نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۶۱۷-۶۰۷

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 607-617

بررسی تأثیر بستر، وزن و زمان برداشت بنه بر خصوصیات کمی و کیفی زعفران (*Crocus sativus* L.)

عبداله ملا فیلابی[۱]، علیرضا کوچکی[۲*]، پرویز رضوانی مقدم[۲] و مهدی نصیری محلاتی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۱۴

ملافیلابی، ع.، کوچکی، ع.، رضوانی مقدم، پ.، و نصیری محلاتی، م. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر بستر، وزن و زمان برداشت بنه بر خصوصیات کمی و کیفی زعفران (*Crocus sativus* L). بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۳): ۶۰۷-۶۱۷.

چکیده

به منظور مطالعه اثر وزن و زمان برداشت بنه زعفران (*Crocus sativus* L.) در بسترهای کشت، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مجتمع تحقیقات کشاورزی فدک و پژوهشکده علوم و صنایع غذایی در سال ۱۳۸۹ اجرا شد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از؛ دو وزن بنه (هشت تا ۱۰ گرم و ۱۰ گرم به بالا)، دو بستر کاشت (پشم سنگ و پیت ماس) و شش زمان برداشت (نیمه دوم خرداد، نیمه اول و دوم تیر، نیمه اول و دوم مرداد و نیمه اول شهریور ماه). بنه‌ها با تراکم ۴۵۷ بنه در متر مربع و به مدت ۹۰ روز در انکوباسیون با رطوبت نسبی ۸۵ درصد و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در تاریکی قرار داده شد. سپس بنه‌ها به اتاق رشد با دمای ۱۷ درجه سانتی‌گراد و ۱۶ ساعت تاریکی منتقل شدند. فاکتورهای مورد مطالعه عبارت بودند از تعداد گل، وزن تر گل، وزن خشک گل، وزن تر و خشک کلاله، وزن تر و خشک خامه، وزن کلاله به‌علاوه وزن خشک و تر خامه و محتوی پیکروکروسین، سافرانال و کروسین زعفران. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که وزن بنه، نوع بستر و زمان برداشت بنه بر عملکرد اقتصادی زعفران بر اساس مقدار گل و وزن خشک کلاله در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است. بیشترین عملکرد اقتصادی از اثرات متقابل وزن بنه ۱۰ گرم به بالا ، بستر کاشت پیت ماس و زمان برداشت بنه در نیمه دوم خرداد ماه به مقدار ۵/۲ گرم در متر مربع به‌دست آمد. این عملکرد ۱۱ برابر بیشتر از میانگین عملکرد مزارع ایران می‌باشد. محتوی پیکروکروسین، سافرانال و کروسین در بستر کاشت پیت ماس و پشم سنگ تحت شرایط کنترل شده در مقایسه با استاندارد ملی ۲۵۹-۲ جزء زعفران رشته‌ای ممتاز درجه‌بندی شد.

واژه‌های کلیدی: تراکم بنه، سافرانال، عملکرد زعفران، کلاله خشک، گلدهی

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) به عنوان مهمترین محصول کشاورزی و دارویی در جهان (Koocheki et al., 2011) دارای خواص درمانی از جمله آرام‌بخش، تحریک‌کننده معده، ضدسرطان و ضد التهاب، برطرف‌کننده اسپاسم است (Giaccio, 2004; Abdullaer et al., 2004; Xi et al., 2007). تولید زعفران نیازمند نیروی کار زیاد به‌ویژه برای جمع‌آوری گل و جداسازی کلاله‌ها می‌باشد (Molina et al., 2004; Sadeghi, 2008). علی‌رغم قیمت بالای این محصول در بازارهای جهانی افزایش هزینه‌های کارگری باعث افت شدید تولید در دهه‌های گذشته درکشور اسپانیا، یونان و ایتالیا شده است (Negbi, 1999). یکی از دلایل پایین بودن عملکرد در مزارع سنتی ایران استفاده از بنه‌های کوچک مزارع قدیمی است (Hemmati Kakhki, 2003)، در حالی‌که در اسپانیا از بنه‌های درشت و سالم استفاده می‌شود (Rashed Mohassel et al., 1989).

از آن‌جا که درصد سبز شدن، تعداد برگ‌ها و درصد گل‌های تولیدی، تابع قطر بنه‌ها است، لذا برای کشت، بنه‌های درشت انتخاب می‌شوند. بدین ترتیب، کشت بنه‌هایی با قطر سه سانتی‌متر به بالا با وزن تقریبی ۱۰ گرم توصیه شده است (Pandy & Srivastar,

۱ و ۲- به ترتیب استادیار گروه زیست فناوری مواد غذایی، پژوهشکده علوم و صنایع غذایی و استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: akooch@um.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v9i3.26955

1979). نتایج تحققات مانا (Mana, 2003) نشان داده است که وزن بنه زعفران به طور معنی‌داری گل‌دهی و عملکرد را تحت تأثیر قرار داد. بنه‌های درشت علاوه بر افزایش محصول در سال اول، از طریق تولید بنه‌های دختری بزرگتر محصول سال بعد رانیز افزایش می‌دهند (Sadeghi, 1993).

