نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۱، شماره ۲، زمستان ۱۳۹۲- ص: ۲۸-۱۴

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 1, No. 2. 2014, P. 14-28

مقایسه و بررسی اثر تراکم و وزن بنه بر عملکرد و اجزاء عملکرد زعفران در بسترهای خاکی و هیدروپونیک در تونل پلاستیکی

عبداله ملافیلابی[1*]، علیرضا کوچکی[2]، پرویز رضوانی مقدم[2] و مهدی نصیری محلاتی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰٤/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۷/۰۷

چکیده

زعفران گران‌بهاترین ادویه جهان است که امروزه کاربردهای وسیعی درصنایع غذایی، دارویی، صنعتی و رنگرزی دارد. متوسط عملکرد در ایران ۴/۸۳ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. این تحقیق با هدف بررسی اثر وزن و تراکم بنه برعملکرد و اجزاء عملکردگیاه زعفران تحت شرایط کشت خاکی و هیدروپونیک انجام گرفت. برای این منظور، سه اندازه مختلف بنه (۸-۶، ۱۰-۸ و ۱۰ گرم به بالا) و سه تراکم بنه (۵۰،۱۰۰و ۱۵۰ بنه در مترمربع) در آزمایش فاکتوریل درقالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار درداخل تونل پلاستیکی پیش‌بینی شد. صفات مورد بررسی در این طرح عبارتند از تعداد گل ، وزن تر و خشک گل، وزن تر و خشک کلاله ، وزن تر و خشک خامه و وزن تر و خشک کلاله و خامه. نتایج نشان داد که اثرات اصلی نوع بستر، اندازه و تراکم بنه در تمامی صفات معنی‌دار بود. اثرات متقابل نوع بسترو اندازه بنه درتمامی صفات درسطح ۵ در صد معنی‌دار بوده به جزء وزن خشک گل، وزن خشک کلاله وخامه که تفاوت معنی‌دار دیده نشده است. همچنین اثرات متقابل بین نوع بستر و تراکم بنه، اندازه و تراکم بنه و اثرات متقابل بین نوع بستر، اندازه و تراکم بنه درهیچ کدام از صفات موردمطالعه معنی‌دار نشده است. بیشترین عملکرد زعفران در بنه‌های ۱۰ گرم به بالا به‌دست آمد که باکاهش اندازه بنه، تمامی صفات کاهش معنی داری پیدا کرد، همچنین نتایج نشان داد که کمترین عملکرد (وزن خشک کلاله) در بستر کشت هیدروپونیک با تراکم ۵۰ بنه در مترمربع به میزان ۴/۱۴ کیلو گرم در هکتار و بیشترین عملکرد در بستر کشت خاکی و با تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع معادل ۷/۳۶ کیلوگرم در هکتار و در سال اول حاصل شد.

واژه‌های کلیدی : زعفران، بستر کاشت، عملکرد کلاله خشک، تعدادگل

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی دوره دکترای اکولوژی گیاهان زراعی دانشگاه فردوسی مشهد و اساتید زراعت دانشگاه فردوسی مشهد.

(*- نویسنده مسئول: Email: a.filabi@rifst.ac.ir)

