Advanced Technologies in Water Efficiency
homepage:https://atwe.razi.ac.ir
Online ISSN:2783-4964
Razi University

Determination of applied water and water productivity in Saffron fields in Khorasan Razavi Province

Ardalan Zolfagharan[1]✉

[1] Corresponding Author, Assistant Professor of Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iran. E-mail: azolfagharan@yahoo.com

ABSTRACT

Introduction

Drought in Iran is a climatic fact and due to the growing need for water in different sectors, the problem of drought will become more acute in the coming years. In such cases, one of the practical solutions is the optimal use of water consumption. Water consumption management in agriculture can be very effective. Determining water consumption management indicators such as the amount of irrigation water, irrigation efficiency and water productivity in various crops and orchards in the country is one of the most important tools and key indicators in macro-agricultural planning. Regarding the volume of irrigation water in the agricultural sector, the figures provided in the country are very different. Therefore, it is necessary to do a research work and its results would be a great help for decision makers. Therefore, the main purpose of this research project is direct measurement and irrigation water fields of saffron cultivation under the management of farmers.

Methodology

This project is a crop-based research that measured applied water by farmers to produce saffron during a growing season. The farms in Torbat-e Heydarieh, Zaveh and Gonabad were identified and selected with the help of experts. In each selected plain, 6 farms were selected for data collection and monitoring. Three methods of surface irrigation, roll line and peifelex were evaluated in this project. The volume of irrigation water for saffron in each field was determined by measuring the flow rate of the water source and its operating time. For this purpose, first the output flow of the water source was measured with a suitable device (flume, couter) and then the irrigation time was measured. In each of the farms in questionnaire, the characteristics of the farms include; Crop area, total land area, field soil texture, soil electrical conductivity and irrigation water were measured. Some characteristics of farms such as location, irrigation method, irrigation water source, type of irrigation network (modern, traditional), characteristics of users, etc. were done by compiling information registration forms. In addition, the final yield of saffron was measured to calculate water use efficiency. The amount of saffron evapotranspiration in each region was calculated using meteorological data by Penman Mantis method.

Results and discussion

The results of field measurements showed that the average of applied water in Peifelex, roll line and surface irrigation systems were 3713, 3900 and 4691 m^3/ha respectively. The volume of saffron irrigation water in Torbat-e-Heydariyeh, Zaveh and Gonabad cities was 4974, 4816 and 4517 m^3/ha, respectively. The average yield of saffron in Zaveh and Torbat-e Heydariyeh counties was 7.3 kg / ha and in Gonabad county was 5 kg / ha. The highest crop water profuvtivity was 0.001669 kg / m3 in Zaveh city and the lowest was related to Gonabad city (0.001076 kg / m3). The results also showed that in all three studied regions, the net crop water requirement in the year of the research was higher than the last decade. Application efficiency based on ten-year statistics in Zaveh, Torbat-e Heydarieh and Gonabad counties was 51, 49 and 87%, respectively.

Conclusions

This study showed that in saffron cultivation irrigation, among the three methods of surface irrigation, roll line and Piflex, farmers give the least volume of irrigation water to the plant by Piflex method and the highest volume of irrigation water to the plant by surface method. On the other hand, saffron yield in irrigation with Piflex pipes was 7.4 kg / ha and the lowest yield in surface irrigation was 6 kg. As a result, the highest water use efficiency of 0.00198 kg / m3 was obtained in irrigation with Piflex pipes and the lowest efficiency of surface irrigation method was 0.00129 kg / m3. Comparison of saffron irrigation water volume in the three studied regione of Zaveh, Gonabad and Torbat Heydariyeh shows that the highest volume of saffron irrigation water belongs to Torbat Heydariyeh city and the lowest belongs to Gonabad. On the other hand, the highest yield of saffron was observed in Zaveh and Torbat-e Heydarieh counties and the lowest yield was observed in Gonabad. In total, the highest water use efficiency was 0.001714 kg / m3 in Zaveh city and the lowest productivity was 0.001103 kg / m3 in Gonabad. Water consumption efficiency in Torbat Heydariyeh was equal to 0.001713 kg / m3. Application efficiency based on ten-year statistics in Zaveh, Torbat-e Heydarieh and Gonabad counties was 51, 49 and 87%, respectively. According to the volume of irrigation water and the area under cultivation, the average weight of irrigation water volume was 4296 cubic meters per hectare.

Keywords: Irrigation water volume, Yield of saffron, Application efficiency

Article Type: Research Article
Article history: Received: 22 February 2022 **Revised:** 29 March 2022 **Accepted:** 16 April 2022 **ePublished:** 29 May 2022

Cite this article: Zolfagharan, A. (2022). Determination of irrigation water and water productivity in saffron of Khorasan Razavi province, *Advanced Technologies in Water Efficiency*, 2(1), 38-51, DOI: 10.22126/ATWE.2022.7535.1015

Publisher: Razi University
© The Author(s).

فناوری های پیشرفته در بهره وری آب

وبگاه نشریه: https://atwe.razi.ac.ir شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۹۶۴

تعیین آب کاربردی و بهره‌وری مصرف آب در مزارع زعفران استان خراسان رضوی

اردلان ذوالفقاران[۱] ✉

[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، ایران. رایانامه: azolfagharan@yahoo.com

چکیده

در خصوص حجم آب آبیاری در بخش کشاورزی اعداد و ارقام ارائه شده در کشور بسیار متفاوت بوده و در خصوص صحت آن‌ها نیز تردیدهای جدی وجود دارد. بنابراین، هدف اصلی از این طرح تحقیقاتی، اندازه‌گیری مستقیم و مزرعه‌ای آب آبیاری زراعت زعفران تحت مدیریت کشاورزان است. بدین ترتیب، حجم آب مصرف شده برای تولید زعفران در شهرستان‌های عمده استان خراسان رضوی (تربت‌حیدریه، زاوه و گناباد) در ۱۸ پرسشنامه اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های میدانی نشان داد که بیشترین حجم آب آبیاری زعفران متعلق به آبیاری سطحی به میزان ۴۶۹۱ مترمکعب در هکتار و کم‌ترین آن مربوط به آبیاری با لوله‌های پیفلکس به میزان ۳۷۱۳ مترمکعب در هکتار و آبیاری با رول لاین با حجم آب آبیاری ۳۹۰۰ متر مکعب در هکتار رتبه دوم را دارا بود. حجم آب آبیاری زعفران در شهرستان‌های تربت‌حیدریه، زاوه و گناباد به ترتیب به میزان ۴۹۷۴، ۴۸۱۶ و ۴۵۱۷ مترمکعب در هکتار بود. متوسط عملکرد زعفران در شهرستان‌های زاوه و تربت حیدریه به میزان ۷/۳ کیلوگرم در هکتار و در شهرستان گناباد به میزان ۵ کیلوگرم بر هکتار بود. بیشترین بهره‌وری مصرف آب در شهرستان زاوه به میزان ۰/۰۰۱۶۶۹ کیلوگرم بر متر مکعب و کم‌ترین آن مربوط به شهرستان گناباد به میزان ۰/۰۰۱۰۷۶ کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آمد. راندمان کاربرد بر اساس آمار ده‌ساله در شهرستان‌های زاوه، تربت حیدریه و گناباد به ترتیب برابر با ۵۱، ۴۹ و ۸۷ درصد به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، بهره‌وری آب، زعفران، آب آبیاری

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

سابقه مقاله: دریافت: ۰۳ اسفند ۱۴۰۰ **اصلاح:** ۰۹ فروردین ۱۴۰۱ **پذیرش:** ۲۷ فروردین ۱۴۰۱ **چاپ الکترونیکی:** ۰۸ خرداد ۱۴۰۱

استناد: ذوالفقاران، ا. (۱۴۰۱). تعیین آب آبیاری و بهره وری مصرف آب در مزارع زعفران استان خراسان رضوی، *فناوری‌های پیشرفته در بهره‌وری آب*، ۲(۱)، ۵۱-۳۸، شناسه دیجیتال: 10.22126/ATWE.2022.7535.1015

ناشر: دانشگاه رازی

© نویسندگان.

