

اثر تاریخ انتقال بنه و وزن بنه مادری بر صفات کیفی و عملکرد زعفران در شرایط اقلیمی جیرفت

سید محمد علوی سینی*^۱، احمد احمدپور جلگه^۲، محمد بهروزه^۳ و مجید سلطانی^۴
۱ و ۲- به ترتیب استادیار، مربی و کارشناس، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ۴- کارشناس سازمان جهاد کشاورزی جنوب استان کرمان، جیرفت.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۷)

چکیده

کیفیت و کمیت زعفران، تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله شرایط اقلیمی قرار می‌گیرد. به همین منظور، اثر تاریخ انتقال بنه و وزن بنه بر ویژگی‌های کیفی و عملکرد زعفران، به صورت یک آزمایش فاکتوریل اسپلیت پلات در زمان و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو برداشت در سال‌های ۹۶ و ۹۷ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان ایستگاه اسفندقه بررسی شد. تیمارهای آزمایش از ترکیب سه تاریخ انتقال بنه (۱۵ خرداد، ۱۵ مرداد و ۱۵ شهریور) در چهار وزن بنه (شش تا هشت، هشت تا ۱۰، ۱۰-۱۲ و ۲۰-۱۲ گرم) به دست آمد. میزان کروسین، پیکروکروسین و ساfranال، تعداد گل و عملکرد کلاله اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اثر تاریخ انتقال و وزن بنه و برهمکنش دو عامل بر تمامی صفات در طی دو سال معنی‌دار شد. 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 کروسین معنی‌دار بود 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 کروسین، ساfranال و پیکروکروسین 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 طوری که میزان ساfranال، پیکروکروسین و کروسین در بنه‌های ۲۰-۱۲ گرم نسبت به سایر گروه‌های وزنی در بالاترین سطح قرار داشت؛ بنابراین برای تولید زعفران با عملکرد و کیفیت بالا (زعفران ممتاز)، استفاده از بنه‌های مادری درشت (بالای ۱۰ گرم) و کشت در خرداد ماه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پیکروکروسین، تاریخ انتقال بنه، تعداد گل، ساfranال، کروسین

Effect of corm transfer date and maternal corm weight on qualitative traits and yield of saffron in Jiroft condition

Seid Mohammad Alavi Siney^{*1}, Ahmad Ahmadpour Jolgeh², Mohammad Behroozeh³ and Majid Soltani⁴

1,2,3. Crop and Horticultural science Research Department, Southern Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, 4. South Kerman Agricultural-Jihad of Jiroft.

(Received: September 27, 2020 - Accepted: November 27, 2020)

ABSTRACT

The quality and quantity of saffron are affected by several factors, including climatic and environmental conditions. In order to investigate the effects of corm transfer date and weight on qualitative characteristics and yield of saffron (*Crocus sativus* L.), an experiment was carried out as a split factorial in time based on randomized complete blocks design with three replications in two harvests at the Southern Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (Sfandagheh station) in 2017-2018. Experimental treatments were three corm transfer dates (4 June, 5 August and 5 September) and four corm weights (6-8, 8-10, 10-12 and 12-20 g). Crocin, picrocrocin, and safranin contents, flower number and dried stigma yield were measured. The results showed that the effect of corm transfer date and weight and their interaction were significant on the all traits during two years. A separate analysis of the studied factors in two years showed that in the first year, the effect of corm transfer date was significant on taste, aroma, number of flowers and saffron yield but not significant on its pigment content. Effect of corm weight and interaction of corm weight and transfer date were significant on all quality and yield traits of saffron. The results in second year showed that the effect of corm transfer date and weight and their interaction were significant on color and flavor, but for flower traits and yield, only the effect of corm transfer date was significant. Qualitative traits were affected by the corm size and its transfer date. 12-20 g corms had the highest safranin, picrocrocin and crocin content compared to other weight groups. Therefore, it can be concluded that, for the production of high-yield and quality saffron (premium saffron), it is recommended to use large mother corms (above 10 grams) and cultivation in June.

Keywords: Corm transfer date, crocin, number of flower, picrocrocin, safranin.

* Corresponding author E-mail: M.Alavis@areeo.ac.ir

مقدمه

مهر ماه در شهرستان ماکو برتر دانستند. عوامل دیگری غیر از تاریخ کاشت نیز بر عملکرد و کیفیت کلاله زعفران تاثیرگذار هستند. در آزمایش Omidbeigi *et al.* (2003) مشخص شد که از مهم‌ترین دلایل پایین بودن میانگین تولید در واحد سطح در کشور ما، طولانی بودن دوره بهره‌برداری از مزارع و به‌دنبال آن، تقسیم بی‌رویه و ریز شدن بنه‌ها و کشت بنه‌های ریز فاقد قدرت گل‌آوری است و همچنین نتایج آن‌ها مشخص کرد که بیش از ۵۰ درصد بنه‌های هفت، نه، ۱۱، ۱۳ و ۱۵ گرمی، شانس گل‌آوری دارند و تعدادی از بنه‌های درشت، بجای یک گل، دو، سه و یا چهار گل و بنه‌های ۱۵ گرمی، حتی پنج گل نیز تولید می‌کنند. این محققین ثابت کردند که از طریق درجه‌بندی و کاشت بنه‌های درشت می‌توان در همان سال اول، به محصولی رسید که کشاورزان سنتی در سال سوم به بعد به آن دست می‌یابند و از این طریق، در وقت و منابع مالی کشاورز صرفه جویی می‌شود. پژوهش‌گران دیگر نیز اظهار داشتند که روند تشکیل بنه‌های دختری زعفران، اساساً وابسته به اندازه بنه‌های مادری می‌باشد (Feizi *et al.*, 2015). در پژوهشی گزارش شد که افزایش اندازه بنه زعفران، وزن گل تازه، تعداد گل در واحد سطح و طول کلاله را به طور معنی‌داری افزایش داد (Alipoor Miandehi *et al.*, 2013). همچنین در پژوهش دیگری مشخص شد کلیه اجزای گل و تعداد بنه دختری با استفاده از بنه‌های مادری بزرگتر نسبت به بنه‌های کوچک، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Bekhradiyaninasab *et al.*, 2020). پژوهش‌گران دیگری تایید نمودند که کاهش در اندازه بنه، باعث محدود شدن گل‌دهی می‌شود (Molina *et al.*, 2005). Bekhradiyaninasab *et al.* (2020) وجود همبستگی مثبت بین وزن بنه و پتانسیل گلدهی زعفران را تایید نمودند. بنه‌های ۲۰ گرم به بالا، از بالاترین تعداد چند گلی برخوردار بودند و بیشترین تعداد بنه‌های دختری تولید شده با ۲۵۵۵۰۰۰ عدد در هکتار، از بنه‌های سنگین (بیش از

