نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷ ص. ۴۴۴-۴۲۹

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 6, No. 4, Winter 2019, P. 429-444

مقاله علمی – پژوهشی

بررسی اثر کود دامی و الگوی کشت بر برخی از خصوصیات کمی گل و بنه زعفران زراعی (*Crocus sativus* L.) در شرایط اقلیمی گناباد

یاسر اسماعیلیان[1*] و محمدبهزاد امیری[1]

تاریخ دریافت: ۲۹ مهر ۱۳۹۶ **تاریخ پذیرش:** ۲ خرداد ۱۳۹۷

اسماعیلیان، ی.، و امیری، م. ب. ۱۳۹۷. بررسی اثر کود دامی و الگوی کشت بر برخی از خصوصیات کمی گل و بنه زعفران زراعی (*Crocus sativus* L.) در شرایط اقلیمی گناباد. زراعت و فناوری زعفران، ۶(۴): ۴۴۴- ۴۲۹.

چکیده

به منظور بررسی واکنش گیاه دارویی زعفران به تراکم کاشت و سطوح مختلف کود دامی آزمایشی دو ساله به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ در منطقه گناباد اجرا شد. عامل اصلی شامل فواصل روی ردیف ۵، ۱۰، و ۱۵ سانتی‌متر و عامل فرعی بصورت شاهد (عدم مصرف کود)، و کاربرد ۲۰، ۴۰، و ۶۰ تن در هکتار کود گاوی بود. نتایج آزمایش نشان داد حداکثر عملکرد گل تر در سال اول (۱۲۷/۴ کیلوگرم در هکتار) از کاربرد ۶۰ تن در هکتار و در سال دوم (۷۲/۳ کیلوگرم در هکتار) از مصرف ۴۰ تن در هکتار کود گاوی تحت تراکم کاشت ۵ سانتی‌متر روی ردیف بدست آمد. بیشترین عملکرد کلاله تر در هر دو سال آزمایش (به ترتیب با مقادیر ۱۰/۳۰۰ و ۵/۳۸۳ کیلوگرم در هکتار) در اثر کاشت پرتراکم (فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر) و اعمال ۴۰ تن در هکتار کود گاوی حاصل شد. عملکرد کلاله خشک نیز در نتیجه تأثیر همین تیمار به ترتیب با مقادیر ۲/۳۰۰ و ۱/۷۷۰ کیلوگرم در هکتار در دو سال آزمایش افزایش بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد. بالاترین تعداد بنه خواهری در هر دو سال آزمایش (به ترتیب ۶۱۴ و ۵۹۱ بنه در متر مربع) از کشت با بیشترین تراکم بنه حاصل شد. در سال اول، تیمار ۴۰ تن در هکتار کود دامی بیشترین مقادیر (۵۹۲ بنه در متر مربع) را داشته و در سال دوم، تیمار ۶۰ تن در هکتار بالاترین مقادیر (۵۷۲ بنه در متر مربع) را نشان داد. بیشترین عملکرد بنه در سال اول با میانگین ۲۲۷۲۴ کیلوگرم در هکتار از فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر و اعمال ۴۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد. اما در سال دوم بیشترین میانگین (۱۲۴۲۹ کیلوگرم در هکتار) از همین تراکم کاشت و مصرف ۶۰ تن در هکتار کود دامی بدست آمد. بنابراین، برای دستیابی به عملکرد اقتصادی مناسب در زراعت زعفران، کاربرد ۴۰ تن در هکتار کود گاوی در تراکم کاشت ۲۰×۵ سانتی‌متر در شرایط اقلیمی و خاکی مشابه با محل این آزمایش پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: تراکم، عملکرد، عوامل محیطی، کلاله، کود گاوی.

۱- استادیار گروه کشاورزی مجتمع آموزش عالی گناباد
(* نویسنده مسئول: y.esmaeilian@gmail.com)

DOI: 10.22048/jsat.2018.101708.1265

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) بـه عنـوان گیـاهی دارویـی و ادویه‌ای از خانواده زنبقیان (Iridaceae) سطح زیـر کشـت قابـل توجهی در ایران، کشورهای حوزه مدیترانه (بخصـوص یونـان) و هند را به خود اختصاص داده است (Negbi, 1999; Bathaie & Mousavi, 2010). کلاله زعفران قرن‌هاست که در طـب سـنتی جهت پیش‌گیری و درمـان انـواع مختلفـی از بیمـاری‌هـا مـورد استفاده بوده است. اگرچه استفاده‌های فراوان صنعتی نیز دارد که از این قبیل می‌توان ویژگی طعـم‌دهـی و رنـگ‌دهـی بـه غـذا، خاصیت نگهدارندگی و آنتی اکسیدانی آن را برشمرد (Schmidth et al., 2007). با وجود ارزش اقتصادی بالـا (معـروف بـه طلـای سرخ)، سازگاری به شرایط اقلیمی مناطق خشک و نیمه خشـک کشور بویژه خراسان و نیازهای محیطـی پـایین ایـن گیـاه، امـا متأسفانه تاکنون از این ظرفیت ویـژه اسـتفاده مطلـوبی صـورت نگرفته و بهره‌وری تولید و عملکرد در واحد سـطح بسـیار متغیـر بوده و از عملکرد بالقوه آن فاصـله زیـادی دارد. بنـابراین، لـزوم تحقیقات علمی گسـترده در منـاطق زعفـران‌خیـز ایـران جهـت افزایش پایداری تولید و درآمد کشاورزان بسیار حیاتی است. یکی از اساسی‌ترین مراحل تولید زعفران با توجه به چند سـاله بـودن آن انتخاب زمین و روش‌هـای کاشـت آن مـی‌باشـد. تحقیقـات مختلفی که تاکنون صورت گرفته نشـان دهنـده عکـس العمـل قابل توجه این گیاه به متغیرهایی همچون عمق و روش کاشت، اندازه بنه، وزن بنه، تعداد بنه و تـراکم کاشـت اسـت. در همـین ارتباط بیشتر پژوهش‌ها متمرکز بر تراکم بنـه در واحـد سـطح و فواصل کاشت بوده است (De Juan et al., 2009). در پژوهشـی سه ساله که در مورد اثر تراکم‌های مختلف بنـه (۴، ۸ و ۱۲ تـن در هکتار) بر خصوصیات مختلف گیاه زعفران انجام شد مشخص گردید که تعداد بنه دختری در نتیجه افزایش تراکم بنه بـه‌طـور چشمگیری افزایش یافت. هرچند وزن تر و خشک بنه‌هـا تحـت تأثیر تراکم بنه قرار نگرفت. همچنین نتایج مشخص کرد صفاتی همچون تعداد گل، وزن تر و خشک گل و وزن تر و خشک کلاله در هر سه سال آزمایش در تیمارهای تراکم بنه بالـا بیشـتر بـود (Koocheki et al., 2011).

در آزمایشی که در مورد اثر تراکم کاشت بر ویژگی‌های گیاه زعفران در منطقه شهرری انجام شد اعلام گردید که اثـر تـراکم پیاز بر تعداد گل، وزن تر و خشک گل و عملکرد معنـی‌دار بـود، به‌طوری که در بین تـراکم‌هـای کاشـت (۲/۵، ۳/۵، ۴/۵ و ۵/۵ سانتی‌متر روی ردیف) بیشـترین عملکـرد کلالـه زعفـران (۳/۲۱ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۲/۵ سانتی‌متـر و کمتـرین آن (۰/۷۵ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۵/۵ سانتی‌متر روی ردیف حاصل شد (Kariminezhad et al., 2012). در طی تحقیقی که بـه بررسـی اثر تاریخ، عمق و فاصله کاشت بـر خصوصـیات کمـی زعفـران پرداخته شد نیز گزارش گردیـد کشـت پرتـراکم اثـر مثبتـی بـر افزایش عملکرد کلاله و خامه این گیاه داشت. همچنین وزن گل تر و تعداد گل در واحد سطح در کشت پرتراکم نسـبت بـه کـم-تراکم بهبود یافت (Sadeghi et al., 2014). واکنش گیاه زعفران به تراکم‌های کاشت در منطقه ملایر نیز مورد بررسی قرار گرفتـه و اثر معنی‌دار آن بر صفات زعفران گزارش شده است. بیشـترین عملکرد کلاله از تیمار ۱۰۰ بنـه در متـر مربـع بدسـت آمـد و بـا کاهش تراکم از ۱۰۰ به ۷۵، ۵۰ و ۲۵ بوته در متر مربع، عملکرد روند کاهشی نشان داد. صفت تعداد گـل نیـز همـین شـرایط را داشت و تراکم بیشتر موجب حصول بیشترین تعداد گل در واحـد سطح شد. اما تعداد بنه دختری نتیجه متفاوتی را نشان داده و بـا افزایش تراکم از ۲۵ به ۱۰۰ بوته در متر مربع تعداد بنه دختـری از ۲/۷ به ۱/۲ بنه رسید (Rostami & Mohammadi, 2013).

