نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 33، شماره 3، پاییز 1398، ص. 466-451
شاپا: 4730 - 2008

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.3, Fall 2019, P. 451-466
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر رشد، گلدهی و برخی از ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاه نرگس (*Narsicuss tazetta* L.)

علی ناصری مقدم[1]- حسن بیات[2*]- محمد حسین امینی فرد[3]- فرید مرادی نژاد[4]

تاریخ دریافت: 1397/09/14
تاریخ پذیرش: 1398/04/05

چکیده

در بین تنش‌های محیطی، خشکی و شوری جزء مهم‌ترین تنش‌ها هستند که رشد و نمو گیاهان را در مناطق خشک و نیمه خشک محدود می‌کنند. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر تنش‌های خشکی و شوری بر صفت‌های رویشی، زایشی و بیوشیمیایی گل نرگس شهلا (*Narcissus tazetta* L.) بود. این آزمایش گلدانی، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال 1396 انجام شد. تیمارها شامل کلریدسدیم در چهار سطح صفر (شاهد)، 20، 40 و 60 میلی‌مولار و تنش خشکی در چهار سطح ۳۰، ۵۰، ۷۰ و 90 درصد ظرفیت زراعی بودند. نتایج اثرهای ساده نشان داد که تنش‌های خشکی و شوری باعث کاهش مقدار قطر ساقه گل‌دهنده، قطر گل، طول ریشه، حجم ریشه، وزن تر ریشه، طول و وزن تر سوخ، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک کل و تعداد روز از گلدهی تا پیری گل شدند. در مقابل صفت‌های تعداد روز از کاشت تا گلدهی، میزان قندهای محلول کل برگ و ریشه، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنول کل تحت تأثیر این دو تنش افزایش یافتند. نتایج اثرهای متقابل نشان داد که اثر مخرب تنش‌های شوری و خشکی در شرایط کاربرد توأم دو تنش، تشدید شد به طوری که کمترین مقدار صفت‌های رشدی و زایشی در شدیدترین سطح تنش (30 درصد ظرفیت زراعی x شوری 60 میلی‌مولار) مشاهده شد. به طور کلی، نتایج نشان داد که در محدوده تیمارهای اعمال شده، اثر مخرب تنش شوری بر صفت‌های رشدی، زینتی و فیزیولوژیکی گل نرگس بیشتر از تنش خشکی بود.

واژه‌های کلیدی: حجم ریشه، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، قطر گل، قندهای محلول کل، محتوای فنول کل

مقدمه

بیش از 6/1 میلیارد هکتار معادل 47/2 درصد از سطح کره زمین را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهند (37). بنابر آمار بیش از 7 درصد اراضی کل زمین و 25 تا 50 درصد از نواحی قابل آبیاری آن با مشکل شوری روبرو می‌باشند (68). 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 یون‌های سمی سبب کاهش فعالیت‌های آنزیمی، تغییر الگوی توزیع کربوهیدرات‌ها و تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاه می‌گردد (20). تنش شوری می‌تواند با کاهش پتانسیل آب و پسابیدگی[5] بر مرفولوژی و فیزیولوژی گیاه تأثیرگذار باشد. در واقع رادیکال‌های آزاد 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 (62). در مواقعی که شوری باعث می‌شود آب در اختیار گیاه قرار نگیرد، تنش خشکی نیز در گیاه ایجاد می‌شود (24). خشکی نیز یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است (1). 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 (64). تنش خشکی و شوری باعث کاهش تقسیم سلولی و همچنین کوچکتر شدن اندازه سلول‌ها شده و در نتیجه رشد گیاه کاهش می‌یابد (48 و 52).

گیاهان برای تطابق با شرایط تنش خشکی از مکانیسم‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی استفاده می‌کنند (28). یکی از راهکارهای مقابله با تنش‌های خشکی و شوری، افزایش تولید ترکیب‌های محلول سازگار[6] می‌باشد. در این فرایند که به آن تنظیم

1، 2، 3 و 4- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیاران و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: hassanbayat@birjand.ac.ir
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.76772

5 -Dehydration

6- Compatible solute

اسمزی[1] نیز گفته می‌شود، ترکیب‌هایی مانند قندها به ویژه قندهای الکلی، الیگوساکاریدها، گلیسرول، آمینواسیدها و سایر متابولیت‌های دارای وزن مولکولی پایین درون سلول انباشته می‌شوند. این ترکیب‌ها در مقادیر بالا برای سلول‌ها غیرسمی بوده و به عنوان تنظیم‌کننده اسمزی بین سیتوپلاسم و واکوئل عمل کرده و به جلوگیری از اتلاف آب از سلول کمک می‌کنند (34). یکی از این ترکیب‌ها، قندها می‌باشند که به‌عنوان بهبود دهنده سیستم ایمنی عمل می‌کنند و قادرند پاسخ‌های ایمنی را در گیاه افزایش دهند (39). افزایش فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی یکی دیگر از فرآیندهای متابولیسمی ابتدایی است که باعث افزایش تحمل به تنش خشکی و شوری در گیاهان می شود. این تنش‌ها سبب تولید ترکیب‌های با اکسیژن فعال[2] (ROS) می‌شود که این ترکیب ها به پروتئین‌ها، لیپیدها، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای نوکلئیک صدمه می‌زنند. گیاهان برای پاکسازی و سمیت‌زدایی ترکیب‌های ROS از سطح سلول، از سیستم‌های دفاعی آنزیمی (کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز و ...) و غیرآنزیمی (مانند ترکیب‌های فنولی و کارتنوئیدها) استفاده می‌کنند (66). در سیستم‌های غیرآنزیمی، ترکیب‌های فنولی نقش اساسی را ایفا می‌کنند. ترکیب‌های فنولی طی رشد و نمو، با هدایت عوامل ژنتیکی و در پاسخ به محرک‌های محیطی ساخته می‌شوند که از میان آنها می‌توان به لیگنین‌ها، لیگنان‌ها، فنول‌های ساده و اسیدهای فنولی و فلاونوئیدها اشاره کرد که امروزه با توجه به خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی و ضدسرطانی بسیار مورد توجه است (21).

در آزمایشی مشخص شد که گل و پداژه زعفران[3] به ترتیب بیشترین و کمترین حساسیت را به کمبود آب خاک دارند (52). واتچ بلهوم و همکاران (67) گزارش کردند که تنش شوری باعث کاهش وزن خشک سوخ و اندام هوایی ارقام گل نرگس دافودایل شد. گزارش شده است که دو گونه سوخ‌دار هیپوستروم[4] و اورنیتوگالوم[5] بسیار حساس به شوری هستند و با افزایش سطوح شوری وزن تمام اندام‌های این گیاهان کاهش یافت (57). همچنین بهادران و صالحی (6) گزارش کردند که تنش‌های شوری و خشکی باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی و قطر شاخه گل‌دهنده گیاه مریم شدند. گل نرگس[6] از خانواده نرگسیان[7] می‌باشد که یکی از مهم‌ترین گیاهان زینتی و دارویی است که گونه‌های مختلف آن در سرتاسر دنیا به جز مناطق گرمسیری رشد می‌کنند. نرگس شهلا[8] گیاهی سوخ‌دار و چندساله است که از آن به عنوان گل بریده، باغچه‌ای و گلدانی استفاده می‌شود (35). این گونه بومی فرانسه، پرتغال، اسپانیا و نواحی مدیترانه‌ای بوده و در مناطق مختلف ایران به خصوص شمال، شمال‌شرق، فارس، بوشهر، بهبهان، کرمان و خراسان‌جنوبی رویش دارد و زمان گلدهی آن پاییز و زمستان است (43). این گیاه زینتی به جهت دارا بودن خواص دارویی بسیار مورد توجه است (61). به عنوان مثال گل‌ها و سوخ‌های آن در درمان تب دوره‌ای و اسهال خونی و ریشه‌های آن در درمان آبسه، جوش‌ها و بیماری‌های پوستی استفاده می‌شود (31). لکتین‌های جدا شده از این گیاه نیز فعالیت ضد HIV-1 از خود نشان می‌دهند (61). از طرف دیگر عطر گل‌های نرگس ارزش بالایی در صنایع عطر سازی دارد (65). با توجه به اینکه گیاه نرگس یکی از محصول‌های مهم اقتصادی ایران می باشد و از طرف دیگر بحران خشکسالی و شوری آب و خاک از مشکل‌های جدی بخش تولید در کشاورزی است، آگاهی از میزان تحمل این گیاه به تنش‌های خشکی و شوری به منظور تولید بهینه محصول، امری لازم و ضروری است. با توجه به 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 بررسی تأثیر توأم تنش‌های خشکی و شوری بر خصوصیت‌های رشدی، گلدهی و بیوشیمیایی گل نرگس انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در اوایل شهریور سال 1396 در پردیس دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در کیلومتر 5 جاده بیرجند-کرمان با عرض جغرافیایی °32 و ´56 شمالی، طول جغرافیایی °59 و ´13 شرقی و ارتفاع 1480 متر از سطح دریا انجام شد. بعد از خریداری سوخ‌های نرگس شهلا از شهرستان خوسف، جداسازی سوخ‌های هم-اندازه با قطر حدود 5 سانتی‌متر و وزن تقریبی 25 گرم انجام شد و کشت سوخ‌ها در20 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 ۷۰،۵۰،۳۰ و 90 (شاهد) درصد ظرفیت زراعی (FC) و فاکتور دوم کلرید سدیم (NaCl) (مرک آلمان با خلوص 99 درصد) در چهار سطح صفر (شاهد)، 20، 40 و 60 میلی‌مولار بودند که مقادیر نمک به آب آبیاری مورد استفاده در منطقه اضافه شدند. قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌گیری از خاک برای تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن انجام گردید. همچنین مقدار pH و EC آب اندازه‌گیری شدند (جدول 1). گلدان‌های مورد استفاده برای

