

نقش اندازه بنه مادری، کودهای آلی و محلول‌پاشی عناصر غذایی بر رفتار بنه و جذب فسفر در  
زعفران (*Crocus sativus* L.)علیرضا کوچکی\*<sup>۱</sup>، سید محمد سیدی<sup>۲</sup>، هما عزیزی<sup>۲</sup> و روشنک شهریاری<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۲۱ اردیبهشت ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۲۰ آذر ۱۳۹۲

## چکیده

در کنار اندازه بنه مادری، مقدار فسفر بنه زعفران از عوامل مؤثر در افزایش گلدهی زعفران است. به منظور بررسی نقش اندازه بنه مادری، کاربرد کودهای آلی و محلول‌پاشی عناصر میکرو بر گل‌دهی، عملکرد بنه و جذب فسفر در زعفران در شرایط کنترل‌شده، آزمایشی در سال ۹۲-۱۳۹۱ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. عامل اول، دوم و سوم این آزمایش به ترتیب شامل اندازه بنه مادری در سه سطح (۰/۱ تا ۴ گرم (کوچک)، ۴/۱ تا ۸ گرم (متوسط) و ۸/۱ تا ۱۲ گرم (بزرگ))، منابع مختلف تغذیه آلی (کود گاوی (۲۵ تن در هکتار)، ورمی کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، کمپوست (۱۰ تن در هکتار) و شاهد) و کاربرد عناصر میکرو (آهن + روی) در دو سطح (محلول‌پاشی و عدم محلول‌پاشی) بود. بر اساس نتایج آزمایش، بیشترین عملکرد بنه‌های دختر زعفران به‌طور معنی‌دار در نتیجه کاشت بنه‌های مادری با وزن بیش از ۸ گرم (اندازه درشت) به دست آمد. در بین منابع تغذیه آلی، کاربرد کود گاوی بیشترین تأثیر را در افزایش معنی‌دار عملکرد بنه‌های دختر زعفران داشت. اثر محلول‌پاشی عناصر میکرو در افزایش عملکرد بنه‌های دختر زعفران معنی‌دار بود. علاوه بر این، بیشترین درصد و مقدار جذب فسفر در بنه‌های دختر زعفران به‌طور معنی‌دار در نتیجه کاشت بنه‌های مادری ۸/۱ تا ۱۲ گرمی به دست آمد. با کاهش اندازه بنه مادری غلظت و مقدار جذب فسفر در بنه‌های دختر زعفران به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

**کلمات کلیدی:** بنه‌های دختر، عناصر میکرو، ورمی کمپوست.

۱- استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲- دانشجویان دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد.

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

## مقدمه

زعفران (*Crocus sativus L.*) از خانواده زنبق (Iridaceae) گیاهی تک‌لپه، چندساله و نیمه گرمسیری است که در آب و هوایی مدیترانه، غرب آسیا و همچنین در مناطق کم باران ایران با زمستان سرد و تابستانی گرم رویش دارد (Sepaskhah & Kamgar-Haghighi, 2009; Moayedi Shahraki et al., 2010). زعفران که به‌عنوان گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی دنیا شناخته می‌شود (Koocheki et al., 2011; Aghaei & Rezagholizadeh, 2011 b)، دارای اثرات درمانی مانند آرام‌بخش، کاهش درد مفاصل و نیز اثرات ضد سرطانی است (Giaccio, 2004; Abdullaev et al., 2004; Xi et al., 2007).

در نظام‌های زراعی، شناخت عوامل مؤثر بر عملکرد کمیت و کیفیت محصولات امری الزامی بوده که می‌بایست جهت دستیابی به عملکرد مطلوب موردتوجه باشد (Koocheki et al., 2009; Koocheki et al., 2012). با توجه به آنکه کشت زعفران عمدتاً در مناطق نیمه‌خشک کشور صورت می‌گیرد (Sepaskhah & Kamgar-Haghighi, 2009) و نیز به دلیل حلالیت و جذب پایین این خاک‌ها از نظر عناصری مانند فسفر و یا آهن (Foroughifar & Koocheki, 2004)، بررسی ارتباط بین مصرف کودهای مختلف (Poor-Kasmani, 2002; Sameni & Kasraian, 2004) و یا عناصر غذایی مانند فسفر (Chaji et al., 2013) با شاخص‌های مهم رشد و عملکرد بانه‌های زعفران می‌تواند الگوی مناسبی از مصرف متعادل انواع کودها و جذب عناصر غذایی موردنیاز گیاه را فراهم نماید (Rezvani Moghaddam et al., 2014). برخلاف نیاز کودی کم زعفران، تا ۸۰ درصد تغییرات عملکرد گل زعفران به متغیرهای مربوط به خاک وابسته بوده و در این بین، فراهمی ماده آلی و نیز فسفر قابل‌جذب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Shahande, 1990; Nehvi et al., 2010; Chaji et al., 2013). در این ارتباط بهدانی و همکاران (Behdani et al., 2006) گزارش نمودند که در اقلیم مرکز و جنوب خراسان تا ۶۷ درصد تغییرات عملکرد زعفران تحت تأثیر مصرف کودهای دامی و نیز فراهمی فسفر در خاک است. علاوه بر این، با توجه به نقش ویژه فسفر در تقسیم سلولی، تولید مولکول‌هایی مانند ATP و سنتز کلروفیل (Schachtman et al., 1998) و مکانیسم رشد زایشی گیاهان (White and Veneklaas, 2012) و همچنین اهمیت این عنصر در بهبود عملکرد کمی و کیفی زعفران (Naghdi Badi et al., 2011)، بررسی میزان جذب فسفر در اندام‌های ذخیره‌ای زعفران تحت تأثیر فراهمی منابع کودی نیز می‌تواند در شناخت بهتر تغییرات عملکرد زعفران گل و بانه زعفران در سال‌های بعد مؤثر باشد.

