



The Effect of Planting Date and First Irrigation Time on Growth, Yield and Quality of Saffron in Nasrabad Region of Torbat-e Jam

Hossein Nastari Nasrabadi^{1*}

Article type:

Research Article

Article history:

Submitted: 27 June 2025

Revised: 16 August 2025

Accepted: 20 September 2025

Available Online: 21 September 2025

How to cite this article:

Nastari Nasrabadi, H 2025. The Effect of Planting Date and First Irrigation Time on Growth, Yield and Quality of Saffron in Nasrabad Region of Torbat-e Jam. Saffron Agronomy & Technology, 13(2), 125-139.
DOI: 10.22048/jsat.2025.531476.1567

Abstract

To investigate the effects of planting date and first irrigation date on saffron growth and yield, an experiment was conducted under the climatic conditions of Nasrabad, Torbat-e Jam, during 2017–2018. The study employed a split-plot design based on randomized complete blocks with three replications. Experimental treatments were six planting dates (22 May, 5 June, 22 June, 6 July, 23 July and 6 August) as main plots and three irrigation times: irrigation after each planting, irrigation on 21 August and irrigation based on the custom region on 7 October (control) as subplots. In this study, the number of flowers, the fresh weight of flowers, the fresh and dry weight of stigma, crocin, picrocrocin and safranal were measured. Results showed that yield and yield components decreased by delaying in planting date and irrigation after each planting. In the first and second years of the experiment, the highest values were observed for the number of flowers per m² (16.41 and 49.35), fresh flower yield (47.60 and 127.73 kg.ha⁻¹), fresh stigma yield (4.09 and 12.95 kg.ha⁻¹), and dry stigma yield (714 and 2841 g.ha⁻¹) on the May 22 planting date in combination with irrigation on August 21. All treatments had no significant effect on crocin content. The maximum content of picrocrocin (111.33 mg.g⁻¹) and safranal (53.77 mg.g⁻¹) was recorded on 21 August irrigation treatment. Picrocrocin content decreased by delaying the planting date, and the highest picrocrocin content was observed on 22 May and 5 June. Based on the results, it was recommended that saffron planting from 22 May until 6 July, no irrigation after planting and irrigation on 21 August are good methods for saffron production.

Keywords: Number of flowers, Planting date, Stigma dry weight, Stigma quality.

1 –Assistant Professor, Department of Horticulture Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Animal Science, University of Torbat-e Jam, Torbat-e Jam, Iran.



Corresponding author email: nastari@tjamcaas.ac.ir

© 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>).

مقاله پژوهشی

بررسی رشد، عملکرد و کیفیت زعفران در پاسخ به تاریخ کاشت و زمان اولین آبیاری در منطقه نصرآباد از توابع شهرستان تربت جام

حسین نستری نصرآبادی^{*۱}

تاریخ دریافت: ۶ تیر ۱۴۰۴

تاریخ بازنگری: ۲۵ مرداد ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲۹ شهریور ۱۴۰۴

نستری نصرآبادی، ح. ۱۴۰۴. بررسی رشد، عملکرد و کیفیت زعفران در پاسخ به تاریخ کاشت و زمان اولین آبیاری در منطقه نصرآباد از توابع شهرستان تربت جام. زراعت و فناوری زعفران، ۱۳(۲)، ۱۲۵-۱۳۹.

چکیده

به منظور بررسی اثرات تاریخ کاشت و زمان اولین آبیاری بر رشد، عملکرد و کیفیت گیاه زعفران (*Crocus sativus* L.) تحت شرایط آب و هوایی منطقه نصرآباد از توابع شهرستان تربت جام واقع در استان خراسان رضوی، آزمایشی در سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به صورت کرت‌های خرد شده بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از تاریخ کاشت در ۶ سطح (اول خرداد، پانزده خرداد، اول تیر، پانزده تیر، اول مرداد و پانزدهم مرداد ماه) بعنوان فاکتور اصلی و تیمار زمان اولین آبیاری در سه سطح که شامل آبیاری پس از کاشت، آبیاری در ۳۰ مرداد ماه و آبیاری بر اساس عرف منطقه در ۱۵ مهر ماه (شاهد) به عنوان فاکتور فرعی بودند. صفات مورد مطالعه در این آزمایش شامل تعداد گل در هکتار، وزن تر گل، وزن تر کلاله، وزن خشک کلاله که در هر دو سال آزمایش مورد بررسی قرار گرفتند و در سال دوم آزمایش صفات کیفی زعفران شامل پیکروکروسین، سافراناال و کروسین اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد با تاخیر در انجام کاشت و همچنین انجام آبیاری پس از هر تاریخ کاشت عملکرد و اجزاء آن کاهش یافت. به ترتیب در سال اول و دوم آزمایش بیشترین تعداد گل در متر مربع (۱۶/۴۱ و ۴۹/۳۵)، بیشترین عملکرد گل تر (۴۷/۶۰ و ۱۲۷/۷۳ کیلوگرم بر هکتار)، بیشترین عملکرد کلاله تر (۴/۰۹ و ۱۲/۹۵ کیلوگرم بر هکتار) و بیشترین عملکرد کلاله خشک (۷۱۴ و ۲۸۴۱ گرم بر هکتار) در ترکیب تاریخ کاشت اول خرداد با آبیاری ۳۰ مرداد ماه به دست آمد. هیچ کدام از تیمارهای مورد مطالعه بر روی مقدار کروسین اثرات معنی‌داری نشان ندادند. بیشترین مقدار پیکروکروسین (۱۱۱/۳۳ میلی‌گرم بر گرم) و سافراناال (۵۳/۷۷ میلی‌گرم بر گرم) در تیمار آبیاری ۳۰ مرداد ماه به دست آمد و با تاخیر در تاریخ کاشت، مقدار پیکروکروسین کاهش یافت و بیشترین مقدار پیکروکروسین در تاریخ کاشت اول خرداد تا اول تیر ماه مشاهده شد. بنابراین در منطقه مورد آزمایش برای تولید زعفران با کیفیت و عملکرد بالا می‌توان تاریخ کاشت اول خرداد تا پانزدهم تیرماه به همراه آبیاری در تاریخ ۳۰ مرداد ماه و عدم آبیاری پس از کاشت را توصیه نمود.

کلمات کلیدی: تاریخ کاشت، تعداد گل، کیفیت کلاله، عملکرد کلاله تر و خشک.