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. از خانواده زنبقی (Iridaceae) و یکی از قدیمی‌ترین و گران‌ترین ادویه‌های دنیا به‌شمار می‌رود (Winterhalter & Straubinger, 2000). این گیاه دارای بیش از ۱۵۰ ترکیب فرار و معطر و همچنین بسیاری از ترکیبات غیرفرار فعال کارتنوئیدی از قبیل زنازانترین، لیکوپن و آلفا و بتا کاروتن‌های مختلف است. زعفران غنی از ترکیبات فنولی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی است (Goli *et al.*, 2012). کروسین، پیکروکروسین و سافرانال، مهم‌ترین ترکیبات زعفران هستند که به ترتیب مسئول رنگ، مزه و بو می‌باشند (Fernández, 2004). مقدار این ترکیبات اصلی برای بیان کیفیت زعفران به کار می‌رود؛ مقادیر بیشتر این ترکیبات نشان‌دهنده کیفیت بالای زعفران است. کیفیت و کمیت زعفران تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Gresta *et al.*, 2009; Maggi *et al.*, 2011). از جمله عوامل تأثیرگذار بر صفات کمی و کیفی زعفران می‌توان به مدیریت زراعی از قبیل تاریخ کاشت و اندازه بنه اشاره کرد؛ به‌طوری‌که Ghobadi *et al.* (2015) در مقایسه چهار تاریخ کاشت، تاریخ کاشت خرداد ماه را نسبت به دیگر زمان‌ها برتر دانستند و گزارش کردند که در این تاریخ، عملکرد و وزن خشک کلاله به‌طور چشم‌گیری افزایش می‌یابد. در آزمایشی با بررسی شش تاریخ کاشت مشخص شد که تاریخ کاشت‌های ۱۵ خرداد و ۱۵ تیر، با تأثیرات مثبت بر اجزای عملکرد و عملکرد کلاله، بهترین تاریخ کاشت بودند و تاریخ کاشت ۱۵ مهر، با تأثیر منفی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلاله، پایین‌ترین رتبه را به‌خود اختصاص داد (Amirnia *et al.*, 2014). Gresta *et al.* (2009) در تحقیقی مشاهده کردند که میزان گلدهی و عملکرد زعفران به دو عامل دما و رطوبت خاک بستگی دارد که دو عامل اصلی تعیین‌کننده عملکرد کلاله هستند. دمای پایین‌تر خاک، منجر به افزایش عملکرد گل زعفران می‌شود. Aghazadeh *et al.* (2012) تاریخ کاشت اواخر شهریور ماه با عمق کاشت ۲۰ سانتی‌متر را از لحاظ عملکرد در مقایسه با

زعفران به دقت تمیز شدند و پوشش فیبری اضافی و خاک چسبیده به بنه‌ها جدا شد. سپس با استفاده از ترازویی با دقت یک صدم گرم؛ بنه‌ها وزن شدند و بر اساس میانگین وزن، به چهار گروه شش تا هشت، هشت تا ۱۰، ۱۰ تا ۱۲ و ۱۲-۲۰ گرم تقسیم شدند (متوسط وزن بنه‌ها در گروه آخر، ۱۶ گرم بود، به طوری که با تراکم ۵۰ بنه در متر مربع در هر کرت، ۲/۴ کیلوگرم بنه کشت شد) و با استفاده از قارچ کش مانکوزب یک در هزار ضد عفونی شدند. قبل از اجرای آزمایش و برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر خاک انجام شد و قبل از کاشت، ۵۰ تن کود گاوی کاملاً پوسیده در هکتار تا عمق ۲۰ سانتی‌متر با خاک به طور کامل مخلوط شد.

کشت به صورت ردیفی انجام شد. طول هر کرت دو متر و عرض آن یک‌ونیم متر بود؛ فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بنه‌ها روی ردیف نیز هشت سانتی‌متر (تراکم ۵۰ بنه در متر مربع) در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌ها ۱۰۰ سانتی‌متر و بین هر تکرار، دو متر فاصله به عنوان راهرو و در نظر گرفته شد. بنه‌ها در عمق ۲۰ سانتی‌متری کاشت شدند. آبیاری مزرعه در سه مرحله (ابتدای آبان، اواخر آذر و اواسط فروردین) به صورت قطره‌ای انجام شد و عملیات وجین علف‌های هرز به صورت دستی و دو بار در اواخر آذر و اواسط اسفند انجام شد. صفات تعداد گل و عملکرد کلاله در واحد سطح در دو سال آزمایش اندازه‌گیری شد. پس از برداشت زعفران در پاییز سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷، از کلاله‌های خشک شده برای اندازه‌گیری و تعیین خصوصیات کیفی زعفران شامل کروسین، پیکروکروسین و سافرانال به روش اسپکتروفوتومتری توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر UV/VIS Lambda 25 و طبق روش استاندارد ملی زعفران ایران استفاده شد. روش اندازه‌گیری بدین شرح بود:

مقدار ۵۰ میلی‌گرم از کلاله‌های خشک شده هر کرت با ترازویی با دقت یک هزارم گرم در یک شیشه ساعت وزن شد و پس از انتقال به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری، ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. محتویات