مقدمه

خشک سالی و کم‌آبی در ایران یک واقعیت اقلیمی است و با توجه به روند روزافزون نیاز بخش‌های مختلف به آب، مشکل خشک سالی در سال‌های آینده حادتر نیز خواهد شد. در چنین شرایطی یکی از راهکارهای مؤثر و عملی استفاده بهینه و صرفه‌جویی در مصرف آب است. مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی که بخش عمده‌ای از مصارف آب در ایران و جهان را نیز شامل می شود، می‌تواند بسیار مؤثر و راه‌گشا باشد. تخمین نسبتاً دقیق و یا تعیین شاخص‌های مدیریت مصرف آب ازجمله مقدار آب کاربردی، راندمان آبیاری و بهره‌وری آب محصولات زراعی و باغی مختلف در کشور از مهم‌ترین ابزارها و شاخص‌های کلیدی در برنامه‌ریزی‌های کلان مربوط به تأمین، تخصیص و مصرف اصولی از آب در بخش‌های مختلف ازجمله کشاورزی است (ابریشمی، ۱۳۷۲).

زعفران گیاهی است که به لحاظ آبیاری، برای مناطق خشک و نیمه‌خشک که با کمبود آب مواجه هستند بسیار مطلوب است، زیرا بنه‌های زعفران از نیمه اردیبهشت‌ماه که بارندگی‌های بهاره قطع می شود یک خواب با دوره ۵ ماهه را طی کرده و در این مدت نیاز به آبیاری ندارند. اما خارج از این محدوده، زعفران باید مانند هر محصول دیگری آبیاری شود. در نقاط زعفران کاری خراسان بسته به وضعیت آب و هوایی منطقه، آبیاری زعفران از اواسط مهرماه تا دهه اول آبان ماه شروع می‌گردد. ازآنجایی‌که رشد زعفران با آبیاری مزرعه آغازشده و اولین مرحله رشد، شروع گل‌دهی است، در مناطقی که سطح زیر کشت زیاد و کمبود کارگر وجود دارد برای این‌که برداشت زعفران با مشکل مواجه نشود آبیاری بین قطعات و با فواصل چند روز تقسیم می شود تا گل‌دهی مزرعه در اوج خود هم‌زمان نگردد. بنابراین اولین آبیاری در زعفران زمانی انجام می شود که سطح مزرعه خالی از گیاه است. با انجام آبیاری اول گل‌ها و سپس برگ‌ها در سطح مزرعه آشکار می‌شوند. آبیاری دوم زودتر از ۴ تا ۵ هفته پس از آبیاری اول انجام نمی شود. آبیاری‌های بعدی به فواصل ۱۲ تا ۱۴ روز، بسته به زمانی که آب در اختیار زارع باشد صورت می‌گیرد. اما در اوایل فروردین تا موقعی که در اواسط اردیبهشت‌ماه رنگ برگ‌ها به زردی می‌گراید در صورت امکان آبیاری باید به صورت هفتگی یا دوره‌های ۱۰ روزه انجام پذیرد. معمولاً از اواسط اردیبهشت‌ماه آبیاری زعفران قطع می‌گردد (ابریشمی، ۱۳۷۲).

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

زعفران به علت اینکه سیکل رشد رویشی آن منطبق بر فصولی از سال است که معمولاً ریزش باران و برف دارد عمده نیاز آبی آن به‌وسیله آب برف و باران تأمین می شود، لیکن میزان نیاز آبی آن در مقایسه با محصولات کمتر از غلات نیست که چون عمده آن به‌وسیله باران تأمین می‌شود باقی‌مانده نیاز آبی با ۳ الی ۵ نوبت آبیاری مرتفع می‌شود. به‌طورکلی نیاز آبی زعفران حدود ۴ الی ۵ هزار مترمکعب برآورد می‌شود. زمان آبیاری از مهرماه با اولین آب جهت آغاز رشد گیاه شروع‌شده که به آن خاک‌آب گفته می‌شود. پس‌ازاین آبیاری است که گل‌های زعفران ظاهر شده و پس‌ازآن برگ‌ها خارج می شوند. اگر زمان آبیاری مناسب نباشد امکان دارد که ظهور برگ و گل دچار اشکال گردد. یعنی در آبیاری زودهنگام برگ‌ها زودتر خارج‌شده و سپس از وسط آن‌ها گل خارج گردیده و آبیاری دیرهنگام نیز باعث می‌شود که خروج گل از لایه‌های سطحی خاک دچار اشکال شده و بدشکلی گلدهی به وجود می‌آید. لذا زمان اولین آبیاری بسیار مهم است قبل از اولین آبیاری وجین علف‌های هرز از سطح مزرعه انجام می‌شود و سپس کود دامی در سطح مزرعه توزیع و بعداً عمل آبیاری انجام می‌شود. هنگام گاو رو شدن عملیات سله شکنی و به زیرخاک بردن کود دامی انجام می‌شود پس از برداشت محصول آبیاری دوم که زاج آب است انجام می‌شود. در این مرحله کودهای شیمیایی توزیع می شود بستگی به مقدار ریزش برف و باران و برودت دما آبیاری نوبت‌های بعدی انجام می‌گردد (کمیته تدوین برنامه راهبردی زعفران، ۱۳۸۸). به‌طور سنتی آبیاری مزارع زعفران محدود به چهار آبیاری است، اما در فاصله ماه‌های مهر و اردیبهشت‌ماه نیاز آبی زعفران مانند هر گیاه دیگر باید تأمین گردد. بهترین زمان برای آبیاری اول با توجه به دمای هوا در خراسان ۱۵ مهر است. دور آبیاری ۱۵ روز نیز مناسب‌ترین دور آبیاری گزارش شده است. طول دوره‌های رشد اولیه، توسعه، میانی و نهایی زعفران به ترتیب ۳۰، ۵۵، ۱۰۵ و ۳۰ روز بوده و ضرایب گیاهی در این مراحل ۰/۴، ۰/۸۵ و ۰/۵۵ برآورد شده است (مسافری، ۱۳۸۰). کوچکی و همکاران (۱۳۹۵) به‌منظور مطالعه اثر برخی فاکتورهای زراعی بر رشد بنه‌های دختری زعفران، آزمایشی در سال‌های ۹۰-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا کردند.

نتایج نشان داد که تیمار آبیاری، موجب افزایش ۱۲ درصدی تعداد بنه‌های دختری و ریشه‌های انقباضی در هر کلون و کاهش ۱۹ درصدی تعداد جوانه گل دهنده، کاهش ۱۱ درصدی تعداد کل جوانه‌ها و نیز کاهش ۱۹ درصدی وزن بنه و کاهش ۸ درصدی قطر هر بنه دختری شد.

