نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد 2، شماره 2، تابستان 1393 ص: 44-31

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 2, No. 2, Summer 2014, P. 31-44

بررسی برخی پاسخ‌های فیزیولوژیک سه توده بومی زعفران (*Crocus sativus* L.) ایران به تنش شوری

مهدی نقی زاده[*1]، محمود غلامی شبستری[2] و محدثه شمس الدین سعید[3]

تاریخ دریافت: 23 شهریور 1392 تاریخ پذیرش: 19 تیر 1393

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر برخی رفتارهای فیزیولوژیکی گیاه زعفران، سه توده بومی جمع‌آوری‌شده از شهرستان‌های گناباد، فردوس و تربت‌حیدریه تحت اثر شوری آب آبیاری با مقادیر هدایت الکتریکی 0/5، 3، 6، 9 و 12 دسی زیمنس بر متر طی دو سال آزمایشی در زیر یک محافظ باران و در گلدان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات شوری یزد انجام شد که سه سطح توده بومی و پنج سطح شوری در آن‌ها به‌صورت فاکتوریل توزیع شدند. پس از سبز شدن یکنواخت بنه‌ها، به‌تدریج و با فواصل زمانی هفتگی، آب‌شور با هدایت الکتریکی موردنظر برای آبیاری هر گلدان اضافه شد و کسر آبشویی 30 درصد برای کنترل شوری خاک اعمال گردید. نتایج نشان‌داد که با افزایش میزان شوری، محتوی نسبی آب 6/26 درصد، وزن خشک اندام هوایی 19/80 درصد، تعداد کل برگ 17/042 درصد، وزن خشک بنه 49/42 درصد، غلظت قندهای احیاکننده در بنه و برگ 43/36 و 23/72 درصد کاهش و میزان نشت یونی غشاء سلولی در بنه و برگ 34 و 27 درصد، غلظت یون سدیم 70 درصد، نسبت سدیم به پتاسیم 66/66 درصد و غلظت پرولین در برگ 2/88 برابر نسبت به شاهد افزایش یافت، که در اکثر موارد این نوسانات با اعمال تنش 3 دسی زیمنس بر متر آب آبیاری مشاهده می‌گردد. نتایج همچنین نشان‌داد که توده بومی گناباد ازنظر صفات رشدی مثل تعداد کل برگ، وزن خشک اندام هوایی و تعداد کل بنه نسبت به دو توده دیگر برتری دارد اما ازنظر مقدار کلروفیل b، مجموع کلروفیل a و b، توده بومی فردوس از برتری نسبی برخوردار است.

کلمات کلیدی: بنه، خاک شور، خصوصیات بیوشیمیایی، رشد رویشی.

1- استادیار دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر.
2- دانشجوی دکترای فیزیولوژی دانشگاه فردوسی مشهد.
3- دانشجوی دکترای زراعت دانشگاه زابل.
(*-نویسنده مسئول: msnaghizadeh@gmail.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

زعفران (*Crocus stivus* L.)، ازجمله گران‌بهاترین محصولات کشاورزی دنیا است به‌گونه‌ای که آن را «طلای سرخ» می‌نامند (Sabzevari, 1995). زعفران گیاه کوچکی است که نیاز آبی و غذایی بسیار کمتری در مقایسه با سایر گیاهان زراعی و باغی دارد. بخش اعظم دوره رشد آن در فصل سرد سال است که غالباً بارندگی‌های زمستانه و یا آبیاری سبک با توجه به عمق توسعه محدود ریشه می‌تواند آب موردنیاز گیاه را تأمین کند. از طرفی، برودت هوا در این دوره، سطح محدود برگ و قرار گرفتن روزنه‌ها در شیار بین سطح بالایی و پائینی برگ مانع از اتلاف بیش‌ازحد آب‌شده و لذا زعفران گیاه بسیار مناسبی برای قرارگرفتن در الگوی کاشت مناطق خشک و نیمه‌خشک است. اما غالباً شوری منابع آب‌وخاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران مشکلی مضاعف و رو به گسترش است که می‌تواند هم‌سطح زیر کشت و هم عملکرد محصول را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین شناخت مکانیسم‌های تحمل شوری در گیاهان به‌منظور انتخاب گونه‌های مناسب برای اراضی مساعد جهت دستیابی به عملکرد مطلوب ضروری است (Kafi et al, 2002).

شوری می‌تواند بسیاری از خصوصیات رشد و فیزیولوژی گیاه را تحت تأثیر قرار دهد و از رشد و حصول عملکرد مناسب جلوگیری به‌عمل آورد. برخی از این تغییرات درواقع سازگاری‌هایی هستند که کمک می‌کنند تا گیاه تنش ناشی از شوری را تحمل کند (Babaeian & Ahmadi Tabar, 2002). بنابراین، تشخیص مکانیسم‌های فیزیولوژیکی محدودکننده رشد گیاهان تحت تنش و نحوه پاسخ گیاه به آن، یک مرحله مهم در جهت افزایش مقاومت گیاهان است. غلظت زیاد کلرید سدیم، عملکرد و تولید ماده آلی را در گیاه کاهش می‌دهد (Mozaffari, Kazemi pour, 1999; 2004). تنش شوری می‌تواند پتانسیل آب و پتانسیل اسمزی در سلول‌های گیاهی، غلظت کلروفیل (Chaparzadeh, 1996; Kaya et al., 2001)، مقاومت روزنه‌ای (Abbasi, 1998)، محتوای نسبی آب سلول (Kaya et al., 2001)، شاخص سطح برگ (Chaparzadeh, 1996)، انتقال مواد غذایی، فتوسنتز و فرایندهای جنبی آن ازجمله سنتز کربوهیدرات‌ها (Postini, 1994) را تحت تأثیر قرار دهد. رشد ریشه در مقایسه با اندام هوایی کمتر تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد. میر محمدی و قره یاضی (Mirmohammadi Maibody & Qara Yazy, 2002)بیان داشتند در نه تنها در شوری‌های پایین رشد ریشه غالباً کمتر کاهش می‌یابد، حتی گاهی اوقات به وسیله شوری در مقایسه با ساقه تحریک می‌شود. همچنین آنها بیان داشتند اثرات کوتاه مدت تنش شوری شامل کاهش رشد ریشه و بروز واکنش ریشه به کمبود آب می‌باشد که در طی چند روز اتفاق می‌افتد و اثرات طولانی مدت باعث انتقال مقدار زیادی نمک به برگ‌های توسعه یافته و کاهش فعالیت فتوسنتزی می‌شود و در نهایت رشد ریشه متوقف می‌گردد و بدین طریق ظرفیت جذب و انتقال آب و عناصر غذایی از خاک به طرف اندام هوایی را کاهش دهد. همچنین گزارش شده است که واکنش به شوری در شاخه زودتر از ریشه مشاهده می‌شود (Babaeian & Ahmadi Tabar, 2002).

