

اثر شخم حفاظتی و آبیاری تابستانه بر عملکرد گل و شاخص‌های کیفی زعفران (*Crocus Sativus* L.)

حسن فیضی^{۱*}، عبدا... ملافیلابی^۲، حسین صحابی^۳ و احمد احمدیان^۱

تاریخ پذیرش: ۹ آذر ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۲۴ شهریور ۱۳۹۳

چکیده

به منظور بررسی اثر شخم حفاظتی و آبیاری تابستانه بر رشد و عملکرد زعفران، آزمایش مزرعه‌ای طی دو سال به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در منطقه زاوه شهرستان تربت حیدریه انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل اجرای شخم (به دو صورت حفاظتی و شخم معمولی) و چهار زمان آبیاری تابستانه (۱۵ تیرماه، ۱۵ مردادماه، ۱۵ تیر + ۱۵ مردادماه و عدم آبیاری تابستانه) بودند. طبق نتایج تجزیه واریانس، زمان آبیاری اثر معنی‌داری بر تعداد و عملکرد گل زعفران در سال اول و دوم آزمایش داشت. در سال اول اجرای آزمایش، آبیاری در تیر + مردادماه بیش‌ترین تأثیر را در افزایش تعداد گل، عملکرد گل و وزن خشک کلاله زعفران داشت (به ترتیب ۲۵ گل در متر مربع، ۱۲/۱ و ۰/۱۶ گرم کلاله خشک در متر مربع). همچنین در سال دوم، بیشترین میزان شاخص‌های ذکر شده (۱۲۷/۴ گل در متر مربع، ۶۱/۴ و ۰/۹۷ گرم در متر مربع) در نتیجه اجرای آبیاری در مردادماه مشاهده گردید. در سال اول اجرای آزمایش، شخم حفاظتی در مقایسه با عدم شخم اثر معنی‌داری در افزایش عملکرد گل و وزن خشک کلاله (به ترتیب تا ۱۱/۳ و ۱۱/۷ درصد) داشت. همچنین آبیاری تابستانه و شخم حفاظتی تأثیر معنی‌داری در افزایش پیکروکروسین زعفران داشت.

کلمات کلیدی: بانه، پیکروکروسین، خاک‌ورزی، سافرانال.

مقدمه

از نقطه نظر موقعیت جغرافیایی و یا اجتماعی، شرایط حاکم بر نواحی خشک و نیمه‌خشک کشور مانند خشکی، کمبود آب، حاصلخیزی کم اراضی کشاورزی، محدودیت اجرای مکانیزاسیون کشاورزی و تولید محصولات زراعی با روش‌های سنتی، از عواملی است که رشد تولیدات کشاورزی را در این مناطق محدود کرده است (Abbaspour & Sabetraftar, 2005; Sayari et al., 2013). با این وجود، در بین گیاهان زراعی، زعفران توانسته است با خصوصیات ویژه خود، مسئله کم‌آبی مناطق مذکور را تحمل نماید و با داشتن بازده اقتصادی مناسب، تولید نسبتاً پایداری در این مناطق داشته باشد (Moayedi Shahraki, et al., 2010; Aghaei & Rezagholizadeh, 2011).

در بین گیاهان دارویی، زعفران به‌عنوان یک گیاه مهم، نقش و جایگاهی ویژه‌ای در سلامت انسان دارد (Abdullaev & Espinosa-Aguirre, 2004). زعفران به دلیل داشتن ترکیبات دارویی، دارای اثرات فارماکولوژیک متعددی از جمله خواص ضدسرطانی (Nair et al., 1991; Moshiri et al., 1996) و ضدافسردگی (Escribano et al., 1996) می‌باشد (al., 2006).

۱- استادیار گروه تولیدات گیاهی و پژوهشکده زعفران، دانشگاه تربت حیدریه.

۲- عضو هیأت علمی پژوهشکده علوم و صنایع غذایی، مشهد.

۳- عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربت حیدریه.

* - نویسنده مسئول: hasanfeizi@yahoo.com

از آنجایی که زعفران از نظر ژنتیکی یک گیاه عقیم می-

a (2013) اظهار داشتند که حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک، ضمن تحریک و افزایش عملکرد گل زعفران، منجر به بهبود رشد بنه‌های دختری در انتهای دوره رشد گیاه شد. کاهش فشردگی و فرسایش خاک (Nassiri et al., 2005)، افزایش نفوذپذیری و بهبود ساختار خاک دانه‌ها (Foroughifar & Poor-Kasmani, 2002)، تحریک ریز موجودات مفید خاک و افزایش ماده آلی خاک (Monzon et al., 2009; Bastian et al., 2006) از دیگر فواید کاربرد شخم حفاظتی می‌باشد.

هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر آبیاری تابستانه و شخم حفاظتی بر عملکرد گل و بنه زعفران و به‌دنبال آن تعیین بهترین تاریخ زمان آبیاری برای دستیابی به حداکثر عملکرد گل و رشد بنه‌های دختری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در منطقه زاوه واقع در ۶۰ کیلومتری شهرستان تربت‌حیدریه با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۶۰ درجه و ۷ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۳۳۳ متر از سطح دریا، به‌صورت مزرعه‌ای به‌صورت دوساله انجام گرفت. نوع اقلیم منطقه تربت‌حیدریه نیمه‌خشک با متوسط نزولات سالانه ۲۶۷ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۴/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد نظر در جدول ۱ ذکر شده است.

باشد (Babaei et al., 2014)، رشد و تکثیر گیاه صرفاً از طریق بنه‌های آن صورت می‌گیرد (Kumar et al., 2009). بنه‌ها در تابستان در حالت رکود به سر برده سپس با شروع فصل پاییز، رشد زایشی و رویشی گیاه آغاز می‌شود (Kafi, 2002). از سوی دیگر، با توجه به اینکه تکوین و تمایز اندام‌های رویشی و زایشی در مریستم رأس جوانه بنه زعفران در دوره خواب گیاه به وقوع می‌پیوندد (Abrishamchi, 2003)، به‌نظر می‌رسد که عوامل محیطی در طی دوره تابستان می‌تواند بر تکوین و تمایز اندام‌های گل زعفران تأثیرگذار باشد (Koocheki et al., 2014 b; Molina et al., 2004).

به‌طور کلی تمایز اندام‌های زایشی زعفران، همزمان با کاهش رطوبت خاک در اطراف بنه و افزایش درجه حرارت اتفاق می‌افتد (Sadeghi et al., 2003 b). از این رو به نظر می‌رسد که آبیاری و شخم حفاظتی در تابستان بتواند از طریق کاهش دمای خاک اطراف بنه و نیز حفظ رطوبت خاک، ضمن تأثیر مثبت بر روند تمایز اندام‌های زایشی، در نهایت بتواند در تشکیل اندام‌های گل موثر واقع شود. علی‌رغم اینکه کشاورزان عدم آبیاری زعفران در تابستان را در مقایسه با سایر محصولات زراعی، به‌عنوان یک مزیت در نظر می‌گیرند، برخی از محققین آبیاری و شخم حفاظتی تابستانه را برای افزایش گلدهی زعفران مفید دانسته و اجرای آن را توصیه نموده‌اند (Sadeghi et al., 2003 b; Mosaferi Ziauddin et al., 2009). در این ارتباط، رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al.,)

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of field soil

رس (درصد) Clay (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	شن (درصد) Sand (%)	نیتروژن (درصد) N (%)	فسفر (میلی- گرم بر کیلوگرم) P (mg kg ⁻¹)	پتاسیم (میلی- گرم بر کیلوگرم) K (mg kg ⁻¹)	کربن آلی (درصد) OC (%)	شاخص واکنش pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS m ⁻¹)
23	53	24	0.04	14.8	432	0.47	8.00	1.50

مردادماه، تیر + مردادماه و عدم آبیاری تابستانه) به‌ترتیب عامل اول و دوم آزمایش بودند. بر این اساس آبیاری‌ها در ۱۵ هر کدام از این ماه‌ها در هر سال انجام شد.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. اجرای شخم در دو سطح (حفاظتی و عدم شخم حفاظتی) و زمان آبیاری (تیرماه،

۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد آون تعیین شد. در سال دوم اجرای آزمایش، علاوه بر شاخص‌های گل در سال اول، آنالیز شیمیایی کلالة شامل پیکروکروسین (جذب محلول آبی ۱ درصد در طول موج ۲۵۴ نانومتر، بر حسب ماده خشک)، سافرانال (جذب محلول آبی ۱ درصد در طول موج ۳۳۰ نانومتر، بر حسب ماده خشک) و کروسین (جذب محلول آبی ۱ درصد در طول موج ۴۴۰ نانومتر، بر حسب ماده خشک) توسط آزمایشگاه شیمیایی جهان زعفران با استفاده از روش ۲/۲۵۹ استاندارد ملی انجام شد (استاندارد ملی ایران ۲-۲۵۹، سال ۱۳۸۹).

برای تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش، ابتدا از نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار Minitab اطمینان حاصل شد. سپس با استفاده از نرم افزار SAS آنالیز داده‌ها انجام گرفت. لازم به توضیح است که به دلیل ماهیت متفاوت شاخص‌های مطالعه زعفران در سال اول و دوم، داده‌ها در هر سال به طور جداگانه آنالیز شدند. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نیز بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

طبق نتایج آزمایش، زمان آبیاری تابستانه اثر معنی‌داری بر تعداد و عملکرد گل زعفران در سال اول و دوم آزمایش داشت (جدول ۲ و ۳). با این وجود در هر دو سال اجرای آزمایش، شخم حفاظتی و نیز اثر متقابل زمان آبیاری × شخم حفاظتی بر تعداد گل زعفران معنی‌دار نبود (جدول ۲ و ۳).