مقدمه

زعفران زراعی ارزشمندترین رستنی ایران، اقتصادی‌ترین محصول کشاورزی و گرانبهاترین ادویه جهان می‌باشد. ارزش و قیمت زیاد این محصول باعث شده تا به آن عنوان طلای سرخ داده شود (Abrishami, 2004). پاره ای از مناطق ایران با تنوع آب و هوایی، در زمینه تولید برخی از محصولات کشاورزی از مزیت نسبی قابل توجهی برخوردارند. شرایط ویژه‌ای که از لحاظ جغرافیایی دراستان‌های خراسان وجود دارد مثل کمبود و پراکنش نامناسب بارندگی، کمبود منابع آبی و عدم حاصل‌خیزی اغلب زمین‌های کشاورزی از نظر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و روش‌های سنتی تولید محصولات کشاورزی، از عواملی است که رشد کشاورزی را در این مناطق محدود کرده است. در بین گیاهان زراعی، زعفران گیاهی است که توانسته با خصوصیات ویژه خود، مسأله کم آبی مناطق ذکرشده را تحمل نماید (Kafi et al., 2002). در ایران زعفران‌کاری از جنبه‌های مختلف نظیر بهره‌وری آب، اشتغال و صادرات غیرنفتی مورد توجه است. زعفران از جمله محصولات صادراتی است که درصورت توجه به فرایندهای تولید و فرآوری آن می‌تواند ارز قابل توجهی را نصیب کشور نماید (Amirghasemi, 2001). برای افزایش تولید و صادرات این محصول باید روش‌های مدرن جایگزین روش‌های سنتی در مناطق مختلف تولید زعفران شود تا محصول از کیفیت بالاتری برخوردارگردد. متوسط عملکرد ۳۵ ساله اخیر زعفران در ایران ۴/۸۳ کیلوگرم در هکتار می باشد که در سالیان اخیر میانگین تولید شدیداً کاهش یافته است و دلیل آن کشت سنتی و عدم استفاده از مدیریت های جدید زراعی می-باشد (Mollafilabi & Shoorideh, 2009). کشت زعفران تحت شرایط کنترل شده در تونل های پلاستیکی و در بسترهای هیدروپونیک می‌تواند موفقیت آمیز باشد. با توجه به این‌که در این روش، محیط رشد و تغذیه گیاهان به دقت کنترل می‌شود، عملکرد بالاتر و کیفیت بهتر محصول امکان پذیر خواهد بود. سیستم‌های کشت در شرایط کنترل شده می‌توانند جایگزینی مناسب برای کشت زراعی رایج زعفران شوند. درشرایط کشت تونل‌های پلاستیکی، بسیاری از عوامل رشد از جمله تغذیه گیاه، نور، دما، آبیاری و بسیاری از عوامل دیگر رشد و مدیریت تولید، قابل کنترل می باشند. فاکتورهای محیطی و ژنتیکی، رشد و نمو گل‌ها را کنترل می کنند. از نظر ژنتیکی اندازه و رقم پیاز از مهمترین عوامل موثر بر گلدهی گیاهان پیازی محسوب می شوند. بنه (منظور از بنه همان پیاز مصطلح زعفران می‌باشد) نقش محوری در چرخه زندگی زعفران بازی می‌کند، چون منبع ذخیره مواد فتوسنتزی مورد نیاز گیاه بعد از مرحله خواب و در مراحل اولیه رشد است (Alvarez-orti et al., 2004). اندازه بنه، تشکیل گل در گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (De-maastro & Ruta; 1993; Negbi, 1999) و گیاهان حاصل از کشت بنه‌های بزرگ‌تر تعداد و مقدار برگ بیشتری در مقایسه با گیاهان حاصل از کشت بنه‌های کوچک‌تر، تولید می‌کنند. در بنه‌های درشت‌تر تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ‌ها، نسبت به بنه‌های کوچک‌تر کمی زودتر اتفاق می‌افتد. رشد زودتر و طول بیشتربرگ‌ها، امکان استفاده بیشتر از شرایط محیطی و افزایش مواد فتوسنتزی ساخته شده را به همراه داشته و در نهایت موجب ایجاد بنه‌های بزرگ‌تری در پایان فصل رشد می‌شود (Molina et al, 2004). یکی از دلایل پایین بودن عملکرد در مزارع سنتی ایران استفاده از بنه‌های کوچک مزارع قدیمی به عنوان بذر است (Hemmati Kakhki, 2003)، در حالی‌که در اسپانیا از بنه‌های مزارع چهارساله و بنه‌های درشت و سالم انتخاب شده و مورد کشت و کار قرار می‌گیرند (Rashed Mohassel et al., 1989). صادقی (Sadeghi, 1995) در بررسی اثر وزن بنه بر میزان عملکرد گل زعفران در طی سه سال بیان داشت که بنه‌های۲ گرمی، توان گل آوری نداشته و برای بنه های

تا ۸ گرم نیز این توان محدود است ولی درصد گل آوری و مقدار گل در بنه های بالاتر از ۱۰ گرم افزایش چشم‌گیری داشته و بنه‌های درشت از طریق تولیدگل بیشتر در سال اول می‌توانند تا ۳/۵ کیلوگرم در هکتار زعفران خشک تولید نمایند. صادقی (Sadeghi, 2012). اظهار داشت که بنه های درشت از طریق تولید بنه‌های بیشتر و درشت تر ظرفیت گل آوری و عملکرد مزرعه را در دو سال بعد افزایش داده، به‌طوری‌که درسال های بعد عملکرد زعفران به‌طور چشم-گیری افزایش یافته و به حدود دو برابر میزان تولید مزارع سنتی رسید. همچنین نامبرده در تحقیق دیگری ثابت نمود بنه‌های درشت‌تر از توان گل آوری بالاتری برخوردارند به‌طوری‌که بنه‌های ۱۷،۲۷ و۳۷ گرمی به‌ترتیب به‌طور میانگین از ۱،۸،۳،۷۷ و ۴،۶۲ گل برخوردار بوده‌اند (Sadeghi, 2012). این موضوع در تحقیقات انجام گرفته توسط دیگران نیز ثابت شده است که با بیشتر شدن وزن بنه زعفران، تعداد گل و میزان عملکرد اقتصادی در سال اول کشت بیشتر می-شود (Mollafilabi, 2012 ; Benabagi et al ; 2012;Gowhar et al., 2012). تراکم بوته در واحد سطح بستگی به نوع و روش کشت، عادت زارعین و اندازه بنه داشته در مطالعات و بررسی‌های انجام شده مقدار بنه مورد نیاز برای کشت در واحد سطح بین ۱/۵ تا ۱۰تن در هکتار گزارش شده است (Behnia, 1994; Sadeghi; 1995; Ghalavand & Abdollahian Noghabi, 2004). مک گیمپسی و همکاران (McGimpssey et al., 1997) اعلام داشتند که کاشت ۵۰ بنه در متر مربع برای حصول حداکثر عملکرد زعفران مناسب است. علوی شهری (Alavishahri, 2002) طی یک تحقیق پنج ساله به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد زعفران اعلام داشتند که با افزایش تراکم، عملکرد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. قلاوند و عبداللهیان نوقابی (Ghalavand & Abdollahian Noghabi, 2004) در بررسی سازگاری اکولوژیکی و مطالعه اثر فاصله خطوط و روش کاشت بر عملکرد توده‌های مختلف زعفران ایران نشان دادند که فاصله خطوط کشت ۳۰×۱۰ سانتی‌متر در مقایسه با دیگر فواصل از عملکرد بیشتری برخوردار است. باتوجه به پژوهش‌های انجام شده کشت ردیفی در کرت با تراکم مطلوب ۵۰ بوته در مترمربع به وزن ۵-۴ تن بنه درشت برای حداکثر عملکرد مناسب به نظر می‌رسد (McGimpssey et al., 1997). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009a) در بررسی اثر عمق و تراکم کاشت بر خصوصیات زراعی زعفران بیان داشتند که بیشترین عملکرد گل و کلاله درکاشت ۱۱ تن بنه در هکتار و عمق کاشت ۱۵ سانتی-متر به‌دست آمد. در مطالعه دیگری کوچکی و همکاران (Koocheki et al, 2009b) با مطالعه الگوی کشت مختلف (ردیفی، تصادفی وکپه‌ای) و مقادیر مختلف بنه (۴ ، ۸ و۱۲ تن در هکتار) دریافتند که بیشترین عملکرد زعفران در الگوی کشت ردیفی همراه با تیمار ۱۲ تن بنه در هکتار به‌دست آمد.

