



Original Article

Effect of Planting Time on Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.) Ecotype in Khash Region

Khaled Miri^{*1}, Hadi Zeratgar², Adel Pordel³

1-Assistant professor, Agronomy & Horticulture Crops Research Department, Baluchestan Agricultural & Natural Resources Research & Education Center, AREEO, Iranshahr, Iran.

2-Assistant professor, South Khorasan Agricultural & Natural Resources Research & Education Center, AREEO, Birjand, Iran.

3-Assistant professor, Plant Protection Research Department, Baluchestan Agricultural & Natural Resources Research & Education Center, AREEO, Iranshahr, Iran.

*Corresponding author: kh_miri2003@yahoo.com

Received: 12 May 2025, **Revised:** 15 June 2025, **Accepted:** 03 July 2025

Extend Abstract

Introduction: Saffron is a subtropical species that thrives in regions characterized by mild winters and, arid summers. While it exhibits considerable cold resistance, the plant's growth cycle occurs during the autumn, winter, and early spring, necessitating favorable and temperate conditions during these seasons. Optimal yields are achieved at temperatures ranging from 35 to 40 °C and at elevations between 1300 and 2300 meters above sea level. The time of planting is a critical factor that significantly impacts the yield of agricultural products. Understanding the optimal planting period for saffron in various regions is vital for enhancing both the quantity and quality of the harvest. The suitable planting time for saffron is contingent upon the climatic conditions specific to the planting area. It is important to plant saffron corms while considering the phenological stages of the plant, specifically during the initial stage of dormancy (from June to early July) or during the third stage of dormancy (in September or early October). Establishing the optimal planting date and selecting the most suitable ecotype are essential initial steps in maximizing yield. This study was carried out with these objectives in mind, contributing to the advancement of saffron cultivation in Khash County.

Materials and Methods: A research study was carried out to assess the impact of planting date and ecotype on the yield of Saffron (*Crocus sativus* L.) at the Agricultural and Natural Resources Research Station in the Khash region. The study employed a split-plot design based on a randomized complete block design with three replications. The main plots consisted of four planting times: August 11, August 27, September 11, and September 27, while the sub-plots included three ecotypes: Taybad, Birjand, and Qaen. Standard agronomic practices such as irrigation, weed management, and fertilization were implemented. Measurements taken included the fresh and dry weight of the stigma.



style, the dry weight of the stamen, and the number of flowers. In order to increase the accuracy of the experiment, two initial and final lines and also one meter above and below each plot were considered as margins and four middle lines (about 2.5 square meters) were used to harvest flowers and moved to the laboratory of Agricultural and Natural Resources Research.

Results and Discussion: The results from a three-year combined analysis indicated a significant interaction between planting date and ecotype at the 1% level. The highest values recorded for fresh and dry weight of the stigma style, dry weight of the stamen, and flower count were 72.69 kg/ha⁻¹, 5.82 kg/ha⁻¹, 4 kg/ha⁻¹, and 56.96 kg/ha⁻¹ flowers, respectively, observed at the interaction of the September 11 planting date and the Birjand ecotype. Birjand ecotype exhibited superior fresh and dry weights of stigma and pistil, dry weight of stamens, and flower count compared to the Qaen and Taybad ecotypes. The differing climatic conditions of the regions from which the ecotypes were collected may contribute to the variations in yield and the traits studied in this experiment. Previous studies indicated the time of planting in September is a critical factor that significantly impacts the yield of agricultural products, and enhancing both the quantity and quality of the harvest. The suitable planting date for saffron is contingent upon the climatic conditions specific to the planting area. The Birjand ecotype exhibited superior average dry weight of stigma and pistil, dry weight of stamen, fresh weight yield of stigma and pistil, and a higher number of flowers per square meter compared to other ecotypes.

Conclusion: It is recommended that the September 11 planting date and the Birjand ecotype be utilized to enhance the yield and yield components of saffron in the Khash region and similar climatic conditions.

Conflict of Interest: The author declares no potential conflict of interest related to this research.

Keywords: Ecotype, Planting date, Saffron (*Crocus sativus* L.), Sistan and Baluchestan.

مقاله پژوهشی

اثر تاریخ کاشت بر عملکرد اکوتیپ‌های زعفران در شرایط اقلیمی خاش

خالد میری^{۱*}، هادی زراعتکار^۲ , عادل پردل^۳

۱- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان، ایرانشهر، ایران.

۲- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی، بیرجند، ایران.

۳- استادیار، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان، ایرانشهر، ایران.

*نویسنده مسئول: kh_miri2003@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۲؛ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۳/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۰۷

چکیده

این پروژه به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد اکوتیپ‌های مهم زعفران کشور به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خاش، استان سیستان و بلوچستان به مدت سه سال زراعی اجرا گردید. سطوح مختلف تاریخ کاشت شامل ۲۰ مرداد، ۵ شهریور، ۲۰ شهریور و ۵ مهر ماه سال ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ و اکوتیپ‌های مورد بررسی شامل سه اکوتیپ تایباد، قاین و بیرجند بود. در طول رشد مراقبت‌های زراعی از قبل آبیاری، وجین علف‌های هرز، توزیع کود انجام شد. یادداشت‌برداری‌های لازم شامل وزن تر و خشک کلاله و خامه، وزن خشک پرچم و تعداد گل در متر مربع در سه سال ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در هر کرت با حذف دو خط حاشیه و ۵/۰ متر از طرفین خطوط انجام پذیرفت. پس از معاسبه عملکرد و جمع‌آوری داده‌ها تجزیه واریانس با نرم‌افزار آماری SPSS و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن با سطح احتمال ۱ درصد انجام شد. نتایج سه ساله آزمایش نشان داد که اثر برهمکنش اکوتیپ × تاریخ کاشت بر روی عملکرد وزن تر کلاله و خامه عملکرد پرچم، تعداد گل و عملکرد کلاله و پرچم خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. با مقایسه میانگین عملکرد داده‌های سه سال مشخص شد که بیشترین عملکرد خشک کلاله و خامه، عملکرد خشک پرچم، عملکرد تر کلاله و خامه و تعداد گل در هکتار در تیمار برهمکنش تاریخ کاشت ۲۰ شهریور × اکوتیپ بیرجند حاصل گردید. بنابراین تاریخ کاشت ۲۰ شهریور و اکوتیپ بیرجند جهت کشت در شهرستان خاش و شرایط مشابه قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: اکوتیپ، تاریخ کاشت، زعفران، سیستان و بلوچستان.

