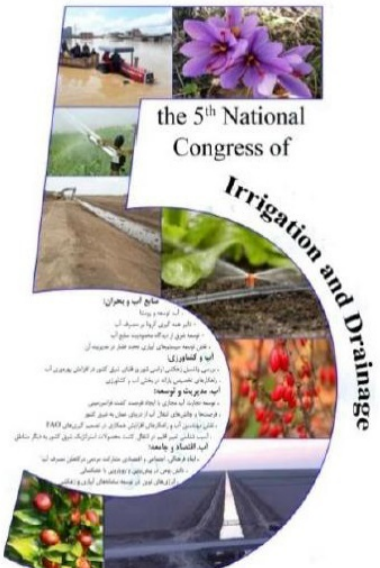
پنجمین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران



۲ و ۳ تیرماه ۱۴۰۰، دانشگاه بیرجند

چکیده مقالات کنگره

آدرس وب سایت کنگره https://conf.birjand.ac.ir/5nciid/

پنجمین کنگره ملی آبیاری و زهکشی

۲و۳تیرماه۱۴۰۰

دانشگاه‌بیرجند

گواهینامه پذیرش و ارائه مقاله

کد مقاله: ۸۹۲۹۱

بدینوسیله گواهی می شود مقاله با عنوان ((مروری تحلیلی بر مدیریت آبیاری زعفران))

نویسندگان: حمیدرضا فلاحی، علیجان سالاریان و مهدی رزقی

در پنجمین کنگره ملی آبیاری و زهکشی که در تاریخ ۲ و ۳ تیرماه ۱۴۰۰ به صورت مجازی در دانشگاه بیرجند برگزار گردید، در قالب پوستر، مورد پذیرش قرار گرفته و ارائه شده است. ضمن تشکر و قدردانی از همکاری نویسندگان محترم، امیدواریم شاهد موفقیت روزافزون آنان در زمینه های گوناگون علمی باشیم.

دکتر علی شهیدی
دبیر کنگره

مهندس عباس کشاورز
رئیس انجمن آبیاری و زهکشی ایران

دکتر عباس خاشعی سیوکی
دبیر علمی کنگره

مروری تحلیلی بر مدیریت آبیاری زعفران

حمیدرضا فلاحی[۱]*، علیجان سالاریان[۲]، مهدی رزقی[۳]

۱-استادیار گروه پژوهشی گیاه و تنش‌های محیطی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند (Hamidreza.fallahi@birjand.ac.ir)
۲- پژوهشگر پژوهشکده زعفران، دانشگاه تربت‌حیدریه و دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه بیرجند (Salariyan_alijan@birjand.ac.ir)
۳- دانشجوی مهندسی زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند (m.mahdi.rezghi@gmail.com)