نتایج تحقیقات نشان داده است که با افزایش وزن بنه تعداد گل‌ها نیز اضافه شد، به‌طوری‌که بیشترین گلدهی برای بنه‌های ۲۲/۵، ۲۳/۵، ۲۶/۵ گرم به‌ترتیب با تولید ۲/۲، ۳/۴ و ۲/۶ گل به‌ازای بنه در سال‌های اول تا سوم به‌دست آمد (Mashayekhi et al., 2006). در پژوهشی دیگر گزارش شد که استفاده از بنه‌های مادری با وزن بالای نه گرم اثرات مثبتی بر گل‌آوری و افزایش عملکرد زعفران دارد (Nassiri Mahallati et al., 2008). نتایج برخی دیگر از تحقیقات نیز با بررسی ارتباط بین اندازه بنه مادری و عملکرد زعفران، تأثیر مثبت بنه‌های درشت در تولید بنه‌های دختری بزرگتر و بهبود عملکرد این گیاه را مورد تأیید داده است (Badyiyala & Saroch, 1997; Kaushal & Upadhyay, 2002; Omidbaigi et al., 2002; Nassiri Mahallati et al., 2008).

کشت بدون خاک و بسترهای هیدروپونیکی روشی نوین برای پرورش گیاهان است که در آن از خاک زراعی استفاده نمی‌شود که برای تغذیه گیاه از محلول حاوی عناصر غذایی لازم و اساسی استفاده می‌شود. بسترهای رایج در کشت بدون خاک از مواد جامدی هستند که به جای خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند. از بسترهای رایج می‌توان به پیت ماس، پرمیس، پرلیت، ورمی‌کولیت، پشم سنگ و ترکیب شن و خاک‌اره اشاره کرد (Schwaz, 1999). به‌دلیل مدیریت صحیح برکود، بذر، آب مصرفی و تراکم بالای بوته انتظار عملکرد بالاتری را در کشت هیدروپونیک می‌رود، همچنین در بسیاری از نقاط دنیا برای کوتاه کردن دوره رشد و افزایش تولید از این سیستم استفاده می‌شود (Papadopulos et al., 1999).

در تحقیقی تحت عنوان امکان رشد بنه زعفران در بسترهای مختلف کشت در سیستم‌های بدون خاک مشخص شده است که بستر کوکوپیت و پرلیت موجب افزایش وزن خشک بنه زعفران می گردد (Helalbeigi et al., 2009). در یک سیستم باز عملکرد و کیفیت خربزه (*Cucumis melo* L.) در سه بستر کاشت شن، پرلیت و پشم سنگ مورد بررسی قرار گرفته‌است. پرلیت و پشم سنگ از لحاظ تأثیر بر رشد و عملکرد نتایج مشابهی را نشان دادند، اما پرلیت نسبت به پشم سنگ این مزیت را دارد که بسیار ارزان‌تر است (Guler et al., 1999). مولینا و همکاران (Molina et al., 2009) با استفاده از بستر پشم سنگ و بنه‌های درشت با تراکم ۴۵۷ بنه در هر متر مربع تحت شرایط کنترل شده در یک دوره چهار ماهه ۶۷/۲ گرم زعفران در هر متر مربع تولید نموده‌اند. بنه زعفران را می‌توان از زمان شروع خواب در اوایل خرداد که همزمان با شروع زرد شدن برگ‌های گیاه است تا اوایل مهر ماه منتقل و در زمین کاشت. در مناطق زعفران‌خیز ایران بیشتر در فاصله مرداد تا پایان شهریور صورت می‌گیرد (Abrishami, 2009).

مراحل رشد و نمو و تکامل گل زعفران را به سه مرحله، رکود (اوایل خرداد تا ۱۰ تیر) دوره خواب کامل بنه، رشد رویشی (۱۰ تیر تا ۱۰ مرداد) تکوین برگ‌های اولیه و مرحله رشد زایشی (۱۰ مرداد تا اواخر مرداد) (Kafi et al., 2002; Molina et al., 2010). نتایج تحقیق دو ساله‌ای نشان داد که بهترین زمان کاشت و انتقال بنه به مزارع جدید اواخر اردیبهشت و خرداد ماه می‌باشد (Sadeghi, 1996). تحقیقات دیگر نشان داده است که بهترین زمان انتقال در زمان رکود بنه (فاصله بین اردیبهشت تا تیر ماه) می‌باشد (Mollafilabi, 2004). نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri Mahallati et al., 2007) نیز به این نتیجه رسیدند که برای حصول عملکرد بالاتر لازم است که کشت بنه‌ها بلافاصله پس از برداشت آن‌ها انجام شود.

گل زعفران قبل از هر اندام هوایی دیگر ظاهر می‌شود و تعداد گل و عملکرد اقتصادی در هر سال وابسته به تراکم اولیه بنه‌ها و ذخیره مواد فتوسنتزی در بنه زعفران سال قبل می‌باشد، به‌طوری‌که بنه‌ها در سال بعد مواد فتوسنتزی مازاد خود را جهت تشکیل بنه‌های جدید و نیز آغازش و تکامل گل به اندام‌های زیرزمینی منتقل می‌کنند (Kafi et al., 2002)، از آن‌جا که تولید نیازمند نیروی کار زیاد ی می‌باشد، یکی از راهکارها برای تولید سودمند زعفران کشت این گیاه تحت شرایط کنترل شده می‌باشد (Molina et al., 2004).