۲۴ گرم) به دست آمد (Mollafilabi et al., 2013). با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با اثرات توأم تاریخ کاشت و اندازه بنه بر صفات کیفی گزارش نشده است، اما در مطالعات مختلف، ارتباط بین صفات کیفی و عملکردی زعفران بررسی شده است. Gresta et al. (2009) گزارش کردند که همبستگی منفی بین کروسین و پیکروکروسین با تعداد گل وجود دارد و همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین کروسین و پیکروکروسین با وزن خشک تک کلاله پیدا کردند، اما هیچ‌گونه همبستگی بین کروسین و پیکروکروسین با وزن کل کلاله مشاهده نشد. Siracusa et al. (2010) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین مقدار پیکروکروسین و وزن خشک تک کلاله پیدا کردند، همچنین گزارش کردند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن خشک تک کلاله و کروسین کل وجود دارد. این مطالعه، با هدف بررسی اثر تاریخ کاشت و وزن بنه بر ویژگی‌های کیفی زعفران و عملکرد کلاله و ارتباط این صفات با یکدیگر انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در زمان و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، واقع در ایستگاه اسفندقه با طول جغرافیایی $28^{\circ} 42' 35''$ عرض جغرافیایی $47^{\circ} 08' 57''$ و ارتفاع ۱۷۱۷ متر از سطح دریا و به مدت دو سال (۱۳۹۷ و ۱۳۹۶) اجرا شد. متوسط بارندگی سالیانه در این منطقه، ۲۱۰ میلی‌متر و حداقل و حداکثر دما در طول سال به ترتیب به ۱۰- و ۴۲ درجه سانتی‌گراد بود. آزمایش در طی دو سال بر روی بنه‌های کشت شده در سال اول انجام شد. تیمارهای آزمایش، ترکیب سه تاریخ انتقال بنه (۱۵ خرداد، ۱۵ مرداد و ۱۵ شهریور) و چهار وزن بنه (شش تا هشت، هشت تا ۱۰، ۱۰-۱۲ و ۱۲-۲۰ گرم) بود. با توجه به مطالعات قبلی و عملکرد بالای اکوتیپ تربت جام، بنه‌ها از این منطقه تهیه شد (Alavi Siney et al., 2015). قبل از کشت، بنه‌های

$$E\% = \frac{A \times 100}{M(100 - H)}$$

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

بالن ژوژه به مدت ۶۰ دقیقه بر روی همزن مغناطیسی با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. سپس بالن ژوژه تا خط نشانه با آب مقطر به حجم ۱۰۰ رسید و پس از بستن در آن، خوب مخلوط شد تا محلول یکنواختی به دست آمد. دو میلی‌لیتر از این محلول توسط پیپت برداشته شد و پس از رساندن به حجم ۲۰ میلی‌لیتر، بهم زده شد تا محلول یکنواختی به دست آید. این محلول، به سرعت و دور از نور، به وسیله کاغذ صافی، صاف شد. از آب مقطر به عنوان شاهد و تنظیم کننده اسپکتروفتومتر استفاده شد و سپس درصد ترکیبات شیمیایی زعفران بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (ISIRI, 2012).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش
Table 1. Soil physiochemical properties of experimental site

Soil texture	Ec (ds/m)	pH	Organic carbon (%)	P (ppm)	K(ppm)	Fe (ppm)	(ppm) Mn	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Sandy loam	2.5	8.3	0.1	4.2	205	2.3	11.14	1.08	1.52

اندازه‌گیری نتایج در دو سال به صورت جداگانه تجزیه و تفسیر شد.

سال اول (برداشت اول)

تجزیه واریانس در سال اول آزمایش نشان داد که اثر تاریخ انتقال بنه بر طعم، عطر، تعداد گل و عملکرد زعفران معنی‌دار و بر میزان رنگیزه آن غیر معنی‌دار بود. همچنین اثر وزن بنه و اثر متقابل وزن بنه در تاریخ انتقال بنه بر تمامی صفات کیفی و کمی زعفران معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تاریخ‌های انتقال بنه خرداد و مرداد، از لحاظ مزه و عطر نسبت به شهریورماه بهتر بودند، ولی از لحاظ میزان کروسین اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۴). این موضوع، بیانگر تأثیرپذیری کیفیت کلاله از زمان جابجایی بنه‌ها بود. همچنین مشخص شد که تاریخ انتقال بنه‌های خرداد و شهریور، از لحاظ تعداد گل و عملکرد در واحد سطح از تاریخ انتقال بنه مرداد برتر بودند (جدول ۴)، به طوری که نتایج مقایسه میانگین نشان داد کلاله‌های تاریخ انتقال بنه خرداد و مرداد، از لحاظ مزه و عطر نسبت به

تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه، به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در زمان و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در طی دو سال آزمایش و به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در هر سال و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج صدم، با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات کیفی بر اساس مشاهدات دو سال آزمایش نشان داد که اثر تمامی عوامل ساده و برهمکنش همه عوامل بر طعم (پیکروکروسین)، عطر (سافرانال)، رنگیزه (کروسین)، تعداد گل و عملکرد کلاله زعفران معنی‌دار شد (جدول ۲). این موضوع بیانگر تأثیرپذیری کیفیت و عملکرد کلاله از شرایط محیطی و عوامل مورد بررسی، به خاطر شرایط متفاوت در طی دو سال آزمایش بود. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل عوامل مورد بررسی و سال، جهت بررسی دقیق‌تر روند تغییرات کیفیت کلاله، صفات مورد

شهریور ماه برتری معنی دار داشتند، ولی از لحاظ میزان کروسین هیچ اختلافی با یکدیگر نداشتند (جدول ۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در زعفران تحت تأثیر تاریخ انتقال و وزن بنه بر اساس داده‌های دو سال آزمایش
Table 2. Variance analysis of studied traits affected by corm transfer date and weight based on data of two years of experiment

