نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)
جلد هشتم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۹
شماره صفحه: ۲۵۳-۲۴۱
http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2020.3155.1122

مقاله پژوهشی:

اثر سطوح pH، بی‌کربنات و شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گل زعفران

مرتضی ریوندی[۱]، عظیم قاسم‌نژاد*[۲]، خدایار همتی[۳]، خلیل قربانی[۴]، عباس ابهری[۵]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه منابع طبیعی و کشاورزی گرگان، ایران.
۲ و ۳- دانشیار گروه باغبانی دانشگاه منابع طبیعی و کشاورزی گرگان، ایران.
۴- دانشیار گروه آب دانشگاه منابع طبیعی و کشاورزی گرگان، ایران.
۵- استادیار گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور سبزوار، ایران.
* نویسنده مسئول: *Email: ghasemnezhad@gau.ac.ir*

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۱/۲۰

چکیده

وجود نمک‌های محلول در آب و انتقال آن به مزارع کشاورزی، باعث شور شدن اراضی زراعی شده و عملکرد و رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این پژوهش با بررسی اثر سطوح شوری، بی‌کربنات و pH آب آبیاری بر عملکرد کلاله و اجزای گل زعفران در سبزوار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. مزارع با پنج سطح شوری شامل ۲/۱۹-۱/۴، ۲/۶-۲/۳، ۵/۵-۰۰/۴، ۳۵/۹۵-۶/۶ و ۹/۱-۸/۴ دسی‌زیمنس بر متر و پنج سطح بی‌کربنات شامل ۱۴-۱۰، ۲۲-۱۶، ۲۶-۲۴، ۴۲-۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر و پنج سطح pH آب آبیاری شامل ۷/۴۱-۷/۰۵، ۷/۵۲-۷/۴۹، ۷/۶۶-۷/۵۶، ۸/۰۵-۷/۷۲ و ۸/۳۳-۸/۱) آب آبیاری به عنوان تیمار مدنظر قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر pH، EC و بی‌کربنات بر اجزای گل (تعداد گل، وزن تر و خشک گل، وزن تر و خشک کلاله، وزن تر و خشک خامه، وزن تر و خشک پرچم و وزن تر و خشک گلبرگ معنی‌دار بود. با افزایش شوری عملکرد و اجزای عملکرد گل کاهش یافت. در تیمار ۲/۱۹-۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر پارامترهای اندازه‌گیری شده در بیشترین مقدار بودند. تعداد گل در تیمار ۲/۱۹-۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۲/۵ و ۷ برابر تیمارهای ۳/۶-۲/۲ و ۴/۱-۸/۹ دسی‌زیمنس بر متر بود. به همین ترتیب وزن خشک کلاله در تیمار ۲/۱۹-۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر ۷/۵ برابر سطح ۴/۱-۸/۹ دسی‌زیمنس بر متر بود. بیشترین سطح معنی‌داری بی‌کربنات در تیمار ۴۲-۳۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد. افزایش بی‌کربنات آب تا تیمار ۴۲-۳۰ میلی‌گرم بر لیتر سبب افزایش وزن خشک کلاله به ۴/۰۳ میلی‌گرم شد که این مقدار تقریباً نه برابر تیمار ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. حداکثر وزن خشک کلاله (در pH ۷/۲۰۵-۷/۸) مشاهده شد که ۷/۵ برابر سطح ۷/۴۱-۷/۰۵و ۳۱ برابر ۸/۳۳-۸/۱ بود. بر این اساس، می‌توان چنین نتیجه گرفت که علاوه بر کیفیت خاک، کیفیت آب آبیاری از مهمترین عوامل موثر بر انتخاب مزرعه زعفران باشد. همچنین از آنجا که عملکرد زعفران تحت تأثیر کیفیت آب به ویژه شوری کاهش یافت، پیشنهاد می‌شود این موضوع نیز به نوعی در انتخاب مزرعه مناسب مد نظر قرار داده شود.

واژه‌های کلیدی: انتخاب مزرعه، کیفیت آب آبیاری، نمک محلول، وزن خشک کلاله.

مقدمه

افزایش جمعیت از یک طرف و افزایش سطح شوری زمین‌های زراعی و کمبود منابع آب و خاک مرغوب از طرف دیگر، نگرانی‌هایی را در زمینه تأمین مواد غذایی در کره‌زمین ایجاد نموده است. حساسیت به کمبود منابع آبی و ارائه راهکار مقابله با آن، بخصوص استفاده اجباری از آب‌های نامطلوب، اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد (*Marcum, 2006*). وجود نمک‌های حل شده در آب و انتقال آن به بسترهای کشت و مزارع کشاورزی، علاوه بر اینکه باعث شور شدن اراضی زراعی می‌شود، بدلیل اثرات متقابل عواملی مانند سمیت، پتانسیل اسمزی و اثرات آنتاگونیسم یونی، عملکرد و رشد گیاه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (*Ramezani et al., 2011*). در پی استفاده از آب‌های شور و عدم مدیریت صحیح آبیاری، مزارع کشاورزی، شورتر شده و در نهایت تراکم شوری باعث به‌هم‌ریختگی ساختمان خاک و کاهش نفوذپذیری آن خواهد شد. تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد جو نشان داد که هدایت الکتریکی خاک در انتهای فصل نسبت به ابتدای آن، تقریباً دو برابر شده و شوری خاک نسبت به شوری آب افزایش ۲۰ درصدی را به همراه داشت (*Pirasteh Anosheh et al., 2017*). از دیگر عوارض شوری خاک می‌توان به کاهش جذب آب و عناصر کم مصرف و پر مصرف، سمیت اطراف ریشه و عدم تعادل اسمزی را بیان کرد. موارد بیان شده با ایجاد تغییرات ظاهری و فیزیولوژیکی در گیاهان زراعی، موجب کاهش عملکرد آن خواهد شد (*Jampeetong & Brix, 2009*). البته باید به این مسأله توجه داشت که برخی از این تغییرات در واقع سازگاری‌هایی هستند که کمک می‌کنند تا گیاه تنش ناشی از شوری و تنش‌های محیطی را تحمل کند (*Babaeian & Ahmadi Tabar, 2002*). از آنجا که بیش از ۸۲ درصد مساحت ایران، دارای پهنه وسیعی از مناطق خشک و نیمه‌خشک است (*Khoshbakht, 2011*)، بحران شوری و کمبود منابع آبی ملموس‌تر است.

