نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص.۳۷۵-۳۶۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 365-375
ISSN: 2008 - 4730

اثر تنش آبی بر روند تغییرات پرولین، قندهای محلول، محتوای نسبی آب و پروتئین‌های محلول برگ دو گونه گل جعفری

سید موسی موسوی[۱] - مهرانگیز چهرازی[۲*] - اسمعیل خالقی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۱۰
تاریخ پذیرش:۰۶/ ۰۵/ ۱۳۹۵

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی در بخش کشاورزی و مدیریت فضای سبز شهری به شمار می‌آید. تحقیقات گذشته در زمینه تنش آبی بیانگر اثرات منفی آن بر خصوصیات مرفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان می‌باشد. بر این اساس، پژوهشی به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف کم‌آبی (۱۰۰ به‌عنوان شاهد، ۷۵ و ۵۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق (ETcrop)) بر روند تغییرات پرولین، قندهای محلول کل، محتوای آب نسبی و میزان پروتئین‌های محلول برگ در دو گونه گل جعفری (فرانسوی و آفریقایی) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. نتایج نشان داد با افزایش سطوح کم‌آبی بر میزان پرولین و قندهای محلول کل برگ افزوده و روند تغییرات این صفات باگذشت زمان افزایش یافت، به‌طوری‌که در ۴۳ روز پس از اعمال تیمار خشکی میزان پرولین برگ در تیمار آبیاری ۵۰ درصد ETc، در مقایسه با تیمارهای شاهد و تیمار آبیاری ۷۵ درصد ETc به ترتیب ۲/۶۴ و ۱/۳۵ برابر افزایش یافت و بیشترین میزان پرولین برگ و قندهای محلول کل برگ مربوط به تیمار ۵۰ درصد ETc بود. همچنین نتایج نشان داد میزان پروتئین‌های محلول برگ و میزان محتوای نسبی آب برگ نیز با کم شدن سطح آبیاری کاهش یافت، به‌گونه‌ای که کمترین میزان محتوای نسبی آب برگ و میزان پروتئین‌های محلول برگ در تیمار ۵۰ درصد ETc مشاهده شد. به طور کلی به دلیل عدم معنادار بودن شاخص‌های اندازه گیری شده بین تیمار شاهد و ۷۵ درصد ETc، می توان انتظار داشت که با کاهش ۲۵ درصدی نیاز آبی گل جعفری در جهت مدیریت بهینه آب در فضای سبز گام برداشت.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، پتانسیل تبخیر و تعرق، کم‌آبی

مقدمه

گل جعفری با نام علمی *Tagetes spp* (آفریقایی *T. erecta L* و فرانسوی *T. patula L.*) متعلق به خانواده Asteraceae گیاهی یک‌ساله است که به‌عنوان گل حاشیه‌ای در فضای سبز مورداستفاده قرار می‌گیرد. روش تکثیر این گیاه از طریق بذر بوده و pH مناسب محیط کشت آن ۶/۵-۶ می‌باشد (۱۷ و ۱۴). با عنایت به کمبود نزولات جوی و شرایط اقلیمی کشور کمبود آب یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در بخش کشاورزی و مدیریت فضای سبز شهری محسوب می‌گردد. در واقع کمبود آب و خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی بوده که می‌تواند مراحل مختلف رشد و نموی گیاه را تحت تأثیر خود قرار دهد. (۴ و ۶). مطالعات نشان داده‌اند که در اثر تنش خشکی، فعالیت‌های فیتوشیمیایی گیاه متوقف شده و میزان کلروفیل برگ و فعالیت آنزیم‌های چرخه کالوین در فرآیند فتوسنتز کاهش می‌یابد (۳۱).

همچنین تحقیقات حاکی از آن است که برحسب شدت تنش، برخی از گیاهان ممکن است با تولید متابولیت‌های سازگاری نظیر اسیدهای آمینه، آنتی اکسیدانت‌ها و هورمون‌ها اثرات تنش را خنثی یا کاهش داده و به رشد خود ادامه دهند (۳۰). پرولین پایدارترین اسیدآمینه‌ای است که در برابر تنش‌های اکسیداتیو مقاومت کرده و کم‌ترین اثر بازدارندگی را بر رشد سلول‌ها در بین تمام اسیدآمینه‌ها دارد. نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که افزایش تنش خشکی منجر به افزایش میزان پرولین، قندهای محلول، کاهش رنگیزه های گیاهی و کاهش پارامترهای رشد گونه‌های مختلف اکالیپتوس گردید (۳۸). همچنین قندهای محلول در تنظیم اسمزی سلول نقش داشته و در پاسخ به تنش‌های محیطی تجمع می‌یابند و تعیین میزان قندهای محلول ممکن است روشی مفید در انتخاب گونه‌های مقاوم به شوری و خشکی باشد (۳۵). به‌بیان‌دیگر اینکه تنظیم اسمزی می‌تواند

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیاران گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: (Email: chehrazi _m@yahoo. Com
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.53077