1- Osmotic adjustment
2- Reactive oxygen species
3- *Crocus sativus* L.
4- *Hippeastrum* × *hybridum* Hort
5- *Ornithogalum arabicum* L.
6- *Narcissus* spp.
7- Amaryllidaceaee
8- *Narcissus tazetta* L. cv. 'Shahla'

اجرای آزمایش پلاستیکی بوده و قطر دهانه و ارتفاع آن به ترتیب 23 و 25 سانتی‌متر بودند. برای ضدعفونی و جلوگیری از شیوع بیماری‌های قارچی، ابتدا سوخ‌ها به مدت 30 ثانیه در قارچ‌کش بنومیل با غلظت 2 در هزار غوطه‌ور گردید و سپس در عمق 10 سانتی‌متری خاک کشت و بلافاصله آبیاری شدند. گیاهان طی دوره رشد اولیه و استقرار (به مدت 4 هفته) با آب شاهد و به تعداد دفعات دو بار در هفته آبیاری شدند. قبل از شروع اعمال تیمارهای خشکی و شوری، گلدان‌ها با کود کامل NPK (20-20-20) و با غلظت 2 در هزار تغذیه شدند. تنش خشکی بر حسب ظرفیت زراعی خاک گلدان‌ها اعمال گردید. ظرفیت زراعی خاک آزمایش 20 درصد به دست آمد. وضعیت رطوبتی تمامی گلدان‌ها به وسیله وزن کردن روزانه آن‌ها در ساعت 9 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. هدایت الکتریکی آب آبیاری حاوی کلرید سدیم با غلظت‌های صفر، 20، 40 و 60 میلی‌مولار به ترتیب 1/1، 3/25، 5/40 و 7/98 دسی‌زیمنس بر متر بود.

جدول 1- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک و آب استفاده شده در آزمایش

Table 1- Physiochemical characteristics of soil and water used in this experiment

خاک Soil								آب Water		
بافت Texture	سیلت Silt %	رس Clay %	شن Sand %	FC %	pH	هدایت الکتریکی EC ds/m	سدیم Na meq/L	هدایت الکتریکی EC ds/m	pH	سدیم Na meq/L
لومی شنی Sandy loam	29	28	43	20	8.1	1.94	11.0	1.1	7.79	5.6

صفت‌های اندازه گیری شده

اعمال تیمارهای خشکی و شوری حدود 4 ماه به طول انجامید و سپس صفت‌های مورد نظر اندازه‌گیری شدند. صفت‌های رویشی مورد بررسی شامل طول، حجم و وزن‌تر ریشه، طول و وزن‌تر سوخ، وزن تر اندام هوایی و وزن خشک کل، صفت‌های زایشی شامل قطر گل و تاج گل، قطر ساقه گل‌دهنده، تعداد روز از کاشت تا گلدهی و تعداد روز از گلدهی تا پیری گل و صفت‌های بیوشیمیایی نیز شامل فعالیت آنتی‌اکسیدانی، محتوای فنول کل و قندهای محلول کل برگ و ریشه بودند. صفت‌های تعداد روز از کاشت تا گلدهی (باز شدن اولین گل روی ساقه گل‌دهنده) و تعداد روز از گلدهی تا پیری گل (پیر شدن اولین گل روی ساقه گل‌دهنده) بر حسب تعداد روز محاسبه شدند. طول ریشه با خط‌کش و صفت‌های طول سوخ، قطر گل، قطر تاج گل و قطر ساقه با کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شدند. حجم ریشه به وسیله استوانه آب و بر اساس قانون ارشمیدس اندازه گیری و محاسبه شد. وزن تر ریشه، سوخ و اندام هوایی با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شدند. برای تعیین وزن خشک کل، نمونه‌ها در آون با دمای 78 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت قرار داده شدند و سپس توزین شدند (59).

قندهای محلول کل با روش آنترون[1] ارزیابی شد (38). بدین منظور، 0/2 میلی‌لیتر از عصاره غلیظ شده، با 3 میلی‌لیتر معرف آنترون (150 میلی‌گرم آنترون در 100 میلی‌لیتر اسید سولفوریک 13 مولار) مخلوط شد و به مدت 20 دقیقه در حمام آب گرم با دمای 100 درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از سرد شدن نمونه‌ها، میزان جذب هر یک از آن‌ها در طول موج 620 نانومتر با دستگاه اسپکتوفوتومتر (Model Unico 2100, China) اندازه‌گیری شد. میزان قندهای محلول کل با منحنی استاندارد گلوکز محاسبه شد.

سنجش محتوای فنول کل با معرف فولین سیکالتو[2] و به روش سینگلتون و همکاران انجام شد (58). به طور خلاصه، 0/05 گرم از بافت تازه برگ گیاه در 2 میلی‌لیتر متانول80 درصد ساییده و همگن شد و سپس در بن‌ماری در دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت 15 دقیقه قرار گرفت؛ سپس با سرعت 5000 دور در دقیقه به مدت 15 دقیقه سانتریفیوژ شد. به 1 میلی‌لیتر از محلول متانولی رویی، 1/8 میلی‌لیتر آب مقطر و 0/2 میلی‌لیتر معرف فولین اضافه و محلول به مدت 5 دقیقه در دمای 25 درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس 1 میلی‌لیتر سدیم کربنات 12 درصد به محلول فوق اضافه شد. پس از

1- Anthrone
2- Folin-Ciocalteu

2 ساعت قرار گرفتن در دمای آزمایشگاه، جذب محلول حاصل در طول موج 765 نانومتر با اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد. غلظت فنول بر اساس میلی گرم اسید گالیک بر گرم وزن تر بیان شد و از گالیک اسید برای رسم نمودار استاندارد استفاده شد.

فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از سنجش خنثی‌سازی رادیکال آزاد DPPH (2 و2- دی فنیل -1 -پیکریل هیدرازیل) ارزیابی شد (33). برای این منظور 50 میکرولیتر عصاره به همراه 950 میکرولیتر محلول DPPH 0/1 نرمال در متانول، درون میکروتیوپ ریخته شد. سپس میکروتیوپ‌ها به خوبی تکان داده شدند و به مدت 30 دقیقه در یک محیط تاریک در دمای اتاق قرار گرفتند. سپس جذب شاهد و نمونه‌ها در طول موج 517 نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر خوانده شده و با قراردادن جذب مربوط به شاهد و نمونه در فرمول 1، درصد خنثی‌سازی رادیکال آزاد محاسبه شد.

فرمول 1 فعالیت آنتی‌اکسیدانی = 1- (جذب قرائت شده/ جذب نمونه شاهد) ×100

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 5 درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

