نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)
جلد پنجم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۶
شماره صفحه: ۲۵۵-۲۴۷
http://dx.doi.org/ 10.22077/JSR.2018.687

اثر رژیم‌های رطوبتی بر عملکرد و شاخص‌های کیفی زعفران

محمد حسینی[۱] و حسین رحیمی[۲]
۱- مربی موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی،گروه زیست فناوری مواد غذایی
۲- مربی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
* نویسنده مسئول: *Email: m.hosseini@rifst.ac.ir*

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۲/۱۰

چکیده

به منظور مطالعه اثر رژیم‌های رطوبتی (۵۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی، عرف+آبیاری تابستانه و عرف) بر گل‌آوری و عملکرد زعفران، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با پنج تیمار و چهار تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان گناباد در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ اجرا شد. ویژگی‌های کمی مورد مطالعه شامل تعداد گل، وزن تر گل، وزن خشک کلاله، تعداد و وزن بنه‌های دختری، فلس بنه‌ها و وزن خشک برگ‌ها و ویژگی‌های کیفی شامل محتوی پیکروکروسین، کروسین و سافرانال بودند. نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش رطوبتی ویژگی‌های کمّی زعفران کاهش و شاخص‌های کیفی آن افزایش یافت. با افزایش خشکی، مقادیر ویژگی‌های کمّی کاهش یافتند. از طرف دیگر، افزایش تنش رطوبتی همراه با تجمع مواد مؤثره در گیاهان و تأکید بر همبستگی منفی بین خصوصیات کمّی و کیفی بوده و تعداد و وزن بنه‌ها با افزایش شدت تنش رطوبتی کاهش نشان داد. همچنین تعداد گل در واحد سطح در ظرفیت زراعی، ۷۰ درصد از سایر تیمارها بیشتر بود. کلاله خشک زعفران (عملکرد اقتصادی) در ظرفیت زراعی، ۷۰ درصد از سایر تیمارها بیشتر بود که البته با تیمار چهار مرتبه آبیاری تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. در تیمار ۷۰ درصد اکثر ویژگی‌ها، برتری نشان داد، اما معنی‌دار نبود. از آنجا که چهار مرتبه آبیاری منطقی‌تر به نظر می‌رسد این تیمار توصیه می‌شود. چهار مرتبه آبیاری همان عرف محل باضافه یک مرتبه آبیاری در نیمه مرداد می‌باشد که اثرات مثبت سودمندی بر عملکرد این گیاه خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: بنه، پیکروکروسین، تنش رطوبتی، سافرانال، کلاله، کروسین.

مقدمه

زعفران از مهمترین محصولات صادراتی ایران بوده و نقش بسیار مهمی در درآمدزایی و اشتغال‌زایی تولیدکنندگان این محصول دارد. زعفران محصول عمده استان‌های خراسان‌رضوی و جنوبی است (*Hosseini et al., 2003*). یونان، مراکش، کشمیر، اسپانیا و ایتالیا دیگر کشورهای تولیدکننده زعفران با مقادیر ناچیز هستند. در میان این کشورها، ایران به عنوان موطن زعفران همیشه دارای بیشترین سطح تولید و برداشت زعفران بوده است.

در سال ۱۳۹۰ سطح زیرکشت زعفران در ایران بالغ بر ۷۲۱۶۲ هکتار ذکر شده است که بیش از ۷۰ هزار هکتار آن مربوط به دو استان خراسان رضوی و خراسان جنوبی (۵۷ هزار هکتار خراسان رضوی و ۱۳ هزار هکتار خراسان جنوبی) است (*Jihad Agriculture of Khorasan Razavi, 2012*). در سال ۱۳۹۱ سطح زیرکشت مزارع زعفران‌کاری در استان‌های خراسان، متجاوز از ۷۵ هزار هکتار بوده است که ۱۶۰ هزار بهره‌بردار را به خود مشغول داشته است (*Koocheki, 2013*). تولید کل زعفران کشور در سال ۱۳۹۰ را ۲۵۴ تن گزارش کرده‌اند که از آن مقدار ۱۳۳/۵ تن به ارزش ۴۰۵ میلیون دلار صادر شده است (*Mollafilabi, 2012*). بررسی قیمت‌های زعفران در دهه اخیر نشان می‌دهد که ارزش کل زعفران تولیدی در استان‌های خراسان در سال ۱۳۹۰ به مبلغ ۵۸۰ میلیارد ریال بوده، این ارزش در سال ۱۳۹۰ بالغ بر ۶۶۳۳۰ میلیارد گردیده است.

