نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۳۴۱-۳۲۶

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 2, Summer 2017, p. 326-341

اثر تراکم بنه و نوع بستر کاشت بر اجزای عملکرد گل و کلاله زعفران (*Crocus sativus* L.)

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

تاریخ دریافت: ۱۰ /۱۳۹۲/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۷/۲۱

ملافیلابی، ع.، کوچکی، ع.، رضوانی مقدم، پ.، و نصیری محلاتی، م. ۱۳۹۶. اثر تراکم بنه و نوع بستر کاشت بر اجزای عملکرد گل و کلاله زعفران (*Crocus sativus* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۲): ۳۴۱-۳۲۶.

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم بنه و نوع بستر کاشت بر خصوصیات زایشی، اجزای عملکرد گل و کلاله زعفران (*Crocus sativus* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت فاکتوریل با سه تکرار در پارک علم و فناوری خراسان رضوی در سال زراعی۹۰-۱۳۸۹ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل تراکم بنه در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع و پنج بستر کاشت شامل ۱۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار، ۳۰ تن کود گاوی پوسیده در هکتار، ۲۰ تن ضایعات بستر قارچ در هکتار، ۱۰ تن خاکپوش کلش گندم (*Triticum astivum* L.) در هکتار و شاهد بودندکه همزمان با کاشت بنه زعفران اعمال گردید. صفات مورد مطالعه شامل تعداد گل، وزن گل تر و خشک، وزن کلاله تر و خشک، وزن خامه تر و خشک زعفران بودند. نتایج نشان داد که سطوح تراکم بنه و بسترهای مختلف کاشت اثر معنی‌داری بر عملکرد خامه و کلاله خشک زعفران داشت ($p\leq$۰/۰۱). افزایش تعداد بنه از ۵۰ به۱۵۰ بنه در مترمربع، وزن تر گل زعفران را ۱۷۷ و وزن خشک کلاله را ۱۵۵ درصد (حدود ۲/۵ برابر) بهبود بخشید. بیشترین وزن تر و خشک کلاله+خامه در تیمار کاربرد خاکپوش کلش گندم به ترتیب به میزان ۱۴/۴۳ و ۲/۵۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در شاهد به ترتیب برابر با ۴/۳۱ و ۰/۸۱ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. اثر متقابل بین تراکم بنه و نوع بستر کاشت در هیچ‌یک از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود. با توجه به نتایج چنین به نظر می‌رسد که به منظور بهبود تولید گل و کلاله زعفران در سال اول، تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع و بستر کشت خاکپوش کلش گندم را می‌توان توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: تعداد گل، عملکرد کلاله خشک، ماده آلی

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) به عنوان گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد. در حال حاضر زعفران ۴-۳ درصد کل ظرفیت سالیانه تجارت جهانی ادویه را منحصر به خود دارد و ظرفیت تولید و تجاری آن در محدوده ۲۸۰-۲۵۰ تن در سال است (Sadeghi, 2008). سطح زیر کشت زعفران در ایران در سال ۱۳۹۰ بالغ بر ۷۲۱۶۲ هکتار بود که بیش از ۷۰۰۰۰ هکتار آن در دو استان خراسان رضوی و جنوبی (۵۷۰۰۰ هکتار خراسان رضوی و ۱۳۰۰۰ هکتار خراسان جنوبی) بوده است (Jihad Keshavari Khorasan Razavi, 2012). علی‌رغم سازگاری گیاه زعفران با مناطق وسیعی از کشور، قسمت اعظم این محصول کشاورزی در مناطقی از خراسان مرکزی و جنوبی با وجود خشکی و بارندگی کم، به علت موقعیت مناسب اقلیمی و دانش بومی کشت و کار و تولید می‌گردد. ویژگی‌های خاص این گیاه از جمله نیاز آبی کم، آبیاری در زمان‌های غیربحرانی نیاز آبی سایر گیاهان، امکان بهره‌برداری از مزارع به مدت چندین سال در یک نوبت، سهولت حمل و نقل، نگهداری محصول، عدم نیاز زراعت آن به ماشین آلات ویژه و تکنولوژی پیچیده، توان

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.v9i2.26540

جذب نیروی کار زیاد در زمان برداشت گل، اشتغال‌زایی و در نهایت، جلوگیری از مهاجرت و جذب ارز، موقعیت آن را به‌ویژه در مناطقی که فاقد استعدادهای صنعتی و دارای محدودیت آب کشاورزی هستند مطرح و ممتاز نموده است (Amirghasemi, 2001). میانگین عملکرد زعفران ایران در طی یک دوره ۳۰ ساله ۴/۸ کیلوگرم در هکتار بوده است و بیشترین عملکرد در ایران در سال‌های چهارم و پنجم به‌دست می‌آید (Mollafilabi, 2000). حداقل میانگین عملکرد سالانه مزارع در طول یک دوره گلدهی هشت ساله ۳/۸ و حداکثر ۱۵ کیلوگرم در هکتار گزارش گردیده‌است (Sadeghi, 1993). در صورت رعایت اصول به زراعی و کاربرد نتایج تحقیقات در مزارع زعفران، می‌توان علاوه بر کوتاه‌سازی عمر مزارع از میانگین هشت سال به چهار و پنج سال، میانگین عملکرد را نیز تا دو برابر میانگین فعلی کشور افزود (Sadeghi, 1993).

عوامل زیادی مانند اقلیم، بیماری‌ها، آبیاری، انبارداری و تاریخ کاشت، انواع کودهای شیمیایی، بیولوژیکی و حیوانی در تعیین کمیت و کیفیت زعفران تولیدی نقش به‌سزایی دارند (Hosseini, 2003 & Hemati Kakhki). عملکرد زعفران به عوامل متعددی از قبیل خاک، تراکم، روش کاشت، اندازه بنه، موقعیت جغرافیایی، عوامل جوی مانند نوسانات درجه حرارت به ویژه در زمان گلدهی، میزان بارندگی، مدیریت‌های زراعی و دوره بهره‌برداری ارتباط دارد (Habibi et al., 1988). تمپرینی و همکاران (Temperini et al., 2009) با بررسی اثر تراکم‌های مختلف بنه زعفران در ایتالیا 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. نتایج این مطالعه همچنین مؤید این مطلب است که کمترین وزن خشک برای تراکم ۹۳ بنه در مترمربع مشاهده شد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2012b) در تحقیقات خود بیشترین تعداد گل، وزن کلاله تر و خشک و وزن خامه تر زعفران را در سال اول از تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع به‌دست آوردند. بدین ترتیب، به نظر می‌رسد که تراکم بنه یکی از عوامل اصلی دستیابی به عملکرد در گیاه ارزشمند زعفران به‌ویژه در سال‌های اولیه محسوب می‌شود. بنا بر مشاهدات میدانی کاشت پر تراکم زعفران باعث می‌شود که امکان بهره‌برداری اقتصادی از مزارع زعفران زودتر فراهم گردد، با این‌حال بیشتر کشاورزان به منظور صرفه‌جویی در هزینه‌های اولیه تولید تمایل به کاشت با تراکم متوسط دارند (Rezvani Moghaddam et al., 2010). 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., 2005). 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. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009a) با بررسی اثر عمق و تراکم کاشت بر خصوصیات زراعی زعفران بیان داشتند که بیشترین عملکرد گل وکلاله درکاشت ۱۱ تن بنه در هکتار و عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر به‌دست آمد. در مطالعه دیگری کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009b) با بررسی الگوهای مختلف کشت (ردیفی، تصادفی وکپه‌ای) و تراکم‌های بنه (۴، ۸ و ۱۲ تن در هکتار) دریافتند که بیشترین عملکرد زعفران در الگوی کشت ردیفی همراه با تیمار ۱۲ تن بنه در هکتار به‌دست آمد.

