



دانشگاه گواران و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیست و ششم، شماره دوم، ۱۳۹۸

۷۵-۹۵

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2019.14576.2942

ارزیابی سازگاری گیاه مریم‌گلی سهندی (*Salvia sahendica* L.) به تنش آبی و تعیین دور آبیاری مناسب جهت کاربرد آن در فضای سبز

* کامران پروانک

استادیار گروه کشاورزی، واحد یادگار امام خمینی (ره)، شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۴

چکیده

سابقه و هدف: یکی از گیاهانی که در فضای سبز مراکز صنعتی از دیر باز کاربرد گسترده‌ای داشته است چمن می‌باشد. این گیاه نیاز آبی بالایی دارد. به دلیل کم‌آبی‌های سالیان اخیر از برخی گیاهان دارویی به‌عنوان گیاه پوششی جهت کاربرد در فضاهای سبز استفاده می‌گردد، زیرا این گیاهان علاوه بر مقاومت به شرایط نامساعد محیطی از نیاز آبی، تغذیه و نگهداری پائینی نسبت به چمن جهت کاربرد در فضای سبز برخوردار هستند. ولی سازگاری و عملکرد آن‌ها در هر منطقه به عوامل مختلفی از جمله اقلیم منطقه، شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، کیفیت آب، میزان و فواصل آبیاری و نوع گیاه بستگی دارد. بدین جهت پژوهش حاضر با هدف کلی ارزیابی سازگاری گیاه مریم‌گلی سهندی به تنش آبی و تعیین رژیم آبیاری مناسب جهت کاربرد آن در فضاهای سبز مراکز صنعتی طرح‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی شرکت فولاد مبارکه اصفهان انجام گرفت. بعد از آماده‌سازی مزرعه مطالعاتی، تیمارهای پژوهش شامل پنج دور آبیاری (۲ (شاهد)، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روزه) به‌عنوان فاکتور اصلی و ۲ گیاه مریم‌گلی سهندی و چمن (جهت مقایسه) به‌عنوان فاکتور فرعی در قالب طرح آماری کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در کرت‌هایی به ابعاد ۱/۵×۱/۵ متر در ۳ تکرار در سال ۱۳۹۵ اجرا گردید. پس از استقرار گیاهان، تأثیر تنش آبیاری از طریق تیمارهای دور آبیاری اعمال شد. در پایان فصل تابستان از گیاهان کشت شده (برگ، ریشه و کل گیاه) نمونه‌برداری انجام گردید و برخی شاخص‌های رشد گیاهان در سه تکرار اندازه‌گیری شد. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر دور آبیاری، گونه و نیز اثر متقابل آن‌ها در سطح آماری ۱ درصد بر تمامی صفات مورفولوژی و فیزیولوژی مورد مطالعه معنی‌دار بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، افزایش دور آبیاری از ۲ به ۴، ۸ و ۱۶ روزه باعث کاهش معنی‌دار صفات مورد مطالعه در گیاه چمن گردید ($P < 0.05$). کم‌ترین میزان درصد زنده‌مانی (۰.۵٪)، سطح پوشش (۰.۵٪)، امتیازدهی دیداری (۱.۱۰٪)، سطح برگ (۰.۴٪)، میزان نسبی آب برگ (۰.۹٪) و شاخص

* مسئول مکاتبه: ka.parvanak@gmail.com

کلروفیل (۰/۳٪) در این گیاه در دور ۱۶ روزه نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. ولی کاهش این صفات در گیاه مریم‌گلی سهندی تا دور ۱۶ روزه معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). در این گیاه فقط دور آبیاری ۱۶ روزه با سایر دورهای آبیاری کاهش معنی‌دار نشان داد که به ترتیب کم‌ترین میزان برای صفات ذکر شده (۰/۶۰٪، ۰/۶۷٪، ۰/۶۶٪، ۰/۸۰٪، ۰/۶۸٪) و (۰/۵۹٪) می‌باشد. در گیاه چمن، میزان پرولین، نشت الکترولیت، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی و بلندترین طول ریشه با افزایش دور آبیاری به بیش از ۲ روز در سطوح مختلف آبیاری افزایش معنی‌دار ($P < 0/05$) داشت. این صفات در دور آبیاری ۱۶ روزه در این گیاه به ترتیب ۴/۷، ۴/۲، ۲/۳ و ۲/۶ برابر تیمار شاهد افزایش یافت. برای گیاه مریم‌گلی سهندی این افزایش تا دور ۱۶ روزه معنی‌دار نبود و در دور ۱۶ روزه این صفات به ترتیب ۱/۲، ۲ و ۱/۷ برابر تیمار شاهد افزایش نشان داد.

نتیجه‌گیری: با توجه به عدم کاهش معنی‌دار ($P > 0/05$) شاخص‌های مورد مطالعه برای گیاه مریم‌گلی سهندی در دورهای ۴، ۸ و ۱۲ نسبت به تیمار شاهد، می‌توان نتیجه گرفت که رژیم آبیاری بهینه برای استفاده از این گیاه در فضاهای سبز، دور آبیاری ۱۲ روز یکبار می‌باشد که در مقایسه با گیاه چمن با دور بهینه آبیاری ۲ روز یکبار باعث صرفه‌جویی در مصرف منابع محدود آبیاری می‌گردد. از این‌رو استفاده از گیاه مریم‌گلی سهندی جهت کاربرد در فضای سبز و جایگزین چمن در منطقه مورد مطالعه و سایر مناطق مشابه با اطمینان ۹۵ درصد پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: امتیازدهی دیداری، پرولین، درصد زنده‌مانی، شاخص کلروفیل، میزان نسبی آب برگ

مقدمه

را در کشور کویت که از مناطق گرم و خشک با محدودیت شدید منابع آبی است، بررسی نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد، از ۶ گونه پوششی مورد بررسی تنها ۲ گونه اسفناج خاردار (*Rhagodia spinescens* R. Br.) و بیابانرو (*Furcraea gigantea* K. Koch.) توانستند از خود مقاومت نشان داده و نسبت به شرایط این اقلیم سازگار شوند (۲۱). فلاحی و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی اثر تنش خشکی بر فاکتورهای جوانه‌زنی گیاه مریم‌گلی کبیر (*Salvia sclarea*) دریافتند که با افزایش تنش خشکی، برخی از مؤلفه‌های جوانه‌زنی (درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه) کاهش معنی‌دار پیدا کرد به طوری که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار خشکی ۱۲- بار بود (۱۲). نتایج پژوهش‌های پروانک و محمدی (۲۰۱۰) در ارزیابی و مقایسه گیاهان پوششی غالب در فضای سبز

نگهداری و ترمیم بهینه فضاهای سبز در مناطق صنعتی (مانند شرکت فولاد مبارکه) به دلیل تأثیر فوق‌العاده آن در تلطیف هوا، تعدیل دما، جذب گرد و غبار و آلاینده‌های جامد محیط از اهمیتی کاملاً حیاتی برخوردار است (۱۶). یکی از گیاهانی که در فضای سبز مراکز صنعتی از دیر باز کاربرد گسترده‌ای داشته است چمن می‌باشد. لیکن این گیاه نیاز آبی بالایی دارد و سالیانه باید هزینه‌های بالایی جهت عملیات آبیاری، حفظ و نگهداری آن در نظر گرفته شود (۳۵). این امر به همراه کم‌آبی‌های سالیان اخیر باعث شده از برخی گیاهان دارویی به‌عنوان گیاه پوششی جهت کاربرد در فضاهای سبز استفاده گردد، زیرا این گیاهان علاوه بر مقاومت به شرایط نامساعد محیطی از نیاز آبی، تغذیه و نگهداری پائینی نسبت به چمن جهت کاربرد در فضای سبز برخوردار هستند. خلیل و همکاران (۲۰۰۶) سازگاری ۶ گونه از گیاهان پوششی

(۲۰۱۶) در بررسی کاربرد گیاه دارویی اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* L.) در فضای سبز پیشنهاد کردند از این گیاه به دلیل پتانسیل بالای نسب به هرس و نیز مقاومت به تنش خشکی و شوری می‌توان به‌عنوان گیاه باغ صخره‌ای و یا گیاه پرچین در طراحی فضای سبز استفاده نمود (۹ و ۴۱). جزئی‌زاده و مرتضایی‌نژاد (۲۰۱۷) در بررسی اثر چهار سطح تنش خشکی ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی بر پارامترهای فیزیولوژی و مورفولوژی گیاه دارویی کاسنی جهت کاربرد در فضای سبز دریافتند، تنش خشکی موجب افزایش پرولین، آنتوسیانین گل و برگ و کاهش محتوی کلروفیل در سطح تیمار تنش ۴۵ درصد گردید. تمام صفات مورفولوژی مورد بررسی با افزایش شدت تنش کاهش یافت ولی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد مشاهده نشد. نتایج حاصل از پژوهش مورد نظر بیانگر مقاومت نسبی این گیاه به تنش خشکی و تأمین‌کننده اهداف مورد نظر در زیباسازی فضای سبز بود (۱۸). نتایج پژوهش‌های عباسی‌خالکی و شکوهیان (۲۰۱۷) در بررسی انتخاب گونه مناسب آویشن جهت کاربرد در فضای سبز دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی نشان داد، گونه‌های *Thymus kotschyems*، *T. pubescens* و *T. transcasicus* در مورد خصوصیت‌های وزن تر ریشه و ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه و حجم ریشه و حجم ساقه به‌ترتیب بیش‌ترین مقادیر به‌دست آمده را داشتند. بنابراین این سه گونه می‌توانند به‌عنوان گیاهان دارویی با ارزش و مهم از جنس آویشن در طراحی فضای سبز در شرایط اقلیمی مشابه اردبیل استفاده شوند (۱).

