نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۸، خرداد - تیر ۱۴۰۳، ص. ۲۴۶-۲۳۷

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.2, Vol. 18, Jun.-Jul. 2024, p. 237-246

مقاله علمی-پژوهشی

تعیین بهره وری آب زعفران در قطب های تولید این محصول در ایران

هادی افشار[1*]، محمد مهدی نخجوانی مقدم[2]، سالومه سپهری صادقیان[3] و اردلان ذوالفقاران[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۳۱

چکیده

مطالعه حاضر با هدف تعیین حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب زعفران در قطب‌های تولید این محصول در ایران (دو استان خراسان‌رضوی و جنوبی) در طول ۲ سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۸-۱۳۹۷ انجام گرفت. بدین منظور تعداد ۱۲۶ مزرعه زعفران در دو استان مذکور انتخاب و در طول ۲ فصل زراعی مورد پایش قرار گرفتند. برداشت اطلاعات مزارع منتخب، از طریق مراجعه حضوری به مزارع، تکمیل پرسشنامه، ثبت برنامه آبیاری و اندازه‌گیری دبی منبع آب انجام شد. نیاز آبی زعفران در مناطق مختلف محاسبه و با میزان آب داده‌شده توسط کشاورزان مقایسه گردید. برای بررسی تفاوت احتمالی عملکرد، حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب در تولید زعفران از تحلیل واریانس استفاده شد. نتایج نشان داد تفاوت عملکرد، حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب معنی‌دار نبود. میانگین حجم آب آبیاری در دو استان خراسان رضوی و جنوبی به‌ترتیب برابر ۴۶۲۸ و ۴۵۹۴ مترمکعب بر هکتار بود. دامنه تغییرات حجم آب آبیاری در مزارع منتخب زیاد و بین ۱۵۴۳ تا ۸۹۱۴ مترمکعب بر هکتار بود. میانگین وزنی حجم آب آبیاری در دو استان خراسان رضوی و جنوبی برابر ۴۶۰۳ مترمکعب بر هکتار به‌دست آمد. میانگین عملکرد زعفران، بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کاربردی (آبیاری + بارش موثر) در دو استان منتخب به‌ترتیب ۸/۳ کیلوگرم بر هکتار، ۱/۹ و ۱/۳۷ گرم بر مترمکعب به‌دست آمد. متوسط راندمان کاربرد آبیاری در مزارع زعفران منتخب دو استان برابر ۵۵ درصد برآورد شد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، خراسان رضوی، خراسان جنوبی و عملکرد زعفران

مقدمه

زعفران گیاهی پایا و گرانبهاترین محصول کشاورزی و ارزشمندترین ادویهٔ جهان است (Azizi et al., 2023). این گیاه به علت رنگدانه‌ها، اسانس‌ها و ترکیبات با ارزش دیگر که در کلاله‌های گل‌دار است، بطور گسترده در صنایع غذایی، رنگرزی و دارویی کاربرد دارد (Ei Grah et al., 2022). عملکرد اقتصادی این گیاه مربوط به اندام زایشی یعنی کلاله های آن است که آغازش و تکوین خود را درون خاک می گذرانند و تنها بخش کوچکی از رشد خود را در سطح خاک سپری می‌کنند. بر اساس گزارش‌های منتشرشده میزان تولید سالیانه زعفران در جهان بیش از ۴۷۲ تن است (statista, 2023). با توجه به اینکه کشور ایران منشأ اصلی کشت این گیاه است، سهم قابل توجهی در تولید زعفران در جهان نیز دارد (بیش از ۸۸ درصد). پس از ایران کشورهای هند، یونان، افغانستان، مراکش و اسپانیا از مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده زعفران در دنیا به‌شمار می‌روند (statista, 2023).

زعفران گیاهی است که نیاز آبی کمی داشته و با توجه به اینکه پیاز زعفران در عمق ۲۰ سانتی‌متری کاشته می‌شود باید آنقدر آب داده‌شود که حداکثر رطوبت آن تا عمق ۴۰ سانتی‌متری در زمین نفوذ نماید، زیرا آبی که در عمق بیشتر نفوذ کند قابل جذب ریشه زعفران نبوده و هدر می‌رود. به جای آب زیاد می‌توان تعداد دفعات آبیاری را افزایش داد که بازده بهتری خواهد داشت (مسافری، ۱۳۸۰). اقلیم مناسب برای کاشت زعفران، زمستان سرد و تابستان خشک و گرم است. همچنین خاک مزرعه زعفران بایستی غنی از مواد مغذی باشد

۱- استادیار پژوهش ، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
۲- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۴- استادیار پژوهش ، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: afsharch@yahoo.com

(Wenger, 2022).

کشاورزان در دو استان خراسان‌رضوی و جنوبی بر اساس تجارب خود و دانش بومی منطقه و همچنین با توجه به وضعیت منابع آبی در دسترس، مزارع زعفران را حداقل ۴ و حداکثر تا ۸ نوبت آبیاری می‌کنند. چهار مرحله مهم آبیاری زعفران عبارتند ازآبیاری اول یا بسارآب، آبیاری دوم یا زائیج‌آب، آبیاری سوم یا کولش‌آب و آبیاری آخر یا زردآب.

