نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۶۴۶-۶۳۵

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.3, Fall 2018, p. 635-646

بررسی اثر دامنه وسیع وزن بنه بر رشد و گلدهی زعفران (*Crocus sativus* L.)

علیرضا کوچکی[1*]، مهدی نصیری محلاتی[1]، عبداله ملافیلابی[2] و علی نوروزیان[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۱۰

کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، ملافیلابی، ع.، و نوروزیان، ع. ۱۳۹۷. بررسی اثر دامنه وسیع وزن بنه بر رشد و گلدهی زعفران (*Crocus sativus* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۳): ۶۴۶-۶۳۵.

چکیده

به‌منظور بررسی اثر دامنه وسیع وزن بنه بر رشد و گلدهی زعفران (*Crocus sativus* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. ده وزن بنه شامل کمتر از ۲، ۱-۲/۱، ۱۰-۶/۱، ۱۲-۱۰/۱، ۱۴-۱۲/۱، ۱۶-۱۴/۱، ۱۸-۱۶/۱، ۲۰-۱۸/۱، ۲۴-۲۰/۱ و بیشتر از ۲۴ گرم زعفران به عنوان تیمار مدنظر قرار گرفتند. فاکتورهای مورد مطالعه شامل تعداد و وزن تر گل، وزن تر و خشک کلاله، درصد بنه‌های فاقد گل در گروه‌های مختلف وزنی، بنه‌های یک، دو، سه و چهار گل و بیشتر، تعداد کل بنه تولیدی دختر، تعداد بنه‌های تولید شده دختری در گروه‌های وزنی کمتر از ۴، ۸-۴، ۱۲-۸ و بیشتر از ۱۲ گرم بودند. نتایج نشان داد که اثر دامنه وسیع وزن بنه بر تمامی صفات مورد مطالعه زعفران در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین تعداد گل برای وزن بنه بیشتر از ۲۴ گرم برابر با ۱/۳۰۰/۰۰۰ گل در هکتار تولید شد. ۹۹/۳۴ درصد بنه‌های کمتر از ۲ گرم فاقد گل‌آوری بودند. بنه‌های ۱۶ گرم به بالا توان گل‌آوری نداشته و بنه‌های ۲۰/۱ تا ۲۴ گرم و بیشتر از ۲۴ گرم از بالاترین تعداد ۳ و ۴ گل و بیشتر برخوردار بودند. بیشترین عملکرد خشک کلاله نیز به همین تیمارها تعلق داشت که این برتری نسبت به تیمار وزن بنه ۶/۱ تا ۱۰ گرم، ۷۵ درصد افزایش داشت. کمترین و بیشترین تعداد بنه‌های دختری تولید شده به‌ترتیب مربوط به وزن کمتر از ۲ گرم با ۶۳۰۰۰ بنه، بیشتر از ۲۴ گرم به تعداد ۲۵/۵۵۰/۰۰۰ بنه در هکتار بود و وزن‌های ۱۶-۱۴/۱ گرم و کمتر از ۲ گرم به‌ترتیب با ۱۱۵ و ۲۵ عدد بنه دختری کمتر از ۴ گرم و وزن‌های بیشتر از ۲۴ و ۱۰/۱ تا ۱۲ گرم بیشترین و کمترین بنه‌های ۸-۴ گرم را به خود اختصاص دادند. بیشترین بنه‌های ۸ تا ۱۲ گرم و بیشتر از ۱۲ گرم مربوط به وزن بنه بیشتر از ۲۴ گرم و کمترین آن‌ها به وزن کمتر از ۲ گرم و ۲/۱ تا ۶ گرم اختصاص داشت.

واژه‌های کلیدی: بنه دختری، تعداد گل، وزن تر کلاله، وزن خشک کلاله

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) به عنوان گیاهی ادویه‌ای، افزودنی و طعم‌دهنده در صنایع غذایی مورد استفاده است، علاوه بر آن دارای کاربردهای دارویی متعددی نیز می‌باشد (Hossienzadeh & Sadeghnia, 2005; Maggi et al., 2010; Siracusa et al., 2010). زعفران گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان از جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران برخوردار است، به‌طوری‌که بیش از ۹۰ درصد از تولید زعفران دنیا به ایران تعلق دارد (Arsalan et al., 2006; Mohammad-Abadi et al., 2006). کابالرو- ارتگا و همکاران (Caballero-Ortega et al., 2000) اظهار داشتند که زعفران ایران، دارای بیشترین غلظت کروسین، پیکروکروسین و سافرانال می‌باشد. ایران بزرگ‌ترین تولیدکننده و صادرکننده زعفران در جهان است و بیش از ۹۵ درصد تولید جهانی این محصول گران‌بها به ایران اختصاص دارد (Kafi et al., 2002). استان‌های خراسان رضوی و جنوبی، دو قطب عمده

۱- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استادیار گروه زیست فناوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، ایران
۳- دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: akooch@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jag.v10i3.32435

تولید زعفران در کشور محسوب می‌شوند (Mollafilabi & Shoorideh, 2009). سطح زیر کشت این گیاه در ایران در سال ۱۳۹۰ بالغ بر ۷۲۱۶۲ هکتار بود که بیش از ۷۰۰۰۰ هکتار آن به دو استان‌های خراسان رضوی و جنوبی (۵۷۰۰۰ هکتار به خراسان رضوی و ۱۳۰۰۰ هکتار به خراسان جنوبی) اختصاص داشت (Jihad Keshavarzi Khorasan Razavi, 2012). بدیهی است که از طریق افزایش تولید و توسعه صادرات زعفران به روش صحیح می‌توان درآمد ارزی قابل اطمینانی را برای کشور تأمین کرد.

شناخت عوامل افزایش‌دهنده کمیت و کیفیت محصول در بوم‌نظام‌های زراعی، امری الزامی بوده که باید جهت دستیابی به عملکرد مطلوب مورد توجه قرار گیرد (Koocheki et al., 1997). عوامل زیادی نظیر اقلیم، علف‌های هرز، بیماری‌ها، آبیاری، تاریخ کاشت، کاربرد انواع کودها اعم از شیمیایی، بیولوژیک و حیوانی در تعیین کمیت و کیفیت محصول ارزشمند زعفران نقش به‌سزایی دارند. از جمله دلایل پایین بودن عملکرد در نواحی زعفران‌کاری سنتی ایران مربوط به استفاده از بنه‌های کوچک و با وزن کم می‌باشد (Hemmati- Kakhki & Hosseini, 2003)؛ در حالی‌که در اسپانیا از بنه‌های درشت، با وزن بالا و سالم استفاده می‌شود (Rashed- Mohassel et al., 1989).