زعفران ایران به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تقریباً کلیه بازارهای جهانی را در بر دارد که متأسفانه بخش قابل ملاحظه‌ای به طور غیرمستقیم توسط برخی کشورهای اروپایی و منطقه به صورت‌های حجمی و فله‌ای از ایران خریداری شده و در این کشورها تحت نام‌های دیگری بسته‌بندی و با قیمت بالا به بازارهای جهانی عرضه می‌شود (*Koocheki, 2013*).

کل تولید زعفران در جهان در سال ۲۰۰۶ میلادی برابر با ۲۳۰/۵ تن بوده که ۲۲۰ تن آن (۹۵/۹ درصد) در کشور ایران تولید شده است. در همین سال، تولید زعفران در یونان چهار تن (۱/۷ درصد)، اسپانیا ۰/۵ تن (۰/۲ درصد)، مراکش یک تن (۰/۴۲ درصد)، هندوستان سه تن (۱/۳ درصد) و برای سایر کشورها دو تن (۰/۹ درصد) بوده است (*Fernandez, 2007*). بررسی اقتصادی قیمت زعفران در دهه اخیر نشان می‌دهد که ارزش کل زعفران تولیدی در استان خراسان بزرگ که در سال ۱۳۸۰ برابر با مبلغ ۵۸۰ میلیارد ریال بود و این ارزش در سال ۱۳۹۰ بالغ بر ۶۶۳۰ میلیارد ریال افزایش یافته است.

در اکثر شهرستان‌های خراسان رضوی، ارزش زعفران بیشتر از گندم و چندین برابر زراعت‌های پنبه و چغندرقند گردیده و در خراسان جنوبی به تنهایی درآمدی بیش از جمع تولیدات پنبه، چغندرقند و گندم آن استان را به خود اختصاص داده است، تا آنجا که سهم درآمد هرکشاورز از زعفران تولیدی خود چند برابر سهم خود از نفت کشور گردیده است. ارزش صادرات آن در سال ۱۳۹۱ بالغ بر ۴۰۳ میلیون دلار شده که نزدیک به ۵۰ درصد کل صادرات غیرنفتی استان می‌باشد و اغراق آمیز نیست، چنانچه زعفران‌زارهای خراسان را چاه‌های نفت تجدیدپذیر خراسان بنامیم و بدانیم که این تازه اول کار است، زیرا با توجه به اهمیت روزافزون جهانی به خواص طبی و آرایشی زعفران از طرفی و گسترش فعالیت بازرگانان این محصول در سطح بین‌المللی و در میان‌مدت می‌توان به صدور حدود ۵۰۰ تن به ارزش یک میلیارد دلار آن دست یافت و البته برای آن روز کم نیستند کشورهایی که اقدام به تولید این محصول خواهند کرد. بنابراین، تمام همت کاربران علمی، اجرایی و تولیدی این محصول باید به کاهش هزینه‌ها و تولید زعفران ارزان و رقابت‌پذیر معطوف گردد (*Sadeghi et al., 2014; Ghorbani, 2005; Daneshvar et al., 2003*).

در ایران تعداد محدودی تحقیقات بر روی نیاز آبی گیاه زعفران انجام و این پژوهش در راستای استفاده بهینه از آب آبیاری برای گیاه زعفران تعریف شده است. با توجه به مطالعات متفاوت در زمینه زعفران در ادامه به برخی از مطالعات مرتبط با موضوع مورد بررسی اشاره می‌شود.

نتایج یک تحقیق هفت ساله، روی بررسی اثر میزان آبیاری و کود حیوانی گاوی بر عملکرد زعفران نشان داد که با کاهش میزان آبیاری از ۸۵ درصد از طشتک تبخیر به ۶۵ درصد، ۴۵ درصد مقدار محصول در حد معنی‌داری کاهش یافته و همچنین اثر متقابل آبیاری و کود روی عملکرد زعفران معنی‌دار بود (*Alavi Shahri, 1997*).