کیخا مقدم و همکاران (۲۰۱۳) پژوهشی را با هدف اندازه‌گیری و برآورد تبخیر-تعرق بالقوه و ضرایب گیاهی و دوگانه زعفران در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که مقدار کل تبخیر-تعرق بالقوه از لایسیمترهای کشت زعفران در سال سوم و چهارم به‌ترتیب ۷۲۶ و ۷۸۳ میلی‌متر بود (Keykhamoghadam et al., 2013).

احمدی و همکاران (۱۳۹۵) تحقیقی برای بررسی مدل مناسب تعیین نیاز آبی زعفران انجام دادند. نتایج نشان داد، معادلات بلانی – کریدل، جنسن-هیز اصلاح شده و هارگریوز از دقت بهتری نسبت به سایر معادلات برخوردار بودند. همچنین نیاز خالص آبی زعفران در دشت بیرجند با استفاده از روش فائو-پنمن مانتیث ۲۳۵۰ مترمکعب بر هکتار برای یک فصل زراعی برآورد شد.

جعفرزاده و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای با عنوان "مدلسازی اثرات تغییر اقلیم روی نیاز آبی زعفران در خراسان جنوبی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی" نتیجه گرفتند، میانگین نیاز آبی زعفران در استان روند افزایشی به خود خواهد گرفت، به طوری که از ۴۲۵/۵ میلی‌متر به ۴۸۷/۶ میلی‌متر در سال خواهدرسید (Jafarzadeh et al., 2015).

قوام سعیدی نوقابی و همکاران (۱۳۹۹) طی پژوهشی نیاز آبی زعفران در منطقه بیرجند را به میزان ۷۶۴ میلیمتر گزارش نموده‌اند. سپاسخواه و یارمی (۲۰۰۹) اثر متقابل رژیم آبیاری و شوری را بر عملکرد زعفران در منطقه شیراز بررسی کردند. نتایج نشان داد که عملکرد زعفران و کلاله گل به‌ترتیب بیشترین و کمترین حساسیت به کاهش آب آبیاری را دارند. مقادیر آستانه شوری آب آبیاری به‌ترتیب برابر با ۰/۱۳ و ۰/۴۸ دسی‌زیمنس‌برمتر برای گل و ریشه بود (Sepaskhah and Yarami., 2009).

با توجه به این که شرایط اقلیمی کشور همواره در معرض ریسک تنش کمبود آب و خشکسالی است، ارتقاء و بهبود بهره‌وری آب محصولات باغی و زراعی از اهمیت زیادی برخوردار است. برآورد نسبتاً دقیق و یا تعیین شاخص‌های مدیریت مصرف آب از جمله بهره-وری آب محصولات زراعی و باغی در کشور، از مهم‌ترین فراسنج‌های کلیدی در برنامه‌ریزی‌های کلان مربوط به تأمین، تخصیص و مصرف آب در بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی به شمار می‌رود. انجام پژوهش در سطح ملی که بتواند به اعداد مشخصی در مورد بهره‌وری واقعی آب در تولید محصولات باغی ارزشمند نظیر زعفران در کشور منتهی گردد، دارای ضرورت و اهمیت است. یافته‌های این پژوهش می‌تواند کمک شایانی به تصمیم‌گیری مسئولین مرتبط با آب و کشاورزی نماید. تعیین بهره‌وری آب در تولید زعفران در کشور، هدف اصلی این پژوهش بوده است.

مواد و روش

این پژوهش به‌صورت میدانی و به‌منظور تعیین حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب زعفران در استان‌های برتر تولیدکننده زعفران طی سال-های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. بر اساس آخرین آمارنامه محصولات باغی وزارت جهاد کشاورزی (بی‌نام، ۱۳۹۸) دو استان خراسان‌رضوی و جنوبی که به‌ترتیب حائز بیشترین میزان سطح زیرکشت و تولید زعفران در کشور بودند، به عنوان مناطق پایلوت اجرای پروژه انتخاب شدند. در هر کدام از استان‌های مورد مطالعه بر اساس آخرین آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی استان مربوطه، سه شهرستان برتر تولیدکننده زعفران مشخص شدند. در استان خراسان-رضوی سه شهرستان زاوه، تربت حیدریه و گناباد و در استان خراسان-جنوبی سه شهرستان قاین، سرایان و فردوس مناطق اجرا بودند. در مجموع دو سال اجرای پروژه، تعداد ۱۲۶ مزرعه مورد مطالعه قرارگرفتند. نظر به ماهیت اندازه‌گیری‌ها، هر مزرعه زعفران به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. برای بررسی کفایت تعداد مزارع برای اندازه‌گیری حجم آب آبیاری و عملکرد زعفران از رابطه (۱) استفاده گردید (سرمد، ۱۳۸۰).

$$n = \frac{z^2\sigma^2}{(\bar{x}-\mu)^2} \qquad (۱)$$

که در آن، n تعداد اندازه‌گیری‌های لازم برای تحلیل واریانس حجم آب آبیاری و عملکرد زعفران در استان‌های منتخب، σ^2 واریانس جمعیت و $\bar{x}$ میانگین اندازه‌گیری‌ها بود. Z برای سطح اعتماد ۹۵ درصد، Z=۱/۹۶ در نظر گرفته شد.

