



نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)

جلد پنجم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۶

شماره صفحه: ۱۴۹-۱۳۹

<http://dx.doi.org/10.22077/JSR.2017.627.1025>

## اثر تراکم کاشت بر کیفیت گل دو توده زعفران (*Crocus sativus L.*)

رامین نظریان<sup>۱</sup>، حسین صحابی<sup>۲\*</sup>

۱- عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرات، افغانستان

۲- عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه

\* نویسنده مسئول: E-mail: [h.sahabi@torbath.ac.ir](mailto:h.sahabi@torbath.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۲۲

### چکیده

زعفران یکی از ارزشمندترین و گران‌بهاترین گیاهان دارویی است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشت می‌شود. جهت بررسی اثر تراکم کاشت بر کیفیت گل دو نوع زعفران ایرانی و اسپانیایی، آزمایشی طی دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت و نتایج دو سال بصورت فاکتوریل اسپلیت پلات در زمان آنالیز گردید. فاکتور A: نوع بنه (ایرانی و اسپانیایی) و فاکتور D: تراکم کاشت (۴۰، ۴۸ و ۶۰ بنه در متر مربع) در نظر گرفته شد. اثرات نوع بنه بر شاخص‌های کیفی، به جزء کروسین، معنی‌دار نبود. بیشترین مقدار کروسین (۲۰۲/۰۱)، پیکروکروسین (۷۲/۲۳) و سافرانال (۳۶/۳۰) در تراکم ۴۰ بنه در متر مربع ( $d_1$ ) حاصل شد. همچنین بیشترین مقدار کروسین (۲۰۰/۷۳)، پیکروکروسین (۷۱/۲۴) و سافرانال (۲۸/۹۱) متعلق به بنه‌های اسپانیایی ( $a_2$ ) بود، در حالی که بیشترین تعداد گل (۲۷/۲۱ عدد بر متر مربع)، وزن تر گل (۱۳/۵۸ گرم بر متر مربع) و وزن خشک زعفران (۰/۱۴۴ گرم بر متر مربع) را بنه‌های ایرانی ( $a_1$ ) تولید کرد. به‌طور کلی، می‌توان گفت که بنه‌های اسپانیایی (از نظر کیفی) و ایرانی (از نظر کمی) برتری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: عملکرد کلاله، کروسین، پیکروکروسین، سافرانال.

## مقدمه

انتخاب بنه‌های مادری بزرگ و درشت‌تر، تعداد گل و عملکرد کلاله را افزایش داده و بنه‌های دختری بیشتری را نسبت به بنه‌های کوچک تولید کرد (Gresta et al., 2008). محققین تعیین تراکم و عمق مناسب کاشت را از مهمترین عوامل افزایش کارایی استفاده از منابع موجود جهت افزایش عملکرد زعفران در واحد سطح معرفی نموده‌اند (Beheshti & Faravani, 2003; Naderi, 2008; Darbaghshahi et al., 2008).

تراکم بوته در واحد سطح بستگی به نوع و روش کشت، عادت کشاورزان و اندازه بنه دارد. تحقیقات نشان داد که برای حصول حداکثر عملکرد در زعفران تراکم ۵۰ بنه در متر مربع مناسب است (Mc-Gimpsssey et al., 1997). افزایش تراکم کاشت بنه زعفران از ۸ به ۲۱ تن در هکتار باعث افزایش عملکرد کلاله به صورت معنی‌داری شد، به طوری که بیشترین مقدار عملکرد گل و کلاله در تراکم ۱۱ تن و عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر حاصل گردید (Koocheki et al., 2009). در مطالعه دیگر، گزارش شد که حداکثر عملکرد گل (۵/۰۸ کیلوگرم در هکتار) از تراکم ۱۷۷/۶ بنه در متر مربع) در سال سوم بدست آمد (Naderi, 2008; Darbaghshahi et al., 2008).

هدف از اجرای این آزمایش بررسی اثر تراکم کاشت بر کیفیت گل دو توده زعفران ایرانی و اسپانیایی بود.

## مواد و روش‌ها

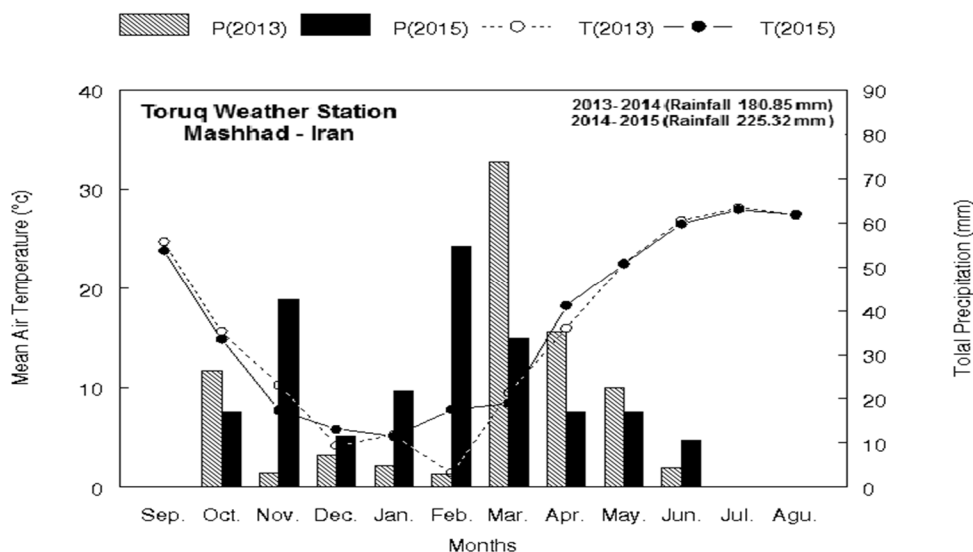
این آزمایش طی دو سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳ و ۱۳۹۳-۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (واقع در طول جغرافیایی ۵۹/۲۸ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶/۱۵ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر) انجام شد. محل اجرای آزمایش جزء مناطق نیمه‌خشک محسوب می‌شود.