در مطالعه‌ای روی ضریب گیاهی و تبخیر تعرق زعفران در وضعیت استاندارد، نیاز آبی سالانه این گیاه برابر با ۲۹۹/۵ میلی‌متر یا حدود ۳۰۰۰ مترمکعب در سال تعیین

شد. بالاترین نیاز آبی زعفران در فروردین و اردیبهشت با مقدار ۲/۵ میلی‌متر در روز است (*Mahdavi, 1999*).

در تحقیقی دوساله روی بررسی نیاز آبی، روش و فاصله آبیاری در زعفران، مشخص شد که بهترین روش کشت، کشت کرتی می‌باشد و محقق آن را توصیه نموده است. با توجه به عدم مکانیزاسیون کامل زراعت این محصول، کشت جوی و پشته‌ای زعفران با مشکلاتی روبرو است (*Azizi Zohan, 2000*). نتایج پژوهشی دو ساله روی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد زعفران در مشهد نشان داد که آبیاری در اواسط مرداد عملکرد وزن گل را تا ۲۰ درصد افزایش و آبیاری در نیمه تیر عملکرد گل را ۱۷ درصد کاهش می‌دهد (*Mosaferi, 2001*).

در یک بررسی روی اثر دور آبیاری و مقادیر مختلف کود ازته بر عملکرد گل در زعفران زراعی تحت شرایط اقلیمی مراغه مشخص شد که تیمارهای آبیاری در سه سطح (آبیاری به روش سنتی، آبیاری در هفته یکبار و آبیاری در هر ۱۵ روز یکبار) و کود نیتروژنه در دو سطح شامل صفر و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره ۴۶ درصد بوده است. نتایج نشان داد که بیشترین راندمان، مربوط به تیمار آبیاری به فواصل ۱۵ روز و مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن است (*Eftekharzadeh Maraghi, 2006*).

به منظور کمک و بهره‌وری بهینه از آب و بالابردن راندمان آبیاری و در نهایت، یافتن روشی برای حداکثر تولید به ازای واحد حجم آب مصرفی به مدت سه سال زراعی تحقیقی انجام شد. چهار روش آبیاری بارانی، قطره‌ای، جوی و پشته‌ای و کرتی مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج سال سوم نشان داد که عملکرد برگ خشک و بنه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و بقیه شاخص‌های مورد مطالعه تفاوتی نشان ندادند (*Mollafilabi & Davari, 2007*).

نتایج مطالعه‌ای روی کم‌آبیاری به عنوان یک راهکار درون مزرعه‌ای در نواحی خشک، نشان داد که کم‌آبیاری بدون کاهش شدید عملکرد، در افزایش بهره‌وری از آب موفقیت‌آمیز بوده است، شود. این روش آبیاری نیاز به شناخت کامل از واکنش گیاه زراعی به تنش رطوبتی دارد، زیرا تحمل خشکی یعنی ژنوتیپ و مرحله فنولوژیکی فرق زیادی می‌کند (*Geerts & Raes, 2009*).

با توجه به مطالعات گذشته، هدف از اجرای این تحقیق تعیین مقدار بهینه آب آبیاری برای زعفران بر اساس ظرفیت زراعی خاک مزرعه است تا بتوان با مصرف حداقل آب آبیاری حداکثر میزان عملکرد این گیاه حاصل شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با همکاری سازمان جهاد کشاورزی خراسان-رضوی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان گناباد به مدت ۳۳ ماه اجرا شد.

کاشت زعفران در اواخر تیر ماه سال ۱۳۹۰ انجام شد، به منظور بررسی اثر رژیم‌های رطوبتی بر عملکرد و شاخص‌های کیفی زعفران آزمایشی در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و پنج تیمار اجرا شد.

مساحت زمین مورد آزمایش ۲۰۰ متر مربع بود. ابعاد هر کرت ۲×۱ برابر با دو متر مربع بود. عمق کاشت بنه‌ها ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تعداد ۱۰۰ بنه در هر کرت و وزن بنه‌ها ۸-۶ گرم بود.