جنس مریم‌گلی (*Salvia spp*) که متعلق به تیره نعناعیان (Lamiaceae) است یکی از بزرگ‌ترین دسته‌های گیاهان معطر و دارویی است. این جنس در نقاط مختلف ایران حدود ۵۸ گونه دارد که ۱۷ گونه آن بومی و انحصاری ایران است. گونه مریم‌گلی

شمال شهر تهران نشان داد که گونه‌های آجوگا، انواع پاپیتال و سدوم سازگار و مناسب برای مناطق شمالی این شهر می‌باشد (۲۹). حقیقی (۲۰۱۰) طی مطالعه‌ای پتانسیل‌های زینتی ۴ گونه وحشی از جنس بومادران شامل *A. millefolium* L.، *A. biebersteinii* Afan.، *A. eriophora* DC. و *A. wilhelmsii* Koch. در منطقه کیش بررسی نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد، این گونه‌ها به دلیل نداشتن مشکل خاصی جهت کشت و کار، مقاومت به شرایط نامساعد محیطی و داشتن گل‌های زیبا گیاهان مناسبی جهت کاشت در فضای سبز منطقه کیش می‌باشند (۱۵).

نتایج پژوهش‌های پورسخی و فیضی (۲۰۱۱) نشان داد، گونه کاکوتی کوهی (*skinopodioides Ziziphora*) مدتی طولانی حدود چهار ماه از اوایل تیر تا اواخر مهر دارای گل می‌باشد که این ویژگی در گیاهان دیگر کم‌تر دیده می‌شود و این ویژگی می‌تواند در طراحی فضای سبز به‌خصوص در قسمت‌های صخره‌ای مورد استفاده قرار گیرد (۳۰). تایا و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه اهمیت استفاده از گیاهان دارویی در توسعه فضای سبز شهری بیان نمودند که استفاده از گیاهان دارویی چندساله مانند آویشن، اسطوخودوس، پونه، رزماری و نعناع به‌علت دارا بودن گل‌های زیبا، کم‌توقع بودن، مقاومت در برابر شوری خاک و وزش باد در ایجاد فضای سبز مناسب به‌نظر می‌آیند (۳۹). به نقل از جزئی‌زاده و مرتضایی‌نژاد (۲۰۱۷)، نتایج پژوهش‌های امیری‌فرددی و حسینی (۲۰۱۳) در بررسی اهمیت کاربرد گیاهان زینتی- دارویی در فضاهای سبز نشان داد که در ایران بالغ بر بیش از ۱۰۰۰۰ گونه به‌عنوان گیاهان دارویی شناخته شده‌اند. که با توجه به پائین بودن سطح توقع‌شان نسبت به آب و مواد غذایی، مقاومت در برابر شوری، داشتن عمر طولانی و اسقامت بالای آن‌ها، استفاده از آن‌ها در فضاهای سبز بیش از بیش احساس می‌گردد (۶ و ۱۸). ترخان (۲۰۱۵) و بهلولی و همکاران

سهندی (*Salvia sahendica*) گیاهی است، علفی، پایا، ساقه راست به ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر، دارای ظاهری پر پشت با برگ‌های منظم مستطیلی، مضرس و ساده به ابعاد ۴×۸ سانتی‌متر، چین‌دار و کنگره‌ای ریز می‌باشد. سطح فوقانی برگ سبز تقریباً بدون کرک، سطح زیرین خاکستری-سبز دارای پوشش مویی متراکم از کرک‌های نرم، چرخه‌ها دارای ۴ تا ۶ گل زیبای سفید-سبز در هر گل‌آذین است (۱۶). ویژگی‌های مورفولوژیکی و زیبای گیاه مریم‌گلی سهندی به علاوه داشتن پتانسیل بالا برای کشت در اقلیم‌های تنش‌خیز، باعث توجه به این گیاه به‌عنوان گزینه مناسب جهت جایگزینی نسبی چمن‌ها شده است (۱۶). ولی سازگاری و عملکرد آن در هر منطقه به عوامل مختلفی از جمله آب و هوای منطقه، شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، کیفیت آب، میزان و فواصل آبیاری و نوع گیاه بستگی دارد. بدین جهت پژوهش حاضر با هدف کلی ارزیابی سازگاری گیاه مریم‌گلی سهندی به تنش آبی و تعیین رژیم آبیاری مناسب جهت کاربرد آن در فضا‌های سبز مراکز صنعتی طرح‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی مجتمع فولاد واقع در شهر مبارکه که در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی شهر اصفهان در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی قرار دارد، انجام گرفت. ارتفاع مزرعه از سطح دریا ۱۶۸۰ متر و متوسط بارندگی و دمای منطقه به‌ترتیب ۱۴۰ میلی‌متر و ۱۴ درجه سانتی‌گراد است. در اوایل بهار سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اقدام به آماده‌سازی مزرعه (شامل شخم، کرت‌بندی و نمونه‌برداری از خاک و آماده‌سازی سیستم آبیاری قطره‌ای) انجام گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

نمونه خاک‌ها مطابق روش‌های استاندارد (پج، ۱۹۹۲؛ لئو و نولت، ۲۰۰۷) اندازه‌گیری شد (۲۴ و ۲۸). نتایج در جدول ۱ ارائه شده است. نیاز کودی از منبع کود دامی پوسیده بر اساس نتایج آنالیز خاک محاسبه و به خاک مزرعه تا عمق توسعه ریشه (۳۵ سانتی‌متری) اضافه گردید. بر اساس نتایج آنالیز آب چاه مورد استفاده برای آبیاری، این آب از نظر اسیدیته ($\text{pH}=7/7$) در حد معمول، از نظر میزان شوری ($\text{EC}_e=3/75 \text{ dS.m}^{-1}$) دارای محدودیت شدید و از نظر میزان قلیائیت (با $\text{SAR}=9/9$) دارای محدودیت کم بود. بعد از آماده‌سازی مزرعه مطالعاتی، تیمارهای پژوهش (شامل پنج دور آبیاری ۲ روزه (شاهد)، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روزه به‌عنوان فاکتور اصلی و ۲ گیاه چمن اسپرت و مریم‌گلی سهندی به‌عنوان فاکتور فرعی) در قالب طرح آماری اسپلیت-پلات با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در کرت‌هایی به ابعاد $1/5 \times 1/5$ متر در ۳ تکرار پیاده گردید. در هر کرت تعداد ۹ بوته از گیاهان مورد مطالعه با فاصله کاشت 50×50 سانتی‌متر کشت و بلافاصله آبیاری شدند. با اندازه‌گیری ضرایب FC و PWP خاک محل کشت، در نظر گرفتن تخلیه مجاز رطوبتی برای گیاهان فضای سبز طبق جدول مبنا WUCOLS، عمق توسعه ریشه گیاه و تعیین نیاز آبی گیاهان فضای سبز منطقه (با روش پنمن مانیتش) مقدار آب آبیاری محاسبه شد و سپس با توجه به ابعاد کرت‌ها حجم آب آبیاری محاسبه گردید. در ابتدای کاشت، تمام کرت‌ها هر ۱ تا ۲ روز یکبار تا حدود دو هفته آبیاری شدند تا گیاهان کاملاً استقرار یافتند. پس از استقرار گیاهان، تاثیر تنش آبیاری از طریق تیمارهای دور آبیاری اعمال گردید.

صفات و نحوه اندازه‌گیری: در پایان فصل تابستان از گیاهان کشت شده (برگ، ریشه و کل گیاه) نمونه‌برداری انجام شد و برخی شاخص‌های رشد شامل بیش‌ترین طول ریشه با خط‌کش میلی‌متری، سطح برگ با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ

پرویلین نمونه‌ها در تولوئن با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر و در نهایت با توجه به منحنی استاندارد حاصل از غلظت‌های مختلف پرویلین، بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه شد (۸). به منظور تعیین نشت الکتروولیت، قطعات برگ‌گی به اندازه ۲-۱ سانتی‌متر را جدا کرده و در فاکون‌های حاوی ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر (وزن تازه برگ ۰/۸-۰/۵ گرم) قرار داده شد. پس از ۳۰ ثانیه ورتکس نمونه‌ها، هدایت الکتریکی (EC_0) هر نمونه اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس EC_1 اندازه‌گیری شد. پس از آن نمونه‌ها ۱۵ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو شدند و بعد از خنک شدن در دمای اتاق، EC_2 برای سومین بار اندازه‌گیری شد. نشت الکتروولیت از رابطه زیر به دست آمد (۴۴).

$$\text{نشت الکتروولیت (\%)} = \frac{(EC_1 - EC_0)}{(EC_2 - EC_0)} \times 100$$

اطلاعات به دست آمده برای هر فاصله آبیاری برای گیاهان مورد مطالعه در کار برگ نرم‌افزارهای MSTAT-C و Excel وارد گردید. تجزیه و تحلیل آماری روی داده‌های حاصل از اجرای طرح با استفاده از جدول تجزیه واریانس (ANOVA)، مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۲)، اثر دور آبیاری، گونه و نیز اثر متقابل آن‌ها بر درصد زنده‌مانی، درصد سطح پوشش، امتیاز بصری، سطح برگ، میزان نسبی آب برگ، بیش‌ترین طول ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی، میزان پرویلین، شاخص کلروفیل و میزان نشت الکتروولیت گیاهان مورد مطالعه در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار است.