۱ - استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، مجتمع آموزش عالی تربت جام، تربت جام، ایران
(*) نویسنده مسئول: nastari@tjamcaas.ac.ir

مقدمه

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. متعلق به خانواده Iridaceae است. زعفران تک لپه بوده و یک گیاه چند ساله است و از لحاظ ژنتیکی تریپلوئید و عقیم می‌باشد (Kumar et al., 2009) که تعداد کروموزوم‌های آن برابر ۲۴ است ($2n=3X=24$) (Babaei et al., 2014). ایران بعنوان بزرگترین تولید کننده زعفران در دنیا مطرح است و استان خراسان رضوی قطب تولید این ادویه گران قیمت در کشور محسوب می‌شود (Osmani Roudi et al., 2015; Koocheki et al., 2016). بسیاری از اسناد تاریخی نشان می‌دهد که خاستگاه زعفران ایران است ولی مناطق مختلف دیگر از جمله یونان و ترکیه را نیز بیان کرده‌اند (Behdani & Fallahi, 2015). ایران بر اساس آمارنامه کشاورزی منتشر شده از سوی وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۲ مقدار ۳۰۱ تن زعفران تولید می‌کند ولی عملکرد آن در هکتار در مقایسه با کشورهای دیگر که کاشت زعفران قدمتی به اندازه ایران ندارد کمتر است (Mohammad-Abadi et al., 2011).

زعفران به خاطر داشتن ترکیبات دارویی به عنوان یک گیاه مهم نقش ویژه و خاصی در سلامت زندگی بشر دارد (Abdullaev & Espinosa-Aguirre, 2004; Moshiri et al., 2006). کروسین، پیکروکروسین و سافرانال مهمترین ترکیبات کیفی زعفران محسوب شده که خاصیت دارویی نیز دارند (Escribano et al., 1996). کروسین، پیکروکروسین و سافرانال به ترتیب عامل تولید رنگ، طعم و بوی زعفران هستند (Omidi et al., 2009). در مطالعه‌ای گزارش شده است که همبستگی منفی بین کروسین و پیکروکروسین با تعداد گل وجود دارد (Gresta et al., 2009). همچنین گزارش شده است همبستگی مثبت و معنی‌داری بین کروسین و پیکروکروسین با وزن خشک کلاله وجود دارد (Siracusa et al., 2010).

از مهمترین پارامترهای موثر بر میزان تولید زعفران و همچنین کیفیت آن، زمان اولین آبیاری و تاریخ کاشت بنه‌های زعفران است (Alizadeh et al., 2009; Aghhavana et al., 2016; Koocheki et al., 2015; Shajari et al., 2015). تعیین زمان اولین آبیاری زعفران برای شروع گل‌دهی، عملکرد و کیفیت زعفران از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است، همچنین یکی از علت‌های اساسی در کاهش رشد و عملکرد زعفران عدم رعایت تاریخ کاشت مناسب بنه‌های زعفران می‌باشد (Koocheki et al., 2016 a). قبادی و همکاران (Ghobadi et al., 2015) در بررسی تأثیر تاریخ کاشت و اندازه بنه بر عملکرد گل و صفات فیزیولوژیک زعفران در شرایط آب و هوایی دشت ورامین نشان دادند که کاشت زعفران در حدود اردیبهشت و خرداد ماه که در دوره خواب حقیقی بنه‌ها است باعث بهبود رشد و عملکرد زعفران می‌شود.

محمد آبادی و همکاران (Mohammad-Abadi et al., 2011) در بررسی اثرات الگوی کشت و زمان اولین آبیاری بر رشد و عملکرد زعفران بیان کردند که اثر زمان آبیاری و نیز اثرات متقابل روش کاشت و زمان آبیاری معنی‌دار نبود ولی تیمار انجام آبیاری در ابتدای مهر ماه باعث افزایش نسبی تعداد و وزن کل بنه‌ها نسبت به آبیاری اول شهریور و اول آبان ماه گردید و بیشترین عملکرد گل و کلاله نیز در همین تیمار آبیاری گزارش کردند. در مطالعه اثر تاریخ کاشت شامل اول خرداد، اول مرداد و اول مهر و انجام آبیاری و عدم انجام آبیاری پس از هر تاریخ کاشت مشخص گردید که تاخیر در کاشت بنه‌های زعفران بطور معنی‌داری باعث کاهش عملکرد و شاخص‌های کمی زعفران گردید و کمترین مقدار عملکرد در تاریخ کاشت مهرماه ثبت شد و عدم انجام آبیاری پس از هر تاریخ کاشت باعث افزایش معنی‌دار شاخص‌های کمی زعفران گردید (Koocheki et al., 2016). عثمانی رودی و همکاران (Osmani Roudi et al., 2016).

مواد و روش‌ها

مشخصات محل آزمایش و طرح آزمایشی

این آزمایش در مزرعه‌ای در اراضی ابدال آباد در بخش نصرآباد (بالاجام) با مختصات $35^{\circ}39'33''$ شمالی و $60^{\circ}28'44''$ شرقی با ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا با اقلیم گرم و خشک از توابع شهرستان تربت جام در سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به صورت کرت‌های خرد شده بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل تاریخ کاشت در ۶ سطح که عبارت بودند از: اول خرداد، پانزده خرداد، اول تیر، پانزده تیر، اول مرداد و پانزدهم مرداد ماه و تیمار زمان اولین آبیاری در سه سطح که شامل آبیاری پس از کاشت، آبیاری در ۳۰ مرداد ماه و شاهد (آبیاری بر اساس عرف منطقه در ۱۵ مهر ماه) بودند انتخاب شدند. قبل از انجام آزمایش از عمق ۳۰- سانتی‌متری خاک مزرعه مورد مطالعه نمونه برداری شد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن مشخص گردید (جدول ۱).

در بررسی اثر اولین آبیاری (۱۵ مهر، ۳۰ مهر و ۱۵ آبان ماه) گزارش کردند که بیشترین عملکرد، تعداد گل و تعداد بنه با اولین آبیاری در تاریخ ۳۰ مهر به دست آمد. علوی سینی و همکاران (Alavi Siney et al., 2022) در بررسی اثر تاریخ انتقال بنه و وزن بنه مادری بر صفات کیفی و عملکرد زعفران در شرایط اقلیمی جیرفت گزارش کردند، تاریخ کاشت ۱۵ خرداد ماه بطور معنی‌داری باعث افزایش تعداد گل و عملکرد زعفران می‌شود.

با توجه به پراکندگی زیاد کشت و کار زعفران در کشور و شرایط آب و هوایی مختلف حاکم در هر منطقه و همچنین فیزیولوژی رشد و نمو منحصر بفرد زعفران، باعث شده است نتایج مطالعات انجام شده در مناطق مختلف با شرایط آب و هوایی و تیمارهای مختلف اعمال شده متفاوت باشند. به همین منظور هدف از انجام این تحقیق بررسی بهترین زمان کاشت زعفران و تعیین بهترین زمان آبیاری در شرایط آب و هوایی منطقه نصرآباد از توابع شهرستان تربت جام بود.