احمدی و همکاران (۱۳۹۵) تحقیقی جهت بررسی مدل مناسب تعیین نیاز آبی زعفران و تعیین میزان تنش‌های آبی وارده انجام دادند. نتایج نشان داد که معادلات بلانی – کریدل، جنسن – هیز اصلاح شده و هارگریوز از دقت بهتری نسبت به سایر معادلات برخوردار بودند. همچنین نیاز آبی زعفران در دشت بیرجند با استفاده از روش فائو–پنمن مانتیث ۲۳۵۰ مترمکعب در هکتار برای یک‌فصل زراعی برآورد شد و معادله هارگریوز با اختلاف ۱۶۱/۲۳– مترمکعب در هکتار نسبت به این روش، به‌عنوان مدلی مناسب تعیین گردید. علیزاده و همکاران (۱۳۸۸) تحقیقی در رابطه با بررسی مناسب‌ترین زمان شروع آبیاری زراعت زعفران در استان‌های خراسان رضوی، شمالی و جنوبی انجام دادند. بر اساس نتایج حاصله تاریخ گلدهی و زمان انجام اولین آبیاری گیاه زعفران بسته به اقلیم و دمای منطقه موردمطالعه بسیار متفاوت است. در مکان‌هایی با ارتفاع بالاتر از سطح دریا و میانگین دمای کمتر، معمولاً تاریخ گلدهی و زمان آبیاری زودهنگام و در اوایل پائیز است. با کم شدن ارتفاع و بالا رفتن دمای هوا تاریخ گلدهی و زمان انجام اولین آبیاری به اواسط و حتی به اواخر پائیز منتقل می‌شود. شمس‌آبادی و همکاران (۱۳۹۴) سعی کردند با بررسی دو پارامتر مهم مصرف آب در بخش کشاورزی یعنی بهره‌وری فیزیکی و بهره‌وری اقتصادی شرایط موجود در شهرستان باخرز را در مورد کشت محصول زعفران بررسی و ارزیابی کنند. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان بهره‌وری فیزیکی آب ۰/۰۰۱۸۴۶ کیلوگرم بر مترمکعب و میزان بهره‌وری اقتصادی آب ۳/ ۱۰۰۹۷۰ ریال بر هر مترمکعب است. کیخا مقدم و همکاران در سال (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای باهدف اندازه‌گیری و برآورد تبخیر–تعرق بالقوه و ضرایب گیاهی و دوگانه زعفران تکامل‌یافته در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به اتمام رساندند. نتایج این پژوهش نشان داد که مقدار کل تبخیر–تعرق بالقوه از لایسیمترهای کشت زعفران در سال سوم و چهارم به ترتیب ۷۲۶ و ۷۸۳ میلی‌متر، حداکثر تبخیر–تعرق زعفران برای سال سوم و چهارم به ترتیب ۶/۲۸ و ۶/۴۰ میلی‌متر بر روز بوده است. همچنین در این مطالعه طول مراحل رشد اولیه، توسعه گیاهی، میانی و پایانی رشد به ترتیب برابر با ۳۰، ۵۵، ۵۵ و ۶۵ روز تعیین شد. ضریب گیاهی یگانه، برای مراحل ابتدایی، میانی و انتهایی برای سال سوم به ترتیب ۰/۴۶، ۱/۲ و ۰/۳۵ و برای سال چهارم نیز به ترتیب ۰/۴۹، ۱/۲۵ و ۰/۳۵ و به‌طور میانگین برای سال سوم و چهارم ۰/۴۸، ۱/۲۳ و ۰/۳۵ برآورد شد. مقدار ضریب گیاهی پایه زعفران برای مراحل سه‌گانه رشد برای سال سوم به ترتیب برابر ۰/۱۵، ۰/۹۰ و ۰/۱۷ و در سال چهارم ۰/۱۵، ۰/۹۵ و ۰/۱۸ به دست آمد (کیخا مقدم و همکاران، ۱۳۹۲). در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۹۴ تحت عنوان "مدل سازی اثرات تغییر اقلیم روی نیاز آبی زعفران در خراسان جنوبی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی" صورت پذیرفت، محققین تلاش کردند تا بهترین سناریو تغییر اقلیم منطبق با منطقه موردمطالعه را شناسایی کرده و اثرات تغییر اقلیم را بر نیاز آبی محصول زعفران برآورد نمایند. به‌طورکلی، میانگین افزایش نیاز آبی در استان ۶۷ میلی‌متر در انتهای فصل کشت در سال ۲۰۴۰ میلادی پیش‌بینی شد. نتایج بیانگر آن بود که میانگین نیاز آبی زعفران در استان روند افزایشی به خود خواهد گرفت، به‌طوری‌که از ۴۲۵/۵۲ میلی‌متر به ۴۸۷/۶۱ میلی‌متر در سال خواهد رسید. به‌طورکلی، نتایج نشان داد، تغییر اقلیم اثرات منفی روی نیاز آبی زعفران در استان خراسان جنوبی خواهد داشت که پراکنش این افزایش در مناطق مختلف متفاوت خواهد بود (جعفر زاده و همکاران، ۱۳۹۴). رجبی و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای تلاش نمودند تا میزان نیاز آبی محصول زعفران را در مناطق مختلف استان اصفهان بررسی نمایند. نتایج این پژوهش نشان داد که ایستگاه‌های غرب و جنوب غرب استان دمای لازم برای کسب درجه–روز موردنیاز برای تکمیل دوره رشد گیاه به دست نمی‌آید. در دوره رشد زعفران، در ایستگاه اردستان با ۵۸۱ میلی‌متر، بیشترین نیاز آبی و ایستگاه کاشان با ۲۷۹ میلی‌متر، کم‌ترین نیاز آبی اندازه‌گیری شده است. فلاح قالهری و احمدی (۱۳۹۴) تلاش نمودند تا با استفاده از آمار درجه حرارت روزانه ایستگاه‌های هوا شناسی، طول دوره رشد زعفران را در سطح استان اصفهان پهنه‌بندی نمایند. نتایج این مطالعه نشان داد که تاریخ بهینه گلدهی زعفران بر اساس شرایط اقلیمی از نیمه اول مهر تا اواخر آبان ماه متغیر است. با در نظر گرفتن تاریخ گلدهی و نیاز درجه روز زعفران، زمان آبیاری قبل از گلدهی از نیمه دوم شهریورماه در نیمه غربی تا اوایل آبان ماه در مناطق شرقی ادامه خواهد داشت. ازنظر شرایط دمایی مناطق غرب، مرکز، شمال و شرق استان اصفهان برای توسعه محصول زعفران مناسب‌تر به نظر می‌رسد. بیشترین میزان نیاز آبی بر اساس تبخیر و تعرق منطقه موردمطالعه و ضریب گیاهی زعفران، در مراحل میانی، انتهایی و اولیه رخ می‌دهد. صادقی و همکاران (۱۳۹۵) باهدف تعیین الگوی کشت بهینه در دشت بیرجند با استفاده الگوریتم فراکاوشی جهش ترکیبی

قورباغه را به اتمام رساندند. پس از بدون بعد نمودن معیارهای دخیل تصمیم‌گیری و هدف، مدل تحت دو سناریو متفاوت موردبررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشـان داد که در سـناریوی اول زعفران، محصـولات جالیزی، زیره سـبز و سـبزیجات، بالاترین حد مربوطه (با توجه به وجود محدودیت) از سطح زیر کشت را به خود اختصاص دادند، اما در سناریوی دوم که محدودیت اختصاص سطح زیر کشت به محصولات کاهش یافت، ابتدا زعفران و سپس محصـولات جالیزی به ترتیب با مقادیر ۳۴/۸ و ۳۲/۵ درصـد از کل سـطح زیر کشـت، بیشـترین سـطح را به خود اختصاص دادند. همچنین با توجه به اقلیم خشک منطقه میزان آب مصرفی نسبت به الگوی کشت پایه در سناریوی اول و دوم به ترتیب ۱۴ و ۲۰ درصد کاهش داشت.

سپاسخواه و یارمی (۲۰۰۹)، اثر متقابل رژیم آبیاری و شوری بر عملکرد گل و رشد زعفران را بررسی کردند. تیمارهای آبیاری شامل چهار دور آبیاری (به ترتیب ۲، ۴، ۶ و ۸ روز) و تیمارهای شـوری آب آبیاری مقدار ۰/۵، ۱/۷، ۲/۹ و ۴ دسـی زیمنس بر متر بود. نتایج نشـان داد که عملکرد زعفران و کلاله گل به ترتیب بیشترین و کم‌ترین حساسیت به کاهش آب آبیاری را دارند. مقادیر آستانه شوری آب آبیاری به ترتیب برابر با ۰/۱۳ و ۰/۴۸ دسی زیمنس بر متر برای گل و ریشه بود. هنگامی‌که آب‌شور برای آبیاری زعفران استفاده می‌شود، فاصله آبیاری باید برای جلوگیری از تنش شدید آب کمتر باشد (به‌عنوان‌مثال فاصله زمانی ۲ روز). یارمی و همکاران (۲۰۱۱) برای تعیین تبخیر و تعرق بالقوه و ضریب گیاهی زعفران با اسـتفاده از لایسـیمتر بیلان آبی تحقیقی انجام دادند. تبخیر – تعرق بالقوه زعفران و تبخیر – تعرق بالقوه گیاه مرجع با روش پنمن فائو در منطقه باجگاه به ترتیب ۵۲۴ و ۸۱۱ میلی‌متر در طی فصل رشد به دست آمد. ضریب گیاهی زعفران در دوره ابتدایی رشد، دوره رشـد میانی و انتهایی به ترتیب ۰/۴۱، ۰/۹۵ و ۰/۳۵ محاسـبه‌شـده اسـت. بهدانی و همکاران (۲۰۰۸) به‌منظور ارزیابی و کمی کردن روابط بین مصرف عناصر غذایی و عملکرد زعفران در پهنه اقلیمی مرکز و جنوب خراسان، مطالعه‌ای در چهار شهر بیرجند، گناباد، قاین و تربت‌حیدریه که مهم‌ترین مناطق تولید زعفران ایران هستند انجام دادند. ۱۶۰ مزرعه زعفران یک‌ساله تا پنج‌ساله طی دو سال زراعی ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ موردبررسی قرار گرفت. توابع برازش داده‌شـده بین عملکرد و میزان مصـرف کود دامی بیانگر ارتباط خطی مثبتی بین آن‌ها بوده و شـیب منحنی افزایش عملکرد نسبت به مصرف کود دامی در بیرجند بیشتر از سایر شهرها بود.

