



Analysis of the feasibility of saffron cultivation in the lake Urmia basin in terms of climatic and physiological factors

Hasti Sabet¹ | Ali Moridi² | Kourosh Kavousi³ | Alireza Moradbakhti⁴

1. Corresponding Author, Department of Civil, Water and Environmental, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: sabethasti64@gmail.com
2. Department of Civil, Water and Environmental, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: a_moridi@sbu.ac.ir
3. Aban Pazhouh Consulting Engineers Company, Tehran, Iran. E-mail: kouroshkavousi@gmail.com
4. Department of Civil Engineering, University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: alireza_moradbakhti@civileng.iust.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 30 November 2024

Received in revised form

13 February 2025

Accepted 27 April 2025

Published online 10 December 2025

Keywords:

Integrated water resources management

Ecosystem based management

Saffron cultivation

Urmia Lake

ABSTRACT

Lake Urmia has experienced a severe decline in water levels in recent years due to climate change, reduced precipitation, and excessive water withdrawal for agricultural purposes. One proposed strategy for managing this crisis is modifying the cropping pattern and replacing high-water-consuming crops with drought-resistant alternatives. This study assesses the feasibility of saffron (*Crocus sativus*) cultivation as a low-water-demand and high-value crop in the southern regions of Lake Urmia. Monthly temperature and precipitation data for the region were obtained from the Meteorological Organization and analyzed using ombrothermic diagrams. These data were then compared with those of Iran's traditional saffron-growing regions. The results indicate that the southern areas of Lake Urmia, particularly Bonab and Malekan, exhibit high climatic similarity to the saffron-producing regions of Razavi Khorasan Province. The recorded mean monthly temperature ranges between -5 to 30°C, and the annual precipitation is 300 to 400 mm. Field observations confirm that experimental saffron cultivation has been successful in some areas. However, expanding saffron cultivation in this region faces challenges such as severe winter frosts, the need for soil and irrigation improvements, and a lack of supportive policies. Data analysis shows that saffron requires 60% less water compared to commonly grown crops in the region. The findings of this study suggest that, with proper water resource management and optimized cultivation techniques, saffron could contribute to reducing water consumption, increasing farmers' income, and assisting in the restoration of Lake Urmia.

Cite this article: Sabet, H., Moridi, A., Kavousi, K., & Moradbakhti, A. (2025). Analysis of the feasibility of saffron cultivation in the lake Urmia basin in terms of climatic and physiological factors. *Journal of Water and Irrigation Management*, 15 (2), 431-441. DOI: <https://doi.org/10.22059/jwim.2025.386134>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22059/jwim.2025.386134>

Publisher: University of Tehran Press.



تحلیل امکان‌سنجی کشت زعفران در حوزه دریاچه ارومیه از لحاظ اقلیمی و فیزیولوژیکی

هستی ثابت^۱ | علی مریدی^۲ | کورش کاووسی^۳ | علیرضا مرادبختی^۴

۱. نویسنده مسئول، دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: sabethasti64@gmail.com

۲. دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: a_moridi@sbu.ac.ir

۳. دکترای بیوسیستماتیک گیاهی، همکار پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: kouroshkavousi@gmail.com

۴. دانشکده مهندسی عمران، محیط زیست، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. رایانامه: alireza_moradbakhti@civileng.iust.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

دریاچه ارومیه طی سال‌های اخیر با کاهش شدید تراز آب مواجه شده است که این امر ناشی از تغییرات اقلیمی، کاهش بارندگی و برداشت بی‌رویه آب در بخش کشاورزی است. یکی از راه‌کارهای پیشنهادی برای مدیریت این بحران، تغییر الگوی کشت و جایگزینی محصولات پرمصرف با گیاهان کم‌مصرف است. در این پژوهش، امکان‌سنجی کشت زعفران (*Crocus sativus*) به‌عنوان محصولی با نیاز آبی کم و ارزش اقتصادی بالا در جنوب دریاچه ارومیه بررسی شد. داده‌های دما و بارندگی ماهانه این منطقه از سازمان هواشناسی دریافت و با نمودارهای آمبروترمیک تحلیل شد. سپس، این داده‌ها با مناطق زعفران خیز کشور مقایسه گردید. نتایج نشان می‌دهد که محدوده‌های جنوب دریاچه ارومیه، به‌ویژه بناب و ملکان، از نظر اقلیمی، شباهت بالایی با نواحی زعفران‌خیز استان خراسان رضوی دارند. میانگین دمای ماهانه ۵- تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد و بارندگی سالانه ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر ثبت شده است. بررسی‌های میدانی تأیید می‌کند که کشت آزمایشی زعفران در برخی مناطق موفق بوده است. با این حال، توسعه کشت زعفران با چالش‌هایی مانند سرمای شدید زمستانی، نیاز به اصلاح خاک و آبیاری و نبود سیاست‌های حمایتی مناسب روبه‌رو است. تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که زعفران نسبت به محصولات رایج منطقه، ۶۰ درصد نیاز آبی کم‌تری دارد، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در صورت مدیریت صحیح منابع آب و اصلاح روش‌های کشت، زعفران می‌تواند به کاهش مصرف آب، افزایش درآمد کشاورزان و کمک به احیای دریاچه ارومیه منجر شود.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۰۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۹/۱۹

کلیدواژه‌ها:

مدیریت یکپارچه منابع آب

احیای تالاب‌ها

مدیریت زیست‌بوم تالاب‌ها

معیشت جایگزین

تالاب کانی برازان

دریاچه ارومیه

استناد: ثابت، هستی؛ مریدی، علی؛ کاووسی، کورش و مرادبختی، علیرضا (۱۴۰۴). تحلیل امکان‌سنجی کشت زعفران در حوزه دریاچه ارومیه از لحاظ