به‌واسطه تجزیه پلی ساکاریدهایی نامحلول نظیر نشاسته و فروکتان به قندهای محلول مانند اولیگوساکاریدها، ساکارز و گلوکز صورت گیرد (۱۸). همچنین افزایش قندهای محلول در زمان تنش می‌تواند به‌واسطه سنتز این ترکیبات از مسیرهای غیر فتوسنتزی نیز صورت گیرد (۱۵). بلوم (۸) معتقد است که محتوی نسبی آب برگ بهترین معیار اندازه‌گیری وضعیت آب گیاه بوده (۸) و کاهش محتوای نسبی آب سلول در اثر تنش خشکی باعث کاهش طویل شدن ساقه و برگ و فتوسنتز گیاه می‌شود (۹ و ۲۸). تغییر در تولید پروتئین و یا تخریب آن ازجمله مراحل متابولیکی است که می‌تواند تحت تأثیر تنش خشکی قرار گیرد (۳۴). با توجه به اینکه تنش خشکی یکی از معضلات مهم به‌ویژه در صنعت کشاورزی و همچنین در بخش فضای سبز به شمار می‌آید لذا بررسی اثرات مخرب حاصله از تنش خشکی بر خصوصیات گیاه امری ضروری است بنابراین پژوهش حاضر باهدف بررسی تأثیر سطوح مختلف کم‌آبی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دو گونه ازگل جعفری اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف کم‌آبی (۱۰۰ به‌عنوان شاهد، ۷۵ و ۵۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق (ETcrop)) (۲ و ۲۳) بر روند تغییرات برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دو گونه گل جعفری انجام شد. از مشخصات دو گونه گل جعفری می‌توان به کوتاه‌تر بودن ارتفاع، کوچک‌تر بودن گل‌ها و تولید گل بیشتر در جعفری فرانسوی نسبت به نوع آفریقایی اشاره نمود. بررسی آماری پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در فضای باز جنب گلخانه‌های دانشگاه شهید چمران اهواز به اجرا درآمد. در این آزمایش بذور دو گونه گل جعفری آفریقایی با نام علمی *Tagetes erecta* L. و جعفری فرانسوی با نام علمی *Tagetes patula* L. درون سینی‌های کشت با بستر کوکوپیت در گلخانه کشت گردید و در مرحله ۴ برگی، نشاها به گلدان‌هایی به ابعاد ۱۹×۱۶cm درفضای باز منتقل شدند، در هر گلدان ۳ گیاه جهت اندازه‌گیری روند تغییرات صفات کشت شد. بستر کشت مورد استفاده در این آزمایش شامل ماسه، کود حیوانی کاملاً پوسیده و خاک مزرعه با نسبت مساوی (۱:۱:۱) بود (جدول ۱). پس از انتقال نشاها تا ۳ هفته جهت مستقر شدن و سازگاری گیاهان با محیط کشت آبیاری کامل صورت گرفت و سپس در مرحله ۶ برگی و با توجه به میزان تبخیر و تعرق روزانه تحت رژیم‌های آبیاری ۱۰۰ (شاهد)، ۷۵ و ۵۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه قرار داده شدند و هر سه روز یک‌بار عمل آبیاری صورت گرفت و سپس شاخص‌هایی نظیر پرولین برگ، قندهای محلول کل برگ، محتوای آب نسبی برگ ۳ مرتبه با فواصل هر ۲۱ روز یک‌بار و میزان پروتئین‌های محلول یک مرتبه (۶۳ روز پس از اعمال تیمار) اندازه‌گیری شد.

به‌منظور اندازه‌گیری میزان پرولین برگ از روش بیتز و همکاران (۵)، ۰/۵ گرم از نمونه‌های تر گیاه در ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳درصد به‌وسیله هاون هموژن شده و عصاره حاصل صاف گردید. به ۲ میلی‌لیتر از عصاره صاف‌شده فوق ۲ میلی‌لیتر اسیداستیک و ۲ میلی‌لیتر اسید نااین هیدرین (شامل ۱/۲ میلی‌لیتر اسیداستیک، ۰/۵ گرم نااین هیدرین، ۰/۸ میلی‌لیتر اسید ارتوفسفریک ۶ مولار) اضافه شد. محلول حاصل به مدت یک ساعت در حمام آب گرم قرار داده شد، پس از آن برای پایان یافتن واکنش لوله‌های آزمایش در داخل یک بستر یخی قرار گرفتند و ۴ میلی‌لیتر تولوئن به هر لوله اضافه شد (۵). غلظت پرولین نمونه‌ها در تولوئن، با استفاده از طیف سنج در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر و در نهایت با توجه به منحنی استاندارد حاصل از غلظت های مختلف پرولین، میزان پرولین نمونه‌ها برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری میزان کل قندهای محلول برگ به روش شلیگل (۳۹)، مقدار ۱۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد به ۰/۱ گرم از نمونه برگی آسیاب شده اضافه شد و بعد از ورتکس، نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ قرار گرفتند عصاره‌های حاصله به‌منظور تبخیر اتانول به مدت ۲۴ ساعت درون پتری دیش در آون نگه‌داری شدند پس از تبخیر الکل، جرم کف پتری‌ها با ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر شسته شده و درون فالکون ریخته شد. به‌منظور حذف رسوبات اضافی و ترکیبات دیگر، مقدار ۵ میلی‌لیتر از محلول ۵ درصد سولفات روی و ۴/۷ میلی‌لیتر از محلول هیدروکسید باریم ۰/۳ نرمال به فالکن‌ها اضافه شد. پس از ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ فالکن‌ها، به ۲ میلی‌لیتر از عصاره تهیه‌شده، ۱ میلی‌لیتر محلول ۵ درصد فنل اضافه شد پس از ورتکس، ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۹۸ درصد به آن اضافه شد. پس از آماده‌سازی محلول‌ها، ۴۵ دقیقه برای تثبیت رنگ محلول‌ها صبر کرده و سپس نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر با طول‌موج ۴۸۵ نانومتر قرائت شدند (۳۹).

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ به روش ریچی و همکاران (۳۷)، پس از نمونه‌گیری و انتقال برگ‌ها به آزمایشگاه، با استفاده از دستگاه پانچ ۱۲–۱۰ عدد دیسک برگی تهیه و توزین شدند (وزن‌تر). سپس دیسک‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در آب مقطر خیسانده و مجدداً وزن شدند (وزن تورژسانس). سپس دیسک‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک‌شده و وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد (وزن خشک) و با توجه به فرمول زیر محتوای نسبی آب برگ محاسبه گردید.

$$RWC = F_W - D_W / S_W - D_W \times 100$$

Fw: وزن‌تر برگ بلافاصله بعد از نمونه‌برداری

Dw: وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون

Sw: وزن آماس برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه آزمایش

characteristics of the farm soil Table 1- Some physical and chemical

هدایت الکتریکی EC (ds/m)	ماده آلی Organic matter (%)	کلر CL (Mg/l)	فسفر P (Mg/kg)	پتاسیم P (mg/kg)	نیتروژن N (%)	اسیدیته خاک Soil acidity (PH)	عمق نمونه Depth sample (cm)	شن Sand (%)	سیلت Silty (%)	رس Clay (%)	بافت خاک Soil texture
7.08	4.9	910	8	194.4	0.088	7.08	0-30	84	6.5	5	Sand clay

