



# اولین همایش ملی بهینه‌سازی مصرف آب

The First

National Conference of Water Use Optimization

تاریخ: ۱۳۹۲ / ۱۱ / ۲۱

شماره: ۲۵

بسمه تعالی

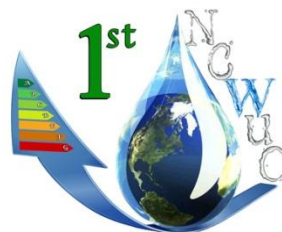
گواهی پذیرش مقاله

محققین گرامی:

اکرم طاهری\*، محمد جنگجو، پروانه ابریشم چی

احتراماً ضمن تشکر از ابراز علاقمندی شما و همکاران جهت ارائه مقاله تحت عنوان "استراتژی های سازگاری دو گیاه گندمی C3 (Stipa hohenackeriana)، C4 (Enneapogon persicus) به تغییرات دما و رطوبت در یک سال خشک "

در اولین همایش ملی بهینه سازی مصرف آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان با کد مقاله 171P203T5، با کمال مسرت به اطلاع می‌رساند خوشبختانه مقاله شما توسط کمیته علمی همایش بصورت "پوستری" مورد پذیرش قرار گرفته است. خواهشمند است با اطلاع رسانی های بعدی سایت نسبت به ثبت نام و واریز هزینه همایش اقدام نمایید. بدیهی است که عدم ثبت نام باعث حذف مقاله از مجموعه مقالات همایش خواهد شد.

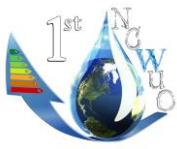


با تشکر

دکتر مهدی ذاکری نیا

مدیر گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و دبیر علمی اولین همایش ملی بهینه سازی مصرف آب در استان گلستان





## استراتژی های سازگاری دو گیاه گندمی *C<sub>3</sub>* (*Stipa hohenackeriana*)، *C<sub>4</sub>* (*Enneapogon persicus*) به تغییرات دما و رطوبت در یک سال خشک

\*اکرم طاهری<sup>۱</sup>، محمد جنگجو<sup>۲</sup>، پروانه ابریشم چی<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد- گروه زیست شناسی دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد akram\_taheri84@yahoo.com

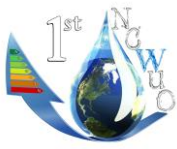
۲- دانشیار- گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه فردوسی مشهد mjankju@um.ac.ir

۳- دانشیار- گروه زیست شناسی دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد abrisham@um.ac.ir

چکیده

اثر پدیده های شدید اقلیمی مانند خشکسالی های شدید برای گیاهان یکسان نیست، گیاهان مختلف ممکن است به درجات متفاوتی تحت تاثیر خشکسالی قرار گیرند. لذا در این پژوهش دو گیاه گندمی سه کربنه *Stipa hohenackeriana* و چهارکربنه *Enneapogon persicus* در یک سال خشک مورد بررسی قرار گرفت. به فاصله هردو هفته، تاریخ وقوع پدیده های فنولوژیکی شامل رشد رویشی، ظهور خوشه ها، گلدهی کامل، ریزش بذر و رطوبت و دمای زیرکانوبی در محل توسعه ریشه گیاهان ثبت شد. علاوه بر این در هر بازدید طول و تعداد برگ ثبت شد. داده ها با نرم افزار SPSS16 تجزیه و تحلیل آماری شدند. بر اساس نتایج، گندمی های *C<sub>3</sub>* و *C<sub>4</sub>* به طور متفاوتی تحت تاثیر دمای هوا و رطوبت خاک بودند. در ابتدای فصل، تعداد برگ *C<sub>3</sub>*، و نزدیک به انتهای فصل تعداد برگ *C<sub>4</sub>* بیشتر بود. بررسی شاخص محتوای نسبی آب برگ به موازات تغییرات فنولوژی و آب و هوایی، بیانگر آن بود که به طور برجسته، به هنگام مواجهه با خشکی، در گیاه *C<sub>4</sub>* اختلاف معنی داری در مراحل فنولوژی مشاهده نشد، اما در گیاه *C<sub>3</sub>* بطور معنی داری این شاخص کاهش یافت و به موازات آن، شاهد کاهش طول مرحله گلدهی و بذری و تعداد برگ آن بودیم. پاسخ گیاه سه کربنه به پالس های رطوبتی، از لحاظ مراحل فنولوژی و همچنین طول و تعداد برگ، بیشتر از گیاه چهارکربنه بود. که به احتمال زیاد، به کارایی فتوسنتز بالا و محتوای نسبی آب برگ بالا (سازگاری فیزیولوژیک) و نیز سایه اندازی برگ ها به سطح کانوبی (سازگاری مرفولوژی) عامل موفقیت بیشتر گیاه چهارکربنه در تحمل تنش های محیطی در سال خشکسالی بوده است.

کلمات کلیدی: گندمیان، مراتع مشهد، سازگاری های محیطی، خشکسالی

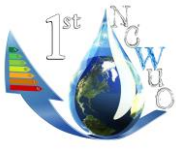


### مقدمه

کمبود بارندگی و بروز پدیده های خشکسالی یکی از وقایع معمول در اکوسیستم های مناطق خشک و نیمه خشک محسوب میشود. گیاهان این مناطق نیز سازگاری های خاصی به شرایط محیط دارند، که بتوانند از دوره های کوتاه مدت افزایش رطوبت خاک و عناصر غذایی پس از هر پالس باران حداکثر استفاده را بنمایند. اما اثر پدیده های شدید اقلیمی مانند خشکسالی های شدید برای این گیاهان یکسان نیست، گیاهان مختلف ممکن است به درجات متفاوتی تحت تاثیر خشکسالی قرار گیرند. تغییر در مراحل فنولوژی، ساختارهای مرفولوژی و شرایط فیزیولوژیک از جمله پاسخ های متداول گیاهان به شرایط سخت محیطی می باشد (استیناکر ۲۰۰۸). گیاهان چهارکربنه به دلیل بالا بودن کارایی فتوسنتز بالا می توانند مقاومت بیشتری به تنش های محیطی در مناطق خشک داشته باشند (لمبرز و همکاران، ۱۹۹۸). در مقابل گیاهان سه کربنه با تغییر در مراحل فنولوژی و خصوصیات مرفولوژی به شرایط نامساعد محیطی پاسخ می دهند (چیکاهوالا و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به نگرانی های اخیر در زمینه تغییر اقلیم مناطق خشک و نیمه خشک، بررسی عکس العمل های گیاهان سه کربنه و چهارکربنه که در یک زیستگاه مشترک می رویند، به شرایط نامساعد اقلیمی (خشکی) می تواند از نظر اکولوژیک بسیار حائز اهمیت باشد.

براساس میانگین بارندگی سالانه (۲۶۶ میلی متر)، شهرستان مشهد در منطقه ی نیمه خشک قرار دارد، اما در شیب های روبه جنوب، ارتفاعات جنوبی مشهد که دارای سازندهای شیل می باشد. گرمای شدید، داغ شدن سنگ ها در اثر تابش خورشید و تخریب مراتع باعث شده است تا گونه های بومی مناطق استپی کشور *Stipa hohenackeriana* و منطقه ی نیمه بیابانی *Enneapogon persicus* بطور طبیعی در این دامنه ها رویش کنند. وقوع خشکسالی شدید در سال آماری ۹۰-۱۳۸۹ این فرصت را فراهم آورد تا عکس العمل های دو گیاه  $C_3$  و  $C_4$  را از نظر تغییرات فنولوژی، مرفولوژی به وقوع پالس های باران در زمان های مختلف فصل رشد در یک سال خشک بررسی کرد.