اقلیمی و فیزیولوژیکی. نشریه مدیریت آب و آبیاری، ۱۵ (۲)، ۴۴۱-۴۴۱. DOI: <https://doi.org/10.22059/jwim.2025.386134.1191>



۱. مقدمه

دریاچه ارومیه، به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی ایران، در دهه‌های اخیر با کاهش شدید تراز آب مواجه شده است. این کاهش، ناشی از افزایش دما، تغییر الگوی بارندگی و وقوع خشکسالی‌های متوالی بوده که تأثیرات گسترده‌ای بر اکوسیستم منطقه داشته است (Kavousi et al., 2015-2019). علاوه بر عوامل اقلیمی، بخش کشاورزی به‌عنوان اصلی‌ترین مصرف‌کننده منابع آبی در این منطقه، نقش مهمی در تشدید بحران آب داشته است. گسترش کشت محصولات پرآب‌بر و برداشت بی‌رویه از منابع آب سطحی و زیرزمینی از جمله عوامل اصلی در تسریع روند خشکی دریاچه محسوب می‌شوند (Vafabakhsh et al., 2019). در چنین شرایطی، اصلاح الگوی کشت و جایگزینی محصولات پرآب‌بر با محصولات کم‌آب‌بر یکی از راهبردهای کلیدی برای مدیریت پایدار منابع آب و احیای دریاچه ارومیه به‌شمار می‌رود.

یکی از گزینه‌های پیشنهادی برای تغییر الگوی کشت در این منطقه، زعفران (*Crocus sativus*) است. این محصول به‌دلیل نیاز آبی کم، مقاومت بالا در برابر خشکی و ارزش اقتصادی قابل توجه، می‌تواند جایگزین مناسبی برای محصولات پرمصرف آب باشد. زعفران به‌طور عمده در مناطق کوهستانی و نیمه‌خشک رشد می‌کند و در حال حاضر در استان‌های خراسان رضوی (تربت حیدریه، قوچان، تربت جام)، خراسان جنوبی (بیرجند، فردوس)، آذربایجان شرقی (مرند، سراب)، سمنان (شاهرود، گرمسار) و یزد (بافق، اشکذر) به‌طور گسترده کشت می‌شود. مطالعات اخیر نشان داده است که جنوب دریاچه ارومیه نیز از نظر اقلیمی قابلیت مناسبی برای کشت زعفران دارد (Farajnia and Marouj, 2019). بررسی منحنی‌های آمبروترمیک نواحی رویشی زعفران در ایران و مقایسه آن‌ها با اراضی اطراف دریاچه ارومیه، نشان‌دهنده پتانسیل مطلوب اقلیمی این منطقه برای توسعه کشت زعفران است (Mazidi et al., 2021). باین‌حال، گسترش کشت زعفران در این منطقه با چالش‌هایی مواجه است. کمبود منابع آب، سرمای شدید در فصول سرد، فرسایش خاک، نیاز به نیروی کار زیاد برای برداشت و فرآوری و مواجهه با آفات و بیماری‌ها از جمله موانع اساسی در توسعه این محصول محسوب می‌شوند. در برخی از مناطق زعفران‌خیز، سرمای شدید زمستانی موجب آسیب به غده‌های زعفران شده و عملکرد محصول را کاهش می‌دهد. همچنین، فرسایش خاک در مناطق شیب‌دار و کاهش حاصلخیزی اراضی کشاورزی از دیگر چالش‌های مهم هستند (Alizadeh Saltah et al., 2017). علاوه بر این، زعفران‌کاران با مشکلاتی همچون کمبود نیروی کار ماهر برای برداشت و فرآوری و مدیریت آفات و بیماری‌ها مواجه هستند. به‌کارگیری روش‌های مدرن مدیریت زراعی، آبیاری کارآمد و برنامه‌ریزی جهت تأمین نیروی کار می‌تواند در افزایش بهره‌وری و کاهش اثرات منفی این چالش‌ها مؤثر باشد (Naseri and Abbasian, 2021). در مطالعات پیشین، پژوهش‌گران به بررسی تأثیر تغییر الگوی کشت بر مدیریت منابع آب و بهبود پایداری زیست‌محیطی پرداخته‌اند. برای مثال، Saber Imcheh (2021) با توسعه مدل‌های بهینه‌سازی الگوی کشت در شبکه آبیاری مهاباد نشان داد که مدیریت صحیح منابع آبی می‌تواند بازده مصرف آب را افزایش داده و از فشار بر منابع آب زیرزمینی بکاهد. در پژوهشی دیگر، Zandi Darreh Gharibi et al. (2019) مدل توسعه کشت زعفران را با تأکید بر مدیریت منابع آبی ارائه کردند و نشان دادند که گسترش کشت زعفران، ضمن کاهش نیاز آبی، موجب افزایش درآمد کشاورزان نیز می‌شود. این یافته‌ها ضرورت اصلاح سیاست‌های کشاورزی و تدوین استراتژی‌های مدیریتی مناسب را نشان می‌دهد. افزون بر این، مطالعات متعددی بر مزایای اقتصادی کشت زعفران تأکید کرده‌اند. Farajnia and Marouj (2019) در بررسی پهنه‌بندی اقلیمی زعفران در استان آذربایجان شرقی مشخص کردند که ۴۲ درصد از اراضی این استان برای کشت زعفران مناسب یا نسبتاً مناسب هستند. پژوهشی