کودهای آلی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای تنوعی از

عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف بوده که می‌توانند به عنوان منابع غنی از عناصر غذایی، آنها را به تدریج در اختیار گیاه قرار داده و به اصلاح ساختمان خاک نیز کمک کنند. به همین دلیل راندمان مصرف بیشتری به همراه داشته و آلودگی و مخاطرات زیست محیطی را به‌طور چشمگیری نسبت به کود شیمیایی تخفیف می‌دهند (Andres, 1992; Fernandez et al., 1993). کاربرد کودهای ارگانیک حیوانی در جهت بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک، افزایش تجمع، معدنی شدن و دسترسی عناصر غذایی بویژه نیتروژن، کاهش اسیدیته و مزایای اقتصادی آن برای بسیاری از گیاهان بویژه در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک که از حاصلخیزی پایینی برخوردار هستند نقش حیاتی دارد (Malakouti, 1996; Galvao et al., 1999). البته این نکته را نیز باید در نظر داشت که دستیابی به اثرات مثبت کودهای حیوانی در گرو تعیین مقادیر مورد نیاز گیاه بوده که خود وابسته به نوع خاک، بافت، ساختمان و محتوای ماده آلی خاک است (Trani et al., 1997). علاوه بر این کاربرد نامناسب و غیر علمی کود دامی احتمال ابتلای بنه زعفران به بیماری‌های قارچی را بشدت افزایش می‌دهد (Yousuf et al., 2009).

نتایج پژوهش‌های متعددی نشان داده است میزان حاصلخیزی خاک و شرایط فیزیکوشیمیایی آن تعیین کننده بخش اعظم تغییرات عملکرد در گیاه زعفران می‌باشد. در نتیجه پژوهشی که در مشهد انجام شد گزارش گردید با افزایش سطح مصرف کود دامی بر تعداد بنه در واحد سطح و عملکرد بنه افزوده شد و بیشترین مقادیر متعلق به تیمار مصرف ۶۰ تن در هکتار کود دامی بود. همچنین نتایج سال دوم آزمایش بیانگر اثرات مثبت کود دامی بر افزایش تعداد گل، وزن تر و خشک گل و کلاله زعفران بود (Hassanzadeh Aval et al., 2013). یافته‌های محققین دیگری نیز بیانگر آن است که کاربرد کود دامی در تراکم‌های بالای کشت بنه زعفران موجب حصول بیشترین عملکرد بنه و کلاله شده است (Bicharanlou et al., 2016). در آزمایش دیگری نیز که در مورد اثرات متقابل تراکم کاشت (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ بنه در متر مربع) و کود دامی (۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ تن در هکتار کود گاوی) بر ویژگی‌های زعفران صورت گرفت مشخص شد تراکم کاشت و کود دامی اثرات معنی‌داری بر تعداد گل، عملکرد گل تر و خشک و عملکرد کلاله و خامه داشتند. بیشترین عملکرد گل تر و خشک زعفران از تراکم کاشت ۴۰۰ بنه در متر مربع و مصرف ۸۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد. در مقابل، پاسخ مثبت به کود دامی با کاهش تراکم کاشت کمتر شد (Koocheki et al., 2015). در بررسی کاربرد منابع مختلف کودهای آلی بر گیاه زعفران که در شرایط گلخانه‌ای انجام گرفت کود دامی بیشترین تأثیر را بر افزایش عملکرد بنه داشت. همچنین محتوای نیتروژن و فسفر بنه به‌طور قابل توجهی در اثر مصرف کود دامی افزایش یافت (Koocheki & Seyyedi, 2016).

با توجه به اهمیت شهرستان گناباد به عنوان یکی از مهم‌ترین مناطق زعفران کاری کشور و ظرفیت اشتغال و درآمدزایی قابل توجه این گیاه دارویی و ادویه‌ای ارزشمند در منطقه، لزوم انجام تحقیقات اکوفیزیولوژیکی و زراعی در مورد زعفران در این منطقه اقلیمی بشدت احساس می‌شود. لذا، این پژوهش به منظور بررسی اثر کاربرد کود گاوی بر صفات کمی گل و بنه زعفران تحت تأثیر الگوهای مختلف کاشت صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های مزرعه‌ای در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی جهاد کشاورزی شهرستان گناباد با طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۰۸۵ متر از سطح دریا اجرا شد. آمار بلند مدت درجه حرارت سالیانه منطقه ۱۷/۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی ۱۴۲ میلی‌متر می‌باشد. آزمایش

بصورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. عامل اول شامل تراکم‌های کشت D1: ۵×۲۰، D2: ۱۰×۲۰ و D3: ۱۵×۲۰ سانتی‌متر و عامل دوم سطوح مختلف کود گاوی بصورت M1: شاهد (عدم اعمال کود)، M2: ۲۰، M3: ۴۰ و M4: ۶۰ تن در هکتار کود گاوی بود. قبل از پیاده کردن نقشه طرح و اعمال تیمارها، از نقاط مختلف مزرعه نمونه برداری خاک صورت گرفته و جهت آنالیز فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید. ویژگی‌های خاک محل آزمایش و کود دامی مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. ابعاد هر کرت ۲×۲ متر مربع و فاصله هر کرت در هر بلوک ۰/۵ متر بود. فاصله بلوک‌ها از یکدیگر نیز ۱ متر در نظر گرفته شد. کود دامی قبل از کاشت و توسط بیل تا عمق ۲۰ سانتی‌متر با خاک مخلوط شد. هر کرت شامل ۱۰ ردیف کاشت بود، به‌صورتی که قبل از کشت شیارهایی به عمق ۱۵ سانتی‌متر ایجاد شده، سپس در هر ردیف بر اساس فواصل کاشت (۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف) در هر کپه تعداد ۴ بنه کشت گردید. وزن بنه‌های مورد استفاده بین ۴ تا ۸ گرم بود که از توده‌های بومی زعفران منطقه گناباد تهیه گردید. بلافاصله پس از کاشت (۵ مهر ۱۳۹۴) عملیات آبیاری انجام و جهت اطمینان از سبز شدن یکنواخت بنه‌ها، آبیاری دوم به فاصله ۷ روز و بصورت سبک صورت گرفت. در طول دوره آزمایش نیز عملیات وجین، سله شکنی و آبیاری برای تمام کرت‌ها بصورت یکنواخت انجام شد. اولین آبیاری در سال دوم در تاریخ ۸ مهر ۱۳۹۵ صورت گرفت. در هر سال، پس از ظهور اولین گل‌ها برداشت گل از دو متر مربع وسط هر کرت انجام گرفت. طول دوره گلدهی در سال اول ۱۴ و در سال دوم ۱۵ روز بود که در سال اول از ۲۲ آبان و در سال دوم از ۲۴ آبان آغاز گردید. گل‌های بدست آمده از هر کرت بلافاصله پس از برداشت بوسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰۰۱/ گرم توزین شد. وزن کلاله تر نیز پس از جدا کردن کلاله از گل و توزین آنها ثبت گردید. پس از خشک کردن کلاله‌ها در سایه، وزن کلاله خشک نیز اندازه‌گیری شد. در خرداد ماه ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ برداشت بنه بصورت تصادفی از سطح ۰/۲ متر مربع هر کرت جهت ثبت مقادیر تعداد بنه دختری و عملکرد بنه انجام شد.

در پایان، داده‌های بدست آمده توسط نرم افزار آماری SAS نسخه ۹ مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. جهت رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel بهره گرفته شد.