علی‌رغم کشت زعفران در مقایسه با بسیاری از محصولات زراعی رایج در کشور این گیاه سهم کمتری از فناوری‌های نوین را به خود اختصاص داده و تولید آن عمدتاً بر دانش بومی متکی بوده است (Koocheki, 2004). لذا این پژوهش با بررسی اثر وزن بنه، بسترهای کشت هیدروپونیک درسطح تجاری و تعیین بهترین زمان خروج بنه از مزرعه و انتقال آن برای تولید و اثرات متقابل آن‌ها تحت شرایط کنترل شده بر میزان عملکرد و سایر خصوصیات زراعی گیاه

ارزشمند زعفران مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مجتمع تحقیقات کشاورزی فدک و پژوهشکده علوم و صنایع غذایی در سال ۱۳۸۹ انجام شد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از وزن بنه در دو سطح (۱۰-۸ و ۱۰ گرم به بالا)، دو بستر کاشت (پشم‌سنگ و پیت ماس) و شش زمان برداشت بنه (نیمه دوم خرداد، نیمه اول و دوم تیر، نیمه اول و دوم مرداد و نیمه اول شهریور) بنه‌ها از مزارع هشت ساله زارعین شهرستان زاوه تربت حیدریه تهیه شد. بنه‌ها پس از خارج شدن از زمین تمیز و پوشش بنه جدا و برای پیشگیری از خسارت قارچ‌های خاکزی مانند *فوزاریوم* و *پنی‌سیلیوم* توسط محلول دو در هزار بنومیل در حمام آب به مدت بیست دقیقه ضدعفونی و در نهایت به مدت ۵-۴ ساعت در هوای آزاد خشک شد. بنه‌ها در جعبه‌های پلاستیکی به ابعاد ۲۵ سانتی‌متر در ۳۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر با تراکم ۴۵۷ بنه در متر مربع قرار داده شد. جهت گل‌انگیزی و تبدیل جوانه‌های رویشی زعفران به جوانه‌های زایشی بنه‌ها به مدت ۹۰ روز در انکوباسیون (رطوبت نسبی ۸۵ درصد و حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و تاریکی) قرار داده شد. بعد از پایان این مرحله روی بنه‌ها یک لایه خاک رس به ضخامت چهار تا پنج سانتی‌متر پوشانده و جهت ظهور گل به اتاق رشد با دمای ۱۷ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. در اتاق رشد سطح خاک مرتباً با محلول غذایی هوگلند به صورت پاشش آبیاری و خیس نگه‌داشته شدند. همزمان با ظهور گل‌ها از سطح خاک شرایط روشنایی با لامپ‌های فلورسنت با فتوپریود هشت ساعت روشنایی، شانزده ساعت تاریکی انجام شد (Molina et al., 2004; Molina et al., 2005; Molina et al., 2010). شروع گل‌دهی ۱۸ آبان ماه و خاتمه گل‌دهی ۱۰ دی ماه بود. فاکتورهای مورد بررسی شامل تعداد گل، وزن خشک گل، وزن تر و خشک کلاله، وزن تر و خشک خامه و وزن کلاله به‌علاوه وزن خشک و تر خامه بود. هر روزه تعداد گل برداشت شده شمارش و بلافاصله گل‌ها و اجزا آن با ترازوی مدل سارتروس با حساسیت ۰/۰۰۰۱ گرم وزن و هر تیمار جداگانه جهت توزین اجزا عملکرد خشک در ظروف شیشه‌ای جمع‌آوری و در پایان گل‌دهی توزین شد. جهت تعیین کیفیت نمونه زعفران بسترهای کشت با هم مخلوط و نمونه‌ای انتخاب و توسط روش‌های طیفی فتومتری با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV ۱۶۰) باتوجه به روش آزمون استاندارد ملی ۲-۲۵۹ در آزمایشگاه با حداکثر جذب یک درصد محلول آبی زعفران در طول موج ۲۵۷، ۳۳۰ و ۴۴۰ نانومتر براساس ماده خشک حداقل اندازه‌گیری شد تا بتوان پیکروکروسین، سافرانال و کروسین موجود در رشته‌های زعفران حاصل از بسترهای کشت را مشخص نمود (Molina et al., 2004; Molina et al., 2005; Molina et al., 2010).

در تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش نشان داد که وزن بنه تمامی شاخص‌های اندازه-گیری اجزای زعفران را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد. همچنین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر اثرات ساده نوع بستر به‌جز وزن خشک خامه و زمان برداشت بنه قرار گرفت. تعداد گل و وزن‌تر گل علاوه بر اینکه در سطح یک درصد تحت تأثیر تیمار اثرات ساده وزن بنه، نوع بستر و زمان برداشت بنه بود. اثرات متقابل وزن بنه و نوع بستر، وزن بنه و زمان برداشت، نوع بستر بر زمان برداشت بنه و اثرات سه جانبه وزن بنه بر نوع بستر و زمان برداشت بنه از مزرعه نیز بر روی تعداد گل و وزن تر گل در سطح یک درصد معنی‌دار بود. وزن خشک گل به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل نوع بستر و زمان برداشت قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین تعداد گل و وزن تر گل و کلاله خشک در واحد سطح از تیمار بنه ۱۰ گرم به بالا به‌دست آمد (جدول ۲). دلیل این امر به اندوخته بیشتر مواد غذایی در بنه‌های درشت مربوط است که به‌عنوان منشأ اصلی مواد ذخیره‌ای برای تشکیل و تکوین گل‌ها به عنوان سازنده مواد فتوسنتزی مطرح می-باشد. نتایج اثر وزن بنه بر اجزاء عملکرد گل با تحقیقات برخی محققان مطابقت دارد. بنه‌های با اندازه بزرگتر گل بیشتری تولید و از عملکرد اقتصادی بالاتری برخوردارند (Pandy & Srivastar, 1979; Sadeghi, 1993; Mana, 2003; Mashayeki, 2006; Nassiri Mahallati et al., 2008; Molina et al., 2010). تفاوت اندازه بنه می‌تواند به افزایش تولید زعفران به میزان سه برابر بیانجامد. تمایز بین وزن‌های متفاوت بنه از طریق تغییر قطر یکی از توصیه‌های زراعی مفید می‌باشد، زیرا اجازه می‌دهد تا سطوح دیگر مرتبط با