تأثیرات تنش شوری بر گیاهان به ویژه گیاهان دارویی مورد تحقیق فراوان قرار گرفته است. در بررسی تنش شوری روی ۱۰ گیاه دارویی مشاهده شد که با افزایش سطح شوری، وزن خشک گیاهچه‌ها بصورت خطی کاهش یافت (*Ehteshamnia, 2006*). غلظت و نوع ماده حل‌شده در آب آبیاری، کیفیت آب را مشخص می‌سازد. پارامترهای شیمیایی دخیل در کیفیت آب آبیاری عبارتند از مجموع آنیون‌ها، نسبت جذب سدیمی (*SAR*)، سختی کل (*TH*) و قلیائیت (*Chemura, 2014*).

وجود و غلظت کربنات و بی‌کربنات محلول در آب را قلیائیت می‌گویند که برای گیاه ایجاد سمیت می‌نماید. سایر اجزاء مانند هیدروکسید، بورات، سولفات‌ها، بازهای آلی، سیلیکات‌ها و آمونیاک موجود در آب به عنوان عوامل فرعی در نظر گرفته می‌شود (*Epstein & Grant, 1973; Doorenbos & Kassam, 1979*). بیان شده که قلیائیت با تأثیر بر گل رز (*Rosa spp.*)، اثر معنی‌داری بر تعداد گل و برگ و همچنین کاهش وزن خشک و تر برگ و شاخه را در این گیاه زینتی، داشت (*Valdez-Aguilar & Reed, 2007*). در گیاهان حساس به *pH*، غلظت بیش از دو میلی‌مولار بی‌کربنات، توقف رشد گیاه را امکان‌پذیر می‌کند (*Valdez-Aguilar & Reed, 2010*).

زعفران با نام علمی (*Crocus sativus L.*) گیاهی از خانواده زنبق و راسته لیلیال‌ها، گیاهی چندساله و علفی، با برگ‌های سوزنی شکل بوده و گل‌های آن از سه گلبرگ و سه کاسبرگ بنفش تشکیل شده‌اند که به دلیل یک رنگ بودن قابل تشخیص از هم نمی‌باشند. همچنین زعفران گیاهی تری‌پلویید بوده و بذر تولید نمی‌کند. بنابراین تکثیر این گیاه بوسیله اندامی بنام "بنه" صورت می‌گیرد (*Kafi, 2002*). زعفران زراعی در بین ۸۵ گونه شناخته شده از جنس *کروکوس* از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. عمدتاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک با زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم و خشک گسترش دارند (*Sepaskhah & Kamgar-Haghighi, 2009; Kafi, 2002*). از ویژگی‌های جالب زعفران، رشد و گلدهی آن در دوره رکود کشاورزی و وقتی که سایر گیاهان در حال آماده شدن برای خواب زمستانه هستند، می‌باشد. دوره رشد زعفران از اوایل مهرماه تا اواسط اردیبهشت ماه است (*Kumar et al., 2009*). مطالعات زیادی در زمینه‌ی تأثیر شوری و تنش‌ها بر عملکرد زعفران انجام گرفته است. افزایش شوری باعث کاهش سطح برگ و محتوی نسبی آب

برگ زعفران، کاهش کلرفیل a و b و کاهش میانگین وزنی بنه‌ها شد. همچنین افزایش شوری باعث افزایش سطح رنگیزه‌های کاروتنوئید و گزانتوفیل و گلوکز برگ زعفران شد (*Rostami et al., 2015*). در آزمایش دیگری تربقان و احمدی (*Torbaghan & Ahmadi, 2011*) نشان دادند که افزایش شوری باعث کاهش ارتفاع بوته و کاهش روزهای گلدهی در زعفران شد. با این‌وجود، تحقیق کمتری در زمینه‌ی تأثیر بی‌کربنات و قلیائیت آب بر عملکرد و اجزای عملکرد زعفران انجام شده است. به همین دلیل در این پژوهش، اثر شوری و بی‌کربنات آب آبیاری بر عملکرد گل و اجزای گل (سامل کلاله تر و خشک، خامه تر و خشک، پرچم تر و خشک ، گلبرگ و کاسبرگ تر و خشک) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش

این تحقیق به منظور بررسی اثر شوری و بی‌کربنات آب آبیاری بر عملکرد و اجزای گل زعفران در سال ۱۳۹۷ در ۶۹ مزرعه زعفران شهرستان سبزوار (در طول جغرافیایی "۵۷،۴۳" عرض جغرافیایی"۳۶،۱۲") انجام شد. به این منظور مزارع مورد تحقیق بر اساس سطح شوری، pH و بی‌کربنات آب و خاک به سطوح مختلف طبقه‌بندی شد. بر این اساس از نظر شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، مزارع تقریباً مشابه، در سه تکرار قرار گرفت و بر این اساس ۲۳ ماده آزمایشی که هرکدام دارای سه تکرار بودند، ایجاد شد. از نظر تراکم کاشت نیز در شهریور ماه یک متر از هر زمین را کادربندی کرده و تعداد ۱۰۰ بنه با میانگین ۲۰ گرم، برای هر کرت در نظر گرفته شد و همان ابعاد در مهر ماه از نظر گل‌آوری مورد بررسی قرارگرفته شد. همه مزارع انتخاب شده در یک منطقه آب و هوایی قرار داشته و جمع‌آوری گل‌ها و وجین علف‌های هرز انجام شد. آبیاری مزارع در دو روز متوالی انجام شد. مطالعات آزمایشگاهی در آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد.

نمونه برداری از آب آبیاری

با شروع آبیاری مزارع زعفران در مهر ماه، نمونه‌گیری از ۱۲ منبع آبی (قنات و چاه عمیق) مزارع انجام شده و برای تعیین خصوصیات کیفی به آزمایشگاه منتقل شد.

اندازه‌گیری pH و هدایت الکتریکی آب

مقدار pH نمونه‌های آب با استفاده از دستگاه pH متر با الکترود شیشه‌ای، به روش پیج و همکاران (۱۹۸۲) انجام شد. هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی (EC متر) انجام و تصحیح آن برای دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ثبت شد (*Page and Miller, 1982*).