جدول ۱- خصوصیات خاک مزرعه آزمایشی و کود دامی استفاده شده

Table 1- Characteristics of experimental field soil and applied manure

	بافت خاک Soil texture	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر Phosphorous (ppm)	پتاسیم Potassium (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
خاک مزرعه Field soil	سیلتی-لومی Silty loam	0.56	0.14	3.1	489	7.7	2.3
کود دامی Manure	-	17.03	4.12	2713	9125	8.4	7.9

نتایج و بحث

عملکرد گل تر

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس داده‌های سال اول ۱۳۹۴ در مورد عملکرد گل تر را نشان می‌دهد. همان‌طور که داده‌های جدول نشان می‌دهند اختلاف بین تیمارهای تراکم کاشت و کود دامی از نظر تأثیر بر میزان عملکرد گل تر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل دو عامل نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. بر اساس نمودارهای شکل ۱،

بیشترین عملکرد به ترتیب از کاربرد ۶۰ تن (۱۲۷/۴ کیلوگرم در هکتار) و ۴۰ تن در هکتار کود دامی (۱۱۳/۶ کیلوگرم در هکتار) با آرایش کاشت ۲۰ سانتی‌متر بین ردیف و ۵ سانتی‌متر روی ردیف بدست آمد. درحالی که عملکرد گل تر در شرایط تراکم کاشت پایین بشدت افت کرد. از نتایج بدست آمده چنین استنباط می‌شود که کشت پرتراکم بنه‌ها سبب شده است که بدلیل بیشتر بودن تعداد بنه در واحد سطح و از طرفی رقابت بسیار کم بوته‌ها برای منابع محیطی در دسترس، بیشترین بهره‌برداری از نهاده‌ها (بخصوص آب و کود) صورت گرفته که در نهایت افزایش قابل توجه عملکرد گل تر را در پی داشته است. علاوه بر این، احتمالاً کاربرد کود گاوی از طریق بهبود ساختمان خاک و افزایش نگهداری آب توأم با کشت پرتراکم سبب شده است که خروج گل‌ها از عمق خاک با صرف انرژی کمتری اتفاق افتاده که این امر با افزایش تعداد گل و تولید گل‌های درشت‌تر باعث افزایش عملکرد گل‌تر شده است (Rezvani Moghaddam et al., 2013). محققین دیگری نیز به واکنش پذیری بیشتر زعفران به کاربرد کود دامی در کشت پرتراکم در مقایسه با تراکم‌های کاشت پایین اشاره کرده‌اند (Koocheki et al., 2015). همچنین، اختلاف بسیار معنی‌دار و افزایش چشمگیر عملکرد گل تر در کاشت با فواصل روی ردیف ۵ نسبت به ۱۰ سانتی‌متر در نتیجه آزمایش دیگری گزارش شده است (Sadeghi et al., 2014).

تجزیه واریانس داده‌های عملکرد گل تر سال دوم ۱۳۹۵ نیز مشخص کننده اثر بسیار معنی‌دار تیمارهای عوامل اصلی و فرعی آزمایش و اختلاف معنی‌دار اثرات متقابل آنها بر صفت عملکرد گل تر است (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها مشخص کرد افزایش تراکم کاشت موجب افزایش عملکرد گل تر در واحد سطح شد. همچنین، کاربرد کود دامی اثر محسوسی بر افزایش مقادیر عملکرد داشت.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده زعفران تحت تأثیر تراکم کاشت و کود دامی (سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴)

Table 2- Analysis of variance of measured saffron traits as affected by planting density and manure (2015-16)

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی df	عملکرد گل تر Fresh flower yield	عملکرد کلاله تر Fresh stigma yield	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield	تعداد بنه خواهری Daughter corm number	عملکرد بنه Corm yield
			میانگین مربعات (Means of squares)			
تکرار Replication	2	13.7 ns	2.29 ns	0.42 ns	79496 *	21455285 *
تراکم کاشت Planting density	2	10806 **	35.18 **	0.55*	133611 **	60047079 *
خطای اصلی Error a	4	176	1.12	0.12	15278	7633116
کود دامی Manure	3	1827 **	15.47 **	1.21 **	47471 *	** 60966345
اثر متقابل Interaction effect	6	715 *	5.55 **	0.34 *	20995 ns	25982194 *
خطای فرعی Error b	18	267	1.00	0.12	15202	10550959
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	22.9	21.9	25.2	24.6	20.2

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

ns, *, and **: no significant, significant at 5 and 1% probability, respectively.

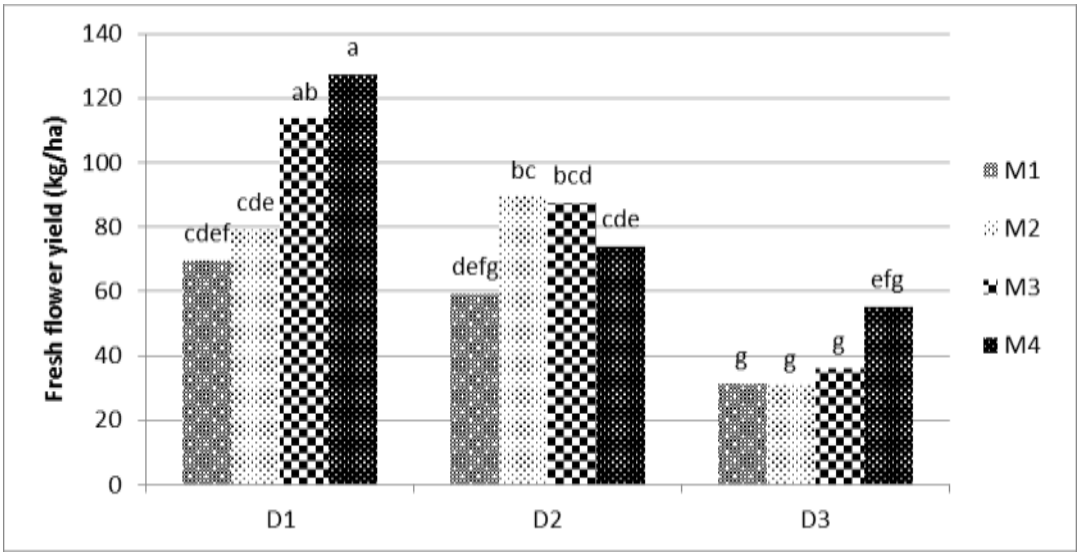
جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده زعفران تحت تأثیر تراکم کاشت و کود دامی (سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵)

Table 3- Analysis of variance of measured saffron traits as affected by planting density and manure (2016-17)

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی df	عملکرد گل تر Fresh flower yield	عملکرد کلاله تر Fresh stigma yield	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield	تعداد بنه خواهری Daughter corm number	عملکرد بنه Corm yield
		میانگین مربعات (Means of squares)				
تکرار Replication	2	358 ns	1.30 ns	0.21 *	63958 *	19232951 **
تراکم کاشت Planting density	2	1081 **	9.52 **	0.24**	115052 *	23306661 **
خطای اصلی Error a	4	73	0.59	0.027	14792	11861231
کود دامی Manure	4	684 **	6.51 **	0.55 **	99745 *	28599905 **
اثر متقابل Interaction effect	6	329 *	1.51 *	0.12 *	78478 ns	5512633 *
خطای فرعی Error b	18	127	10.52	0.037	32963	1994418
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	27.0	26.8	19.0	23.8	14.0

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

ns, *, and **: no significant, significant at 5 , 1% probability, respectively.

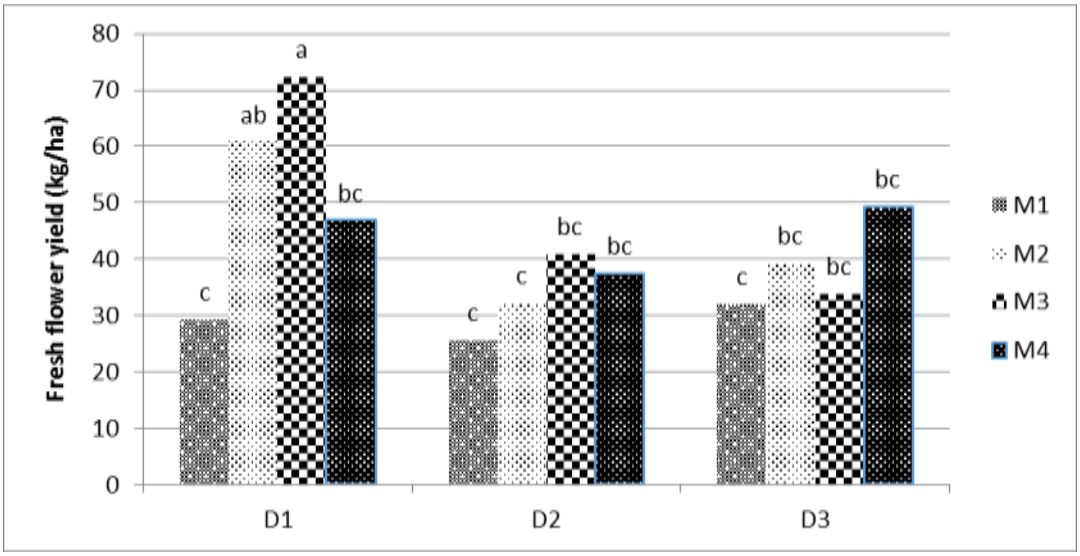


شکل ۱- اثر متقابل تراکم کاشت و کود دامی بر عملکرد گل تر زعفران (سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴)

Figure 1- Interaction effect of planting density and manure on saffron fresh flower yield (2015-16).

D1، D2 و D3: ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر فاصله روی ردیف. M1، M2، M3 و M4: ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار کود دامی

D1, D2, and D3: 5, 10 and 15 cm planting distance in row. M1, M2, M3, and M4: 0, 20, 40, and 60 $t.ha^{-1}$ manure.



