نشریه پژوهش‌های زعفران۱(۱۳۹۳) ۴۶-۳۴.

مطالعه اثر کودهای دامی، شیمیایی و اندازه بنه مادری بر ویژگی‌های بنه‌های دختری و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.)

علیرضا کوچکی[۱*]، مهدی جمشید عینی[۲] و سید محمد سیدی[۳]

۱- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- کارشناس ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی،دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی،دانشگاه فردوسی مشهد

*- نویسنده مسئول: E-mail: akooch@ferdowsi.um.ac.ir

کوچکی، ع.، جمشید عینی، م.، و سیدی، س.م.، ۱۳۹۳. مطالعه اثر کودهای دامی، شیمیایی و اندازه بنه مادری بر ویژگی‌های بنه‌های دختری و عملکرد زعفران (*Crocussativus* L.). نشریه پژوهش‌های زعفران.۲(۱):۴۶-۳۴.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۱/۱۸

چکیده

اندازه بنه مادری و مدیریت تغذیه، از مهم‌ترین عوامل در تعیین کمیت و کیفیت زعفران (*Crocus sativus* L.) به شمار می‌روند. به منظور بررسی نقش کودهای دامی، شیمیایی و اندازه بنه مادری بر ویژگی‌های بنه‌های دختری و عملکرد زعفران، آزمایشی در دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا در آمد. در این مطالعه، اندازه بنه مادری در چهار سطح (۴ گرم و کمتر از آن (کوچک)، ۴/۱ تا ۸ گرم (متوسط)، ۸/۱ تا ۱۲ گرم (نسبتاً بزرگ) و بیش از ۱۲ گرم (بزرگ)) و منابع مختلف کود در سه سطح (کود دامی (۲۵ تن در هکتار)، کود شیمیایی (۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار) و شاهد (عدم مصرف کود) به عنوان تیمار در نظر گرفته شدند. بر اساس نتایج آزمایش، با افزایش اندازه بنه مادری جهت کاشت (۸/۱ تا ۱۲ گرم و بیشتر)، تعداد گل، عملکرد گل‌تر و عملکرد کلاله خشک زعفران به طور معنی‌داری افزایش یافت. علاوه بر این، استفاده از بنه-های بزرگ‌تر به طور معنی‌دار منجر به افزایش تعداد و عملکرد کل بنه‌های دختری شد. اثر منابع کودی نیز بر تعداد و عملکرد بنه‌های دختری زعفران معنی‌دار بود. با این وجود، مصرف کود دامی در مقایسه با کود شیمیایی نقش بیشتری در افزایش عملکرد بنه‌های دختری با وزن بیش از ۸ گرم و نیز عملکرد کل بنه‌های دختری (به ترتیب تا ۲۱/۸ و ۱۲/۵ درصد) داشت. از این رو، استفاده از بنه‌های مادری با وزن مناسب جهت کاشت (بیش از ۸ گرم) همراه با کاربرد کودهای آلی می‌تواند در کاهش مشکلات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی بیش از پیش مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: برداشت زعفران، تعداد گل، عملکرد کلاله خشک، عملکرد گل‌تر.

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.)گیاهی چند ساله و ژئوفیت-تریپلوئیدی[1]است(Gresta et al., 2008) که عمدتاً درمناطق کم باران ایران با زمستان سرد و تابستانی گرم رشد می‌کند (Sepaskhah and Kamgar-Haghighi, 2009; Moayedi Shahraki et al., 2010). زعفران نه تنها دارای نیچ اکولوژیک ویژه‌ای از ابعاد محیطی است؛ بلکه در مناطق خاصی از ایران و همسو با جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جوامع کشاورزی بومی، به صورت نظام‌مند و پایدار تکامل یافته است (Moayedi Shahraki et al., 2010; Koocheki et al., 2013 b). زعفران به دلیل تریپلوئید بودن عقیم بوده و لذا تکثیر آن به صورت رویشی و از طریق بنه‌های آن انجام می‌شود(Kafi et al., 2002; Gresta et al., 2008). توالی رشد و نمو زعفران دارای پنج مرحله شامل ۱- دوره خواب (اواخر اردیبهشت تا اواخر تیر)، ۲- بنیان گذاری و تمایز برگ‌ها (اواخر تیر تا اواخر مرداد)، ۳- بنیان گذاری و تمایز طرح‌های اولیه اندام‌های گل درون جوانه (اواخر مرداد تا اوایل شهریور) و سپس کامل شدن اندام‌های گل (تا اواخر شهریور)، ۴- رشد سریع برگ‌ها و اندام‌های گل درون جوانه (اواخر شهریور تا اواخر مهر) و در پایان ۵- دوره شکوفایی برگ‌ها و گل‌ها (اواخر مهر تا اواخر آبان) می‌باشد (Koul and Farooq, 1982; Ebrahimzadeh et al., 1997). رشد زایشی (همزمان با سرد شدن هوا در پاییز)، رشد رویشی (پس از برداشت گل در اواخر آبان) و مرحله رکود (از زرد شدن برگ‌ها در بهار تا شروع پاییز)، سه مرحله فنولوژیکی زعفران بر اساس اندام‌های هوایی گیاه می‌باشند(Kafi et al., 2002). با تحلیل بنه مادریدر طی فصل رشد، بنه‌های دختری تشکیل می‌گردند که این بنه‌ها باعث شکل گیری رشد زایشی و عملکرد در فصل بعد می‌شوند (Gresta et al., 2008; Renau-Morata et al., 2012). از این رو رشد و عملکرد زعفران در ارتباط مستقیم با کیفیت بنه‌های مورد استفاده جهت کاشت (بنه‌های مادری) می‌باشد.