زیست‌توده مواد تکثیری تغییر یابد (Molina et al., 2010).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر زمان برداشت نوع بستر، وزن بنه بر پارامترهای کمی زعفران

Table 1- Variance analysis (mean of squares) for the effects of time of corm lifting, bed type and weight of corm on the quantitative characteristics of saffron

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد گل Flower number	وزن تر گل Fresh weight of flower	وزن تر کلاله+ خامه Fresh weight of stigma+ style	وزن تر کلاله Fresh weight of stigma	وزن تر خامه Fresh weight of style	وزن خشک گل Dry weight of flowers	وزن خشک کلاله+ خامه Dry weight of stigma+ style	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma	وزن خشک خامه Dry weight of style
وزن بنه (a) Corm weight (a)	1	50260.4**	50901.8**	534.06**	230.33**	47.15**	369.85**	22.23*	12.22*	0.6*
نوع بستر (b) Bed type (b)	1	8760.4**	10269.8**	81.68**	38**	15.89**	149.69**	21.51*	5.77*	0.02ns
زمان برداشت بنه (c) Time of corm lifiting (c)	5	43661.4**	10181.9**	66.68**	30.01**	9.95**	281.35**	6.09*	0.77*	0.39*
نوع بستر× وزن بنه a×b	1	38760.4**	17789.4**	169.85**	68.95**	36.36**	814.9*	9.99*	9.14*	0.11ns
c×a	4	16627.6**	2780.28**	14.64**	8**	1.72**	14.94ns	1.65**	1.59*	0.09ns
c×b	4	14567.7**	2620.03**	33.25**	13.95**	4.87**	23.3*	8.14ns	1.47ns	0.15ns
c×b×a	4	28799.4**	8904.41**	89.25**	35.31**	9.44**	280.25**	3.63ns	1.95ns	0.2ns
خطا Error	40	1358.6	224.2	2.65	1.94	0.31	10.04	5.86	1.28	0.07

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

*, ** and ns: are significant at the 0.05 and 0.01 probability levels and non significant, respectively.

همچنین گزارش شده است که وزن بنه، اثر چشم‌گیری بر تولید بنه‌های دختری و متعاقب آن عملکرد گل در زعفران دارد (Kumar et al., 2009). استفاده از بنه‌های مادری درشت باعث تولید تعداد بنه دختری بیشتری شده در نتیجه بر تولید گل در گیاه زعفران اثر می‌گذارد (De Mastro & Ruta, 1993). در مطالعات دیگری نیز اثر استفاده از بنه‌های مادری درشت‌تر بر گل‌آوری زعفران مثبت گزارش شده است (Singh et al., 1994; Nassiri Mahallati et al., 2008).

میانگین وزن خشک کلاله به‌علاوه خامه و وزن خشک کلاله در بستر پیت ماس در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار و به ترتیب ۷۴/۷ و ۹۵ درصد نسبت به بستر پشم سنگ در واحد سطح افزایش یافت (جدول‌های ۱ و ۲). این مسئله را می‌توان به اختلاف بسترهای کاشت در نگه‌داری و رهاسازی عناصر غذایی و ویژگی‌های فیزیکی بستر کاشت از قبیل مقدار مناسب آب قابل دسترس به همراه تأمین هوای کافی نسبت داد (Savvas, 2003).

اثر زمان انتقال بنه بر تعداد گل، وزن تر و خشک گل، وزن تر کلاله، وزن تر خامه، وزن تر کلاله به‌علاوه خامه، وزن خشک خامه، وزن خشک کلاله و وزن خشک کلاله به‌علاوه خامه معنی‌دار بود (جدول ۱). نیمه دوم خرداد زمان مناسب برداشت و انتقال بنه برای حصول عملکرد گل (تعداد و وزن تر گل)، وزن کلاله خشک به ترتیب با ۴۳۴/۸۶ گل در متر مربع، ۱۶۶/۸ گرم گل تر در متر مربع و ۲/۹۳ گرم کلاله خشک در متر مربع بود (جدول ۲). دلیل این امر مربوط به خواب کامل بنه زعفران از اوایل خرداد تا ششم تیر ماه می‌باشد. بنه‌ها طی این زمان معمولاً دوره رکود و خواب حقیقی را می‌گذرانند، در حالی‌که در سایر تیمارهای زمان برداشت، بنه در حال فعالیت بوده و مراحل تکوینی رشد رویشی و زایشی خود را طی می‌کند (Kafi et

al., 2003) و هر گونه جابجایی موجب تقلیل عملکرد می‌گردد. در این آزمایش بنه‌هایی که در نیمه اول شهریور از زمین خارج شدند و در شرایط مشابه با سایر تیمارها تحت شرایط کنترل شده نگه‌داری شدند، هیچ‌گونه گلی تولید نکردند. لذا این تیمار از آزمایش حذف گردید.