ازنظر میزان مصرف آب در بخش‌های مختلف، در ایران نیز همانند سایر کشورها، بخش قابل‌توجهی از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی در بخش کشاورزی استفاده می شود. هرچند، تاکنون حجم آب کاربردی در بخش کشاورزی به‌طور دقیق تعیین یا برآورد نشده اما این موضوع همواره از دغدغه‌های اصلی متولیان و برنامه‌ریزان صنعت آب کشور بوده و است. در شرایط فعلی که تناقضاتی در آب کاربردی محصولات مختلف بین سازمان‌های مختلف و به‌طور خاص بین وزارت نیرو و وزارت جهاد کشاورزی وجود دارد، انجام یک کار پژوهشی در سطح کشور که بتواند به مقادیر واقعی درباره حجم آب کاربردی محصولات مختلف در کشور منتهی شود، امری لازم و ضروری بوده و نتایج آن می‌تواند کمک شـایانی به تصـمیم‌گیری مسـئولین مرتبط با آب و کشـاورزی بنماید. لذا، هدف اصـلی این مقاله، اندازه‌گیری مسـتقیم و مزرعه‌ای آب کاربردی زعفران تحت مدیریت زارعان استان خراسان رضوی است. اهداف دیگر این مقاله مقایسه حجم آب کاربردی زعفران در منابع آبی انتخابی و تعیین بهره‌وری مصرف آب زعفران در مناطق موردانداز‌ه‌گیری شده است.

روش پژوهش

این پروژه، یک پژوهش محصول محور است که آب‌داده شده توسط کشاورزان برای تولید زعفران در طول یک‌فصل زراعی، بدون دخالت کارشـناس در بحث مدیریت آبیاری زارع، اندازه‌گیری شـد. مزارع مورد نظر در شـهرسـتان‌های تربت‌حیدریه، زاوه و گناباد با کمک کارشـناسـان معاونت تولیدات گیاهی، مدیریت هماهنگی ترویج و مدیریت آب‌وخاک سازمان‌های جهاد کشاورزی استان، شناسایی و انتخاب شد. منابع آبی مزارع نیز طوری انتخاب شد که عوامل مختلف ازجمله روش آبیاری، بافت خاک و کیفیت آب آبیاری را پوشش دهند. در هر شهرستان انتخابی ۶ مزرعه برای داده‌برداری و پایش انتخاب شد. سه روش آبیاری سطحی، رول لاین و پیفلکس در این طرح مورد ارزیابی قرار گرفت.

حجم آب آبیاری محصـول زعفران در هر مزرعه در طول فصـل زراعی با اندازه‌گیری دبی منبع آبی و زمان کارکرد آن تعیین شـد. برای این منظور ابتدا مقدار دبی خروجی منبع آبی انتخاب‌شـده (چاه، اسـتخر و قنات) با وسـیله مناسـب (فلوم، کنتور) اندازه‌گیری و سـپس زمان آبیاری اندازه‌گیری شد. در هرکدام از مزارع موردنظر، ویژگی مزارع شامل: سطح زیر کشت محصول، سطح کل اراضی زیر منبع آبی، بافت خاک مزارع،

هدایت الکتریکی خاک و آب آبیاری مورداستفاده، اندازه‌گیری شد. برخی از مشخصات مزارع از قبیل موقعیت دقیق مکانی با GPS، روش آبیاری، منبع آب آبیاری (سطحی، زیرزمینی)، نوع شبکه (مدرن، سنتی)، مشخصات بهره‌برداران و غیره با تدوین فرم‌های ثبت اطلاعات انجام شد. در ضمن عملکرد نهایی زعفران، جهت محاسبه بهره‌وری مصرف آب در هر مزرعه اندازه‌گیری شد. مقدار تبخیر و تعرق گیاه زعفران در هر منطقه با استفاده از داده‌های هواشناسی نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه اجرای طرح در دوره ۱۰ ساله اخیر (۱۳۸۷– ۱۳۹۷) و سال زراعی انجام تحقیق (۱۳۹۷–۱۳۹۸) با استفاده از روش پنمن مانتیث محاسبه شد.

شاخص بهره‌وری آب زعفران از نسبت مقدار عملکرد محصول (کیلوگرم بر هکتار) به حجم آب مصرفی (مترمکعب بر هکتار) به دست آمد (رابطه ۱).

$$WUE = CY/CW \quad (۱)$$

که در آن:

WUE= بهره‌وری آب در تولید زعفران (کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی)

CY= عملکرد زعفران (کیلوگرم بر هکتار)

CW= حجم آب مصرفی در تولید زعفران (مترمکعب بر هکتار)

برای برآورد شاخص بهره‌وری آب و بارش مؤثر از نسبت عملکرد محصول به حجم آب مصرفی و بارش مؤثر استفاده شد.

برای برآورد نیاز آبی خالص زعفران در مناطق موردمطالعه و تبخیر- تعرق مرجع، از نرم‌افزار ETo-calculator به روش پنمن‌مانتیث فائو و با استفاده از آمار و اطلاعات نزدیک‌ترین ایستگاه‌های هواشناسی به مناطق موردمطالعه استفاده شد. اطلاعات هواشناسی مورداستفاده شامل متوسط روزانه مقادیر درجه حرارت و رطوبت نسبی حداکثر و حداقل هوا، سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری و تعداد ساعات آفتابی در شبانه‌روز در یک دوره آماری ۱۰ ساله (۱۳۸۷– ۱۳۹۷) بودند. پس از تعیین مقادیر تبخیر- تعرق مرجع، میزان تبخیر-تعرق پتانسیل زعفران در مناطق موردمطالعه با استفاده از رابطه تجربی (رابطه ۲) برآورد شد.

$$ETc = Kc * ETo \quad (۲)$$

در پژوهش حاضر، ضرایب گیاهی مربوط به هر مرحله رشد زعفران (جدول ۱) بر اساس پیشنهاد احمدی و همکاران (۱۳۹۵) انتخاب شد

جدول ۱. ضریب گیاهی زعفران در استان خراسان جنوبی در طول دوره رشد

۹ مهر – ۹ آبان	۱۰ آبان – ۹ آذر	۱۰ آذر – ۱۰ دی	۱۱ دی – ۱۱بهمن	۱۲ بهمن– ۹ اسفند	۱۰ اسفند– ۱۱ فروردین	۱۲ فروردین– ۱۰ اردیبهشت	۱۱ اردیبهشت – ۱۰خرداد
۰/۳۸	۰/٤٦	۰/۷۸	۰/۸٤	۰/٦۸	۰/۵۰	۰/٤۱	۰/۳۷

نتایج و بحث

بررسی پارامترهای اندازه‌گیری شده

پارامترهای اندازه‌گیری شـده در شـهرسـتان‌های موردمطالعه زاوه، تربت حیدریه و گناباد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت، بررسـی پارامترهای اندازه‌گیری شده نشان داده که ارتفاع از سطح دریا بین ۱۰۴۰ تا ۱۴۳۴ متر، شوری آب آبیاری بین ۳۵۰ تا ۲۷۰۰ dS/m، اقلیم گرم و خشـک، منابع آبی: چاه، رودخانه و قنات، سـن پیاز زعفران بین ۲ تا ۶ سـال، نوبت‌های آبیاری از ۴ تا ۷ نوبت و حجم آب آبیاری بین ۳۶۵۰ تا ۵۱۰۰ مترمکعب در هکتار، متغیر بود. مقادیر مورد بحث در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول۲. نتایج یادداشت‌برداری و اندازه‌گیری از مزارع موردمطالعه

