https://gep.ui.ac.ir/?lang=en
Geography and Environmental Planning
E-ISSN: 2252- 0910
Document Type: Research Paper
Vol. 33, Issue 2, No.86, Summer 2022, pp. 1- 4
Received: 04/08/2021 Accepted: 04/12/2021

Investigating the Effect of Saffron Plant Age on Its Production in Lorestan Province

Hanieh Nazaripour [1] *, Javad Khoshhal Dastjerdi [2] * , Ali Baratian [3]

1- PhD Student in Climatology, Department of Natural Geography, Faculty of Geography and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran
haniyehnazaripour@yahoo.com

2- Associate Professor of Climatology, Department of Natural Geography, Faculty of Geography and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran
javadkhoshhal@yahoo.com

3- Ph.D. in Climatology, University of Isfahan, Isfahan, Iran
Baratian2002@yahoo.com

Abstract

Saffron is a very popular medicinal plant and the most expensive spice in the world. It is highly considered in traditional medicine for the treatment of varied diseases. From among Iranian agricultural crops, it is one of the most valuable products. Due to its special characteristics, its production and export can be developed. As the largest producer and exporter of saffron in the world, Iran accounts for more than 90% of global saffron production. In 2018, more than 71% of the global export of saffron belonged to Iran. Lorestan Province is becoming one of the important areas for cultivating this crop due to its natural conditions and farmers' interest. This study tried to identify the factors affecting the sustainable development of this crop. For this purpose, during the two consecutive years of 2017 and 18, 3 regions in Kuhdasht, Kuhnani, and Khorramabad townships were selected, in which 5 sample farms were chosen based on the field research. The selected farms had a planting history of 1 to 5 years. Several quadrants were established in the farms and the phenological measurements were recorded based on them. The statistics of these farms were collected to determine the required yields. The means and ANOVA comparisons were applied to analyze the results. The studied parameter was farm age from 1 to 5 years in the 3 regions of Kuhdasht, Kuhnani, and Khorramabad townships. In this investigation, saffron flower characteristics and dry weights of stigma were determined simultaneously with daily phenological inspections of the farms. The results in both years revealed that age was the major factor in yield change in all the 3 regions in a way that saffron yield increased with increasing farm age up to 4 years and then decreased. The effects of farm age on saffron flower and stigma yields were statistically significant. It was found that the lowest and highest yields were respectively related to the 1-, 2-, and 5-year-old farms and 3-year-old farms with a peak yield for the 4-year-old farms. During the study of the role of temperature in the two consecutive

*Corresponding Author
Nazaripour, H., khoshhal Dastjerdi, J., Baratian, A. (2021). Investigating the Effect of Saffron Plant Age on Its Production in Lorestan Province. *Geography and Environmental Planning*, 33 (2), 1 -4.

2252- 0910/ © 2022 The Authors. Published by University of Isfahan
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses BY-NC-ND 4.0)
http://dx.doi.org/10.22108/gep.2021.129837.1445 20.1001.1.20085362.1401.33.2.3.3

years, it was observed that the average temperature had been higher in 2017 and thus the flowering duration had decreased. Accordingly, saffron yield in this year compared to 2018 showed a smaller value, which indicated the role of temperature in yield enhancement during the flowering period. Yield differences were significant in the 3 studied regions. The highest and lowest yields were related to Kuhnani and Khorramabad farms, respectively.

Keywords: saffron, Lorestan, farm age, yield, comparison of means

Introduction:

As a very popular medicinal plant, saffron, is the most expensive spice in the world. It is highly regarded in traditional medicine for being used in the treatment of some diseases. Among Iranian agricultural products, it is one of the most valuable plants since its production and export can be expanded based on its special characteristics. Iran is the largest producer and exporter of saffron in the world and accounts for more than 90% of global saffron production. In 2018, more than 71% of the global export of saffron belonged to Iran. Lorestan Province is located in the west of Iran and has more potential for the production of agricultural products due to its environmental conditions, especially climate, when compared to other eastern, southern, and central provinces. In recent decades, farmers in different parts of this province like other provinces have been more interested in cultivating this crop due to the occurrence of drought and lack of water for agriculture on the one hand and its valuable characteristics on the other hand. Therefore, this province is becoming one of the important areas for farming saffron because of the dominating natural conditions and farmers' increasing interest in its cultivation.

Methodology:

This research was conducted in the 3 townships of Kuhdasht, Kuhnani, and Khorramabad in Lorestan Province through field and laboratory methods in 2017 and 2018. Aphenological monitoring site was created in the vicinity of synoptic meteorological stations located in the mentioned townships upon the recommendation of the Agricultural Research Center of the province and the farmers, who had grown saffron bulbs on their farms at the first year in 2013, 2014, 2015, and 2016 and whose plants were still continuing their biological activities. They were invited to cooperate with the researcher at the time of dormancy of their plants or corms in mid-spring (late May) in 2017. Also, another farm, on which saffron plant was to be cultivated in 2017, was planned to be equipped with the mentioned monitoring site. In the middle of May,2018, the farmers removed the saffron corms or bulbs planted on their farms in 2013 for sale and subsequent crop rotation. To replace any farms excluded from the research, a new farm was designated in the selected area in each township and the monitoring was continued. In these farms, the cultivated plants, which had lived from 1 to 5 years, were examined in terms of their phenological stages during the two years of monitoring. In the selected farms, they were divided into equal parts and a code was given to each part. Then, from among the codes, 3 codes were randomly selected for creating a quadrant. Monitoring of the phenological phases was performed based on the BBCH coding system at the same time as recording the relevant weather conditions. In this way, 15 quadrants were created, in which the plants aging 1-5 years could be monitored. Monitoring was continued on the same farms in the second year as well.

Discussion:

In both years, the results revealed that age was the most important factor in yield change in all the 3 regions. With the increasing ages of the farms up to 4 years, saffron yield showed an upward trend and then decreased. Its flower and stigma yields were low during the first years of cultivation in all the 3 study regions in the two consecutive years. With increasing farm age up to 4 years, saffron yield had an upward trend and reached its peak. Then, the flower and stigma productions decreased until 5 years of farm age. The lowest and highest yields were respectively related to the 1-, 2-, and 5-year-old farms and the 3-year-old farms with a peak in the 4th year. Saffron yields were affected by the natural

conditions of the regions and farm age. The total Growing Degree-Days (GDDs) were calculated according to the effective and active temperatures and growth period lengths in Kuhdasht, Kuhnani, and Khorramabad townships during the two years of research. In the first year, the plants in the farms of the mentioned townships had 213, 239, and 204 GDDs and 333, 360, and 314 GDDs based on the active and effective temperatures, respectively. These GDDs were achieved within 24, 24, and 22 days, respectively. In the second year, these farms obtained 190, 263, and 186 GDDs and 327, 371, and 306 GDDs based on the mentioned temperatures, respectively. These GDDs were achieved within 26, 27, and 24 days, respectively.

Saffron is a cold-loving plant and its activity and growth period start as the weather begins to get relatively cold. During the study on the role of temperature in the two consecutive years, it was observed that the average temperature was higher in 2017, thus reducing flowering duration. Saffron yield showed a lower amount in this year compared to 2018, which indicated the role of temperature in the flowering period.

Conclusion:

The results of this research demonstrated that age was the major factor in yield change in a way that saffron yield had an upward trend up to 4 years and then decreased with increasing farm age. Also, the highest flower and stigma yields were observed in the 4-year-old farms, while flower yield decreased with increasing the farm age up to 5 years. In addition, increasing farm age caused enhanced dry weights of the corms. In the first years of saffron cultivation, saffron flower and stigma yields were low and saffron yield was augmented as farm age increased up to 4 years, thus reaching its peak. Afterwards, the amounts of flower and stigma productions per unit area lowered with increasing farm age so that the lowest and highest yields were respectively obtained from the 1-, 2-, and 5-year-old farms and the 3-year-old farms with a peak in the 4-year-old farms. Saffron flower and stigma yields were influenced by the natural conditions of the regions and farm age. Based on the data analysis, the differences in the flower and stigma yields in the 3 studied regions were significant. The highest and lowest yields were related to the farms of Kuhnani and Khorramabad townships, respectively. The effects of farm age on saffron flower and stigma yields were significant as well. Analysis of Variance allows checking certainty of the existence of a linear relationship between variables. Since the levels of significance in the mentioned townships were less than 5%, a significant relationship between farm age and saffron yield could be deduced. Comparison of the sums of squares within the groups and outside the groups of the 3 studied regions demonstrated that the sum of squares within the groups had a smaller share in the total dispersion and thus, the assumption that the yields in the regions were the same was rejected. The GDDs in terms of effective and active temperatures and the growth period length were calculated during the two years of research in the townships. According to the calculation results, 213, 239, and 204 GDDs and 333, 360, and 314 GDDs were obtained based on the active and effective temperatures in the farms of Kuhdasht, Kuhnani, and Khorramabad townships in the first year of the plant cultivation, respectively. These GDDs were achieved within 24, 24, and 22 days, respectively. In the second year, the farms of the mentioned townships obtained 190, 236, and 186 GDDs and 327, 371, and 306 GDDs based on the mentioned temperatures, respectively. The GDDs were achieved within 26, 27, and 24 days, respectively.

Saffron is a cold-loving plant and its activity and growth period start as the weather begins to get relatively cold. During the study on the role of temperature in the two consecutive years, the average temperature was observed to be higher in 2017, thus alleviating the flowering duration. A lower value of saffron yield was evidenced in this year compared to 2018, which was indicative of the role of temperature in yield enhancement during the flowering period.

