



## مقاله کوتاه علمی

### ارزیابی اثرات بافت خاک بر رشد و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.)

مهسا اقحوانی شجری<sup>۱</sup>، پرویز رضوانی مقدم<sup>۲\*</sup>، علیرضا کوچکی<sup>۲</sup>، حمیدرضا فلاحی<sup>۳</sup>، رضا طاهرپور کلانتری<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۹ آذر ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۷ مهر ۱۳۹۳

## چکیده

به منظور مطالعه اثرات بافت خاک بر عملکرد گل و بنه زعفران، آزمایشی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار در جعبه اجرا شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- ۱۰٪ خاک مزرعه + کود گاوی، ۲- ۷۰٪ خاک مزرعه + ۳۰٪ ماسه‌بادی، ۳- ۷۰٪ خاک مزرعه + ۳۰٪ ماسه‌بادی + کود گاوی و ۴- ۷۰٪ ماسه‌بادی + کود گاوی. نتایج آزمایش بیانگر اثر معنی‌دار بافت خاک بر تمامی صفات مربوط به عملکرد گل و بنه زعفران بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن تر گل، وزن خشک کلاله (به ترتیب ۱/۵۹ و ۰/۱۰ گرم در هر جعبه کاشت) و وزن خشک گلبرگ (۰/۱۲ گرم در هر جعبه کاشت) در تیمار ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی به دست آمد. بیشترین تعداد بنه با قطر ۲-۳ سانتی‌متر، در تیمار ۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه + کود گاوی (۳/۷۵ عدد در هر جعبه کاشت) و بیشترین تعداد بنه با وزن ۳-۶ (۱/۷۵ عدد در هر جعبه کاشت) و ۶-۹ گرم (۱/۲۵ عدد در هر جعبه کاشت)، در تیمار ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی به دست آمد. افزون بر این، کمترین مقادیر اکثر صفات مورد مطالعه در تیمار ۱۰٪ خاک مزرعه + کود گاوی مشاهده شد. به طور کلی، کاشت زعفران در خاک دارای بافت سبک موجب بهبود رشد بنه و افزایش عملکرد گل و کلاله شد. بنابراین، به نظر می‌رسد می‌توان با کاشت زعفران در زمین‌های دارای بافت مناسب و یا از طریق اصلاح خاک و سبک‌تر کردن بافت خاک مزرعه، عملکرد گل و بنه گیاه زعفران را افزایش داد.

**کلمات کلیدی:** بستر کشت، ساختمان خاک، زعفران، کود گاوی، کلاله.

## مقدمه

(Fernandez, 2004). رویشگاه اولیه زعفران در دامنه کوه-های زاگرس و به‌ویژه ناحیه الوند در ایران می‌باشد (Kafi, 2002). ایران بزرگ‌ترین کشور تولیدکننده زعفران در جهان است که تولید بیش از ۹۵/۶ درصد زعفران جهان را به خود اختصاص داده است. تولید سالانه زعفران در ایران ۲۶۱ تن در سال تخمین زده می‌شود که در این میان استان‌های خراسان رضوی و خراسان جنوبی قطب عمده تولید زعفران ایران هستند، به نحوی که در سال زراعی ۱۳۹۱، خراسان رضوی و جنوبی به ترتیب با ۶۱۷۷۵ و ۱۴۲۶۲ هکتار،

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. گیاهی علفی، چندساله و متعلق به خانواده زنبقیان (Iridaceae) است

۱- دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۳- استادیار گروه پژوهشی زعفران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.

۴- کارشناس ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند.

(\* نویسنده مسئول: rezvani@um.ac.ir)

Ikram et al., 2001). ایکرام و همکاران (Wuebker et al., 2012) دریافتند که بافت خاک یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده خصوصیات رشدی و عملکرد گل در گیاهان غده‌ای محسوب می‌شود. بافت خاک از جمله خصوصیات مهم خاک است که از نظر مکانی متفاوت، اما از نظر زمانی تا حدی پایدار بوده و بر بسیاری از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تأثیرگذار است (Ebrahimi khoosfi et al., 2012). براساس نتایج کافی (Kafi, 2002) خاک‌هایی با ساختمان متوسط و کم‌بیش با نفوذپذیری خوب، بهترین خاک برای کشت و کار زعفران محسوب می‌شود. خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2014) دریافتند که بیشترین وزن خشک کلاله در بافت لوم شنی حاصل گردید که در مقایسه با بافت رسی برتری داشت. در پژوهش دیگری، گزارش شده است که با افزایش میزان شن، مقدار نفوذپذیری آب در خاک و تهویه به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یافت (Munshi et al., 1989). نتایج آزمایش دیگری حاکی از آن است که خاک لومی شنی یا رسی با زهکشی خوب، مناسب‌ترین خاک جهت رشد و افزایش عملکرد زعفران است (Sampatah et al., 1984); زیرا در خاک‌های دارای زهکش مناسب، عوامل ایجادکننده پوسیدگی بنه کاهش می‌یابد و باعث بهبود عملکرد زعفران می‌گردد (Gresta et al., 2008). نتایج بهدانی و همکاران (Behdani et al., 2005) نیز نشان داد که بهبود وضعیت ساختمان خاک و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک از طریق کاهش شستشوی پتاسیم، کلسیم و منیزیم بر عملکرد زعفران اثر مثبت داشت. علاوه بر بافت خاک، وجود یک سیستم تغذیه‌ای کارآمد می‌تواند خصوصیات رشدی گیاهان بنه‌ای را بهبود بخشد (Le Nard & Hertogh, 1993). چنان‌که برخی محققان عقیده بر رشد مناسب‌تر زعفران در خاک‌های سبک و غنی از مواد آلی دارند (Gresta et al., 2009)، درحالی‌که فرناندز (Fernandes, 2004) بیان کرد که بهترین بافت خاک برای کاشت زعفران، بافت رسی می‌باشد.