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمار آبیاری و گونه بر میزان پرولین برگ گل جعفری

Table 2- Analysis of variance of effect of irrigation and species on leaf proline of *Tagetes spp*

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square		
		۲۱ روز پس از اعمال تیمار 21 days after treatment	۴۲ روز پس از اعمال تیمار 42 days after treatment	۶۳ روز پس از اعمال تیمار 63 days after treatment
بلوک Block	2	$40.23^{n.s}$	$55580.18^{n.s}$	$3242.81^{n.s}$
آبیاری Irrigation	2	$62.55^{n.s}$	143222.1^{**}	10966.91^{**}
گونه Species	1	$13.57^{n.s}$	$23.42^{n.s}$	$31.25^{n.s}$
آبیاری × گونه I× S	2	$31.83^{n.s}$	$16683.63^{n.s}$	$290.58^{n.s}$
خطای آزمایش Error	10	4.41	43.381	10.84
ضریب تغییرات (CV)	-	12.3%	10.84%	9.3%

ns و **: به ترتیب تفاوت غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱ درصد می‌باشد

ns, **: non-significant and Significant at 1% probability levels, respectively

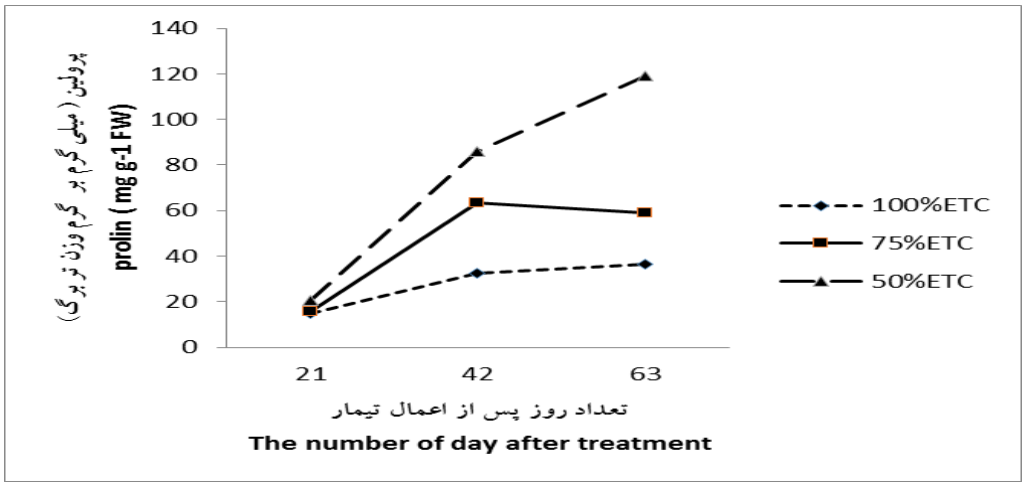
برای سنجش غلظت پروتئین محلول به روش بردفورد (۱۹۷۶)، ۱ گرم نمونه برگ فریز شده را با ۱۰ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۰/۱ مولار در هاون چینی به‌خوبی ساییده سپس مخلوط حاصل به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد پس از اتمام سانتریفیوژ مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره شفاف، درون لوله‌آزمایش ریخته و سپس ۲/۹ میلی‌لیتر معرف بردفورد به آن اضافه و سریعاً ورتکس داده شد. پس از ۵ دقیقه میزان جذب نوری محلول حاصل با اسپکتروفتومتر (UV – 1201) در طول‌موج ۵۹۵ نانومتر قرائت شد. برای رسم منحنی استاندارد ۰/۱ گرم از پروتئین استاندارد آلبومین گاوی (BSA) در ۳۰ میلی‌لیتر محلول نمک ۰/۱۵ مولار حل شد و با آب دوبار تقطیر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد (محلول مادری با غلظت ۱۰۰ میکروگرم بر لیتر). از محلول مادری برای تهیه سری استاندارد با غلظت‌های ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۵ و ۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر از بردفورد افزوده و سریعاً ورتکس شدند. پس از ۵ دقیقه میزان جذب نوری محلول حاصل با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۹۵ نانومتر قرائت شد. بر اساس داده‌های به‌دست‌آمده، رابطه رگرسیون میان غلظت پروتئین و میزان جذب به دست آمد(۱۰). در پایان به‌منظور تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها، از نرم‌افزار MSTATC و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

میزان پرولین برگ

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر ساده سطوح مختلف آبیاری در ۴۲ و ۶۳ روز پس از اعمال تیمار (در سطح ۱ درصد)، بر میزان پرولین برگ تأثیر معنی‌داری داشته و گونه گیاهی و اثر متقابل دو تیمار در میزان پرولین برگ فاقد تأثیر معنی‌دار بودند. با توجه به نمودار روند تغییرات پرولین (شکل ۱) که حاکی از مقایسه میانگین‌ها نیز می‌باشد، در ۴۳ روز پس از اعمال تیمار، میزان پرولین برگ در تیمار آبیاری ۵۰ درصد ETc ، در مقایسه با تیمارهای شاهد و آبیاری ۷۵ درصد ETc به ترتیب ۲/۶۴ و ۱/۳۵ برابر افزایش یافت همچنین

میزان پرولین برگ در ۶۳ روز پس از اعمال تیمار در تیمار آبیاری ۵۰ درصد ETc افزایش چشمگیری در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار ۷۵ درصد ETc داشت به‌طوری‌که نسبت به شاهد ۳/۲۵ برابر افزایش نشان داد.



