberg, G.S., 1990.** Increased endogenous abscisic acid maintains primary root growth and inhibit shoot growth of maize seeding sat low water potentials. Plant Physiology 93: 1329-1336.

-**Sharp, R.E., Hsiao, T.C. , Silk, W.K., 1990.** Growth of the maize primary root at low water potentials. II Role of growth and deposition of hexose and potassium in osmotic adjustment. Plant physiology 9: 1337-1346.

-**Volaire,F.,Conejero,G., Lelievre,F., 2001.** Drought survival and dehydration tolerance in Dactylis glomerata and *Poa bulbosa*.Aust.J.Plantphysiol.,28:743-754.

Archive of SID

www.SID.ir