بنابراین در هر منطقه حداقل ۱۲ مزرعه و در مجموع ۱۲۶ مزرعه برای اندازه‌گیری، داده‌برداری و پایش انتخاب گردید. حجم آب آبیاری زعفران به طور مستقیم در مزارع منتخب بسته به روش آبیاری (سطحی یا بارانی) با استفاده از فلوم، کنتور حجمی و یا سایر روش-های استاندارد اندازه‌گیری گردید. برنامه آبیاری مزارع تحت مدیریت کشاورزان ثبت گردید. بنابراین عمق آب آبیاری، دبی جریان آب تعداد نوبت آبیاری، ساعات آبیاری و زمان آبیاری باغات در مناطق مختلف مشخص گردید. بافت و شوری خاک، شوری آب آبیاری، عملکرد مزارع زعفران و سایر متغیرهای مورد نیاز، اندازه‌گیری گردید. برای بررسی تغییرات عملکرد، حجم آب آبیاری و شاخص بهره‌وری آب در

تولید زعفران در استان‌های خراسان‌رضوی و خراسان‌جنوبی از تحلیل واریانس استفاده گردید.

شاخص بهره‌وری آب زعفران از نسبت مقدار عملکرد محصول (کیلوگرم بر هکتار) به حجم آب آبیاری (مترمکعب بر هکتار) به‌دست آمد (رابطه ۲).

$$WUE = \frac{CY}{CW} \qquad (۲)$$

که در آن: WUE= بهره‌وری آب در تولید زعفران (گرم بر مترمکعب آب مصرفی در طول فصل رشد)، CY= عملکرد زعفران (گرم بر هکتار) و CW= حجم آب آبیاری در تولید زعفران (مترمکعب بر هکتار) بود. برای برآورد شاخص بهره‌وری آب کاربردی (آبیاری+ بارش موثر) از نسبت عملکرد محصول به حجم آب کاربردی (آبیاری + بارش موثر) استفاده شد.

برای برآورد نیاز آبی خالص زعفران، ابتدا تبخیر- تعرق مرجع با استفاده از نرم‌افزار ETo-calculator (Raes, 2012) به روش پنمن‌مانتیث فائو برآورد و سپس با احتساب ضرایب گیاهی مربوط به هر مرحله رشد زعفران (جدول ۱)، میزان تبخیر–تعرق پتانسیل زعفران در مناطق مورد مطالعه تعیین گردید. بدین منظور از اطلاعات هواشناسی نزدیکترین ایستگاه‌های هواشناسی به مناطق مورد مطالعه استفاده شد. نیاز آبی زعفران در مناطق مورد مطالعه از طریق کسر مقادیر بارندگی موثر از میزان تبخیر و تعرق محصول در طول دوره رشد حاصل شد. در ادامه با برآورد راندمان آبیاری، میزان نیاز آبیاری زعفران در مزارع منتخب برآورد و با میزان آب مصرفی توسط کشاورزان مقایسه گردید.

نتایج و بحث

بررسی کفایت داده‌ها و پارامترهای کیفی

در جدول ۲ خلاصه شاخص‌های آماری اندازه‌گیری‌ها شامل میانگین، انحراف معیار و تعداد داده‌های لازم و اندازه‌گیری‌شده برای حجم آب آبیاری و عملکرد زعفران ارائه شده‌است.

جدول۱- ضریب گیاهی زعفران در طول دوره رشد (Sepaskhah & Kamgar-Haghighi, 2009)

۱۱اردیبهشت – ۱۰خرداد	۱۲فروردین– ۱۰اردیبهشت	۱۰اسفند– ۱۱فروردین	۱۲بهمن– ۹ اسفند	۱۱دی – ۱۱بهمن	۱۰آذر – ۱۰ دی	۱۰آبان – ۹ آذر	۹مهر – ۹ آبان
۰/۳۷	۰/۴۱	۰/۵۰	۰/۶۸	۰/۸۴	۰/۷۸	۰/۴۶	۰/۳۸

جدول ۲- میانگین، انحراف معیار و کفایت اندازه‌گیری‌ها در مزارع تولید زعفران

شاخص آماری	حجم آب آبیاری (مترمکعب بر هکتار)	عملکرد زعفران (کیلوگرم بر هکتار)
میانگین	۴۶۰۳	۸/۳
انحراف معیار	۱۱۵۳	۴/۲
تعداد اندازه‌گیری لازم	۲۴	۹۸
تعداد اندازه‌گیری‌های انجام‌شده	۱۲۶	۱۲۲

تنوع اقلیمی، مدیریت زراعی، بافت خاک، نیاز آبی و تنوع در عوامل شناختی و گیاهی، احتمالاً موجب افزایش واریانس داده‌های اندازه‌گیری‌شده، می‌گردد، در این مطالعه انتظار می‌رفت ضریب تغییرات و واریانس داده‌های اندازه‌گیری‌شده زیاد شود، بنابراین تعداد مزارع زیادی برای اندازه‌گیری حجم آب آبیاری انتخاب گردید تا تعداد مزارع از کفایت قابل قبولی برخودار شوند و از رویکرد تحلیل آماری، نتیجه‌گیری‌های پژوهش، قابلیت اعتماد و اطمینان حاصل شود. تعداد اندازه‌گیری‌ها برای عملکرد زعفران در این پژوهش ۱۲۶ مورد بود که بیشتر از تعداد اندازه‌گیری‌های لازم (حداکثر ۹۸) است (جدول ۲)، بنابراین کفایت داده‌ها برای تحلیل آماری این کمیت محرز بود.

