نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 28، شماره 3، پاییز 1393، ص. 359-347
شاپا: 4730 - 2008

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 3, Fall 2014, P. 347-359
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تأثیر کم‌آبیاری بر تغییرات یونی، محتوای نسبی آب برگ، میزان پرولین و برخی ویژگی‌های ظاهری گیاه اطلسی

مسعود زاده باقری[1*] - فریده آل بوعلی[2]- حمید صادقی[3]- شورانگیز جوانمردی[4]

تاریخ دریافت :1391/06/20
تاریخ پذیرش: 1393/03/13

چکیده

خشکی به عنوان عامل محدود کننده غیرزنده، اثر بسیار نامطلوبی بر رشد و تولید گیاهان می‌گذارد. پژوهش حاضر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای بررسی فیزیومورلوژیک گیاه اطلسی در شرایط کمبود آب با چهار تیمار آبیاری (25، 50، 75 و 100درصد حد ظرفیت مزرعه) شامل 8 تکرار در مدت زمان 6 ماه در شرایط گلخانه‌ای انجام گرفت. بیش‌ترین طول ریشه مربوط به تیمار 100 درصد ظرفیت مزرعه‌ای و کم‌ترین طول ریشه مربوط به تیمار 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای بود. هم‌چنین بیش‌ترین وزن تر و خشک ریشه مربوط به تیمار 100 درصد ظرفیت مزرعه‌ای و کم‌ترین وزن تر و خشک ریشه مربوط به تیمار 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای بود. اثر سطوح مختلف کم آبیاری بر طول شاخساره نشان داد که با کاهش میزان آبیاری طول شاخساره کاهش یافت، به‌طوری که کم‌ترین طول مربوط به تیمار 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای بود. اثر سطوح مختلف کم آبیاری بر وزن تر و خشک شاخساره نشان داد که با کاهش میزان آبیاری وزن خشک شاخساره کاهش یافت. اثر سطوح مختلف کم آبیاری بر تعداد گل نشان داد بیش‌ترین تعداد گل مربوط به ظرفیت مزرعه تا حد 75 درصد بود. مقدار کلروفیل در واحد سطح، در شرایط تنش خشکی، بالاتر از گیاهان آبیاری شده بود. اثر سطوح مختلف کم آبیاری بر میزان پرولین نشان داد که با کاهش میزان آبیاری میزان پرولین افزایش یافت. اثر سطوح مختلف کم آبیاری بر درصد پتاسیم نشان داد که با کاهش میزان آبیاری میزان پتاسیم افزایش یافت. در این پژوهش دیده شد که با افزایش شدت تنش خشکی محتوای نسبی آب کاهش یافت. نتایج این پژوهش نشان داد که گل اطلسی می‌تواند میزان کم‌آبیاری را تحمل کند و می‌توان از آن به عنوان یک گیاه مقاوم به کم‌آبی در فضای سبز استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، گل اطلسی

مقدمه

خشکی مهم‌ترین تنش محیطی است که حدود 25 درصد از تولید زمین‌های جهان را محدود می‌کند (29). آب به عنوان یک جزء اصلی بافت گیاه، عامل مؤثری در واکنش‌های شیمیایی، جا به‌جایی متابولیت‌ها و مواد معدنی در گیاه بوده و جزء لازم برای رشد یاخته‌ها از طریق فشار شادابی[5] است (5). با وقوع تنش آبی بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی مرتبط با رشد تحت تأثیر قرار می‌گیرند و در تنش آبی شدید، گیاه از بین می‌رود (11).

یکی از گل‌های رایج در فضای باز اطلسی می‌باشد. گل اطلسی با نام علمی *Petunia × hybrida*، گیاهی یکساله و یا چندساله از خانواده سیب زمینی‌سانان[6] می‌باشد. این گیاه به سرما حساس بوده و گونه اصلی آن بومی آرژانتین است. گل اطلسی به رنگ‌های سفید، قرمز، بنفش، صورتی، زرد، آبی و ابلق دیده می‌شود (8). به‌طور کلی ارتفاع اطلسی 10 تا 60 سانتی‌متر بوده و زمان گل دادن آن در هوای آزاد و معتدل و تا حدی خشک از خرداد الی آبان‌ماه می‌باشد.

کشور ما ایران در منطقه‌ای قرار گرفته که همواره میزان بارندگی

1- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی شیراز، استان فارس
(*-نویسنده مسئول: Email: zadehbagheri@iaushiraz.ac.ir)
2 و 3- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم
4- گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی شیراز، استان فارس،

5- Turgescance Pressure
6- Solanaceae

کم‌تر از تبخیر و تعرق بوده و جزء مناطق خشک جهان به‌حساب می‌آید. در چنین شرایطی بکارگیری روش‌هایی به‌منظور کاهش اثرات خشکی و بهبود کارآیی مصرف آب امری اجتناب‌ناپذیر است (2، 5 و 9). برخی مطالعات نشان داده است که تنش ناشی از کمبود آب سبب کاهش رشد قسمت‌های مختلف گیاه اعم از ریشه‌ها و اندام هوایی (21)، کاهش سطح برگ، ارتفاع، وزن خشک، بسته‌شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز و کاهش کلروفیل، تخریب آنزیم‌ها، تجمع اسیدهای آمینه و کاهش تعرق (38) می‌گردد. حسنی و امیدبیگی (3) اظهار داشتند که تنش آبی اثر معنی‌داری بر رشد، عملکرد، مقدار کلروفیل، میزان پرولین و اسانس ریحان داشت، به‌طوری که با کاهش مقدار آب خاک، شاخص‌هایی چون ارتفاع بوته، تعداد و سطح برگ، سطح ویژه برگ، مقدار کلروفیل کاهش و در مقابل نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی افزایش یافت. کلروپلاست و رنگریزه‌های موجود در آن نیز از خشکی تأثیر می‌پذیرند. هم‌چنین کاهش رطوبت، پاسخ‌هایی نظیر تخریب پروتئین‌ها و تجمع برخی از اسیدهای آمینه آزاد در جهت حفظ تنظیم فشار اسمزی سلول را به دنبال دارد (40). محتوای نسبی آب شاخص مناسبی از وضعیت آن برگ‌ها می‌باشد به‌طوری که درصورت پیشرفت تنش خشکی کاهش یافته و سبب تغییرهایی در غشای سلولی و در نتیجه افزایش نشت الکترولیتی از سلول می‌شود (20). سینکلر و لودلو (34) مقدار مناسب محتوای نسبی آب برگ برای گیاهان را معادل 85 تا 95درصد بیان کردند، به عقیده آن‌ها در این حالت جذب آب توسط ریشه با میزان تلفات آب به وسیله تعرق برابری می‌کند. بنابراین گیاه می‌تواند کارآیی طبیعی خود را ادامه دهد.

در تحقیقات بر روی شمعدانی و گل حنا نیز تنش آبی، تفاوت معنی‌داری در ارتفاع گیاه با تغییر سطوح محتوی آب خاک ایجاد نکرد و فقط در تنش شدید نسبت به حالت متوسط، ارتفاع در گل حنا کمی کاهش یافت (18). رزمجو و همکاران (4) نیز گزارش کردند که تنش خشکی در اطلسی، رعنا زیبا و شمعدانی منجر به کاهش ارتفاع گیاه گردید ولی این کاهش ارتفاع معنی‌دار نبود. هم‌چنین این محققین گزارش کردند که افزایش سطح تنش خشکی منجر به کاهش تعداد گل اطلسی می‌گردد. کاهش آبیاری و در نتیجه کند شدن سرعت رشد منجر به کاهش توسعه پوشش گیاه می‌شود. یکی از وظایف اصلی آب تولید آماس در سلول است که در بزرگ شدن روزنه‌ها، افزایش فتوسنتز، رشد گیاه و کار سایر اندام‌های تخصص یافتهٔ گیاه، نقش مهمی را ایفا می‌کند. در واقع یکی از اولین واکنش‌ها به تنش آبی، کاهش رشد است و با طولانی شدن دورهٔ خشکی، رشد شاخه و تاج‌پوش اغلب گیاهان کاهش پیدا می‌کند درحالی‌که رشد ریشه تحریک می‌شود (41). هم‌چنین تقلیل آب مصرفی در گیاه همیشه بهار منجر به کاهش اندازه و تاج‌پوش گیاه گردید (29).