کد مزرعه	شهرستان	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	سطح زیر کشت (ha)	شوری آب آبیاری (dS/m)	روش آبیاری	نوبت‌های آبیاری	حجم آب مصرفی (m3/ha)	تبخیر و تعرق سال جاری (mm)	باران مؤثر سال جاری (mm)	تبخیر و تعرق ده‌ساله (mm)	باران مؤثر ده‌ساله (mm)	عملکرد (Kg/ha)
۱	زاوه	۵۹-۲۸-۲۱	۳۵-۱۶-۳۷	۲۰	۴۰۰	رول‌لاین	۶	۳۸۰۰	۴۸۳	۱۲۹	۴۰۴	۱۶۰	۶/۵
۲	زاوه	۵۹-۲۹-۱۳	۳۵-۱۵-۴۵	۸	۳۶۰	پیفلکس	۶	۳۶۵۰	۴۸۳	۱۲۹	۴۰۴	۱۶۰	۷/۰
۳	زاوه	۵۹-۲۹-۷۸	۳۵-۱۴-۵۴	۳	۳۵۰	پیفلکس	۷	۳۷۰۰	۴۸۳	۱۲۹	۴۰۴	۱۶۰	۷/۲
۴	زاوه	۵۹-۲۷-۱۱	۳۵-۱۸-۹۸	۴	۷۵۰	سطحی	۵	۵۰۰۰	۴۸۳	۱۲۹	۴۰۴	۱۶۰	۷/۵
۵	زاوه	۵۹-۲۶-۴۵	۳۵-۱۷-۳۹	۱	۴۰۰	سطحی	۴	۴۷۰۰	۴۸۳	۱۲۹	۴۰۴	۱۶۰	۷/۳
۶	زاوه	۵۹-۲۸-۴۲	۳۵-۱۷-۵	۱	۳۵۰	سطحی	۴	۴۸۰۰	۴۸۳	۱۲۹	۴۰۴	۱۶۰	۷/۲
۷	تربت‌حیدریه	۵۹-۱۱-۵۴	۳۵-۱۷-۲	۳	۴۰۰	پیفلکس	۶	۳۸۰۰	۴۸۳	۱۲۹	۴۰۴	۱۶۰	۷/۲
۸	تربت‌حیدریه	۵۹-۱۱-۴۵	۳۵-۱۷-۹	۳	۲۷۰۰	رول‌لاین	۵	۳۹۰۰	۴۸۳	۱۲۹	۴۰۴	۱۶۰	۶/۸
۹	تربت‌حیدریه	۵۹-۱۲-۴۲	۳۵-۱۵-۶۵	۳	۸۵۰	سطحی	۴	۴۹۰۰	۴۸۳	۱۲۹	۴۰۴	۱۶۰	۷/۵
۱۰	تربت‌حیدریه	۵۹-۱۱-۵۷	۳۵-۱۶-۲	۵	۷۰۰	رول‌لاین	۶	۴۰۰۰	۴۸۳	۱۲۹	۴۰۴	۱۶۰	۷/۰
۱۱	تربت‌حیدریه	۵۹-۱۱-۴۵	۳۵-۱۸-۵	۲	۹۰۰	پیفلکس	۶	۳۷۰۰	۴۸۳	۱۲۹	۴۰۴	۱۶۰	۸/۰
۱۲	تربت‌حیدریه	۵۹-۱۰-۱۰	۳۵-۱۶-۵	۵	۸۰۰	سطحی	۴	۵۱۰۰	۴۸۳	۱۲۹	۴۰۴	۱۶۰	۷/۰
۱۳	گناباد	۵۸-۴۴-۵۵	۳۴-۲۲-۲	۲	۷۵۰	سطحی	۴	۴۳۰۰	۶۷۶	۸۷	۴۷۲	۷۷	۴/۸
۱۴	گناباد	۵۸-۴۳-۵	۳۴-۲۰-۲	۵	۸۵۰	سطحی	۵	۴۶۰۰	۶۷۶	۸۷	۴۷۲	۷۷	۵/۰
۱۵	گناباد	۵۸-۴۵-۳۲	۳۴-۲۲-۱	۳	۸۰۰	سطحی	۴	۴۴۰۰	۶۷۶	۸۷	۴۷۲	۷۷	۵/۰
۱۶	گناباد	۵۸-۴۴-۶۵	۳۴-۲۰-۵	۵	۷۵۰	سطحی	۵	۴۷۰۰	۶۷۶	۸۷	۴۷۲	۷۷	۵/۲
۱۷	گناباد	۵۸-۴۵-۳۷	۳۴-۲۳-۶	۵	۶۰۰	سطحی	۴	۴۵۰۰	۶۷۶	۸۷	۴۷۲	۷۷	۴/۸
۱۸	گناباد	۵۸-۴۱-۵	۳۴-۲۱-۴۵	۵	۲۵۰۰	سطحی	۵	۴۶۰۰	۶۷۶	۸۷	۴۷۲	۷۷	۵/۱

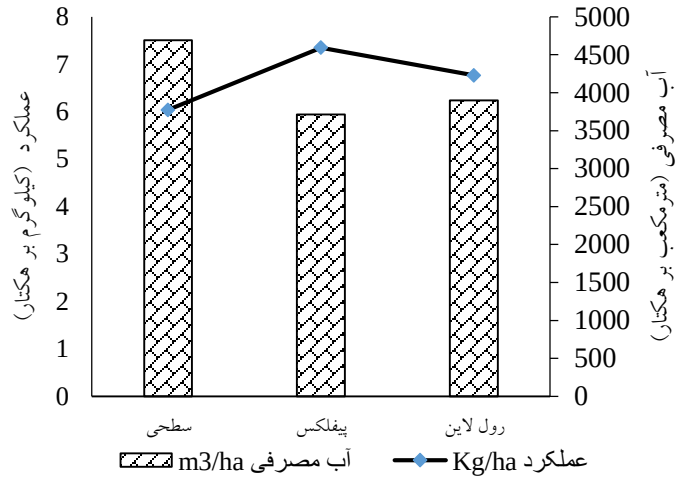
تبخیر و تعرق زعفران بر اساس داده‌های سال انجام تحقیق و داده‌های ده‌ساله اخیر

تبخیر و تعرق پتانسیل (ETo) بر اساس داده‌های نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی با روش پنمن مانتیث برای شهرستان‌های موردمطالعه، در سال انجام تحقیق و ده ساله اخیر محا سبه گردید. با توجه به نزدیکی شهر ستان‌های زاوه و تربت‌حیدریه و عدم وجود ای ستگاه هوا شنا سی در شهر ستان زاوه، جهت برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل، از داده‌های ایستگاه هوا شنا سی تربت‌حیدریه ا ستفاده شد. با توجه به مقادیر روزانه Kc در نمودار ضریب گیاهی زعفران و با توجه به مقادیر روزانه تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه‌شده، مقادیر تبخیر و تعرق گیاه زعفران (ETc) به دست

آمد. مجموع ETc روزانه در شهر ستان‌های زاوه و تربت‌حیدریه بر ا ساس داده‌های سال جاری و داده‌های ده ساله به ترتیب ۴۸۲/۶ و ۴۰۳/۸ میلی‌متر و مجموع ETc روزانه در شهرستان گناباد بر اساس داده‌های سال جاری و داده‌های ده‌ساله به ترتیب ۶۷۶ و ۴۷۱/۵ میلی‌متر به دست آمد مقادیر مورد بحث در جدول ۲ نشان داده شده است.

حجم آب آبیاری و عملکرد زعفران در روش‌های مختلف آبیاری

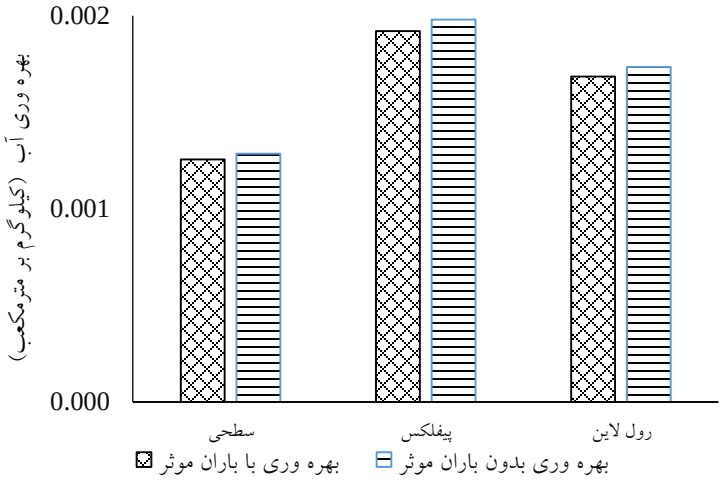
با توجه به اینکه سه روش آبیاری سطحی، رول لاین و پیفلکس در کشت زعفران در شهرستان‌های تربت‌حیدریه و زاوه مورداستفاده قرارگرفته بود، لذا حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری م صرف آب در ک شت زعفران در این سه روش آبیاری با یکدیگر مقای سه شدند. نتایج ن شان می‌دهد که بی‌شترین حجم آب آبیاری زعفران متعلق به آبیاری سطحی با حجم ۴۶۹۱ مترمکعب در هکتار و کم‌ترین آن مربوط به آبیاری پیفلکس با حجم ۳۷۱۳ مترمکعب در هکتار ا ست. آبیاری با رول لاین با حجم آب آبیاری ۳۹۰۰ مترمکعب در هکتار رتبه دوم را دارا ا ست. شکل ۱ بیانگر این مو ضوع می با شد. یعقوبی و همکاران (۱۳۹۴) میزان آب م صرفی زعفران در مزارع مختلف شهر ستان قاین را بین ۳۶۵۸ تا ۴۸۳۲ مترمکعب بر هکتار گزارش نموده‌اند. در مقای سه عملکرد زعفران در هر یک از روش‌های آبیاری، بی شترین عملکرد زعفران در آبیاری با لوله‌های پیفلکس به میزان ۷/۴ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین عملکرد در آبیاری سطحی به میزان ۶ کیلوگرم بر هکتار مشاهده شد. در شکل ۱ عملکرد و حجم آب آبیاری زعفران در روش‌های آبیاری مقایسه شده‌اند.