صفت‌های رویشی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده تنش‌های خشکی و شوری و اثر متقابل آن‌ها بر طول ریشه معنی‌دار بود (جدول 2). کاهش طول ریشه در تیمار خشکی (کمتر از 90 درصد ظرفیت زراعی) و در تیمار شوری (بیشتر از 1/1 دسی زیمنس بر متر) مشاهده شد، به طوری که شدیدترین تیمارهای خشکی و شوری طول ریشه را به ترتیب 24 و 27 درصد نسبت به شاهد کاهش دادند (جدول 3). همچنین نتایج اثر متقابل شوری و خشکی نشان داد که کمترین طول ریشه از شدیدترین سطوح تنش شوری و خشکی (60 میلی مولار × 30 درصد ظرفیت زراعی) با 51 درصد کاهش در مقایسه با شاهد به دست آمد (جدول 4). نتایج حاصل از آزمایش دی و کار (13) نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی طول ریشه گیاه لوبیا کاهش یافت. نتایج به دست آمده از آزمایش اثر تنش خشکی روی گوجه فرنگی نشان داد که آبیاری کم باعث کاهش طول ریشه شد (14). طول ریشه به عنوان شاخصی از توانایی گیاه به جذب آب از لایه‌های عمیق‌تر خاک می‌باشد (19). به طور معمول کاهش طول ریشه و ساقه در محلول کلرید سدیم به دلیل سمیت یون‌ها و اثر منفی آن‌ها بر غشای سلول است (50). تنش خشکی و شوری باعث کاهش تقسیم سلولی و همچنین کوچک تر شدن اندازه سلول‌ها شده و در نتیجه طول ریشه کاهش می‌یابد (48 و 53). به نظر می‌رسد که فرآیند طویل شدن نسبت به تقسیم سلول‌ها، بیشتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد که علت آن نیروی پسابیدگی و معکوس پتانسیل بر جذب آب سلول است (45 و 55). در صفت وزن تر ریشه هر یک از اثرات ساده تنش‌های خشکی و شوری و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر وزن تر ریشه معنی‌دار شده و کاهشی بود (جدول 2). کمترین وزن تر ریشه در تنش خشکی 30 درصد ظرفیت زراعی با 74 درصد کاهش نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول 3). در تنش شوری، کمترین وزن تر ریشه در شوری60 میلی‌مولار با کاهش 45 درصدی مشاهده گردید (جدول 3). اثر متقابل تنش‌ها روی صفت وزن تر ریشه نشان داد که کمترین عملکرد در تنش شوری 60 میلی‌مولار×30 درصد ظرفیت زراعی بود که باعث کاهش 82 درصدی آن شد (جدول 4). نتایج تحقیق تنش خشکی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی چهار رقم انجیر نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی وزن ریشه‌های انجیر کاهش یافت (12). اسکندری زنجانی و همکاران (16) نیز گزارش کردند که تنش شوری باعث کاهش وزن تر ریشه گیاه درمنه[1] شده است. نتایج به دست آمده از آزمایش اثر تنش خشکی روی صفت‌های ریشه سویا نشان داد که آبیاری کم بر وزن تر ریشه اثر معنی‌دار و کاهشی داشت (56). کاهش رشد ریشه و ساقه در شرایط تنش شوری می‌تواند صدمات جبران ناپذیری به عملکرد نهایی گیاه وارد نماید (56). افزایش غلظت نمک در محیط ریشه باعث کاهش تعداد تارهای کشنده و چروکیدگی سطح آنها می‌گردد که این چروکیدگی باعث کاهش طول ریشه و وزن ریشه می‌گردد (11 و 44). اثر تنش‌های اعمال شده بر صفت حجم ریشه در سطح 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 2). کاهش حجم ریشه در تیمار خشکی کمتر از 90 درصد ظرفیت زراعی و در تیمار شوری بیشتر از 1/1 دسی زیمنس بر متر مشاهده شد، به‌طوریکه از 13/79 سانتی‌متر مکعب در شاهد به 7 سانتی‌متر مکعب در 30 درصد ظرفیت زراعی و در تنش شوری از 14/79 سانتی‌متر مکعب شاهد به 6/33 سانتی‌متر مکعب در 60 میلی‌مولار کاهش یافت (جدول3). در اثر متقابل دو تنش، کمترین حجم ریشه از 30 درصد ظرفیت زراعی و شوری 60 میلی‌مولار به دست آمد (79 درصد کاهش نسبت به شاهد). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج آزمایش انجام شده روی ذرت که اظهار داشتند تنش شوری سبب کاهش حجم ریشه می‌گردد، مطابقت داشت (10). همچنین در پژوهشی تأثیر تنش خشکی بر رشد ریشه، عملکرد و اجزای عملکرد گوجه فرنگی در شرایط گلخانه‌ای بررسی شد که مشخص گردید کمترین حجم ریشه از سطح 40 درصد نیاز آبی به دست آمد (14).

1- *Artemisa annua* L.

جدول ۲- آنالیز واریانس صفات رویشی، زایشی و بیوشیمیایی گیاه نرگس تحت تاثیر تنش‌های خشکی و شوری

Table 2- Analysis of variance for vegetative, reproductive and biochemical traits of *Narcissus tazetta* L. affected by drought and salinity stresses

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	طول ریشه Root length	حجم ریشه Volume of root	وزن تر ریشه Root fresh weight	طول سوخ Bulb length	وزن تر سوخ fresh Bulb weight	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک کل Total dry weight	قطر گل Flower diameter	قطر تاج گل Flower crown diameter
خشکی Drought	3	88.13**	104.59**	139.98**	31.90**	193.55**	92.02**	21.81**	0.68**	0.17ns
شوری Salinity	3	118.95**	152.03**	70.64**	19.29**	81.65**	163.38**	15.21**	0.96**	0.11**
شوری×خشکی drought×Salinity	9	10.51**	44.01**	23.50**	7.53**	13.96*	3.55*	3.81*	0.15**	0.016ns
خطا Error	30	2.65	1.75	1.68	1.04	5.33	1.27	1.56	0.16	0.016
CV (%)		7.07	13.38	14.50	2.83	7.42	10.38	12.12	3.35	11.73

ادامه جدول ۲

Continue table2

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	قطر ساقه گل دهنده Flowering stem diameter	تعداد روز از کاشت تا گلدهی Days from planting to flowering	تعداد روز از گلدهی تا پیری گل Days from flowering to senescence	فعالیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant activity	محتوای فنول کل Total phenol content	قندهای محلول کل برگ Total soluble sugar of leaf	قندهای محلول کل ریشه Total soluble sugar of root	تعداد روز از گلدهی تا پیری گل Days from flowering to senescence
خشکی Drought	3	0.36**	435.63**	85.50**	537.36**	9.47**	248.8**	1.62**	85.50**
شوری Salinity	3	0.36**	1418.91**	36.27**	778.27**	16.09**	185.35**	15.6**	36.27**
شوری×خشکی Salinity × drought	9	0.07**	89.22**	22.51**	68.33**	0.69ns	32.39**	1.55**	22.51**
خطا Error	30	0.016	14.47	2.82	7.90	0.67	2.81	0.22	2.82
CV (%)		10.13	3.60	12.30	4.21	17.83	15.18	28.43	12.30

*، ** ، ns : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

, ns: significantly different at $P<0.05$ and $P<0.01$ and non-significant respectively. **, *

اثر ساده و همچنین اثر متقابل تنش‌ها بر قطر ساقه گل‌دهنده در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود، به طوری که بین شاهد و کمترین قطر ساقه که متعلق به شوری 60 میلی‌مولار × 30 درصد ظرفیت زراعی بود اختلاف 47 درصدی وجود داشت، اما اختلاف معناداری در قطر ساقه بین شاهد و شوری20 میلی‌مولار×90 درصد ظرفیت زراعی وجود نداشت (جدول4). شیلو و همکاران (57) گزارش کردند که در گیاه لیمونیوم[1] قطر ساقه گل‌دهنده و قطر گل تحت سطوح مختلف شوری کاهش یافت. همچنین بهادران و صالحی (6) نیز اظهار داشتند که تنش‌های شوری و خشکی باعث کاهش قطر ساقه گل‌دهنده گل مریم شدند که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت. در پژوهش دیگری مشخص گردید که خشکی باعث کاهش قطر ساقه چای ترش می گردد (49). قطر ساقه تحت تأثیر تقسیم و بزرگ شدن سلولی در شرایط تنش کمبود آب قرار می‌گیرد. این مسئله احتمالاً نتیجه اختلال در فتوسنتز، تعرق، فرآیندهای متابولیکی گیاه و غیره است (51). مقایسه میانگین اثر ساده تنش‌های اعمال شده نشان داد که با افزایش سطح هر یک از تنش‌های شوری و خشکی از طول سوخ نرگس کاسته شد (جدول 3)، به طوری که شدیدترین تیمارهای خشکی و شوری طول سوخ را به ترتیب 9/6 و 7/1 درصد نسبت به شاهد کاهش دادند (جدول 3). همچنین نتایج اثر متقابل تیمار شوری و خشکی نشان داد که کمترین طول سوخ در شدیدترین سطوح تنش شوری و خشکی (60 میلی مولار × 30 درصد ظرفیت زراعی) با 20/6 درصد کاهش در مقایسه با شاهد به دست آمد (جدول 4). بیدشکی و آروین (8) گزارش کردند که تنش خشکی قطر و طول سوخ گیاه سیر را به ترتیب 25 و 21 درصد در مقایسه با شاهد کاهش داد. در صفت وزن تر سوخ، اثر ساده تنش‌های خشکی و شوری و اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی دار بود (جدول 2). کاهش وزن تر سوخ در تیمار خشکی کمتر از 90 درصد ظرفیت زراعی و در تیمار شوری بیشتر از 1/1 دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول 3). بیشترین کاهش وزن سوخ در اثر متقابل شدیدترین تنش‌های اعمال شده مشاهده گردید (جدول 4). رستمی و همکاران (47) گزارش کردند که با افزایش شدت تنش شوری میانگین وزن پداژه‌های زعفران به صورت معنی داری کاهش یافت. به نظر می‌رسد از آنجا که در شرایط تنش شوری شدید وزن پداژه‌ها کاهش یافته است، بنابراین گیاه فراورده‌های فتوسنتزی خود را به پداژه‌ها کمتر اختصاص داده است (47). در پژوهش دیگر نیز گزارش شده است که با افزایش شدت تنش شوری تا سطح 9 دسی‌زیمنس بر متر، وزن پداژه‌ها حدود 50 درصد در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت (22). وزن تر سوخ گل نرگس دافودایل[2] تحت تأثیر شوری تا سطح 50 میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (67). پژوهشگران کاهش غلظت کربوهیدرات و نشاسته در پداژه‌ها را به کاهش فعالیت آنزیم‌های مؤثر در فتوسنتز و همچنین مساعد نبودن شرایط محیطی برای فعالیت‌های متابولیکی مربوط به فتوسنتز در گیاه نسبت دادند (22). اثر ساده تنش‌های اعمال شده بر صفت وزن تر اندام هوایی در سطح 1 درصد و اثر متقابل تنش شوری و خشکی در سطح 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 2) به‌طوریکه در شرایط تنش خشکی، مقدار این صفت از 14/62 گرم شاهد به 8/36 گرم در 30 درصد ظرفیت زراعی و در تنش شوری از 14/86 گرم شاهد به 5/96 گرم در 60 میلی‌مولار کاهش یافت (جدول3). در اثر متقابل دو تنش، کمترین وزن تر اندام هوایی از تیمار 30 درصد ظرفیت زراعی و شوری 60 میلی‌مولار (84 درصد کاهش نسبت به شاهد) به دست آمد (جدول 4). اثر ساده تنش‌ها بر وزن خشک کل در سطح احتمال 1 درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 2). تنش‌های خشکی 30 درصد ظرفیت زراعی و شوری 60 میلی‌مولار کلرید سدیم، وزن خشک کل را به ترتیب 23 و 22 درصد نسبت به شاهد کاهش دادند (جدول 3). کاهش وزن خشک کل در خشکی کمتر از 70 درصد ظرفیت زراعی و شوری بیشتر از 1/1 دسی زیمنس بر متر مشاهده شد و تا این محدوده میزان عملکرد خود را حفظ کرد (جدول 4). مفتاح و آل حمید (4) گزارش کردند که بیوماس گیاه و عملکرد گل مریم[3] به طور معنی‌داری به وسیله کاهش تعداد دفعات آبیاری (کم آبیاری یا تنش خشکی) کاهش یافت. همچنین اثر تنش خشکی بر میزان وزن تر اندام هوایی گیاه کاسنی معنی‌دار بود و باعث کاهش آن شد (40). در بررسی تأثیر تنش خشکی روی چغندر قند کاهش وزن خشک کل گزارش شده است (7). تنش شوری بر وزن خشک کل برنج اثر گذاشت و وزن آن را کاهش داد که میزان کاهش در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد 15 درصد بود (18). جیمز و همکاران (25) و بیسول‌بیتیگ و همکاران (9) نیز دریافتند که خشکی باعث کاهش وزن خشک گیاهان شبدر سفید و فلفل می‌گردد. تنش شوری از طریق کاهش فتوسنتز، تخریب غشاهای سلولی، کاهش آب قابل دسترس برای گیاه و تجمع یون سدیم سبب کاهش وزن گیاه می‌شود (12 و 54).