S.O.V	df	Picrocrocin	Safranal	Crocin	Number of flower	Yield
Block	2	148.07	19.31	64.53	1860.37ns	0.01**
Corm transfer date	2	1441.41**	298.96**	2129.01**	23511.61**	0.13**
Corm weight	3	1463.15**	96.53**	4697.26**	12721.81**	0.03**
Corm transfer date× Corm weight	6	1608.51**	69.96**	2369.33**	4456.62**	0.02**
Error1	22	213.54	10.30	133.57	737.38	0
Year	1	5352.29**	119.27**	15690.73**	437743.85**	2.45**
Corm transfer date×Year	2	537.55*	228.83**	2439.54**	838.16ns	0.04**
Corm weight×Year	3	387.91*	52.94**	1735.46**	4359.58**	0.01*
Corm transfer date×Corm weight×Year	6	1342.17**	178.49**	1505.28**	1292.51ns	0.003ns
Error2	44	120.78	12.72	141.76	753.16	0.003
CV(%)	---	10.56	7.22	6.27	20.15	19.73

ns، ** و * : به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

*, ** and ns: Significant at 5% and 1% of probability levels and non-significant, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات کیفی و عملکردی زعفران در سال ۱۳۹۶

Table 3. Variance analysis of qualitative traits and yield of saffron in 2017

S.O.V	df	Picrocrocin	Safranal	Crocin	Number of flower	Yield
Block	2	ns 157.34	155.28 ns	43.34 ns	217.53 ns	0.02 ns
Corm transfer date	2	1816.70**	585.63 ns	415.26**	8657.32**	2.00**
Corm weight	3	869.72**	4530.99**	101.82*	15049.81**	4.00**
Corm transfer date× Corm weight	6	740.98**	2845.80**	210.60**	1908.95**	1.00**
Error	22	55.43	278.44	21.35	97.76	0.04
CV(%)	---	6.61	9.53	9.11	16.98	25.32

ns، ** و * : به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

*, ** and ns: Significant at 5% and 1% of probability levels and non-significant, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تاریخ‌های مختلف کاشت و وزن‌های مختلف بنه بر صفات کیفی و کمی زعفران در سال ۱۳۹۶

Table 4. Mean comparison of the effects of different corm transfer date and size on qualitative traits and saffron yield in 2017

Factor	Picrocrocin	Safranal	Crocin	Number of flower	Yield (Kg/ha)
Corm transfer date					
4 June	109.26a	50.93b	180.93a	25.25a	1.19a
5 August	110.19a	56.48a	176.85a	9.31b	0.40b
5 September	88.42b	44.72c	167.32a	23.80a	0.98a
Corm weight (g)					
6-8	89.95d	46.79c	143.21b	7.74d	0.30c
8-10	99.01c	49.38bc	175.31a	11.35c	0.40c
10-12	105.06b	52.10ab	190.49a	20.26b	0.90b
12-20	112.47a	54.57a	191.11a	38.27a	1.70a
Premium saffron	85	20-50	220	-	-

حروف مشترک در هر ستون، نشان دهنده اختلاف غیر معنی دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

Data with the same letters in the same column are not significantly different at 5% of probability level.

عملکرد در واحد سطح نسبت به تاریخ انتقال بنه مرداد برتری معنی داری داشتند (جدول ۴).
مقایسه میانگین وزن بنه در سال اول آزمایش آشکار

این موضوع بیانگر تأثیرپذیری کیفیت کلالة از زمان جابجایی بنه‌ها بود. همچنین مشخص شد که تاریخ انتقال بنه‌های خرداد و شهریور از لحاظ تعداد گل و

۳۳ درصد متغیر بود (جدول ۴ Reference Error! source not found). همچنین مشخص شد که افزایش تعداد گل و عملکرد در واحد سطح را نیز در سال اول آزمایش بهبود می بخشد که این می تواند ناشی از پشتوانه بالای ذخیره‌ای بنه‌های درشت باشد.

کرد که بیشترین مقدار پیکروکروسین، به کلاله بنه-های با وزن ۲۰-۱۲ گرم تعلق داشت و بنه‌های با وزن بیش از ۱۰ گرم، بالاترین مقدار سافرانال را داشتند. مقایسه میانگین وزن بنه نشان داد که کلاله بنه‌های بالای هشت گرم، کروسین بالاتری نسبت به گروه بنه-های شش تا هشت گرم داشتند؛ این مقدار بین ۲۲ تا

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ انتقال و وزن بنه بر صفات کیفی و کمی زعفران در سال ۱۳۹۶

Table 5. Mean comparison of the interaction effects of corm transfer date and size on qualitative traits and saffron yield in 2017

Corm transfer date	Corm weight (g)	Picrocrocin	Safranal	Crocin	Number of flower	Yield (Kg/ha)
4 June	6-8	101.11cd	47.41bc	196.30a	7.55gf	0.20fg
	8-10	78.89ef	45.93bcd	113.33c	12def	0.20fg
	10-12	130.74a	67.41	204.44a	27c	1.30c
	12-20	130.00a	65.19a	193.33a	54.78a	2.50a
5 August	6-8	120.37ab	54.82b	185.19ab	4.33g	0.10g
	8-10	101.85cd	51.11b	157.78b	7.5fg	0.30efg
	10-12	107.78bc	47.41bc	200.74a	8.88efg	0.30efg
	12-20	107.40c	50.37b	180.00ab	15.66d	0.70de
5 September	6-8	100.37de	38.15d	158.52b	11.33def	0.40efg
	8-10	86.30ef	51.11b	120.74c	14.55de	0.60ef
	10-12	76.67f	41.48cd	190.00a	25.22c	1.00cd
	12-20	100.37cd	48.15bc	200a	44.35b	1.80b
Premium saffron		85	20-50	220	-	-

حروف مشترک در هر ستون، نشان‌دهنده اختلاف غیرمعنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

Data with the same letters in the same column are not significantly different at 5% of probability level.