داده‌های هواشناسی (درجه حرارت و بارندگی) به صورت روزانه از ایستگاه هواشناسی طرق نزدیک محل اجرای آزمایش دریافت و به صورت متوسط ماهانه ثبت شد (شکل ۱).

زعفران (*Crocus sativus L.*) از ارزشمندترین و گران‌بهاترین گیاهان دارویی در دنیا است که قبل از پراکنده شدن جنس کروکوس فقط بین عرض‌های ۳۰ تا ۵۰ درجه شمالی و طول ۱۰ تا ۸۰ درجه شرقی وجود داشت (Mathew, 1999). مقدار تولید زعفران در سال ۲۴۵ تن برآورد شده است که ۹۳/۷ درصد آن را ایران با متوسط عملکرد ۴/۶ کیلوگرم در هکتار تولید می‌کند (Ghorbani, 2007). زعفران علاوه بر ایران در کشورهای دیگر مثل افغانستان، هندوستان، اسپانیا، ایتالیا، مراکش، ترکیه و یونان نیز کشت می‌گردد که در سال گذشته افغانستان به عنوان دومین تولیدکننده در دنیا حدود چهار تن زعفران به خارج صادر نمود (Afghanistan, 2016).

کلاله سه شاخه زعفران که مهمترین بخش تجاری آن است دارای کاربردهای فراوانی در صنایع داروسازی و غذایی می‌باشد. تجزیه شیمیایی این گیاه حضور بیش از ۱۵۰ ماده را در کلاله نشان داده است که مهمترین ترکیبات آن شامل کروسین، پیکروکروسین و سافرانال هستند (Bhandari, 2015). این بخش دارای ترکیبات مختلفی نظیر کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، املاح معدنی، ویتامین‌ها و متابولیت‌های ثانویه‌ای همچون کروسین و مشتقات آن (ابجادکننده رنگ)، پیکروکروسین (عامل طعم) و سافرانال (عامل عطر و بو) بوده که میزان این ترکیبات تعیین‌کننده مرغوبیت و کیفیت زعفران می‌باشد (Kafi et al., 2002).

دو ویژگی بسیار مهم اقتصادی در تولید زعفران تعداد گل و وزن بنه‌ها می‌باشد (Agayev et al., 2009). وزن بنه مادری در تولید زعفران مهم است. برای تولید گل باید وزن بنه‌ها در حد مطلوب باشد. بنه‌های با قطر بیشتر از یک سانتی‌متر می‌تواند گل تولید کند، ولی از نظر اقتصادی بنه‌های با قطر ۲/۵ تا ۳/۵ سانتی‌متر (۸-۱۶ گرم) برای کشت استفاده می‌شود (Kumar et al., 2009). با افزایش وزن و اندازه بنه مادری، سطح برگ و زیست‌توده زعفران در طول فصل رشد افزایش یافت و بنه‌های دختری بیشتری تولید شد (Renau-Morata et al., 2012).



شکل ۱. متوسط بارندگی و درجه حرارت ماهانه در طی دو فصل رشد (۱۳۹۳-۹۴ و ۱۳۹۲-۹۳)

Fig. 1. Monthly mean rainfall and air temperature during the two growing seasons (2013-2014 and 2014-2015)

خاک مورد مطالعه و آنالیز قرار گرفت و خصوصیات آن تعیین شد. خاک مورد آزمایش با اسیدیته قلیایی، بافت متوسط (سیلتی لوم) و بدون محدودیت شوری مشخص شد و بر اساس عناصر موجود توصیه کودی صورت گرفت. قبل از کشت کود حیوانی بر اساس ۲۰ تن در هکتار و کود دی-آمونیم فسفات ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار با خاک مخلوط شد. عملیات کنترل علف‌های هرز در طی دوره رشد با دست انجام شد. جهت تغذیه بهتر در اسفند ماه نسبت به محلول-پاشی برگ‌ها اقدام شد. همچنین با توجه به شرایط محیطی دور آبیاری تنظیم گردید.

در سال دوم رشد، نیز قبل از آبیاری کود حیوانی به مقدار قبل به زمین اضافه گردید. در ابتدا قبل از کشت مشخصات بنه‌های مورد آزمایش اندازه‌گیری و طی دوره گلدهی نیز مقدار عملکرد تولیدی اندازه‌گیری و ثبت گردید. برای مطالعه اثر تراکم و نوع بنه بر خصوصیات گل زعفران، مساحت یک متر مربع در نظر گرفته شد. در طول دوره گلدهی (آبان و آذر)، گل‌های جمع‌آوری شده از سطح مذکور ثبت و وزن تر و خشک گل (کلاله + خامه)، پس از قرار گرفتن در آون در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، با ترازو (با دقت ده‌هزارم گرم) اندازه‌گیری شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور A: نوع بنه بر اساس منشاء در دو سطح (بنه‌های ایرانی و اسپانیایی) و فاکتور D: تراکم کاشت در سه سطح (۴۰، ۴۸ و ۶۰ بنه در متر مربع) در نظر گرفته شد.

