Saffron Agronomy & Technology
Homepage: http://saffron.torbath.ac.ir
Vol. 12, No. 3, Fall 2024, p. 283-304

Evaluation of Quantitative Yield of Saffron Ecotypes under Climatic Conditions of Urmia Lake

Abdollah Hassanzadeh Ghorttapeh[1]*, Farshid Talat[1], Mohamad Rezaei Morad-ali[1], Farkh Gani-Shayesta[2] and Reza Amirnia[3]

Article type:
Research Article
Article history:
Submitted: 15 March 2024
Revised: 11 November 2024
Accepted: 1 December 2024
Available Online: 1 December 2024

How to cite this article:
Hassanzadeh Ghorttapeh, A., Talat, F., Morad-ali, M.R. Gani-Shayesta, F., Amirnia, R. 2024. Evaluation of Quantitative Yield of Saffron Ecotypes under Climatic Conditions of Urmia Lake. Saffron Agronomy & Technology, 12(3), 283-304.
DOI: 10.22048/jsat.2024.444303.1526

Abstract

The study was conducted in order to compare the yield of onion, flower, stigma, and some agricultural characteristics of the saffron plant as an alternative crop. This study was carried out as a complete randomized block design in 3 replications in three regions of Aliabad, Naqdeh, Qajlu, Miandoab, and Balanj, Urmia, and in each region, four ecotypes of Korqand, Hoz-sarakh, Jarf, and Shahnabad were cultivated evaluated for 5 years from September 2016. From the second year to the fifth year, flowers were harvested, and the agricultural traits of the ecotypes, including the number of flowers, fresh weight of flowers, dry weight of petals, stamens, and production stigma yield, were measured or recorded. In the sixth year, the yield and the number of corms produced were measured. The results showed that there was a significant difference between the ecotypes. The interaction effect of place in ecotype, year in ecotype, and year in place was also statistically significant. The highest yields of stigmas and flowers were produced in Aliabad Naqdeh region, and among the four saffron ecotypes cultivated, Korqand and Jarf ecotypes had the highest number and weight of flowers, the highest weight of stigmas, the number of corms and the weight of corms in all three regions, respectively. According to the results, the ecotypes of Korqand and Jarf ecotypes are recommended for cultivation in the central and southern parts of West Azerbaijan province.

Keywords: Bulb, Ecotype, Flower, *Crocus sativus*, Stigma.

۱- Horticulture Crop Science Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO) ,Urmia, Iran.
۲- Soil and Water Science Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO) ,Urmia, Iran.
۳- College of Agriculture, Urmia University, Urmia Iran
Corresponding author email: a.g.hassanzadeh@gmail.com

© 2022, University of Torbat Heydarieh. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial License (CC BY NC 4.0)
(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0).

نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد۱۲، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳ ص. ۳۰۴-۲۸۳
Homepage: http://saffron.torbath.ac.ir

مقاله پژوهشی

ارزیابی کمی عملکرد برخی اکوتیپ‌های زعفران در شرایط اقلیمی حوزه آبریز دریاچه ارومیه

عبدالله حسن زاده قورت تپه[1*]، فرشید طلعت[1]، محمد رضایی مراد علی[1]، فرخ غنی شایسته[2] و رضا امیرنیا[3]

تاریخ دریافت: ۲۵ اسفند ۱۴۰۲
تاریخ بازنگری: ۲۱ آبان ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۱ آذر ۱۴۰۳

حسن زاده قورت تپه، ع.، طلعت، ف.، غنی شایسته، ف.، امیرنیا، ر. ۱۴۰۳. ارزیابی کمی عملکرد برخی اکوتیپ‌های زعفران در شرایط اقلیمی حوزه آبریز دریاچه ارومیه. زراعت و فناوری زعفران، ۱۲(۳): ۳۰۴-۲۸۳.

چکیده

این بررسی به منظور مقایسه و امکان سنجی رشد و عملکرد پیاز، گل، کلاله و برخی خصوصیات زراعی گیاه زعفران به عنوان الگوی کشت جایگزین با محصولات آب بر در آذربایجان غربی این بررسی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در۳ تکرار در سه منطقه علی‌آباد نقده، قجلو میاندوآب و بالانج ارومیه، انجام شد. در هر منطقه ۴ اکوتیپ کرقند، حوض‌سرخ، ژرف و شهن‌آباد به مدت ۵ سال از شهریورماه سال ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ کشت و مورد ارزیابی قرار گرفتند. از سال دوم تا سال پنجم اقدام به برداشت گل و صفات زراعی اکوتیپ‌ها شامل صفات تعداد گل، وزن‌تر گل، وزن خشک گلبرگ، پرچم و عملکرد کلاله تولیدی اندازه‌گیری و یا یادداشت برداری شد. داده‌های بدست آمده بصورت تجزیه مرکب اسپلیت پلات در زمان (۴ سال) آنالیز گردید. نتایج بررسی‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری در همه صفات اندازه‌گیری شده بین اکوتیپ‌های کشت شده وجود داشت. اثر متقابل مکان در اکوتیپ، سال در اکوتیپ و سال در مکان معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد کلاله در منطقه علی‌آباد نقده معادل ۵/۱۷ کیلوگرم درهکتار تولید شد که به ترتیب نسبت به منطقه قجلو و بالانج ۳۵/۵ و ۳۰ درصد بیشتر بود. از بین چهار اکوتیپ زعفران کشت شده، اکوتیپ کرقند و ژرف بترتیب با تولید ۵/۵۵۷ و ۴/۲۳۸ کیلوگرم درهکتار بالاترین وزن کلاله را داشتند. با توجه به نتایج اکوتیپ‌های کرقند و ژرف جهت کشت در بخش‌های مرکز و جنوب استان آذربایجان‌غربی قابل توصیه می‌باشند و می‌توان در هر سه منطقه نقده، بالانج و میاندوآب به کشت زعفران مبادرت نمود.

کلمات کلیدی: اکوتیپ، پیاز ، کلاله، *Crocus sativus*.

۱ – بخش تحقیقات محصولات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
۲ – بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
۳ – دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
(*– نویسنده مسئول: a.g.hassanzadeh@gmail.com)

DOI: 10.22048/jsat.2024.444303.1526

مقدمه

ایران در کمربند خشک جهان واقع شده است زعفران با خصوصیات خاص نیاز آبی کمتر در مقایسه با گیاهان دیگر و داشتن مقاومت بیشتر به تغییرات دمایی مناسب شرایط آب و هوایی کشور می باشد (Hassanzadeh Ghorttapeh, 2016). زعفران با نام عمومی زعفران و نام علمی *Crocus sativus* L. از خانواده زنبقیان (Iridaceae) گیاهی پایا، علفی، چند ساله و پیازدار است که ارتفاع آن کمتر از ۴۰ سانتی‌متر می باشد (Rizvani Moghaddam et al., 2015). کلاله‌های خشک شده گل آن ادویه‌ای بسیار گران قیمت به شمار می‌رود (Ganaie & Singh, 2019)، به گونه‌ای که آن را طلای سرخ می‌نامند (Koozehgaran et al., 2014). ایران با سطح زیر کشت ۱۲۵۰۰۰ هکتار و تولید ۲۳۰ تن کلاله خشک تقریباً ۹۰ درصد زعفران دنیا را تولید می‌کند (Anonymous, 2022). گیاه زعفران در منطقه‌ی آب و هوایی مدیترانه و غرب آسیا از عرض جغرافیایی ۳۰-۵۰ درجه‌ی شمالی و طول جغرافیایی ۱۰ درجه‌ی غربی تا ۸۰ درجه‌ی شرقی در مناطق بسیار کم باران ایران که دارای زمستان سرد و تابستان گرم هستند گسترش دارد (et al., 2013 Moshtaghi et al., 2010; Naghizade).

زعفران به علت طعم و رنگ وعطر عالی، کاربردهای فراوانی در تولید فراورده های غذایی، دارویی و شیمیایی دارد و با توجه به محدودیت کشت و تولید، از فراورده‌های گران قیمت به شمار می‌رود (Sadeghi, 2012). در کشورهای در حال توسعه به مقدار زیاد استفاده می‌شود (Coskun & Coskun, 2017). از ویژگی‌های بارز این گیاه ظهور گل آن قبل از هر اندام رویشی دیگر، شروع رشد آن در پاییز، انتهای رشد آن در بهار و ضرورت برداشت گل آن در صبح قبل از گرم شدن هوا در پاییز می‌باشد(Habibi et al., 2016).