چکیده

به دلیل انطباق فصل رشد زعفران با دماهای پایین و فصل بارندگی، نیاز آبی این گیاه در مقایسه با بسیاری از گیاهان زراعیِ رایج کمتر بوده و بهره‌وری مصرف آب در آن بالاتر می‌باشد. اگر درآمد اقتصادی ناشی از هر واحد آب مصرفی را مورد توجه قرار دهیم مزیت نسبی کاشت زعفران در مناطق خشک و نیمه‌خشک با سهولت بیشتری قابل درک خواهد بود. نیاز آبی زعفران در مناطق مختلف بسته به عواملی مانند میزان و توزیع بارندگی‌ها، میزان تبخیر در منطقه (دمای محیط)، توان حفظ رطوبت توسط خاک، نوع کودهای مصرفی، تراکم کاشت (سطح تعرق) و سن مزرعه متفاوت است. با این وجود مصرف حدود ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ مترمکعب در هکتار در سال اول رشد گیاه به‌عنوان یک عدد میانگین می‌تواند مورد توجه قرار گیرد و با در نظر گرفتن عمر مفید مزرعه به میزان ۵ سال، با توجه به تکثیر سالانهٔ بنه‌ها، سالیانه می‌توان به میزان آب مصرفی حدود ۱۰ درصد اضافه نمود. با توجه به کم بودن عمق توسعهٔ ریشهٔ زعفران بایستی میزان آب مصرفی در هر نوبت را به حدی تنظیم نمود که تا حدود ۳۰ سانتی‌متری خاک (۲۰ سانتی‌متر عمق کاشت + حدود ۱۰ سانتی‌متر طول ریشه) به میزان مناسبی مرطوب گردد. بنابراین، به جای افزایش حجم آب مصرفی در هر نوبت می‌توان فواصل آبیاری را کوتاه‌تر گرفت و در این راستا استفاده از روش‌های نوین آبیاری می‌تواند سودمندی بیشتری ایجاد نماید. در بیشتر پژوهش‌ها زعفران به‌عنوان یک گیاه نسبتاً حساس به شوریِ آب آبیاری در نظر گرفته شده است، در حالی که شواهدی نیز وجود دارد که حاکی از تحمل مناسب این گیاه به تنش شوری می‌باشد. آبیاری مزرعهٔ قدیمی جهت تسهیل خروج بنه از خاک و آبیاری بلافاصله پس از کاشت بنه در مزارع جدید به خصوص در طی خرداد، تیر و مرداد توصیه نمی‌شود. میزان سودمندی آبیاری تابستانه بسته به مکان (شرایط اقلیمی) و زمان انجام آبیاری متغیر می‌باشد. انجام این عمل در مرحلهٔ تمایز اندام‌های زایشی می‌تواند مفید واقع شود، ولی از اعمال آن در مزارع آلوده به عوامل قارچی و کنه و نیز در مناطق و زمان‌های گرم بهتر است اجتناب شود. اولین آبیاری پاییزهٔ مزارع زعفران را نیز بایستی با توجه به دمای محیط تنظیم نمود. در این مقاله مسائل مختلف مربوط به مدیریت آبیاری زعفران با دیدگاهی تحلیلی مرور شده است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تابستانه، بنه، تنش شوری، کارایی مصرف آب، نیاز آبی.

۱- مقدمه

زعفران یکی از کارآمدترین محصولات کشاورزی از نظر بهره‌وری مصرف آب در جهان می‌باشد. تطابق فصل رشد زعفران با فصل بارندگی در مناطق خشک و نیمه‌خشک در کنار خصوصیات خاص گیاه مانند ساختار برگ‌ها باعث شده است تا نیاز آبی گیاه در مقایسه با گیاهان زراعی رایج کمتر باشد. کاهش نیاز آبی در کنار قیمت بالای کلاله موجب می‌شود تا به ازای هر واحد آب مصرفی در زراعت این گیاه، درآمد قابل توجهی حاصل شود. با وجود سازگاری زعفران با مناطق کم‌باران، برای کسب عملکرد مطلوب نباید این گیاه در معرض تنش خشکی شدید قرار گیرد [1]. در بیشتر مناطق خراسان معمولاً بین ۴ تا ۵ مرتبه اقدام به آبیاری مزارع زعفران می‌شود. آبیاری‌های اصلی زعفران به ترتیب فصل رشد بسارآب (قبل از گلدهی)، گلاب (بعد از گلدهی)، زائیچ‌آب (آغاز بنه‌زایی)، کولش آب (پس از وجین احتمالی) و زرد آب (اواخر فصل رشد) نام دارند که به جز در شرایط وقوع بارندگی کافی، قابل حذف نیستند [2,3]. در بسیاری از مناطق اروپا، زعفران به صورت دیم کشت می‌شود و در ایران نیز در برخی نواحی غربی و شمالی کشور با بیش از حدود ۴۰۰ میلی‌متر بارندگی در طی فصل رشد، امکان کاشت دیم این گیاه محتمل است. در مناطق دارای بارندگی تابستانه و در شرایطی که رطوبت محیط در طی تابستان بالا باشد احتمال آسیب به بنه‌ها وجود دارد. نیاز آبی زعفران به مسایل مهمی مانند میزان بارندگی، میزان تبخیر در منطقه، خصوصیات خاک و سن مزرعه بستگی دارد. افزایش مادهٔ آلی خاک از طریق مصرف کودهای آلی، نقش مهمی در حفظ رطوبت خاک و کاهش نیاز آبیاری گیاه دارد [3,4]. در ادامه با نگرشی تحلیلی به مسایل مهم مربوط به مدیریت آبیاری زعفران پرداخته شده است.