در بین تحقیقات متنوعی که تا به امروز در ایران صورت گرفته است مسئله تغذیه زعفران همواره از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و به ابهامات زیادی پاسخ داده است. امیدی و همکاران (Omidi et al., 2009) به منظور بررسی کود شیمیایی و بیولوژیکی بر عملکرد کمی و کیفی زعفران نشان دادند که تعداد برگ، طول برگ، طول کلاله و نیز عملکرد کلاله خشک زعفران با مصرف کودهای شیمیایی به طور معنی‌داری افزایش یافت و بالاترین عملکرد در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی اوره و تیمار تلفیقی کود زیستی نیتروکسین و شیمیایی به‌دست آمد. از آن‌جا که زعفران یک محصول چند ساله می‌باشد، لذا سازگاری خوبی نسبت به کودهای آلی نشان می‌دهد. استفاده از کودهای آلی در زراعت زعفران موجب افزایش وزن تازه و خشک و درصد ماده خشک بنه‌ها شده و میزان ریشه‌های بنه را افزایش می‌دهد که این اثرات ممکن است در نتیجه افزایش رطوبت خاک و در نهایت، رشد بهتر گیاه باشد (Behdani et al., 2005). از این‌رو، کودهای حیوانی نقش مهمی را در عملکرد این گیاه ایفاء می‌نمایند که این افزایش عملکرد، عمدتاً از طریق بهبود خصوصیات رشدی بنه‌ها و در نتیجه افزایش وزن آن‌ها می‌باشد. به طور کلی، اثر کودهای حیوانی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد زعفران بیشتر از کودهای

شیمیایی گزارش شده است (Kafi et al., 2002). نتایج پژوهش رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2006) نشان داد که مصرف کود گاوی در مقایسه با کود مرغی اثرات بیشتری بر بهبود عملکرد گل و کلاله زعفران دارد.

در ایران بسته به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عادت زارعین کاربرد ۲۰ تا ۸۰ تن کود گاوی در هکتار توصیه می‌گردد (Amirghasemi, 2001). نتایج تحقیقات مولینا و همکاران (Molina et al., 2005) و امیدبیگی و همکاران (Omidbaigi et al., 2005) روی زعفران نشان داد که استفاده از کود دامی و بنه‌های بزرگتر موجب افزایش تعداد و عملکرد گل شد. کوچکی و همکاران با انجام مطالعات مختلف گزارش کردند که در سال اول اجرای آزمایش، تقریباً تمامی بنه‌های تولید شده در نتیجه اعمال سطوح مختلف کود دامی دارای وزنی کمتر از ۱۰ گرم بوده و تعداد بسیار کمی از بنه‌های تولید شده در خاک از وزنی بیشتر از ۱۰ گرم برخوردار بودند (Koocheki et al., 2012b; Koocheki et al., 2013). جهان و جهانی (Jahan & Jahani, 2007) نیز در مطالعه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر گلدهی زعفران، بیشترین افزایش در تعداد گل و نیز وزن خشک کلاله زعفران را در نتیجه کاربرد کود دامی مشاهده کردند. امیری (Amiri, 2008) نیز افزایش سطح برگ، میزان عناصر غذایی در برگ و عملکرد گل و کلاله زعفران را در نتیجه مصرف کود دامی مشاهده کرد. وی همچنین اظهار داشت که کاربرد کود دامی باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند میزان مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش عناصری مانند نیتروژن، پتاسیم و کلسیم شد. با در نظر گرفتن مواد آلی به عنوان منبع تغذیه‌ای برای بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکزی، اعمال کود دامی می‌تواند نقش مؤثری در افزایش رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید در منطقه ریشه داشته باشد (Mohammdi et al., 2010). یکی دیگر از نهاده‌های آلی مورد استفاده به منظور بهبود خصوصیات خاک و رشد و عملکرد گیاهان کمپوست می‌باشد. برخی از اثرهای مفید مصرف این نهاده آلی در کشاورزی شامل فراهمی عناصر غذایی در خاک، کاهش اسیدیته خاک، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها، کاهش پاتوژن‌های بیماری‌زا و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک است (Alidadi et al., 2013). حفظ و مدیریت بقایای گیاهی مانند مالچ کلش در سیستم‌های زراعی مناطق نیمه‌خشک می‌تواند کاهش تبخیر و رواناب سطحی در خاک را با فراهمی مواد آلی، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید در خاک، بهبود ثبات خاکدانه‌ها، افزایش نفوذپذیری و ذخیره آب در خاک، کاهش شدت فرسایش آبی و یا بادی را امکان پذیرکند. همچنین مدیریت صحیح مالچ کلش گندم (*Triticum astivum* L.)، در افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی مانند نیتروژن و نیز بهبود عملکرد گیاهان مؤثر است (Bastin et al., 2009; Chen et al., 2005; Limon Ortega et al., 2008; Monzon et al., 2006). دانگا و واکیندیکی (Danga & Wakindiki, 2009) گزارش کردند که کاربرد سطحی مالچ کلشی گندم، ضمن کاهش فرسایش خاک منجر به افزایش غلظت و نیز پویایی عناصر غذایی در خاک شد. علاوه بر این، استفاده از مالچ های آلی در سطح خاک می‌تواند نقش مؤثری در تعدیل درجه حرارت خاک ایفاء کند. در این ارتباط گزارش شده است که خاک‌های دارای مالچ و یا کلش سطحی در مقایسه با خاک‌های فاقد پوشش از تعادل حرارتی بالاتری برخوردارند؛ به‌طوری‌که در درجه حرارت بالای محیطی دیرتر گرم شده و از سویی دیگر، در شب حرارت خود را دیرتر از دست می-هند (Chen et al., 2005; Foroghifar & Porkasemani, 2000). بنابراین، هدف از اجرای این آزمایش، بررسی اثر تراکم‌های مختلف بنه و نوع بستر کاشت بر مبنای استفاده از کودهای آلی بر عملکرد گل، کلاله و خامه زعفران در شرایط آب و هوایی مشهد بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف بررسی تأثیر تراکم بنه و بسترهای مختلف کاشت بر عملکرد اجزای گل زعفران، در پارک علم و فن‌آوری خراسان رضوی واقع در کیلومتر ۱۲ محور مشهد- قوچان با طول جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۱۶ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ انجام شد. قبل از اجرای آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک نمونه برداری انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

زمینی که در سال قبل آیش بود برای اجرای طرح انتخاب و در اردیبهشت ماه شخمی به عمق ۳۰ سانتی با گاوآهن برگردان‌دار زده شد. قبل از کاشت مجدداً عملیات شخم و دیسک در زمین اعمال و سپس زمین تسطیح شد. نظر به اینکه زمین در سال قبل تحت کشت نبوده و با توجه به نتایج آزمایش خاک، ۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم به عنوان کود پایه همزمان با کشت به زمین داده شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of field soil used in the experiment

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	اسیدیته pH	پتاسیم قابل دسترس (قسمت در میلیون) Available K (ppm)	فسفر قابل دسترس (قسمت در میلیون) Available P (ppm)	آهک (درصد) T.N.V (%)	شن (درصد) Sand (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	رس (درصد) Clay (%)
6.78	0.78	7.6	200	9	10.5	48	12	40

بنه‌های مورد کشت از مزرعه‌ای در منطقه باخزر تهیه گردید. بنه‌ها به صورت خشکه‌کنی در مرداد ماه از زمین بیرون آورده شدند و به محل اجرای طرح منتقل و سپس بنه‌ها برای کاشت درجه‌بندی و بنه‌های با وزن هشت گرم به بالا (۸ تا ۱۲ گرم) جهت کشت انتخاب و آماده گردید.