در کنار عواملی مانند سن مزرعه، روش یا تراکم کاشت، اندازه بنه، آبیاری و دمای محیطی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر در گل‌انگیزی زعفران می‌باشند (Molafilabi et al., 2014; Mykhailenko, et al., 2020). به عبارت دیگر، گل‌انگیزی و رفتار گلدهی زعفران می‌تواند به شدت تحت تأثیر شرایط اقلیمی منطقه کشت قرارگیرد (Kothari et al., 2021). مقاومت زعفران در مقابل سرما زیاد است و دوران رشد آن مصادف با فصل پاییز و زمستان و اوایل بهار است (Hashemi et al., 2023). در دوره خواب یا استراحت گیاه (تابستان) بارندگی یا آبیاری برای آن مضر است بنابراین کشت و کار آن در مناطق گیلان و مازندران و مناطق گرم جنوب کشور معمول نیست. اراضی آفتابگیر و بدون درخت که ضمنا در معرض بادهای سرد نیز نباشد برای رشد زعفران مناسب است (Choopan et al., 2019).

گلدهی زعفران اساساً توسط دما کنترل می‌شود و درجه حرارت معیار اصلی برای تخمین زمان گلدهی در این گیاه است (Choopan et al., 2019). حداکثردمای قابل تحمل گیاه بین ۳۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد در زمان خواب تابستانه و در ارتفاع بین ۱۳۰۰ تا ۲۳۰۰ متر از سطح دریا عملکرد خوبی تولید می‌کند (Alavizadeh et al., 2013). دمای مطلوب برای رشد زعفران در طی دوره رشد بین ۲۳ تا ۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد گزارش شده است (Muyidi Shahraki, 2018).

از آنجایی که پیاز زعفران مدت نسبتا زیادی (۷ – ۵ سال) در زمین می‌ماند، لذا خاک زمین باید سبک یا ترکیبی از شن و رس باشد تا پیاز بتواند در این مدت علاوه بر تامین مواد غذایی، درمقابل شرایط خاص منطقه‌ای مقاومت نماید. بنا بر این جهت رشد و نمو مناسب گیاه و تولید محصول مرغوب و مطلوب زمین‌های حاصلخیز و زهکشی شده بدون درخت با خاک (لومی،

لیمونی، رسی و شنی) آهکدار که اسیدیته آن بین ۷-۸ باشد بر زمین های شور، فقیر و مرطوب اسیدی ارجحیت دارد (Farajian, et al., 2023).

محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2011) ملاحظه کردند که از نظر دمایی و اختلاف درجه حرارت شبانه روز، شهرستان مرودشت با شهرستان‌های زعفران خیز ایران مانند قاین و تربت حیدریه از نظر درجه حرارت و رطوبت نسبی مشابه می‌باشد و از این نظر برای کشت زعفران محدودیتی وجود ندارد. تعداد گل تولیدی و وزن کلاله می‌تواند تحت تأثیر شرایط اقلیمی منطقه قرار گیرد (Rezvani Moghaddam et al., 2015). نوسانات دمایی در طی فصل رشد زعفران و زمان خواب پیازهای زعفران، درگلدهی و تعداد گل تولیدی تأثیر دارد و نگهداری پیازها در دمای ثابت ۱۵ درجه تعداد گل‌های تولیدی را کاهش می‌دهد (Mykhailenko, 2020). بنا به اظهار محققان در فرآیندهای رشد زعفران عمق کاشت تأثیری بر ریشه‌زایی و جوانه زدن پیاز زعفران ندارد ولی با افزایش عمق کاشت زمان گلدهی به تاخیر می‌افتد. رشد برگ و طول آن با عمق کاشت افزایش می‌یابد و میانگین اندازه پیازهای دختری رابطه معکوس با تعداد آن‌ها دارد (Pirasteh et al., 2023-Anosha).

با بررسی اولیه عوامل اقلیمی از قبیل دماهای حداقل و حداکثر و بارندگی، بافت خاک، اسیدیته و شوری، ارتفاع از سطح دریا ، شیب و نیازهای رشدی گیاه زعفران قسمت‌هایی از مرکز و جنوب استان آذربایجان‌غربی از جمله بعضی نواحی زراعی شهرستان‌های ارومیه، نقده، مهاباد، میاندوآب، بوکان و شاهین‌دژ را مستعد برای کشت زعفران اعلام شده است (Hassanzadeh Ghorttapeh, 2015). محققان اظهار داشتند که مناطقی برای کشت زعفران مناسب است که دارای خاک با بافت متوسط و فاقد باران تابستانه باشد (Koozehgaran et al., 2011).

محققان در پژوهشی با هدف بررسی نحوه کشت و کار، زعفران و جایگرینی آن به دلیل کارایی مصرف آب بالا با تأکید بر کشاورزی پایدار در بناب واقع در استان آذربایجان‌شرقی شهرستان مرند انجام دادند و اظهار داشتند که مقدار برداشت کلاله در این منطقه به‌طور میانگین ۴/۷ کیلوگرم در هکتار بود که در کمترین مقدار ۲ کیلوگرم در هکتار و در بیشترین مقدار ۶ کیلوگرم در هکتار بوده است (Alizadeh et al., 2016). محققان گزارش کردند که با افزایش تعداد گل در واحد سطح عملکرد کلاله افزایش ولی وزن هر گل کاهش دارد (Gresta et al., 2009).

پژوهشگران اظهار داشتند که تراکم و وزن بنه بر عملکرد و اجزاء عملکرد زعفران و اثرات متقابل آن‌ها بر وزن خشک گل، وزن خشک کلاله وخامه دارد (Ganaie & Singh, 2019) و بیشترین عملکرد زعفران در بنه‌های ۱۰ گرم به بالا تولید می‌شود و باکاهش اندازه بنه، تمامی صفات کاهش اندازه‌گیری شده کاهش می‌یابد (Rezvani Moghaddam, 2020).

محققان دریافتند که کاربرد کودهای دامی تولید تعداد بنه دختری را بین ۱۲۰ تا ۱۴۰ عدد، قطر بنه ۱۴ تا ۲۰ میلی‌متر و وزن بنه را ۳/۷ درصد در متر مربع افزایش داد. استفاده از بنه-های درشت و تغذیه مناسب گیاه زعفران موجب تولید عملکرد بیشتر در سال‌های بعد می‌شود (Ghanbari et al., 2017).

گزارش شده است که کاشت بنه‌های مادری با وزن بیشتر از ۸ گرم می‌تواند منجر به تولید بنه‌های دختری مرغوب و درشت‌تر شود که این امر از طریق افزایش عملکرد گل و کاهش طول مدت بهره‌برداری از مزارع زعفران، بهبود درآمد اقتصادی کشاورزان را به دنبال خواهد داشت (Ahmadi et al., 2022).

با توجه به تمایل کشاورزان و زارعان و آگاهی از کشت نسبتاً آسان، نیاز آبی محدود و درآمد نسبتاً خوب این محصول باعث شده است که آنان بدون در نظر گرفتن ویژگی‌های طبیعی منطقه و مهیا بودن شرایط اقلیمی و شاخص‌های محیطی منطقه، دست به تغییر کشت زده و به کشت زعفران روی

می‌آورند. بدیهی است با افزایش تولید زعفران، بالا بـردن میـزان بهره‌وری و همچنین افزایش توسعه صادرات این گیـاه، می‌تـوان درآمـدهای ارزی قابـل اطمینـانی را بـرای کشـور ایجـاد نمـود (Sadegh, 2012).

با توجه به اینکه شرایط اکولوژیکی هـر منطقـه روی رشـد و تولید گیاهان زراعی تاثیرگذار است این مطالعـه بمنظـور مقایسـه خصوصیات مورفولوژیکی چهار اکوتیپ (کرقنـد، حـوض سـرخ، ژرف، شهن‌آباد) زعفران زراعی در شرایط آذربایجـان‌غربی جهـت شناسایی اکوتیپ‌های مناسب انجام شد.

