نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد 2، شماره 3، پاییز 1393 ص: 136-127

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 2, No. 3, Fall 2014, P. 127-136

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: 1392/6/23 تاریخ پذیرش: 1393/4/19

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 نشان داد 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 نشان داد 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.

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 قرار گرفتن 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

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

تحت تأثیر قرار دهد و از رشد و حصول عملکرد مناسب جلوگیری به عمل 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 (Kazemi pour, 1999; Mozaffari, 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 می گیرد. میرمحمدی 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 آن ها بیان داشتند اثرات کوتاه‌مدت 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. ازاین رو، علت آن را به اثرات سمی یون ها نسبت می دهند. علاوه بر این بعضی از یون‌ها ازجمله سدیم و کلر سبب گسیختگی ساختار مولکول‌های پروتئین 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 تحقیقات‌شان در دسترس نبوده است نمی توان 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.

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 (٪) Relative water content	خصوصیات رشدی Growth characteristics			
	برگ Leaf	بنه Corm	برگ Leaf	بنه Corm		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	0.03	1416.98	262.81	6.57	3.004	0.05	21.841	78.71
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.

ادامه جدول ۱- (سایر شاخص ها)

Continue Table 1 – (more indices)

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

** 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.

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 بر متر، 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 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[2] 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 درصد 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 12 دسی زیمنس بر متر 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 تورژسانس 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 و به دنبال 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 نشان 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 می‌باشد (Kafi et al., 2002)، بر اساس نتایج به‌دست‌آمده (جدول 1) .

1- Electrical conductivity
2- Ion leakage

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 ($dS.m^{-1}$)	میزان نشت یونی غشاء Membrane electrolyte leakage		غلظت قند Carbohydrate concentration ($mg.kg^{-1}$)		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}

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

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

ادامه جدول ۲- (سایر شاخص ها)

Continue Table 2 – (more indices)

شوری آب آبیاری واحد ($ds.m^{-1}$)	نسبت پرولین بنه به برگ Prolin leaf/corm	پرولین Proline ($mg.kg^{-1}$)		غلظت کلروفیل Chlorophyll concentration ($mg.kg^{-1}$)			نسبت Na^{+}/K^{+} در بنه Ratio of Na/K in corm ($mg.kg^{-1}$)	غلظت یون پتاسیم در بنه Potassium ion concentrations in corm ($mg.kg^{-1}$)	غلظت یون سدیم در بنه Sodium concentration in the corm ($mg.kg^{-1}$)
		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}

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

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

با افزایش شوری رشد اندام هوایی، رشد برگ و سطح فتوسنتز کننده در گیاه 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 اندازه گیری غلظت قند در ارقام مختلف پیاز دریافتند که ارقام مختلف پیاز نسبت به غلظت قند، عکس‌العمل های متفاوتی از خود بروز می دهند. برای مثال غلظت قند در ریشه رقم دسکس با افزایش شوری کاهش یافت اما در سایر ارقام موردمطالعه چنین روندی دیده نشد. خدادادی و امید بیگی (khodadadi & Omid beigi, 2004) نیز دریافتند که غلظت قند در برگ دو رقم پیاز تحت اثر شوری قرار نگرفته است. میقانی (Mighani, 2002) ابراز داشت که غلظت کربوهیدرات های احیا شونده در گندم قدس که یک رقم حساس به شوری است بیش از رقم بولانی که به خشکی مقاوم است می باشد که این امر می‌تواند نشان‌دهنده تجمع این کربوهیدرات‌ها در بافت‌ها به عنوان یک آسمیلات بوده و تنظیم اسمزی در گندم را تحت کنترل داشته باشد. بر اساس تحقیق طهماسبی (Tahmasbi, 2003) شوری باعث کاهش غلظت قندهای احیاکننده شده 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 بنه و نهایت کاهش گلدهی و عملکرد گیاه در سال بعد شود. ظرفیت فتوسنتزی بستگی به عوامل متفاوتی دارد که به‌طورکلی می‌توان 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 می‌تواند ناشی از کاهش 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 بسته شدن روزنه‌ها و کاهش سرعت فتوسنتز شود. همچنین کاهش محتوی آب در گیاه می‌تواند مانع از انتقال سریع مواد فتوسنتزی به بنه شده و لذا این موضوع 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 است. حسنی و امید بیگی (Hassani & 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 مشابهی در این مورد به دست آوردند. نتایج نشان می‌دهد که روند تأثیر تنش شوری بر محتوی نسبی آب برگ و غلظت قند در 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 می‌تواند 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.

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 ($mg.kg^{-1}$)		محتوی نسبی آب برگ (٪) Relative water content	خصوصیات رشدی Growth characteristics			
	برگ leaf	بنه corm	برگ leaf	بنه corm		وزن خشک برگ Leaf (g)	وزن خشک بنه Corm (g)	طول برگ Leaf length (cm)	تعداد برگ در بوته Number of leaves
تربت‌حیدریه 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]

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

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

ادامه جدول ۳- (سایر شاخص ها)

Continue Table 3 – (more indices)

توده بومی colons	پرولین Proline (ppm)		غلظت کلروفیل Chlorophyll concentration (ppm)			نسبت Na^{+}/K^{+} در بنه Ratio of Na / K in corm ($mg.kg^{-1}$)	غلظت یون پتاسیم در بنه Potassium ion concentrations in corm ($mg.kg^{-1}$)	غلظت یون سدیم در بنه Sodium concentration in the corm ($mg.kg^{-1}$)
	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]

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

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

نتایجی که یزدانی (Yazdani, 2003)، طهماسبی (Tahmasbi, 2003)، شی و یامین (Shi & Yammin, 2004)، خدادادی و امید بیگی (khodadadi & Omid Beigi, 2004) نیز در گیاهان مختلف نتایج مشابهی را به دست آوردند.