گل اطلسی یکی از گیاهان رایج مورد استفاده در فضای سبز می‌باشد و پژوهش های اندکی در رابطه با دور آبیاری و میزان آبیاری و اثرات کم‌آبیاری بر گل اطلسی انجام شده است. بدین منظور این پژوهش در راستای اثرات تنش خشکی بر روی رشد و نمو گل اطلسی و بررسی حد تحمل آن هدف صرفه‌جویی در مصرف آب انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه‌های پژوهشی بخش علوم باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه آزاد شیراز انجام شد. در این پژوهش بذرهای رقم «دیو رد»[1] گل اطلسی از یک شرکت معتبر توزیع کننده بذرهای کشاورزی تهیه شد. برای انجام آزمایش از گلدان‌های مخصوص استفاده شد. بعد از آماده شدن گلدان‌ها دانهال‌های اطلسی 6 برگی به آن‌ها انتقال داده شد و به مدت 2 هفته تمامی گلدان‌ها آبیاری به میزان ظرفیت زراعی صورت گرفت و برای بررسی اثر خشکی بر رشد و نمو گل اطلسی4 سطح کم‌آبیاری (100، 75، 50 و 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای[2]) به صورت توزین گلدان‌ها با ترازو، در نظر گرفته شد. پس از پایان آزمایش شاخساره گیاهان از محل پاهنگ قطع و ریشه‌ها با دقت از خاک خارج و گل و لای آن‌ها با آب شسته‌شد و نمونه‌های گیاهی به آزمایشگاه منتقل و اندازه‌گیری‌ها انجام گرفت. در این پژوهش صفات طول ریشه و شاخساره، وزن تر و وزن خشک ریشه، وزن تر و وزن خشک شاخساره، تعداد شاخه، تعداد گل و زمان گلدهی اندازه‌گیری شد. به‌منظور سنجش محتوای یون‌های پتاسیم و سدیم، به هر نمونه برگ، 25 میلی‌لیتر استوک تهیه شده (اسیدنیتریک و اسیداستیک) اضافه گردید و پس از 24 ساعت که به نمونه استراحت داده شد، با استفاده از کاغذ صافی واتمن 5 نمونه‌ها را صاف کرده و توسط دستگاه فلیم فتومتر[3] مدل Jenway.pfp7 میزان یون سدیم و پتاسیم اندازه‌گیری شد (23). محتوای پرولین آزاد بر اساس روش بیتس و همکاران (15) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری گردید و بر حسب میلی‌گرم در هر گرم وزن خشک برگ گزارش شد. به این منظور، پس از توزین برگ‌های تر و همگن‌سازی آن‌ها در 10 میلی‌لیتر اسید سولفاسالیسیلیک 3 درصد، نمونه‌ها سانتریفوژ شده و معرف نین‌هیدرین و اسید استیک خالص به سوپر ناتانت افزوده شد. پس از قرار دادن نمونه‌ها در حمام آب گرم به مدت یک ساعت، 4 میلی‌لیتر تولوئن اضافه و محلول بالایی جدا گردید و در طول موج 520 نانومتر قرائت شد. محتوای نسبی آب بر اساس فرمول زیر برآورد گردید:

$$RWC\% = [(FW-DW)/ (TW-DW)] \times 100$$

FW, DW, TW به ترتیب نشانگر وزن تر، خشک و آماس نمونه‌های برگی می‌باشد.

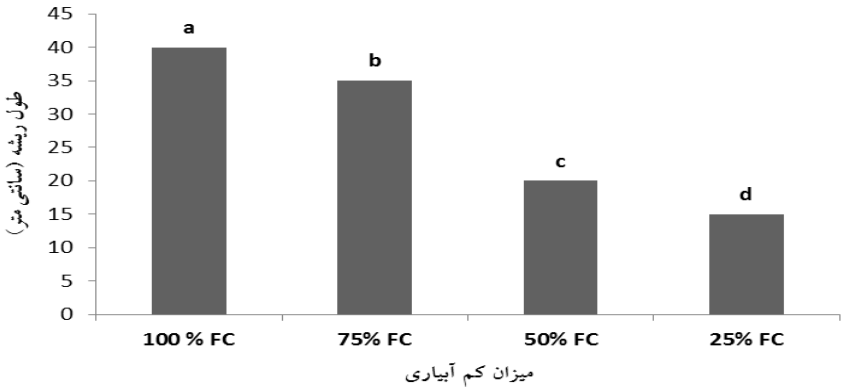
1- Due red
2- Field Capacity (FC)
3- Phylum photometer

به‌منظور اندازه‌گیری میزان کلروفیل، اولین برگ گیاهان مورد نظر پس از جداسازی وزن شده و در پنج میلی‌لیتر استون سایبده و همگن شدند. در مرحله بعد نمونه‌ها در 3000 دور به مدت 15 دقیقه سانتریفوژ گشته و پس از جداسازی سوپرناتانت حجم آن توسط استون 80 درصد به پنج میلی‌لیتر رسانیده شد (17). سپس جهت تعیین میزان کلروفیل از دستگاه اسپکتوفتومتر مدل Spectronic 20D استفاده شد. این پژوهش در قالب طرح به‌طور بلوک کامل تصادفی با 8 تکرار انجام شد. برای واکاوی و تحلیل داده‌ها از نرم افزار MSTATC و از آزمون LSD در سطح 5 درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده شد.

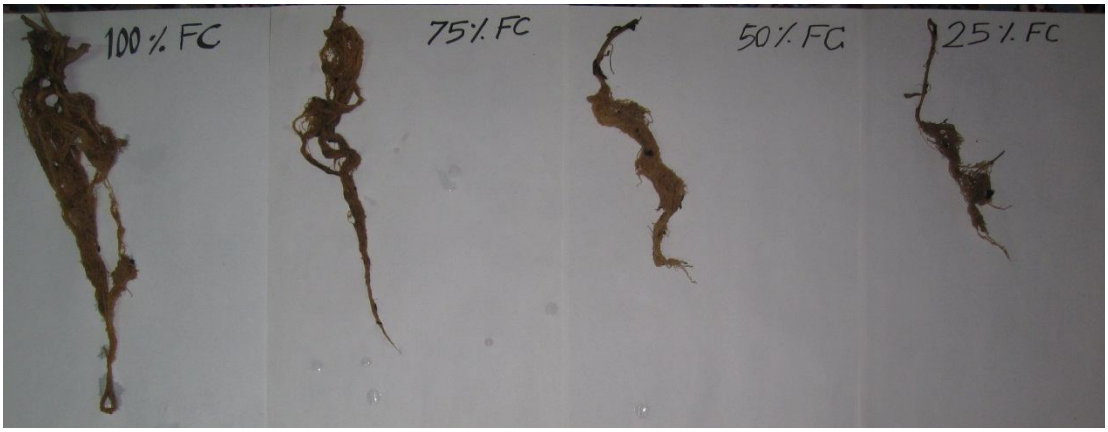
نتایج و بحث

طول ریشه

اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر طول ریشه نشان داد که با کاهش میزان آبیاری طول ریشه کاهش یافت. به‌طوری که بیش‌ترین طول ریشه مربوط به تیمار 100 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (40/8 سانتی‌متر) و کم‌ترین طول ریشه مربوط به تیمار 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (11/4 سانتی‌متر) بود (شکل 1 و 2). طول ریشه افزون بر ساختار ژنتیکی به‌وسیله عوامل مختلف داخلی و خارجی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و یک ابزار مهم برای ارزیابی محصول‌دهی در گیاهان مختلف می‌باشد. ویژگی‌های ریشه به‌ویژه طول ریشه، تراکم طولی ریشه و ضخامت ریشه‌ها، برای گیاه به‌منظور استقرار مناسب قسمت‌های هوایی با بهره‌برداری از آب قابل دسترس، ضروری می‌باشد (11). در بررسی انجام شده روی اسفرزه، بومادران، داودی، مریم‌گلی، همیشه بهار و بابونه تنش خشکی موجب کاهش اندازه طول ریشه شد (9). در پژوهش دیگری روی گیاه مرزه، افزایش تنش، اثر معنی‌داری بر رشد ریشه نداشت (7) اما طول ریشه گیاه پروانش در شرایط تنش خشکی افزایش یافت (12).