اندازه‌گیری کربنات و بی‌کربنات آب

به منظور اندازه‌گیری این پارامترها حجم معینی از نمونه آب (ml ۲۵) در حضور معرف‌های متیل اورانژ و فنل فتالین و با اسید سولفوریک ۰/۰۲ نرمال تیتر شد که نتایج در جدول ۱ آمده است (*Richards, 1954*).

ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد گل

قبل از آغاز گلدهی زعفران در مزارع مورد تحقیق، یک متر مربع از هر زمین کادربندی شد. پس از شروع دوره‌ی گلدهی (اواسط آبان ماه تا ۱۰ آذر ماه)، همزمان گل و کلاله‌ی زعفران جمع‌آوری شد. نمونه‌ها در سایه و در هوای آزاد خشک شد. وزن تر و خشک نمونه‌ها به ترتیب قبل و بعد از خشک کردن اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

تأثیر pH آب آبیاری

نتایج حاصل از جدول ۳ نشان داد که تمامی صفات اندازه‌گیری شده اجزای عملکرد گل زعفران (تعداد گل، وزن تر و خشک گل، وزن تر و خشک کلاله، وزن تر و خشک خامه، وزن تر و خشک پرچم و وزن تر و خشک گلبرگ)، تحت تأثیر pH آب، در سطح یک درصد معنی‌داری قرار داشتند. همچنین بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، بیشترین سطح معنی‌داری در تیمار سطح چهار (۷/۷۲ تا ۸/۰۵) مشاهده شد. نتایج بررسی نشان داد که در سطح چهار بیشترین تعداد گل (۱۲۶ عدد) به ثبت رسید. به طوری‌که این تعداد گل تقریباً هفت برابر سطح یک و

۱۴ برابر سطح پنج بود. همچنین در خصوص عملکرد کلاله و سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده نیز این روند مشاهده شد. عملکرد کلاله خشک در سطح چهار در بیشترین مقدار (۰/۶۸ میلی‌گرم) بود که این مقدار تقریباً ۳۴ برابر سطح پنج بود (جدول ۴). *pH* آب آبیاری نقش مهمی در تغییرات *pH* خاک دارد. واکنش گیاهان به *pH* متفاوت است، به طوری‌که سعیدی‌راد و مختاریان (*Saeedi Rad Mokhtarian, 2010*) مطلوب‌ترین رشد زعفران را در *pH*= ۷/۸ گزارش نمودند. افزایش *pH* در خاک موجب افزایش جمعیت میکروارگانسیم‌های خاک شده که بر رشد گیاه مؤثر می‌باشند (*Ranjbar et al., 2015*).

جدول ۱. آنالیز پارامترهای اندازه‌گیری شده نمونه‌های آب مزارع مورد مطالعه

Table 1. Analysis of measured parameters of water samples of the studied farms

شماره نمونه Sample No.	EC ($dS.m^{-1}$)	pH	کربنات Carbonate ($mg.l^{-1}$)	بی‌کربنات Bicarbonate ($mg.l^{-1}$)
1	*8.5*	*7.49*	*0.0*	*26*
2	*6.93*	*7.56*	*0.0*	*24*
3	*9.02*	*7.41*	*0.0*	*16*
4	*8.41*	*7.06*	*0.0*	*60*
5	*5.03*	*7.49*	*0.0*	*22*
6	*6.35*	*7.52*	*0.0*	*12*
7	*2.2*	*7.66*	*0.0*	*30*
8	*5.39*	*7.49*	*0.0*	*14*
9	*3.57*	*8.33*	*0.0*	*22*
10	*14.13*	*7.82*	*0.0*	*18*
11	*21.77*	*8.05*	*0.0*	*10*
12	*14.09*	*8.05*	*0.0*	*42*

آزمایش حاضر بر اساس طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. هر کدام از تیمارها بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده از سطح مزارع و نتایج آزمایشات دسته‌بندی شدند. در نهایت تمامی داده‌ها از هر تیمار در پنج سطح قرار گرفته و اثر این تیمارها بر عملکرد و اجزای عملکرد کلاله زعفران جداگانه بررسی شد (جدول ۲). آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار *SPSS 16.0* و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

جدول ۲. سطوح مختلف شوری آب و بی‌کربنات آب آبیاری

Table 2. Different levels of water salinity and bicarbonate of irrigation water

تیمار Treatment	pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	بی‌کربنات Bicarbonate ($mg.l^{-1}$)
سطح یک *1st level*	*7.05-7.41*	*1.4-2.19*	*10-14*
سطح دو *2nd level*	*7.49-7.52*	*2.2-3.6*	*16-22*
سطح سه *3rd level*	*7.56-7.66*	*5.00-5.4*	*24-26*
سطح چهار *4th level*	*7.72-8.05*	*6.35-6.95*	*30-42*
سطح پنج *5th level*	*8.1-8.33*	*8.4-9.1*	*60*

جدول ۳. تجزیه واریانس و آنالیز اثر pH، EC و بی‌کربنات آب بر صفات اندازه‌گیری شده اجزای گل زعفران

Table 3. Analysis of variance and analysis of the effect of water pH, EC water, water bicarbonate on the characters of saffron flower components

منابع تغییر s.o.v	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square									
		تعداد گل Number of flowers	وزن تر گل Flower fresh weight	وزن خشک گل Flower dry weight	وزن تر کلاله Fresh stigma weight	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma	وزن تر خامه Fresh style weight	وزن خشک خامه Dry style weight	وزن تر پرچم Fresh anther weight	وزن خشک پرچم Dry anther weight	وزن تر گلبرگ Fresh petal weight	وزن خشک گلبرگ Dry petal weight
pH	*4*	*16211.88***	*2982.603***	*54.654***	*13.631***	*0.517***	*1.202***	*0.019***	*27.068***	*1.815***	*1794.504***	*27.009***
EC	*4*	*18491.16***	*3335.168***	*60.216***	*15.326***	*0.522***	*1.378***	*0.021***	*29.226***	*1.974***	*2028.387***	*30.197***
بی‌کربنات	*4*	*18228.37***	*3397.913***	*56.199***	*15.403***	*0.522***	*1.502***	*0.022***	*23.663***	*1.684***	*2113.57***	*28.457***

** نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد می‌باشد.

*** significant at 1% probability level, respectively.***

میکروارگانیسم‌ها تعداد زیادی از گونه‌های باکتری و قارچ موجود در خاک می‌باشند که رابطه همزیستی خوبی با گیاهان داشته و اثرات مفیدی بر رشد آنها دارند، به طوری‌که قادرند طی فرایندهای زیستی، عناصر غذایی غیرقابل دسترس را در دسترس گیاه گذاشته و منجر به توسعه سیستم ریشه‌ایی گردند. همچنین قادرند ترکیبات تنظیم کننده رشد گیاه (اکسین، جیبرلین و سیتوکنین) را تولید کرده و عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قراردهند (*Vessy, 2003*).

