

تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس (*Narcissus tazetta* L.)

علی ناصری مقدم^۱، حسن بیات^{۲*}، محمد حسین امینی فرد^۳ و فرید مرادی نژاد^۳
۱، ۲ و ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۶/۱۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۱۷)

چکیده

خشکی و شوری در بسیاری از مناطق جهان از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و نمو گیاهان به شمار می‌روند. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر متقابل تنش‌های خشکی و شوری بر برخی از فاکتورهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس (*Narcissus tazetta* L.) بود. این آزمایش گلدانی، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۳۹۶ انجام شد. تیمارها شامل کلرید سدیم در چهار سطح ۰ (شاهد)، ۴۰، ۶۰ و ۷۰ میلی‌مولار و تنش خشکی در چهار سطح ۷۰، ۵۰، ۳۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی بودند. نتایج نشان داد تنش‌های خشکی و شوری باعث کاهش معنی‌دار طول و عرض برگ، وزن خشک اندام هوایی و سوخ، طول ساقه گل‌دهنده و قطر گل، محتوای نسبی آب و محتوای کلروفیل شدند. با این وجود، تأثیر تنش‌های شوری و خشکی و اثر متقابل آنها بر کاهش تعداد گل در ساقه گل‌دهنده معنی‌دار نبود. در مقابل مقادیر نشت‌یونی و محتوای پرولین تحت تأثیر این دو تنش افزایش یافتند. به طور کلی، نتایج نشان داد در محدوده تیمارهای اعمال شده، اثرات مخرب تنش شوری بر صفات رشدی، زینتی و فیزیولوژیکی گل نرگس بیشتر از تنش خشکی بود.

واژه‌های کلیدی: پرولین، تعداد گل، قطر گل، محتوای کلروفیل، نشت یونی.

Effects of drought and salinity stresses on some morphological and physiological characteristics of *Narcissus tazetta* L. flower

Ali Naseri Moghadam¹, Hassan Bayat^{2*}, Mohamad Hossein Aminifard² and Farid Moradinezhad³
1, 2, 3. M. Sc. Student, Assistant Professor and Associated Professor, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
(Received: Sep. 8, 2018 - Accepted: Dec. 8, 2018)

ABSTRACT

Drought and salinity are among the most important factors limiting plant growth in many parts of the world. The purpose of this study was to investigate the interaction effects of drought and salinity stresses on some morphological and physiological factors of *Narcissus tazetta* L. This pot experiment was conducted as a factorial based on completely randomized design with three replications at the Faculty of Agriculture, University of Birjand in 2017. The treatments included sodium chloride (NaCl) in four levels 0 (control), 20, 40 and 60 mM and drought stress in four levels 30, 50, 70 and 90% of field capacity. The results showed that salinity and drought stresses decreased length and width of leaf, dry weight of shoot and bulb, relative water content and chlorophyll content. However, the effects of salinity and drought stress and their interaction on reducing the number of flowers in flowering stem were not significant. In contrast, electrolyte leakage and proline content were increased under these two stresses. In general, the results showed that in the range of applied treatments, the destructive effects of salinity stress on growth, ornamental and physiological traits of *N. tazetta* flower were more than drought stress.

Keywords: Chlorophyll content, electrolyte leakage, flower diameter, flower number, proline.

* Corresponding author E-mail: hassanbayat@birjand.ac.ir

مقدمه

بنابر آمار بیش از ۷ درصد اراضی کل زمین و ۲۵ تا ۵۰ درصد از نواحی قابل آبیاری آن با مشکل شوری روبرو می‌باشند (Yousef, 2009). همچنین بیش از ۶/۱ میلیارد هکتار معادل ۴۷/۲ درصد از سطح کره زمین را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهند (Mahajan & Tuteja, 2005). رشد بسیاری از گیاهان در محیط‌های شور به دلیل تنش اسمزی، تجمع یون‌های سمی نظیر سدیم و کلر در بافت‌های گیاهی و همچنین اختلال در جذب عناصر غذایی کاهش می‌یابد. تجمع این یون‌ها سبب کاهش فعالیت‌های آنزیمی، تغییر الگوی توزیع کربوهیدرات‌ها و تولید متابولیت‌هایی نظیر پرولین در گیاه می‌گردد (Ghasemi Phyrouzabadi, 2001). تنش شوری می‌تواند با کاهش پتانسیل آب و پسابدگی بر مورفولوژی و فیزیولوژی گیاه تأثیرگذار باشد. در واقع رادیکال‌های آزاد اکسیژن تولید شده در اثر تنش‌های خشکی و شوری به چربی‌ها، پروتئین‌ها و حتی نوکلئیک اسیدهای سلولی حمله کرده و بدین ترتیب در اولین مرحله، تراوایی غشای سلولی مختل می‌گردد (Sreenivasulu et al., 2000). در مواقعی که شوری باعث می‌شود آب در اختیار گیاه قرار نگیرد، تنش خشکی نیز در گیاه ایجاد می‌شود (Hajmohammadnia Ghalibaf & Selahvarzi, 2012). خشکی نیز یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است (Abedi & Pakniyat, 2010). برای انجام عمل فتوسنتز، تبادلات گازی ضروری است. در اثر کمبود آب، روزنه‌ها بسته شده و تبادلات گازی کاهش یافته، در نتیجه دی‌اکسیدکربن کمتری در دسترس گیاه قرار می‌گیرد و فتوسنتز کاهش می‌یابد (Ueda et al., 2003). تجمع پرولین در بافت‌های گیاهی که آب از دست داده‌اند اولین بار در سال ۱۹۵۴ گزارش شد (Pessarakli & Szabolcs, 1999). افزایش غلظت این اسید آمینه که به تنظیم اسمزی کمک می‌کند، ناشی از چند عامل گزارش شده است از جمله: ممانعت از تجزیه پرولین، جلوگیری از ورود پرولین به پروتئین و یا افزایش تجزیه پروتئین

که ممکن است با کاهش رشد همراه باشد (Mahajan & Tuteja, 2005). نتایج آزمایش‌ها نشان داد تجمع پرولین و کربوهیدرات‌های محلول درجهت تنظیم اسمزی در صورتی روی می‌دهد که پتانسیل آب بیش از یک مگاپاسکال کاهش یابد (Pessarakli & Szabolcs, 1999). (Veatch-Blohm et al., 2013) گزارش کردند که تنش شوری باعث کاهش وزن خشک سوخ و اندام هوایی ارقام گل نرگس دافودایل (*Narcissus sp. L.*) شد. در آزمایشی مشخص شد گل و پدازه زعفران (*Crocus sativus L.*) به ترتیب بیشترین و کمترین حساسیت را به کمبود آب خاک دارند (Sepaskhah & Yarami, 2009). گزارش شده است که دو گونه سوخ‌دار *Hippeastrum × hybridum* و *Ornithogalum arabicum L.* بسیار حساس به شوری می‌باشند و میزان آسیب با سطح شوری ارتباط مستقیم داشت و باعث کاهش وزن در تمام اندام‌های گیاه شد (Shillo, 2002).