۲- روش‌های آبیاری

آبیاری در مزارع زعفران عمدتاً به صورت غرقابی-کرتی، غرقابی-نواری (کرت‌های کم‌عرض با پهنای حدود ۲ متر) و به ندرت به‌صورت جویچه‌ای یا جوی‌پشته‌ای انجام می‌شود [1]. کاهش عرض کرت‌ها و تبدیل آن‌ها به نوار باعث تسریع و تسهیل آبیاری و کمک به توزیع یکنواخت آب می‌شود. در روش جویچه‌ای در بین ردیف‌های کاشت جویچه‌هایی کم‌عمق جهت تسهیل و تسریع در آبیاری ایجاد می‌شود. در روش جوی-پشته‌ای عرض پشته‌ها را می‌توان حدود ۱ تا ۱/۵ متر در نظر گرفت و در بین پشته‌ها جوی‌هایی به عرض حدود ۵۰ سانتی‌متر جهت آبیاری ایجاد نمود. با این روش کاشت می‌توان در تابستان نیز بدون اینکه بنه‌های زعفران در معرض آب قرار گیرد، در پیرامون جوی گیاهان خزنده‌ای مانند گیاهان خانوادهٔ کدوئیان را کشت نمود. گسترش این گیاهان بر روی پشته‌ها با سایه‌اندزی باعث کاهش دمای محل قرارگیری بنه شده که در مناطق گرم جهت کمک به فرآیند گل‌انگیزیِ تابستانه ممکن است سودمند باشد. انجام آبیاری به‌صورت بارانی (خصوصاً در خاک‌های سنگین که احتمال ماندابی وجود دارد) یا نواری-تراوشی (تیپ) احتمالاً سودمندی بیشتری ایجاد نماید. در آبیاری تحت فشار مقدار آب مصرفی کاهش می‌یابد، توزیع آب در مزرعه یکنواخت‌تر صورت می‌گیرد و امکان مصرف عناصر غذایی همراه با آبیاری فراهم‌تر است [1,3].

۳- کیفیت آب آبیاری

شوری آب آبیاری در سطوح بالاتر از ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر، اثر کاهشی نسبی و در سطوح بیش از ۳ تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر، اثر بازدارنده قابل توجهی بر رشد و گلدهی زعفران دارد. شدت اثرات به مسائلی مانند میزان شوری خاک، میزان آب مصرفی، سن مزرعه، عوامل مدیریتی و میزان شستشوی املاح در اثر بارندگی بستگی دارد [1,2,3]. برخی محققان زعفران را جزو گیاهان حساس به شوری می‌دانند، به طوری‌که در تحقیقی با افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۴۵ به ۳ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد گیاه حدود ۳۸ درصد کاهش یافت [5]. نتایج پژوهش جدیدی حاکی از تحمل قابل توجه این گیاه به شوری آب آبیاری می‌باشد، به طوری که حتی در شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر که برای گیاهان مقاوم به شوری مناسب می‌باشد، با وجود کاهش عملکرد، گیاه قادر به گلدهی بود. در آزمایش مذکور تعداد گل در واحد سطح در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی-