تغییرات غلظت یون ها در بنه زعفران نشان داد 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.

درواقع افزایش نشت یونی به معنی قرار گرفتن 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 از نظر 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

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).

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.

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, 12-13. (In Persian).

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

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).

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

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.

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).

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.

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.

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).

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.

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.

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

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

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.

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 Bahonar University. (In Persian).

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.

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

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

Mirmohammadi Maibody, A.M., and Qara Yazy, B. 2002. Salt stress and physiological aspects of plant breeding. Publishing Centre, University of Technology.

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

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

Postini, K. 1994. Photosynthetic responses of two wheat cultivars to salinity, Journal of Agricultural Science 25 (1): 61-69. (In Persian).

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

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

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).

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).

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).

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.

Somogyi, M. 1952. Note on sugar determination. The Journal of Biological Chemistry 195:19-25.

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).

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

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).

نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد 2، شماره 3، پاییز 1393 ص: 144-137

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 2, No. 3, Fall 2014, P. 137-144

بررسی اثر تاریخ، عمق و فاصله کاشت بر رشد بنه و عملکـرد کلاله زعـفران (*Crocus sativus* L.) در لنگرود گیلان

سید مصطفی صادقی[1*]، گلنوش دهنادی مقدم[2] و حمیدرضا درودیان[3]

تاریخ دریافت: 1392/6/15 تاریخ پذیرش: 1393/6/10

چکیده

به‌منظور بررسی بهترین اثر تاریخ، عمق و فاصله کاشت بر خصوصیات رشد و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) در لنگرود گیلان، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان لنگـرود در سـال زراعـی 1391-1390 اجـرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل تاریخ کاشت (A) در سه سطح (25 تیر:a_1، 25 مرداد:a_2 و 25 شهریور:a_3)، عمق کاشت (B) در دو سطح (سانتی‌متر 5:b_1 و سانتی‌متر 10:b_2) و فاصله بوته روی ردیف (C) در دو سطح (سانتی‌متـر 5:c_1 و سـانتی‌متـر 10:c_2) در نظـر گرفتـه شـد. صفات اندازه‌گیری شده شامل عملکرد کلاله خشک، وزن تر گلبرگ، وزن خشک برگ، طول کلاله‌ها، طول گـل، تعـداد گـل در مترمربـع و تعداد روز از کاشت تا گلدهی زعفران بود. نتایج نشان داد، اثر فاکتورهای تاریخ کاشت، عمق و فاصـله کاشـت بـر وزن خامـه و کلالـه، وزن ترگل، تعداد گل در مترمربع و تعداد روز از کاشت تا گلدهی در سطح احتمال 1درصد معنی‌دار است. اثـر فـاکتور B (عمـق کاشـت) بـر وزن کلاله و خامه معنی‌دار نشد. همچنین اثر متقابل BxA بر وزن خشک برگ، وزن کلاله و خامه و تعـداد روز از کاشـت تـا گلـدهی در سـطح احتمال 5 درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل AC بر وزن کلاله و خامه و تعداد گل در مترمربع معنی‌دار بود. اثر متقابل BC تنها بـر صـفت وزن خشک برگ معنی‌دار شد تاریخ کاشت شهریور و فاصله کاشت 5 سانتی‌متر (a_3c_1) بیشترین عملکرد کلاله و خامه (4/9 کیلوگرم در هکتـار) و تعداد گل را (64/67) به همراه داشت. تراکم 5 × 25 سانتی‌متر بالاترین عملکرد را بر صفت وزن کلالـه و خامـه و وزن خشـک بـرگ را نشان داد و تاریخ کاشت تیر و فاصله کاشت 10 سانتی‌متر (a_1c_2) کمترین عملکرد کلاله و خامـه (1/3کیلـوگرم در هکتـار) و تعـداد گـل را (19/83) به همراه داشت. بیشترین وزن خشک برگ از اثر متقابل (b_1c_1) عمق کاشت 5 سانتی‌متر و فاصله کاشت 5 سـانتی‌متـر و (a_1c_1) تاریخ کاشت تیر و فاصله کاشت 5 سانتی‌متر به دست آمد و کمترین وزن خشک برگ از اثر متقابـل (b_1c_2) عمـق کاشـت 5 سـانتی‌متـر و فاصله بوته 10 سانتی‌متر و (a_1c_2) تاریخ کاشت تیر و فاصله کاشت 10 سانتی‌متر به دست آمد. پیشنهاد می‌شود در شرایط اقلیمـی و خـاکی منطقه گیلان، برای به دست آوردن بالاترین عملکرد و دوره بهره‌برداری زعفران در سال اول کشت، از بالاترین تراکم این پژوهش (80 بنـه در مترمربع) در عمق 5 سانتی‌متر در کشت شهریورماه و عمق 10 سانتی‌متر در کشت مردادماه استفاده شود.

کلمات کلیدی: خامه و کلاله، تراکم کاشت، بنه.