References

- Bazrafshan, O., Ramezani Etedali, H., Gerkani Nezhad Moshizi, Z., & Shamili, M. (2019). Virtual water trade and water footprint accounting of saffron production in Iran. *Agricultural Water Management*, 213(5) 368-374. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.10.034

- El Hajj, A., Moustafa, S., Oleik, S,. Telj1, V., Taha, N. Chehabeldine, H., & El Tachach, T.(2019). *Yield of Saffron (Crocus sativus) under Different Corm Densities*. Journal of Agricultural Science, Vol. 11, No. 8, 2019. ISSN 1916-9752 E-ISSN 1916-9760. URL: https://doi.org/10.5539/jas.v11n8p183
- Ferrara, L., Naviglio, D., Gallo, M. (2014). Extraction of Bioactive Compounds of Saffron (Crocus sativus L.) by Ultrasound Assisted Extraction (UAE) and by Rapid Solid-Liquid Dynamic Extraction (RSLDE). *European Scientific Journal*, 10(3), 1-13.
https://www.researchgate.net/publication/259997094
- KUMAR, R., SINGH, V., DEVI, K., SHARMA, M., SINGH, M.K., & AHUJA, P.S.(2009). *State of Art of Saffron (Crocus sativus L.) Agronomy: A Comprehensive Review*. Article (January 2009). DOI: 10.1080/87559120802458503. https://www.researchgate.net/publication/224873548
- Kothari, D., Thakur, M., Joshi, R., Kumar, A.& Kumar, R. (2021).*Agro-Climatic Suitability Evaluation for Saffron Production in Areas of Western Himalaya*. Published: 15 March, 2021. doi: 10.3389/fpls.2021.657819. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.65781
- Lopez-Corcoles, H., Brasa-Ramos, A., Montero-García, F., Romero-Valverde, M., & Montero-Riquelme, F. (2015). *Phenological growth stages of saffron plant (Crocus sativus L.) according to the BBCH Scale*. Spanish Journal of Agricultural Research. 13(3), e09SC01, 7 pages (2015).
http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2015133-7340
- Mohammadi, H. (2015). Effects of corm size and plant density on Saffron (Crocus sativus L.) yield and its components. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR)*, Vol. 6, No. 3, pp. 20-26, 2015.https://www.researchgate.net/publication/306118724
- Menia, M., Iqbal, S., Zahida, R., Tahir, S., Kanth, R. H., Saad, A. A., & Hussian, A. (2018). Production technology of saffron for enhancing productivity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry (2018)*, 7(1): 1033-1039. Available online at www.Phytojournal.com
- Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., & Rouphael, Y. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density.*Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.7(1): 1 9-2 3,2 0 0 9.
https://www.researchgate.net/publication/268268074
- Sabet Temouria, M. *Investigation of planting age farm on saffron characteristics and corm position in soil, Kashmar, Iran*. Article inActa Horticulturae, November, 2017.
https://www.researchgate.net/publication/321366652
- Sepaskhah, A. R. and Kamgar-Haghighi, A. A. (2009). Saffron Irrigation Regime. Journal of production. *International Journal of Plant Production*, Vol. 3, 3(1), January, 2009. ISSN: 1735-6814 (Print), 1735-8043 (Online). This is a refereed journal and all articles are professionally screened and reviewed.
- Fig. 1: Location of the studied cities
- Table 1: Geographical characteristics of the study areas
- Table 2: Average temperature, average minimum and maximum temperatures, and precipitation in the study areas in 2017-2018
- Fig. 2: Graph of average monthly temperatures of the stations in 2017 and 2018
- Fig. 3: Graph of average monthly rainfalls of the stations in 2017 and 2018
- Fig. 2: Locations of the selected farms by age in the cities of Kuhnani, Kuhdasht, and Khorramabad in 2017-2018
- Table 3: Comparison of means in all the 3 study areas in 2017-2018
- Table 4: Beginning and ending dates, means of minimum and maximum temperatures, and mean daily temperature during the flowering phase in the study areas in 2017
- Table 5: Beginning and ending dates, means of minimum and maximum temperatures, and mean daily temperature during the flowering phase in the study areas in 2018
- Table 6: Saffron yield (g/ha) in terms of plant age in the studied areas in 2017-2018
- Fig. 5: Diagram of saffron crop yield in the studied areas in 2017
- Fig. 6: Diagram of saffron crop yield in the studied areas in 2018

جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی
سال ۳۳، پیاپی ۸۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، ص ۱۶- ۱
وصـول: ۱۴۰۰/۵/۱۳ پـذیرش: ۱۴۰۰/۹/۱۳

مقاله پژوهشی

بررسی اثر سن گیاه زعفران بر میزان تولید محصول آن در استان لرستان

هانیه نظری‌پور، دانشجوی دکتری گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
haniyehnazaripour@yahoo.com
جواد خوشحال دستجردی *، دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
javadkhoshhal@yahoo.com
علی براتیان، دکترای تخصصی گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
baratian2002@yahoo.com

چکیده

کشت زعفران به دلیل نیاز آبی کم در سال‌های اخیر در استان لرستان مورد توجه قرار گرفته است. بر ایـن اسـاس پـژوهش حاضـر بـا هدف شناسایی عوامل مؤثر بر توسعهٔ پایدار کشت محصول زعفران صورت گرفته است. بدین منظـور طـی یـک سـال متـوالی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ سه منطقه در شهرستان‌های کوهدشت، کوهنانی و خرم‌آباد و در یک پژوهش میدانی در هر منطقه، پنج مزرعه بـه‌صـورت نمونـه انتخاب شد. پارامتر بررسی‌شده، سن مزارع از یک تا پنج سال در سه منطقهٔ کوهدشت، کوهنانی و خرم‌آباد بوده است. در این پـژوهش خصوصیات گل و وزن خشک کلالهٔ زعفران همزمان با بازدیدهای فنولوژیک روزانه از سطح مزارع تعیین شـد. نتـایج در هـر دو سـال نشان دادند در هر سه منطقه، سن، مهم‌ترین عامل تغییر عملکرد بوده است؛ به طوری که با افزایش سن گیـاه زعفـران تـا چهـار سـال، بازدهی زعفران روند صعودی و سپس کاهش یافته است. اثر سن مزرعه بر عملکرد گل و کلالهٔ زعفران ازنظر آماری معنـادار بـوده کـه مشخص شد کمترین عملکرد برای مزارع یک، دو و پنج‌ساله و بیشترین عملکرد برای مزارع سه و اوج آن چهارساله بـوده اسـت. طـی بررسی نقش دما در دو سال متوالی مشاهده شد که در سال ۱۳۹۶ متوسط دما بیشتر بوده و طبیعتاً طول مـدت گـل‌دهـی کـاهش یافتـه است؛ بر این اساس میزان عملکرد زعفران در این سال نسبت به سال ۱۳۹۷ مقدار کمتری را نشان می‌دهد که بیانگر نقـش دمـای دورهٔ گل‌دهی در افزایش عملکرد است.

واژه‌های کلیدی: زعفران، لرستان، سن مزرعه، عملکرد، مقایسهٔ میانگین‌ها

*نویسنده مسؤول

نظری پور, هانیه, خوشحال دستجردی, جواد, براتیان, علی. (۱۴۰۰). بررسی اثر سن گیاه زعفران بر میزان تولید محصول آن در اسـتان لرسـتان. *جغرافیـا و برنامـه ریـزی محیطی*، ۳۳ (۲)، ۱۶- ۱.

2252- 0910/ © 2022 The Authors. Published by University of Isfahan
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses BY-NC-ND 4.0)
http://dx.doi.org/10.22108/gep.2021.129837.1445 20.1001.1.20085362.1401.33.2.3.3

مقدمه

زعفران یکی از گرانبهاترین ادویه‌های جهان است که در سرتاسر جهان با عنوان چاشنی طلایی شناخته می‌شود (Menia et al., 2018)؛ علاوه بر این زعفران، یک گیاه دارویی بسیار محبوب در طب سنتی محسوب می‌شود که در درمان بعضی بیماری‌ها نظیر کبد، سرطان، آسم و اختلالاتی همانند گرفتگی عضلات، بهبود الگوی خواب، سلامت قلب و تقویت دستگاه گوارش کاربرد دارد (Ferrara et al., 2014). این محصول خاص آب‌وهوای مدیترانه‌ای است و در بعضی کشورهای این منطقه نظیر اسپانیا، مراکش، یونان و دیگر مناطق مانند هند و آذربایجان نیز کشت می‌شود؛ اما در میان تولیدکنندگان زعفران در دنیا، ایران هم ازلحاظ تولید و هم ازلحاظ سطح زیر کشت مقام اول را دارد (Bazrafshan et al., 2019). براساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، زعفران در ۳۰ استان ایران کشت می‌شود. میزان تولید زعفران در ایران از ۱۸٦ تن در سال ۱۳۸۵ به ٤۰٤/٤۸ تن در سال ۱۳۹۷ افزایش یافته است؛ همچنین مجموع سطح زیر کشت زعفران در ایران ۱۱۱٦٤۲/۳ هکتار است (زکی‌عقل و همکاران، ۱٤۰۰).

زعفران به‌مثابهٔ گرانبهاترین محصول کشاورزی و دارویی جهان ازجمله گیاهانی است که با توجه به سازگاری دربرابر خشکی، نقش زیادی در وضعیت اقتصادی و اجتماعی مناطق خشک و نیمه‌خشک دارد (توسن و همکاران، ۱۳۹٤). از بین محصولات کشاورزی ایران، زعفران ازجمله ارزشمندترین محصولاتی است که با توجه به ویژگی‌های خاص، امکان گسترش تولید و صادرات آن وجود دارد. کشور ایران بزرگ‌ترین تولیدکننده و صادرکنندهٔ زعفران در جهان است و بیش از ۹۰ درصد تولید جهانی زعفران را در اختیار دارد (ریاحی و عزیزی، ۱۳۹۹). در سال ۲۰۱۸، بیش از ۷۱ درصد از ارزش صادراتی جهانی زعفران به ایران تعلق داشته است (کهنسال و رمضانی، ۱۳۹۹).

زعفران نام گیاهی علفی، چندساله، بدون ساقه و پیازدار از خانوادهٔ زنبقیان (Iridaceae) با نام علمی « Crocus Sativus L» است. این گیاه مانند خانوادهٔ زنبقیان با پیاز تکثیر می‌شود. این گیاه، توپر و تقریباً کروی‌شکل و پوشش آن قهوه‌ای‌رنگ است و برای کشت باید در زیر خاک قرار گیرد (مردانی اصل و همکاران، ۱۳۹۷). عملکرد زعفران به عوامل متعددی از قبیل خاک، تراکم، روش کشت، اندازهٔ بنه، موقعیت جغرافیایی، عوامل جوّی مانند نوسانات درجه‌حرارت به‌ویژه در زمان گل‌دهی، میزان بارندگی، مدیریت‌های زراعی و دورهٔ بهره‌برداری بستگی دارد (ملافیلابی و همکاران، ۱۳۹۳). در ایران اهمیت زعفران‌کاری از جنبه‌های گوناگون نظیر بهره‌وری زیاد آب در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی، اشتغال روستاییان و جلوگیری از مهاجرت آنها، درآمدزایی نسبت به سایر محصولات کشاورزی و همچنین توسعهٔ صادرات غیرنفتی شایستهٔ بررسی است (ریاحی و عزیزی، ۱۳۹۹).