کشت بدون خاک یا هیدروپونیک روشی نوین برای پرورش گیاهانی است که در آن از خاک زراعی استفاده نمی-شود. پایه و اساس این سیستم عبارت است از تغذیه گیاه در محلولی که کلیه عناصر غذایی لازم و اساسی گیاه در آن وجود دارد. عموماً بسترهای رایج در کشت بدون خاک، ساخته شده از مواد جامدی هستند که می‌توان از آنها به جای خاک استفاده کرد که معمولاً باید ارزان و قابل دسترس باشند، از نظر شیمیایی خنثی و از نظر فیزیکی پایدار باشند، عاری از عوامل بیماری‌زا بوده و به حدکافی دارای ظرفیت نگهداری آب و هوا باشند. از بسترهای رایج می‌توان به پیت ماس، پومیس، پرلیت، ورمیکولیت و ترکیب شن و خاک اره اشاره کرد (Schwarz, 1994). در تحقیقی که توسط کاواسگلو و همکاران (Cavusoglu et al., 2008) در ترکیه انجام شد. اثر اندازه های مختلف بنه زعفران تحت شرایط کشت گلخانه ای بررسی و اعلام شد که تعداد گل و زمان گلدهی به اندازه بنه‌های مادری وابسته است.

همچنین در تحقیقی دیگر در فرانسه، پرورش زعفران تحت شرایط کشت هیدروپونیک بررسی گردید و مشاهده شد که وزن تازه و خشک زعفران تجاری و نیز رشد بنه‌ها در کشت خاکی نسبت به هیدروپونیک افزایش داشته است (Sourel & Weathers, 2000). هلال بیگی و همکاران (Helal beigi et al., 2009) در تحقیقی تحت عنوان امکان رشد بنه زعفران در بسترهای مختلف کشت در سیستم کشت بدون خاک دریافتند که بستر کوکوپیت و پرلیت موجب افزایش وزن خشک بنه زعفران می‌گردد.

در این تحقیق دو فاکتور اصلی تراکم و وزن بنه که نقش عمده‌ای در افزایش تولید در واحد سطح می توانند داشته باشند در دو بستر کشت خاکی و هیدروپونیک تحت شرایط کنترل شده درتونل پلاستیکی به‌منظور تعیین اثرات این عوامل بر عملکرد اقتصادی و سایر صفات زعفران به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در پارک علم و فناوری خراسان در داخل تونل پلاستیکی که به صورت شرقی غربی ایجاد و توسط پلاستیک یو–وی شفاف پوشانده شده بود، و در ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا قرار گرفته است انجام گرفت. بستر کشت در سیستم کشت خاکی (به نسبت ۱:۱:۱ از خاک، ماسه بادی و کود دامی پوسیده به ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر در کرت‌هایی که با بلوک سیمانی روی زمین شخم خورده ایجاد شده بود انجام شد. قبل از اجرای آزمایش، از خاک مورد نظر نمونه‌برداری و برای آزمایش به آزمایشگاه آب، خاک و گیاه زرآوند خراسان ارسال گردید. تجزیه، خاک مورد مطالعه خاکی با بافت متوسط لوم و با اسیدیته ۵/ ۷، مواد آلی کافی به میزان ۰/۱۸۵ درصد و عناصر پر مصرف نیتروژن ۰/۰۷۴ درصد، فسفر ۴۷ میلیگرم بر کیلوگرم و پتاسیم ۴۶۰ میلی‌گرم بر کیلو گرم بود. بستر کشت در سیستم کشت هیدروپونیک مخلوطی از کوکوپیت (الیاف پوسته میوه نارگیل) و پرلیت (ماده آتشفشانی که تحت حرارت زیاد به‌صورت ذرات شیشه‌ای متورم شده در آمده است) به نسبت ۵ به۳ بود. کشت در تاریخ ۱۲ شهریور در عمق ۲۰ سانتی‌متری به فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بنه‌ها براساس تراکم مورد نظر در طرح به صورت خشکه کاری انجام گرفت. برای تغذیه گیاه در این بستر از محلول غذایی هوگلند استفاده می‌شد. آبیاری به صورت پاششی توسط دو ردیف لوله‌های پلی اتیلن جت‌دار که در بالای کرت‌ها تعبیه و به مخزن آب متصل بود انجام گرفت. آب آبیاری همراه محلول هوگلند فرموله شده از مخزن توسط پمپ به لوله‌ها هدایت و براساس نیاز آبی گیاه که توسط بلوک‌های گچی در داخل خاک در عمق ۳۰ سانتی‌متری پیش‌بینی شده بود انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. آزمایش دارای سه عامل: الف– اندازه بنه در سه سطح (۸–۶، ۱۰–۸ و ۱۰ گرم به بالا) ب– تراکم بنه در سه سطح (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع) و ج– دو بستر کشت خاکی و هیدروپونیک بود. و مجموعاً ۵۴ واحد آزمایشی یک مترمربعی که از همدیگر به‌وسیله الوار تخته‌ای جدا شده بود مورد استفاده قرار گرفت. اولین آبیاری در تاریخ ۱۵ مهر، و در طول دوره رشد گیاه دو بار مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام پذیرفت. قابل ذکر این‌که در تونل پلاستیکی از هیچ‌گونه سیستم ایجاد سرمایش و گرمایش و منبع نوری استفاده نشده است. کاشت در تونل پلاستیکی صرفاً جهت جلوگیری از سرمازدگی احتمالی بنه زعفران در کشت هیدروپونیک بود.