در سال اول اجرای آزمایش، آبیاری در تیر + مردادماه بیش‌ترین تأثیر معنی‌دار را در افزایش تعداد گل، عملکرد گل و وزن خشک کلالة زعفران داشتند (به ترتیب ۲۵ گل در متر-مربع، ۱۲/۱ و ۰/۱۶ گرم در مترمربع) (جدول ۴). همچنین در سال دوم حداکثر افزایش در شاخص‌های ذکرشده (۱۲۷/۴ گل در مترمربع، ۶۱/۴ و ۰/۹۷ گرم در مترمربع) در نتیجه اجرای آبیاری در مردادماه مشاهده گردید (جدول ۵). از سوی دیگر، در سال دوم اجرای آزمایش، آبیاری در تیرماه در مقایسه با عدم آبیاری تابستانه منجر به کاهش معنی‌دار تعداد و عملکرد گل زعفران شد (جدول ۵).

سطح کشت هر تیمار ۶/۴ متر مربع بود (۸ خط کشت به طول ۳/۲۰ متر بر اساس ۵۰ بوته در متر مربع در فواصل بین ردیف ۲۰ و روی ردیف ۱۰ سانتی متر). عملیات شخم حفاظتی با استفاده از چهارشاخ و به کمک نیروی انسانی تا عمق ۵ الی ۸ سانتی‌متر پس از گاورو شدن بعد از آخرین آبیاری بسته به نوع تیمار آبیاری بر روی طرح آزمایشی اعمال و آبیاری در هر نوبت برای تمام تیمارها ثابت و متناسب با عرف زارعین به مقدار ۷۰ لیتر در مترمربع انجام شد.

زمین مورد نظر در فروردین‌ماه به همراه کود سبز (گندم سبز شده سال قبل) شخم متوسط (برگردان‌دار) زده شد و در خردادماه، بعد از عملیات تسطیح زمین، زیرشکن زده شد و با توجه به نتایج تجزیه خاک (جدول ۱) کود لازم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات دی آمونیوم) در زمین پخش و با یک شخم برگردان با خاک مخلوط شد. در اواخر خردادماه با انتخاب بنه‌های ۸ گرم به بالا پس از ضدعفونی با کنه‌کش امایت (پروپارگیت)^۱ در دهم تیر ماه بر اساس ۵۰ بوته در مترمربع انجام شد.

علاوه بر آبیاری‌های تابستانه تعداد آبیاری‌ها تا آخر فصل به تعداد پنج نوبت انجام شد. مدت و میزان آبیاری در هر دوره ثابت در نظر گرفته شد. پس از انجام آبیاری اول و گاورو شدن زمین در تاریخ ۱۰ مهرماه متناسب با عرف زارعین، سله‌شکنی جهت تسهیل گل‌دهی انجام و سپس کود نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم اوره) همزمان با آبیاری دوم پاییزه و بعد از اتمام برداشت گل انجام گرفت.

در این تحقیق، متغیرهای مورد اندازه‌گیری گل زعفران شامل تعداد گل در واحد سطح، وزن گل در واحد سطح، وزن خشک کلالة از ۴ خط کشت وسطی پس از حذف ۴ خط کشت از طرفین و ۱/۲۰ متر از ابتدا و انتهای هر کرت (برای حذف اثرات حاشیه‌ای) صورت گرفت (۲ مترمربع). همچنین در انتهای فصل رشد، عملکرد بنه‌های دختری و فراوانی وزن بنه‌های کمتر و بیشتر از ۸ گرم در یک مترمربع تعیین شد. وزن خشک بنه‌ها نیز با قرار دادن نمونه‌های گیاهی به مدت

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های مورد مطالعه زعفران در سال اول آزمایش

Table 2- Variance analysis (mean square) for studied characteristics of saffron in the first year of experiment

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد گل Flower number	عملکرد گل خشک Dry flower yield	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield	عملکرد بنه دختری Replacement corm yield	فراوانی بنه های دختری بالای هشت گرم در متر مربع Number of replacement corms over 8 g.m ⁻²	فراوانی بنه های دختری کمتر از هشت گرم در متر مربع Number of replacement corms lower than 8 g.m ⁻²
بلوک Block	3	3.71 ns	0.87 ns	0.0001 ns	9702.80 ns	0.001 ns	0.002 ns
زمان آبیاری Irrigation date (I)	3	294.79 **	78.88 **	0.0150 **	5432.79 **	0.039 **	0.045 **
روش شخم Tillage procedure (T)	1	24.50 ns	6.44 *	0.0011 *	750.70 ns	0.001 ns	0.002 ns
I × T	3	2.16 ns	0.73 ns	0.0001 ns	1967.44 ns	0.002 ns	0.003 ns
خطا Error	21	0.78	1.27	0.0001	5845.72	0.002	0.003