استان لرستان، یکی از استان‌های واقع در غرب ایران است که در مقایسه با سایر استان‌های دیگر در شرق، جنوب و مرکز ایران ازلحاظ شرایط محیطی به‌ویژه آب‌وهوایی از توانمندی بیشتری در تولید محصولات کشاورزی برخوردار است. در این استان نظیر سایر استان‌های دیگر کشور در دهه‌های اخیر به علت رخداد پدیدهٔ خشکسالی و کمبود آب برای کشاورزی از یک سو و همچنین ویژگی‌های ارزشمند گیاه زعفران که در بالا به بعضی از آنها اشاره شد از سوی دیگر، کشاورزان در مناطق مختلف برای کشت این محصول اقدام می‌کنند؛ اما با توجه به اینکه بیشتر آنها خرده‌مالک هستند و برای گذران زندگی مجبورند در هر فصل سال محصولی برای فروش به بازار ارائه کنند، فقط بخشی از زمین

خود را به کشت آن اختصاص داده‌اند یا می‌دهند. همین امر باعث شده است تا در مناطق مختلف یا در زمین‌های مجاور هم در هر سال رقم مورد کشت، راندمان برداشت محصول، سن گیاه کشت‌شده، خاک‌های مزارع زیر کشت، مدیریت مزرعه، وسعت زمین‌های زیر کشت مزرعه و نیز دوره‌های تناوب کشت متفاوت باشد و مقایسهٔ پارامترهای مؤثر در کشت این محصول و نتیجه‌گیری از آن به‌طور دقیق و علمی امکان‌پذیر نباشد.

با توجه به آنچه گذشت، هدف اصلی این پژوهش، شناخت اثر عامل سن گیاه زعفران در میزان راندمان تولید آن با وجود شرایط یکسان دیگر عوامل مؤثر در مناطق مختلف استان بوده است.

توکلی کاخی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی بیان کردند یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر عملکرد زعفران، استفاده از تراکم مطلوب بنه در واحد سطح است. انتخاب تراکم مناسب بنه ضمن افزایش دورهٔ بهره‌برداری، سبب افزایش عملکرد و کاهش طول دورهٔ بین کاشت تا اقتصادی‌شدن عملکرد زعفران می‌شود.

کوچکی و سیدی (۱۳۹٤) بیان کردند عملکرد کلالهٔ زعفران اساساً به شرایط آب‌وهوایی و مدیریت زراعی پیاز وابسته است. این پژوهشگران اظهار داشتند انتخاب پیازهایی با وزن مناسب برای حداکثر گل‌دهی مهم است.

عزیزی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند عملکرد گل و کلالهٔ زعفران به‌طور معناداری تحت تأثیر منطقه و اثر متقابل منطقه و سن مزرعه قرار دارد؛ همچنین همبستگی مثبت معناداری بین سن گیاه زعفران و پارامترهایی نظیر وزن بنه، تعداد جوانه‌های روی بنه و تعداد بنهٔ زعفران مشاهده شد و با افزایش سن مزرعه تا چهار سال، عملکرد زعفران روند صعودی و سپس کاهش یافت.

Kumar et al. (2009) در پژوهش خود بیان کردند که زعفران در خاک‌های نرم و شکننده، شل، کم‌چگال، با آبیاری خوب و زهکشی‌شده بهترین رشد را می‌کند؛ همچنین آب‌وهوا، زمان کاشت، میزان بذر بنه، عمق کاشت، اندازهٔ وزن بنه، تراکم محصول، مدیریت مواد مغذی، مدیریت علف‌های هرز، تنظیم‌کننده‌های رشد، برداشت و مدیریت پس از برداشت بر کیفیت و کمیت زعفران تأثیر می‌گذارد.

Temperini et al. (2009) در مطالعهٔ خود به این نتایج رسیدند که تعداد گل‌ها و تعداد بنه‌های زعفران با افزایش سن تا چهارسالگی به‌طور چشمگیری روند افزایشی را نشان می‌دهد و در جاهایی که تراکم بنه زیاد بوده، میزان گل‌دهی هم زیاد بوده است؛ درنتیجه پیشنهاد می‌شود در سال اول تعداد بنه‌ها با تراکم متوسط کشت شوند؛ چون با افزایش سن، تعداد بنه‌ها بیشتر خواهد شد.

Mohammadi (2015) در پژوهش خود دریافت همهٔ صفات گیاه زعفران ازجمله پیدایش گیاه، تعداد گیاهان و گل‌ها در واحد سطح، طول میله، طول کلاله، وزن خشک و تازهٔ گل‌ها، وزن خشک کلاله، عملکرد کل کلاله، شروع گل‌دهی و دورهٔ گل‌دهی به‌طور چشمگیری متأثر از اندازهٔ بنه است؛ به طوری که حداکثر عملکرد کلاله از بنه‌های بزرگ‌تر به دست آمد و گل‌دهی بنه‌های بزرگ‌تر زودتر شروع شد و دورهٔ گل‌دهی آنها بیشتر از بقیه بود.

Sabet Temouria (2017) در پژوهش خود به این نتیجه رسید که وزن بنه‌ها، طول برگ‌ها، تعداد برگ‌های گیاه، تعداد گل‌ها و کلاله‌های زعفران با افزایش سن افزایش می‌یابد.

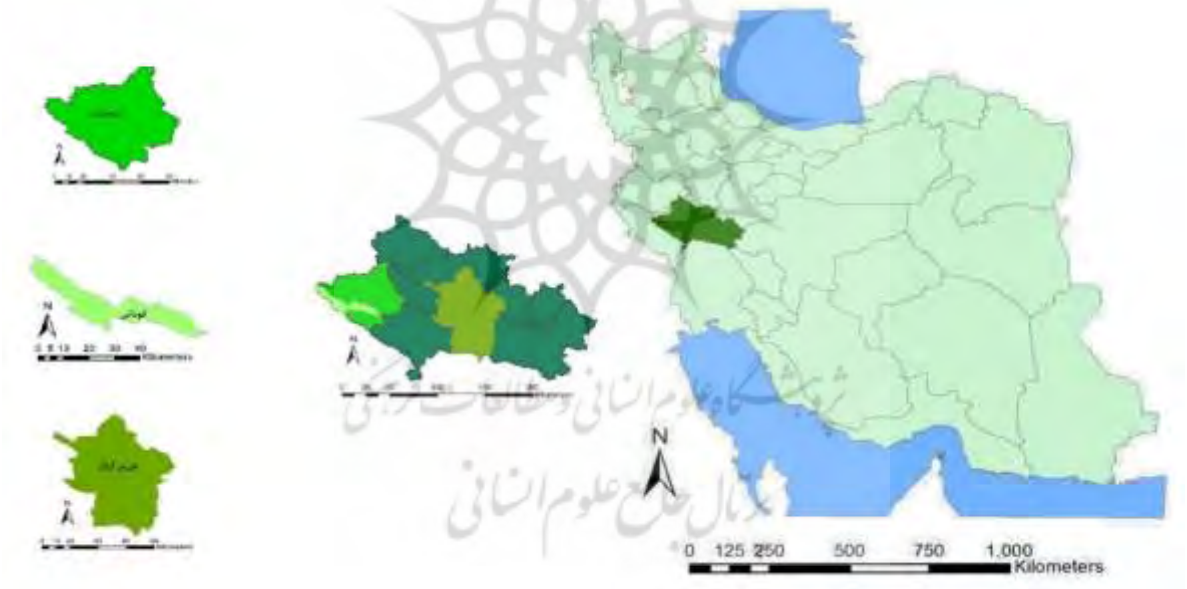
El Hajj et al. (2019) در پژوهش خود بیان کردند عملکرد گل زعفران در مناطقی که تراکم بنه بیشتر بوده، زیاد و

در مناطقی که تراکم بنه کمتر بوده، کم بوده است و برای داشتن کشت طولانی‌مدت از بنهٔ بـا تـراکم متوسـط اسـتفاده شود.

Kothari et al. (2021) در پژوهشی دریافتند ارزیابی موقعیت‌های مختلف جغرافیایی و انـواع خـاک بـرای تولیـد زعفران و صفات کیفی آن ضروری است.

موقعیت جغرافیایی محل پژوهش

استان لرستان در غرب ایران در فواصل عرض‌های بین ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳٤ درجه و ۲۲ دقیقهٔ شـمالی و ٤٦ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار و ۲۸۳۰۸ کیلومترمربـع وسـعت دارد (یاراحمدی و بیرانوند، ۱۳۹۳). استان لرستان یک منطقهٔ کوهستانی است که پست‌ترین نقطهٔ آن ۲۳۹ متر و مرتفع‌تـرین نقطهٔ آن اشترانکوه ٤۰۸۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد (مرادی‌پور و همکاران، ۱۳۹۸). ایـن اسـتان ۱۱ شهرسـتان دارد. این مطالعه در مزارع نمونهٔ سه شهرستان خرم‌آباد، کوهدشت و کوهنانی انجام شده که مشخصـات جغرافیـایی آنهـا در جدول ۱ درج شده است. موقعیت این سه شهرستان در شکل ۱ به نمایش گذاشته شده است.



شکل ۱. موقعیت شهرستان‌های مطالعه‌شده

Figure 1. Location of the studied cities

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی مناطق مطالعه‌شده

Table 1. Geographical characteristics of the study areas

منطقه	طول	عرض	ارتفاع
خرم‌آباد	٤۸° ۱۷′	۳۳° ۲٦′	۱۱٤۷
کوهدشت	٤۷° ۳۹′	۳۳° ۳۱′	۱۱۹۸
کوهنانی	٤۷° ۱۵′	۳۳° ۲٤′	۱۰۰٤

اقلیم

استان لرستان به‌لحاظ آب‌وهواشناسی یک استان چهار فصل با آب‌وهوایی متنوع است. حداکثر و حداقل دمای ثبت‌شده در این استان ٤٧/٤ و ٣٦- درجهٔ سلسیوس است که به ترتیب در ایستگاههای پلدختر و الیگودرز ثبت شده است. میانگین بارش سالانه در آن ۵۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای ثبت‌شده ۱۵/۹ درجهٔ سلسیوس است (مرادی‌پور و همکاران، ۱۳۹۸). ویژگی‌های اقلیمی مناطق مطالعه‌شده در جدول ۲ آورده شده است؛ همچنین نمودار متغیرهای دمایی و بارش در هر سه منطقه در شکل‌های ۲ و ۳ ترسیم شده است. خاک منطقه در ردهٔ اینسپتی سول[1] و جنس آن رسی- لومی با PH ۷/۵ تا ۸ است. شوری خاک منطقه کمتر از ٤ میلی‌موز بر سانتی‌متر دارای زهکشی مناسب و ازلحاظ مواد آلی در شرایط مطلوب است و با توجه به آنالیز خاک، منطقه برای کشت زعفران ازنظر خاک محدودیت ندارد (مرکز تحقیقات استان لرستان، ١٤٠٠). برای بررسی اقلیم منطقه داده‌های اقلیمی (میانگین کمینهٔ دما، میانگین بیشینهٔ دما، میانگین دما و بارش) در هریک از مناطق طی سال‌های ١٣٩٦ و ١٣٩٧ از ایستگاههای مجاور مزارع اخذ و سپس در نرم‌افزارهای Spss و Excel تجزیه و تحلیل شد.