اثر دیگر شوری سمیت ناشی از افزایش بیش‌ازحد بعضی از عناصر است. ثابت‌شده است که کلرید سدیم نسبت به پلی‌اتیلن گلیکول دارای اثرات تخریبی بیشتری بر رشد و عملکرد است. ازاین‌رو علت آن را به اثرات سمی یون‌ها نسبت می‌دهند. علاوه بر این بعضی از یون‌ها ازجمله سدیم و کلر سبب گسیختگی ساختار مولکول‌های پروتئین

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شوند. همچنین این یون‌ها می‌توانند به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر ساختار غشاء اثر گذاشته و سبب گسیختگی غشاء سیتوپلاسمی شوند (Saadati et al., 2004). توزیع غیر یکسانی از یون‌ها در اندام‌های مختلف گیاهی وجود دارد (Al-Rawahy, 1992). در شرایط شور، در گونه‌های حساس به نمک، تجمع سدیم در گیاه با کاهش پتاسیم همراه است اما در بعضی از گونه‌ها، به دلایل مختلف ازجمله سمیت بیش‌ازحد یونی و آسیب‌دیدگی غشاء، میزان پتاسیم تا حدود 20 تا 30 درصد، افزایش پیدا می‌کند (Hong, 1996).

شوری معمولاً موجب تغییر در نسبت یون‌های Ca^{2+}/Na^{+} و K^{+}/Na^{+} می‌شود. نتیجه تغییر این نسبت‌های یونی، افزایش یا کاهش رشد گیاه تحت تنش خواهد بود (Jiping & Zhu, 1997). بارزترین اثر شوری بر متابولیسم اسیدهای آمینه، تجمع پرولین آزاد در گیاهان مقاوم به شوری نسبت به گیاهان غیر مقاوم به شوری است (Babaeian & Ahmadi Tabar, 2002).

در رابطه با پاسخ گیاه زعفران نسبت به تنش شوری، مطالعات بسیار کمی در دست است (Kaffi et al., 2002). شاهنده و موسوی (Shahande & Mousavi, 1988) در تحقیقی که به «ارزیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب‌وخاک در رابطه با عملکرد زعفران در منطقه گناباد» پرداختند، مشاهده نمودند که عملکرد این گیاه در مناطقی که شوری آب آبیاری از 2 دسی زیمنس بر متر بیشتر بوده، کاهش‌یافته است. اما با توجه به اینکه کسر آبشویی و شوری عصاره اشباع خاک در تحقیقات شان در دسترس نبوده است نمی‌توان آستانه تحمل به شوری در گیاه زعفران را 2 دسی زیمنس بر متر در نظر گرفت.

هرچند گیاه زعفران به علت خاصیت تریپلوئید بودن قادر به تکثیر جنسی نیست و لذا امکان انتقال ژن و تنوع ژنتیکی در این گیاه محدود است، آقایوف (Aqayof, 1994) ابراز داشت که توده‌های بومی زعفران ایران یک جمعیت مرکب و دارای تنوع ژنتیکی است. لذا احتمال دارد که براثر گذشت زمان و بروز جهش‌های ژنتیکی، برخی از این توده‌ها به شرایط منطقه مورد کاشت سازگار و دارای مکانیسم‌های مناسب واکنش در شرایط تنش شده باشند که در این صورت می‌توان از این توده‌ها به‌عنوان والد مناسب در فرآیند اصلاح این نبات با استفاده از روش‌های بیوتکنولوژیک استفاده کرد.

هدف از این پژوهش شناسایی برخی از مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و نحوه پاسخ سه توده بومی زعفران ایران به تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر برخی رفتارهای فیزیولوژیکی گیاه زعفران، طی دو سال سه توده بومی گناباد، فردوس و تربت‌حیدریه تحت تیمار با آب آبیاری دارای هدایت الکتریکی[1]، 0/5(شاهد)، 3، 6، 9 و 12 دسی زیمنس برمتر، قرار گرفتند. آزمایش گلدانی در زیر یک محافظ باران و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. پوشش محافظ باران فقط به‌منظور جلوگیری از ریزش باران در گلدان‌ها و تغییر