مواد و روش‌ها

کشت مزرعـه‌ای در شـهریور مـاه سـال ۱۳۹۶ در ۳ منطقـه شامل روسـتای بـالانج شهرسـتان ارومیـه، روسـتای علـی‌آبـاد، دهستان سلدوز شهرستان نقده و روستای قجلـو دهسـتان زرینـه رود شمالی شهرستان میاندوآب انجام شد. مشخصات جغرافیـایی و اقلیمی مناطق کشت در جداول ۱ و ۲ و مشخصات خاک آنها در جدول ۳ ارائه شده است.

مکان‌های انتخاب شده در شهرستان‌های نقـده، میانـدوآب و ارومیه با توجه به بررسـی‌های اولیـه داده‌هـای آمـار هواشناسـی مناسـب بـرای کاشـت زعفـران بودنـد (Hassanzadeh Ghorttapeh, 2015). این مناطق فاقد باران مـؤثر در تابسـتان بوده و بر اساس طبقـه‌بنـدی اقلیمـی دومـارتن جـزو اقلیم‌هـای خشک و نیمه خشک محسوب می‌شوند.

چهار اکوتیپ زعفران کشت شده شامل اکوتیپ‌های کرغوند، حوض سرخ، ژرف و شهن‌آباد بودند مشخصات محل جمع‌آوری آن‌ها بر اساس متوسط آمار دراز مدت ۳۰ ساله در جدول ۴ ارایـه شده است.

جدول ۱- مشخصات مناطق کشت زعفران در آذربایجان‌غربی

Table 1. Characteristics of saffron cultivation areas in West Azerbaijan

ناحیه Area	شهرستان City	متوسط دراز مدت بارندگی سالانه Annual rainfall (mm)	متوسط دراز مدت دمای سالانه Annual temperature (°C)	ارتفاع از سطح دریا Altitute (m)	طول جغرافیایی Logitute	عرض جغرافیایی Latitute	فاصله از ارومیه (Km)
علی‌آباد-سلدوز Ali-Abad-Soldoz	نقده Ngda	292	10.8	1460	45.28.20	36.46	95
قجلو-زرینه رود شمالی Gjlo-Zrina Rod Shomali	میاندوآب Myandoab	284	12.2	1330	46.8.57	36.58.32	143
بالانج -باراندوزچای جنوبی Balanj-Barandoz chay Jnobi	ارومیه Urmia	328	11.6	1550	45.9	37.21	36

جدول ۲- دمای و بارندگی در سه منطقه مورد آزمایش

Table 2. Temperature and rainfall in 3 experimental locations.

ناحیه Area	سال زراعی Cropping year	بارندگی سالانه Annual rainfall (mm)	متوسط دمای سالانه Annual temperature (C°)	حداکثر دمای سالانه Max. temperature (C°)	حداقل دمای سالانه Min. temperature (C°)	دمای حداکثر مطلق Absolute min. temperature (C°)	دمای حداقل مطلق Absolute max. temperature (C°)
علی آباد-سلدوز Ali-Abad-Soldoz	2018-2019	384.2	13.3	20.9	7.0	27.7	-14.0
	2019-2020	530.4	12.8	20.2	5.6	26.5	-13.3
	2020-2021	364.9	14.0	20.1	6.1	26.3	-15.8
	2021-2022	307.1	13.5	19.9	6.1	27.9	-14.7
قجلو-زرینه رود شمالی Gjlo-Zrina Rod Shomali	2018-2019	316.2	14.2	21.9	7.2	39.8	-11.2
	2019-2020	384.0	13.7	21.0	6.8	41.5	-11.1
	2020-2021	237.6	13.3	20.5	6.2	41.5	-13.0
	2021-2022	207.7	14.2	20.6	6.2	40.4	-14.5
بالانج-براندوزچای جنوبی Balanj-Barandoz chay Jnobi	2018-2019	368.4	12.7	19.0	6.4	37.6	-12.4
	2019-2020	530.0	12.5	19.0	5.9	39.6	-9
	2020-2021	335.5	12.0	18.6	5.7	37.4	-16
	2021-2022	241.8	12.9	19.1	5.5	38.8	-12.2

اکوتیپ‌های کشت شده بترتیب از مزارع شهرستان‌های زعفران خیز قائنات، زاوه و تربت‌حیدریه برداشت شد و به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ منطقه کشت شدند. در این مزارع در سال اول ۳۰ تن کود دامی در هکتار و در سال‌های دوم تا پنجم هر سال ۱۵ تن کود دامی در هکتار قبل از آبیاری داده شد. تعداد کرت‌های آزمایشی در هر ناحیه شامل ۱۲ کرت بود و هر کرت شامل ۸ ردیف کاشت بطول ۱۰ متر و به فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر بود. عمق کاشت بنه‌ها ۱۵ سانتی‌متر بود و در هر متر مربع ۶۰۰ گرم بنه با وزن ۸ تا ۱۲ گرم کاشته شد.

هر سه مزرعه در ۱۵ شهریورماه کشت و تنها یک‌بار در سال آبیاری شدند و بقیه نیاز آبی آن‌ها با باران و برف تامین شد. در طی ۵ سال اجرای آزمایش آبیاری در بالانج ارومیه و قجلو شهرستان میاندواب در ۱۰ مهرماه و در علی‌آباد نقده در اول مهرماه انجام شد. چند روز پس از آبیاری خاک سطحی مزارع با تیلر دستی نرم شد و نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری صفات عملکردی در زمان گلدهی از سطحی معادل ۴ مترمربع در هر کرت انجام شد. لازم به ذکر است که آبیاری تنها یکبار در طی هر سال در زمان‌های ذکر شده انجام شده است. کنترل علف‌های‌هرز از سال دوم تا پنجم هر سال با تیلر دستی بعد از آبیاری انجام شد.

اندازه‌گیری صفات عملکردی

در زمان گلدهی زعفران در نیمه اول آبان ماه، گل‌ها بصورت دستی برداشت و در آزمایشگاه گل پاک‌کنی انجام و کلاله‌ها، پرچم‌ها (شامل بساک و میله پرچم) و گلبرگ‌ها بصورت دستی از هم جدا شدند. صفات عملکردی اکوتیپ‌های زعفران از جمله تعداد گل در مترمربع، وزن‌تر گل در متر مربع، وزن خشک گل در مترمربع، وزن کلاله و پرچم در مترمربع از سال دوم تا پنجم اندازه‌گیری گردید برای خشک کردن نمونه‌ها در هوای آزاد آزمایشگاه با دمای حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد.

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی درسه مکان اجرا شد و داده‌های به دست آمده به‌صورت تجزیه مرکب اسپلیت‌پلات در زمان (۴ سال) توسط نرم افزار کامپیوتری SAS نسخه ۹/۲ مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ($p\leq۰/۰۵$) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه داده‌های صفات عملکردی از جمله تعداد و وزن ترگل، وزن خشک گلبرگ، وزن پرچم و کلاله در جدول ۵ ارایه شده است. همان‌طور که از جدول استنباط می‌شود اثر مکان، اکوتیپ، سال و اثر متقابل مکان در اکوتیپ، مکان در سال و اکوتیپ در سال بر تعداد گل، وزن‌تر گل، وزن خشک گلبرگ و پرچم و عملکرد کلاله از لحاظ آماری معنی‌دار بود.

تأثیر اثر متقابل مکان دراکوتیپ بر تعداد و وزن ترگل، وزن خشک گلبرگ و وزن پرچم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر سال و سال در منطقه بر روی کلیه صفات اندازه‌گیری شده (تعداد و وزن‌ترگل، وزن خشک گلبرگ، وزن پرچم و کلاله) از لحاظ آماری معنی‌دار بود. وزن‌ترگل، وزن خشک کلاله و پرچم تحت تأثیر اثر متقابل سال در اکوتیپ معنی‌دار بود. اثر متقابل مکان در اکوتیپ در سال بر روی صفات اندازه‌گیری معنی‌دار نبود.