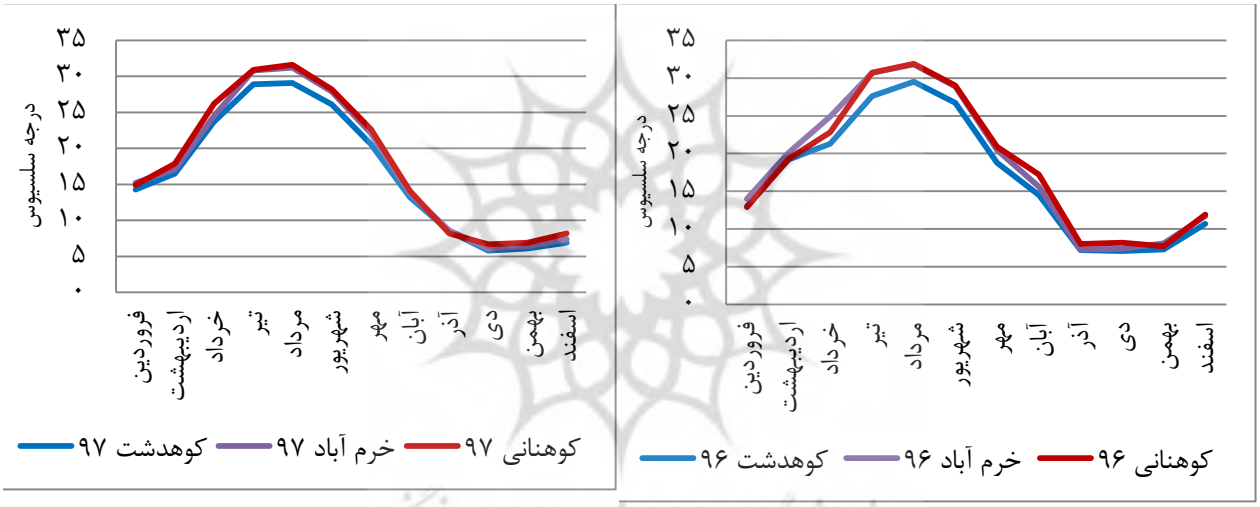
جدول ۲. میانگین دما، میانگین حداقل و حداکثر دما و بارش در مناطق مطالعه‌شده در سال‌های ١٣٩٦- ١٣٩٧

Table 2. Average temperature, average minimum and maximum temperature and precipitation in the study areas in 2017-2018

سال	منطقه	پارامترها	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
٩٦	کوهدشت	میانگین کمینه	٦/٧	٩/٢	١١/٤	١٧/٤	١٨/٥	١٥/١	٧/٩	٥/٢	-٠/٤	-٠/٢	٠/٦	٣/٦	٧/٩
		میانگین بیشینه	١٩/٤	٢٩/١	٣١/٢	٣٧/٩	٤٠/٤	٣٨/٢	٢٩/٦	٢٣/٨	١٥	١٤/٥	١٤/١	١٨/٨	٢٦
		میانگین دما	١٣	١٩/٢	٢١/٣	٢٧/٦	٢٩/٥	٢٦/٧	١٨/٨	١٤/٥	٧/٢	٧/١	٧/٣	١٠/٧	١٦/٩
		بارش	٨٦/٣	٦/٣	٠	٠	٠	٠	٠	٧/٧	٥٦/٢	٣٤/٦	٦٨/٢	٥٣/٨	٣١٣/١
٩٦	کوهنانی	میانگین کمینه	٨/٨	٩/٥	١٢/٦	٢٠/٦	٢٢/١	١٩	١٠/٥	٨/٢	١/٥	١/١	١/٨	٤/٩	١٠/١
		میانگین بیشینه	٢٥/٢	٢٩/١	٣٢/٩	٤٠/٨	٤١/٦	٣٩/١	٣١/٣	٢٦/١	١٤/٦	١٥/٢	١٣/٦	١٨/٨	٢٧/٤
		میانگین دما	١٢/٩	١٩/٣	٢٢/٨	٣٠/٧	٣١/٩	٢٩	٢٠/٩	١٧/٢	٨	٨/٢	٧/٧	١١/٩	١٨/٣
		بارش	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٤	٣٢	٢٢/٥	٨٢/٥	٣٩	١٩٠
٩٦	خرم‌آباد	میانگین کمینه	٧/٤	١١/١	١٣/٤	٢٠/١	٢١/٨	١٨/٥	١١	٧	٠/٤	٠/٥	٢/١	٤/٨	٩/٨
		میانگین بیشینه	٢٠/٧	٢٩/٢	٣٥/٦	٤٠/٧	٤١/٥	٣٩/٢	٢٩/٩	٢٤/٤	١٤/٦	١٤/٧	١٤/٤	١٨/٧	٢٧
		میانگین دما	١٤	٢٠/١	٢٤/٩	٣٠/٧	٣١/٨	٢٨/٩	٢٠/٥	١٥/٦	٧/٣	٧/٤	٨/١	١١/٧	١٨/٤
		بارش	٨٠/٨	٣٢/٨	٠	٠	٠	٠	٠	٢/٨	٣٦/٦	٥٠/١	٦٨/٧	٦٢/٧	٣٣٤/٦
٩٧	کوهدشت	میانگین کمینه	٦/٣	٩/٧	١٤/٢	١٨	١٧/٩	١٤/٦	١١/١	٧/٦	٣/١	٠/٥	٠/١	٠/٧	٨/٧
		میانگین بیشینه	٢٢/٣	٢٣/٢	٣٣/٢	٣٩/٨	٤٠/٤	٣٧/٤	٣٠/٢	١٨/٩	١٤	١١/٣	١٢/١	١٣/٢	٢٤/٧

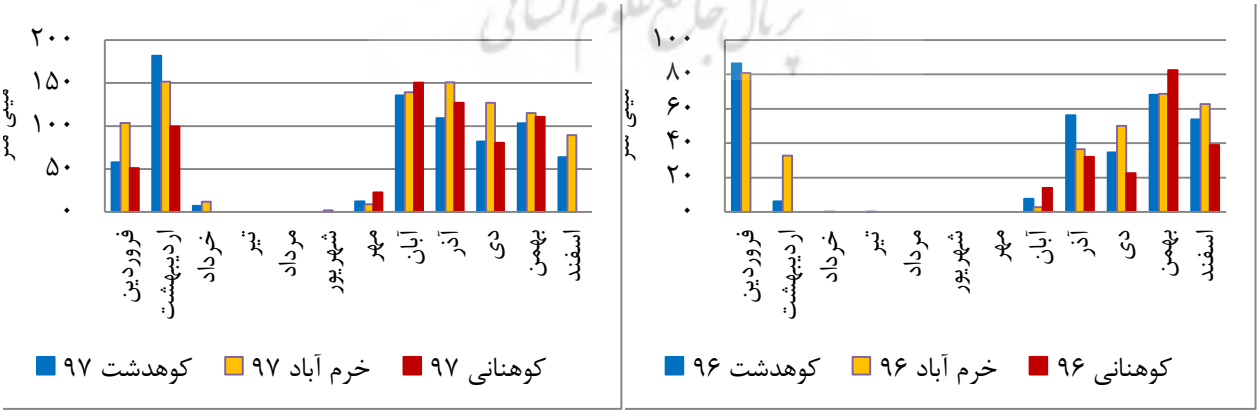
1. inceptisoil

		میانگین دما	۱۴/۳	۱۶/۵	۲۳/۷	۲۸/۹	۲۹/۱	۲۶/۱	۲۰/۶	۱۳/۲	۸/۵	۵/۸	۶/۱	۶/۹	۱۶/۶
		بارش	۵۷/۸	۱۸۱/۷	۷/۱	۰	۰	۰	۱۲/۳	۱۳۵/۶	۱۰۹	۸۲/۱	۱۰۳/۲	۶۳/۶	۷۵۲/۴
۹۷	کوهنانی	میانگین کمینه	۷	۱۰/۸	۱۶/۸	۲۰/۴	۲۱/۵	۱۷/۴	۱۳/۴	۸/۴	۲/۶	۰/۹	۱/۲	۲/۸	۱۰/۳
		میانگین بیشینه	۲۲/۸	۲۵	۳۵/۶	۴۱/۵	۴۱/۷	۳۹	۳۲	۱۹/۹	۱۳/۸	۱۲/۵	۱۲/۷	۱۳/۷	۲۵/۹
		میانگین دما	۱۴/۹	۱۷/۹	۲۶/۲	۳۰/۹	۳۱/۶	۲۸/۲	۲۲/۷	۱۴/۱	۸/۲	۶/۷	۶/۹	۸/۲	۱۸
		بارش	۵۱	۹۹/۵	۰	۰	۰	۰	۲۳	۱۵۰/۵	۱۲۷	۸۰/۵	۱۱۰/۵	۰	۶۴۲
۹۷	خرم‌آباد	میانگین کمینه	۷/۳	۱۰/۷	۱۵/۳	۲۰/۶	۲۰/۸	۱۷/۶	۱۳/۶	۸/۴	۳/۱	۰/۵	۱	۱/۳	۱۰
		میانگین بیشینه	۲۳/۱	۲۳/۶	۳۳/۸	۴۱/۱	۴۱/۷	۳۸/۲	۳۰/۷	۱۹/۲	۱۴/۱	۱۱/۷	۱۲	۱۳/۵	۲/۲۵
		میانگین دما	۱۵/۲	۱۷/۱	۲۴/۵	۳۰/۸	۳۱/۲	۲۷/۹	۲۲/۱	۱۳/۸	۸/۶	۶/۱	۶/۴	۷/۴	۱۷/۹
		بارش	۱۰۳/۷	۱۵۱/۷	۱۲/۱	۰	۰	۱/۹	۹	۱۳۹/۱	۱۵۰/۸	۱۲۷	۱۱۵/۲	۸۹/۳	۹۰۰