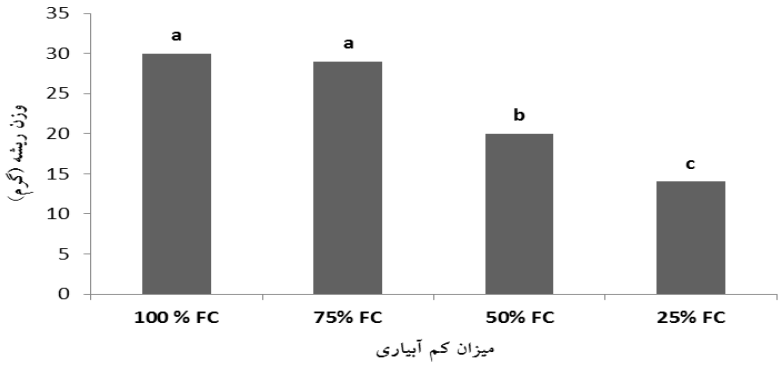
شکل 1- اثر میزان کم‌آبیاری بر طول ریشه (FC: ظرفیت زراعی)



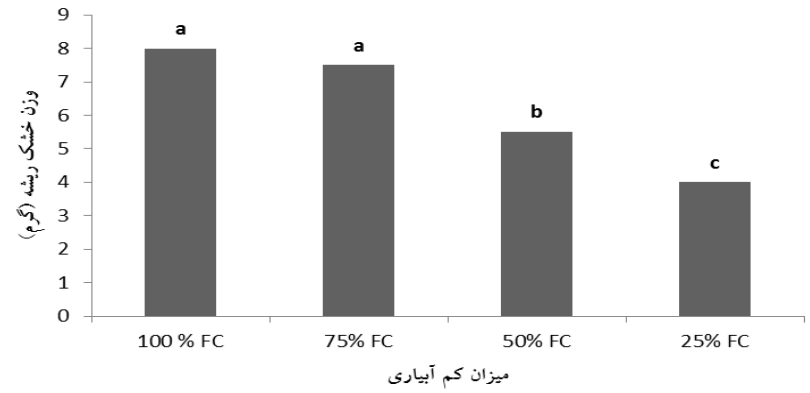
شکل 2- اثر تیمارهای مختلف بر طول ریشه (FC: ظرفیت زراعی)

وزن تر و خشک ریشه و نسبت آن‌ها

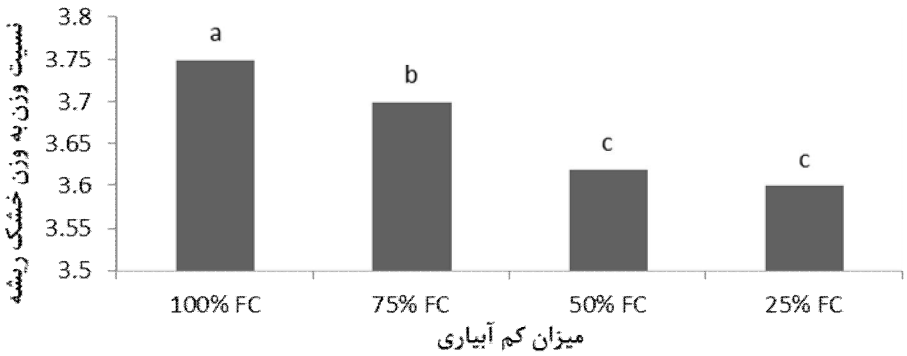
اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر وزن تر ریشه نشان داد که با کاهش میزان آبیاری وزن تر ریشه کاهش یافت، به‌طوری که بیش‌ترین وزن تر ریشه مربوط به تیمار 100درصد ظرفیت مزرعه‌ای (30/2 گرم) ولی از لحاظ آماری با تیمار 75 درصد ظرفیت مزرعه تفاوت معنی‌داری نداشت، کم‌ترین وزن تر ریشه مربوط به تیمار 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (10/5 گرم) بود (شکل 3). اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر وزن خشک ریشه نشان داد که با کاهش میزان آبیاری وزن خشک ریشه کاهش یافت، به‌طوری‌که بیش‌ترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار 100 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (8/11 گرم) ولی از لحاظ آماری با تیمار 75 درصد ظرفیت مزرعه تفاوت معنی‌داری نداشت، کم‌ترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (2/91 گرم) بود (شکل 4). اثر میزان‌های مختلف کم‌آبیاری بر نسبت وزن تر به وزن خشک ریشه نشان داد که با کاهش میزان آبیاری این نسبت کاهش یافت، به‌طوری‌که بیش‌ترین نسبت مربوط به تیمار 100درصد ظرفیت مزرعه‌ای (3/75) و کم‌ترین نسبت مربوط به تیمار 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (3/6) بود ولی از لحاظ آماری با تیمار 50 درصد ظرفیت مزرعه تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل 4). در بررسی‌های انجام شده روی مریم‌گلی، همیشه بهار و بابونه نیز نتیجه مشابهی به دست آمده است (9). هم‌چنین نتایج به دست آمده نشان داد که در اثر تنش خشکی نسبت وزن تر به وزن خشک ریشه کاهش یافت. کمبود آب موجب کاهش تورژسانس شده و در نهایت کاهش رشد و توسعه سلول به خصوص در ریشه‌ها به دنبال خواهد داشت. با کاهش رشد سلول اندازه اندام محدود می‌شود و در نتیجه وزن آن‌ها نیز کاهش می‌یابد. پیترپولوس و همکاران (28) گزارش کردند که افزایش سطح تنش آبی سبب کاهش وزن تر برگ، تعداد برگ و وزن ریشه جعفری شد. هم‌چنین لباسچی و شریفی عاشورآبادی (9) بر شاخص‌های رشدی بومادران تحت تنش خشکی نیز کاهش معنی‌داری در طول ریشه نشان داد، به‌طوری‌که طول ریشه در شرایط آبیاری افزایش و در شرایط تنش گلدان کاهش یافت.