جدول ۳- خصوصیات خاک مناطق کشت زعفران در آذربایجان غربی

Table 3. Soil characteristics of saffron cultivation areas in West Azarbaijan

ناحیه Area	اسیدیته گل اشباع Paste pH	هدایت الکتریکی EC (ds.m-1)	درصد اشباع SP (%)	پتاسیم قابل جذب Kava (mg.kg-1)	فسفر Pava (mg.kg-1)	نیتروژن N (%)	Organic matter ماده آلی (%)	رس Clay (%)	لای Silt (%)	شن Sand (%)	بافت Soil texture
علی‌آباد-نقده Aliabad-Ngda	7.16	0.47	30	272	6.16	0.07	0.86	20	18	62	لومی شنی Sandy loam
قجلو میاندوآب-Gajlo Myandoad	8.38	0.87	45	387	10.2	0.12	1.31	36	49	15	رسی شنی Sandy clay loam
بالانج ارومیه Balanj-Urmia	7.92	0.89	59	669	5.17	0.23	1.54	39	41	20	لومی رسی clay loam

نتایج مقایسه میانگین داده‌های صفات مرفولـوژیکی از جملـه تعداد و وزن‌تر گل، وزن گلبرگ خشک، وزن پرچم و وزن کلالـه در جدول ۶ ارائه شده است. از بین نواحی مورد کشـت بیشـترین تعداد گل تولیدی و وزن گل‌تر در منطقه علی‌آباد نقده به ترتیـب معادل ۶۳/۲۵ عدد و ۲۵/۲۹ گرم در مترمربع بیشـترین مقـدار و کمترین مقدار این صـفات در منطقـه بـالانج ارومیـه بـه ترتیـب معـادل ۴۰/۵۰۰ عـدد و ۱۶/۵۴ گـرم در مترمربـع بدسـت آمـد. محققان گزارش کردند که خصوصـیات اقلیمـی و جغرافیـایی در رشد رویشی و زایشی زعفران تأثیر دارند و خاک‌های با زهکشـی مناسب، بدون باران‌های تابستانه موجب سـازگاری و رشـد گیـاه زعفران در هر ناحیه می‌شود (Ganaie & Singh, 2019).

وزن گلبرگ و پرچم خشک به ترتیب معـادل ۲/۲۱ و ۰/۱۲۶ گرم در متر مربع در منطقه علی‌آباد نقده بیشـتر از منـاطق قجلـو میانـدوآب و بـالانج ارومیـه بـود. وزن کلالـه تولیـدی در ناحیـه علی‌آباد نقده معادل ۵/۱۷۴ کیلوگرم در هکتـار بیشـتر از منـاطق قجلوی میاندوآب معادل ۳/۶۱۶ و بالانج ارومیـه معـادل ۳/۲۸۸ کیلوگرم در هکتار بود.

در بین منـاطق مـورد کشـت و ارزیـابی بـا توجـه بـه نتـایج آزمایش بیشترین گل و زعفران تولیدی بترتیب مربوط به منـاطق علی‌آباد نقده، قجلو میاندوآب و کمترین مربوط به منطقـه بـالانج ارومیه بود. متفاوت بودن بافـت خـاک منـاطق اجـرای آزمـایش (جدول ۱) و سبک بودن بافت در منطقه نقده و همچنین متفاوت بودن شرایط اقلیمی مناطق دلیلی بر افزایش تولید در ایـن ناحیـه است. محققان بـا بررسـی عملکـرد زعفـران در منطقـه اسـفدن قائنات وزن و تعداد گل تولیدی زعفران را بترتیـب ۲/۵ تـا ۱۳/۵ گرم در متر مربع و ۵/۶ تا ۳۳ عدد و وزن خشک کلاله را ۴۰ تـا ۶۰ میلی گرم در مترمربع، اظهار کردند کـه روش کاشـت و وزن بنـه مـورد کاشـت تـاثیر زیـادی بـر عملکـرد و خصوصـیات مرفولوژیکی گیاه زعفران دارد (Khavari et al., 2016).

جدول ٤- مشخصات مناطق انتخاب اکوتیپ‌های کشت شده زعفران

Table 4. Characteristics of choicing areas of cultivated saffron ecotypes

منطقه Location	منطقه Location	متوسط درازمدت بارندگی سالانه Long-term average annual rainfall (mm)	متوسط دراز مدت دمای سالانه Long-term average annual temperature C^0	ارتفاع از سطح دریا Altitute (m)	طول جغرافیایی Logitute	عرض جغرافیایی Latitute
کرقند	کرقند	155	14.2	1780	58.42.39	33.48.30
Korgand	Korgand					
حوض سرخ	حوض سرخ	163	15.5	1210	59.8.14	35.11.28
Hoz-Sorkh	Hoz-Sorkh					
ژرف	ژرف	195	14.4	1832	59.40.01	36.54.47
Jarf	Jarf					
شهن‌آباد	شهن‌آباد	97	14.8	1375	59.25.49	35.18.15
Shahn-Abad	Shahn-Abad					

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های تأثیر اکوتیپ بر داده-های مطالعات مورفولوژیکی از جمله تعداد و وزن‌تر گل، وزن خشک گلبرگ، وزن پرچم و کلاله در جدول ۷ ارایه شده است. از بین اکوتیپ‌های مورد کشت تعداد گل تولیدی و وزن گل‌تر در اکوتیپ کرقند شهرستان قائنات به ترتیب معادل ۷۷/۰۳۸ عدد و ۲۶/۸۷ بیشتر از اکوتیپ‌های حوض سرخ، ژرف و شهن‌آباد بود. وزن گلبرگ و پرچم خشک در اکوتیپ کرغوند به ترتیب معادل ۲/۳۶ و ۰/۱۳۳ گرم در متربع بیشترین مقدار و در اکوتیپ حوض سرخ به ترتیب معادل ۱/۶۶ و ۰/۱۱۱ گرم در مترمربع کمترین مقدار بود. وزن کلاله خشک در اکوتیپ کرغوند قائنات معادل ۵/۵۷۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار بود. وزن کلاله در اکوتیپ ژرف معادل ۴/۲۳ کیلوگرم در هکتار بیشتر از اکوتیپ-های شهن‌آباد و حوض سرخ بود. محققان گزارش کردند که با افزایش دفعات آبیاری در زراعت زعفران عملکرد از ۱۰۲ گرم به ۴۰۰ گرم در هکتار افزایش می‌یابد (Koocheki et al., 2018). هر چند در مناطق کویری کشت زعفران ۴ تا ۵ بار آبیاری نیاز دارد (Abrishmi, 1389) ولی زعفران‌های تولیدی در مناطق مورد کشت آذربایجان‌غربی تنها با یک بار آبیاری در مهرماه تولید شدند و این مسئله در راستای کاهش مصرف آب و کاهش مخاطرات ناشی از خشک شدن دریاچه ارومیه و بحران آب در مناطق آذربایجان‌غربی و شرقی اهمیت دارد و کشت محصولات کم آب بر راه کاری برای حل معیشت کشاورزان در مناطق کم آب و در راستای درآمدزایی و ایجاد اشتغال پایدار خواهد بود. نتایج حاصل از داده‌های مزرعه‌ای در سه منطقه مختلف کشت در استان آذربایجان‌غربی نشان داد که کاشت زعفران و تولید کلاله بطور موفقیت‌آمیزی در مناطق مختلف و مستعد زعفران‌کاری امکان پذیر است (Hassanzadeh Ghorttapeh, 2015).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های تأثیر اثر متقابل مکان در اکوتیپ بر داده‌های مطالعات مورفولوژیکی از جمله تعداد و وزن ترگل، وزن خشک گلبرگ، وزن پرچم و وزن کلاله در جدول ۸ ارایه شده است. تعداد گل، وزن گل‌تر و وزن خشک گلبرگ در اکوتیپ قائنات و ناحیه علی‌آباد نقده بترتیب معادل ۲۴۳/۵، ۱۱۵/۶ و ۳۲/۴ گرم در مترمربع بیشترین مقدار بود.

وزن پرچم و وزن کلاله خشک نیز در منطقه علی‌آباد نقده بترتیب معادل ۰/۸۹گرم در متر مربع و ۶/۷۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار بود. در هر سه ناحیه مورد کشت خصوصیات صدرالاشاره در اکوتیپ حوض سرخ کمتر از سایر اکوتیپ‌ها بود.