شکل ۲. نمودار میانگین دمای ماهانهٔ ایستگاهها طی دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

Figure 2. Graph of average monthly temperature of stations in 2017 and 2018



شکل ۳. نمودار میانگین بارش ماهانهٔ ایستگاهها در سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

Figure 3. Graph of average monthly rainfall of stations in 2017 and 2018

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در سه شهرستان کوهدشت، کوهنانی و خرم‌آباد به روش میدانی و آزمایشگاهی در استان لرستان انجام شد. برای انجام آن در اواسط بهار سال ۱۳۹۶ یا در اواخر اردیبهشت و در زمان خواب گیاه یا بنه‌ها، مزارع مجاور ایستگاههای هواشناسی همدید واقع در شهرستان‌های نام‌برده انتخاب شدند و با توصیهٔ مرکز تحقیقات کشاورزی استان از زعفران‌کاران مناطق دعوت شد تا مزرعهٔ خود را که در سال‌های ۹۲، ۹۳، ۹۴ و ۹۵ به ترتیب برای سال اول کشت کرده‌اند و همچنان مزارع دایر هستند، برای ایجاد سایت دیده‌بانی‌های فنولوژیک در اختیار پژوهشگران قرار دهند تا در سال‌های ۹۶ و ۹۷ نیز بتوان در آنها اقدام به کشت این گیاه کرد. پس از کشت‌های سال‌های ۹۶ و ۹۷، مزرعه‌دارانی که در سال ۹۲ و پس از آن اقدام به کشت کرده بودند، بنه‌ها را به ترتیب سال کشت برای فروش از زمین خارج کردند تا زمین را برای تناوب کشت یا کشت جایگزین آماده کنند. برای جایگزین‌کردن مزارع خروجی از تحقیق، یک مزرعهٔ جدید در هر شهرستان در هر سال در منطقهٔ منتخب تعیین شد و دیده‌بانی‌ها در آنها ادامه یافت. مزارع منتخب برای انجام پروژه ازنظر وسعت و نیز ازلحاظ تراکم کاشت با یکدیگر اختلاف داشتند. برای حل این مشکل، ناچار شدیم تناسبی بین میزان بنه‌ها، میزان برداشت و وسعت زمین‌های زیر کشت مزرعه برحسب تن و گرم در هکتار برقرار کنیم تا بتوان آسان‌تر نتایج پژوهش را تحلیل کرد؛ همچنین وزن بنه‌های کاشته‌شده در تمام این سال‌ها بین ۸ تا ۱۰ گرم بوده است. موقعیت مزارع منتخب در شکل ٤ به نمایش گذاشته شده است. در این مزارع گیاهان کشت‌شده از یک سال تا پنج سال عمر داشتند و ما طی دو سال دیده‌بانی، مراحل فنولوژیک آنها را برداشت کردیم. برای انجام این کار در مزارع منتخب، آنها به قسمت‌های مساوی تقسیم شدند و برای هر قسمت یک کد در نظر گرفته شد؛ سپس به‌طور تصادفی از میان کدهای هر مزرعه سه کد برای نصب هر کوادر انتخاب و دیده‌بانی‌های فازهای فنولوژیک همزمان با ثبت شرایط آب‌وهوایی در آنها براساس کدبندی BBCH[1] انجام شد. برای دیده‌بانی، ۱۵ کوادر ایجاد شد که گیاهان یک‌ساله تا پنج‌ساله در آن کشت شده بود. در سال دوم نیز در همین مزارع دیده‌بانی‌ها ادامه یافت. عملیات آماده‌سازی زمین شامل دو مرحله، یکی شخم عمیق در بهمن‌ماه و دیگری شخم سبک در خردادماه بود. در شهریور پس از تهیه و تسطیح زمین، به‌ازای هر هکتار ۲۰ تا ۳۰ تن کود پوسیدهٔ گاوی در سطح مزارع پخش و سپس شیارهایی موازی و به فاصلهٔ حدود ۲۰– ۲۵ سانتی‌متر و عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر ایجاد شد؛ درنهایت پیازها به فاصلهٔ ۵– ۱۰ سانتی‌متر به‌صورت تسبیحی در زمین کاشته و پس از کاشت پیازها در زمین آبیاری انجام شد. آبیاری‌های بعدی با توجه به شرایط بارندگی منطقه انجام شدند.

به‌منظور تسهیل در خروج گل‌ها، عملیات سله‌شکنی به محض گاوروشدن زمین در سطح مزرعه هرساله انجام می‌شود. شروع گل‌دهی در منطقه از اوایل آبان تا اوایل آذر ادامه داشته است. مقدار عملکرد محصول طی دو سال متوالی ۹۶ و ۹۷ در جدول ٦ درج شده است. هرساله عملیات وجین در چند نوبت و محلول‌پاشی برای تقویت پیاز

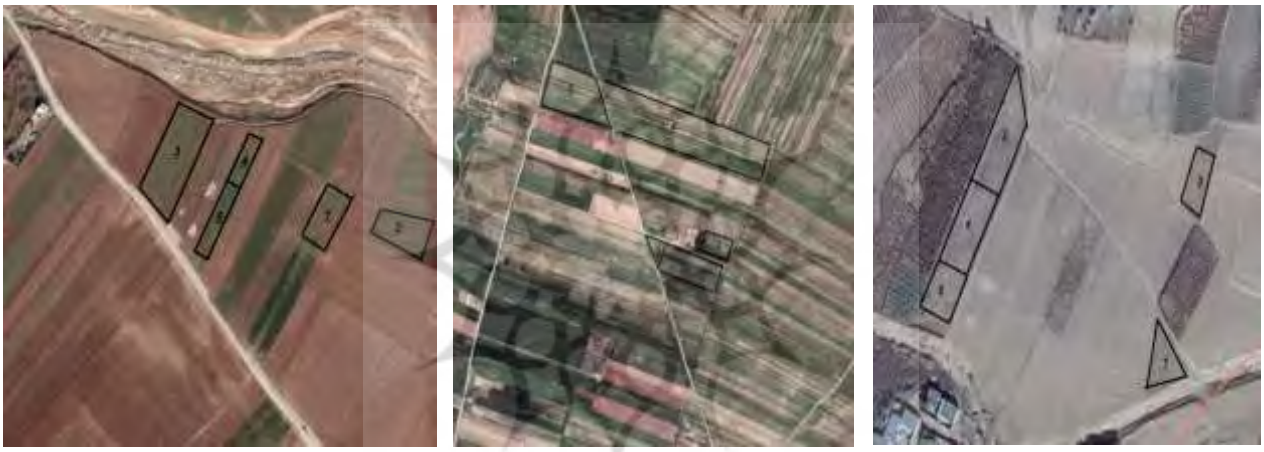
۱. مقیاسی برای شناسایی مراحل رشد فنولوژیکی گیاهان است که در آن مراحل رشد مشابه هر گیاه کد یکسانی دارد.

دختری در طول ماههای بهمن و اسفند در مزارع انجام می‌شود. درنهایت طول دورهٔ رشد گیاه زعفران در منطقه از اوایل مهر تا اواسط اردیبهشت بوده است. میزان درجه‌روز رشد در مراحل گل‌دهی برای هریک از مزارع با رابطهٔ ۱ برمبنای صفر گیاه معادل ۵ درجهٔ سلسیوس محاسبه شده که در جدول‌های ٤ و ۵ درج شده است. در این رابطه دمای پایهٔ گیاه زعفران معادل ۵ درجهٔ سلسیوس است (فلاح قالهری و احمدی، ۱۳۹٤).

رابطهٔ ۱: تعیین درجه‌روز رشد

$$GDD = \sum \frac{\mathrm{T_{MAX}} + \mathrm{T_{MIN}}}{2} - T_{\mathrm{bas}}$$

در رابطهٔ ۱، GDD میزان نیازهای حرارتی گیاه برحسب درجه‌روز رشد جمع‌آوری‌شده در N روز، Tmax بیشینهٔ درجه‌حرارت روزانهٔ هوا، Tmin کمینهٔ درجه‌حرارت روزانهٔ هوا و Tbas درجه‌حرارت پایه یا صفر بیولوژیک گیاه است (Corcoles et al., 2015).



مزارع کوهنانی مزارع کوهدشت مزارع خرم‌آباد

شکل ٤. موقعیت مکانی مزارع منتخب برحسب سن در شهرستان‌های کوهنانی، کوهدشت و خرم‌آباد در سال‌های ۱۳۹٦- ۱۳۹۷

Figure 4. Location of selected farms by age in the cities of Kuhnani, Kuhdasht and Khorramabad in the years 2017- 2018

یافته‌های پژوهش

تجزیه و تحلیل داده‌ها

براساس جدول ۳ اختلاف عملکرد گل و کلاله در سه منطقهٔ بررسی‌شده معنادار بود؛ به طوری که بیشترین عملکرد به مزارع کوهنانی و کمترین عملکرد به مزارع خرم‌آباد مربوط بوده است؛ همچنین اثر سن مزرعه بر عملکرد گل و کلالهٔ زعفران معنادار بود. در سال‌های نخست زعفران‌کاری، عملکرد زعفران کم بود و با افزایش سن مزرعه تا چهار سال، عملکرد زعفران روند صعودی یافت و به اوج خود رسید؛ سپس با افزایش سن مزرعه، میزان تولید گل و کلاله در واحد سطح کاهش یافت. جدول تحلیل واریانس به‌منظور بررسی قطعیت وجود رابطهٔ خطی بین متغیرهاست؛ زیرا سطح معناداری در کوهدشت، کوهنانی و خرم‌آباد کمتر از ۵ درصد است؛ بنابراین بین سن مزرعه و عملکرد زعفران رابطهٔ

معناداری وجود دارد. مقایسهٔ مجموع مربعات درون‌گروهی و بیرون‌گروهی سه منطقه نشان می‌دهد مجموع مربعات درون‌گروهی سهم کمتری در پراکندگی کل دارند؛ بنابراین فرض یکسان‌بودن عملکرد مناطق رد می‌شود.