مقدمه



تیرماه) و یا در مرحله سوم رکود (شهریور یا اوایل مهر ماه) اقدام به کشت زعفران نمود (Behnia., 2012). بهدانی و فلاحتی (Behdani et al., 2005) یکی از مهمترین دلایل کاهش رشد بنه و کاهش عملکرد زعفران را عدم رعایت تاریخ کاشت مناسب این گیاه عنوان نمودند. پازوکی و همکاران (Pazoki et al., 2011) گزارش نموده‌اند که تاریخ کاشت بر مراحل مختلف رشد و نمو زعفران مانند بهاره سازی، زمستان گذرانی و در نتیجه عملکرد موثر بوده و یکی از مهمترین عوامل تاثیر گذار در هر منطقه است. صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2015) کشت در شهریور ماه را مناسب‌ترین تاریخ کاشت زعفران در لنگرود گیلان اعلام نمودند. هاشم آبادی و همکاران (Hashem Abadi et al., 2019) با انجام آزمایشی که به منظور تاثیر تاریخ کاشت بر عملکرد زعفران در منطقه گیلان اظهار نمودند که از بین تاریخ‌های مختلف کاشت ۲۵ مرداد، ۵ شهریور و ۱۵ شهریور مناسب‌ترین تاریخ به منظور افزایش عملکرد کمی و کیفی زعفران تاریخ کاشت ۱۵ شهریور می‌باشد. بیشترین تعداد گل با میانگین ۴۰/۳۳ عدد متعلق به تاریخ کاشت ۱۵ شهریور بود. صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2014) بیشترین عملکرد گل و کلاله را در تاریخ کاشت شهریور ماه ثبت نمودند و اظهار نمودند که از آنجا که تاریخ کاشت به دو عامل دما و رطوبت خاک بستگی دارد خنک شدن هوا در شهریور ماه موجب افزایش عملکرد زعفران می‌شود. بهنیا (Behnia., 2012) عنوان نمود که بهتراست از کشت بنه زعفران در تیر ماه و اوایل مرداد به دلیل گرمای هوا و رطوبت نسبی پائین خودداری نمود زیرا که موجب از دست رفتن رطوبت بنه‌ها در حین جابجایی و کشت شده و با آسیب به بنه‌ها موجب کاهش عملکرد زعفران می‌شود. عملکرد اکوتیپ‌ها از منطقه‌ای به منطقه دیگر تغییر می‌کند و این نشان دهنده اثر متقابل اکوتیپ با مناطق و محیط می‌باشد. اثر متقابل اکوتیپ در محیط ایجاب می‌کند که انتخاب ارقام فقط بر اساس عملکرد یک محیط معیار مناسبی نباشد و بهتر است اکوتیپ‌ها در دامنه وسیعی از تغییرات محیطی در مکان‌ها و سال‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گیرند (Johnson et al., 1995). صادق زاده اهری (Sadeghzad Ahari, 2001) اظهار نمود که تاریخ کاشت به دلیل تاثیر بر مراحل مختلف رشد و نمو مانند بهاره سازی، زمستان گذرانی، عملکرد و اجزای عملکرد

زعفران گیاهی نیمه گرمسیری است و در نقاطی که دارای زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم و خشک است به خوبی می‌روید (Bahnia., 2008). مقاومت زعفران درمقابل سرما زیاد است ولی به دلیل این که دوره رشد آن مصادف با پاییز، زمستان و اوایل بهار است. طبعاً در این دوره به هوای مناسب و معتدلی نیاز دارد. بنه‌های این گیاه در تابستان به صورت راکد در زمین می‌مانند و رشد دوباره خود را از اوایل پاییز آغاز می‌کنند (Ghalavand., 2000). کشت زعفران در ایران دارای سابقه تاریخی است به گونه‌ای که برخی محققان منشاء این گیاه را ایران دانسته‌اند. زعفران محصول ادویه‌ای، دارویی و صادراتی با ارزشی است که در مناطق نیمه گرمسیری به خوبی می‌روید. این گیاه از جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات زراعی به دلیل نیاز آبی کم، ایجاد کار در ایام بیکاری و در آمد کافی برخوردار است. رشد و عملکرد گیاه تابعی از شرایط محیطی و عوامل به زراعی مختلف می‌باشد. سطح زیر کشت زعفران در کشور در سال ۱۳۹۸ بالغ بر ۱۲۰ هزار هکتار و میزان تولید آن حدود ۴۴۰ تن بوده است. استان‌های خراسان رضوی، خراسان جنوبی و خراسان شمالی به ترتیب با سطح زیر کشت بالغ بر ۹۱ هزار، حدود ۱۷ هزار و حدود ۴ هزار هکتار و تولید معادل به ترتیب ۳۲۲/۵، ۶۷/۹ و ۱۹/۹ تن مهمترین تولیدکننده‌های زعفران در کشور هستند (Ashraf, 2022). Jahani, 2022). اقتصاد بعضی از شهرهای خراسان به میزان زیادی به این گیاه بستگی دارد، از این رو عوامل فیزیولوژیکی، محیطی و زراعی نظیر درجه حرارت، خاک، اندازه بنه، تاریخ کاشت، تراکم، روش کاشت، کوددهی، کنترل علف‌های هرز در روش‌های کاشت سنتی و نوین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Mollafilabi., 2004; Behnia., 2012).