(مدل دلتا- تی اسکن، ساخت انگلستان)، میزان نسبی آب برگ (RWC) با تعیین وزن تازه، آماس و خشک چند برگ کاملاً توسعه‌یافته از گیاه مورد مطالعه به روش یاماساکی و دیلنبورک (۱۹۹۹)، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی گیاه با توزین جداگانه بخش ریشه و هوایی گیاه مورد بررسی پس از قرار دادن در آون به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری گردید (۴۳). شاخص محتوی کلروفیل گیاه با دستگاه کلروفیل‌سنج (CL-01 Model) اندازه‌گیری شد. برای این منظور از هر کرت آزمایشی سه بوته به‌طور تصادفی انتخاب و از پنج نقطه آخرین برگ توسعه‌یافته اندازه‌گیری به عمل آمد. سطح پوشش از به دست آوردن مساحت دایره فرضی محاط بر گسترش گیاهان پس از فصل تابستان محاسبه گردید. درصد زنده‌مانی ۹ گیاه کشت شده در هر کرت پس از فصل تابستان بررسی و محاسبه شد. جهت تعیین امتیازدهی دیداری از چهار نفر متخصص (کارشناس باغبانی و فضای سبز) و دو فرد عادی (پرسنل مجتمع فولاد) استفاده شد. ارزیابی به نحوه‌ای بود که این افراد در پایان فصل تابستان با توجه به شرایط ظاهری نظر خود را با دادن شماره در برگه نظرخواهی بیان می‌کردند و با توجه به ویژگی‌های مورد نظر نمره‌ای از ۰ تا ۹ را برای هر کرت برگزیدند. به‌نحوی که نمره صفر به بدترین و نمره ۹ به بهترین کرت داده شود. برای اندازه‌گیری پرویلین، ۰/۵ گرم از نمونه‌های برگ تر در ۱۰ میلی‌متر اسید سولفوسالیسیلیک ۳٪ به‌وسیله هاون، هموژن شده و عصاره حاصل صاف گردید. ۲ میلی‌لیتر اسید استیک و ۲ میلی‌لیتر ناین هیدرین به ۲ میلی‌لیتر عصاره صاف‌شده فوق اضافه شد. محلول حاصل به مدت یک ساعت در حمام آب و در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. پس از آن برای پایان یافتن واکنش، لوله‌های آزمایش در داخل یک بستر یخی قرار گرفته و ۴ میلی‌لیتر تولوئن به هر لوله اضافه گردید. غلظت

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی خاک مزرعه مطالعاتی.

Table 1- Selected physical and chemical characteristics of the studied soils.

آب قابل استفاده Available water	پتاسیم Potassium	فسفر قابل جذب Phosphor Available	نیتروژن کل Total nitrogen	ماده آلی Organic matter	EC _e	جرم مخصوص ظاهری Bulk density	اسیدیته (pH)	بافت خاک Soil texture	عمق Depth (cm)
%	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	%	%	ds.m ⁻¹	gr.cm ⁻³			۳۰ تا
11	207	5.1	0.15	1.46	1.8	1.55	7.7	لوم	

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر سطوح مختلف دور آبیاری و گونه بر صفات مورد بررسی گیاهان مورد مطالعه

Table 2- Variance analysis (mean squares) of leveles differences interval irrigation and specie in measured traits

میانگین مربعات										
نست	شاخص کلروئیل Chlorophyll index	پروئین Proline	ریشه Maximum root length	میزان نسبی آب برگ Relative water content of leaves	سطح برگ Leaf area	امتیاز بصری Visual scoring	درصد پوشش Covering area	درصد زنده‌مانی Viability	درجه آزادی (Degree of freedom	منابع تغییر (Sources of variations)
924.606**	122.176**	0.794**	407.313**	311.991**	34.763**	18.013**	236.567**	390.311**	4	دور آبیاری Interval irrigation
1.411	2.333	0.050	2.361	5.380	1.357	0.112	0.314	6.778	8	خطای a Error a
6275.824**	3456.968**	10.363**	305.278**	9987.206**	80.322**	72.042**	17839.629**	11528.667*	1	گونه Species
163.579**	6.289**	0.006**	1.608**	9.691**	6.118**	1.786**	13.662**	77.687**	4	گونه × دور آبیاری Species×Interval irrigation
1.763	1.477	0.046	0.924	2.318	1.859	0.250	0.670	16.678	10	خطای b Error b

ns, *, ** : not significant and significant at P<0.05 and P<0.01, respectively. ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

کمیاب آب به ترتیب بر درصد زنده‌مانی سه نوع چمن، چمن بومی علف گندمی بیابانی و چمانواش بلند و آویشن کوهی گزارش کردند، همگام با افزایش کمیاب آب درصد زنده‌مانی کاهش پیدا کرد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد (۲، ۳۴ و ۴۰).

درصد سطح پوشش: نتایج مقایسه میانگین اثر گونه (جدول ۳) نشان داد، گونه مریم‌گلی سهندی با متوسط سطح پوشش ۹۲ درصد برای هر کرت دارای بیش‌ترین میانگین سطح پوشش بود. گونه چمن با سطح پوشش برابر با ۲۵/۵ درصد کم‌ترین سطح پوشش را در هر کرت ایجاد نمود. درصد سطح پوشش در گیاهان مورد مطالعه با اعمال تیمارهای دور آبیاری متفاوت گردید، به طوری که اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵ درصد بین هر پنج تیمار دور آبیاری (۲، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روزه) بر درصد سطح پوشش مشاهده شد (جدول ۴). بیش‌ترین درصد سطح پوشش (۱۰۰ درصد) مربوط به دور آبیاری ۲ روزه و کم‌ترین درصد سطح پوشش (۳۶ درصد) مربوط به دور آبیاری ۱۶ روزه بود (جدول ۴). برهمکنش اثر گونه و دور آبیاری بر درصد سطح پوشش نشان داد، گونه مریم‌گلی سهندی در دور آبیاری ۲ روزه دارای بالاترین سطح پوشش (۱۰۰ درصد) بود و با افزایش دور آبیاری از ۲ به ۴، ۸ و ۱۲ روزه درصد سطح پوشش این گیاه کاهش نشان داد ولی تفاوت‌ها در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار نبود (جدول ۵). افزایش دور آبیاری از ۱۲ به ۱۶ روز یکبار باعث کاهش معنی‌دار ($P < 0/05$) درصد سطح پوشش گونه مریم‌گلی سهندی گردید. گونه چمن در دور آبیاری ۲ روزه دارای بیش‌تر سطح پوشش (۱۰۰ درصد) بود. با افزایش دور آبیاری از ۲ روزه به ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روزه سطح پوشش هر کرت کاهش شدید و معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد نشان داد (جدول ۵).

مقایسه میانگین اثر گونه، دور آبیاری و برهمکنش گونه و دور آبیاری بر صفات مورد سنجش گیاهان مورد مطالعه

درصد زنده‌مانی: نتایج مقایسه میانگین اثر گونه (جدول ۳) نشان داد، بین میانگین درصد زنده‌مانی دو گونه مورد بررسی تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد وجود دارد. بیش‌ترین درصد زنده‌مانی مربوط به گونه مریم‌گلی سهندی (۹۰٪) و کم‌ترین مقدار آن مربوط به گونه چمن (۳۶٪) می‌باشد. از نظر دور آبیاری، کم‌ترین درصد زنده‌مانی (۳۲/۵٪) مربوط به دور آبیاری ۱۶ روزه بود که با دور ۲، ۴، ۸ و ۱۲ روزه تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد نشان داد (جدول ۴).

برهمکنش اثر گونه و دور آبیاری بر میانگین درصد زنده‌مانی گیاهان مورد مطالعه نشان داد (جدول ۵)، بیش‌ترین درصد زنده‌مانی در گونه مریم‌گلی سهندی و چمن (۱۰۰٪) مربوط به دور آبیاری ۲ روزه است. تفاوت درصد زنده‌مانی در دور آبیاری ۲ روزه نسبت به دور ۴، ۸ و ۱۲ روزه برای گونه مریم‌گلی سهندی معنی‌دار نمی‌باشد ($P > 0/05$) ولی برای گیاه چمن معنی‌دار ($P < 0/05$) بود (جدول ۵). با افزایش دور آبیاری به ۱۶ روز یکبار میانگین درصد زنده‌مانی در گونه چمن ۱۰۰ درصد و در گونه مریم‌گلی سهندی ۴۰ درصد کاهش معنی‌دار نشان داد (جدول ۵). بنابراین در گونه چمن افزایش دوره آبیاری به بیش از ۲ روزه و در گونه مریم‌گلی سهندی به بیش از ۱۲ روز اثر شدیدی بر کاهش درصد زنده‌مانی آن‌ها ایجاد نمود. بنابراین آستانه تحمل به تنش خشکی چمن و گونه مریم‌گلی سهندی را به ترتیب می‌توان دور آبیاری ۲ روزه و ۱۲ روزه در نظر گرفت. تاتاری و همکاران (۲۰۱۳)، صادقی و همکاران (۲۰۱۵) عباسی‌خالکی و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی اثر

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر گونه بر برخی ویژگی‌های گیاهان مورد مطالعه