مقدار بنه مصرفی زعفران با توجه به تراکم کاشت متفاوت بود. بنه‌های ایرانی از توده تربت‌حیدریه و بنه‌های اسپانیایی از کشور افغانستان تهیه گردید. ارتفاع بوته در بنه‌های اسپانیایی کمتر از بنه‌های ایرانی بود، ولی از نظر خصوصیات ظاهری تفاوت چندانی بین آنها دیده نشد.

ابعاد هر کرت جهت کاشت (یک متر مربع)، فاصله ردیف‌های کشت ۲۵ سانتی‌متر و تعداد ردیف‌های کشت در هر کرت چهار ردیف منظور گردید. در تاریخ ۱۵ مهرماه با انتخاب بنه‌های هشت گرم به بالا پس از ضدعفونی با کنه-کش امایت نسبت به کشت زعفران اقدام شد و بلافاصله آبیاری صورت گرفت. زمین قبل از کشت جهت آماده‌سازی شخم‌خورده و با دیسک کلوخه‌ها نرم شد و عملیات تسطیح انجام گرفت.

برای تعیین خصوصیات خاک محل آزمایش، قبل از انجام عملیات خاکورزی از نقاط مختلف مزرعه نمونه‌برداری خاک از اعماق ۳۰ سانتی‌متر انجام شده و در آزمایشگاه

به تراکم کاشت ۴۸ بنه در متر مربع ( $d_2$ ) بود (شکل‌های ۲ و ۳). 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 (*Alavi Shahri et al., 1994; Mohammad-Abadi et al., 2006*). مک-گمپسی و همکاران (*Mc-Gimpsey et al., 1997*) تراکم ۵۰ بنه در متر مربع را جهت حصول به حداکثر عملکرد پیشنهاد نمود.

کروسین، پیکروکروسین و سافرانال، مهمترین ترکیبات کیفی در کلاله می‌باشند که دارای اثرات دارویی مؤثری به ویژه در پیشگیری از سرطان و تومورهای مغزی هستند (*Escrignano et al., 1996*). کروسین ترکیب محلول در آب مسئول رنگ زعفران، پیکروکروسین عامل طعم و سافرانال عامل عطر و بو می‌باشد (*Omidi et al., 2009*). در بین عوامل زراعی، به نقش مؤثر کاربرد کودهای بیولوژیک در افزایش معنی‌دار کروسین، پیکروکروسین و سافرانال می‌توان اشاره نمود (*Omidi et al., 2009*). با این وجود، اثر عوامل زراعی در افزایش ترکیب پیکروکروسین به روشنی مشخص نشده است. به طور کلی، می‌توان اظهار داشت که افزایش گل‌انگیزی و عملکرد گل زعفران در بهبود کیفیت آن نیز مؤثر می‌باشد.

بیشترین مقدار کروسین ( $200/73$ )، پیکروکروسین ( $71/24$ ) و سافرانال ( $28/91$ ) متعلق به بنه‌های اسپانیایی ( $a_2$ ) بود، در حالی که بیشترین تعداد گل ( $27/21$ ) عدد بر متر مربع، وزن تر گل ( $13/58$  گرم بر متر مربع) و وزن خشک زعفران ( $0/144$  گرم بر متر مربع) را بنه‌های ایرانی ( $a_1$ ) تولید کرد. همچنین بیشترین تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک زعفران در سال دوم بدست آمد (جدول ۱). تولید گل در سال اول بستگی به تراکم و اندازه بنه‌ها داشته و مدیریت تغذیه می‌تواند بر شاخص‌های گل در سال‌های بعدی مؤثر واقع شود. بنه نقش اساسی در چرخه زندگی گیاه داشت، زیرا منبع ذخیره مواد فتوسنتزی مورد نیاز گیاه بعد از مرحله خواب و در مراحل اولیه رشد محسوب می‌شود (*Negbi, 1999*).

نمونه‌ها در سال دوم به پژوهشکده علوم و صنایع غذایی در مرکز پارک علم و فناوری خراسان رضوی جهت تعیین خصوصیات کیفی ارسال گردید. برای تعیین خصوصیات بنه‌های دختری از هر کرت یک ردیف کاشت ( $0/25$  متر مربع) در خرداد ماه، زمانی که بنه‌ها در حال استراحت کامل بودند، برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید.

عملکرد گل در طی دو سال به صورت فاکتوریل- اسپلیت پلات در زمان و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی آنالیز شد (تراکم و نوع بنه به صورت فاکتوریل و گل‌دهی در طی دو سال به عنوان دو بار چین منظور گردید).