تیمارهای آزمایش شامل سه تراکم بنه ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع و پنج بستر کاشت شامل کمپوست زباله شهری، کود گاوی پوسیده، ضایعات بستر قارچ، خاکپوش کلش گندم و شاهد به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند. کرت‌های آزمایشی با ابعاد یک متر در یک متر و فاصله ردیف‌های ۲۰ سانتی متر بودند. برای تراکم ۵۰ بنه در مترمربع فواصل بنه روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر، تراکم ۱۰۰ بنه در مترمربع فواصل بنه روی ردیف پنج سانتی‌متر و در نهایت برای تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع فواصل بنه روی ردیف ۳/۳ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

تیمارهای بستر کاشت همزمان با کشت با خاک مخلوط شدند. مقدار مصرف کمپوست زباله شهری ۱۰ تن در هکتار، ضایعات بستر پرورش قارچ ۲۰ تن در هکتار، کود گاوی پوسیده ۳۰ تن در هکتار و خاکپوش کلش گندم به مقدار ۱۰ تن در هکتار بود. نتایج تجزیه شیمیایی کودهای آلی مورد استفاده در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کمپوست زباله شهری، ضایعات بستر قارچ و کود گاوی

Table 2- Chemical characteristics of municipal solid waste compost, mushroom bed residues and cow manure

کودهای آلی Organic fertilizers	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	اسیدیته pH	نیتروژن (درصد) N (%)	فسفر (قسمت در میلیون) P (ppm)	پتاسیم (قسمت در میلیون) K (ppm)	کلسیم (درصد) Ca (%)	منیزیم (درصد) Mg (%)	آهن (قسمت در میلیون) Fe (ppm)	روی (قسمت در میلیون) Zn (ppm)
کمپوست زباله شهری Municipal solid waste compost	5.33	9.9	7.25	1.33	7500	12500	8.2	7.08	21160	848
ضایعات بستر قارچ Mushroom bed residues	8.5	-	8.25	1.45	1750	12000	3.9	-	20000	340
کود گاوی Cow manure	2.45	3.1	8.8	1.02	1100	5500	0.02	-	-	-

کاشت بنه‌ها در ۲۳ مرداد و آبیاری اول در ۱۵ مهر ماه (بسار آب) انجام شد. دو روز پس از آبیاری اول، سله‌شکنی انجام شد. شروع گلدهی در تیمار کلش گندم هشتم آبان ماه و پایان گلدهی ۲۹ آبان ماه بود. آبیاری دوم (زائیچ آب) پس از پایان جمع‌آوری گل‌ها و ظهور برگ‌ها صورت گرفت. در نیمه اول آذر ماه آبیاری سوم (کولش آب) و در ماه‌های فروردین و اردیبهشت آبیاری‌های چهارم و پنجم (زرد آب) اعمال شد. مبارزه با علف‌های هرز دو بار به صورت دستی در آذر ماه بعد از برداشت گل‌ها و اواخر فروردین در پایان رشد رویشی زعفران انجام گرفت. صفات مورد مطالعه شامل تعداد گل، وزن تر و خشک گل، وزن تر و خشک کلاله به همراه خامه، وزن تر و خشک کلاله و وزن تر و خشک خامه بودند. عملیات برداشت گل روزانه در طول دوره گلدهی انجام گردید. هر روز گل‌های هرکرت جداگانه چیده و تعداد گل، وزن ترگل، عملکرد تر کلاله به همراه خامه، عملکرد تر کلاله و خامه به طور جداگانه تعیین و یاداشت می‌گردید. همچنین در

پایان دوره گلدهی عملکرد اجزای گل که مجموع عملکرد طول دوره گلدهی زعفران بوده و به‌تفکیک جمع‌آوری و در شرایط یکسان خشک شده بود، مورد بررسی قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام و مقایسه میانگین‌ها به روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد با نرم افزار MSTAT-C انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تراکم بنه بر تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت، ولی اثر نوع بستر تنها بر تعداد گل در واحد سطح غیر معنی‌دار شد، در بقیه صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل تراکم بنه و نوع بستر بر هیچ یک از صفات مورد ارزیابی معنی‌دار نبود (جدول۳).

تراکم بنه بر صفت تعداد گل زعفران در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول۳)؛ به طوری که با افزایش تعداد بنه از ۵۰ به ۱۵۰ بنه در مترمربع، تعداد گل زعفران را از ۱۶/۸ به ۴۶/۸ گل در واحد سطح مترمربع (حدود ۱۷۹ درصد) افزایش داد (جدول۴). تغییرات تعداد گل در واحد سطح همبستگی بالایی با تراکم بنه در واحد سطح داشت که روند افزایش تعداد گل در اثر افزایش تعداد بنه در شکل ۱ نشان داده شده است.

علوی و همکاران (Alavi et al., 1994) با بررسی تأثیر تراکم روی بوته (فواصل کاشت) بر عملکرد زعفران به مدت پنج سال زراعی نشان دادند که با افزایش تراکم کاشت، عملکرد زعفران به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. همچنین قلاوند و عبدالهیان (Ghalavand & Abdollahian Noghabi, 2004) نشان دادند که فاصله خطوط کشت متراکم‌تر (۳۰×۱۰ سانتی‌متر) عملکرد بیشتری نسبت به تراکم‌های دیگر داشتند. زعفران گیاهی است قانع و در زمره گیاهان زراعی کم نهاده محسوب می شود لذا رقابت به‌ویژه در سال‌های اولیه گیاه با توجه به ساختار و شاخص برگ کم در زعفران تراکم بیشتر می‌تواند از عملکرد بالاتری برخوردار باشد.

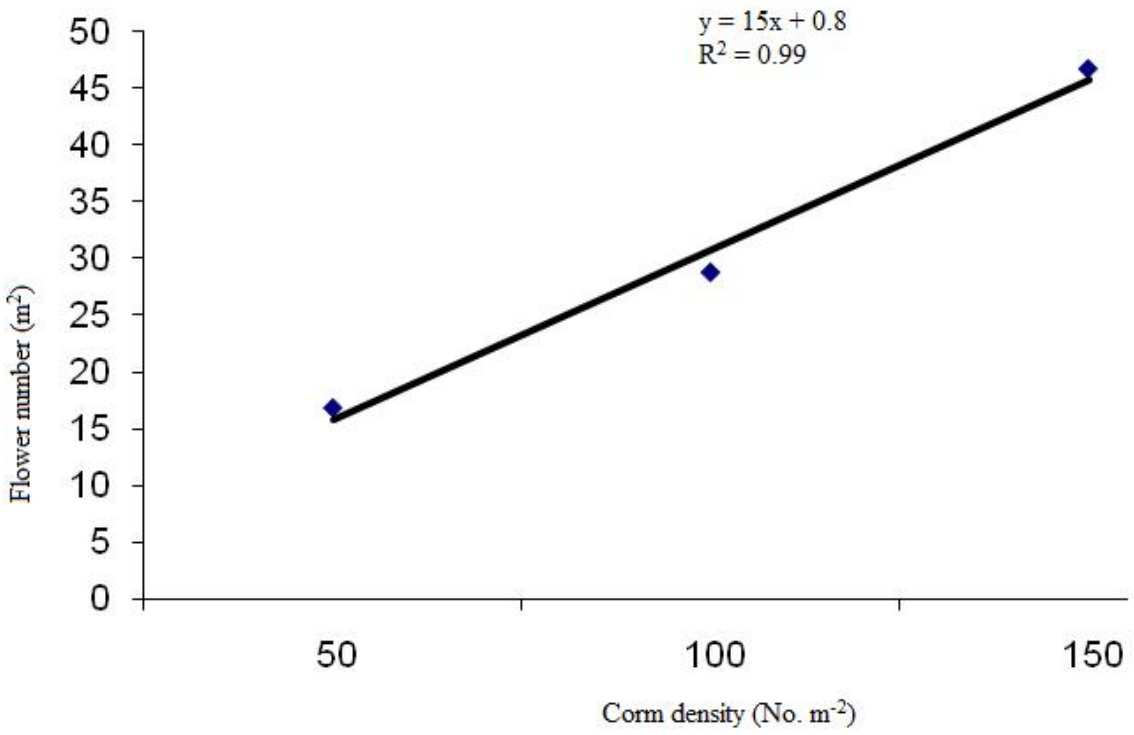
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تراکم بنه و نوع بستر کاشت بر اجزای عملکرد گل زعفران