از آن‌جا که در زعفران مرحله رشد زایشی قبل از رشد رویشی رخ می‌دهد (Kafi et al., 2002)، مشخص است که ذخیره اندام‌های زیرزمینی و به‌ویژه بنه می‌تواند نقش مؤثری بر گلدهی و در نتیجه عملکرد داشته باشد. رمضانی (Ramezani, 2000) با بررسی اثر وزن بنه بر عملکرد گل زعفران در نیشابور گزارش کرد که اثر وزن بنه بر عملکرد گل معنی‌دار بود، به‌طوری‌که استفاده از بنه‌های درشت نه تنها باعث بهبود تولید گل در سال اول شد، بلکه از طریق تولید تعداد بنه‌های دختری بیشتر نیز منجر به بهبود گلدهی و افزایش کارایی مزرعه در سال‌های بعدی گردید. تحقیقات نشان داده است که برای کاشت باید بنه‌های با وزن بیشتر از ۸ گرم انتخاب شوند، زیرا بنه‌های درشت نه تنها در سال اول از تولید و عملکرد مناسبی برخوردارند، بلکه از طریق تولید بنه‌های دختری بیشتر و درشت‌تر نیز ظرفیت گل‌آوری و عملکرد مزرعه را در سال‌های بعد افزایش می‌دهند (Ghasemi Rooshnava et al., 2009). نتایج تحقیقات مانا (Mana, 2003) نشان داد که وزن بنه زعفران به‌طور معنی‌داری گلدهی و عملکرد را تحت تأثیر قرار داد. همچنین گزارش شده است که وزن بنه، اثر چشم‌گیری بر تولید بنه‌های دختری و متعاقب آن عملکرد گل در زعفران داشت (Kumar et al., 2009). نتایج برخی دیگر از مطالعات نیز مؤید بهبود گل‌آوری زعفران تحت تأثیر کاشت بنه‌های مادری درشت‌تر می‌باشد (Singhetal, 1994; Nassiri Mahallati et al., 2008). بنابراین، کاشت بنه‌های با وزن بنه بیش از ۱۰ گرم برای دستیابی به عملکرد بالا در زراعت زعفران مورد تأکید برخی محققان می‌باشد (Sadeghi, 1993).

نتایج تحقیقات نشان داده است که با افزایش وزن بنه تعداد گل‌ها نیز اضافه می‌شود، به‌طوری‌که بیشترین گلدهی برای بنه‌های ۲۲/۵، ۲۳/۵، ۲۶/۵ گرم به‌ترتیب با تولید ۲/۲، ۳/۴، ۲/۶ گل به‌ازای هر بنه در سال‌های اول تا سوم به‌دست آمد (Mashayekhi et al., 2006). همچنین در تحقیق دیگری ثابت شده است که بنه‌های درشت‌تر از توان گل‌آوری بالاتری برخوردارند (Sadeghi, 2012). این موضوع در تحقیقات توسط دیگر محققان نیز مشخص شده است که با بیشتر شدن وزن بنه زعفران، پتانسیل گلدهی و عملکرد اقتصادی در سال اول بهبود می‌یابد (Mollafilabi, 2012; Benabaji et al., 2012; Gowhar et al., 2012). ملافیلابی (Mollafilabi, 2012) گزارش نمود که بنه‌های تا شش گرم در سال اول از توان گل‌آوری برخوردار نبوده و بیشترین گل و تعداد جوانه از بنه‌های با وزن ۳۰ گرم به بالا به‌ترتیب، به تعداد ۳/۶ و ۷/۳ جوانه از هر بنه به‌دست آمد. نتایج مطالعه رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) نیز نشان داد که افزایش وزن بنه‌های با کمتر از ۵ گرم به بیشتر از ۸ گرم باعث بهبود وزن کلاله در هر دو سال بیش از ۱۰۰ درصد شد. نتایج برخی دیگر از تحقیقات نیز با بررسی ارتباط بین وزن بنه مادری و عملکرد زعفران، تأثیر مثبت بنه‌های درشت‌تر در تولید بنه‌های دختری بزرگ‌تر و بهبود عملکرد را مورد تأیید قرار داده است (Badyiyala & Saroch, 1977; Kaushal & Upadhyay, 2002; Omidbaigi et al., 2002; Nassirri Mahallati et al., 2008). مولینا و همکاران (Molina et al., 2005) دلیل بهبود عملکرد را در شرایط استفاده از بنه‌های درشت‌تر به تقسیم سلولی سریع‌تر و در نتیجه تسریع در وقوع مراحل فنولوژیکی نسبت دادند.

همچنین به نظر می‌رسد که افزایش قطر بنه از طریق افزایش احتمال سبز شدن و تعداد برگ‌ها، درصد گل‌آوری و پتانسیل گلدهی زعفران را به‌طور مثبتی تحت تأثیر قرار دهد. در همین راستا، کاشت بنه‌هایی با قطر بیشتر از سه سانتی‌متر با وزن تقریبی ۱۰ گرم توصیه

شده است (Pandy & Srivastava, 1979). تفاوت یک سانتی‌متر در قطر بنه می‌تواند منجر به افزایش تولید زعفران تا سه برابر گردد (Molina et al., 2010). تمایز بین وزن‌های متفاوت بنه از طریق تغییر قطر، یکی دیگر از توصیه‌های زراعی مفید می‌باشد، زیرا افزایش قطر بنه، سایر خصوصیات رشد و عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Molina et al., 2010).