اندازه بنه مادری از مهم‌ترین شاخص‌ها در انتخاب بنه‌های با کیفیت جهت کشت زعفران می‌باشد (Gresta et al., 2008; Nassiri Mahallati et al., 2007). با توجه به آن‌که مراحل اولیه رشد زعفران اساساً وابسته به میزان ذخیره غذایی در بنه مادری است (Amirshekari et al., 2007; Koocheki et al., 2007)، انتخاب بنه‌های مادری با وزن مناسب جهت کشت می‌تواند نقش بسیار موثری در افزایش عملکرد در واحد سطح داشته باشد. با افزایش اندازه بنه مادری، سطح برگ و تولید ماده خشک زعفران در طی دوره رشد افزایش یافته و منجر به تولید بنه‌های دختری بیشتری در انتهای فصل رشد می‌گردد (Koocheki et al., 2007; Renau-Morata et al., 2012). بر طبق نتایج گرستا و همکاران (Gresta et al., 2008)، کاشت بنه‌های درشت‌تر (با قطر ۴/۵- ۳/۵ سانتیمتر) منجر به افزایش تعداد گل، عملکرد بیشتر کلاله و تولید بنه‌های دختری بیشتری در مقایسه با بنه‌های ریزتر می‌گردد.

در کنار کیفیت بنه مادری، فراهمی متعادل عناصر غذایی نیز نقش بسیار مهمی در تولید گل و کیفیت بنه‌های دختری زعفران ایفا می‌کند (Behdani et al., 2006; Koocheki et al., 2011; Rezvani Moghaddam et al., 2013). با توجه به اثرات منفی مصرف نهاده‌های شیمیایی بر شاخص‌های کیفی خاک (Kizilkaya, 2008; Liu et al., 2010) و نیز جایگاه ویژه زعفران در نظام‌های کشاورزی کم نهاده و پایدار ایران (Moayedi Shahraki et al., 2010; Koocheki et al., 2011 a)، استفاده از منابع کود آلی حائز اهمیت می‌باشد. در این ارتباط کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2013 a) به نقش موثر کود دامی در افزایش عملکرد گل و بنه‌های دختری زعفران اشاره نمودند. همچنین با توجه به کمبود مواد آلی خاک در مناطق خشک و نیمه خشک کشور (Shirani et al., 2011)، کاربرد کودهای آلی در زراعت زعفران می‌بایست مورد توجه باشد.

هدف از اجرای این آزمایش،بررسی نقش اندازه بنه مادری، کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر تعداد و عملکرد بنه‌های دختری زعفران بود. عملکرد گل زعفران در سال اول و دوم آزمایش نیز در واکنش به تیمارهای ذکر شده مطالعه گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در

1- Triploid geophyte

مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (دارای اقلیم سرد و خشک) به اجرا در آمد. در این آزمایش اندازه بنه مادری در چهار سطح (۴ گرمو کمتر از آن (کوچک)، ۴/۱ تا ۸ گرم (متوسط)، ۸/۱ تا ۱۲ گرم (نسبتاً بزرگ) و بیش از ۱۲ گرم (بزرگ)) و منابع مختلف کودی در سه سطح (کود دامی (۲۵ تن در هکتار)، کود شیمیایی (۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار) و شاهد (عدم مصرف کود) به ترتیب عامل اول و دوم آزمایش بودند.

پیش از کاشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زمین مورد نظر، نمونه برداری تصادفی (از عمق صفر تا ۳۰ سانتی) انجام گرفتکه نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

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

بافت خاک Soil texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	ماده آلی (درصد) OC (%)	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available K ($mg.kg^{-1}$)
لومی- سیلتی Silty-loam	8.12	1.01	0.44	0.08	6.79	196.12

جهت آماده سازی زمین مورد نظر، ابتدا شخم اولیه و دیسک در اواسط خرداد ماه ۱۳۹۱ اعمال شد. سپس کرت‌هایی با ابعاد یک متر × دو متر (دو متر مربع) و با فاصله یک متر از یک‌دیگر ایجاد گردید. فاصله بین دو بلوک‌نیز دو متر در نظر گرفته شد. پیش از کاشت و بر اساس تیمارهای آزمایش، کود دامی (کود گاوی پوسیده، دارای نیتروژن و فسفر کل به ترتیب ۱/۹ و ۰/۹ درصد)،۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار (از منبع سوپر فسفات تریپل) و یک سوم کود نیتروژن به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار (از منبع اوره) در کرت‌های مورد نظر اعمال گردید. با توجه به آنالیز خاک و بالا بودن پتاسیم قابل جذب (جدول ۱) از مصرف کود شیمیایی پتاسیم خودداری شد.

عملیات کاشت زعفران در نیمه دوم خردادماه ۱۳۹۱ و بر اساس تراکم ۵۰ بنه در متر مربع (Rezvani Moghaddam el al., 2013) انجام گرفت. دو مرحله دیگر مصرف کود نیتروژن به صورت سرک (هر مرحله ۵۰ کیلوگرم در هکتار) نیز همزمان با آبیاری در آبان ماه و اواخر اسفند انجام گرفت. در طول مراحل اجرای آزمایش نیز هیچ‌گونه آفت‌کش یا علف‌کش شیمیایی استفاده نگردید.