در کنار مدیریت عناصر غذایی، اندازه بانه نیز از عوامل اصلی و تعیین‌کننده ظرفیت گل‌دهی در زعفران است (Nassiri Mahallati et al., 2007). برخی مطالعات نشان داده است که رابطه نزدیکی بین اندازه بانه و گل‌دهی در زعفران وجود دارد (Sadeghi, 1997). وزن بانه از دیدگاه اقتصادی نیز دارای اهمیت است، زیرا بانه‌های کوچک معمولاً در سال اول دارای گل‌آوری پایین بوده و یا گل نمی‌دهند؛ بنابراین کاشت آن‌ها منجر به کاهش سوددهی اقتصادی در آن سال خواهد شد (Kafi, 2002). همچنین نتایج حاصل از بررسی اثر وزن بانه نشان داده است که با افزایش اندازه بانه، میزان سطح برگ و تولید ماده خشک در طی دوره رشد زعفران بیشتر بوده که در نهایت منجر به تولید بیشتر بانه‌های دختری در پایان دوره رشد می‌شود (Renau-Morata et al., 2012). از این رو به نظر می‌رسد که اندازه‌های بانه مادری، به دلیل دارا بودن ذخیره متفاوت عناصر غذایی و یا توانایی استقرار و جذب متفاوت عناصر

غذایی از خاک مانند فسفر، شاخص مهمی در اثربخشی سایر عوامل نظیر کودهای آلی یا شیمیایی بوده که می‌بایست مورد بررسی بیشتر قرار گیرد.

هدف از اجرای این آزمایش، بررسی نقش اندازه بنه، کاربرد کودهای آلی و محلول پاشی عناصر غذایی بر تعداد و عملکرد بنه‌های دختری زعفران بود. همچنین میزان جذب فسفر در بنه‌های دختری نیز در نتیجه کاربرد تیمارهای ذکر شده مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۹۲-۱۳۹۱ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و در شرایط کنترل شده به اجرا در آمد. قبل از کشت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورداستفاده در آزمایش تعیین شد که بر اساس آن نیتروژن کل به روش کلجدال (دستگاه Kjeldahl-PECO، مدل 55 psu) ۰/۰۵ درصد، فسفر قابل جذب (روش اولسن توسط دستگاه Spectrophotometer، مدل JENWAY ۴۵۱۰) و پتاسیم قابل جذب به ترتیب ۸/۵ و ۲۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، کربن آلی (روش تیتراسیون با فرو سولفات آمونیوم ۰/۵ نرمال) معادل ۰/۶ درصد، pH (دستگاه pH meter- METROHM، مدل ۶۳۲) معادل ۸/۴ و هدایت الکتریکی خاک (دستگاه Ec meter- JENWAY، مدل ۴۳۱۰) نیز ۱/۳ دسی‌زیمنس بر متر بود (Klute, 1986; Olsen et al., 1954; Page et al., 1982).

در این مطالعه، عامل اول، دوم و سوم به ترتیب شامل اندازه بنه مادری جهت کشت در سه سطح (۰/۱ تا ۴ گرم (کوچک)، ۴/۱ تا ۸ گرم (متوسط) و ۸/۱ تا ۱۲ گرم (درشت)، منابع مختلف تغذیه آلی (کود گاوی، ۲۵ تن در هکتار)، ورمی کمپوست (حاصل از کود گاوی، ۱۰ تن در هکتار)، کمپوست (حاصل از بقایای کارخانه اسانس گیری بابونه، ۱۰ تن در هکتار) و شاهد) و کاربرد عناصر میکرو (آهن + روی) در دو سطح (محلول پاشی و عدم محلول پاشی) بودند.

اجرای آزمایش در بسترهای جعبه‌ای با ابعاد ۵۰ × ۵۰ × ۳۰ سانتیمتر (یک چهارم مترمربع) استفاده شد. هر سه کود آلی پیش از کشت بنه‌ها با خاک بسترها مخلوط شدند. عملیات کاشت بر اساس ۱۶ بنه در هر جعبه در ابتدای شهریورماه ۱۳۹۱ انجام شد. اولین آبیاری بعد از کشت و سایر آبیاری‌ها در طی دوره رشد برحسب نیاز انجام گرفت.

با شروع گل‌دهی، عملیات برداشت گل در اواسط آبان ماه انجام و بر اساس آن شاخص‌های مربوط به عملکرد گل (تعداد گل در واحد سطح، عملکرد گل‌تر، گل خشک و عملکرد کلاله خشک) تعیین شد. به دلیل قلیایی بودن خاک آزمایش و امکان حلالیت پایین عناصر میکرو مانند آهن و روی در این نوع خاک‌ها (Foroughifar & Poor- Kasmani, 2002; Beygi et al., 2012) محلول پاشی عناصر میکرو (۰/۴ درصد آهن + ۰/۱ درصد روی از منابع Zn-EDTA و Fe-EDTA) خاک بر اندام‌های هوایی نیز در دو مرحله (ابتدای اسفند و ابتدای فروردین) انجام گرفت.