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Results of soil analysis

شاخص و واکنش	هدایت الکتریکی EC (ds.m ⁻¹)	درصد کربن آلی OC (%)	نیترژن کل N ^{Total} (mg.kg ⁻¹)	فسفر قابل دسترس P _{ava} (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم قابل دسترس K _{ava} (mg.kg ⁻¹)	درصد شن Sand (%)	درصد رس Clay (%)	درصد سیلت Silt (%)	بافت Texture
7.23	1.87	0.67	436	5.43	289.65	23	22	55	سیلت - لوم Silt-loam

عرف منطقه کشت گردید. فاصله هر بنه بر اساس عرف منطقه بین ردیف ۱۸ سانتی‌متر، روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و عمق ۱۸ سانتی‌متر بصورت ردیفی (دانه تسبیحی) در نظر گرفته شد، بطوریکه تراکم بنه‌ها در هر متر مربع ۵۵ بنه در متر مربع بود. بین هر کرت اصلی ۲/۵ متر و بین هر کرت فرعی ۲ متر فاصله در نظر گرفته شد. وجین علف‌های هرز طبق عرف منطقه در هفته اول آذر ماه انجام شد. برداشت گل‌های زعفران در سال

آماده سازی بستر کشت، پیاده کردن نقشه طرح و کاشت قبل از کشت، بنه‌های زعفران به دقت تمیز شدند و پوشش فیبری اضافی و خاک چسبیده به بنه‌ها جدا شد، سپس با استفاده از قارچ کش مانکوزب به نسبت یک در هزار ضد عفونی شدند. کشت زعفران بر اساس تیمارهای زمان کاشت مختلف تعیین شده در سال زراعی ۱۳۹۶ با استفاده از بنه‌های بومی منطقه با وزن ۸ تا ۱۰ گرم در کرت‌هایی به مساحت ۴ متر مربع بر اساس

$$E\% = (A \times 100) \div [M \times (100 - H)] \quad (1)$$

در رابطه فوق، A: میزان ترکیبات شیمیایی موجود در زعفران در طول موج‌های مختلف است (کروسین: جذب در طول موج ۴۴۰ نانومتر، پیکروکروسین: جذب در طول موج ۲۵۷ نانومتر و سافرانال: جذب در طول موج ۳۳۰ نانومتر). M: جرم نمونه و H: میزان رطوبت و مواد فرار در نمونه می‌باشد.

داده‌ها با استفاده از برنامه آماری (SAS) SAS Ver. 9.1 (Institute Inc, Cary, NC, USA) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲ و ۳) نشان داد که اثرات متقابل دوگانه تیمارهای تاریخ کاشت و اولین زمان آبیاری روی صفات تعداد گل در هکتار، وزن تر گل، وزن تر و خشک کلاله در هر دو سال آزمایش معنی‌دار گردید.

تعداد گل در متر مربع

در بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و اولین زمان آبیاری مشخص گردید (جدول ۴ و ۵) در هر دو سال آزمایش در تمامی تیمارهای تاریخ کاشت در ترکیب با تیمار آبیاری ۳۰ مرداد ماه، تعداد گل در متر مربع نسبت به سایر ترکیبات افزایش یافت که این افزایش در سال اول آزمایش در تاریخ کاشت‌های اول خرداد، پانزدهم خرداد، اول تیر و پانزدهم تیر ماه نسبت به ترکیب با آبیاری پس از کاشت و شاهد اختلاف معنی‌داری نشان دادند. کمترین (۴/۰۷) و بیشترین (۱۹/۴۸) تعداد گل در متر مربع به ترتیب در ترکیب تاریخ کاشت اول مرداد با آبیاری پس از کاشت و ترکیب تاریخ کاشت اول خرداد با آبیاری در ۳۰ مرداد به دست آمد. آبیاری ۳۰ مرداد در تاریخ کاشت اول خرداد باعث افزایش ۱۹/۴۸ درصد تولید گل در سال

اول از هشتم آبان ماه به مدت ۱۵ روز و در سال دوم از دوم آبان ماه به مدت ۲۱ روز انجام گردید.

تیمار آبیاری

تیمار آبیاری بصورت بارانی انجام شد. پس از اتمام عملیات کاشت در کرت‌هایی که در آن‌ها تیمار آبیاری پس از کاشت و آبیاری در ۳۰ مرداد ماه بود، آبیاری بصورت جداگانه انجام شد. پس از اعمال تیمار آبیاری در کرت‌های مشخص شده، همه کرت‌ها به همراه شاهد طبق عرف منطقه در تاریخ ۱۵ مهر ماه آبیاری شدند. در سال دوم اجرای آزمایش نیز همه کرت‌ها مطابق با سال قبل آبیاری گردیدند.

صفات مورد مطالعه و آنالیز داده‌ها

در این آزمایش صفات مورد مطالعه عبارت بودند از: تعداد گل در هکتار، وزن تر گل، وزن تر کلاله، وزن خشک کلاله که در هر دو سال آزمایش مورد بررسی قرار گرفتند. کلیه وزن‌ها با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۱ ثبت شدند. در سال دوم آزمایش صفات کیفی زعفران شامل پیکروکروسین، سافرانال و کروسین اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری مقادیر کروسین، پیکروکروسین و سافرانال، ۵۰ میلی گرم از کلاله خشک شده هر کرت اندازه‌گیری شد. پس از انتقال به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری، ۹۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و به مدت ۶۰ دقیقه بر روی همزن مغناطیسی قرار داده شدند. پس از آن به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شدند. پس از مخلوط شدن و تهیه محلول یکنواخت ۲ میلی لیتر از این محلول برداشته و پس از رساندن به حجم ۲۰ میلی لیتر خوب بهم زده شد تا محلول یکنواختی به دست آید پس از صاف نمودن بلافاصله بوسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج‌های مورد نظر اعداد مربوطه قرائت گردید و با استفاده از فرمول زیر مقادیر مربوطه محاسبه شدند (ISIRI, 2012).

اول گردید که این روند افزایش تولید گل در تمامی تاریخ کاشت‌ها مشاهده شد.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس شاخص‌های عملکردی زعفران در سال زراعی اول

Table 2- Analyses of variance of yield characteristics of saffron at the first growing year

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	تعداد گل در متر مربع Number of flowers per m ²	عملکرد گل تر Flower fresh yield	عملکرد کلاله تر Stigma fresh yield	عملکرد کلاله خشک Stigma dry yield
بلوک Replication	2	8.65 **	50.71 **	0.05 ns	1771 ns
تاریخ کاشت Planting data (A)	5	7.80 *	87.81 **	1.11 **	34560 **
خطای a (Error a)	10	1.10	1.43	0.02	465
زمان آبیاری Irrigation time (B)	2	429.00 **	3264.71 **	22.40 **	746413 **
اثرات متقابل تیمارها A×B	10	21.18 **	191.83 **	1.38 **	44351 **
خطای b Error b	24	0.85	8.23	0.02	468
ضریب تغییرات (C.V. %)		8.23	10.09	5.87	5.67

*** و * به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد می‌باشند و ns عدم تفاوت معنی‌داری.
** and * significant difference at $p \leq 0.01$ and $p \leq 0.05$ respectively and ns: none significant.