با توجه به تأثیر بافت خاک بر رشد و عملکرد گیاهان غده‌ای و نظر به این‌که تاکنون مطالعات اندکی در زمینه تأثیر

۲۰۰/۷۰۳ و ۴۸/۲۲۰ تن زعفران تولید کرده‌اند (Anonymous, 2012). با این‌وجود، بیشترین سهم از تجارت جهانی این محصول به کشور اسپانیا، آن‌هم از طریق واردات این محصول (عمدتاً از ایران) و صادرات مجدد آن تعلق دارد (Juana et al., 2009).

در بوم نظام‌های زراعی، شناخت عوامل افزایش‌دهنده کمیت و کیفیت محصول امری الزامی بوده و بایستی جهت دستیابی به عملکرد مطلوب بدان توجه شود (Koocheki & Soltani, 1997). زعفران همانند سایر گیاهان زراعی جهت تولید بیشترین عملکرد، علاوه بر شرایط اقلیمی، نیازمند اجرای مدیریت‌های مناسب زراعی می‌باشد (Naderi-Darbaghshahi et al., 2008); لذا استفاده حداکثر از پتانسیل محیط، تحت تأثیر فاکتورهای زیادی مانند سن بنه، تعداد بنه در واحد سطح، بافت خاک، نوع تغذیه، آبیاری و ... می‌باشد (Sadeghi, 1993). از طرفی، از آنجاکه مهم‌ترین عاملی که استعداد گیاهان بنه‌ای را جهت آغاز گل تعیین می‌کند، اندازه بنه است (Dole & Wilkins, 1999); بنابراین ایجاد شرایط محیطی مناسب جهت به دست آوردن بنه‌های با اندازه درشت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Boonekapmp, 1997; Dole & Wilkins, 1999). از جمله عوامل محیطی تأثیرگذار در این زمینه، بافت خاک است که با تأثیر بر میزان گسترش ریشه و جذب آب و مواد غذایی، وضعیت رشدی و تغذیه‌ای گیاه را تحت تأثیر قرار داده و نقش بسزایی در رشد و نمو بنه‌ها دارد (Dole & Wilkins, 1999).

باوجود این‌که زراعت زعفران به مناطق خاصی از جهان محدود شده است، اما این گیاه در بسیاری از خاک‌های زراعی قابلیت تولید دارد (Azizi et al., 2013). خصوصیات فیزیکی خاک از طریق ایجاد اثر متقابل گیاه با خاک، جذب آب و مواد غذایی، نفوذ ریشه‌ها، دمای خاک و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک‌زی نقش قابل‌ملاحظه‌ای را در تولید محصول ایفا می‌نمایند. در بین خصوصیات فیزیکی خاک، بافت خاک بر ویژگی‌های رشدی گیاه، توسعه اندام‌های زیرزمینی به‌خصوص در گیاهان بنه‌ای و میزان نفوذ و نگهداری آب تأثیر بسزایی دارد (Gresta et al., 2008);

آزمایشی شامل چهار نوع بافت خاک از محدوده سنگین تا سبک (۱- ۱۰۰٪ خاک مزرعه + کود گاوی، ۲- ۷۰٪ خاک مزرعه + ۳۰٪ ماسه بادی، ۳- ۷۰٪ خاک مزرعه + ۳۰٪ ماسه بادی + کود گاوی و ۴- ۷۰٪ ماسه بادی + کود گاوی) بودند. قبل از اجرای آزمایش از خاک محل اجرای آزمایش، نمونه برداری شد و به همراه کود گاوی به آزمایشگاه منتقل و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها تعیین گردید (جدول ۱ و ۲).

ویژگی‌های فیزیکی خاک بر خصوصیات رشدی زعفران صورت گرفته است، هدف از این پژوهش بررسی تأثیر بافت خاک بر رشد و عملکرد گیاه زعفران بود.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات بافت خاک بر رشد و عملکرد گیاه زعفران آزمایشی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در جعبه‌های کاشت

Table 1- Physical and chemical characteristics of used soil

بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی EC (ds m <sup>-1</sup> )	شاخص واکنش pH	پتاسیم Potassium (ppm)	فسفر Phosphorus (ppm)	نیترژن کل Total nitrogen (%)	کربن آلی Organic carbon (%)
رسی Clay	0.67	8.65	136	11.5	0.07	0.98

جدول ۲- نتایج آنالیز کود گاوی مورد استفاده در جعبه‌های کاشت

Table 2- Analyze results of cow manure

شاخص واکنش pH	هدایت الکتریکی EC (ds m <sup>-1</sup> )	پتاسیم Potassium (%)	فسفر Phosphorus (%)	نیترژن کل Total nitrogen (%)
8.22	6.63	1.22	0.11	0.98

گردیدند. در پایان اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳ برگ‌های هر گلدان جمع‌آوری و جهت اندازه‌گیری سطح برگ و وزن خشک به آزمایشگاه منتقل شدند. همچنین خروج بنه‌ها از خاک جهت اندازه‌گیری خصوصیات رشدی آن در ۲۰ خردادماه ۱۳۹۳ صورت گرفت. پس از اندازه‌گیری تمامی شاخص‌های مورد مطالعه، داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 آنالیز شدند. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن ( $p \leq 0.05$ ) استفاده گردید.