میزان آب آبیاری در هر کرت و در هر نوبت پنج سانتی‌متر با توجه به ابعاد کرت معادل ۱۰۰ لیتر بود. فاصله ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بنه‌ها ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بعد از ۲۴ ساعت آبیاری *FC* برابر با ۱۶ درصد رطوبت وزنی حاصل گردید.

بصورت تصادفی از سه نقطه از عمق۰ تا ۳۰ سانتی-متری خاک در شهریور ماه سال ۱۳۹۰ برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، نمونه‌برداری انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1. Soil physical and chemical properties

ویژگی *Property*	مقدار *Value*	ویژگی *Property*	مقدار *Value*	ویژگی *Property*	مقدار *Value*
اسیدیته *pH*	*8.10*	فسفر *P (mg.kg^{-1})*	*5.2*	روی *Zn (mg.kg^{-1})*	*0.87*
هدایت الکتریکی *EC (dS.m^{-1})*	*8.88*	نیتروژن *N (%)*	*0.019*	منگنز *Mn (mg.kg^{-1})*	*8*
رطوبت *SP (%)*	*27.7*	پتاسیم *K (mg.kg^{-1})*	*220*	شن *Sand (%)*	*62*
نیتروژن کل *T.N.N (%)*	*12.13*	آهن *Fe (mg.kg^{-1})*	*2.8*	سیلت *Silt (%)*	*26*
کربن آلی *% OC*	*0.245*	مس *Cu (mg.kg^{-1})*	*0.26*	رس *Clay (%)*	*12*

مقدار کود مصرفی دامی از نوع گاوی قبل از کاشت ۴۰ تن در هکتار در نظر گرفته شد، کود سوپر فسفات تریپل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، سولفات پتاسیم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کود اوره بر اساس ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به زمین اضافه شد. لازم به ذکر است که در سال دوم آزمایش کودی به زمین داده نشده است.

تیمارها عبارت بودند از: ۷۰ درصد ظرفیت زراعی (*FC*): بر اساس رطوبت وزنی (میزان رطوبت وزنی در هر ۱۰۰ گرم خاک و *X*: درصد آب) معادل با ۱۱/۲ درصد رطوبت با آبیاری هر شش روز یکبار، ۶۰ درصد *FC*: بر اساس رطوبت وزنی معادل با ۹/۶ درصد رطوبت با آبیاری هر ۱۵ روز یکبار، ۵۰ درصد *FC*: رطوبت وزنی معادل با هشت درصد رطوبت با آبیاری هر ۲۵ روز یکبار، شاهد اول (C_1) بر اساس عرف محلی سه آبیاری و شاهد دوم (C_2) علاوه بر عرف محلی فوق به اضافه یک نوبت آبیاری تابستانه در ۱۵ مرداد انجام شده است.

تعداد گل، وزن تر گل، وزن خشک کلاله (عملکرد اقتصادی)، تعداد بنه‌های دختری، وزن بنه‌ها در پایان طرح، وزن خشک برگ‌ها و مقدار فلس تولیدی صفات کمی مورد مطالعه بودند. تعیین ویژگی‌های کیفی شامل پیکروکروسین، کروسین و سافرانال با استفاده از روش اسپکتروفتومتری (*uv-vis*) انجام شد. این روش برای اندازه‌گیری ویژگی‌های اصلی زعفران است که به کروسین، پیکروکروسین و سافرانال نسبت داده شد. اساس روش بر مبنای ثبت تغییرات حاصله از چگالی نوری در طول موج بین۲۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر برای عصاره آبی زعفران در حرارت معمولی است (*ISIROI, 1997*).

نرم‌افزارهای مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین داده‌ها *SAS* و *Minitab* بودند. لازم به ذکر است، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های سال‌های اول و دوم به تفکیک انجام شد و سپس تجزیه و تحلیل دو سال در مجموع انجام گردید.