تاریخ کاشت یکی از عوامل مهم و تاثیر گذار در تولید محصولات کشاورزی بوده و شناخت زمان کاشت زعفران برای هر منطقه جهت ارتقای کمی و کیفی محصول ضروری است (Mohammadi mirak et al., 2016). Ghobadi et al., 2009; Zaman. زمان کاشت مناسب زعفران به شرایط اقلیمی محل کاشت بستگی دارد (Omidbaigi., 2011). بنه‌های زعفران را باید با توجه به در نظر گرفتن مراحل فنولوژیکی زعفران کشت نمود یعنی بایستی در مرحله اول رکود (خردادماه تا اوایل

در زمان و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو برداشت در سال‌های ۹۶ و ۹۷ بررسی کردند. نتایج نشان داد که اثر تاریخ انتقال و وزن بنه و برهمکنش دو عامل بر تمامی صفات در طی دو سال معنی‌دار بود. بررسی جداگانه عوامل مورد بررسی طی دو سال نشان داد که در سال اول، اثر عامل تاریخ انتقال بنه بر تمامی صفات به غیر از میزان کروسیل معنی‌دار و اثر وزن بنه و اثر متقابل وزن بنه در تاریخ انتقال بنه بر تمامی صفات کیفی و عملکردی زعفران معنی‌دار بود. بر اساس نتایج سال دوم، اثر تاریخ انتقال و وزن بنه و برهمکنش آن‌ها بر کروسیل، ساfranin و پیکروکروسیل معنی‌دار شد، ولی تنها اثر عامل تاریخ انتقال بنه بر صفات تعداد گل و عملکرد معنی‌دار بود. صفات کیفی تحت تاثیر اندازه بنه و تاریخ انتقال آن قرار گرفتند، به طوریکه میزان ساfranin، پیکروکروسیل و کروسیل در بنه‌های ۲۰-۱۲ گرم نسبت به سایر گروه‌های وزنی در بالاترین سطح قرار داشت. امینی فرد و همکاران (Aminifard et al., 2014; Teimori et al., 2013; Tavassoli et al., 2020) تاثیر کود دامی گوسفندی و گوگرد بر رشد رویشی و عملکرد زعفران، طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۷ در منطقه سرایان، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در اجرا کردند. نتایج آن‌ها نشان داد مصرف ۶۰ تن کود گوسفندی و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد بالاترین بهبود رشد و عملکرد در زعفران را دارد. تعیین تاریخ کاشت مناسب و دستیابی به بهترین اکوتیپ از گام‌های نخست جهت تولید و حصول عملکرد مناسب می‌باشد. این تحقیق در راستای این اهداف و توسعه کشت زعفران در شهرستان خاش اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پروژه به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد اکوتیپ‌های مهم زعفران کشور در شهرستان خاش در راستای بررسی امکان تولید و توسعه کشت این محصول با ارزش در این شهرستان صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خاش به مدت سه سال زراعی (۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) اجرا گردید. شهرستان خاش در ۱۶۰ کیلومتری شهرستان زاهدان، بین طول‌های جغرافیایی ۰۸ ۶۰ تا ۴۷ ۶۲ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۰ ۲۷ تا ۵۳ ۲۸ شمالی واقع شده

زعفران بسیار حایز اهمیت است. آدام و همکاران (Adam et al., 1989) تاریخ‌های کاشت زود هنگام ۱۰ اردیبهشت را جهت تولید زعفران مناسب تشخیص دادند. بیات و همکاران (Bayat et al., 2014) با انجام آزمایشی به منظور بررسی عملکرد و اجرای عملکرد اکوتیپ‌های مختلف زعفران در ۶ اکوتیپ زعفران بیرجند، تربت جام، قائن، مشهد، تربت حیدریه و گناباد را مورد مقایسه قرار دادند که نتایج آزمایش نشان داد که بین اکوتیپ‌های مختلف از نظر عملکرد گل، وزن بنه، تعداد گل، وزن تر و خشک کلاله تفاوت معنی‌داری وجود داشت و اکوتیپ تربت حیدریه عملکرد گل بیشتری را دارا بود. علوی سینی و همکاران (Alavi Sini et al., 2020) نیز طی پژوهشی در سال‌های ۹۴-۱۳۹۳ مشخص نمودند که در شهرستان زنجان بین اکوتیپ‌ها از نظر تعداد گل وزن تر و خشک کلاله، عملکرد کلاله و وزن خشک تک گل اختلاف معنی‌داری وجود داشت که این مطلب بیانگر تفاوت‌های ژنتیکی بین اکوتیپ‌های مختلف زعفران و علت اختلاف عملکرد بین آن‌هاست. شکوهیان و اصغری (Shokohian & Asghari, 2008) با انجام آزمایشی در منطقه جنوب اردبیل اظهار داشتند که بین اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر دو صفت تعداد گل و عملکرد خشک تفاوت معنی‌داری وجود دارد. امیرنیا و همکاران (Amirnia et al., 2014) نیز گزارش نمودند که بین اکوتیپ‌های مختلف زعفران از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد تفاوت معنی‌دار وجود دارد. تفاوت بین عملکرد و اجرای عملکرد در اکوتیپ‌های زعفران توسط محققان بسیاری گزارش شده است (Pazoki et al., 2011; Bayat et al., 2016; Anastasaki et al., 2010). مرادی و پورقاسمیان (Mooradi & Pourghasemian, 2020) تاثیر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی زیره سبز *Cuminum cyminum* L. و زعفران *Crocus sativus* L. در تاریخ‌های کاشت بر عملکرد دو گیاه، به صورت اسپلیت-پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد درصد بنه ناسالم در کشت اسفند و فروردین بیشتر از پاییزه بود. با تأخیر در کاشت و افزایش تراکم زیره سبز در کشت مخلوط، وزن بنه کاهش معنی‌داری نشان داد. علوی سینی و همکاران (Alavi Sini et al., 2021) اثر تاریخ انتقال بنه و وزن بنه بر ویژگی‌های کیفی و عملکرد زعفران، به صورت یک آزمایش فاکتوریل اسپلیت پالت