گل نرگس (*Narcissus spp.*) از تیره نرگسیان (Amaryllidaceae) می‌باشد که یکی از مهم‌ترین گیاهان زینتی و دارویی است که گونه‌های مختلف آن در سرتاسر دنیا به جز مناطق گرمسیری رشد می‌کنند (Dole & Wilkins, 2005). نرگس شهلا (*Narcissus tazetta L. cv. 'Shahla'*) گیاهی سوخ‌دار و چندساله است که از آن به عنوان گل بریده، باغچه‌ای و گلدانی استفاده می‌شود (Li et al., 2012). این گونه بومی فرانسه، پرتغال، اسپانیا و نواحی مدیترانه‌ای بوده و در مناطق مختلف ایران به‌خصوص شمال، شمال‌شرق، فارس، بوشهر، بهبهان، کرمان و خراسان جنوبی رویش دارد و زمان گلدهی آن پاییز و زمستان است (Nakhaei et al., 2008). براساس آمار جهاد کشاورزی در سال ۹۵، میزان کل تولید گل شاخه بریده ۲۵۰۶۱۰۹۴۶۰ شاخه بوده است که از این مقدار، ۳۰۰۰۰۰۰ شاخه را گل نرگس به خود اختصاص داده است (Agricultural Statistics of the Ministry of Agriculture Jihad, 2016). این گیاه زینتی به جهت دارا بودن خواص دارویی بسیار مورد توجه است (Soleimani et al., 2007). به‌عنوان مثال گل‌ها و سوخ‌های آن در درمان تب دوره‌ای و اسهال خونی و

نمونه‌گیری از خاک برای تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن انجام گردید. همچنین مقدار pH و EC آب اندازه‌گیری شد (جدول ۱). گلدان‌های مورد استفاده برای اجرای آزمایش پلاستیکی و قطر دهانه و ارتفاع آن به ترتیب ۲۳ و ۲۵ سانتی‌متر بودند. برای ضدعفونی و جلوگیری از شیوع بیماری‌های قارچی، ابتدا سوخ‌ها به مدت ۳۰ ثانیه در قارچ‌کش بنومیل با غلظت ۲ در هزار غوطه‌ور گردید و سپس در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک کشت و بلافاصله آبیاری شدند. گیاهان در طی دوره رشد اولیه و استقرار (به مدت ۴ هفته) به تعداد دفعات دوبر در هفته آبیاری شدند. قبل از شروع اعمال تیمارهای خشکی و شوری، گلدان‌ها با کود کامل NPK (۲۰-۲۰-۲۰) و با غلظت ۲ در هزار تغذیه شدند. تنش خشکی بر حسب ظرفیت زراعی خاک گلدان‌ها اعمال گردید. ظرفیت زراعی خاک آزمایش برابر $(FC = \frac{1}{20})$ به دست آمد. وضعیت رطوبتی تمامی گلدان‌ها به وسیله وزن کردن روزانه آنها در ساعت ۹ صبح مشخص گردید. نقصان رطوبتی گلدان‌های شاهد و خشکی (بدون تیمار شوری) با اضافه نمودن مقدار آب لازم (شاهد) و رساندن به حد ظرفیت زراعی در تیمارهای مورد نظر جبران شد. برای اعمال تنش خشکی و شوری سایر گلدان‌ها، متناسب با تیمار مورد نظر، از آب شور جهت اعمال تنش‌های خشکی و شوری مربوطه استفاده شد.

صفات اندازه‌گیری شده

اعمال تیمارهای خشکی و شوری حدود سه ماه به طول انجامید و سپس صفات اندازه‌گیری شدند. صفات مورد بررسی شامل صفات رویشی، زایشی و فیزیولوژیکی بودند. طول بزرگترین برگ و طول ساقه گل‌دهنده (از روی سطح خاک) با خط‌کش اندازه‌گیری شدند. عرض برگ (قسمت وسط برگ) و قطر گل نیز با کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شدند (Gerailoo *et al.*, 2014). همچنین تعداد گل بر روی ساقه گل‌دهنده شمارش شد. برای تعیین وزن خشک اندام هوایی، سوخ و ریشه، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و سپس توزین شدند (Gerailoo *et al.*, 2014).

ریشه‌های آن در درمان آبسه، جوش‌ها و بیماری‌های پوستی استفاده می‌شود (Kinghorn, 1987). لیکتین‌های جداسازی شده از این گیاه نیز فعالیت ضد HIV-1 از خود نشان می‌دهند (Soleimani *et al.*, 2007). از طرف دیگر عطر گل‌های نرگس ارزش بالایی در صنایع عطر سازی دارد (van Dort, 1993). با توجه به اینکه گیاه نرگس یکی از محصولات مهم اقتصادی و زیر کشت در ایران می‌باشد و از طرف دیگر بحران خشکسالی و شوری آب و خاک از مشکلات جدی بخش تولید در کشاورزی است، آگاهی از میزان تحمل این گیاه به تنش‌های خشکی و شوری به منظور تولید بهینه محصول، موضوعی لازم و ضروری می‌باشد. با توجه به مطالعات و بررسی‌های انجام شده تاکنون تحقیق جامع و کاملی در زمینه تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر گیاه نرگس شهلا گزارش نشده است. از این رو، تحقیق حاضر با هدف مطالعه تأثیر توأم تنش‌های خشکی و شوری بر برخی از خصوصیات رشدی، مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در اوایل شهریور سال ۱۳۹۶ در پردیس دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در کیلومتر ۵ جاده بیرجند-کرمان با عرض جغرافیایی ۳۲ و ۵۶ شمالی، طول جغرافیایی ۵۹ و ۱۳ شرقی و ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا انجام شد. بعد از خریداری سوخ‌های نرگس از شهرستان خوسف، جداسازی سوخ‌های هم‌اندازه با قطر حدود ۵ سانتی‌متر و وزن تقریبی ۲۵ گرم انجام شد و کشت سوخ‌ها در ۲۰ شهریور ماه انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول تنش خشکی در چهار سطح ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ (شاهد) درصد ظرفیت زراعی (FC) و فاکتور دوم سدیم کلرید (NaCl) (مرک آلمان با خلوص ۹۹ درصد) در چهار سطح صفر (شاهد)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار بودند که مقادیر نمک به آب آبیاری مورد استفاده در منطقه اضافه شدند. هدایت الکتریکی آب آبیاری حاوی سدیم کلرید با غلظت‌های صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار به ترتیب ۱/۱، ۳/۲۵، ۵/۴۰ و ۷/۹۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. قبل از اجرای آزمایش،

جدول ۱. مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک و آب استفاده‌شده در آزمایش

Table 1. Physicochemical characteristics of soil and water used in this experiment

Texture	Soil				Water					
	Silt (%)	Clay (%)	Sand (%)	FC (%)	pH	EC (ds/m)	Na (meq/l)	EC (ds/m)	pH	Na (meq/l)
Sandy loam	29	28	43	20	8.1	1.94	11.0	1.1	7.79	5.6

سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. سپس در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b وسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Model Unico 2100, China) مقدار جذب عصاره قرائت شد.