*, **, ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح پنج درصد (P<0.05)، یک درصد (P<0.01) و عدم اختلاف معنی‌دار
*, **, ns: significant at the 0.05 and 0.01 level of probability and no significant, respectively

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های مورد مطالعه زعفران در سال دوم آزمایش

Table 3- Variance analysis (mean square) for studied characteristics of saffron in the second year of experiment

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد گل Flower number	عملکرد گل خشک Dry flower yield	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield	پیکروکروسین Picrocrocin	سافراناال Safranal	کروسین Crocic
بلوک Block	3	3.32 ns	12.41 ns	0.027 ns	38.28 *	14.52 *	8.29 ns
زمان آبیاری Irrigation date (I)	3	3254.19 **	1156.73 **	0.464 **	24.41 *	2.50 ns	51.45 ns
روش شخم Tillage procedure (T)	1	25.31 ns	34.10 ns	0.004 ns	45.15 *	13.68 ns	201.55 ns
I × T	3	181.27 ns	128.44 **	0.006 ns	3.71 ns	0.43 ns	43.61 ns
خطا Error	21	62.93	14.93	0.026	10.02	3.26	33.48

*, **, ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح پنج درصد (P<0.05)، یک درصد (P<0.01) و عدم اختلاف معنی‌دار
*, **, ns: significant at the 0.05 and 0.01 level of probability and no significant, respectively

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص‌های مورد مطالعه زعفران در سال اول آزمایش
Table 4- Mean comparison for studied characteristics of saffron in the first year of experiment

تیمارهای مورد مطالعه Experimental treatments	تعداد گل (متر مربع) Flower number (m ²)	عملکرد گل خشک (گرم در متر مربع) Dry flower yield (g m ⁻²)	عملکرد کلاله خشک (گرم در متر مربع) Dry stigma yield (g m ⁻²)	عملکرد بنه دختری (گرم در متر مربع) Replacement corm yield (g m ⁻²)	فراوانی بنه های دختری بالای هشت گرم در متر مربع Number of replacement corms over 8 g per m ²	فراوانی بنه های دختری کمتر از هشت گرم در متر مربع Number of replacement corms lower than 8 g per m ²
زمان آبیاری تابستانه Irrigation date in summer						
تیر July	16.50 c *	7.50 c	0.098 c	898.75 a	0.53 b	0.47 b
مردادماه August	19.75 b	9.69 b	0.126 b	816.88 a	0.59 a	0.41 c
تیر + مردادماه July + August	25.00 a	12.08 a	0.157 a	855.00 a	0.60 a	0.40 c
عدم آبیاری در تابستان No irrigation in summer	10.50 d	4.28 d	0.056 d	706.25 b	0.45 c	0.55 a
روش شخم Tillage procedure						
حفاظتی Conservation	18.81 a	8.84 a	0.115 a	814.38 a	0.55 a	0.45 a
عدم حفاظتی No conservation	17.06 a	7.94 b	0.103 b	824.06 a	0.54 a	0.46 a

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.
* In each column, means followed by at least one letter in common are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

اجرای آبیاری در تیر ماه یا تیر + مردادماه بیشترین درصد تشکیل بنه‌های دختری بالای ۸ گرم (۶۰ درصد) و در شرایط عدم انجام آبیاری تابستانه کمترین درصد بنه‌های دختری بالای ۸ گرم (۴۵ درصد) مشاهده گردید (جدول ۴). بیشترین عملکرد بنه و فراوانی بنه‌های بالای ۸ گرم نیز در شرایط اجرای آبیاری در تیر + مردادماه به‌دست آمد (جدول ۴).
توالی رشد و نمو زعفران در طی تابستان شامل چهار مرحله می‌باشد. مرحله اول، دوره خواب حقیقی (اواخر اردیبهشت تا اواسط الی اواخر تیر)، مرحله دوم، دوره بنیان‌گذاری و تمایز برگ‌ها (اواخر تیر تا اواخر مرداد)، مرحله سوم، دوره تمایز طرح‌های اولیه اندام‌های گل درون جوانه (اواخر مرداد تا اوایل شهریور) و سپس کامل شدن اندام‌های گل (تا اواخر شهریور) و در نهایت مرحله چهارم، دوره رشد