1- *Limonium* spp.

2- *Narcissus* sp.

3- *Polianthes tuberosa* L.

جدول ۳- اثر ساده تنش‌های خشکی و شوری بر صفات رویشی، زایشی و بیوشیمیایی گیاه نرگس

Table 3- Simple effects of drought and salinity stresses on vegetative, reproductive and biochemical traits of *Narcissus tazetta* L.

تیمارها Treatments	طول ریشه Root length (cm)	حجم ریشه Volume of root (cm^3)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)	طول سوخ Bulb length (mm)	وزن تر سوخ Bulb fresh weight (g)	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight (g)	وزن خشک کل Total dry weight (g)	قطر گل Flower diameter (cm)	قطر تاج گل Flower crown diameter (cm)
خشکی Drought (% FC)									
90	26.66^{a}	13.79^{a}	19.98^{a}	37.91^{a}	35.67^{a}	14.62^{a}	11.46^{a}	2.56^{a}	1.12^{a}
70	23.04^{b}	10.41^{b}	10.28^{b}	36.83^{b}	32.71^{b}	11.20^{b}	11.41^{a}	2.21^{b}	1.10^{a}
50	22.25^{b}	8.37^{c}	7.32^{c}	35.25^{c}	29.62^{c}	9.29^{c}	9.64^{b}	2.12^{c}	1.07^{a}
30	20.16^{c}	7.00^{d}	5.16^{d}	34.25^{d}	26.33^{d}	8.36^{c}	8.74^{b}	2.00^{d}	1.03^{a}
شوری Salinity (mM)									
شاهد Control	27.33^{a}	14.79^{a}	12.40^{a}	37.33^{a}	34.67^{a}	14.86^{a}	11.75^{a}	2.56^{a}	1.22^{a}
20	22.79^{b}	9.70^{b}	8.28^{b}	36.91^{a}	31.31^{b}	11.75^{b}	10.48^{b}	2.34^{b}	1.06^{b}
40	22.20^{b}	8.75^{b}	8.33^{b}	35.33^{b}	29.53^{bc}	10.90^{b}	9.98^{bc}	2.01^{c}	1.02^{b}
60	19.79^{c}	6.33^{c}	6.74^{c}	34.66^{b}	28.82^{c}	5.96^{c}	9.05^{c}	1.97^{c}	1.02^{b}

ادامه جدول ۳

Continued table3

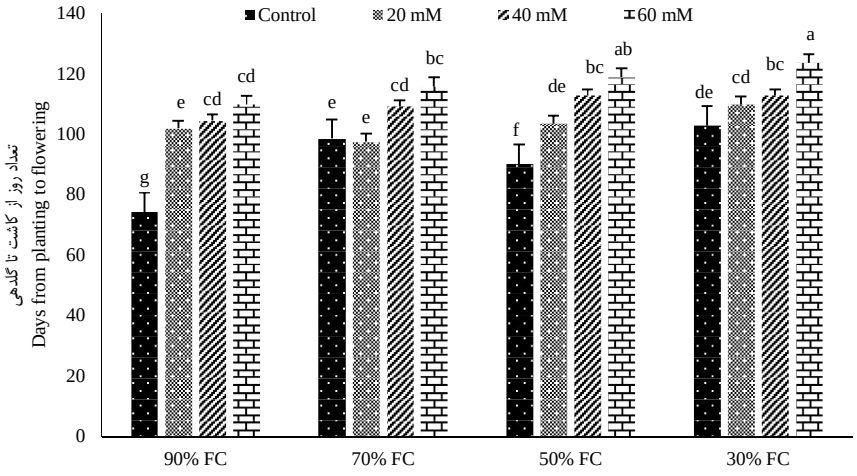
تیمارها Treatments	قطر ساقه گل دهنده Flowering stem diameter (cm)	تعداد روز از کاشت تا گلدهی Days from planting to flowering	تعداد روز از گلدهی تا پیری گل Days from flowering to senescence	فعالیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant activity (%)	محتوای فنول کل Total phenol content (mg/g FW)	قندهای محلول کل برگ Total soluble sugar of leaf (mg/g DW)	قند های محلول کل ریشه Total soluble sugar of root (mg/g DW)
خشکی Drought (% FC)							
90	1.48^{a}	97.75^{c}	16.16^{a}	58.18^{c}	3.44^{c}	8.01^{c}	1.46^{b}
70	1.30^{b}	105.41^{b}	14.66^{b}	67.01^{b}	5.01^{ab}	8.30^{c}	1.54^{b}
50	1.15^{c}	106.50^{b}	13.91^{b}	67.28^{b}	4.42^{b}	10.13^{b}	1.43^{b}
30	1.09^{c}	112.41^{a}	9.91^{c}	74.54^{a}	5.50^{a}	17.72^{a}	2.20^{a}
شوری Salinity (mM)							
شاهد Control	1.50^{a}	91.58^{d}	12.83^{a}	56.33^{d}	3.76^{c}	7.10^{d}	0.55^{d}
20	1.26^{b}	103.33^{c}	13.75^{b}	64.76^{c}	3.61^{c}	8.90^{c}	1.07^{c}
40	1.13^{c}	110.00^{b}	13.50^{b}	71.41^{b}	4.89^{b}	12.10^{b}	1.85^{b}
60	1.12^{c}	117.16^{a}	11.58^{c}	74.52^{a}	6.10^{a}	16.05^{a}	3.17^{a}

بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در هر ستون اعداد با حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند.

According to Duncan's multiple range test, means in each column with similar letters are not significantly different at $P<0.05$.