و دارای ارتفاع ۱۴۰۰ متر از سطح دریا و بلندترین نقطه آن قله تفتان با ۴۰۰۰ متر ارتفاع و متوسط بارندگی در سال بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلیمتر می باشد. عوامل مورد بررسی شامل الف) تاریخ کاشت در چهار سطح ۲۰ مرداد، ۵ شهریور، ۲۰ شهریور و ۵ مهر سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ (اکوتیپ شامل سه اکوتیپ تایباد، قاین و بیرجند بودند که عامل تاریخ کاشت در کرت‌های اصلی و عامل اکوتیپ در کرت‌های فرعی آزمایش اعمال گردیدند. جهت بررسی وضعیت خاک، نمونه برداری از خاک مزرعه از عمق ۳۰ سانتیمتری از ۵ نقطه انجام و سپس نمونه مرکب از آن جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۱). عملیات آماده سازی زمین شامل شخم اولیه و ثانویه، دیسک، لولر و مرز کشی مزرعه آزمایشی در تیر ماه انجام گردید.

با توجه به نتایج آزمون خاک، در ابتدای کاشت، ۵۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع کود اوره در سال اول کشت بنه‌ها و میزان ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم مصرف گردید. هر کرت شامل ۶ خط کاشت ۴ متری به فاصله ۳۰ سانتی‌متر و فواصل بوته روی خطوط کاشت ۵ سانتی‌متر و عمق کاشت بنه‌ها ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که با احتساب این فواصل آرایش کاشت تراکم ۶۶ بنه در متر مربع بود. وجین علف‌های هرز در دو مرحله و به صورت دستی انجام شد. در این تحقیق صفات زراعی شامل مراحل مختلف فنولوژی، وزن تر و خشک کلالة، وزن تر گلبرگ، وزن تر دمگل و وزن تر پرچم اندازه‌گیری شد. به منظور بالا بردن دقت آزمایش، دو خط ابتدایی و انتهایی و همچنین یک متر بالا و پایین هر کرت به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و از ۴ خط میانی (مساحتی حدود ۲/۵ متر مربع) برای برداشت گل‌ها و انتقال آن‌ها به آزمایشگاه استفاده گردید. برداشت هر روز، قبل و یا حوالی طلوع خورشید صورت گرفت و پس از انتقال به آزمایشگاه، وزن تر گل تعیین گردید. سپس وزن تر کلالة و خامه و وزن تر پرچم توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری و به دنبال آن پس از طی مراحل خشک کردن وزن خشک تمامی بخش‌ها محاسبه گردید (Alavi Siney et al., 2021).

پس از محاسبه عملکرد و جمع‌آوری داده‌ها تجزیه واریانس ساده و مرکب با نرم‌افزار آماری SPSS v.9 و

میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۱ درصد مقایسه گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌های سه ساله آزمایش نشان داد که اثر سال بر روی عملکرد تر کلالة و خامه، وزن خشک کلالة و خامه، وزن خشک پرچم و تعداد گل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). مقادیر صفات مورد بررسی زعفران در سال اول آزمایش نسبت به سال‌های دوم و سوم کمتر و در سال سوم بیشتر از سایر سال‌ها بود. میانگین وزن خشک کلالة و خامه، وزن تر کلالة و خامه، وزن خشک پرچم و تعداد گل در سال سوم به ترتیب برابر با ۴/۶۸، ۵/۹۸، ۳/۰۴ گرم و ۴۳/۱۹ گل در متر مربع بود. صفات مورد بررسی زعفران به طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر تاریخ‌های مختلف کاشت قرار گرفت و با مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد که تاریخ کاشت ۲۰ شهریور از نظر همه صفات مورد بررسی برتر از سایر تاریخ‌های کشت مورد بررسی بود. میانگین وزن خشک کلالة، وزن تر کلالة و خامه، وزن خشک پرچم و تعداد گل به ترتیب ۵/۳۲، ۳/۵۸ و ۲/۶۶ گرم و ۵۴/۴ گل در متر مربع بود. اثر اکوتیپ‌های مورد بررسی نیز بر روی تمامی صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید.

میانگین وزن خشک کلالة و خامه در اکوتیپ بیرجند بیشتر از سایر اکوتیپ‌های مورد بررسی بود، به طوری که نسبت به اکوتیپ‌های قائن و تایباد به ترتیب ۱۴ و ۱۲/۵ درصد برتری نشان داد. وزن خشک پرچم اکوتیپ بیرجند با میانگین ۲/۸۷ کیلوگرم در هکتار نیز به طور معنی‌داری بیشتر از دو اکوتیپ قائن (۲/۴۴ کیلوگرم در هکتار) و تایباد (۲/۵۵ کیلوگرم در هکتار) بود. از نظر عملکرد وزن تر کلالة و خامه نیز اکوتیپ بیرجند با میانگین ۵۵/۶۶ کیلوگرم در هکتار از دو اکوتیپ قائن (۴۷/۸۸ کیلوگرم در هکتار) و اکوتیپ تایباد با میانگین (۴۸/۵۹ کیلوگرم در هکتار) بیشتر بود. اکوتیپ بیرجند از نظر تعداد گل در متر مربع (۴۳/۱۹) نیز در مقایسه با دو اکوتیپ قائن (۳۷/۶۸) و اکوتیپ تایباد (۳۹/۲۹) معنی‌دار بود (شکل ۱).

اثر برهمکنش اکوتیپ × تاریخ کاشت بر روی عملکرد وزن تر کلالة و خامه عملکرد پرچم، تعداد گل و عملکرد کلالة و پرچم خشک در سطح احتمال یک درصد معنی دار

گردید (جدول ۲). با مقایسه میانگین عملکرد داده‌ها مشخص شد که بیشترین عملکرد خشک کلاله و خامه، عملکرد خشک پرچم، عملکرد تر کلاله و خامه و تعداد گل به ترتیب با میانگین‌های ۸۲/۵، ۴۰، ۷۲/۶۹ و ۵۶/۹۶ گل در تیمار برهمکنش تاریخ کاشت ۲۰ شهریور × اکوتیپ بیرجند حاصل گردید. تیمار برهمکنش تاریخ کاشت ۵ شهریور × اکوتیپ قاین کمترین عملکرد خشک کلاله و خامه، عملکرد خشک پرچم، عملکرد تر کلاله و خامه و تعداد گل به ترتیب با ۲/۶۷، ۱/۵۴، ۳۳/۰۹ کیلوگرم در هکتار و ۲۷/۹۳ را ثبت نمود (جدول ۲).