نتایج با نرم‌افزارهای *SAS Ver. 9.1* و *Excel 2010* مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جهت مقایسات میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (*LSD*) و در سطح احتمال پنج درصد استفاده و نمودارهای مربوطه ترسیم گردید.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های گل و بنه زعفران بیانگر اثرات معنی‌دار تراکم کاشت و نوع بنه بر تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک زعفران (کلاله + خامه) بود ( $p \leq 0/01$ ). از آنجا که در طی سال‌های متوالی تعداد و وزن بنه‌های زعفران افزایش می‌یابد، لذا اثرات سال بر نوع بنه و تراکم-های مختلف کاشت نیز معنی‌دار شد، در حالی که برهمکنش (سال  $\times$  تراکم  $\times$  نوع بنه) بر تعداد کل بنه، وزن تر گل، وزن خشک زعفران (کلاله + خامه) و تعداد گل معنی‌دار نبود. همچنین اثرات تراکم‌های مختلف کاشت بر شاخص‌های کیفی کروسین، پیکروکروسین و سافرانال معنی‌دار بود. در حالی که اثرات نوع بنه بر شاخص‌های فوق، به جزء کروسین، معنی‌دار نشد. بیشترین مقدار کروسین ( $202/01$ )، پیکروکروسین ( $72/23$ ) و سافرانال ( $36/30$ ) در تراکم ۴۰ بنه در متر مربع ( $d_1$ ) حاصل شد (جدول ۱). در حالی که تراکم فوق از لحاظ تولید تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک در مقام دوم قرار گرفت و بیشترین تعداد گل ( $30/250$ ) عدد بر متر مربع، وزن تر گل ( $15/125$  گرم بر متر مربع) و وزن خشک ( $0/160$  گرم بر متر مربع) مربوط

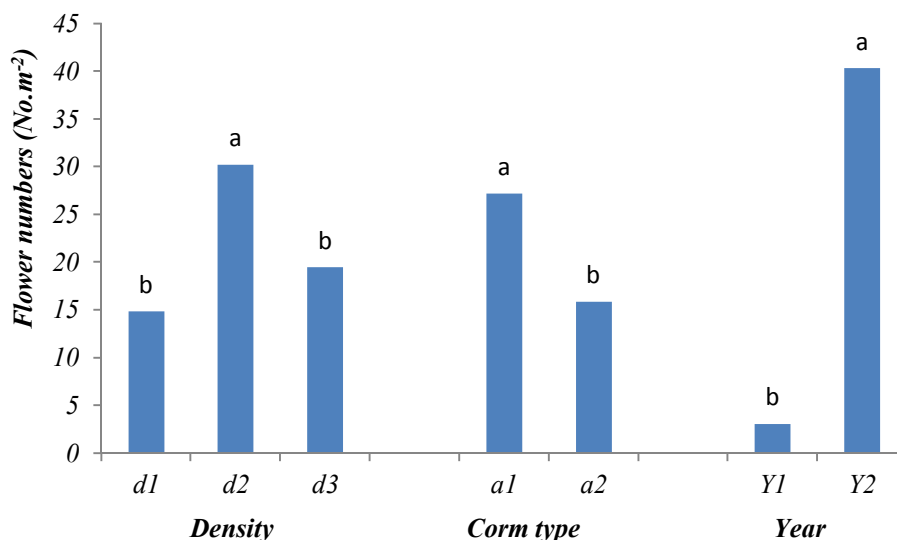
جدول ۱. مقایسه میانگین تأثیر تراکم‌های مختلف و نوع بنه بر گل و شاخص‌های کیفی زعفران در سال‌های اول و دوم

Table 1. Mean comparisons for the effect of different plant densities and corm types on flower and quality characteristics of saffron at the first and second years

تیمار Treatments	سافرانال Safranal ( $\theta$ ) 330nm	پیکروکروسین Picrocrocin( $\phi$ ) 257nm	کروسین Crocin ( $\omega$ ) 440nm	مرجع ایزو ISO Reference crocin and picrocrocin	وزن خشک کلاله+خامه Dry weight stigma +style ( $g.m^{-2}$ )	وزن تر گل Flower fresh weight ( $g.m^{-2}$ )	تعداد گل Flower number ( $No.m^{-2}$ )
تراکم (تعداد در متر مربع)							
<b>Density (corms.m<sup>-2</sup>)</b>							
40	30.36 <sup>a*</sup>	72.23 <sup>a</sup>	202.01 <sup>a</sup>	I	0.079 <sup>b</sup>	7.406 <sup>b</sup>	14.875 <sup>b</sup>
48	29.19 <sup>ab</sup>	69.23 <sup>b</sup>	194.93 <sup>b</sup>	I	0.160 <sup>a</sup>	15.125 <sup>a</sup>	30.250 <sup>a</sup>
60	28.62 <sup>b</sup>	68.73 <sup>b</sup>	194.22 <sup>b</sup>	I	0.103 <sup>b</sup>	9.750 <sup>b</sup>	19.500 <sup>b</sup>
LSD 5%	1.270	2.879	6.165		0.028	2.661	5.312
نوع بنه							
<b>Corm type</b>							
ایرانی Iranian	29.87 <sup>a</sup>	68.90 <sup>a</sup>	193.38 <sup>b</sup>	I	0.144 <sup>a</sup>	13.58 <sup>a</sup>	27.21 <sup>a</sup>
اسپانیایی Spanish	28.91 <sup>a</sup>	71.24 <sup>a</sup>	200.73 <sup>a</sup>	I	0.084 <sup>b</sup>	7.94 <sup>b</sup>	15.87 <sup>b</sup>
LSD 5%	1.037	2.351	5.034		0.023	2.17	4.34
سال							
<b>Year</b>							
اول First	-	-	-		0.016 <sup>b</sup>	1.521 <sup>b</sup>	3.042 <sup>b</sup>
دوم Second	-	-	-		0.212 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	40.042 <sup>a</sup>
LSD 5%	-	-	-		0.023	2.17	4.34

\* در هر ستون و برای هر جزء، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند. میانگین‌های استفاده شده در آزمون متوسط دو سال آزمایش می‌باشند.