زیمنس بر متر تنش شوری به‌ترتیب به میزان ۲۰، ۳۴ و ۳۱ درصد نسبت به شرایط عدم تنش کاهش یافت. همچنین عملکرد کلاله در سطوح شوریِ ذکر شده به‌ترتیب ۳۲، ۴۲ و ۳۹ درصد نسبت به شرایط آبیاری نرمال کاهش نشان داد که مقدار قابل توجهی نمی‌باشد [6]. زعفران به غلظت بالای یون‌هایی مانند بی‌کربنات و سدیم در آب آبیاری پاسخ منفی نشان می‌دهد. با این وجود، تعیین دقیق حد مجاز این یون‌ها نیاز به مطالعات بیشتری دارد [1,7]. مصرف کودهای آلیِ با کیفیت، کاشت بنه‌ها در درون جوی، کاشت در نوارهای باریک با عرض یک متر، وجود بارندگی کافی در منطقه [7] و انجام محلول‌پاشی توسط ترکیباتی مانند عصاره ورمی‌کمپوست، گابا[1] و سالیسیلیک اسید [6] می‌تواند اثرات منفی شوری بر گیاه زعفران را کاهش دهد. در مناطقی که دسترسی به منابع با کیفیت آب محدود است، بهتر است به‌جای افزایش سطح زیرکشت، از طریق کاهش مساحت زمین زراعی و مصرف منابع با کیفیت آب در مساحت محدود، باعث حصول عملکرد مطلوب و پرهیز از انجام عملیات زراعی در سطحی وسیع شد [1,3].

۴- آبیاری قبل از برداشت بنه

آبیاری مزرعهٔ قدیمیِ زعفران جهت تسهیل خروج بنه از خاک صورت می‌گیرد. کشاورزان ابتدا مزرعهٔ قدیمی را آبیاری می‌کنند و پس از مناسب شدن رطوبت خاک جهت عملیات زراعی، بنه‌ها را از خاک خارج می‌نمایند. با این وجود، این عمل می‌تواند به دلیل اختلال در فرآیند خواب بنه و نیز افزایش احتمال توسعهٔ عوامل بیماری‌زا موجب خسارت شود [1,3,7]. در بیشتر مناطق بهترین زمان کاشت بنه در مزارع جدید، بلافاصله پس از ریزش برگ‌ها و در دورهٔ خواب حقیقیِ بنه یعنی در طی نیمهٔ دوم فصل بهار می‌باشد [1]. در این زمان چون از آبیاری‌های بهاره و فصل بارندگی مدت زمان زیادی نگذشته است، به احتمال زیاد رطوبت خاک جهت تسهیل خروج بنه از خاک کفایت خواهد کرد. تأخیر در خروج بنه از خاک این عمل را دشوار نموده و انجام آبیاری جهت حل این مشکل نیز خود می‌تواند مشکل‌زا باشد. با این وجود، اگر خروج بنه از خاک مزرعهٔ قدیمی و کاشت آن در مزرعهٔ جدید در طی شهریورماه صورت گیرد، احتمالا انجام آبیاری جهت تسهیل خروج بنه‌ها چندان مشکل‌ساز نباشد، زیرا در این زمان بنه‌ها فعال هستند و دمای محیط نیز در مقایسه با تیر و مردادماه به مراتب پایین‌تر می‌باشد. این موضوع بایستی در تحقیقات علمی مورد بررسی قرار گیرد.

۵-آبیاری پس از کاشت بنه

توصیه می‌شود از آبیاری بلافاصله پس از کاشت بنه (در تاریخ کاشت اواخر بهار تا شهریور) اجتناب شود و اولین آبیاری در پاییز صورت گیرد [8]. با این وجود، به نظر می‌رسد این اثرِ منفی بیشتر به تاریخ‌های کاشت خرداد، تیر و مردادماه مربوط باشد و اگر کشت گیاه در نیمهٔ دوم شهریورماه تا اواسط مهر صورت گیرد، آبیاری زمین قبل (نم‌کاری) یا پس از کاشت ممکن است سودمند باشد که بایستی در تحقیقات آتی مورد بررسی قرار گیرد [7].