بیشترین وزن تر گل و وزن خشک کلاله از تیمار نیمه دوم خرداد به ترتیب ۱۶۶/۸ و ۲/۹۳ گرم در متر مربع و کمترین آن از تیمار نیمه دوم مرداد به ترتیب به میزان ۶۲/۳۸ و ۱/۲۴ گرم در متر مربع به‌دست آمد که ۵۰/۸۵ درصد کاهش محصول کلاله خشک (عملکرد اقتصادی) در این تیمار نسبت به تیمار برتر مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده زعفران، بستر کاشت، وزن و زمان برداشت بنه در شرایط کنترل شده

Table 2- Mean comparison of characters in bed type, corm weight and times of lifting of saffron under controlled conditions

تیمارها Treatments		تعداد گل (تعداد در متر مربع) Flower number (number.m^{-2})	وزن تر گل (گرم در متر مربع) Fresh weight of flower (g.m^{-2})	وزن تر کلاله+ خامه (گرم در متر مربع) Fresh weight of stigma+ style (g.m^{-2})	وزن تر کلاله (گرم در متر مربع) Fresh weight of stigma (g.m^{-2})	وزن تر خامه (گرم در متر مربع) Fresh weight of style (g.m^{-2})	وزن خشک گل (گرم در متر مربع) Dry weight of flowers (g.m^{-2})	وزن خشک کلاله+ خامه (گرم در متر مربع) Dry weight of stigma+ style (g.m^{-2})	وزن خشک کلاله (گرم در متر مربع) Dry weight of stigma (g.m^{-2})	وزن خشک خامه (گرم در متر مربع) Dry weight of style
وزن بنه (گرم) Corm weight (g)	8-10	171.38^{b}	65.36^{b}	7.54^{b}	5.72^{b}	1.82^{b}	6.2^{b}	1.32^{a}	0.94^{b}	0.38^{a}
	10<	405.14^{a}	171.92^{a}	17.80^{a}	12.8^{a}	5.0^{a}	20.1^{a}	1.64^{a}	1.58^{a}	0.6^{a}
بستر کاشت Bed type	پشم سنگ Stone wool	265.06^{b}	93.92^{b}	9.28^{b}	7.76^{b}	1.52^{b}	12.8^{b}	1.58^{b}	1.2^{b}	0.38^{a}
	پیت ماس Peat mass	311.44^{a}	142.36^{a}	15.08^{a}	10.74^{a}	4.34^{a}	18.50^{a}	2.76^{a}	2.34^{a}	0.42^{a}
زمان برداشت بنه Time of corm lifting	نیمه دوم خرداد Mid June	439.86^{a}	166.8^{a}	15.78^{a}	12.12^{a}	3.66^{b}	17.14^{b}	3.57^{a}	2.93^{a}	0.64^{a}
	نیمه اول تیر Early July	173.2^{c}	75.86^{c}	8.92^{b}	6.4^{c}	2.52^{c}	5.82^{c}	2.89^{ab}	1.6^{b}	0.24^{ab}
	نیمه دوم تیر Mid July	306.64^{b}	135.5^{b}	14.40^{a}	10.06^{ab}	4.34^{ab}	17.82^{b}	2.34^{ab}	1.7^{b}	0.46^{ab}
	نیمه اول مرداد Early August	295.22^{b}	150.366^{b}	15.30^{a}	10.28^{ab}	5.02^{a}	25.82^{a}	2.36^{ab}	1.84^{b}	0.52^{ab}
	نیمه دوم مرداد Mid August	226.68^{c}	62.38^{c}	8.86^{b}	7.70^{c}	1.6^{d}	7.76^{c}	1.36^{b}	1.24^{b}	0.12^{b}

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن از نظر آماری ندارند (p≤۰/۰۵).

* Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% probability level based on Duncan's test.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر وزن بنه، بستر کاشت و زمان برداشت بر خصوصیات زایشی و عملکرد زعفران

Table 3- Mean comparison of corm weight, bed type and times of corm lifting on quantitative characteristics and yield of saffron