با توجه به جایگاه استراتژیک زعفران در کشاورزی ایران و نقش به‌سزای آن در صادرات جهانی، انجام مطالعه در زمینه بهبود و مدیریت زراعت این گیاه می‌تواند نقش مهمی در توسعه این محصول بومی ایران داشته باشد. به هرحال علی‌رغم این‌که وزن بنه مادری زعفران تأثیر به‌سزایی بر میزان عملکرد آن دارد، ولی تاکنون از وزن بنه مناسب و استاندارد جهت کشت برای گلدهی و بررسی خصوصیات رشد بنه تحقیق چندانی انجام نگرفته است، لذا هرگونه بررسی که در جهت بالا بردن میزان تولید محصول این گیاه انجام گیرد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی اثر دامنه وسیع وزن بنه بر رشد و گلدهی زعفران در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح) در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. قبل از کاشت جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انجام گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Soil physical and chemical properties of soil

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	اسیدیته pH	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن (درصد) N (%)	رس (درصد) Clay (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	شن (درصد) Sand (%)	درصد اشباع SP (%)	درصد آهک T.N.V (%)
1.638	0.599	8.15	270	33	0.054	43	47	30	36.77	17.66

ده گروه وزنی بنه مادری شامل کمتر از ۲، ۶-۲/۱، ۱۰-۶/۱، ۱۲-۱۰/۱، ۱۴-۱۲/۱، ۱۶-۱۴/۱، ۱۸-۱۶/۱، ۲۰-۱۸/۱، ۲۴-۲۰/۱ و بیشتر از ۲۴ گرم به عنوان تیمار مدنظر قرار گرفتند. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه، دیسک و لولر انجام و سپس اقدام به کرت-بندی زمین به ابعاد ۱×۱ متر با فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر (تراکم ۵۰ بنه در مترمربع) شد. بین کرت‌ها ۴۰ سانتی‌متر و بین بلوک‌ها یک متر فاصله به عنوان راهرو در نظر گرفته شد. عملیات کاشت بنه‌ها در ۱۳ شهریور ماه در عمق ۱۵ سانتی‌متر خاک با استفاده از دست انجام گرفت. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و دومین آبیاری به‌صورت سبک یک هفته بعد از آبیاری اول با هدف تسهیل در خروج جوانه-های گل‌های زعفران از خاک انجام شد. در فاصله دو آبیاری نیز یک مرتبه سله‌شکنی صورت گرفت. عملیات مبارزه با علف‌های هرز نیز بنابر ضرورت در طول فصل رشد انجام شد.

برداشت دستی گل‌ها در اواسط آبان ماه به‌صورت روزانه و عملیات برداشت بنه در نیمه اول خرداد ماه انجام شد. صفات اندازه-گیری شده شامل تعداد بنه‌های فاقد گل، تعداد بنه‌های تک گل، دو گل، سه گل، چهار گل و بیشتر، تعداد کل بنه‌های دختری و تعداد بنه‌های دختری در گروه‌های وزنی کمتر از ۴، ۸-۴، ۱۲-۸ و بیشتر از ۱۲ گرم بود. در طی دوره گلدهی زعفران، تعداد و وزن گل و وزن تر کلاله به‌صورت روزانه اندازه‌گیری و در پایان دوره گلدهی نیز وزن خشک کلاله براساس روش هوا خشک در سایه با ترازوی ۰/۰۰۰۱ گرم حساسیت توزین و مشخص شد. تعداد کل بنه‌ها و عملکرد بنه‌های دختری گروه‌بندی شده به‌صورت تخریبی از مساحتی معادل ۰/۲۵ مترمربع تعیین شد. برای تعیین وضعیت چندگلی بنه‌ها، به جای قطع کردن گل‌ها از انتهای پایینی غلاف جام در هر برداشت، گل‌ها به وسیله ناخن از زیر جام گل قطع شدند. بدین‌ترتیب، میله غلاف گل به عنوان علامتی باقی گذاشته شد تا امکان ردیابی ظهور گل‌های جدید در برداشت‌های بعدی وجود داشته باشد. برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر دامنه وزن بنه‌ها بر خصوصیات کمی گل و بنه زعفران

Table 2- Variance of analysis (mean of squares) for the effects of corm weight on quantitative characteristics of flower and corm of saffron

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد گل Flower number	تعداد بنه بدون گل Number of corm without flower	تعداد بنه تک گل Number of corm with one flower	تعداد بنه ۲ گل Number of corm with two flowers	تعداد بنه سه گل Number of corm with three flowers	تعداد بنه ٤ گل و بیشتر Number of corm with four and more flowerds	تعداد روزهای گلدهی Days of flowering
تکرار Replication	2	0.862	16.668	0.336	0.604	0.172	0.89	8.97
تیمار Treatment	9	53.368**	158.355**	12.456**	14.028**	3.645**	1.234**	145.458*
خطا Error	18	0.129	12.6	0.247	0.367	0.085	0.084	4.11

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: are significant at the 5 and 1 probability levels, respectively.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر وزن بنه بر خصوصیات کمی گل و بنه زعفران

Continued Table 2- Variance of analysis (mean of squares) for the effect of corm weight on quantitative characteristics of flower and corm of saffron

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن تر گل Fresh weight of flower	وزن تر کلاله Fresh weight of Stigma	وزن خشک کلاله Dry weight of Stigma	تعداد بنه دختری Number of daughter corm	تعداد بنه کمتر از ٤ گرم Number of corms with <4 g	تعداد بنه ۸ـ٤ گرم Number of corms with 4-8 g	تعداد بنه ۱۲ـ۸ گرم Number of corms 8-12 g	تعداد بنه بیشتر از ۱۲ گرم Number of corms with >12 g
تکرار Replication	2	0.136	0.073	0.002	121.811	165.08	0.056	0.112	91.09
تیمار Treatment	9	21.856**	1.32**	0.134**	14903.533**	8987.028**	0.78**	0.67**	1693.305**
خطا Error	18	0.34	0.029	0.001	102.11	93.88	0.033	1.032	13.054

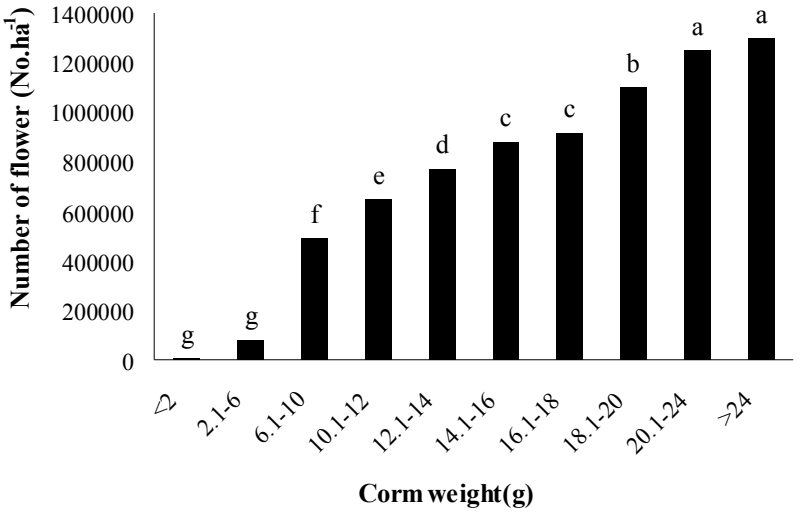
**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**: is significant at the 1 probability level.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر دامنه وزن بنه مادری بر خصوصیات رشد و عملکرد کمی زعفران در جدول ۲ ارائه شده است.