\* Means in each column and for each component, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test. Means are averaged over two growing seasons.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر ساده تراکم کاشت، نوع بنه و سال بر تعداد گل زعفران

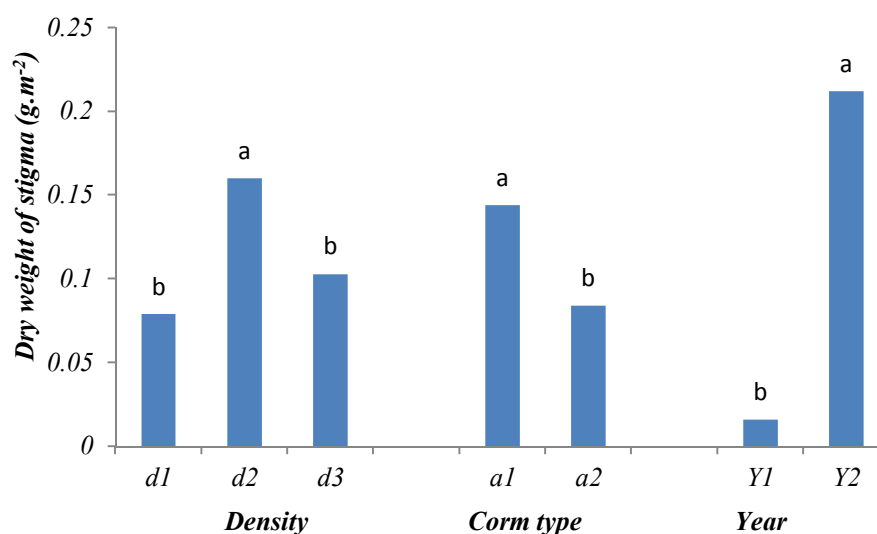
**Fig. 2. Mean comparisons for the simple effect of planting density, corm type and year on flower number of saffron**

$a_1$  = بنه ایرانی،  $a_2$  = بنه اسپانیایی،  $d_1$  = ۴۰ بنه در متر مربع،  $d_2$  = ۴۸ بنه در متر مربع،  $d_3$  = ۶۰ بنه در متر مربع،  $Y_1$  = سال اول و  $Y_2$  = سال دوم

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری بر مبنای آزمون *LSD* در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

$a_1$ : Iranian corm,  $a_2$ : Spanish corm,  $d_1$ : 40 corms.m<sup>-2</sup>,  $d_2$ : 48 corms.m<sup>-2</sup>,  $d_3$ : 60 corms.m<sup>-2</sup>,  $Y_1$ : the first and  $Y_2$ : the second year

Means followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level, using *LSD* Test.



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر ساده تراکم کاشت، نوع بنه و سال بر وزن خشک کلاله زعفران

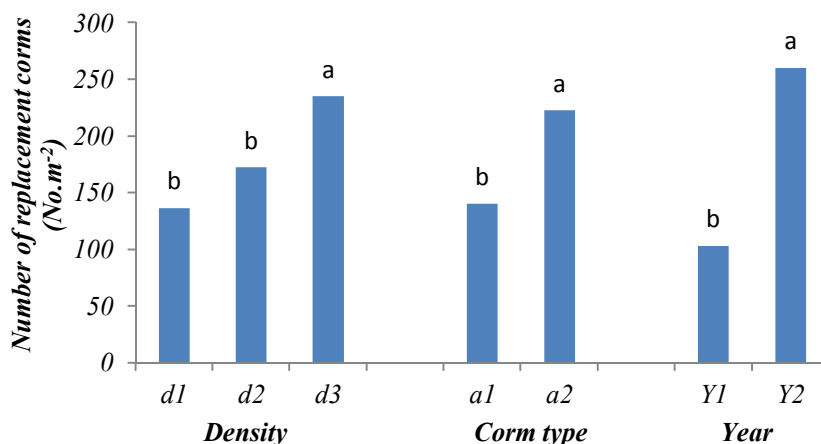
**Fig. 3. Mean comparisons for the simple effect of planting density, corm type and year on dry stigma weight of saffron**

$a_1$  = بنه ایرانی،  $a_2$  = بنه اسپانیایی،  $d_1$  = ۴۰ بنه در متر مربع،  $d_2$  = ۴۸ بنه در متر مربع،  $d_3$  = ۶۰ بنه در متر مربع،  $Y_1$  = سال اول و  $Y_2$  = سال دوم

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری بر مبنای آزمون *LSD* در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

$a_1$ : Iranian corm,  $a_2$ : Spanish corm,  $d_1$ : 40 corms.m<sup>-2</sup>,  $d_2$ : 48 corms.m<sup>-2</sup>,  $d_3$ : 60 corms.m<sup>-2</sup>,  $Y_1$ : the first and  $Y_2$ : the second year