پرویلین به روش Bates *et al.* (1973) اندازه‌گیری شد. ابتدا ۰/۱ گرم برگ تازه در هاون چینی همراه با ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالیسیلیک اسید ۳/۳ درصد به خوبی ساییده و در مرحله بعد دو میلی‌لیتر از معرف ناین‌هیدرین و دو میلی‌لیتر استیک اسید گلاسیال (خالص) به هر یک از لوله‌های محتوی عصاره و یا استاندارد افزوده شد. معرف ناین‌هیدرین با مخلوط نمودن ۱/۲۵ گرم ناین‌هیدرین به اضافه ۲۰ میلی‌لیتر فسفریک اسید ۶ مولار و همچنین ۳۰ میلی‌لیتر استیک اسید خالص و سپس حل‌نمودن آنها در حمام آب گرم آماده شد. لوله‌ها به مدت یک ساعت در حمام آب جوش (بن‌ماری) در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس به‌منظور خنک‌شدن به داخل مخلوط آب و یخ منتقل شدند. در این مرحله و در زیر هود ۶ میلی‌لیتر تولوئن به هر یک از لوله‌های آزمایش افزوده و به مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه به‌شدت تکان داده شدند. در نهایت میزان جذب نور در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 صورت گرفت. برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

صفات رویشی

طول برگ

نتایج نشان داد اثر تنش‌های خشکی و شوری و اثر

برای اندازه‌گیری و محاسبه میزان نسبی آب برگ (RWC) از روش Weaterley & Barrs (1962) استفاده گردید. ابتدا نمونه‌های برگ به قطعات کوچک هم‌اندازه تقسیم شده و بلافاصله وزن تر (FW) آنها اندازه‌گیری شد. سپس این برگ‌ها برای اندازه‌گیری وزن آماس (TW)، به مدت ۶ ساعت در حالت کاملاً غوطه‌ور در آب مقطر قرار گرفته و دوباره توزین شدند. در نهایت برای به‌دست‌آوردن وزن خشک (DW)، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۸ درجه سانتی‌گراد آون قرار داده شدند و مقدار RWC از رابطه زیر محاسبه گردید.

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

جهت تعیین پایداری غشای سلول‌های برگ از شاخص نشت یونی (EL) استفاده گردید (Barranco *et al.*, 2005). در این روش ابتدا قطعات برگ با اندازه دو سانتی‌متر تهیه شد. این قطعات پس از شست‌وشو همراه با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر در لوله‌های آزمایش قرار گرفتند. سپس لوله‌های آزمایش به مدت ۱۷ تا ۱۸ ساعت به‌وسیله شیکر (۱۶۰ دور در دقیقه) تکان داده شدند. در این مرحله مقدار هدایت الکتریکی نمونه‌های آزمایش (E1) به‌وسیله دستگاه هدایت‌سنج مدل JENWAY اندازه‌گیری شد. سپس لوله‌های آزمایش جهت کشته شدن سلول‌های برگ به اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه انتقال داده شدند. به این طریق اندازه‌گیری هدایت الکتریکی در این مرحله نیز پس از سرد شدن محتویات داخل لوله‌های آزمایش انجام پذیرفت (E2). در نهایت مقادیر نشت الکترولیت با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$EL = (E_1 / E_2) \times 100$$

کلروفیل به روش Arnon (1967) اندازه‌گیری شد. مقدار نیم گرم از برگ تر گیاهی را در هاون چینی ریخته، سپس با استفاده از نیتروژن مایع آن را خرد کرده و به خوبی له شد. سپس ۲۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد به نمونه اضافه شد و سپس در دستگاه

متقابل آنها بر طول برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر تنش‌های اعمال شده نشان داد با افزایش سطوح هر یک از تنش‌های شوری و خشکی از طول برگ گیاهان کاسته شد، به طوری که شدیدترین تیمارهای خشکی (۳۰ درصد ظرفیت زراعی) و شوری (۶۰ میلی‌مولار) طول برگ را به ترتیب ۴۳/۲ و ۳۵/۱ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش دادند. کاهش طول برگ در تیمار خشکی کمتر از ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و در تیمار شوری بیشتر از ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر (شاهد) مشاهده شد (جدول ۳). همچنین نتایج اثر متقابل شوری و خشکی نشان داد کمترین طول برگ از شدیدترین سطوح تنش شوری و خشکی (۶۰ میلی‌مولار × ۳۰ درصد ظرفیت زراعی) با ۶۳/۴ درصد کاهش در مقایسه با شاهد (۹۰ درصد ظرفیت زراعی × صفر میلی‌مولار) به دست آمد (جدول ۴). Bahadoran & Salehi (2015) گزارش کردند که طول برگ گل مریم تحت تأثیر تنش‌های خشکی و شوری کاهش یافت. Pessarakli & Kopec (2008) اظهار داشتند در گراس‌های چمنی ارتفاع بخش هوایی و برگ‌ها تحت سطوح مختلف شوری و خشکی کاهش یافتند؛ هرچند که این کاهش تحت شرایط خشکی به صورت مشخص‌تری در مقایسه با شوری قابل مشاهده بود. همچنین Sanchez-blanco et al. (2004) گزارش کردند تنش خشکی سطح برگ و سرعت رشد برگ گیاه سیستوس (*Cistus albidus*)

را کاهش می‌دهد. این تنش‌ها باعث کاهش تقسیم و طولی شدن سلول‌ها شده و در نتیجه طول گیاه را کاهش می‌دهند (Sadeghi & Khani, 2012; Shahbazi et al., 2016). به نظر می‌رسد فرایند طولی شدن بیشتر از تقسیم سلول‌ها، تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد که علت آن نیروی پسابیدگی و معکوس پتانسیل بر جذب آب سلول است (Pessarakli & Kopec, 2008; Shao, 2008).

عرض برگ

اثر تنش‌های خشکی و شوری به طور معنی‌داری باعث کاهش عرض برگ شدند، ولی اثر متقابل آنها معنی‌دار نشد (جدول ۲). کاهش عرض برگ در تیمار خشکی کمتر از ۷۰ درصد ظرفیت زراعی و در تیمار شوری بیشتر از ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۳). گزارش شده است طول و عرض برگ گیاه مریم گلی در اثر تنش خشکی کاهش یافته است (Bettaieb et al., 2009). کاهش عرض برگ به دلیل لوله‌ای شدن و پیچش برگ تحت شرایط تنش خشکی در گیاه *Agropyron cristatum* گزارش شده است (Bayat et al., 2016). این پاسخ گیاه به تنش خشکی از طریق مکانیسم اجتناب، باعث کاهش هدررفت آب برگ‌ها شده و از افت بیشتر کیفیت گیاه در صورت تداوم تنش خشکی جلوگیری می‌کند.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نرگس

Table 2. Results of variance analysis for physiological and morphological traits of *Narcissus tazetta* L.