تعداد گل: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تعداد گل زعفران به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر دامنه وزنی بنه مادری قرار گرفت ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۲). همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، با افزایش وزن بنه تعداد گل زعفران نیز افزایش یافت، به‌طوری‌که بنه‌های کمتر از ۲ گرم کمترین میزان گل را تولید نمودند و بیشترین تعداد گل مربوط به بنه‌های با ۲۴-۲۰/۱ و بیشتر از ۲۴ گرم به‌ترتیب با ۱/۲۵۰/۰۰۰ و ۱/۳۰۰/۰۰۰ گل در هکتار بود (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر وزن بنه برتعداد گل زعفران

Fig. 1- Mean comparisons for the effect of corms weight on flower number of saffron

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، بر اساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند ($p\leq$۰/۰۵).

Means with the different letters have significant difference according to Duncan's test ($p\leq0.05$).

از آن‌جا که وزن بنه یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده ظرفیت گلدهی زعفران می‌باشد (Kafi et al., 2002; Molina et al., 2005)، لذا با افزایش وزن بنه مادری، تعداد گل نیز بهبود یافت. بدیهی است هرچه بنه‌های مادری از ذخیره غذایی بیشتری برخوردار بوده و درشت‌تر باشند، احتمال وجود جوانه‌های فعال نیز افزایش یافته که در نتیجه افزایش گلدهی را به‌دنبال خواهد داشت، به عبارت دیگر، مواد غذایی اندوخته شده در بنه‌های مادری به عنوان منشأ اصلی مواد ذخیره‌ای برای تشکیل و تکوین گل‌ها به عنوان سازنده مواد فتوسنتزی مطرح می‌باشند. این نتیجه با نتایج دیماستر و روتا (Demaastro & Ruta, 1993) که اعلام نمودند اندازه بنه بر گل‌آوری تأثیر داشته و بنه‌های درشت‌تر تعداد گل‌های بیشتری تولید می‌نمایند، مطابقت دارد. پاندی و همکاران (Pandy et al., 1973) نیز خاطر نشان ساختند که با افزایش قطر بنه، رشد، عملکرد و تعداد گل زعفران افزایش یافت.

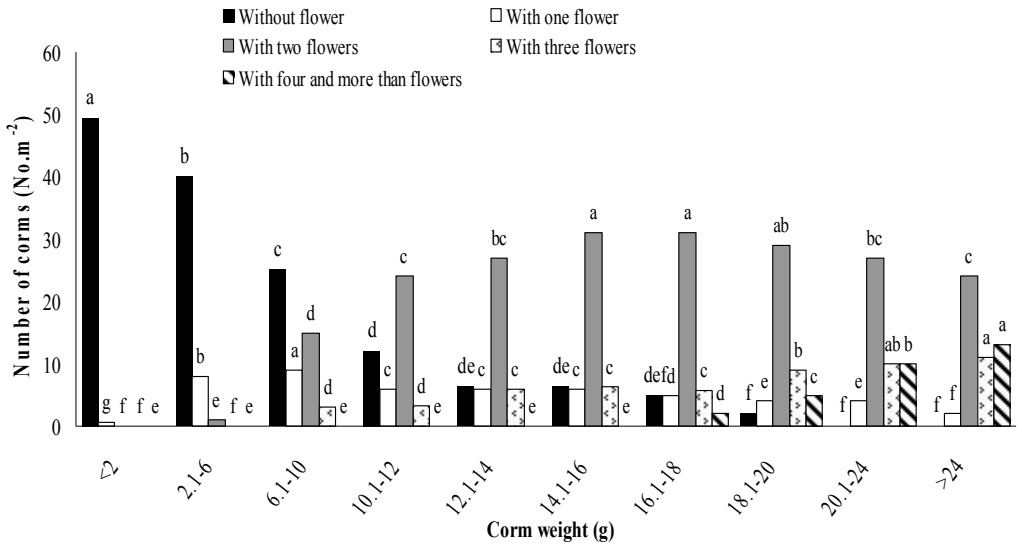
تعداد بنه‌های فاقد گل، تک گل، دو گل، سه گل، چهار گل و بیشتر: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر وزن‌های مختلف بنه بر تعداد گل در بنه زعفران معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۳)، به‌طوری‌که در وزن بنه کمتر از دو گرم، ۹۹/۳۴ درصد بنه‌ها فاقد گل و وزن‌های ۲۴-۲۰/۱ و بیشتر از ۲۴ گرم دارای صد درصد گلدهی بودند (جدول۴).

جدول ٤- درصد بنه‌های با و بدون گل زعفران در وزن‌های مختلف بنه

Table 3- Percentage of saffron corms with and without flower affected by different weights

تعداد بنه (تعداد در مترمربع) Corm number ($No.m^{-2}$)	وزن بنه (گرم) Corm weight (g)									
	>2	2.1-6	6.1-10	10.1-12	12.1-14	14.1-16	16.1-18	18.1-20	20.1-24	>24
با گل With flower	0.66	18	66	81.5	83	89.5	93.5	93.5	100	100
بدون گل Without flower	99.34	82	34	18.5	17	10.5	6.5	6.5	0	0

همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌گردد، با افزایش وزن بنه مادری، درصد گلدهی بنه‌ها نیز افزایش یافت، به طوری‌که گلدهی برای بنه‌های با وزن کمتر از ۲ و ۲/۱ –۶ گرم به ندرت رخ داد، در حالی‌که کاشت بنه‌های ۱۸–۱۶/۱ گرم، باعث تولید سه گل و بیشتر شد (جدول۴). این موضوع بیانگر آن است که کاشت بنه‌های مادری درشت‌تر از طریق افزایش وجود جوانه‌های فعال و در نتیجه بهبود درصد بنه‌های گل‌آور موجب افزایش تعداد گل می‌شود (شکل ۲). با مقایسه اثر وزن بنه بر تعداد بنه‌های دو، سه، چهار گل و بیشتر مشخص شد که بنه‌های درشت‌تر، تعداد گل بیشتری تولید کرده و از عملکرد اقتصادی بالاتری نیز برخوردار بودند (Mashayekhi, 2006; Molina et al., 2010). نتایج مطالعه صادقی (Sadeghi, 1993) مؤید این مطلب است که پتانسیل گلدهی بنه‌های با وزن پایین محدود می‌باشد. نتایج مطالعه مشایخی و همکاران (Mashayekhi et al., 2006) نیز نشان داد که وزن بنه مادری، پتانسیل گلدهی و به‌تبع آن تعداد گل را به‌طور مثبتی تحت تأثیر قرار داد.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر دامنه وسیع وزن بنه مادری بر تعداد بنه‌های فاقد گل، دارای یک، دو، سه، چهار گل و بیشتر زعفران

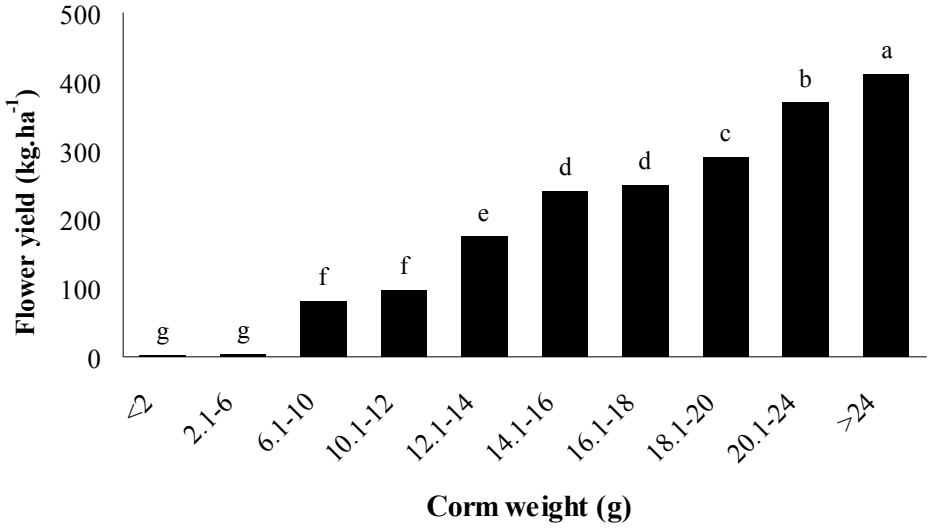
Fig. 2- Mean comparisons for the effect of different corm weights on corm number without flower and with one, two, three, four and more flowers of saffron

میانگین‌های دارای حروف متفاوت برای هر جزء بر اساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (p≤۰/۰۵).

Means with the different letters for each component have significant difference according to Duncan's test (p≤0.05).

وزن تر گل و وزن تر و خشک کلاله: وزن تر گل و وزن تر و خشک کلاله زعفران به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر وزن‌های مختلف بنه قرار گرفت (p≤۰/۰۱) (جدول ۲). به‌طوری‌که بنه‌های با وزن ۲۰–۱۸/۱، ۲۴–۲۰/۱ و بیشتر از ۲۴ گرم از نظر وزن گل، وزن تر و خشک

کلاله نسبت به گروه‌های وزنی با وزن کمتر برتری داشتند (شکل‌های ۳ و ۴). به‌طور کلی، وزن‌های۲۴-۲۰/۱ و بیشتر از ۲۴ گرم از وزن خشک کلاله بیشتری نسبت به سایر گروه‌های وزنی برخوردار بودند، به‌طوری‌که عملکرد گل این گروه وزنی نسبت به گروه وزنی ۱۰-۶/۱ گرم، ۷۵ درصد افزایش عملکرد نشان داد (شکل ۳).

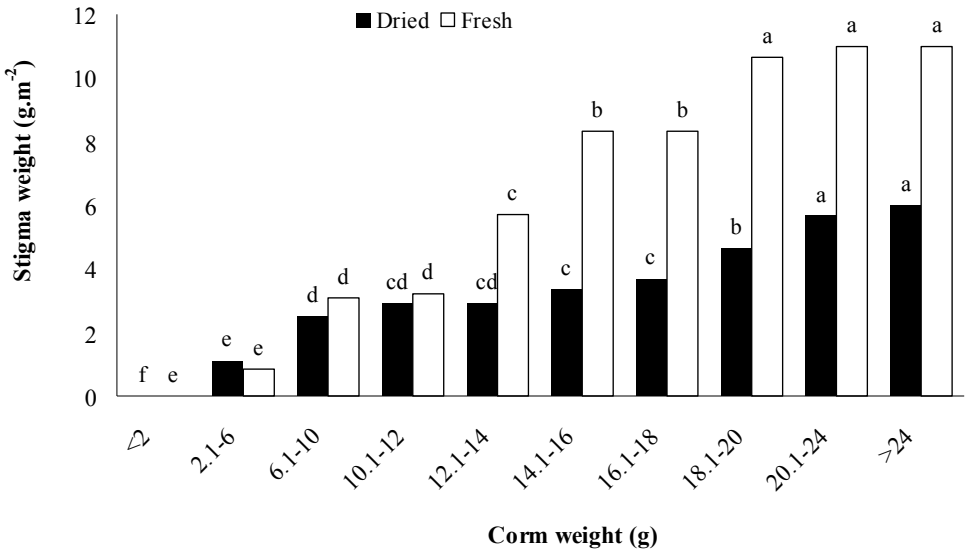


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر دامنه وسیع وزن بنه بر عملکرد گل زعفران

Fig. 3- Mean comparisons for the effect of different corm weights on flower yield of saffron

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، بر اساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (p≤۰/۰۵).

Means with the different letters have significant difference according to Duncan's test (p≤0.05).