شکل ۲- اثر متقابل تراکم کاشت و کود دامی بر عملکرد گل تر زعفران (سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵)

Figure 2- Interaction effect of planting density and manure on saffron fresh flower yield (2016-17).

D1، D2 و D3: ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر فاصله روی ردیف. M1، M2، M3 و M4: ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار کود دامی

D1, D2, and D3: 5, 10 and 15 cm planting distance in row. M1, M2, M3, and M4: 0, 20, 40, and 60 $t.ha^{-1}$ manure.

نمودارهای شکل ۲ به خوبی نشان می‌دهند بهترین حالت اثر متقابل با میانگین عملکرد گل تر ۷۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به فاصله کاشت ۵ سانتی‌متر روی ردیف و کاربرد ۴۰ تن در هکتار کود گاوی بود. به نظر می‌رسد کود گاوی با اثرات مثبتی که بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گذاشته و عناصر غذایی را به تدریج و در طول دوره رشد گیاه در اختیار آن قرار داده موجب بهبود عملکرد گل تر زعفران شده است (Rezvani Moghaddam et al., 2010). در نتیجه انجام مطالعه‌ای که در منطقه مشهد در مورد اثر تراکم‌های کاشت (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ بنه در متر مربع) و کود دامی بر عملکرد گل و بنه زعفران صورت گرفت نیز نگارندگان اظهار داشتند تراکم کاشت بالا در تمام سطوح کود دامی موجب دستیابی به عملکرد گل تر بیشتر شد و بالاترین عملکرد گل تر از کاشت در تراکم ۴۰۰ بنه در متر مربع و کاربرد ۶۰ و ۸۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد (Koocheki et al., 2015).

عملکرد کلاله تر

نتایج تجزیه واریانس داده‌های سال اول کلاله تر زعفران (جدول ۲) نشان دهنده معنی‌داری بالای اثرات اصلی و اثر متقابل تیمارهای تراکم کاشت و کاربرد کود دامی بر این صفت می‌باشد. بر طبق نمودارهای شکل ۳، کاربرد کود گاوی به میزان ۴۰ تن در هکتار تحت تراکم کاشت بالا (فاصله بین ردیف ۲۰ و فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر) موجب دستیابی به بیشترین عملکرد کلاله تر با میانگین ۱۰/۳۰۰ کیلوگرم در هکتار شد، درحالی که کاشت با فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر و عدم مصرف کود کمترین مقادیر (۲/۶۵۰ کیلوگرم در هکتار) را حاصل کرد. در طی انجام پژوهشی گزارش شده است ۶۷ درصد تغییرات عملکرد زعفران در مزارع مناطق مرکز و جنوب خراسان مرتبط با فراهمی عناصر غذایی بخصوص فسفر و تأمین کودهای آلی می‌باشد (Behdani et al., 2005). نمودارها همچنین نشان می‌دهند هرچه از میزان تراکم کاشت کاسته شد عملکرد کلاله تر مقادیر کمتری را نشان داد. این حالت در مورد کاربرد کود دامی نیز صادق بود. محققین دیگری عدم اثر معنی‌دار تراکم کاشت بر

وزن کلاله تر را گزارش کردند. هرچند عنوان کردند با افزایش فواصل کشت، از میزان عملکرد کلاله تر کاسته شد (Mohammad Abadi et al., 2007).

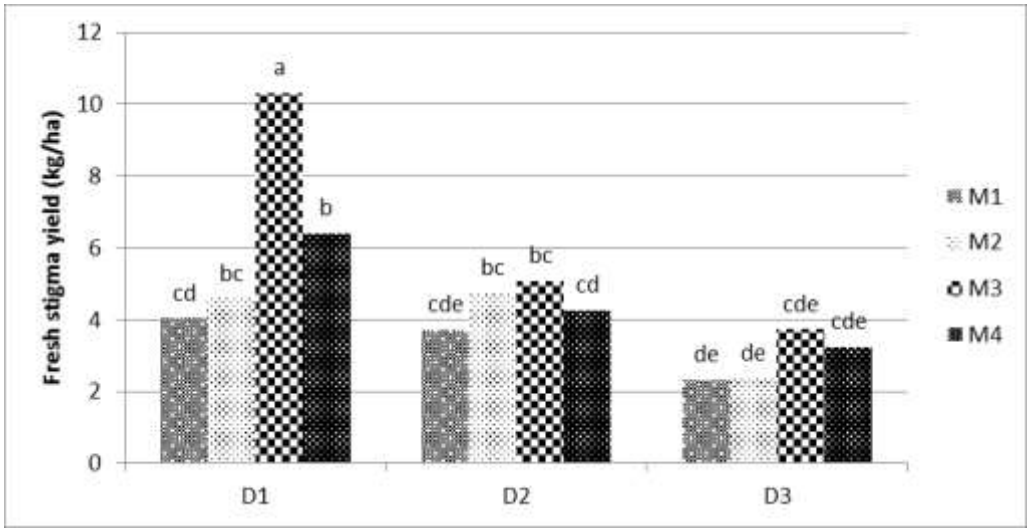
تجزیه آماری داده‌های سال دوم نیز گویای اختلاف معنی‌دار اثرات اصلی (تراکم کاشت و کود دامی) در سطح احتمال ۱ درصد و تفاوت معنی‌دار اثرات برهمکنش دو عامل در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد کلاله تر می‌باشد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها مشخص کرد بهترین تیمار از نظر حصول بیشترین عملکرد کلاله تر (۵/۳۸۳ کیلوگرم در هکتار)، کاشت در فواصل ۵ سانتی‌متر روی ردیف و اعمال ۴۰ تن در هکتار کود گاوی بوده است. از طرف دیگر میانگین عملکرد با افزایش فاصله روی ردیف روند کاهشی نشان داد و کمترین عملکردها از تیمار فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر حاصل شد. واکنش عملکردی زعفران به کاربرد کود دامی در تراکم‌های بالا بسیار محسوس‌تر بود (شکل ۴). الگوی کشت پرتراکم سبب می‌شود دوره بهره‌برداری اقتصادی گیاه زعفران از طریق افزایش تعداد گل در واحد سطح و عملکرد کلاله بیشتر زودتر شروع شود (Koocheki et al., 2011).

عملکرد کلاله خشک

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری عملکرد کلاله خشک در سال اول آزمایش نشان دهنده اختلاف بسیار معنی‌دار اثرات اصلی و متقابل تیمارهای آزمایش بر صفت مذکور است (جدول ۲). نمودارهای شکل ۵ گویای آن است که میانگین عملکرد کلاله خشک در کرت‌هایی که بنه‌های زعفران با فاصله ۵ سانتی‌متر روی ردیف کشت شده بودند به‌طور قابل توجهی در مقایسه با سایر تراکم‌های کاشت بیشتر بود. همچنین افزایش کاربرد کود دامی موجب دستیابی به عملکردهای بیشتر شد، هرچند در سطح آخر کودی (مصرف ۶۰ تن در هکتار) در هر یک از سطوح تراکم کاشت عملکرد نسبت به سطح کودی ۴۰ تن در هکتار افت کرد. احتمالاً، دلیل این امر ذخیره اولیه عناصر غذایی خاک و غلظت بالای نیتروژن محلول در خاک درنتیجه اعمال مقادیر بالای کود دامی است که با تغییر تعادل نسبت کربن به نیتروژن موجب رشد رویشی زیاد بوته‌های زعفران شده که تسهیم مواد فتوسنتزی و انتقال آن‌ها به اندام اقتصادی گیاه را تحت تأثیر قرار داده و عملکرد کلاله خشک کمتری را حاصل کرده است (Shahande, 1990). در مجموع، بیشترین عملکرد کلاله خشک (۲/۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) در نتیجه کاشت با فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر و مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی بدست آمد و کمترین عملکرد (۰/۶۶۳ کیلوگرم در هکتار) از فاصله ردیف ۱۰ سانتی‌متر و عدم مصرف کود حاصل شد. پژوهش دیگری نیز تأیید کننده بهبود عملکرد کلاله خشک در اثر کشت در تراکم‌های بالا است (Temperini et al., 2009).