مقدمه

زعفران با نام علمی (*Crocus sativus*) از خـانواده زنبـق، گیـاه علفی، چندساله، دارای سـاقه زیرزمینـی و بنـه‌دار اسـت (Paseban, 2006). ارزش اقتصادی زعفران (کلاله خشک شده) بـه علـت وجـود سـه متابولیـت ثانویـه اصـلی و مشـتقات آن شـامل: کروسـین، پیکروکروسین و سافرانال می‌باشد. ترکیبات زرد رنگ کروسین کـه در آب محلـول‌انـد، مسـئول رنـگ زعفـران، ترکیـبات تلـخ - پیکـروکـروسـین مسئول طعـم و سـافرانال مسـئول عطـر و بـوی

1و3- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، ایران.
2- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان.
(*- نویسنده مسئول: Email: sadeghisafa777@yahoo.com)

آن می‌باشد (Hossinzadeh & Younsi , 2002).

این گیاه تریپلویید با 24 کروموزوم عقیم بوده و تکثیر آن از طریق ایجاد بنه‌های توپر از بنه مادر صورت می‌گیرد. بنه‌های این گیاه در ماه‌های تابستان به حالت گذران خواب ظاهری و حقیقی در زمین باقی می‌مانند و رشد دوباره خود را از اوایل پاییز آغاز می‌کنند (Flavand & Mazaheri, 2000). بر اساس گزارشات موجود در حال حاضر کشورهای ایران، اسپانیا، ترکیه، یونان، ایتالیا، هندوستان، کشمیر، مراکش و برخی از کشورهای آسیای میانه مناطق اصلی تولید آن محسوب می‌شوند (Kianbakht, 2007). انتشار جغرافیایی زعفران در ایران شامل استان‌های خراسان (قائنات،تربت‌حیدریه،کاشمر و غیره)، یزد، کرمان، گیلان و مازندران است. میانگین کل تولید سالانه زعفران در جهان حدود 205 تن است که بیش از 80 درصد آن در ایران برداشت می‌شود (Tajiani & Koopaei, 2005). بنه زعفران را از موقع خزان بوته در اوایل خرداد تا اواسط مهر می‌توان کشت نمود امّا بهتر است در اواسط تابستان که هوا و زمین بسیار گرم و درصد رطوبت نسبی هوا بالاست و ممکن است بنه‌ها آسیب ببینند کشت نشود مگر اینکه بنه‌ها قبلاً از خاک درآورده و در محل سرد و خشکی نگهداری شوند. تأخیر در کشت بنه موجب ظهور ریشه‌ها و ساقه‌چه‌ها می‌شود و موجب خسارت به ریشه بهینه‌ی بنه‌ها می‌شود (Behnia, 1991). محققین در پژوهشی به‌منظور بررسی اثر تاریخ-های کاشت بر عملکرد اکوتیپ‌های گیاه زعفران در منطقه نطنز به این نتیجه رسیدند که تأخیر در تاریخ کاشت منجر به کاهش معنی-داری در تمامی صفات مورد آزمایش می‌گردد. تاریخ کاشت 15 اردیبهشت بر تاریخ‌های بعدی (15 خرداد، 15 تیر و 15 مرداد) ارجحیت دارد (Pazoki et al., 2010).

عمق کاشت مناسب نیز یکی دیگر از راهکارهای عملکرد زعفران در واحد سطح زمین می‌باشد. عمق کاشت مناسب باعث حفاظت بنه‌ها از یخزدگی در زمستان و از گرمازدگی در تابستان می-شود (Abrishami, 1997). در آزمایشی دیگر به‌منظور بررسی تأثیر کشت پرتراکم و عمق کاشت بنه بر ویژگی‌های زراعی زعفران، عمق کاشت 10 سانتیمتر نسبت به عمق‌های دیگر (15 و 20) سانتی‌متر و تراکم‌های 19 و 21 تن بنه در هکتار در مقایسه با سایر تراکم‌ها (8، 11، 13و 16 تن بنه در هکتار) عملکرد بیشتری داشته و این اختلاف در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (Koocheki et al., 2011).

در تحقیقی به‌منظور بررسی عمق کاشت بنه زعفران در شرایط گناباد، بیشترین عملکرد زعفران به ترتیب در عمق‌های 15 و 20 سانتی‌متر به دست آمد (Mokhtarin & Rahimi, 2006). انتخاب تراکم کاشت مناسب در زعفران ضمن افزایش دوره بهره‌برداری این زراعت سبب افزایش عملکرد و کاهش طول دوره بین کاشت تا اقتصادی شدن عملکرد می‌شود (Abrishami, 1997). علوی شهری و همکاران (Alavi Shari et al., 1994) بهترین تراکم را در کاشت زعفران 50 بوته در مترمربع گزارش نموده‌اند. مطابق تحقیقات آن‌ها افزایش تراکم کاشت عملکرد زعفران را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. در تحقیقی دیگر در رابطه با اثر فاصله خطوط و روش کاشت بر عملکرد توده‌های زعفران ایران مشخص شد فاصله بین خطوط کاشت30 سانتی‌متر و روی ردیف 10 سانتی‌متر از عملکرد بیشتری نسبت به سایر الگوهای کاشت برخوردار است (Ghalavand & Abdollahian-Noghani, 1994).