صفت‌های زایشی

نتایج نشان داد که با افزایش سطوح هر یک از تنش‌های شوری و خشکی از قطر گل کاسته شد به‌طوری‌که در شدیدترین تیمارهای خشکی و شوری، مقدار این صفت به ترتیب با 21 و 23 درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول 3). کمترین قطر گل از تنش خشکی 30 درصد ظرفیت زراعی × شوری 60 میلی‌مولار با کاهش 45 درصدی نسبت به شاهد به دست آمد (جدول 4). در صفت قطر تاج گل، فقط تأثیر تنش شوری در سطح 1 درصد معنی‌دار بود و تنش خشکی و اثر متقابل شوری و خشکی اثر معنی‌داری نداشتند (جدول 2). تمامی سطوح تنش شوری به جز شاهد اختلاف معناداری با یکدیگر نداشتند (جدول 3). بهادران و صالحی (6) اظهار داشتند که تنش‌های شوری و خشکی باعث کاهش قطر گل مریم شد. نتایج آزمایش روی بومادران نشان داد که با افزایش شوری، از میانگین قطر گل آذین کاسته شد (15). تنش‌های شوری و خشکی باعث کاهش تقسیم و طویل شدن سلول‌ها می‌گردند و از این طریق منجر به کاهش عملکرد می‌شود (29 و 62)، همچنین شوری از طریق اثر منفی بر جذب عناصر غذایی، به ویژه کلسیم، که در افزایش دیواره سلولی و افزایش قطر گل شرکت دارد، سبب کاهش قطر گل‌های باز شده می‌گردد (41). در خصوص صفت تعداد روز از کاشت تا گلدهی، نتایج نشان داد که با افزایش سطوح هر یک از تنش‌های شوری و خشکی، فاصله زمانی از کاشت تا گلدهی افزایش یافت؛ به‌طوریکه بیشترین مدت زمان تا گلدهی از تنش شوری60 میلی‌مولار (27 درصد افزایش نسبت به شاهد) و تنش خشکی30 درصد ظرفیت زراعی (15 درصد افزایش نسبت به شاهد) به دست آمد (جدول 3). در اثر متقابل این دو تنش، بیشترین تعداد روز تا گلدهی در سطح شوری 60 میلی‌مولار × خشکی 30 درصد ظرفیت زراعی و کوتاه ترین زمان تا گلدهی در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل 1). در اثر ساده تنش‌ها، کمترین تعداد روز از گلدهی تا پیری گل در شدیدترین سطح تنش‌های شوری و خشکی مشاهده شد (جدول 3). تعداد روز از گلدهی تا پیری گل در گیاهان شاهد 15 روز بیشتر از تیمار 30 درصد ظرفیت زراعی × شوری 60 میلی‌مولار بود (جدول 4). شوری به طور قابل توجهی زمان گلدهی و گلدهی موفقیت آمیز در گیاه نرگس رقم Actaea را تحت تأثیر قرار داد. گلدهی گیاهان در تیمار شاهد، 45 روز به طول انجامید، درحالی‌که در تیمار 25 میلی‌مولار، تعداد روز تا گلدهی 58 روز بود (67). در گیاه نرگس رقم‌های 'Dutch Master' و 'Ice Follies' تیمار شوری 150 میلی‌مولار کلرید سدیم باعث تأخیر گل‌آغازی شده و دوره گل‌دهی را به ترتیب 40 تا 70 درصد کاهش یافت (67). تأخیر در گلدهی به علت تنش‌های چندگانه (عدم تعادل اسمزی، کمبود مواد غذایی و سمیت سلولی) است که به وسیله تنش‌های شوری و خشکی اتفاق می‌افتد (60).



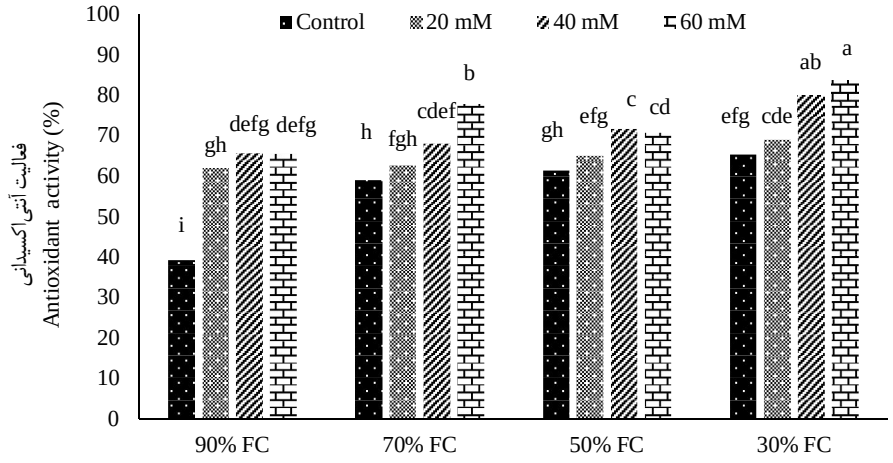
شکل 1- اثر متقابل شوری×خشکی بر تعداد روز از کاشت تا گلدهی گیاه نرگس

Figure 1- The interaction effects of drought × salinity stresses on days from planting to flowering of *Narcissus tazzeta* L.

محتوای فنول کل

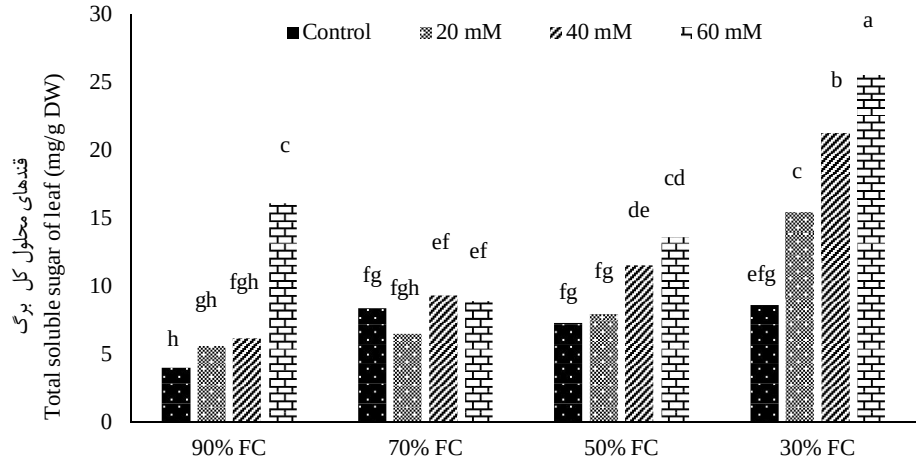
مقایسه میانگین‌های اثر ساده تیمارها نشان داد که با افزایش سطح هر یک از تنش‌های شوری و خشکی، میزان فنول گیاه افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان فنول از تنش شوری60 میلی‌مولار

(62 درصد افزایش نسبت به شاهد) و تنش خشکی30 درصد ظرفیت زراعی (59 درصد افزایش نسبت به شاهد) به دست آمد (جدول 3). اثر متقابل این دو تنش بر فنول کل معنادار نبود (جدول 4). طبق تحقیق‌های قربانعلی و همکاران (23) اثر تنش خشکی بر گیاه سویا سبب افزایش معنی‌دار ترکیب‌های فنولی برگ شد. در تحقیقی دیگر، اثر سطوح مختلف شوری بر گیاه بادام‌زمینی نشان داد که شوری باعث افزایش میزان فنول گیاه شد (2). نقش ترکیب‌های فنولی مربوط به خواص اکسیداسیون احیاء آن‌ها است که نقش مهمی در جذب و خنثی سازی رادیکال‌های آزاد، فرونشانی اکسیژن‌های فعال و یا پراکسیدازهای تجزیه کننده دارند (5 و 26). با توجه به نقش آنتی-اکسیدانی ترکیب‌های فنولی در گیاه، به نظر می رسد افزایش این متابولیت‌ها در گیاه تحت شرایط تنش شوری و خشکی، سبب افزایش مقاومت آن در برابر عوامل نامساعد محیطی شده است (17، 30 و 46).



شکل 2- اثر متقابل شوری ×خشکی بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ گیاه نرگس

Figure 2- The interaction effects of drought × salinity stresses on leaf antioxidant activity of *Narcissus tazzeta* L.



شکل 3- اثر متقابل شوری × خشکی بر میزان قندهای محلول کل برگ گیاه نرگس

Figure 3- The interaction effects of drought × salinity stresses on total soluble sugar of leaf of *Narcissus tazzeta* L.

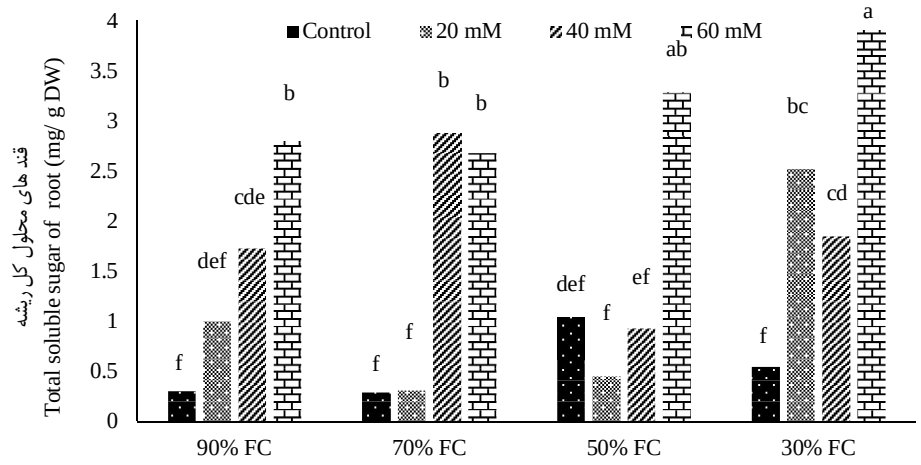
جدول ٤- اثر متقابل تنش‌های خشکی و شوری بر صفات رویشی، زایشی و بیوشیمیایی گل نرگس.

Table 4-The interaction effects of drought×salinity stresses on vegetative, reproductive and biochemical traits of *Narcissus tazetta* L.