با خشک شدن کامل اندام‌های هوایی، عملیات برداشت بنه در اوایل خردادماه ۱۳۹۲ انجام گرفت. جهت مطالعه رفتار بنه‌های دختری زعفران در واکنش به تیمارهای آزمایش، تعداد و عملکرد بنه‌های دختری به‌طور جداگانه در اندازه‌های ۰/۱ تا ۴ گرم، ۴/۱ تا ۸ گرم و بیش از ۸ گرم تعیین شد. همچنین در هر یک از اندازه‌های ذکر شده، غلظت

فسفر و مقدار جذب فسفر در بنه‌های دختر (همراه با فس) به روش هضم (Allen et al., 1986) (توسط دستگاه Spectrophotometer, JENWAY، مدل ۴۵۱۰) تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال آماری پنج درصد مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

از آنجایی که عملکرد گل زعفران در سال اول (سال کاشت) در ارتباط مستقیم با میزان اندوخته غذایی در بنه بوده (Nassiri Mahallati et al., 2007) و تأمین عناصر غذایی در خاک در اثر مصرف انواع کودهای آلی از اهمیت چندانی برخوردار نیست (Rezvani Moghaddam et al., 2014) و نیز به دلیل عدم تولید گل در نتیجه کاشت بنه-های مادری ۰/۱ تا ۴ گرمی (اندازه کوچک) و تولید محدود گل در شرایط کاشت بنه‌های ۴/۱ تا ۸ گرم (اندازه متوسط) در این آزمایش (داده‌ها ارائه نشدند)، شاخص‌های مربوط به عملکرد گل زعفران مورد بررسی قرار نگرفت.

### شاخص‌های مورد مطالعه بنه‌های دختر زعفران

بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین تعداد و نیز عملکرد بنه‌های دختر به طور معنی‌دار در نتیجه کاشت بنه‌های مادری با وزن ۸ تا ۱۲ گرم (اندازه درشت) به دست آمد (جدول ۱ و ۲)؛ به طوری که با کاهش اندازه بنه‌های مادری جهت کاشت، تعداد و عملکرد بنه‌های دختر به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۱ و ۲). همچنین با افزایش اندازه بنه‌های مادری، درصد تشکیل بنه‌های دختر با وزن ۰/۱ تا ۴ گرم کاهش و درصد تشکیل بنه‌های ۴/۱ تا ۸ گرم و نیز بیش از ۸ گرمی رو به افزایش گذاشت (جدول ۱).

افزایش رشد و تولید بیشتر بنه‌های دختر در نتیجه کشت بنه‌های مادری در اندازه بزرگ (بیش از ۸ گرم) می‌تواند به دلیل ذخیره بیشتر عناصر غذایی در ابتدای دوره و نیز سرعت رشد و جذب بیشتر عناصر در طی فصل رشدی باشد. با توجه به اینکه رشد و نمو اندام‌های ظاهر شده از بنه‌های زعفران در مراحل اولیه اساساً وابسته به میزان اندوخته موجود در بنه‌های مادری است، بنابراین بنه‌های درشت‌تر زعفران به دلیل داشتن اندوخته غذایی و تولید انرژی بیشتر، ضمن تولید ماده خشک بیشتر، مقدار ریشه بیشتری را در مقایسه با بنه‌های کوچک تولید می‌کنند (Amirshakari et al., 2007; Renau-Morata et al., 2012). در این ارتباط ثابت تیموری و همکاران (Sabet Teimouri et al., 2013) نیز افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه و نیز وزن خشک بنه‌های زعفران را در نتیجه کاشت بنه‌های ۶ تا ۸ گرمی در مقایسه با بنه‌های ۲ تا ۴ گرمی و همچنین ۴ تا ۶ گرمی مشاهده نمودند. این محققین همچنین اظهار داشتند که با افزایش اندازه بنه، جذب و ذخیره رطوبت و نیز میزان عناصر غذایی بنه بیشتر شده و که در نتیجه زمینه لازم برای انتقال بیشتر مواد به سلول‌های برگ را فراهم می‌کند.

نقش اندازه بنه مادری، کودهای آلی و محلول پاشی عناصر غذایی... ۷

جدول ۱- مقایسه شاخص‌های مربوط به تعداد بنه زعفران در واکنش به تیمارهای مورد مطالعه  
Table 1- Comparison of number of saffron corm under different treatments