در سال اول اجرای آزمایش، شخم حفاظتی در مقایسه با عدم شخم حفاظتی اثر معنی‌داری در افزایش عملکرد گل و وزن خشک کلاله (به ترتیب تا ۱۱/۳ و ۱۱/۷ درصد) داشت (جدول ۴). با این وجود اثر شخم حفاظتی در سال دوم بر شاخص‌های ذکر شده معنی‌دار نبود (جدول ۵).
در سال اول اجرای آزمایش، به‌جز اثر آبیاری، اثر شخم حفاظتی و نیز اثر متقابل زمان آبیاری × شخم حفاظتی بر عملکرد بنه، فراوانی بنه‌های زیر ۸ و بالای ۸ گرم معنی‌دار نبود. کمترین عملکرد بنه‌های دختری به‌طور معنی‌دار در شرایط عدم انجام آبیاری تابستانه (معادل ۷۰۶/۳ گرم در متر مربع) به‌دست آمد (جدول ۴). از سوی دیگر، بین تاریخ آبیاری در تیر، مرداد و تیر + مرداد تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد بنه‌های دختری مشاهده نشد. همچنین در شرایط

سریع برگ‌ها و اندام‌های گل درون جوانه (اواخر شهریور تا اواخر مهر می‌باشد) (Koul & Farooq, 1984; Abrishamchi, 2003). به بیانی دیگر، از اواخر اردیبهشت تا ۱۶ تیرماه، دوره خواب زعفران شامل خواب حقیقی و ظاهری می‌باشد. تا اواسط تیرماه، بافت مریستمی نوک جوانه بنه دارای فعالیت بسیار جزئی است (خواب حقیقی). سپس تا

۱۰ مرداد مراحل تکوین و تمایزیابی اندام‌های رویشی و بعد از آن مراحل تکوین و تمایز اندام‌های زایشی (خواب ظاهری) تا ۲۵ مرداد انجام می‌شود (Sadeghi, 2003a,b). از این‌رو القای گل‌دهی زعفران در درجه حرارت‌های بالا اتفاق می‌افتد (Molina et al., 2004).

جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های مورد مطالعه زعفران در سال دوم آزمایش
Table 5- Mean comparison for studied characteristics of saffron in the second year of experiment

تیمارهای مورد مطالعه Experimental treatments	تعداد گل (در متر مربع) Flower number (per m ²)	عملکرد گل خشک (گرم در متر مربع) Dry flower yield (g m ⁻²)	عملکرد کلاله خشک (گرم در متر مربع) Dry stigma yield (g m ⁻²)	پیکروکروسین ϕ Picrocrocin	سافراناال θ Safranal	کروسین ω Crocine
زمان آبیاری تابستانه Irrigation date in summer						
تیر July	84.93 c *	34.52 c	0.439 b	110.35 ab	36.27 a	275.17 a
مردادماه August	127.43 a	61.42 a	0.968 a	111.99 a	37.53 a	278.95 a
تیر+ مردادماه July + August	84.37 c	37.78 c	0.493 b	110.07 ab	36.82 a	273.47 a
عدم آبیاری در تابستان No irrigation in summer	98.81 b	46.48 b	0.555 b	107.74 b	37.30 a	273.70 a
روش شخم Tillage procedure						
حفاظتی Conservation	99.78 a	46.08 a	0.62 a	111.23 a	37.64 a	277.84 a
عدم حفاظتی No conservation	98.00 a	44.02 a	0.60 a	108.85 b	36.33 a	272.81 a

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.
* In each column, means followed by at least one letter in common are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

ϕ پیکروکروسین حداکثر جذب در طول موج ۲۵۷ نانومتر بر اساس وزن خشک حداقل

ϕ Maximum absorbance of Picrocrocin at about 257 nm based on minimum dry weight

θ سافراناال حداکثر جذب در طول موج ۳۳۰ نانومتر بر اساس وزن خشک حداقل

θ Maximum absorbance of Safranal at about 330 nm based on minimum dry weight

ω کروسین حداکثر جذب در طول موج ۴۴۰ نانومتر بر اساس وزن خشک حداقل

ω Maximum absorbance of Crocine at about 440 nm based on minimum dry weight

مراحل تکوین و تمایزیابی اندام‌های رویشی و زایشی که در نتیجه تشدید میتوز در مریستم رأسی جوانه بنه زعفران می‌باشند در دوره رکود به وقوع می‌پیوندند (Abrishamchi, 2003). از آنجایی که این تغییرات همزمان با کاهش عمومی رطوبت بنه و افزایش درجه حرارت تابستان مصادف می‌باشد، تصور می‌شود که انجام آبیاری و شخم حفاظتی در تابستان