نتایج و بحث

با توجه به هدف مطالعه مورد نظر و نتایج بدست آمده در جدول ۲ اثر تیمارهای مختلف رطوبت بر وزن گل و کلاله خشک، در سطح احتمال درصد معنی‌دار بود. با افزایش روند خشکی، مقادیر مربوط به صفات کمی مورد مطالعه کاهش نشان داد که این موضوع به دفعات مختلف در گیاهان زراعی دیگر نیز گزارش شده است (*Case & Barrett, 2001*). بر عکس، افزایش تنش رطوبتی، همراه با افزایش تجمع مواد مؤثره می‌باشد که در تحقیقات مختلف این اصل به خوبی اثبات شده است (*Bernhoft, 2008*). اختلاف بین تیمارها در مقایسه میانگین‌های آن‌ها در سال اول به وضوح بیانگر این اصل اکولوژیکی می‌باشد که در گیاهان زراعی دیگر نیز به اثبات رسیده است (*Case & Barrett, 2001*).

وزن تر گل در دو شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد، اما با افزایش تنش رطوبتی از ۷۰ درصد به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی وزن تر گل کاهش معنی‌داری را نشان داد

که این در گیاهان زراعی دیگر نیز به اثبات رسیده است. در تعداد گل در دو شاهد نیز اختلاف معنی‌داری شاهد نشد و تعداد گل با افزایش شدت تنش رطوبتی کاهش نشان داد، اگر چه این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. وزن کلاله خشک که از نظر اقتصادی حائز اهمیت است در دو شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت و در تیمارهای ۷۰ درصد تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی کاهش نشان داد، اما معنی‌دار نبود. بنظر می‌رسد اگرچه وزن تر گل و تعداد گل کاهش داشته‌اند، اما باعث افزایش وزن خشک کلاله شد.

در جدول ۲ تفاوت بین دو سال در صفات اندازه‌گیری شده نشان داده شده است که در تمام صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری در دو سال مشاهده می‌شود. وزن تر، تعداد گل، کلاله خشک افزایش نشان دادند.

این پژوهش در دو سال اجرا شده و نتایج دو سال بصورت اسپلیت پلات در زمان آنالیز آماری شد و نتایج در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۲، زعفران که گیاهی چند ساله است و در طول چهار سال اول حیات خود رشد و نمو قابل‌توجهی دارد، این جدول گویای تغییرات مورفولوژیکی زعفران در سال-های مختلف می‌باشد. این مطالعه از نظر ویژگی‌های کمّی تغییرات معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲).

جدول ۳ مقایسه میانگین‌های صفات مذکور را به وضوح نشان می‌دهد. تیمارهای مختلف رژیم رطوبتی تأثیر معنی‌داری بر وزن گل، تعداد گل و کلاله خشک زعفران در واحد سطح داشتند (جدول ۳).

در شکل ۱، تأثیر تیمارهای مختلف رژیم رطوبتی بر وزن بنه‌های زعفران به وضوح نشان می‌دهند که وزن بنه-ها در تیمار آبیاری عرف محل و تابستانه و همچنین آبیاری عرف محل در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر بود و روند کاهش تعداد بنه‌ها با افزایش شدت تنش رطوبتی نشان داد.

در شکل‌های ۲ و ۳ تأثیر رژیم رطوبتی بر سافرانال و کروسین مشخص است که افزایش شدت تنش رطوبتی باعث افزایش مواد مؤثره زعفران شد. همانگونه که در شکل ۲ نشان داده شده است، تیمارهای مختلف رژیم رطوبتی تأثیر معنی‌داری بر میزان سافرانال کلاله زعفران داشتند. به عبارت دیگر، افزایش شدت تنش رطوبتی باعث افزایش تجمع مواد مؤثره بویژه سافرانال در کلاله‌های زعفران شد. همانگونه که در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است، گیاهان در شرایط شدت تنش رطوبتی یا همان مقابله با تنش‌های محیطی، مواد مؤثره را در خود افزایش می‌دهند (*Bernhoft, 2008*).