## نتایج و بحث

### خصوصیات گل زعفران

#### تعداد گل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای مختلف بسترکاشت بر تعداد گل زعفران در هر جعبه، معنی‌دار بود (جدول ۳). بر طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، بیشترین تعداد گل در هر جعبه (۳/۷۵) در تیمار ۷۰٪ ماسه +

کشت زعفران در ۲۰ شهریورماه سال ۱۳۹۲ در جعبه‌هایی با مساحت ۵۰۰ سانتی‌متر مربع با تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع با دامنه وزنی ۸-۶/۵ گرم در عمق ۱۵ سانتی‌متری در فضای باز مزرعه تحقیقاتی صورت گرفت. قبل از اجرای عملیات کشت، بنه‌ها به مدت ۲ دقیقه با بنومیل ضدعفونی شدند و پس از خشک شدن در هوای آزاد کشت گردیدند. در تیمارهای دارای کود گاوی به هر جعبه آزمایشی بر اساس ۴۰ تن کود گاوی در هر هکتار، ۲۱۵ گرم کود گاوی اضافه شد و به‌طور کامل با خاک مخلوط گردید.

آبیاری اول همزمان با کاشت و آبیاری دوم نیمه اول مهرماه ۱۳۹۲ به‌منظور تسهیل خروج گل‌ها و سایر آبیاری‌ها طبق عرف منطقه انجام شد. عملیات سله‌شکنی و وجین علف‌های هرز نیز در طول فصل رشد صورت گرفت. گل‌دهی از نیمه آبان ماه ۱۳۹۲ آغاز گردید و همزمان با آن نمونه‌برداری و برداشت گل‌ها صورت گرفت و نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری فاکتورهای مورد مطالعه به آزمایشگاه منتقل

۳۰٪ خاک + کود گاوی مشاهده گردید که در مقایسه با (جدول ۴). تیمار ۱۰۰٪ خاک + کود گاوی به میزان ۳۴ درصد بیشتر بود

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی خصوصیات و عملکرد زعفران تحت تأثیر بافت خاک  
Table 3- Analysis of variance (mean square) for some parameters and yield of saffron as affected by soil texture

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	تعداد گل Flower number	وزن تر گل Flower fresh weight	وزن تر کلاله Stigma fresh weight	وزن خشک گلبرگ Petal dry weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	شاخص سطح برگ Leaf area index
تکرار Replicate	3	0.083ns	0.0033ns	0.00040**	0.00042**	0.000084*	0.058ns	36.50ns
تیمار Treatment	3	1.75**	0.62**	0.0034**	0.0076**	0.000099*	0.53*	1144.13**
خطا Error	9	0.25	0.021	0.000037	0.00004141	0.000018	0.111	13.01
ضریب تغییرات CV (%)	-	17.39	14.36	9.56	8.34	26.14	13.72	4.53

\*\*\*, \*\* و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی داری.

\*\*, \* and ns significant difference over control at  $P < 0.01$  and  $P < 0.05$  and not significantly, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های برخی خصوصیات و عملکرد زعفران تحت تأثیر بافت خاک  
Table 4- Mean comparisons of some parameters and yield of saffron as affected by soil texture

تیمارها Treatments	تعداد گل Flower number (number. box <sup>-1</sup> )	وزن تر گل Flower fresh weight (g. box <sup>-1</sup> )	وزن تر کلاله Stigma fresh weight (g. box <sup>-1</sup> )	وزن خشک گلبرگ Petal dry weight (g. box <sup>-1</sup> )	وزن خشک کلاله Stigma dry weight (g. box <sup>-1</sup> )	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g. box <sup>-1</sup> )	شاخص سطح برگ Leaf area index
۱۰۰٪ خاک + کود گاوی 100% field soil + cow manure	2.50b	0.86b	0.033d	0.02d	0.018a	2.28b	0.13c
۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه 70% field soil + 30% sand	3.00ab	0.90b	0.065b	0.10b	0.018a	2.02b	0.14c
۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه + کود 70% field soil + 30% sand + cow manure	2.25b	0.69b	0.053c	0.05c	0.008b	2.52ab	0.17b
۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه 70% sand + 30% field soil + cow manure	3.75a	1.59a	0.10a	0.12a	0.018a	2.88a	0.20a

در هر ستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.  
Similar letter in each column indicate no significant difference based on Duncan multiple test in 5% level.

حجم پیدا می‌کنند و از این رو در این خاک‌ها سله ایجاد شده و مانع خروج گل‌ها از خاک می‌گردد.

### وزن تر گل و کلاله

اثر بسترهای کشت مختلف بر وزن تر گل و کلاله زعفران معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر مقادیر وزن تر گل و کلاله (به ترتیب ۱/۵۹ و ۰/۱۰ گرم در هر جعبه) در تیمار ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی و حداقل مقدار آن‌ها به ترتیب در تیمارهای ۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه + کود گاوی (۰/۶۹ گرم در هر جعبه) و ۱۰۰٪ خاک + کود گاوی (۰/۳۳ گرم در هر جعبه) به دست آمد. روند تغییرات عملکرد گل و کلاله زعفران نشان داد که با سبک‌تر شدن بافت خاک، مقدار این شاخص‌ها روندی افزایشی در پیش گرفت، به طوری که در ارتباط با صفت وزن تر کلاله، اختلاف بین دو تیمار حداکثر و حداقل که به ترتیب سبک‌ترین و سنگین‌ترین بستر کشت محسوب می‌شدند، به ۶۷ درصد رسید (جدول ۴).