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس شاخص‌های عملکردی زعفران در سال زراعی دوم

Table 3- Analyses of variance of yield characteristics of saffron at the second growing year

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	تعداد گل در متر مربع Number of flowers per m ²	عملکرد گل تر Flower fresh yield	عملکرد کلاله تر Stigma fresh yield	عملکرد کلاله خشک Stigma dry yield
بلوک Replication	2	30.21 *	596 *	3.37 *	150461 *
تاریخ کاشت Planting data (A)	5	719.39 **	9643 **	56.01 **	2167548 **
خطای a (Error a)	10	5.02	130	0.73	34475
زمان آبیاری Irrigation time (B)	2	3695.56 **	40521 **	241.60 **	10549498 **
اثرات متقابل تیمارها A×B	10	258.80 **	3245 **	19.18 **	860572 **
خطای b Error b	24	7.13	156	0.88	42291
ضریب تغییرات (C.V.%)		8.94	14.16	14.19	15.63

*** و * به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد هستند.
** and * significant difference at $p \leq 0.01$ and $p \leq 0.05$ respectively.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت تا پانزدهم مرداد ماه آبیاری پس از کاشت در این منطقه باعث کاهش تولید گل خواهد شد و اثر منفی در گل‌آوری زعفران دارد ولی انجام آبیاری در تاریخ ۳۰ مرداد باعث افزایش معنی‌دار تولید گل خواهد شد. در مطالعه مشابهی کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) سه تاریخ کاشت اول خرداد، اول مرداد و اول مهر را در ترکیب با آبیاری و عدم انجام آبیاری در شرایط آب و هوایی مشهد مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که با تاخیر در کاشت بنه‌ها و انجام آبیاری پس از کاشت میزان تولید گل کاهش می‌یابد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

عملکرد گل تر

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۴ و ۵) مشخص گردید روند تغییرات در هر دو سال آزمایش برای هر تاریخ کاشت مشابه بودند. در هر دو سال آزمایش بیشترین وزن تر گل در هکتار در ترکیب تیمار تاریخ کاشت اول خرداد با آبیاری ۳۰ مرداد ماه به دست آمد که به ترتیب در سال اول و دوم نسبت به شاهد در همان تاریخ کاشت باعث افزایش ۳۳/۲۵ درصد و ۱۹/۳۵ درصد گردید. کمترین مقدار وزن تر گل نیز در ترکیب تیمارهای تاریخ کاشت اول مرداد و آبیاری پس از کاشت در هر دو سال آزمایش (به ترتیب ۹/۷۶ و ۱۹/۱۸ کیلوگرم بر هکتار) ثبت شد (جدول ۴ و ۵). مسافری ضیاءالدینی و همکاران (Mosaferi Ziauddin et al., 2009) در بررسی تاثیر آبیاری تابستانه بر عملکرد زعفران گزارش کردند که انجام آبیاری در اواسط مرداد ماه باعث افزایش عملکرد زعفران تا ۲۰ درصد و آبیاری در نیمه تیر ماه باعث کاهش عملکرد تا ۱۷ درصد می‌شود.

در سال دوم آزمایش نیز روند تغییرات مشابه سال اول آزمایش بود. بیشترین تعداد گل (۴۹/۳۵) در متر مربع در ترکیب تیمار تاریخ کاشت اول خرداد با تیمار آبیاری ۳۰ مرداد ثبت شد و کمترین (۷/۹۹) مقدار آن نیز در ترکیب تیمارهای تاریخ کاشت اول مرداد ماه با آبیاری پس از کاشت به دست آمد (جدول ۵). بر اساس نتایج به دست آمده مشخص گردید که آبیاری پس از هر تیمار تاریخ کشت باعث کاهش عملکرد شد (جدول ۴ و ۵).

همچنین بر اساس نتایج مشخص گردید که در شرایط آب و هوایی منطقه نصرآباد، انتقال و کشت بنه‌ها از ابتدای خرداد ماه تا پانزدهم تیرماه به همراه آبیاری در تاریخ ۳۰ مرداد ماه از لحاظ تولید گل در هکتار با هم اختلاف معنی‌داری ندارند ولی انتقال و جابجایی بنه‌ها از ابتدای مرداد ماه باعث کاهش تولید گل گردید. در این منطقه معمولاً تا اواخر اردیبهشت ماه برگ‌های زعفران کاملاً خشک می‌شوند و تعیین بهترین تاریخ کاشت باعث افزایش عملکرد خواهد شد. گزارش شده است از اواسط تیر ماه دوره استراحت زعفران پایان یافته و پس از آن دوره فعالیت گیاه شروع می‌شود (Juan et al., 2009). قاسمی روشناوند و همکاران (Ghasemi-Rooshnavand et al., 2009) بیان کردند که از نیمه تیر ماه تا نیمه مرداد ماه برگ‌های اولیه در جولنه بنه بوجود می‌آید و بهتر است در این زمان هیچگونه آبیاری انجام نشود و از نیمه مرداد ماه تا ۲۵ مرداد ماه جام گل و دستگاه تناسلی بوجود می‌آید و آبیاری تابستانه اثر مثبتی در تولید گل در زعفران دارد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. بر اساس نتایج به دست آمده از این آزمایش مشخص گردید اختلاف معنی‌داری در ترکیب تیمار آبیاری پس از کاشت در تاریخ‌های کاشت اول خرداد، پانزده خرداد، اول تیر، پانزده تیر و اول مرداد وجود نداشت و کمترین مقدار تولید گل نیز در تاریخ کاشت‌های ذکر شده در ترکیب با همین تیمار آبیاری در هر دو سال آزمایش ثبت شدند،

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل دو گانه تاریخ کاشت و زمان آبیاری بر روی صفات مورد مطالعه در سال زراعی اول

Table 4- Mean comparison of interaction effects of planting date and irrigation time on traits at the first growing years