کلاله و تعداد گل گزارش کردند. بررسی میانگین اثر متقابل تاریخ انتقال و وزن بنه نشان داد که بهترین کیفیت از نظر طعم، رنگ و عطر، در کلاله تاریخ انتقال بنه خرداد با وزن بنه بیش از ۱۰ گرم مشاهده شد. همچنین مقدار کروسین در کلاله تاریخ انتقال بنه‌های ۱۵ مرداد و ۱۵ شهریور نیز زمانی که وزن بنه بالای ۱۰ گرم بود، در گروه برترین‌ها (a) قرار داشت (جدول ۵).

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که برای برداشت کلاله با کیفیت، بهترین زمان کاشت خردادماه بود، ولی تنها رعایت این مورد کفایت نمی‌کند و باید به اندازه بنه هم توجه نمود. کلاله بنه‌های بالای ۱۰ گرم نسبت به بنه‌های کمتر از ۱۰ گرم، بالاترین مقدار پیکروکروسین، کروسین و سافرانال را داشتند. همچنین مشخص شد که بیشترین تعداد گل و عملکرد کلاله، در تاریخ انتقال بنه خرداد و وزن بنه

نتایج تحقیقات محققین حاکی از تأثیر معنی‌دار تراکم بنه بر شاخص‌های کیفی و وزن خشک زعفران بود، به طوری که انتخاب تراکم مناسب بنه در زمان کاشت جهت استفاده مطلوب از منابع قابل دسترس را توصیه نموده‌اند (Mohammad-Abadi et al., 2006). نتایج جدول ۴ آشکار کرد که با افزایش وزن بنه از شش تا هشت به ۲۰-۱۲ گرم، صفات تعداد گل و عملکرد کلاله افزایش یافت. برای صفات تعداد گل در متر مربع و عملکرد کلاله، بیشترین مقدار در وزن بنه ۲۰-۱۲ گرم به دست آمد. افزایش وزن بنه از شش تا هشت به بیش از ۱۲ گرم، باعث افزایش ۳۱ گل در متر مربع و ۱۴۰۰ گرم در هکتار کلاله خشک شد. با توجه به این موضوع، استفاده از بنه‌های با وزن بیش از ۱۲ گرم، نقش مهمی در افزایش عملکرد مزرعه زعفران در سال اول ایفا می‌کند. Amirnia et al. (2014) نیز افزایش پنج و چهار برابری را به ترتیب برای صفات عملکرد

کروسین همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول کلاله و برگ دارد و هیچ رابطه‌ای با سایر صفات نشان نمی‌دهد. تعداد گل و عملکرد، همبستگی بسیار بالایی با یکدیگر نشان دادند که این نتایج با نتایج محققین دیگر همخوانی دارد (Baghalian *et al.*, 2015; Ghobadi *et al.*, 2015). نتایج نشان داد که همبستگی بسیار بالایی بین پیکروکروسین با سافرانال و کروسین وجود داشت (جدول ۲). Baghalian *et al.* (2015) همبستگی بسیار بالایی بین پیکروکروسین و سافرانال گزارش کردند، اما بین کروسین و دو جز دیگر یعنی پیکروکروسین و سافرانال نیافتند. رابطه مثبت بین پیکروکروسین و سافرانال را می‌توان به خاطر این حقیقت که سافرانال یک مشتق دگلیکوزیله شده حاصل از هیدرولیز پیکروکروسین است توجیه کرد (Fernandez, 2004). با توجه به نتایج می‌توان اظهار کرد که کیفیت کلاله در سال اول، به سایر ویژگی‌های گل ارتباطی ندارد، یعنی نمی‌توان بر اساس میزان عملکرد، تعداد گل در واحد سطح و ویژگی‌های کیفی کلاله را پیش‌بینی نمود.

۱۲-۲۰ گرم به‌دست آمد و کمترین میزان از این لحاظ به تیمار تاریخ انتقال بنه مرداد و وزن بنه شش تا هشت گرم تعلق داشت و همچنین مشخص شد که تاریخ انتقال بنه مرداد با وزن بنه ۱۰-۱۲ گرم، از کمترین مقدار عملکرد در واحد سطح برخوردار بود و در گروه کمترین عملکرد قرار گرفت؛ بنابراین مشخص شد که تاریخ انتقال بنه، اهمیت ویژه‌ای در بروز پتانسیل گل‌آوری بنه‌ها دارد. Ghobadi *et al.* (2015) گزارش کردند که عملکرد در سال اول، بیشتر متأثر از اندازه بنه بود، اما چنانچه تاریخ انتقال بنه بسیار دیرتر از حد معمول باشد، تأثیر مطلوب اندازه بنه را نیز کاهش می‌دهد که این موضوع نشان‌دهنده اثرمتقابل اندازه در تاریخ انتقال بنه می‌باشد.

بررسی ارتباط بین صفات کیفی و عملکرد در سال اول نشان داد که ارتباطی بین عملکرد و تعداد گل با صفات کیفی زعفران وجود ندارد. Naghdibadi *et al.* (2013) با بررسی تیمارهای کود شیمیایی و زیستی بر خصوصیات کیفی زعفران گزارش کردند که از بین متابولیت‌های کروسین، پیکروکروسین و سافرانال، تنها

جدول ۶- همبستگی بین صفات مورد مطالعه در سال ۱۳۹۶

Table 6. Correlation between studied traits in 2017

Traits	Number of flower	Yeild	Picrocrocin	Safranal
Yeild	0.99**			
Picrocrocin	0.01 ^{ns}	0.02 ^{ns}		
Safranal	-0.17 ^{ns}	-0.17 ^{ns}	0.85**	
Crocin	0.21 ^{ns}	0.23 ^{ns}	0.74**	0.40 ^{ns}

^{ns}, **, * : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

^{*}, ^{**} and ^{ns}: Significant at 5% and 1% of probability levels and non-significant, respectively.