دیگر توسط Zandi Darreh Gharibi *et al.* (2019) نشان داد که افزایش سطح زیر کشت زعفران، علاوه بر کاهش مصرف آب، منجر به افزایش سود ناخالص کشاورزان می‌شود. همچنین، Naseri and Abbasian (2021) با تجزیه و تحلیل داده‌های زعفران‌کاران منطقه تربت حیدریه دریافتند که استفاده از روش‌های نوین کشاورزی می‌تواند عملکرد زعفران را تا ۶۷ درصد افزایش دهد. با توجه به چالش‌های ذکر شده و یافته‌های مطالعات پیشین، این پژوهش به امکان‌سنجی کشت زعفران در حوزه دریاچه ارومیه از لحاظ اقلیمی و فیزیولوژیکی می‌پردازد. برای این منظور، منحنی‌های آمبروترمیک نواحی کشت زعفران در ایران با داده‌های اقلیمی منطقه جنوب دریاچه ارومیه مقایسه شده و تأثیر این تغییر الگوی کشت بر مصرف آب، اقتصاد کشاورزی و پایداری زیست‌محیطی منطقه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. نتایج این پژوهش می‌تواند راهنمایی ارزشمند برای سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان کشاورزی و کشاورزان منطقه در راستای توسعه پایدار و احیای دریاچه ارومیه باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. منطقه مورد مطالعه

دریاچه ارومیه در شمال غرب ایران بیستمین دریاچه جهان از لحاظ وسعت محسوب می‌گردد. وسعت حوضه آبریز دریاچه ۵۲۳۵۵ کیلومتر مربع است که از این مقدار حدود ۵۸۲۲ کیلومتر مربع وسعت خود دریاچه به‌طور مستقیم با ارتفاع آب دریاچه رابطه داشته و با افزایش یا کاهش آن تغییر پیدا می‌کند. تراز کف دریاچه از سطح آزاد دریاها ۱۲۶۸ متر است. متوسط درجه حرارت سالیانه آن ۱۱ درجه سانتی‌گراد میانگین سالانه بارندگی در این منطقه بین ۱۸۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر متغیر است و عمده رودخانه‌های حوضه عبارتند از رودخانه‌های نازلو، زولا سیمینه، مهاباد و باراندوز، آجی، زرینه‌رود و مجموعه‌ای دیگر از بخش غربی دریاچه ارومیه به‌طرف آن جاری می‌باشند (Kavousi, 2017).

رودخانه مهاباد یکی از رودخانه‌های مهم در حوضه آبریز دریاچه ارومیه می‌باشد و سهم حدود سه درصدی در تأمین نیاز دریاچه ارومیه دارد. این رودخانه پس از گذشتن از شمال غربی مهاباد در روستای خورخوره، وارد دریاچه ارومیه می‌شود. سد مهاباد بر روی رودخانه مهاباد قرار دارد که وظیفه تأمین نیازهای پایین‌دست را دارد. آب این مخزن جهت آبیاری اراضی آبی دشت مهاباد در پایین‌دست سد مهاباد و تأمین نیازهای شرب و صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای انجام این پژوهش، داده‌ها از شش ایستگاه سینوپتیک شهرستان مهاباد و با دوره آماری ۲۰ ساله تهیه گردید، شکل (۱) منطقه مورد مطالعه در پژوهش را نشان می‌دهد.

مهم‌ترین محصولات کشت آبی این منطقه شامل محصولات زراعی گندم، یونجه، چغندر قند و ذرت و محصولات باغی شامل سیب، انگور، گردو و بادام است. آب‌وهوای معتدل و خشک منطقه برای کشت زعفران بسیار مناسب می‌باشد. خاک منطقه از نظر بافت، pH و میزان مواد مغذی برای کشت مناسب است. زعفران در خاک‌های شنی-رسی که خوب زهکشی می‌شوند بهتر رشد می‌کند و مهم‌ترین قسمت ماجرا این است که کشاورزان منطقه تجربه کشت محصولات زراعی و باغی دارند. آموزش و حمایت می‌تواند زمینه را برای توسعه کشت زعفران فراهم آورد. جدول (۱) محصولات مختلف و نیازهای آبی آن‌ها را در مقایسه با زعفران نشان می‌دهد.

بنابراین، زعفران یک محصول کم‌آب طلب و نیاز آبی به‌مراتب کم‌تری نسبت به سایر محصولات دارد. حدود ۱۰۰۰۰ هکتار در جنوب تالاب قره‌قشلاق، حاشیه حسن‌لو و شرق محمدیار واجد زمین و مهم‌تر از آن اقلیم مناسب برای کاشت زعفران وجود دارد (Kavousi, 2015).