پارامترهای محیطی مانند درجه حرارت، رطوبت خاک، میزان متوسط انرژی خورشید، عوامل جوی (باد و باران) و مقدار آب قابل استفاده برای عمل فتوسنتز بر مراحل فنولوژی تاثیرات مستقیمی دارند (راستی و سعیدفر ۱۳۷۹). همچنین بین فنولوژی گراس های  $C_3$  و  $C_4$ ، تفاوت فنولوژیکی قابل مقایسه ای در زیستگاه های خشک و مرطوب مشاهده شده است، بطوری که در زیستگاه خشک، گونه های سه کربنه در فصل زمستان رویش و عمدتاً در فصل بهار وارد مرحله گلدهی می شوند، در حالی که گونه های چهارکربنه در فصل تابستان دوره رویشی و در تابستان و پائیز گل می دهند، اما در زیستگاه های مرطوب همپوشانی هایی بین گونه های سه کربنه



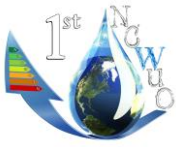
## The First National Conference of Water Use Optimization

در زمان دوره رویشی و گلدهی با گونه های چهارکربنه وجود داشته است (ماساکو و همکاران ۲۰۰۰). بنابراین بین تاریخ های گلدهی و دما ارتباط نزدیکی وجود دارد به طوری که وقوع مراحل فنولوژی به طور معنی داری با دما مرتبط بوده است ( اسپارکس و همکاران ۲۰۰۰). همچنین درجه حرارت بیشترین اثر را بر روی نمو گیاه از جمله برطول دوره رویش و مراحل فنولوژی گیاهان دارد (هاریسون ۲۰۰۴ و لئو و همکاران ۲۰۰۷). در بررسی فنولوژی سه گونه *Acacia.erioloba*، *A.luederitzii* و *A.mellofera* در دو منطقه در بوتسوانا مشخص شد که هر سه گونه مورد مطالعه به طور کلی پاسخ های فصلی قابل مقایسه ای بدون در نظر گرفتن میانگین بارندگی سالانه داشتند. در گونه های *A.erioloba* و *A.mellofera* دما و طول روز روی علائم فنولوژیکی بسیار مهم بوده، در حالی که در گونه *A.luederitzii* عامل بارندگی مهم بوده است. از این حیث تاریخ های فنولوژیکی از نظر اقتصادی بسیار مهم هستند، هر تغییر در عامل های اقلیمی که تحت تاثیر این تاریخ ها است، ممکن است پیامدهای زیان آوری داشته باشد و خشکسالی نمونه خوب شناخته شده ای از یک تغییر مفرط است (سخولا و یاتس ۲۰۰۷). بنابراین بین تغییرات فصلی دما و رطوبت خاک و ویژگی های مورفولوژیکی گیاهان در مراحل مختلف فنولوژی ارتباط معنی داری وجود داشته است (استیناکر ۲۰۰۸). در تائید این موضوع، در سایت های کوچک برون زدگی های سنگی در کالیفرنیا جنوبی در طی چند سال خشک، طول عمر برگ ها در گونه خزان کننده به طور متوسط ۱۸۰ روز و در گونه همیشه سبز ۸۴۹ روز بود که پیری و زوال برگ ها در گونه خزان کننده اغلب در آگوست و سپتامبر مشاهده گردید که ظاهرا به وقوع خشکسالی ارتباطی نداشته است بنابراین در طی چند سال خشکسالی گونه خزان کننده کمتر تحت تاثیر تغییرات قرار گرفته است که نشان دهنده سازگاری بالا و استحکام الگوی رشد در این گونه دارد، در حالی که گونه همیشه سبز تحت تاثیر تغییرات فنولوژیکی وسیع قرار گرفته که نشان دهنده انعطاف پذیری سازگار یا تنشی در این گونه دارد (ماهالا و همکاران ۲۰۱۰).

این تحقیق در بهار و تابستان ۱۳۹۰ که بارندگی فصل رشد آن (۵۲٪) کمتر از متوسط سالانه بود انجام شد با توجه به خصوصیات گیاهان سه کربنه و چهارکربنه در این تحقیق فرض شد که شروع و پایان دوره فنولوژی گیاه C3 زودتر از گیاه C4 می باشد. شروع فنولوژی دو گیاه تحت تاثیر دمای هوا ولی پایان آن تحت تاثیر رطوبت خاک قرار دارد. عکس العمل گیاه C3 به خشکی بیشتر از جنبه های مورفولوژیکی است ولی عکس العمل گیاه C4 بیشتر جنبه فیزیولوژیک دارد.

### مواد و روش ها

**ویژگی های اکولوژیکی منطقه:** کوهستانهای جنوب مشهد ادامه رشته کوههای بینالود و منطقه مورد مطالعه موسوم به ارتفاعات هاشمیه و نه دره می باشد. داده های ۱۰ ساله ی هواشناسی منطقه (سال آبی ۷۹-۷۸ تا سال آبی ۸۹-۸۸) شامل میزان بارندگی و حداقل، حداکثر و میانگین دمای هوای روزانه و ماهانه ی منطقه از نزدیکترین ایستگاه هواشناسی (سد طرق) که در ۱۰ کیلومتری منطقه ی مورد مطالعه قرار دارد، تهیه شدند. این منطقه نیمه استپی بوده و ارتفاع آن ۱۳۰۴ متر بالاتر از سطح دریا بوده و محدوده ی طول و عرض جغرافیایی آن  $36^{\circ} 17'48.5N$  و  $59^{\circ} 28'29.4E$  تا  $36^{\circ} 17'50.90N$  و  $59^{\circ}$



## The First National Conference of Water Use Optimization

28'30.12E است. براساس آمار ده ساله ایستگاه تبخیرسنجی سد طرق، متوسط بارندگی سالیانه منطقه، حدود ۲۴۶/۰۵ میلی متر است، و کاهش میزان بارندگی در سال آبی ۹۰-۱۳۸۹ به ۱۳۹/۷ میلی متر، معرف خشکسالی شدید در این منطقه می باشد. ویژگی های گونه های مورد مطالعه: گونه *Stipa hohenackeriana Trin. & Rupr. voucher sp.* (شال دم) گیاهی است گندمی چندساله و پایا، ساقه پرپشت به ارتفاع تا ۸۰ سانتیمتر، در گستره وسیعی از مناطق دشتی و تپه ماهوری در شمال شرقی، شمال غربی و به ویژه مرکز کشور در ناحیه رویشی ایران و تورانی قرار گرفته است. این گیاه مقاومت و پایداری زیاد به چرا داشته و از گونه های عالی تثبیت کننده خاک به شمار می رود. گونه *Ennepogon persicus Boiss. voucher sp.* (دم خرگوشی) گیاهی گندمی چندساله، پشته ای متراکم، از لحاظ پراکنش، یکی از گیاهان با ارزش مرتعی بویژه در مناطق جنوبی و بیابانی ایران است و در شیب های صخره ای رویش دارد و به دو حالت زرد نقره ای و ارغوانی رنگ در منطقه مورد مطالعه مشاهده شده است.