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

Table 1. Physical and chemical properties of soil in the study area

هدایت الکتریکی (میلی زیمنس بر سانتیمتر) EC (mS.cm ⁻¹)	pH	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم) K (mg.kg ⁻¹)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم) P (mg.kg ⁻¹)	نیتروژن کل (%) Total nitrogen (%)	ماده آلی (%) Organic matters (%)	بافت Texture
3.7	7.67	310	9.4	0.03	0.34	Sandy- Loam

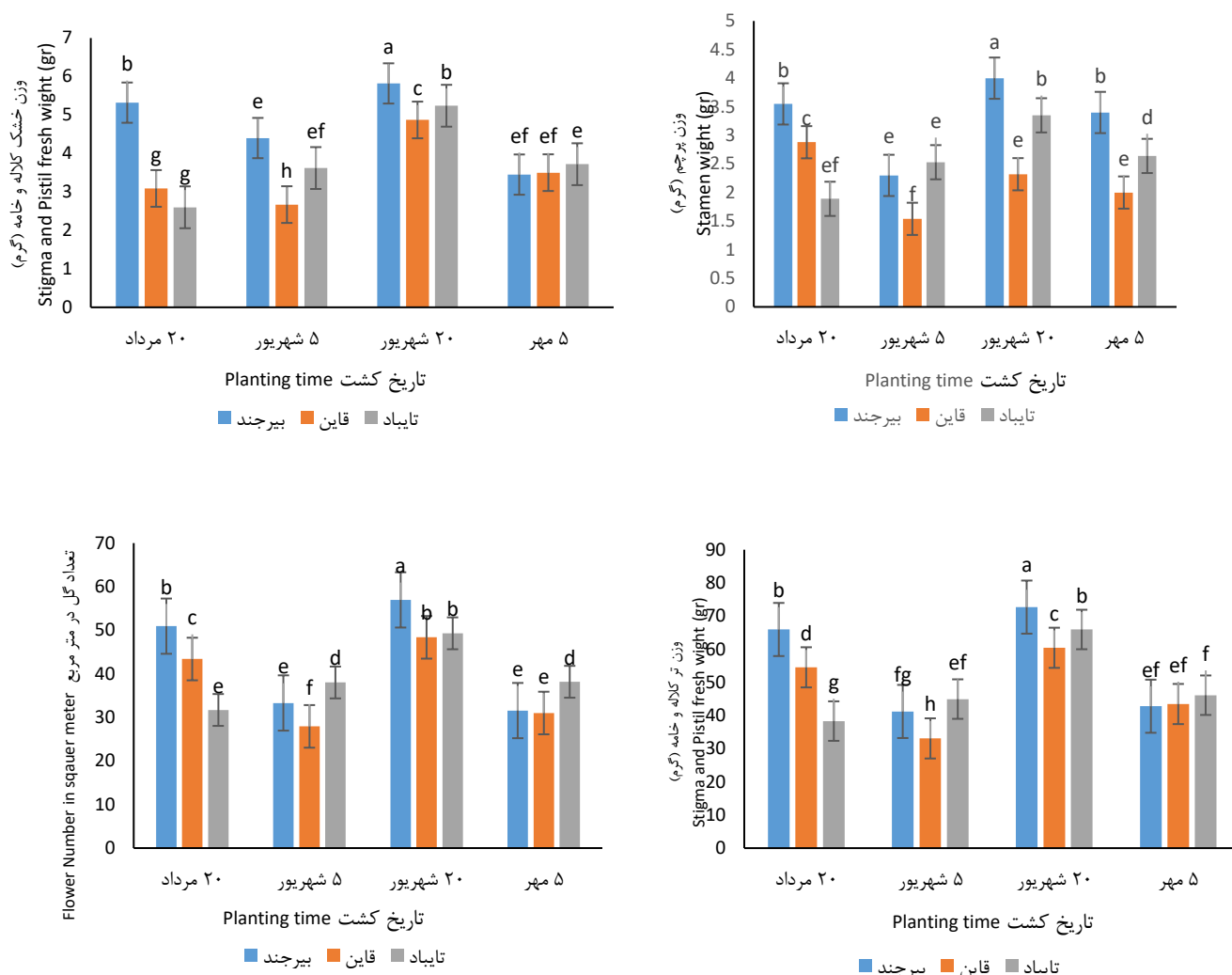
جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) سه ساله اثر تاریخ کاشت و اکوتیپ بر صفات مورد بررسی زعفران

Table 2. Variance analysis of the effect of planting date and ecotype on the studied traits of saffron

وزن خشک کلاله و خامه Stigma and Pistil dry wight	تعداد گل Flower number	وزن پرچم Stamen wight	وزن تر کلاله و خامه Stigma and Pistil fresh wight	درجه آزادی (df)	منابع تغییرات S.O.V
3813.271 **	2070.570 **	10.379 **	24.803 **	2	سال Year
89.604 NS	58.071 NS	0.252 NS	0.584 NS	3	تکرار Repetition
6.806 **	2035.391 **	14.150 **	23.560 **	2	تاریخ کاشت Planting times
151.057 **	127.546 **	0.624 **	0.982 **	6	سال × تاریخ کاشت Year × Planting dates
13.161	11.717	0.61	0.086	22	خطای آزمایش E
667.137 **	288.426 **	1.785 **	4.337 **	4	اکوتیپ Ecotype
47.097 *	32.739 *	0.139 NS	0.306 *	4	سال × اکوتیپ Year × Ecotype
590.489 **	375.987 **	2.845 **	3.844 **	6	اکوتیپ × تاریخ کاشت Ecotype × Plantings times
42.040 **	33.364 **	0.161 *	0.274 **	12	سال × اکوتیپ × تاریخ کاشت Year × Ecotype × Planting dates
13.686	9.640	0.083	0.089 NS	48	خطای آزمایش E
6.16	3.39	10.05	9.84		C.V (%)

NS، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح آماری ۱ و ۵ درصد.