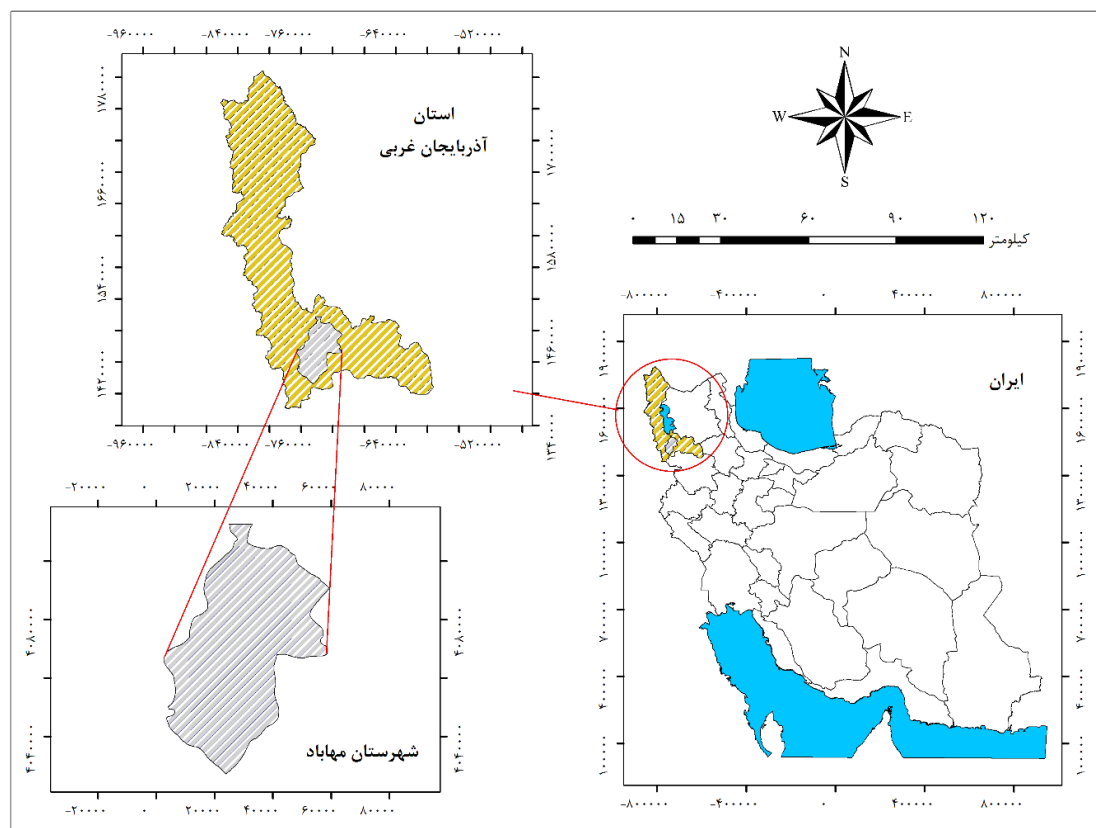


Figure 1. Geographical location of Mahabad province

Table 1. Agricultural characteristics of the main and developing crops in the plains south of Lake

Crop	Area (Hectares)	Water Requirements (liter per hectares)	Water requirement during the season (liters per growing season)
Corn	313.7	3000-4500	6-8
Sugarbeet	708.8	5000-7000	8-10
Alfalfa	5020.2	12000-18000	8-10
Wheat	3317.1	4000-6000	5-7
Saffron	1	2500-4000	3-4

۲.۲. نمودار امپروترمیک

امپروترمیک از دوکلمه آمپرو به معنی بارندگی و ترمیک به معنی دما تشکیل شده است. نمودار امپروترمیک نموداری است که نسبت بارش به دما را نشان می‌دهد. رسم این نمودار به منظور تعیین شدت و طول مدت خشکی در یک ایستگاه است. نمودار امپروترمیک از تلفیق و ترسیم دو منحنی بارش و دما به صورت یک‌جا بر روی محور مختصات می‌باشد. برای ترسیم نمودار مزبور باید به روی محور افقی از سمت چپ به راست ماه‌های سال به صورتی درج شود که ماه‌های روزبند در وسط و ماه‌های روزکوتاه در طرفین قرار گیرد. در سمت راست محور عمودی میزان بارندگی برحسب میلی‌متر در سمت چپ آن میانگین دما برحسب سانتی‌گراد قید می‌شود که درجات آن مضاعف درجات بارندگی قید می‌شود. در منحنی امپروترمیک معمول منحنی‌های دما و بارش همدیگر را در دونقطه قطع می‌کنند که در این نقاط تلاقی، مقدار بارش دقیقاً دو برابر دما می‌باشد و در فاصله بین این دونقطه شرایط خشکی حاکم خواهد شد (Mazidi et al., 2021).

روش‌شناسی انتخاب الگوی کشت، مبتنی بر اصول اکولوژیکی و تحلیل تطابق محیطی گیاهان زراعی است. تاکنون

هزاران پروژه در شرکت‌های مهندسی مشاور و طرح‌های تحقیقاتی به بررسی این موضوع پرداخته‌اند. معیارهای اصلی برای تعیین مناطق مستعد کشت زعفران، انطباق اکولوژیک گونه زراعی با مناطق پراکنش گونه‌های وحشی از همان جنس، سازگاری با خاک بستر و تطابق با شرایط توپوگرافی است. در مطالعات اکولوژیکی، این اصل مورد تأکید است که در مناطقی که گونه‌های وحشی یک جنس در طبیعت به‌طور طبیعی رشد کرده‌اند، گونه‌های زراعی همان جنس نیز احتمال موفقیت بیش‌تری خواهند داشت. نمونه‌هایی از این تطابق در گندم در دیم‌زارهای ایران، سیب در زاگرس، پنبه در خراسان و گلستان، و نیشکر در خوزستان مشاهده شده است.

در این پژوهش، از نمودارهای آمبروترمیک برای بررسی انطباق دما و بارندگی منطقه مورد مطالعه با مناطق زعفران‌خیز کشور استفاده شد. این دو شاخص اقلیمی، از مهم‌ترین عوامل در تعیین استقرار و رشد گونه‌های گیاهی محسوب می‌شوند. بررسی‌های انجام‌شده نشان داده است که محدوده‌های بناب، ملکان و برخی نقاط دیگر در جنوب دریاچه ارومیه، به لحاظ این شاخص‌های اقلیمی، با مناطق زعفران‌خیز کشور تطابق دارند. این یافته‌ها با واقعیت‌های میدانی نیز همخوانی دارد، چراکه در سال‌های اخیر، تجربه موفق کشت زعفران در این مناطق ثبت شده است.