تیمارهای مورد مطالعه Studied treatments	تعداد بنه‌های دختری در هر مترمربع Number of replacement corms in m <sup>2</sup>			تعداد کل بنه‌های دختری در مترمربع Total replacement corms in m <sup>2</sup>
	0.1 تا 4 گرم g 4 -0.1	4.1 تا 8 گرم g 8 - 4.1	بیش از 8 گرم More than 8 g	
اندازه بنه Corm size				
0.1 تا 4 گرم 0.1 - 4 g	96.33 (82.96%) <sup>c</sup>	18.33 (16.21%) <sup>c</sup>	1.0 (0.84%) <sup>c</sup>	115.67 <sup>c</sup>
4 تا 8 گرم 4 - 8 g	197.17 (81.80%) <sup>b</sup>	37.17 (16.31%) <sup>b</sup>	4.0 (1.90%) <sup>b</sup>	238.33 <sup>b</sup>
8 تا 12 گرم 8 - 12 g	237.33 (77.82%) <sup>a</sup>	53.83 (18.26%) <sup>a</sup>	11.5 (3.92%) <sup>a</sup>	302.67 <sup>a</sup>
میانگین Average	176.94	36.44	5.50	218.89
محلول پاشی Foliar application				
عدم کاربرد No application	187.44 (84.18%) <sup>a</sup>	30.78 (14.33%) <sup>b</sup>	4.22 (1.49%) <sup>b</sup>	222.44 <sup>a</sup>
کاربرد Application	166.44 (77.53%) <sup>a</sup>	42.11 (19.52%) <sup>a</sup>	6.78 (2.95%) <sup>a</sup>	215.33 <sup>a</sup>
میانگین Average	176.94	36.44	5.50	218.89
کود آلی Organic fertilizer				
کود دامی Manure	193.56 (79.32%) <sup>a</sup>	40.44 (17.42%) <sup>a</sup>	8.89 (3.26%) <sup>a</sup>	242.89 <sup>a</sup>
ورمی کمپوست Vermicompost	171.56 (79.25%) <sup>a</sup>	40.22 (18.38%) <sup>a</sup>	5.56 (2.37%) <sup>b</sup>	217.33 <sup>a</sup>
کمپوست Compost	166.67 (78.03%) <sup>a</sup>	41.11 (19.90%) <sup>a</sup>	5.11 (2.07%) <sup>b</sup>	212.89 <sup>a</sup>
شاهد Control	176.00 (86.84%) <sup>a</sup>	24.00 (11.99%) <sup>b</sup>	2.44 (1.17%) <sup>c</sup>	202.44 <sup>a</sup>
میانگین Average	176.94	36.44	5.50	218.89

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.  
Means in each column, followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۲- مقایسه شاخص‌های مربوط به عملکرد بنه زعفران در واکنش به تیمارهای مورد مطالعه

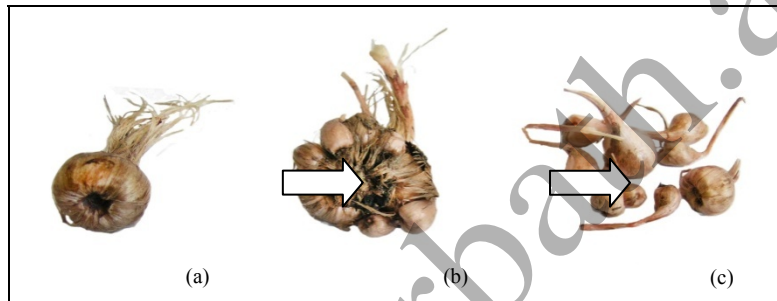
Table 2- Comparison of saffron corm yield under different treatments

تیمارهای مورد مطالعه Studied treatments	عملکرد بنه‌های دختر (گرم در مترمربع) Yield of replacement corms (g. m <sup>-2</sup> )			عملکرد کل بنه‌های دختر (گرم در مترمربع) Total yield of replacement (corms (g. m <sup>-2</sup> )
	0.1 تا 4 گرم g 4 – 0.1	4.1 تا 8 گرم g 8 – 4.1	بیش از 8 گرم More than 8 g	
اندازه بنه Corm size				
0.1 تا 4 گرم g 4 – 0.1	102.64 (51.15%) <sup>c</sup>	92.78 (44.52%) <sup>c</sup>	12.28 (4.33%) <sup>c</sup>	207.69 <sup>c</sup>
4.1 تا 8 گرم g 8 – 4.1	247.48 (50.50%) <sup>b</sup>	193.24 (39.15%) <sup>b</sup>	50.30 (10.36%) <sup>b</sup>	491.01 <sup>b</sup>
8.1 تا 12 گرم g 12 – 8.1	296.70 (41.91%) <sup>a</sup>	302.46 (41.15%) <sup>a</sup>	128.03 (16.93%) <sup>a</sup>	727.19 <sup>a</sup>
میانگین Average	215.61	196.16	63.54	475.30
محلول پاشی Foliar application				
عدم کاربرد No application	220.48 (53.03%) <sup>a</sup>	170.29 (38.46%) <sup>b</sup>	52.25 (8.51%) <sup>b</sup>	443.01 <sup>b</sup>
کاربرد Application	210.73 (42.67%) <sup>a</sup>	222.03 (44.75%) <sup>a</sup>	74.82 (12.58%) <sup>a</sup>	507.58 <sup>a</sup>
میانگین Average	215.61	196.16	63.54	475.30
کود آلی Organic fertilizer				
کود دامی Manure	225.34 (43.71%) <sup>ab</sup>	218.66 (41.51%) <sup>a</sup>	99.57 (14.78%) <sup>a</sup>	543.56 <sup>a</sup>
ورمی کمپوست Vermicompost	182.83 (40.34%) <sup>b</sup>	223.81 (47.46%) <sup>a</sup>	71.59 (12.21%) <sup>ab</sup>	478.23 <sup>a</sup>
کمپوست Compost	223.71 (47.16%) <sup>ab</sup>	215.53 (44.09%) <sup>a</sup>	53.77 (8.75%) <sup>bc</sup>	493.01 <sup>a</sup>
شاهد Control	230.54 (60.20%) <sup>a</sup>	126.64 (33.38%) <sup>b</sup>	29.20 (6.43%) <sup>c</sup>	386.39 <sup>b</sup>
میانگین Average	215.61	196.16	63.54	475.30