تاریخ کاشت Planting date	زمان آبیاری Irrigation time	تعداد گل در متر مربع Number of flowers per m ²	عملکرد گل تر Flower fresh yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد کلاله تر Stigma fresh yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد کلاله خشک Stigma dry yield (g.ha ⁻¹)
اول خرداد 22 May	شاهد Control	13.74 ^b	35.72 ^c	2.89 ^d	501 ^d
	آبیاری در تاریخ کاشت Irrigation on planting date	4.41 ^d	11.03 ^g	0.86 ^h	143 ^j
	آبیاری ۳۰ مرداد Irrigation on August 21	16.41 ^a	47.60 ^a	4.09 ^a	714 ^a
پانزدهم خرداد 5 June	شاهد Control	12.98 ^{bc}	33.76 ^{cd}	2.77 ^d	456 ^e
	آبیاری در تاریخ کاشت Irrigation on planting date	4.36 ^d	10.64 ^g	0.82 ^h	137 ^j
	آبیاری ۳۰ مرداد Irrigation on August 21	16.32 ^a	47.09 ^{ab}	4.05 ^a	706 ^a
اول تیر 22 June	شاهد Control	13.57 ^b	34.60 ^{cd}	2.70 ^d	450 ^e
	آبیاری در تاریخ کاشت Irrigation on planting date	4.38 ^d	10.50 ^g	0.77 ^h	116 ^j
	آبیاری ۳۰ مرداد Irrigation on August 21	16.39 ^a	44.26 ^{ab}	3.63 ^b	651 ^b
پانزدهم تیر 6 July	شاهد Control	13.31 ^{bc}	32.61 ^{cde}	2.36 ^e	424 ^{ef}
	آبیاری در تاریخ کاشت Irrigation on planting date	4.30 ^d	9.96 ^g	0.74 ^h	115 ^j
	آبیاری ۳۰ مرداد Irrigation on August 21	16.24 ^a	42.23 ^b	3.17 ^c	604 ^c
اول مرداد 23 July	شاهد Control	11.58 ^c	27.79 ^{ef}	2.03 ^f	361 ^{gh}
	آبیاری در تاریخ کاشت Irrigation on planting date	4.07 ^d	9.76 ^g	0.71 ^h	127 ^j
	آبیاری ۳۰ مرداد Irrigation on August 21	12.69 ^{bc}	30.46 ^{cde}	2.22 ^{ef}	396 ^{fg}
پانزدهم مرداد 6 August	شاهد Control	116100 ^c	23.22 ^f	1.73 ^g	267 ⁱ
	آبیاری در تاریخ کاشت Irrigation on planting date	12.75 ^{bc}	30.59 ^{cde}	2.36 ^e	355 ^h
	آبیاری ۳۰ مرداد Irrigation on August 21	12.37 ^{bc}	29.68 ^{de}	2.34 ^e	347 ^h

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند از لحاظ آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with at least one similar letter are not significant difference ($p \leq 0.05$) based on Duncan's multiple rang test.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل دو گانه تاریخ کاشت و زمان آبیاری بر روی صفات مورد مطالعه در سال زراعی دوم

Table 5- Mean comparison of interaction effects of planting date and irrigation time on traits at the second growing years

تاریخ کاشت Planting date	زمان آبیاری Irrigation time	تعداد گل در متر مربع Number of flowers per m ²	عملکرد گل تر Flower fresh yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد کلاله تر Stigma fresh yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد کلاله خشک Stigma dry yield (g.ha ⁻¹)
اول خرداد 22 May	شاهد Control	45.94 ^a	144.72 ^c	11.29 ^{ab}	2026 ^{de}
	آبیاری در تاریخ کاشت Irrigation on planting date	12.75 ^d	34.99 ^{fgh}	2.55 ^{fghi}	472 ^{ijk}
	آبیاری ۳۰ مرداد Irrigation on August 21	49.35 ^a	172.73 ^a	12.95 ^a	2841 ^a
پانزدهم خرداد 5 June	شاهد Control	45.87 ^a	149.07 ^{bc}	11.33 ^{ab}	2087 ^{cde}
	آبیاری در تاریخ کاشت Irrigation on planting date	12.72 ^d	33.07 ^{fgh}	2.38 ^{fghi}	430 ^{jk}
	آبیاری ۳۰ مرداد Irrigation on August 21	48.09 ^a	168.32 ^{ab}	12.79 ^a	2693 ^{ab}
اول تیر 22 June	شاهد Control	45.91 ^a	128.55 ^{cd}	9.45 ^{cd}	1800 ^{ef}
	آبیاری در تاریخ کاشت Irrigation on planting date	12.79 ^d	29.42 ^{gh}	2.06 ^{ghi}	388 ^{jk}
	آبیاری ۳۰ مرداد Irrigation on August 21	47.96 ^a	148.69 ^{bc}	11.60 ^{ab}	2409 ^{bc}
پانزدهم تیر 6 July	شاهد Control	45.71 ^a	118.84 ^d	8.73 ^d	1604 ^f
	آبیاری در تاریخ کاشت Irrigation on planting date	10.74 ^d	24.17 ^h	1.69 ^{hi}	290 ^k
	آبیاری ۳۰ مرداد Irrigation on August 21	47.45 ^a	142.35 ^c	10.82 ^{bc}	2249 ^{cd}
اول مرداد 23 July	شاهد Control	17.74 ^c	42.57 ^{efgh}	3.32 ^{efgh}	617 ^{hijk}
	آبیاری در تاریخ کاشت Irrigation on planting date	7.99 ^d	19.18 ^h	1.50 ⁱ	278 ^k
	آبیاری ۳۰ مرداد Irrigation on August 21	20.23 ^{bc}	48.54 ^{efg}	3.79 ^{efg}	704 ^{ghij}
پانزدهم مرداد 6 August	شاهد Control	20.65 ^{bc}	53.69 ^{ef}	3.84 ^{ef}	832 ^{ghi}
	آبیاری در تاریخ کاشت Irrigation on planting date	23.06 ^b	64.58 ^e	4.62 ^e	1001 ^g
	آبیاری ۳۰ مرداد Irrigation on August 21	22.12 ^{bc}	61.95 ^e	4.43 ^e	960 ^{gh}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند از لحاظ آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with at least one similar letter are not significant difference ($p \leq 0.05$) based on Duncan's multiple rang test.

پانزدهم مرداد ماه آبیاری پس از کاشت باعث افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای مشابه در سایر تاریخ‌ها گردید. بیشترین میزان عملکرد کلاله تر در سال اول (۴/۰۹ کیلوگرم بر هکتار) و در سال دوم (۱۲/۹۵ کیلوگرم بر هکتار) آزمایش در ترکیب تیمار تاریخ کاشت اول خرداد با آبیاری ۳۰ مرداد به دست آمد. به نظر می‌رسد از نیمه دوم مرداد ماه در منطقه اجرای آزمایش مراحل تکوین جام گل و لندام‌های تولید مثلی شروع می‌شود و آبیاری پس از نیمه دوم مرداد ماه می‌تواند اثر مثبتی بر میزان عملکرد کلاله تر داشته باشد. نتایج مطالعات کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) نشان داد که میزان عملکرد کلاله تر در تاریخ کاشت اول مرداد ماه در ترکیب با تیمار آبیاری پس از کاشت باعث کاهش عملکرد کلاله تر گردید ولی در ترکیب تیمار تاریخ کاشت اول مهر ماه با آبیاری پس از کاشت میزان عملکرد کلاله تر افزایش یافت. به نظر می‌رسد باید تاریخ کاشت‌های بیشتری در ترکیب با تیمار آبیاری پس از کاشت در هر منطقه اجرا گردد تا بتوان با اطمینان بیشتری در خصوص فرآیندهای فیزیولوژیکی زعفران اظهار نظر نمود. بیشترین عملکرد کلاله خشک به ترتیب در ترکیب تیمارهای تاریخ کاشت اول خرداد و پانزدهم خرداد ماه با تیمار آبیاری ۳۰ مرداد ماه در هر دو سال آزمایش ثبت گردید (جدول ۴ و ۵) که نسبت به سایر ترکیبات اختلاف معنی‌داری داشتند. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) نیز گزارش کردند بیشترین عملکرد کلاله خشک در تاریخ کاشت اول خرداد به دست آمد.