1- Electrical conductivity

Archive of SID

www.SID.ir

ناخواسته شوری خاک تهیه شد و هوای آزاد به‌راحتی در آن جریان داشت. برای کاشت از گلدان‌هایی به عمق 40 سانتیمتر و قطر 17 سانتی‌متر استفاده شد. بافت خاک مورداستفاده از نوع شنی بود که از مزارع کشاورزان تهیه‌شده بود. به‌منظور حصول شرایط یکنواخت در سبز شدن بنه‌ها، قبل از کاشت بنه‌ها، هر گلدان با مقادیر مساوی آب غیر شور آبشویی شد تا شوری آب زهکش در هر گلدان به حدود دسی زیمنس بر متر 1 رسید. در هر گلدان 5 بنه یکسان با وزن تقریبی 5 گرم در عمق 15 سانتی‌متری خاک‌کشت گردید. پس از سبز شدن یکنواخت بنه‌ها، با فواصل زمانی هفتگی، مقدار کافی آب شور با هدایت‌الکتریکی موردنظر جهت اعمال تیمار شوری به هر گلدان اضافه شد و کسر آبشویی 30 درصد به‌منظور کنترل شوری خاک اعمال گردید. به‌منظور جلوگیری از بروز شوک ناشی از تنش در گیاه، تنش شوری در سطوح 6، 9 و 12 دسی زیمنس بر متر به‌تدریج و در چند مرحله با آبیاری با آب‌شور 3 دسی زیمنس بر متر اعمال شد به‌طوری‌که شوری سطح 6 دسی زیمنس بر متر با دو بار، 9 دسی زیمنس بر متر با 3 بار و 12 دسی زیمنس بر متر با 4 بار آبیاری به شوری موردنظر رسیدند.

با توجه به اینکه غالب رشد گیاه زعفران در سال اول متأثر از بنه‌های اولیه است که در مزارع مادری رشد کرده و تحت تأثیر تیمار نبوده‌اند، لذا اندازه‌گیری‌ها در سال دوم آزمایش و پس از یک دوره تیمار انجام شد. محتوی نسبی آب برگ و میزان نشت از غشا[1] در بنه و برگ با استفاده از روش کایا و همکاران (Kaya et al., 2001)، غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم با روش فلیم فوتومتری (Arvin & Kazmypour, 2001)، غلظت کلروفیل برگ با استفاده از روش آرنون (Arnon, 1949) میزان قندهای احیاکننده با روش سوموگی (Somogyi, 1952) و میزان پرولین با روش بیتس و همکاران (Bates et al., 1973) اندازه‌گیری شدند. در انتهای آزمایش وزن خشک اندام هوایی و بنه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال دقیق اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS,V.18.0 تجزیه واریانس شدند و میانگین داده‌ها در سطح احتمال 95% با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد با افزایش تنش شوری، تعداد برگ، وزن خشک بنه و اندام هوایی به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند (جدول 1 و 2). باوجود این نحوه پاسخ آن‌ها در سطوح مختلف شوری متفاوت بود به‌طوری‌که تعداد برگ در هر گلدان تنها در سطح شوری دسی زیمنس بر متر 12 با تیمار شاهد(0/5 دسی زیمنس بر متر) اختلاف معنی‌دار داشت و این موضوع در مورد وزن خشک اندام هوایی و بنه‌ها هر یک به ترتیب در سطوح شوری 9 دسی زیمنس بر متر و 3 دسی زیمنس بر متر اتفاق افتاد(جدول 2). ماس و هافمن (Maas & Hoffman, 1977) بیان داشتند کاهش پتانسیل تورژسانس درنتیجه شوری مهم‌ترین عامل بازدارندگی رشد گیاهان تحت شرایط شوری است چون رشد سلول‌ها در ابتدا با پتانسیل تورژانس در ارتباط است، کاهش فشار تورژسانس روی تقسیم سلولی و طویل شدن و همچنین بسته شدن روزنه‌ها در گیاهان حساس به شوری اثر می‌گذارد و تبادل گازی (فتوسنتز و تنفس) کاهش می‌یابد و درنتیجه باعث جلوگیری از رشد می‌شود. به گزارش پسرکلی (Pessarakli, 1994)، تأثیر تنش شوری در رشد گیاه می‌تواند درنتیجه کاهش پتانسیل آب و فشار اسمزی بالای محیط ریشه باشد. در نتیجه محتوی نسبی آب برگ کاهش می‌یابد

1- Ion leakage

Archive of SID

www.SID.ir

و به‌دنبال آن از فشار تورژسانس سلول‌ها و رشد گیاه کاسته می‌شود. بر اساس نتایج این آزمایش نیز با افزایش شوری از 6 دسی زیمنس بر متر، محتوی نسبی آب برگ به‌شدت کاهش‌یافته است و با شاهد اختلاف معنی‌دار نشـان داد. همچنین نتایج نشان دادند که ذخیره قند در بنه‌ها کاهش یافت که می‌تواند به علت کاهش سطح فتوسنتز کننده و یا کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه باشد. یک عامل مهم تعیین‌کننده ظرفیت فتوسنتز گیاه، سطح فتوسنتز کننده می‌باشد که در زعفران تحت تأثیر تعداد کل برگ، طول برگ و وزن خشک اندام هوایی مـی‌باشـد (Kafi et al, 2002)، بـر اساس نتایج به‌دست‌آمده (جدول 1) با افزایش شوری رشد اندام هوایی، رشد برگ و سـطح فتوسـنتز کننـده در گیـاه کاهش یافت و درنتیجه آن تولید مواد فتوسنتزی، انتقال و ذخیره آن‌ها در بنه به‌شدت کاهش‌یافته است.