بودند، ولی از لحاظ عطر (سافرانال) و طعم (پیکروکروسین)، کلاله‌های تاریخ انتقال بنه مرداد از دو تاریخ کشت دیگر برتر بودند (جدول ۸). این موضوع نشان می‌دهد که کیفیت کلاله‌ها تابع تاریخ انتقال بنه بود، به طوری که تاریخ انتقال بنه خرداد با تولید گل و عملکرد بیشتر، کلاله‌های با کیفیت‌تری از لحاظ رنگ تولید کرد و تاریخ انتقال بنه مرداد با تعداد گل و عملکرد کمتر، کلاله‌های با طعم و عطر بهتری تولید کرد.

سال دوم (برداشت دوم)

تجزیه واریانس در سال دوم آزمایش نشان داد که اثر عامل تاریخ انتقال بنه بر رنگ، عطر، طعم، تعداد گل و عملکرد زعفران معنی‌دار بود. همچنین اثر وزن بنه و اثر متقابل وزن و تاریخ انتقال بنه بر تمامی صفات متابولیت‌های ثانویه زعفران معنی‌دار بود، ولی بر صفات تعداد گل و عملکرد کلاله در واحد سطح معنی‌دار نبود (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین نشان داد کلاله‌های تاریخ انتقال بنه خرداد، از لحاظ رنگ (کروسین) نسبت به دو تاریخ انتقال بنه دیگر برتر

جدول ۷- تجزیه واریانس صفات کیفی و کمی زعفران در سال ۱۳۹۷

Table 7. Variance analysis of qualitative traits and yield of saffron in 2018

S.O.V	df	Picrocrocin	Safranal	Crocin	Number of flower	Yield
Block	2	319.36ns	0.27ns	1.35ns	4146.97ns	0.03**
Corm transfer date	2	1062.26**	112.53**	3982.92**	15692.45**	0.15**
Corm weight	3	981.34*	47.65**	1901.73**	2031.59ns	0.01ns
Corm transfer date × Corm weight	6	2209.70**	37.85**	1028.80**	3840.17*	0.01**
Error	22	259.99	0.61	1.41	1233.60	0.003
CV(%)	---	16.91	1.63	5.80	16.40	12.41

ns, **, *: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

*, **, and ns: Significant at 5% and 1% of probability levels and non-significant, respectively.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ انتقال و وزن بنه بر صفات کیفی و عملکرد زعفران در سال ۱۳۹۷

Table 8. Mean comparison of the interaction effects of corm transfer date and size on qualitative traits and saffron yield in 2018

Factor	Picrocrocin	Safranal	Crocin	Number of flower	Yield (Kg/ha)
Corm transfer date					
4 June	82.27b	44.66c	217.28a	245.13a	5.74a
5 August	89.11a	50.46a	183.69c	174.42b	3.54c
5 September	81.76b	49.28b	212.70b	222.94a	4.29b
Corm weight (g)					
6-8	80.44b	44.69b	196.79b	200.11a	4.45a
8-10	80.52b	49.08a	198.38b	219.56a	4.52a
10-12	76.94b	49.43a	197.10b	204.11a	4.26a
12-20	99.62a	49.33a	226.35a	232.86a	4.86a
Premium saffron	85	20-50	220	-	-

حروف مشترک در هر ستون، نشان‌دهنده اختلاف غیرمعنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

Data with the same letters in the same column are not significantly different at 5% of probability level.

عملکرد کلانه پیدا نکردند. بررسی وزن بنه در سال دوم آزمایش نیز آشکار کرد که کلانه بنه‌های مادری با وزن بالای ۱۲ گرم، طعم و رنگ بیشتری نسبت به سایر گروه‌های وزنی داشتند، ولی از لحاظ عطر، کلانه بنه‌های بالای هشت گرم دارای بیشترین میزان بودند (جدول ۸).

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش تاریخ کشت و وزن بنه‌ها در سال دوم آشکار نمود که بیشترین مقدار پیکروکروسین به ترتیب مربوط به کلانه تاریخ انتقال بنه‌های ۱۵ شهریور و ۱۵ خرداد در بنه‌های مادری با وزن ۲۰-۱۲ گرم بود (جدول ۹). جدول ۷ نشان می‌دهد که در تاریخ انتقال بنه ۱۵ خرداد، تعداد گل و عملکرد بیشتری در واحد سطح تولید شد که این موضوع می‌تواند ناشی از درشت‌تر بودن وزن بنه‌های دختری تولید شده باشد و این امر باعث بهتر شدن کیفیت کلانه‌ها شده است.

Nazarian & Sahabi (2017) عنوان کردند که اثر

نتایج همبستگی نشان داد که بین تعداد گل و عملکرد در واحد سطح همبستگی مثبت و کاملاً معنی‌داری وجود داشت، ولی همبستگی معنی‌داری بین تعداد گل و صفات کیفی (میزان پیکروکروسین، سافرانال و کروسین) مشاهده نشد (جدول ۱۰). این موضوع نشان می‌دهد که افزایش یا کاهش تعداد گل در واحد سطح، تأثیری در کیفیت زعفران نداشت، ولی عملکرد بشدت تابع این صفت بود. یافته‌های سایر محققین نیز نشان می‌دهد که هیچ‌گونه همبستگی بین صفت تعداد گل با صفات کیفی وجود ندارد، ولی همبستگی مثبت و کاملاً معنی‌داری با عملکرد کلانه وجود دارد (Lage & Cantrell, 2009; Siracusa et al, 2010). در این آزمایش، همبستگی بین عملکرد و صفت کیفی کروسین نیز معنی‌دار شد. Siracusa et al (2010) گزارش کردند که همبستگی مثبتی بین کروسین و عملکرد کلانه وجود دارد، ولی Gresta et al (2009) همبستگی معنی‌داری بین کروسین و پیکروکروسین با

زمان جابجایی بنه‌ها، باعث شده است که بنه‌های مادری، دچار تنش شوند و همه ویژگی‌های بنه از جمله میزان سبز شدن تحت تأثیر قرار گیرد و بنه‌ها به دلیل تنش وارد شده، بنه‌های دختری ضعیف‌تری تولید کنند که به دنبال آن، تعداد گل و وزن کلاله‌ها کاهش یافت. در این آزمایش، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین میزان سافرانال و کروسین مشاهده شد (جدول ۱۰)؛ کروسین یکی از اجزای اصلی تشکیل دهنده رنگ در زعفران است و محیط اثر قابل توجهی بر این صفت دارد (Baghalian *et al.*, 2010).