میانگین شوری آب در منابع آبی مورد استفاده در سطح دو استان منتخب، حدود ۱/۹ دسی‌زیمنس بر متر بود. در بیش از ۸۰ درصد مزارع، شوری آب آبیاری کمتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر بود. میانگین شوری خاک در مزارع منتخب حدود ۲/۶ دسی‌زیمنس بر متر بود. ضمن اینکه در بیش از ۷۵ درصد مزارع، شوری خاک کمتر از ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود. روش آبیاری غالب در مزارع منتخب سطحی بود. همچنین در ۵ درصد از مزارع که روش آبیاری آنها بارانی بود، در نوبت‌های اول و دوم مزارع به روش سطحی آبیاری شدند.

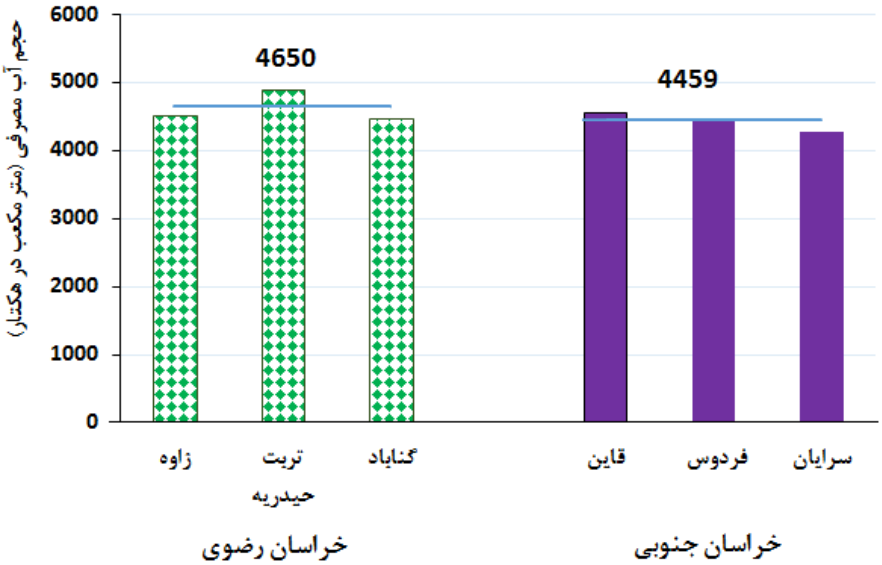
تغییرات حجم آب آبیاری زعفران

برای بررسی تغییرات حجم آب آبیاری زعفران در استان‌های خراسان‌رضوی و خراسان‌جنوبی از تحلیل واریانس استفاده گردید (جدول ۳). تحلیل نتایج نشان داد تفاوت حجم آب آبیاری زعفران در استان‌های منتخب حتی در سطح احتمال پنج درصد نیز معنی‌دار نبود (جدول ۳).

در شکل ۱ میانگین وزنی (با احتساب سطح زیرکشت زعفران در هر کدام از مناطق اجرا) میزان آب داده‌شده در دو استان با یکدیگر مورد مقایسه قرارگرفته‌است. میانگین وزنی حجم آب آبیاری در استان‌های خراسان‌رضوی و جنوبی به ترتیب برابر ۴۶۵۰ و ۴۴۵۹ مترمکعب بر هکتار به‌دست آمد.

جدول ۳- تحلیل واریانس حجم آب آبیاری زعفران در استان‌های منتخب کشور

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	نسبت F	مقدار P
بین استان‌ها	۳۰۲۳۳	۱	۳۰۲۳۳	۰/۰۲	۸۸ درصد
درون استان‌ها	۱/۶۶×۱۰۸	۱۲۴	۱/۳۴×۱۰۶		
کل	۱/۶۶×۱۰۸	۱۲۵			



شکل ۱- مقایسه میانگین وزنی حجم آب داده‌شده در دو استان خراسان‌رضوی و جنوبی

دامنه تغییرات حجم آب آبیاری در مزارع منتخب کشور زیاد و بین ۱۵۴۳ تا ۸۹۱۴ مترمکعب بر هکتار بود. میانگین وزنی حجم آب آبیاری در دو استان خراسان‌رضوی و جنوبی برابر ۴۶۰۳ مترمکعب بر هکتار به‌دست آمد. در حدود ۴۰ درصد مزارع منتخب دو استان بیش از این مقدار آب مصرف کردند. نتایج همچنین نشان داد که در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ نسبت به سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ به‌میزان ۳۷۰ مترمکعب در مزارع زعفران آب کمتر مصرف شده‌است. علت این را باید در تفاوت شرایط اقلیمی دو سال مذکور جستجو کرد. در سال دوم اجرای پروژه (۹۸-۱۳۹۷) نسبت به سال اول (۹۶-۱۳۹۵) میزان بارندگی بیش از ۱۰۰ درصد افزایش پیدا کرد (متوسط بارندگی سالیانه در سال اول ۱۱۹ میلی‌متر و در سال دوم ۲۴۳ میلی‌متر بود) .

در شکل ۲ میزان آب داده‌شده در دو روش آبیاری مورد مقایسه قرار گرفته است. نتایج نشان‌دهنده آن است که با تغییر روش آبیاری از سطحی به بارانی، در مزارع زعفران نزدیک به ۱۰ درصد در میزان آب مصرفی صرفه‌جویی می‌گردد.