Means followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level, using *LSD* Test.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر ساده تراکم کاشت، نوع بنه و سال بر تعداد بنه‌های دختری زعفران

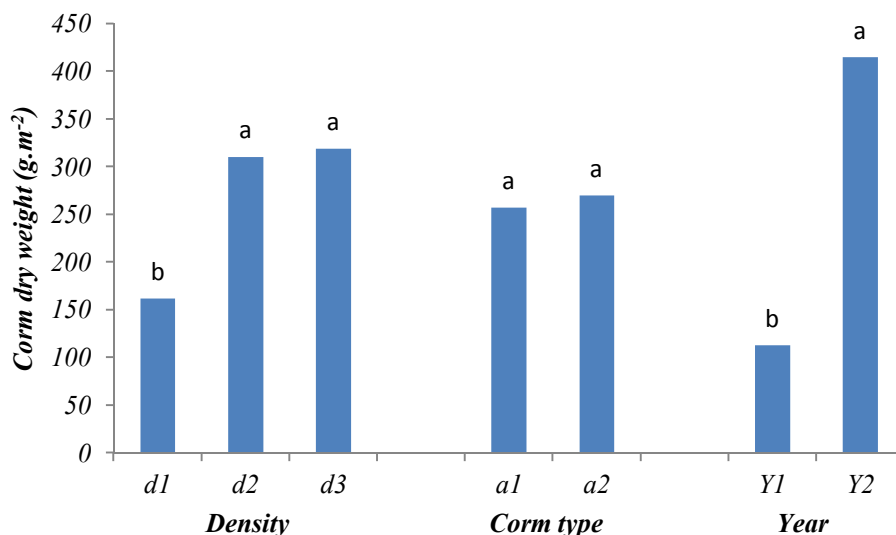
**Fig. 4. Mean comparisons for the simple effect of planting density, corm type and year on daughter corm number of saffron**

$a_1$  = بنه ایرانی،  $a_2$  = بنه اسپانیایی،  $d_1$  = ۴۰ بنه در متر مربع،  $d_2$  = ۴۸ بنه در متر مربع،  $d_3$  = ۶۰ بنه در متر مربع،  $Y_1$  = سال اول و  $Y_2$  = سال دوم

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری بر مبنای آزمون *LSD* در سطح پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

$a_1$ : Iranian corm,  $a_2$ : Spanish corm,  $d_1$ : 40 corms.m<sup>-2</sup>,  $d_2$ : 48 corms.m<sup>-2</sup>,  $d_3$ : 60 corms.m<sup>-2</sup>,  $Y_1$ : the first and  $Y_2$ : the second year

Means followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level, using *LSD* Test.



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر ساده تراکم کاشت، نوع بنه و سال بر وزن خشک بنه زعفران

**Fig. 5. Mean comparisons for the simple effect of planting density, corm type and year on dry corm weight of saffron**

$a_1$  = بنه ایرانی،  $a_2$  = بنه اسپانیایی،  $d_1$  = ۴۰ بنه در متر مربع،  $d_2$  = ۴۸ بنه در متر مربع،  $d_3$  = ۶۰ بنه در متر مربع،  $Y_1$  = سال اول و  $Y_2$  = سال دوم

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری بر مبنای آزمون *LSD* در سطح پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

$a_1$ : Iranian corm,  $a_2$ : Spanish corm,  $d_1$ : 40 corms.m<sup>-2</sup>,  $d_2$ : 48 corms.m<sup>-2</sup>,  $d_3$ : 60 corms.m<sup>-2</sup>,  $Y_1$ : the first and  $Y_2$ : the second year

Means followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level, using *LSD* Test.

همبستگی معکوس با تعداد گل، و رابطه مثبت با وزن هر کلاله دارد (Gresta et al., 2009). نتایج این آزمایش نیز در راستای تحقیقات فوق بوده و نشان داد که بهترین کیفیت زعفران در تراکم ۴۰ بنه در متر مربع حاصل شد، در حالی که در این تراکم تعداد گل و وزن خشک زعفران تولید شده حداقل بود.

گل زعفران تولید شده توسط بنه‌های ایرانی در مقایسه با بنه‌های اسپانیایی بیشتر بود، در حالی که بنه‌های اسپانیایی به تقویت اندام‌های زیرزمینی پرداخته و بنه بیشتری تولید نمودند. رانگاهو (Rangahou, 2003) گزارش کرد که اندازه بنه تأثیر معنی‌داری بر تولید بنه‌های دختری، تولید گل و عملکرد زعفران در سال‌های اول و بعدی دارد؛ بطوری که با افزایش اندازه بنه تعداد گل و وزن گل‌های تولید شده افزایش یافت (Rangahou, 2003).