تیمارها Treatments	وزن خشک کلاله وخامه (گرم بر متر مربع) Dry weight of stigma and style ($g.m^{-2}$)	وزن خشک خامه (گرم بر متر مربع) Dry weight of style ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله (گرم بر متر مربع) Dry weight of stigma ($g.m^{-2}$)	وزن تر گل (گرم بر متر مربع) Fresh weight flower ($g.m^{-2}$)	تعداد گل (تعداد در متر مربع) Flower number ($No.m^{-2}$)
a_1b_1	2.06 b*	0.26 b	1.8 b	78.6 c	213.2 c
a_1b_2	0.84 c	0.14 b	0.70 b	51.86 d	129.6 d
a_2b_1	1.70 b	0.50 b	1.2 b	109.2 b	317.3 b
a_2b_2	4.66 a	0.70 b	3.96 a	232.84 a	493.6 a
a_1c_1	1.18 bc	0.14 b	1.04 e	77.7 e	205.7 e
a_1c_2	0.58 c	0.14 b	0.44 e	34.04 f	79.98 f
a_1c_3	1.96 bc	0.32 ab	1.14 be	87.79 de	190.34 de
a_1c_4	1.46 bc	0. 28 b	1.18 de	77.7 e	213.2 de
a_1c_5	2.2 b	0.1 b	0.92 cde	45.7 f	167.5 e
a_2c_1	3.44 a	1.26 a	2.18 abc	255.92 a	674.08 a
a_2c_2	4.78 a	0.36 ab	4.92 a	117.44 d	266.66 cd
a_2c_3	2.88 b	0.6 a	2.28 ab	183.26 c	422.72 a
a_2c_4	2.96 b	0.78 ab	2.18 abc	219.14 b	377.02 b
a_2c_5	1.72 bc	0.16 b	1.56 bed	79.06 e	285.62 c
b_1c_1	2.48 b	1.06 a	1.42 ab	169.1 b	502.7 a
b_1c_2	0.96 c	0.16 abc	0.8 b	49.12 f	133.22 e
b_1c_3	2.14 b	0.4 ab	1.74 ab	130.48 cd	331.32 c
b_1c_4	2.46 b	0.28 bc	1.18 b	81.34 e	213.2 de
b_1c_5	1.6 bc	0.8 c	0.8 b	39.3 f	144.64 e
b_2c_1	3.26 ab	0.78 ab	2.48 ab	213.14 a	377.02 b
b_2c_2	4.38 a	0.34 abc	4.04 a	102.36 de	213.2 de
b_2c_3	2.20 b	0.52 ab	1.68 ab	140.52 bc	281.74 cd
b_2c_4	2.08 b	0.36 abc	1.78 ab	164.52 bc	377.02 b
b_2c_5	1.86 bc	0.18 abc	1.68 ab	85.68 e	308.48 bc

a_1 و a_2: به‌ترتیب وزن ۱۰-۸ و >۱۰ گرم، b_1 و b_2: به‌ترتیب پشم سنگ و پیت ماس و c_1، c_2، c_3، c_4 و c_5: به‌ترتیب نیمه دوم خرداد، نیمه اول تیر، نیمه دوم تیر، نیمه اول مرداد و نیمه دوم مرداد می‌باشند.

A_1 and a_2: are corms with 8-10 and >10 g, b_1 and b_2: stone wool and peat mass and c_1, c_2, c_3, c_4 and c_5: mid June, early July, mid July, early August and mid August, respectively.

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری ($p\leq5\%$) بر اساس آزمون دانکن از نظر آماری ندارند.

* Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5 % probability level based on Duncan's test.

مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بالاترین صفات شامل تعداد گل با ۴۹/۳۶ گل در متر مربع، وزن تر گل ۲۳۲/۸۴ گرم در متر مربع و وزن کلاله خشک با ۳/۹۶ گرم در متر مربع برای تیمار بنه‌های ۱۰ گرم به بالا در بستر کاشت پیت ماس حاصل گردید. کمترین عملکرد از تیمار بنه ۸ تا ۱۰ گرم در بستر کاشت پشم سنگ به‌دست آمد (جدول ۳). همچنین بهترین صفات برای تیمار وزن بنه ۱۰ گرم به بالا و زمان خروج بنه در نیمه دوم خرداد به شرایط کنترل شده با ۶۷۴/۰۸ گل در متر مربع، وزن تر ۲۵۴/۹۲ گرم بر متر مربع و وزن خشک کلاله ۴/۴۲ گرم در متر مربع حاصل گردید و تیمار بنه‌های ۸ تا ۱۰ گرم و زمان خروج بنه نیمه اول تیر ماه از کمترین عملکرد برخوردار بود. این برتری به‌ترتیب برابر با ۷۴۳، ۶۵۱ و ۳۹۵ درصد بود (جدول ۳). تیمار بستر کاشت پیت ماس و زمان خروج بنه نیمه دوم خرداد با ۲۱۹/۱۴ گرم وزن گل تازه و بستر کاشت پیت ماس و زمان خروج نیمه اول تیر با ۴/۰۴ گرم کلاله خشک نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌ها اثرات متقابل سه جانبه نشان داد که بیشترین عملکرد وزن گل تازه و کلاله خشک از تیمار بنه ۸ تا ۱۰ گرم در بستر کاشت پیت ماس و زمان برداشت بنه در نیمه دوم خرداد با ۴۳۸/۵ و ۵/۲۸ گرم در متر مربع به‌دست آمد.

نتایج آنالیز کیفی کلاله خشک زعفران در بسترهای پیت ماس و پشم سنگ به روش آزمون استاندارد ملی ۲-۲۵۹ نشان داد که پیکروکروسین، سافرانال و کروسین نمونه‌های آزمایشی بیشتر از استاندارد ملی ۲ -۲۵۹ بوده و جزء زعفران رشته‌ای بریده ممتاز درجه-بندی شدند (جدول ۴). دلیل کیفیت برتر کنترل عوامل محیطی و

مدیریت تغذیه‌ای در شرایط بسترهای هیدروپونیک است.