عملکرد مربوط به تیمار دو بار آبیاری در تیر و مردادماه به همراه شخم حفاظتی و در سال دوم بیشترین عملکرد مربوط به تیمار آبیاری مردادماه بود. همچنین در سال دوم، تیمار آبیاری تیر ماه عملکرد کمتری از تیمار شاهد از خود نشان داد. از این رو می‌توان اظهار داشت که آبیاری در تیر ماه به همراه شخم حفاظتی در سال اول کاشت مفید، ولی در سال دوم آبیاری در تیر ماه مضر بوده و باعث کاهش عملکرد حتی نسبت به شاهد می‌شود. صادقی (Sadeghi, 2003 a) اظهار داشت که آبیاری مردادماه در مزارع تازه کاشت، ۱۷ درصد و در مزارع چند ساله تا ۴۰ درصد افزایش عملکرد تعداد گل را در پی داشته است، اما آبیاری در تیرماه منجر به کاهش عملکرد می‌شود. این محققین دلیل کاهش گل آوری زعفران در نتیجه اجرای آبیاری در تیر ماه را به دلیل همزمانی اجرای آبیاری در تیر ماه با تمایز یابی اندام‌های رویشی دانستند؛ در حالی که همزمانی آبیاری با تمایز یابی اندام‌های زایشی در مردادماه منجر به افزایش عملکرد گل شد.

به‌طور کلی بنه‌های دختره با وزن پایین (کمتر از ۴ گرم) فاقد توانایی در تولید گل یا دارای گل انگیزی بسیار پایینی می‌باشند (Koocheki et al., 2014 a, b). از این رو، افزایش عملکرد بنه‌های دختره تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی چندان مفید نبوده؛ بلکه افزایش درصد بنه‌های دختره با وزن بیش از ۸ گرم می‌بایست مورد توجه باشد (Koocheki et al., 2014 b). در سال اول آزمایش، نقش مثبت آبیاری تابستانه در بهبود عملکرد بنه‌های دختره زعفران و نیز درصد بنه‌های دختره بالای ۸ گرم ممکن است ناشی از بهبود مکانیسم رشد زایشی زعفران و به‌دنبال آن تحریک رشد ریشه‌ها و افزایش رشد رویشی گیاه باشد. در این ارتباط، رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013a) نیز به نقش موثر فراهمی رطوبت خاک در افزایش عملکرد بنه‌های دختره زعفران اشاره کرده‌اند.

در بین ترکیبات کیفی زعفران، تنها پیکروکروسین تحت تأثیر اثر زمان آبیاری و شخم حفاظتی قرار گرفت (جدول ۳). در بین زمان‌های آبیاری، بیش‌ترین افزایش پیکروکروسین در نتیجه اجرای آبیاری در مردادماه مشاهده شد (جدول ۵). علاوه بر این اجرای شخم حفاظتی نیز منجر به افزایش

بتواند از طریق کاهش دمای خاک اطراف بنه‌ها و افزایش ذخیره رطوبتی خاک، نقش موثری در گل انگیزی زعفران داشته باشد. از عوامل مهم کاهش عملکرد زعفران، درجه حرارت بیش از حد در تابستان بوده که می‌تواند بر القاء گل‌دهی در مردادماه تأثیر منفی داشته باشد (Sadeghi, 2003a). مولینا و همکاران (Molina et al., 2004) ضمن آنکه گل انگیزی و عملکرد گل زعفران را در ارتباط مستقیم با درجه حرارت محیط دانستند، اظهار داشتند که وقوع دماهای بالاتر و یا پایین‌تر از حد بهینه می‌تواند القای گل‌دهی زعفران را تحت تأثیر قرار دهد. در این ارتباط رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013 a) اظهار داشتند که پخش مالچ کلش در مهرماه می‌تواند با کاهش دمای خاک و نیز افزایش محتوی نسبی رطوبت ناحیه رشد بنه، منجر به افزایش معنی‌دار تعداد گل در مترمربع و نیز عملکرد گل‌تر و خشک زعفران (به ترتیب تا ۴۶، ۶۱ و ۶۵ درصد) شود. مشابه نقش مالچ‌های گیاهی، گزارش شده است که کشت مخلوط زعفران با گیاهانی مانند مرزنجوش (*Origanum vulgare*) می‌تواند به دلیل سایه‌اندازی و در نتیجه خنک شدن دمای سطح خاک منجر به افزایش تولید گل شود (Koocheki et al., 2013).

آبیاری تابستانه به‌عنوان اولین آبیاری زعفران به‌ویژه در اواسط مردادماه (Rezvani Moghaddam et al., 2013 b) عامل موثری در افزایش تحریک گل‌دهی زعفران در مرحله رکود به‌شمار می‌رود. این افزایش اساساً تحت تأثیر تکوین و تمایز اندام‌های زایشی می‌باشد (Babaei et al., 2014). به‌عبارتی دیگر، از آنجایی که تکوین و تمایز اندام‌های گل در مریستم جوانه بنه زعفران از دهم مردادماه شروع می‌شود، از این رو رطوبت خاک می‌تواند در شکل‌گیری هرچه بهتر این فرآیندها موثر باشد (Sadeghi, 2003 a, b). مسافری ضیال‌الدین و همکاران (Mosaferi Ziauddin et al., 2009) نیز در یک آزمایش چهار ساله نشان دادند که آبیاری در مردادماه عملکرد گل و وزن خشک زعفران را تا ۱۸ درصد افزایش داده و آبیاری تیر ماه تأثیری بر عملکرد نداشت.