انتخاب مناطق مستعد کشت زعفران در این مطالعه، ابتدا براساس تحلیل‌های اکولوژیکی و مقایسه منحنی‌های آمبروترمیک انجام شده است. در ادامه، مناطقی که با این تحلیل‌ها مستعد تشخیص داده شدند، در سطح محدود، تحت کشت آزمایشی زعفران قرار گرفتند. در تمام این موارد، پیش از ورود پیازهای زعفران، اصلاحاتی در خاک و سیستم‌های آبیاری انجام شد تا شرایط بهینه رشد فراهم گردد. از جمله مناطق موفق در اجرای این طرح، می‌توان به دشت قره‌قشلاق، دورگه سنگی و محمدیار اشاره کرد که در آن‌ها کشت زعفران در حال حاضر ادامه دارد و برداشت غیرممکنیزه توسط کشاورزان محلی انجام می‌شود (Kavousi, 2018).

زعفران در طبقه‌بندی تاکسونومیکی در تیره زنبق Iridaceae قرار دارد. این تیره در ایران دارای چهار جنس زنبق (Iris)، گلابول (Gladolus)، زعفران (Crocus) و زنبق‌ها (Gynandriris) با حدود ۳۵ گونه است که بخش بزرگی از آن‌ها در اطراف دریاچه ارومیه رویش دارند. انواع گونه‌های زعفران از جمله زعفران وحشی دوگل یا *Crocus biflorus* که از نظر ژنتیکی به زعفران خوراکی بسیار نزدیک است نیز در اطراف دریاچه ارومیه رویش دارد. با تحلیل ساده ارائه‌شده می‌توان به وجود تطابق نسبی اکولوژیکی گونه‌های این تیره و از جمله زعفران معمولی که البته دامنه رویش بالایی دارد با مناطق اطراف دریاچه ارومیه پی برد.

شناخت تطابق اکولوژیکی رویشگاهی گونه‌ها با کمک معیارهای مختلفی از جمله مقایسه وضعیت هیدروکلیماتولوژی عرصه‌های رویش گونه‌ها امکان‌پذیر است. تدبیر مناسبی وجود دارد که در آن منحنی‌های آمبروترمیک نواحی با یکدیگر مقایسه گردد و میزان تطابق مکان‌های نشان‌دهنده در محل (در جنوب دریاچه ارومیه) با رویشگاه‌های طبیعی گیاه زعفران معمولی سنجش شود و مهم‌ترین قسمت ماجرا این است که کشاورزان منطقه تجربه کشت محصولات زراعی و باغی دارند. آموزش و حمایت می‌تواند زمینه را برای توسعه کشت زعفران فراهم آورد.

۳. نتایج و بحث

بدین منظور منحنی‌های آمبروترمیک مربوط به سه ناحیه رویشی زعفران متعلق در خراسان ایران یعنی قائن، تربت‌حیدریه و تربت‌جام با مکان‌های هدف و از جمله اراضی اطراف تالاب کانی برازان مقایسه شده‌اند. سه الی چهار بارش ۳۰ میلی‌متری در سال و به‌طور نرمال در خلال ماه‌های آبان، دی، فروردین یا نزدیک به آن‌ها، وقوع حداقل دما در دی‌ماه هر سال بین صفر تا ۵ درجه سانتی‌گراد و حداکثر تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد از منحنی‌های آمبروترمیک در مناطق

کشت مناسب این گونه قابل استنباط است. نتایج نشان می‌دهد که این وقایع با منحنی‌های آمبروترمیک در برخی از مناطق و اراضی اطراف دریاچه ارومیه نیز سازگاری نسبی دارد. زعفران نسبت به خاک‌های شور حساس است، بنابراین در بخش‌های ساحلی دریاچه با لحاظ محدودیت‌های شوری و مطابقت‌های اکولوژیک و هیدروکلیماتولوژیک می‌تواند مورد کاشت آزمایش قرار گیرد. واقعیت این است که همه پیشنهادها جدید برای هر منطقه حتی با حداکثر تطابق شناخته شده باید پایلوت گردند و در این زمینه نیز با وجود آزمون‌های موفق سال‌های جاری در دشت‌های مختلف حاشیه دریاچه ارومیه از منظر محصول و پایداری باید برنامه پایلوت انجام شود. شکل‌های (۲) تا (۷) منحنی‌های آمبروترمیک مناطق مرجع و نمونه‌های آزمون‌شده را نشان می‌دهند.

شکل (۲) حداکثر بارندگی در ماه‌های بهمن و اسفند در این ایستگاه رخ می‌دهد و ماه‌های کم‌بارش سال عبارتند از ماه‌ها فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر. حداکثر دما در آذر، دی و بهمن حداقل آن در ماه‌های آبان و اسفند اندازه‌گیری شده است.