در سال اول اجرای آزمایش، همزمان با شروع گل‌دهی و برداشت گل‌ها از کل مساحت هر کرت (از اواسط تا اواخر آبان ماه سال ۱۳۹۱)، شاخص‌های مربوط به عملکرد گل (تعداد گل در واحد سطح، عملکرد گل‌تر و عملکرد کلاله خشک) اندازه-گیری شد. خشک کردن کلاله زعفران نیز به صورت هوا خشک و در سایه انجام گرفت. همچنین در سال اول آزمایش و همزمان با برداشت بنه‌ها (اوایل خرداد ماه ۱۳۹۲)، شاخص‌های مربوط به بنه‌های دختری (تعداد و وزن بنه‌های دختری ۰/۱ تا ۴ گرمی، ۴/۱ تا ۸ گرمی و بیش از ۸ گرمی) در مساحتی معادل یک چهارم متر مربع (۰/۵ متر × ۰/۵ متر) تعیین شد.

مشابه سال اول، در سال دوم اجرای آزمایش نیز شاخص‌های مربوط به عملکرد گل زعفران (از اواسط تا اواخر آبان ماه ۱۳۹۲) در کل مساحت باقیمانده هر کرت (مساحت باقیمانده پس از برداشت بنه‌های دختری در خرداد ماه ۱۳۹۲) تعیین گردید.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش از نرم افزار SAS 9.1 و MSTAT-C استفاده شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد مقایسه آماری شدند. لازم به توضیح است که عملکرد گل

زعفران در سال اول و دوم به صورت فاکتوریل- اسپلیت در زمان و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی آنالیزشد (اندازه بنه مادری و منابع کود به صورت فاکتوریل و گل‌دهی زعفران در سال اول و دوم به عنوان دو برداشت (دو بار چین) در نظر گرفته شد).

نتایج و بحث

شاخص‌های مورد مطالعه گل

تعداد گل، عملکرد گل‌تر و عملکرد کلاله خشک زعفران به طور معنی‌دار تحت تأثیر اثر متقابل اندازه بنه مادری و برداشت قرار گرفت (جدول ۲). بر اساس نتایج آزمایش، افزایش اندازه بنه-های مادری زعفران نقش موثری در افزایش معنی‌دار شاخص-های ذکر شده داشت؛ به طوری که در سال اول و دوم برداشت (چین) گل، بیشترین تعداد گل، عملکرد گل‌تر و کلاله خشک زعفران در نتیجه کاشت بنه‌های مادری با وزن بیش از ۱۲ گرم به دست آمد (جدول ۳). این افزایش ممکن است به دلیل اندوخته غذایی بیشتر، رشد سریع‌تر ریشه‌ها، رشد و استقرار زودتر بنه دختری در خاک باشد. ارتباط مستقیم بین اندازه یا قطر بنه مادری با عملکرد گل زعفران توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Gresta et al., 2008; Kumar et al., 2009).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های مورد مطالعه گل زعفران

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) for saffron flower yield

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares		
		تعداد گل Flower number	عملکرد گل‌تر Fresh flower yield	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield
بلوک Block	2	31.50 *	16.13 *	1193.33 **
اندازه بنه مادری Mother corm size (S)	3	933.94 **	320.27 **	16991.10 **
منبع کود Fertilizer sources (F)	2	44.04 *	16.32 *	983.69 *
S × F	6	5.96 ns	1.17 ns	122.34 ns
خطای ۱ Error 1	22	6.71	2.42	126.75
برداشت Harvest (H)	1	115.01 **	48.09 **	2664.38 **
H × S	3	185.72 **	60.09 **	2641.28 **
H × F	2	19.85 *	11.29 **	649.85 **
H × S × F	6	3.55 ns	0.90 ns	49.04 ns
خطای ۲ Error 2	24	3.56	1.32	86.89
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	24.55	15.06	16.88

**،*و ns به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و بدون اختلاف معنی‌دار هستند.

**, * and ns are significant at 0.01 and 0.05 probability level and non-significant, respectively.

در سال دوم کاشت، تعداد و عملکرد گل‌تر حاصل از کاشت بنه‌های مادری با وزن کمتر از ۴ و نیز وزن ۴/۱ تا ۸ گرم به طور معنی‌دار بیش از سال اول کاشت آن‌ها بود (جدول ۳). در سال اول، عدم تولید گل در نتیجه کاشت بنه‌های ریز (کمتر از ۴ گرم) می‌تواند به دلیل ذخیره محدود عناصر غذایی باشد که منجر به کاهش توانایی در رشد و استقرار این بنه‌ها نیز می‌گردد (Nassiri Mahallati et al., 2007). در این راستا گزارش شده است که افزایش وزن بنه می‌تواند باعث کاهش فاصله زمانی ازکاشت تا ظهور اندام هوایی و افزایش سطح برگ گیاه گردد (Koocheki et al., 2007). از سویی دیگر، با وجود تحلیل بنه‌های مادری ریز (کمتر از ۴ گرم) و تولید بنه‌های دختری (با وزن پایین) در پایان سال اول، تولید گل در سال دوم حاصل از این بنه‌های دختری (گل آوری حدود ۲۰ درصد) می‌تواند به دلیل فرصت کافی جهت استقرار این بنه‌های دختری در خاک باشد (در طی دوره رشد رویشی و دوره رکود در تابستان) که در نهایت منجر به تحریک بیشتر گل انگیزی در شروع سال دوم رشد می‌گردد.