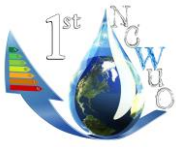
**زمان و نحوه ی نمونه برداری:** ثبت داده ها از اواخر اسفند ماه سال ۱۳۸۹ (*mid march*) و همزمان با شروع رشد رویشی گیاهان مورد مطالعه، آغاز شد. نمونه برداری به صورت تصادفی- سیستماتیک در یکی از شیب های جنوبی منطقه انجام شد به طوری که استقرار ۵ ترانسکت ۲۰ متری، تصادفی ولی انتخاب پایه های گیاهی در امتداد ترانسکت به صورت سیستماتیک بود. برای هر یک از دو گونه ی مورد نظر، ۱۰ پایه ی مشابه (از نظر قرارگیری در خاک، وضعیت رویشی و ابعاد) در عرصه ی طبیعی (مرتع) انتخاب و علامت گذاری شد.

**بررسی های فنولوژیک:** بررسی مراحل فنولوژیک پایه های علامت گذاری شده، هر دو هفته یک بار و تا انتهای فصل رویش آنها (از اواخر اسفند ماه سال ۱۳۸۹ تا اواسط تیرماه سال ۱۳۹۰) انجام گرفت. زمان وقوع مراحل مختلف رشد شامل سبز شدن، حداکثر رشد رویشی، شروع گل دهی، حداکثر گل دهی و انتهای رشد گیاهان ثبت گردید. همزمان با بررسی های فنولوژیک، رطوبت و دمای خاک زیر اشکوب گیاهان توسط رطوبت سنج (مدل *MPM160 Moisture Probe Meter*) و دماسنج معمولی، در زیر هر پایه و در عمق ۱۰ سانتی متری، اندازه گیری شد.

**اندازه گیری فاکتور های رشد:** به منظور بررسی تغییرات رشد در گیاهان مورد نظر در زمان های مختلف فصل رویش، صفاتی مانند طول و تعداد برگ ها در همه ی پایه های ثابت در نظر گرفته شد.

**اندازه گیری درصد محتوی نسبی آب برگ (LRWC):** به منظور اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ، گیاهان بعد از جمع آوری از عرصه، به طور کامل در کیسه ی نایلونی قرار داده شدند. بلافاصله بعد از انتقال به آزمایشگاه سه برگ از سه پایه ی جمع آوری شده از هر گونه، جدا و توزین شد. به دنبال آن برگ ها در پتری های حاوی آب غوطه ور شدند. با گذشت ۲۴ ساعت و اشباع شدن برگ ها از آب، وزن آن ها دوباره اندازه گیری شد. سپس برگ ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه ی سانتی گراد در آون خشک شدند و وزن خشک آن ها هم اندازه گیری و درصد محتوای نسبی آب برگ ها بر اساس فرمول *Weatherley* محاسبه شد (*Weatherley, 1950*).

**تجزیه و تحلیل آماری:** تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار *SPSS* (آزمون *Repeated measures*)، انجام شد و قبل از انجام این آزمون، داده ها توسط آزمون توزیع نرمال کولموگراف، نرمال سازی شد، برای مقایسه ی میانگین ها از

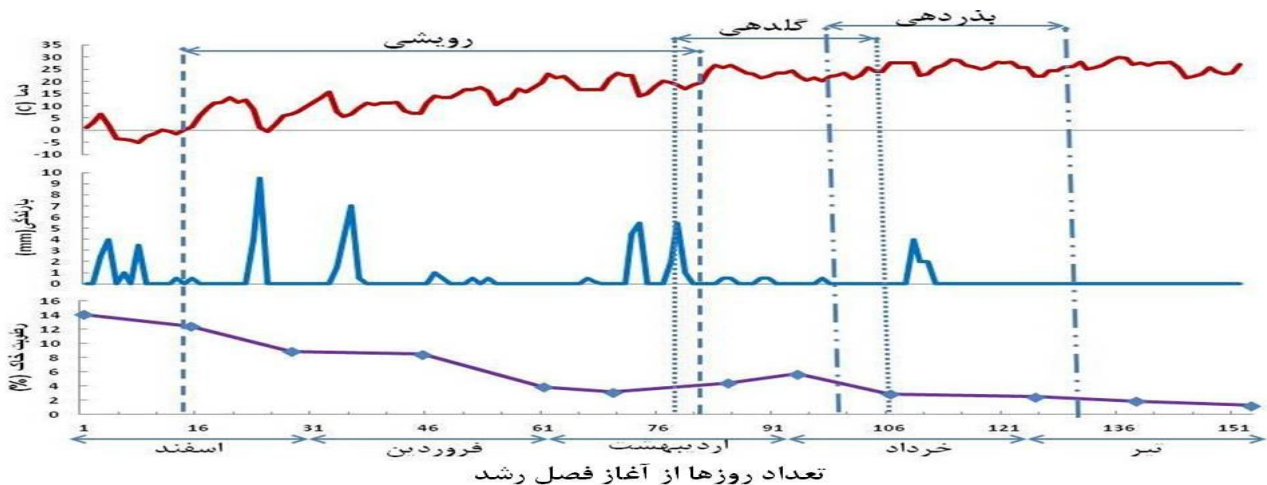


## The First National Conference of Water Use Optimization

آزمون چند دامنه ی دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد ( $p \leq 0.05$ ) استفاده شد. نمودارهای مربوطه توسط نرم افزار Excel رسم گردیدند.

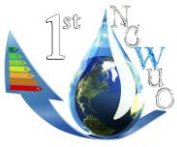
### نتایج:

تغییرات شرایط اقلیمی و میکرو کلیمای دو گونه در طول دوره ی رشد و نمو: رشد رویشی گیاه *Stipa hohenackeriana*، از ۱۶ اسفند آغاز و تا ۶۴ روز پس از آن (اواسط اردیبهشت ماه) به پایان رسید، دوره ی گلدهی نیز از نیمه اردیبهشت ماه شروع و تا ۱۵ خرداد ماه ادامه داشت و دوره بذردهی از اوایل خرداد ماه تا نیمه تیرماه به طول انجامید. ارتباط بین مراحل فنولوژی گیاه *Stipa hohenackeriana* و پارامترهای دمای هوا، بارندگی و رطوبت خاک وجود داشت، شروع رشد به افزایش دمای هوا بستگی داشت و زمانی اتفاق افتاد که حداقل دمای خاک به صفر درجه سانتی گراد رسید، اما مراحل بعد، شروع گلدهی به بارندگی بستگی بیشتری داشت و پس از وقوع دو بارش متوالی در اردیبهشت ماه، اتفاق افتاد. بذردهی نیز تا حدی تحت تاثیر بارندگی است و به نظر می رسد ارتباطی بین شروع بارش و بذردهی وجود داشته باشد ارتباط بین وقوع بارندگی و تغییرات رطوبت خاک حاکی از این مطلب بود که در دوره فصل رویش گونه *Stipa hohenackeriana*، از اواسط فروردین ماه تا اوایل اردیبهشت ماه، که مقارن با دوره رویشی گیاه بود، به دلیل کاهش بارندگی، رطوبت خاک از ۱۰ درصد به حدود ۴ درصد کم می شود، در حالی که در نیمه دوم پایانی اردیبهشت ماه همزمان با آغاز دروه گلدهی، چند بارش متوالی رخ داد که منجر شد به طور چشمگیری رطوبت خاک از حدود ۴ درصد به ۸ درصد افزایش داشته باشد (شکل ۳-۱).