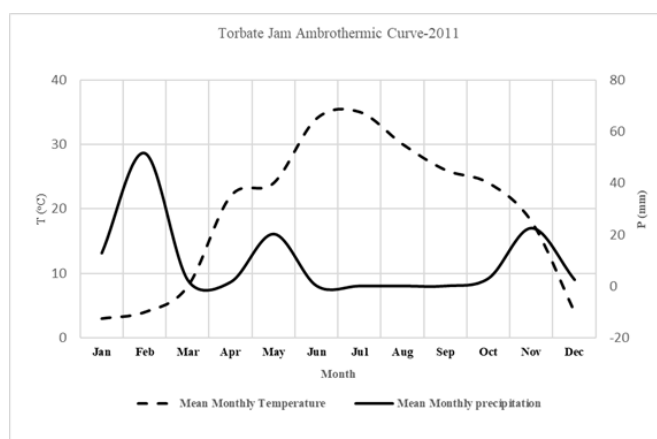


Figure 2. The ambrothermic curve of Turbate Jam climatology station

شکل (۳) حداکثر بارندگی در ماه‌های بهمن و اسفند در این ایستگاه رخ می‌دهد و ماه‌های کم‌بارش سال عبارتند از تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان. حداکثر دما در ماه‌های تیر، مرداد، شهریور و مهر و حداقل آن در ماه‌های آذر، دی و بهمن اندازه‌گیری شده است.

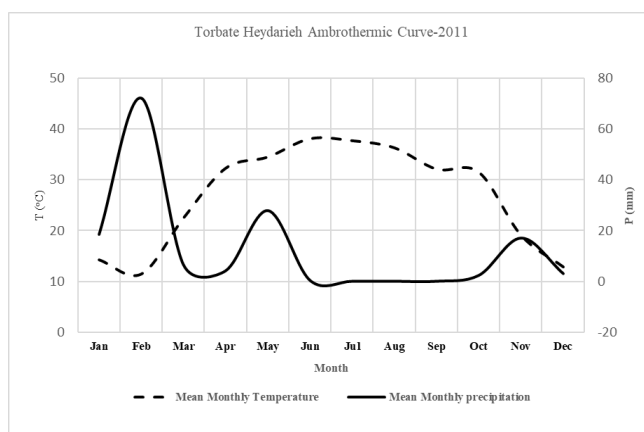


Figure 3. The ambrothermic curve of Torbat Heydarieh Hydroclimatology

شکل (۴) حداکثر بارندگی در ماه‌های بهمن و اسفند در این ایستگاه رخ می‌دهد و ماه‌های کم‌بارش سال عبارتند از تیر، مرداد، شهریور، مهر، آبان، آذر و دی. حداکثر دما در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور و حداقل آن در ماه‌های آذر، دی و بهمن اندازه‌گیری شده است.

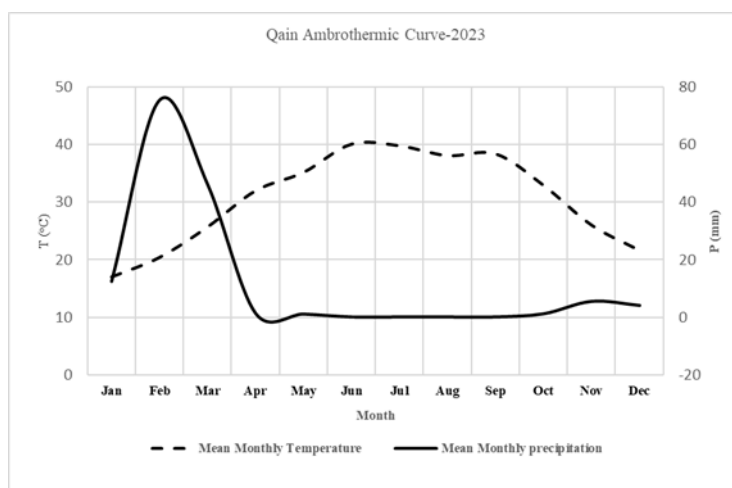


Figure 4. The ambrothermic curve of Qain

شکل (۵) حداکثر بارندگی در ماه‌های اسفند و فروردین در این ایستگاه رخ می‌دهد و ماه‌های کم‌بارش سال عبارتند از خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر، آبان و آذر. حداکثر دما در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور حداقل آن در ماه‌های آذر، دی و بهمن اندازه‌گیری شده است.

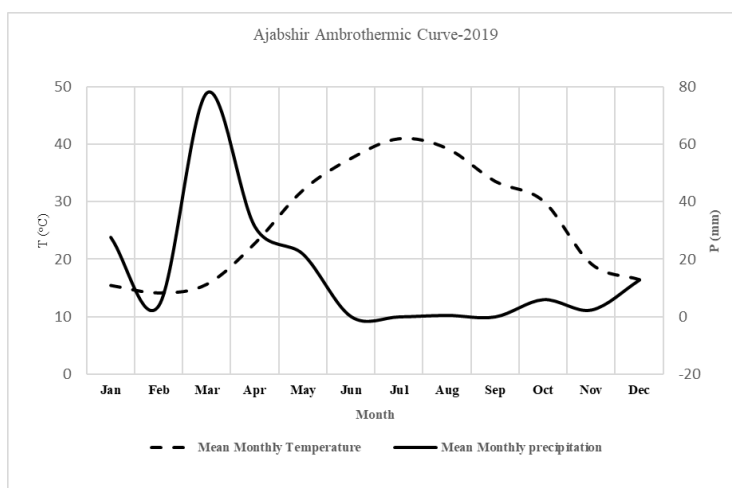


Figure 5. The ambrothermic curve of Ajab Shir Hydroclimatology station

شکل (۶) حداکثر بارندگی ماه‌های فروردین و اردیبهشت در این ایستگاه رخ می‌دهد و ماه‌های کم‌بارش سال عبارتند از تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان. حداکثر دما در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور و حداقل آن در ماه‌های آذر، دی و بهمن اندازه‌گیری شده است.