تیمارها Treatments		طول ریشه Root length (cm)	حجم ریشه Volume of root (cm^3)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)	طول سوخ Bulb length (mm)	وزن تر سوخ Bulb fresh weight (g)	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight (g)	وزن خشک کل Total dry weight (g)	قطر گل Flower diameter (cm)	قطر تاج گل Flower crown diameter (cm)	قطر ساقه Stem diameter (cm)	تعداد روز از گلدهی تا پیری گل Days from flowering to senescence (day)	محتوای فنول کل Total phenolic content (mg/g FW)
شوری Salinity	خشکی Drought												
شاهد Control	90	35.00^{a}	26.00^{a}	21.62^{a}	42.00^{a}	43.24^{a}	20.21^{a}	14.18^{a}	3.32^{a}	1.18^{a}	1.76^{a}	23.33^{a}	2.10^{a}
	70	26.33^{b}	16.33^{b}	15.04^{b}	39.00^{b}	35.83^{b}	14.85^{b}	14.16^{a}	2.39^{c}	1.13^{a}	1.40^{b}	16.01^{bc}	4.33^{a}
	50	25.66^{bc}	9.66^{d}	7.59^{def}	34.33^{efg}	30.97^{cde}	12.66^{cde}	9.41^{bcde}	2.34^{c}	1.28^{a}	1.44^{b}	13.05^{cdef}	3.84^{a}
	30	22.33^{def}	7.16^{degf}	5.37^{fg}	34.00^{fg}	28.63^{def}	11.73^{def}	9.24^{bcde}	2.21^{d}	1.31^{a}	1.38^{b}	11.11^{efg}	4.77^{a}
20	90	25.33^{bcd}	13.33^{c}	11.84^{c}	38.00^{bc}	35.21^{bc}	14.24^{bc}	11.61^{b}	2.81^{b}	1.14^{a}	1.54^{ab}	15.08^{bcd}	2.69^{a}
	70	22.83^{cdef}	9.33^{de}	8.22^{de}	38.00^{bc}	32.25^{bcd}	11.56^{def}	10.41^{bcd}	2.35^{c}	1.11^{a}	1.35^{b}	15.12^{bcd}	3.98^{a}
	50	22.00^{ef}	9.16^{def}	7.57^{def}	36.66^{cd}	30.53^{de}	11.11^{efg}	10.89^{bc}	2.21^{d}	1.06^{a}	1.10^{c}	15.00^{bcd}	2.94^{a}
	30	21.00^{ef}	7.00^{efg}	5.49^{fg}	35.00^{defg}	27.26^{efg}	10.08^{fgh}	8.99^{cde}	2.02^{ef}	0.95^{a}	1.04^{c}	10.11^{fg}	4.85^{a}
40	90	24.00^{bcde}	8.33^{def}	9.69^{cd}	36.00^{de}	31.38^{cde}	13.42^{bcd}	10.25^{bcd}	2.09^{de}	1.10^{a}	1.51^{b}	13.66^{cde}	4.23^{a}
	70	22.83^{cdef}	9.33^{de}	9.35^{d}	35.33^{def}	31.01^{cde}	12.25^{cde}	10.76^{bc}	2.08^{de}	0.98^{a}	1.00^{c}	12.13^{def}	4.96^{a}
	50	21.66^{ef}	8.83^{def}	8.36^{d}	35.33^{def}	30.64^{de}	9.47^{gh}	9.98^{bcde}	1.97^{efg}	1.04^{a}	1.04^{c}	18.09^{b}	5.25^{a}
	30	20.33^{f}	8.50^{def}	$5.92e^{fg}$	34.66^{efg}	25.10^{gf}	8.46^{h}	8.92^{cde}	1.91^{fg}	0.97^{a}	0.99^{c}	10.33^{fg}	5.14^{a}
60	90	22.33^{def}	7.50^{defg}	8.79^{d}	35.66^{def}	32.86^{bcd}	10.63^{efg}	9.81^{bcde}	2.02^{ef}	1.07^{a}	1.10^{c}	12.66^{def}	4.76^{a}
	70	20.16^{f}	$6.66f^{g}$	8.51^{d}	35.00^{defg}	31.74^{bcd}	6.12^{i}	10.30^{bcd}	2.00^{efg}	1.07^{a}	1.44^{b}	12.60^{def}	6.77^{a}
	50	19.66^{f}	5.83^{g}	5.78^{fg}	34.66^{efg}	26.35^{fg}	3.91^{j}	8.28^{de}	1.98^{efg}	1.03^{a}	1.00^{c}	12.63^{def}	5.64^{a}
	30	17.00^{g}	5.33^{g}	3.87^{g}	33.33^{g}	24.34^{g}	3.17^{j}	7.80^{e}	1.81^{g}	0.91^{a}	0.93^{c}	8.33^{g}	7.25^{a}

اعدادی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند.

Means in each column followed by similar letters are not significantly different at 0.05 probability level, using Duncan test.



شکل 4- اثر متقابل شوری×خشکی بر قندهای محلول کل ریشه گیاه نرگس

Figure 4- The interaction effects of drought × salinity stresses on total soluble sugar of root of *Narcissus tazzeta* L.

فعالیت آنتی اکسیدانی

اثر تنش خشکی و شوری و اثر متقابل آن‌ها بر فعالیت آنتی-اکسیدانی برگ معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب مربوط به تنش خشکی 30 درصد ظرفیت زراعی و شوری 60 میلی‌مولار و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود (جدول 3). بیشترین مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار تنش خشکی 30 درصد ظرفیت زراعی × شوری 60 میلی‌مولار با افزایش 1/13 برابری نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل2). کلیمجاک و همکاران (32) بیان نمودند که تیمار شوری باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. کافی و همکاران (28) نشان دادند که فعالیت آنتی اکسیدانی برگ ژنوتیپ‌های نخود در شرایط تنش شوری افزایش پیدا کرد. ولیفرد و همکاران (66) نیز نشان دادند که تنش شوری در گیاه مریم‌گلی سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه شد. این تنش‌ها سبب تولید ترکیب های ROS می‌شوند که به پروتئین‌ها، لیپیدها، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای نوکلئیک آسیب می‌زنند. گیاهان برای پاکسازی و سمیت زدایی این ترکیب‌ها از سطح سلول، از سیستم‌های دفاعی آنزیمی (کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و ...) و غیرآنزیمی (مانند ترکیب‌های فنولی و کارتنوئیدها) استفاده می‌کنند که سبب افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی گیاه می‌شود (66).

قندهای محلول کل

مقایسه میانگین اثر ساده تنش‌های اعمال شده نشان داد که با افزایش سطوح هر یک از تنش‌های شوری و خشکی، محتوای قند برگ و ریشه گیاهان افزایش یافت (جدول 3)، به طوری که شدیدترین تیمارهای خشکی و شوری قند برگ را به ترتیب 1/21 و 1/26 برابر نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول 3). همچنین نتایج اثر متقابل شوری و خشکی نشان داد که بیشترین قند برگ از تیمار60 میلی مولار × 30 درصد ظرفیت زراعی با 5 برابر افزایش در مقایسه با شاهد به دست آمد (شکل 3). همچنین بیشترین میزان قند ریشه در تنش شوری60 میلی‌مولار و تنش خشکی30 درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد (جدول 3). در اثر متقابل تنش‌ها، قند ریشه تا سطح 50 درصد ظرفیت زراعی و شوری 20 میلی‌مولار افزایش معناداری نداشت (شکل 4). تجمع قندهای محلول کل به عنوان نتیجه‌ای از تنش شوری و خشکی در گلرنگ بهاره، پرتقال واشنگتون ناول و آلوئه‌ورا توسط سایر محققین گزارش شده است (27، 36 و 42). در پژوهشی که توسط سیلوا و همکاران (59) روی لوبیا چشم بلبلی انجام شد دریافتند که شوری باعث افزایش میزان قندهای محلول شد. همچنین با افزایش شدت تنش شوری میزان تجمع قندهای محلول در گیاه گلرنگ بهاره به طور معنی‌داری افزایش یافت (27). در بررسی تنش شوری روی زعفران، افزایش قند در شوری بالا گزارش شده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (46). افزایش مقدار قندهای محلول به عنوان شاخصی برای تنظیم اسمزی در شرایط تنش می-باشد. همچنین عمل فیزیولوژیک این قندها ممانعت از اتصال بین غشاهای مجاور هم در طول دوره تنش با نگهداری لیپیدها و پایداری پروتئین‌ها از طریق ایجاد پیوندهای هیدروژنی با دنباله‌های خطی پروتئین‌ها، تنظیم ژن و تنظیم اسمزی می‌باشد (3).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تنش‌های خشکی و شوری تأثیر مخربی بر صفت‌های رشدی و گلدهی گل نرگس داشتند که در شرایط کاربرد توأم این دو تنش، این اثرها تشدید شد. از سوی دیگر بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنول کل و قندهای محلول کل ریشه و برگ در شرایط تنش شدید خشکی یا شوری به دست آمد. تنش شوری و خشکی سرعت گلدهی و کیفیت گل‌ها را کاهش داد و موجب کمتر شدن عمر گل روی بوته شد ولی نتایج نشان داد تمامی سطوح تنش به مرحله گلدهی رسیدند. همچنین رشد گیاه نرگس تحت تأثیر شدیدترین سطوح تنش خشکی (30 درصد ظرفیت زراعی) و شوری (60 میلی‌مولار) به‌طور کامل متوقف نشد. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که اثر مخرب تنش شوری بر صفت‌های رشدی، زینتی و فیزیولوژیکی گل نرگس بیشتر از تنش خشکی‌بود.