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر دامنه وسیع وزن بنه بر وزن تر و خشک کلاله زعفران

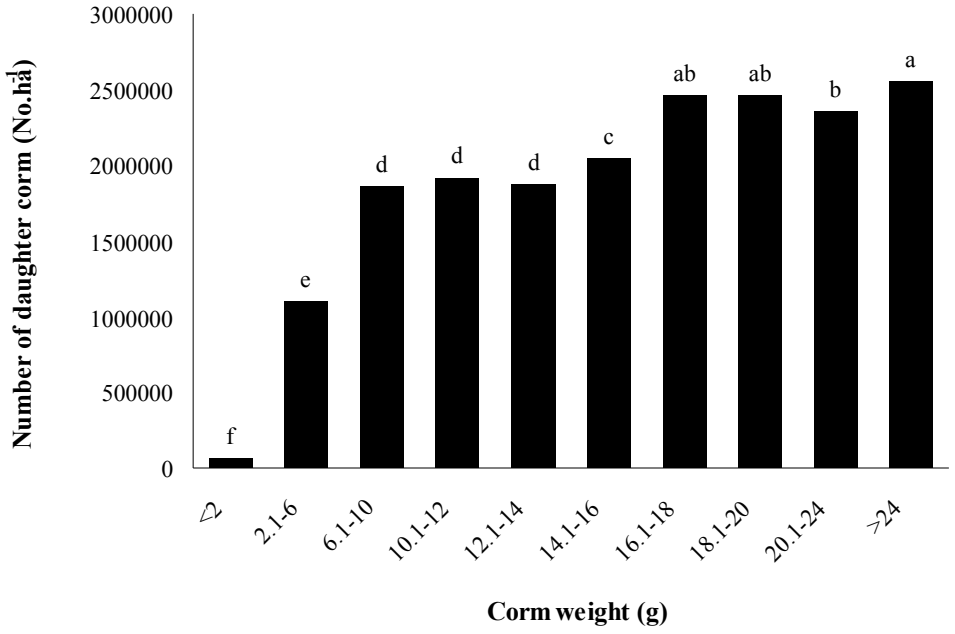
Fig. 4- Mean comparisons for the effect of different corm weights on fresh and dried stigma weights of saffron

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، بر اساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (p≤۰/۰۵).

Means with the different letters have significant difference according to Duncan's test (p≤0.05).

نتایج مطالعات مختلف مولینا و همکاران (Molina et al., 2002; Molina et al., 2005) نشان داد که اندازه بنه مادری به‌ویژه در سال اول تأثیر به‌سزایی را بر بهبود عملکرد دارد. این موضوع با تحقیقات انجام شده دیگران مطابقت دارد (Sadeghi, 2012; Mollafilabi, 2012; Benabaji et al., 2012; Daneahvar & Jamalpour, 2012).

تعداد کل بنه‌های دختری: اثر وزن بنه مادری بر تعداد بنه‌های دختری تولید شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش وزن بنه، تعداد بنه‌های دختری تولید شده افزایش یافت، به گونه‌ای که وزن‌های بنه کمتر از ۲ و بیشتر از ۲۴ گرم به‌ترتیب با ۲۵۵۵۰۰۰ و ۶۳۰۰۰ بنه دختری در هکتار بیشترین و کمترین میزان بنه دختری را تولید نمودند (شکل ۵). همان‌گونه که در شکل ۵ نشان داده شده است، افزایش وزن بنه موجب افزایش تولید بنه‌های دختری شد، به‌طوری‌که تعداد بنه دختری برای وزن بنه ۶-۲/۱ گرم ۱۸ برابر تعداد بنه دختری بنه مادری با وزن کمتر از ۲ گرم نسبت بود. وزن بنه، اثر معنی‌داری بر تولید بنه‌های دختری و متعاقب آن عملکرد گل در زعفران داشت (Kumar et al., 2009)، به‌طوری‌که استفاده از بنه‌های مادری درشت‌تر از طریق افزایش تولید بنه دختری بر تولید گل در گیاه زعفران اثر مثبت می‌گذارد (Demastor & Ruta, 1993). بررسی‌ها نیز نشان داده است که بنه‌های بزرگ‌تر و درشت‌تر از طریق تقسیم سلولی بیشتر و سریع‌تر، تولید بنه دختری بیشتری دارند (McGimpsey et al., 1997).



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر دامنه وسیع وزن بنه بر تعداد بنه دختری زعفران

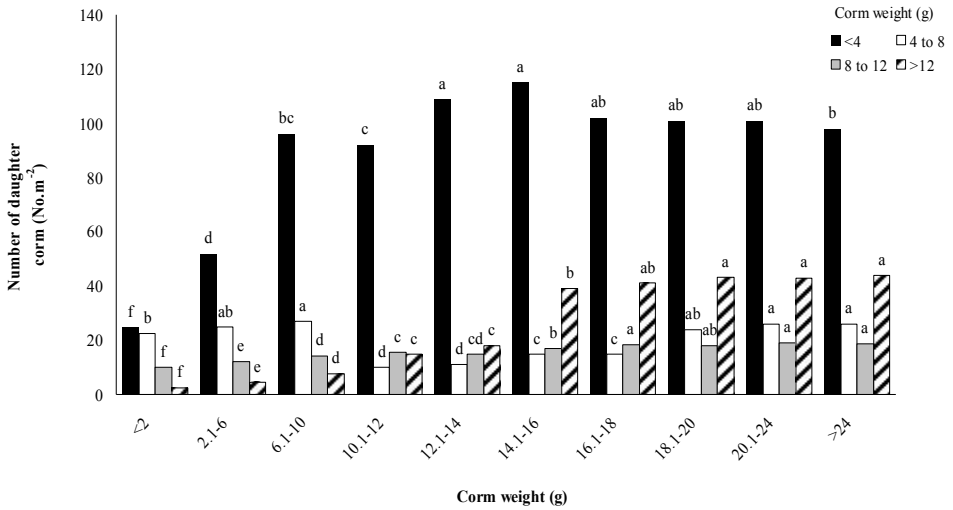
Fig. 5- Mean comparisons for the effect of different corm weight on number of daughter corm of saffron

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، بر اساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (p≤۰/۰۵).

Means with the different letters have significant difference according to Duncan's test (p≤0.05).