۶- آبیاری تابستانه

مطالعات انجام شده در خصوص آبیاری تابستانهٔ مزارع زعفران با تناقضاتی همراه است. به‌نظر می‌رسد سودمندی آبیاری تابستانه بسته به مکان (شرایط اقلیمی) و زمان انجام آبیاری متغیر باشد [7]. انجام آبیاری در مرحلهٔ تمایز اندام‌های رویشی (اواسط تیرماه تا اواسط مرداد)، مضر و آبیاری در مرحله تمایز اندام‌های زایشی (تقریباً از نیمه دوم مردادماه) احتمالاً مفید است [1,3]. توصیه می‌شود در مناطق گرم جهت کاهش دمای محیط، آبیاری تابستانه به تأخیر بیفتد [7]. در هوای بیش از حد گرم و خاک‌های دارای بافت سنگین (زهکشی کم)، آبیاری تابستانه ممکن است با تأمین همزمان رطوبت و دما باعث توسعهٔ کنه و

1 - Gamma-Aminobutyric acid

عوامل بیماری‌زای بنه شود [1,7]. از انجام آبیاری تابستانه در مزارع آلوده به قارچ‌های بیماری‌زا و کنه بایستی خودداری شود و در صورت انجام، مصرف گوگرد همراه با آب آبیاری ممکن است میزان خطر را کاهش دهد [2,3,7]. احتمالاً کارایی آبیاری تابستانه در شرایط وجود مالچ بقایای گیاهی و یا گیاه پوششی در سطح مزرعه (کاهش دمای خاک)، بیشتر باشد (میزان و نوع اثرات به دمای منطقه نیز بستگی دارد). اثر آبیاری تابستانه در شرایطی که عمق کاشت بنه کمتر است (افزایش نوسانات دمایی)، می‌تواند بیشتر باشد. ایجاد مالچ خاکی پس از آبیاری تابستانه (خراش‌دهی سطح خاک جهت قطع لوله‌های موئین)، ممکن است بسته به اقلیم منطقه سودمندی آن را تحت تأثیر قرار دهد [7]. فرضیات و احتمالات ذکر شده در ارتباط با آبیاری تابستانه بایستی از طریق انجام پژوهش‌های علمی مورد بررسی قرار گیرد.

۷- اولین آبیاری پاییزه

زمان انجام اولین آبیاری پاییزه تحت تأثیر عوامل محیطی به خصوص دما می‌باشد. آبیاری زودهنگام مزارع زعفران موجب کاهش درصد گلدهی بنه‌ها و نیز همزمان شدن خروج برگ‌ها و گل‌ها می‌شود. خروج همزمان برگ و گل سبب اختلال در برداشت و کاهش کیفیت گل می‌گردد [3]. با آگاهی از اینکه گلدهی زعفران حدود ۲ هفته پس از اولین آبیاری آغاز می‌شود و با توجه به اینکه دمای مناسب برای وقوع گلدهی حدود ۱۲ تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد است، با توجه به میانگین درازمدت دمای هر منطقه و با کمک گرفتن از پیش‌بینی‌های هواشناسی، می‌توان تاریخ مناسب آبیاری را در هر منطقه و برای هر فصل رشد به نحوی تنظیم نمود که از ظهور همزمان گل‌ها و برگ‌ها اجتناب شود [1,7]. انجام و یا عدم انجام آبیاری تابستانه نیز می‌تواند بر روی زمان اِعمال اولین آبیاری پاییزه اثرگذار باشد. انجام آبیاری تابستانه می‌تواند با تحریک و تسریع رشد گیاه، موجب تسریع در زمان اعمال اولین آبیاری پاییزه شود [1]. در حدفاصل آبیاری تابستانه تا آبیاری پاییزه ممکن است آبیاری تداوم یابد [7] که سودمندی این عمل بایستی در تحقیقات علمی مورد بررسی قرار گیرد.