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین‌ها در هر سه منطقهٔ مطالعه‌شده در سال‌های ۱۳۹۶– ۱۳۹۷

Table 3. Comparison of means in all three study areas in the years 2017- 2018

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
کوهدشت	Between Groups	٧E٤/٩٣٦	٤	٧E١/٢٣٤	٣٥/٤٨١	./٠٠١
	Within Groups	١٧٣٩١٣٨/٠٠٠	٥	٣٤٧٨٢٧/٦٠٠		
	Total	٧E٥/١١٠	٩			
کوهنانی	Between Groups	٧Ev/١٤٩	٤	٧E١/٧٨٧	٢٤٦/١٤١	./٠٠٠
	Within Groups	٣٦٣٠٧٦/٠٠٠	٥	٧٢٦١٥/٢٠٠		
	Total	٧Ev/١٨٦	٩			
خرم‌آباد	Between Groups	٧E٤/١٣٠	٤	٧E١/٠٣٢	٥٩/٤٠١	./٠٠٠
	Within Groups	٨٦٩٠٥٠/٠٠٠	٥	١٧٣٨١٠/٠٠٠		
	Total	٧E٤/٢١٧	٩			

نتایج فنولوژیک در مرحلهٔ گل‌دهی: سال اول

آغاز و پایان، طول دوره و میزان درجه‌روز رشد و میانگین کمینه، بیشینه و متوسط دما در طول دورهٔ گل‌دهی در هر سه منطقهٔ مطالعه‌شده در سال‌های ۹۶ و ۹۷ در جدول‌های ٤ و ٥ آورده شده است. براساس جدول ٤ مرحلهٔ گل‌دهی در مناطق کوهدشت، کوهنانی و خرم‌آباد در سال ۹۶ به ترتیب ۷ آبان، ۱۱ آبان و ۱۰ آبان ثبت شد؛ بنابراین طول این مرحله در مناطق یادشده به ترتیب ۲٤، ۲٤ و ۲۲ روز بوده است. در طول این دوره به ترتیب در مناطق سه‌گانه میانگین کمینهٔ دما ۵/۱، ۷/۲ و ٦/۲ و میانگین بیشینهٔ آن ۲۲/٦، ۲۲/۷ و ۲۲ و میانگین دمای دوره ۱۳/۹، ۱٤/۹ و ۱٤/۱ درجهٔ سلسیوس محاسبه شد.

جدول ٤. تاریخ آغاز و پایان، میانگین کمینه و بیشینهٔ دما، میانگین درجه‌حرارت روزانه در طول فاز دورهٔ گل‌دهی در مناطق مطالعه‌شده در سال ۱۳۹٦

Table 4. Start and end date, mean minimum and maximum temperature, mean daily temperature during flowering phase in study areas in 2017

منطقه	تاریخ آغاز گل‌دهی	تاریخ پایان گل‌دهی	طول دوره (روز)	میزان درجه‌روز رشد (دمای فعال)	میزان درجه‌روز (دمای مؤثر)	میانگین کمینه	میانگین بیشینه	میانگین دما
کوهدشت	۹٦/۸/۷	۹٦/۸/۳۰	٢٤	٢١٣	٣٣٣	٥/١	٢٢/٦	١٣/٩
کوهنانی	۹٦/۸/۱۱	۹٦/۹/٤	٢٤	٢٣٩	٣٦٠	٧/٢	٢٢/٧	١٤/٩
خرم‌آباد	۹٦/۸/۱۰	۹٦/۹/۱	٢٢	٢٠٤	٣١٤	٦/٢	٢٢	١٤/١

نتایج فنولوژیک در مرحلهٔ گل‌دهی: سال دوم

براساس جدول ۵ مرحلهٔ گل‌دهی در مناطق کوهدشت، کوهنانی و خرم‌آباد در سال ۹۷ به ترتیب ٦ آبان، ٤ آبان و ۸ آبان ثبت شد؛ بنابراین طول این مرحله در مناطق یادشده به ترتیب ۲٦، ۲۷ و ۲٤ روز بوده است. در طول این دوره به ترتیب در مناطق سه‌گانه میانگین کمینهٔ دما ۷/۱، ۸/۱ و ۷/۷ و میانگین بیشینهٔ آن ۱۸، ۱۹/٤ و ۱۷/۸ و میانگین دمای دوره ۱۲/٦، ۱۳/۷ و ۱۲/۷ درجهٔ سلسیوس محاسبه شد.

جدول ۵. تاریخ آغاز و پایان، میانگین کمینه و بیشینهٔ دما، میانگین درجه‌حرارت روزانه در طول فاز دورهٔ گل‌دهی در مناطق مطالعه‌شده در سال ۱۳۹۷

Table 5. Start and end date, mean minimum and maximum temperature, mean daily temperature during flowering phase in study areas in 2018

منطقه	تاریخ آغاز	تاریخ پایان	طول دوره (روز)	میزان درجه‌روز رشد (دمای فعال)	میزان درجه‌روز (دمای مؤثر)	میانگین کمینه	میانگین بیشینه	میانگین دما
کوهدشت	۹۷/۸/٦	۹۷/۹/٤	۲٦	۱۹۷	۳۲۷	۷/۱	۱۸	۱۲/٦
کوهنانی	۹۷/۸/٤	۹۷/۸/۳۰	۲۷	۲۳٦	۳۷۱	۸/۱	۱۹/٤	۱۳/۷
خرم‌آباد	۹۷/۸/۸	۹۷/۹/۱	۲٤	۱۸٦	۳۰٦	۷/۷	۱۷/۸	۱۲/۷

بحث

نتایج در هر دو سال نشان دادند که در هر سه منطقه، سن، مهم‌ترین عامل تغییر عملکرد بوده است. با افزایش سن مزرعه تا چهار سال، عملکرد زعفران روند صعودی داشته و سپس کاهش یافته است (جدول ٦). یافته‌های این پژوهش با پژوهش Temperini et al. (2009) در ایتالیا مطابقت دارد. آنها نیز روند افزایشی تعداد گل‌ها و تعداد بنه‌های زعفران را با افزایش سن گیاه تا ٤سالگی تأیید می‌کنند. همان‌طور که در جدول ٦ مشاهده می‌شود، در هر سه منطقهٔ مطالعه‌شده در دو سال متوالی در سال‌های نخست زعفران‌کاری، عملکرد گل و کلالهٔ زعفران کم بوده و با افزایش سن مزرعه تا چهار سال، عملکرد زعفران روند صعودی یافته و به اوج خود رسیده است؛ سپس با افزایش سن مزرعه تا پنج سال میزان تولید گل و کلاله کاهش یافته است. درنهایت کمترین عملکرد برای مزارع یک، دو و پنج‌ساله و بیشترین عملکرد برای مزارع سه‌ساله و اوج آن در مزارع چهارساله بوده است؛ درنهایت مزارع کوهنانی نسبت به دو منطقهٔ دیگر عملکرد بیشتری داشته‌اند.

عملکرد زعفران متأثر از شرایط طبیعی منطقه و سن مزرعه قرار داشته است. سال اول کاشت زعفران، سال استقرار گیاه بوده و از آن پس، هرساله از جوانه‌های موجود روی بنه، پیازهای جدید تولید شده است که باعث افزایش تعداد و وزن خشک بنه می‌شود (درباغشاهی و همکاران، ۱۳۸۷).

مطالعات متعددی نشان داده است که عملکرد زعفران در اولین سال گل‌دهی ناچیز است و به‌تدریج در سال‌های

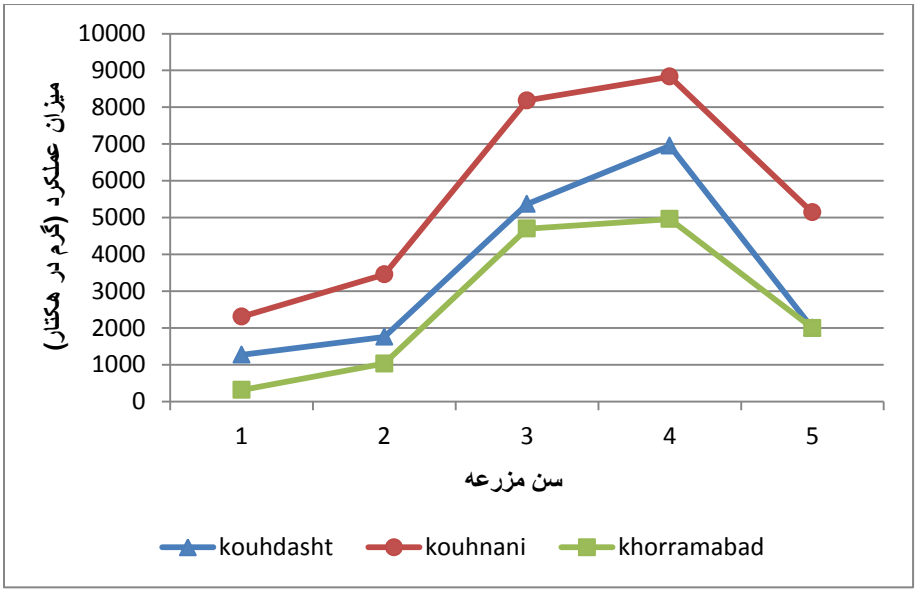
بعد افزایش می‌یابد و با توجه به اینکه در گیاه زعفران بنه‌های دختری معمولاً در بخش بالایی بنه‌های مادری تشکیل می‌شود و بنه‌های مادری تحلیل می‌رود، می‌توان انتظار داشت که با افزایش سن مزرعه، بنه‌ها به سطح خاک نزدیک‌تر می‌شود و پتانسیل تولید گیاه کاهش می‌یابد (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین مجموع درجه‌روزهای رشد برحسب دمای مؤثر و فعال و طول دورهٔ رشد طی دو سال پژوهش در کوهدشت، کوهنانی و خرم‌آباد (جدول‌های ٤ و ٥) نشان می‌دهند که در سال اول گیاه مزارع کوهدشت، کوهنانی و خرم‌آباد به ترتیب ۲۱۳، ۲۳۹ و ۲۰٤ درجه‌روز رشد برپایهٔ دمای فعال و ۳۳۳، ۳٦۰ و ۳۱٤ درجه‌روز رشد برپایهٔ دمای مؤثر کسب کرده‌اند. این میزان درجه‌روز به ترتیب در ۲٤، ۲٤ و ۲۲ روز حاصل شده است. در سال دوم هم مزارع کوهدشت، کوهنانی و خرم‌آباد به ترتیب ۱۹۰، ۲٦۳ و ۱۸٦ درجه‌روز رشد برپایهٔ دمای فعال و ۳۲۷، ۳۷۱ و ۳۰٦ درجه‌روز رشد برپایهٔ دمای مؤثر کسب کرده‌اند. این میزان درجه‌روز به ترتیب در ۲٦، ۲۷ و ۲٤ روز حاصل شده است.