در سال دوم، تعداد و عملکرد گل‌تر در نتیجه کاشت بنه‌های مادری با وزن بیش از ۱۲ گرم به طور معنی‌دار کمتر از سال اول آنبود (جدول ۳). این کاهش عملکرد می‌تواند به دلیل تقسیم بنه‌های مادری با وزن بیش از ۱۲ گرم باشد که منجر به تولید بنه‌های دختری ریز تر می‌شود. این بنه‌های کوچک‌تر از توانایی پایین‌تری در تولید گل برخوردار می‌باشند (Gresta et al., 2008; Kumar et al., 2009). (تعداد و عملکرد بنه‌های دختری در ادامه مورد بحث قرار گرفته است).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل اندازه بنه مادری و برداشت محصول بر شاخص‌های گل زعفران

Table 3- Mean comparisons of interaction effects of mother corm size and harvest on flower characteristics of saffron

اندازه بنه مادری (گرم) Mother corm size (g)	سال (برداشت) Year (harvest)	تعداد گل در متر مربع Flower number (no. m^{-2})	عملکرد گل‌تر (گرم در متر مربع) Fresh flower yield (g. m^{-2})	عملکرد کلاله خشک (میلی‌گرم در متر مربع) Dry stigma yield (mg. m^{-2})
۴ و کمتر از آن 4 and lower	سال اول First year	0.00 f *	0.00 f	0.00 d
	سال دوم Second year	10.78 d	6.61 d	46.69 c
۴/۱ تا ۸ 4.1 – 8	سال اول First year	7.67 e	4.72 e	37.34 c
	سال دوم Second year	11.66 d	6.58 d	46.82 c
۸/۱ تا ۱۲ 8.1 – 12	سال اول First year	14.89 c	8.43 c	59.29 b
	سال دوم Second year	14.33 c	8.38 c	60.81 b
بیش از ۱۲ More than 12	سال اول First year	24.22 a	14.07 a	99.97 a
	سال دوم Second year	20.11 b	12.18 b	90.96 a

* در هر ستون و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

* In each column and for each factor, means followed by at least one letter in common are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

اثر متقابل منابع کود و برداشت بر صفات مورد مطالعه گل زعفران در آزمایش نیز معنی‌دار بود (جدول ۲). در سال اول اجرای آزمایش، کاربرد کود دامی و نیز کود شیمیایی در مقایسه با شاهد، نقشی در افزایش معنی‌دار تعداد گل، عملکرد گل‌تر و عملکرد کلاله خشک زعفران نداشت (جدول ۴). در این ارتباط رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) نیز اظهار داشتند که در سال اول (سال کاشت) زعفران، عملکرد گل در این گیاه چندان وابسته به فراهمی عناصر غذایی در خاک نمی‌باشد.

در سال دوم آزمایش، کاربرد کودهای دامی و شیمیایی منجر به افزایش معنی‌دار تعداد گل، عملکرد گل‌تر و عملکرد کلاله خشک زعفران شد (جدول ۴). افزایش عملکرد گل زعفران در نتیجه مصرف کود دامی و یا منابع شیمیایی توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Koocheki et al., 2011 b; Rezvani Moghaddam et al., 2013). علاوه بر این، در سال دوم، تعداد گل، عملکرد گل‌تر و عملکرد کلاله خشک زعفران در نتیجه مصرف کود دامی به طور معنی‌داری بیش از کود شیمیایی بود (به ترتیب تا ۱۸/۴، ۱۶/۶ و ۱۶/۸ درصد)؛ به طوری که در سال دوم، بالاترین عملکرد کلاله خشک زعفران (معادل ۷۲/۴ میلی گرم در متر مربع) در نتیجه مصرف کود دامی به دست آمد (جدول ۴).

در کنار اثرات سوء کاربرد کودهای شیمیایی بر ساختار بیولوژیک و خصوصیات شیمیایی خاک در کوتاه مدت و دراز مدت (Liu et al., 2010; Zhengchao et al., 2013)، برتری کود دامی نسبت به کود شیمیایی می‌تواند به دلیل آزاد سازی تدریجی و فراهمی متعادل عناصر غذایی در کنار افزایش ماده آلی خاک باشد (Safadoust et al., 2007; Herencia et al., 2007). امیری (Amiri, 2008) نیز نقش موثر کاربرد کود دامی در افزایش میزان عناصر غذایی برگ، عملکردگل و کلاله زعفران را ناشی از بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند میزان موادآلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش میزان جذب نیتروژن، پتاسیم و کلسیم از خاک دانست.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل منابع کود و برداشت محصول بر شاخص‌های گل زعفران

Table 4- Mean comparisons of interaction effects of fertilizer sources and harvest on flower characteristics of saffron

منابع کود Fertilizer sources	سال (برداشت) Year (harvest)	تعداد گل در متر مربع Flower number (no. m^{-2})	عملکرد گل‌تر (گرم در متر مربع) Fresh flower yield (g. m^{-2})	عملکرد کلاله خشک (میلی‌گرم در متر مربع) Dry stigma yield (mg. m^{-2})
دامی Manure	سال اول First year	12.08 c *	6.82 c	48.88 c
	سال دوم Second year	16.58 a	9.91 a	72.36 a
شیمیایی Chemical	سال اول First year	11.83 c	7.04 c	51.92 c
	سال دوم Second year	14.00 b	8.50 b	61.94 b
شاهد Control	سال اول First year	11.17 c	6.56 c	46.65 c
	سال دوم Second year	12.08 c	6.913 c	49.66 c