۸- نیاز آبی زعفران

نیاز آبی زعفران از عواملی مانند توزیع و میزان بارش‌ها، دمای محیط، توانایی خاک در حفظ رطوبت و سن مزرعه اثر می‌پذیرد [1,2,3]. بدلیل عمق کم ریشهٔ زعفران توصیه می‌شود حجم آب مصرفی در هر نوبت کاهش یابد و به‌جای آن فواصل بین آبیاری‌ها کوتاه‌تر در نظر گرفته شود. اجرای این شیوهٔ مدیریتی از طریق کاهش ابعاد کرت‌ها (کاهش مدت زمان مورد نیاز برای آبیاری) و استفاده از روش‌های نوین آبیاری خصوصاً آبیاری با نوارهای تیپ تسهیل می‌شود [7]. در مناطق سرد یا روزهای سرد که خطر تنش سرما و یخبندان وجود دارد، در مصرف کود سرک نیتروژن همراه با آبیاری احتیاط لازم صورت گیرد، زیرا می‌تواند موجب تشدید خسارت شود [7]. در اواخر فصل رشد گیاه (اواسط اسفند تا اواسط اردیبهشت‌ماه)، سرعت رشد بنه‌های دختری افزایش یافته و همزمان به دلیل افزایش دمای محیط تبخیر و تعرق گیاه نیز تقریباً دو برابر می‌شود و از این رو بهتر است فواصل آبیاری به حدود ۳ هفته کاهش داده شود [1,2,3].

در اکثر مناطق ایران سالیانه چهار تا پنج نوبت آبیاری در مزارع زعفران صورت می‌گیرد (آبیاری‌های اصلی) و در طی آن حدود ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار (حدود ۳۰۰ میلی‌متر) آب مصرف می‌شود. با این وجود در مناطق سرد و مرتفع با میزان تبخیر کم و بارندگی زیاد، مقدار آب مصرفی ممکن است تا حدود ۲۰۰۰ مترمکعب کاهش یابد [1,7]. به‌عنوان مثال نیاز آبی گیاه در منطقهٔ جلگه‌رخ با میانگین بارندگی سالانه ۲۵۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانهٔ ۱۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد و با استفاده از روش پنمن-مانتیس حدود ۲۷۰۰ مترمکعب در هکتار در هر سال برآورد شده است [9]. در پژوهشی در منطقهٔ باخرز در استان خراسان مصرف ۲۵۰ تا ۵۰۰ مترمکعب آب در هکتار با فواصل ۳۰ روزه (مجموعاً ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار در طی فصل رشد) برای حصول حداکثر بهره‌وری آب در زراعت زعفران توصیه شد [10].

نیاز آبیاری زعفران در بسیاری از مناطق خراسان برای سال اول و دوم رشد حدود ۳۶۰۰ تا ۴۰۰۰ متر مکعب (تقریباً معادل با انجام ۶ تا ۷ نوبت آبیاری در طی فصل رشد) می‌باشد و آبیاری بیش از این مقدار ممکن است سودمند واقع نشده و یا حتی باعث کاهش رشد گیاه و توسعه عوامل بیماری‌زا شود [7,11]. نیاز آبی زعفران به عوامل مدیریتی نیز بستگی دارد. به عنوان مثال مصرف کودهای آلی با حفظ و نگهداری رطوبت در خاک می‌تواند باعث کاهش مقدار آب مصرفی در مزرعه شود [12]. با افزایش سن مزرعه تا حدود پنج سال، تبخیر و تعرق (ETc) زعفران، سالانه حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش پیدا می‌کند. در شرایط اقلیمی مشهد نیاز آبی زعفران (تبخیر و تعرق) در سال‌های اول و دوم رشد به‌ترتیب حدود ۵۲۰ و ۶۴۰ میلی‌متر برآورد شده است. با این وجود، تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه از حیث گلدهی مفید ارزیابی می‌شود [7,13]. در شرایط اقلیمی فارس، میزان تبخیر و تعرق پتانسیل زعفران در سال‌های اول تا چهارم به ترتیب حدود ۵۲۰، ۶۴۰، ۷۳۰ و ۷۸۰ میلی‌متر تعیین شده است [14,15]. نیاز آبیاری (منهای بارندگی) زعفران در استان اصفهان نیز سالانه بین ۱۶۰ تا ۴۴۰ میلی‌متر می‌باشد. این مقدار به میزان بارندگی در هر ناحیه که بین ۸۰ تا ۲۶۰ میلی‌متر متغیر است، بستگی دارد [3,16].