ازآنجاکه از جمله مهم‌ترین مشکلات کشاورزان گیلانی در مورد گیاه زعفران، عدم آگاهی از نحوه زراعت زعفران در گیلان مخصوصاً تاریخ کاشت و الگوی کاشت با توجه به شرایط آب و هوایی این منطقه و نوع خاک آن می‌باشد. این مطالعه با هدف تعیین بهترین تاریخ و الگوی کاشت زعفران در شرایط آب و هوایی گیلان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌منظور تعیین بهترین تاریخ کاشت و ارزیابی تأثیر عمق و فاصله کاشت زعفران به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شهرستان لنگرود واقع داستان گیلان درزمین زراعی با مساحت 250 مترمربع در سال زراعی1391-1390 اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل تاریخ کاشت (A) در سه سطح (25تیر:a_1، 25مرداد:a_2 و 25 شهریور:a_3) عمق کاشت در دو سطح 5:b_1 و 10:b_2 سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف در دو سطح 5:c_1 و 10:c_2 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. معادل 40 تن در هکتار کود دامی پوسیده در هنگام تهیه زمین به خاک افزوده شد. بنه‌های مرغوب و سالم با وزن متوسط 8 گرم بعد از آماده-سازی زمین در تاریخ‌های ذکر شده در سه تکرار کشت گردید و هر تکرار شامل 12 کرت آزمایش به طول 2 متر شامل 5 خط کاشت در هر کرت در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف‌ها 25 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از گلدهی از هر کرت تعداد نمونه‌های تصادفی انتخاب

و اندازه‌گیری صفات انجام گردیـد. وزن خشـک بـرگ، وزن تـر گـل، طول گل کامل، وزن کلاله و خامـه، تعـداد گـل در مترمربـع و تعـداد روزهای از کاشت تا 50 درصد گلدهی اندازه‌گیری شـدند. کلیـه داده‌های حاصـله بـا اسـتفاده از نـرم‌افـزار آمـاری SPSS-ver15 و MSTAT-C مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و میانگین‌ها بر اسـاس آزمون مقایسه میانگین دانکن در سطح آماری 5 درصد مقایسه شدند.

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس اثر تاریخ، عمق و فاصله کاشت برای متغیرهای اندازه‌گیری شده در زعفران

Table 1-Results of factor analysis of variance on the planting depth and spacing for the variable of saffron

منبع تغییر S. O. V	df	میانگین مربعات Mean square				
		وزن خشک برگ Leaf dry weight	تعداد گل در مترمربع Flower number per squre meter	وزن کلاله و خامه Stigma and style weight	طول گل کامل Flower length	وزن تر گل Fresh flowers weight
تکرار Replication	2	50.246*	11.331ns	0.009**	12.583*	2.250ns
(A) تاریخ کاشت Planting date	2	2.041ns	111.654**	0.066**	845.083**	121. 083**
(B) عمق کاشت Planting depth	1	7.263ns	37.636**	0.003ns	186.778**	152.111**
(C) فاصله کاشت Planting spacing	1	504.976**	1099.044**	0.509**	8898.778**	0.444**
(A) x (B) اثر متقابل عمق x تاریخ Depth × Date Interaction	2	43.600*	6.380ns	0.003*	2.861ns	25.528**
(A) x (C) تاریخ x فاصله Dpacing × Date interaction	2	14.646ns	10.467ns	0.007**	103.361**	3.528ns
(B) x (C) عمق x فاصله Spacing × Depth interaction	1	61.439*	0.528ns	0.000ns	1.000ns	5.444ns
(A) x (C) x (B) تاریخ x عمق x فاصله Date*Depth × Spacing interaction	2	7.156ns	2.290ns	0.001ns	0.583ns	1.561ns
خطا Error	22	9.066	4.367	0.001	3.341	3.614
CV		20	14	10	4	21

ns ، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال 5 و 1 درصد.

ns, * and **: Non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

نتایج و بحث

وزن کلاله و خامه

بین سطوح مختلف تاریخ کاشـت و فاصـله کاشـت و تیمارهـای حاصل از اثر متقابل سطوح این دو فاکتور اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد مشاهده گردید (جدول1). تاریخ کاشـت 25 شـهریور نسبت به سـایر تـاریخ‌هـای کاشـت از وزن کلالـه و خامـه بیشـتری برخوردار بوده و از این نظر اختلاف معنـی‌داری بـا سـایر تـاریخ‌هـای کاشت نشان داد (جدول2). همچنین بهترین فاصله کاشت بین بوته‌ها در سال اول بر صفت وزن کلاله و خامه 5 سانتی‌متر روی ردیـف و 25 سانتی‌متر بین ردیـف بـوده و از ایـن نظـر نسـبت بـه فاصـله 10 سانتی‌متر روی ردیف 50 درصد افزایش نشان داد (جـدول 2). تـاریخ کاشت شهریور و فاصله کاشت 5 سانتی‌متر (a_3c_1) بیشـترین عملکـرد کلاله و خامه را به میزان 0/49 گرم در مترمربـع بـه همـراه داشـت و تاریخ کاشت تیر و فاصله کاشت 10 سانتی‌متر (a_1c_2)کمترین عملکرد کلاله و خامه را به میزان 0/13 گـرم در مترمربـع بـه همـراه داشـت (جدول 4). اثر فاکتور B (عمق کاشت) بر وزن کلاله و خامه معنـی‌دار نشد اما اثر متقابل تاریخ کاشت و عمـق کاشـت در سـطح احتمـال 5 درصد معنی‌دار شد (جدول 1). تاریخ کاشت شهریور و عمق 5 سانتی‌متر (a_3b_1) بیشترین عملکرد و تاریخ کاشت تیر و عمق 10 سانتی‌متـر (a_1b_2)کمترین وزن کلاله و خامه را نشان داد (شکل 1).