آروین و کاظمی‌پور (Arvin & Kazmy pour, 2001)، در اندازه‌گیری غلظت قند در ارقام مختلف پیاز دریافتند که ارقام مختلف پیاز نسبت به غلظت قند، عکس‌العمل‌های متفاوتی از خود بروز می‌دهند. برای مثال غلظت قنـد در ریشه رقم دسکس با افزایش شوری کاهش یافت اما در سایر ارقام موردمطالعه چنین روندی دیده نشـد. خـدادادی و امید بیگی (khodadadi & Omid beigi, 2004) نیز دریافتند که غلظت قند در برگ دو رقم پیاز تحت اثر شـوری قرار نگرفته است. میقانی (Mighani, 2002) ابراز داشت که غلظت کربوهیدرات‌های احیا شونده در گندم قدس کـه یک رقم حساس به شوری است بیش از رقم بولانی که به خشکی مقـاوم اسـت مـی‌باشـد کـه ایـن امـر مـی‌توانـد نشان‌دهنده تجمع این کربوهیدرات‌ها در بافت‌ها به‌عنوان یک آسمیلات بوده و تنظیم اسمزی در گندم را تحت کنترل داشته باشد. بر اساس تحقیق طهماسبی (Tahmasbi, 2003) شوری باعث کاهش غلظت قنـدهای احیاکننـده شـده است.

تحقیقات نشان داده است اندازه بنه‌ها رابطه مستقیمی با گلدهی گیاه در سال بعد دارد (Sadeghi, 1989) لذا هر عاملی که تولید و ذخیره مواد غذایی در بنه را کاهش دهد می‌تواند باعث کوچک شدن اندازه بنـه و نهایـت کـاهش گلدهی و عملکرد گیاه در سال بعد شود. ظرفیت فتوسنتزی بستگی به عوامل متفاوتی دارد که به‌طورکلی می‌تـوان از آن‌ها به‌عنوان ابزار (رنگ‌دانه‌ها و آنزیم‌ها) و محیط فتوسنتز نام برد. در این آزمایش غلظت کلروفیل‌ها تحت اثر شوری آب آبیاری قرار نگرفت (جدول 1). به گفته فلاورز و همکاران (Flowers et al., 1985) شوری غلظت کلروفیل را در گیاه برنج کاهش داده و ظرفیت فتوسنتزی را کم می‌کند. درحالی‌که به نظر می‌رسد در گیاه زعفران غلظت کلروفیل بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی باشد و ازاین‌رو کاهش ظرفیت فتوسنتزی در این گیاه می‌توانـد ناشـی از کـاهش فعالیت آنزیم‌ها و یا کاهش محتوی نسبی آب برگ‌ها باشد. کاهش محتوی نسبی آب در برگ‌ها می‌تواند با کاهش آب سلول، سرعت واکنش‌ها را نیز کاهش دهد و از طرف دیگر باعث بسته‌شدن روزنه‌ها و کاهش سرعت فتوسنتز شـود. همچنین کاهش محتوی آب در گیاه می‌تواند مانع از انتقال سریع مواد فتوسنتزی بـه بنـه شـده و لـذا ایـن موضـوع به‌صورت بازخورد منفی عمل کرده و ظرفیت فتوسنتزی را کاهش داده باشد. کایا و همکاران (Kaya et al., 2001)، ابراز داشته‌اند که شوری غلظت کلروفیل را کاهش داده اسـت. حسـنی و امیـد بیگـی (Hassain & Omid Beigi, 2001) نیز ابراز داشته‌اند که تنش شوری میزان کلروفیل‌های a, b و کل را در گیاه زعفران کاهش می‌دهد. خدادادی و امید بیگی (khodadadi & Omid beigi, 2004) و همچنین طهماسبی (Tahmasbi, 2003) نیز نتایج مشـابهی در این مورد به‌دست آوردند. نتایج نشان می‌دهد که روند تأثیر تنش شوری بر محتوی نسبی آب برگ و غلظت قند در

Archive of SID

www.SID.ir

بنه و برگ کاملاً مشابه است. به‌طوری‌که با افزایش شوری از 6 دسی زیمنس بر متر، غلظت قند در بنه و برگ و همچنین محتوی نسبی آب برگ به‌شدت کاهش‌یافته است و با شاهد اختلاف معنی‌دار پیدا می‌کند.

معمولاً در گیاهانی که در معرض شرایط سخت خشکی و شوری قرار گرفته‌اند، پرولین تجمع پیدا نموده، احتمالاً در تنظیم اسمزی و حفظ فعالیت آنزیمی گیاه تحت تنش شوری نقش داشته باشد (Saadati et al., 2004). در این آزمایش غلظت پرولین در بنه‌ها تحت تأثیر شوری قرار نگرفته است اما غلظت آن در برگ‌ها با افزایش شوری بالا رفته است(جدول 2) پرولین می تواند به‌طور مؤثری تجمع ازت لازم را تنظیم کند و ازنظر اسمزی خیلی فعال است. پرولین همچنین با سایر اجزای سیتوپلاسمی نیز تطابق یافته و می‌تواند به‌آسانی به گلوتامات تغییر کند. این تغییر خیلی مهم است زیرا گلوتامات در ساخت سایر اسیدهای آمینه ضروری مشارکت می‌کند؛ بنابراین پرولین در گیاه تحت تنش شوری هم به‌عنوان ذخیره ازت و هم به‌عنوان یک تنظیم‌کننده فشار اسمزی عمل کند (Saadati et al., 2004). درحالی‌که هیوور (Heuer, 1994) سمیت زدایی آمونیاکی را وظیفه پرولین دانسته است. به نظر می‌رسد در این مورد نیز گیاه از یک مکانیسم تنظیم اسمزی هوشمند استفاده کرده است. درواقع چون برگ‌ها در تولید مواد فتوسنتزی نقش حساس‌تری دارند، لذا گیاه سعی کرده با افزایش پرولین برگ در راستای تنظیم اسمزی و حفظ پتانسیل آب برگ اقدام نموده و فتوسنتز گیاه در شرایط تنش ادامه یابد. از طرفی نتایج نشان می‌دهد که غلظت پرولین در بنه‌ها هرچند تحت تأثیر تنش شوری قرار نگرفته است اما درمجموع غلظت پرولین در بنه‌ها حداقل 2 برابر غلظت آن در برگ است یوسفی و شهبازی (Yousefi & Shahbazi, 1993) مشاهده کردند که تحت اثر شوری، در ارقامی از گندم که رشد مناسبی داشته‌اند میزان اسیدآمینه پرولین تا 40 برابر ارقام دیگر بوده است. نتایجی که یزدانی (Yazdani, 2003)، طهماسبی (Tahmasbi, 2003)، شی و یامین (Shi & Yammin, ۲۰۰۴)، خدادادی و امید بیگی (khodadadi & Omid Beigi, 2004) نیز در گیاهان مختلف نتایج مشابهی را به‌دست آوردند.