منابع

1- Abedi T., and 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- Afshar Mohammadian M., Ebrahimi Nokandeh S., and Jamalomidi M. 2015. The effect of different levels of salinity on some non-enzymatic antioxidants of three cultivars of peanut (*Arachis hypogea* L.). Crop Physiology Journal 6(24): 57-71. (In Persian)
3- Ahmadi S.H., and Niazi Ardekani J. 2006. The effect of water salinity on growth and physiological stages of eight Canola (*Brassica napus*) cultivars. Irrigation Science 25: 11-20. (In Persian)
4- Al-Moftah A.E., and Al-Humaid A.R.I. 2005. Response of vegetative and reproductive parameters of water stressed tuberose plants to vapor gard (VG) and kaolin antitranspirants (AT). Arab Gulf Journal of Scientific Research 23(1): 7-14.
5- Apel K., and Hirt H. 2004. Reactive oxygen species: Metabolism, oxidative stress, and signal transduction. Plant Biology 55:373-399.
6- Bahadoran M., and Salehi H. 2015. Growth and flowering of two tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cultivars under deficit irrigation by saline water. Journal of Agricultural Science and Technology 17(2): 415-426.
7- Bakhshi Khaniki G., Javadi S., Mehdikhani P., and Tahmasebi D. 2011. Investigation of drought stress effects on some quantity and quality characteristics of new eugenics sugar beet genotypes. New Cellular and Molecular Biotechnology Journal 1(3): 65-74. (In Persian)
8- Bideshki A., and Arvin M.J. 2010. Effect of salicylic acid (SA) and drought stress on growth, bulb yield and allicin content of garlic (*Allium sativum*) in field. Plant Ecophysiology 2: 73-79. (In Persian)
9- Bissuel-Belaygue C., Cowan A.A., Marshall A.H., and Wery J. 2002. Reproductive development of white clover (*Trifolium repens* L.) is not impaired by a moderate water deficit that reduces vegetative growth. Crop Science 42(2): 414-422.
10- Borzouei A., Kafi M., Khazaei H., and Mousavi Shalmani M. 2012. Effect of irrigation water salinity on root traits of two salt-sensitive and salt-tolerant wheat cultivars and its relationship with yield in greenhouse. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture 2(4): 95-107. (In Persian)
11- Dadras N., Besharati H., and Ketabchi S. 2012. Effects of salt stress induced by sodium chloride on growth and biological nitrogen fixation in soybean cultivars. Journal of Soil 26: 141-137. (In Persian)
12- Davarynejad G., Shirbani S., and Zarei M. 2015. Effects of deficient irrigation on some of the morpho-physiological characteristics of four fig cultivars. Journal of Horticulture Science, 29(4): 501-517. (In Persian)
13- De R., and Kar R.K. 1995. Seed germination and seedling growth of mung bean under water stress by PEG 6000. Seed Science and Technology 23(2): 301-308.
14- Dehghan H., Alizadeh A., Esmaili K., and Nemati H. 2015. Root growth, yield and yield components of tomato under drought stress. Journal of Water Research in Agriculture 29(2): 169-179. (In Persian)
15- Dehghan A., and Rahimmalek M. 2018. The effect of salt stress on morphological traits and essential oil content of Iranian and foreign yarrow (*Achillea millefolium* L.) genotypes. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture 9(2): 23-38. (In Persian)
16- Eskandari-Zanjani K., Shirani Rad A.H., Bitarafan Z., Aghdam A.M., Taherkhani T., and Khalili P. 2012. Physiological response of sweet wormwood to salt stress under salicylic acid application and non-application conditions. Life Science Journal 9(4): 4190-4195.
17- Fabriki Ourang S., and Mehrabad-Pourbenab S. 2016. The effects of drought and salt stresses on some morphological and biochemical parameters of savory (*Satureja hortensis* L.). Eco-Phytochemical Journal of Medicinal Plants 4(3): 23-35. (In Persian)
18- Fallah A., Farahmanfar E., and Moradi F. 2015. Effect of salt stress on some morphophysiological characters of two rice culitivars during different growth stages at greenhouse. Applied Field Crops Research 28(107): 175-182. (In Persian)

19- Franco J.A., Banon S., Vicente M.J., Miralles J., and Martinez-Sanchez J.J. 2011. Root development in horticultural plants grown under abiotic stress conditions-a review. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 86: 543–556.
20- Ghasemi-Phyrouzabadi A. 2001. Evaluation of salinity resistance in two rangeland species *Aeluropus littoralis and Puccinella diatance*. MS.c.Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. (In Persian)
21- Ghasemi A. 2009. Medicinal and aromatic plants. Islamic Azad University Press. Shahrekord, 536. (In Persian)
22- Gholami-Touranposhti M., Maghsoudi Moud A.A., and Manouchehri-Kalantari K. 2005. Salt stress effect on the photosynthetic capacity of three Iranian saffron (*Crocus sativus* L.) clones. The 4th National Biotechnology Congress of Kerman. (In Persian)
23- Ghorbanali M., and Niakan M. 2005. Evaluation of drought stress effect on soluble sugars content, protein, prolin and phenolic compounds and nitrate reeducates activity in soybean cultivar Gorgan 3. Iranian Journal of Science Education 1(2): 537-550. (In Persian)
24- Hajmohammadnia-Ghalibaf K., and Selahvarzi Y. 2012. Physiological responses of kallar grass (*Leptochloa fesca* L. kunth) to combined salinity and drought stresses under controlled conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences 4(2): 105-115. (In Persian)
25- Jaimez R., Vielma O., Rada F., and García-Núñez C. 2000. Effects of water deficit on the dynamics of flowering and fruit production in capsicum chinense Jacq in a tropical semiarid region of Venezuela. Journal of Agronomy and Crop Science 185(2): 113-119.
26- Javanmardi J., Khalighi A., Khashi A., Bais H.P., and Vivanco J.M. 2002. Chemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 58-78.
27- Javadipour Z., Movahhedi Dehnavi M., and Balouchi H. 2013. Changes in leaf proline, soluble sugars, glycinebetaine and protein content in six spring safflowers under salinity stress. Journal of Plant Process and Function 1(2): 13-23. (In Persian)
28- Kafi M., Bagheri A., Nabati J., Zare-Mehrjerdi M., and Masomi A. 2011. Effect of salinity on some physiological variables of 11 chickpea genotypes under hydroponic conditions. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture 1(4): 55-70. (In Persian)
29- Kerepesi H., and Galiba G. 2000. Osmotic and salt stress Induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling. Crop Science 40: 482-487.
30- Kim B.J., Kim J.H., Kim H.P., and Heo M.Y. 1997. Biological screening of 100 plant extracts for cosmetic use (II): Antioxidative activity and free radical scavenging activity. International Journal of Cosmetic Science 19(6): 299-307.
31- Kinghorn A.D. 1987. Biologically active compounds from plants with reputed medicinal and sweetening properties. Journal of Natural Products 50(6): 1009-1024.
32- Klimczak I., Maecka M., Szlachta M., and Gliszcyn A. 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. Journal of Food Composition and Analysis 20: 313-322.
33- Kontogiorgis C.A., and Hadjipavlou-Litina D.J. 2005. Synthesis and antiinflammatory activity of coumarin derivatives. Medicinal Chemistry 48: 6400-6408.
34- Liang X., Zhang L., Natarajan S.K., and Becker D.F. 2013. Proline mechanisms of stress survival. Antioxidants and Redox Signaling 19: 998-1011.
35- Li X.F., Shao X.H., Deng X.J., Wang Y., Zhang X.P., Jia L.Y., and Xu L. 2012. Necessity of high temperature for the dormancy release of *Narcissus tazetta* var. *chinensis*. Journal of Plant Physiology 169(14): 1340-1347.
36- Lloyd J., and Howie H. 1989. Response of orchard 'washington navel' orange, (*Citrus sinensis* L.) osbeck to saline irrigation water. Canopy characteristics and seasonal patterns in leafosmotic potential, carbohydrates and ion concentrations. Australian Journal of Agricultural Research 40: 359–69.
37- Mahajan S., and Tuteja N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. Archives of Biochemistry and Biophysics 444(2): 139-158.
38- McCready R.M., Guggolz J., Silviera V., and Owens H.S. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. Analytical Chemistry 22: 1156–1158.
39- Moghbeli E., Fathollahi S., Salari H., Ahmadi G., Saliqehdar F., Safari A., and Hosseini Grouh M. 2012**.** Effects of salinity stress on growth and yield of *Aloe vera* L. Journal of Medicinal Plants Research 6(16): 3272-3277.
40- Mortezaye-nezhad F., and Jazi-zadeh E. 2017. Effects of water stress on morphological and physiological indices of *Cichorium intybus* L. for introduction in urban landscapes. Journal of Plant Process and Function 6(21): 279-290. (In Persian)
41- Mohammadi Torkashvand A., and Toofighi Alikhani T. 1394. The impact of drought stress of the cultivation medium on the growth and postharvest life of lilium and chlorophyll in different potassium concentrations of nutrient solution. Journal of Ornamental Plants 5(2): 123-130.
42- Murthy Z.V.P., and Lad V.N. 2013. Phenology of *Aloe barbadensis* Miller: A naturally available material of high therapeutic and nutrient value for food applications. Journal of Food Engineering 115: 279–284.