شکل ۱- تغییرات میزان پرولین برگ گل جعفری تحت سطوح مختلف تنش کم آبی

Figure 1- The *Tagetes spp* leaf proline changes affected by different levels of water deficit

پرولین یکی از پایدارترین اسیدهای آمینه است که در برابر هیدرولیز اسیدی اکسیداتیو به توکسین ها، مقاومت می‌کند و کمترین اثر بازدارندگی را در رشد سلول‌ها در بین تمام اسیدهای آمینه دارد (۲۶). افزایش پرولین در طی تنش ممکن است نتیجه تجزیه‌ی پروتئین‌ها و همچنین کاهش استفاده از آن‌ها به دلیل کاهش رشد گیاه باشد. پرولین از طریق مکانیسم‌های مختلف شامل تنظیم وضعیت اسمزی، سم‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن و ثبات آنزیم‌ها یا پروتئین‌ها، گیاهان را در مقابل تنش‌های محیطی محافظت می‌کند. در برخی از گیاهان ثابت‌شده است که تغییرات میزان پرولین با توانایی آن‌ها برای تحمل یا سازش به شرایط تنش مرتبط است و می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای انتخاب گیاهان مقاوم به تنش استفاده شود (۳۲). تجمع پرولین در هنگام تنش خشکی در آمارانتوس زینتی نیز گزارش‌شده است (۲۱).

قندهای محلول کل برگ

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر ساده سطوح مختلف آبیاری در سه بازه زمانی (۲۱ و ۴۲ روز پس از اعمال تیمار در سطح ۵ درصد و ۶۳ روز پس از اعمال تیمار در سطح ۱درصد) و اثر ساده گونه گیاه در ۴۲ و ۶۳ روز پس از اعمال اولین تیمار، تفاوت معنی‌داری داشت همچنین با اعمال تیمار اثر متقابل (گونه گیاه و سطوح آبیاری) در هر سه مرحله داده‌برداری تفاوت معنی‌داری ازنظر میزان قندهای محلول کل برگ مشاهده نشد. در نمودار شماره (۲) که بیانگر روند تغییرات قندهای محلول کل برگ، تحت رژیم‌های مختلف آبیاری در طی زمان آزمایش می‌باشد، مشاهده گردید که در ۲۱ روز پس از اعمال تیمار، بیشترین میزان قندهای محلول کل برگ مربوط به تیمار آبیاری ۵۰ درصد ETc بود درحالی‌که بین تیمار شاهد (ETc ۱۰۰درصد) و تیمار آبیاری ۷۵ درصد ETc تفاوت معنی‌داری وجود نداشت همچنین در ۴۳ روز پس از اعمال تیمار، میزان قندهای محلول در تیمار آبیاری ۵۰ درصد ETc، در مقایسه با تیمارهای شاهد و آبیاری ۷۵ درصد ETc به ترتیب ۱/۸۷ و ۱/۳۶ برابر افزایش یافت. میزان قندهای محلول کل برگ در ۶۳ روز پس از اعمال تیمار، در تیمار آبیاری ۵۰ درصد ETc نسبت به تیمار شاهد و تیمار ۷۵ درصد ETc افزایش معنی‌داری نشان داد به‌طوری‌که در مقایسه با شاهد ۱/۱۵ برابر افزایش یافت. نتایج مستخرج از جدول (۴) که نشان‌دهنده اثر گونه بر میزان قندهای محلول برگ می‌باشد، حاکی از تفاوت معنی‌دار بین گونه‌ها در ۴۲ و ۶۳ روز پس از اعمال اولین تیمار است که بیشترین میانگین‌ها در گونه جعفری آفریقایی مشاهده شد.

به نظر می‌رسد تجمع کربوهیدرات‌های محلول کل در برگ در شرایط تنش خشکی به دلیل تنظیم فشار اسمزی برگ و پایداری غشای سلولی باشد.کاملی و لوزل (۲۲) و مارتین و همکاران (۲۹) گزارش کرده‌اند که ترکیباتی همانند کربوهیدرات‌های محلول در تنظیم اسمزی و مکانیسم‌های حفاظتی نقش دارند و قندهای محلول کل در برگ گیاهان تحت شرایط تنش خشکی افزایش می‌یابند (۲۱ و ۲۹).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمار آبیاری و گونه بر قندهای محلول برگ گل جعفری

Table 3- ANOVA of effect of irrigation and species on leaf total Soluble sugars of *Tagetes spp*

منبع تغییرات S.O.V	df درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square		
		۲۱ روز پس از اعمال تیمار 21 days after treatment	٤۲ روز پس از اعمال تیمار 42 days after treatment	٦۳ روز پس از اعمال تیمار 63 days after treatment
بلوک Block	2	$0.15^{n.s}$	$0.06^{n.s}$	0.05^{ns}
آبیاری Irrigation	2	1.03^{*}	0.55^{*}	0.95^{**}
گونه Species	1	$0.55^{n.s}$	0.76^{*}	0.66^{**}
آبیاری × گونه I× S	2	$0.04^{n.s}$	0.007^{ns}	0.08^{ns}
خطای آزمایش Error	10	0/0171	0.0171	0.03
ضریب تغییرات (CV)	-	9.8%	11.3%	13.85%

ns، * و **: به ترتیب تفاوت غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: non-significant and Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

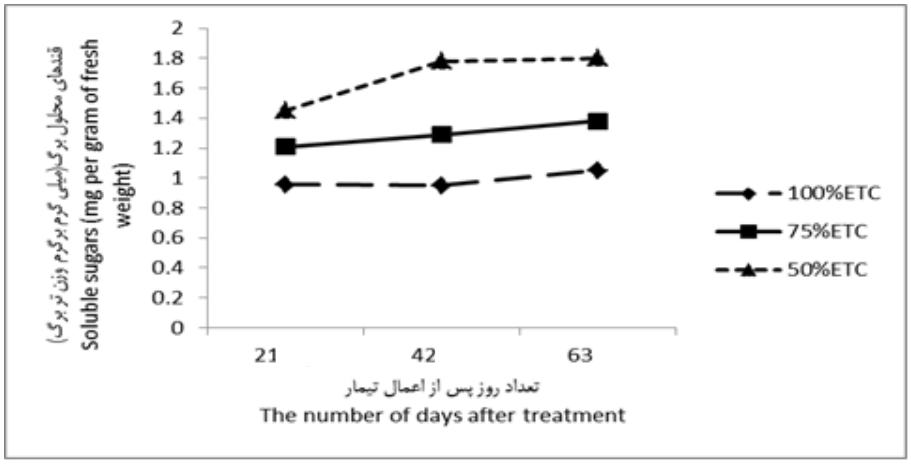
جدول ٤- مقایسه میانگین اثر تیمار گونه بر میزان قندهای محلول برگ گل جعفری

Table 4- Comparison of mean effect species on leaf total soluble sugars of *Tagetes spp*

گونه Species	۲۱ روز پس از اعمال تیمار 21days after treatment (mg g^{-1} F W)	٤۲ روز پس از اعمال تیمار 42days after treatment (mg g^{-1} F W)	٦۳ روز پس از اعمال تیمار 63days after treatment (mg g^{-1} F W)
آفریقایی (*T. erecta* L.)	1.5217 [a]	1.3783[a]	1.54200 [a]
فرانسوی(*T. patula.* L.)	1.1813 [a]	0.9667[b]	1.15878[b]

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

Means followed by the same letter are not significantly different (P<0.05) based on Duncan's multiple range test.