جدول ۱- خلاصه جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (میانگین مربعات)

Table 1- A summary of ANOVA for characters under study (means of square).

منابع تغییر S.O.V	تعداد گل Number of Flowers	وزن تر گل Fresh weight of flowers	وزن تر کلاله و 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 و خامه Dry weight of stigma + Style	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma	وزن خشک خامه Dry weight of Style
(A) نوع بستر Bed type	10.348**	4.819**	1.522**	1.226**	0.745**	1.750**	0.678**	0.625**	0.303**
(B) وزن بنه Corm weight	2.417**	1.656**	0.474**	0.454**	0.236**	0.681**	0.250**	0.231**	0.096**
A * B	0.601*	0.404*	0.134*	0.121*	0.067*	0.089^{ns}	0.0312^{ns}	0.026^{ns}	0.013^{ns}
(C) بنه تراکم Corm density	0.809**	0.504**	0.160**	0.113*	0.089**	0.227**	0.077**	0.073**	0.025*
AC	0.216^{ns}	0.120^{ns}	0.040^{ns}	0.025^{ns}	0.025^{ns}	0.036^{ns}	0.009^{ns}	0.008^{ns}	0.008^{ns}
BC	0.165^{ns}	0.100^{ns}	0/025^{ns}	0.039^{ns}	0.007^{ns}	0.057^{ns}	0.019^{ns}	0.017^{ns}	0.007^{ns}

ns، * و ** : به‌ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و معنی دار در سطح ۱٪

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% respectively

دمای محیط توسط دماسنج دیجیتال روزانه قرائت می‌گردید، دمای محیط تونل بین ۳۲ درجه سانتی‌گراد در شروع کاشت شهریور تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد در زمان برداشت گل اواخر آذر ماه، در نوسان بود. ظهور اولین گل در ۱۰ آبان-ماه و خاتمه گلدهی ۱۸ آذرماه بود. هر روز گل‌های هر کرت جداگانه چیده و تعداد گل، وزن ترگل، عملکردتر کلاله به همراه خامه، عملکردتر کلاله و خامه به طور جداگانه و همچنین در پایان دوره گل دهی عملکرد خشک آنها نیز مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین صفات با نرم افزار MSTAT-C صورت گرفت. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شده و برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از نرم افزار Minitab استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثرات نوع بستر، وزن بنه و تراکم بنه درتمامی صفات معنی‌دار بوده است. اثرات متقابل نوع بستر و وزن بنه در تمامی صفات به جز وزن خشک گل، وزن خشک کلاله و خامه، وزن خشک کلاله و وزن خشک خامه در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است، ولی اثرات متقابل نوع بستر و تراکم بنه، اندازه وتراکم بنه و همچنین اثرات متقابل نوع بستر و وزن و تراکم بنه در تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبوده است (جدول۱). براساس مطالعات کاواسگلو و دیگران (Cavusoglu et al., 2008) در ترکیه در شرایط کشت گلخانه و استفاده از بنه‌هایی با اندازه (۴۸-۲۵ میلی‌متر) و تراکم ۲۵ بنه در مترمربع توانستند وزن خشک کلاله‌ای معادل ۸/۷۷ کیلوگرم در هکتار به-دست آورند، وزن بنه در تمامی فاکتورهای بررسی شده در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است. (جدول۱). مقایسه میانگین وزن بنه‌ها (جدول۲) نشان داد که وزن بنه‌های ۱۰ گرم به بالا با میانگین بنه ۱۲ گرم در سال سال اول کشت بیشترین عملکرد کلاله خشک معادل ۶,۵۴۶ کیلوگرم در هکتار را تولید نموده است، در حالی‌که در بنه‌های ۶-۸ گرم با میانگین بنه ۷ گرم کمترین عملکرد کلاله خشک به میزان ۴,۳۶۵ کیلو گرم در هکتار به‌دست آمده است. بنه‌های درشت ۳۳,۳۲ درصد از عملکرد بیشتری در واحد سطح هکتار برخوردار بوده اند. دلیل این امر ذخیره مواد غذایی بیشتر در بنه‌های با وزن بیشتراست. که این ذخیره، منبع مواد فتو سنتزی مورد نیاز گیاه را بعد از مرحله خواب و در مراحل اولیه رشد تأمین می‌نماید. درصد سبز شدن، تعداد برگ‌ها و درصد گل‌های تولیدی، تابع قطر بنه‌هاست و کشت بنه هایی با قطر سه سانتی‌متر به بالا با وزن تقریبی ده گرم برای کشت توصیه شده است (Pandy & Srivastav, 1979). افزایش یک سانتی‌متر در اندازه قطرکورم می‌تواند، موجب افزایش سه برابر تولید زعفران گردد (Molina et al., 2010). بنه‌های درشت نه تنها در همان سال اول عملکرد مزرعه را بالا می‌برند بلکه از طریق تولید بنه‌های بیشتر و درشت‌تر ظرفیت گل‌آوری و عملکرد مزرعه را برای سال‌های بعد نیز بیشتر می‌کنند (Hemmati Kakhki, 2003). هر چه وزن بنه بیشتر شود میزان عملکرد اقتصادی زعفران معمولاً براساس مقدار گل برداشت شده در واحد سطح یا زعفران خشک تولیدی در واحد سطح بیشتر می‌گردد. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با تحقیقات انجام شده توسط دیگران مطابقت دارد (Sadegh, 2012; Pandy & Srivastav., 1979; Daneshvar & Jamalpour, 2012; Benabaji, et al., 2012; Mollafilabi, 2012; Gowhar et al., 2012).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در وزن‌های مختلف بنه زعفران