داده‌های جدول ۳ بیانگر اثر معنی‌دار تراکم کاشت و همچنین کود دامی بر عملکرد کلاله خشک زعفران در سال دوم آزمایش است. همچنین اثر متقابل عوامل آزمایش بر این صفت معنی‌دار شد. از نمودارهای شکل ۶ مشخص است که مشابه سال اول آزمایش، عملکرد کلاله خشک در اثر کاشت پرتراکم بهبود یافته و همچنین در نتیجه کاربرد سطوح کود دامی ارقام بزرگتری را نشان داد. کاهش عملکرد کلاله خشک در سطح آخر کود دامی نسبت به سطح سوم در سال دوم آزمایش نیز مشاهده شد. همانند سال اول بیشترین عملکرد کلاله خشک (۱/۷۷۰ کیلوگرم در هکتار) از فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر و مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی و کمترین آن (۰/۸۱۰ کیلوگرم در هکتار) از فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و عدم مصرف کود حاصل شد. نتایج مشابهی توسط دیگر محققین گزارش شده و بهبود عملکرد کلاله در وضعیت تراکم‌های بالا به جذب و استفاده بیشتر از منابع محیطی توسط گیاه زعفران نسبت داده شده است (Koocheki et al., 2015). همان‌طور که از نمودارها مشخص

است عملکرد گل و کلاله در سال دوم میانگین‌های کمتری نسبت به سال اول نشان داد که علت آن می‌تواند مربوط به شرایط آب و هوایی منطقه بخصوص دماهای بالاتر در اواخر بهار و تابستان و همچنین تأخیر در بروز دماهای پایین مؤثر در گل آغازی زعفران (Koocheki et al., 2011) و تنش یخبندان در سال دوم باشد. همچنین، به‌طور کلی عملکرد کلاله بدست آمده در هر دو سال آزمایش مقادیر کمی نسبت به میانگین‌های منطقه را نشان داد که دلیل آن احتمالاً مربوط به اندازه کوچک و وزن کم بنه‌های اولیه کشت شده، ویژگی‌های ژنتیکی، رشدی و فیزیولوژیکی بنه‌ها، شرایط نامطلوب آب و هوایی در طول دوره‌های رشد و نمو زعفران و نیز سن کم مزرعه باشد.

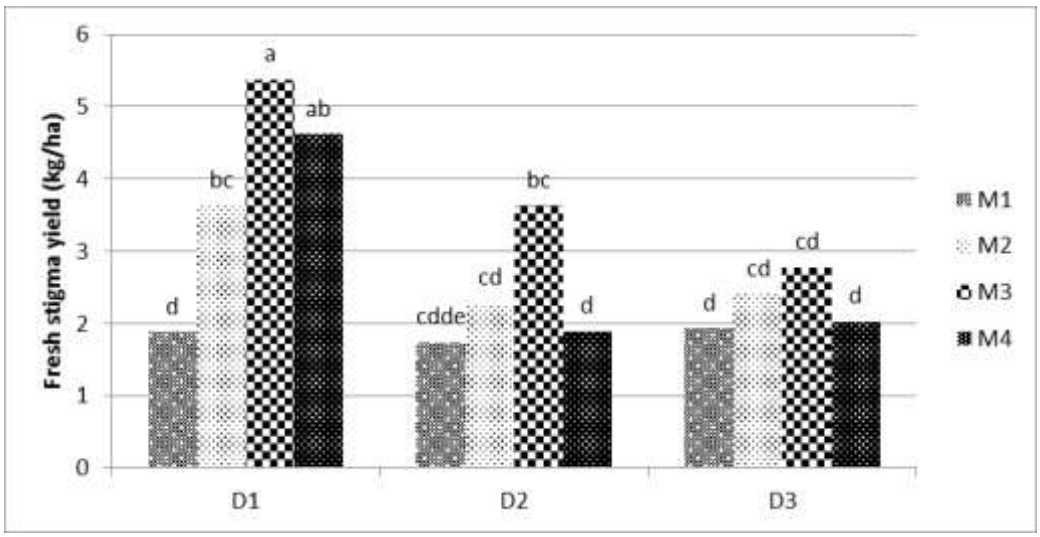


شکل ۳- اثر متقابل تراکم کاشت و کود دامی بر عملکرد کلاله تر زعفران (سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴)

Figure 3- Interaction effect of planting density and manure on saffron fresh stigma yield (2015-16).

D1، D2 و D3: ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر فاصله روی ردیف. M1، M2، M3 و M4: ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار کود دامی

D1, D2, and D3: 5, 10 and 15 cm planting distance in row. M1, M2, M3, and M4: 0, 20, 40, and 60 t.ha^{-1} manure.

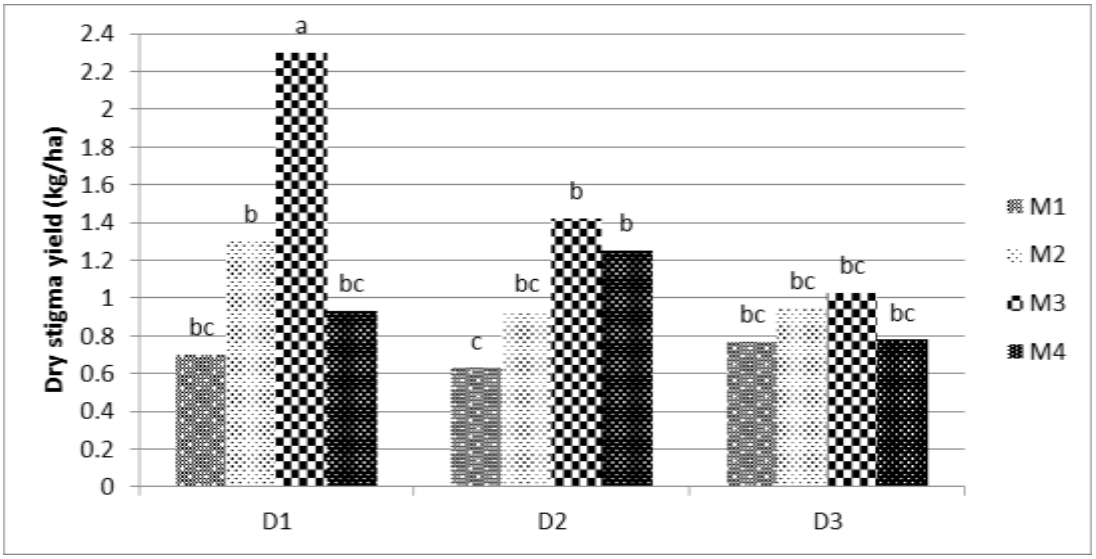


شکل ۴- اثر متقابل تراکم کاشت و کود دامی بر عملکرد کلاله تر زعفران (سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵)

Figure 4- Interaction effect of planting density and manure on saffron fresh stigma yield (2016-17).

D1، D2 و D3: ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر فاصله روی ردیف. M1، M2، M3 و M4: ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار کود دامی

D1, D2, and D3: 5, 10 and 15 cm planting distance in row. M1, M2, M3, and M4: 0, 20, 40, and 60 t.ha^{-1} manure.

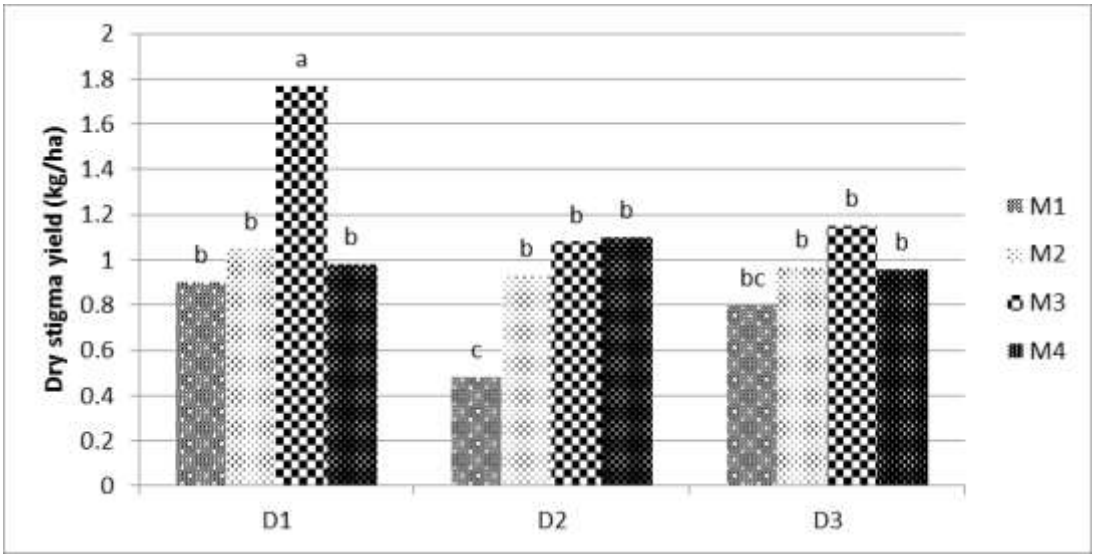


شکل ۵- اثر متقابل تراکم کاشت و کود دامی بر عملکرد کلاله خشک زعفران (سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴)

Figure 5- Interaction effect of planting density and manure on saffron dry stigma yield (2015-16).

D1، D2 و D3: ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر فاصله روی ردیف. M1، M2، M3 و M4: ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار کود دامی

D1, D2, and D3: 5, 10 and 15 cm planting distance in row. M1, M2, M3, and M4: 0, 20, 40, and 60 $t.ha^{-1}$ manure.