3- Analysis variance (mean of squares) for corm densities and bed types impacts on flower yield components of saffron Table

منابع تغییرات S.O.V	تعداد گل No. of Flower	وزن تر گل Fresh weight of flower	وزن تر کلاله خامه Fresh weight of 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 and style	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma	وزن خشک خامه Dry weight of style
تکرار Block	0.353*	0.194*	0.0618*	0.0532*	0.0389*	0.069*	0.0351*	0.0366**	0.0041ns
تراکم بنه (A) Corm density (A)	1.155**	0.585*	0.168**	0.140**	0.104**	0.209**	0.0585**	0.055**	0.018**
نوع بستر (B) Bed type (B)	0.185ns	0.398**	0.117**	0.104**	0.055**	0.102**	0.0436**	0.0417**	0.0123**
A×B	0.0189ns	0.0095ns	0.0025ns	0.0025n	0.001ns	0.002ns	0.001ns	0.001ns	0.0001ns
خطا Error	0.0737	0.047	0.0119	0.0104	0.0103	0.0186	0.0067	0.0063	0.0029
ضریب تغییرات CV (%)	11.96	13.67	12.3	12.24	17.19	13.86	13.96	14.01	15.98

ns غیرمعنی‌دار و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

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

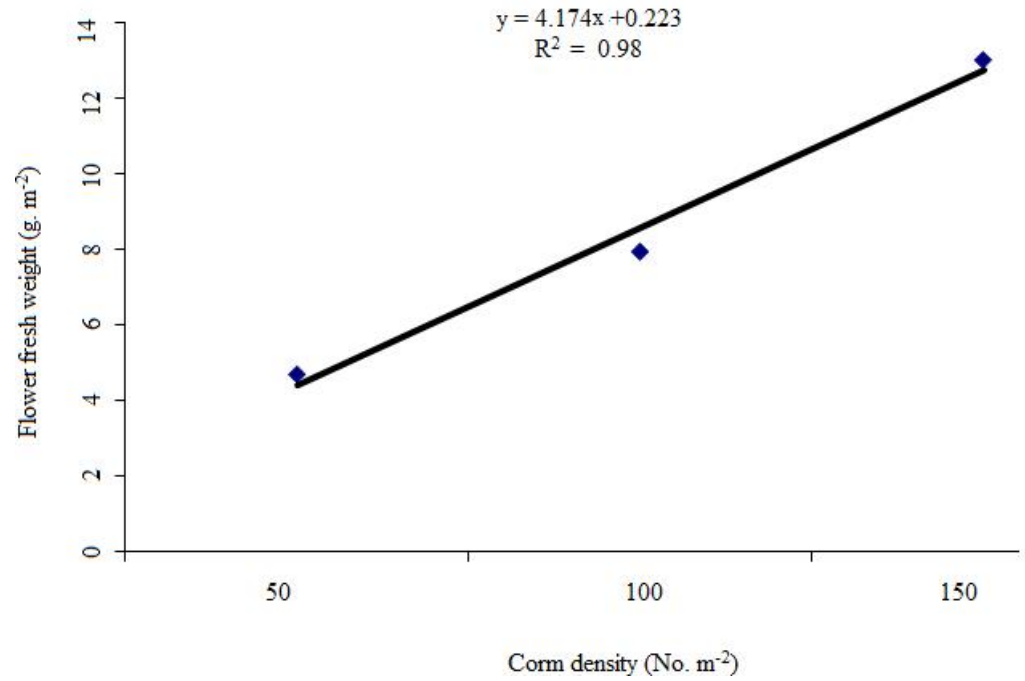


شکل ۱- همبستگی تعداد گل با تعداد بنه زعفران

Fig. 1- Correlation between flower number with corm density of saffron

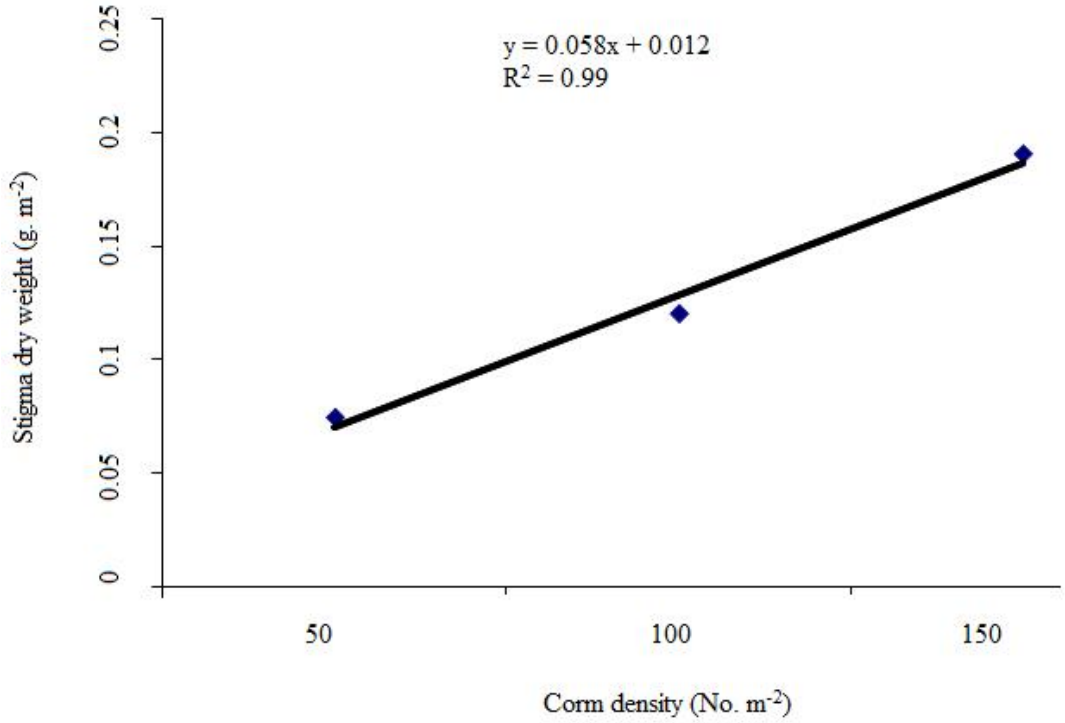
بسترهای مورد استفاده بر صفت تعداد گل در واحد سطح، دارای اثر معنی‌داری نبود (جدول‌های ۳ و ۵). به نظر می‌رسد با توجه به اینکه پدیده گل‌انگیزی در بنه زعفران تقریباً یک ماه پس از خزان برگ‌های آن و تقریباً در اواخر خرداد رخ می‌دهد (Molina et al., 2009)، لذا گل‌انگیزی در بنه‌های مورد مطالعه تقریباً یک ماه زودتر در زمین اصلی بدون اثر تیمار بستر رخ داده است. همچنین بنه‌ها از یک مزرعه تحت شرایط یکسان از لحاظ نوع بستر کشت تهیه شده بودند، لذا اثر کم صفت تعداد گل در نتیجه اعمال تیمارکودهای آلی قابل درک می‌باشد. کاربرد کود گاوی و کود کمپوست موجب افزایش غلظت عناصر غذایی و ماده آلی خاک شده و اثرات باقیمانده آن بر عملکرد فرآورده و ویژگی‌های خاک، چندین سال پس از کاربرد باقی و مشخص می‌گردد (Baiburdi & Kalantari Oskouei, 2007)