Table 2- Mean comparison of characters in different weight of corm

وزن بنه(گرم) Corm Weight (gr)	تعداد گل در متر مربع Number of Flower (m^2)	وزن تر گل در متر مربع Fresh weight of flower (m^2)	وزن تر کلاله و خامه در متر مربع Fresh weight of stigma + style (m^2)	وزن تر کلاله در متر مربع Fresh weight of stigma (m^2)	وزن تر خامه در متر مربع Fresh weight of style (m^2)	وزن خشک گل در متر مربع Dry weight of flower (m^2)	وزن خشک کلاله و خامه در متر مربع Dry weight of stigma + style (m^2)	وزن خشک کلاله در متر مربع Dry weight of stigma (m^2)	وزن خشک خامه در متر مربع Dry weight of style (m^2)
6-8	1.606[b]*	1.282[b]	0.672[b]	0.6153[b]	0.4729[b]	0.7763[c]	0.4476[b]	0.4365[c]	0.2632[c]
8-10	2.482[a]	1.884[a]	0.9010[a]	0.8386[a]	0.6357[a]	1.026[b]	0.6037[a]	0.5830[b]	0.3515[b]
<10	2.344[a]	1.837[a]	0.9914[a]	0.9227[a]	0.6941[a]	1.159[a]	0.6785[a]	0.6546[a]	0.4078[a]

* میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری (P<0.05) ندارند

* Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different (P<0.05)

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در تراکم‌های مختلف بنه

Table 3- Mean comparison of characters in different densities of corm

وزن خشک خامه در متر مربع Dry weight of style (m^2)	وزن خشک کلاله در متر مربع weight of Dry Stigma (m^2)	وزن خشک کلاله و خامه در متر مربع Dry weight of stigma + style (m^2)	وزن خشک گل در متر مربع weight of Dry flower (m^2)	وزن تر خامه در متر مربع weight Fresh of style (m^2)	وزن تر کلاله در متر مربع weight Fresh of stigma (m^2)	وزن تر کلاله و خامه در متر مربع Fresh weight of style stigma + (m^2)	وزن تر گل در متر مربع weight of Fresh flower (m^2)	تعداد گل در متر مربع Number of Flower (m^2)	تراکم بنه در متر مربع density Corm (m^2)
0.306^{b}	0.499^{b}	0.517^{b}	0.884^{b}	0.525^{b}	0.719^{b}	0.766^{b}	1.427^{b}	1.841^{b*}	50
0.336^{ab}	0.546^{b}	0.567^{b}	0.971^{b}	0.613^{a}	0.781^{ab}	0.849^{ab}	1.562^{ab}	2.028^{ab}	100
0.380^{a}	0.625^{a}	0.646^{a}	1.107^{a}	0.665^{a}	0.876^{a}	0.954^{a}	1.760^{a}	2.264^{a}	150

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری ($P<0.05$) ندارند.

* Mean followed by similar letters in each column are not significantly different ($P<0.05$)