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر سال بر عملکرد گل زعفران

Table 2. Mean comparisons for the effect of year on flower yield of saffron

سال *Year*	وزن تر گل (گرم در متر مربع) *Fresh weight of flower ($g.m^{-2}$)*	تعداد گل (در متر مربع) *Flower number ($No.m^{-2}$)*	کلاله خشک (گرم در متر مربع) *Dry Stigma ($g.m^{-2}$)*
اول *First*	13.4^{b*}	34.53^{b}	0.15^{b}
دوم *Second*	44.12^{a}	103.38^{a}	0.6^{a}

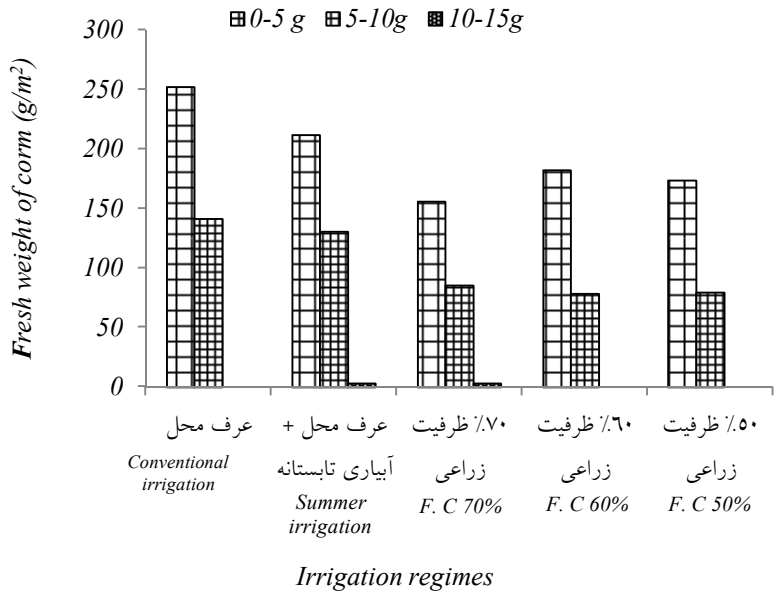
جدول ۳. تجزیه واریانس اثر تیمارهای آبیاری و سال بر صفات کمّی زعفران

Table 3. ANOVA for irrigation treatments and year on quantitative traits of saffron

منابع تغییرات *S.O.V.*	درجه آزادی *df*	میانگین مربعات *Mean of squares*		
		وزن تر گل *Fresh weight of flower*	تعداد گل *Flower number*	وزن خشک کلاله *Dry weight of stigma*
تکرار *Replication*	3	2.68^{ns}	2.94^{ns}	0.034^{ns}
آبیاری *Irrigation (I)*	4	6.51^{ns}	4.14^{ns}	0.033^{ns}
Block (a)	12	2.13	2.33	0.022
سال *Year (Y)*	1	174.13^{**}	388.79^{**}	2.928^{**}
I×Y	4	7.56^{*}	13.97^{*}	0.055^{ns}
خطا *Error*	15	2.15	2.89	0.03
ضریب تغییرات *CV (%)*		20.7	15.3	21.8

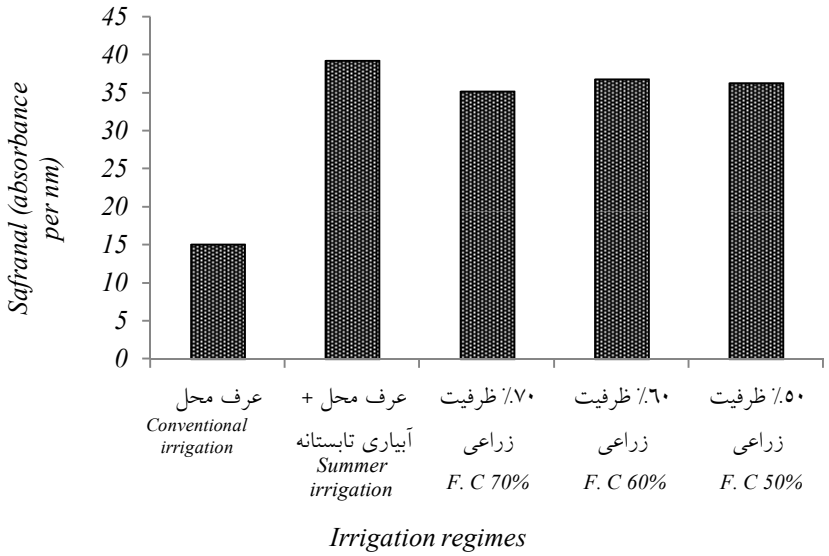
*، ** و *ns*: به ترتیب معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