شکل ۲- روند تغییرات میزان قندهای محلول برگ گل جعفری تحت سطوح مختلف تنش خشکی

Fig 2- The*Tagetes spp* leaves Soluble sugars changes affected by different levels of drought stress

آرزمجو و همکاران (۳) نیز بیان داشته‌اند که با بالا رفتن سطح تنش خشکی تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه در گیاه بابونه، بر میزان تجمع دو تنظیم‌کننده اسمزی (کربوهیدرات‌ها و پرولین) افزوده شد (۳). نتایج این تحقیق با یافته‌های احمدی و سی‌وسه مرده (۸)، دی کانکووا و همکاران (۱۳)، والنتوویچ[1] و همکاران (۴۱) مبنی برافزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول در برگ در شرایط تنش

1- Valentovic

خشکی، مطابقت و همخوانی داشت.

محتوای نسبی آب برگ (RWC)

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که بین سطوح مختلف آبیاری، در ۲۱ و ۴۲ روز پس از اعمال اولین تیمار در سطح احتمال ۱درصد و در ۶۳ روز پس از اعمال اولین تیمار در سطح احتمال ۵ درصد ازنظر میزان RWC برگ تفاوت معنی‌داری وجود داشت. درحالی‌که بین گونه‌ها و همچنین اثر متقابل گونه در آبیاری در بازه‌های زمانی اندازه‌گیری شده ازنظر میزان RWC برگ تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. با توجه به نمودار (۳) در ۲۱ روز پس از اعمال تیمار، کمترین میزان RWC مربوط به تیمار آبیاری ۵۰ درصد ETc بود که با تیمار شاهد (۱۰۰درصد ETc) و تیمار آبیاری ۷۵ درصد ETc تفاوت معنی‌داری نشان نداد همچنین در ۴۳ روز پس از اعمال تیمار، میزان RWC در تیمار آبیاری ۵۰ درصد ETc، در مقایسه با تیمارهای شاهد و آبیاری ۷۵ درصد ETc به ترتیب ۱/۳ و ۱/۲۴ برابر کاهش یافت.

میزان RWC برگ در ۶۳ روز پس از اعمال تیمار در تیمار آبیاری ۵۰ درصد ETc کاهش چشمگیری در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار ۷۵ درصد ETc داشت به‌طوری‌که نسبت به شاهد ۱/۲۸ برابر کاهش نشان داد. نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۶) نشان داد که کمترین میزان RWC در هرسه بازه زمانی و میزان پروتئین محلول در ۶۳ روز پس از اعمال اولین تیمار، مربوط به تیمار ۵۰ درصد ETc بود.

کاهش محتوای نسبی آب برگ نشان‌دهنده‌ی کاهش فشار تورژسانس در سلول‌های گیاهی است و موجب کاهش رشد می‌گردد (۴۱). با خارج شدن آب از خاک و عدم جایگزینی آن، پتانسیل آب در منطقه ریشه کاهش‌یافته و اگر مقاومت‌ها در گیاه ثابت بمانند به‌منظور حفظ سرعت تعرق، پتانسیل آب در گیاه به‌طور مشابهی کاهش می‌یابد (۲۵). خورشیدی و همکاران (۱۳۸۱) در بررسی‌های خود بر روی گیاه دارویی گشنیز نشان دادند گیاهانی که تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند، فضای بین سلولی و میزان آب در پیکره آن‌ها کاهش‌یافته تا آب از بافت خاک با نیروی بیشتری وارد گیاه گردد که این امر کاهش میزان آب نسبی در شرایط تنش می‌گردد (۲۴). کاهش محتوی نسبی آب برگ در واکنش به کاهش میزان تأمین نیاز رطوبتی گیاه نشانگر این است که در این حالت تأمین آب از ریشه‌ها منطبق با میزان اتلاف از برگ‌ها نیست (۲۷).

میزان پروتئین‌های محلول برگ

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان داد سطوح مختلف آبیاری، در ۶۳ روز پس از اعمال اولین تیمار در سطح احتمالدرصد۱ ازنظر میزان پروتئین‌های محلول برگ تفاوت معنی‌داری وجود داشت درحالی‌که بین گونه‌ها و همچنین اثر متقابل گونه در آبیاری در ۶۳ روز پس از اعمال تیمار ازنظر میزان پروتئین‌های محلول برگ تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. با بررسی جدول مقایسه میانگین (جدول ۸) مشخص شد که در ۶۳ روز پس از اعمال تیمار، کمترین میزان پروتئین‌های محلول برگ مربوط به تیمار آبیاری ۵۰ درصد ETc بود درحالی‌که بین تیمار شاهد (۱۰۰درصد ETc) و تیمار آبیاری ۷۵ درصد ETc تفاوت معنی‌داری وجود نداشت همچنین میزان پروتئین‌های محلول برگ در ۶۳ روز پس از اعمال تیمار در تیمار آبیاری ۵۰ درصد ETc کاهش چشمگیری در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار ۷۵ درصد ETc داشت به‌طوری‌که نسبت به شاهد ۲/۲۶ برابر و نسبت به تیمار ۷۵ درصد ETc ، ۱/۲۷ برابر کاهش نشان داد. لازم به ذکر است که میزان پروتئین‌های محلول برگ فقط یک‌مرتبه (۶۳ روز پس از اعمال تیمار) اندازه‌گیری شد.