بر اساس نتایج آزمایش کنونی که از مزرعه تازه کاشت به‌دست آمد مشخص شد که در سال اول کاشت بیشترین

درصد پیکروکروسین (تا ۱/۳۱ واحد) در مقایسه با عدم اجرای شخم حفاظتی شد (جدول ۵).

کروسین، پیکروکروسین و سافرانال، مهم‌ترین و شناخته‌شده‌ترین ترکیبات کیفی در کلاله زعفران بوده که دارای اثرات دارویی موثری به ویژه در پیشگیری از سرطان و تومور مغزی می‌باشند (Escribano et al., 1996). کروسین به‌عنوان ترکیب محلول در آب مسؤؤل رنگ زعفران، پیکروکروسین عامل طعم و سافرانال مسؤؤل عطر و بوی گل زعفران شناخته شده است (Omidi et al., 2009). در بین عوامل زراعی، به نقش موثر کاربرد کودهای بیولوژیک در افزایش معنی‌دار کروسین، پیکروکروسین و سافرانال اشاره شده است (Omidi et al., 2009). با این وجود اثر عوامل زراعی مانند شخم و یا آبیاری در افزایش ترکیب پیکروکروسین به روشنی مشخص نیست. به‌طور کلی، می‌توان اظهار داشت که افزایش گل‌انگیزی و عملکرد گل زعفران ممکن است در بهبود کیفیت زعفران نیز موثر باشد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده از آزمایش کنونی احتمال می‌رود که یک‌بار آبیاری در تاریخ ۱۵ تیر ماه در سال اول کاشت و اعمال شخم حفاظتی تابستانه (در اردیبهشت‌ماه جهت حفظ رطوبت زرد آب مزرعه) و آبیاری در ۱۵ مردادماه برای سال‌های بعد در جهت نیل به عملکرد مطلوب زعفران مفید باشد.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس که حمایت مالی این تحقیق را به عهده داشت، قدردانی می‌شود.

فهرست منابع

- Abbaspour, M., and Sabetraftar, A. 2005. Review of cycles and indices of drought and their effect on water resources, ecological, biological, agricultural, social and economical issues in Iran. *International Journal of Environmental Studies* 62:709-724.
- Abdullaev, F.I., and Espinosa-Aguirre, J.J. 2004. Biomedical properties of saffron and its potential use in cancer therapy and chemoprevention trials. *Cancer Detection and Prevention* 28: 426-432.
- Abrishamchi, P. 2003. Investigation about some biochemical changes related to breaking of dormancy and flower formation in *Crocus sativus* L. 3rd National Symposium on Saffron. 2-3 December, Mashhad, Iran. (In Persian).
- Aghaei, M., and Rezagholizadeh, M. 2011. Iran's comparative advantage in production of saffron. *Journal of Agricultural Economics and Development* 25: 121-132. (In Persian with English Summary)
- Babaei, S., Talebi, M., Bahar, M., and Zeinali, H. 2014. Analysis of genetic diversity among saffron (*Crocus sativus*) accessions from different regions of Iran as revealed by SRAP markers. *Scientia Horticulturae* 171: 27-31.
- Bastian, F., Bouziri, L., Nicolardot, B., and Ranjard, L. 2009. Impact of wheat straw decomposition on successional patterns of soil microbial community structure. *Soil Biology and Biochemistry* 41: 262-275.
- Escribano, J., Alonso, G.L., Coca-Prados, M., and Fernández, J.A. 1996. Crocin, safranal and picrocrocin from saffron (*Crocus sativus* L.) inhibit the growth of human cancer cells in vitro. *Cancer Letters* 100: 23-30.
- Foroughifar, H., and Poor-Kasmani, M.E. 2002. Soil science and management. Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Persian)
- Kafi, M. 2002. Saffron, Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Persian)
- Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Molafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2014 a. The effects of high