در بین ویژگی‌های مختلف خاک، نقش خصوصیات فیزیکی به‌ویژه توزیع اندازه ذرات در نفوذپذیری خاک بسیار چشم‌گیر است (Mahmoodabadi & Mazaheri, 2012). در این راستا لادو و همکاران (Lado et al., 2004) گزارش کردند که افزودن رس به خاک باعث کاهش میزان نفوذپذیری خاک می‌گردد. در پژوهشی بر روی گیاه زعفران، بیشترین وزن تر گل در خاک با بافت لوم شنی مشاهده شد که در مقایسه با بافت‌های لوم و لوم رسی به ترتیب ۳۲ و ۳۰ درصد بیشتر بود (Khoramdel et al., 2014). در همین آزمایش علت افزایش وزن تر گل‌ها در بافت لوم شنی، استقرار بهتر و سریع‌تر و در نتیجه ایجاد شرایط بهتر برای رشد بنه‌ها ذکر شد. تورهان و همکاران (Turhan et al., 2007) دریافته‌اند که استفاده از بافت سبک به‌همراه کود گاوی بر وزن گل و کلاله زعفران اثر مثبتی داشت. محققان دیگری نیز بیان کرده‌اند که خاک شنی با محتوای مواد آلی بهترین خاک جهت بهبود خصوصیات رشدی گیاهان پیازی مانند گل نرگس (*Hippeastrum vittatum*) می‌باشد (El-Naggar

و همکاران (Khoramdel et al., 2014) در پژوهش مشابهی دریافتند که حداکثر تعداد گل زعفران در بافت لوم شنی مشاهده گردید که ۱۸ درصد بیشتر از خاک‌های با بافت لوم و لوم رسی بود. از آنجا که نوع بافت خاک باعث تغییر در برابر فشردگی و مقاومت فیزیکی خاک می‌گردد (Awadhwai & Thierstein, 1985; Khoramdel et al., 2014)؛ لذا به نظر می‌رسد با افزایش میزان درصد ماسه در خاک، بافت سبک‌تر شده و باعث تسهیل خروج گل‌ها از خاک شده است. از طرفی در خاک با بافت سبک‌تر، به دلیل این که اندام‌های زیرزمینی انرژی کمتری را جهت خروج برگ‌ها و گل‌ها از خاک مصرف می‌کنند (Khoramdel et al., 2014)؛ لذا بنه‌ها دارای انرژی ذخیره بیشتری بوده و قادر به تولید تعداد گل بیشتری نیز شده‌اند. برخی محققان بیان کرده‌اند که کاشت گیاه در خاک دارای بافت سبک‌تر از طریق بهبود جذب مواد غذایی بواسطه توسعه بهتر اندام‌های زیرزمینی و انجام بهتر فتوسنتز برگ‌ها، موجب ایجاد بنه‌های درشت‌تر می‌شود (Badiyala & Saroch, 1997). مجموعه این عوامل با افزایش تولید مواد فتوسنتزی (Pandey & Srivastava, 1979)، تولید بنه‌های دخترتری درشت‌تر و همچنین افزایش تعداد بنه‌های دخترتری باعث بهبود گلدهی می‌گردد (Sadeghi, 1993). نتایج پژوهش‌های ریاض و همکاران (Riaz et al., 2008) بر روی گیاه غده‌ای *Zinnia elegans* و گریستا و همکاران (Gresta et al., 2009) بر روی گیاه زعفران نشان داد که بالاترین تعداد گل در خاک با بافت سبک به دست آمد و دلیل آن ایجاد شرایط مناسب برای رشد بهتر غده‌ها در خاک‌های دارای بافت سبک بیان شد. بدین ترتیب انتخاب زمین‌های دارای بافت مناسب جهت کاشت زعفران و یا اصلاح بستر کشت منجر به تولید بنه‌های بزرگ‌تر و در نهایت تولید تعداد گل بیشتری در زعفران می‌شود. عزیزی و همکاران (Azizi et al., 2013) نیز بیان کردند که با افزایش درصد رس، تولید گل زعفران به علت کاهش تعداد بنه‌های دخترتری، کاهش یافت. علاوه بر آن، این محققان بیان کردند که بافت‌های سنگین پس از جذب آب، افزایش

(&amp; El-Nasharty, 2009).

بر این اساس به نظر می‌رسد افزایش میزان نفوذپذیری خاک با ایجاد شرایط مناسب برای اندام‌های زیرزمینی باعث رشد بهتر بنه‌ها و اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به بخش زایشی گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد بخش اقتصادی زعفران شده است.

### وزن خشک گلبرگ و کلاله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک گلبرگ و کلاله معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، کاربرد تیمار ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی باعث حصول بیش‌ترین مقدار وزن خشک گلبرگ (۰/۱۲ گرم در هر جعبه) گردید و کم‌ترین مقدار آن (۰/۰۲ گرم در هر جعبه) در تیمار ۱۰۰٪ خاک + کود گاوی به دست آمد؛ به طوری که بین این دو تیمار اختلافی معادل ۸۴ درصد مشاهده گردید (جدول ۴). افزون بر این، بیشترین مقدار وزن خشک کلاله معادل ۰/۱۸ گرم در هر جعبه در تیمارهای فاقد عناصر غذایی و کمترین مقدار آن به میزان ۰/۰۸ گرم در جعبه در تیمار ۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه + کود به دست آمد که بین بیشترین و کمترین مقدار آن ۵۶ درصد اختلاف بود (جدول ۴).

نتایج پژوهش مشابهی نشان داد که وزن خشک کلاله زعفران در خاک با بافت سبک به ترتیب ۱۰ و ۳۸ درصد بیشتر از خاک‌های با بافت متوسط و سنگین بود (Gresta et al., 2009). خرم‌دل و همکاران (Khoramdel et al., 2014) نیز گزارش کردند که کاهش تراکم خاک باعث استقرار بهتر بنه‌ها و افزایش رشد رویشی شده و به دنبال آن تولید اندام‌های فتوسنتزی کننده را بهبود داده که از طریق افزایش تولید مواد فتوسنتزی توانسته بر وزن بنه‌ها، گلدهی و در نهایت وزن خشک گل و کلاله اثر مثبت بگذارد. نتایج گریستا و همکاران (Gresta et al., 2009) نیز حاکی از آن است که خاک‌های لومی و شنی باعث حصول حداکثر مقادیر عملکرد زعفران می‌گردد. محقق دیگری نیز گزارش کرد که بیش‌ترین عملکرد زعفران در صورت استفاده از خاک لوم شنی یا رسی با زهکش خوب و در شرایطی که مقادیر مناسبی کود دامی استفاده شود، به دست می‌آید (Sampatah et al., 1984). به طور کلی، ذرات شن به علت اندازه درشت‌تر، باعث ایجاد خلل و فرج بزرگ‌تر و افزایش میزان نفوذپذیری خاک می‌گردد (Mahmoodabadi & Mazaheri, 2012)؛