* در هر ستون و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

* In each column and for each factor, means followed by at least one letter in common are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

تعداد و عملکرد بنه‌های دختری

به جز تعداد بنه‌های ۴ گرمی و کمتر از آن، بیش از ۸ گرمی و تعداد کل بنه‌های دختری، اثر متقابل اندازه بنه مادری و منابع کود بر سایر ویژگی‌های مربوط به تعداد و عملکرد بنه‌های دختری زعفران معنی‌دار نبود (جدول ۵). با این وجود تمامی ویژگی‌های مربوط به تعداد و عملکرد بنه‌های دختری زعفران تحت تأثیر اندازه بنه مادری قرار گرفت (جدول ۵).

با افزایش اندازه بنه مادری، تعداد و عملکرد بنه‌های دختری تشکیل شده در تمامی اندازه‌ها (۴ گرم و کمتر از آن، ۴/۱ تا ۸ گرم و بیش از ۸ گرم) به طور معنی‌داری افزایش یافت؛ به طوری که در تیمار بنه‌های مادری درشت (بیش از ۱۲ گرم)، تعداد و عملکرد کل بنه‌های دختری به ترتیب تا حدود دو و چهار برابربیش از تیمار مربوط به بنه‌های مادری ریز (کمتر از ۴ گرم) بود (جدول ۶).

همان‌طور که پیش‌تر نیز ذکر گردید، با افزایش اندازه بنه‌های مادری جهت کاشت، اندوخته غذایی و سطح برگ گیاه افزایش می‌یابد (Amirshekari et al., 2007; Sabet Teimouri et al., 2010) که این امر منجر به افزایش توانایی گیاه در جذب عناصر از خاک و در نهایت افزایش تولید بنه‌های دختری در پایان دوره رشد می‌شود. در این ارتباط کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2007) با مشاهده افزایش معنی‌دار سطح برگ، وزن خشک ریشه و تعداد جوانه‌های فعال در هر بنه و نیز کاهش معنی‌دار فاصله زمانی کاشت تا ظهور اندام هوایی در نتیجه افزایش وزن بنه مادری (از ۴ به ۱۲ گرم)، بیان نمودند که ذخیره بیشتر عناصر غذایی می‌تواند منجر به فعال شدن سریع‌تر جوانه‌های رویشی در بنه شود. این محققین همچنین افزایش سطح تماس با خاک در بنه‌های درشت‌تر را عاملی موثر در تحریک بیشتر جوانه‌های مولد ریشه دانستند. گرستا و همکاران (Gresta et al., 2008) نیز در نتیجه کاشت بنه‌های مادری درشت‌تر (با قطر افقی ۳/۵ تا ۴/۵ سانتیمتر)، افزایش عملکرد گل، تعداد و عملکرد بنه‌های دختری زعفران را در مقایسه با کاشت بنه‌های مادری ریزتر مشاهده نمودند.

به طور میانگین، در نتیجه کاشت بنه مادری (در اندازه‌های ۴ گرم و کمتر از آن، ۴/۱ تا ۸، ۸/۱ تا ۱۲ و بیش از ۱۲ گرم) بیشتر بنه‌های دختری تشکیل شده (تا ۷۰/۵ درصد) در پایان سال اول (سال کاشت) دارای وزنی کمتر از ۴ گرم بودند (جدول ۶). از سوی دیگر، بنه‌های دختری با وزن ۴/۱ تا ۸ و بیش از ۸ گرم، به ترتیب ۲۴/۸ و ۴/۸ درصد کل بنه‌های دختری را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) نیز بیان نمودند که مصرف کودهای آلی یا زیستی در سال‌های ابتدایی پس ازکاشت بنه، به جای افزایش دراندازه بنه، بیشتر منجر به افزایش تعداد بنه‌های دختری در خاک می‌شود. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2013) نیز در مطالعه اثر سطوح کود دامی بر رفتار بنه‌های زعفران به نتایج مشابهی دست یافتند.

به جز تعداد و عملکرد بنه‌های دختری با وزن کمتر از ۴ گرم، اثر منابع کود بر تعداد و عملکرد بنه‌های دختری در سایر اندازه‌ها (۴/۱ تا ۸ و بیش از ۸ گرم) و نیز کل بنه‌های دختری معنی‌دار شد (جدول ۵). عدم تأثیر منابع کود (دامی و شیمیایی) در افزایش تعداد و عملکرد بنه‌های دختری کمتر از ۴ گرم را می‌توان به ژنوتیپ گیاه زعفران نسبت داد. تحلیل یا تقسیم بنه مادری در طی فصل رشد و به دنبال آن تولید و رشد بنه‌های دختری ریز حاصل از بنه مادری (کمتر از ۴ گرم) جزء خصوصیات ذاتی گیاه بوده و چندان وابسته به فراهمی عناصر غذایی در خاک نیست (Kumar et al., 2009)؛ به عبارت دیگر، در صورت فراهمی و یا عدم فراهمی عناصر غذایی در خاک، درصد مشخصی از بنه‌های دختری (حدود ۷۰ درصد) زعفران در سال‌های ابتدای رشد، دارای وزنی کمتر از ۴ گرم می‌باشند(Rezvani Moghaddam et al., 2013).