در منطقه قجلوی میاندوآب و بالانج ارومیه اکوتیپ کرقند و ژرف بترتیب بیشترین تعداد گل تولیدی و وزن گل‌تر و وزن گلبرگ خشک را داشتند. وزن خشک پرچم و وزن زعفران یا کلاله تولیدی در منطقه قجلوی میاندوآب در اکوتیپ‌های کرغند و ژرف بترتیب معادل ۰/۴۴ و ۰/۱۱۴ گرم و ۵/۲۷ و ۳/۹۱ کیلوگرم در هکتار بیشتر از سایر اکوتیپ‌ها بود. در منطقه بالانج ارومیه بیشترین و کمترین کلاله تولیدی از اکوتیپ کرغند و حوض سرخ بترتیب معادل ۴/۶۸ و ۲/۲۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های تأثیر سال بر داده های مطالعات مورفولوژیکی از جمله تعداد و وزن‌تر گل، وزن خشک

گلبرگ، وزن پرچم و وزن کلاله در جدول ۹ ارایه شده است. با توجه به جدول فوق ملاحظه می شود که تعداد گل، وزن گل‌تر و وزن خشک گلبرگ در سال پنجم بترتیب معادل ۱۰۲/۸۹ عدد، ۴۱/۱۵ و ۷/۰۸ گرم در مترمربع بیشترین مقدار بود.

جدول ۵- تجزیه واریانس داده‌های تأثیر منطقه و اکوتیپ بر خصوصیات مورفولوژیکی زعفران در سال‌های زراعی ۱۳۹۷تا ۱۴۰۱

Table 5. Variance analysis of data on the effect of location and ecotype on morphological characteristics of saffron in 2018-2022.

منابع تغییرات S.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of square				
		تعدادگل Flower No.	وزن گل‌تر Wet flower weight	وزن گلبرگ خشک Petal dry weight	وزن خشک پرچم Stamen dry weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight
مکان Location	2	6220.2**	922.1*	7.61*	0.032**	0.487**
خطای Error	6	1156.4	317.11	2.27	0.0078	0.080
اکوتیپ Ecotype	3	6013.9*	913.9**	7.36**	0.022**	0.54**
مکان در اکوتیپ Location*Ecotype	6	648.7*	82.8*	0.79*	0.0017*	0.008^{ns}
خطا Error	18	225.98	31.0	0.277	0.0007	0.001
سال Year	3	47895.2**	844.1**	58.68**	0.204**	7.083**
سال در منطقه Year*Location	6	1635.1**	231.9**	2.003*	0.0056**	0.259**
سال در اکوتیپ Year*Ecotype	9	355.1^{ns}	56.7*	0.435^{ns}	0.0013**	0.151**
سال در اکوتیپ در منطقه Year*Ecotype*Location	18	161.7^{ns}	16.7^{ns}	0.198^{ns}	0.0004^{ns}	0.011^{ns}
خطا Error	72	216.9	33.24	0.265	0.00008	0.0113
ضریب تغییرات C. V. (%)	-	28.5	27.7	28.4	26.9	32

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و ۵ درصد و عدم معنی دار

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

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های تاثیر ناحیه بر خصوصیات مرفولوژیکی گیاه زعفران در شرایط آذربایجان غربی

Table 6. Means comparison of the effect of the region on the morphological characteristics of the saffron plant in the conditions of West Azerbaijan.

ناحیه Location	تعداد گل Flower No. (m^{-2})	وزن گل تر Wet flower weight ($g.m^{-2}$)	وزن گلبرگ خشک وزن گلPetal dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک پرچم Stamen dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)
علی آباد-نقده Aliabad-Ngda	63.25a	25.29a	2.21a	0.126a	0.5174a
قجلو میاندوآب Gajlo-Myandoab	51.10ab	20.45ab	1.78ab	0.102ab	0.3616ab
بالانج ارومیه Balanj-Urmia	40.50b	16.54b	1.41b	0.082b	0.3288b

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column, means with the same letter are not significantly different at 5% probability level.

وزن پرچم و وزن کلاله خشک نیز در سال پنجم (سال ۱۴۰۰) بترتیب معادل ۰/۲۰۶ گرم در مترمربع و ۹/۸۷۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار بود. در سال اول بدلیل تعداد کم بنه در واحد سطح نسبت به سال پنجم خصوصیات فوق‌الذکر کمترین مقدار بودند و با گذشت سال‌های اجرای آزمایش تعداد و وزن گل‌تر، وزن گلبرگ، پرچم و کلاله با رشد زعفران‌ها و

افزایش پیازها در داخل خاک افزایش معنی‌داری داشتند. از بین اکوتیپ‌های مورد کشت اکوتیپ کرقند بیشترین مقدار گل و کلاله تولیدی را داشت و اکوتیپ حوض سرخ کمترین مقدار گل و کلاله را تولید کرد. خصوصیات رشدی و وزن گیاه تولیدی زعفران کشت شده از اکوتیپ‌های انتخاب شده از نواحی مختلف متفاوت بود و اکوتیپ‌هایی مانند اکوتیپ کرقند و ژرف با استفاده کار آمد از عوامل اقلیمی، وزن کلاله و گلبرگ بیشتری نسبت به اکوتیپ‌هایی نظیر شهن‌آباد و حوض سرخ داشتند. همچنین با توجه به خصوصیات اکولوژیکی محل تهیه بنه زعفران، اکوتیپ‌های کرقند و ژرف از نواحی کوهستانی تهیه شده بودند که با شرایط اقلیمی استان آذربایجان‌غربی مشابهت بیشتری داشت. نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (Hatefi Farajian, et al., 2023). برخی محققان اظهار کردند که عوامل مختلف آب و هوایی نظیر نوع و خصوصیات خاک محل برداشت کروم زعفران و هم‌چنین شرایط اقلیمی محل کاشت در خصوصیات کمی و کیفی زعفران تولیدی مؤثر می‌باشد (Asl Zaim et al., 2017). همچنین مدیریت بهینه زراعی در عملکرد زعفران تأثیر دارد (Jalali et al., 2023).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های تأثیر اثر متقابل سال در ناحیه بر داده‌های مطالعات مورفولوژیکی از جمله تعداد و وزن‌تر گل، وزن خشک گلبرگ، وزن پرچم و کلاله در جدول ۱۰ ارایه شده است.

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های تاثیر اکوتیپ بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه زعفران در شرایط آذربایجان‌غربی

Table 7. Comparison of averages of effect on morphological characteristics of saffron ecotypes in the West Azerbaijan conditions

اکوتیپ Ecotype	تعداد گل Flower No.m^{-2}	وزن گل تر Wet flower weight (g.m^{-2})	وزن گلبرگ خشک Petal dry weight (g.m^{-2})	وزن خشک پرچم Stamen dry weight (g.m^{-2})	Stigma dry وزن خشک کلاله weight (g.m^{-2})
کرقند Korgand	77.038a	26.87a	2.36a	0.133a	0.5557a
حوض سرخ Hoz-Sorkh	42.037d	15.01d	1.66c	0.111c	0.2646d
ژرف Jarf	62.000b	22.26b	2.170b	0.094b	0.4238b
شهن‌آباد Shahn-Abad	52.926c	18.90c	1.91b	0.075b	0.3644c

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In Each Column, Means With The Same Letter Are Not Significantly Different At 5% Probability Level.