صفات کیفی کلاله زعفران

بر اساس تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات کیفی کلاله زعفران (تجزیه شیمیایی کلاله) در سال دوم آزمایش (جدول ۶) مشخص گردید اثرات ساده تیمارهای مورد مطالعه بر روی صفت پیکروکروسین در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد

فیضی و همکاران (Feizi et al., 2015) گزارش کردند آبیاری در ۱۵ تیرماه + آبیاری در ۱۵ مرداد ماه در سال اول آزمایش در شرایط آب و هوایی شهرستان تربت حیدریه باعث افزایش تعداد گل و عملکرد گل می‌شود و در سال دوم آزمایش آبیاری در مرداد ماه باعث افزایش عملکرد می‌گردد، ولی در شرایط آب و هوایی حاکم در منطقه اجرای این آزمایش آبیاری قبل از ۳۰ مرداد باعث کاهش عملکرد شد. می‌توان گفت برتری تیمار تاریخ کاشت اول خرداد ماه به استقرار بهتر بنه‌ها زعفران در طول دوره خواب ارتباط دارد، در صورتی که در تاریخ‌های کاشت اول و پانزدهم مرداد ماه که فعالیت بنه‌ها شروع می‌شود و استقرار بنه‌ها در خاک زمان‌بر بوده که این مسئله سرعت فرآیندهای تکامل درونی بنه‌ها را کاهش می‌دهد، که نتیجه آن کاهش عملکرد گل خواهد بود. بیشتر آزمایشات گزارش شده نشان می‌دهد که آبیاری تابستانه می‌تواند بر عملکرد زعفران اثرات مثبتی داشته باشد (Juan et al., 2009; Sadeghi et al., 2003). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) دلیل احتمالی برای بروز اثرات منفی در تیمار انجام آبیاری پس از کاشت را به دما نسبت دادند، زیرا دما فاکتور محیطی مهمی در کنترل رشد و گل‌دهی زعفران است و بیان کردند انجام آبیاری پس از هر تاریخ کاشت، باعث می‌شود که دمای مناسب مورد نیاز برای تکامل رشد زعفران از محدوده مناسب خارج شود.

عملکرد کلاله تر و کلاله خشک

طبق نتایج به دست آمده (جدول ۴ و ۵) کمترین مقدار عملکرد کلاله تر در ترکیب تیمار تاریخ کاشت اول مرداد با تیمار آبیاری پس از کاشت در هر دو سال (به ترتیب ۰/۷۱ و ۱/۵۰ کیلوگرم بر هکتار) آزمایش ثبت شد. اختلاف معنی‌داری در ترکیب تیمار آبیاری پس از کاشت در تاریخ‌های اول خرداد ماه تا اول مرداد ماه مشاهده نشد، ولی در تاریخ کاشت

و بر روی صفت سافرانال فقط اثرات ساده تیمار زمان آبیاری در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید. همچنین نتایج نشان داد اثرات متقابل تیمارها بر روی هیچ کدام از صفات مورد مطالعه

دارای اثرات معنی داری نبود. هیچ کدام از تیمارهای مورد مطالعه نیز بر روی صفت کروسین اثرات معنی داری نشان ندادند.

جدول ۶- تجزیه واریانس شاخص های کیفی زعفران در سال زراعی دوم
Table 6- Analyses of variance of qualitative traits of saffron at the second growing year.

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	پیکروکروسین Picrocrocin	سافرانال Safranal	کروسین Crocin
بلوک Replication	2	0.03 ^{ns}	3.68 ^{ns}	0.79 ^{ns}
تاریخ کاشت Planting data (A)	5	7.78 ^{**}	9.67 ^{ns}	6.89 ^{ns}
خطای a (Error a)	10	0.38	3.17	2.39
زمان آبیاری Irrigation time (B)	2	64.52 ^{**}	74.26 ^{**}	14.52 ^{ns}
اثرات متقابل تیمارها A×B	10	0.59 ^{ns}	0.54 ^{ns}	1.77 ^{ns}
خطای b Error b	24	1.69	2.92	4.80
ضریب تغییرات (C.V. %)		1.19	3.32	1.05

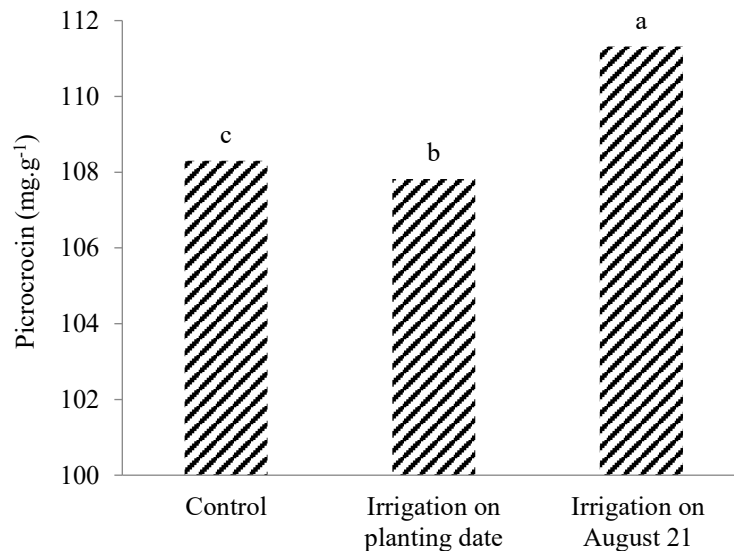
*** و * به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد هستند.
** and * significant difference at $p \leq 0.01$ and $p \leq 0.05$ respectively.