### وزن خشک برگ و شاخص سطح برگ

نتایج نشان داد که کاربرد تیمارهای مختلف بستر کشت بر صفت وزن خشک برگ اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها بیانگر اثر مثبت تیمار ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی بر صفت مذکور بود، به طوری که در مقایسه با تیمار ۱۰۰٪ خاک + کود گاوی باعث افزایش ۲۱ درصدی وزن خشک برگ گیاه زعفران گردید (جدول ۴). نتایج آنالیز واریانس بیانگر اثر معنی‌دار کاربرد تیمارهای مختلف بسترهای کشت بر شاخص سطح برگ گیاه زعفران بود (جدول ۳). حداکثر مقدار شاخص سطح برگ (۰/۲۰) در تیمار ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی و کم‌ترین مقدار آن (۰/۱۳) در تیمار ۱۰۰٪ خاک + کود گاوی به دست آمد؛ به طوری که اختلاف بین این دو تیمار ۳۶ درصد بود. به طور کلی، در بین تیمارهای آزمایشی با سبک‌تر شدن خاک، شاخص سطح برگ گیاه زعفران روندی افزایشی را در پیش گرفت (جدول ۴). به نظر می‌رسد که در خاک‌های دارای بافت سبک‌تر مقاومت خاک در برابر ظهور برگ‌ها کمتر بوده و این عامل همراه با بهبود جذب مواد غذایی موجب افزایش شاخص سطح برگ شده است.

### خصوصیات بنه زعفران

#### تعداد بنه دختری

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف آزمایش بر تعداد بنه دختری زعفران معنی‌دار بود (جدول ۵). در بین تیمارهای مورد مطالعه، بیشترین تعداد بنه زعفران در هر جعبه، به ترتیب در تیمار ۱۰۰٪ خاک + کود گاوی (۱۴ عدد) و سپس در تیمار ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی (۱۲/۷۵ عدد) مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر بافت خاک بر خصوصیات و عملکرد بنه‌های دختره زعفران  
Table 5- Analysis of variance (mean square) of some parameters and yield of replacement corms of saffron as affected by soil texture

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	تعداد بنه در هر گلدان Number of corm per box	وزن کل بنه‌ها همراه با پوشینه Total weight with scale	وزن پوشینه‌ها Scales weight	وزن بنه‌ها بدون پوشینه Corms weight without scale	متوسط وزن بنه Average corm weight
تکرار Replicate	3	0.22ns	0.05ns	0.33ns	0.10ns	0.017ns
تیمار Treatment	3	14.39**	193.59**	0.63ns	167.11**	2.15**
خطا Error	9	1.45	1.52	0.23	1.29	0.053
ضریب تغییرات CV (%)	-	9.98	4.78	23.64	4.76	10.52

\*\*\*, \*\* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری.

\*\*\*, \* and ns significant difference over control at  $P < 0.01$  and  $P < 0.05$  and not significantly, respectively.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های برخی خصوصیات و عملکرد بنه‌های دختره زعفران تحت تأثیر بافت خاک  
Table 6- Mean comparisons of some parameters and yield of replacement corms of saffron as affected by soil texture

تیمارها Treatments	تعداد بنه در هر گلدان Number of corm per box	وزن کل بنه‌ها همراه با پوشینه Total weight with scale (g. box <sup>-1</sup> )	وزن پوشینه‌ها scales weight (g. box <sup>-1</sup> )	وزن بنه‌ها بدون پوشینه Corms weight without scale (g. box <sup>-1</sup> )	متوسط وزن بنه Average corm weight (g)
۱۰۰٪ خاک + کود گاوی 100% field soil + cow manure	14a	25.35c	1.91ab	23.44c	1.82c
۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه 70% field soil + 30% sand	12a	16.61d	2.61a	13.99d	1.38d
۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه + کود 70% field soil + 30% sand + cow manure	9.50b	28.24b	1.90ab	26.34b	3.00a
۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود 70% sand + 30% field soil + cow manure	12.75a	33.18a	1.70b	31.48a	2.60b

در هر ستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.  
Similar letter in each column indicate no significant difference based on Duncan multiple test in 5% level.

شده است.

خلیقی و همکاران (Khalighi et al., 2006) نیز در پژوهش مشابهی بر روی گیاه غده‌ای لاله (*Tulipa spp.*)، گزارش کردند که بیش‌ترین تعداد پیازچه در بافت خاک شنی لومی در مقایسه با بافت لومی مشاهده شد. به نظر می‌رسد وجود خلل و فرج بیشتر در خاک‌های سبک‌تر با ایجاد شرایطی بهتر برای رشد بنه‌ها، باعث افزایش تولید تعداد بنه دختره

#### وزن کل بنه‌ها و وزن پوشینه‌ها

بسترهای مختلف کشت بر صفات وزن کل بنه‌ها همراه با پوشینه و بدون پوشینه اثر معنی‌داری را نشان داد (جدول ۵). در بین تیمارهای مورد مطالعه، بیش‌ترین مقادیر دو صفت

مناسب کشت زعفران نمی‌باشند، زیرا در شرایط فراهمی رطوبت بیش از حد، بنه‌های زعفران دچار پوسیدگی می‌شوند (Jafarbigloo & Mobaraki, 2008; Behdani et al., 2005). افزون بر این، استفاده از مواد تغذیه‌ای و مواد آلی طبیعی مانند کود دامی نیز از طریق بهبود ساختمان خاک باعث رشد بهتر بنه‌ها در خاک شده و عملکرد بنه زعفران را افزایش می‌دهد (Turhan et al., 2007).