شکل 3- اثر میزان کم آبیاری بر وزن تر ریشه (FC: ظرفیت زراعی)



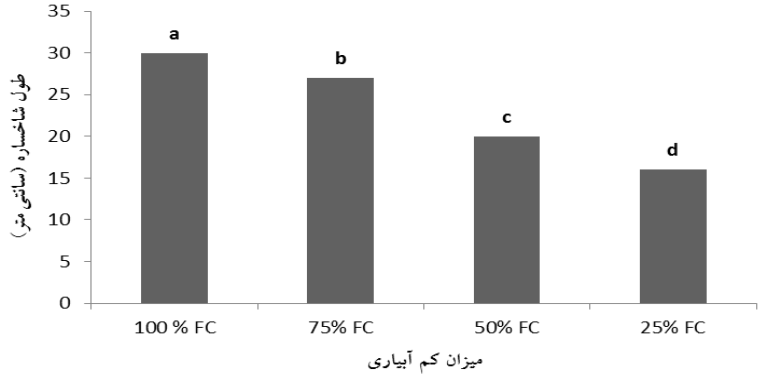
شکل 4- اثر میزان کم آبیاری بر وزن خشک ریشه (FC: ظرفیت زراعی)



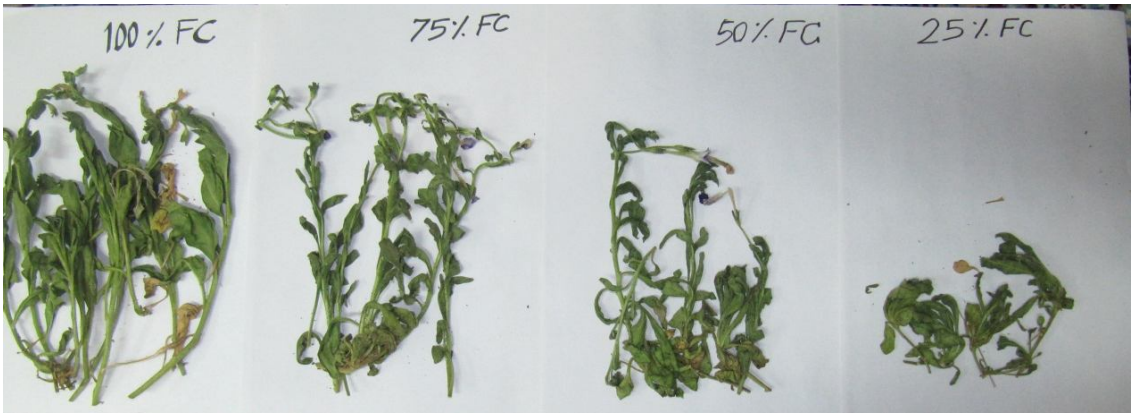
شکل 5- اثر میزان کم آبیاری بر نسبت وزن تر به وزن خشک ریشه (FC: ظرفیت زراعی)

طول و تعداد شاخساره

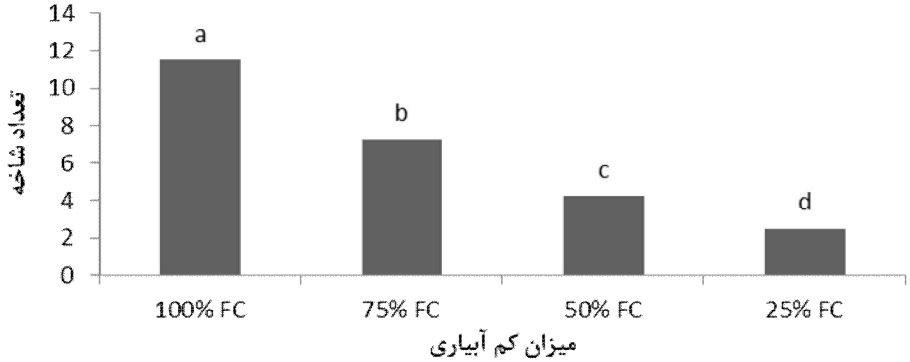
اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر طول شاخساره نشان داد که با کاهش میزان آبیاری طول شاخساره کاهش یافت. به‌طوری که بیش‌ترین طول مربوط به تیمار 100 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (30 سانتی‌متر) و کم‌ترین طول مربوط به تیمار 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (12 سانتی‌متر) بود (شکل 6 و 7). اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر تعداد شاخه نشان داد که با کاهش میزان آبیاری تعداد شاخه کاهش یافت. به‌طوری که بیش‌ترین تعداد شاخه مربوط به تیمار 100 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (11/5 عدد) و کم‌ترین تعداد مربوط به تیمار 25درصد ظرفیت مزرعه‌ای (2/5) بود (شکل 8). تنش آبی با کاهش میزان آب و فشار شادابی، کاهش پتانسیل کل آب، پژمردگی، بسته شدن روزنه و کاهش اندازه یاخته و رشد همراه است. مقدار و کیفیت رشد گیاه وابسته به تقسیم، بزرگ شدن و تمایز یابی یاخته و افزایش پیری برگ‌ها است که تحت تأثیر تنش آبی قرار می‌گیرد (25، 31 و 32). در این پژوهش بیش‌ترین رشد و تعداد شاخساره در میزان آبیاری 100 درصد میزان ظرفیت مزرعه مشاهده شد. در پژوهش‌های انجام شده روی دو گونه از گیاه علف لیمو (31)، دو گونه گیاه معطر پالمارزا و گیاه دیگری از همین جنس (32)، اسفرزه، بومادران، مریم‌گلی، همیشه‌بهار، بابونه (9)، ریحان (24) و مرزه (7 و 16) با افزایش تنش کمبود آب، طول شاخساره گیاه کاهش یافت. نتیجه به دست آمده در این پژوهش با نتایج قبلی در مورد سایر گیاهان نامبرده شده، هم‌سویی دارد. پیشنهاد شده است که رشد کم، یک حالت سازگارکننده برای زنده ماندن گیاه در شرایط تنش است. به‌طورکلی گیاه تحت تأثیر شاخص‌های حداقل و مهم نسبت گلوسیدها به ترکیب‌های پروتئین (C/N)، ترشح هورمون فلوریژن و تأثیر درجه روزهای رشد (GDD) به گل می‌رود که تحت تنش کمبود رطوبت، به دلیل کاهش محتوای نیتروژن محلول در ریزوسفر خاک، گیاه به اجبار در شرایط C/N بالا قرار گرفته و الزاماً باعث گلدهی در ارتفاع کم می‌شود، هم‌چنین طول دوره گلدهی در گیاه کوتاه می‌شود (1). هر چه شدت تنش خشکی بیشتر باشد رشد اندام هوایی کاهش بیشتری پیدا می‌کند که این کاهش می‌تواند مربوط به افزایش آبسیزیک اسید در اندام هوایی باشد (39).



شکل 6- اثر میزان کم آبیاری بر طول شاخساره (FC: ظرفیت زراعی)



شکل 7- اثر میزان کم آبیاری بر طول شاخساره (FC: ظرفیت زراعی)



شکل 8- اثر میزان کم آبیاری بر تعداد شاخه (FC: ظرفیت زراعی)