- corm density and manure on agronomic characteristics and corms behavior of saffron (*Crocus sativus* L.) in the second year. Journal of Saffron Research 1: 144–155. (In Persian with English Summary)
- Koocheki, A., Seyyedi, S.M., Azizi H., and Shahriyari R. 2014 b. The effects of mother corm size, organic fertilizers and micronutrient foliar application on corm yield and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 2: 3–16. (In Persian with English Summary)
- Koocheki, A., Shabahang, J., Khorramdel, S., and Azimi, R. 2013. The effect of irrigation intervals and intercropped marjoram (*Origanum vulgare*) with saffron (*Crocus sativus* L.) on possible cooling effect of corms for climate change adaptation. Iranian Journal of Field Crops Research 11: 390–400. (In Persian with English Summary)
- Koul, K., and Farooq, S. 1984. Growth and differentiation in the shoot apical meristem of saffron plant. Journal of the Indian Botanical Society 63: 153–169.
- Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S. 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. Food Reviews International 25: 44–85.
- Moayedi Shahraki, E., Jami Al-Ahmadi, M., and Behdani, M.A. 2010. Study of energy efficiency of saffron (*Crocus sativus* L.) in Southern Khorasan. Journal of Agroecology 2: 55–62. (In Persian with English Summary)
- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J.L. and Garcia-Luis, A. 2004. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulturae 103: 361–379.
- Monzon, J.P., Sadras, V.O., and Andrade, F.H. 2006. Fallow soil evaporation and water storage as affected by stubble in sub-humid (Argentina) and semi-arid (Australia) environments. Field Crops Research 98: 83–90.
- Mosaferi Ziauddin, H., Alizadeh, A., Mousavi, S.J. 2009. Effect of summer irrigation on saffron yield. Science and Technology of Agriculture 21: 163–169. (In Persian with English Summary)
- Moshiri, E., Basti, A.A., Noorbala, A.A., Jamshidi, A.H., Hesameddin Abbasi, S., and Akhondzadeh, S. 2006. *Crocus sativus* L. (petal) in the treatment of mild to-moderate depression: a double-blind, randomized and placebo-controlled trial. Phytomedicine 13: 607– 611.
- Nair S.C., Panikkar, B., Panikkar, K.R. 1991. Antitumor activity of saffron (*Crocus sativus*). Cancer Letters 57: 109–14.
- Omidi, H., Naghdibadi, H.A., Golzad, A., Torabi, H., and Fotoukian, M.H. 2009. The effect of chemical and bio-fertilizer source of nitrogen on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Medicinal Plant 8: 98–109. (In Persian with English Summary)
- Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Molafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2013 a. The effects of different levels of applied wheat straw in different dates on saffron (*Crocus sativus* L.) daughter corms and flower initiation criteria in the second year. Saffron Agronomy & Technology 1: 55–70. (In Persian with English Summary)
- Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Molafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2013 b. Effect of biological and chemical fertilizers on replacement corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 15: 234–246. (In Persian with English Summary)
- Sadeghi, B., Aghamiri, A., and Negari, K. 2003 a. Effect of summer irrigation on saffron flowering. 3rd National Symposium on Saffron. 2-3 December, Mashhad, Iran. (In Persian)
- Sadeghi, B., Negari, K., and Hatami, M. 2003 b. Effect of planting date on saffron flowering. 3rd National Symposium on Saffron. 2-3 December, Mashhad, Iran. (In Persian)
- Sayari, N., Bannayan, M., Alizadeh, A., and Farid, A. 2013. Using drought indices to assess climate change impacts on drought conditions in the northeast of Iran (case study: Kashafrud basin). Meteorological Applications 20: 115–127.

Effect of Summer Irrigation and Conservation Tillage on Flower Yield and Qualitative Characteristics of Saffron (*Crocus sativus* L.)

Hassan Feizi^{*1}, Abdollah Mollafilabi², Hossein Sahabi³ and Ahmad Ahmadian¹

Received: 15 September 2014

Accepted: 30 November 2014

Abstract

In order to investigate the effects of summer irrigation and conservation tillage on flower characteristics and corms behavior of Saffron (*Crocus sativus* L.), a field experiment was conducted during 2009- 2010, at Faculty of Agriculture, University of Torbat-e-Heydarieh, Iran. A factorial trial based on complete randomized block design with four replications was used. The experimental treatments were all combination of summer irrigations (July, August, July + August and no irrigation) and conservation tillage (application and non- application). Based on analysis of variance, in the first and second years, summer irrigation had significant effects on number and flower yield of saffron. In the first year, the highest number of flower, flower and stigma yield of saffron significantly observed by irrigation on July + August (25 flowers per m², 12.1 and 0.16 g.m⁻², respectively.). In the second year, irrigation in August had highest significant effects on mentioned characteristics of saffron (127.4 flowers per m², 61.4 and 0.87 g.m⁻², respectively). In the first year, flower and stigma yields of saffron significantly increased by conservation tillage (by 11.3 and 11.7%), as compared to control (no conservation tillage). In addition, summer irrigation and conservation tillage significantly increased picrocrocin content.

Keywords: Corm, Picrocrocin, Safranal, Tillage.

1- Assistant Professor of Agriculture Faculty and Saffron Institute, University of Torbat-e-Heydarieh.

2- Research institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran.

3- Faculty of Agriculture, University of Torbat-e-Heydarieh.

(*- Corresponding author email: hasanfeizi@yahoo.com)