تغییرات غلظت یون ها در بنه زعفران نشان‌داد که غلظت پتاسیم تحت تأثیر شوری قرار نگرفته است اما غلظت سدیم با اعمال شوری 6 دسی زیمنس بر متر شروع به افزایش می‌کند(جدول 2). از طرف دیگر نسبت یون‌های سدیم به پتاسیم هم با افزایش شوری به‌شدت زیاد شد. این موضوع می‌تواند باعث بروز اثرات سمیت یونی در زعفران شده و عملکرد گیاه را با مشکل مواجه کند. اگرچه پتاسیم می‌تواند در تنظیم اسمزی برخی گیاهان نقش داشته باشد، اما در سطوح شوری انتخاب‌شده در بررسی حاضر، این عنصر نقشی در تنظیم اسمزی زعفران نداشت. سیسک و ککیرلار (Cicek & Cakirlar, 2002) ابراز داشتند که میزان پتاسیم با افزایش شوری تغییری نکرد اما غلظت سدیم و نسبت / پتاسیم / سدیم در برگ دو رقم ذرت افزایش یافت.

میزان نشت یونی غشا، ازجمله عواملی است که می‌تواند شدت آسیب ناشی از تنش را در گیاه نشان دهد (Cicek & Cakirlar, 2002). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که می‌توان از نشت غشا به‌عنوان شاخصی برای سنجش میزان مقاومت به تنش شوری در گیاهان مختلف و حتی اندام‌های مختلف یک گیاه استفاده کرد (Kaya et al., 2001). نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش شوری به 6 دسی زیمنس بر متر میزان نشت یونی در بنه و برگ افزایش خواهد یافت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ - تجزیه واریانس فاکتورهای موردمطالعه سه اکوتیپ زعفران تحت اثر ۵ سطح شوری

Table 1 – Analysis of traits in 3 Colons saffron at 5 levels of salinity

تکرار Repeat	میزان نشت یونی غشاء Membrane electrolyte leakage		غلظت قند Carbohydrate concentration		محتوی نسبی آب برگ(٪)	خصوصیات رشدی Growth characteristics			
	برگ Leaf	بنه Corm	برگ Leaf	بنه Corm	Relative water content	وزن خشک بنه Corm dry weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	طول برگ Leaf length	تعداد برگ در بوته Number of leaves
توده بومی Colons	0.026^{ns}	0.10^{**}	107857.22^{**}	5457.77^{**}	8.47^{ns}	3.227^{**}	0.94^{**}	88.261^{**}	4.69^{ns}
شوری Salinity	0.020^{ns}	0.01^{ns}	232.41^{ns}	363.73^{ns}	7.40^{ns}	0.641^{ns}	1.20^{**}	51.749^{**}	91.62^{*}
شوری* توده بومی Colons*Salinity	0.10^{**}	0.20^{**}	3461.69^{**}	925.04^{*}	2.97^{*}	10.594^{**}	0.24^{**}	32.340^{ns}	59.36^{*}
خطا Error	0.01^{ns}	0.03^{ns}	1416.98^{**}	262.81^{ns}	6.57^{ns}	3.004^{ns}	0.05^{ns}	21.841^{ns}	78.71^{ns}
تکرار Repeat	0.01	0.03	264.68	288.02	3.39	9.427	0.04	16.844	25.69

** و * به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد و ns نشانگر تفاوت غیر معنی‌دار است.

** and * means significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively. ns is non-significant.

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۱

تکرار Repeat	پرولین Proline		غلظت کلروفیل Chlorophyll concentration			غلظت یون پتاسیم در بنه Potassium ion concentrations in corm	نسبت Na^+/K^+ در بنه Ratio of Na / K in corm	غلظت یون سدیم در بنه Sodium concentration in the corm
	بنه Corm	برگ Leaf	a+b	b	a			
توده بومی Colons	1587.74*	1208.25**	0.000**	0.000**	0.000**	1704.90ns	0.005**	722.1**
شوری Salinity	2678.28**	2.44ns	0.000*	0.000*	0.000ns	1196.79ns	0.0004ns	127.7ns
شوری* توده بومی Colons *Salinity	27.45ns	2845.66**	0.000ns	0.000ns	0.000ns	1506.03ns	0.01**	792.73**
خطا Error	898.52ns	40.53ns	0.000ns	0.000ns	0.000ns	1634.69ns	0.001ns	58.36ns
تکرار Repeat	461.23	25.44	0.000	0.000	0.000	1672.71	0.0005	52.94

** and * means significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively. ns is non-significant.

** و * به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد، و ns نشانگر تفاوت غیر معنی‌دار است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین فاکتورهای موردمطالعه سه اکوتیپ زعفران تحت اثر ۵ سطح شوری