شکل۱. مقایسه عملکرد و حجم آب آبیاری زعفران در روش‌های آبیاری

بهره‌وری مصرف آب زعفران بدون باران مؤثر و با باران مؤثر در روش‌های مختلف آبیاری

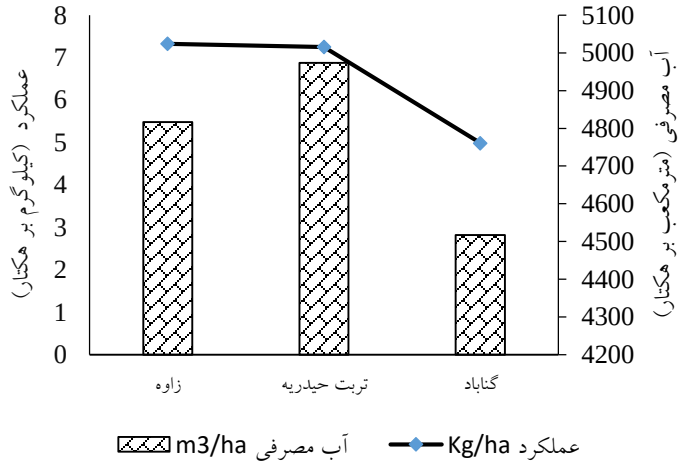
از تق سیم متو سط عملکرد زعفران بر حجم آب اندازه‌گیری شده، بهره‌وری م صرف آب برح سب کیلوگرم بر مترمکعب به د ست آمد. بی شترین بهره‌وری مصرف آب به میزان ۰/۰۰۱۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب در آبیاری با لوله‌های پیفلکس و کم‌ترین بهره‌وری در روش آبیاری سطحی به میزان ۰/۰۰۱۲۹ کیلوگرم بر مترمکعب حا صل شد (شکل ۲). با در نظر گرفتن باران مؤثر در سال انجام تحقیق و ا ضافه نمودن آن به حجم آب اندازه‌گیری شده، مقدار واقعی آب آبیاری حاصل خواهد شد. بیشترین بهره‌وری مصرف آب با در نظر گرفتن باران مؤثر، مربوط به روش آبیاری با لو له های پیفلکس به میزان ۰/۰۰۱۹۲ کیلوگرم بر مترمکعب و کم‌ترین آن مربوط به روش آبیاری سطحی به میزان ۰/۰۰۱۲۶ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. شکل ۲ بیانگر مقایسه بهره‌وری مصرف آب در روش‌های آبیاری با باران مؤثر و بدون باران مؤثر می باشد.



شکل۲. مقایسه بهره‌وری مصرف آب در روش‌های آبیاری با باران مؤثر و بدون باران مؤثر

حجم آب آبیاری و عملکرد زعفران در شهرستان‌های موردمطالعه

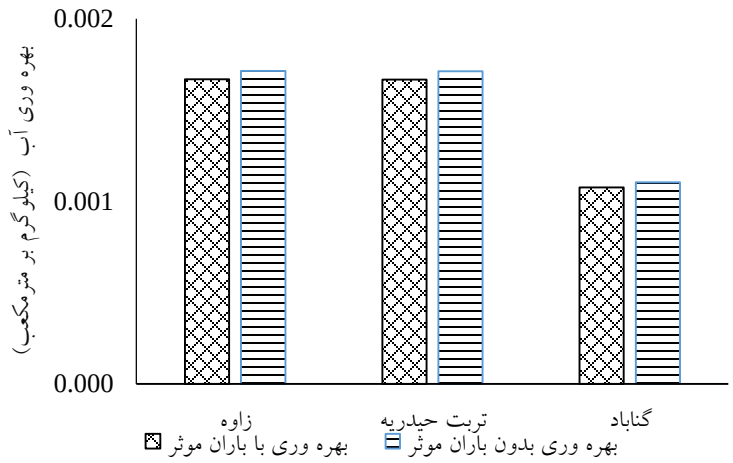
مقایسه حجم آب آبیاری زعفران در سه شهرستان موردمطالعه زاوه، گناباد و تربت‌حیدریه نشان می‌دهد که بیشترین حجم آب آبیاری زعفران متعلق به شهرستان تربت‌حیدریه با حجم ۴۹۷۴ مترمکعب در هکتار و کم‌ترین آن مربوط به گناباد با حجم ۴۵۱۷ مترمکعب در هکتار است. شهرستان زاوه با حجم آب آبیاری ۴۸۱۶ مترمکعب در هکتار رتبه دوم را دارا است (شکل ۳). بیشترین عملکرد زعفران در شهرستان‌های زاوه و تربت‌حیدریه به میزان ۷/۳ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین عملکرد در گناباد به میزان ۵ کیلوگرم بر هکتار مشاهده شد. شکل ۳ بیانگر عملکرد و حجم آب آبیاری زعفران در شهرستان های مورد مطالعه است.



شکل۳. عملکرد و حجم آب آبیاری زعفران در شهرستان‌های موردمطالعه

بهره‌وری مصرف آب در زعفران بدون باران مؤثر و با باران مؤثر در شهرستان‌های موردمطالعه

بیشترین بهره‌وری مصرف آب در شهرستان زاوه به میزان ۰/۰۰۱۷۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب و کم‌ترین بهره‌وری در گناباد به میزان ۰/۰۰۱۱۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد. بهره‌وری مصرف آب در تربت‌حیدریه برابر با ۰/۰۰۱۷۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد (شکل ۴). شمس‌آبادی و همکاران (۱۳۹۴) میزان بهره‌وری فیزیکی آب ۰/۰۰۱۸۴۶ کیلوگرم بر مترمکعب و میزان بهره‌وری اقتصادی آب ۱۰۰۹۷۰ ریال بر هر مترمکعب گزارش کردند. بیشترین بهره‌وری مصرف آب مربوط به شهرستان زاوه به میزان ۰/۰۰۱۶۶۹ کیلوگرم بر مترمکعب و کم‌ترین آن مربوط به شهرستان گناباد به میزان ۰/۰۰۱۰۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب است. در نتایج حاصل از بهره‌وری با باران مؤثر نسبت به حالت بدون بارندگی مؤثر، کاهش جزئی وجود دارد. شکل ۴ بیانگر مقایسه مصرف آب در شهرستان‌های مورد مطالعه با باران مؤثر و بدون باران مؤثر است.



شکل٤. مقایسه بهره‌وری مصرف آب در شهرستان‌های موردمطالعه با باران مؤثر و بدون باران مؤثر

نیاز خالص آبیاری بر اساس داده‌های سال انجام تحقیق و داده‌های ده‌ساله اخیر

با کسر باران مؤثر (Re) از تبخیر و تعرق زعفران (ETc) نیاز خالص آب آبیاری، با استفاده از داده‌های سال انجام تحقیق و داده‌های ده‌ساله محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد که در هر سه شهرستان موردمطالعه، نیاز خالص در سال انجام تحقیق از نیاز خالص محاسبه شده با داده‌های ده‌ساله اخیر بیشتر است و بیشترین نیاز خالص آب آبیاری مربوط به شهرستان گناباد است بطوریکه نیاز خالص در شهرستان گناباد در سال جاری ۴۷۱/۵ میلی‌متر و بر اساس داده‌های ده‌ساله اخیر ۳۹۴/۵ میلی‌متر است. مقادیر مورد بحث در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. نیاز خالص آبیاری زعفران بر اساس داده‌های سال انجام تحقیق و داده‌های ده‌ساله اخیر (برحسب mm)

شهرستان	تبخیر و تعرق سال جاری	باران مؤثر سال جاری	نیاز خالص سال جاری	تبخیر و تعرق ده‌ساله	باران مؤثر ده‌ساله	نیاز خالص ده‌ساله
زاوه و تربت‌حیدریه	٤٨٢/٦	١٢٩/٢	٣٥٣/٤	٤٠٣/٨	١٥٩/٥	٢٤٤/٣
گناباد	٦٧٦/٠	٨٧/٢	٥٨٨/٧	٤٧١/٥	٧٧/٠	٣٩٤/٥

راندمان کاربرد بر اساس آمار یک‌ساله و ده‌ساله

با توجه به نیاز خالص آب آبیاری با توجه به حجم آب مصرفی، راندمان کاربرد در هر یک از شهرستان‌های موردمطالعه بر اساس داده‌های سال انجام تحقیق و داده‌های ده‌ساله محاسبه شد (جدول ۴). راندمان کاربرد بر اساس آمار سال جاری در شهرستان تربت‌حیدریه و زاوه به ترتیب

برابر با ۷۱ و ۷۳ درصد است و در شهرستان گناباد این مقدار به بیش از ۱۰۰ درصد یعنی در حدود ۱۳۰ درصد رسیده است علت این امر به دلیل کم آبیاری شدید به دلیل خشک شدن منابع آب و افزایش نیاز خالص آب آبیاری براثر گرمای بیش‌ازحد در سال جاری است. راندمان کاربرد بر اساس آمار ده‌ساله در شهرستان‌های زاوه، تربت‌حیدریه و گناباد به ترتیب برابر با ۵۱، ۴۹ و ۸۷ درصد به دست آمد که با نتایج به‌دست‌آمده توسط عباسی و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت دارد.