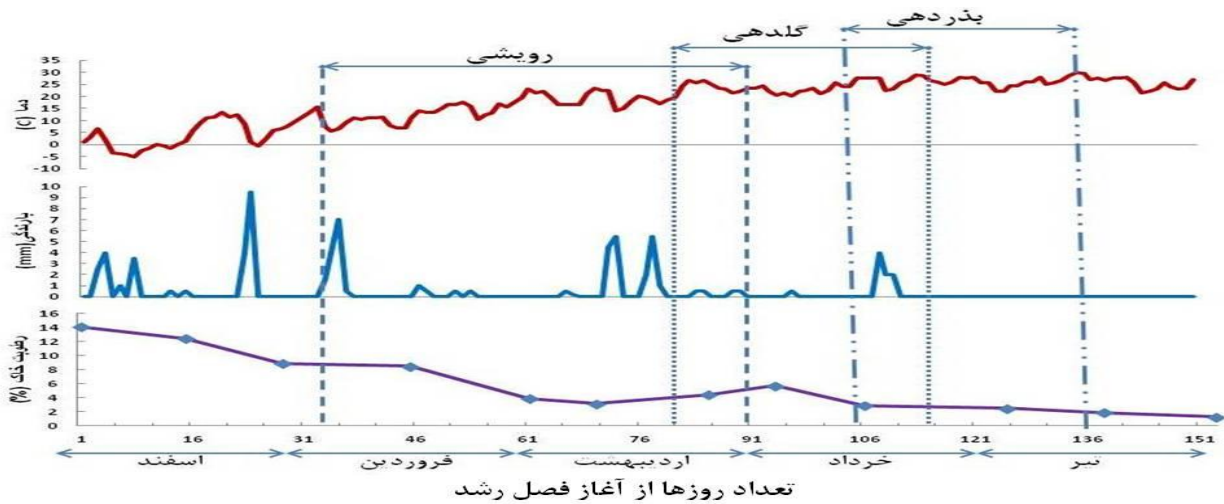
شکل ۳-۱- وضعیت قرارگیری فنولوژی گیاه *Stipa hohenackeriana* بر روی نمودار اقلیمی از ابتدا تا پایان فصل رویش

شروع رشد گونه *Enneapogon persicus* از اوایل فروردین ماه آغاز و دوره رویشی آن تا اواخر اردیبهشت ماه به طول انجامید، مرحله گلدهی از ۱۹ اردیبهشت ماه تا حدود ۳۰ روز پس از آن ادامه داشت و در نهایت این گیاه پس از گذشت ۱۴۰ روز (اواسط تیرماه) دوره فنولوژی خود را به پایان رسانید. بررسی فنولوژی گونه *Enneapogon persicus* نشان داد که گیاه مذکور به عنوان یک گیاه فصل رشد گرم، در زمانی که رطوبت خاک از ۱۴ درصد به حدود ۹ درصد کم می شود، رشد



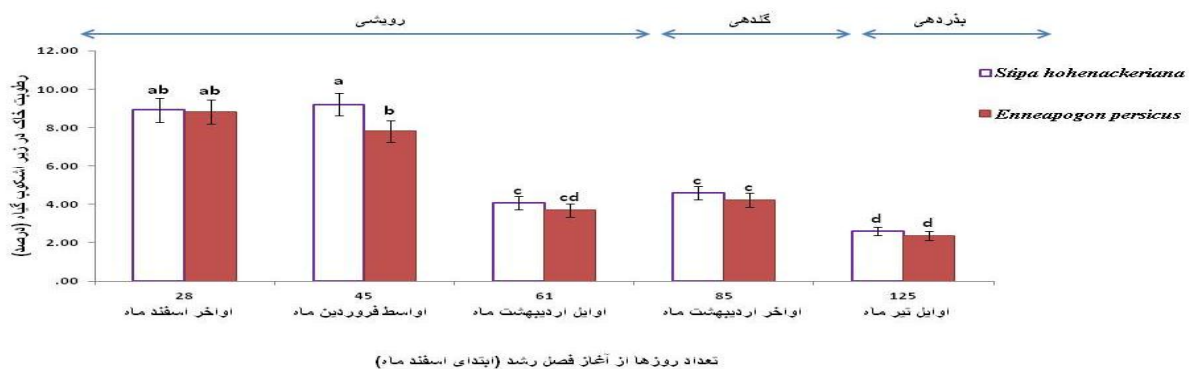
## The First National Conference of Water Use Optimization

رویشی خود را آغاز کرد. همچنین در گونه *Enneapogon persicus* ارتباط معنی داری بین مراحل فنولوژی گیاه و پارامترهای دمای هوا، بارندگی و رطوبت خاک، مشابه با گونه *Stipa hohenackeriana* وجود داشت (شکل ۳-۲).

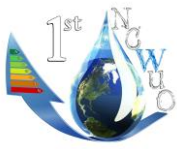


شکل ۳-۲- وضعیت قرارگیری فنولوژی گیاه *Enneapogon persicus* بر روی نمودار اقلیمی از ابتدا تا پایان فصل رویش

مشاهدات حاصل از مقایسه میانگین در هر دو گیاه مذکور در طول مراحل رشد و نمو نشان حاکی از این مطلب بود که، تنها پس از گذشت ۶۱ روز از ابتدای فصل رشد (اوایل اردیبهشت ماه)، که *Enneapogon persicus* و *Stipa hohenackeriana* به ترتیب در اواسط و اواخر فاز رویشی خود قرار داشتند، رطوبت سطح خاک بطور معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) کاهش یافت و این کاهش ضمن گذار از مرحله گلدهی به بذردهی (از اواخر اردیبهشت تا اواخر خرداد ماه)، تا ۱۲۵ روز پس از آغاز فصل رویش، به طور معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) ادامه داشت. از طرف دیگر، در چهل و پنجمین روز از شروع فصل رشد که مقارن با فاز رویشی این دو گیاه بود، مقدار رطوبت سطحی خاک، در زیر اشکوب گونه *Stipa hohenackeriana* نسبت به *Enneapogon persicus* به طور معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) بیشتر بود، اما در بقیه دوره رشد و نمو، از این نظر، تفاوت معنی داری در رطوبت خاک زیر اشکوب دو گیاه وجود نداشت (شکل ۳-۳).

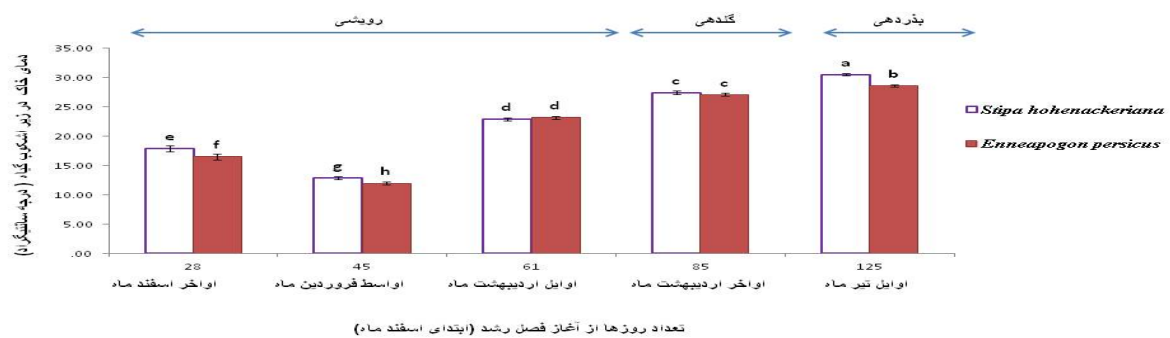


شکل ۳-۳- مقایسه میانگین میزان رطوبت خاک در زیر اشکوب گیاه *S. hohenackeriana* و *E. persicus* با یکدیگر، طی دوره رشد و نمو