نیاز آبی زعفران

مقدار تبخیر- تعرق (ETc) زعفران در مناطق مختلف به دلیل تفاوت در طول دوره رشد و شرایط آب و هوایی متفاوت بود. دامنه تغییرات مقادیر تبخیر- تعرق زعفران در مزارع منتخب بین ۳۰۰ تا ۴۵۴ میلی‌متر بود. میانگین تبخیر- تعرق زعفران در مزارع منتخب برابر ۴۱۸ میلی‌متر حاصل شد. مقادیر نیاز آبی زعفران در مناطق مورد مطالعه از طریق کسر مقادیر بارندگی موثر از میزان تبخیر و تعرق محصول در طول دوره رشد به‌دست آمد. در شکل ۳ میانگین بارندگی

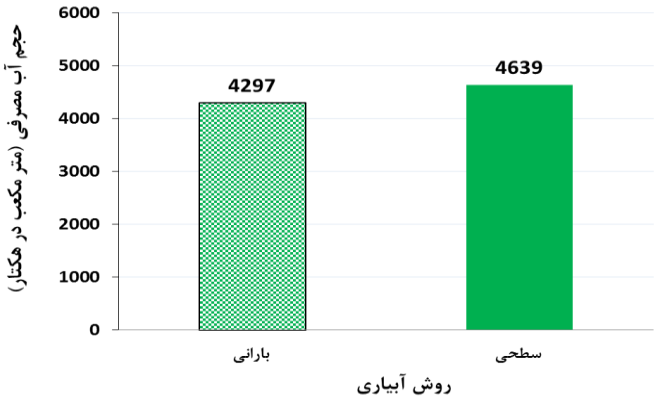
در طول فصل رشد زعفران در مناطق منتخب در دو سال اجرای پروژه، مورد مقایسه گرفته است. همانگونه که مشاهده می‌شود، میزان بارندگی در سال دوم نسبت به سال اول به میزان ۱۰۰ درصد افزایش داشته است.

دامنه تغییرات مقادیر نیاز آبی زعفران در مزارع منتخب بین ۱۵۹ تا ۳۹۴ میلی‌متر بود. میانگین وزنی نیاز آبی زعفران در مزارع منتخب برابر ۲۶۰ میلی‌متر بدست آمد. بر اساس نتایج بدست آمده بین کمترین و بیشترین مقادیر نیاز آبی در مزارع منتخب دو استان اختلاف بیش از ۱۰۰ درصدی وجود داشت. ضمن آنکه میانگین نیاز آبی زعفران در مزارع منتخب دو استان خراسان‌رضوی و جنوبی به‌ترتیب برابر ۲۵۴ و ۲۶۲ میلی‌متر برآورد گردید. مهدوی (۱۹۹۹) در تحقیقات خود نیاز آبی زعفران را برابر ۳۰۰ میلی‌متر گزارش کرد. رجبی و همکاران (۱۳۹۴) طی پژوهشی میزان نیاز آبی زعفران در مناطق مختلف استان اصفهان را بین مقادیر ۲۷۹ میلی‌متر (منطقه کاشان) و ۵۲۸ میلی‌متر (منطقه اردستان) گزارش نمودند.

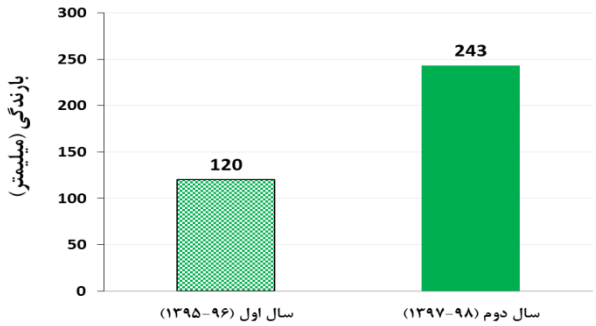
با توجه به میزان آب داده‌شده توسط کشاورزان به مزارع زعفران و متوسط نیاز خالص آبیاری زعفران در مناطق منتخب (شکل۴)، راندمان کاربرد آبیاری در مزارع زعفران برای دو استان خراسان‌رضوی و جنوبی به‌ترتیب برابر ۵۴/۸ و ۵۷ درصد برآورد می‌گردد. همچنین بر اساس نتایج ارائه‌شده در شکل ۴ متوسط راندمان کاربرد آبیاری در مزارع زعفران منتخب دو استان برابر ۵۵ درصد برآورد می‌گردد که با نتایج بدست‌آمده توسط عباسی و همکاران (۱۳۹۵) برای سامانه آبیاری سطحی در کشور (۵۴ درصد) مطابقت دارد.

تحلیل عملکرد زعفران

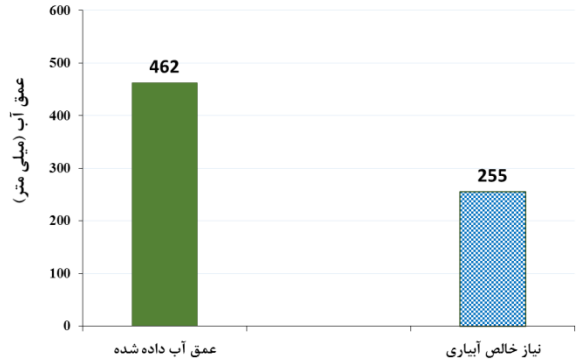
برای بررسی تغییرات عملکرد زعفران در دو استان مورد مطالعه از تحلیل واریانس استفاده شد (جدول ۴). تحلیل نتایج نشان داد، تفاوت عملکرد محصول در استان‌های یادشده معنی‌دار نبود (جدول ۴).