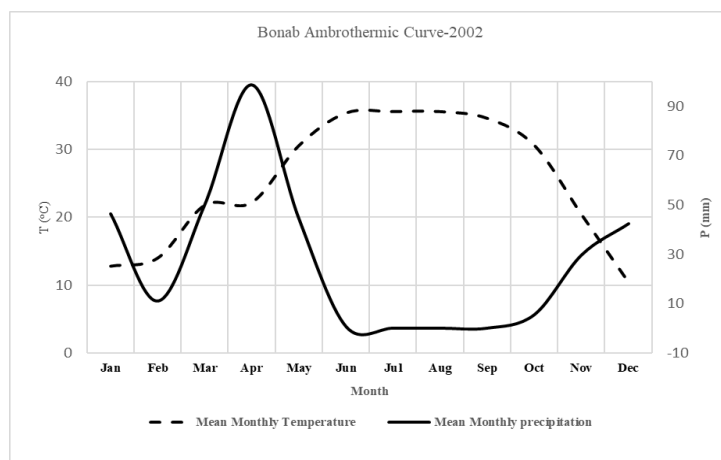


Figure 6. The ambrothermic curve of Bonab Hydroclimatology station

شکل (۷) حداکثر بارندگی در ماه‌های اسفند و فروردین در این ایستگاه رخ می‌دهد و ماه‌های کم‌بارش سال عبارتند از تیر، مرداد، شهریور و مهر. حداکثر دما در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور حداقل آن در ماه‌های آذر، دی و بهمن اندازه‌گیری شده است.

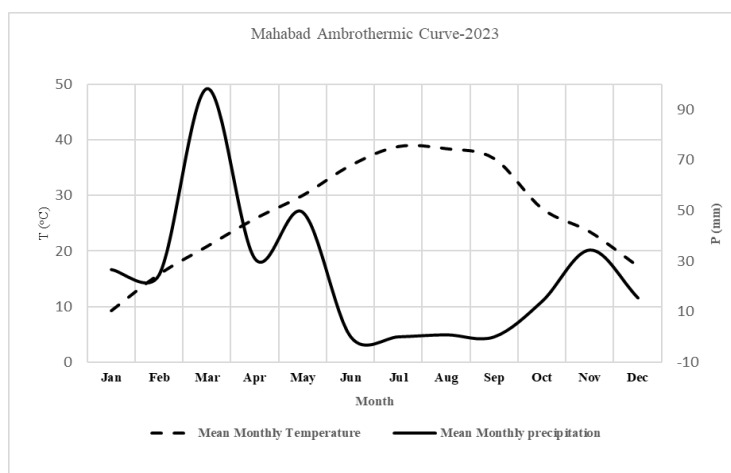


Figure 7. The ambrothermic curve of Mahabad Hydroclimatology station

حاصل این بررسی که منحنی‌های آن‌ها ارائه شده به شرح ارائه شده ذیل است.

منطقه عجب‌شیر

بررسی این منحنی نشان داد که بارش در عجب‌شیر با منحنی‌های شاهد تطابق ندارد. گرچه دمای این ناحیه به شواهد نزدیک است، اما بارش به‌عنوان پیش شرط اکولوژیکی برای ناموفق بودن این گونه در عجب‌شیر کافی است.

منطقه بناب

منحنی‌های بارش و دما تا حدی با منحنی‌های شاهد تطابق دارند. بدین سبب تیم تحقیقات در مطالعات طرح بهبود الگوی کاشت حوضه آبریز دریاچه ارومیه، شهرستان بناب به‌عنوان پایلوت کشت زعفران پیشنهاد شد که با موفقیت انجام شد (طرح حفاظت تالاب قره‌قشلاق با کمک مشارکت‌های مردمی - کاشت گیاه زعفران).

منطقه مهاباد

منحنی‌های بارش و دما در ایستگاه سینوپتیک مهاباد تا حد بالایی با نمونه‌های شاهد تطابق دارد، لذا انتظار می‌رفت که کاشت زعفران در دشت‌های چندبخشی مهاباد (شمال شهر مهاباد تا ابتدای دشت نقده) موفق باشد. تعداد کثیری از پیازهای کاشته‌شده در دشت مهاباد در منطقه محمدیار ابتدای دشت مهاباد غرب تالاب‌های کانی برازان و درکه‌سنگی در عرصه‌های بزرگی این‌گونه کاشته شده است. این نتایج که آمیخته‌ای از تجربه سال‌ها گیاه‌شناسی، اکولوژی و آموخته‌های سین اکولوژیکی گیاهی است (Plantsinecology) را عملیاتی نمود و نشان داد که منحنی آمبروترمیک شاخص مناسبی در توصیه‌های علمی می‌تواند باشد.

۴. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تغییر الگوی کشت در منطقه جنوب دریاچه ارومیه، می‌تواند به‌عنوان یک راه‌کار عملی برای کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری اقتصادی مطرح شود. بررسی تطبیقی منحنی‌های آمبروترمیک این منطقه با سایر مناطق زعفران‌خیز کشور، نشان می‌دهد که دما و بارندگی این منطقه، تطابق مطلوبی با شرایط ایده‌آل کشت زعفران دارد. این یافته‌ها با داده‌های میدانی نیز همخوانی دارند، چراکه تجربه کشت موفق زعفران در چندین منطقه جنوب دریاچه ارومیه، طی سال‌های اخیر ثبت شده است.