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.  
Means in each column, followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

در نتیجه کاشت بنه‌های با وزن ۸/۱ تا ۱۲ گرمی در شهریورماه (۱۶ بنه در هر جعبه معادل ۶۴ بنه در مترمربع)،

تعداد بنه‌های دختری با حدود ۵ برابر افزایش به  $302/7$  بنه در مترمربع رسید که از این تعداد، به ترتیب  $18/3$ ،  $77/8$  و  $3/9$  درصد، دارای وزن  $0/1$  تا  $4$ ،  $4/1$  تا  $8$  و بیش از  $8$  گرم بودند (جدول ۱). از سوی دیگر، در نتیجه کاشت بنه‌های  $8/1$  تا  $12$  گرمی (میانگین  $10$  گرم)، عملکرد کل بنه‌های دختری ( $727/2$  گرم در مترمربع) تنها در حدود  $10$  درصد بیش از کل وزن بنه‌های مادری در زمان کاشت بود (حدود  $640$  گرم در مترمربع). در نتیجه کاشت بنه‌های  $0/1$  تا  $4$  و  $4/1$  تا  $8$  گرم نیز نتایج مشابهی به دست آمد (جدول ۱ و ۲). همچنین بر اساس میانگین کل، به ترتیب تا  $80/8$  و  $45/4$  درصد تعداد و عملکرد بنه‌های دختری دارای وزن کمتر از  $4$  گرم بودند (جدول ۱ و ۲). همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، روند تشکیل بنه‌های دختری زعفران در نتیجه رشد و تقسیم بنه اولیه در زمان کاشت (بنه مادری) می‌باشد که این روند تقسیم وابسته به اندازه بنه مادری (Amirshkari et al., 2007; Renau-Morata et al., 2012) و به‌ویژه تحت تأثیر شرایط تغذیه‌ای حاکم بر گیاه زعفران در طی دوره رشد (Rezvani Moghaddam et al., 2013) می‌باشد.



شکل ۱- شمایی از مراحل تشکیل بنه‌های دختری زعفران

#### Figure 1- Production stages of replacement corms

(a): بنه مادری در زمان کاشت (وزن:  $11/93$  گرم)، (b): بنه مادری در پایان دوره رشد در سال اول، (c): بنه دختری تشکیل شده زعفران (میانگین هر بنه  $1/71$  گرم)

a): Mother corm in planting time (11.93 g), (b): Mother corm in end of the first growing season, (c): Nine replacement corms of saffron (average weight per corms: 1.71 g)

بر اساس نتایج این مطالعه، به نظر می‌رسد که گیاه زعفران در سال اول، بیشتر انرژی خود به‌جای افزایش در اندازه هر بنه دختری، به تولید بیشتر بنه‌های دختری اختصاص می‌دهد. در این ارتباط رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) نیز اظهار داشتند که مصرف انواع کودهای آلی، کود اختصاصی زعفران (دلفارد) و بیولوژیک در سال‌های ابتدایی پس از کاشت بنه، به‌جای افزایش در اندازه بنه، عمدتاً باعث افزایش تعداد بنه‌های دختری در واحد سطح می‌شود.

بر اساس نتایج جدول ۱، با وجود عدم تأثیر سطوح کود آلی بر تعداد بنه‌های دختری  $0/1$  تا  $4$  گرمی و نیز کل بنه‌های دختری، اثر هر سه کود آلی (کود گاوی، ورمی کمپوست و کمپوست) در افزایش تعداد بنه‌های دختری  $4/1$  تا  $8$  و بیش از  $8$  گرم معنی‌دار بود. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) نیز ضمن

مشاهده افزایش تعداد و وزن بنه‌های زعفران در نتیجه کاربرد کمپوست بستر قارچ، این افزایش را تحت تأثیر فراهمی بیشتر عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و فسفر و بهبود خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک ناشی از افزایش ماده آلی دانستند. تیموری و همکاران (Teimori et al., 2013) نیز افزایش تعداد بنه‌های بالای هشت گرم و نیز وزن کل بنه‌های زعفران را در نتیجه کاربرد کودهای دامی و کمپوست زباله شهری مشاهده نمودند.

در بین منابع تغذیه آلی، کاربرد کود گاوی بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد بنه‌های دختری ۴/۱ تا ۸ و بیش از ۸ گرم داشت (جدول ۱). دلیل این افزایش احتمالاً ممکن است تحت تأثیر مقدار بیشتر مصرف کود گاوی پوسیده (۲۵ تن در هکتار) در مقایسه با کودهای آلی ورمی کمپوست و کمپوست (۱۰ تن در هکتار) در آزمایش و همچنین فراهمی متعادل عناصر غذایی در نتیجه مصرف کود گاوی باشد (Flores et al., 2009). همچنین در بین کودهای آلی، بیشترین افزایش در عملکرد بنه‌های دختری بیش از ۸ گرم و نیز کل بنه‌ها در نتیجه کاربرد کود گاوی به دست آمد (جدول ۲).