43- Nakhaei, F., Khalighi, A., Naseri, M. and 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 (Agricultural Sciences and Technology) 22(2): 123-131. (In Persian with English Abstract)
44- Pessarakli M. 1995. Hand book of plant and crop physiology. Public. Narcel Dekker. Inc. 223-242.
45- Pessarakli M., and 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.
46- Pourmorad F., Hosseiniimehr N., and Shahabimajd N. 2006. Antioxidant activity, Phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medical plants. African Journal of Biotechnology 5(11): 1142-1145.
47- Rostami M., Mohmmad-Parast B., and Golfam R. 2015. The effect of different levels of salinity stress on some physiological characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 3(3): 193-179. (In Persian)
48- Sadeghi H., and Khani K. 2012. Effects of different drought and salinity stress levels on some morphological characteristics and proline content of annual burr medics (*M. polymorpha* L.). Iranian Dryland Agronomy Journal 1(2): 1-13. (In Persian)
49- Sanjarimijani M., Sirousmehr A.R., and Fakheri B. 2016. The effects of drought stress and humic acid on morphological traits, yield and anthocyanin of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Agroecology 8(3): 346-358. (In Persian)
50- Salami M.R., Safarnejad A., and Hamidi H. 2006. Effect of salinity stress on morphological characters of cuminum cyminum and valeriana officinalis. Journal of Pajouh and Sazandegi 72: 77-83. (In Persian)
51- Sarker B.C., Hara M., and Uemura M. 2005. Proline synthesis, physiological responses and biomass yield of eggplants during and after repetitive soil moisture stress. Science Horticulture 103:387-402.
52- Sepaskhah A.R., and Yarami N. 2009. Interaction effects of irrigation regime and salinity on flower yield and growth of saffron. Journal Horticulture Science Biotechnol 84: 216-222.
53- Shahbazi H., Arzani A., and 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 Persian)
54- Sharifi M., Ghorbanli M., and Ebrahimzadeh H. 2006. Improved growth of salinity-stressed soybean after inoculation with salt pre-treated mycorrhizal fungi. Journal of Plant Physiology 164(9): 1144-1151.
55- Shao H.B., Chu L.Y., Jaleel C.A., and Zhao C.X. 2008. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants, Comptes Rendus Biologies 331: 215-225.
56- Shannon M.C. 1986. Breeding, selection and the genetics of salt tolerance. In: Staples R.C., and G.H. Toenniessn (eds). Salinity Tolerance in Plants. John Wiley and Sons 10: 231-252.
57- Shillo R., Ding M., Pasternak D., and Zaccai M. 2002. Cultivation of cut flower and bulb species with saline water. Science Horticulture 92: 41–54.
58- Singleton V.L., Orthofer R., and Lamuela-Raventos R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. Methods in Enzymology 299: 152-178.
59- Silva J.V., Lacerd C.F., Costa P.H.A., Filho J.E., Filho E.G., and Prisco J.T. 2003. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with $CaCl_2$. Brazilian Journal of Plant Physiology 15: 99-105.
60- Stanton M., Roy B., and Thiede D. 2000. Evolution in stressful environments. I. Phenotypic variability, phenotypic selection, and response to selection in five distinct environmental stresses. Evolution 54(1): 93-111 .
61- Soleimani S., Bernard F., Amini M., and Khavari-nezhad R. 2007. Alkaloids from *Narcissus tazetta* L. Journal of Medicinal Plants 4(24): 58-63. (In Persian)
62- Sreenivasulu N., Grimm B., Wobus U., and Weshke W. 2000. Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedlings of foxtail millet (*Setaria italica*). Plant Physiology 109(4): 435-442.
63- Tabatabae S.A., Ghasemi A., and 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 Persian)
64- Ueda A., Kanechi M., and 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.
65- Van-Dort H.M., Jagers P.P., and Heide R. 1993. *Narcissus trevithian* and *Narcissus geranium*: analysis and synthesis of compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry 41(11): 2063-2075.
66- Valifard M., Mohsenzadeh S., Kholdebarin B., and Rowshan V. 2014. Effects of salt stress on volatile compounds, total phenolic content and antioxidant activities of *Salvia mirzayanii*. South African Journal of Botany 93: 92–97.
67- Veatch-Blohm M.E., Chen D., and Hassett M. 2013. *Narcissus* cultivar differences in response to saline irrigation when application began either pre-or postemergence. HortScience 48(3): 322-329.
68- 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.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.3, Fall 2019, P. 451-466
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 33، شماره 3، پاییز 1398، ص. 466-451
شاپا: 2008 - 4730

Effect of Drought and Salinity Stress on Growth, Flowering and Biochemical Characteristics of *Narsicuss tazetta* L.

A. Naseri Moghadam[4]- H. Bayat[2*]- M.H. Aminifard[3]– F. Moradinezhad[4]

Received: 05-12-2018
Accepted: 26-06-2019

Introduction: Salinity and drought have adverse impacts on crop production throughout the world, especially in arid and semiarid areas. Salinity decreases crop growth and yield through modifications of ion balance, water status, stomatal behavior, photosynthetic efficiency, salinity-induced nutrient deficiency and changes to the soil structure. Drought is another one of the main factors limiting the growth and development through the anatomical, morphological, and physiological and biochemical changes that the severity of drought damage varies depending on the duration of the stress and plant growth stage. Water stress reduces relative water content, photosynthesis pigments, stomatal conductance, biomass, growth and ultimately plant performance. Narcissus (*Narcissus tazetta* L. cv. 'Shahla') belongs to the Amaryllidaceae family is grown as a cut flower, landscape and medicinal plant that grows throughout the world except tropical regions. It is necessary to know the tolerance of *N. tazzeta* to drought and salinity stress in order to produce optimal product. According to previous studies, no complete research has been done on the effects of drought and salinity stress on *N. tazzeta*. Therefore, the present study was carried out with the aim of investigating the combined effects of drought and salinity stress on growth, flowering and biochemical characteristics of *N. tazzeta*.

Materials and Methods: This research was carried out in Faculty of Agriculture, University of Birjand, in 2017. A pot experiment was conducted in completely randomized deign with factorial arrangement and three replications. 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 plants were harvested four months after the start of salt and drought treatments. The investigation traits were included vegetative, reproductive and biochemical characterizes. Measured traits were included root length, volume of root, root fresh weight, bulb length, bulb fresh weight, shoot fresh weight, total dry weight, flower diameter, flower crown diameter, stem diameter, days from planting to flowering, days from flowering to senescence, antioxidant activity, total phenolic content and total soluble sugar of leaf and root. The data were analyzed by SAS version 9.4 and the means separated by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$. Excel was used to draw graphs.

Results and Discussion: The results of simple effects showed that drought and salinity stresses decreased the values of flowering stem diameter, flower diameter, root length, root volume, root fresh weight, bulb fresh weight, bulb length, shoot fresh weight, total dry weight and days from flowering to senescence. In contrast, the values of the number of days from sowing to flowering, total soluble sugars of leaf and root, antioxidant activity and total phenolic content increased under the influence of these two stresses. The results of interaction effects showed that the destructive effects of salinity and drought stress were intensified in co-application conditions, so that the lowest values of growth and reproductive traits were observed in the most severe stress (30% field capacity × 60 mM salinity). Usually, root and shoot length in sodium chloride solution is reduced due to the toxicity of ions and their negative effects on cell membranes. Drought stress and salinity reduce cell division and also reduce the size of cells and consequently the length of the plant decreases. Delay in flowering is due to multiple stresses (osmotic imbalance, nutrient insufficiency and cellular toxicity) that is caused by salinity and drought stresses. These stresses produce ROS compounds that damage the proteins, lipids, carbohydrates, and nucleic acids. Plants for scavenging and detoxifying these compounds from the cell surface use enzymatic (catalase, superoxide dismutase, etc.) and non-enzymatic (phenolic compounds and carotenoids) defense systems that increase the antioxidant activity of the plant.

Conclusion: The results of this study showed that drought and salinity stresses had negative effects on growth and flowering traits, which was exacerbated by the combined application of these two stresses. On the other hand, the highest levels of antioxidant activity, total phenolic content and total soluble sugars were obtained under severe stress conditions (drought or salinity). Salinity and drought stress reduced the flowering rate, quality of flowers and the flower life on the plant, but all the levels of stress reached to flowering stage.

1, 2, 3 and 4- M.Sc. Student, Assistant Professors and Associate Professor, Department of Horticultural Science, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: hassanbayat@birjand.ac.ir)

Also, the growth of narcissus plant was not affected by the highest levels of drought (30% crop capacity) and salinity (60 mM) stress. In general, the results showed that both drought and salinity stress reduced the growth and yield of narcissus flower, but the destructive effects of salinity stress on the growth, ornamental and physiological traits of narcissus flower were more than drought stress.

Keywords: Antioxidant activity, Flower diameter, Root volume, Total phenolic content, Total soluble sugar