شکل ۶- اثر متقابل تراکم کاشت و کود دامی بر عملکرد کلاله خشک زعفران (سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵)

Figure 6- Interaction effect of planting density and manure on saffron dry stigma yield (2016-17).

D1، D2 و D3: ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر فاصله روی ردیف. M1، M2، M3 و M4: ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار کود دامی

D1, D2, and D3: 5, 10 and 15 cm planting distance in row. M1, M2, M3, and M4: 0, 20, 40, and 60 $t.ha^{-1}$ manure.

تعداد بنه خواهری

داده‌های تجزیه واریانس تعداد بنه خواهری اندازه‌گیری شده در سال ۱۳۹۵ نشان دهنده اثر معنی‌دار تراکم کاشت و کاربرد کود دامی بر این صفت است. اما اثر متقابل تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها مشخص کرد بیشترین تعداد بنه خواهری (۶۱۴ بنه در متر مربع) در نتیجه کاشت در تراکم بالا (فاصله کاشت روی ردیف ۵ سانتی‌متر) بدست آمد. سطوح دوم و سوم تراکم کاشت در رده‌های بعدی از

نظر تعداد بنه قرار گرفتند (جدول ۴). برای استفاده حداکثری از پتانسیل محیط، علاوه بر شرایط آب و هوایی و خاک مناسب نیاز به مدیریت زراعی مطلوب به منظور حصول عملکرد بیشتر و افزایش طول دوره بهره‌برداری زعفران است که از مهم‌ترین راهکارهای مدیریتی تعیین تراکم کاشت مطلوب می‌باشد (Naderi Darbaghshahi et al., 2008). در بین تیمارهای کودی نیز کرت‌هایی که معادل ۴۰ تن در هکتار کود گاوی دریافت کرده بودند دارای بیشترین تعداد بنه خواهری (۵۹۱ بنه در متر مربع) بودند. تیمارهای مصرف ۲۰ و ۶۰ تن در هکتار کود گاوی در رده بعدی قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری نداشتند. از کرت‌هایی که هیچ کودی دریافت نکرده بودند نیز کمترین تعداد بنه خواهری (۴۱۳ بنه در متر مربع) برداشت شد (جدول ۴). در نتیجه تحقیق دیگری که در مورد اثر منابع کودهای آلی و شیمیایی تحت تراکم‌های کاشت بر خصوصیات زعفران صورت گرفت نیز بیان شد کود دامی اثر معنی‌دار و مثبتی بر تعداد بنه خواهری زعفران در تمام تراکم‌های کاشت برجای گذاشت (Feizi et al., 2015).

جدول ۳ نشان می‌دهد تعداد بنه خواهری زعفران اندازه‌گیری شده در سال ۱۳۹۶ در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر تیمارهای تراکم کاشت و کود دهی آلی قرار گرفت. درحالی که اثر متقابل دو عامل مذکور بر این صفت اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بر طبق داده‌های جدول ۵، تراکم بالاتر موجب حصول تعداد بنه بیشتر در واحد سطح شد، به‌گونه‌ای که بیشترین مقادیر (میانگین ۶۳۵ بنه در متر مربع) متعلق به تیمار فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر بود و پس از آن به ترتیب فواصل کاشت ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف قرار گرفتند. افزایش تراکم بنه با ایجاد شرایط مطلوب و تحریک سرعت رشد گیاه، علاوه بر بهبود رشد اندام‌های فتوسنتز کننده، افزایش رشد بنه‌ها را موجب شده که این امر بهبود تعداد بنه زعفران را به همراه داشته است (Rezvani Moghaddam et al., 2013).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی و فرعی بر صفات زعفران (سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴)

Table 4- Mean comparison of main and sub effects on saffron traits (2015-16)

تیمار Treatment	عملکرد گل تر Fresh flower yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد کلاله تر Fresh stigma yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد بنه خواهری Daughter corm ($No.m^{-2}$)	عملکرد بنه Corm yield ($kg.ha^{-1}$)
تراکم کاشت Planting density					
D1 (20×5 cm)	97.4 a	6.33 a	1.31 a	615 a	18530 a
D2 (20×10 cm)	77.5 b	4.45 b	1.06 ab	481 ab	14890 b
D3 (20×15 cm)	38.4 c	2.90 c	0.88 b	406 b	15350 ab
کود دامی Manure					
M1 (Control)	53.4 c	3.47 c	0.70 c	414 b	12750 b
M2 (20 $t.ha^{-1}$ manure)	66.3 bc	3.77 bc	1.06 b	500 ab	17630 a
M3 (40 $t.ha^{-1}$ manure)	79.1 ab	6.37 a	1.58 a	592 a	18500 a
M4 (60 $t.ha^{-1}$ manure)	85.6 a	4.63 b	0.99 b	497 ab	16130 a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نمی‌باشند (آزمون دانکن).

Means followed by the same letter have not significant difference at $p\leq0.05$ (Duncan test).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی و فرعی بر صفات زعفران (سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵)

Table 5- Mean comparison of main and sub effects on saffron traits (2016-17)

تیمار Treatment	عملکرد گل تر Fresh flower yield (kg.ha^{-1})	عملکرد کلاله تر Fresh stigma yield (kg.ha^{-1})	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield (kg.ha^{-1})	تعداد بنه خواهری Daughter corm number (No.m^{-2})	عملکرد بنه Corm yield (kg.ha^{-1})
			تراکم کاشت Planting density		
D1 (20×5 cm)	52.3 a	3.87 a	1.17 a	635 a	11610 a
D2 (20×10 cm)	38.6 b	2.39 b	0.90 b	537 ab	9780 b
D3 (20×15 cm)	34.1 b	2.28 b	0.97 b	439 b	8880 b
			کود دامی Manure		
M1 (Control)	29.0 b	1.85 c	0.73 c	389 b	7620 c
M2 (20 t.ha^{-1} manure)	44.1 a	2.77 b	0.98 b	553 ab	10320 b
M3 (40 t.ha^{-1} manure)	49.0 a	3.93 a	1.33 a	572 a	11870 a
M4 (60 t.ha^{-1} manure)	44.6 a	2.85 b	1.02 b	636 a	10560 ab

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نمی‌باشند (آزمون دانکن).

Means followed by the same letter have not significant difference at p≤0.05 (Duncan test).

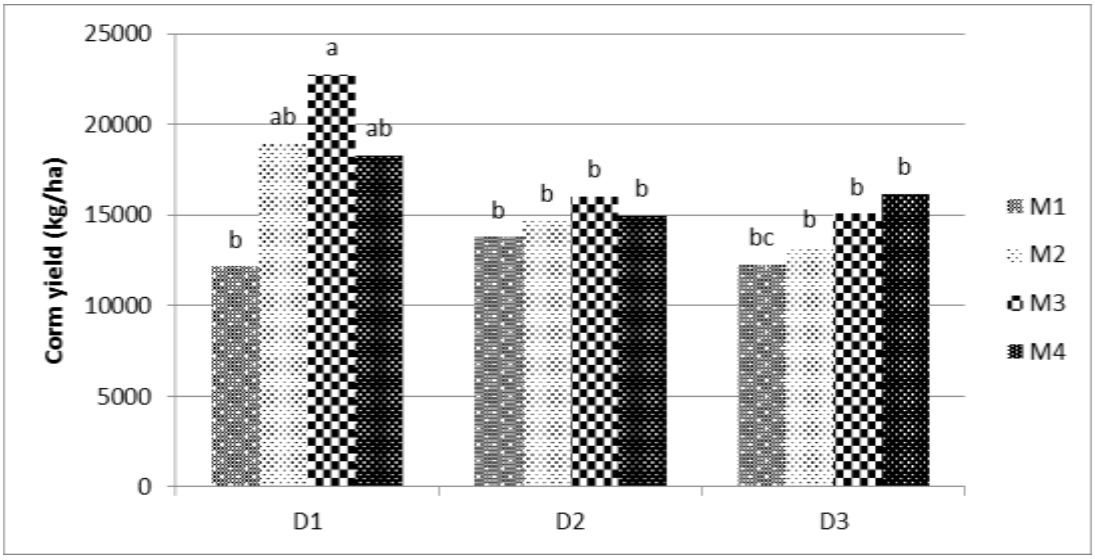
محققین دیگری نیز اثر تراکم بالای زعفران بر افزایش تعداد بنه خواهری را گزارش کرده‌اند (Yau & Nimah, 2004). نتایج سال دوم در مورد اثر کود دامی بر تعداد بنه خواهری با سال اول قدری متفاوت بود، به‌صورتی که بیشترین مقادیر (۶۳۶ بنه در متر مربع) از کرت‌هایی که بیشترین کود دامی (۶۰ تن در هکتار) را دریافت کرده بودند حاصل شد. کرت‌هایی که ۴۰ و ۲۰ تن کود دامی دریافت کرده بودند در رده‌های بعدی قرار گرفته و کمترین مقادیر (۳۸۹ بنه در متر مربع) از تیمار شاهد (عدم مصرف) کود بدست آمد.