شکل۲- مقایسه میانگین حجم آب داده شده در دو روش آبیاری



شکل ۳ - میانگین بارندگی در مناطق اجرای پروژه در دو سال مورد مطالعه



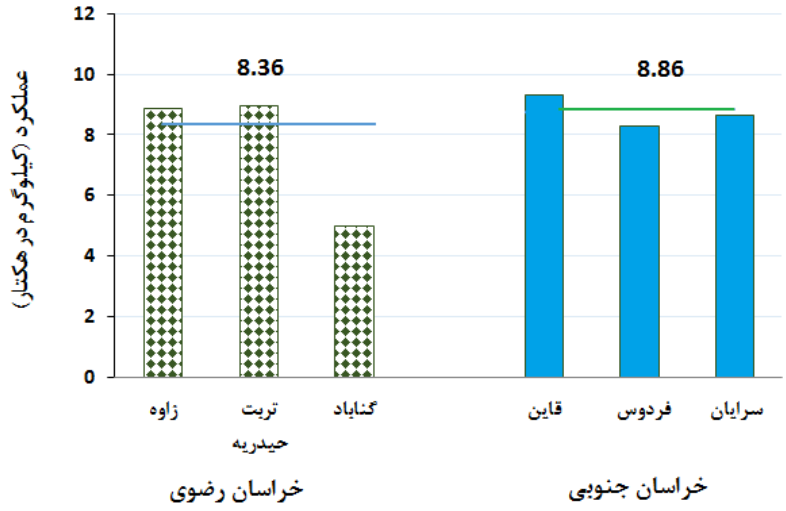
شکل ٤ – مقایسه متوسط عمق آب داده‌شده با نیاز خالص آبیاری زعفران (متوسط دو استان)

جدول ٤- تحلیل واریانس عملکرد زعفران در استان‌های منتخب کشور

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	نسبت F	مقدار P
بین استان‌ها	۲۳/۷	۱	۲۳/۷	۱/۴	۰/۲۵
درون استان‌ها	۲۱۰۴۱	۱۲۰	۱۷/۷		
کل	۲۱۲۸	۱۲۱			

علیرغم عدم تفاوت معنی‌دار عملکرد محصول در دو استان، میانگین عملکرد زعفران در استان‌های یاد شده مقایسه گردید. میانگین حسابی عملکرد زعفران در خراسان‌رضوی و جنوبی به ترتیب ۷/۶ و ۸/۶ کیلوگرم بر هکتار به‌دست آمد. میانگین کل عملکرد زعفران در دو استان ۸/۳ کیلوگرم بر هکتار بود.

در شکل ۵ میانگین وزنی عملکرد محصول (با احتساب سطح زیر کشت زعفران در هر کدام از مناطق اجرا) در دو استان خراسان‌رضوی و جنوبی با یکدیگر مقایسه شدند. میانگین وزنی عملکرد محصول در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی به ترتیب برابر ۸/۳۶ و ۸/۸۶ کیلوگرم بر هکتار به‌دست آمد.



شکل ٥- مقایسه میانگین وزنی عملکرد محصول در دو استان خراسان رضوی و جنوبی

دامنه تغییرات میزان عملکرد زعفران در مزارع منتخب کشور زیاد و بین ۱/۵ تا ۲۱/۵ کیلوگرم بر هکتار بود. میانگین وزنی عملکرد زعفران در دو استان خراسان رضوی و جنوبی برابر ۸/۳ کیلوگرم بر هکتار به‌دست آمد. بر اساس نتایج بدست آمده، بیش از ۶۰ درصد مزارع منتخب دو استان عملکردی کمتر از این مقدار داشتند. نتایج همچنین نشان داد، میانگین عملکرد زعفران در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ نسبت به سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ حدود ۱ کیلوگرم افزایش یافته‌است. مهم‌ترین دلیل این امر تغییر شرایط اقلیمی و افزایش میزان بارندگی در سال دوم اجرای پروژه بود.

تغییرات بهره‌وری آب آبیاری زعفران

تحلیل واریانس بهره‌وری آب آبیاری زعفران در دو استان در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان داد، تفاوت بهره‌وری آب آبیاری در استان‌های یادشده در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبود (جدول ۵). دلیل اصلی مشابهت، به تشابه مقادیر عملکرد و حجم آب مصرفی در تولید زعفران مرتبط است.

جدول ۵- تحلیل واریانس بهره‌وری آب آبیاری زعفران در استان‌های منتخب کشور

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	نسبت F	مقدار P
بین استان‌ها	۳/۳	۱	۳/۳	۳/۲	۰/۷
درون استان‌ها	۱۲۲/۰	۱۲۰	۱/۰		
کل	۱۲۵/۳	۱۲۱			

میانگین بهره‌وری آب آبیاری زعفران در دو استان در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد. میانگین این شاخص به‌ترتیب ۱/۶۵ و ۲/۰۰ گرم بر مترمکعب به‌دست آمد. میانگین کل بهره‌وری آب آبیاری زعفران در دو استان ۱/۹۰ گرم بر مترمکعب بود.