تراکم بنه بر وزن تر و خشک گل زعفران اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۳). افزایش تعداد بنه در مترمربع از ۵۰ به ۱۵۰ وزن ترگل را ۱۷۷ و وزن ترکلاله + خامه را ۲۳۴ درصد افزایش داد (جدول ۴). با توجه به ضریب همبستگی بالا بین صفت تعداد گل با وزن تر و خشک گل به ترتیب به میزان ۰/۹۱ و ۰/۹۴ درصد (جدول ۶)، افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک گل، همراه با تعداد گل در واحد سطح در اثر افزایش تراکم بنه دور از انتظار نمی‌باشد (جدول‌های ۳ و ۴). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009) با بررسی اثر عمق و تراکم کاشت بر خصوصیات زراعی زعفران بیان داشتند که بیشترین عملکرد گل وکلاله در تراکم ۱۱ تن و عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر به‌دست آمد.



شکل ۲- همبستگی وزن تر گل با تعداد بنه زعفران

Fig. 2- Correlation between flower fresh weight with corm density of saffron



شکل ۳- همبستگی وزن خشک کلاله با تعداد بنه زعفران

Fig. 3- Correlation between stigma dry weight with corm density of saffron

اثر کاربرد بسترهای مختلف کاشت بر صفات وزن تر و خشک گل زعفران در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۳)؛ به طوری که کاربرد خاکپوش کلش گندم بیشترین افزایش وزن تر و خشک گل را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۲۳۳ و ۱۸۱ درصد نشان داد (جدول۵). علی‌رغم این‌که بسترهای مختلف کاشت نتوانست از لحاظ آماری اثر معنی‌داری بر صفت تعداد گل در واحد سطح ایجاد کند، ولی اثر معنی‌داری بر روی صفات وزن تر و خشک گل داشت که این موضوع بیانگر نقش تغذیه‌ای و ایجاد شرایط مطلوب اکولوژیکی بسترهای کودی کشت مورد استفاده بر شروع گلدهی و وزن گل زعفران می‌باشد. در آزمایشی، شاهنده (Shahandeh, 1990) اظهار داشت که متغیرهای شیمیایی که دارای بیشترین تأثیر بر عملکرد زعفران هستند به ترتیب شامل میزان ماده آلی خاک، فسفر قابل استفاده، ازت معدنی و پتاسیم تبادلی می‌باشند. گیاه زعفران به نسبت کربن به نیتروژن خاک واکنش بسیار مثبتی نشان می‌دهد (Shahandeh, 1990). لذا می‌بایست در مصرف نیتروژن مصرفی یا کودهای آلی دقت کافی به عمل آید. همچنین نامبرده نشان داد که عملکرد زعفران با نیتروژن آمونیاکی همبستگی منفی و با نیتروژن نیتراتی همبستگی مثبت دارد. آیتائوبائو و اوتمانی (Ait-aubahou & El-otmani, 1999) اعلام داشتند که زعفران به مواد غذایی فراوان احتیاج ندارد. همچنین کومار و همکاران (Kumar et al., 2009) اعلام داشتند زعفران گیاه کم‌توقعی است و برای رشد به حد متوسطی از عناصر غذایی نیاز دارد. لذا به منظور بهبود حاصلخیزی خاک در شرایط کاشت، بهتر است از کود دامی که دارای پتاسیم زیادی است استفاده شود. خاک‌های کلسیم‌دار برای رشد زعفران مناسب است، ولی خاک‌های بسیار حاصلخیز به علت افزایش رشد سبزینه‌ای برای کشت زعفران مناسب نیست. با افزایش تراکم بنه، وزن تر و خشک کلاله + خامه به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). افزایش تراکم بنه از ۵۰ به ۱۵۰ بنه در مترمربع وزن تر کلاله + خامه را ۳/۳ برابر و وزن خشک آن را ۲/۵ برابر در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۴). بیشترین وزن تر و خشک کلاله + خامه در تیمار ۱۵۰ بنه در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۳). عملکرد اقتصادی زعفران معمولاً بر اساس تعداد گل برداشت شده در واحد سطح یا وزن زعفران خشک استحصال شده در واحد سطح بیان می‌گردد. از آن‌جا که زعفران خشک شامل مجموع

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر تراکم‌های بنه بر خصوصیات زایشی و عملکرد گل زعفران

Table 4- Mean comparisons of corm density effects on reproductive characteristics and flower yield of saffron

وزن خشک خامه (کیلوگرم در هکتار) Dry style weight (kg.ha^{-1})	وزن خشک کلاله(کیلوگرم در هکتار) Dry stigma weight (kg.ha^{-1})	وزن خشک کلاله و خامه (کیلوگرم در هکتار) Dry weight of stigma and style (kg.ha^{-1})	وزن خشک گل (کیلوگرم در هکتار) Dry flower weight (kg.ha^{-1})	وزن تر خامه (کیلوگرم در هکتار) Fresh weight of style (kg.ha^{-1})	وزن تر کلاله (کیلوگرم در هکتار) Fresh weight of stigma (kg.ha^{-1})	وزن تر کلاله و خامه (کیلوگرم در هکتار) Fresh weight of stigma and style (kg.ha^{-1})	وزن تر گل (کیلوگرم در هکتار) Fresh flower weight (kg.ha^{-1})	تعداد گل (تعداد در مترمربع) Flower Number (No.m^{-2})	تراکم بنه (تعداد در مترمربع) Corm density (No.m^{-2})
0.10b*	0.75^{b}	0.85^{b}	6.48^{b}	0.84^{b}	3.48^{c}	47.02^{c}	47.02^{c}	16.8^{c}	50
0.15^{b}	1.21^{b}	1.35^{b}	10.45^{b}	1.38^{b}	5.58^{b}	70.63^{b}	79.63^{b}	28.8^{b}	100
0.24^{a}	1.91^{a}	2.15a	17.57^{a}	2.62^{a}	8.83^{a}	130.50^{a}	130.50^{a}	46.80^{a}	150

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD ندارند ($p\leq0.05$).

* Means followed by similar letters in each column have not significantly difference based on LSD test ($p\leq0.05$).

کلاله و خامه می‌باشد، در موارد زیادی عملکرد بر اساس وزن تولید شده از هر کدام از این دو جزء در واحد سطح بیان می‌گردد (Kafi et al., 2002). در این بررسی تیمارهایی که وزن ترگل را افزایش داد، وزن خشک گل، وزن تر و خشک کلاله و خامه را هم افزایش داد. محققان دیگر نیز نتایج به‌دست آمده را تأیید می‌کنند (Ghalavand & Abdollahian Noghabi, 2004; Molina et al., 2009; Koocheki et al., 2009a; Koocheki et al., 2009b; Koocheki et al., 2012b; Naderi Dabbagh et al., 2008). تمپرنی و همکاران (Temperini et al., 2009) با بررسی اثر تراکم‌های مختلف بنه شامل کم تراکم با ۷۶، ۹۱ و ۹۳ بنه در مترمربع، متوسط تراکم با ۱۱۱، ۱۱۴ و ۱۱۹ بنه در مترمربع و پر تراکم با ۱۳۰، ۱۴۳ و ۱۷۹ بنه در مترمربع بر عملکرد گل گیاه نقدینه 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 ۱۷۹بنه در مترمربع) به‌دست آمد. نادری دباغ و همکاران (Naderi Dabbagh et al., 2008) نیز در مطالعات خود دریافتند که بالاترین عملکرد و دوره بهره‌برداری، از بالاترین تراکم (۱۷۷/۶ بنه در مترمربع) و عمیق‌ترین کاشت ۲۰ سانتی‌متر، و به میزان ۵/۰۸ کیلوگرم در هکتار در سال سوم به‌دست آمد. با توجه به ضرایب همبستگی بالا بین صفت وزن تر و خشک گل با وزن تر و خشک کلاله + خامه (به ترتیب معادل با ۰/۹۹، ۰/۹۸، ۰/۹۸ و ۰/۹۹) (جدول ۵)، افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک کلاله+خامه همراه با افزایش وزن تر و خشک گل تحت تأثیر افزایش تراکم بنه منطقی به‌نظر می‌رسد.