عملکرد بنه

تجزیه واریانس داده‌های عملکرد بنه سال اول اندازه‌گیری نشان داد تراکم کاشت، کود دامی و برهم‌کنش این دو عامل اثر معنی‌داری بر این صفت گذاشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها مشخص کرد در کرت‌هایی که بنه‌ها با فاصله ۵ سانتی‌متر روی ردیف کشت شده و مقدار ۴۰ تن در هکتار کود دامی دریافت کرده بودند بیشترین عملکرد بنه (۲۲۷۲۴ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (شکل ۷). در همین ارتباط و در نتیجه انجام تحقیقی عنوان شده است تعیین تراکم کاشت مطلوب در هر منطقه اقلیمی به عنوان اصلی‌ترین عوامل مؤثر بر جذب و راندمان مصرف منابع محیطی در گیاه شناخته می‌شود. نگارندگان علاوه بر تراکم کاشت، تغذیه گیاه را نیز از اصول فنی زراعی با اهمیت در جهت افزایش کمیت و کیفیت گیاهان دارویی دانسته‌اند (Izadi et al., 2010).

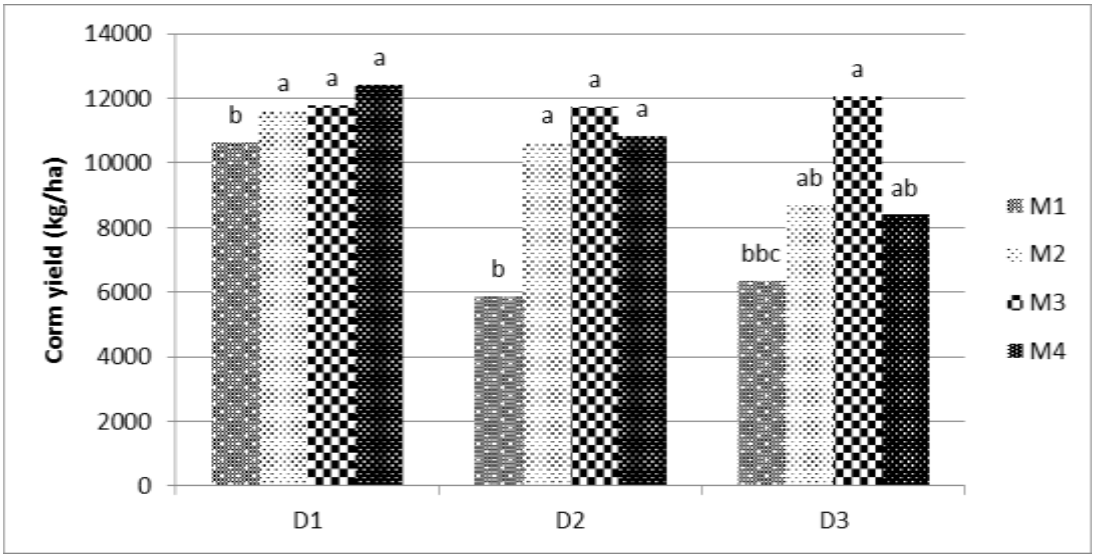
اختلاف بین تیمارهای اثرات اصلی (تراکم کاشت و کود دامی) بر عملکرد بنه اندازه‌گیری شده در سال دوم (۱۳۹۶) بسیار معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل دو عامل از نظر تأثیر بر عملکرد بنه اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین (شکل ۸) مشخص کرد بیشترین عملکرد بنه (۱۲۴۲۹ کیلوگرم در هکتار) از اعمال ۶۰ تن در هکتار کود دامی و کاشت در فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر بدست آمد. هرچند بین این تیمار و مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. این درحالی است که تیمارهای عدم مصرف کود کمترین مقادیر را بدست آوردند و پایین‌ترین میزان عملکرد

(۵۸۶۸ کیلوگرم در هکتار) در سطح عدم مصرف کـود و فاصـله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر مشاهده شد. در نتیجه مطالعه‌ای که به منظور کمی کردن روابط بین مصرف کودهای آلی و شـیمیایی و عملکرد زعفـران در مهـم‌تـرین منـاطق تولیـد زعفـران (تربـت حیدریه، گناباد، قاین و بیرجند) صورت گرفت گزارش شـد گیـاه زعفران واکنش خوبی به کود دهی آلی نشـان داده و اسـتفاده از کودهای آلی در زراعـت زعفـران بـا بهبـود خصوصـیات خـاک، افزایش رطوبت خاک و رشد ریشه‌ها، افزایش وزن تر و خشک و تجمع ماده خشک در بنه را در بر دارد (Behdani et al., 2005).



شکل ۷- اثر متقابل تراکم کاشت و کود دامی بر عملکرد بنه زعفران (سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴)

Figure 7- Interaction effect of planting density and manure on saffron corm yield (2015-16).



شکل ۸- اثر متقابل تراکم کاشت و کود دامی بر عملکرد بنه زعفران (سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵)

Figure 8- Interaction effect of planting density and manure on saffron corm yield (2016-17).

بر اساس نمودارهای شکل ۷ و ۸ عملکرد بنه بدست آمده در اندازه‌گیری سال دوم نسبت به سال اول کاهش نشان می‌دهد که دلیل آن احتمالاً مرتبط با شرایط نامناسب آب و هوایی حاکم بر مزرعه در زمان رشد بنه‌ها در سال قبل باشد که همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد گیاهان با درجه حرارت‌های بالای اواخر بهار و در طول تابستان مواجه بوده و عملاً به خاطر فراهم نبودن شرایط مناسب رشدی، در فرایند فتوسنتز، تولید اسیمیلات‌ها و انتقال آنها به بنه‌ها اختلال بوجود آمده که در نهایت تولید بنه کمتر از حد انتظار و میانگین وزن بنه پایین‌تری را در پی داشته است (Kafi, 2002; Koocheki et al., 2011).

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های این آزمایش، واکنش عملکردی گیاه زعفران به دو عامل با اهمیت الگوی کشت و تغذیه در هر دو سال آزمایش بسیار معنی‌دار و قابل توجه بود. افزایش تراکم کاشت بنه از طریق کاهش فواصل کاشت روی ردیف موجب دستیابی به عملکرد کمی بیشتر گل، کلاله و بنه زعفران گردید. کشت متراکم شرایطی را فراهم نمود تا از نهاده‌ها و منابع محیطی موجود استفاده بیشتری صورت گرفته و بوته‌های زعفران به دلیل رقابت درون گونه‌ای کمتر در سال‌های اولیه رشد، آشیان اکولوژیکی خود را گسترش داده و از رشد رویشی و زایشی بهتری برخوردار باشند. در این ارتباط، واکنش گیاه به کاربرد کود دامی نیز تحت تراکم‌های کاشت بالا بیشتر بوده و عملکرد زعفران با کاربرد ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار کود گاوی در فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر بیشترین مقادیر را نشان داد. از دیگر نتایج این پژوهش می‌توان به واکنش پذیری محسوس زعفران به کود دهی آلی اشاره کرد که با وجود کم توقع بودن این گیاه نسبت به عناصر غذایی، مصرف کود دامی نقش مهمی در بهبود عملکرد کمی آن دارد. صفات اندازه‌گیری شده زعفران در سال اول و دوم در واکنش به تیمارهای آزمایش اختلافاتی با هم نشان داد و در سال دوم بر خلاف روند معمول، شاهد کاهش عملکردها نسبت به سال قبل بودیم که دلیل آن را می‌توان به شرایط خاص آب و هوایی حاکم بر منطقه و رقابت بوجود آمده بین گیاهان برای جذب منابع در دسترس مرتبط دانست. البته چنانچه آزمایش در سال‌های بعد نیز ادامه پیدا کند ممکن است نتایج متفاوتی حاصل گردد. نهایتاً، به منظور دستیابی به عملکردهای اقتصادی بالاتر و بازدهی کوتاه مدت مزرعه و همچنین افزایش بهره‌وری استفاده از منابع محیطی در زراعت زعفران، الگوی کاشت با فاصله بین ردیف ۲۰ و روی ردیف ۵ سانتی‌متر همراه با کاربرد ۴۰ تن در هکتار کود گاوی در شرایط اقلیمی و خاکی مشابه با محل این آزمایش قابل توصیه است.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی مصوب به شماره ۹۴/۲۱۶۹ در مجتمع آموزش عالی گناباد می‌باشد. بدین وسیله از ریاست محترم و معاونت محترم پژوهشی بخاطر حمایت مالی طرح و همچنین از مدیریت محترم جهاد کشاورزی گناباد به دلیل واگذاری امکانات مزرعه تحقیقاتی تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

Bathaie, S.Z., and Mousavi, S.Z. 2010. New applications and mechanisms of action of saffron and its important ingredients. Critical Reviews in

Andres, L. 1992. Manure management and composting. Canadian Organic Growers 122: 433-437.