گیاه زعفران سرمادوست است و با سردشدن نسبی هوا فعالیت آن آغاز می‌شود و دورهٔ رشد خود را شروع می‌کند. طی بررسی نقش دما در دو سال متوالی مشاهده شد که در سال ۱۳۹٦ متوسط دما بیشتر بوده و طبیعتاً طول مدت گل‌دهی کاهش یافته است. میزان عملکرد زعفران در این سال نسبت به سال ۱۳۹۷ مقدار کمتری را نشان می‌دهد که بیانگر نقش دمای دورهٔ گل‌دهی در افزایش عملکرد است. نمودارهای مربوط به عملکرد مزارع در سه منطقهٔ یادشده در دو شکل ٥ و ٦ به نمایش گذاشته شده‌اند.

جدول ٦. میزان عملکرد زعفران برحسب سن گیاه در مناطق مطالعه‌شده برحسب گرم در هکتار در سال‌های ۱۳۹٦- ۱۳۹۷

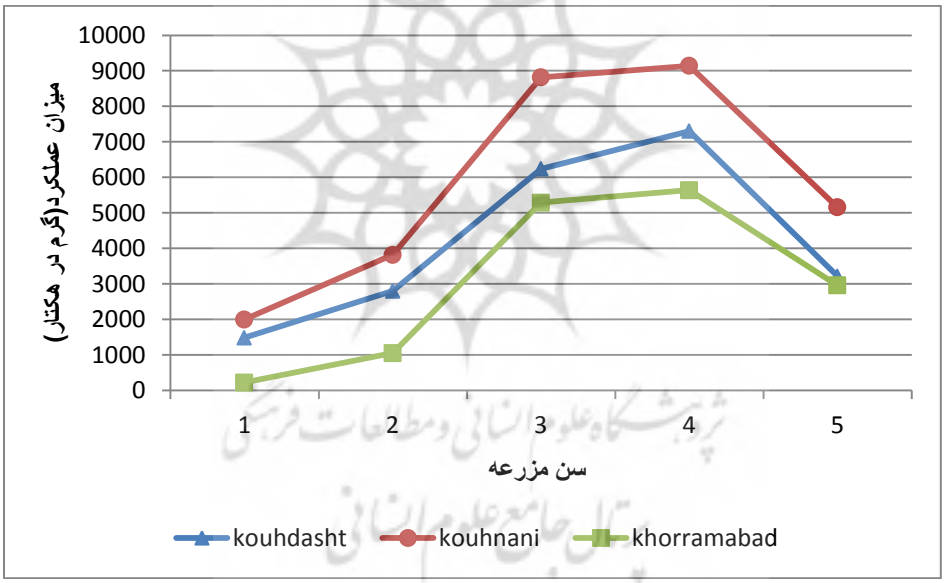
Table 6. The yield of saffron in terms of plant age in the studied areas in terms of grams per hectare in 2017-2018

سال	سن مزرعه	کوهدشت	کوهنانی	خرم‌آباد
۹٦	۱	۱۲٤۷	۲۳۱۱	۳۱٥
	۲	۱۷٦۰	۳٤٥۹	۱۰۳٦
	۳	٥۳۷۱	۸۱۸۳	٤۷۰۰
	٤	٦۹٥٥	۸۸۳۲	٤۹٦۰
	٥	۲۰۰۳	٥۱٤۳	۲۰۰۰
۹۷	۱	۱٤۸٥	۲۰۰۰	۲۲٥
	۲	۲۸۰۳	۳۸۲۲	۱۰٥۲
	۳	٦۲٤۰	۸۸۱۷	٥۲۸۸
	٤	۷۳۰٤	۹۱٤۱	٥٦٤۰
	٥	۳۲۱٥	٥۱٥۸	۲۹٦۰



شکل ۵. نمودار عملکرد محصول گیاه زعفران در مناطق مطالعه‌شده در سال ۱۳۹۶

Figure 5. Diagram of saffron crop yield in the studied areas in 2017



شکل ٦. نمودار عملکرد محصول گیاه زعفران در مناطق مطالعه‌شده در سال ۱۳۹۷

Figure 6. Diagram of saffron crop yield in the studied areas in 2018

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد سن، مهم‌ترین عامل تغییر عملکرد بوده است؛ به طوری که با افزایش سن مزرعه تا چهار سال، عملکرد زعفران روند صعودی داشته و سپس کاهش یافته است؛ همچنین بیشترین عملکرد گل و کلاله در مزارع در سال چهارم مشاهده شد که با افزایش سن مزرعه تا پنج سال، عملکرد گل کاهش می‌یابد. افزایش سن مزرعه، وزن خشک بنه‌ها را افزایش داده که در سال‌های نخست زعفران‌کاری، عملکرد گل و کلالهٔ زعفران کم بوده

و با افزایش سن مزرعه تا چهار سال، عملکرد زعفران روند صعودی یافته و به اوج خود رسیده است؛ سپس با افزایش سن مزرعه، میزان تولید گل و کلاله در واحد سطح کاهش یافته است؛ به طوری که کمترین عملکرد برای مزارع یک، دو و پنج‌ساله و بیشترین عملکرد برای مزارع سه‌ساله و اوج آن چهارساله بوده است. عملکرد گل و کلالهٔ زعفران تحت تأثیر شرایط طبیعی منطقه و سن مزرعه قرار داشته است.

ملافیلابی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهش خود بیان کردند که با افزایش سن مزرعهٔ زعفران، تکثیر بنه‌ها بیشتر می‌شود و درنتیجه عملکرد کل بنه در واحد سطح و راندمان گل‌دهی افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد با افزایش سن مزرعه و نزدیک‌شدن بنه‌ها به سطح خاک، زمانی فرامی‌رسد که فاصلهٔ بنه‌ها از سطح خاک بسیار کم می‌شود و عملیات داشت به‌خوبی صورت نمی‌گیرد و پیرو آن عملکرد زعفران کاهش می‌یابد؛ بنابراین به‌منظور صرفه‌جویی در هزینهٔ کشاورزان و سودآوری بیشتر، کاهش سن مزارع تحت کشت تا چهار سال برای رسیدن به اهداف نوین کشت و کار زعفران توصیه می‌شود.

توکلی کاخی و همکاران (۱۳۹۹) نیز بیان کردند که یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر عملکرد زعفران، استفاده از تراکم مطلوب بنه در واحد سطح است. انتخاب تراکم مناسب بنه ضمن افزایش دورهٔ بهره‌برداری، سبب افزایش عملکرد و کاهش طول دورهٔ بین کاشت تا اقتصادی‌شدن عملکرد زعفران می‌شود.

معین راد و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی مشابه بیان کردند که افزایش سن مزرعه باعث افزایش وزن پیازهای دختری می‌شود و برای کاهش انبوهی پیازها باید در فصل مناسب مزرعه زیر و رو و پیازها از خاک خارج و پیازهای مناسب دوباره کاشته شود.

اختلاف عملکرد گل و کلاله در سه منطقهٔ بررسی‌شده معنادار بود؛ به طوری که بیشترین عملکرد به مزارع کوهنانی و کمترین عملکرد به مزارع خرم‌آباد مربوط بوده است؛ همچنین اثر سن مزرعه بر عملکرد گل و کلالهٔ زعفران معنادار بود. جدول تحلیل واریانس برای بررسی قطعیت وجود رابطهٔ خطی بین متغیرهاست؛ زیرا سطح معناداری در کوهدشت، کوهنانی و خرم‌آباد کمتر از ۵ درصد است؛ بنابراین بین سن مزرعه و عملکرد زعفران رابطهٔ معناداری وجود دارد. مقایسهٔ مجموع مربعات درون‌گروهی و بیرون‌گروهی سه منطقه نشان می‌دهد مجموع مربعات درون‌گروهی سهم کمتری در پراکندگی کل دارند؛ بنابراین فرض یکسان‌بودن عملکرد مناطق رد می‌شود؛ همچنین محاسبهٔ درجه‌روزهای رشد برحسب دمای مؤثر و فعال و طول دورهٔ رشد طی دو سال پژوهش در کوهدشت، کوهنانی و خرم‌آباد به دست آمد. براساس نتایج محاسبات در سال اول گیاه مزارع کوهدشت، کوهنانی و خرم‌آباد به ترتیب ۲۱۳، ۲۳۹ و ۲۰۴ درجه‌روز برپایهٔ دمای فعال و ۳۳۳، ۳۶۰ و ۳۱۴ درجه‌روز برپایهٔ دمای مؤثر کسب کرده‌اند. این میزان درجه‌روز به ترتیب در ۲۴، ۲۴ و ۲۲ روز حاصل شده است. در سال دوم هم مزارع کوهدشت، کوهنانی و خرم‌آباد به ترتیب ۱۹۷، ۲۳۶ و ۱۸۶ درجه‌روز برپایهٔ دمای فعال و ۳۲۷، ۳۷۱ و ۳۰۶ درجه‌روز برپایهٔ دمای مؤثر کسب کرده‌اند. این میزان درجه‌روز به ترتیب در ۲۶، ۲۷ و ۲۴ روز حاصل شده است.

گیاه زعفران سرمادوست است و با سردشدن نسبی هوا فعالیت آن آغاز می‌شود و دورهٔ رشد خود را شروع می‌کند. طی بررسی نقش دما در دو سال متوالی مشاهده شد که در سال ۱۳۹۶ متوسط دما بیشتر بوده و طبیعتاً طول مدت

گل‌دهی کاهش یافته است. میزان عملکرد زعفران در این سال نسبت به سال ۱۳۹۷ مقدار کمتری را نشان می‌دهد که بیانگر نقش دمای دورهٔ گل‌دهی در افزایش عملکرد است. درنهایت عملکرد گل و کلالهٔ خشک زعفران در مزارع کوهنانی بیشتر بوده که اوج این عملکرد در مزارع چهارساله بوده است.