بیشترین تعداد بنه دختری را بنه‌های اسپانیایی و تراکم ۶۰ بنه در متر مربع در سال دوم تولید کرد (شکل‌های ۴ و ۵). با وجود تفاوت در مقدار کروسین، پیکروکروسین و سافرانال در تراکم‌های مختلف کشت، اما هر دو نوع زعفران ایرانی و اسپانیایی، بر اساس طبقه‌بندی ISO، در گروه درجه یک قرار گرفتند (جدول ۲). با توجه به رابطه همبستگی بین اندازه یا عملکرد بنه با عملکرد گل (Kumar et al., 2009; Gresta et al., 2008)، پیش‌بینی می‌شود که تراکم زعفران بطور مثبتی مؤثر بر تعداد گل در واحد سطح باشد، اما این معمولاً وابسته به کاهش وزن هر کلاله است. بنابراین، با افزایش تعداد گل در واحد سطح از وزن هر کلاله کاسته می‌شود، لذا این یک عامل محدودکننده در عملکرد نهایی زعفران است (Gresta et al., 2009).

تجزیه و تحلیل‌ها بیانگر روابط همبستگی بین پارامترهای کمی و کیفی زعفران بود. کیفیت زعفران

جدول ۲. طبقه‌بندی کیفی زعفران بر اساس نورم ایزو ۲-۱/۳۶۳۲ (ISO, 2003) بر اساس جذب طول موج‌های مختلف محلول‌ها در غلظت‌های یکسان ( $E1\% (w/v)$ ) در ۲۵۷ و ۴۴۰ نانومتر (Gresta et al., 2009)

Table 2. Sample classification on the basis of ISO 3632/1-2 normative (ISO, 2003) accordingly, the absorbance readings at different wavelengths of solutions of the same concentration ( $E1\% (w/v)$ ) at 257 and 440 nm (Gresta et al., 2009)

گروه‌بندی ایزو ISO category	$E1\% 257nm$	$E1\% 440nm$
I	70	190
II	55	150
III	40	100

### نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که تراکم ۴۸ بنه در متر مربع، مطلوب‌ترین تراکم از لحاظ تولید گل و تراکم ۶۰ بنه در متر مربع از نظر تولید بنه بود. همچنین تراکم ۴۰ بنه در متر مربع بالاترین کیفیت زعفران را تولید نمود. بنه‌های اسپانیایی نسبت به بنه‌های ایرانی دارای بیشترین مقدار کروسین، پیکروکروسین و سافرانال بوده لذا از نظر شاخص‌های کیفی برتر بودند. بالعکس بنه‌های ایرانی گل بیشتری تولید نموده و عملکرد کمی بیشتری نسبت به بنه‌های اسپانیایی داشتند.

از آنجا که مقدار عملکرد زعفران در سال اول به شدت تحت تأثیر اندازه بنه و تراکم کشت می‌باشد و این بنه‌ها با رشد و نمو خود تولید بنه‌های دختری می‌نمایند که به عنوان بذر در سال دوم محسوب شده و مقدار عملکرد را تعیین می‌کنند، بنابراین، می‌توان گفت که به همین ترتیب، مقدار عملکرد در هر سال تحت تأثیر بنه‌های جدید تولید شده سال قبل است. لذا تغذیه برگ‌ی مناسب جهت دستیابی به بنه‌های درشت‌تر و توسعه ریشه‌ها در بنه قابل توصیه می‌باشد (Behdani et al., 2006; Koocheki et al., 2011).



وسیله از حمایت‌های مالی آن دانشگاه تشکر و سپاس‌گزاری می‌شود.

## قدردانی

هزینه‌های مورد نیاز جهت انجام این طرح توسط معاونت پژوهشی دانشگاه تربت‌حیدریه انجام شده است که بدین

## منابع

- Abdullaev, F.I., and Espinosa-Aguirre, J.J., 2004. Biomedical properties of saffron and its potential use in cancer therapy and chemoprevention trials. *Cancer Detect. Prev.* 28, 426–432.
- Abdullaev, F.I., 2002. Cancer chemopreventive and tumoricidal properties of saffron (*Crocus sativus* L.). *Exp. Biol. Med.* 227, 20–25.
- Afghanistan Statistical Year Book., 2016. Ministry of Agriculture, Irrigation and Livestock.
- Agayev, Y.M., Fernandez, J.A., and Zarifi, E., 2009. Clonal selection of saffron (*Crocus sativus* L.): The first optimistic experimental results. *Euphytica.* 169, 81–99.
- Behdani, M.A., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Rezvani Moghaddam, P., 2006. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). *Iran. J. Field Crop Res.* 3, 1–14. [in Persian with English Summary].
- Beheshti, A., and Faravani, M., 2003. Investigation the effect of different planting proportions and densities on yield and yield components of saffron and caraway mixed cropping. 3<sup>rd</sup> National Congress of Saffron, Mashhad, Iran, 2-3 December. [in Persian with English Summary].
- Bhandari, P.R., 2015. *Crocus sativus* L. (saffron) for cancer chemoprevention: A mini review. *J. Trad. Compl. Med.* 5, 81–87.
- Carmona, M., Zalacain, A., Sanchez, A.M., Novella, J.L., and Alonso, G.L., 2006. Crocetin esters, picrocrocine and its related compounds present in *Crocus sativus* stigmas and *Gardenia jasminoides* fruits. Tentative identification of seven new compounds by LC-ESI-MS. *J. Agric. Food Chem.* 54, 973–979.
- Ghorbani, M., 2007. The economics of saffron in Iran. *Acta Hort.* 739, 321–331.
- Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G., 2009. Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. *Sci. Hort.* 119, 320–324.
- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G., 2008a. Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield, daughter corms and qualitative aspects of saffron (*Crocus sativus* L.) in a Mediterranean environment. *J. Sci. Food Agric.* 88, 1144–1150.
- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G., 2008b. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 28, 95–112.
- ISO., 2003. Saffron (*Crocus sativus* L.) Part I: Specifications, and Part II: Test Methods. International Standards Organization, Geneva, Switzerland, ISO 3632-1/2.
- Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A., 2002. Saffron, Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran. 276 pp. [in Persian].
- Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., and Mohammad Abadi, A.A., 2011. Investigation on the effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). *J. Water Soil.* 25, 196–206. [in Persian with English Summary].
- Koocheki, A., Siahmarguee, A., Azizi, G., Jahani, M., and Alimoradi, L., 2009a. The effect of plant density and depth on agronomic characteristic of saffron (*Crocus sativus* L.) 3<sup>rd</sup> International symposium on saffron. Forthcoming challenges in cultivation, Research and