Food Science and Nutrition 50: 761-786.

Behdani, M., Koocheki, A., Nassiri M., and Rezvani Moghaddam, P. 2005. Evaluation of quantity relations between yield and nutrient consumption in saffron: On farm study. Journal of Iranian Field Crop Research 3 (1): 34-39. (In Persian with English Summary).

Bicharanlou, B., Koocheki, A., Bagheri, M., and Asadi, G.A. 2016. Feasibility of saffron cultivation in northern area of Khorasan province. 5th International Saffron Symposium Biology and Technology, Agadir, Morocco, 23-26 November 2016. pp. 107.

De Juan, A., Lopez-Corcholes, H., Munoz, R.M., and Picornell, M.R. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Industrial Crops and Products 30: 212-219.

Feizi, H., Seyyedi, S.M., and Sahabi, H. 2015. Effect of corm planting density, organic and chemical fertilizers on formation and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.) replacement corms during phonological stages. Saffron Agronomy and Technology 2 (4): 289-301. (In Persian with English Summary).

Fernandez, R., Scull, R., Gonzales, J.L., Crespo, M., Sanchez, E., and Carballo, C. 1993. Effect of fertilization on yield and quality of *Matricaria recutita* L. (Chamomile). Aspects of mineral nutrition of the crop. 11th Memorias Latin American Congress of Soil Science, 2ed Cubcno Congress of Soil Science, Berlin, Germany, 11-17 March 1993. pp. 891-894.

Galvao, J.C.C., Miranda, G.V., and Santos, I.C. 1999. Organic fertilization: a chance for small ones. Cultivar 9: 38-41.

Hassanzadeh Aval, F., Rezvani Moghaddam, P., Bannayan Aval, M., and Khorasani, R. 2013. Effects of maternal corm weight and different levels of cow manure on corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 1 (1): 22-39. (In Persian with English Summary).

Izadi, Z., Ahmadvand, G., Esna-Ashari, M., and Piri, K. 2010. The effect of nitrogen and plant density on some growth characteristics, yield and essential oil in peppermint (*Mentha piperita* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 8: 824-836. (In Persian with English Summary).

Kafi, M. 2002. Saffron: Technology, Production and Processing. Zaban va Adab Publications, 280 pp. (In Persian).

Kariminezhad, M., Pazoki, A.R., and Fooladi Toroghi, A. 2012. Study the effects of planting patterns and density on yield and some agronomic traits of saffron (*Crocus sativus* L.) in Sharr-e-Rey area. Research in Agronomy Sciences 5 (18): 51-60. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Mollafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2015. Study the flower and corm yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in response to planting density and manure in first year. Journal of Agroecology 6 (4): 719-729. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., and Seyyedi, S.M. 2016. Effects of corm size, organic fertilizers, Fe-EDTA and Zn-EDTA foliar application on nitrogen and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.) in a calcareous soil under greenhouse conditions. Notulae Scientia Biologicae 8 (4): 461-467.

Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., and Mohammad Abadi, A.A. 2011. Evaluation of high corm density and three methods planting on some agronomic traits of saffron (*Crocus sativus* L.) and corm situation. Iranian Journal of Horticulture Science 42 (4): 379-391. (In Persian with English Summary).

Malakouti, M.J. 1996. Sustainable agriculture and yield increase by fertilizer use optimization in Iran. Agriculture Education Publication. 460 p. (In Persian).

Mohamad Abadi, A.A., Rezvani Moghaddam, P., and Sabori, A. 2007. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron (*Crocus sativus* L.) in Mashhad conditions. Acta

Horticulturae 739: 151-153.

Naderi Darbaghshahi, M.R., Khajebashi, S.M., Bani Taba, S.A., and Dehdashti, S.M. 2009. Effects of planting method, density and depth on yield and production period of saffron (*Crocus sativus* L.) in Isfahan region. Seed and Plant Improvement Journal 24: 643-657. (In Persian with English Summary).

Negbi, M. 1999. Saffron: *Crocus sativus* L. (Medicinal and Aromatic Plants -Industrial Profiles). Ed. Harwood Academic Publishers, Amsterdam, the Netherlands.

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

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, Antalya, Turkey, 4-9 September 2011, p. 138.

Rostami, M., and Mohammadi, H. 2013. Effects of planting date and plant density on the growth and yield of saffron corms in climatic conditions Malayer. Journal of Agroecology 5 (1): 27-38. (In Persian with English Summary).

Sadeghi, S.M., Dehnadi Moghaddam, G., and Dooroodian, H.R. 2014. Evaluation of effects of date, depth and corm sowing distance on corms growth and stigma yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in Langarood, Guilan province. Saffron Agronomy and Technology 2 (2): 45-54. (In Persian with English Summary).

Schmidt, M., Betti, G., and Hensel, A. 2007. Saffron in phytotherapy: pharmacology and clinical uses. Wien Med Wochenschr 157: 315-319.

Shahande, H. 1990. Evaluation of chemo-physical characteristic of soil due to saffron yield at Gonabad. Report of Khorasan Science and Technology Park. (In Persian).

Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., and Rouphael, Y. 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. Food, Agriculture and Environment 7 (1): 19-23.

Trani, P.E., Tavares, M., Siqueira, W.J., Santos, R.R., Bisao, L.L., and Lisbao, R.S. 1997. Garlic cultivation. Recommendation for its cultivation in the State of São Paulo. Campinas, IAC. 26 p.

Yau, S.K., and Nimah, M. 2004. Spacing effects on corm and flower production of saffron (*Crocus sativus* L.). Lebanese Science Journal 5: 13-20.

Yousuf, V., Azam Wani, M., Ghani, M.Y., and Nehvi, F.A. 2009. Effect of fertilizer, soil amendments and antifungal compound on severity of corm rot of saffron. 3rd International Symposium on saffron forthcoming challenges in cultivation research and economics. 20-24 May 2009, Krokos, Kozani, Greece. p. 49.

Investigation the effect of manure and planting pattern on some flower and corm quantitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) in Gonabad climatic conditions

Yaser Esmaeilian[1*] and Mohammad Behzad Amiri[1]

Submitted: 21 October 2017 **Accepted:** 23 May 2018

Esmaeilian, Y., and Amiri, M.B. 2019. Investigation the effect of manure and planting pattern on some flower and corm quantitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) in Gonabad climatic conditions. Saffron Agronomy & Technology 6(4): 429-444

Abstract

In order to study the response of saffron medicinal plant to planting density and different levels of manure, a two year experiment was conducted in split-plot as complete block design with three replications in 2015-16 and 2016-2017 in the Gonabad area. The main factor consisted of 5, 10, and 15 cm plant spacing on row and sub factor was control (no manure application), and application of 0, 20, 40, and 60 t.ha^{-1} cow manure. The results of the experiment showed that maximum value of fresh flower yield in the first year (127.4 kg.ha^{-1}) was achieved in 60 t/ha and in the second year it was achieved in (72.3 kg.ha^{-1}) obtained from 40 t.ha^{-1} manure application under 5 cm plant spacing in rows. The highest fresh stigma yield in both years (10.300 and 5.383 kg.ha^{-1}, respectively) was obtained due to high planting density (5 cm plant spacing in row) and 40 t.ha^{-1} manure application. Also, dry stigma yield under this treatment with 2.300 and 1.770 kg.ha^{-1}, respectively had more increase in both years than other treatments. The highest daughter corm number in both years (614 and 591 corm.m^{-2}, respectively) was obtained from the highest corm planting density. In the first year, 40 t.ha^{-1} manure treatment had the highest value (592 corm.m^{-2}) and in the second year, 60 t.ha^{-1} manure application showed the highest value (572 corm.m^{-2}). In the first year, the highest corm yield with 22724 kg.ha^{-1} was achieved from 5 cm plant spacing in row and 40 t.ha^{-1} manure. However, in the second year the highest mean value (12429 kg.ha^{-1}) was obtained from the same planting density and use of 60 t.ha^{-1} manure. Therefore, to achieve suitable economic yield in saffron cultivation, application of 40 t.ha^{-1} cow manure in 20×5 cm planting density under climatic and edaphic conditions similar to this experiment location is suggested.

Keywords:Density, Cow manure, Environmental factors, Stigma, Yield.

1 - Assistant professor, Department of Agriculture, University of Gonabad, Iran.
(*-Corresponding author Email: y.esmaeilian@gmail.com)
DOI: 10.22048/jsat.2018.101708.1265