NS، * و ** non-significant and significant at the 1 and 5 percent statistical levels, respectively.



شکل ۱. مقایسه میانگین سه ساله برهمکنش تاریخ کاشت و اکوتیپ بر صفات مورد بررسی زعفران (حروف تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد را نشان می‌دهد).

Fig 1. Comparison of three-year averages of the interaction of planting date and ecotype on the studied traits of saffron (Letters are shown significantly different at the 1% probability level).

قاسمی (Ghasemi., 2008) نیز بر اساس تحقیقات انجام شده در منطقه دماوند بیان کرد که بنبه زعفران را از موقع خزان بوته (اوایل خرداد تا اواسط مهر) می‌توان کشت نمود، اما بهتراست در اواسط تابستان که هوا و زمین بسیار گرم و درصد رطوبت نسبی هوا فوق‌العاده کم است و ممکن است پیازها آسیب ببینند، کشت نشود، مگر این که پیازها قبلاً از خاک درآورده و در محل سرد و خشکی نگهداری شوند. تاخیر در کشت پیاز موجب ظهور ریشه‌ها و ساقچه‌ها می‌شود و موجب خسارت به رشد بهینه پیازها می‌شود. بهنیا (Bahnia., 1991) زمان کاشت پیاز زعفران را از موقع خزان بوته‌ها یعنی از اوایل خرداد تا اواسط مهر ماه بیان کرده است و عنوان نموده که بهتر است از کشت پیاز در تیر و اوایل مرداد خودداری کرد، زیرا در این فاصله هوا و زمین بسیار گرم و رطوبت نسبی هوا کم است و احتمال دارد رطوبت پیازها به هنگام جابجایی و کشت از بین رفته و به آن‌ها آسیب برسد. با تاخیر در تاریخ کاشت به علت افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی هوا احتمال کاهش وزن تر و خشک اجزای گل افزایش می‌یابد.

قاسمی (Ghasemi., 2008) نیز بر اساس تحقیقات انجام شده در منطقه دماوند بیان کرد که بنبه زعفران را از موقع خزان بوته (اوایل خرداد تا اواسط مهر) می‌توان کشت نمود، اما بهتراست در اواسط تابستان که هوا و زمین بسیار گرم و درصد رطوبت نسبی هوا فوق‌العاده کم است و ممکن است پیازها آسیب ببینند، کشت نشود، مگر این که پیازها قبلاً از خاک درآورده و در محل سرد و خشکی نگهداری شوند. تاخیر در کشت پیاز موجب ظهور ریشه‌ها و ساقچه‌ها می‌شود و موجب خسارت به رشد بهینه پیازها می‌شود. بهنیا (Bahnia., 1991) زمان کاشت پیاز زعفران را از موقع خزان بوته‌ها یعنی از اوایل خرداد تا اواسط مهر ماه بیان کرده است و عنوان نموده که بهتر است از کشت پیاز در تیر و اوایل مرداد خودداری کرد، زیرا در این فاصله هوا و زمین بسیار گرم و رطوبت نسبی هوا کم است و احتمال دارد رطوبت پیازها به هنگام جابجایی و کشت از بین رفته و به آن‌ها آسیب برسد. با تاخیر در تاریخ کاشت به علت افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی هوا احتمال کاهش وزن تر و خشک اجزای گل افزایش می‌یابد.

مختلف زعفران در ۶ اکوتیپ زعفران بیرجند، تربت جام، قائن، مشهد، تربت حیدریه و گناباد را مورد مقایسه قرار دادند که نتایج آزمایش نشان داد که بین اکوتیپ‌های مختلف از نظر عملکرد گل، وزن بنه، تعداد گل، وزن تر و خشک کلاله تفاوت معنی‌داری وجود داشت و اکوتیپ تربت حیدریه عملکرد گل بیشتری را دارا بود. علوی سینی و همکاران (Alavi Sini et al., 2015) نیز طی پژوهشی در سال‌های ۹۴-۹۳ مشخص نمودند که در شهرستان زنجان بین اکوتیپ‌ها از نظر تعداد گل وزن تر و خشک کلاله، عملکرد کلاله و وزن خشک تک گل اختلاف معنی‌داری وجود داشت که این مطلب بیانگر تفاوت‌های ژنتیکی بین اکوتیپ‌های مختلف زعفران و علت اختلاف عملکرد بین آنهاست. شکوهیان و اصغری (Shokohian & Asghari, 2008) با انجام آزمایشی در منطقه جنوب اردبیل اظهار داشتند که بین اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر دو صفت تعداد گل و عملکرد خشک تفاوت معنی‌داری وجود دارد. امیرنیا و همکاران (Amirnia et al., 2014) نیز گزارش نمودند که بین اکوتیپ‌های مختلف زعفران از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد تفاوت معنی‌دار وجود دارد. تفاوت بین عملکرد و اجرای عملکرد در اکوتیپ‌های زعفران توسط محققان بسیاری گزارش شده است (Pazoki et al., 2011; Bayat et al., 2016; Anastasaki et al., 2010). اثر برهمکنش تاریخ کاشت $\times$ اکوتیپ بر وزن تر و خشک کلاله و خامه، وزن خشک پرچم و تعداد گل در سطح احتمال یک در صد معنی‌دار گردید و مشخص شد که اکوتیپ بیرجند در تاریخ کاشت ۲۰ شهریور از لحاظ عملکرد و صفات مورد بررسی در این آزمایش برتر از سایر تیمارها بود. بنابراین اکوتیپ بیرجند و تاریخ کاشت ۲۰ شهریور جهت بهبود عملکرد و صفات وابسته به آن در شهرستان خاش قابل توصیه می‌باشد.