از سوی دیگر، با وجود آنکه کاربرد عناصر میکرو به‌صورت محلول‌پاشی، اثر معنی‌داری در افزایش تعداد بنه‌های دختری با وزن ۰/۱ تا ۴ گرم و کل بنه‌های دختری زعفران نداشت؛ اما منجر به افزایش تعداد بنه‌های دختری با وزن ۴/۱ تا ۸ و بیش از ۸ گرم شد (جدول ۱). همچنین اثر محلول‌پاشی در افزایش عملکرد بنه‌های دختری با وزن ۴/۱ تا ۸ و بیش از ۸ گرمی و نیز عملکرد کل بنه‌های دختری معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طوری که محلول‌پاشی عناصر میکرو در مقایسه با عدم پاشش آن، تعداد و عملکرد بنه‌های با وزن بیش از ۸ گرم را به ترتیب ۶۰/۷ و ۴۳/۲ درصد افزایش داد (جدول ۱ و ۲).

در گیاهان ژئوفیت مانند زعفران، ضمن تولید مواد فتوسنتزی در برگ‌ها، عناصر غذایی در انتهای فصل از بخش هوایی به اندام‌های زیرزمینی منتقل می‌شود (Chaji et al., 2013). به دلیل نقش مؤثر عناصر آهن و روی در سنتز کلروفیل، رشد زایشی و عملکرد گیاهان (Beygi et al., 2012)، به نظر می‌رسد که کاربرد این عناصر به‌صورت محلول‌پاشی بر اندام‌های هوایی زعفران، به‌ویژه در خاک‌های با شرایط قلیایی (مانند خاک مورد استفاده در آزمایش)، بتواند در رشد بیشتر بنه‌های زعفران و در نتیجه درصد گل‌آوری بالاتر در سال بعد مؤثر باشد.

#### غلظت و مقدار فسفر در بنه‌های زعفران

بر اساس نتایج جدول ۳، بین اندازه‌های مختلف بنه‌های مادری در زمان کشت (۰/۱ تا ۴، ۴ تا ۸، ۸ تا ۱۲ گرم) تفاوت معنی‌داری از نظر غلظت فسفر بنه‌های دختری مشاهده گردید. به‌طوری که با افزایش اندازه بنه‌های مادری، غلظت فسفر در بنه‌های دختری (۰/۱ تا ۴، ۴ تا ۸ و بیش از ۸ گرم و نیز کل بنه‌ها) رو به افزایش گذاشت (جدول ۳). مشابه شاخص غلظت فسفر در بنه، بیشترین افزایش در مقدار جذب فسفر در واحد سطح نیز در نتیجه کشت بنه‌های مادری با وزن ۸/۱ تا ۱۲ گرمی به‌دست آمد (جدول ۳).



جدول ۳- مقایسه شاخص‌های مربوط به جذب فسفر بنه زعفران در واکنش به تیمارهای مورد مطالعه

Table 3- Comparison of characteristics of phosphorus uptake of saffron corm affected by different treatments

تیمارهای مورد مطالعه Studied treatments	Phosphorus concentration in replacement corms (g.kg <sup>-1</sup> ) غلظت فسفر در بنه‌های دختری (گرم بر کیلوگرم)		Phosphorus content in replacement corms (g.m <sup>-2</sup> ) مقدار فسفر در بنه‌های دختری (گرم بر مترمربع)	
	g 4-0.1 گرم 4 تا 0.1	g 8-4.1 گرم 8 تا 4.1	g 4-0.1 گرم 4 تا 0.1	g 8-4.1 گرم 8 تا 4.1
اندازه بنه Corm size				
گرم 4 تا 0.1	1.26 <sup>b</sup>	1.29 <sup>b</sup>	0.28 <sup>b</sup>	1.27 <sup>c</sup>
گرم 4-0.1				
گرم 8 تا 4.1	1.31 <sup>b</sup>	1.34 <sup>ab</sup>	1.09 <sup>a</sup>	1.34 <sup>b</sup>
گرم 8-4.1				
گرم 12 تا 8.1	1.40 <sup>a</sup>	1.41 <sup>a</sup>	1.32 <sup>a</sup>	1.40 <sup>a</sup>
گرم 12-8.1				
محلول پاشی Foliar application				
عدم کاربرد No application	1.34 <sup>a</sup>	1.32 <sup>a</sup>	0.82 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>
کاربرد Application	1.32 <sup>a</sup>	1.37 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	1.34 <sup>a</sup>
کود آلی Organic fertilizer				
کود دامی Manure	1.42 <sup>a</sup>	1.44 <sup>a</sup>	1.16 <sup>a</sup>	1.45 <sup>a</sup>
ورمی کمپوست Vermicompost	1.39 <sup>a</sup>	1.42 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	1.40 <sup>a</sup>
کمپوست Compost	1.41 <sup>a</sup>	1.40 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	1.40 <sup>a</sup>
شاهد Control	1.08 <sup>b</sup>	1.12 <sup>b</sup>	0.54 <sup>b</sup>	1.10 <sup>b</sup>

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.  
در هر ستون میانگین‌هایی دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، افزایش غلظت و مقدار فسفر بنه‌های دختره در نتیجه استفاده از بنه‌های مادری بزرگ‌تر جهت کشت می‌تواند به دلیل ذخیره بیشتر عناصر غذایی در این بنه‌ها باشد که در نهایت منجر به افزایش تولید ریشه و همچنین ماده خشک در طی دوره رشد می‌شود (Renau-Morata et al., 2012). این ذخیره بیشتر فسفر در بنه‌های دختره می‌تواند عملکرد بیشتر گل زعفران در سال دوم کشت را امکان‌پذیر کند.