Table 2 – Mean comparison of traits at 5 levels of salinity

شوری آب آبیاری Water salinity (dS/m)	میزان نشت یونی غشاء Membrane electrolyte leakage		غلظت قند Carbohydrate concentration (mg/kg)		محتوی نسبی آب برگ(٪) Relative water content	خصوصیات رشدی Growth characteristics			
	برگ Leaf	بنه Corm	برگ Leaf	بنه Corm		وزن خشک بنه Corm dry weight (g)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (g)	طول برگ Leaf length (cm)	تعداد برگ در بوته Number of leaves
0.5	0.23 ^{c}	0.57 ^{b}	172.33 ^{a}	51.77 ^{a}	87.36 ^{a}	2.59 ^{a}	2.07 ^{a}	41.44 ^{a}	34.56 ^{a}
3	0.31^{bc}	0.59 ^{b}	181.20 ^{a}	51.13 ^{ab}	85.07 ^{ab}	1.68 ^{b}	1.99 ^{ab}	38.63 ^{ab}	35.22 ^{a}
6	0.35 ^{b}	0.78 ^{a}	165.29 ^{ab}	38.48 ^{abc}	85.03 ^{ab}	1.69 ^{b}	1.97 ^{ab}	38.09 ^{ab}	33.44 ^{ab}
9	0.41^{ab}	0.81 ^{a}	151.65 ^{b}	33.95 ^{bc}	83.58 ^{bc}	1.21 ^{b}	1.84 ^{bc}	37.45 ^{ab}	33.22 ^{ab}
12	0.50 ^{a}	0.91 ^{a}	131.44 ^{c}	29.32 ^{c}	81.10 ^{c}	1.31 ^{b}	1.66 ^{c}	36.38 ^{b}	28.67 ^{b}

Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P<0.05). حروف غیرمشابه در هر ستون به مفهوم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشد

ادامه جدول ۲

Table 2 Continue

شوری آب آبیاری Water salinity	نسبت پرولین بنه به برگ Prolin leaf/corm	پرولین Proline (mg/kg)		غلظت کلروفیل Chlorophyll concentration (mg/kg)			نسبت Na^{+}/K^{+} در بنه Ratio of Na/K in corm (mg/kg)	غلظت یون پتاسیم در بنه Potassium ion concentrations in corm (mg/kg)	غلظت یون سدیم در بنه Sodium concentration in the corm (mg/kg)
		بنه Corm	برگ leaf	a+b	b	a			
0.5	5.40^{d}	111.29^{a}	20.62^{d}	0.008^{a}	0.003^{a}	0.005^{a}	0.12^{d}	263.52^{a}	30.53^{b}
3	5.22^{d}	110.33^{a}	21.14^{d}	0.010^{a}	0.004^{a}	0.006^{a}	0.14^{c}	255.90^{a}	35.87^{b}
6	3.31^{c}	109.13^{a}	32.93^{c}	0.009^{a}	0.004^{a}	0.005^{a}	0.18^{b}	252.76^{a}	46.22^{a}
9	2.06^{b}	107.64^{a}	52.12^{b}	0.008^{a}	0.003^{a}	0.005^{a}	0.18^{b}	283.25^{a}	50.23^{a}
12	1.80^{a}	107.16^{a}	59.36^{a}	0.010^{a}	0.004^{a}	0.006^{a}	0.20^{a}	252.31^{a}	52.12^{a}

Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P<0.05). حروف غیرمشابه در هر ستون به مفهوم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشد

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین فاکتورهای موردمطالعه در سه توده بومی زعفران

Table 3 – Mean comparison of traits in 3 Colons of saffron

توده بومی Colons	میزان نشت یونی غشاء Membrane ion leakage		غلظت قند Carbohydrate concentration (mg/kg)		محتوی نسبی آب برگ (%)	خصوصیات رشدی Growth characteristics			
	برگ leaf	بنه corm	برگ leaf	بنه corm	Relative water content	وزن خشک برگ Leaf (g)	وزن خشک بنه Corm (g)	طول برگ Leaf length (cm)	تعداد برگ در بوته Number of leaves
تربت حیدریه Torbat-e-heydarieh	0.32^{a}	0.70^{a}	163.32^{a}	46.24^{a}	84.93^{a}	1.56^{a}	1.24^{a}	36.30^{b}	31.07^{b}
فردوس Ferdows	0.39^{a}	0.73^{a}	162.36^{a}	40.02^{a}	84.06^{a}	1.85^{a}	1.66^{a}	39.84^{a}	32.20^{ab}
گناباد Gonabad	0.38^{a}	0.76^{a}	156.10^{a}	36.52^{a}	84.29^{a}	1.67^{a}	1.33^{b}	39.05^{ab}	35.80^{a}

Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P<0.05).

حروف غیرمشابه در هر ستون به مفهوم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشد

ادامه جدول ۳

Continue of table3

توده بومی colons	پرولین Proline (ppm)		غلظت کلروفیل Chlorophyll concentration (ppm)			نسبت Na^{+}/K^{+} در بنه Ratio of Na / K in corm (mg/kg)	غلظت یون پتاسیم در بنه Potassium ion concentrations in corm (mg/kg)	غلظت یون سدیم در بنه Sodium concentration in the corm (mg/kg)
	بنه Corm	برگ leaf	a+b	b	a			
تربت حیدریه Torbat-e-heydarieh	94.68^{b}	36.93^{a}	0.009^{ab}	0.004^{ab}	0.005^{a}	0.16 ^{a}	251.24^{a}	39.77^{a}
فردوس Ferdows	111.61^{a}	37.69^{a}	0.010^{a}	0.004^{a}	0.006^{a}	0.17^{a}	266.57^{a}	44.45^{a}
گناباد Gonabad	121.05^{a}	37.08^{a}	0.008^{b}	0.003^{b}	0.005^{a}	0.17 ^{a}	266.84^{a}	43.77^{a}

Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P<0.05).