همان‌گونه که در جدول ۳ نشان داده شده است، بیشترین تعداد گل و به تبعیت اجزاء گل از تراکم ۱۵۰ بنه در واحد سطح مترمربع به‌دست آمده است. در تمام صفات اندازه‌گیری شده این تراکم در سال اول نسبت به سایر تراکم های مورد آزمایش برتری داشته است. میزان عملکرد کلاله خشک به‌عنوان عملکرد اقتصادی در تراکم ۱۵۰ بنه ۶,۲۵ کیلوگرم در هکتار به میزان ۱۶ و ۱۴,۴۷ درصد به ترتیب نسبت به تراکم‌های ۱۰۰ و ۵۰ بنه در واحد سطح مترمربع افزایش محصول داشته است. در شکل ۱ تغییرات وزن خشک کلاله در وزن‌های مختلف براساس گرم در مترمربع نشان داده شده است. تمپرینی و همکاران (Temperi et al., 2009). با بررسی تراکم‌های مختلف بنه زعفران دریافتند که بیشترین وزن خشک کلاله در تیمارهای متوسط تراکم در دو سطح (۱۱۱ و ۱۱۹ بنه در مترمربع) و پر تراکم در سه سطح (۱۳۹، ۱۴۳ و ۱۷۹ بنه در مترمربع) به‌دست آمد. کمترین وزن خشک نیز در تراکم ۹۳ بنه در مترمربع تراکم مشاهده شد. نادری دباغ و همکاران(Naderi Dabbagh et al., 2008) در مطالعات خود دریافتند که بالاترین عملکرد و دوره بهره برداری، از بالاترین تراکم (۱۷۷/۶ بنه در مترمربع) و عمیق‌ترین کاشت ۲۰ سانتی‌متر، و به میزان ۵/۰۸ کیلوگرم محصول در هکتار در سال سوم به‌دست آمد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2012b) در تحقیقات خود بیشترین تعداد گل، وزن کلاله تر و خشک و وزن خامه تر در سال اول را از تراکم ۱۵۰ بنه در متر مربع به‌دست آوردند. تراکم کاشت تاثیر بسزایی در تولید سال اول دارد. بنا به مشاهدات میدانی کاشت پر تراکم زعفران باعث می شود که امکان بهره برداری اقتصادی از مزارع زعفران زودتر فراهم گردد، با این‌حال بیشتر کشاورزان به‌منظور صرفه جویی در هزینه‌های اولیه تولید تمایل به کاشت با تراکم متوسط دارند. به‌طور کلی تراکم مناسب بستگی به روش تولید و طول زمان بهره‌برداری از مزرعه دارد و اگر چه در سیستم‌های کشت در شرایط کنترل شده امکان کاشت با تراکم‌های بیشتر از ۴۵۰ بنه در مترمربع بوده است (Molina et al., 2004). و کشت زعفران با تراکم بالا باعث شروع زودتر بهره‌برداری از مزارع تحت کشت زعفران می‌شود. بدیهی است که کاشت با تراکم‌های زیاد فقط در شرایطی منطقی خواهد بود که این محصول به صورت یکساله کشت شود زیرا در غیر اینصورت به دلیل تکثیر بنه‌ها در سال دوم تراکم بیش از حد تأثیر منفی بر عملکرد خواهد داشت.

جدول ٤- مقایسه میانگین وزن خشک کلاله در اثرات متقابل بین بستر کشت و تراکم بنه

Table 4- mean comparison of dry stigma weight and interaction between Bed type and corm density

بستر کاشت Bed type	تراکم بنه در متر مربع Corm density/m^2		
	۵۰ بنه 50 corm	۱۰۰ بنه 100 corm	۱۵۰ بنه 150 corm
بستر خاکی Bed soil	0.5846^{bc}	0.6718^{ab}	0.7364^{a}
بستر هیدروپونیک Hydroponic	0.4144^{d}	0.4193^{d}	0.5136^{cd}

* میانگن‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ($P<0.05$) ندارند

* Means followed by similar letters in each column, are not significantly different ($P<0.05$)

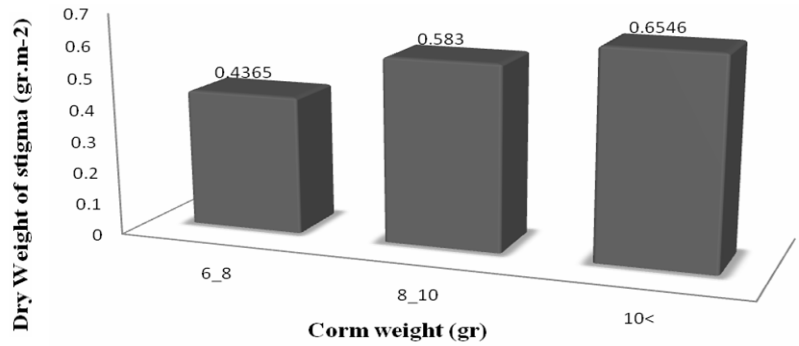
جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات

Table 5- Correlation coefficients of characters

صفات مورد بررسی Characters under study	تعداد گل Number of flower	وزن تر گل Fresh weight of flower	وزن تر گل کلاله و 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 flower	وزن خشک کلاله و خامه Dry weight of stigma + style	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma	وزن خشک خامه Dry weight of style
تعداد گل Number of Flower	1								
وزن تر گل Fresh weight of flowers	0.989**	1							
وزن تر گل کلاله و خامه Fresh weight of stigma + style	0.981**	0.992**	1						
وزن تر کلاله Fresh weight of stigma	0.992**	0.997**	0.992**	1					
وزن تر خامه Fresh weight of style	0.867**	0.898**	0.938**	0.890**	1				
وزت خشک گل Dry weight of flowers	0.924**	0.950**	0.934**	0.941**	0.827**	1			
وزن خشک کلاله و خامه Dry weight of stigma + style	0.964**	0.973**	0.964**	0.970**	0.866**	0.984**	1		
وزن خشک کلاله Dry weight of stigma	0.971**	0.960**	0.967**	0.860**	0.984**	1**	0.965**	1	
وزن خشک خامه Dry weight of style	0.965**	0.975**	0.973**	0.973**	0.892**	0.968**	0.989**	0.985**	1

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**: is significant at 1 probability level.