Table 3- Comparison of the mean effect of species on some of the characteristics of the studied plants

میانگین مربعات Mean Square												
شاخص کلروفیل Chlorophyll index	نشت الکتrolite leakage (%)	پروline Proline (mg.g ⁻¹)	وزن خشک اندام هوایی / وزن خشک ریشه Root dry weight/Shoot dry weight	بیشترین طول ریشه Maximum root length (cm)	میزان نسبی آب برگ Relative water content of leaves (%)	سطح برگ Leaf area (cm ²)	امتیاز بصری Visual scoring	سطح پوشش Covering area (%)	درصد زنده ماندی Viability (%)	تیمار (گونه) Treatment (Species)		
46.80 ^a	13.80 ^b	2.71 ^a	0.43 ^b	25.2 ^a	88.4 ^a	180.8 ^a	8.4 ^a	92 ^a	90 ^{a*}	مریم گلی سهندی <i>Sabia sahendica</i>		
23.60 ^b	60 ^a	0.89 ^b	0.64 ^a	15.8 ^b	42.8 ^b	5 ^b	4 ^b	25.5 ^b	36 ^b	چمن <i>Grass</i>		

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

*Means with similar letters are not significant in %5 probability level based on LSD Test.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف دور آبیاری بر برخی ویژگی‌های گیاهان مورد مطالعه

Table 4- Comparison of the mean effect of different levels of irrigation intervals on some characteristics of plants

میانگین مربعات Mean Square										
شاخص کلروفیل Chlorophyll index	نشت الکترولیت Electrolyte leakage (%)	پروترین Proline (mg.g ⁻¹)	وزن خشک اندام هوایی/ وزن خشک ریشه Root dry weight/Shoot dry weight	بیشترین طول ریشه Maximum root length (cm)	میزان نسبی آب برگ Relative water content of leaves (%)	مساحت برگ Leaf area (cm ²)	امتیاز بصری Visual scoring	مساحت پوشش Covering area (%)	درصد زنده ماندن Viability (%)	تیمار Treatment (دور آبیاری) Irrigation (intervals)
56.5 ^a	2.4 ^e	1.35 ^e	0.37 ^d	13.5 ^a	100 ^a	101.4 ^a	9 ^a	100 ^a	100 ^{a*}	۲ روز* 2 days
42.5 ^b	26.7 ^d	1.56 ^d	0.44 ^{cd}	16.5 ^b	71.5 ^b	98.2 ^{ab}	7.1 ^b	67.5 ^b	70 ^b	۴ روز* 4 days
35 ^c	36.4 ^c	1.78 ^c	0.50 ^c	20 ^c	62.2 ^c	95 ^b	5.9 ^c	59.5 ^c	59 ^c	۸ روز* 8 days
30.5 ^d	44.8 ^b	2.01 ^b	0.60 ^b	23.8 ^d	54.9 ^c	93 ^c	5.3 ^d	53.5 ^d	54.5 ^d	۱۲ روز* 12 days
11.5 ^e	72.6 ^a	2.33 ^a	0.76 ^a	28.8 ^e	38.5 ^d	77 ^d	3.5 ^e	36 ^e	32.5 ^e	۱۶ روز* 16 days

*میانگین‌های دارای میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.
*Means with similar letters are not significant in %5 probability level based on LSD Test.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل گونه و سطح مختلف دور آبیاری بر برخی ویژگی‌های گیاهان مورد مطالعه

		Grass								
		میرم کلی سهندی				چمن				
روزه	شاخص Index	۱۶ روزه	۸ روزه	۴ روزه	۲ روزه	۱۶ روزه	۱۲ روزه	۸ روزه	۴ روزه	۲ روزه
16 days		12 days	8 days	4 days	2 days	16 days	12 days	8 days	4 days	2 days
60 ^b	درصد زنده مانی Viability (%)	95 ^a	96 ^a	98 ^a	100 ^a	5 ^e	14 ^d	22 ^c	41 ^b	100 ^{a*}
67 ^b	سطح پوشش Covering area (%)	95 ^a	96 ^a	98 ^a	100 ^a	5 ^e	12 ^d	23 ^c	37 ^b	100 ^a
5.9 ^b	امتیاز بصری Visual scoring	8.5 ^a	8.7 ^a	8.9 ^a	9 ^a	1 ^e	2 ^d	3 ^c	5 ^b	9 ^a
153 ^b	سطح برگ Leaf area (cm ²)	184 ^a	187 ^a	189.3 ^a	190.8 ^a	0.5 ^e	2 ^d	3 ^c	7 ^b	12 ^a
68 ^b	میزان نسبی آب برگ Relative water content of leaves (%)	88.7 ^a	90.3 ^a	95 ^a	100 ^a	9 ^e	22 ^d	35 ^c	48 ^b	100 ^a
34 ^e	بیشترین طول ریشه Maximum root length (cm)	28.5 ^d	24.5 ^c	21 ^b	18 ^a	23.5 ^e	19 ^d	15.5 ^c	12 ^b	9 ^a
0.59 ^a	وزن خشک اندام هوایی/وزن خشک ریشه Root dry weight/Shoot dry weight	0.43 ^b	0.41 ^{bc}	0.37 ^{bc}	0.34 ^{bc}	0.92 ^a	0.77 ^b	0.6 ^c	0.5 ^d	0.4 ^e
3.1 ^a	پروترین Proline (mg.g ⁻¹)	2.75 ^b	2.65 ^{bc}	2.57 ^{bc}	2.48 ^{bc}	1.56 ^a	1.26 ^b	0.90 ^c	0.54 ^d	0.21 ^e
52.10 ^a	نسبت الکترولیت Electrolyte leakage (%)	6.50 ^b	4.80 ^{bc}	3.30 ^{bc}	2.50 ^{bc}	93 ^a	83 ^b	68 ^c	50 ^d	2.2 ^e
21 ^b	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	51 ^a	53 ^a	54 ^a	55 ^a	2 ^e	10 ^d	17 ^c	31 ^b	58 ^a

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

*Means with similar letters are not significant in %5 probability level based on LSD Test

خشکی ناشی از افزایش دور آبیاری از ۲ به ۱۶ روزه در گیاه چمن و از ۱۲ به ۱۶ روزه در گونه مریم‌گلی سهندی به علت کاهش در میزان سطح برگ و میزان فتوسنتز، سبب کاهش کیفیت ظاهری این دو گیاه در این سطوح آبیاری گردید. نتایج به دست آمده در هماهنگی با گزارش شوشتریان و همکاران (۲۰۱۱) بر روی فستوکای زیتنی، سدوم قرمز، فرانکنیا و بومادران قرمز، تاتاری و همکاران (۲۰۱۳)، بر روی سه نوع چمن و صادقی و همکاران (۲۰۱۴) بر روی گیاه چمن بومی علف گندمی بیابانی و چمانواش بلند می‌باشد (۳۴، ۳۷ و ۴۰).

سطح برگ (LAI): بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر گونه (جدول ۳)، بیش‌ترین میانگین LAI مربوط به گیاه مریم‌گلی سهندی (۱۸۰/۸ سانتی‌مترمربع) و کم‌ترین میانگین LAI مربوط به چمن (۴/۹ سانتی‌مترمربع) بود که نسبت به هم در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی‌دار نشان دادند. اثر دوره‌های مختلف آبیاری بر میانگین LAI گیاهان مورد مطالعه معنی‌دار ($P < 0/05$) بود (جدول ۴). بیش‌ترین میزان LAI با میانگین ۱۰۱/۴ سانتی‌مترمربع مربوط به دور آبیاری ۲ روزه است که با دور ۴ روزه تفاوت معنی‌داری ندارد ($P > 0/05$) ولی با دور ۸، ۱۲ و ۱۶ روزه با میانگین ۹۰/۸ سانتی‌مترمربع تفاوت معنی‌دار ($P < 0/05$) نشان داد (جدول ۴). نتایج مقایسه برهمکنش گونه و دور آبیاری (جدول ۵) نشان داد، بیش‌ترین میانگین LAI در هر دو گونه مورد مطالعه مربوط به دور آبیاری ۲ روزه می‌باشد و با افزایش دور آبیاری به بیش از ۲ روز این شاخص در هر دو گونه مورد بررسی کاهش یافت، ولی در گیاه مریم‌گلی سهندی کاهش میانگین LAI با افزایش دور آبیاری از ۲ روزه به ۴، ۸ و ۱۲ روزه معنی‌دار نبود و با افزایش دور آبیاری به بیش از ۱۲ روز تفاوت‌ها معنی‌دار ($P < 0/05$) گردید (جدول ۵). در گونه چمن با

کاهش سطح پوشش با افزایش دور آبیاری به این دلیل است که گیاهان در مواجهه با تنش خشکی به‌منظور کاهش میزان جذب تشعشع، زاویه انشعاب شاخه‌های خود را نسبت به ساقه اصلی کاهش داده که این عمل باعث کاهش قطر تاج و در نتیجه کاهش حجم گیاه می‌گردد (۱۶). این نتایج با نتایج پژوهش‌های اردکانی و همکاران (۲۰۱۰) در مورد تأثیر تنش خشکی بر سطح پوشش بادرنجیویه، شوشتریان و همکاران (۲۰۱۱) بر روی فستوکای زیتنی، سدوم قرمز، فرانکنیا و بومادران قرمز، سوادئی‌زاده و همکاران (۲۰۱۶) بر روی گیاه مرزه در مطابقت دارد (۳، ۳۷ و ۳۸).