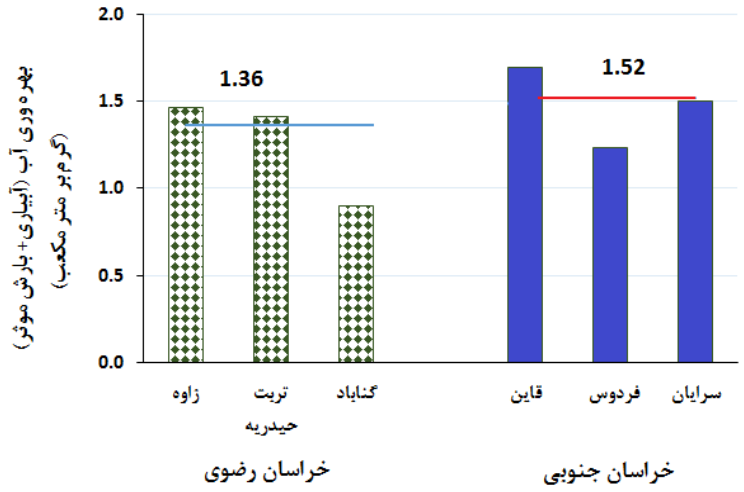
دامنه تغییرات بهره‌وری آب آبیاری در مزارع مورد نظر زیاد و بین ۰/۳۴ تا ۵ گرم بر مترمکعب بود و میانگین وزنی بهره‌وری آب آبیاری زعفران در کل مزارع دو استان برابر ۱/۹ گرم بر متر مکعب به‌دست آمد. بر اساس نتایج بدست آمده ۶۳ درصد مزارع منتخب دو استان بهره‌وری آب کمتر از ۱/۹ گرم بر مترمکعب داشتند. نتایج همچنین نشان داد که در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ نسبت به سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ بطور میانگین حدود ۲۰ درصد بهره‌وری آب آبیاری زعفران افزایش یافته‌است.

تغییرات بهره‌وری آب کابردی (آبیاری و بارش موثر) زعفران در دو استان

تحلیل واریانس بهره‌وری آب آبیاری آبیاری و بارش موثر سال جاری زعفران در استان‌های خراسان‌رضوی و خراسان‌جنوبی در جدول ۶ ارائه شده‌است. نتایج نشان داد تفاوت بهره‌وری آب آبیاری در استان‌های یادشده معنی‌دار نبود (جدول ۶). دلیل اصلی این عدم تفاوت به مشابهت عملکرد محصول در دو استان مرتبط است.

جدول ٦- تحلیل واریانس بهره‌وری مصرف آب آبیاری و بارش مؤثر زعفران در استان‌های منتخب کشور

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	نسبت F	مقدار P
بین استان‌ها	۰/۶۱	۱	۰/۶۱	۱/۲۸	۰/۲۶
درون استان‌ها	۵۷/۰۱	۱۲۰	۰/۴۸		
کل	۵۷/۶۲	۱۲۱			



شکل ٦- مقایسه میانگین وزنی بهره‌وری آب کاربردی در دو استان خراسان‌رضوی و جنوبی

در شکل ۶ میانگین وزنی بهره‌وری آب (با احتساب سطح زیرکشت زعفران در هر کدام از مناطق اجرا) در دو استان خراسان-رضوی و جنوبی با یکدیگر مقایسه شدند. میانگین وزنی بهره‌وری آب زعفران در استان‌های خراسان‌رضوی و جنوبی به‌ترتیب برابر ۱/۳۶و ۱/۵۲ گرم بر مترمکعب به‌دست آمد.

دامنه تغییرات بهره‌وری آب کاربردی در مزارع منتخب کشور زیاد و بین ۰/۲۶ تا ۳/۸۳ گرم بر مترمکعب بود. میانگین وزنی بهره‌وری آب کاربردی زعفران در دو استان خراسان‌رضوی و جنوبی برابر ۱/۳۷ گرم بر مترمکعب به‌دست آمد. بر اساس نتایج بدست آمده، بیش از ۵۶ درصد مزارع منتخب دو استان بهره‌وری آب کمتر از این مقدار داشتند.

نتایج همچنین نشان داد که بر خلاف بهره‌وری آب آبیاری، در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۶-۱۳۹۵ بهره‌وری آب کاربردی در دو استان تقریبا به یک مقدار بود. به نظر می‌رسد افزایش قابل توجه میزان بارندگی در سال دوم نسبت به سال اول جبران کاهش مخرج کسر بهره‌وری (آب آبیاری) و افزایش صورت کسر بهره‌وری (عملکرد) را کرده‌بود.

نتیجه‌گیری

میانگین وزنی حجم آب آبیاری در دو استان خراسان رضوی و جنوبی برابر ۴۶۰۳ مترمکعب بر هکتار به‌دست آمد. میانگین عملکرد زعفران، بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کاربردی (آبیاری + بارش موثر) در دو استان منتخب به‌ترتیب ۸/۳ کیلوگرم بر هکتار، ۱/۹ و ۱/۳۷ گرم بر مترمکعب به‌دست آمد. با توجه به مقادیر متوسط حجم آب مصرفی و سطح زیرکشت زعفران در دو استان خراسان‌رضوی و جنوبی، میزان حجم آب مصرفی در دو استان مذکور به میزان ۴۶۲/۳ میلیون مترمکعب در سال برآورد گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که با تغییر روش آبیاری از سطحی به بارانی، در مزارع زعفران نزدیک به ۱۰ درصد در میزان آب مصرفی صرفه‌جویی می‌گردد. همچنین با توجه به میزان آب داده‌شده توسط کشاورزان به مزارع زعفران و متوسط نیاز خالص آبیاری زعفران در مناطق منتخب، متوسط راندمان کاربرد آبیاری در مزارع زعفران منتخب دو استان برابر ۵۵ درصد برآورد گردید.