سطوح بستر کشت اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر و خشک کلاله + خامه زعفران داشت (جدول ۳). بیشترین وزن تر و خشک کلاله + خامه در تیمار کاربرد خاکپوش کلش گندم به ترتیب به میزان ۱۴/۴۳ و ۲/۵۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار شاهد به میزان ۴/۳۱ و ۰/۸۱ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۵). چون کلش گندم به عنوان مالچ استفاده شده در سال اول روی نسبت کربن به ازت خیلی مؤثر نبوده است. از آن‌جا که طبق مشاهدات مختلف مشخص شده است که بوته‌های زعفران در سایه درختان، زیر بوته‌های خار و یا حواشی جوی‌های آبیاری که از رطوبت بیشتری برخوردارند، نسبت به سایر بوته‌ها در مزرعه زودتر به گل می‌روند، چنین به‌نظر می‌رسد که خاکپوش کلش گندم توانسته‌است علاوه بر سایه‌اندازی و حفظ رطوبت و تعدیل و کاهش درجه حرارت موجب تسریع در شروع گل زعفران گردد و افزایش عملکرد را نیز موجب شود. صادقی (Sadeghi, 2008) اعلام نموده است که گرمای تابستان اثر منفی در القاء گل در مرداد ماه دارد و از عوامل مهم کاهش عملکرد مزارع زعفران در چند ساله اخیر می‌باشد. با توجه به ضریب همبستگی بالا بین وزن تر و خشک گل با وزن تر و خشک کلاله + خامه (به‌ترتیب معادل با ۰/۹۹۶، ۰/۹۸۰، ۰/۹۷۷ و ۰/۹۸۹)، (جدول ۶)، افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک کلاله + خامه همراه با افزایش وزن تر و خشک گل در بسترهای مختلف کشت دور از انتظار نمی‌باشد. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2010) نیز بیشترین عملکرد گل تر و نیز کلاله خشک زعفران را به ترتیب ۲۴۰۰۰ و ۶۳۰ گرم در هکتار در سال اول کشت با اعمال کود دامی ۴۰ تن در هکتارگزارش کردند.

نتایج تحقیق نشان داد که اعمال تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع و نیز مصرف کلش گندم بهترین تأثیر را بر وزن تر و خشک کلاله و وزن تر و خشک خامه زعفران نشان دادند و کمترین این صفات در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول‌های ۵ و ۴). جدول ضرایب همبستگی نیز همبستگی بالای بین صفت وزن تر و خشک گل با وزن تر و خشک کلاله و خامه را نشان داد (جدول۶).

اثر متقابل تراکم بنه و بسترهای مختلف کاشت بر تمامی صفات زایشی و عملکرد گل زعفران غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). بستر خاکپوش کلش گندم در هر سه تراکم بنه توانست بیشترین مقادیر وزن خشک کلاله زعفران (عملکرد اقتصادی) را در سال اول به خود اختصاص دهد. با توجه به اینکه خاکپوش کلش گندم همزمان با کشت بنه به بستر اضافه شده است، به نظر می‌رسد این نهاده آلی توانسته است شرایط محیطی سایه‌اندازی، حفظ رطوبت و کاهش دما را باعث گردد و موجب تسریع برگل‌آوری و رشد رویشی زعفران شود. در سال استقرار زعفران خاکپوش کلش گندم فرصت تجزیه در خاک را نداشته و نقشی در نیتروژن قابل دسترس گیاه نداشته است. ترابی و همکاران (Torabi et al., 1994) به‌منظور تشخیص بهترین زمان جذب عناصر پرمصرف و کم مصرف در زعفران، تحت شرایط اقلیمی مشهد تحقیقی دریافتند که در اواخر بهمن ماه برگ‌های زعفران از رشد طولی و افزایش وزن بازمانده و تغیرات عمده در میزان عناصر موجود در اعضای گیاه پدید می‌آید و این بیانگر آن است که ریشه‌های بنه زعفران تا نیمه بهمن فعال و نقش تغذیه‌ای دارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر بسترهای کاشت بر خصوصیات زایشی و عملکرد گل زعفران

Table 5- Mean comparisons of bed type effects on reproductive characteristics and flower yield of saffron

بسترهای کشت Bed types	تعداد گل (تعداد در مترمربع) Flower Number ($No.m^{-2}$)	وزن تر گل (کیلوگرم در هکتار) Fresh flower weight ($kg.ha^{-1}$)	وزن تر کلاله و خامه (کیلوگرم در هکتار) Fresh weight of stigma and style ($kg.ha^{-1}$)	وزن تر کلاله (کیلوگرم در هکتار) Fresh weight of stigma ($kg.ha^{-1}$)	وزن تر خامه (کیلوگرم در هکتار) Fresh weight of style ($kg.ha^{-1}$)	وزن خشک گل (کیلوگرم در هکتار) Dry flower weight ($kg.ha^{-1}$)	وزن خشک کلاله و خامه (کیلوگرم در هکتار) Dry weight of stigma and style ($kg.ha^{-1}$)	وزن خشک کلاله (کیلوگرم در هکتار) Dry stigma weight ($kg.ha^{-1}$)	وزن خشک خامه (کیلوگرم در هکتار) Dry style weight ($kg.ha^{-1}$)
کمپوست زباله شهری Municipal solid waste compost	29.5a*	67.50^{b}	6.25^{bc}	4.91^{bc}	1.35^{b}	9.68^{b}	1.20^{bc}	1.06bc	0.14^{b}
کمپوست بستر قارچ Compost of mushroom	27.44^{a}	60.80^{b}	5.44b^{c}	4.28^{bc}	1.15^{b}	8.89^{b}	1.12^{bc}	0.98^{bc}	0.14^{b}
کود گاوی Cow manure	35.00^{a}	86.40^{b}	7.42^{b}	5.81^{b}	1.60^{b}	12.32^{b}	1.52^{b}	1.36^{b}	0.16^{b}
کاشت گندم Wheat straw	36.18^{a}	164.00^{a}	14.43^{a}	11.40^{a}	3.02^{a}	19.64^{a}	2.59^{a}	2.31^{a}	0.28^{a}
شاهد Control	25.88^{a}	49.20^{b}	4.31^{c}	3.38^{c}	0.93^{c}	6.98^{b}	0.,81^{c}	0.71^{c}	0.10^{c}

* میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD ندارند (p≤۰/۰۵).

* Means followed by similar letters in each column have not significantly difference based on LSD test (p≤0.05).