بر اساس نتایج جدول ۳، محلول‌پاشی عناصر میکرو تأثیر معنی‌داری در افزایش غلظت فسفر در بنه‌های دختره زعفران نداشت. با این وجود هر سه کود آلی (کود گاوی، ورمی کمپوست و کمپوست) نقش مؤثری در افزایش معنی‌دار غلظت فسفر بنه‌های دختره زعفران در هر سه اندازه مورد مطالعه (۰/۱ تا ۴، ۴/۱ تا ۸ و بیش از ۸ گرم) داشتند (جدول ۳). با توجه به آنکه خاک مورد استفاده در این آزمایش دارای pH معادل ۸/۴ (قلیایی نسبتاً شدید) و مقدار فسفر قابل جذب پایین (۸/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) بود، از این رو به نظر می‌رسد که گیاه زعفران از واکنش‌پذیری نسبتاً بالایی به افزایش حلالیت و فراهمی فسفر (ناشی از کاربرد کودهای آلی) برخوردار باشد. علاوه بر این کاربرد منابع آلی منجر به افزایش مقدار جذب فسفر در هر سه اندازه بنه‌های دختره زعفران شد. به‌عنوان مثال در نتیجه کاربرد کود گاوی و ورمی کمپوست، مقدار جذب فسفر در بنه‌های دختره با وزن بیش از ۸ گرم، به ترتیب تا پنج و سه برابر افزایش یافت (جدول ۳). در این ارتباط امیری (Amiri, 2008) با مشاهده افزایش سطح برگ، میزان عناصر غذایی در برگ و نیز عملکرد گل زعفران در نتیجه مصرف کود دامی، بیان نمود که کاربرد کود دامی می‌تواند در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند فراهمی مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش عناصر غذایی در خاک نقش مؤثری داشته باشد. رسولی و همکاران (Rasooli et al., 2013) نیز اظهار داشتند که کاربرد کود ورمی کمپوست ضمن افزایش میزان کلر فیل برگ، منجر به بهبود معنی‌دار غلظت فسفر و روی در برگ زعفران شد.

### نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج این آزمایش حاکی از نقش مؤثر کاربرد کود دامی و ورمی کمپوست و نیز محلول‌پاشی عناصر آهن و روی در افزایش تعداد و عملکرد بنه‌های دختره زعفران بود. کاربرد کودهای آلی و کاشت بنه‌های مادری با وزن بیشتر از ۸ گرم می‌تواند نقش مؤثرتری در بهبود عملکرد بنه و نیز جذب فسفر زعفران در واحد سطح ایفا کند. بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که جذب بیشتر فسفر توسط بنه‌های دختره، از جمله دلایل تولید بیشتر بنه‌های دختره زعفران در نتیجه کاربرد کودهای آلی باشد. علاوه بر این نتایج آزمایش این نکته را مورد تأکید قرارداد که در سال‌های اول کشت، تغذیه مناسب زعفران ممکن است به‌جای افزایش اندازه بنه‌های دختره، در افزایش تعداد این بنه‌ها مؤثرتر باشد.

### سپاس‌گزاری

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 ۲/۲۳۷۸۷ مورخ ۹۱/۸/۲۴ تأمین شده است که بدین‌وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه سپاس‌گزاری می‌گردد.

منابع

- Abdullaev, F.I., and Espinosa-Aguirre J.J. 2004. Biomedical properties of saffron and its potential use in cancer therapy and chemoprevention trials. *Cancer Detection and Prevention* 28: 426–432.
- Aghaei, M., and Rezagholizadeh, M. 2011. Iran's comparative advantage in production of saffron. *Journal of Agricultural Economics and Development* 25:121–132. (In Persian with English Summary)
- Allen, S.E., Grimshaw, H.M., and Rowland, A.P. 1986. Chemical analysis, in methods in plant ecology, Eds: by Moore PD and chapman SB. Blackwell Scientific, Oxford, pp 285–344.
- 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.
- Amirshakari, H., Sorooshzadeh, A., Modaress Sanavy, A., and Jalali Javaran, M. 2007. Study of effects of root temperature, corm size, and gibberellin on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). *Iranian Journal of Biology* 19: 5–18. (In Persian with English Summary)
- 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)
- Beygi, M., Savaghebi, G., Motesharezadeh, B. 2012. Study of zinc efficiency in selected common bean cultivars. *Journal of Water and Soil* 26: 33–41. (In Persian with English Summary)
- Chaji, N., Khorassani, R., Astarai, A., and Lakzian, A. 2013. Effect of phosphorous and nitrogen on vegetative growth and production of daughter corms of saffron. *Journal of Saffron Research* 1: 1–12. (In Persian with English Summary)
- Flores, P., Hellin, P., and Fenoll, J. 2009. Effect of manure and mineral fertilization on pepper nutritional quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 1581–1586.
- Foroughifar, H., and Poor-Kasmani, M.E. 2002. Soil science and management. Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Persian).
- Giaccio, M. 2004. Crocetin from saffron: an active component of an ancient spice. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44:155–172.
- Kafi, M. 2002. Saffron, production and processing. zaban va adab publication. 276 pp (In

Persian).

Klute, A. 1986. Methods of soil analysis part 1: physical and mineralogical methods. (2nd edition). Madison, Wisconsin. USA.

Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., and Mohammad Abadi A.A. 2011 a. Investigation on the effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Water and Soil 25: 196–206. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Najibnia S., and Lalehgani B. 2009. Evaluation of saffron yield (*Crocus sativus* L.) in intercropping with cereals, pulses and medicinal plants. Iranian Journal of Field Crops Research 7: 173–182. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Siahmarguee, A., Azizi, G., and Jahani, M. 2011b. The effect of high density and depth of planting on agronomic characteristic of saffron (*Crocus sativus* L.) and corms behavior. Journal of Agroecology 3: 36–49. (In Persian with English Summary)

Moayedi Shahraki, E., Jami Al-Ahmadi, M., and Behdani, M.A. 2010. Study of energy efficiency of saffron (*Crocus sativus* L.) in Southern Khorasan. Journal of Agroecology 2: 55–62. (In Persian with English Summary)

Naghdi Badi, H.A., Omidi, H., Golzad, A., Torabi, H., and Fotoookian, M.H. 2011. Change in crocin, safranal and picrocrocin content and agronomical characters of saffron (*Crocus sativus* L.) under biological and chemical of phosphorous fertilizers. Journal of Medicinal Plants 10: 58–68. (In Persian with English Summary)

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand Rezazadeh, Z., and Tabrizi, L. 2007. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 5: 155–166. (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 (Third International Symposium on Saffron: Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics) 165–170.

Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture, Circular no 939.

Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Method of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties (2nd edition). America Society of Agronomy Soil Science

of America Publisher. Madison, Wisconsin. USA.

Rasouli, Z., Maleki Farahani, S., and Besharati, H. 2013. Some vegetative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by various fertilizers. Iranian Journal of Soil Research 27: 35–36. (In Persian with English Summary)

Renau-Morata, B., Nebauer, S.G., Sánchez, M., and 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.). Industrial Crops and Products 39: 40–46.

Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S., Amin Ghafari, A., and Shabahang, J. 2013. Evaluation of growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) affected by spent mushroom compost and corm density. Journal of Saffron Research 1: 13–26. (In Persian with English Summary)

Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Molafilabi, A., and Seyyedi, M. 2014. Effect of biological and chemical fertilizers on replacement corm and flower yields of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Crop Sciences. In press. (In Persian with English Summary)

Sabet Teimouri, M., Kafi, M., Avarseji, Z., and Orooji, K. 2013. Effect of drought stress, corm size and corm tunic on morphoecophysiological characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) in greenhouse conditions. Journal of Agroecology 2: 323–334. (In Persian with English Summary)

Sadeghi, B. 1997. Effect of storage and sowing date of corm on saffron flowering. Organisation of Scientific and Industrial of Iran, Research Center of Khorasan. (In Persian).

Sameni, A.M., and Kasraian, A. 2004. Effect of agricultural sulfur on characteristics of different calcareous soils from dry regions of Iran. II. Reclaiming effects on structure and hydraulic conductivity of the soils under saline-sodic conditions. Communications in Soil Science and Plant Analysis 35:1235–1246.

Schachtman, D.P., Reid, R.J., and Ayling, S.M. 1998. Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. Plant Physiology 116: 447–453.

Sepaskhah, A.R., and Kamgar-Haghighi, A.A. 2009. Saffron irrigation regime. International Journal of Plant Production 3: 1–16.

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

Teimori, S., Behdani, M.A., Ghaderi, M.G., and Sadeghi, B. 2013. Investigation on the effect

of organic and chemical fertilizers on morphological and agronomic of saffron (*Crocus sativus* L.) corm criteria. Journal of Saffron Research 1: 36-47. (In Persian with English Summary)

White, P.J., and Veneklaas, E.J. 2012. Nature and nurture: the importance of seed phosphorus content. Plant Soil 357: 1-8.

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

Saffron.torbath.ac.ir

## The effects of mother corm size, organic fertilizers and micronutrient foliar application on corm yield and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.)

Alireza Koocheki<sup>1\*</sup>, S. Mohammad Seyyedi<sup>2</sup>, Homa Azizi<sup>2</sup> and Roshanak Shahriyari<sup>2</sup>

Received: 9 December, 2013

Accepted: 19 May, 2014

### Abstract

Saffron flowering can be mainly affected by mother corm size and phosphorus content of corm. In order to investigate the effects of mother corms size, organic fertilizers and foliar application on corm yield and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.) under control conditions, an experiment was conducted in the growing years of 2012-2013 at Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, by using a complete randomized design with 24 treatments and three replications. The mother corms size (0.1-4 g (small), 4.1 – 8 g (medium) and 8-12 g (large), organic fertilizers (cow manure 25 t. ha<sup>-1</sup>, vermicompost 10 t. ha<sup>-1</sup>, compost 10 t. ha<sup>-1</sup> and control) and micro nutrient (Fe-EDTA and Zn-EDTA) in two levels (foliar application and no application) were the first, second and third experimental factors, respectively. Based on the results, the highest number and yield of replacement corms were observed by using the large (8.1-12g) mother corms. The effect of cow manure on replacement corm yield was significantly more than other organic fertilizers. The effect of foliar application on replacement corms yield were also significant. In addition, the highest concentration and content of phosphorus replacement corms was observed by using the large (8.1- 12g) mother corms. The content of phosphorus in replacement corms was significantly decreased by reducing the size of the mother corms.

**Keywords:** Micro nutrients, Replacement corms, Vermicompost.

---

1- Professor, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

2- PhD. Students of Crop Ecology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

(\* - Corresponding author Email: akooch@ferdowsi.um.ac.ir)