Source of variation	df	MS						
		Leaf length	Leaf width	Dry weight of leaves	Dry weight of bulb	Length of flowering stem	Flower diameter	Flower number
Salinity	3	407.87**	0.58**	0.93**	3.01**	122.26**	0.96**	0.13 ^{ns}
Drought	3	586.70**	0.96**	0.91**	11.49**	41.37**	0.68**	0.24 ^{ns}
Salinity × drought	9	50.52**	0.04 ^{ns}	0.33**	2.19**	16.50**	0.15**	0.12 ^{ns}
Error	30	10.16	0.02	0.10	0.52	0.49	0.16	0.18
CV (%)		10.14	10.88	28.36	9.20	3.87	3.35	9.68

*, **, ns: Significance at 5 and 1 of probability levels and non-significance, respectively.

ادامه جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نرگس

Continued table 2. Results of variance analysis for physiological and morphological traits of *Narcissus tazetta* L.

Source of variation	df	MS					
		RWC	Electrolyte leakage	Leaf proline	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total chlorophyll
Salinity	3	148.30**	230.62**	0.0322**	0.224*	0.480**	1.315*
Drought	3	298.70**	300.51**	0.0207**	0.374**	0.697**	2.050**
Salinity × drought	9	87.65**	31.34**	0.0027**	0.075**	0.098**	0.268**
Error	30	27.61	0.64	0.00018	0.009	0.020	0.034
CV (%)		8.07	2.23	1.88	12.35	24.17	13.29

*, **, ns: Significance at 5 and 1 of probability levels and non-significance, respectively.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر تنش‌های خشکی و شوری بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس

Table 3. Mean comparison effect of drought and salinity stresses on physiological and morphological traits of

Narcissus tazetta L.

Treatments	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Dry weight of leaves (g/plant)	Dry weight of bulb (g/plant)	Length of flowering stem (cm)	Flower diameter (cm)	Flower number
Drought (%FC)							
90	38.83 ^a	1.65 ^a	1.30 ^a	8.99 ^a	20.54 ^a	2.56 ^a	4.62 ^a
70	33.36 ^b	1.55 ^{ab}	1.29 ^a	7.80 ^b	18.16 ^b	2.21 ^b	4.50 ^a
50	31.51 ^b	1.43 ^b	1.22 ^a	7.95 ^b	17.54 ^c	2.12 ^c	4.54 ^a
30	22.04 ^c	1.00 ^c	0.72 ^b	6.60 ^c	16.08 ^d	2.00 ^d	4.29 ^a
Salinity (mM)							
Control	37.93 ^a	1.68 ^a	1.52 ^a	8.43 ^a	22.33 ^a	2.56 ^a	4.50 ^a
20	34.17 ^b	1.50 ^b	1.10 ^b	8.06 ^{ab}	18.62 ^b	2.34 ^b	4.62 ^a
40	29.04 ^c	1.25 ^c	1.07 ^b	7.47 ^{bc}	16.29 ^c	2.01 ^c	4.45 ^a
60	24.61 ^d	1.20 ^c	0.85 ^b	7.38 ^c	15.08 ^d	1.97 ^c	4.37 ^a

ادامه جدول ۳. مقایسه میانگین اثر تنش‌های خشکی و شوری بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس

Continued table 3. Mean comparison effect of drought and salinity stresses on physiological and morphological traits of *Narcissus tazetta* L.

Treatments	RWC (%)	Electrolyte leakage (%)	Leaf proline (μmol/g FW)	Chlorophyll a (mg/g FW)	Chlorophyll b (mg/g FW)	Total chlorophyll (mg/g FW)
Drought (%FC)						
90	70.35 ^a	31.19 ^d	0.661 ^d	1.064 ^a	0.929 ^a	1.993 ^a
70	66.98 ^{ab}	32.94 ^c	0.698 ^c	0.747 ^b	0.611 ^b	1.358 ^b
50	64.32 ^b	36.89 ^b	0.721 ^b	0.762 ^b	0.464 ^c	1.226 ^b
30	58.55 ^c	42.47 ^a	0.760 ^a	0.658 ^c	0.382 ^c	1.041 ^c
Salinity (mM)						
Control	70.30 ^a	29.40 ^c	0.683 ^{bc}	0.996 ^a	0.825 ^a	1.821 ^a
20	63.59 ^b	36.99 ^b	0.677 ^c	0.781 ^b	0.668 ^b	1.450 ^b
40	63.51 ^b	38.27 ^a	0.693 ^b	0.787 ^b	0.539 ^c	1.326 ^b
60	62.81 ^b	38.83 ^a	0.787 ^a	0.668 ^c	0.353 ^d	1.021 ^c

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک در هر ستون هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means in each column, followed by similar letters are not significantly different at the 5% probability level using Duncan test.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و شوری بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس (*Narcissus tazetta*)

Table 4. Mean comparison interaction effect of drought × salinity stress on morphological and physiological traits of

Narcissus tazetta L.