با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل عمـق کاشـت (B) بـا تـاریخ کاشت (A) در گیلان با توجه به رطوبت و نـوع خـاک منطقـه عمـق

کاشت 5 سانتی‌متر در شهریورماه و 10 سانتی‌متر در مردادماه توصیه می‌شود. کاشت عمیق‌تر در شهریورماه دوره جوانه‌زنی را به تأخیر انداخته و باعث تأخیر در گلدهی می‌گردد. در نتیجه گلدهی مواجه با سرما و بارش باران‌های اوایل آذرماه می‌گردد و کاشت کم‌عمق در مردادماه نیز در صورت بارندگی در این ماه موجب عدم ریشه‌دهی کامل بنه‌ها و بیرون آمدن بنه‌ها از سطح خاک می‌گردد. در اسپانیا عمق کاشت مناسب زعفران 20-15 سانتی‌متر ولی در ایتالیا که زعفران به‌عنوان یک محصول یک‌ساله کشت می‌شود، عمق کاشت 10-8 سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود (Ait-aubahou & EI,otmani, 1999). محققین در سال 1386 با بررسی عمق کاشت بنه زعفران در شرایط گناباد دریافتند که بیشترین عملکرد زعفران به ترتیب در عمق‌های 15 و20 سانتی‌متر به دست آمد (Mokhtarian & Rahimi, 2006).

جدول 2- مقایسه میانگین اثر تیمارهای تاریخ، عمق و فاصله کاشت بر روی وزن کلاله و خامه

Table 2- Mean comparisons for effect of different planting date, depth and spacing on weight stigma and style

تیمارهای آزمایش Experimental treatments	سطوح فاکتورها Levels of factors	وزن کلاله و خامه (گرم) Stigma and style weights (g)
تاریخ کاشت (A)	تاریخ کاشت 25 تیر (a_1)	0.30 c
Planting date	تاریخ کاشت 25 مرداد (a_2)	0.33 b
	تاریخ کاشت 25 شهریور (a_3)	0.36 a
عمق کاشت (B)	عمق کاشت 5 سانتی‌متر (b_1)	0.31 a
Planting depth	عمق کاشت 10 سانتی‌متر (b_2)	0.29 a
فاصله کاشت (C)	فاصله کاشت 5 سانتی‌متر (c_1)	0.42 a
Planting spacing	فاصله کاشت 10 سانتی‌متر (c_2)	0.28 b

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال5 درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Within each column, means followed by the same letter do not different significantly at $P<0.05$.

زمان کاشت: a_1= 25 تیر، a_2= 25 مرداد و a_3= 25 شهریور، عمق کاشت: b_1= 5 و b_2= 10 سانتی‌متر، فاصله کاشت= 5 و c_2: 10 سانتی‌متر

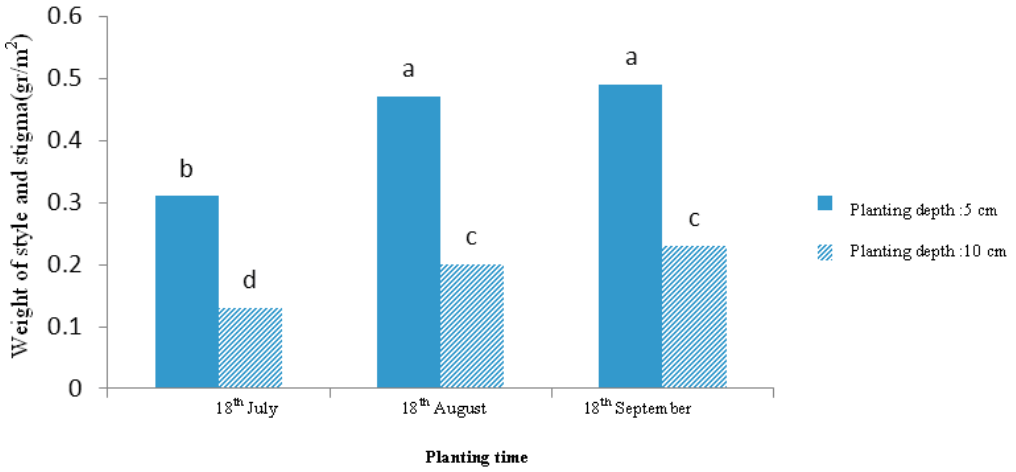
Planting date: a_1: 18th July, a_2: 18th August, and a_3: 18th September, Planting depth: b_1:5 and b_2: 10 cm, Planting spacing c_1:5 and c_2: 10 cm.

با توجه به اینکه در سال اول گلدهی زعفران نسبت به سال‌های بعد کمتر و نیز به دلیل کاهش رقابت بین بوته‌ها در سال اول، فاصله کاشت 5 سانتی‌متر در سال اول مناسب‌تر از 10 سانتی‌متر می‌باشد و عملکرد کلاله و خامه را افزایش داده است. استفاده از تراکم‌های بالا منجر به حضور تعداد بنه بیشتر در واحد سطح می‌شود که انتظار می‌رود افزایش تعداد بنه در واحد سطح، تعداد گل بیشتر و متعاقباً وزن گل بیشتری را به دنبال داشته باشد. در آزمایشی که در سه سال زراعی بروی تراکم‌های مختلف بنه بر مبنای سه سطح تراکم کم، متوسط و زیاد انجام گردید در هر سه سال، میانگین صفات تعداد گل، وزن تر و خشک گل‌های تولید شده و همچنین وزن تر و خشک کلاله با افزایش تراکم از سطح 4 به 12 تن بنه در هکتار مذکور از روند افزایشی برخوردار بود (Koocheki et al., 2011). آزمایش‌های تعدادی دیگری از محققین نیز نشان داد که افزایش تراکم کاشت عملکرد زعفران را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (Alavi-shahri et al., 1994; Ghalavand & Abdollahian-Noghani, 1994). در تحقیقی که توسط گرستا و همکاران (Gresta et al., 2008) انجام شد مشخص گردید که تاریخ‌های کاشت ابتدایی عملکرد گل زعفران را افزایش می‌دهد. آن‌ها گزارش دادند که کاشت زعفران با تراکم بیشتر (75 بوته در مترمربع) در مقایسه با تراکم کم (55 بوته در مترمربع) باعث افزایش نسبی تعداد گل و عملکرد کلاله و خامه در واحد سطح می‌گردد.