شکل ۱- تغییرات وزن خشک کلاله (عملکرد اقتصادی) در وزن‌های مختلف بنه در واحد سطح
Fig. 1- Variation of dry weight of stigma (economical yield) in different weight of corm (gr)

با ملاحظه (جدول ۴) مقایسه میانگین وزن خشک کلاله در اترات متقابل بین بستر کاشت و تراکم بوته در واحد سطح مترمربع مشخص است که بیشترین وزن خشک کلاله (زعفران سرگل) در کشت خاکی با تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع تولید و معادل ۷/۳۶۴ کیلوگرم در هکتار است. در حالی‌که کمترین وزن خشک کلاله در سیستم کشت هیدروپونیک در تراکم ۵۰ و۱۰۰ بنه در مترمربع حاصل شده است. نتایج به‌دست آمده مورد توصیه در این آزمایش با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد (Rezvani Moghddam et al., 2012; Koocheki et al., 2012a; Gowar et al., 2012) شاید کاهش عملکرد در بسترهیدروپونیک به دلیل عدم فشردگی لازم بستر و قرار گرفتن بنه در معرض تغییرات اقلیمی باشد. تمامی ضرایب همبستگی بین صفات از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار و مثبت می‌باشد (جدول۵). بدین معنی‌که هر گونه کم و زیاد شدن یک صفت منجر به کم و زیاد شدن تمامی صفات دیگر می‌شود.

عملکرد اقتصادی زعفران معمولاً بر اساس مقدار گل برداشت شده در واحد سطح یا وزن زعفران خشک استحصال شده در واحد سطح بیان می گردد. از آنجا که زعفران خشک شامل مجموع کلاله و خامه می‌باشد در مواردی عملکرد براساس وزن تولید شده از هر کدام از این دو جزء در واحد سطح بیان می‌گردد. به هر حال یکی از پارامترهای مهم شاخص برداشت وزن گل می‌باشد. لذا به اختصارعملکرد بر حسب گرم زعفران خشک در هکتار برابر است با تعداد بنه بارور در واحد سطح، تعداد گل در هر بنه، وزن هر گل و درصد کلاله و خامه آن گل، هم چنین درصد خشک زعفران نسبت به وزن تر می‌باشد. با توجه به شرایط آزمایش تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع با وزن بنه ۱۰ گرم به بالا در بسترکشت خاکی (به نسبت ۱:۱:۱ خاک، ماسه بادی و کود دامی پوسیده) برای حصول حداکثر عملکرد در این آزمایش برای سال اول کشت توصیه می‌گردد.

منابع

1. Abrishami, M.H. 2004. Knowing of Iranian Saffron. Amirkabir press. Tehran. p. 260. (In Persian)

2. Alavi Shahri, H. 2002. Effect of rate of irrigation and manure on saffron yield. Seed & plant Journal No. 11. p. 54. (In Persian with English Summary)

3. Alvarez-orti, M., Gomez-Gomez, L., Rubio, A., Escribano, J., Pardo, J., Jimenez, F., and Fernandez, J.A. 2004. Development and gene expression in saffron corms. Acta Horticulture 650: 141-148.

4. Amirghasemi, T. 2001. Saffron, red gold of Iran. Ayandegan Press. p.12. (In Persian)

5. Behnia, R. 1994. Effect of chemical and manure fertilizers on saffron yield. 2nd national symposium on saffron. Gonabad. Iran. (In Persian)

6. Benabaji, M.H., mokhtarian, A., and Tavakoli Kakhki, H.R. 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.

7. Cavusoglu, A., Erkel, E.I., and Sulusogulu, M. 2008. Saffron (*Crocus sativus* L.) studies with two mother corm dimensions on yield and harvest period under greenhouse conditions. The1st international symposium on medicinal plants. 15-16 October, Jordan.

8. Daneshvar, M.H. and Jamalpour, Z. 2012. Study of corm size and planting depth effectiveness on flowering index and leaf number of saffron (*Crocus sativus* L.) in Mollasani (Khozestan) climate condition, Iran. In4th International Saffron Symposium. October, 22-25. Kashmir.India.

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

10. Ghalavand, A. and Abdollahian Noghabi, M. 2004. Effect of ecological adaption and study of row spacing and planting method on land races yield of Iranian saffron. 2nd National symposium of saffron Gonabad, Iran. (In Persian)

11. Gowhar, A.., Nehvi, F.A., Ameeque, A., Naseeri, S., Iqbal, A., and Mand Sameer, S. 2012. Effect of corm size and weight on daughter corm formation in saffron *(Crocus sativus* L.) In 4th International saffron Symposium. October, 22-25. Kashmir, India.

12. Helal beigi, Y., Khoshgoftar manesh, 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)

13. Hemmati Kakhki, A. 2003. A Review on 15 Years Saffron Research. Khorasan Research Institute for food Science & Technology. Mashhad, Iran. p. 125. (in Persian)

14. Kafi, M., Rashed Mohassel, M., Koocheki, A. and Mollafilabi, A. 2002. Saffron, processing and production technology. CESC. Ferdowsi university of Mashhad. p. 276. (in Persian)

15. Koocheki, A., Rezvani Moghadam, P., and Mollafilabi, A. 2012b. Effect of plant density and type on saffron (*Crocus sativus* L.) yield and yield components. In 4th international

saffron symposium. October, 22-25. Kashmir, India.