پژوهشگران نشان دادند بررسی مولکولی تحمل خشکی در گیاهان باعث شناخت کامل‌تر متابولیسم گیاهی در شرایط تنش خشکی گردیده است. تاکنون تعداد زیادی ژن القاء شونده در خشکی توسط پژوهشگران شناسایی‌شده است (۲۰). بیان برخی از این ژن‌ها موجب تولید ترکیباتی نظیر اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، قندها و بتائین‌ها می‌گردد (۱۹). یکی از تغییرات عمده بیوشیمیایی که در اثر کاهش رطوبت خاک در گیاهان زراعی روی می‌دهد، تغییر در میزان تولید پروتئین‌های گیاهی در جهت تجزیه و یا جلوگیری از ساختن بعضی از آن‌ها و نیز ساخت گروه کوچکی از پروتئین‌های مخصوص تنش است. در واقع در اثر تنش خشکی بیان برخی ژن‌ها موجب فعال یا غیرفعال شدن تعدادی از آنزیم‌ها می‌شود (۷ و ۱۲). به‌علاوه، کاهش در فراوانی پلی‌ریبولوزوم‌ها با کاهش سنتز پروتئین‌ها در ارتباط است؛ بروز تنش رطوبتی، وضعیت پلی ریبوزوم‌های مؤثر در ساخته‌شدن پروتئین‌ها را در بافت‌ها تغییر می‌دهد. تعداد پلی ریبوزوم‌ها در شرایط کم‌آبی کاهش‌یافته و میزان آن بسته به گونه‌های مختلف گیاهی و نیز اندام‌های گوناگون در یک گیاه واحد، متفاوت می‌باشد. همزمان با کاهش کل پروتئین‌ها، مقدار آمینواسیدهای آزاد افزایش می‌یابد. تجمع بیشتر آمینواسیدها مربوط به کاهش سنتز پروتئین است اما در بعضی موارد بیوسنتز بعضی آمینواسیدهای مثل پرولین و بتائین افزایش می‌یابد (۳۳). کاهش غلظت پروتئین در شرایط تنش که با کاهش آنزیم رابیسکو و نقصان فتوسنتز همراه است (۱۶)، به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین می‌باشد (۱۱ و ۱۶). رای و همکاران (۱۹۸۳) در شرایط خشکی در مقایسه با میزان پروتئین کل و آمینواسیدهای آزاد در ارقام مقاوم و حساس به خشکی نخود و ذرت، مشاهده کردند که مقدار کل پروتئین و آمینواسیدهای آزاد گیاهان مقاوم نسبت به گیاهان افزایش داشته‌اند (۳۶). نتایج این پژوهش با پژوهش بیولی ولارسن (۱۹۸۲) و شاه و

لومیس (۱۹۹۵) نیز مطابقت داشت (۷ و ۳۸).

جدول ۵- اثر تیمار آبیاری و گونه بر میزان نسبی آب برگ(RWC) و پروتئین‌های محلول برگ گل جعفری

Tanle 5- Effect of irrigation and species on leaf relative water content (RWC) and soluble proteins of of *Tagetes spp* leaf

		میانگین مربعات Mean Square			
		میزان آب نسبی برگ RWC		پروتئین‌های محلول solution protein	
منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	۲۱ روز پس از اعمال تیمار 21 days after treatment	۴۲ روز پس از اعمال تیمار 42 days after treatment	۶۳ روز پس از اعمال تیمار 63 days after treatment	۶۳ روز پس از اعمال تیمار 63 days after treatment
بلوک Block	2	16.46 ns	16.16 ns	103.92 ns	146.309 ns
آبیاری Irrigation	2	584.05**	280.42**	428.86*	2672.493**
گونه Species	1	0/23 ns	13.93 ns	179.54 ns	568.450 ns
آبیاری × گونه I× S	2	11.07 ns	6.31 ns	66.51 ns	92.365 ns
خطای آزمایش Error	10	16.46	34.89	106.11	44.089
ضریب تغییرات (CV)	-	13.49%	7.76%	15.39%	13.92%

ns، * و **: به ترتیب تفاوت غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد

ns, **: non-significant and Significant at 1% and 5% probability levels, respectively

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر تیمار آبیاری بر میزان محتوای نسبی آب برگ و پروتئین محلول برگ گل جعفری

Table 6- Mean comparison of effect of species on the leaf and leaf Soluble protein of *Tagetes spp*

سطوح آبیاری Irrigation	میزان محتوای نسبی آب برگ RWC		پروتئین‌های محلول Solution protein
	۲۱ روز پس از اعمال تیمار 21days after treatment (mg g^{-1} F W)	٤٢ روز پس از اعمال تیمار 42days after treatment (mg g^{-1} F W)	٦٣ روز پس از اعمال تیمار 63days after treatment (mg g^{-1} F W)	٦٣ روز پس از اعمال تیمار 63days after treatments protein (mg g^{-1} F W)
100%ET_C	81.164 a	80.093a	74.662a	71.641 a
75%ET_C	78.846 a	76.776 a	68.232ab	40.103 a
50% ET_C	68.335 b	61.589 b	57.903b	31.577 b

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند

Means followed by the same letter are not significantly different (P<0.05)

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به معرفی تنش خشکی به‌عنوان مهم‌ترین تنش تأثیرگذار بر گیاهان در کشور ما(ایران)، انجام پژوهش در این زمینه حائز اهمیت می‌باشد. طبق نتایج این پژوهش، میزان پرولین و میزان قندهای محلول کل برگ در تیمار ۵۰درصد آبیاری و مقدار RWC و پروتئین‌های محلول برگ در تیمار ۱۰۰درصد آبیاری بیشترین میانگین‌ها را دارا بودند به عبارتی در سطوح کمتر آبیاری (۵۰ درصد ETc) شاخص‌های محتوای آب نسبی برگ و پروتئین‌های محلول برگ کاهش یافت و انباشته شدن متابولیت‌هایی چون پرولین و قندهای محلول (جهت تنظیم اسمزی) که جز مکانیسم‌های عمده در مقابله با شرایط کم‌آبی می‌باشند، مشاهده شد. همچنین بین تیمار شاهد و ۷۵ درصد ETc ازنظر شاخص‌های اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که این مهم می‌تواند در مدیریت بهینه آب در فضای سبز در نظر گرفته شود.