حروف غیرمشابه در هر ستون به مفهوم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشد

www.SID.ir

درواقع افزایش نشت یونی به معنی قرارگرفتن گیاه در شرایط تنش است که موجب خرابی و کاهش پایداری غشاء می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده است که می‌توان از نشت یونی به‌عنوان شاخصی برای سنجش میزان مقاومت به تنش شوری در گیاهان مختلف و حتی اندام‌های مختلف یک گیاه استفاده کرد (Kaya et al., 2001). درواقع تجمع یون سدیم در بنه باعث ایجاد سمیت یونی و تخریب ساختمان غشا در گیاه شده است.

نتایج همچنین نشان داد بین سه توده بومی موردمطالعه ازنظر صفات مورد بررسی من‌جمله وزن بنه اختلافات معنی‌داری وجود ندارد(جدول 1). تنها توده گناباد ازنظر وزن خشک اندام هوایی و تعداد برگ نسبت به دو توده دیگر برتری نسبی داشته است. باوجوداین، وزن بنه در سه توده موردمطالعه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند(جدول 3). لذا ممکن است ظرفیت فتوسنتزی در این سه توده با یکدیگر متفاوت بوده و این امر اختلافات به وجود آمده براثر کاهش سطح فتوسنتز کننده را جبران کرده باشد. توده فردوس نسبت به توده گناباد مقدار کلروفیل بیشتری در واحد برگ داشته و لذا با تولید مواد فتوسنتزی بیشتر اختلافات به وجود آمده ناشی از کاهش سطح فتوسنتز کننده را پوشش داده است. لذا ظرفیت فتوسنتزی در توده فردوس بیش از دو توده دیگر است. این نتایج درمجموع نشان می‌دهد علیرغم تکثیر غیرجنسی زعفران، اظهارات آقایوف (Aqayof, 1994) مبنی بر وجود تنوع ژنتیکی در توده‌های بومی زعفران ایران صحت داشته باشد و احتمالاً جهش‌های ژنتیکی در طول زمان باعث ایجاد تنوع ژنتیکی در توده‌های بومی زعفران ایران شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد این گیاه از مکانیسم‌های تحمل به شوری ازجمله تنظیم اسمزی از طریق تجمع پرولین و کربوهیدرات‌های محلول به‌منظور کاهش اثرات منفی تنش شوری استفاده می‌نماید. در غالب موارد مشاهده شد که گیاه تا شوری 6 دسی زیمنس بر متر تنش شوری را تحمل نموده است؛ اما درعین‌حال با توجه به اینکه وزن خشک بنه از شوری 3 دسی زیمنس بر متر کاهش‌یافته است ممکن است آستانه تحمل به شوری این گیاه در این حدود باشد. در بین توده‌های بومی مورد مطالعه مشاهده شد که تعداد برگ و وزن خشک اندام هوایی در توده گناباد و غلظت کلروفیل در توده فردوس بیش از سایرین بود.

منابع

1. Abbasi, F. 1998. Study the physiological effects of different concentrations of NaCl on seed germination of Atriplex and determine its salinity tolerance, M.Sc. Thesis, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad (In Persian).
2. Al-Rawahy, S.A., Stroehlein, J.l., and Pessarakli, M. 1992. Dry mater yield and nitrogen-15, Na, Cl, and content of tomatoes under sodium chloride stress. Journal of Plant Nutrition. 15: 341-358.
3. Aqayof, Y. 1994. Some fundamental issues in genetics, cytogenetic and selection Saffron (*Crocus sativus* L.), Proceedings of the second symposium on saffron cultivation of medicinal plants, pp. 13-12. (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

4. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenol oxidases in beta vulgaris. Plant Physiology. 24: 1-15.

5. Arvin, M.J and Kazmypour, N. 2001. Effects of salinity and drought stresses on growth and chemical and biochemical composition of four varieties of onion (*Allium cepa*), Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 5 (4): 52-41(In Persian).

6. Babaeian, N. and Ahmadi Tabar, M. 2002. Plant growth in saline soils and barren (translation), Mazandaran University Press. (In Persian).

7. Bates, L. S., Waldren, R.P.and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies, Plant and Soil, 39: 205-208.

8. Chaparzadeh, N. 1996. Interaction effects of salt (sodium chloride and calcium) on photosynthesis, growth and mineral content in alfalfa (*Medicago sativa* L.), M.Sc. Thesis, Faculty of Science, Teacher Training University (In Persian).

9. Cicek, N., and Cakirlar, H. 2002. The effects of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. Bulgharian, Journal . Plant Physiology. 28(1-2): 66-74.

10. Flowers, T.J., Duque, E., Hajibagheri. M.A., Mc Gonigle, T.P., and Yeo, A.R. 1985. The effect of salinity on leaf ulrrastructure and net photosynthesis of two varieties of rice: Further evidence for a cellular component of salt resistance. New Pytology. 100: 37-43.

11. Hassani, A., and Omid beigi, R. 2001. Effects of water stress on some morphological, physiological and metabolic basil, Journal of Agricultural Knowledge, 12(3):59-47 (In Persian).

12. Heuer, B. 1994. Osmoregulatory role of proline in water and salt stressed plants. In: Hand book of plant and Crop stress (Ed. M. Pessarakli), 363-381. Marcel Dekker Inc. New York.

13. Hong, L. 1996. Effects of salt stress on root plasma membrane characteristics of salt-tolerance and salt sensitive buffalo grass clones. Environmental and Experimental of botany. 36: 239-245.