Treatments		Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Dry weight of leaves (g/plant)	Dry width of bulb (g/plant)	Length of flowering stem (cm)	Flower diameter (cm)	Chlorophyll a (mg/g FW)	Chlorophyll b (mg/g FW)	Total chlorophyll (mg/g FW)	Flower number	
Salinity (mM)	Drought (%FC)	90	50.67 ^a	2.08 ^a	2.00 ^{ab}	10.18 ^a	30.00 ^a	3.32 ^a	1.55 ^a	1.40 ^a	2.95 ^a	4.50 ^a
		70	42.00 ^b	1.76 ^b	2.03 ^a	8.85 ^{bc}	21.00 ^b	2.39 ^c	0.87 ^{bc}	0.90 ^{bc}	1.77 ^{bcd}	4.66 ^a
(Control)	50	36.22 ^c	1.72 ^{bc}	1.14 ^{c-f}	7.14 ^{def}	20.33 ^{bc}	2.34 ^c	0.87 ^{bc}	0.67 ^{cd}	1.55 ^{ode}	4.50 ^a	
	30	22.83 ^{gh}	1.16 ^{gh}	0.90 ^{def}	7.57 ^{cde}	18.00 ^{ef}	2.21 ^d	0.67 ^{d-g}	0.32 ^{gh}	1.00 ^{gh}	4.33 ^a	
	90	44.83 ^b	1.81 ^b	1.44 ^{bcd}	8.96 ^{abc}	19.00 ^{de}	2.81 ^b	0.85 ^{bcd}	1.05 ^b	1.91 ^b	5.00 ^a	
	70	34.17 ^{cd}	1.61 ^{bcd}	1.28 ^{cde}	8.03 ^{bcd}	19.50 ^{cd}	2.35 ^c	0.82 ^{cde}	0.64 ^{c-f}	1.47 ^{def}	4.66 ^a	
20	50	34.33 ^{cd}	1.53 ^{b-e}	1.09 ^{c-f}	8.19 ^{bcd}	18.66 ^{de}	2.21 ^d	0.79 ^{c-f}	0.39 ^{fgh}	1.19 ^{fg}	4.66 ^a	
	30	23.33 ^{gh}	1.03 ^{ghi}	0.58 ^f	7.07 ^{def}	17.33 ^{fg}	2.02 ^{ef}	0.64 ^{efg}	0.57 ^{d-g}	1.22 ^{efg}	4.16 ^a	
	90	31.83 ^{cde}	1.30 ^{efg}	0.96 ^{def}	7.57 ^{cde}	17.33 ^{fg}	2.09 ^{de}	1.03 ^b	0.83 ^{bcd}	1.87 ^{bc}	4.50 ^a	
	70	30.17 ^{def}	1.45 ^{c-f}	0.93 ^{def}	7.83 ^{cde}	16.83 ^{gh}	2.08 ^{de}	0.61 ^{fg}	0.53 ^{e-h}	1.15 ^{fgh}	4.50 ^a	
40	50	30.67 ^{gh}	1.28 ^{g-h}	1.61 ^{abc}	8.30 ^{bcd}	16.16 ^{ghi}	1.97 ^{efg}	0.71 ^{c-g}	0.43 ^{e-h}	1.14 ^{fgh}	4.33 ^a	
	30	23.50 ^{gh}	1.00 ^{hi}	0.77 ^f	6.18 ^{fg}	14.83 ^{jk}	1.91 ^{fg}	0.78 ^{c-g}	0.34 ^{gh}	1.12 ^{fgh}	4.50 ^a	
	90	28.00 ^{efg}	1.40 ^{def}	0.80 ^{ef}	9.23 ^{ab}	15.83 ^{hij}	2.02 ^{ef}	0.80 ^{cd}	0.42 ^h	1.23 ^{efg}	4.50 ^a	
	70	27.10 ^{efg}	1.40 ^{def}	0.94 ^{def}	6.51 ^{efg}	15.33 ^{ijk}	2.00 ^{efg}	0.67 ^{d-g}	0.35 ^{gh}	1.02 ^{gh}	4.16 ^a	
60	50	24.83 ^{fg}	1.20 ^{fgh}	1.03 ^{c-f}	8.19 ^{bcd}	15.00 ^{jk}	1.98 ^{efg}	0.66 ^{efg}	0.35 ^{gh}	1.01 ^{gh}	4.66 ^a	
	30	18.50 ^h	0.83 ⁱ	0.63 ^f	5.57 ^g	14.16 ^k	1.81 ^g	0.53 ^g	0.28 ^h	0.81 ^h	4.16 ^a	

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک در هر ستون هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means in each column, followed by similar letters are not significantly different at the 5% probability level using.

و سوخ گل مریم شدند که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. علاوه بر این، تنش شوری سبب کاهش وزن خشک سوخ و اندام هوایی رقم های گل نرگس دافودایل (*Narcissus sp. L.*) شد (Veatch-Blohm *et al.*, 2013). در تنش توأم خشکی و شوری، با کاهش شدید پتانسیل آب محیط ریشه و تشدید اثر تنش شوری به دلیل افزایش تجمع یون های سدیم و کلر، نفوذپذیری نسبی غشا افزایش یافته که منجر به کاهش وزن خشک اندام هوایی می گردد. این مسأله نشان می دهد که افزایش تولید ماده خشک تابع وجود آب قابل وصول در محیط ریشه و در نتیجه انتقال غذای لازم از ریشه به برگ ها و در نهایت انجام فنوسنتز در شرایط بهینه است (Sabet Teimouri *et al.*, 2011).

صفات زایشی

تعداد گل

نتایج نشان داد که تنش های خشکی و شوری و اثر متقابل آنها تأثیر معنی داری بر کاهش تعداد گل در ساقه گل دهنده نداشتند (جدول ۳).

طول ساقه گل دهنده

نتایج نشان داد با افزایش سطوح هر یک از تنش های شوری و خشکی از طول ساقه گل دهنده گیاهان کاسته شد، به طوری که شدیدترین تیمارهای خشکی و شوری به ترتیب با ۱۶/۰۸ و ۱۵/۰۸ سانتی متر کمترین طول ساقه گل دهنده را به خود اختصاص داده اند. کاهش طول ساقه گل دهنده در تیمار خشکی کمتر از ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و در تیمار شوری بیشتر از ۱/۱ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۳). کمترین طول ساقه گل دهنده (۱۴/۱۶ سانتی متر) از تنش خشکی ۳۰ درصد ظرفیت زراعی × شوری ۶۰ میلی مولار به دست آمد (جدول ۴).

قطر گل

اثر شوری و خشکی و اثر متقابل آنها در سطح احتمال ۱ درصد بر قطر گل معنی دار بود (جدول ۲)، به طوری که کمترین قطر گل در تنش خشکی ۳۰

Zhang *et al.* (2001) گزارش کردند تحت شرایط تنش خشکی در گیاهان متحمل، سنتز آبسزیک اسید در ریشه افزایش یافته و به برگ ها جهت پیچیده شدن برگ منتقل می شود. این عمل سبب کاهش خسارت تابش نوری به سطح برگ (Araus *et al.*, 2002) و تنش های اکسیداتیو (Richards, 1996) تحت تنش خشکی می گردد.

وزن خشک اندام هوایی و سوخ

اثر تنش های اعمال شده بر وزن خشک اندام هوایی در سطح ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۲)، به طوری که در شرایط تنش خشکی، مقدار این صفت از ۱/۳۰ گرم در تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی به ۰/۷۲ گرم در ۳۰ درصد ظرفیت زراعی و در تنش شوری از ۱/۵۲ گرم تیمار صفر میلی مولار به ۰/۸۵ گرم در ۶۰ میلی مولار کاهش یافت. وزن خشک اندام هوایی تا سطح ۵۰ درصد ظرفیت زراعی تفاوت معنی داری با شاهد نداشت، ولی همه سطوح شوری سبب کاهش معنی دار این صفت نسبت به تیمار صفر میلی مولار شدند (جدول ۳). در اثر متقابل دو تنش، کمترین وزن خشک از تیمار ۳۰ درصد ظرفیت زراعی و شوری ۲۰ میلی مولار به دست آمد (۷۱ درصد کاهش نسبت به تیمار صفر میلی مولار × ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) (جدول ۴). اثر ساده و همچنین اثر متقابل تنش ها بر وزن خشک سوخ در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). تنش های خشکی ۳۰ درصد ظرفیت زراعی و شوری ۶۰ میلی مولار کلرید سدیم، وزن خشک سوخ را به ترتیب ۲۶ و ۱۲ درصد نسبت به تیمار شاهد (۹۰ درصد ظرفیت زراعی و صفر میلی مولار) کاهش دادند (جدول ۳). کاهش وزن خشک سوخ در تیمار خشکی کمتر از ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و در تیمار شوری بیشتر از ۳/۲۵ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۳). همچنین کمترین وزن خشک سوخ از تیمار ۶۰ میلی مولار کلرید سدیم × ۳۰ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد که ۴۵ درصد نسبت به تیمار شاهد کمتر بود (جدول ۴). Bahadoran & Salehi (2015) گزارش کردند تنش های خشکی و شوری سبب کاهش معنی دار وزن خشک اندام هوایی

است (Guerfel *et al.*, 2009; Bahadoran & Salehi, 2015; Caser *et al.*, 2018). از صدمات اکسیداتیو مهمی که در شرایط تنش‌های خشکی و شوری ایجاد می‌شود، تخریب مولکول کلروفیل است. کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی تحت تأثیر خشکی و شوری ممکن است ناشی از کاهش سنتز کمپلکس اصلی رنگدانه کلروفیل، تخریب نوری کمپلکس پروتئینی رنگدانه‌های a و b که محافظت‌کننده دستگاه فتوسنتزی هستند، صدمه اکسیداتیو لیپیدهای کلروپلاست، رنگدانه‌ها و پروتئین‌ها یا افزایش فعالیت آنزیم کلروفیل‌لاز باشد (Egert & Tevini, 2002).