امتیازدهی دیداری (امتیاز بصری): در میان گونه‌های مورد مطالعه، بالاترین رتبه امتیازدهی دیداری در اختیار مریم‌گلی سهندی با میانگین ۸/۴ امتیاز قرار گرفت که با گونه چمن از این نظر دارای تفاوت معنی‌دار ($P < 0/05$) بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر دوره‌های آبیاری (جدول ۴) نشان می‌دهد، بیش‌ترین رتبه امتیازدهی دیداری گیاهان مورد مطالعه (با امتیاز ۹) مربوط به دور آبیاری ۲ روزه بود که با سایر دوره‌های آبیاری در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی‌دار داشت. با افزایش دور آبیاری از ۲ روزه به ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز یکبار رتبه امتیازدهی دیداری گیاهان مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری ($P < 0/05$) کاهش یافت. برهمکنش اثر گونه و دور آبیاری (جدول ۵) نشان داد که گونه مریم‌گلی سهندی در دور آبیاری ۲ روزه بالاترین رتبه امتیازدهی دیداری (با امتیاز ۹) را دارد که از این نظر با دور آبیاری ۴، ۸ و ۱۲ روزه (با متوسط امتیاز ۸/۸) تفاوت معنی‌دار ندارد ($P > 0/05$) ولی با دور ۱۶ روزه تفاوت معنی‌دار ($P < 0/05$) بود. کم‌ترین امتیازدهی دیداری مربوط به گونه چمن در دور آبیاری ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روزه (با متوسط امتیاز ۲/۷۵) مشاهده شد. در واقع تنش

تفاوت‌ها معنی‌دار ($P < 0/05$) گردید (جدول ۵). در گونه چمن با افزایش دور آبیاری به بیش از ۲ روز کاهش میانگین RWC در تمام سطوح آبیاری معنی‌دار ($P < 0/05$) بود (جدول ۵). محتوای نسبی آب گیاه، یکی از صفات مهمی است که رابطه مستقیم با محتوای آب خاک دارد و نشان‌دهنده وضعیت آبی خاک و گیاه است. این شاخص رابطه نزدیکی با پتانسیل آبی برگ دارد. فو و هانگ (۲۰۰۱) نشان دادند که خشکی کامل خاک منجر به کاهش شدید محتوی RWC برگ در چمن‌های کتاکتی بلوگراس و چمانواش بلند شد (۱۳). پژوهش‌های انجام‌شده توسط راداسی و همکاران (۲۰۱۰) روی گیاه ریحان، حیدری و همکاران (۲۰۱۵) در گیاه انیسون و عسکری و همکاران (۲۰۱۷) بر روی آویشن باغی و دنیایی نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش محتوای آب نسبی برگ‌های این گیاهان گردید (۷، ۱۷ و ۳۳). نتایج پژوهش‌های ذکرشده با نتایج پژوهش حاضر انطباق دارد

بیش‌ترین طول ریشه: نتایج مقایسه میانگین اثر گونه‌ها بر بیش‌ترین طول ریشه (جدول ۳) نشان داد، بین گونه‌های مورد مطالعه از نظر این صفت تفاوت معنی‌دار ($P < 0/05$) وجود دارد. طول ریشه در گیاهان مورد مطالعه با اعمال تیمارهای دور آبیاری متفاوت گردید، به طوری که اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵ درصد بین هر پنج تیمار دور آبیاری (۲، ۴، ۸ و ۱۲ روزه) بر رشد طولی ریشه مشاهده شد (جدول ۴). بیش‌ترین طول ریشه (۲۸/۸ سانتی‌متر) مربوط به دور آبیاری ۱۶ روزه و کم‌ترین طول ریشه (۱۳/۵ سانتی‌متر) مربوط به دور آبیاری ۲ روزه بود (جدول ۴). مقایسه میانگین برهمکنش گونه و دور آبیاری (جدول ۵) نشان داد که کم‌ترین رشد طولی ریشه در هر دو گونه مورد مطالعه مربوط به دور آبیاری ۲ روزه می‌باشد. در هر دو گونه با افزایش دور

افزایش دور آبیاری به بیش از ۲ روز میانگین LAI سایر سطوح آبیاری کاهش معنی‌دار ($P < 0/05$) نشان داد (جدول ۵). در واقع کاهش سطح تعرق‌کنندگی (برگ) می‌تواند از اولین پاسخ‌های مورفولوژیک در برابر تنش خشکی باشد که ناشی از کاهش توسعه سلولی و رشد می‌باشد (۱۴). کاهش سطح برگ تحت تنش خشکی، سبب حفظ و نگهداری بیش‌تر آب برگ در برابر تنش‌های شدید و همچنین کاهش خسارت تابش نوری به سطح برگ می‌شود که این نیز به نوبه خود کاهش تنش‌های اکسیداتیو در گیاه را به دنبال خواهد داشت (۱۱). نتایج پژوهش‌ها بیانگر آن است که با کاهش میزان رطوبت خاک و افزایش تنش خشکی، سطح برگ در ریحان (حسنی و امیدبگی، ۲۰۱۰)، در آلئوئه‌ورا (سیلوا و همکاران، ۲۰۱۲)، در ترخون و مریم‌گلی (لطفی و همکاران، ۲۰۱۴) و در مرزه (سودائی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۶) کاهش یافت (۱۶، ۲۶، ۳۶ و ۳۸) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد

میزان نسبی آب برگ (RWC): گونه مریم‌گلی سهندی، بیش‌ترین میزان RWC (۸۸/۵ درصد) را دارا بود که در سطح آماری ۵ درصد با گونه چمن دارای تفاوت معنی‌دار ($P < 0/05$) می‌باشد (جدول ۳). حداقل مقدار RWC با میانگین ۳۸/۵ درصد مربوط به دور آبیاری ۱۶ روزه بود که با سایر دوره‌های آبیاری تفاوت معنی‌دار ($P < 0/05$) داشت (جدول ۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل گونه و دور آبیاری (جدول ۵)، بیش‌ترین میزان RWC در گیاهان مورد مطالعه مربوط به دور آبیاری ۲ روزه می‌باشد و با افزایش دور آبیاری به بیش از ۲ روز این شاخص در هر دو گونه مورد بررسی کاهش یافت، ولی در گیاه مریم‌گلی سهندی کاهش میانگین RWC با افزایش دور آبیاری از ۲ روزه به ۴، ۸ و ۱۲ روزه معنی‌دار نبود و با افزایش دور آبیاری به ۱۶ روز،

دور آبیاری به بیش از ۱۲ روزه، نسبت R/S در هر دو گونه مورد مطالعه به طور معنی داری در سطح ۵ درصد افزایش یافت (جدول ۵). حسنی و امیدبگی (۲۰۱۰)، رسام و همکاران (۲۰۱۵) و جزئی زاده و مرتضایی نژاد (۲۰۱۷) در بررسی اثر کمبود آب به ترتیب بر نسبت R/S گیاه ریحان، زوفا و کاسنی گزارش کردند، همگام با افزایش کمبود آب این نسبت افزایش پیدا کرد و حداقل آن در تیمار ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی مشاهده شد. آن‌ها بیان داشتند که گیاهان تحت شرایط کمبود آب، فرآورده‌های فتوسنتزی بیش‌تری را به ریشه‌های خود اختصاص می‌دهند و بدین طریق با حفظ نسبی رشد ریشه و افزایش نسبت R/S زمینه جذب آب برای گیاه را فراهم می‌کنند و بنابراین آب قابل دسترس خاک در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (۱۶، ۱۸ و ۳۱). نتایج این پژوهش‌ها منطبق بر نتیجه پژوهش حاضر است.

پرویلین: نتایج مقایسه میانگین اثر گونه بر میزان پرویلین گیاهان مورد مطالعه (جدول ۳) نشان داد، بیش‌ترین میزان پرویلین مربوط به گیاه مریم‌گلی سهندی (۲/۷۱ میلی‌گرم بر گرم) بود که نسبت به گونه چمن (۰/۸۹ میلی‌گرم بر گرم تفاوت معنی‌داری ($P < 0/05$) داشت. اثر دوره‌های مختلف آبیاری بر میانگین پرویلین گیاهان مورد مطالعه معنی‌دار ($P < 0/05$) بود (جدول ۴). به‌طوری‌که کم‌ترین مقدار پرویلین مربوط به دور آبیاری ۲ روزه (۱/۳۵ میلی‌گرم بر گرم) و بیش‌ترین میزان پرویلین (۲/۳۳ میلی‌گرم بر گرم) مربوط به دور آبیاری ۱۶ روزه بود که با سایر دوره‌های آبیاری تفاوت معنی‌دار ($P < 0/05$) نشان داد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل گونه و دور آبیاری (جدول ۵) نشان داد، در گونه مریم‌گلی سهندی با افزایش دور آبیاری از ۲ تا ۱۶ روزه میزان پرویلین افزایش یافت. ولی بین دور آبیاری ۲ روزه با دور ۴، ۸ و ۱۲ روزه تفاوت معنی‌دار نبود ($P > 0/05$).