**, ** and ns: are significant at 5%, 1% probability levels and non significant, respectively.*



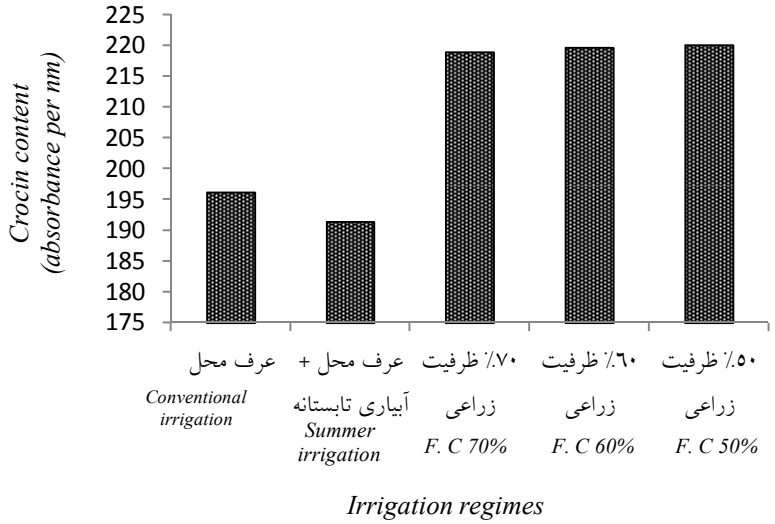
شکل ۱. مقایسه اثر متقابل وزن بنه مادری و رژیم‌های رطوبتی بر وزن تر بنه زعفران

Fig. 1. Mean for interaction effect of mother corm and irrigation regimes on fresh corm weight of saffron



شکل ۲. مقایسه اثر تیمارهای رطوبت بر میزان سافرانال زعفران

Fig. 2. Mean for effect of irrigation regimes on safranal content of saffron



شکل ۳. اثر تیمارهای رطوبت بر میزان کروسین زعفران

Fig. 3. Mean of effect of irrigation treatments on crocin content of saffron

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از پژوهشکده علوم و صنایع غذایی که امکان انجام این پروژه پژوهشی را فراهم نمودند تشکر و سپاسگزاری می‌نماییم.

منابع

Alavi Shahri, H., 1997. Effect of irrigation amount and manure on saffron yield. J. Plant Seed. 12(1), 17-28. [in Persian with English Summary].

Azizi Zohan, A., 2000. Study on water requirement, irrigation method and interval in saffron. MSc Thesis of Irrigation. University of Shiraz, Iran. [in Persian with English Summary].

Bernhoft, A., 2008. Bioactive compounds in plants- benefits and risks for man and animals. Proceedings from a Symposium held at the Norwegian Academy of Science and Letters, Oslo.

Case, A.L., and Barrett, S.C.H., 2001. Ecological differentiation of combined and separate sexe of Wurmbeadioica (Colchicaceae) in sympathy. Ecol. 82(9), 2601-2616.

Daneshvar, M., Karbasi, A.R., and Sarvari, A.A., 2003. Globalization and its effects on Iranian saffron export. 3rd National Symposium on saffron. Mashhad, Iran. [in Persian].

Eftekharzadeh Maraghi, M.S., 2006. Interaction of irrigation interval and different rates N fertilizer on saffron flower under climatic conditions of Maragheh. Abstract Proceeding of 4th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. Technology University of Isfahan. [in Persian].

Fernandez, J.A., 2007. Genetic resources of saffron and allies (Crocus spp.) Acta Hort. 739, 167-189.

Geerts, S., and Raes, D., 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. Agric. Water Manag. 96, 1275-1284.

Ghorbani, M., 2005. The economics of saffron in Iran. Faculty of Agriculture. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [in Persian with English Summary].