نتایج تحقیقات ملکوتی و همکاران (*Malakouti et al., 2008*) بر روی گیاه میخک (*Dianthus caryophyllus L.*) نشان داد که آب آبیاری با ۶= *pH*سبب افزایش معنی‌دار قطر کاسه گل و شاخص کلروفیل برگ شد. نتایج تحقیقاتی که لطف‌الهی و همکاران (*Lotfallahi et al., 2015*) با تیمارهای مختلف هدایت الکتریکی (۲، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس) و اسیدیته (۴، ۵، ۶/۴، ۸ و ۹) بر روی تعیین آستانه تحمل و بررسی تغییرات عملکرد کمی و فیتوشیمیایی بابونه شیرازی (*Matricaria chamomilla L.*) انجام دادند، نشان داد که آستانه تحمل به شوری بر مبنای عملکرد گل برابر دو دسی‌زیمنس بر متر و بر مبنای عملکرد کل زیست توده خشک بابونه برابر چهار دسی‌زیمنس بر متر بود. همچنین بیشترین وزن خشک گل در مزارع با شوری دو دسی‌زیمینس بر متر و اسیدیته ۸= *pH* نمایان شد. عزیزی و همکاران (*Azizi et al., 2013*) گزارش کردند که افزایش اسیدیته خاک از ۷/۵ به ۷/۸، افزایش عملکرد زعفران را سبب شده است.

جدول ۴. مقایسه میانگین تأثیر سطوح pH آب آبیاری بر شاخص‌های عملکرد گل و کلاله زعفران

Table 4. Mean comparisons for the effect of irrigation pH levels on flower and stigma yield of saffron

صفات Characteristics	سطوح pH pH levels				
	7.05-7.41	7.49-7.52	7.56-7.66	7.72-8.05	8.1-8.33
تعداد گل *Number of flowers*	*18.14 b**	*51.15 b*	*29.26 b*	*126 a*	*9 b*
وزن تر گل *Fresh weight of flower (g)*	*6.00 b*	*18.01 b*	*10.58 b*	*52.34 a*	*3.02 b*
وزن خشک گل *Dried weight of flower (g)*	*0.90 b*	*2.75 b*	*1.43 b*	*7.10 a*	*0.40 b*
وزن تر کلاله *Fresh weight of stigma (mg)*	*0.43 b*	*1.25 b*	*0.74 b*	*3.55 a*	*0.12 b*
وزن خشک کلاله *Dried weight of stigma (mg)*	*0.09 b*	*0.32 b*	*0.14 b*	*0.68 a*	*0.02 b*
وزن تر خامه *Fresh weight of style (mg)*	*0.13 b*	*0.35 b*	*0.22 b*	*1.06 a*	*0.06 b*
وزن خشک خامه *Dried weight of style (mg)*	*0.01 b*	*0.04 b*	*0.02 b*	*0.13 a*	*0.01 b*
وزن تر پرچم *Fresh weight of anther (mg)*	*0.54 b*	*1.70 b*	*0.87 b*	*4.91 a*	*0.38 b*
وزن خشک پرچم *Dried weight of anther (mg)*	*0.14 b*	*0.44 b*	*0.23 b*	*1.27 a*	*0.07 b*
وزن تر گلبرگ *Fresh weight of petal (g)*	*4.73 b*	*13.91 b*	*8.41 b*	*40.72 a*	*2.33 b*
وزن خشک گلبرگ *Dried weight of petal (g)*	*0.64 b*	*1.94 b*	*1.02 b*	*5.01 a*	*0.29 b*

*در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

**At the column, means with the same letter are not different significantly at 5% probability level based on Duncan's test.*

تأثیر EC آب آبیاری

با توجه به جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس تأثیر *EC* آب آبیاری بر اجزای گل زعفران، نشان داد که تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشتند. بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵)، تأثیر *EC* آب برای تمامی صفات اندازه‌گیری شده اجزای گل زعفران در تیمار سطح یک (۱/۴ تا ۲/۱۹ دسی‌زیمنس بر متر)، دارای بیشترین اختلاف معنی‌داری با سایر سطوح بود. شوری سطح یک با تعداد ۱۲۶ گل در واحد اندازه‌گیری شده بیشترین تعداد گل را داشت. به طوری‌که این تعداد گل به ترتیب ۲/۵ برابر سطح دو و هفت برابر سطح پنج بود. همچنین بیشترین وزن تر کلاله (۳/۵۵ میلی‌گرم) در سطح شوری به ثبت رسید که این مقدار هشت برابر آن در شوری سطح پنج بود. به همین ترتیب همان گونه که در جدول ۵ آمده است سایر صفات اندازه‌گیری شده روند مشابه‌ای داشتند. بررسی‌ها نشان داده است که در گیاهانی تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرند، سطح غلظت آبسزیک اسید و اتیلن، که در تنظیم رشد و نمو گیاه مشارکت دارند، افزایش یافته و باعث تحریک آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز می‌شوند که این آنزیم‌ها در تجزیه کلروفیل نقش ایفا می‌کنند (*Basu & Srichamroen, 2010*).