### قطر بنه‌های دختری

استفاده از تیمارهای بستر کشت بر تعداد بنه‌های موجود در گروه‌های مختلف قطری بنه زعفران اثر معنی‌داری را نشان داد (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین تعداد بنه دختری (۳ عدد در هر جعبه) با قطر بین ۱-۰ سانتی‌متر، در شرایط استفاده از تیمار ۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه و بیش‌ترین تعداد بنه‌های دارای قطر ۲-۳ و ۳-۳ سانتی‌متری، به‌ترتیب در تیمار ۱۰۰٪ خاک + کود گاوی (۱۱ عدد در هر جعبه) و ۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه + کود گاوی (۳/۷۵ عدد در هر جعبه) به دست آمد. افزون بر این، بیش‌ترین تعداد بنه‌های دارای قطر ۲-۳ سانتی‌متر، در تیمار ۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه + کود گاوی (۳/۷۵ عدد در هر جعبه) و کم‌ترین تعداد آن در تیمار ۱۰۰٪ خاک + کود گاوی (صفر عدد در هر جعبه) به دست آمد. در مجموع با سنگین‌تر شدن بافت خاک و عدم استفاده از کود دامی، تعداد بنه‌های دختری با اندازه بزرگ در گیاه زعفران کاهش یافت (جدول ۸).

تورهان و همکاران (Turhan et al., 2007) نیز در آزمایش خود به نتایج مشابهی دست یافتند و علت آن را ایجاد شرایط محیطی بهتر در اطراف ریشه گیاه و رشد بهتر آن در صورت استفاده از کود دامی ذکر نمودند؛ این موضوع توسط محقق دیگری نیز ثابت شده است (Unal & Cavusoglu, 2005).

مذکور (به ترتیب ۳۳/۱۸ و ۳۱/۴۸ گرم در هر جعبه) در تیمار ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی و کم‌ترین مقادیر آن‌ها (۱۶/۶۱ و ۱۳/۹۹ گرم در هر جعبه) در تیمار بدون تغذیه ۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه به دست آمد. افزون بر این، از نظر هر دو صفت، بین دو تیمار ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی و ۱۰۰٪ خاک + کود گاوی که به ترتیب شامل سبک‌ترین و سنگین‌ترین بافت خاک در این آزمایش بودند، به‌طور متوسط به میزان ۲۵٪ اختلاف وجود داشت؛ به‌طوری‌که در خاک سبک بیش‌ترین مقادیر دو صفت مذکور مشاهده گردید (جدول ۶). کاربرد تیمارهای مختلف در این آزمایش بر وزن پوشینه‌های گیاه زعفران اثر معنی‌داری را نشان نداد؛ با این وجود استفاده از بسترهای کشت سنگین در مقایسه با بسترهای کشت سبک از حیث این شاخص به‌طور متوسط ۲۱ درصد برتری داشت (جدول ۵ و ۶).

نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که افزودن ماسه به خاک باعث سبک‌تر شدن بافت خاک و رشد بهتر بنه‌ها در محیط خاک شده و این موضوع در نهایت افزایش وزن بنه‌های خواهری را به دنبال داشته است. محققان در پژوهش مشابهی دریافتند که با سنگین‌تر شدن بافت خاک، وزن خشک بنه گیاه زعفران کاهش یافت (Azizi et al., 2013). نتایج پژوهش دیگری نیز نشان داد که کاربرد تیمار بافت شنی لومی در مقایسه با خاک لومی، عملکرد پیاز گیاه لاله را افزایش داد (Khalighi et al., 2006). بنابراین، با توجه به اینکه تکثیر زعفران از طریق بنه‌ها صورت می‌گیرد؛ به نظر می‌رسد می‌توان با سبک‌تر نمودن بافت خاک، موجبات بهبود وزن بنه و در نهایت افزایش عملکرد زعفران را فراهم نمود (Khoramdel et al., 2014). از طرفی از آنجاکه خاک‌های رسی در مقایسه با خاک‌های شنی نفوذپذیری کم‌تری دارند؛ لذا به‌نظر می‌رسد میزان رطوبت بیشتر در این خاک‌ها مانع رشد مناسب بنه‌ها می‌شود. در همین ارتباط محققان دریافتند که خاک‌های مرطوب چندان



جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر بافت خاک بر برخی خصوصیات بنه‌های دختره زعفران  
Table 7- Analysis of variance (mean square) for some parameters of saffron replacement corms as affected by soil texture

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	قطر بنه‌های دختره Diameter of replacement corms			متوسط قطر بنه Average of corm diameter	وزن بنه‌های دختره Weight of replacement corms			متوسط تعداد جوانه در هر بنه Average number of buds per corm
		0-1	1-2	2-3		0-3	3-6	6-9	
تکرار Replicate	3	1.16*	0.41ns	0.22ns	0.0075ns	5.16ns	1.83ns	2.16**	1.61ns
تیمار Treatment	3	8.83**	14.75**	9.56**	0.25*	25.50**	3.00*	0.66ns	3.38**
خطا Error	9	0.22	1.36	0.17	0.060	2.66	0.61	0.27	0.59
ضریب تغییرات CV (%)	-	23.57	14.35	21.50	16.16	16.32	78.17	70.27	24.96

\*\*\*, \* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری.  
\*\*, \* and ns significant difference over control at  $P < 0.01$  and  $P < 0.05$  and not significantly, respectively.