در تحقیقی دیگر به‌منظور بررسی اثر تاریخ‌های کاشت بر عملکرد اکوتیپ‌های گیاه زعفران در منطقه نطنز مشخص شد که تأخیر در تاریخ کاشت، منجر به کاهش معنی‌داری در تمامی صفات مؤثر در عملکرد می‌گردد (Pazoki et al., 1990).

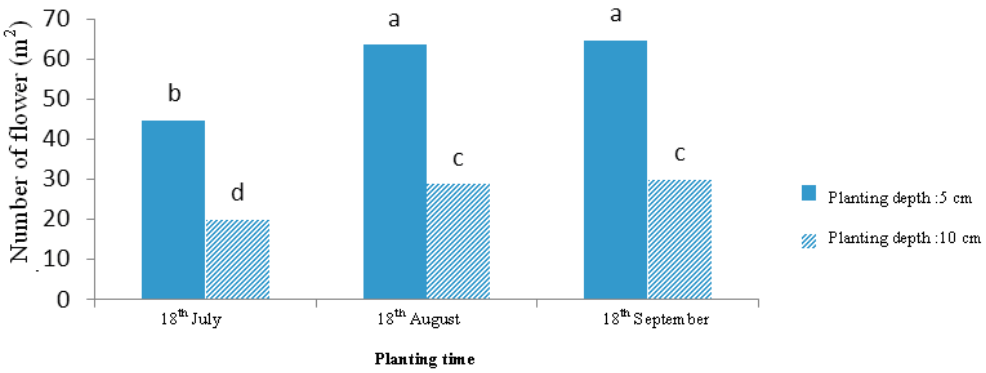
با توجه به نوع اقلیم منطقه گیلان تاریخ کاشت شهریورماه نسبت به تیر و مرداد عملکرد گل و کلاله را افزایش می‌دهد. ازآنجاکه تاریخ کاشت به دو عامل دما و رطوبت خاک بستگی دارد و به نظر می‌رسد با خنک شدن هوا در شهریورماه عملکرد گل زعفران افزایش یافته است. بهنیا (Behnia, 2000) زمان کاشت پیاز زعفران را از موقع خزان بوته‌ها یعنی اوایل خرداد تا اواسط مهرماه بیان کرد و ذکر نمود که بهتر است از کشت پیاز در تیر و اوایل مرداد خودداری گردد زیرا در

این ماه‌ها هوا و زمین بسیار گرم و رطوبـت نسـبی هـوا کـم اسـت و احتمال دارد رطوبت پیازها به هنگام جابه‌جایی و کشت از بین رفتـه و به آن‌ها آسیب برسد.



شکل1- اثر متقابل تاریخ کاشت و عمق کاشت بر وزن کلاله و خامه زعفران

Figure 1- Interaction effect of planting date and sowing depth on stigma and style weight.



شکل 2- اثر متقابل تاریخ کاشت و عمق کاشت بر تعداد گل در مترمربع زعفران

Figure 2- Interaction effect of planting date and sowing depth on number of flowers per square meter.

زعفران سـیکل فتوسـنتزی 3 کربنـه دارد کـه CO_2 را از طریـق چرخه کلوین ثبت می‌کند. گیاهان 3 کربنه تحت تـنش آبـی، گرمـای شدید و نور زیاد به علت کاهش غلظت CO_2 برگ‌ها و افزایش غلظت O_2 تنفس نوری می‌کنند. تنفس نوری می‌توانـد تـا 20 درصـد سـبب اتلاف کربن در گیاهان شده و در نهایت منجر به کاهش عملکرد می‌شود (Safarzadeh veshgahe et al., 1991).

بنابراین هر چه تاریخ کاشت به ماه‌های گرم (تیر و مرداد) انتقـال یابد به علت افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی هـوا عملکـرد گـل و کلاله کاهش می‌یابد.

وزن خشک برگ

بین سطوح مختلف تاریخ کاشت (A) و عمـق کاشـت (B) و اثـر متقابل (A × B) آن دو از نظـر تـأثیر بـر وزن خشـک بـرگ اخـتلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ولی بین فواصـل مختلـف کشـت (C) در سطح احتمال 1 درصد و اثرات متقابل بین عمق و تـاریخ کشـت (B × A) و همچنین عمـق و فاصـله کشـت (B × C) در سـطح احتمـال 5 درصد اختلاف معنی‌داری وجـود داشـت (جـدول1). عمـق کاشـت 5 سانتی‌متر و فاصله کاشت5 سانتی‌متر (b_1c_1) بیشترین وزن خشـک را به میزان 20/45 گرم در مترمربع و عمق کاشت 5 و فاصـله بوتـه 10 سانتی‌متر (b_1c_2) کمترین وزن خشک برگ را به میـزان 10/05 گـرم

در مترمربع نشان داد (جدول 3). تاریخ کاشت تیر و فاصله کاشت 5 سانتی‌متر (a_1c_1) بیشترین وزن خشک برگ را به میزان 19/73 گرم در مترمربع و تاریخ کاشت تیر در فاصله کاشت 10 سانتی‌متر (a_1c_2) کمترین وزن خشک برگ را به میزان 10/17 گرم در مترمربع به همراه داشت (جدول 4).