16. 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.). Paper presentedat the 3rd international symposium on saffron. Forthcoming challenges in cultivation, Research and Economics. May, 20-23. Korokos, Kozami, Greece.

17. Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., Mohammad- Abdi, A.A., and Mahdavi Damghani, M. 2009b. Performance of saffron (*Crocus sativus* L.) under different planting patterns and high corm density. Paper presented at the 3rd international symposium on saffron.

18. Koocheki, A., rezvani Moghadam, P., Mollafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2012a. Effect of high corm planting density and manure flower and corm yield of saffron (*Crocus sativus* L.) In 4t international saffron symposium. October, 22-25. Kashmir, India.

19. Mc-Gimpssey, G.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 Horticulture Sciences 25: 159-168.

20. Molina, R.V., Renau-Morta, B., Nebauer, S.G., Garcia-Luis, A., and Guardiola, J.L. 2010. Greenhouse saffron culture-Temperature effects on flower emergence and vegetative growth of the plants. Proceeding of the 3th international symposium on saffron: Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. Acta Horticulturae 850: 91-98.

21. Molina, R.V., Valero, M., Navaro, Y., Garcia Luis, A., and Guardiola, J.L. 2004. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulturae 103: 361-3790.

22. Mollafilabi, A. 2012. Effect of extensive range of corm weights on yield components and flowering characters of saffron (*Crocus sativus* L.) under greenhouse conditions. In 4th international safron symposium. October, 22-25. Kashmir, India.

23. Mollafilabi, A., and Shooridh, H. 2009. Novel methods of Saffron production. 4th National saffron festival. Torbat-Heydarieh, Iran. (In Persian)

24. Naderi Dabbagh, H., Shahi, M., Khajebashi, S.M., Banitaba, A., and ehdashti, V.M. 2008. Effect of density and planting depth on yield and productivity period of saffron farms in Esfahan, Plant and Seed 24: 657-643.

25. Negbi, M. 1999. Saffron cultivation: past, present and future prospects. In: Negbi, M (Ed), Saffron, (*Crocus sativus* L.) Harwood Academic publishers, Australia, pp. 1-18.

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

27. Rashed Mohassel, M.H., Bagheri, A., Sadeghi, B., and Hemmati Kakhki, A. 1989. Report of group to Spain about saffron. A publication of IROST, Khorasan, Iran. p. 55.

28. Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S., Aminghafori, A., Shabahang, J and Asadi, G.A. 2012. The effects of mushriimcompost rate and corm density on corm yield and stigma yield of saffron (*Crocus sativus* L.). In 4th international saffron symposium. October, 22-25. Kashmir, India.

29. Sadeghi, B. 1995. Effect of corm weight on saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. Iranian Research Organization for Science and Technology-Khorasan. 28. (In Persian)

30. 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.

31. Schwarz, M. 1994. Soilless culture management. Springer Verlag Germany P. 245.

32. Sourel, F., and Weathers, P.J. 2000. The growth of saffron (*Crocus sativus* L.) in aeroponics and hydroponics. Journal of herbal, spices and medicinal plants. 7(3): 113-127.

33. Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., and Rouphael. 2009. Evaluation of saffron *(Crocus sativus* L.) production in Italy: Effect of the age of saffron fields and plant and plant density. Food, Agriculture and Environment. 7: 19-23.

Effect of plant density and corm weight on yield and yield components of saffron (*Crocus sativus* L.) under soil, hydroponic and plastic tunnel cultivation

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

Submitted: 29-05-2013
Accepted: 29-08-2013

Abstract

Saffron is the most precious spice crop in the world which nowadays has nutritional, medical and industrial importance. Its average yield is 4.83 kg/ha in Iran. The research was conducted to investigate the effect of corm weight and its density on yield and yield components of saffron under soil, hydroponic and plastic tunnel conditions. The effect of three different weights of corm (6-8, 8-10 and more than 10 g) and also three different densities of corm (50, 100 and 150 corms per m²) was investigated in factorial experiment based on CRD with three replications. The traits which were investigated included: number of flower, fresh weight of flower, fresh and dry weight of stigma and style, and economic yield. The results showed that the main effects of bed types. Weight and corm density were significant in all traits. Interactions of bed type and corm weight were significant at 5% except for flower dry weight, and dry weight of stigma + style that were not significant .As well, Interactions of bed type and corm density, corm weight and density and all interactions of bed type ,corm weight and density were not significant in all traits. The heavier corms (more than 10 g) provided the highest yield. By decreasing corm weight, all traits were reduced significantly. Also the results showed that least yield(stigma dry weight) obtained from hydroponic cultivation with 50/ m² yielded 4.14 kg/ha and increase in yield (dry weight of stigma) was obtained under soil cultivation and in the density of 150 corms/m² economical yield was equivalent to 7.36 kg/ha in the first year.

Keywords: Saffron, Cultivation systems, Dry stigma yield, Number of corms per m²

1 and 2- PhD student of Crop Ecology and Professors of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran respectively.
(*- Corresponding author Email: a.filabi@rifst.ac.ir)