تعداد بنه‌های دختری در گروه‌های مختلف وزنی: اثر وزن بنه مادری بر تعداد بنه‌های دختری تولید شده زعفران در گروه‌های مختلف وزنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طوری‌که وزن‌های ۱۶-۱۴/۱ و کمتر از ۲ گرم به‌ترتیب با ۱۱۵ و ۲۵ بنه دختری بیشترین و کمترین تعداد بنه دختری کمتر از چهار گرم را به خود اختصاص دادند. بیشترین و کمترین بنه‌های دختری با وزن ۸-۴ گرم به‌ترتیب مربوط به وزن‌های بیشتر از ۲۴ و ۱۲-۱۰/۱

گرم بود. بالاترین تعداد بنه‌های دختری ۱۲-۸ گرم و بیشتر از ۱۲ گرم به وزن بیشتر از ۲۴ گرم و پایین‌ترین تعداد به وزن‌های کمتر از ۲ و ۶-۲/۱ اختصاص داشت (شکل ۶).



شکل ٦- مقایسه میانگین اثر دامنه وسیع وزن بنه بر تعداد بنه‌های دختری در گروه‌های مختلف وزنی بنه زعفران

Fig. 6- Mean comparisons for the effect of different corm weights on number of daughter corms in different weight groups of saffron

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، بر اساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (p≤۰/۰۵).

Means with the different letters have significant difference according to Duncan's test (p≤0.05).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش وزن بنه مادری زعفران از طریق افزایش تعداد بنه دختری موجب افزایش تعداد و وزن تر گل شد که در نهایت، بهبود وزن تر و خشک کلاله را به‌دنبال داشت. بنه‌های با وزن بیشتر به‌دلیل برخورداری از مواد ذخیره‌ای بیشتر و پتانسیل بالاتر برای فعال نمودن جوانه‌های رویشی و زایشی، تعداد گل بیشتری تولید نمودند. به‌طور کلی، نتایج این مطالعه نشان داد که افزایش وزن بنه مادری بر تمام خصوصیات رویشی و زایشی زعفران تأثیر مثبت داشت.

سپاسگزاری

هزینه این طرح از محل پژوهه شماره ۱۶۴۹۶/۲ معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Arslan, N., Gubruz, B., Dpek, A., Ozcan, S., Sarthan, E., Daeshian, A.M., and Moghadassi, M.S. 2006. The effect of corm size and different harvesting times on saffron (*Crocus sativus* L.) regeneration. Proceedings of the 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. 28-30 October, Mashhad, Iran p. 113-117.

Badiyala, D., and Soroeh, K. 1997. Effect of seed corm size and planting geometry on saffron (*Croucs sativus* L.) under dry temperate conditions of Himachal Pradesh. Iranian Journal of Perfumer 41: 147-169. (In Persian with English Summary)

Benabaji, M.H., Mokhtarian, A., and Tavakoli- Kakhki, H. 2012. The effects of Plant density and corms size on saffron (*Crocus sativus* L.) corm production in nursery. In: 4th International Saffron Symposium. October 22-25. Kashmir, India.

Caballero-Ortega, H., Pereda-Miranda, R., Riverón-Negrete, L., Hernández, J.M., Medécigo-Ríos, M., Castillo-

Villanueva, A., and Abdullaev, F.I. 2000. Chemical composition of saffron (*Crocus sativus* L.) from four countries. ISHS Acta Horticulturae 650. 1st International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology, Spain, Albacete p. 321-326.

Daneshvar, M.H., and Jamalpure, Z. 2012. Study of corm size and planting depth effectiveness on flowering index and leaf number of saffron (*Crocus sativus* L.) in Mollasani (Khouzestan) climatic condition, Iran. In: 4th International Saffron Symposium. October 22-25, Kashmir, India.

De Mastor, G., and Ruta, C. 1993. Relation between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. Acta Horticulture 344: 510-517.

Ghasemi-Rooshnavand, R., Hashemiyeh, M., and Afzalian, M. 2009. Planting, conservation and harvesting stages of saffron. Yazd Agriculture Organization, Iran 132, P33. (In Persian)

Gowhar, A., Nehvi, F.A., Ameetue, A., Naseeri, S., Igbal, A.M., and Sammer, R. 2012. Effect of corm size and weight on daughter corm for motion in saffron (*Crocus sativus* L.). In: 4th International Saffron Symposium. October 22-25. Kashmir, India.

Hemmati-Kakhki, A., and Hosseini, M. 2003. A review: An saffron researches in institute of research for developing technology. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian)

Hosseinzadeh, H., and Sadeghnia, H.R. 2005. Safranal: a constituent of *Crocus sativus* (saffron), attenuated cerebral ischemia induced oxidative damage in rat hippocampus. Journal of Pharmacy and Pharmaceutical, Science 8(3): 394-399.

Jihad Keshavarzi Khorasan Razavi. 2012. Report on agronomic research for saffron. (In Persian)

Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron: Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Mashhad, Iran 244 pp. (In Persian)

Kaushal, S.K., and Upaadhyay, R.G. 2002. Studies on variation in corm size and effect on corm production and flowering in saffron (*Crocus sativus* L.) under mid-hill conditions of Himachal Pradesh. Research on Crops 3: 126-128.

Koocheki, A., Soltani, A., and Azizi, M. 1997. Plant Eco-physiology. Iranian Academic Center for Education, Culture and Research, Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian)

Kumar, R., Virendra, S., Kivan, D., Sharma, M., Singh, M.K, and Ahuya, P.S. 2009. State of art saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy, a comprehensive review. Food Reviews International 25: 44-85.

Maggi, L., Carmona, M., zalacain, A.D., K anakis, C., Anastasaki, E.A., Tarantilis, P.G., Polissiou, M.L., and Alonso, G. 2010. Changes in saffron volatile profile according to its storage time. Food Research International 43: 1329-1334.

Mana, K.R. 2003. Growing saffron the world, As most expensive spice. New Zealand. In: Statute for Crop and Food Research Ltd a Crown Research Institute.

Mashayekhi, K., Soltani, A., and Kamkar, B. 2006. The relationship between corm weight and total flower and leaf numbers in saffron. Proceedings of the 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran 28-30 October, p. 93-96.

Mc Gimpsy, J.A., Douglas, M.H., and Wallace, A.R. 1997. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 25: 159-168.

Mohammad-Abadi, A.A., Rezvani Moghaddam, P., and Sabori, A. 2006. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron (*Crocus sativus* L.) in Mashhad conditions. Proceedings of the 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran 28-30 October, p. 151-153.