گرم) مقدار پیکروکروسین در تیمار تاریخ کاشت ۱۵ مرداد ماه ثبت شد و بیشترین (۱۰۹/۸۰ میلی گرم بر گرم) مقدار آن در تاریخ کاشت های اول و پانزدهم خرداد ماه به دست آمد. فیضی و همکاران (Feizi et al., 2015) در بررسی اثر شخم حفاظتی و آبیاری تابستانه بر عملکرد و شاخص های کیفی زعفران تحت شرایط آب و هوایی منطقه زاه تربت حیدریه گزارش کردند که زمان آبیاری اثر معنی داری بر مقدار محتوای کروسین و سافرانال ندارند ولی آبیاری مرداد ماه باعث افزایش معنی دار پیکروکروسین گردید. علوی سینی و همکاران (Alavi Siney et al., 2022) در بررسی اثر تاریخ کاشت های مختلف (۱۵ خرداد، ۱۵ مرداد و ۱۵ شهریور) در شرایط اقلیمی جیرفت بیان کردند که مقدار محتوای کروسین تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت ولی بیشترین مقدار سافرانال و پیکروکروسین در تاریخ کاشت ۱۵ مرداد ماه به دست آمدند. بنابراین بر اساس نتایج به دست آمده می توان گفت در

نتایج نشان داد (شکل ۱) تیمار آبیاری ۳۰ مرداد ماه بطور معنی داری باعث افزایش ۲/۷۸ درصد مقدار پیکروکروسین نسبت به شاهد گردید و کمترین (۱۰۷/۸۲ میلی گرم بر گرم) مقدار آن در تیمار آبیاری پس از کاشت ثبت شد که باعث کاهش ۰/۴۴ درصد مقدار پیکروکروسین نسبت به شاهد گردید. در بررسی مقدار سافرانال نیز همین روند مشاهده شد (شکل ۲) و بیشترین (۵۳/۷۷ میلی گرم بر گرم) مقدار سافرانال توسط تیمار آبیاری در ۳۰ مرداد ماه به دست آمد و اختلاف معنی داری بین تیمارهای شاهد و آبیاری پس از کاشت مشاهده نشد. در بررسی اثرات ساده تاریخ کاشت بر محتوای پیکروکروسین نتایج نشان داد (شکل ۳) که بین ۴ تاریخ کاشت اول خرداد، پانزده خرداد، اول تیر و پانزدهم تیر ماه از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود نداشت ولی یک روند کاهشی در مقدار پیکروکروسین با تاخیر در کاشت مشاهده گردید، بطوریکه کمترین (۱۰۷/۴۸ میلی گرم بر

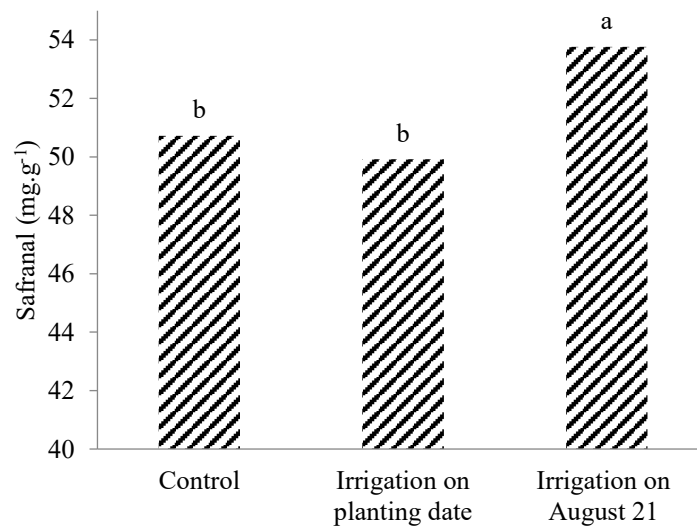
افزایش کیفیت زعفران به روشنی مشخص نیست. می‌توان بیان کرد که افزایش گل‌انگیزی و عملکرد گل زعفران ممکن است در بهبود کیفیت کلالة زعفران نیز موثر باشد (Feizi et al., 2015).

شرایط اقلیمی محل مورد آزمایش برای برداشت زعفران با کیفیت برای جابجایی و انتقال بنه‌ها تا نیمه تیر ماه فرصت وجود دارد و آبیاری ۳۰ مرداد ماه اثر مثبت بر تولید ترکیبات مذکور دارد. اثر تیمارهای زراعی مانند زمان آبیاری و تاریخ کاشت در



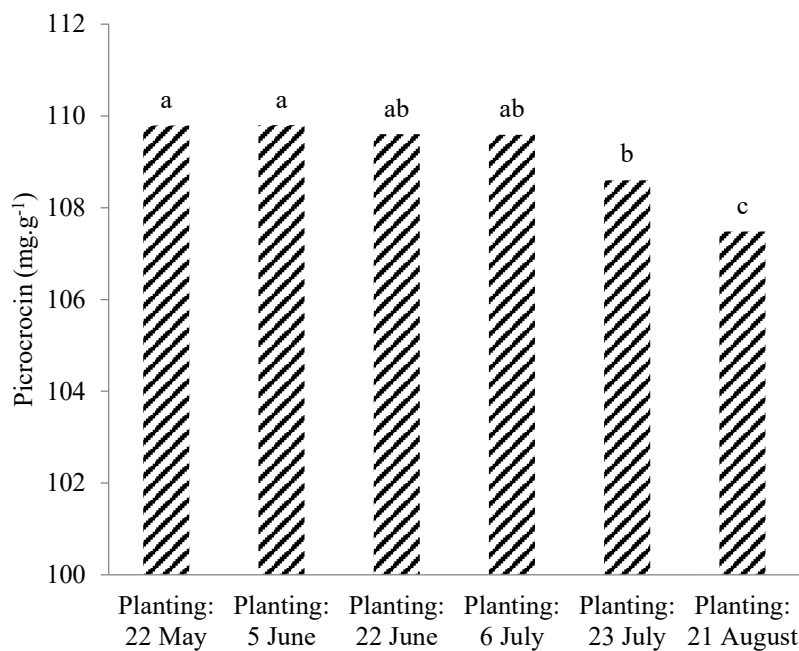
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمار زمان اولین آبیاری بر مقدار پیکروکروسین. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند از لحاظ آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Figure 1- Mean comparisons of the first irrigation time treatment on picrocrocin content. Columns with at least one similar letter are not significant difference ($p \leq 0.05$) based on Duncan's multiple rang test.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تیمار زمان اولین آبیاری بر مقدار سافرانال. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند از لحاظ آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Figure 2- Mean comparisons of the first irrigation time treatment on safranal content. Columns with at least one similar letter are not significant difference ($p \leq 0.05$) based on Duncan's multiple rang test.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر تیمار تاریخ کاشت بر مقدار پیکروکروسین. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند از لحاظ آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Figure 3- Mean comparisons of planting date treatment on picrocrocin content. Columns with at least one similar letter are not significant difference ($p \leq 0.05$) based on Duncan's multiple rang test.