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های برخی خصوصیات بنه‌های دختره زعفران تحت تأثیر بافت خاک  
Table 8- Results of mean comparisons of some parameters of saffron replacement corms as affected by soil texture

تیمارها Treatments	قطر بنه‌های دختره Diameter of replacement corms			متوسط قطر بنه دختره Average of corm diameter (cm)	وزن بنه‌های دختره Weight of replacement corms			متوسط تعداد جوانه در هر بنه Average number of buds per corm
	0-1 (cm)	1-2 (cm)	2-3 (cm)		0-3 (g)	3-6 (g)	6-9 (g)	
۱۰۰٪ خاک + کود گاوی 100% field soil + manure cow	3.00a	11.00a	0.00c	1.27c	13.25a	0.25b	0.25b	2.25b
۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه 70% field soil + 30% sand	3.25a	7.00b	1.75b	1.34bc	10.75a	0.25b	0.75ab	2.33b
۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه + کود 70% field soil + 30% sand + cow manure	0.00c	7.25b	2.25b	1.76a	8.00b	1.75a	0.75ab	3.75a
۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود 70% sand + 30% field soil + cow manure	1.75b	7.25b	3.75a	1.72ab	8.00b	1.75a	1.25a	4.00a

در هر ستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.  
Similar letter in each column indicate no significant difference based on Duncan multiple test in 5% level.

توزیع وزنی بنه‌های دختره  
تعداد بنه‌های با وزن ۳-۶ و ۶-۳ گرم در هر جعبه معنی‌دار بود (جدول ۷). نتایج نشان داد که بیش‌ترین تعداد بنه‌های با

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر بسترهای کشت بر

1997) که این نتایج با نتایج خلیقی و همکاران (Khalighi et al., 2006) مطابقت دارد. محققان دیگری نیز در پژوهش خود بر روی گیاه لاله بیان کردند که خاک شنی لومی توانست پیازهایی با متوسط وزنی بالاتر (۱۲/۲۱ گرم) در مقایسه با خاک لومی (۱۱/۵۲ گرم) تولید کند (Khalighi et al., 2006).

### متوسط تعداد جوانه

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمارهای مختلف مورد بررسی بر متوسط تعداد جوانه در هر بنه خواهری زعفران بود (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین‌ها بیانگر حصول بیش‌ترین تعداد جوانه در تیمار ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی (۴ عدد) و کم‌ترین تعداد صفت مذکور در تیمار ۱۰۰٪ خاک + کود گاوی (۲/۲۵ عدد) بود؛ به طوری که استفاده از تیمار ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی، متوسط تعداد جوانه بنه گیاه زعفران را در مقایسه با تیمار ۱۰۰٪ خاک + کود گاوی به میزان ۴۴ درصد افزایش داد (جدول ۸). نتایج تورهان و همکاران (Turhan et al., 2007) نیز بیان‌گر آن است که بیش‌ترین تعداد جوانه در گیاه زعفران در تیمار خاک مزرعه + شن به همراه مخلوط کود گاوی با کود شیمیایی در مقایسه با تیمار کاربرد بدون کود و مصرف کود گاوی به دست آمد.

### نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی، استفاده از تیمار ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی باعث بهبود تمامی شاخص‌های گلدهی در گیاه زعفران گردید؛ همچنین بیش‌ترین میزان وزن بنه زعفران و تعداد جوانه‌های آن در همین تیمار مشاهده شد. در مجموع یافته‌های این تحقیق نشان داد که خصوصیات فیزیکی خاک به خصوص بافت خاک بر تمامی خصوصیات رشدی گیاه زعفران تأثیرگذار است؛ به طوری که استفاده از خاک دارای بافت سبک‌تر، باعث ایجاد شرایط بهینه جهت رشد بنه زعفران و در نهایت افزایش عملکرد گل و کلاله زعفران شد.

وزن ۳-۶ (۱/۷۵ عدد در جعبه) و ۹-۶ گرم (۱/۲۵ عدد در جعبه)، در تیمار با بافت سبک یعنی ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی و کم‌ترین تعداد آن‌ها (۰/۲۵ عدد در جعبه) در تیمار ۱۰۰٪ خاک + کود گاوی به دست آمد. به‌طور کلی، کاربرد بستر کشت سبک در مقایسه با بستر کشت سنگین از نظر این صفت دارای برتری بود (جدول ۸). از آنجاکه خاک‌های سبک در مقایسه با خاک‌های سنگین شرایط مناسب‌تری را برای رشد اندام‌های زیرزمینی همچون بنه فراهم می‌کنند؛ به نظر می‌رسد بنه‌های مادری در بافت سبک توانسته مواد ذخیره‌ای بیشتری را در اختیار بنه‌های دختری قرار دهد و باعث بهبود رشد و افزایش عملکرد آن‌ها شده است. از طرفی با توجه به اینکه خاک‌های سنگین باعث صرف انرژی بیشتر برای گیاه می‌شوند؛ لذا انرژی کمتری صرف تولید بنه‌های جدید شده و میزان رشد بنه‌ها کاهش یافته است (Azizi et al., 2013).

### متوسط وزن بنه دختری

اثر تیمارهای آزمایشی بر متوسط وزن بنه‌های دختری زعفران معنی‌دار بود (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیش‌ترین مقدار متوسط وزن بنه در تیمار ۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه + کود گاوی (۳ گرم) و سپس در تیمار ۷۰٪ ماسه + ۳۰٪ خاک + کود گاوی (۲/۶۰ گرم) و کم‌ترین مقدار آن در تیمار بدون کود ۷۰٪ خاک + ۳۰٪ ماسه (۱/۳۸ گرم) مشاهده شد (جدول ۶). استفاده از کودهای دامی و مواد آلی در زراعت زعفران علاوه بر افزایش حاصلخیزی خاک (Sadeghi et al., 1992)، از طریق بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک (Munshi et al., 1989) باعث ایجاد شرایط بهینه جهت رشد بنه و افزایش عملکرد آن می‌گردد. نتایج پژوهش دیگری نیز حاکی از آن است که بالاترین متوسط وزن بنه در تیمار خاک مزرعه + شن + دو لایه کود گاوی در مقایسه با تیمارهای خاک مزرعه + شن و خاک مزرعه + شن + یک لایه کود گاوی به دست آمد (Turhan et al., 2007). مطالعات نشان داده است که کشت گیاهان غده‌ای در بافت شنی در صورت تغذیه مطلوب، پتانسیل تولید پیازهای درشت و با کیفیت بالا را دارد (Boonekapmp,