جدول ٦- ضرایب همبستگی بین عملکرد اجزای گل زعفران در تراکم بنه و نوع بسترهای کشت

Table 6- Correlation coefficients between of flower yield components Saffron in different corm densities and bed types

صفات Characteristics	تعداد گل Flower number	وزن تر گل Fresh weight of flower	وزن تر کلاله و خامه Fresh weight of stigma and 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 and style	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma
وزن تر گل Fresh weight of flower	0.908**							
وزن تر کلاله و خامه Fresh weight of stigma and style	0.906**	0.996**						
وزن تر کلاله Fresh weight of stigma	0.896**	0.990**	0.996**					
وزن تر خامه Fresh weight of style	0.887**	0.962**	0.958**	0.928**				
وزن خشک گل Dry weight of flower	0.942**	0.980**	0.977**	0.970**	0.944**			
وزن خشک کلاله و خامه Dry weight of stigma and style	0.928**	0.980**	0.978**	0.975**	0.935**	0.989**		
وزن خشک کلاله Dry weight of stigma	0.925**	0.982**	0.979**	0.976**	0.934**	0.990**	0.990**	
وزن خشک خامه Dry weight of style	0.860**	0.873**	0.877**	0.869**	0.856**	0.889**	0.914**	0.894**

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**: is significant at 1 probability level.

اما از آن زمان به بعد به‌علت تحلیل رفتن بنه‌های مادر، ریشه‌ها نقشی در جذب مواد غذایی ندارند و احتمالاً درشت‌تر شدن بنه‌های دختری از آن به بعد مربوط به انتقال محتویات بنه مادری و همچنین عمل فتوسنتز برگ‌ها است. لذا هرگونه تقویت مواد نیتروژنه در خاک مزارع بهتر است قبل از آبیاری دوم، یعنی اواخر آبان تا اوایل آذر، صورت گیرد. از طرف دیگر گل‌انگیزی و عملکرد زعفران در ارتباط مستقیم با درجه حرارت محیط بوده (Molina et al., 2004; Molina et al., 2005; Koocheki et al., 2010) و درجه حرارت بالا در تابستان و دماهای پایین‌تر از حد بهینه می‌تواند بر القاء گل-دهی و عملکرد زعفران نقش منفی داشته باشد (Sadeghi, 2008). لذا تأثیر مثبت کاربرد بقایای کلش گندم در تعدیل درجه حرارت و فراهمی نسبی مواد آلی خاک (Chen et al., 2007; Najafinezhad et al., 2009) و نقش مواد آلی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل در کنترل تغییرات عملکرد زعفران مورد توجه بوده است (Nehvi et al., 2010). کاربرد صحیح بقایای مواد آلی می‌تواند گلدهی و عملکرد زعفران را به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار دهد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تحت شرایط آزمایش حداکثر زعفران استحصالی درسال اول برابر با ۳/۳۷ کیلوگرم در هکتار زعفران خالص (کلاله خشک) از کشت ۱۵۰ بنه در مترمربع با بستر کاشت خاکپوش کلش گندم به‌دست آمد.

توجه به اینکه عملکرد زعفران در سال اول کشت از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر نیست، به‌نظر می‌رسد با استفاده از الگوهای کشت پر تراکم، می‌توان تا حدودی کاهش عملکرد اولیه را جبران کرد. در سال‌های اخیر، کشاورزان زعفران کار تمایل زیادی به افزایش مقدار بنه در هکتار نشان داده‌اند. زعفران محصولی ارگانیک است و تهیه بسترهای کاشت با کودهای آلی به‌ویژه خاکپوش کلش گندم که با ایجاد شرایط مطلوب محیطی می‌تواند اثرات مثبتی در بالا بردن عملکرد زعفران و بهبود خصوصیات خاک بوم‌نظام‌های زراعی داشته باشد.

منابع

Ait-aubahou, A., and El-otmani, M. 1999. Saffron-cultivation in Morocco, in: 'Saffron' (M. Negbi, Ed.) Harwood Academic Publication. Amsterdam 154 pp.

Alidadi, H., Saffari, A.R., and Peiravi, R. 2013. Effect of biofertilizers compost, vermicompost and sulfur compost on yield of Saffron. Word Applied Sciences Journal 21(9): 1386-1390.

Amirghasemi, T. 2001. Saffron, Red Gold of Iran. Nashr- Ayandegan Publication, Tehran, Iran, 112 pp. (In Persian)

Amiri, M.E. 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science 4: 274-279.

Available at Web site http://www.Civilica.com/paper-CEE01-228.html.

Baiburdi, A., and Kalantari Oskouei, A. 2007. Effect of municipal solid waste compost, vermicompost and manure on onion crop. 1st Conference of Environmental Engineering. Tehran, Tehran University, Department of Environment, Tehran, Iran. (In Persian)

Bastian, F., Bouziro, L., Nicolardot, B., and Ranjard, L. 2009. Impact of wheat straw decomposition on successional patterns of soil microbial community structure. Soil Biology and Biochemistry 41: 262-275.

Behdani, M.A., Koocheki, A., Nassiri, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2006. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). Iranian Journal of Field Crops Research 3: 1-14. (In Persian with English Summary)

Chen, S.Y., Zhang, X.Y., Pei, D., and Sun, H. 2005 Effects of corm straw mulching on soil temperature and soil evaporation of winter field. Transaction of the Chinese Society of Agricultural Engineering 21: 171-173.

Chen, S.Y., Zhang, X.Y., Pei, D., Sun, H.Y., and Chen, S.L. 2007. Effects of straw mulching on soil temperature, evaporation and yield of winter wheat: Field experiments on the North China Plain. Annals of Applied Biology 150: 261–268.

Danga, B.O., and Wakindiki, I.I.C. 2009. Effect of placement of straw mulch on soil conservation, nutrient accumulation, and wheat yield in a humid Kenyan highland. Journal of Tropical Agriculture 47: 261-268.

Forogifar, H., and Porkasemani, M.A. 2001. Science and Soil Management (Vol. I) Ferdowsi University of Mashhad Publication, Mashhad, Iran. (In Persian)

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, Gonabad, Iran. (In Persian)

Habibi, M.B., and Bagheri Kazemabad, A. 1988. Saffron (Agronomy. Process, Chemical, Composition and its Standards). Research Institute for Food Science and Technology, Razavi Korasan, Iran. (In Persian)

Hemmati Kakhki, A., and Hosseini, M. 2003. A Review on Saffron Researches in Institute of Research for Developing Technology, Khorasan. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian)

Jahan, M., and Jahani, M. 2007. The effects of chemical and organic fertilizers on saffron flowering. Acta Horticulturae 739: 81-86.

Jihad Keshavarzi Khorasan Razavi. 2012. Report on agronomic research for saffron. (On Published)

Kafi, M., Rashed Mohassel, M., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron, Processing and Production Technology. CESC, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran 276 pp. (In Persian)

Koochaki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., and Mohammad Abadi, A.A. 2012a. An evaluation of the effect of saffron (*Crocus sativus* L.) corm planting rate and pattern on the crops performance. Iranian Journal of Horticultural Science 42: 379-391. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Nassiri, M., Alizadeh, A., and Ganjali, A. 2010. Modelling the impact of climate change on flowering behaviour of Saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 7: 583–594. (In Persian with English Summary)

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.

Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Mollafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2013. Effects of corm planting density and applying manure on flower and corm yields of saffron (*Crocus sativus* L.) in the first year. Agroecology in Press. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Siahmarguee, A., Azizi, G., Jahani, M., and Alimoradi, L. 2009a. The effect of plant density and depth on agronomic characteristic of saffron (*Crocus sativus* L.). Paper Presented at the 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May. Korokos, Kozani, Greece.

Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., Mohammad Abadi, 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. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May. Korokos, Kozani,Greece.