۹- نتیجه‌گیری

آب اصلی‌ترین عنصر تداوم تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران می‌باشد و گیاه زعفران به عنوان یک محصول راهبردی سازگاری خاصی با کمبود این عنصر حیاتی در این نواحی دارد. با مدیریت صحیح آبیاری زعفران می‌توان ضمن حفظ منابع محدود آب به افزایش تولید این گیاه کمک نمود. استفاده از روش‌های نوین آبیاری در مزارع زعفران، تنظیم فواصل آبیاری و میزان آب مصرفی در مزرعه مطابق با شرایط محیط و گیاه در کنار آگاهی از سایر عوامل مدیریتیِ مرتبط با آبیاری گیاه مانند زمان شروع اولین آبیاری پاییزه، اجرای آبیاری تابستانه و غیره می‌تواند موجب بهبود رشد و عملکرد زعفران شود که در این مقاله به تفصیل به آن پرداخته شد.

۱۰- قدردانی

بخش مهمی از اطلاعات این مقالهٔ مروری برگرفته از دستنامهٔ ترویجی تهیه شده توسط نویسندگان مقاله برای پژوهشکدهٔ زعفران تربت‌حیدریه می‌باشد که در قالب دورهٔ فرصت مطالعاتی ارتباط با جامعه و صنعت تهیه شده است. از مساعدت‌های پژوهشکدهٔ زعفران در طی این دوره تشکر می‌گردد.

مراجع

[1] بهدانی، م ع، و فلاحی، ح ر (۱۳۹۴). *زعفران: دانش فنی مبتنی بر رهیافت های پژوهشی*. بیرجند: انتشارات دانشگاه بیرجند.

[2] بهدانی، م ع، فلاحی، ح ر، و سردار، م (۱۳۹۷). *آشنایی با دانش فنی تولید زعفران*. بیرجند: نشر سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان جنوبی (چاپ هفت رنگ).

[3] Koocheki, A., Fallahi, H.R., & Jami-Al-Ahmadi, M. (2020). *Saffron water requirements*. In: *Saffron: Science, Technology and Health* (Eds: Koocheki, A., & Khajeh-Hoseini, M). Woodhead Publishing.

[4] فلاحی، ح ر، و محمودی، س (۱۳۹۶). *ارزیابی اثرات مدیریت تغذیه‌ای و فراهمی آب بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و رشد بنه‌های دختری زعفران*. (طرح پژوهشی). دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

[5] Yarami, N., & Sepaskhah, A.R. (2015). Saffron response to irrigation water salinity, cow manure and planting method. *Agricultural Water Management*. 150, 57-66.

[6] Feizi, H., Moradi, R., Ghasemian, N., & Sahabi, H. (2021). Assessing saffron response to salinity stress and alleviating potential of gamma amino butyric acid, salicylic acid and vermicompost extract on salt damage. *South African Journal of Botany*, In press.

[7] فلاحی، ح ر، و سالاریان، ع (۱۳۹۹). *مدیریت آبیاری زعفران* (دستنامه آموزشی شماره ۲). پژوهشکده زعفران، تربت‌حیدریه، ایران.

[8] کوچکی، ع، رضوانی‌مقدم، پ، و فلاحی، ح ر (۱۳۹۵). اثرات تاریخ کاشت، زمان آبیاری و کاربرد گیاهان پوششی بر رشد و عملکرد زعفران. *بوم‌شناسی کشاورزی*، ۸(۳)، ۴۳۵-۴۵۱.

[9] کریمی‌فرزقی، م، خزاعی، ح ر، کافی، م، و نظامی، ا (۱۳۹۷). مقایسه تأثیر روش‌ها و سطوح آبیاری بر سطح برگ و تولید بنه دختری در گیاه زعفران. *زراعت و فناوری زعفران*، ۶(۳)، ۲۷۹-۲۹۰.

[10] مسافری ضیاالدینی، ح، علیزاده، ا، و رضوانی‌مقدم، پ (۱۳۹۹). اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر کارایی مصرف آب زعفران در خراسان رضوی (منطقهٔ باخرز). *زراعت و فناوی زعفران*، ۸(۴)، ۴۹۷-۵۱۰.