جدول ۵. مقایسه میانگین تأثیر سطوح EC آب آبیاری بر شاخص‌های عملکرد گل و کلاله زعفران

Table 5. Mean comparisons for the effect of irrigation EC levels on flower and stigma yield of saffron

صفات Characteristics	سطوح هدایت الکتریکی EC levels ($dS.m^{-1}$)				
	1.4-2.19	**2.2-3.6**	**5.00-5.4**	**6.35-6.95**	**8.4-9.1**
تعداد گل *Number of flowers*	*126 a**	*56.8 b*	*58 b*	*22.52 b*	*18.2 b*
وزن تر گل *Fresh weight of flower (g)*	*52.34 a*	*23.26 b*	*20.19 b*	*7.72 b*	*6.02 b*
وزن خشک گل *Dried weight of flower (g)*	*7.10 a*	*2.77 b*	*3.12 b*	*1.15 b*	*0.92 b*
وزن تر کلاله *Fresh weight of stigma (mg)*	*3.55 a*	*1.55 b*	*1.42 b*	*0.52 b*	*0.44 b*
وزن خشک کلاله *Dried weight of stigma (mg)*	*0.68 a*	*0.26 b*	*0.34 b*	*0.14 b*	*0.09 b*
وزن تر خامه *Fresh weight of style (mg)*	*1.06 a*	*0.53 b*	*0.39 bc*	*0.15 c*	*0.13 c*
وزن خشک خامه *Dried weight of style (mg)*	*0.13 a*	*0.05 b*	*0.05 b*	*0.02 b*	*0.01 b*
وزن تر پرچم *Fresh weight of anther (mg)*	*4.91 a*	*1.72 b*	*1.91 b*	*0.74 b*	*0.51 b*
وزن خشک پرچم *Dried weight of anther (mg)*	*1.27 a*	*0.44 b*	*0.50 b*	*0.18 b*	*0.14 b*
وزن تر گلبرگ *Fresh weight of petal (g)*	*40.72 a*	*18.69 b*	*15.65 bc*	*5.92 bc*	*4.75 c*
وزن خشک گلبرگ *Dried weight of petal (g)*	*5.01 a*	*2.00 b*	*2.21 b*	*0.79 b*	*0.66 b*

*در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

**At the column, means with the same letter are not different significantly at 5% probability level based on Duncan's test.*

نتایج تحقیقات دوساله نقی‌زاده و همکاران (*Naghizadeh et al., 2014*) که با اعمال تیمار پنج سطح شوری ۰/۵، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمینس بر متر، بر روی سه توده پیاز جمع‌آوری شده از سه شهرستان فردوس، گناباد و تربت‌حیدریه نشان داد که با افزایش میزان شوری، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک بنه، تعداد کل برگ، محتوی نسبی آب و غلظت قندهای احیا کننده در بنه و برگ زعفران کاهش یافت. در مقابل

میزان نشت یونی غشای سلولی در بنه و برگ زعفران، غلظت یون سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم و غلظت پرولین برگ، نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشت. بررسی سطوح مختلف شوری بر درصد و عملکرد بذر و اندام هوایی گیاه زنیان (*Carum copticum L.*)، نشان داد که افزایش شوری بر درصد اسانس دانه و پیکره هوایی گیاه معنی‌دار نبود. در مقابل با افزایش سطح شوری کاهش عملکرد اسانس بذر و پیکره رویشی مشاهده شد (*Davazdah Emami et al., 2007*). کاوش‌هایی که خدادادی و امیدبیگی (*Khodadadi & Omid Beigi, 2004*)، طهماسبی (*Tahmasbi, 2003*)، کایا و همکاران (*Kaya et al., 2001*) و حسنی و امیدبیگی (*Hassani & Omid Beigi, 2001*)، بر روی تأثیر شوری بر غلظت کلروفیل داشتند نشان داد که افزایش شوری موجب کاهش کلروفیل سطح سبز گیاه زعفران شده‌است. تنش شوری موجب کاهش رشد اندام‌های هوایی شده در نتیجه با کاهش سطح فتوسنتز کننده، میزان تولید مواد غذایی کاهش می‌یابد و این کاهش تولید به مقدار زیادی روی ذخیره‌سازی در بنه زعفران مؤثر است. تحقیقات نشان داده که اندازه و درشتی پیاز زعفران با گلدهی زعفران در سال بعد ارتباط تنگاتنگی دارد و درشتی بنه زعفران تعداد گل را افزایش داده و در عمل مقدار عملکرد کلاله افزایش می‌یابد (*Vurdu, 2004; Sadeghi, 1997*).

تأثیر بی‌کربنات آب آبیاری

طبق نتایج بدست آمده از جدول ۳، تأثیر تیمار بی‌کربنات آب بر صفات اندازه‌گیری شده اجزای گل زعفران، در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری بود. همچنین نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد که، سطوح تیمار یک، دو، سه و پنج، با افزایش بی‌کربنات آب آبیاری، عملکرد کلاله و اجزای گل کاهش یافت (جدول ۶). بیشترین تعداد گل (۱۴۴/۸) تحت تأثیر بی‌کربنات در مزارع با سطح بی‌کربنات چهار به ثبت رسید. این تعداد تقریباً ۲/۵ برابر سطح یک و هفت برابر سطح پنج بود.

بالا رفتن سطح بی‌کربنات موجب افزایش میزان *pH* آب شده و به طبع آن *pH* خاک نیز افزایش می‌یابد. این افزایش، عملکرد و فعالیت‌های ریشه، مانند جذب آب و مواد غذایی را تحت تأثیر خود قرار داده و نهایتاً با اختلال و تخریب رنگدانه‌های فتوسنتزی و غشای سلولی عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد (*Yang et al., 2009*). قلیائیت، برخی از عناصر میکرو مانند آهن، روی و مس و برخی عناصر ماکرو مانند فسفر، منیزیم و پتاسیم را از دسترس گیاه خارج می‌کنند. تشکیل کمپلکس‌های فلزی فسفر با عناصر منیزیم و پتاسیم در خاک‌های قلیایی و غیرقابل جذب شدن فسفر، نمونه‌ای از مضرات قلیائیت آب می‌باشد. فسفولیپیدها، فسفوپروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئوتید و دی‌نوکلئوتیدها به شدت وابسته به فسفر هستند. از جمله نقش‌های مهم دیگری که برای فسفر تعریف شده می‌توان به فتوسنتز، انتقال و ذخیره انرژی، انتقال هیدرات‌های کربن و مدیریت برخی آنزیم‌ها را نام برد (*Jalali, 2007*). همچنین بی‌کربنات باعث عدم جذب عنصر آهن و روی شده و در عمل فتوسنتز اختلال ایجاد می‌کند. علائم این کمبود بصورت کلروز یا زرد برگی نمایان می‌شود (*De la Guardia & Alcantara, 2002; Nikolic & Kastori, 2000*). بیان شده که علت کلروز برگ ذرت در اثر تنش شوری و قلیائیت، فعالیت آنزیم کلروفیلاز است که باعث تجزیه کلروفیل شده و با اختلال در سیستم‌های فتوسنتزی، کاهش عملکرد ذرت را به همراه دارد (*Bagheri & Roosta, 2012*).