14. Jiping, L., and Zhu, J. 1997. An Arabidopsis mutant that requires increased calcium for potassium nutrition and salt tolerance- proc.NaCl.Acad. Sci. USA. 94: 14960-14964.

15. Kafi, M., Rashid Mohassel, M.H., Kochaki, A., and Molabfi, A. 2002. Saffron, technology, production and processing, printing, language and literature, Ferdowsi University of Mashhad (In Persian).

16. Kaya, C., Higgs, D., and Kirnak, H. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulg. Plant Physiol. 27: 47-59.

17. Kazemi pour, N. 1999. Salinity and drought stress effects on chemical and biochemical characteristics of short day onion varieties, M.Sc. Thesis, Faculty of Science, Shahid

Archive of SID

www.SID.ir

Bahonar University (In Persian).

18. Khodadadi, M., and Omid Beigi, R. 2004. Effect of sodium chloride salinity on some physiological characteristics of two onion cultivars, Journal of Agricultural Science, 14(3): 25-11.

19. Mighani, F. 2002. Study the physiology of salt tolerance wheat, PhD Thesis, Tehran University (In Persian).

20. Mirmohammadi Maibody, A. M., and Qara Yazy, B. 1381. Salt stress and physiological aspects of plant breeding. Publishing Centre, University of Technology.

21. Maas, E.V. and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance – current assessment. Journal Irrigation and .Drainage Div. ASCE: 103: 115-134.

22. Mozaffari, H. 2004. Role of calcium in plant resistance Flix weld (*Descurainia sophia*) to salinity, M.Sc. Thesis, University of Kerman (In Persian).

23. Pessarakli, M. 1994. Hand Book of Plant and Crop Stress. CRC Press, 1254 pages

24. Postini, K. 1994. Photosynthetic responses of two wheat cultivars to salinity, Journal of Agricultural Science, Year 25, No. 1. 69-61 (In Persian).

25. Saadati, A., Ghare Yazi, B., and Mirmohammadi Meybodi, A.M. 2004. Salt stress and physiological aspects of plant breeding. University of Esfahan (In Persian).

26. Sabzevari. A. 1995. Saffron red gold desert, Agricultural bank, No. 46 (In Persian).

27. Sadeghi, B. 1989. Effect of weight of onion on saffron flowering, saffron project, Iranian Research Organization for Science and Technology, Department of Khorasan (In Persian).

28. Shahande, H., and Mousavi, M. 1988. Evaluation of physical and chemical properties of soils in relation to water and saffron in GONABAD, Research Projects, Scientific Research and Industrial Organizations of Khorasan, Iran (In Persian).

29. Shahbaz, M. 1992. Effects of NaCl salinity on the morphological structure - anatomical and some physiological features of stems and leaves of plants Sunflower, Master Thesis, Faculty of Science, Teacher Training University (In Persian).

30. Shi, D.Sh.Y. 2008. Effects of various salt-alkaline mixed stress conditions on sunflower seedling and analysis of their stress factors. Environmental and research Botany. 54: 8-21.

31. Somogyi, M. 1952. Note on sugar determination. ‼ HYPERLINK "https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=books&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.jbc.org%2F&ei=T4U5VI-6G8WC7gb91oHAAw&usg=AFQjCNGAYeOWntnQo_IZ5z6idmvtnhu-UA&bvm=bv.77161500,d.ZGU" ¶ The Journal of Biological Chemistry⊥ 195:19-25.

Archive of SID

www.SID.ir

32. Tahmasbi, L. 2003. Effects of salinity and some growth inhibitors on morphological characteristics, biochemical and chemical Pistachio almond cultivars, master's thesis, Shahid Bahonar University of Kerman (In Persian).

33. Yazdani, M. 2003. Effect of N form on some physiological characteristics of salt-tolerant sugar beet, master's thesis, Tarbiat Modarres University (In Persian).

34. Yousefi, A.M. and Shahbazi, Sh. 1993. Resistance of different wheat cultivars to salt stress by measuring free proline. Research Project, Seed and Plant Improvement Institute (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

The study of some physiological responses of three Iranian saffron (*Crocus sativus* L.) landraces to salinity stress

Mahdi Naghizadeh[*1], Mahmood Gholami shabestari[2] and Mohadeseh shamsaddin saied[3]

Received: 12 September, 2013 **Accepted:** 8 July 2014

Abstract

In order to study some physiological responses of saffron under saline conditions, three landraces of saffron which were collected from Gonabad, Ferdows and Torbat-e-heydarieh were compared under 0, 3, 6, 9 and 12 dS/m electrical conductivity of saline water during two years under a rain shield in pots in a randomized complete block design with three replications at the Research Center of Yazd which three levels of the landraces and five salinity levels were distributed as factorial. After uniform emerging of the buds, NaCl solutions with the above mentioned levels of salinity were used gradually for pots irrigation with 30% leaching fraction in order to control soil water salinity in desired levels. The results showed that with increasing salinity, relative water content 6.26%, dry weight 19.80%, the total number of leaves 17.042%, the dry weight of corm 49.42%, the concentration of sugars in the leaves and corms 43.36 and 23.72% were reduced and corms and leaves ion leakage 34 and 27%, sodium concentration70%, sodium to potassium ratio 66.66% and proline in leaves 2.88 times were increased that in most cases these fluctuations were observed in 3dS/m of irrigation water.

Key words: Biochemical characters, Corm, Growth characteristics, Salinity soil.

1- Professor, Bardsir University of Kerman, Iran.
2- PhD Student of Crop Physiology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
3- PhD Student of Agronomy, University of Zabol, Iran.
(*- Corresponding author Email: msnaghizadeh@gmail.com)

Archive of SID

www.SID.ir