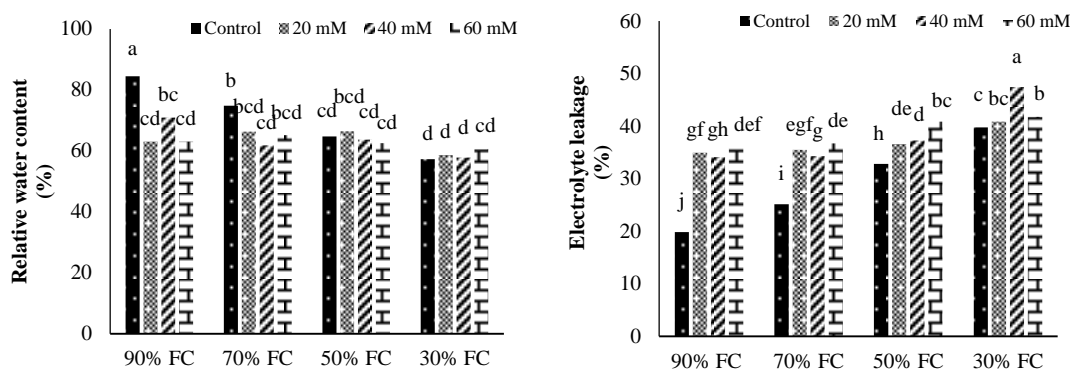
محتوای نسبی آب و نشت یونی

اثر شوری و خشکی و اثر متقابل آنها در سطح احتمال ۱ درصد بر محتوای نسبی آب برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر تنش‌های اعمال شده نشان داد با افزایش سطوح هر یک از تنش‌های شوری و خشکی، میزان محتوای نسبی آب گیاه کاهش یافت، به طوری که کمترین میزان محتوای نسبی آب از تنش شوری ۶۰ میلی‌مولار و تنش خشکی ۳۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب با ۱۰ و ۱۶ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد (۹۰ درصد ظرفیت زراعی و صفر میلی‌مولار) به دست آمد. لازم به ذکر است نتایج نشان داد محتوای نسبی آب در تنش خشکی ۷۰ درصد ظرفیت زراعی تفاوت معنی‌داری در مقایسه با شاهد (۹۰ درصد ظرفیت زراعی) نداشت (جدول ۳). در اثر متقابل این دو تنش، کمترین محتوای نسبی آب در سطح شوری شاهد خشکی ۳۰ درصد ظرفیت زراعی (۳۲ درصد کاهش نسبت به تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی × صفر میلی‌مولار) مشاهده شد (شکل ۱). محتوای نسبی آب یکی از پارامترهای رایج مورد استفاده برای تعیین وضعیت آب داخل گیاه است، به طوری که گیاهان مقاوم تحت شرایط تنش‌های خشکی و شوری محتوای نسبی آب بالاتری نسبت به گیاهان حساس دارند. هر اندازه کمبود آب خاک با پیشرفت تنش خشکی افزایش یابد اصولاً از محتوای آب برگ کاسته می‌شود. در شرایط تنش خشکی، گیاه دچار کاهش آب درون سلولی خواهد شد که نتیجه آن کاهش محتوای نسبی آب برگ خواهد بود (Bayat *et al.*, 2016).

درصد ظرفیت زراعی (۲۱ درصد کاهش در مقایسه با ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) و شوری ۶۰ میلی‌مولار (۲۳ درصد کاهش در مقایسه با تیمار صفر میلی‌مولار) به دست آمد. کاهش قطر گل در تیمار خشکی کمتر از ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و در تیمار شوری بیشتر از ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۳). همچنین کمترین قطر گل از تیمار ۳۰ درصد ظرفیت زراعی × شوری ۶۰ میلی‌مولار حاصل شد که با کاهش ۴۵ درصدی در مقایسه با تیمار شاهد (۹۰ درصد ظرفیت زراعی × شوری صفر میلی‌مولار) همراه بود (جدول ۴). Shillo *et al.* (2002) گزارش کردند در گیاه لیمونیوم (*Limonium spp.*) طول ساقه گل‌دهنده و قطر گل تحت سطوح مختلف شوری کاهش یافتند. همچنین Bahadoran & Salehi (2015) نیز اظهار داشتند تنش‌های شوری و خشکی باعث کاهش طول ساقه گل‌دهنده و قطر گل مریم شدند که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت. تنش‌های شوری و خشکی باعث کاهش تقسیم و طویل شدن سلول‌ها می‌گردند و از این طریق سبب کوتاه‌شدن ارتفاع ساقه گل‌دهنده و کاهش قطر گل می‌شوند (Tabatabae *et al.*, 2012).

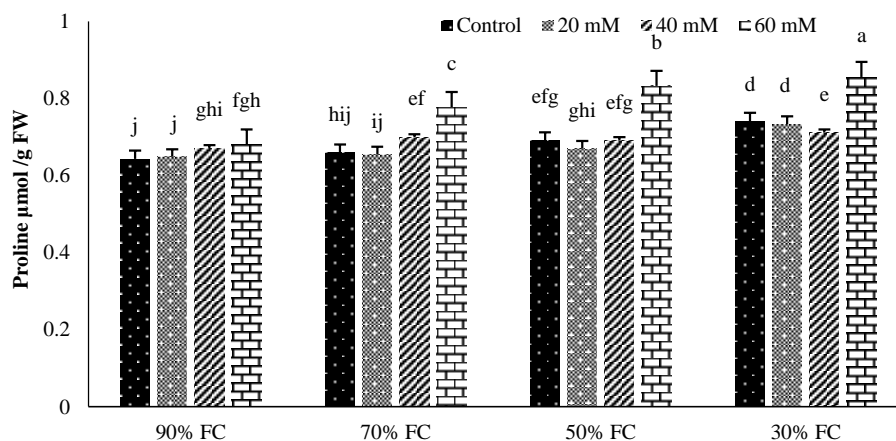
کلروفیل a، b و کل

اثر شوری و خشکی و اثر متقابل آنها بر صفات کلروفیل a، b و کل در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و مقادیر این صفات تحت تأثیر هر دو تنش خشکی و شوری کاهش یافت و در شرایط عدم تنش بیشترین میزان کلروفیل را دارا بود (جدول‌های ۲ و ۳). کاهش مقادیر کلروفیل a، b و کل در تیمار خشکی کمتر از ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و در تیمار شوری بیشتر از ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۳). کمترین میزان کلروفیل a، b و کل متعلق به شدیدترین تنش (۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم × ۳۰ درصد ظرفیت زراعی) بود که به ترتیب باعث کاهش ۶۵، ۸۰ و ۷۲ درصدی نسبت به تیمار شاهد (۹۰ درصد ظرفیت زراعی × شوری صفر میلی‌مولار) شد (جدول ۴). کاهش محتوای کلروفیل برگ تحت تیمار با آب شور یا خشکی در گیاهان مختلف گزارش شده