در تیمار سطح چهار (۳۰ تا ۴۲ میلی‌گرم بر لیتر) عملکرد کلاله و اجزای گل افزایش نشان داد (جدول ۶). با توجه به نتیجه به‌دست آمده، احتمال می‌رود که گیاه زعفران در غلظت بی‌کربنات ۳۰ تا ۴۲ میلی‌گرم بر لیتر آستانه تحریک‌پذیری را ایجاد کرده که قادر به تحمل این سطح از تنش شده‌است.

تحمل گیاه به قلیائیت و بی‌کربنات بستگی به گونه گیاهی، سن گیاه، نوع بستر کشت و طول دوره رشد گیاه متفاوت است (*Whipker et al., 1996*). یکی از سازوکارهای مقابله با تنش در ارقام مختلف گیاهان افزایش اسمولیت‌هایی مثل پرولین است. به طوری‌که افزایش تجمع پرولین ناشی از تنش قلیائیت در گیاه جو خیلی بیشتر از میزان آن در گیاهان شاهد و گیاهان مواجهه با تنش شوری بوده است (*Yang et al., 2009*). همچنین گزارشات حاکی از آن است که مقدار

پرولین تولید شده در رقم مقاوم به تنش بی‌کربنات در گیاه شاه‌توت نیز بیشتر از رقم حساس آن بوده‌است (*Ahmad & Sharma, 2010*).

نتایجی که از برهمکنش شکل نیتروژن و بی‌کربنات بر برخی ویژگی‌های گیاه لوبیا سبز بدست آمد، نشان داد که در تیمار آمونیم با افزایش بی‌کربنات غلظت پرولین به طور خطی افزایش یافت، همچنین غلظت پرولین در تیمار نیترات یک میلی‌مولار با افزایش بی‌کربنات ابتدا کاهش یافت، ولی با افزایش غلظت بی‌کربنات دوباره به شدت افزایش پیدا کرد (*Bagheri and Roosta, 2012*).

فنل‌ها و فلاونوئیدها دسته‌ای از متابولیت‌های ثانویه هستند که از یک طرف نقش دفاعی و آنتی‌اکسیدانی داشته و از سوی دیگر در شرایط تنشی مقاومت گیاه را بالا می‌برند (*Taiz and Zeiger, 2002*). در تحقیقی که بر روی اثر تنش بی‌کربنات و قلیائیت بر گیاه ژربرا در بسترهای مختلف صورت گرفت، نشان داده شد با توجه به فراهمی بستر مناسب کشت مقاومت گیاه در برابر تنش بی‌کربنات افزایش یافته و همچنین میزان ترکیبات فنلی و شاخص کلروفیل افزایش یافت (*Manzari Tavakkoli et al., 2016*).

جدول ۶. مقایسه میانگین تأثیر سطوح بی‌کربنات آب آبیاری بر شاخص‌های عملکرد گل و کلاله زعفران

Table 6. Mean comparisons for the effect of irrigation bicarbonate levels on flower and stigma yield of saffron

صفات Characteristics	سطوح بی‌کربنات Bicarbonate levels ($mg.l^{-1}$)				
	10-14	16-22	24-26	30-42	60
تعداد گل *Number of flowers*	56.08^{b*}	45.27^{b}	18.15^{b}	141.83^{a}	20^{b}
وزن تر گل *Fresh weight of flower (g)*	20.48^{b}	16.27^{b}	5.73^{b}	59.35^{a}	6.25^{b}
وزن خشک گل *Dried weight of flower (g)*	3.00^{b}	2.47^{b}	0.90^{b}	7.77^{a}	0.92^{b}
وزن تر کلاله *Fresh weight of stigma (mg)*	1.42^{b}	1.11^{b}	0.42^{b}	4.03^{a}	0.43^{b}
وزن خشک کلاله *Dried weight of stigma (mg)*	0.32^{b}	0.28^{b}	0.09^{b}	0.74^{a}	0.09^{b}
وزن تر خامه *Fresh weight of style (mg)*	0.40^{b}	0.32^{b}	0.11^{b}	1.24^{a}	0.14^{b}
وزن خشک خامه *Dried weight of style (mg)*	0.05^{b}	0.04^{b}	0.01^{b}	0.15^{a}	0.02^{b}
وزن تر پرچم *Fresh weight of anther (mg)*	2.10^{b}	1.39^{b}	0.53^{b}	4.89^{a}	0.71^{b}
وزن خشک پرچم *Dried weight of anther (mg)*	0.50^{b}	0.39^{b}	0.15^{b}	1.34^{a}	0.15^{b}
وزن تر گلبرگ *Fresh weight of petal (g)*	15.71^{b}	12.57^{b}	44.94^{b}	46.85^{a}	4.75^{b}
وزن خشک گلبرگ *Dried weight of petal (g)*	2.11^{b}	1.74^{b}	0.63^{b}	5.52^{a}	0.64^{b}

*در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

**At the column, means with the same letter are not different significantly at 5% probability level based on Duncan's test.*

نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش هدایت الکتریکی از ۲/۱۹ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد کلاله و اجزای گل زعفران کاهش یافت. شوری با اختلال در روند رشد طبیعی گیاه موجب تضعیف گیاه شده و گیاه با صرف انرژی تولید شده در جهت مقابله با تنش و زنده‌مانی، عملکرد مناسبی نخواهد داشت. همچنین در بین پنج سطح تیمار انجام شده، سطوح *pH* آب از ۷/۷۲ تا ۸/۰۵ مناسب‌ترین عملکرد کلاله و اجزای گل را در منطقه مورد مطالعه نشان داد. *pH*

مناسب، مدیریت بهتر ریشه را به دنبال دارد و عملکرد بهتر ریشه، موجب جذب بهتر آب و مواد غذایی شده و در نتیجه رشد بهتر گیاه و بازده عملکرد اقتصادی گیاه را ممکن می‌کند. با توجه به بررسی سطوح مختلف تیمار بی‌کربنات، در تیمار سطح چهار، با مقدار ۳۰ تا ۴۲ میلی‌گرم بر لیتر بی‌کربنات، بیشترین عملکرد کلاله زعفران مشاهده شد. با توجه به اینکه افزایش یون بی‌کربنات باعث کاهش عملکرد گیاه زعفران در سایر سطوح شد ولی ظاهراً گیاه زعفران در این سطح افزایش عملکرد را به‌دنبال داشت. لذا پیشنهاد می‌شود که تحقیقات بیشتری در این مورد صورت گیرد.