جدول ٤- نتایج آنالیز کیفی زعفران در بسترهای کشت زعفران

Table 4- Result analysis the effect of bed type on the quantitative characteristics of saffron

ویژگی‌ها Characteristics	بستر پیت ماس Peat moss	بستر پشم سنگ Stone wool	زعفران رشته‌ای بریده ممتاز براساس آزمون استاندارد ملی ۲-۲۵۹ Excellent thread saffron (National Standard 259-2)
رطوبت و مواد فرار (درصد چربی) حداکثر Maximum moisture %	10	10	10
پیکروکروسین حداکثر جذب در طول موج ۲۵۷ نانومتر براساس وزن خشک حداقل Picrocrocin/ 257 nnometer	101.31	99.35	85
سافرانال حداکثر جذب در طول موج ۳۳۰ نانومتر براساس وزن خشک حداقل Safranal/ 330 nnometer	34.2	36.17	20-50
کروسین حداکثر جذب در طول موج ۴۴۰ نانومتر براساس وزن خشک حداقل Crocin/ 440 nanometer	269	263.4	220

نتیجه‌گیری

زعفران نیز همانند سایر گیاهان برای استفاده بهینه از پتانسیل محیط و دستیابی به حداکثر عملکرد و افزایش طول دوره بهره‌برداری از مزارع نیاز به مدیریت مناسب زراعی دارد. وزن بنه تمامی شاخص-های اندازه‌گیری اجزای زعفران را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد، به طوری‌که بیشترین تعداد گل و وزن تر گل و کلاله خشک در واحد سطح از تیمار بنه ۱۰ گرم به بالا به‌دست آمد. اثر بستر کاشت بر خصوصیات رشدی و عملکرد زعفران معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بالاترین میزان برای بستر کاشت پیت ماس حاصل شد. زمان انتقال بنه به‌طور معنی‌داری خصوصیات رشد و عملکرد گل و کلاله زعفران را تحت تأثیر قرار داد؛ به‌طوری‌که نیمه دوم خرداد به عنوان بهترین زمان برداشت و انتقال بنه برای حصول عملکرد گل، وزن کلاله خشک تعیین شد. نتایج آنالیز کیفی کلاله خشک نیز نشان داد که پیکروکروسین، سافرانال و کروسین بیشتر از استاندارد ملی ۲ -۲۵۹ بوده و جزء زعفران رشته‌ای بریده ممتاز درجه‌بندی شدند. بدین ترتیب، برای حصول عملکرد بالاتر زعفران از نظر کمی و کیفی تحت شرایط آزمایش برداشت بنه از مزارع در خرداد ماه و کشت بنه‌هایی با وزن بیشتر از ۱۰ گرم در بستر کاشت پیت ماس توصیه می‌گردد.

منابع

Abdullaer, F., and Espinosa-Agirre, J.J. 2004. Biomedical properties of saffron and its potential use in cancer therapy and chemoprevention trials cancer detection and prevention. Cancer Detection and Prevention 23: 426-432.

Abrishami, M. 2004. Knowing Iran's Saffron. Tosan Press, Tehran, Iran. (In Persian)

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

De Mastor, G., and Ruta, C. 1993. Relation between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. Acta Horticulture 344: 512-517.

Gioccio, M. 2004. Crocetin from saffron: an active component of an ancient spice. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 44: 155-172.

Guler, H.G., Olympios, C., and Gerasopoulos, D. 1995. The effect on the fruit quality of hydroponically grown melons (*Cucumis melo* L.). Acta Horticulturae 379: 261-295.

Helalbeigi, Y., Khoshgoftarmanesh, A.H., Shamsi, F., and Zamani, N. 2009. Possibility of saffron corm growth in different bed of cultivation in soillers system. Proceedings of 1st Congress of Hydroponic in Greenhouse Production.

Isfahan University of Technology, Iran. (In Persian with English Summary)

Hemmati Kakhki, A. 2003. A review on 15 years saffron Research. Khorasan Research Institute For food Science and Technology, Mashhad, Iran 125 pp. (In Persian)

Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron, Technology. Cultivation and Processing. Center of Excellence for Special Crops. Ferdowsi University of Mashhad Press, Iran. (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., Tabrizi, L., Jahani, M., and Mohammad Abadi, A.A. 2011. The effect of high density and depth of planting on agronomic characteristic of saffron (*Crocus sativus* L.) and corms behavior. Agroecology 3: 36-40. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A. 2004. Indigenous knowledge in agriculture with particular reference to saffron production in Iran. Acta Horticulturae 650: 175-182.

Kumar, R., Virendra, S., Kiran, 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.

Mana, K.R. 2003. Growing saffron-the world's most expensive spice. New Zealand Institute 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 numbers in saffron. Proceeding of the 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran. 28-30 October p. 93-96.

Molina, R.V., Valero, M., Navarro, y., Garcia- Luis, A., and Guardiola, J.L. 2004. The effect of time of corm lifting and duration of incubation at inductive temperature of flowering in the saffron plant (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulturae 103: 79-91.

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

Molina, R.V., Renav-morata, B., Nebauer, S.G., Garcia- Luis, A., and Guardiola, J.L. 2010. Green gouse saffron culture- temperature effects on flower emergence and vegetative growth the plants. Acta Horticulturae 850: 91-94.

Nassiri Mahallati, M., Koochecki, 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)

Negbi, M. 1999. Saffron cultivation: past. Present and future prospects. In: Negbi, M. (Ed). Saffron (*Crocus sativus* L.) Harwood Academic Publishers, Ausralia pp. 1-18.

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

Pandy, D., and Srivastava, R.P. 1979. A not on the effect of size of corms on the sprouting and flowering of saffron. Progressive Horticulturae 6: 89-92.

Papadopoulos, A.P., Hao, X., Tu, J.C., and Zhang, J. 1999. Tomato production in open or closed rock wool culture system. Acta Horticulturae 481.