نتیجه‌گیری

زعفران گیاهی نیمه گرمسیری است و در مناطقی که دارای زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم و خشک است به خوبی می‌روید. تاریخ کاشت یکی از عوامل مهم و تاثیر گذار در تولید محصولات کشاورزی بوده و شناخت زمان کاشت زعفران برای هر منطقه جهت ارتقای کمی و کیفی محصول ضروری است. اثر برهمکنش اکوتیپ $\times$ تاریخ کاشت بر روی عملکرد وزن

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس سه ساله داده‌های آزمایش نشان داد که اثر سال بر روی تمام صفات مورد بررسی زعفران اعم از وزن تر و خشک کلاله، وزن خشک پرچم و تعداد گل در متر مربع در سطح احتمال یک در صد معنی‌دار بود و تمام صفات مورد بررسی در سال اول آزمایش نسبت به سال‌های دوم و سوم آزمایش کاهش چشمگیری را نشان دادند. دلیل پایین بودن عملکرد زعفران و صفات زراعی مورد بررسی آن در آزمایش در سال آزمایش استقرار گیاه و پایین بودن تعداد بنه‌ها و در نتیجه تعداد گل کمتر نسبت به سال‌های دیگر آزمایش می‌باشد. مولینا و همکاران (Molina et al., 2004) و رستمی و همکاران (Rostami & Mohammadi, 2011) نیز کاهش عملکرد گل زعفران را در اثر پایین بودن تعداد بنه‌ها عنوان نمودند. علوی سینی و همکاران (Alavi Sini et al., 2020) نیز عنوان نمودند که مقدار عملکرد زعفران در سال اول به شدت تحت تاثیر اندازه بنه است که این بنه‌ها با رشد و نمو خود تولید بنه‌های دختری می‌نماید که به عنوان بذر در سال دوم محسوب شده و عملکرد زعفران را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین مقدار عملکرد در هر سال تحت تاثیر بنه‌های جدید تولید شده سال قبل است. قبادی و همکاران (Ghobadi et al., 2015) گزارش کردند که عملکرد در سال اول بیشتر متاثر از اندازه بنه می‌باشد. اثر تاریخ کاشت نیز بر روی تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید و بیشترین وزن تر و خشک کلاله و خامه، وزن خشک پرچم و تعداد گل در تاریخ کاشت ۲۰ شهریور ثبت گردید.

بین اکوتیپ‌های مختلف مورد در این آزمایش نیز تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد به لحاظ تمامی صفات مورد بررسی وجود داشت و اکوتیپ بیرجند دارای وزن تر و خشک کلاله و خامه وزن خشک پرچم و تعداد گل بیشتری نسبت به اکوتیپ‌های قائن و تایباد بود. تفاوت شرایط آب و هوایی مناطق جمع‌آوری اکوتیپ‌ها می‌تواند یکی از دلایل تفاوت در عملکرد و صفات مورد بررسی اکوتیپ‌های زعفران در این آزمایش می‌باشد. علوی سینی و همکاران (Alavi Sini et al., 2020) نیز عنوان نمود که هوای سرد باعث افزایش تعداد گل در زعفران و در نتیجه بهبود عملکرد گل آن می‌شود. بیات و همکاران (Bayat et al., 2014) با انجام آزمایشی به منظور بررسی عملکرد و اجرای عملکرد اکوتیپ‌های

قدردانی

بدین وسیله از همکاران مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان و سازمان جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان جهت تامین منابع مالی برای انجام این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌شود. مقاله حاضر حاصل بخشی از یافته‌های پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب "۹۴۱۲۶-۳-۰۳-۶۵-۴" می‌باشد.

تر کلاله و خامه عملکرد پرچم، تعداد گل و عملکرد کلاله و پرچم خشک در سطح احتمال یک درصد نشان داد بیشترین عملکرد خشک کلاله و خامه، عملکرد خشک پرچم، عملکرد تر کلاله و خامه و تعداد گل به ترتیب با میانگین‌های ۸۲/۵، ۴۰، ۷۲/۶۹ و ۵۶/۹۶ گل در تیمار برهمکنش تاریخ کاشت ۲۰ شهریور × اکوتیپ بیرجند حاصل گردید. بنابراین تاریخ کاشت ۲۰ شهریور و اکوتیپ بیرجند جهت کشت در شهرستان خاش و شرایط مشابه قابل توصیه است.