بر اساس نتایج جدول ۶، در نتیجه مصرف کود دامی و شیمیایی، تعداد و عملکرد بنه‌های دختری در اندازه‌های ۴/۱ تا ۸ و بیش از ۸ گرم به طور معنی‌دار بیش از شاهد بود. این تفاوت می‌تواند نشان دهنده آن باشد که افزایش رشد بنه‌های دختری بیش از ۴ گرم به طور مستقیم وابسته به فراهمی عناصر غذایی در خاک است (Rezvani Moghaddam et al., 2013). همچنین عدم تفاوت معنی‌دار بین کود دامی و شیمیایی از نظر تعداد و عملکرد بنه‌های دختری با وزن ۴/۱ تا ۸ گرم (جدول ۷) می‌تواند به این دلیل باشد که فراهمی عناصر غذایی حاصل از کود شیمیایی، مشابه کود دامی، منجر به رشد بنه‌های دختری تا سطح ۸ گرم شد.

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه عملکرد بنه زعفران

Table 5- Analysis of variance (mean of squares) for saffron corm yield traits

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares							
		تعداد بنه‌های دختری Number of replacement corm				عملکرد بنه‌های دختری Yield of replacement corm			
		۴ گرم و کمتر از آن 4 g and lower	۴/۱ تا ۸ گرم 4.1 – 8 g	بیش از ۸ گرم More than 8 g	تعداد کل Total number	۴ گرم و کمتر از آن 4 g and lower	۴/۱ تا ۸ گرم 4.1 – 8 g	بیش از ۸ گرم More than 8 g	عملکرد کل Total yield
بلوک Block	2	121.00 ns	101.86 ns	10.36 **	10.36 **	6325.38 ns	1620.25 ns	1349.87 **	1349.87 **
اندازه بنه مادری Mother corm size (S)	3	4558.99 **	2654.55 **	88.92 **	88.92 **	84145.45 **	97439.67 **	9419.48 **	9419.48 **
منابع کود Fertilizer sources (F)	2	24.33 ns	518.36 **	60.86 **	60.86 **	8115.84 ns	6345.31 **	5155.42 **	5155.42 **
S × F	6	375.63 *	13.44 ns	3.42 *	3.42 *	2250.94 ns	1368.93 ns	226.34 ns	226.34 ns
خطا Error	22	112.79	36.89	1.06	1.06	2888.09	958.05	119.28	119.28
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	10.47	16.14	8.87	14.75	22.78	14.33	15.32	12.56

**، * و ns به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم اختلاف معنی‌دار هستند.

**, * and ns are significant at 0.01 and 0.05 probability level and non-significant, respectively.

جدول ۶- مقایسه شاخص‌های مربوط به تعداد و عملکرد بنه‌های دختری زعفران در واکنش به تیمارهای آزمایش

Table 6- Comparison of number and yield of saffron replacement corms under experimental treatments

عملکرد بنه‌های دختری (گرم در متر مربع) Yield of replacement corm (g. m $^{-2}$)				تعداد بنه‌های دختری (در متر مربع) Number of replacement corm (m^2)				
عملکرد کل Total ield	بیش از ۸ گرم More than 8 g	۴/۱ تا ۸ گرم 4.1 – 8 g	۴ گرم و کمتر از آن 4 g and lower	تعداد کل Total number	بیش از ۸ گرم More than 8 g	۴/۱ تا ۸ گرم 4.1 – 8 g	۴ گرم و کمتر از آن 4 g and lower	تیمارهای مورد مطالعه Experimental treatments
								اندازه بنه مادری (گرم) Mother corm size (g)
265.11 d	30.58 (11.3%) d	100.54 (37.3%) d	134.00 (51.4%) d	105.7 d	2.78 (2.6%) d	18.33 (17.5%) d	84.56 (79.9%) c *	۴ و کمتر از آن 4 and lower
441.24 c	62.37 (13.9%) c	189.43(43.8%) c	189.44 (42.4%) c	129.7 c	6.44 (4.9%) c	33.22 (25.4%) c	90.00 (69.7%) ** bc	۴/۱ تا ۸ 4.1 – 8
572.25 b	86.95 (15.3%) b	222.42 (39.1%) b	262.88 (45.6%) b	144.8 b	8.78 (6.9%) b	39.22 (27.0%) b	96.78 (66.7%) b	۸/۱ تا ۱۲ 8.1 – 12
814.43 a	105.31 (12.9%) a	351.65 (43.2%) a	357.47 (43.9%) a	204.0 a	9.8889 (4.8%) a	59.78 (29.3%) a	134.33 (65.9%) a	بیش از ۱۲ More than 12
								منابع کود Fertilizer sources
571.62 a	90.42 (15.8%) a	230.57 (40.7%) a	250.63 (43.5%) a	152.1 a	9.17 (6.0%) a	42.83 (27.5%) a	100.08 (66.6%) a	دامی Manure
508.09 b	74.21 (14.4%) b	227.96 (45.4%) a	205.92 (40.3%) a	148.2 ab	7.08 (4.7%) b	39.83 (25.9%) a	101.25 (69.4%) a	شیمیایی Chemical
490.06 b	49.27 (9.9%) c	189.50 (36.5%) b	251.29 (53.6%) a	137.8 b	4.67 (3.3%) c	30.25 (21.0%) b	102.92 (75.7%) a	شاهد Control