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش‌های شوری و خشکی بر میزان نشت یونی و محتوای نسبی آب برگ گل نرگس (*Narcissus tazetta*)

Figure 1. Mean comparison interaction effect of drought and salinity stresses on electrolyte leakage and relative water content of *Narcissus tazetta* leaves



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش‌های شوری و خشکی بر محتوای پرولین برگ گل نرگس (*Narcissus tazetta*)

Figure 2. Mean comparison interaction effect of drought and salinity stresses on leaf proline content of *Narcissus tazetta* L.

تحقیقات Huang & Fu (2001) مشخص شد که تنش‌های خشکی و شوری باعث ناکارآمدی غشای سلولی برگ شده و به دنبال آن منجر به افزایش نفوذپذیری غشا برای یون‌ها می‌شود.

پرولین

اثر تنش خشکی و شوری و اثر متقابل آنها بر محتوای پرولین برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). تحت شرایط تنش شوری، بیشترین و کمترین محتوای پرولین به ترتیب مربوط به تیمار ۶۰ و صفر میلی‌مولار کلرید سدیم بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین محتوای پرولین تحت تنش خشکی نیز به ترتیب مربوط به سطوح ۳۰ و ۹۰ درصد ظرفیت

اثر شوری و خشکی و اثر متقابل آنها بر نشت یونی برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). افزایش نشت یونی در تیمار خشکی کمتر از ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و در تیمار شوری بیشتر از ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۳). اثر متقابل دو تنش نشان داد بیشترین میزان نشت یونی متعلق به شوری ۴۰ میلی‌مولار × خشکی ۳۰ درصد ظرفیت زراعی بود که افزایش ۱/۳ برابری نسبت به تیمار شاهد (۹۰ درصد ظرفیت زراعی × صفر میلی‌مولار) داشت (شکل ۱). نتایج حاصله با آزمایش انجام شده در گل مریم که نشان داد تنش‌های خشکی و شوری سبب افزایش نشت یونی برگ گردید، مطابقت داشت (Bahadoran & Salehi, 2015). در نتیجه

اکسیداسیون و کاهش استفاده از پرولین در سنتز پروتئین‌ها می‌باشد (Maggio et al., 2002).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد تنش‌های خشکی و شوری در محدوده تیمارهای اعمال‌شده اثرات مخربی بر صفات رویشی، زینتی و فیزیولوژیکی گل نرگس داشتند که در شرایط کاربرد توأم این دو تنش، این اثرات تشدید شد. با این وجود، تعداد گل در ساقه گل‌دهنده به عنوان یکی از مهم‌ترین صفات زینتی گل نرگس شهلا تحت تأثیر تنش‌های شوری و خشکی در سطوح مورد بررسی قرار نگرفت. همچنین رشد گیاه نرگس تحت تأثیر شدیدترین سطوح تنش خشکی (۳۰ درصد ظرفیت زراعی) و شوری (۶۰ میلی‌مولار) به‌طور کامل متوقف نشد. به‌طور کلی، براساس نتایج حاصل از این آزمایش، کشت گل نرگس تا شرایط رطوبتی ۷۰ درصد ظرفیت زراعی و شوری آب آبیاری حدود سه دسی‌زیمنس بر متر تأثیر منفی قابل‌توجهی بر عملکرد و کیفیت گیاه نداشت و قابل‌توصیه است.

زراعی بودند (جدول ۳). بیشترین مقدار پرولین از تیمار ۶۰ میلی‌مولار \times ۳۰ درصد ظرفیت زراعی با ۳۳ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد (۹۰ درصد ظرفیت زراعی \times صفر میلی‌مولار) به‌دست آمد (شکل ۲). در گیاه آویشن با افزایش سطح تنش خشکی تجمع پرولین در برگ‌ها افزایش یافت که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت (Babae et al., 2010). همچنین افزایش محتوای پرولین تحت شرایط تنش‌های خشکی و شوری در گل مریم نیز گزارش شده است (Bahadoran & Salehi, 2015). پرولین از جمله موادی است که غلظت آن در سلول در پاسخ به تنش‌های خشکی و شوری افزایش می‌یابد و باعث حرکت آب سلول‌های برگ و افزایش فشار تورژانس می‌شود (Mahajan & Tuteja, 2005). به بیان دیگر، تجمع پرولین در غشای سلولی یک سازوکار اضطراری برای تحمل به تنش‌های خشکی و شوری به‌شمار می‌رود (Sadeghi & Khani, 2012). تجمع پرولین در شرایط تنش خشکی و شوری به‌علت فعال‌سازی آنزیم‌های بیوسنتزی پرولین، کاهش

REFERENCES

1. Abedi, T. & Pakniyat, H. (2010). Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46(1), 27-34.
2. Agricultural Statistics of the Ministry of Agriculture Jihad, 2016. (in Farsi)
3. Araus, J. L., Slafer, G. A., Reynolds, M. P. & Royo, C. (2002). Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for. *Annals of Botany*, 89, 925-940.
4. Arnon, A. N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23, 112-121.
5. Babae, K., Amini Dehaghi, M., Modares Sanavi, S. A. M. & Jabbari, R. (2010). Water deficit effect on morphology, proline content and thymol percentage of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Scientific Journal Management System*, 26(2), 239-251.
6. Bahadoran, M. & Salehi, H. (2015). Growth and flowering of two tuberose (*Polygonum tuberosum* L.) cultivars under deficit irrigation by saline water. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(2), 415-426.
7. Barranco, D., Ruiz, N. & Gomes, M. (2005). Frost tolerance of eight olive cultivars. *HortScience*, 40, 558-560.
8. Barrs, H. D. & Weatherley, P. E. (1962). A re-examination of the relative turgidity techniques for the estimating water deficit in leaves. *Australian Journal of Biological Sciences*, 15, 413-428.
9. Bates, L. S., Waldern, R. P. & Teave, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress standies. *Plant and Soil*, 39, 205-107.
10. Bayat, H., Nemati, H., Tehranifar, A. & Gazanchian, A. (2016). Screening different crested wheatgrass (*Agropyron cristatum* (L.) Gaertner.) accessions for drought stress tolerance. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62 (6), 769-780.
11. Bettaieb, I., Zakhama, N., Wanes, W. & Marzouk, B. (2009). Water deficit effects on (*Salvia officinalis*) fatty acids and essential oils composition. *Scientia Horticulturae*, 120(2), 271-275.
12. Caser, M., D'Angiolillo, F., Chitarra, W., Lovisollo, C., Ruffoni, B., Pistelli, L., Pistelli, L. & Scariot, V. (2018). Ecophysiological and phytochemical responses of *Salvia sinaloensis* Fern. to drought stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 84, 383-394.
13. Dole, J.M. & Wilkins, H.F. (2005). *Floriculture, principles and species*. Prentice-Hall, Inc. U.S.A.