منابع

Azizi, A., Jahani Kondori, M., and Divan, R., 2013. Effect of soil physicochemical properties and field age on agronomic traits of saffron. Journal of Agroecol. 5(2), 134-142. [in Persian with English Summary].

Ahmad, P., and Sharma, S., 2010. Physio-biochemical attributes in two cultivars of mulberry (Morus alba L.) under $NaHCO_3$ stress. Intl. J. Plant Prod. 4(2), 79-86.

Babaeian, N., and Ahmadi Tabar, M., 2002. Plant Growth in Saline Soils and Barren (Translation), Mazandaran University Press, Mazandaran, Iran. [in Persian].

Bagheri, V., and Roosta, H.R., 2012. The effect of different concentrations of sodium bicarbonate (alkali stress) on some varieties of cabbage in hydroponic system. Environ. Stresses in Crop Sci. 5(1), 1. [in Persian with English Summary].

Bailey, D.A., 1996. Alkalinity, pH and Acidification. PP. 69-91. In: Reed, D. W. (Ed.), Water, Media and Nutrition, Ball Publishing, Batavia, IL.

Basu, T.K., and Srichamroen, A., 2010. Health benefits of fenugreek (Trigonella foemum-graecum leguminosse). Bioactive Foods in Promoting Health: Fruits and Vegetables. 28, 425-426.

Chemura, A., Kutywayo, D., Chagwesha, T.M., and Chidoko, P., 2014. An assessment of irrigation water quality and selected soil parameters at Mutema irrigation Scheme, Zimbabwe. J. Water Resource and Protection. 6(2), 132.

Davazdah Emami, S., Sefidkon, F., Jahansooz, M.R., and Mazaheri, D., 2007. To study the effect of irrigation water salinity on quality and quantity yield of ajowan. Iran. J. Medicinal and Aromatic Plants. 25(4), 504-512. [in Persian with English Summary].

De la Guardia, M.D., Alcantara, E., 2002. Bicarbonate and low iron level increase root to total plant weight ratio in olive and peach rootstock. J. Plant Nutr. 25, 1021-1032.

Doorenbos, J., and Kassam, A.H., 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper 33, Rome, 193 pp.

Ehteshamnia, A., 2006. Effects of salinity on seedling growth indices of 10 medicinal plants. 3rd Medicinal Plant Symposium, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Epstein, E., and Grant, W.J., 1973. Water-stress relations of the potato plant under field condition. Agron. J. 65, 400-404.

Hassani, A., and Omid Beigi, R., 2001. Effects of water stress on some morphological, physiological and metabolic basil. J. Agric. Knowledge 12(3), 59-47. [in Persian with English Summary].

Jalali, M., 2007. Phosphorus status and sorption characteristics of some calcareous soils of Hamadan, western Iran. Environ. Geol. 53, 365-374.

Jampeetong, A., and Brix, H., 2009. Effects of NaCl salinity on growth, morphology, photosynthesis and proline accumulation of Salvinia natans. Aquatic Bot. 91(3), 181-186.

Kafi, M., 2002. Saffron: Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran. 276 pp. [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.

Khodadadi, M., and Omid Beigi, R., 2004. Effect of sodium chloride salinity on some physiological characteristics of two onion cultivars. J. Agric. Sci. 14(3), 25-11.

Khoshbakht, K., 2011. Country Report: Iran. Workshop on Climate Change and its Impact on Agriculture. Seoul, Korea. http://www.adbi.org.

Köpp, M.M., Passos, P.L., Verneue, R.S., Silva Lédo, F.J., Coimbra, J.L.M., and Oliveira, A.C., 2011. Effects of nutrient solution pH on growth parameters of alfalfa (Medicago sativa L.) genotypes. Comunicata Scientiae 2 (3), 135-141.

Kumar, R., Virendra, S., Kiran, D., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S., 2009. State of art of saffron (Crocus sativus L.) agronomy: A comprehensive review. Food Rev. International. 25, 44–85.

Lotfallahi, L., Torabi Golsefidi, H., and Omidi, H., 2015. Determination of quantitative, phytochemical and tolerance changes of chamomile under different salinity and pH. J. Medicinal Plants, 14(4), [in Persian with English Summary].

Malacitti, M.J., Matlabifard, R., and Kafi, M., 2008. The influence of irrigation water pH on quantitative and qualitative characteristics of clove cultivar Yvonne. J. Soil and Water Sci. 22(1), [in Persian with English Summary].

Manzari Tavakkoli, M., Bagheri, V., Karimi, H.R., and Roosta, H.R., 2016. Evaluation of some the physiological and growth responses of three walnut genotypes to different bicarbonate concentrations in irrigation water. Iran. J. Horticultural Sci. 46(4), [in Persian with English Summary].

Manzari Tavakkoli, M., Roosta, H.R., and Hamidpour, M., 2014. Selection of appropriate media for reducing the effects of sodium bicarbonate on gerbera in soil-free cultivation method, J. Greenhouse Culture Sci. & Technol. 5 (17), [in Persian with English Summary].

Marcum, K.B., 2006. Use of saline and non-potable water in the turfgrass industry: Constraints and developments Agric. Water Manage. 80, 132-146.

Naghizadeh, M., Gholami Shabestari, M., and Shamsaddin Saied, M., 2014. J. Saffron Agric. & Technol. 2 (2), [in Persian with English Summary].

Najafi, N., Parsazadeh, M., Tabatabaei, S.J., and Oustan, S., 2010. Effects of Nitrogen form and pH of nutrient solution on the uptake and concentrations of potassium, calcium, magnesium and sodium in root and shoot of spinach plant. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 2, 112-130. [in Persian with English Summary].

Nikolic, M., and Kastori, R., 2000. Effect of bicarbonate and Fe supply on Fe nutrition of grapevine. J. Plant Nutr. 23, 1619-1627.

Page, A., Miller, R., and Keeney, D., 1982. Methods of Soil Analysis. 2nd Ed. Part II: Chemical and Biological Properties. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Publisher.