اگرچه پتانسیل اکولوژیکی منطقه، توسعه کشت زعفران را تأیید می‌کند، اما اجرای این تغییر الگوی کشت با چالش‌های متعددی روبه‌رو است. سیاست‌های بخش کشاورزی در ایران، همچنان به حفظ الگوهای سنتی کشت تمایل دارد و این موضوع، موجب شده تا تغییرات اساسی در الگوی کشت، با مقاومت اجرایی و نهادی مواجه شود. درحالی‌که یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که توسعه کشت زعفران در جنوب دریاچه ارومیه، می‌تواند یکی از مؤثرترین راه‌کارها برای کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی باشد، هنوز سازوکار مشخصی برای اجرای گسترده این تغییرات وجود ندارد.

اجرای موفق کشت زعفران در مناطقی مانند قره‌قشلاق، دورگه سنگی و محمدیار، تأییدی بر امکان‌پذیری این تغییر الگوی کشت است. این پژوهش نشان داده است که با انجام تغییرات اولیه در خاک، سیستم‌های آبیاری و مدیریت کشت، امکان استقرار پایدار زعفران در منطقه فراهم خواهد شد. توسعه کشت زعفران در منطقه چالش‌هایی از جمله سرمای شدید زمستانی، نیاز به اصلاح خاک و روش‌های آبیاری، و نبود سیاست‌های حمایتی مشخص را به‌همراه دارد. تحلیل داده‌های اقلیمی نشان می‌دهد که زعفران در دوره رشد خود (مهرماه تا اردیبهشت‌ماه) با دمای بهینه‌ای مواجه است، اما برای کاهش تنش سرمایی در زمستان، اتخاذ روش‌های بهینه کشت و مدیریت خاک ضروری است. همچنین، عدم هم‌زمانی دوره اوج نیاز آبی زعفران با فصل گرم سال، نشان‌دهنده کاهش فشار بر منابع آبی منطقه در مقایسه با سایر محصولات زراعی است. نجات دریاچه ارومیه، بدون تغییر الگوی کشت، امکان‌پذیر نخواهد بود. این پژوهش، بخشی از یک برنامه گسترده‌تر در کل حوضه دریاچه ارومیه است که هدف آن، ارزیابی و استقرار گونه‌های کم‌آبر و مقاوم به خشکی است. یافته‌های این پژوهش، پتانسیل بالای منطقه برای توسعه کشت زعفران را تأیید کرده و بر لزوم اجرای طرح‌های آزمایشی در مقیاس وسیع‌تر تأکید دارد. این تغییر، در کنار برنامه‌های مدیریتی صحیح، می‌تواند گامی مهم در جهت حفظ منابع آبی منطقه و احیای تدریجی دریاچه ارومیه باشد.

۵. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۶. منابع

- Alizadeh Saltah, S., Nirpour, A., & Hooshmand, S. (2017). Economic-social impact assessment and profitability of saffron cultivation in Bonab, Marand County. *Saffron Research Journal*. (In Persian).
- Bommiran Consulting Engineers. (2020). Implementation of conservation and ecological restoration program of the southeastern wetlands of Urmia Lake. (In Persian).
- Farajnia, A., & Marouj, K. (2019). Agro-climatic zoning of saffron cultivation in East Azerbaijan Province. *Saffron Research Journal*, 7(2), 251-267. (In Persian).
- Faramarzi Fard, S., Khaledi, S., & Mahdavi, M. (2018). Feasibility study of saffron cultivation in Kermanshah Province. *Geographical Land Journal*. (In Persian).
- Kavousi, K. (2015). Floristic and sociological studies of the southern wetlands of Urmia Lake.
- Kavousi, K. (2017). Monitoring of natural and artificial lagoons in Kanibarazan Wetland.
- Kavousi, K. (2018). Determination of the feeding capacity and plant species in Kanibarazan Wetland for livestock.
- Kavousi, K., Karimi, M. A., & Cheherzad, F. (2015–2019). Urmia Lake: Results of limnological and biological monitoring of the main body and surrounding wetlands. (In Persian).
- Maghami Moghimi, G., Hosseini Sediq, S. M., & Yousefi Feshki, M. (2014). Water requirement zoning for pistachio crop in North Khorasan Province. *National Conference on Water, Man, and Land*. (In Persian).
- Masoumi, A., Ghahremani Nejad, F., Abbaspour, N., & Danechin, Z. (2016, September). Floristic study of Kanibarazan Wetland. *In the 19th National Congress and 7th International Congress of Biology of Iran, 1*. (In Persian).
- Mazidi, A., Enayatpour, M., & Hosseini, S. S. (2021). Climate determination of Kerman province using ambrothermic curve methods, Domarten drought coefficient, Amberjeh climate view. *Geography and Human Relationships*, 4(2), 35-43.
- Naseri, M., & Abbasian, A. (2021). Investigating the relationship between cultivated area and saffron yield in the Kodkan region of Torbat Heydarieh. (In Persian).
- Saber Imcheh, R. (2021). Optimization of cropping pattern considering water quantity and quality: Case study of the Mahabad irrigation and drainage network (Master's thesis). *University of Civil Engineering, Department of Water Resources Management*. (In Persian).
- Vafabakhsh, J., Mohammadzadeh, A., Bazargan, K., & Novidi, M. N. (2019). Comparative study of cropping patterns and land suitability of major agricultural and horticultural products in the Urmia Lake watershed. *Agricultural Ecology Journal*, 3, Fall 2019. (In Persian).
- Zandi Darreh Gharibi, B., Karbassi, A., & Mohtashami, T. (2019). Development planning of saffron cultivation pattern with emphasis on water resource management. *Saffron Agronomy and Technology Journal*, 7(3), 397-410. (In Persian).