منابع

بی‌نام، ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۷، جلد سوم: محصولات باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات

رجبی، ز.، بهیار، م. ب.، غیور، ح.، عزتیان، و. 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.

سرمد، ز.، بازرگان، ع. و حجازی. الف. ۱۳۸۰. روش های تحقیق در علوم رفتاری. انتشارات آگاه. ۴۰۵ صفحه.

عباسی، ف.، ف. سهراب و ن. عباسی. ۱۳۹۵. ارزیابی راندمان آب آبیاری در ایران. نشریه تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۱۷(۶۷): ۱۱۳ – ۱۲۸.

قوام سعیدی نوقابی، س.، خاشعی سیوکی ، ع.، حمامی، ح.، شهیدی، ع. و یعقوب‌زاده، م. ۱۳۹۹. تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی زعفران با استفاده از روش لایسیمتری در اقلیم خشک کویری بیرجند. نشریه پژوهش‌های زعفران(دو فصلنامه). ۸(۱): ۱۶۱ – ۱۷۲.

مسافری ضیاء الدینی، ح. ۱۳۸۰. اثر رژیم های مختلف آبیاری بر عملکرد زعفران. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشگاه فردوسی مشهد.

یعقوبی، ف.، جامی الاحمدی، م.، بخشی، م. ر. و سیاری زهان، م. ح. ۱۳۹۴. مقایسه شاخص‌های کارایی فنی و اقتصادی مصرف آب در تولید گندم و زعفران در شهرستان قاینات. نشریه زراعت و فناوری زعفران. ۳(۴): ۲۲۵ – ۲۳۷.

Azizi, Gh., Moosavi, S. Gh., Seghatoleslami, M. J. and Rostampour, M. F. 2023. Effect of different irrigation sSystems and fertilizer types ons corm production. Journal of Medicinal Plants and By-products. 12(4):339-348.

El Grah1, F. Z., Bennasser, S.M., El Ghazali H., Hammou R. A., Harrouni, C. and Daoud, S. 2022. Characterization of the Moroccan saffron in relation to climate, soil, and water in its main production zones. Journal of horticulture and postharvest research. VOL. 5(2): 129-140.

Jafarzadeh, A., A. Khashei-Siuki, and A. Shahidi. 2015. "Modeling of climate change effects on saffron water requirement in south khorasan province by GIS." Journal of Saffron Research 3(2):163–74.

Mahdavi, M. 1999. Plant coefficient and saffron evartanspiration on standard condition. MSc thesis. Faculty of Agricultutre. Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

Keykhamoghadam, P., A. Kamgar-, Haghighi, A. Sepaskhah, and Sh. Zand-Parsa. 2013. "Determination of single and dual crop coefficients and potential evapotranspiration of developed saffron." Journal of Agricultural Meteorology 1(1):1–13.

Plant Production. 3(1): 1-16.

Statista. 2023. Saffron production worldwide in 2019, by leading country. Saffron: leading producers worldwide 2019 | Statista

Wenger, T. 2022. History of saffron. Longhua Chin Med 2022; 5:15 | https://dx.doi.org/10.2103

Raes, D. 2012. The ETo calculator, evapotranspiration from a reference surface. Reference Manual. Version 3.2. FAO. FAO, via delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy.

Sepaskhah, A.R., and Kamgar-Haghighi, A.A. 2009. Saffron irrigation regime. International Journal of

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.2, Vol. 18, Jun.-Jul. 2024, p. 237-246

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۸، خرداد - تیر ۱۴۰۳، ص. ۲۴۶-۲۳۷

Determination of Water Productivity of Saffron in Production Centers of This Product in Iran

H. Afshar[1]*, M.M. Nakhjavanimoghaddam[2], S. Sepehri [2], A. Zolfagharan [1]
Recived: Dec.16, 2023 Accepted: Apr.19, 2024

Abstract

The main purpose of this project was to measure the amount of saffron consumed water in farms managed by farmers in Razavi and South Khorasan provinces. 126 farms in two provinces were selected in two years (2017 & 2019). The amount of water consumed by saffron in the selected farms was measured by visiting the farms, completing the questionnaire, recording the irrigation program and measuring the water source discharge. Water requirement of saffron in different regions was calculated and compared with the amount of water consumed by farmers. Analysis of variance was used to investigate possible differences in yield, irrigation water and water productivity in saffron production. Analysis of the results showed that yield, volume of applied water and water productivity of saffron in two provinces was not significantly different. The average saffron yield, water productivity and water productivity plus effective rainfall were 8.3 kg/ha, 1.9 and 1.37 g/m^3, respectively. The average irrigation water consumption was 4628 and 4594 m^3/ha in the Razavi and South Khorasan provinces, respectively and the average of water consumed in two provinces was 4603 m^3/ha. The range of water use changes in selected farms was high and between 1543 and 8914 m^3/ha. In order to improve water productivity in saffron production in Iran, it is possible to increase yield per unit area or reduce water consumption per unit area with appropriate solutions. The average irrigation efficiency in the saffron farms of the two provinces was 55 percent.

Key words: Consuming water, Razavi and South Khorasan, Saffron yield, Water productivity

1- Assistant Professor, Agricultual Engineering Research Depertment, Razavi Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran
2- Assistant Professor Irrigation and Drainage Engineering Department, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3- Assistant Professor Irrigation and Drainage Engineering Department, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
4- Assistant Professor, Agricultual Engineering Research Depertment, Razavi Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: afsharch@yahoo.com)