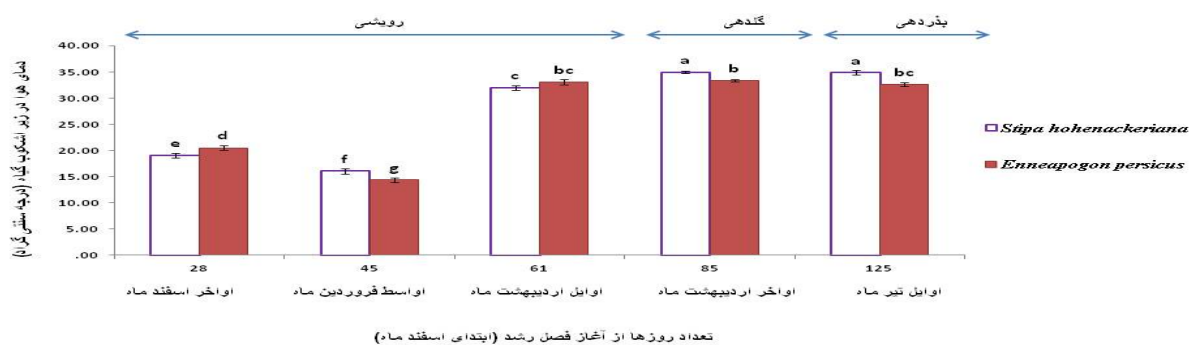
## The First National Conference of Water Use Optimization

بررسی میانگین داده های مربوط به دمای خاک دال بر آن بود که در هر دو گونه مورد مطالعه، میزان دمای خاک زیر اشکوب تا ۴۵ روز پس از آغاز رشد یعنی تا اواسط فروردین ماه (مرحله رویشی) یک روند نزولی و پس از آن تا زمان بذردهی گیاهان (اواخر خرداد ماه یعنی ۱۲۵ روز پس از شروع فصل رویش)، به صورت معنی داری افزایش یافت ( $P \leq 0/05$ ). همچنین، مقایسه میانگین دمای خاک زیر اشکوب دو گونه با یکدیگر، در روزهای ۲۸، ۴۵ (فاز رویشی) و ۱۲۵ (فاز بذردهی) پس از آغاز فصل رشد، بیان گر این مطلب بود که به طرز معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) میزان دمای خاک زیر اشکوب گونه *Stipa hohenackeriana* نسبت به *Enneapogon persicus* بیشتر است (شکل ۳-۴، جدول ۳-۲ ضمیمه).



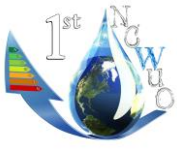
شکل ۳-۴-مقایسه میانگین میزان دمای خاک در زیر اشکوب گیاه *S. hohenackeriana* و *E. persicus* با یکدیگر، طی دوره رشد و نمو

در هر دو گونه *Stipa hohenackeriana* و *Enneapogon persicus* طی رشد رویشی (از ۲۸ تا ۴۵ روز بعد از شروع فصل رویش) که در فاصله زمانی اواخر اسفند تا اواسط فروردین ماه به طول انجامید، دمای هوا زیر اشکوب یک روند نزولی و پس از آن تا اوایل اردیبهشت ماه (مرحله اواخر دوره رویشی) به طور معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) افزایش یافت، اما این روند افزایشی در گونه *Stipa hohenackeriana* تا مرحله گلدهی (اواخر اردیبهشت ماه) به طور معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) ادامه داشت ولی در *Enneapogon persicus* تا پایان دوره رشد و نمو تغییرات معنی دار نبود. مشاهدات حاصل از مقایسه میانگین این داده ها در روزهای ۴۵ (اواسط فروردین ماه)، ۸۵ (اواخر اردیبهشت ماه) و ۱۲۵ (اوایل تیر ماه) از شروع فصل رشد که مقارن با فاز رویشی، گلدهی و بذردهی این دو گیاه بود، نشان داد که دمای هوا در زیر اشکوب گیاه *Stipa hohenackeriana* به طور معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) بیشتر از *Enneapogon persicus* بود (شکل ۳-۵).



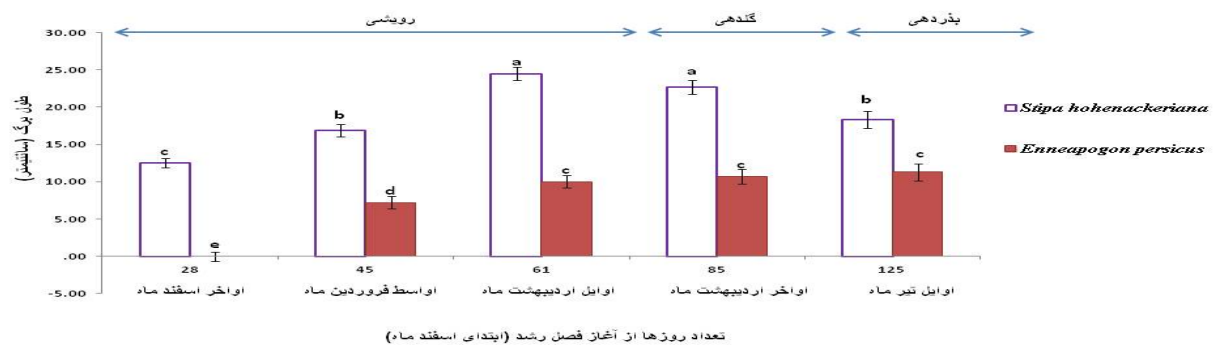
شکل ۳-۵-مقایسه میانگین میزان دمای هوا در زیر اشکوب گیاه *S. hohenackeriana* و *E. persicus* با یکدیگر، طی دوره رشد و نمو





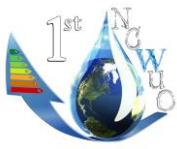
## The First National Conference of Water Use Optimization

تغییرات مرفولوژیک دو گونه در طول دوره ی رشد و نمو: در *Stipa hohenackeriana* طول برگ طی دوره رشد رویشی تا مرحله گلدهی (اواخر اردیبهشت ماه) به طرز معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) افزایش یافت و از آن به بعد پس از گذار از مرحله گلدهی به بذردهی (از اواخر اردیبهشت تا اوایل تیر ماه)، طول برگ کاهش معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) نشان داد. در حالی که در گونه *Enneapogon persicus* طی رشد رویشی، از اواسط فروردین ماه (اوایل فاز رویشی) تا اوایل اردیبهشت ماه (اواسط فاز رویشی)، طول برگ به طور معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) روند افزایشی داشت و بعد از آن مرحله، تفاوت معنی داری با مراحل گلدهی و بذردهی مشاهده نشد. همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده ها در بین این دو گیاه، نشان داد که به طور معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) میزان طول برگ *Stipa hohenackeriana* نسبت به گونه *Enneapogon persicus* بیشتر است (شکل ۳-۶).