Kumar, R., Virendra, S., Kiran, D., Sharma, M., Sing, M.K., and Ahuja, P.S. 2009. Stat of art saffron (*Crocus sativus* L.) agronomi: A comprehensive review. Food Reviews International 25: 44-85.

Limon Ortega, A., Govaerta, B., and Sayer, K.D. 2008. Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. European Journal of Agronomy 29: 21-28.

Mohammdi Aria, M., Lakzian, A., Haghnia, G., Besharati, H., and Fotovat, A. 2010. The effect of *Thiobacillus* and *Aspergillus* on phosphorus availability of enriched rock phosphate with sulfur and vermicompost. Journal of Water and Soil 24: 1-9. (In Persian with English Summary)

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

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

Mollafilabi, A. 2000. Novel production and agronomy of saffron. Research Institute for Food Science and Technology, Razavi Korasan, Khorasan, Iran (In Persian)

Mollafilabi, A. 2014. Effect of new cropping technologies on growth characteristics, yield, yield components of flower and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). PhD Thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Monzon, J.P., Sadras, V.O., and Andrade, F.H. 2006. Fallow soil evaporation and water storage as affected by stubble

in sub-humid (Argentina) and semi-arid (Australia) environments. Field Crops Research 98: 83-90.

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. (In Persian with English Summary)

Najafinezhad, H., Javaheri, M.A., Ravari, S.Z.A., and Azad Shahraki, F.A.D. 2009. Effect of crop rotation and wheat residue management on grain yield of maize cv. KSC704 and some soil properties. Seed and Plant Production Journal 25-2: 247–260. (In Persian with English Summary)

Nehvi, F.A., Lone, A.A., Khan, M.A., and Maghdoomi, M.I. 2010. Comparative study on effect of nutrient management on growth and yield of saffron under temperate conditions of Keshmir. Acta Horticulturae 850: 165–170.

Omid Beigi, R., Ramezani, A., Sadeghi, B., and Ziaratnia, S.M. 2003. Effect of corm weight on saffron yield under Neyshabour climatic conditions. 3rd International Congress in Saffron Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian)

Rezvani Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A.A., Fallahi, J., and Aghhavani Shajari, M. 2010. Effects of chemical and organic fertilizers on number of corm and stigma yield of saffron (*Crocus sativus* L.). 59th International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant and Natural Product Research. (In Persian with English Summary)

Rezvani-Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A.A., and Sabori, A. 2006. Effect of different animal manure on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron (*Crocus sativus* L.) in Mashhad conditions. Acta Horticulture 739: 159-163.

Sadeghi, B. 1993. Effect of corm weight on saffron flowering. Research Institute for Food Science and Technology, Razavi Korasan, Iran. (In Persian)

Sadeghi, B. 1993. Investigation of chemical herbicides on weed control saffron fields. Research Institute for Food Science and Technology, Razavi Korasan, Iran. (In Persian).

Sadeghi, B. 1997. Effect of summer irrigation on saffron yield. Research Institute for Food Science and Technology, Razavi Korasan, Iran. (In Persian)

Sadeghi, B. 2008. Sustainable cropping of saffron in Iran. Research Report. Research Institute for Food Science and Technology, Razavi Korasan, Iran. (In Persian)

Shahandeh, H. 1990. Evaluation of soil and water physic-chemical properties in related to saffron yield in Gonabad. Research Institute for Food Science and Technology, Razavi Korasan, Iran. (In Persian)

Tammaro, F. 1999. Saffron in Italy in 'saffron' (M. Negbi, Ed.) Harwood Academic Publication. Amsterdam 154 pp.

Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., and Rouphael, Y. 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

Torabi, M., and Sadeghi, B. 1994. Leaf and corm nutrients changes during season growth of saffron. Proceeding of Saffron and Medicinal Plants Congress. Gonabad, Gonabad, Iran. (In Persian)

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 2, Summer 2017, p. 326-341

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۳۴۱-۳۲۶

Effects of Different Corm Densities and Bed Types on Flower Yield Components of Saffron (*Crocus sativus* L.)

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

Submitted: 30-03-2013
Accepted: 13-10-2013

Mollafilabi, A., Koocheki, A., Rezavni Moghaddam, P., and Nassiri Mohallati, M. 2017. Effects of corm densities and bed types on flower yield components and stigma yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Agroecology 9(2): 326-341.

Introduction

Saffron is among the highly precious agricultural and medicinal plants of the world and has a specific placement in Iran exports. In Iran, total cultivation area was 93000 ha in 2017 that from which about 96% devoted to two main provinces of saffron production including Khorasan-Razavi and South Khorasan with total production of 351 ton saffron. Saffron has unique characters such as low water requirement. Ease of transportation, lack of need to special machinery and complex technology, high capacity to use labor in time of picking flowers, occupation and in the end prevention from immigration and exchange income that have made this crop becomes superior in those regions that lack of industrial perspectives and having water limitations. Organic fertilizers have effective role in saffron production such as physical improvement of saffron soil, temperature relief, penetration improvement, porosity increase, and soil reduction hardiness, and stimulate to flowering. Several factors like climate, diseases, irrigation, storage, planting date, chemical and biological fertilizers and animal manure are very effective in saffron quantity and quality. Saffron yield depends on several factors like soil, crop density, planting method, corm size, geographical location, climatic factors like temperature fluctuations specially in time of flowering, rate of rainfall, cultural management and utilization period. The aim of this study was to determine possible effects of corm density and bed type on flower yield components and stigma yield of saffron.

Material and Methods

In order to evaluate the effects of corm density and bed type on reproductive characters, yield components of flower and saffron stigma, an experiment was conducted in the form of factorial as Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications at the research farm of Khorasan Science and Technology Part (KSTP) during the growing season of 2010-2011.The treatments under study were density with three levels of 50,100,150 corms per m^2 and five bed types of 10 $t.ha^{-1}$ urban compost, 30 $t.ha^{-1}$ decayed cow manure, 20 $t.ha^{-1}$ mushroom bed residues,10 $t.ha^{-1}$ wheat straw, and control that were applied in planting time. Traits measured were number of flowers, fresh and dry weight of flowers, fresh and dry weight of stigma, fresh and dry weight of style of saffron. Statistical analysis of the first year of data was done with SAS 9.1 software and mean comparisons were as Duncan multiple range test at 5% level with MSTAT-C.

Results and Discussion

Results showed that corm density had significant effect on all traits under study at $p\leq0.01$ but effect of bed type did not show significant effect on number of flowers per m^2 but for other traits were significant at $p\leq0.01$. Increasing corm density from 50 to 150 $corms.m^{-2}$ increased flower number from 16.8 to 46.8 $No.m^{-2}$(about 179%) and fresh weight by 177% and stigma dry weight by 155%. The highest fresh weight and dry weight of stigma + style were found in wheat straw that were 14.43 and 2.59 $kg.ha^{-1}$, respectively. Interaction between corm density and bed type was not significant in all traits which measured in experiment. Variation of flower $No.m^{-2}$ had high correlation with corm density per m^2 that shows increasing trend of flower number due to increasing corm number.

1 and 2- Assistant Professor, Department of Food Biotechnology, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST) and Professor in Agronomy and Plant Breeding, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: akooch@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jag.v9i2.26540

Conclusion

Therefore, it is concluded that for more flower production and higher dry weight of stigma in the first year, corm density of 150 corms.m^{-2} and bed type of wheat straw is recommended. Saffron yield in the first year of cultivation is not economical sufficient and it seems that by using high density planting, it almost compensates for low yield at the first year. Recently, farmers are willing to apply high corms for planting saffron farms. Saffron is an organic crop and preparing beds with organic fertilizers specially wheat straw due to its improvement of environmental conditions have positive effect on saffron yield and environmental improvement.

Keywords: Dry stigma yield, Flower number, Organic matter