منابع

1- Ahmadi A., and Sio-Se Mardeh A. 2004. The effect of water stress on soluble carbohydrates, chlorophyll and proline contents of four Iranian wheat cultivars under different moisture regims. Iranian Journal of Agricultural Science, 35(3): 753-763 (in Persian).
2- Araji A. 2003. Effects of drought stress on physiological, morphological and biochemical characteristics some olive varieties. Treatise Faculty of Agriculture. Tarbiat Modarres University, 213 p .(in Persian).
3- Arazmjo A., Heidari M., and Ghorbani A. 2010. The effect of water stress and three sources of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(4):482-494 (in Persian).
4- Bacelar E. A., Santaos D. L., Moutinho-Pereira J. M., Lopes J. I., Goncalves B. C., Ferreira T. C., and Correia, C. M. 2007. Physiological behavior, oxidative damage and antioxidative protection of olive trees grown under different irrigation regimes. Plant and Soil, 292(1-2):1-2.
5- Bates L. s., Waldren R. P., and Treare I. D. 1973. Rapid determination of freproline for water stress studies. Plant and Soil, 39(1): 205-207.
6- Ben Ahmed C.B., Rouina B.B., Sensoy S., Boukhris M., and Abdallah FB. 2009. Changes in gas exchange, proline accumulation and antioxidative enzyme activities in three olive cultivars under contrasting water availability regimes. Environmental and experimental botany, 67(2):345-52.
7- Bewley j D., and Larsen K. M. 1982. Differences in the responses to water stress if growing and nongrowing regions of maize mesocotyls, protein synthesis on total, free and membrane bound polyribosome fractions. journal of Experimental Botany, 33(3):406-415.
8- Blum A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. Plant Growth Regulation, 20(2): 135-148.
9- Boyer J. S. 1970. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean and sunflower at various leaf potentials. Plant Physiology, 46(2): 233-235.
10- Bradford M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72(1-2): 248-254.
11- Castrillo M., and Calcargo A. M. 1989. Effects of water stress and rewatering on ribolose-I, 5- bisphosphat carboxylase activity, and chlorophyll and protein contents in two cultivars of tomato. Journal of Horticultural sciences, 64(6):717-724.
12- Dasgupta J., and Bewley J. D. 1984.Variation in protein synthesis in different regions of greening leaves of barley seedlings and effects of imposed water stress. Journal of Experimental Botany, 35(10):1450-1459.
13- De Kankova K., Luxova M., Gasparikova O., and Kolarovic L. 2004. Response of Maize Plants to Water stress. Biologia, 13:151 - 155.
14- Ghasemi-Ghahsare M., and Kafi M. 2010. Scientific and practical potting. , Volume I, Tenth Edition, p. 55. (in Farsi).
15- Ghorbanly M., and Niakan M. 2005. Effects of drought Stress on the content of soluble sugars, protein, proline, compound of phenolic and nitrate reductase activity Gorgan 3 of Soybean. Journal of Tarbiat Moalem, 5: 537-549 (in Persian).
16- Hanson A. D., and Hitz W. D. 1982. Metabolic responses of mezophytes to plant water deficit. Annual Review of Plant Physiology. 33(1):163-203.
17- Hekmati j. 2011. Seasonal flowers (*flowers outdoors*). Iran Agricultural Science .(in Persian).
18- Hendry G. (1993). Evolutionary origins and natural functions of fructanc. New Phytologist,123:,3-14 (in Persian).
19- Iturriaga G., Gaff D.F., and Zentella R. 2000. New desiccation tolerant plants, including grass, in the central high–lands of Mexico, accumulate trehalose. Australian Journal of Botany, 48(2): 153–158.
20- Iuchi S., KobaYashi S., Yamaguchi–Shinozaki K., and Shinozaki K. 2000. A stress-inducible gene for 9-cisepoxycarotenoid dioxygenase involved in abscisic acid biosynthesis under water stress in drought–tolerant cowpea. Plant Physiology, 123(2): 553–562.
21- Kamali M., Goldani m., and Farzaneh A. 2012. The effect of that different irrigation levels on growth parameters and photosynthesis and hydrogen peroxide in *Amaranthus tricolor*. Journal of Soil and Water (Agricultural Science and Technology), 26:318-309. (in Persian).
22- Kameli A., and Losel D. M. 1995. Contribution of sugars and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress. Journal of Plant Physiology, 145(3): 366 - 367.
23- Khaleghi A., Arzani K., moalemi N., and Barzegar M. 2014. To study the Effect of kaolin on fluorescence and chlorophyll content Olive leaf seedlings (*olea europaea* L.) Journal of Plant Production .Journal of Agriculture, 37 (2): 139-127. (in Persian).