جدول٤. راندمان کاربرد بر اساس آمار یک‌ساله و ده‌ساله هواشناسی در شهرستان‌های موردمطالعه

شهرستان	حجم آب مصرفی (متوسط وزنی)	نیاز خالص بر اساس آمار ده‌ساله	نیاز خالص بر اساس آمار یک‌ساله	راندمان کاربرد (آمار ده‌ساله)	راندمان کاربرد (آمار یک‌ساله)
زاوه	٤٨١٦	٢٤٤٣	٣٥٣٤	٥١	٧٣
تربت	٤٩٧٤	٢٤٤٣	٣٥٣٤	٤٩	٧١
گناباد	٤٥١٧	٣٩٤٠	٥٨٨٧	٨٧	١٣٠

حجم کل آب آبیاری و متوسط حجم آب آبیاری زعفران

حجم آب آبیاری اندازه‌گیری شده و سطح زیر کشت زعفران در شهرستان‌های موردمطالعه در جدول ۴ آورده شده است. با توجه به حجم آب آبیاری و سطح زیر کشت، متوسط وزنی حجم آب آبیاری ۴۲۹۶ مترمکعب در هکتار به دست آمد. حجم کل آب آبیاری در شهرستان‌های زاوه، تربت‌حیدریه و گناباد به ترتیب ۵۰/۱۷۴، ۳۷/۱۰۲ و ۱۶/۲۶۱ میلیون مترمکعب به دست آمد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بیشترین حجم آب در شهرستان زاوه برای کشت زعفران مصرف‌شده است. یعقوبی و همکاران (۱۳۹۴) میزان آب مصرفی زعفران در مزارع مختلف شهرستان قاین را بین ۳۶۵۸ تا ۴۸۳۲ مترمکعب بر هکتار گزارش نموده‌اند.

جدول ٤. متوسط حجم آب آبیاری اندازه‌گیری شده و سطح زیر کشت شهرستان‌های موردمطالعه

شهرستان	متوسط حجم آب آبیاری (m^3/ha)	سطح زیر کشت (ha)	حجم کل آب آبیاری (میلیون مترمکعب)
زاوه	٤٢٧٥	١١٧٦٠	٥٠/٢٧٤
تربت‌حیدریه	٤٢٣٣	٨٧٦٥	٣٧/١٠٢
گناباد	٤٥١٧	٣٦٠٠	١٦/٢٦١

بحث

خشک‌سالی و کم‌آبی در ایران یک واقعیت اقلیمی است و با توجه به روند روزافزون نیاز بخش‌های مختلف به آب، مشکل خشک‌سالی در سال‌های آینده حادتر نیز خواهد شد. در چنین شرایطی یکی از راهکارهای مؤثر و عملی استفاده بهینه و صرفه‌جویی در مصرف آب است. مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی که بخش عمده‌ای از مصارف آب در ایران و جهان را نیز شامل می‌شود، می‌تواند بسیار مؤثر و راه‌گشا باشد. تخمین نسبتاً دقیق و یا تعیین شاخص‌های مدیریت مصرف آب ازجمله مقدار آب کاربردی، راندمان آبیاری و بهره‌وری آب محصولات زراعی و باغی مختلف در کشور از مهم‌ترین ابزارها و شاخص‌های کلیدی در برنامه‌ریزی‌های کلان مربوط به تأمین، تخصیص و مصرف اصولی از آب در بخش‌های مختلف ازجمله کشاورزی است.

بنابراین، هدف اصلی از این طرح تحقیقاتی، اندازه‌گیری مستقیم و مزرعه‌ای آب آبیاری زراعت زعفران تحت مدیریت کشاورزان است. بدین ترتیب، حجم آب مصرف‌شده برای تولید زعفران در شهرستان‌های عمده استان خراسان رضوی (تربت‌حیدریه، زاوه و گناباد) در ۱۸ پرسشنامه اندازه‌گیری شد.

نتیجه‌گیری

این تحقیق نشان داد که در آبیاری کشت زعفران، از بین سه روش آبیاری سطحی، رول لاین و پیفلکس، کشاورزان مناطق موردمطالعه با روش پیفلکس کم‌ترین حجم آب آبیاری و با روش سطحی بیشترین حجم آب آبیاری را به گیاه می‌دهند. زیرا نتایج نشان داد که بیشترین حجم آب آبیاری زعفران متعلق به آبیاری سطحی و کم‌ترین آن مربوط به آبیاری پیفلکس است. از طرفی بیشترین عملکرد زعفران در آبیاری با لوله‌های پیفلکس به میزان ۷/۴ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین عملکرد در آبیاری سطحی به میزان ۶ کیلوگرم بر بود. درنتیجه بیشترین بهره‌وری مصرف آب به میزان ۰/۰۰۱۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب در آبیاری با لوله‌های پیفلکس و کم‌ترین بهره‌وری درروش آبیاری سطحی به میزان ۰/۰۰۱۲۹ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد.

مقایسه حجم آب آبیاری زعفران در سه شهرستان موردمطالعه زاوه، گناباد و تربت‌حیدریه نشان می‌دهد که بیشترین حجم آب آبیاری زعفران متعلق به شهرستان تربت‌حیدریه و کم‌ترین آن مربوط به گناباد است. از طرفی بیشترین عملکرد زعفران در شهرستان‌های زاوه و تربت‌حیدریه و کم‌ترین عملکرد در گناباد مشاهده شد. درمجموع، بیشترین بهره‌وری مصرف آب در شهرستان زاوه به میزان ۰/۰۰۱۷۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب و کم‌ترین بهره‌وری در گناباد به میزان ۰/۰۰۱۱۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد. بهره‌وری مصرف آب در تربت‌حیدریه برابر با ۰/۰۰۱۷۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد.

راندمان کاربرد بر ا ساس آمار سال جاری در شهر ستان تربت‌حیدریه، زاوه و گناباد به ترتیب برابر با ۷۱، ۷۳ و ۱۳۰ در صد و بر ا ساس آمار ده‌ساله به ترتیب برابر با ۴۹، ۵۱ و ۸۷ درصد به دست آمد. با توجه به حجم آب آبیاری و سطح زیر کشت، متوسط وزنی حجم آب آبیاری ۴۲۹۶ مترمکعب در هکتار به دست آمد. حجم کل آب آبیاری در شهرستان‌های زاوه، تربت‌حیدریه و گناباد به ترتیب ۵۰/۱۷۴، ۳۷/۱۰۲ و ۱۶/۲۶۱ میلیون مترمکعب به دست آمد.

منابع

ابریشمی، محمد حسن. (۱۳۶۶). شناخت زعفران. انتشارات توس.

احمدی، محسن.، خاشعی سیوکی، عباس.، و سیاری، محمد حسن. (۱۳۹۵). بررسی مدل مناسب تعیین نیاز آبی زعفران (Crocus sativus L) و تعیین میزان تنش‌های آبی وارده. نشریه علمی- پژوهشی بوم شناسی کشاورزی، ۸(۴)، ۵۲۰-۵۰۵. https://dx.doi.org/10.22067/jag.v8i4.40517

جعفر زاده، احمد.، خاشعی سیوکی، عباس.، و شهیدی، علی. (۱۳۹۴). مدلسازی اثرات تغییر اقلیم روی نیاز آبی زعفران در خراسان جنوبی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. نشریه پژوهش های زعفران، ۳(۲)، ۱۷۴-۱۶۳. https://dx.doi.org/10.22077/jsr.2015.292.