جدول 3- مقایسه میانگین اثر متقابل عمق کاشت و فاصله کاشت بر صفات زراعی زعفران

Table 3- Comparison of mean or interaction effect of planting depth and spacing on agronomic traits of saffron

عمق کاشت Planting depth	فاصله کاشت Spacing	وزن تر گل Fresh flowers	وزن خشک برگ Leaf dry weight	تعداد گل در مترمربع Number of flowers per square meter
5 سانتی‌متر (5 cm)	5 سانتی‌متر (5 cm)	20.75a	20.45a	59.67a
	10 سانتی‌متر (10 cm)	9.45 b	10.05b	28.55b
10 سانتی‌متر (10 cm)	5 سانتی‌متر (5 cm)	18.46a	16.64a	55.44a
	10 سانتی‌متر (10 cm)	7.65b	11.76b	23.67b

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون در از نظر آزمون دانکن در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.
Within each column, means followed by the same letter do not differ significantly at P<0.05.

به نظر می‌رسد بافت خاک منطقه مورد کاشت در تعیین عمق کاشت اهمیت به‌سزائی دارد و در استان گیلان به دلیل بافت سنگین خاک بهتر است عمق کاشت کمتر انتخاب گردد تا جوانه‌زنی سریع‌تر و متعاقب آن رشد اندام‌های رویشی در زمان بیشتری انجام گیرد. تعیین عمق‌های کاشت متفاوت در شرایط محیطی گوناگون توسط محققین در مناطق مختلف دنیا مؤید همین موضوع است (Ait-Aubahou & EI,Otmani, 1999; Mokhtarian & Rahimi, 2006). نادری درباغشاهی و همکاران (Naderi- Darbaghshahi et al., 2008) در آزمایشی به‌منظور بررسی روش، تراکم و عمق کاشت بر عملکرد و مدت بهره‌برداری از مزرعه زعفران در منطقه اصفهان دریافتند که روش کاشت و عمق کاشت نتوانسته است هیچ تأثیر خاصی بر روند رشد اندام هوایی زعفران داشته باشد.

جدول 4- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و فاصله کاشت بر صفات زراعی زعفران

Table 4-Comparison of mean or interaction effect of planting date and spacing on agronomic traits of saffron

تاریخ کاشت Planting date	فاصله کاشت Spacing	وزن کلاله و خامه Stigma and style weight	تعداد گل در مترمربع Number of flowers per square meter	وزن تر گل Fresh flowers	وزن خشک برگ Leaf dry weight
25 تیر	5 سانتی‌متر (5 cm)	0.30b	44.50b	15.18b	19.73a
18th July	10 سانتی‌متر (10 cm)	0.13d	19.83d	5.88d	10.17b
25 مرداد	5 سانتی‌متر (5 cm)	0.47a	63.50a	21.69a	17.39a
18th August	10 سانتی‌متر (10 cm)	0.21c	28.67c	8.67cd	12.23b
25 شهریور	5 سانتی‌متر (5 cm)	0.49a	64.67a	21.94a	18.06a
18th September	10 سانتی‌متر (10 cm)	0.24c	29.83c	11.11c	10.30b

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون در از نظر آزمون دانکن در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.
Within each column, means followed by the same letter do not differ significantly at P<0.05.

به نظر می‌رسد با توجه به اینکه برگ‌های اولیه زعفران از درون لوله چمچه از خاک خارج می‌شوند و با توجه به افزودن مقداری کود دامی با خاک قبل از کاشت بنه زعفران، با افزایش عمق کاشت از 5 به 10 سانتی‌متر تفاوتی بین این دو سطح عمق کاشت ایجاد نشده است. در مقابل افزایش تراکم بنه‌ها به دلیل افزایش تعداد بنه که هر بنه هم تعدادی برگ دارد وزن خشک برگ افزایش می‌یابد.

تعداد و وزن تر گل

بین سطوح مختلف تاریخ کاشت (A) ، عمق کاشت (B)، فاصله کاشت (C) و اثر متقابل بین عمق و تاریخ کشت (A × B) از نظر تأثیر

بر هر دو صفت تعـداد و وزن تـر گـل اخـتلاف معنـی‌داری در سـطح احتمال 1 درصد مشاهده گردید. ولی بین عمق و فاصـله کشـت (C × B) اختلاف معنـی‌داری وجـود نداشـت (جـدول1). فاصـله کاشـت 5 سانتی‌متر در شهریورماه (a_3c_1) بیشترین تعداد گل به میـزان 67 /64 عدد در مترمربع و بیشترین وزن تـر گـل بـه میـزان 21/94 گـرم در مترمربع و فاصله کاشت 10 سانتی‌متر در تیرماه (a_1c_2) کمترین تعـداد گـل بـه میـزان 19/83 عـدد در مترمربـع و وزن تـر گـل بـه میـزان 5/88گرم در مترمربع را نشان داد (جدول 4).