وزن تر و خشک شاخساره و نسبت آن‌ها

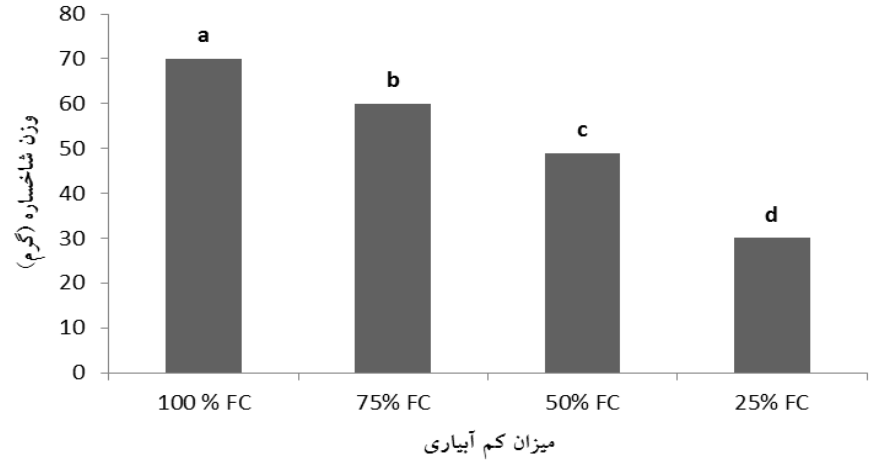
اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر وزن شاخساره نشان داد که با کاهش میزان آبیاری وزن شاخساره کاهش یافت. به‌طوری‌که بیش‌ترین وزن مربوط به تیمار 100درصد ظرفیت مزرعه‌ای (70 گرم) و کم‌ترین طول مربوط به تیمار 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (25 گرم) بود (شکل 9). اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر وزن خشک شاخساره نشان داد که با کاهش میزان آبیاری وزن خشک شاخساره کاهش یافت. به‌طوری که بیش‌ترین وزن مربوط به تیمار 100 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (15 گرم) و کم‌ترین طول مربوط به تیمار 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (7/14 گرم) بود (شکل 10). اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر نسبت وزن به وزن خشک شاخساره نشان داد که با کاهش میزان آبیاری این نسبت کاهش یافت. به‌طوری‌که بیش‌ترین نسبت مربوط به تیمار 100 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (4/4) ولی از لحاظ آماری با تیمار 75 درصد ظرفیت مزرعه تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین نسبت مربوط به تیمار 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (3/5) بود (شکل 11). تنش کمبود آب ایجاد شده در اثر افزایش دور آبیاری، وزن تر و خشک گیاه را کاهش داد. وزن تر علف لیمو (31)، اسفرزه، بومادران، مریم‌گلی، همیشه بهار و بابونه (9) و مرزه (7 و 16) با کاهش رطوبت خاک، مقدار ماده خشک گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافت. کاهش وزن تر در شرایط خشکی می‌تواند در اثر کاهش رشد و گسترش یاخته‌ها به دلیل کاهش فشار شادابی باشد. کم شدن وزن خشک کل گیاه ممکن است با کاهشی قابل ملاحظه در رشد، فتوسنتز، پیری برگ‌ها و ساختار شاخساره گیاه در ارتباط باشد (6). از آن‌جا که با کاهش محتوای رطوبت خاک، پسابیدگی پروتوپلاسم توام با کاهش آماس سلول اتفاق می‌افتد، اندازه سلول و سرعت تقسیم سلول روند کاهش شدیدی پیدا می‌کند که منجر به کاهش میزان رشد و سطح فتوسنتز کننده گیاه می‌شود (6). به نظر می‌رسد به علت فرآیند قرینگی[1]، کمبود آب وزن خشک گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و همان‌طور که کمبود آب باعث کاهش رشد و تقسیم سلول می‌گردد، تعداد و وزن خشک اندام گیاه را نیز کاهش می‌دهد. گیاه در شرایط بدون تنش خشکی از وضعیت آماس سلولی مناسبی برخوردار است که در این شرایط، پتانسیل فشاری لازم برای توسعه سلول و تقسیم آن فراهم می‌باشد. لذا این شرایط باعث افزایش فعالیت متابولیسمی و

1- Allometry

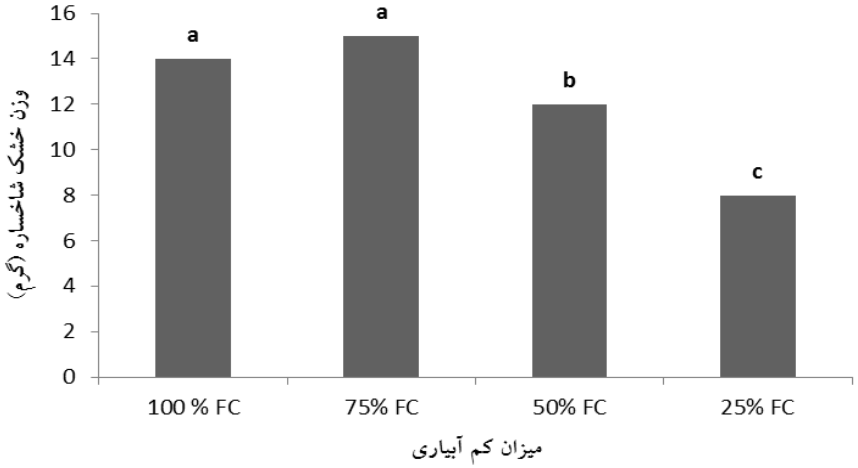
رشد و سرعت توسعه ریشه می‌گردد، به‌طوری‌که با رشد ریشه جذب یون‌های غذایی بیش‌تر می‌شود و با تولید اندام هوایی زیادتر، انرژی موجود از طریق فتوسنتز نیز افزایش می‌یابد (3 و 6). ولی در شرایط تنش خشکی محدودیت‌های تغذیه‌ای که از طریق کاهش جذب فسفر، پتاسیم، نیترات و کلسیم ایجاد می‌شود، رشد و سرعت توسعه ریشه را کاهش داده و به تبع آن تولید اندام هوایی کم‌تر و انرژی موجود از طریق فتوسنتز کاهش می‌یابد (26). مطالب فوق نشان می‌دهد که در شرایط تنش خشکی شدید (25 درصد ظرفیت مزرعه) و وضعیت نامناسب آماس سلولی، اختصاص مواد غذایی به ریشه نسبت به ساقه افزایش یافته و گیاه قادر نخواهد بود کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامه رشد را فراهم کند، به‌طوری‌که در این مطالعه نیز با تنش رطوبت شیب کاهش وزن تر نسبت به وزن خشک شدیدتر بود (شکل 11).

ویژگی‌های زایشی

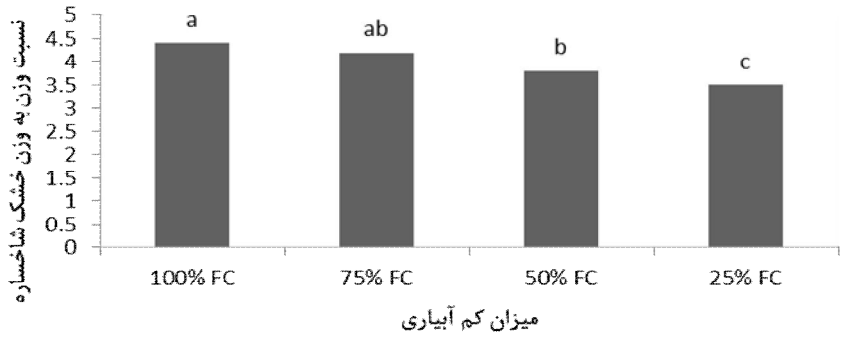
قرار گرفتن گیاهان در معرض تنش خشکی با ظرفیت مزرعه‌ای معادل با 75 درصد منجر به افزایش تعداد گل شد. در شرایطی‌که شدت تنش خشکی افزایش یافت (25 و 50 درصد ظرفیت مزرعه) از تعداد گل‌های اطلسی به‌طور چشم‌گیری کاسته شد (شکل 12). نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین سطوح مختلف آبیاری نشان داد، قرار گرفتن گیاهان در معرض تنش خشکی شدید (25 درصد ظرفیت مزرعه) منجر به افزایش زمان گلدهی به 92 روز شد.