رجبی، زهره.، غیور، حسنعلی.، بهیار، محمدباقر.، عزتیان، ویکتوریا.، و گندم‌کار، امیر. (۱۳۹۴). محاسبه تبخیر و تعرق زعفران با استفاده از پنمن مونتیث و نیاز آبی در استان اصفهان. مجله تحقیقات جغرافیایی، ۳۰(۱)، ۲۵۲-۲۳۹. http://georesearch.ir/article-1-658-fa.html

شمس‌آبادی، وحید.، محمدیان فر، افسانه.، و عبدی، سعید. (۱۳۹۴). بررسی بهره‌وری مصرف آب در محصول زعفران (مطالعه موردی شهرستان باخرز). اولین همایش ملی مدیریت کشاورزی با کاربرد الگوی زراعی، همدان. https://civilica.com/doc/478203

صادقی طبس، صادق.، خاشعی سیوکی، عباس.، پور رضا بیلوندی، محسن.، و هاشمی، سید رضا. (۱۳۹۵). تأثیر معیارهای اجتماعی، سیاسی و اقتصادی در بهینه‌سازی الگوی کشت زعفران با استفاده از الگوریتم جهش ترکیبی قورباغه. نشریه پژوهش های زعفران، ۳(۲)، ۱۳۳- https://dx.doi.org/10.22077/jsr.2015.289.۱۲۳

عباسی، فریبرز.، سهراب، فرحناز.، و عباسی، نادر. (۱۳۹۵). ارزیابی راندمان آب آبیاری در ایران. نشریه تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی،۱۷ (۶۷)، ۱۲۸-۱۱۳. https://dx.doi.org/10.22092/aridse.2017.109617

علیزاده، امین.، ساری، نسرین.، احمدیان، جواد.، و محمدیان، آزاده. (۱۳۸۸). بررسی مناسب‌ترین زمان شروع آبیاری زراعت زعفران در استان‌های خراسان رضوی، شمالی و جنوبی. مجله آب‌وخاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳(۱)، ۱۱۸-۱۰۹. https://dx.doi.org/10.22067/jsw.v0i0.1539

فلاح قالهری، غلام عباس.، و احمدی، حمزه. (۱۳۹۴). برآورد آستانه‌های فنولوژیکی‌کشت زعفران در استان اصفهان براساس آمار درجه حرارت روزانه. نشریه علمی پژوهشی زراعت و فناوری زعفران، ۳(۱)، ۶۵-۴۹. https://dx.doi.org/10.22048/jsat.2015.9612

کمیته تدوین برنامه راهبردی زعفران. (۱۳۸۸). برنامه راهبردی زعفران. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی.

کوچکی، علیرضا.، رضوانی مقدم، پرویز.، فلاحی، حمیدرضا.، و اقحوانی شجری، مهسا. (۱۳۹۵). بررسی خصوصیات بنه‌های دختری زعفران (Crocus sativus L.) در پاسخ به تاریخ کاشت، مدیریت آبیاری و کاشت گیاهان همراه. نشریه علمی- پژوهشی زراعت و فناوری زعفران، ۴(۱)، ۱۸-۳. https://dx.doi.org/10.22048/jsat.2016.11895

کیخا مقدم، پریسا.، کامگار حقیقی، علی اکبر.، سپاسخواه، علی رضا. و شاهرخ زند، پارسا. (۱۳۹۲). تعیین ضریب گیاهی یگانه، دوگانه و تبخیر-تعرق بالقوه گیاه زعفران تکامل یافته. نشریه علمی هواشناسی کشاورزی، ۱(۱)، ۱۳-۱. http://www.agrimet.ir/article_87663.html

مسافری ضیاءالدینی، حسن. (۱۳۸۰). اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد زعفران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشگاه فردوسی مشهد.

یعقوبی، فاطمه.، جامی ال احمدی، مجید.، بخشی، محمدرضا.، و سیاری زهان، محمد حسن. (۱۳۹۴). مقایسه شاخص های کارایی فنی و اقتصادی مصرف آب در تولید گندم و زعفران در شهرستان قاینات. نشریه علمی- پژوهشی زراعت و فناوری زعفران، (۴)۳ ، ۲۳۶-۲۲۵. https://dx.doi.org/10.22048/jsat.2015.11898

References

Abbasi, F., Sohrab, F., & Abbasi, N. (2017). Evaluation of Irrigation Efficiencies in Iran. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research, 17(67), 113-120. https://dx.doi.org/10.22092/aridse.2017.109617 [Persian]

Abrishami, M.H. (1987). Recognition of saffron. Tus Publications. [In Persian]

Ahmadi, M., Khashei Siuki, A., & Sayyari, M. (2016). Comparison of Efficiency of Different Equations to Estimate the Water Requirement in Saffron (Crocus sativus L. (Case Study: Birjand Plain, Iran)). Journal of Agroecology, 8(4), 505-520. https://dx.doi.org/10.22067/jag.v8i4.40517 [In Persian]

Alizadeh, A., Sayari, N., Ahmadian, J., & Mohamadian, A. (2009). Study for zoning the most appropriate time of irrigation of saffron (Crocus Sativus) in Khorasan Razavi, north and southern provinces. Water and Soil, 23 (1), 109-118. https://dx.doi.org/10.22067/jsw.v0i0.1539 [In Persian]

Behdani, M.A., Nassiri Mahallati, M., & Koocheki, A. (2008). Evaluation of Irrigation Management of Saffron at Agroecosystem Scale in Dry Region of Iran. Asian Journal of Plant Sciences, 7(1), 22-25. https://dx.doi.org/10.3923/ajps.2008.22.25

Fallahghalhary, G., & Ahmadi, H. (2015). The estimation of phenological thresholds of Saffron cultivation in Isfahan province based on the daily temperature statistics. Saffron agronomy and technology, 3(1), 49-65. https://dx.doi.org/10.22048/jsat.2015.9612 [In Persian]

Jafarzadeh, A., Khashei-Siuki, A., & Shahidi, A. (2015). Modeling of climate change effects on saffron water requirement in south Khorasan province by GIS. Journal of Saffron Research, 3(2), 163-174. https://dx.doi.org/10.22077/jsr.2015.292 [In Persian]

Koocheki, A., Moghaddam, P., Fallahi, H., & Aghhavani-Shajari, M. (2016). The Study of Saffron (Crocus Sativus L.) Replacement Corms Growth in Response to Planting Date, Irrigation Management and Companion Crops. Saffron agronomy and technology, 4(1), 3-18. https://dx.doi.org/10.22048/jsat.2016.11895 [In Persian]

Keykhamoghadam, P., Kamgar Haghighi, A., Sepaskhah, A., & Shahrokh Zand, P. (2013). Determination of Single and Dual Crop Coefficients and Potential Evapotranspiration of Developed Saffron. Journal of Agricultural Meteorology, 1(1),1–13. http://www.agrimet.ir/article_87663.html [In Persian]

Mosaferi Zia Al-Dini, H. (2001). The effect of different irrigation regimes on saffron yield. Master Thesis in Irrigation and Drainage. Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian]

Rajabi, Z., Behyar, M.B., Ghayoor, H.A., Ezatian, V., & Gandomkar, A. (2015). Estimation saffron evapotranspiration by Penman Monteith method and it s Water require in Isfahan province. GeoRes, 30 (1), 239-252. http://georesearch.ir/article-1-658-fa.html [In Persian]

Sadeghi Tabas, S., Khashei Siuki, A., Pourreza Bilondi, M., & Hashemi, S. (2015). Effects of social, political and economic criteria on optimization of saffron cropping pattern by using shuffled frog leaping algorithm. Journal of Saffron Research, 3(2), 123-133. https://dx.doi.org/10.22077/jsr.2015.289 [In Persian]

Saffron Strategic Plan Development Committee. (2009). Saffron Strategic Plan. Agricultural Education and Extension Research Organization, Agricultural Research and Training Center and Natural Resources of Khorasan Razavi. [In Persian]

Sepaskhah, A.R., & Yarami, N. (2009). Interaction effects of irrigation regime and salinity on flower yield and growth of saffron. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 84(2), 216-222. https://doi.org/10.1080/14620316.2009.11512507

Shamsabadi, W., Mohammadian Far, A., & Abdi, S. (2015). Investigation of water consumption efficiency in saffron product (case study of Bakhrez city). The first national conference on agricultural management using the agricultural model. Hamedan. https://civilica.com/doc/478203 [In Persian]

Yaqobi, F., Jami Al-Ahmadi, M., Bakhshi, M.R., & Sayari Zahan, M.H. (2015). Comparison of technical and economic efficiency indicators of water consumption in wheat and saffron production in Ghaenat city. Journal of Saffron Agriculture and Technology, 3(4), 225 - 237. https://dx.doi.org/10.22048/jsat.2015.11898 [In Persian]

Yarami, N., Kamgar-Haghighi, A.A., Sepaskhah, A.R., & Zand-Parsa, Sh. (2011). Determination of the potential evapotranspiration and crop coefficient for saffron using a water-balance. Archives of Agronomy and Soil Science, 57(7), 727-740. https://doi.org/10.1080/03650340.2010.485985