24- Khorshidi M., Rahimzadeh b., Yarhadi M., and Noormohammadi, GH. 2002. The Effects of drought stress on the growth of potato varieties. Iranian Journal of Crop Sciences, 4(1): 59-48 .(in Persian).
25- kuchaki A., Hosseini M., and Nasiri mahalati M. 1993. The relationship between water and land in crops (translation). published by Mashhad ACECR. 560 p .(in Persian).
26- Pérez-López U., Robredo A., Lacuesta M., Mena-Petite A., and Munoz-Rueda A. 2009. The impact of salt stress on the water status of barley plants is partially mitigated by elevated CO 2. Environmental and Experimental Botany, 66(3):463-70.
27- Lowlor D. W., Cornic G. (2002). Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant Cell and Environment, 25(2): 275-294.
28- Mahmoud Nyamymnd M., Farsi M., Marashi H., and Ebadi P. 2012. Study the physiological responses to stress four species of tomato. Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology), 26(4): 416-409 . (in Persian).
29- Martin M., Micell F., Morgan J. A., Scalet M., and Zerbi G. 1993. Synthesis of osmotically active substance in winter wheat leaves as related to drought resistance of different genotypes. Journal of Agronomy and Crop Science, 171(3): 176 - 184.
30- Moaveni P. 2011. Effects of drought stress on antioxidant enzymes and proline in sorghum. Quarterly Journal of Crop Ecophysiology. (1):24-30. (in Persian).
31- Monakhova O. F., Chernyadev I. I. 2002. Protective role of kartolin-4 in wheat plants exposed to soil drought. Applied Biochemistry and Microbiology, 38(4): 373-380.
32- Niknam, V., Razavi, N., Ebrahimzadeh, H., and Sharifizadeh, B. 2006. Effect of NaCl on biomass, protein and proline contents and antioxidant enzymes in seedlings and calii of two Trigonella Species. Biologia Plantarum. 50 (4): 591-596.
33- Nilson E. T., and Orcutt D. M. 1996. Physiology of Plant under stress (Abiotic factors). Abiotic factors. Physiology of plants under stress. Abiotic factors. New York. Pp. 322-36.
34- Ouvrard O., Cellier F., Ferrare K., Tousch v., Lamaze T., Du J.M., and Casse-Delbart F. 1996. Identification and expression of water stress- and abscisc acid-regulated genes in a drought-tolerant sunflower genotype. Plant Molcular Biology, 31(4): 819-829.
35- Pagter M., Bragato C., and Brix H. 2005. Tolerance and physiological responses of phragmites australis to water deficit. Aquatic Botany, 81(4):285-299.
36- Rai V. K., Singh P.G., Thakur S., and Banyal S. 1983. Protein and amino acid relationship during water stress in relation to drought resistance. Plant Physiology and Biochemistry. 10: 161-167.
37- Ritchie S. W., Nguyen H. T., and Haloday A.S. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotype differing in drought resistance. Crop science, 30(1):105-111.
38- Shariat A. Asareh M. H. 2006. The effect of stress on the plant pigments, proline, soluble sugars and growth parameters Eucalyptus species. Research and development. 149: 78-139 .(in Persian).
39- Sheligl H.Q. 1986. Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. Planta Journal,47-51
40- Valadabady S. A. A., Shiranirad H. and Farahani A. 2010. Effects of selenium on the eco-physiology of zeolite and drought resistance varieties of rapeseed plants .(in Persian).
41- Valentovic P., Luxova M., Kolarovic L., and Gasparikova O. 2006. Effect of osmotic stress on compatible solutes content, membrane stability and water relation in two maize cultivars. Plant Soil Environment journal, 52 (4): 186 – 191.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 365-375
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص.۳۷۵-۳۶۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect Of Water Stresson Trend Changesof Leaf Proline, Total Soluble Sugars, Relative Water Content and Soluble Protein of Two Species of Pot Marigold

S. M. Mousavi[1]- M. Chehrazi[2*]- S. Khaleghi[3]

Received: 29-02-2016
Accepted: 27-07-2016

Background and objectives: Water stress is one of the most important environmental stresses in agriculture and urban landscape management. Water stress has been defined as the induction of turgor pressure below the maximal potential pressure. Previous studieshave showed that drought had been negative effects on morphological, physiological and biochemical characteristics of plants. Changes in protein expression, accumulation, and synthesis have been observed in many plant species as a result of plant exposure to drought stress during growth plants. The maintenance of plant water potential during water deficit is essential for continued growth and can be achieved by osmotic adjustment mechanisms resulting from the accumulation of compatible solutes such as proline in the cytoplasm. Proline acts as a "compatible solute", i.e. one that can accumulate to high concentrations in the cell cytoplasm without interfering with cellular structure or metabolism. Proline has a protective action which prevents membrane damage and protein denaturation during water stress. Accumulation of sugars in different parts of plants is enhanced in response to the variety of environmental stresses. Marigold(Tagetesspp.) is a genus of annual or perennial, belonging to the Asteraceaefamily, that is used as a marginal flower in the landscape.Due to the fact that drought stress is one of the most important problems especially in the agricultural industry and also in the landscape, it is necessary to study the damaging effects of drought stress on plant characteristics. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of different levels of water stress on physiological and biochemical characteristics of two types of pot marigold.

Materials and Methods: A research was conducted in order to investigate the effect of different levels of water deficit (100 as control, 75 and 50 percent of potential evapotranspiration (ETcrop)) on trend changes of leaf proline, total soluble sugars, relative water content and soluble protein changes in two species of pot marigold (French and African) as a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications. In this experiment, two species of pot marigold seeds (African and French) were planted in the trays including cocopeat. Then seedlings were transplanted to pots with 19 × 16 cm dimensions. After transplanting, the seedlings were irrigated well for 3 weeks. Then plants were irrigated with 100%, 75% and 50% ETcrop. Parameters such as leaf proline and total carbohydrates content, leaf relative water content were measured three times at intervals of once every 21 days but the amount of soluble proteins was measured one time in 63 days after treatment. Data analysis was performed using MSTATC software and mean comparison was done by Duncan's multiple range test at 5% and 1% probability.

Results: The results showed that leaf proline and total soluble sugars increased with incrementin levels of water deficit and the trend changes of leaf traits were increased with the passing of time. So that, in 43 days after water stress treatment, leaf proline content had an increase of 3 or 4 times in 50% Etcrop irrigation treatment compared with the control and 75% Etcrop irrigation treatment, respectively. The highest levels of leaf proline (119.28 mg per gram of fresh weight) and total soluble sugars content (1.8 mg per gram of fresh weight) was related to 50% ETc treatment. The amount of leaf total soluble sugars was also higher in African species compared with French species. The results showed that the leaf soluble proteins and relative water content decreased with reducingirrigation, so that the lowest amount of relative water content (57.9%) and soluble protein (31.57mg per g fresh weight) were obtained in 50% ETc treatment.

Conclusion: When the plants were exposed to progressive drought stress, changes appeared earlier in relative water content, whereas later effects in the levels of free proline, total soluble sugar, total soluble protein. The results showed that irrigation had significant effects on all evaluated parameters such as leaf proline, total soluble sugers, RWC and soluble proteins. Our findings also showed that there was no significant difference between control treatment and 75% ETcrop treatment in the measured indices and it's importancfor optimal

1, 2 and 3- M. Sc and Assistant Professors, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran Universityof Ahvaz
(*-Corresponding Author Email: chehrazi _ m@yahoo. com)

management of water in landscape couldbe considered. Finally, it can be expected that African species is better than French species for planting in landscape.

Keywords: Irrigation, Potential evapotranspiration, Water deficit