[11] Fallahi, H.R., & Mahmoodi, S. (2018). Impact of water availability and fertilization management on saffron (*Crocus sativus* L.) biomass allocation. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*. 1(2), 131-146.

[12] فلاحی، ح ر، و محمودی، س (۱۳۹۷). تأثیر کود آلی و شیمیایی بر رشد و گلدهی گیاه زعفران در دو رژیم آبیاری. *زراعت و فناوری زعفران*، ۶(۲)، ۱۴۷-۱۶۶.

[13] کوچکی، ع، سیدی، س م، و جمشیدعینی، م (۱۳۹۳). اثر میزان آبیاری و کشت متراکم بر جذب فسفر و رشد بنه‌های دختری زعفران. *علوم زراعی ایران*، ۱۶(۳)، ۲۲۲-۲۳۵.

[14] کیخامقدم، پ، کامگار حقیقی، ع ا، سپاسخواه، ع، و زند پارسا، ش (۱۳۹۲). تعیین ضریب گیاهی یگانه، دوگانه و تبخیر- تعرق بالقوه گیاه زعفران تکامل یافته. *هواشناسی کشاورزی*، ۱(۱)، ۱-۱۳.

[15] Yarami, N., Kamgar-Haghighi, A.A., Sepaskhah A.R., & Zand-Parsa, S. (2011). Determination of the potential evapotranspiration and crop coefficient for saffron using a water-balance lysimeter. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 57(7), 727-740.

[16] رجبی، ز، بهیار، م ب، غیور، ح، عزتیان، و . گندمکار، ا (۱۳۹۴). محاسبه تبخیر و تعرق زعفران با روش پنمن مونتیث و نیاز آبی آن در استان اصفهان. *فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی*، ۳۰(۱)، ۲۳۹-۲۵۲.

Analytical review on saffron irrigation management

Hamid-Reza Fallahi[1*], Alijan Salariyan[2], Mahdi Rezghi[3]

1- Assistant Professor, Plant and Environmental Stresses Research Group, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran (Hamidreza.fallahi@birjand.ac.ir)
2- Resercher of Saffron Inistitue (University of Torbat-e-Heydariyeh) and PhD Student at University of Birjand, Iran (Salariyan_alijan@birjand.ac.ir)
3- Student in Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran (m.mahdi.rezghi@gmail.com)

Abstract
Due to coincidence of saffron growing season to low temperatures and the rainy season, its water requirement is lower compared to many common crops and its water use efficiency is higher. By considering the economic income from each unit of consumed water, the comparative advantage of saffron cultivation in arid and semi-arid regions will be more easily understood. The water requirement of saffron in different regions varies depending on factors such as the amount and distribution of rainfall, the rate of evaporation (ambient temperature), the ability to retain moisture by the soil, the type of fertilizer used, planting density (transpiration rate) and field age. However, the consumption of about 3000 to 3500 m^3 ha^{-1} in the first growing season, as an average, can be considered. Given the annual corm propagation, about 10% can be added to the amount of water consumed annually. Due to the shallow depth of saffron root system, the amount of water used in each irrigation round can be adjusted to the extent that the soil be moistened to a depth of about 30 cm (20 cm planting depth + about 10 cm root length). Therefore, instead of increasing the volume of water used in each irrigation round, irrigation intervals can be shortened and in this regard, the use of new irrigation methods can be more useful. In most studies, saffron has been considered as a plant relatively sensitive to salinity of irrigation water, while there is evidence that this plant has a considerable tolerance to salinity stress. Irrigation of the old field to facilitate the removal of corms from the soil and irrigation immediately after corms planting in new fields, especially during June, July and August is not recommended. The usefulness of summer irrigation varies depending on the location (climatic conditions) and the time of irrigation. Summer irrigation can be useful in the stage of differentiation of reproductive organs, but it is better to avoid its application in fields infected with fungal and mite agents, as well as in hot areas and times. The first autumn irrigation of saffron fields should be adjusted according to the ambient temperature. In this paper, various issues related to saffron irrigation management are reviewed with an analytical perspective.
Keywords: Salinity stress, Summer irrigation, Water requirement, Water use effeciency