* در هر ستون و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

** اعداد داخل پرانتز نشان دهنده درصد از تعداد کل یا عملکرد کل بنه های دختری هستند.

* In each column and for each factor, means followed by at least one letter in common are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

** Number in the parenthesis indicates percentage of total replacement corms number or total replacement corms yield.

از سوی دیگر، مصرف کود دامی در مقایسه با کود شیمیایی اثر بیشتری در افزایش معنی‌دار تعداد و عملکرد بنه‌های دختری با وزن بیش از ۸ گرم (به ترتیب تا ۲۹/۵ و ۲۱/۸ درصد) و در نتیجه عملکرد کل بنه‌های دختری (تا ۱۲/۵ درصد) داشت (جدول ۶). برتری معنی‌دار کود دامی از نظر شاخص‌های ذکر شده ممکن است به دلیل تأمین مواد آلی، بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب شویی کمتر عناصر غذایی حاصل از مصرف کود دامی در مقایسه با کود شیمیایی باشد (Mando et al., 2005; Safadoust et al., 2007; Limon-Ortega et al., 2008). بنابراین کاربرد کود شیمیایی در مقایسه با کود دامی ممکن است نقش کمتری در افزایش رشد بنه‌های دختری به وزنی بالاتر از ۸ گرم داشته باشد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج آزمایش حاکی از نقش مثبت فراهمی عناصر غذایی از منابع کود دامی و شیمیایی در بهبود رشد وعملکرد بنه‌های دختری زعفران بود. از سویی دیگر، کاربرد کود دامی در مقایسه با کود شیمیایی اثر بیش‌تری بر ویژگی‌های بنه‌های دختری زعفران داشت. تأمین متعادل عناصر غذایی به ویژه از منبع کود دامی با تأثیر مستقیم بر رفتار بنه‌های زعفران، منجر به افزایش تعداد و عملکرد گل زعفران در سال دوم اجرای آزمایش گردید. در کنار فراهمی عناصر غذایی، با افزایش اندازه بنه‌های مادری جهت کاشت، تعداد گل، عملکرد گل و عملکرد بنه‌های دختری زعفران نیز به طور قابل توجهی بهبود یافت. به طوری که کاشت بنه‌های با وزن کمتر از ۴ گرم (بنه کوچک) در سال اول منجر به عدم تولید گل شد. از این رو استفاده از بنه‌های مادری با وزن مناسب (بیش از ۸ گرم) همراه با مصرف کودهای آلی می‌تواند ضمن کاهش اثرات سوء زیست محیطی ناشی ازمصرف کودهای شیمیایی، در راستای تولید پایدار زعفران بیش از پیش مفید باشد.

قدردانی

هزینه‌های مورد نیاز جهت انجام این طرح توسط معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و در قالب طرح تحقیقاتی مصوب با کد ۱/۲۳۲۳۸ مورخ ۹۱/۶/۲۹ تأمین شده است که بدین وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه تشکر و سپاس‌گزاری می‌گردد.

منابع

Amiri, M.E., 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 4, 274–279.

Amirshekari, H., Sorooshzadeh, A., Modaress Sanavy, A., Jalali Javaran, M., 2007. Study of effects of root temperature, corm size, and gibberellin on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian J. Biol. 19, 5–18. [in Persian With English Summary].

Behdani, M.A., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Rezvani Moghaddam, P., 2006. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). Iranian J. Field Crop Res. 3, 1–14. [in Persian With English Summary].

Ebrahimzadeh, H., Abrishamchi, P., Noori-Daloii, M.R., 1997. Quantitative and qualitative changes in the shoot apical meristem of saffron (*Crocus sativus* L.) during the period of growth and development. J. Sci. Iran. 8, 10–17. [in Persian With English Summary].

Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., Ruberto, G., 2008. Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield, daughter corms and qualitative aspects of saffron (*Crocus sativus* L.) in a Mediterranean environment. J. Sci. Food Agric. 88, 1144–1150.

Herencia, J.F., Ruiz-Porras, J.C., Melero, S., Garcia-Galavis, P.A., Morillo, E., Maqueda, C., 2007. Comparison between organic and mineral fertilization for soil fertility levels, crop macronutrient concentrations, and yield. Agron. J. 99, 973–983.

Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Koocheki, A., Molafilabi, A., 2002. Saffron, production and processing Ferdowsi University of Mashhad Press. 276 pp. [in Persian].

Kizilkaya, R., 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecol. Engin. 33,150–156.

Koochaki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., Mohammad Abadi, A.A., 2011a. An evaluation of the effect of saffron (*Crocus sativus* L.) corm planting rate and pattern on the crop's performance. Iranian J. Hortic. Sci. 42, 379–391. [in Persian With English Summary].

Koocheki, A., Ganjeali, A., Abbassi, F., 2007. The effect of duration and condition of incubation, weight of mother corms and photoperiod on corm and shoot characteristics of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian J. Field Crops Res. 4, 315–331. [in Persian With English Summary].

Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., Mohammad Abadi, A.A., 2011 b. Investigation on the Effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). J. Water Soil 25, 196–206. [in Persian With English Summary].

Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Molafilabi, A., Seyyedi, S.M., 2013 a. The effects of high corm density and manure on agronomic characteristics and corms behavior of Saffron (*Crocus sativus* L.) in the second year. J. Saffron Res. In Press. [in Persian With English Summary].