منابع

- Adam, N. M., McDonald, M. B. and Henderlog, P. R. (1989). Influence of seed position, planting dates and harvesting dates on soybean seed quality. *Seed Science and Technology*, 17, 143-152.
- Aghazadeh, R., and Hematzadeh, A. (2012). Effect of date, depth and spacing culture on saffron (*Crocus sativus* L.) vegetative and reproductive traits in Macro climatic condition. *Agroecology Journal*, 8 (1), 1-10. [in Persian].
- Alavi Siney, S. M., Ahmadpour Jolgeh, A., Behroozeh, M. and Soltani, M. (2021). Effect of corm transfer date and maternal corm weight on qualitative traits and yield of saffron in Jiroft condition. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 52(4), 211-221. doi: 10.22059/ijfcs.2020.310177.654751
- Alavi Siney, S. M., Ahmadpour, J. A., Behroozeh, M., and Soltani, M. (2020). Evaluation of Planting Date and Corm Weight Effects on Flower, Stigma and Daughter Corms Characters of Saffron (*Crocus sativus* L.) under the South Kerman Climatic Conditions. *Journal of Agriculture and Saffron Technology*, 1(8), 59-71. [in Persian].
- Alavi Siney, S. M., Jalal, P., Andalibi, B., Alavi Kia, S. S., and Azimi, M. R. (2015). Determination of agricultural traits affecting the yield of ecotypes of saffron in the climatic conditions of Zanjan. *Journal of Agriculture and Saffron Technology*, 3 (2), 96-107. [in Persian].
- Aminifard, M. H.O, Khaksari Moghadam, A., Bayat, H., and Fallahi, H. R. (2024). Investigating the Effect of Different Levels of Manure and Sulfur on Vegetative Growth and Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research*, 12(2), 256-274. [in Persian].
- Amirnia, R., Bayat, M. and Tajbakhsh, M. (2014). Effects of nano fertilizer application and maternal corm weight on flowering at some saffron (*Crocus sativus* L.) ecotypes. *Turkish Journal of Field Crops*, 19 (2), 158-168
- Anastasakis, E., Kanakis, C., Pappas, C., Maggi, L., del Campo, CP., Carmona, M., Alonso, G. L. and Polissiou, M. G. (2010). Differentiation of saffron from four countries by mid-infrared spectroscopy and multivariate analysis. *European Food Research and Technology*, 230, 571-577
- Bayat, M., Amirnia, R., Tajbakhsh, M. and Ramezani, M. (2016). Evaluation of Saffron Ecotypes for Stigma Yield and Yield Components Using Different Maternal Corm Weights. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 6(1), 53-64
- Bayat, M., Amirnia, R., Tajbakhsh, M., and Taniwalch, B. Study of genetic diversity and some agronomic and quality traits in saffron (*Crocus sativus* L.). (2016). *Journal of Agriculture and Saffron Technology*, 4(3), 185-200. [in Persian].
- Bayat, M., Gholamian, A. and Taravati, G. (2014). Stigma Yield in Different Saffron (*Crocus sativus* L.) Ecotypes in Mashhad Climate. *International Journal of Plant Research*, 27(2), 176-179.
- Behdani, M. A., Koochaki, A., Nassiri Mahalati, M. & Rezvani Moghadam, P. (2005). Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 3(1), 1-14. [in Persian].
- Behnia, M.R. (2012). Saffron: History, botany, chemistry, production. University of Tehran Press, pp. 506
- Fallah Ghalhari, G. A., Baaghideh, M., and Fakheri, M. (2013). Study of planting date and flowering of saffron. Comparative study (Khorasan Razavi, Khorasan Jonobi and Azarbaijan Gharbi). The 2nd national conference on the latest scientific achievements of saffron in Iran, University of Torbat Heydarieh. [in Persian]

- Ghalavand, A. V. and Mazaheri, D. (2000). The effect of temperature on flowering and potential of saffron populations in Iran. *Research and Development*, 4, 65-69. [in Persian].
- Ghasemi, A. (2008). Saffron, the Red Gold of Iran. Ayandegan Publications. 112 pages. [in Persian].
- Ghobadi, F., Ghorbani Javid, M. & Sorooshzadeh, A. (2015). Effects of planting date and corm size on flower yield and physiological traits of saffron (*Crocus sativus* L.) under Varamin plain climatic conditions. *Saffron Agronomy and Technology*, 2 (4), 265-276. [in Persian].
- Ghobadi, F., Ghorbani Javid, M. & Sorooshzadeh, A. (2016). Evaluation of yield and growth characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) under effect of planting date and corm size in Varamin plain. *Iranian Journal Of Medicinal and Aromatic Plants*, 5(79), 857-867.
- Hashem Abadi, D., Taheri, S., Zare, F., J., Soleiman Dari, M., and Hanifi, H. (2019). The effect of planting date and nano-based fertilizers on the quantitative and qualitative traits of saffron in the Gilan region. *Journal of Iran Horticultural Science*, 5, Issue 4, Pages 879-890. [in Persian].
- Johnson, H. W., Robinson, H. F. and Comstock, R. E. (1995). Estimate of genetic and environment variability in soybean. *Agron J.* 47:314-318.
- Mohammadi Mirik, A. A., Saeidi, Gh. A. & Rezaei A. A. M. (2009). Interaction effects of planting date with seeding rate on agronomic traits of different genotypes of flax. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 7(1), 221-230. (In Persian)
- Mollafilabi, A. (2004). Experimental findings of production and echo physiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.). *Acta Horticulturae (ISHS)*, 650, 195-200.
- Moradi, R. and Pourghasemian, N. (2020). Assessing effect of cumin and saffron additive intercropping at various planting dates on quantitative and qualitative yield of the plants. *Saffron Agronomy and Technology*, 8(1), 19-36. doi: 10.22048/jsat.2019.156395.1325
- Ashraf Jahani, M.S. (2022). Horticultural Products, Ministry of Jihad Agriculture, Planning and Economic Deputy, Information and Communication Technology Center, Tehran. [in Persian].
- Omidbaigi, R. (2011). Production and processing of medicinal plants. *Beh Nashr Publications Mashhad*, 2, 438. (In Persian)
- Pazoki, A., Karaminejad, M. & Foladi Targhi, A. (2011). Effects of planting dates and genotypes on yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in Natanz region. *Crop Physiology*, 2(8), 3-12.
- Rostami, M. and Mohammadi, H. (2011). Effects of planting date and corm density on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) under Malayer climatic conditions. *Journal of Agroecology*, 5 (1), 27-38. [in Persian].
- Sadeghi, S. M., Dehnadi-Moghaddam, G. & Dooroodian, H. (2014). Evaluation of effects of date, depth and corm sowing distance on corms growth and stigma yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in Langarood, Guilan province. *Journal of Saffron Agronomy and Technology*, 2(2), 45-54. [in Persian].
- Shokohian, A. A. and Asghari, A. (2008). Evaluation of saffron ecotypes adaptation to Ardabil weather condition. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 38(4), 563-570. [in Persian].
- Tavassoli, A., Heydari, H., Ahmadian, A., & Piri, I. (2020). Effect of planting bed and nitrogen fertilizer levels on growth and yield of saffron (*Crocus sativus*). *Journal of Saffron Research*, 8(2), 285-299.
- Teimori, S., Behdani, M. A., Ghaderi, M. G., & Sadegh, B. (2013). Investigation on the effect of organic and chemical fertilizers on morphological and agronomic of saffron (*Crocus sativus* L.) corm criteria. *Journal of Saffron Research*, 1(1), 36-47.