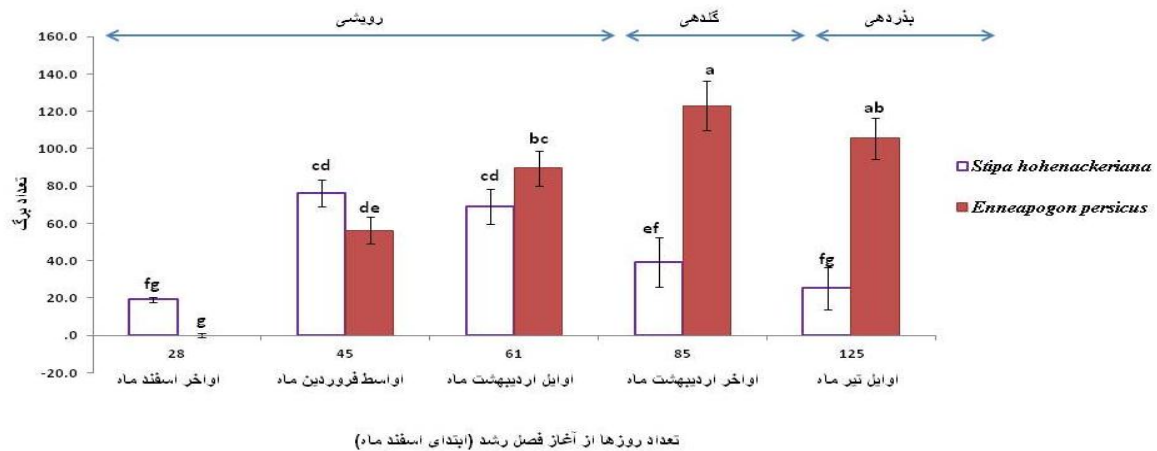


شکل ۳-۶- مقایسه میانگین طول برگ گیاه *E. persicus* و *S. hohenackeriana* با یکدیگر، طی دوره رشد و نمو

در گونه *Stipa hohenackeriana* طی رشد رویشی گیاه (از ۲۸ تا ۴۵ روز بعد از شروع فصل رویش) که در فاصله زمانی اواخر اسفند تا اواسط فروردین ماه به طول انجامید، تعداد برگ افزایش مشخص ( $P \leq 0/05$ ) داشت و از آن به بعد با ورود گیاه به مراحل گلدهی و بذردهی در طول ماه های اردیبهشت و خرداد (از ۸۵ تا ۱۲۵ روز بعد از آغاز فصل رویش)، تعداد برگ به طور معنی دار کاهش یافت ( $P \leq 0/05$ ). در گونه *Enneapogon persicus* نیز مقدار برگ تا مرحله گلدهی (اواخر اردیبهشت ماه یعنی ۱۲۵ روز پس از شروع فصل رویش) افزایش معنی دار ( $P \leq 0/05$ ) داشت ولی در دوره بذردهی تغییر معنی داری در این پارامتر مشاهده نشد. در مجموع مشخص شد که در مراحل گلدهی و بذردهی تعداد برگ گونه *Enneapogon persicus* به طرز چشمگیری بیشتر از *Stipa hohenackeriana* بود. در حالی که در مراحل رشد رویشی این دو گونه از این نظر با هم تفاوت معنی داری نداشتند (شکل ۳-۷).

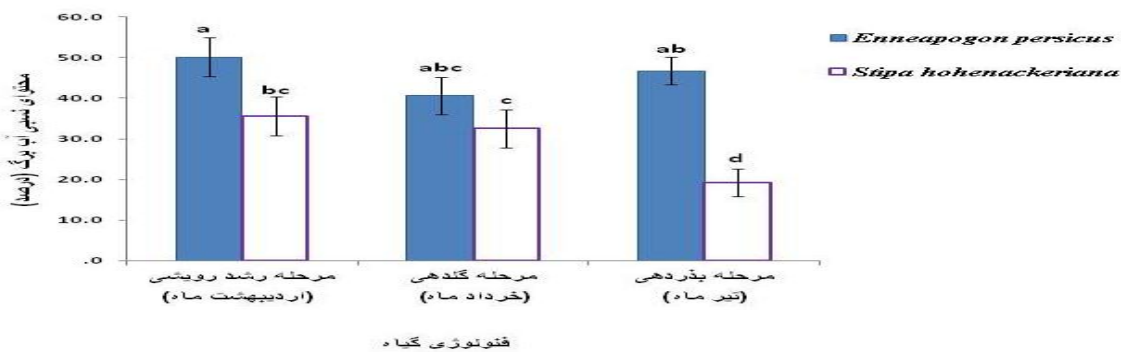


## The First National Conference of Water Use Optimization



شکل ۳-۷- مقایسه میانگین تعداد برگ گیاه *S. hohenackeriana* با یکدیگر، طی دوره رشد و نمو

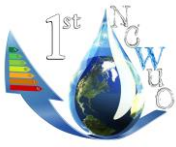
نتایج حاصل از اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ دو گونه در طول دوره ی رشد و نمو: محتوای نسبی آب برگ در گونه *Stipa hohenackeriana* در گذار از مرحله گلدهی به بذردهی به طور معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) کاهش یافت، اما در مقایسه مرحله ی گلدهی و رویشی، تفاوت معنی داری در خصوص این پارامتر مشاهده نشد. ولی در گونه *Enneapogon persicus* در طول دوره رشد و نمو، تغییر معنی داری در این پارامتر مشاهده نشد. در مجموع مشخص شد که در مراحل رویشی و بذردهی، محتوای نسبی آب برگ گونه *Enneapogon persicus* به طرز چشمگیری بیشتر از *Stipa hohenackeriana* بود. (شکل ۳-۸).



شکل ۳-۸- مقایسه میانگین محتوای نسبی آب در برگ گیاه *S. hohenackeriana* با یکدیگر، طی دوره رشد و نمو

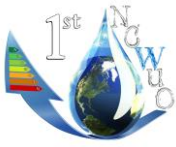
### بحث و نتیجه گیری:

شروع رشد هر دو گونه با افزایش نسبی دمای هوا همراه بود، اما گونه های مورد مطالعه در ابتدای رشد جدایی زمانی با یکدیگر داشتند. گونه  $C_3$  در زمانی که رطوبت خاک در شرایط مساعدتری قرار دارد، رشد خود را آغاز کرد. ولی گونه  $C_4$  در شرایطی که دمای هوا بالاتر بود و نسبت به اسفند ماه رطوبت خاک در حد پایبندی قرار داشت، شروع به سبز شدن کرد. چنین تفاوتی در شروع دوره ی رشد گیاهان  $C_3$  و  $C_4$  به دلیل تفاوت در نیازمندی های اکولوژیک آنها و قابل انتظار بود.