Molina, R.V., Renav-Morata, B., Nevauer, S.G., Garcia-Lusi, A., and Guardioal, Y.L. 2010. Green house saffron culture temperature effects on flower emergence and regenerative growth the plants. Acta Horticulturae 850: 91-94.

Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y. J., Guardiola, L., and Garcia-Luice, A. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativa*). Scientia Horticulture 103: 361-379.

Mollafilabi, A. 2012. Effect of extensive range of corm weight on yield components and Flowering characters of saffron (*Crocus sativus* L.) under greenhouse conditions. In: 4th International Saffron Symposium. October 22-25. Kashmir, India.

Mollafilabi, A., and Shoorideh, H. 2009. The new methods of saffron production. The 4th National Festival of Saffron, Khorasan- Razavi, 27-28 October, Mashhad, Iran. (In Persian)

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand Rezazade, Z., and Tabrizi, L. 2008. Effect of corm size and storage Period on allocation of assimilates in different parts of saffron Plant (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 5(1): 155-166. (In Persian with English Summary)

Omidbaigi, R., Betti, G., Sadeghi, B., and Ranezani, A. 2002. Influence of the bulb weight on the productivity of saffron (*Crocus sativus* L.) results of a cultivation study on Khorasan (Iran). Journal of Medicinal and Spice Plant 7: 38-40. (In Persian with English Summary)

Pandy, D., and Srivastava, R.P. 1979. A note on the effect of size of corms on the sprouting and flowering of saffron. Progressive Horticulturae 6: 89-92.

Ramezani, A. 2000. Study the effects of corm weight on saffron yield at Neyshabour condition. PhD Thesis in Agronomy (Crop Ecology), Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian)

Rashed-Mohassel, M.H., Hemmati-Kakhi, A., Bagheri, A.R., and Sadehi, B. 1991. The mission report of Iranian experts to Spain. IROST, Mashhad Center. Mashhad, Iran. (In Persian)

Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S., Shabahang, J., and Amin Ghafouri, A. 2013. Evaluation of planting method, corm weight and density on growth characteristics and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Agroecology 3(1): 52-68. (In Persian with English Summary)

Sadeghi, B. 1993. Effect of corm weight on saffron flowering. IROST, Mashhad Center. Mashhad, Iran. (In Persian)

Sadeghi, B. 2012. Effect of corm weight on saffron (*Crocus sativus* L.) flowering (Research II). In: 4th International Saffron Symposium. October 22-25, Kashmir, India.

Singh, C., Ram, G., and Kaul, B.L. 1994. Saffron studies in Kishtwar: effect of corm size at planting on control production and flowers yield in saffron (*Crocus sativus* L.). Indian Perfumer 38: 82-84.

Siracusa, L., Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G.M., and 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(5): 394-900.

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.3, Fall 2018, p. 635-646

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۶۴۶-۶۳۵

Effects of Extensive Range of Corm Weights on Saffron (*Crocus sativus* L.) Growth and Flowering

A. Koocheki[1,*], M. Nassiri Mahallati[1], A. Mollafilabi[2] and A. Noroozian[3]

Submitted: 18-02-2014
Accepted: 01-09-2014

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Mollafilabi, A., and Noroozian, A. 2018. Effects of extensive range of corm weights on saffron (*Crocus sativus* L.) growth and flowering. Journal of Agroecology. 10(3): 635-646.

Introduction

Saffron (*Crocus sativus* L.) as a spice crop, additive, and flavoring is applied in food industries. Saffron also is applied in medicine as a drug. It has a specific site in Iran exports, so that 90% of saffron production belongs to Iran. In 2016 Iran has been the largest producer of saffron with 336 ton and cultivation area of 105270 ha. Provinces of Khorasan-Razavi and Southern Khorasan are the two main centers of saffron production in Iran. Environmental factors have considerable effects on quantitative and qualitative characters of saffron. Low yield of saffron in traditional farming systems can be due to application of small size corms. Corm size or corm weight is one of the most important factors affecting saffron yield. Research in this regard and finding out a standard size for planting saffron are among research directions for saffron research and development.

Materials and Methods

This experiment was arranged as randomized complete block design (RCBD) with 10 treatments and three replicates at the research farm of college of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (latitude 36 and 16 north and longitude 59 and 36 east and altitude 985m) in cropping year of 2012-2013. Ten weight groups of mother corms were as follows: <2, 2.1-6, 6.1-10, 10.1-12, 12.1-14, 14.1-16, 16.1-18, 18.1-20, 20.1-24 and >24 g as treatments. Land preparation included primary plough, disc and leveler and then to plot the land as 1×1 m with between rows 20 cm as plant density of 50 corms.m^{-2}. Picking saffron flowers occurred in late October as daily basis and corm lifting occurred in June. Measured characters were, number of corms without flowers, number of one flower corms, number of double flower corms, number of three flower corms, four flower corms and higher ones, total number of sister corms, number of sister corms in weight groups of <4, 4-8, 8-12, and >12 g. Data analysis was performed with SAS 9.1 and mean comparisons with duncan'smultiple range test at $p \leq 0.05$.

Results and Discussion

Corm weight is very important in flowering capacity of saffron. So, by increasing weight of mother corm, number of flowers may improve. Based on results obtained from variance analysis, number of saffron flowers was affected significantly by weight corms of mother corms ($p \leq 0.01$). By increasing corm weight number of saffron flowers increased so that corms less than 2 g produced least flowers and highest number of flowers related to 20.1-24 and 24 g corms with 1250000 and 1300000 flowers.ha^{-1}. These findings have been confirmed another place. Findings of this research showed that the most critical factor affecting saffron flowering is corm weight that is among the few factors affect flowering. We know that there is a positive relationship between corm diameter and corm weight. Some authors apply corm diameter and some other use corm weight but most authors use corm weight.

Conclusion

It was concluded that increasing weight of mother corms through increasing number of sister corms caused to increase number of flowers that finally was followed by improvement of dry stigma. Increasing mother corm weight had positive effects on all vegetative and reproductive characters of saffron.

Keywords: Daughter corm, Dry weight of stigma, Fresh weight of stigma, Number of flower

1- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferodwsi University of Mashhad, Iran.
2- Assistant Professor at Department of Food Biotechnology, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Iran.
3- PhD student in Agroecology, of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferodwsi University of Mashhad, Iran.
(*- Corresponding author Email: akooch@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jag.v10i3.32435