آبیاری به بیش از ۲ روز رشد طولی ریشه آن‌ها به طور معنی‌دار ($P < 0/05$) افزایش یافت (جدول ۵). این نتایج نشان می‌دهد که رفتار ریشه گیاهان متأثر از تنش رطوبتی خاک بوده و با افزایش تنش رطوبتی به‌عنوان یک عامل محدودکننده، ریشه‌ها به دنبال رطوبت بوده و در اعماق که رطوبت بیش‌تری در دسترس بوده است، توسعه بیش‌تری یافته‌اند (۳۱). افزایش جذب آب در اثر افزایش اندازه و عمق ریشه یکی از مهم‌ترین سازوکارهای مطلوب تحمل به خشکی گیاهان می‌باشد که به گیاه اجازه استفاده از منابع آب در دسترس خاک را می‌دهد و مدت زمان نیاز به آبیاری تکمیلی را طولانی‌تر می‌کند (۳۲). نتایج پژوهش‌های جوردن و همکاران (۲۰۰۳) روی گیاه سبز چمن بنت گراس خزنده، سلاح‌ورزی و همکاران (۲۰۰۸) روی فستوکا آران‌دیناسه و لولیوم پرنه، اخضری و اصلانی (۲۰۱۳) روی گیاه کاسنی و لطفی و همکاران (۲۰۱۴) روی گیاه ترخون بیانگر این بود که آبیاری با فواصل طولانی نسبت به آبیاری هر روز یا دو روز یکبار، طول ریشه بیش‌تری به همراه داشت (۵، ۲۰، ۲۶ و ۳۵) که با نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر مطابقت دارد.

نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی (R/S): نتایج مقایسه میانگین اثر گونه و دور آبیاری بر نسبت R/S (جدول ۳) نشان داد، بین گونه‌های مورد مطالعه و نیز دوره‌های مختلف آبیاری از نظر این صفت تفاوت معنی‌دار ($P < 0/05$) وجود دارد (جدول‌های ۳ و ۴). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش گونه و دور آبیاری (جدول ۵) نشان داد، در هر دو گونه مورد مطالعه، کم‌ترین نسبت R/S در دور آبیاری ۲ روزه به‌دست آمد اما تفاوت معنی‌داری با تیمار ۴، ۸ و ۱۲ روزه در گیاه مریم‌گلی سهندی نشان نداد ($P > 0/05$) ولی در گیاه چمن تفاوت‌ها برای هرپنج تیمار دور آبیاری معنی‌دار ($P < 0/05$) بود (جدول ۵). با افزایش

نشت الکترولیت: بیش‌ترین میزان نشت الکترولیت مربوط به گیاه چمن (۶۰٪) به‌دست آمد که نسبت به گونه مریم‌گلی سهندی تفاوت معنی‌داری ($P < 0/05$) نشان داد (جدول ۳). بالا بودن نشت الکترولیت در این گیاه می‌تواند در نتیجه افزایش برخی ترکیبات فعال اکسیژن مانند رادیکال‌های سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال‌های هیدروکسیل باشد که باعث می‌شود، غشای سلولی در گیاهان تحت تنش آسیب ببیند و الکترولیت‌های سلول به بیرون تراوش کند (۱۰). افزایش نشت الکترولیت در پنج رقم چمن پوآ پراتنسیس تحت تنش خشکی توسط لیو و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است (۲۵). کم‌ترین میزان نشت الکترولیت (۱۳/۸٪) مربوط به گونه مریم‌گلی سهندی بود (جدول ۳). پایین بودن میزان نشت الکترولیت در سطوح مختلف دور آبیاری در گونه مریم‌گلی سهندی می‌تواند ناشی از مقاوم شدن بافت و یاخته‌های برگی آن‌ها و در نتیجه قدرت بالای آن‌ها در حفظ آب سلول‌ها و جلوگیری از آبکشیدگی در مواجهه با تنش آبی باشد. این امر می‌تواند سبب افزایش ظرفیت تحمل این گیاه در برابر تنش‌های بعدی خشکی شود (۴۲).

اثر دوره‌های مختلف آبیاری بر میانگین نشت الکترولیت گیاهان مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری را در سطح آماری ۵ درصد نشان داد (جدول ۴). نتایج مربوط به اثر متقابل گونه و دور آبیاری (جدول ۵) نشان داد، در هر دو گونه مورد مطالعه با افزایش دور آبیاری از ۲ روزه به ۱۶ روزه میزان نشت الکترولیت افزایش یافت. ولی در گیاه مریم‌گلی سهندی تفاوت میزان نشت الکترولیت بین دور آبیاری ۲ روزه با دور ۴، ۸ و ۱۲ روزه معنی‌دار نبود ($P > 0/05$) اما تفاوت‌ها بین دور آبیاری ۱۲ و ۱۶ روزه معنی‌دار ($P < 0/05$) بود (جدول ۵). در گونه چمن بین هر پنج سطح دور آبیاری بر میزان نشت الکترولیت در سطح آماری ۵

تفاوت‌ها بین دور آبیاری ۱۲ و ۱۶ روزه معنی‌دار ($P < 0/05$) بود. وجود اختلاف معنی‌دار بین دور آبیاری ۱۶ روزه با سایر تیمارها و عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای دور آبیاری ۲ تا ۱۲ روزه بر میزان پرولین بیانگر آن است که در گیاه ذکر شده تا زمانی که کاهش رطوبت خاک شدید نباشد تجمع پرولین در برگ‌ها قابل‌ملاحظه نخواهد بود. در گیاه چمن بین هر پنج سطح دور آبیاری بر میزان پرولین گیاه در سطح آماری ۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود دارد و با افزایش دور آبیاری مقدار پرولین نیز افزایش چشمگیری داشت (جدول ۵). افزایش پرولین با افزایش دور آبیاری نشان‌دهنده نقش این اسید آمینه در تنظیم فشار اسمزی است که ممکن است به‌علت فعال‌سازی آنزیم‌های بیوستتزی پرولین و در نتیجه ساخت پرولین در بافت گیاهی، ممانعت از اکسیداسیون پرولین و تبدیل آن به گلوتامات و جلوگیری از شرکت پرولین در سنتز پروتئین‌ها صورت گیرد و باعث حرکت آب سلول‌های برگ، افزایش فشار تورگر و حفظ تعادل آب شود. علاوه بر نقش پرولین در تنظیم اسمزی، پرولین در حذف رادیکال‌های هیدروکسیل، تنظیم pH سلولی و تنظیم نسبت NADP/NADPH گیاه در شرایط تنش آبی نقش دارد (۱۸). احتمالاً گیاهان مورد مطالعه در پژوهش حاضر به دلایل فوق پرولین خود را افزایش می‌دهند. نتایج پژوهش‌های کوک و همکاران (۲۰۱۴) بر روی گیاه فلفل، جعفری و همکاران (۲۰۱۶) در گیاه شمعدانی معطر، جزی‌زاده و مرتضایی‌نژاد (۲۰۱۷) بر روی گیاه کاسنی و افکاری (۲۰۱۸) در گیاه ریحان نشان داد، تنش خشکی اثر معنی‌داری بر انباشت پرولین داشته و با افزایش تنش خشکی میزان پرولین افزایش می‌یابد (۴، ۱۸، ۱۹ و ۲۳). نتایج پژوهش‌های بالا با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۵). از راهبردهای مهم توسعه مقاومت به خشکی در گیاهان، حفاظت غشاء سلولی در زمان مواجهه با کمبود آب می‌باشد. در این آزمایش تشدید کمبود آب سبب خسارت به غشا سلولی چمن گردید که نتیجه آن افزایش نشت الکترولیت‌ها بود. در شرایط تنش خشکی، ارقام مقاوم ثبات غشای سلولی بیشتری نسبت به ارقام حساس داشتند که با نشت الکترولیت کم‌تر مشخص گردید (۳۲). این نتایج با نتایج پژوهش‌های موسوی و همکاران (۲۰۱۲) و دشتی و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی تنش آبی بر میزان نشت الکترولیت به ترتیب بر روی گیاه همیشه بهار و نوروژک انطباق دارد (۱۰ و ۲۷).

شاخص محتوی کلروفیل: نتایج مقایسه میانگین اثر گونه (جدول ۳) نشان داد، بیش‌ترین میزان شاخص کلروفیل مربوط به گونه مریم‌گلی سهندی به‌دست آمد که نسبت به گیاه چمن تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) نشان داد. اثر دوره‌های مختلف آبیاری بر میانگین شاخص کلروفیل برگ گیاهان مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری را در سطح آماری ۵ درصد نشان داد (جدول ۴). برهمکنش اثر گونه و دور آبیاری نشان می‌دهد (جدول ۷) بیش‌ترین میزان شاخص کلروفیل در گونه مریم‌گلی سهندی (با عدد Spad برابر ۵۵) و نیز در گونه چمن (با عدد Spad برابر ۵۸) مربوط به دور آبیاری ۲ روزه است. با افزایش دور آبیاری به بیش از ۲ روز میزان این شاخص در هر دو گونه مورد مطالعه کاهش یافت ولی در گونه مریم‌گلی سهندی این کاهش برای دوره‌های ۴، ۸ و ۱۲ روزه نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار نبود ($P > 0.05$) و فقط دور آبیاری ۱۶ روزه با سایر دوره‌های آبیاری کاهش معنی‌دار نشان داد (جدول ۵). در گیاه چمن کاهش شاخص کلروفیل با افزایش دور آبیاری به بیش از ۲ روز برای تمامی سطوح مختلف آبیاری معنی‌دار