## The First National Conference of Water Use Optimization

(کولموزا، ۲۰۰۵). در تائید این مطلب، ماساکو و همکاران (۲۰۰۰) نیز در مقایسه بین فنولوژی گراس های C3 و C4 در دشت گیفو، تفاوت فنولوژیکی در زیستگاه های خشک و مرطوب گراس ها مشاهده کردند، بطوری که در زیستگاه خشک، گونه های سه کربنه در فصل زمستان رویش می کنند و عمدتاً در فصل بهار به گلدهی می رسند، در حالی که گونه های چهارکربنه در فصل تابستان دوره رویشی دارند و در تابستان و پائیز گل می دهند، اما در زیستگاه های مرطوب بعضی از گونه های سه کربنه در زمان دوره رویشی و گلدهی با گونه های چهارکربنه همپوشانی دارند. همچنین میزان ظهور برگ در گراس ها بسته به گونه و فصل متفاوت خواهد بود، در فصل زمستان حداکثر ۲ روز یا بیشتر طول می کشد تا برگ جدیدی ظاهر شود در حالی که در فصل تابستان ۵ یا ۶ روز برای ظهور برگ جدید کفایت می کند و به هنگام رویش برگ مشاهده شده است که در گونه هایی از گندمیان فصل رشد سرد اپتیمم حرارتی مشابهی دارند، ولی گونه های فصل رشد گرم به شرایط بازهم گرم تری پاسخ می دهند که این اطلاعات تائیدی بر تفاوت نیازمندی های اقلیمی و رویشگاهی گونه های گندمی است (موریسون، ۲۰۰۶ و ویتکاسکاتی، ۲۰۱۱). در پژوهشی بر روی یک گونه گندمی C<sub>3</sub> ملاحظه شد که سطح هر برگ با افزایش درجه حرارت تا ۲۰ درجه سانتیگراد اضافه می شود و بعد با افزایش درجه حرارت از ۲۰ درجه به ۲۵ درجه سانتیگراد سطح آن کاهش می یابد و همین طور طول برگ هم واکنش مشابهی به حرارت نشان داد و عرض و ضخامت آن به تناسب افزایش حرارت، کاهش یافت. این موضوع بدین معنی است که، به طور کلی، برگ ها تمایل دارند تا در شرایط سردتر پهن تر گردند، ولی در شرایط گرم باریک تر شوند (لی، ۲۰۱۱ و نیار، ۲۰۰۶). وقوع باران های فصل رشد تاثیر بسزایی در تغییر مراحل فنولوژی هر دو گونه از رویشی به زایشی داشت. اما ادامه دوره ی گلدهی به تغییرات رطوبت خاک وابسته بود. در گونه C<sub>4</sub> طول دوره گلدهی حتی در زمانی که رطوبت خاک کاهش یافت هنوز ادامه داشت ولی در گونه C<sub>3</sub> با شروع کاهش رطوبت دوره گلدهی خود را به پایان رساند. منطبق با نتایج این تحقیق، در سایر گونه های گندمی C<sub>3</sub> مشاهده شده است که تولید پنجه و بقاء آن ها با استرس ناشی از رطوبت خاک نسبت معکوس دارد و در پژوهشی بر روی گونه های *Lolium perenne* و *Phleum pretense* ملاحظه گردید که از سرگیری پدیده پنجه زایی بعد از مرحله گل دهی، در صورتی که رطوبت خاک کافی نباشد، به تأخیر می افتد، بنابراین پنجه زنی بیشتر مشروط به کافی بودن رطوبت خاک حاصل می گردد (یوزیلدی، ۲۰۱۲، گامبارووا، ۲۰۰۸) در تائید این موضوع، لمبرز و همکاران (۱۹۹۸) بیان کردند که گیاهان سه کربنه در ابتدای فصل رشد، یعنی زمانی که شرایط سرد و مرطوب می باشند، بیشترین فعالیت را دارند، در حالی که گیاهان چهارکربنه همچنان که شرایط گرمتر و خشکتر می شود، در انتهای فصل رویش فعالیتش افزایش می یابد. همچنین شینودا و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که در سال های خشک در مقایسه با سال های نرمال، گونه استیپا به تغییر در شروع روند مراحل فنولوژی از جمله رشد رویشی و مرحله تولید مثلی گرایش می یابد. چیکاهوالا و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که پاسخ های فنولوژیکی گونه های C<sub>3</sub> و C<sub>4</sub> به تغییرات رطوبت محیط (سال خشک و تر) در شرایط گلخانه، بطور معنی داری بر روی مرحله گلدهی و بذردهی این دو گونه اثر گذار است. با توجه به این که منطقه مورد مطالعه به دلیل کاهش بارندگی نسبت به دوره ده سال گذشته، در فصل بهار وارد مرحله خشکسالی شده بود، تغییر مراحل فنولوژی به عنوان یک استراتژی گونه C<sub>3</sub> در برابر تنش خشکی کاملاً محتمل است. توقف رشد و یا کاهش تعداد اندام هوایی از جمله تغییرات فیزیولوژیکی و سازگاری های عمده گیاهان به تنش کمبود آب می باشد. زیرا این استراتژی ها باعث کاهش هزینه های مصرف ماده و انرژی در گیاه شده و باعث افزایش احتمال زنده ماندن آن تحت تنش می شود (ماچادو و پالسن ۲۰۰۱، مامونئی و همکاران، ۲۰۰۶ و ساینق، ۲۰۱۱). در این پژوهش، نتایج نشان دهنده ی

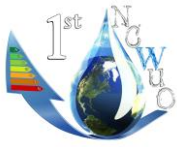


## The First National Conference of Water Use Optimization

یک روند افزایش دمای خاک و کاهش رطوبت خاک در گذر از ماه فروردین تا خرداد بود. همزمان با این تغییر شرایط محیطی، گونه *E.persicus* از لحاظ شاخص های رشد گیاه، ابتدا یک افزایش در تعداد برگ سپس توقف آن را نشان داد، در حالی در طی این مدت گیاه *S.hohenackeriana* ابتدا کاهش معنی داری در طول و سپس تعداد برگ نشان داد. روند کاهشی در تعداد برگ *S.hohenackeriana* را می توان به پایان زود هنگام فاز رویشی در طی فصل خشک نسبت داد (شینودا، ۲۰۰۷)، که می تواند بصورت حساسیت بیشتر گیاه  $C_3$  به خشکی نیز تفسیر شود (چیکاهوالا و همکاران، ۲۰۱۱ و موریسون، ۲۰۰۶). گزانجیان و همکاران (۲۰۰۷) نیز اولین پاسخ مورفولوژیکی گونه *Elymus elongatum* به خشکی را لوله ای شدن و کاهش عرض برگ دانستند. در نتیجه تحقیقات آنها مشخص شد که در سطوح رطوبتی پایین تر میزان لوله ای شدن برگ ها افزایش و در نتیجه آن محتوای نسبی آب برگ به شکل بهتری حفظ می شود. در مورد *S.hohenackeriana* مشاهده شد که از اواسط رشد رویشی در اثر لوله ای شدن و پیچش برگ ها تحت شرایط تنش شدید خشکی قرار گرفته است، منطبق با این نتیجه، جیانگ و هوانگ (۲۰۰۱) بیان کردند که مهمترین پاسخ گراس ها به تنش خشکی شامل کاهش تولید، کاهش اندازه برگ، کاهش تراکم، رنگ پریدگی، پژمردگی، خشک شدن برگ ها، دمای بالای کانوپی و نهایتاً کاهش کیفیت می باشد. با شروع فصل تابستان روند کاهش رطوبت خاک در زیر تاج هر دو گونه گراس مشاهده شد، اما این تغییر در گیاه بسیار بارزتر بود. همراستا با کاهش رطوبت خاک، محتوای نسبی آب برگ نیز در گیاه سه کربنه بطور معنی داری کمتر بود. محتوای آب نسبی برگ منعکس کننده فعالیت های متابولیکی بافت ها است و به عنوان شاخص معنی دار برای تحمل پسابیدگی استفاده می شود. کاهش محتوای آب نسبی برگ در پاسخ به تنش خشکی برای گیاهان متعددی (آنجوم و همکاران (۲۰۱۱)، آپوربا و همکاران (۲۰۱۱)، ترکان و همکاران (۲۰۰۵)، صالح پور و همکاران (۲۰۰۹)، و بانی و همکاران (۲۰۰۶)) گزارش شده است. زمانی که برگ ها در معرض خشکی قرار می گیرند میزان آب نسبی برگ کاهش می یابد (گامبارووا، ۲۰۰۸). علاوه بر این، تراکم بیشتر برگهای گیاه *E.persicus*، ایجاد سایه بر روی سطح خاک و وجود یک میکروکلیمای خنک تر در زیر اشکوب نیز می تواند به حفظ تعادل رطوبتی آن کمک کرده باشد. بطور کلی مشخص شده است که ارتباطی بین میزان نسبی آب برگ و عملکرد بیولوژیک گیاه وجود دارد (طاهری اصغری و همکاران، ۲۰۰۹). گیاهان و وارپته های گیاهی مقاوم به خشکی معمولاً از محتوای آب نسبی بالاتری در شرایط تنش خشکی برخوردار هستند (تافیک، ۲۰۰۸).