Koocheki, A., Shabahang, J., Khorramdel, S., Azimi, R., 2013 b. The effect of irrigation intervals and intercropped majoram (*Origanum vulgare*) with saffron (*Crocus sativus* L.) on possible cooling effect of corms for climate change adaptation. Iranian J. Field Crop Res.11, 390–400. [in Persian With English Summary].

Koul, K.K., Farooq, S., 1982. Growth and differentiation in the shoot apical meristem of saffron plant (*Crocus sativus* L.). J. Indian Bot. Soc. 63, 153–160.

Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., Ahuja, P.S., 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. Food Review Int. 25, 44–85.

Limon-Ortega, A., Govaerts, B., Sayre, K.D., 2008. Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. European J. Agron. 29, 21–28.

Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S.H., Ding, L., Liu, Q., Liu, S., Fan, T., 2010. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. Geoderma 158, 173–180.

Mando, A., Ouattara, B., Sédogo, M., Stroosnijder, L., Ouattara, K., Brussaard, L., Vanlauwe, B., 2005. Long-term effect of tillage and manure application on soil organic fractions and crop performance under Sudano-Sahelian conditions. Soil Tillage Res. 80, 95–101.

Moayedi Shahraki, E., Jami Al-Ahmadi, M., Behdani, M.A., 2010. Study of energy efficiency of saffron (*Crocus sativus* L.) in Southern Khorasan. J. Agroecol. 2, 55–62. [in Persian With English Summary].

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand Rezazadeh, Z., Tabrizi, L., 2007. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian J. Field Crop Res. 5, 155–166. [in Persian With English Summary].

Renau-Morata, B., Nebauer, S.G., Sánchez, M., Molina, R.V., 2012. Effect of corm size, water stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). Ind. Crop Prod. 39, 40–46.

Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Molafilabi,A., Seyyedi, S.M., 2013. Effect of biological and chemical fertilizers on replacement corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian J. Crop Sci. 15, 234–246.

Sabet Teimouri, M., Kafi, M., Avarseji, Z., Orooji, K., 2010. Effect of drought stress, corm size and corm tunic on morphoecophysiological characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) in greenhouse conditions. J. Agroecol. 2, 323–334. [in Persian With English Summary].

Safadoust, A., Mosadeghi, M.R., Mahboubi, A.A., Norouzi, A., Asadian, G.H., 2007. Short-term tillage and manure influences on soil structural properties. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Res. 11, 91–100. [in Persian With English Summary].

Sepaskhah, A.R., Kamgar-Haghighi, A.A., 2009. Saffron irrigation regime. Int. J. Plant Prod. 3, 1–16.

Shirani, H., Abolhasani Zeraatkar, M., Lakzian, A., Akhgar, A., 2011. Decomposition rate of municipal wastes compost, vermi compost, manure and pistaco compost in different soil texture and salinity in laboratory condition. Water Soil 25, 84–93. [in Persian With English Summary].

Teimori, S., Behdani, M.A., Ghaderi, M.G., Sadeghi, B., 2013. Investigation on the effect of organic and chemical fertilizers on morphological and agronomic of saffron (*Crocus sativus* L.) corm criteria. J. Saffron Res. 1, 36–47. [in Persian With English Summary].

Zhengchao, Z., Zhuoting, G., Zhouping, S., Fuping, Z., 2013. Effects of long-term repeated mineral and organic fertilizer applications on soil organic carbon and total nitrogen in a semi-arid cropland. European J. Agron. 45, 20–26.

The effects of mother corm size, manure and chemical fertilizers on replacement corm criteria and yield of saffron (*Crocus sativus* L.)

Alireza Koocheki[*1], Mehdi Jamshid Eyni[2] and Seyyed Mohammad Seyyedi[3]
1- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2- MSc. Graduated in Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3- PhD. Student of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
* Corresponding author Email: akooch@ferdowsi.um.ac.ir

Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., and Seyyedi, S.M., 2014. The effects of mother corm size, manure and chemical fertilizers on replacement corm criteria and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Saffron Research. 2(1): 34-46.

Submitted: 04-01-2014
Accepted: 07-04-2014

Abstract
The Mother corm size and nutrient management are the most important factors in relation to quantitative and qualitative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). In order to investigate the effects of mother corms size, manure and chemical fertilizers on replacement corm criteria and yield of saffron, a field experiment was conducted as factorial layout based on a randomized complete block design with three replications at Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during the years 2012 and 2013. The mother corm size (4g and lower (small), 4.1–8 g (medium), 8.1-12 g (relatively large) and more than 12 g (large)) and fertilizer sources (manure 25 t. ha^{-1}, chemical fertilizer (N+P) and control) were the first and second experimental factors, respectively. The larger mother corms (8.1-12 g and more) significantly resulted in a greater number of flowers per m^2, increased fresh flower and dry stigma yields. As observed in flower and stigma yields, replacement corm yield per m^2 was significantly increased by larger mother corms. In addition, number and yield of replacement corm significantly affected by fertilizer sources. However, effect of manure on yield of replacement corm more than 8 g and total replacement corm yield was higher than chemical fertilizer (by 12.5 and 21.8 %, respectively). It seems the selection of appropriate mother corm (more than 8 g) and applying manure can result in reducing the problems caused by consecutive using of chemical fertilizers.

Keywords: Dry stigma yield, Flower number, Fresh flower yield, Saffron harvest.