Hosseini, M., Hemati-Kakhki, A., and Karbasi, A.R., 2003. Study of social and economic effects of 10 years research on saffron. 3rd National Symposium on Saffron. Mashhad, Iran. [in Persian].

Hosseini, M., and Sadeghi, B., 2004. Effect of foliar fertilization on saffron yield. 3rd National Symposium on Saffron. Mashhad, Iran. [in Persian].

Jihad Agriculture of Khorasan Razavi., 2012. Report of Saffron Agronomy Research. Iran. [in Persian].

Koocheki, A., 2013. Agronomy research of saffron in Iran: Trend in the past and a look to the future. J. Saffron Agron. Tech. 1(1), 3-21. [in Persian with English Summary].

Mahdavi, M., 1999. Crop coefficient and saffron evapotranspiration MSc. Thesis of Irrigation and Drainage. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [in Persian with English Summary].

Mollafilabi, A., and Davari, K., 2007. Comparison of irrigation methods on saffron. Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran. [in Persian].

Mollafilabi, A., and Davari, K., 2007. Comparison of different methods of saffron irrigation. Department of Agriculture and Food Industries. Research Institute of Food Science & Technology (RIFST). [in Persian].

Mollafilabi, A., 2012. New technologies for saffron production, challenges and strategies. Abstract Book of 6th National Festival of Saffron. Nov. 13-14, Ghaen, Iran. [in Persian with English Summary].

Mosaferi, H., 2001. Effect of different regimes of irrigation on saffron yield. MSc. Thesis of Irrigation and Drainage. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [in Persian with English Summary].

Raghimi, G., 1991. Mechanization of Saffron. Birjand University, Birjand, Iran. [in Persian].

Sadeghi, B., 1998. Effects of summer irrigation on saffron yield. IROST. [in Persian].

Sadeghi, B., Hosseini, M., and Masroori, M., 2014. Effect of nutrition on bed to enlarge saffron corm. Department of Biotechnology. Research Institute of Food Science and Technology (RIFST). [in Persian].

Journal of Saffron Research (semi-annual)
Vol.5, No.2, Fall & Winter, 2017-2018
p. 247-255
http://dx.doi.org/ 10.22077/JSR.2018.687

University of Birjand

Effect of Irrigation Regimes on Yield and Qualitative Criteria of Saffron (Crocus sativus L.)

M. Hosseini[1] and H.Rahimi[2]

1- Instructor, Research Institute of Food Science and Technology(RIFST), Department of Food Biotechnology
2- Research Center and Education of Agriculture and Natural Resources of KhorasanRazavi, Mashhad
**Corresponding Author Email: m.hosseini@rifst.ac.ir*

Received 5 January 2016; Accepted 30 April 2017

Abstract

In order to study the effects of moisture regimes (such as 50 and 60% field capacity, conventional irrigation+ summer irrigation and conventional irrigation) on saffron flowering, yield and quality a research was conducted as randomized complete block design with five treatments and four replications at the Experimental farm of Research Station of Agriculture and Natural Resources in Gonabad city during 2012 and 2013. Studied quantitative traits included No. of flowers, fresh weight of flowers, dry weight of stigma, No. of daughter corms, corm weights, amount of corm covering and dry weight of leaves and qualitative traits were picrocrocin, crocin and safranal. Results showed that by increasing moisture stress, quantitative traits were decreased and its qualitative indices were increased. By increasing moisture stress rate of quantitative traits were decreased that has been repeatedly reported in other crops. On the other hand, rise of moisture stress is along with accumulation of plant ingredients and it emphasizes on negative correlation between quantitative and qualitative traits and corm No. and weight had decreased by increasing moisture stress. Flower No. m^{-2} in FC 70% was higher than other treatments. Dry weight was also higher than other treatments in FC 70% that it has shown a significant difference with four times of irrigation. In the treatment 70% most traits showed superiority relative to other treatments but was not significant and as four times of irrigation is more logical it is recommended to saffron farmers. Four times of irrigation is the local tradition from the past that is supplemented with a further irrigation in mid-summer that has beneficial effects on saffron yield.

Keywords: Corm, Crocin, Moisture Stress, Picrocrocin, Safranal, Stigma.