Pirasteh Anosheh, H., Emam, Y., Kazemeini, S.A., and Dehghany, F., 2017. Effect of irrigation water salinity on soil moisture and salinity during growing season, barley yield, and its water productivity. J. Soil Res. (Soil and Water Sci.) 31(2), 167. [in Persian with English Summary].

Ramezani, E., Ghajar Sepanlou M., and Naghdi Badi H.A., 2011. The effect of salinity on the growth, morphology and physiology of Echium amoenum Fisch. And Mey. Afr. J. Biotechnol. 10(44), 8765-8773.

Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Sodic Soils. U.S.D.A Agric. Handbook, NO. 60 Washington DC.

Rostami, M., Mohammad Parast, B., and Goolfam, R., 2015. Effect of different levels of salinity on some physiological properties of saffron. J. Saffron Agron. & Technol. 3(3), 179-193. [in Persian with English Summary].

Sadeghi, B., 1997. Effect of storage and sowing date of corm on saffron flowering. Organization of Scientific and Industrial of Iran, Research Center of Khorasan, Khorasan, Iran. pp. 6-53. (In Persian).

Saeedi Rad, M., and Mokhtarian, A., 2010. Scientific Principles of Cultivation, Growing and Harvesting of Saffron. Sarva Press, Iran. [in Persian].

Sepaskhah, A.R., and Kamgar-Haghighi, A.A., 2009. Saffron irrigation regime. International J. Plant Production. 3, 1-16.

Taiz, L. and Zeiger, E. Plant physiology. 3rd edn. 2002.

Tahmasbi, L., 2003. Effects of salinity and some growth inhibitors on morphological characteristics, biochemical and chemical Pistachio almond cultivars. MSc thesis, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. [in Persian with English Summary].

Torbaghan, M.E., and Ahmadi, M.M., 2011. The effect of salt stress on flower yield and growth parameters of saffron (Crocus sativus L.) in greenhouse condition. International Res. J. Agric. Sci. and Soil Scie. 1(10), 421-427.

Valdez-Aguilar, L.A., and Reed, D.W., 2007. Response of selected greenhouse ornamental plants to alkalinity in irrigation water. J. Plant Nutr. 30, 441-452.

Valdez-Aguilar, L.A., and Reed, D.W., 2010. Growth and nutrition of young bean plants under high alkalinity as affected by mixtures of ammonium, potassium, and sodium. J. Plant Nutr. 33, 1472-1488.

Vessy, J.K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil. 255, 571-586.

Vurdu, H., 2004. Agronomical and biotechnological approaches for saffron improvement. Acta Hort. (ISHS). 650, 285-290.

Waraich, E. A., Saifullah, R. A., Ehsanullah, M.Y., 2011. Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. Australian J. Crop Sci. 5(6), 764-777.

Whipker, B.E., Bailey, D.A., Nelson, P.V., Fonteno, W.C., and Hammer, P.A., 1996. A novel approach to calculate acid additions for alkalinity control in greenhouse irrigation water. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 27, 959-976.

Yang, C.W., Xu, H.H., Wang, L.L., Liu, J., Shi, D.C., and Wang, D.L., 2009. Comparative effects of salt stress and alkali-stress on the growth, photosynthesis, solute accumulation, and ion balance of barley plants. Photosynthetica. 47, 79-86.

Journal of Saffron Research (semi-annual)

Vol.8, No.2, Fall & Winter, 2020-2021

p. 241-253

http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2020.3155.1122

University of Birjand

Original Article:

Effects of pH, Bicarbonate and Salinity of Irrigation Water on Yield and Flowers Yield Components of Saffron

Morteza Rivandi[1], Azim Ghasemnezhad[2]*, Khodayar Hemmati[3], Khalil Ghorbani[4], Abbas Abhari[5]

1- M.Sc. Student, Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

2,3- Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

4- Associate Professor, Department of Water, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

5- Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Sabzevar, Iran.

** Corresponding author Email: Ghasemnezhad@gau.ac.ir*

Received 05 February 2020; Accepted 08 April 2020

Abstract

Water quality is an important factor in crop production. The presence of dissolved salts in the water and its transfer to agricultural fields affect the salinity of arable land, affecting crop yield and its growth. This study investigated the effects of five salinity levels (such as 1.4-2.19, 2.2-3.6, 5.00-4.4, 6.35-6.95 and 8.4-1.9 dS.m^{-1}), five bicarbonate levels (including 10-14, 16-22, 24-26, 30-42 and 60 mg.l^{-1}) and five pH levels (such as 7.05-7.41, 7.49-7.52. 7.56-7.66, 7.72-8.05, and 8.8-8.33) of irrigation water on the yield of stigma and flower yield components of saffron under field conditions. The study was conducted based on a completely randomized design with three replications. The results showed that all measured characteristics of saffron flower yield and yield components (including number of flowers, fresh and dried weight of flower, fresh and dried weight of stigma, fresh and dried weight of stamen, fresh and dry weight of flag and fresh and dry weight of petals), were significantly affected by pH, EC and bicarbonate levels. The highest most of the measured parameters were recorded in 1.4-2.19 dS.m^{-1}. Yield and flower yield components were decreased by increasing salinity levels. Number of flowers in 1.4-2.19 dS.m^{-1} was increased up to 2.5 and 7 folds higher than 2.2-3.6 and 8.4-1.9 dS.m^{-1}, respectively. Likewise, dried weight of stigma at 1.4-2.19 dS.m^{-1} was 7.5 folds higher than 8.4-1.9 dS.m^{-1}. The highest significant effect of water bicarbonate on measured parameters was observed for 30-42 and 60 mg.l^{-1}. Increasing in water bicarbonate to 30-42 and 60 mg.l^{-1} enhanced dried weight of stigma with 4.03 mg, which was approximately nine folds higher than 60 mg.l^{-1}. Also, the effect of pH was significant on all measured traits. The maximum dried weight of stigma was observed at pH 7.72-8.05 which was 7.5 and 31 folds higher than 7.05-7.41 and 8.8-8.33, respectively. Finally, it can be concluded that in addition to soil quality, water quality is one of the other important parameters for saffron field selection. The results also showed that yield of stigma and flower components significantly varied under water quality especially salinity parameter. Therefore, it is suggested that to consider this issue in planning the selection of saffron fields.

Keywords: Irrigation water quality, Field selection, soluble salt, Dried weight of stigma.