عوامل زراعی در افزایش ترکیب پیکروکروسین، به روشنی مشخص نشده است، ولی می‌توان افزایش گل-انگیزی و عملکرد گل زعفران را در بهبود کیفیت آن مؤثر دانست. همچنین مشخص شد که بیشترین میزان سافرانال، مربوط به کلاله‌های تاریخ انتقال بنه ۱۵ مرداد به همراه بنه‌های مادری با وزن هشت تا ۱۰ گرم بود که از این حیث، با کلاله‌های تاریخ انتقال بنه ۱۵ شهریور و وزن بنه مادری ۱۰-۱۲ گرم تفاوت معنی‌داری نداشت. احتمالاً در این تاریخ انتقال بنه، شرایط محیطی و دمای بالای هوای مبدا و مقصد در

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ انتقال و وزن بنه بر صفات کیفی و عملکرد زعفران در سال ۱۳۹۷

Table 9. Mean comparison of the interaction effects of corm transfer date and size on qualitative traits and saffron yield in 2018.

Corm transfer date	Corm weight (g)	Picrocrocin	Safranal	Crocin	Number of flower	Yield (Kg/ha)
4 June	6-8	68.59c	39.19f	216.44c	202.33bcd	5.1b
	8-10	87.78bc	44.37e	187341h	221.67bc	5.15b
	10-12	87.85bc	47.33cd	233.41ab	264ab	6.11a
	12-20	112.22ab	47.78cd	233.85ab	292.5a	6.62a
5 August	6-8	82.78bc	48.22c	170.00i	203bcd	4.28bcd
	8-10	96.44bc	55.11a	196.22g	171cd	3.52de
	10-12	74.81c	46.74d	156.74j	148d	2.86e
	12-20	87.4c	51.78b	211.78d	175.67cd	3.49de
5 September	6-8	92.96c	46.67d	204.00e	195cd	3.97cd
	8-10	68.89c	47.78cd	210.44d	200.33bcd	3.8de
	10-12	68.15c	54.22a	200.96f	266ab	4.89bc
	12-20	127.4a	48.44c	235.41a	230.42abc	4.48bcd
Premium saffron		85	20-50	220		

حروف مشترک در هر ستون، نشان دهنده اختلاف غیر معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

Data with the same letters in the same column are not significantly different at 5% of probability level.

کروسین دارد، می‌توان به بیان کرد که بنه‌های با عملکرد پایین‌تر، رنگ و عطر بیشتری تولید می‌نمایند.

از آنجا که سافرانال، حاصل تجزیه پیکروکروسین می‌باشد (Fernandez, 2004) و همبستگی مثبتی با

جدول ۱۰- همبستگی میان صفات مورد مطالعه در سال ۱۳۹۷

Table 10. Correlation between studied traits in 2018

Traits	Number of flower	Yeild	Picrocrocin	Safranal
Yeild	0.91**			
Picrocrocin	0.13 ^{ns}	0.02 ^{ns}		
Safranal	-0.21 ^{ns}	-0.51 ^{ns}	0.18 ^{ns}	
Crocin	-0.34 ^{ns}	-0.61*	0.19 ^{ns}	0.66**

^{ns}, ** و * : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

* , ** and ns: Significant at 5% and 1% of probability levels and non-significant, respectively.

مثبت و معنی‌داری بین ویژگی‌های کیفی و ویژگی‌های مرتبط با گل و کلاله وجود دارد (Baghalian *et al.*, 2015)، می‌توان این‌گونه عنوان نمود که تاریخ‌های انتقال بنه در ۱۵ خرداد و ۱۵ شهریور، به دلیل تعداد بالای گل در واحد سطح که خود می‌تواند ناشی از

از لحاظ میزان کروسین کلاله‌ها مشخص شد که تاریخ انتقال بنه ۱۵ خرداد در وزن بنه‌های بیش از ۱۰ گرم و تاریخ انتقال بنه ۱۵ شهریور در بنه‌های مادری با وزن ۱۲-۲۰ گرم، دارای بیشترین مقدار کروسین کلاله‌ها بودند (جدول ۹). با توجه به این‌که رابطه

سال آزمایش، میزان پیکروکروسین و ساfranال کلاله‌ها در تاریخ انتقال بنه در مرداد نسبت به دو تاریخ دیگر بیشتر بود و انتقال بنه در خرداد ماه، میزان کروسین کلاله بالاتری نسبت به تاریخ‌های دیگر داشت. کمترین و بیشترین میزان متابولیت‌های ثانویه در طی دو سال آزمایش، به ترتیب به بنه‌های شش تا هشت و ۲۰-۱۲ گرم اختصاص داشت. استفاده از بنه‌های ۲۰-۱۲ گرم، باعث تولید کلاله خشک بیشتر و با کیفیت بالا شد و بنه‌های ریز، با وجود تولید عملکرد بالا در سال دوم، کمترین کیفیت را به خود اختصاص دادند؛ بنابراین برای تولید زعفران با عملکرد و کیفیت بالا (زعفران ممتاز)، استفاده از بنه‌های مادری درشت (بالای ۱۰ گرم) و کشت در خردادماه توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

نگارندگان از سازمان جهاد کشاورزی جنوب استان کرمان که هزینه این پروژه را متقبل شدند و از زحمات همکاران ایستگاه تحقیقاتی اسفندقه کمال تشکر و قدردانی را دارند.