صورت گیرد و از انجام آبیاری پس از کاشت خودداری نمود و در صورت تامین آب برای افزایش عملکرد و کیفیت زعفران آبیاری ۳۰ مرداد ماه انجام شود.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی برون دانشگاهی با شماره ۹۶/۲۱۳۲ می‌باشد. بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی، گروه کارآفرینی و ارتباط با صنعت و جامعه مجتمع آموزش عالی تربیت جام و همچنین جناب آقای ریحانی قدردانی می‌شود.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به دست آمده از این آزمایش و فیزیولوژی رشد زعفران در شرایط این منطقه می‌توان گفت که کاشت زعفران از ابتدای خرداد تا پانزدهم تیرماه از سایر زمان‌ها مناسب‌تر است، همچنین انجام آبیاری در تاریخ ۳۰ مرداد ماه پس از تکوین مراحل رشد زایشی در بنه باعث افزایش عملکرد و کیفیت زعفران خواهد شد. نتایج نشان داد انجام آبیاری پس از کاشت در تمامی تیمارهای مورد مطالعه باعث کاهش عملکرد و کیفیت زعفران در این منطقه گردید. لذا می‌توان در این منطقه توصیه نمود ابتدا انتقال بنه‌های زعفران تا پانزدهم تیر ماه

منابع

Abdullaev, F. I., & Espinosa-Aguirre, J. J. (2004). Biomedical properties of saffron and its potential use in cancer therapy and chemoprevention trials. *Cancer Detection &*

Prevention, 28 (6), 426-432, <https://doi.org/10.1016/j.cdp.2004.09.002>.

Aghhavani-Shajari, M., Rezvani-Moghaddam, P., Koocheki, A. R., Fallahi, H. R., & Taherpour-

- Kalantari, R. (2015). Evaluation of the effects of soil texture on yield and growth of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy & Technology*, 2 (4), 311-322. <https://doi.org/10.22048/jsat.2015.8624>. (In Persian with English Abstract).
- Alavi Siney, S.M., Ahmadpour Jolgeh, A., Behroozeh, M., & Soltani, M. (2022). 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. <https://doi.org/10.22059/IJFCS.2020.310177.654751>. (In Persian with English Abstract).
- Alizadeh, A., Sayari, N., Ahmadian, J., & Mohamadian, A. (2009). Study for zoning the most appropriate time of irrigation of saffron (*Crocus sativus* L.) in Razavi, northern and southern Khorasan provinces. *Journal of Water & Soil*, 23 (1), 109-118. <https://doi.org/10.22067/jsw.v0i0.1539>. (In Persian with English Abstract).
- Babaei, S., Talebi, M., Bahar, M., & Zeinali, H. (2014). Analysis of genetic diversity among saffron (*Crocus sativus*) accessions from different regions of Iran as revealed by SRAP markers. *Scientia Horticulturae*, 171, 27-31. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.03.033>.
- Behdani, M. A., & Fallahi, H. R. (2015). Saffron: Technical Knowledge and Research-Based Approaches. University of Birjand Publication. (In Persian).
- Escribano, J., Alonso, G. L., Coca-Prados, M., & Fernández, J. A. (1996). Crocin, safranal and picrocrocin from saffron (*Crocus sativus* L.) inhibit the growth of human cancer cells in vitro. *Cancer Letters*, 100, 23-30. [https://doi.org/10.1016/0304-3835\(95\)04067-6](https://doi.org/10.1016/0304-3835(95)04067-6).
- Feizi, H., Mollafilabi, A., Sahabi, H., & Ahmadian, A. (2015). Effect of summer irrigation and conservation tillage on flower yield and qualitative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy & Technology*, 4 (2), 255-263. <https://doi.org/10.22048/jsat.2015.8619>. (In Persian with English Abstract).
- Ghasemi-Rooshnavand, R., Hashemiyeh, M., & Afzalian, M. (2009). Planting, conservation and harvesting stages of saffron. Yazd Agriculture Organization, Iran. Issue 132. p. 33. (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 & Technology*, 2 (4), 265-276. <https://doi.org/10.22048/jsat.2015.8620>. (In Persian with English Abstract).
- 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 (3), 320-324. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.008>
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). (2012). Protocol of 259-2. Saffron (*Crocus sativus* L.).
- Juan, J. A. D., Creoles, H. L., M-Munoz, R., & Picornell, M. (2009). Yield and yield components of saffron under different cropping systems. *Industrial Crops & Products*, 30 (2), 212-219. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.03.011>.
- Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Fallahi, H. M., & Aghhavani-Shajari, M. (2016a). The study of saffron (*Crocus Sativus* L.) replacement corms growth in response to planting date, irrigation management and companion crops. *Saffron Agronomy & Technology*, 4 (1), 3-18. <https://doi.org/10.22048/jsat.2016.11895>. (In Persian with English Abstract).
- Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., & Fallahi

- H. R. (2016). Effects of planting dates, irrigation management and cover crops on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Agroecology*, 8 (3), 435-451. <https://doi.org/10.22067/jag.v8i3.51323>. (In Persian with English Abstract).
- 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. *Food Reviews International*, 25, 44-85. <https://doi.org/10.1080/87559120802458503>.
- Mohammad-Abadi, A. A., Rezvani Moghaddam, P., & Fallahi, J. (2011). Effects of planting pattern and the first irrigation date on growth and yield of saffron. *Journal of Agroecology*, 3 (1), 84-93. <https://doi.org/10.22067/jag.v3i1.9973>. (In Persian with English Abstract).
- Mosaferi Ziauddin, H., Alizadeh, A., Mousavi, S. J. (2009). Effect of summer irrigation on saffron yield. *Science & Technology of Agriculture*, 21, 163-169. (In Persian with English Abstract).
- Moshiri, E., Basti, A. A., Noorbala, A. A., Jamshidi, A. H., Hesameddin Abbasi, S., & Akhondzadeh, S. (2006). *Crocus sativus* L. (petal) in the treatment of mild to-moderate depression: a double-blind, randomized and placebo-controlled trial. *Phytomedicine*, 13, 607-611. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2006.08.006>.
- Omidi, H., Naghdi badi, H. A., Golzad, A., Torabi, H., & Fotoukian, M. H. (2009). The effect of chemical and bio-fertilizer source of nitrogen on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Medicinal Plant*, 8, 98-109. <https://doi.org/20.1001.1.2717204.2009.8.30.1.1.4>. (In Persian with English Abstract).
- Osmani Roudi, H. R., Masoumi, A., Hamidi, H., & Razavi, S. A. R. (2015). Effects of first irrigation date and organic fertilizer treatments on saffron (*Crocus sativus* L.) yield under Khaf climatic conditions. *Saffron Agronomy & Technology*, 3 (1), 25-33. <https://doi.org/10.22048/jsat.2017.74532.1212>. (In Persian with English Abstract).
- Sadeghi, B., Aghamiri, A., & Negari, K. (2003). Effect of summer irrigation on saffron yield. In: Third National Symposium on Saffron, Mashhad, Iran, pp. 171-172. (In Persian)
- Siracusa, L., Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G. M. & Ruberto, G. (2010). Influence of corm provenance and environmental condition on yield and apocarotenoid profiles in saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Food Composition & Analysis*, 23, 394-400. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.02.007>