شکل 9- اثر میزان کم آبیاری بر وزن شاخساره (FC: ظرفیت زراعی)

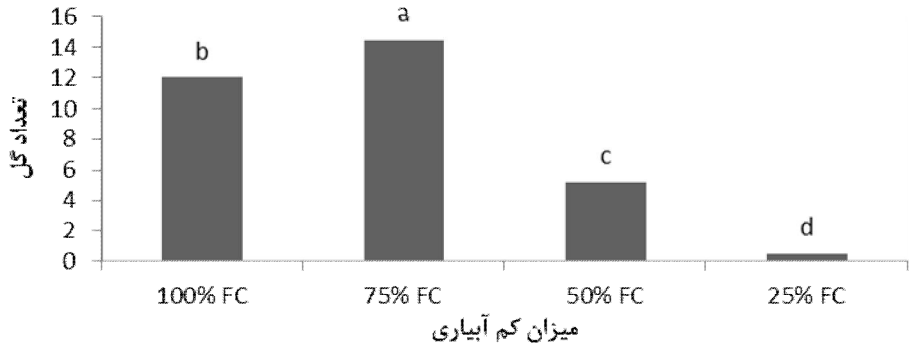


شکل 10- اثر میزان کم آبیاری بر وزن خشک شاخساره (FC: ظرفیت زراعی)

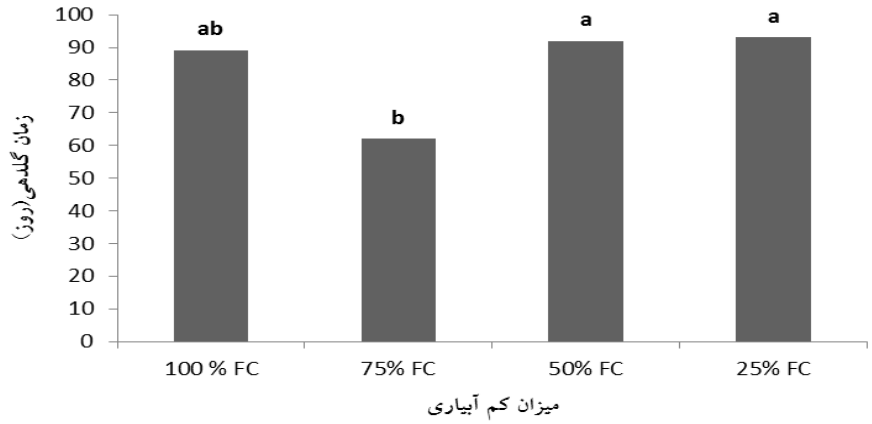


شکل 11- اثر میزان کم آبیاری بر نسبت وزن تر به وزن خشک شاخساره (FC: ظرفیت زراعی)

هم‌چنین گیاهان مربوط به تیمار شاهد (ظرفیت مزرعه 100درصد) و 50 درصد ظرفیت مزرعه با سطح 25 درصد تفاوت معنی‌داری نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند. در شرایط تنش ملایم (75 درصد ظرفیت مزرعه) مدت زمان گلدهی به 62 روز رسید و کم‌ترین مقدار را دارا بود (شکل 13). در گیاهان زینتی، عنصر اساسی گل است. بنابراین ضروری است که دوره‌ی گلدهی گیاهان طولانی شود. در گیاهانی که در معرض تنش خشکی قرار گرفته اند میزان گلدهی جهت ذخیره‌سازی کربوهیدرات مورد حیات، کاهش پیدا می‌کند (14).



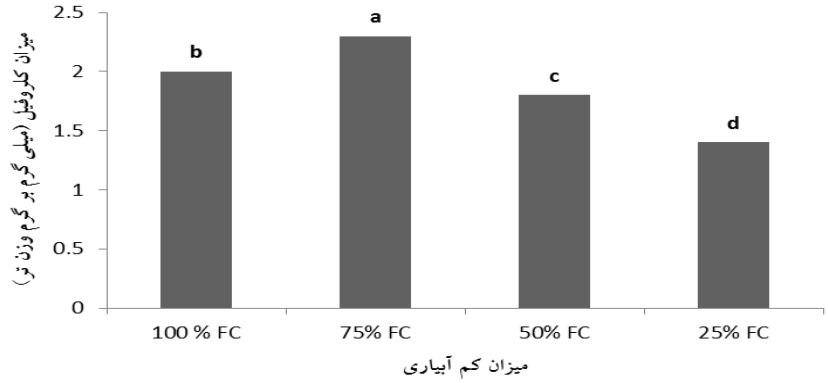
شکل 12- اثر میزان کم آبیاری بر تعداد گل (FC: ظرفیت زراعی)



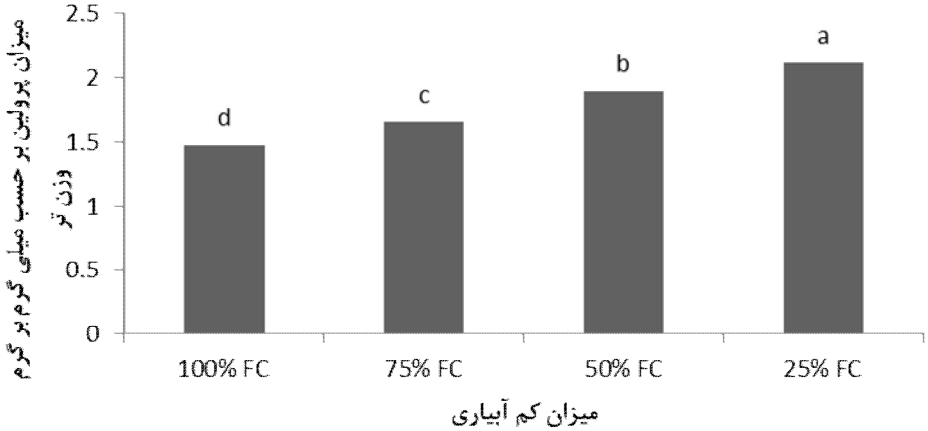
شکل 13- اثر میزان کم آبیاری بر زمان گلدهی (FC: ظرفیت زراعی)

میزان کلروفیل

نتایج نشان داد که مقدار کل کلروفیل تا میزان کم‌آبیاری به مقدار 75 درصد ظرفیت مزرعه افزایش و پس از آن در اثر افزایش تنش کمبود آب کاهش یافت (شکل 14). مقدار کلروفیل در واحد سطح آفتابگردان، در شرایط تنش خشکی، بالاتر از گیاهان آبیاری شده بود. اگرچه، غلظت کلروفیل در ماده خشک گیاهان در شرایط تنش، کم‌تر از گیاهان آبیاری شده بود). در پژوهش انجام شده روی پروانش، مقدار کلروفیل a گیاه در شرایط تنش ملایم (تیمار 1 و 2 هفته آبیاری به‌مدت یک تا دو ماه)، برابر با گیاه آبیاری شده بود و مقدار کلروفیل b نسبت به شاهد افزایش نشان داد. اما درتنش شدید (تیمار 3 و 4 هفته آبیاری به مدت سه تا چهار ماه) مقدار کلروفیل و فتوسنتز گیاه کاهش یافت. در شرایط تنش خشکی به دلیل کاهش سطح برگ، تجمع کلروفیل افزایش می‌یابد اما به‌علت تعرق بالا گیاه آب بیش‌تری از دست می‌دهد و در نتیجه محتوای آب نسبی و دنبال آن فتوسنتز نیز کاهش می‌یابد. در بررسی دیگری روی پروانش (11) و مریم‌گلی (27) تنش خشکی مقدار کلروفیل گیاه را کاهش داد. نتیجه این آزمون با پژوهش‌های یاد شده، هم‌خوانی دارد.