بود. یکی از دلایل کاهش محتوی کلروفیل طی تنش خشکی را می‌توان این‌گونه بیان کرد که تنش خشکی از یک طرف منجر به تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود که این نیز به نوبه خود باعث تجزیه و در نتیجه کاهش رنگدانه‌ها می‌گردد. طی تنش کلروفیل‌ها در کلروپلاست تجزیه و ساختارهای تیلاکوئید ناپدید می‌شود. تنش خشکی همچنین با افزایش برخی از تنظیم‌کننده‌های رشد مانند اتیلن و آبسزیک اسید، فعالیت کلروفیل‌ها را تحریک و باعث تجزیه کلروفیل می‌گردد. بنابراین کاهش محتوی کلروفیل مشاهده شده در این پژوهش احتمالاً می‌تواند به دلیل کاهش سنتز کلروفیل و افزایش تجزیه آن باشد (۱۸ و ۲۸). نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه بررسی اثر تنش خشکی بر میزان شاخص کلروفیل توسط خولوا و همکاران (۲۰۱۳) بر روی ارزن، رسام و همکاران (۲۰۱۵) در گیاه زوفا، جزئی‌زاده و مرتضایی‌نژاد (۲۰۱۷) بر روی گیاه کاسنی و افکاری (۲۰۱۸) در گیاه ریحان نشان داد که با اعمال تنش خشکی ابتدا هدایت روزنه‌ای کاهش می‌یابد، سپس محتوای آب نسبی، محتوای کلروفیل و فتوسنتز کاهش می‌یابد. افزایش بیش‌تر تنش خشکی، کاهش بیش‌تری در محتوی کلروفیل را موجب خواهد شد (۴، ۱۷، ۲۲، ۱۸ و ۳۱). نتایج پژوهش‌های ذکر شده با نتایج این پژوهش انطباق دارد که بیانگر نتایج حاضر می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد، با افزایش دور آبیاری از ۲ روزه به ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روزه درصد زنده‌مانی، درصد سطح پوشش، امتیازدهی دیداری، سطح برگ، میزان نسبی آب برگ و شاخص کلروفیل در گیاه چمن به‌طور معنی‌دار کاهش یافت. ولی کاهش این صفات در گیاه مریم‌گلی سهندی تا دور ۱۶ روزه

مورد سنجش برای گیاه مریم‌گلی سهندی در دوره‌های ۴، ۸ و ۱۲ روزه نسبت به تیمار شاهد (دور ۲ روزه) می‌توان نتیجه گرفت که رژیم آبیاری بهینه برای استفاده از این گیاه در فضاهای سبز دور آبیاری ۱۲ روز یکبار می‌باشد که در مقایسه با گیاه چمن با دور بهینه آبیاری ۲ روز یکبار، باعث صرفه‌جویی در مصرف منابع محدود آب آبیاری می‌شود. بنابراین استفاده از گیاه مریم‌گلی سهندی با دور آبیاری ۱۲ روزه جهت کاربرد در فضای سبز و جایگزین چمن در منطقه مورد مطالعه و سایر مناطق مشابه با اطمینان ۹۵ درصد پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

این پژوهش توسط شرکت فولاد مبارکه اصفهان و نیز دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری حمایت شد. بدین‌وسیله از همه مدیران و کارشناسان محترم شرکت فولاد مبارکه، واحد نظارت بر فضای سبز و مرکز تحقیقات این شرکت و دانشگاه که از پژوهش حمایت کردند، سپاسگزاری می‌نمائیم.

معنی‌دار نبود و در این گیاه فقط دور آبیاری ۱۶ روزه با سایر دوره‌های آبیاری کاهش معنی‌دار نشان داد. همچنین در گیاه چمن، میزان پرولین، نشت الکتروولت، بلندترین طول ریشه و نسبت R/S با افزایش دور آبیاری به بیش از ۲ روز برای تمامی سطوح مختلف آبیاری افزایش معنی‌دار داشت. ولی برای گیاه مریم‌گلی سهندی افزایش این چهار شاخص تا دور ۱۶ روزه معنی‌دار نبود. بر اساس این نتایج، گیاه مریم‌گلی سهندی در دور آبیاری ۴، ۸ و ۱۲ روزه بهترین عملکرد را در تمامی شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مورد سنجش نسبت به تیمار شاهد (دور ۲ روزه) و حتی نسبت به چمن با دوره‌های مشابه نشان داد. در واقع با وجود کاهش رطوبت در بستر خاک، این گیاه با به‌کارگیری برخی مکانیسم‌های مقابله با خشکی (مانند افزایش معنی‌دار طول ریشه، کاهش سطح برگ و افزایش میزان پرولین) توانست با کمبود آب مقابله کند و کیفیت ظاهری خود را حفظ نماید. بنابراین با توجه به عدم کاهش معنی‌دار شاخص‌های مورفولوژی و فیزیولوژی ($P > 0.05$)

منابع

1. Abbasi Khalaki, M., and Shokouhian, A.A. 2017. Choosing suitable of *Thymus* Based on morphological characteristics to use in urban landscape. Plant and Ecosystem. 51: 85-95. (In Persian)
2. Abbasi Khalaki, M., Ghorbani, A., and Moameri, M. 2016. Effects of silica and silver nanoparticles on seed germination traits of *Thymus kotschyanus* in laboratory conditions. J. Range. Sci. 6: 3. 221-231.
3. Aderakani, M.R., Abbaszadeh, B., Sharifi Ashoorabadi, A., Labaschi, M.H., Moavenati, P., and Mohebati, F. 2010. The effect of drought stress on growth indices of Balm (*Melissa officinalis* L). Plant and Ecosystem. 21: 47-58. (In Persian)
4. Afkari, A. 2018. Effects of drought stress and nitrogen fertilizer rate on some physiological characteristics, essential oil percentage, and yield of basil (*Ocimum basilicum* L.). Iran. J. Med. Arom. Plant. 33: 6. 1047-1059. (In Persian)
5. Akhbari, D., and Aslani, F. 2013. Study of morpho-physiological traits of *Cichorium intybus* L. in response to drought stress. Environmental Stresses in Crop Sciences. 3: 147-157. (In Persian)
6. Amiri Fadard, R., and Hosseini, A.H. 2013. Importance of medicinal-ornamental plants in urban landscape. In: Proceeding of the 2th National Congress of Medicinal Plants, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. 20-23 May, 187-195. (In Persian)

7. Askary, M., Behdani, M.A., Parsa, S., Jamialahmadi, M., and Mahmoodi, S. 2017. Effects of water stress and manure on stomatal conductance, relative water content, photosynthetic pigments and quantitative and qualitative yield of *Thymus vulgaris* L. and *Thymus daenensis* Celak. Iran. J. Med. Arom. Plant. 33: 5. 793-811. (In Persian)
8. Bates, L.S., Waldren, R.P., and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress study. Plant and Soil. 39: 205-207.
9. Bohlooli, M., Zamani, A., and Khamoushi, M. 2016. Evaluation of the application of *Lavandula angustifolia* medicinal plants in urban landscape. In: Proceeding of the 2th National Congress of Development and Promotion of Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment of Iran, Association for the Development and Promotion of Basic Sciences and Technology, Tehran, Iran. 20-23 August. Pp: 178-196. (In Persian)
10. Dashti, M., Kafi, M., Tavakoli, H., and Mirza, M. 2015. The effect of water deficit stress on water relationships, photosynthesis and osmolitic accumulation in the *Salvia leriifolia* Benth Medicinal Plant. Iran. J. Field Crop Res. 12: 4. 813-821. (In Persian)
11. Erusha K.S., Shearman R.C., Rioradan T.P., and Wit L.A. 2002. Kentucky Bluegrass cultivar root and top growth responses when grown in hydroponics. Crop Science, 42: 848-852.
12. Fallahi, J., Ebadi, M.T., and the Ghorbani, R. 2008. The effects of salinity and drought stresses on germination and seedling growth of Clary (*Salvia sclarea*). Environmental Stresses in Agricultural Sciences. 1: 1. 57-67. (In Persian)
13. Fu, J., and Huang, B. 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool season grasses to localized drought stress. Environmental and experimental Botany. 45: 105-114.
14. Garcia, M.G., Busso, C.A., Polci, P., Garcia, L.N., and Echenique, V. 2008. Water relation and leaf growth rate of three Agropyron genotypes under water stress. BioCell. 26: 309-317.
15. Haghghi, N. 2010. Investigation of ornamental plants in different areas of Kish Island. J. Geograph. Space. 9: 31. 1-26. (In Persian)
16. Hassani, A., and Omid Beigi, R. 2010. Effects of water stress on some morphological, physiological and metabolic properties of Basil (*Ocimum Basilicum*). J. Agric. Sci. 12: 47-59. (In Persian)
17. Heidari, N., Pouryousef, M., and Tavakoli, A. 2015. Effects of drought stress on photosynthesis, its parameters and relative water content of Anise (*Pimpinella anisum* L.). Iran. J. Plant Res. 27: 5. 839-829. (In Persian)
18. Jazizadeh, E., and Morteza Nejad, F. 2017. Effects of water stress on morphological and physiological indices of *cichorium intybus* L. for introduction in urban landscapes. J. Plant Proc. Func. 21: 6. 279-290. (In Persian)
19. Jafari, M., Rezaeinejad, H., and Faizian, M. 2016. Effect of superabsorbent, manure and irrigation interval on some growth characteristics, physiological and biochemical of *Pelagonium graveolens*. J. Crop Improv. 18: 2. 467-480. (In Persian)
20. Jordan, J., White, R., Vietor. D., Hale, T., Thomas, J., and Engelke, M. 2003. Effect of irrigation frequency on turf quality, shoot density and root length density of five bentgrass cultivars. Crop Science. 43: 282-287.
21. Khalil, M., Bhat, N.R., Abdal, M.S., Grina, R., Al-Mulla, L., Al-Dossery, S., Bellen, R., Cruz, R., Cruz, G.D., George, J., and Christopher, A. 2006. Evaluating the suitability of groundcovers in the arid environments of Kuwait. Europ. J. Sci. Res. 15: 412-419.
22. Kholova, J., Hasan, C.T.M., Khocova, M., and Vadie, V. 2013. Doesa terminal drought tolerance QTL contribute to differences in ROS scavenging enzymes and photosynthetic pigments in pear millet exposed to drought. J. Environ. Exp. Bot. 71: 99-106.