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های تأثیر اثر متقابل مکان در اکوتیپ بر صفات مورفولوژیکی گیاه زعفران

Table 8. Comparison of the means of the interaction effect of location*ecotype on morphological traits of saffron plant

منطقه Location	اکوتیپ Ecotype	تعداد گل Flower No. m^{-2}	وزن گل تر Wet flower weight ($g.m^{-2}$)	وزن گلبرگ خشک Petal dry weight ($gr.m^{-2}$)	وزن خشک پرچم Stamen dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)
علی آباد-نقده Aliabad-Ngda	کرگند Korgand	243.5a	115.6a	32.4a	0.892a	0.676a
علی آباد -نقده Aliabad-Ngda	حوض سرخ Hoz-Sorkh	127.1bcd	56.1bc	16.0cd	0.80cd	0.345de
علی آباد -نقده Aliabad-Ngda	ژرف Jarf	200.00bc	87.3bc	27.2b	0.623ab	0.544bc
علی آباد -نقده Aliabad-Ngda	شهن آباد Shahn-Abad	190.2bc	113.1a	25.5b	0.538ab	0.503bc
قجلو میاندواب Gajlo-Myandoad	کرگند Korgand	212.9ab	99.8ab	26.9b	0.443b	0.527bc
قجلو میاندواب Gajlo-Myandoad	حوض سرخ Hoz-Sorkh	126.2cd	53.1c	15.0cd	0.075d	0.226e
قجلو میاندواب Gajlo-Myandoad	ژرف Jarf	176.8bcd	80.5bc	22.9b	0.114b	0.391cd
قجلو میاندواب Gajlo-Myandoad	شهن آباد Shahn-Abad	136.0cd	58.6bc	16.9cd	0.084cd	0.300de
بالانج ارومیه Balanj-Urmia	کرگند Korgand	188.0bc	83.1bc	21.3bc	0.101c	0.468bc
بالانج ارومیه Balanj-Urmia	حوض سرخ Hoz-Sorkh	96.4d	47.5c	14.0d	0.070d	0.221e
بالانج ارومیه Balanj-Urmia	ژرف Jarf	146.6bcd	62.9bc	16.6cd	0.083cd	0.335cd
بالانج ارومیه Balanj-Urmia	شهن آباد Shahn-Abad	122.2dc	52.5c	14.2d	0.071d	0.289e

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column, means with the same letter are not significantly different at 5% probability level.

با توجه به جدول فوق ملاحظه می‌شود کـه بیشـترین تعـداد گل در مترمربع (۱۳۰ عدد) در سال ۱۴۰۰ در ناحیـه نقـده تولیـد شد و کمترین مقـدار مربـوط بـه سـال ۱۳۹۸ و منطقـه بـالانج ارومیـه بود.بیشـترین وزن گلبـرگ مربـوط بـه منـاطق نقـده و

میاندوآب به‌ترتیب معادل ۴/۵۶ و ۳/۲۰ گرم در مترمربع در سال ۱۴۰۰ و کمترین آن مربوط به منطقه بالانج در سال ۱۳۹۸ بود.

وزن گل‌تر در سال ۱۴۰۰ در منطقه نقده معادل ۵۲/۵۰ گرم بیشترین مقدار و در منطقه بالانج ارومیه در سال ۱۳۹۸ کمترین مقدار بود. از بین اثرات متقابل میانگین‌های سال در رقم بیشترین وزن کلاله در سال ۱۴۰۰ به میزان ۱۳/۲۰ کیلوگرم در هکتار در ناحیه علی‌آباد نقده و کمترین مقدار در سال ۱۳۹۸ و ناحیه بالانج ارومیه به میزان ۳۰۰ گرم در هکتار تولید شد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های تأثیر اثر متقابل سال در اکوتیپ بر داده‌های مطالعات مورفولوژیکی از جمله تعداد و وزن‌تر گل، وزن خشک گلبرگ، وزن پرچم و کلاله در جدول ۱۱ ارایه شده است. با توجه به جدول فوق ملاحظه می‌شود که بیشترین تعداد گل معادل ۱۲۷/۵۵ و ۱۱۰/۲۲ عدد در مترمربع بترتیب در اکوتیپ‌های کرغوند و ژرف در سال ۱۴۰۰ تولید شد و کمترین مقدار مربوط به سال ۱۳۹۸ و اکوتیپ‌های حوض‌سرخ و شهن‌آباد بترتیب معادل ۱۳/۶۷ و ۱۵/۷۸ عدد در مترمربع بود. در سال ۱۳۹۹ نیز بیشترین تعداد گل در اکوتیپ کرغوند معادل ۶۷ عدد تولید شد. بیشترین وزن گل‌تر در سال ۱۴۰۰ در اکوتیپ‌های کرغوند و ژرف بترتیب معادل ۵۱ و ۳۵/۱۱ گرم و کمترین آن در سال ۱۳۹۸ در اکوتیپ حوض سرخ معادل ۵/۳۷ گرم بود. باتوجه به جدول ۱۱ ملاحظه می‌شود که وزن پرچم در سال آخر اجرای آزمایش بیشتر از سال‌های دوم تا چهارم آزمایش بود و در سال ۱۴۰۰ در اکوتیپ کرقند بیشترین مقدار بود.

جدول ۹- مقایسه میانگین‌های تاثیر سال بر خصوصیات مرفولوژیکی گیاه زعفران در شرایط آذربایجان غربی

Table 9. Effects of the year on the morphological aspect of the saffron plant in the West Azerbaijan.

Year سال	Flower No./m^{-2} تعداد گل	Wet flower weight وزن گل‌تر (g.m^{-2})	Petal dry weight وزن گلبرگ خشک (g.m^{-2})	وزن خشک پرچم Stamen dry weight (g.m^{-2})	وزن خشک کلاله Stigma dry weight (g.m^{-2})
2018	20.83d	8.13d	1.73d	0.041c	0.034c
2019	31.25c	10.57c	2.25c	0.054c	0.083c
2020	51.50b	22.70b	3.52b	0.113b	0.531b
2021	102.89a	41.15a	7.08a	0.206a	0.987a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column, means with the same letter are not significantly different at 5% probability level.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین‌های تأثیر سال در منطقه بر خصوصیات مرفولوژیکی گیاه زعفران در شرایط آذربایجان غربی

Table 10. Effects of the year* Location interation on the morphological aspect of saffron plant in the West Azerbaijan.

Year سال	Location منطقه	Flower No. تعدادگل m^2	Wet Flower وزن گل‌تر weight ($g.m^{-2}$)	Petal dry weight وزن گلبرگ خشک ($g.m^{-2}$)	Stamen drv وزن خشک ب حم weight ($g.m^{-2}$)	Stigma وزن خشک کلاله dry weight ($g.m^{-2}$)
2018	علی‌آباد-نقده Aliabad-Ngda	14.50de	24.00e	0.84dc	0.088e	0.0363e
2018	قجلو میاندواب Gajlo-Myandoad	13.40de	22.16de	0.78de	0.079e	0.0309e
2018	بالانج ارومیه Balanj-Urmia	10.50e	16.16de	0.56e	0.082e	0.0325e
2019	علی‌آباد-نقده Aliabad-Ngda	18.35cde	36.00d	1.85c	0.355e	0.0885e
2019	قجلو میاندواب Gajlo-Myandoad	18.30cde	33.00d	1.26d	0.320e	0.0823e
2019	بالانج ارومیه Balanj-Urmia	15.72de	24.50de	1.27d	0.305e	0.0799e
2020	علی‌آباد-نقده Aliabad-Ngda	22.50bcd	66.50c	2.27c	0.635c	0.6374c
2020	قجلو میاندواب Gajlo-Myandoad	22.40bcd	52.91c	1.85c	0.461d	0.4640d
2020	بالانج ارومیه Balanj-Urmia	18.50cde	36.50d	1.16d	0.413d	0.4150d
2021	علی‌آباد-نقده Aliabad-Ngda	34.50a	132.5a	4.65a	1.320a	1.320a
2021	قجلو میاندواب Gajlo-Myandoad	30.50ab	91.5b	3.03b	0.916b	0.9148b
2021	بالانج ارومیه Balanj-Urmia	26.50ab	84.6b	2.96c	0.729c	0.7267c

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column, means with the same letter are not significantly different at 5% probability level.

جدول ۱۱- مقایسه میانگین‌های سال در اکوتیپ بر صفات عملکردی گیاه زعفران در شرایط آذربایجان غربی

Table 11. Effects of the year* ecotype interation on the morphological aspect of saffron plant in the West Azerbaijan.