شکل 14- اثر میزان کم آبیاری بر میزان کلروفیل (FC: ظرفیت زراعی)

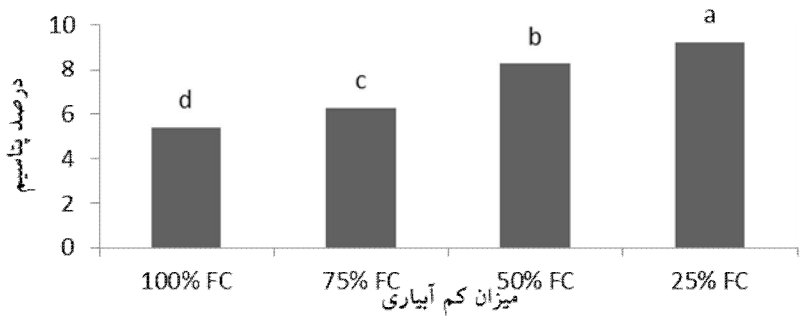


شکل 15- اثر میزان کم آبیاری بر میزان پرولین (FC: ظرفیت زراعی)

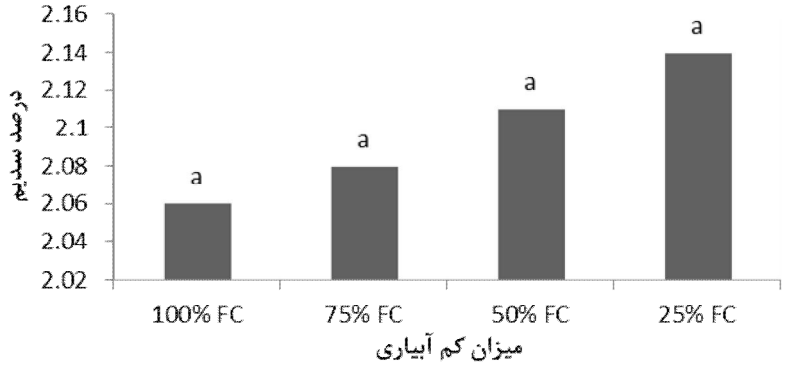
مقدار پرولین

اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر میزان پرولین نشان داد که با کاهش میزان آبیاری میزان پرولین افزایش یافت. به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان مربوط به تیمار 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (2/12 میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کم‌ترین میزان مربوط به تیمار 100 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (1/48 میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود (شکل 15). افزایش پرولین در شرایط خشکی، یک مکانیزم دفاعی است که به گیاه کمک می‌کند تا پتانسیل اسمزی یاخته‌های خود را برای جذب

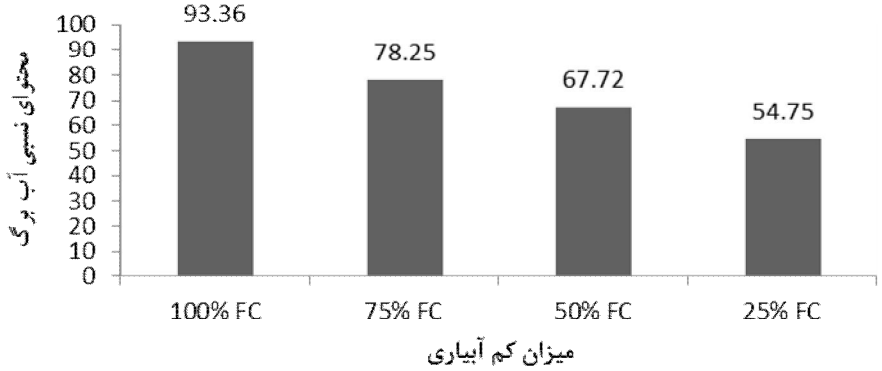
آب کاهش دهد. تجمع پرولین در هنگام تنش خشکی درگیاهانی چون ذرت (32) نیز گزارش شده است. میزان تجمع پرولین در گونه‌هایی از جنس ریحان (16)، پالمارزا[1] و گونه ای دیگر از علف لیمو (33) و پروانش (11)، در پاسخ به تنش آبی افزایش یافت. در این پژوهش نیز مقدار تجمع پرولین در گیاه، در اثر تنش خشکی افزایش نشان داد.



شکل 16- اثر میزان کم‌آبیاری بر درصد پتاسیم (FC: ظرفیت زراعی)



شکل 17- اثر میزان کم‌آبیاری بر درصد سدیم (FC: ظرفیت زراعی)



شکل 18- اثر میزان کم‌آبیاری بر محتوای نسبی آب برگ (FC: ظرفیت زراعی)

1- palmarosa

میزان عناصر

اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر درصد پتاسیم برگ نشان داد که با کاهش میزان آبیاری میزان پتاسیم افزایش یافت. به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان مربوط به تیمار 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (9/21 درصد) و کم‌ترین میزان مربوط به تیمار 100 درصد ظرفیت مزرعه‌ای (5/41) بود (شکل 16). اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر درصد سدیم برگ نشان داد که با کاهش میزان آبیاری میزان سدیم افزایش یافت ولی تغییرات معنی‌دار نبود (شکل 17). نتایج این پژوهش با یافته های فورنس و همکاران (19) در مورد افزایش میزان پتاسیم در برگ گیاهان اطلسی[1]، گوشواره‌ای[2] و همیشه‌بهار[3] مشابه بود. چنین استنباط می شود که این گیاهان با افزایش یون پتاسیم توانسته است از طریق نگهداری فتوسنتز و حفاظت کلروپلاست در شرایط کمبود آب به زنده مانی خود بسنده کند. به طورکلی وجود یون پتاسیم باعث آرامش بیشتر گیاه در شرایط سخت خصوصاً تنش خشکی می‌شود. طبق نظر سوین و همکاران (35) تحمیل تنش خشکی بر ریشه گیاهان سبب تغییر سرعت جذب مواد معدنی و گردش آنها در پیکره گیاه شده که سبب تغییر pH شیره خام شده و این عامل انباشته شدن مواد معدنی از جمله پتاسیم را به دنبال دارد (36). اثر مثبت پتاسیم بر روی تحمل تنش خشکی می‌تواند به واسطه افزایش رشد ریشه در نتیجه جذب بیشتر عناصر و آب توسط گیاه و همچنین بواسطه کاهش تعرق آب باشد (37). به‌علاوه، نگهداری پتاسیم، پتانسیل اسمزی و تورژسانس سلول‌ها و تنظیمات روزنه‌های در حال کار در شرایط تنش خشکی را سبب شود (12).

محتوای نسبی آب

در این پژوهش مشاهده شد که با افزایش میزان تنش خشکی محتوای نسبی آب کاهش یافت (شکل 18). تغییرات محتوای رطوبتی برگ به عنوان یک واکنش کوتاه مدت به تنش و معیاری از توان حفظ قدرت منبع در شرایط تنش خشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (13). نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج به دست آمده از پژوهش‌هایی بر آفتابگردان (30) همسویی داشت.

نتیجه‌گیری

با توجه به این‌که کمبود آب یکی از مشکلات مهم و اساسی در فضای سبز می‌باشد و بنابراین پژوهش در این مورد امری ضروری است. در این پژوهش نشان داده شد که گیاه اطلسی می تواند تا کم‌آبیاری در حدود 25درصد ظرفیت مزرعه زنده بماند ولی از کیفیت آن کاسته می‌شود. از آن جا که کیفیت و گل دهی زیاد گیاه اطلسی فاکتور مهم و شاخص اساسی آن در فضای سبز می باشد و باید به آن توجه زیادی کرد از نتایج به دست آمده می توان دریافت که گیاه اطلسی می تواند آبیاری تا 75 درصد ظرفیت مزرعه را بدون کاهش کیفیت تحمل کند و علاوه بر آن در این میزان کمبود آب با افزایش گل دهی و زود گل دهی روبرو هستیم.

منابع

1- امیدی ح.، جعفرزاده چیمه ل.، و رحیم زاده م. 1391. ارزیابی تنش خشکی بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کلزا (*Brassica napus*) با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی. پژوهش و سازندگی. 25 (3): 57-66.

2- جعفری م. 1371. روش جدید برای ارزیابی مقاومت گیاهان به خشکی. پژوهش و سازندگی 42-36: 21.

3- حسنی ع. و امیدبیگی ر. 1381. اثرات تنش آبی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی گیاه ریحان. مجله دانش کشاورزی 12 (3): 47-59.

4- رزمجو ج.، شریعتمداری ح.، اعتمادی ن.، خواجه الدین ج.، لندی ا.، نمازی ی.، برهانی م. و اصلانی ح. 1383. اثر تنش‌های محیطی بر مهم‌ترین گیاهان فضای سبز اصفهان و اپتیمم کردن شرایط گیاهان انتخابی. سفارش سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری اصفهان. مجری پژوهش: دانشگاه صنعتی اصفهان.