23. Koc, E., Islek, C., and Ustun, A.S. 2014. Effect of cold on protein, proline, phenolic compounds and chlorophyll content of two pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties. Gazi Univ. J. Sci. 23: 1-6.
24. Leo, M., and Nollet, L. 2007. Handbook of water analysis. Extensively revised and updated, Handbook of Water Analysis, Second Edition provides current analytical techniques for detecting compounds in water samples. Maintaining the Top of Form. 769p.
25. Liu, J., Xie, X., Du, L., Sun, J., and Bai, X. 2008. Effects of simultaneous drought and heat stress on Kentucky bluegrass. Scientia Horticulturae. 115: 190-195.
26. Lotfi, M., Abbaszadeh, B., and Mirza, M. 2014. The effect of drought stresses on morphology, proline content and soluble carbohydrates of Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.). Iran. J. Med. Arom. Plant. 30: 1. 19-29. (In Persian)
27. Mousavi, S.G.R., Seghatoleslami, M.J., Ansarinia, E., and Javadi, H. 2012. The effect of water deficit stress and nitrogen fertilizer on yield and water use efficiency of *Calendula officinalis* L. Iran. J. Med. Arom. Plant. 28: 3. 493-508. (In Persian)
28. Page, A.L. 1992. Methods of soil Analysis. ASA and SSSA Publishers Madison WI.
29. Parvanak, K., and Mohammadi, M. 2010. Investigation of adaptation of some ground cover plants in north of Tehran. Seminar of M.Sc, Department of Agriculture, Islamic Azad University, Shahre- Rey- Branch. 154p.
30. Pourshaki, K., and Faizi, M.T. 2011. Application of *Ziziphora clinopodioides* medicinal plant in landscape design. In: Proceeding of the 5th National Congress of New Ideas in Agriculture, Islamic Azad University, Khorasgan Branch, Isfahan, Iran. 8-11 September, Pp: 131-139. (In Persian)
31. Raasam, Gh., Dadkhah, A., and Khoshnood Yazdi, A. 2015. Evaluation of water deficit on morphological and physiological traits of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). J. Agron. Sci. 10: 5. 1-12. (In Persian)
32. Richardson, M.D., Karcher, D.E., Hignight, K., and Rush, D. 2008. Drought tolerance and rooting capacity of Kentucky bluegrass cultivars. Crop Science. 48: 2429-2436.
33. Radacsi, P., Inotai, K., Sarosi, S., Czovek, P., Bernath, J., and Nemeth, E. 2010. Effect of water supply on the physiological characteristic and production of Basil (*Ocimum basilicum* L.). Europ. J. Hort. Sci. 75: 193-197.
34. Sadeghi, A., Etemadi, N., Shams, M., and Niyazmand, F. 2015. Effect of drought stress on morphological and physiological characteristics of *Agropyron desertorum* and *Festuca arundinaceae* Schreb. J. Hort. Sci. 28: 4. 544-553. (In Persian)
35. Salahvarzy, Y., Tehranfar, A., Gzanchyan, A., and Aroei, H. 2008. Physiomorphological changes under drought stress and rewatering in endemic and exotic turfgrasses. J. Hort. Sci. 22: 1-12. (In Persian)
36. Silva, H., Sagardia, S., Seguel, O., Torres, C., Franck, N., Tapia, C., and Cardemil L. 2012. Effect of water availability on growth and water use efficiency for biomass and jel production in aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller). Industrial Crops Production. 31: 20-27.
37. Shooshtarian, S., Salehi, H., and Tehranifar, A. 2011. Study of the characteristics of growth of ten ground cover plants in urban landscape of Kish Island. J. Agroecol. 3: 4. 514-524. (In Persian)
38. Sodaei Zadeh, H., Shamsaei, M., Tajamoleian, M., Mirmohamadi Mibodisadeghi, S.A.M., and Hakimzadeh, M.A. 2016. Effect of drought stress on some morphological and physiological traits of *Satureja hortensis*. J. Plant Proc. Func. 5: 15. 1-12. (In Persian)
39. Taiya, A., Nasserri, H.R., and Mousavi Nejad, S.M., and Teimouri, M. 2012. The Importance of using of medicinal plants in the development of urban landscape. In: Proceeding of the 1th National Congress of Desert, International Desert Research Center, Tehran University, Tehran, Iran. 3-5 September, Pp: 278-284. (In Persian)

40. Tatari, M., Fotouhi Ghazvini, R., Etemadi, N., Ahadi, A.M., and Mousavi, A. 2013. Study of some physiological responses in three species of turfgrass in drought stress conditions. *J. Plant Prod.* 20: 1. 63-87. (In Persian)
41. Tarkhan, A. 2015. Use of *Lavandula angustifolia* at urban landscape design. Iranian Ornamental and Ornamental Plants Association Publishing, Tehran, Iran. 187p.
42. Wang, F., Zeng, B., Sun, Z., and Zhu, C. 2009. Relationship between proline and Hg⁺²-induced oxidative stress in tolerant rice mutant. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology.* 56: 4. 723-731.
43. Yamasaki, S., and Dillenburg, L.R. 1999. Measurements of leaf relative water content in *Araucaria angustifolia*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal.* 11: 2. 69-75.
44. Zhao, Y., Aspinall, D., and Paleg, L.G. 1992. Protection of membrane integrity in *Medicago sativa* L. by glycinebetaine against the effects of freezing. *J. Plant Physiol.* 140: 541-543.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 26(2), 2019

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2019.14576.2942

Evaluation of the compatibility of *Salvia sahendica* L. plant with water stress and determining the appropriate irrigation interval for its application in landscape

***K. Parvanak**

Assistant Prof., Dept. of Agriculture, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH), Share-Rey Branch,
Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: 01.13.2018; Accepted: 01.14.2019

Abstract

Background and Objectives: The grass is one of the plants that is used widely in the landscape of industrial centers. This plant has a high water requirement. So, because of low precipitations in recent years, some medicinal plants are used as a plant in landscape, because, these plants not only resist to adverse environmental conditions, but also have low water requirement, nutrition and low maintenance cost compared to grass. However, in each region their adaptation and yield depends on various factors such as climatic conditions, physical and chemical conditions of the soil, water quality, irrigation intervals and type of plant. For this reason, the present study was designed to evaluate the compatibility of *Salvia sahendica* to water stress and determining the appropriate irrigation regime for its application as landscapes in industrial centers.

Materials and Methods: This experiment was conducted at the research farm of Isfahan Mobarakeh Steel Company. After field preparation, the research treatments including five irrigation interval (2 (control), 4, 8, 12 and 16 days) as the main factor and two plant including grass and *Salvia sahendica* as subsidiary factors was carried out in a Split plot design with randomized complete block design with 2 × 2 meters plotted in 3 replications in 1395. After the establishment of plants, the water stress was applied by irrigation intervals. At the end of the summer, the plants (leaf, root and whole plant) were harvested and plant growth factors were measured in three replications. The means comparison conducted by LSD method using MSTAT-C software.

Results: The results of analysis of variance showed that the effects of irrigation interval, species and their interaction were statistically significant at 1% on all morphological and physiological traits. Based on the results of the means comparison, by increasing the irrigation interval from 2 to 4, 8 and 16 days, a significant reduction in the studied traits were observed in the grass ($P < 0.05$). while, the lowest percentage of viability (5%), surface coverage (5%), visual scoring (10%), leaf area index (4%), relative water content of leaves (9%) and chlorophyll index (3%) was observed in the 16-day interval as compared with control plant, but the reduction of these traits in the *Salvia sahendica* was not significant to 16 days ($P > 0.05$). In this plant, the lowest records of named traits were (60%), (67%), (66%), (80%), (68%) and (59%), respectively in 16 days interval. In the grass, proline content, electrolyte leakage, the ratio of root to shoot dry weight and the root highest length were significantly increased by increasing irrigation intervals to more than 2 days ($P < 0.05$). These traits increased 4.7, 4.2, 2.3 and 2.6 times, respectively in the 16-days irrigation interval in this plant. In *Salvia sahendica*, this parameters was not affected up to 16-days interval. In 16-days interval, these traits increased by 1.2, 2, 1.7 and 1.9 times, respectively.

* Corresponding Author; Email: ka.parvanak@gmail.com

Conclusion: Considering non-significant ($P>0.05$) decreases of the studied parameters of *Salvia sahendica* up to 12-days interval in comparison with control, it can be concluded that an optimal irrigation regime of this plant in order to use in the landscape is irrigation interval of 12-days. It saves water resources in comparison with grass. According to results, the use of *Salvia sahendica* is recommended for use as landscape and alternative of grass in the studied area and in other similar areas at confidence level of 95%.

Keywords: Chlorophyll index, Prolin, Relative water content of leaves, Viability, Visual scoring