دی جوان و همکاران (De-juan et al., 2009) نیز با بررسی اثر عمق کاشت دریافتند که تعداد گل در عمق10 سانتی‌متـر در مقایسـه با20 سانتی‌متر بیشتر بود. با توجه به اینکه تعداد گـل در زعفـران بـه اندازه پیاز، سـلامت جوانـه‌هـای روی بنـه و دمـای لازم بـرای رشـد تابستانه (23-20) و گلدهی (17-15) بستگی دارد، افزایش دما باعـث آسیب رسیدن به پیاز می‌گردد همچنان که دمـای پـایین‌تـر از حـد و بارش باران زیاد نیز به بنه خسارت وارد می‌کند و تعداد گل را کـاهش می‌دهد (Koocheki et al., 2011). نتایج حاصـل از ایـن آزمـایش بیشترین تعداد گل را در تاریخ کاشت شهریورماه و با فاصله کاشـت 5 سانتی‌متر نشان داد که با توجه به شرایط آب و هوایی اسـتان گـیلان می‌تواند شرایط محیطی ایده‌آل برای گلدهی زعفران باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که در شرایط اقلیمـی و خـاکی منطقه گیلان در سال اول کشت بالاترین عملکرد و دوره بهره‌برداری از یک زعفران را می‌توان در بالاترین تراکم این پـژوهش (80 بنـه در مترمربع) و کم‌عمق‌ترین عمق آزمایش 5 سانتی‌مـتـر در شـهریورماه و عمق 10 سانتی‌متر در مردادماه به دست آورد. بـه نظـر مـی‌رسـد کـه برهمکنش بین سطوح تاریخ و عمق کاشت منجر به اختلاف معنی‌دار در عملکرد گردیـده اسـت و ایـن مـی‌توانـد ناشـی از اثـر محـیط بـر فاکتورهای مورد بررسی باشد به‌طوری‌که کاشت عمیق در شهریورماه باعث تأخیر در جوانه‌زنی و کاشت کم‌عمق در تیرماه در صورت بـارش باران‌های شدید باعث بیرون آمدن بنه‌ها از خاک می‌شود.

منابع

Abrishami, M.H. 1997. Saffron of Iran. Toss publications, Tehran, Iran. 32 pp. (In Persian).

Ait–Aubahou, A., and El- Otmani, M. 1999. Saffron cultivation in Morocco. Harwood Academic Publications, Amsterdam, the Netherlands.

Alavi-Shahri, H., Mahajeri, M., and Falaki, M.A. 1994. Effect of plant density on saffron yield. Proceedings of the second conference of saffron and medical plants cultivation Gonabad, Iran. (In Persian).

Behnia, M.R. 1991. Saffron Cultivation, Tehran University Press, 285 pp. (In Persian).

Coventry, D.R., Reeves, T.G., Brooke, H.D., and Caann, K. 1993. Influence of genotype sowing data and seeding rate on wheat development and yield. Australian Journal of Experimental Agriculture 33: 751 – 757.

De-juan, J.A., Crcoles, H.L. Monoz, R.M., and Picornell, M.R. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Industrial Crops and Products 30: 212-219.

Ghalavand, A., and Mazaheri, D. 2000. Effect of bulb weight on flowering and potential of saffron shrubs. Journal of Research and Development 4: 65 – 69.

Ghalavand, A., and Abdollahian -Noghani, M. 2004. Study ecological adaption and effect of plant density and planting method on yield of native saffron bulks of Iran. Proceedings of the Second Conference of Saffron and Medical Plants Cultivation.Gonabad, Iran. (In Persian with English Summary).

Gresta, F., Arola, G., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008. Saffron, and alternative crop for sustainable agricultural systems, A Review Agronomy Sustainable Development 28: 95-112.

Hosseinzadeh, H., and Younesi, H. 2002. Petal and stigma extracts of *Crocus sativus* L. have Antinociceptive and anti – inflammatory effects in mice. BMC Pharmacology 2-7.

Kafi, M., and Showket, T. 2006. A comparative study of saffron agronomy and production systems of Khorasan (Iran) and Kashmir (India). Proceeding of 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology Mashhad, Iran, 28-30 October. 123-132.

Kianbakht, S. 2008. Systematic review on pharmacology of saffron and its effective ingredients, Journal of Medicinal Plants 7 (28): 1 – 27.

Koocheki, A, Alizadeh, A., and Ganjali, A. 2011. The effect of increase temperature on flowering behaviour of saffron

(*Crocus sativus* L.) Iranian Joural of Field Crops Science 8 (2): 324-330. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., and Mohammad Abadi, A.A. 2011. Evaluation of high corm density and three methods planting on some agronomic traits of saffron (*Crocus sativus* L.) and corm situation. Horticulture Science 42 (4): 379-391.

Mokhtarian, A., and Rahimi, H. 2006. Investigation on influence of depth planting and summer irrigation on saffron yield and population variation of *Rhizoglyphus robini* in Gonabad. Final report. 913/85. Khorasan Razavi. (In Persian with English Summary).

Paseban, F. 2006. Effective factors on exporting Iranian saffron. The Economic Research 6 (2): 1–15.

Pazoki, A., Kariminejad, M., and Fooladi, A.R. 2010 Effect of cultivation time on performance of ecotypes of saffron in Natanz. Journal of Medicinal Plant 2 (8): 3-12.

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.

Keywords: Biochemical characters, Corm, Growth characteristics, Salinity soil.

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