5- سرمدنیا غ. 1372. اهمیت تنش‌های محیطی در زراعت. اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. تهران. انتشارات دانشکده کشاورزی. 157 ص.

6- کافی م.، زند ا.، کامکار ب.، شریفی ح.، و گلدانی م. 1380. فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد 2. 379 ص.

1- *Petunia hybrida* H1
2- *Calceolaria× hybrida* Hort
3- *Calendula officinalis* L.

7- قربانلی م.، فاکرباهر ز.، میرزا م.، و رضایی م.ب. 1380. بررسی برخی از پارامترهای رشد و تغییرات کمی و کیفی ترکیبات موجود در اسانس مرزه .*Satureja hortensis* L تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری در طی دوره‌های رویشی و زایشی. پژوهش و سازندگی 45-40: 52.
8- قهرمان ا. 1373. کورموفیت‌های ایران (سیستماتیک گیاهی). جلد سوم. تهران. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. 306 ص.
9- لباسچی م.ح. و شریفی عاشور آبادی ا. 1383. شاخص‌های رشد برخی گونه های گیاهان دارویی در شرایط مختلف تنش خشکی. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران 261-249: 20.
10- یوسفی فلک دهی ع. 1385. بررسی برهمکنش کم آبیاری و شوری بر رشد و عملکرد برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی. شیراز. دانشگاه شیراز. دانشکده کشاورزی. 172 ص.
11- Abdalla M.M., and El-Khoshiban N.H. 2007. The influence of water stress on growth, relative water content, photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of two *Triticum aestivum* cultivars. Journal of Applied Sciences Research, 3 (12): 2062-2074.
12- Abdul Jaleel C., Manivannan P., Sankar B., Kishorekumar A., and Gopi R. 2007. Induction of drought stress tolerance by ketoconazole in *Catharanthus roseus* L. is mediated by enhanced antioxidant potential and secondary metabolite accumulation. Colloids and Surfaces, 60: 201-206.
13- Ahmadi A., Emam Y., and Pessarakli M. 2010. Biochemical changes in maize seedling exposed to drought stress conditions at different nitrogen levels. Journal of Plant Nutrition, 33: 541.556.
14- Auge R.M., Stodola A.J.W., Moore J.L., Klingeman W.E., and Duan X. 2003. Comparative dehydratation tolerance of foliage of several ornamental crops. Journal of Science Horticulture, 98:511-516.
15- Bates I.S., Waldern R.P., and Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207.
16- Baher Z.F., Mirza M., Ghorbanil M., and Rezaii M.Z. 2002. The influence of water stress on plant helight, herbal and essential oil yield and composition in *Satueja hortensis* L., Flavor Fragrance Journal, 17: 275-277.
17- Bruisma J. 1963. The quantitative analysis of chlorophyll a & b in plant extract. Photochemistry and Photobiology, 12: 241.249.
18- Chylinski K.W., Lukaszewska A., and Kutnik K. 2007. Drought response of two bedding plants. Acta Physiology Plant, 29: 399-406.
19- Fornes F., Maria Belda R., Carrion C., Noguera V., Garica-Agustin P., and Abad M. 2007. Pre-conditioning ornamental plants to drought by means of saline water irrigation as related to salinity tolerance. Science Horticultural, 113: 52-59.
20- Fu J., Fry J., and Huang B. 2004. Minimum water requirements of four turfgrasses in the transition zone. Horticultural Science, 39:1740-1744.
21- Hung S.H., Yu C.W., and Lin C.H. 2005. Hydrogen peroxide functions as a stress signal in plants. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 46:1-10.
22- Kant S., and Kafkafi U. 2002. Potassium and Abiotic Stresses in Plants. Pasricha, N. S., Bansal, S.K. (Eds.), Role of potassium in nutrient management for sustainable crop production in India, (Potash Research Institute of India, Gurgaon, Haryana).
23- Kosh Kholgh Sima N.A. 1999. Physiologycal, aspects of fodder production sait- affected solids. Doctoral tesis. Hiroshima. Japen.
24- Khalid K.A. 2006. Influence of water stress on growth, essential oil and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.). International Agrophysics, 20: 289-296.
25- Kusaka M., Lalusin A.G., and Fujimura T. 2005. The maintenance of growth and turgor in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) Leeke) cultivars with different root structures and osmo regulation under drought stress, Plant Science, 168: 1-14.
26- Martin B., and Torres N.A.R. 1992. Effects of water deficits stress on photosynthesis, it is components and component limitations and on water use efficiency in wheat. Plant Physiology, 100:733-739.
27- Munne-Bosch S., Jubany-Mari T., and Alegre L. 2001. Drought – induced senescencc is characterized by a loss of antioxidant defences in chloroplasts. Plant, Cell Environment, 24: 1319-1327.
28- Petropoulos S.A., Dimitra D., Polissiou M.G., and Passam H.C. 2008. The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. Scientia Horticulturae, 115: 393-397.
29- Rahmani N., Aliabadi Farahani H., and Valadabadi S.A.R. 2008. Effects of nitrogen on oil yield and its component of calendula (*Calendula officinalis* L.) in drought stress conditions. Abstracts Book of the world Congress on Medicinal and Aromatic Plants, South Africa p.364.
30- Razi H., and Assad M.T. 1999. Comparison of selection criteria in normal and limited irrigation in sunflower. Euphytica, 105: 83-90
31- Sangwan N.S., Farooqi Abad A.H., and Sangwan R.S. 1994. Effect of drought stress on growth and essential oil metabolism in lemongrasses. New Phyologist, 128: 173-179.
32- Serraj R., and Sinclair T.R. 2002. Osmolyte accumulation: Can it really help increase crop yield under drought

conditions? Plant Cell Environment, 25: 333-341.
33- Shabih F., Faroogi A.H., and Srikant S.H. 2002. Physiological and metabolic responces of different genotypes of *Cymbopogon martini* and *C. winterianus* to water stress. Plant Growth Regulation, 37: 143-149.
34- Sinclair T.R., and Ludlow M.M. 1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. Australian Journal of Plant Physiology, 12:213-217.
35- Sween D.W., Long J.H., and Kirkham M.B. 2003. A signal irrigation to improve carly maturing soybean yeild and quality. Journal of Soil Science, 67: 235-240.
36- Turk K.J., and Hall A.E. 1980. Drought adaptation of cowpea. III. Influence of drought on growth and relations with seed yield. Agronomy Journal, 72: 428-433.
37- Umar S. 2006. Alleviating adverse effects of water stress on yield of Sorghum, Mustard and Groundnut by potassium application. Pakistan Journal of Botany, 38: 1373-1380.
38- Upadhyaya H., Khan M.H., and Panda S.K. 2007. Hydrogen peroxide induces oxidative stress in detached leaves of Oryza sativa L. Gen. Applied Plant Physiology, 33 (1-2):83-95.
39- Xing H.L., Tan L., An L., Zhao Z., Wang S., and Zhang C. 2004. Evidence for the involvement of nitric oxide and reactive oxygen species in osmotic stress tolerance of wheat seedlings: inverse correlation between leaf abscisic acid accumulation and leaf water loss. Plant Growth Regulation, 42:61-68.
40- Yamada Y., and Fukutoku Y. 1986. Effect of water stress on soybean stress. Soybean in tropical and sub tropical cropping system. The Asian Vegetable Research & Development Center, Shanbue, Taiwan, China. Chapter, 48:373-382.
41- Yin C., Peng Y., Zang R., Zhu Y., and Li C. 2005. Adaptive responses of *Populus kangdigensis* to drought stress. Physiology Plant, 123: 445-451.