سال Year	اکوتیپ Ecotype	تعداد گل در m^2 Flower No.	وزن گل تر Wet flower weight ($g.m^{-2}$)	وزن گلبرگ خشک Petal dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک پرچم Stamen dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)
2018	کرقند Korgand	12.156i	1.23fgh	0.75hi	0.42710h	0.05332i
2018	حوض سرخ Hoz-Sorkh	13.67hi	0.94hi	0.48i	0.03608h	0.02158i
2018	ژرف Jarf	20.50hi	1.13gh	0.72hi	0.03299h	0.02200i
2018	شهن آباد Shahn-Abad	17.89hi	1.06ghi	0.63hi	0.02778h	0.02159i
2019	کرقند Korgand	35.11fgh	15.63g	1.23fgh	0.07884gh	0.23457g
2019	حوض سرخ Hoz-Sorkh	26.83hi	8.71h	0.94hi	0.04424h	0.15419h
2019	ژرف Jarf	32.33gh	12.02gh	1.13gh	0.06070gh	0.19227gh
2019	شهن آباد Shahn-Abad	30.22ghi	11.32gh	1.06ghi	0.05748gh	0.15506h
2020	کرقند Korgand	67.00cd	23.92ef	2.34cd	0.14339gh	0.65778d
2020	حوض سرخ Hoz-Sorkh	45.33efg	15.77g	1.59efg	0.07886gh	0.32583f
2020	ژرف Jarf	49.67ef	28.83de	1.74ef	0.11913gh	0.52002e
2020	شهن آباد Shahn-Abad	54.22de	22.29f	1.89de	0.11111gh	0.49707e
2021	کرقند Korgand	127.56a	51.00a	4.46a	0.2528a	1.36222a
2021	حوض سرخ Hoz-Sorkh	77.33c	31.89d	2.71c	0.1584d	0.67885d
2021	ژرف Jarf	110.22b	45.11b	3.85b	0.2237b	1.04556b
2021	شهن آباد Shahn-Abad	96.44b	38.59c	3.37b	0.1915c	0.88444c

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column, means with the same letter are not significantly different at 5% probability level.

از بین میانگین‌های سال در رقم بیشترین وزن کلاله در سال ۱۴۰۰ به میزان ۱۳/۲۰ کیلوگرم در هکتار در ناحیه علی‌آباد نقده و کمترین مقدار در سال ۱۳۹۸ و ناحیه بالانج ارومیه به میزان ۳۰۰ گرم تولید شد. وزن گلبرگ تولیدی در سال ۱۴۰۰

بیشتر از سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ بود و در اکوتیپ کرغوند در سال ۱۴۰۰ معادل ۴/۴۶ گرم بیشترین مقدار بود.

وزن خشک کلاله تولیدی در واحد سطح سال ۱۴۰۰ در اکوتیپ کرقند و ژرف بترتیب معادل ۱۳/۶۲ و ۱۰/۴۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار بود. وزن کلاله تولیدی در کلیه اکوتیپ‌ها در سال دوم اجرای آزمایش کمتر از سال های سوم، چهارم و پنجم بود زیرا در سال‌های اول تعداد بنه‌های موجود در خاک کمتر بوده و بالطبع تعداد گل و کلاله تولیدی نیز کمتر بوده است ولی با گذشت زمان و تولید بنه‌های دختری از بنه‌های مادری و افزایش تعداد بنه در خاک تعداد گل و میزان کلاله تولیدی افزایش یافت. با توجه به محل تهیه بنه یا کورم زعفران جهت کشت، بنه‌های زعفران تهیه شده از کرقند قائنات که منطقه کوهستانی و ارتفاع از سطح دریا معادل ۱۷۸۰ متر هم خوانی بیشتری از لحاظ آب و هوایی با شرایط آذربایجان‌غربی داشته و می‌تواند دلیلی بر تولید بیشتر آن نسبت به سایر اکوتیپ‌ها باشد. فرخی و همکاران (Farrokhi et al., 2021) اظهار داشتند که بیشترین عملکرد کلاله معادل ۰/۰۹۸ گرم در مترمربع در ارتفاعات بالای ۱۳۰۰ متر تربت حیدریه تولید شد، زیرا دمای هوا در تابستان کمتر می‌باشد. در کل زعفران تولیدی از اکوتیپ‌های تهیه شده از مناطق دشت مانند حوض سرخ و شهن‌آباد کمتر از مناطق کوهستانی مانند کرقند و ژرف بود. در مناطقی مثل استان آذربایجان‌غربی که زودتر دمای هوا نسبت به مناطق کویری در پاییز سرد می‌شود آبیاری زعفران زودتر انجام شده و گلدهی زعفران حدود یک ماه زودترآغاز می‌شود.

در مناطق مورد بررسی در این آزمایش کلاله زعفران در منطقه علی‌آباد، قجلوی میاندوآب و بالانج ارومیه هر سه در اواخر مهرماه تا نیمه اول آبان ماه برداشت شدند. که این مسئله در تولید زعفران و فروش زودتر محصول در بازار نسبت به مناطق جنوبی کشور حائز اهمیت است. برخی محققان نیز گزارش کردند که در فصل پاییز گلدهی زعفران در مناطق سرد زودتر از مناطق گرم اتفاق می‌افتد(Ebrahimi et al., 2020; Mohammadi et al., 2011). با توجه به جدول ۲ هر ۴ اکوتیپ کشت شده در طی سال‌های آزمایش در سه منطقه مورد کشت علی‌آباد، قجلو و بالانج به ترتیب دماهای پایین ۱۶- ، ۱۴/۵- و ۴،۱۲- درجه را در زمستان و دماهای بالای ۲۷، ۴۱/۵ و ۳۹/۶ درجه را در تابستان (در زمان خواب) تحمل کرده و توانستند به رشد و نمو خود ادامه دهند. محققان در ترکیه با بررسی عوامل آب و هوایی اظهار کردند که زعفران می‌تواند دمای ۱۸- درجه را در زمستان و ۴۵ درجه سانتی‌گراد را در تابستان تحمل نماید (Coskun et al., 2017).

نتیجه گیری

کشت زعفران آگاهی، علم، تخصص و تدبیر وافری نیاز دارد و شناخت خصوصیات اکوفیزیولوژیکی گیاه زعفران اولویت دارد به دلیل پایین بودن سطح اطلاعات علمی، تکنیکی، فنی و عملی زراعت زعفران در کشور، عملکرد زعفران در واحد سطح از میزان کمتری برخوردار است و با بکارگیری علوم و فنون پیشرفته می‌توان به میزان عملکرد بیشتری در واحد سطح دست یافت. با توجه به نتایج این بررسی مشخص گردید که چهار اکوتیپ زعفران کشت شده در سه ناحیه مختلف علی‌آباد نقده، قجلوی میاندوآب و بالانج ارومیه به لحاظ صفات عملکردی مورد مطالعه چون تعداد و وزن گل در مترمربع، وزن کلاله و پرچم متفاوت بودند. عوامل آب و هوایی و اکوتیپ کشت شده در میزان کلاله تولیدی تأثیر داشتند و با توجه به نتایج بررسی اکوتیپ کرقند از شهرستان قائنات و اکوتیپ ژرف از شهرستان تربت حیدریه بیشرین تعداد و وزن گل، گلبرگ و پرچم و عملکرد کلاله را داشت و می‌تواند برای کشت عملکرد بیشتری در مناطق توصیه شده آذربایجان‌غربی داشته باشد.

سپاس‌گزاری

این مقاله از نتایج پروژه تحقیقاتی"ارزیابی کمی عملکرد

اکوتیپ‌های زعفران در شرایط اقلیمی حوزه آبریز دریاچه ارومیه" به شماره مصوب: ۹۶۱۲۳۲-۲۵۵-۰۳-۳۶-۰۴ تهیه شده است لذا نویسندگان از کلیه عزیزانی که در اجرای پروژه و تهیه مقاله یاری کردند قدردانی و سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

Ahmadi, H., Amini, M., Vazin, F., & A. Madani. (2022). A study the effect of irrigation cycle and size of mother corms on flower yield and daughter corms in saffron. *Sustainable Agricultural Science Research*, *1* (4), 14-28. https://doi.org/10.5281/zenodo.6192289. (In Persian with English Abstract).

Alavizadeh, S. A. M., Monazzam Esmaeel Pour, A., & Hosseinzadeh Kermani, M. (2013). Possibility study of areas with potential cultivation of saffron in Kashmar plain using GIS. *Saffron Agronomy & Technology, 1* (1), 71-95. https://doi.org/10.22048/jsat.2013.4812. (In Persian with English Abstract).

Alizadeh, S., Niroumand A., & Hoshmand, S. (2016). Investigating social-economic effects and estimating the profit of saffron cultivation in Bonab area of Marand city. *Saffron Research Journal*, *5* (2), 78-89. https://doi.org/10.22077/jsr.2017.603 (In Persian with English Abstract).