دورهٔ بهره‌برداری زعفران بسته به تراکم کشت از ۵- ۱۲ سال به طول می‌انجامد. هرچه مدت کاشت زعفران طولانی‌تر شود، بستر کشت ازنظر مواد غذایی فقیر می‌شود و بنابراین باید در مرحلهٔ بعدی کشت از حالت آیش (عدم کشت) یا گیاهان دیگری با ویژگی‌های متفاوت استفاده شود تا مواد غذایی خاک تحلیل نرود. هرچقدر تراکم کشت بنهٔ زعفران کمتر باشد، طول مدت بهره‌برداری بیشتر است و بالعکس؛ اما آزمایش‌ها و تجربیات نشان داده که مقدار تولید تقریباً در هر دو یکسان است؛ یعنی جمع تولید زعفران در یک کاشت متراکم در ٤- ۵ سال تقریباً با کاشت تراکم کم در ۸- ۱۰سال برابری می‌کند؛ بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده که با افزایش سن مزرعه تا چهار سال عملکرد زعفران روند صعودی دارد و سپس کاهش می‌یابد و همچنین بیشترین عملکرد گل و کلاله در مزارع چهارساله مشاهده شد، پیشنهاد می‌شود مزارع زعفران با تراکم متوسط کشت شوند و طول دورهٔ بهره‌برداری مزارع بین ٤ تا ۵ سال باشد.

منابع

ادارهٔ مرکز تحقیقات استان لرستان، (١٤٠٠). **مصاحبهٔ حضوری با مدیریت مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان**.

توسن، معین، علیزاده، امین، انصاری، حسین، رضوانی مقدم، پرویز، (١٣٩٤). **ارزیابی عملکرد و شناسایی مناطق مستعد کشت زعفران در استان خراسان رضوی براساس شاخص‌های دمایی**، نشریهٔ زراعت و فناوری زعفران، جلد ۳، شمارهٔ ۱، صص ۱- ۱۲.

توکلی کاخی، حمیدرضا، شریفی، حمیدرضا، نبی‌پور، زهره، (١٣٩٩). **ارزیابی تأثیر تراکم بوته، پوشش گیاهی و سایه‌اندازی بر تعدیل دمای خاک و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.)**، زراعت و فناوری زعفران، دورهٔ ۸، شمارهٔ ٤، صص ۵۲۷- ۵٤۲.

رحیمی داغی، سمیه، محمودی، سهراب، بخشی، محمدرضا، سیاری، محمدحسن، (١٣٩٤). **اثر سن مزرعه و منطقهٔ جغرافیایی بر عملکرد کلاله و بعضی از خصوصیات خاک مزارع تحت کشت زعفران در شهرستان بیرجند**، نشریهٔ پژوهش‌های زعفران، دورهٔ ۳، شمارهٔ ۱، صص ۱- ۱۷.

ریاحی، وحید، عزیزی، سمیه، (١٣٩٩). **اثرات کشت زعفران بر اقتصاد بهره‌برداران در نواحی روستایی شهرستان تهران**، فصلنامهٔ اقتصاد فضا و توسعهٔ روستایی، سال ۹، شمارهٔ ۳ (پیاپی ۳۳)، صص ۲۳۹- ۲۵٤.

عزیزی، الهام، جهانی کندری، محبوبه، دیوان، رضا، (١٣٩٢). **بررسی اثر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و سن مزرعه بر ویژگی‌های زراعی زعفران (*Crocus sativus* L.)**، نشریهٔ بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۵، شمارهٔ ۲، صص ۱۳٤- ۱٤۲.

فلاح قالهری، غلامعباس، احمدی، حمزه، (۱۳۹٤). **برآورد آستانه‌های فنولوژیکی کشت زعفران در استان اصفهان براساس آمار درجه‌حرارت روزانه**، نشریهٔ زراعت و فناوری زعفران، جلد ۳، شمارهٔ ۱، صص ٤۹- ۹٤.

کوچک‌زاده، سمیه، کرباسی، علیرضا، (۱۳۹٤). **بررسی عوامل مؤثر بر تجارت زعفران ایران**، نشریهٔ زراعت و فناوری زعفران، جلد ۳، شمارهٔ ۳، صص ۲۱۷- ۲۲۷.

کهنسال، محمدرضا، رمضانی، محمدرضا، (۱۳۹۹). **واکاوی نقش عوامل اجتماعی‌اقتصادی در پایداری اکولوژیکی کشت زعفران، مطالعهٔ موردی: شهرستان گناباد**، نشریهٔ پژوهش‌های زعفران، جلد ۸، شمارهٔ ۲، صص ۳۱۷- ۳۳۲.

http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2020.3315.1131.

کوچکی، علیرضا، سیدی، سید محمد، (۱۳۹٤). **فنولوژی و روند تشکیل بنه‌های دختری زعفران (Crocus sativus L.) طی دورهٔ رشد**، نشریهٔ پژوهش‌های زعفران، دورهٔ ۲، شمارهٔ ۳، صص ۱۳٤- ۱۵٤.

https://www.researchgate.net/publication/306078924.

ملافیلابی، عبدالله، کوچکی، علیرضا، رضوانی مقدم، پرویز، نصیری محلاتی، مهدی، (۱۳۹۳). **اثر سن مزرعه و منطقه بر عملکرد و فراوانی بنه در گروههای مختلف وزنی زعفران زراعی**، نشریهٔ پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۱۲، شمارهٔ ٤، صص ٦۰۵- ٦۱۲.

مردانی اصل، سید ابوالفضل، موحدی دهنوی، محسن، صالحی، امین، یدوی، علیرضا، (۱۳۹۷). **تأثیر تراکم وزن پیاز بر عملکرد زعفران در زیر سایه‌انداز درخت سیب**، نشریهٔ پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)، جلد ٦، شمارهٔ ۱، صص ۸۹- ۱۰۲.

http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2017.823.1034.

معین راد، حمید، ملافیلابی، عبدالله، صیادی، محبوبه، (۱۳۹۹). **اثر سن مزرعه، اقلیم، وزن پیاز مادری و توده بر عملکرد گل و پیاز و خصوصیات کیفی زعفران (Crocus sativus L.)**، نشریهٔ پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)، جلد ۸، شمارهٔ ۱، صص ۵۵- ٦۹.

http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2018.2026.107.

مرادی‌پور، سیاوش، عزتی، عزت‌الله، لطفی، حیدر، (۱۳۹۸). **بررسی نقش موقعیت لرستان ازنظر ژئوپلیتیکی در رابطه با امنیت ایران**، فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال ۱۱، شمارهٔ ٤.

نادری درباغشاهی، محمدرضا، خواجه‌باشی، سید مرتضی، بنی‌طبا، سید علیرضا، دهدشتی، سید مهدی، (۱۳۸۷). **اثر روش، تراکم و عمق کاشت بر عملکرد و مدت بهره‌برداری از مزرعهٔ زعفران زراعی (Crocus sativus L.) در منطقهٔ اصفهان**، نهال و بذر، جلد ۲٤، شمارهٔ ٤، صص ٦٤۳- ٦۵۷.

یاراحمدی، داریوش، بیرانوند، حجت‌الله، (۱۳۹۳). **جغرافیای طبیعی لرستان**، چاپ سوم، لرستان، انتشارات دانشگاه لرستان، شابک: ٤-۱۵-٦۲۱۷-٦۰۰-۹۷۸.

Bazrafshan, O., Ramezani Etedali, H., Gerkani Nezhad Moshizi, Z., and Shamili, M., (2019). **Virtual water trade and water footprint accounting of Saffron production in Iran**, Agricultural Water Management, 213 (5), pp 368-374; https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.10.034.

El Hajj, A., Moustafa, S., Oleik, S., Telj1, V., Taha, N., Chehabeldine, H., & El Tachach, T., (2019). **Yield of Saffron (*Crocus sativus*) Under Different Corm Densities**, Journal of Agricultural Science, Vol, 11, No 8, 2019, ISSN 1916-9752 E-ISSN 1916-9760; https://doi.org/10.5539/jas.v11n8p183.

Ferrara, L., Naviglio, D., Gallo, M., (2014). **Extraction of Bioactive Compounds of Saffron (Crocus sativus L.) by Ultrasound Assisted Extraction (UAE) and by Rapid Solid-Liquid Dynamic Extraction (RSLDE)**, European Scientific Journal, 10 (3), pp1-13; https://www.researchgate.net/publication/259997094.

Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S., (2009). **State of Art of Saffron (*Crocus sativus* L.) Agronomy: A Comprehensive Review**, Article, January 2009. DOI: 10.1080/87559120802458503. https://www.researchgate.net/publication/224873548.

Kothari, D., Thakur, M., Joshi, R., Kumar, A., and Kumar, R., (2021). **Agro-Climatic Suitability Evaluation for Saffron Production in Areas of Western Himalaya**, published: 15 March 2021. doi: 10.3389/fpls,2021,657819. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.65781.

Lopez-Corcoles, H., Brasa-Ramos, A., Montero-García, F., Romero-Valverde, M., And Montero-Riquelme, F., (2015). **Phenological growth stages of saffron plant (*Crocus sativus* L.) according to the BBCH Scale**, Spanish Journal of Agricultural Research, 13 (3), e09SC01, 7 pages (2015). .http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2015133-7340

Mohammadi, H., (2015). **Effects of corm size and plant density on Saffron (Crocus sativus L.) yield and its components**, International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR), Vol, 6, No, 3, pp 20-26. https://www.researchgate.net/publication/306118724.

Menia, M., Iqbal, S., Zahida, R., Tahir, S., Kanth, RH., Saad, AA., and Hussian, A., (2018). **Production technology of saffron for enhancing productivity**, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 2018, 7 (1), pp 1033-1039, Available online at www. Phytojournal. com.

Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., and Rouphael, Y., (2009). **Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density**, Journal of Food, Agriculture & Environment Vol, 7 (1), pp 19-23. https://www.researchgate.net/publication/268268074.

Sabet Temouria, M., (2017). **Investigation of planting age farm on saffron characteristics and corm position in soil Kashmar Iran**, Article in Acta Horticulturae; https://www.researchgate.net/publication/321366652.

Sepaskhah, A.R., Kamgar-Haghighi, A.A., (2009). **Saffron Irrigation Regime**, Journal of production, Vol 3, International Journal of Plant Production 3 (1), January 2009, ISSN: 1735-6814 (Print), 1735-8043 (Online), This is a refereed journal and all articles are professionally screened and reviewed.

پرتال جامع علوم انسانی