14. Egert, M. & Tevini, M. (2002). Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). *Environmental and Experimental Botany*, 48, 43-49.
15. Gerailoo, S., Ghasemnezhad, M. & Shiri, M. (2014). Effect of short time treatment of salicylic acid in delaying flowers senescence in cut rose (*Rosa hybrida*) cv. Yellow Island. *Journal of Plant Researches*, 27(2), 299-309.
16. Ghasemi Phirouzabadi, A. A., Jafari, M., Heidari sharifabad, H., Azarnivand, H. & Abbasi H. R. (2001). Investigation of the morphologic- physiologic changes of *Puccinellia distans* and *Aeluropus litoralis* to salinity and drought resistance. *Iranian Journal of Range and Desert Reseach*, 16, 1-10. (in Farsi)
17. Guerfel, M., Baccouri, O., Boujnah, D., Chaibi, W. & Zarrouk, M. (2009). Impacts of water stress on gas exchange, water relations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 119, 257-263.
18. Hajmohammadnia Ghalibaf, K. & Selahvarzi, Y. (2012). Physiological responses of kallar grass (*Leptochloa fescua* L.) to combined salinity and drought stresses under controlled conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 4(2), 105-115.
19. Huang, B. & Fu, J. (2001). Growth and physiological responses of tall fescue to surface soil drying. *International Turfgrass Society Research Journal*, 9, 291-296.
20. Kinghorn, A. D. (1987). Biologically active compounds from plants with reputed medicinal and sweetening properties. *Journal of Natural Products*, 50(6), 1009-1024.
21. Li, X.-F., Shao, X.-H., Deng, X.-J., Wang, Y., Zhang, X.-P., Jia, L.-Y. & Xu, L. (2012). Necessity of high temperature for the dormancy release of *Narcissus tazetta* var. *chinensis*. *Journal of Plant Physiology*, 169(14), 1340-1347.
22. Mahajan, S. & Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444(2), 139-158.
23. Maggio, A., Miyazaki, S., Veronese, P., Fujita, T., Ibeas, J. I., Damsz, B., Narasimhan, M. L., Hasegawa, P. M., Joly, R. J. & Bressan, R. A. (2002). Does proline accumulation play an active role in stress-induced growth reduction?. *Plant Journal*, 31, 699-712.
24. Nakhaei, F., Khalighi, A., Naseri, M. & Abroumand, P. (2008). The investigation of chemical components in essential oil of *Narcissus tazetta* L. flowers under farm and natural conditions in south khorasan. *Journal of Horticulture Science*, 22, 123-131. (in Farsi)
25. Pessarakli, M. & Szabolcs, I. (1999). Soil salinity and sodicity as particular plant/crop stress factors. In: M. Pessarakli (Ed) *Handbook of plant and crop stress*. (pp. 1-16). Dekker, New York.
26. Pessarakli, M. & Kopec, D. M. (2008). Comparing growth responses of selected cool-season turfgrasses under salinity and drought stresses. *Turfgrass, landscape and urban ipm research summary*. P-155.
27. Richards, R. A. (1996). Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant growth regulation*, 20, 157-166.
28. Sabet Teimouri, M., Kafi, M., Avareseji, Z. & Orooji, K. (2011). Effect of drought stress, corm size and corm tunic on morphoecophysiological characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) in greenhouse conditions. *Agroecology*, 2(2), 323-334. (in Farsi)
29. Sadeghi, H. & Khani, K. (2012). Effects of different drought and salinity stress levels on some morphological characteristics and proline content of annual burr medic (*Medicago polymorpha* L.). *Iranian Dryland Agronomy Journal*, 1(2), 1-13. (in Farsi)
30. Sanchez-Blanco, M. J., Rodriguez, P., Olmos, E., Morales, M. A. & Torrecillas, A. (2004). Differences in the effects of simulated sea aerosol on water relations, mineral content and ultrastructural in *Cistus albidus* and *Cistus monspeliensis* plants. *Journal Environment Quality*, 33, 1369-1375.
31. Sepaskhah, A. R. & Yarami, N. (2009). Interaction effects of irrigation regime and salinity on flower yield and growth of saffron. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84, 216-222.
32. Shahbazi, H., Arzani, A. & Esmaelzadeh Moghadm, M. (2016). Effects of drought stress on physiological characteristics in wheat recombinant inbred lines. *Journal of Plant Process and Function*, 5(15), 123-132. (in Farsi)
33. Shao, H. B., Chu, L. Y., Jaleel, C. A. & Zhao, C. X. (2008). Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants, *Comptes Rendus Biologies*, 331, 215-225.
34. Shillo, R., Ding, M., Pasternak, D. & Zaccai, M. (2002). Cultivation of cut flower and bulb species with saline water. *Scientia Horticulturae*, 92, 41-54.
35. Soleimani, S., Bernard, F., Amini, M. & Khavari-nezhad, R. (2007). Alkaloids from *Narcissus tazetta* L. *Journal of Medicinal Plants*, 4 (24), 58-63. (in Farsi)
36. Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus, U. & Weshke, W. (2000). Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedlings of foxtail millet (*Setaria italica*). *Physiologia Plantarum*, 109(4), 435-442.

37. Tabatabae, S.A., Ghasemi, A. & Shakeri, E. (2012). Effect of water stress on yield, yield components and oil quantity of canola cultivars. *Crop Physiology Journal*, 3(12), 41-53. (in Farsi)
38. Ueda, A., Kanechi, M. & Uno, Y. (2003). Photosynthetic limitations of a halophyte sea aster (*Aster tripolium* L.) under water stress and NaCl stress. *Journal of Plant Research*, 116(1), 63-68.
39. van Dort, H. M., Jagers, P. P., ter Heide, R., & van der Weerd, A. J. (1993). *Narcissus trevithian* and *Narcissus geranium*: analysis and synthesis of compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41(11), 2063-2075.
40. Veatch-Blohm, M. E., Chen, D. & Hassett, M. (2013). *Narcissus* cultivar differences in response to saline irrigation when application began either pre- or postemergence. *Hortscience*, 48(3), 322-329.
41. Yousef, A. M. (2009). Salt tolerance mechanisms in some halophytes from Saudi Arabia and Egypt. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5, 191-206.
42. Zhang, X., Zhang, L., Dong, F., Gao, J., Galbraith, D. W. & Song, C. P. (2001). Hydrogen peroxide is involved in abscisic acid-induced stomatal closure in *Vicia faba*. *Plant Physiology*, 126, 1438-1448.