Anonymous. (2022). Agricultural Statistics, Department of Agricultural Information and Statistics, Ministry of Agricultural Jihad. [In Persian].

Asl Zaim, F., Niknam, V., Ebrahimzadeh, H., & Sharifi, G. (2017). Comparing the effects of drought stress and salicylic acid on different populations of cultivated saffron (*Crocus sativus* L.). *Plant Research Journal (Iranian Biology Journal)*, *31* (3), 483-498. https://doi.org/10.22077/jsr.2020.2148.1084 (In Persian with English Abstract).

Choopan, Y., Emami, S., & Hezarjaribi, A. (2020). The role of different irrigation periods on corm weight, forage content and number and yield of saffron flowers in warm and dry climates. *Water Management in Agriculture*, *6* (2), 115-122. (In Persian with English Abstract).

Coskun, M., Gok, M., & Coskun, S. (2017). Climate characteristics of Safranbolu (Karabuk) and saffron cultivation. *International Journal of Geography and Geology*, *6* (3), 58–69. https://doi.org/10.18488/journal.10/2017.6.3/10.3.58.69

Ebrahimi, M., Pouyan, M. & Nezhad, M. (2020). Possibility of replacing manure with other organic amendments in saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation at different mother corm weights. *Saffron Agronomy & Technology*, *8* (1), 37- 57. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22048/jsat.2019.165266.1331

. Farrokhi, H., Asgharzadeh, A., & Samadi., M. K. (2021).Yield and qualitative and biochemical characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) cultivated in different soil, water, and climate conditions. *Italian Journal of Agrometeorology*, *2*, 43-55. https://doi.org/10.36253/ijam-1216.

Ganaie, D. B., & Singh, Y. (2019). Saffron in Jammu and Kashmir. *International Journal of Research in Geography*, *5* (1–2), 1–12. https://doi.org/10.20431/2454-8685.0502001

Ghanbari, J., & Gh.R. Khajoei –Nejad. (2017). Effect of organic and chemical fertilizers application on relationships among growth indices, corm characteristics, flower related attributes and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) ecotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences*, *19* (4), 297-318. (In Persian with English

Abstract). https://doi.org/20.1001.1.15625540.1396.19.4.3.5.

Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G.M., Siracusa, L., & Ruberto, G. (2009). Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. *Scientia Horticulturae, 119*: 320-324. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.008.

Habibi, M., Bagheri, B., & Kazemabad, A. (2016). Saffron: cultivation, process, chemical compositions and its standards. Publications of Scientific and Industrial Research Organization of Iran - Khorasan Center. 22 p. (In Persian).

Hashemi, S. E., Madahhosseini, S., Pirasteh-Anosheh, H., Sedaghati, E., & Race, M. (2023). The role of nitrogen in inducing salt stress tolerance in *Crocus sativus* L.: Assessment based on plant growth and ions distribution in leaves. *Sustainability*, *15*, 567. https://doi.org/10.3390/su15010567

Hassanzadeh Ghorttapeh, A. (2015). Determining areas prone to saffron cultivation in West Azarbaijan province. Research report of West Azarbaijan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, 27 pages. (In Persian with English Abstract).

Hassanzadeh Ghorttappeh, A. (2016). Planting saffron. *Chalishanlar*, 9 (27), 44-45. (In Persian).

Hatefi Farajian, M. H., Rezvani Moghaddam, P., & Soroor Khorramdel, S. (2023). Investigating the situation of saffron farmers and agricultural factors effective in saffron yield in Khorasan provinces. *Journal of Saffron Research*, *11* (2), 362-380. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22077/jsr.2023.6859.1228.

Jalali A., Zaefarian, F., Benjamin Torabi & Abbasi, R. (2023). The effect of maternal corm weight and planting depth on flower yield and daughter corm of saffron (*Crocus sativus* L.) in Sari plain. *Journal of Saffron Research*, *10* (2), 231- 244. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22077/jsr.2022.5568.1194

Khavari, A., Behdani, M. A., Zamani, G. & Mahmoudi, S. (2016). Effects of planting method and corm weight on saffron corm and flower yield in Qaenat region. *Journal of Saffron Research*, 4 (1), 120-133. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22077/jsr.2016.397.

Koocheki, A., Najibnia S., & Lalehgani B., (2018). Evaluation of saffron yield (*Crocus sativus* L.) in intercropping with cereals, pulses and medicinal plants. *Iranian Agricultural Research Journal*, *7* (1), 163-172. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/20.1001.1.20081472.1388.7.1.18.6 .

Koozehgaran, S., Mousavi Baygi, M., Sanaeinejad, H. & Behdani, M. A. (2011). Study of the minimum, average and maximum temperature in South Khorasan to identify relevant areas for saffron cultivation using GIS. *Soil & Water*, *25* (4), 892-904. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/JSW.V0I0.10257.

Koozehgaran, S., Mousavi Baygi, M., Sanaeinejad, H. & Behdani, M. A. (2014). Identification relevant areas for saffron cultivation according to precipitation and relative humidity in South Khorasan using GIS. *Journal of Saffron Research*, *1* (1), 85-96. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22077/jsr.2013.436.

Kothari, D., Thakur, M., Joshi, R., Kumar, A., & Kumar, R. (2021). Agro-climatic suitability evaluation for saffron production in areas of western Himalaya. *Frontiers in Plant Science*, *12*, Article 657819. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.657819

Molafilabi, A., Koocheki, A., Rizvani Moghaddam P., & Nasiri M. (2014). Effect of plant density and corm weight on yield and yield components of saffron (*Crocus sativus* L.) under soil,

hydroponic and plastic tunnel cultivation. *Saffron Agronomy & Technology*, *1* (2), 14-28. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22048/jsat.2014.4815.

Mohammadi, H., Ranjbar, F. & Soltani, M. (2011). Climatic potentials assessment for saffron cultivation in Marvdasht. *Journal of Geography & Environmental Planning*, *22* (3), 143-154. (In Persian with English Abstract). h ttps://doi.org/20.1001.1.20085362.1390.22.3.9. 4.

Moshtaghi, N., Ghahremanzadeh, R., & Marashi,H. (2010). Irrigation effects on pds and bch genes expression of the Iranian saffron. *Journalof Cell & Molecular Research*, *2* (2), 61-66. https://doi.org/10.22067/jcmr.v2i2.10761.

Muyidi Shahraki, A., Jami Al-Ahmadi, M. & Behdani, M. (2018). Investigating the energy efficiency of saffron cultivation in South Khorasan. *Journal of Agricultural Ecology*, *2* (1), 55-62. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/JAG.V2I1.7602.

Mykhailenko, O., Desenko, V., Ivanauskas, L., & Georgiyants, V. (2020). Standard operating procedure of Ukrainian saffron cultivation according with good agricultural and collection practices to assure quality and traceability. *Industrial Crops & Products*, *151*, 112376. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020. 112376

Naghizadeh, M., Gholami M., Shabestri, M. & Shamsuddin S. (2013). Investigating some physiological responses of three indigenous saffron populations of Iran to salinity stress. *Saffron Agronomy & Technology*, *2* (3), 127-136. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22048/jsat.2014.7270.

Pirasteh–Anosha, H., Babaie, MJ., Nasrabadi, M., Parnian, A., Alavi-Siney,SM, Beyrami, H., Kaveh, H., Hashemi, SE., Durrer, U., McDonald, K., & Race, M. (2023). Climate and management factors influence saffron yield in different environments. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, *6* (3), 1-15. https://doi.org/10.1002/agg2.20418

Rezvani Moghaddam, P., Khorram Del S., & Malafilabi, A. (2015). Evaluation of soil physical and chemical characteristics impacts on morphological criteria and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Research*, *3* (2), 188-203. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22077/jsr.2015.294

Rezvani Moghaddam, P. (2020). Ecophysiology of saffron. In A. Koocheki & M. Khajeh-Hosseini (Eds.), Saffron: Science, Technology and Health (pp. 119–137). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818638-1.00008-3

Sadeghi, B. (2012). Effect of corm weight on saffron flowering. In Proceedings of the 4th International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology. Kashmir, India, 22-25.October 2012.