بنه‌های دختری با وزن بالا باشد، باعث شده است که این تیمارها از لحاظ میزان کروسین نیز در رده بالاتری نسبت به تاریخ انتقال بنه در مرداد ماه قرار گیرند.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این آزمایش، اثر تاریخ انتقال بنه در طی دو سال بر اکثر صفات معنی‌دار بود، ولی وزن بنه در سال اول آزمایش، هم صفات کیفی و هم عملکرد را تحت تأثیر قرار داد، اما در سال دوم بر عملکرد و اجزای آن اثری نداشت. همچنین مشخص شد که در سال اول آزمایش، بین صفات کیفی و تعداد گل و عملکرد هیچ رابطه معنی‌داری وجود نداشت، اما در سال دوم، عملکرد کلاله با میزان کروسین، همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. مقایسه بین نتایج دو سال آزمایش نشان داد که میزان ساfranال و پیکروکروسین کلاله‌ها در سال اول، بیشتر از سال دوم بود، اما میزان کروسین کلاله‌ها در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول بالاتر بود. در طی دو

REFERENCES

1. Aghazadeh, R. & Hematzadeh, A. (2012). Effect of date, depth and spacing culture on saffron (*Crocus sativus* L.) vegetative and reproductive traits in Maco climatic condition. *Agroecology Journal*, 8(1), 1-10. (In Persian)
2. Alavi- Siney, S. M., Saba, J., Andalibi, B., Alavikia, S. S. & Azimi, M. R. (2015). *Evaluation of saffron (Crocus Sativus L.) ecotypes diversity in Zanjan conditions*. PhD. Thesis. Zanjan university. (In Persian)
3. Alipoor Miandehi, Z., Mahmodi, S., Behdani, M. & Sayyari, M. (2013). Effect of manure, bio-and chemical- fertilizers and corm size on saffron (*Crocus sativus* L.) yield and yield components. *Journal of Saffron Research*, 1(2), 73-84. (In Persian)
4. Amirnia, R., Bayat, M. & 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.
5. Baghalian, K., Shabani Sheshtamand, M. & Jamshidi, A. H. (2010). Genetic variation and heritability of agro-morphological and phytochemical traits in Iranian saffron (*Crocus sativus* L.) populations. *Industrial Crops and Products*, 31, 401-406.
6. Bekhradiyaninasab, A., Balouchi, H., Movahhedi Dehnavi, M. & Sorooshzadeh, A. (2020). Effect of benzyl aminopurine, phosphate solubilizing bio-fertilizers and maternal corm weight on the qualitative indices of saffron (*Crocus sativus* L.) flowers and cormlets in Yasouj region. *Journal of Saffron Research*, 8(1), 99-113. (In Persian)
7. Feizi, H., Seyyedi, S. M. & Sahabi, H. (2015). Effect of corm planting density, organic and chemical fertilizers on formation and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.) replacement corms during phonological stages. *Journal of Saffron Agronomy and Technology*, 2(4), 289-301. (In Persian)
8. Fernandez, J. A. (2004). Biology, biotechnology and biomedicine of saffron. *Recent Research Developments in Plant Science*, 2, 127-159.

9. Ghobadi, F., Ghorbani Javid, M. & Sorooshzadeh, A. (2015). Effects of corm transfer date and corm size on flower yield and physiological traits of saffron (*Crocus sativus* L.) under Varamin plain climatic conditions. *Journal of saffron Agronomy and Technology*, 2(4), 265-276.
10. Goli, S. A. H., Mokhtari, F. & Rahimmalek, M. (2012). Phenolic compounds and antioxidant activity from saffron (*Crocus sativus* L.) Petal. *Journal of Agricultural Science*, 4(10), 175-181.
11. 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.
12. Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). (2012). *Protocol of 259-2. Saffron (Crocus sativus L.)*.
13. Maggi, L., Carmona, M., Kelly, S. D., Marigheto, N. & Alonso, G. L. (2011). Geographical origin differentiation of saffron spice (*Crocus sativus* L.) preliminary investigation using chemical and multi-element (H, C, N) stable isotope analysis. *Food Chemistry*, 128, 543-548.
14. Mohammad-Abadi, A. A., Rezvani-Moghaddam, P. & Sabouri, A. (2006). Effect of plant distance on flower yield and qualitative and qualitative characteristics of forage production of saffron (*Crocus sativus* L.) in Mashhad conditions. *Proceeding of 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology*. Mashhad. Iran, 151- 153.
15. Molina, R. V., M. Valero, Y. Navarro, J. L. Guardiola, & A. García-Luis. (2005). Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae*, 103, 361-379.
16. Mollafilabi, A., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P. & Nassiri Mahallati, M. (2013). Effect of plant density and corm weight on yield and yield components of saffron (*Crocus sativus* L.) under soil, hydroponic and plastic tunnel cultivation. *Journal of Saffron Agronomy and Technology*, 1(2), 14-28. (In Persian)
17. Naghdibadi, H., Omid, H., Golzad, A., Torabi, H. & Fotokian, M. H. (2013). Changes in crocin, picrocrocin and safranal levels and agronomic properties of saffron (*Crocus sativus* L.) under the influence of phosphorus and chemical fertilizers. *Journal of Medicinal Plants*, 4(40), 58-68.
18. Nazarian, R. & Sahabi, H. (2017). Effect of corm transfer density on flower quality in two types of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Agronomy and Technology*, 5(2), 139-149. (In Persian)
19. Omidbeigi, R., Ramezani, A., Sadeghi, B. & Ziaratnia, M. (2003). Effect of corm weight on saffron yield in Neishboor climate. *Proceedings of the 3rd National Saffron Conference*. 2-3 December, Mashhad.
20. 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 and Analysis*, 23, 394-400.
21. Winterhalter, P. & Straubinger, M. (2000). Saffron renewed interest in an ancient spice. *Food Reviews International*, 16, 39-59.