Poggi, L.M., Portela, A.Y., Pontin, M.A., and Molina, R.V. 2010. Corm size and incubation effects on time to flowering and threads yield and quality in saffron production in Argentina. Acta Horticulturae 850: 193-198.

Rashed Mohassel, M.H., Hemmati Kakhki, A., Bagheri, A.R., and Sadeghi, B. 1991. The mission report of Iranian Experts to Spain. I.R.O.S.T. Mashhad Center. Mashhad, Iran. (In Persian)

Sadeghi, B. 1993. Effect of corm weight on saffron flowering. I.R.O.S.T. Mashhad Center. Mashhad, Iran. (In Persian)

Sadeghi, B. 1996. Effects of storage and planting date on flower production saffron. Annual Report of Scientific and Industrial Research organization of Khorasan, Mashhad, Iran. (In Persian)

Sadeghi, B. 2008. Fundamentals of sustainable cultivation of Iranian saffron. Publication of Khorasan- Razavi, Department of Jihad Agriculture, Mashhad, Iran 26 pp. (In Persian)

Savvas, D. 2003. Hydroponics: a modern technology supporting the application of integrated crop management in greenhouse. Journal of Food Agriculture and Environment 1: 80-86.

Schwas, M. 1994. Soilless Culture Management. Springer Vera Lag. Germany.

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

Xi, L., Aian, Z., Xu, G., Zheng, S.H., Sun, S., Wen, N., Sheng, L., Shi, Y., and Zhang, X. 2007. Beneficial impact of concern, a Carotenoid from saffron, on insulin sensitivity in fructose-fed rats. Journal of Nutritional Biochemistry 18: 64-72.

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 607-617

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۶۱۷-۶۰۷

Effects of Bed Type, Corm Weight and Lifting Time on Quantitative and Qualitative Criteria of Saffron (*Crocus sativus* L.)

A. Mollafilabi[1], A. Koocheki[2]*, P. Rezvani Moghaddam[2] and M. Nassiri Mahallati[2]

Submitted: 12-10-2013
Accepted: 05-12-2013

Mollafilabi, A., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri Mahallati, M. 2017. Effects of bed type, corm weight and lifting time on quantitative and qualitative criteria of saffron (*Crocus sativus* L.), Journal of Agroecology 9(3): 607-617.

Introduction

Saffron (*Crocus sativus* L.) as the most important medicinal and agricultural crop of the world has therapeutic properties including laxative, stomach stimulant, anti cancer, anti inflammation and against spasm. One of the reasons of lower yield in traditional farms of Iran is using small corms of old farms. Combining the date of corm lifting and the duration of 25°C incubation, corms could be flowered from early September to mid-December. The results showed that corm weight of saffron affects significantly on flowering and yield. Soils covered by mulch or surface mulch compared with soils lack of mulch have a higher thermal adjustment so that in higher ambient temperature the soil can be warm later and at night they lose their warmth later. This research was conducted to find the effects of corm weight, planting beds under hydroponics at commercial level and determination of the best time of corm lifting from farm and its transfer for production and their interaction under controlled conditions on yield and other characters of this precious crop.

Material and Methods

In order to study effects of corm weight and time of its lifting from farm in planting beds an experiment was conducted as factorial in the form of RCBD in three replicates at the agric. Research complex of Fadak and Research Institute of Food Science and Technology (RIFST) in 2010. Factors under study were: two corm weights (8 to 10 and more than 10 g), two planting beds (stone wool and peat moss) and six lifting times (mid June, early July, mid July, early August , mid August and early October). For 40 days, 457 corms per m^{-2} were stored in incubation with 85% relative humidity and 25°C temperature at the darkness. Then, saffron corms were transferred in growth chamber with 17° C in 8/16 h light and dark. Characteristics such as number of flower, fresh weight of flower, dry weight of flower, fresh and dry weight of stigma, fresh and dry weight of style, fresh and dry weight of stigma+style and Picrocrocin, Safronal and Crocin contents of saffron were measured. Statistical analysis of data was conducted by SAS 9.1 and mean comparisons by Duncan's multiple range test at 5%.

Results and Discussion

Results showed that the corm weight, bed type and time of corm lifting were significant effects on economical yield of saffron such as picked flowers, dry weight of stigma and fresh weight of flowers. The highest saffron economical yield was obtained in interaction of corm weight, 10 g, peat moss and lifting time in mid June as much as 5.2 $g.m^{-2}$. This yield is 11 fold of average yield of Iranian forms. Growth period of all treatments was in the limit of 115 to 120 days from the time of lifting corms from the soil up to end of flowering except to the treatment corm in the late august with respect to the waiting time of 30 days in the room of flower

1 and 2- Assistant professor, Department of Food Biotechnology, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST) and Professor in Agronomy, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: akooch@um.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v9i3.26955

formation was not able to flower. Incubation period of all treatments was determined as 90 days. Picrocrocin, Safranal ad Crocin contents in peat moss under controlled conditions was graded as excellent thread compared with National Standard of 259-2. Results obtained are corresponded with other researchers.

Conclusion

It is concluded that the highest saffron economical yield was obtained in interaction of corm weight, 10 g, peat moss and lifting time in mid June as much as 5.2 $g.m^{-2}$ that is recommended to farmers to apply to increase saffron yield under controlled conditions as much as possible. It seems that time of lifting corms from the soil in addition to effect of temperature through moisture availability, has affected on flowering period of saffron.

Keywords: Corm density, Dry stigma, Safranal- flowering, Yield saffron