- Economics*. 20-23 May. Korokos, Kozami, Greece.
- Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S., 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: a comprehensive review. *Food Rev. Int.* 25, 44–85.
- Lozano, P., Castellar, M.R., Simancas, M.J., and Iborra, J.L., 1999. Quantitative high performance liquid chromatographic method to analyse commercial saffron (*Crocus sativus* L.) products. *J. Chromatogr.* 830, 477–483.
- Magesh, V., Singh, J.P.V., Selvendiran, K., Ekambaram, G., and Sakthisekaran, D., 2006. Antitumour activity of crocetin in accordance to tumor incidence, antioxidant status, drug metabolizing enzymes and histo pathological studies. *Mol. Cell. Biochem.* 287 (1–2), 127–135.
- Mathew, B., 1999. Botany, taxonomy and cytology of *C. sativus* L. and its allies. In: Negbi, M., (Ed.), *Saffron: Crocus sativus* L. Harwood Academic Publishers, Amsterdam, pp. 19–30.
- Mc-Gimpsey, G.A., Douglas, M.H., and Wallace, A.R., 1997. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in New Zealand. *New Zealand J. Crop Hort. Sci.* 25, 159-168.
- Naderi-Darbaghshahi, M.R., Khajeh-Bashi, S.M., Bani-Ateba, S.A.R., and Deh-Dashti, S.M., 2008. Effects of planting method, density and depth on yield and exploitation period of saffron (*Crocus sativus* L.) in Isfahan. *J. Seed Plant* 24, 643-657. [in Persian with English Summary].
- Negbi, M., 1999. *Saffron: Crocus sativus* L. Harwood Academic Publishers, Australia. pp. 1-18.
- Rangahou, M.K., 2003. Growing saffron. *The world's most expensive spice. Crop Food Res.* 20, 1-4.
- Renau-Morata, B., Nebauer, S.G., Sánchez, M., and Molina, R.V., 2012. Effect of corm size, water Stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). *Ind. Crop Prod.* 39, 40–46.
- SAS Institute., 2003. *SAS/STAT User's Guide, Version 9.1.* SAS Institute, Cary, NC.
- Tarantilis, P.A., and Polissiou, M., 1997. Isolation and identification of the aroma constituents of saffron (*Crocus sativa* L.). *J. Agric. Food Chem.* 45, 459–462.



## ***Effect of Planting Density on Flower Quality in Two Types of Saffron (Crocus sativus L.)***

***Ramin Nazarian<sup>1</sup>, Hossein Sahabi<sup>2\*</sup>***

*1- Professor, Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Heart University, Afghanistan*

*2- Member of the Scientific Board, Faculty of Agriculture, University of Torbat Heydarieh, Iran*

*\*Corresponding Author E- mail: [h.sahabi@torbath.ac.ir](mailto:h.sahabi@torbath.ac.ir)*

*Received 5 March 2017; Accepted 14 October 2017*

### ***Abstract***

*Saffron (Crocus sativus L.) is one of the most valuable medicinal cash crops that mainly cultivated in arid and semi-arid areas. In order to study the effect of planting density on flower quality in Iranian and Spanish corms of saffron, an experiment was conducted as factorial layout based on a randomized complete block design with three replications during two growing seasons (2013-2014 and 2014-2015). Two corm types ( $a_1$ : Iranian and  $a_2$ : Spanish corms) and three planting densities ( $d_1$ : 40,  $d_2$ : 48 and  $d_3$ : 60 corms.m<sup>-2</sup>) were considered as treatments. The results showed that the effect of different planting density on crocin, picrocrocin and safranal contents were significant ( $p \leq 0.01$ ). The highest numbers of crocin (202.01), picrocrocin (72.23) and safranal (36.30) contents were obtained in 40 corms.m<sup>-2</sup>, moreover the highest number of crocin (200.73), picrocrocin (71.24) and safranal (28.91) contents were obtained in Spanish corm. However, the highest numbers of flower (27.21 flowers.m<sup>-2</sup>), flower fresh weight (13.58 g.m<sup>-2</sup>) and dry weight (stigma+style) (0.144 g.m<sup>-2</sup>) were obtained from Iranian corms. Spanish corm in comparison with Iranian corm was produced more crocin, picrocrocin and safranal contents. In contrast, Iranian corms produced the highest saffron dry weight.*

***Key words: Crocin, Picrocrocin, Safranal, Stigma yield.***