### نتیجه گیری:

هر دو گیاه  $C_3$  و  $C_4$  پاسخ مناسب و قابل پیش بینی به افزایش دمای هوا و نیز پالس های رطوبتی، به ترتیب برای شروع فصل رویش و گلدهی، نشان دادند. با ادامه فصل رویش عکس العمل گیاه  $C_3$  به خشکی بیشتر بصورت مورفولوژیک و از طریق کاهش طول و تعداد برگ بود، در حالی که گیاه  $C_4$  از طریق کارایی فتوسنتزی بیشتر و احتمالاً کاهش دما در زیر کانوپی (از طریق افزایش تراکم شاخه ها و کاهش فاصله از سطح زمین) عکس العمل نشان داد. در مجموع به نظر می رسد استراتژی های گیاه  $C_4$  در مواجهه با شرایط خشکسالی، و تغییر اقلیم احتمالی منطقه بسوی شرایط گرمتر و خشکتر، موفق باشد، زیرا محتوای آب نسبی برگ آن در تمام مدت خشکی تابستانه بالاتر از مقادیر اندازه گیری شده در گیاه  $C_3$  بود و افزایش تعداد برگ آن ادامه داشت.



# اولین همایش ملی بهینه سازی مصرف آب

۱۴-۱۵ اسفند ماه ۱۳۹۲ - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

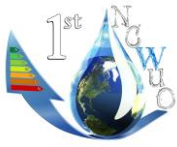


## The First National Conference of Water Use Optimization

### منابع

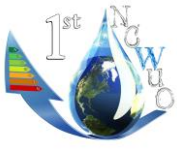
سعید فر، م.، و راستی، م. ۱۳۷۹. بررسی فنولوژی گیاهان مهم مرتعی در منطقه ی حناء سمیرم، اصفهان. فصل نامه ی علمی - پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۲۲: ۴۵-۱.

- Anjum, S.A., Xie, X.-y., Wang, L.-c., Saleem, M.F., Man, C. and Lei, W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agricultural Research. 6:2026-2032.
- Apurba K.C., Abdul Karim, Md., Moynul Haque, Md., Qazi Abdul Khaliq, Jalal Uddin Ahmed, J. U. and Mofazzal, Md. 2011. Genotypic variability in plant water status of French bean under drought stress. J. Crop Sci. Biotech. 14:17- 24.
- Bai, L-P., Sui F-G, Ge, T-D., Sun, Z-H., Lu, Y-Y., and Zhou, G-S. 2006. Effect of Soil Drought Stress on Leaf Water Status, Membrane Permeability and Enzymatic Antioxidant System of Maize. Pedosphere. 16:326-332.
- Chicahuala, M., Steinaker, D., Jobbagy, E., Arroyo, D., and Martini, J. 2011. Phenological Responses of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> Grasses to Water and Temperate Changes in a Controlled Experiment. IX International Rangeland Congress.
- Gambarova, N., Gins, M. 2008. Characteristics of oxidative stress of plants with C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> photosynthesis during salinization. Russian Agricultural Sciences. 34:77-80.
- Gazanchian , A., khosh kholgh, S. and Salkadeh, G. 2007. Proteome Response of *Elymus elongatum* to Sever Water Stress and Recovery. J. Experimental Botany. 58: 291-300.
- Harrison, T. J. 2004. Regrowth of Smooth *Brome grass* Flowering Defoliation. Cab. J Plant Sci. 74: 531-537.
- Jiang, Y., Huang, B. 2001a. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Science. 41:436-442.
- Koul Moza, M. 2005. Phenology and climate change. Current Sci. 89: 243-244.
- Lambers, H., Chapin, F.S., Pons, T.L. 1998. Plant physiological ecology. Springer Verlag.
- Luo, Z., Sun, O., Ge, Q., Xu, W. and Zheng, J. 2006. Phenological Responses of Plants to Climate Change in an Urban Environment. Global Change Biol. 3:108-115.
- Lee, J.S. 2011. Combined effect of elevated CO<sub>2</sub> and temperature on the growth and phenology of two annual C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> weedy species. Agriculture, Ecosystems & Environment. 140: 484-491.
- Mahall, B.E., Thwing, L.K. and Tyler, C.M., 2010. A quantitative comparison of two extremes in chaparral shrub phenology. Flora, 205:513- 526.
- Machado, S. and Paulsen, G. M. 2001. Combined effects of drought and high temperature on water relations of wheat and sorghum. Plant and Soil 223:179-187.



## The First National Conference of Water Use Optimization

- Mammouie, E., Fotouhi Ghazvini, R., Esfahany, M. and Nakhoda, B. 2006. The effects of water deficit on crop yield and the physiological characteristics of barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties. J. Agric. Sci. Technol. 8:211-219.
- Masako, M., Nobumitsu, K. 2000. Phenological Differences and Similarities Between C3 and C4 Grasses in Sunny Habitats with Contrasting Moisture Levels. J. Ecol. 50:93-98.
- Morison, J. and Morecroft, M. 2006. Plant Growth and Climate Change. Black Well Publisher. 568p
- Nayyar, H., Gupta, D. 2006. Differential sensitivity of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plants to water deficit stress: Association with oxidative stress and antioxidants. Environmental and Experimental Botany. 58:106-113.
- Salehpour, M., Ebadi, A., Izadi, M. and Jamaati-e-Somarin Sh. 2009. Evaluation of water stress and nitrogen fertilizer effects on relative water content, membrane stability index, chlorophyll and some other traits of lentils (*Lens culinaris* L.) under hydroponics conditions. Research Journal of Environmental Sciences. 3:103-109.
- Sekhwela, M.B.M. and Yates, D.J., 2007. A phenological study of dominant acacia tree species in areas with different rainfall regimes in the Kalahari of Botswana. Journal of Arid Environments, 70: 1– 17.
- Shinoda, M., S. Ito and Erdenetsetseg, D. 2007. Phenology of Mongolian Grasslands and Moisture Conditions. J. Metrol soci. 85:359-367.
- Singh, S.K., and Raja Reddy, K. 2011. Regulation of photosynthesis, fluorescence, stomatal conductance and water-use efficiency of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) under drought. Journal of Photochemistry and Photobiology. 105:40–50.
- Sparks, T.H., Jeffree, E.P. and Jeffree, C.E., 2000. An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phenological records from the UK. International Journal of Biometeorology, 44:82– 87.
- Steinaker, D. and Wilson, S. 2008. Phenology of Fine Roots and Leaves in Forest and Grassland. J. Ecol. 96:1222-1229.
- Taheri Asghari, M., Daneshian, J. and Aliabadi Farahani, H. 2009. Effects of drought stress and planting density on quantity and morphological characteristics of chicory (*Cichorium intybus* L.). Asian Journal of Agricultural Sciences 1:12-14.
- Tawfik, K.M. 2008. Effect of water stress in addition to potassiomag application on mungbean. Aust. J. Basic Appl. Sci. 2:42-52.
- Turkan, I., Melike, B., Ozdemir, F. and Koca, H. 2005. Differential response of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. Plant Sci., 168:223-231.
- Uzilday, B., Turkan, I., Sekmen, A., Ozgur, R., Karakaya, H. 2012. Comparison of ROS formation and antioxidant enzymes in Cleome gynandra (C<sub>4</sub>) and Cleome spinosa (C<sub>3</sub>) under drought stress. Plant Science. 182:59-70.
- Vitkauskaitė, G., Venskaitytė, L. 2011. Differences between C<sub>3</sub> (*Hordeum vulgare* L.) and C<sub>4</sub> (*Panicum miliaceum* L.) plants with respect to their resistance to water deficit. Žemdirbystė (Agriculture). 98:349-356.



## اولین همایش ملی بهینه سازی مصرف آب

۱۴-۱۵ اسفند ماه ۱۳۹۲- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان



*The First National Conference of Water Use Optimization*

---