خاک بر عملکرد گل و بنه زعفران، در پژوهش‌های آتی اثر سایر نسبت‌های ذرات تشکیل‌دهنده بافت خاک به همراه استفاده از منابع کودی مختلف و نیز تأثیر سایر بسترهای کاشت جهت تولید زعفران مورد توجه قرار گیرد.

بنابراین، از طریق اصلاح خاک و سبک‌تر کردن خاک مزرعه و یا انتخاب زمین‌های دارای بافت سبک‌تر برای کاشت زعفران، می‌توان باعث افزایش عملکرد اقتصادی این گیاه گردید. پیشنهاد می‌شود که جهت مطالعه دقیق‌تر تأثیر بافت

## منابع

- Anonymous. 2012. Iran Agriculture Statistics (Vol. 2). Ministry of Jihad-Keshavrzi, Iran. 421 pp.
- Awadhwal, N.K., and Thierstein, G.E. 1985. Soil crust and its impact on crop establishment: a review. *Soil and Tillage Research* 5 (3): 289-302.
- Azizi, E., Jahani Kondori, M., and Divan, R. 2013. The effect of soil physiochemical characteristics and field age on agronomic traits of saffron (*Crocus sativus* L.). *Agroecology* 5 (2): 134-142. (In Persian with English Summary).
- Badiyala, D., and Saroch, K. 1997. Effect of seed corm size and planting geometry on saffron (*Crocus sativus* L.) under dry temperate conditions of Himachal Pradesh. *Indian Perfumer* 41: 167-169.
- Behdani, M.A., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2005. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). *Journal of Iranian Field Crops Research* 3 (1): 1-14. (In Persian with English Summary).
- Boonekamp, P.M. 1997. The role of external factors in growth and development of flower of bulb flowers: An update since 1992. *Acta Horticulture* 430: 35-43.
- Dole, J.M., and Wilkins, H.F. 1999. Floriculture principles and species. Prentice Hall 537-545.
- Ebrahimi Khoosfi, Z., Vali, A., Ghazavi, R., and Haghparast, H. 2012. Effects of soil texture components and geometric mean of particle diameter on the spectral response of the soil surface (case study: The part of Khatam dessert, Yazd). *Quantitative Geomorphological Researches* 3: 115-128. (In Persian).
- El-Naggar, A.H., and El-Nasharty, A.B. 2009. Effect of growing media and mineral fertilization on growth, flowering, bulbs productivity and chemical constituents of *Hippeastrum vittatum*, Herb. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science* 6 (3): 360-371.
- Fernandez, J.A. 2004. Biology, biotechnology and biomedicine of saffron. *Recent Research Developments in Plant Science* 2: 127-159.
- Gresta, F., Lombardo, G.M., and Avola, G. 2009. Saffron stigmas production as affected by soil texture. *Proceeding of Third International Symposium on Saffron, 20-23 May, Krokus, Greece*.
- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 28: 95-112.
- Ikram, S., Habib, U., and Khalid, N. 2012. Effect of different potting media combination growth and vase life of tuberose (*Polianthes tuberosa* Linn.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 49 (2): 121-125.
- Jafarbigloo, M., and Mobaraki, Z. 2008. Evaluation of Qazvin land suitability for saffron cultivation based on multi-criteria decision-making methods. *Physical Geography Research Quarterly* 66: 101-119. (In Persian).
- Juana, J.A.D., Córcolesb, H.L., Muñozb, R.M., and Picornella, M.R. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. *Industrial Crop Production* 30 (2): 212-219.
- Kafi, M. 2002. Saffron, production and processing. Language and Literature Publications. 276 pp.
- Khalighi, A., Hojjati, Y., Babalar, M., and Naderi, R. 2006. Effects of cytokinin nutrient treatment and soil texture on quality and quantity Characteristic of onion and scallion in Darwin Hybrid Tulip, Apeldoorn figure. *Agronomy Journal in Agriculture and Gardening* 73: 58-64. (In Persian with English Summary).
- Khorramdel, S., Gheshm, R., Amin Ghafari, A., and Esmailpour, B., 2014. Evaluation of soil texture and polymer impacts on agronomical characteristics and yield of saffron. *Journal of Saffron Research* 1 (2): 120-135. (In Persian with English Summary).

- Koocheki, A., and Soltani, A. 1997. Plant Ecophysiology. Iranian Academic Center for Education, Culture and Research, Mashhad. 32-38. (In Persian).
- Lado, M., Paz, A., and Ben-Hur, M. 2004. Organic matter and aggregate size interactions in infiltration, seal formation, and soil loss. *Soil Science Society of America Journal* 68: 935-942.
- Le Nard, M., and De Hertogh, A.A. 1993. The physiology of flower bulbs. Elsevier 617-682.
- Mahmoodabadi, M., and Mazaheri, M.R. 2012. Effect of some soil physical and chemical properties on permeability in field conditions. *The Iranian Society of Irrigation and Water Engineering* 2 (8): 14-25. (In Persian with English Summary).
- Munshi, A.M., Sindhu, J.S., and Baba, G.H. 1989. Improved cultivation practices for saffron. *Industrial Farming* 39 (3): 27-30.
- Naderi-Darbaghshahi, M.R., Khajeh-Bashi, S.M., bani-Ateba, S.A.R., and Deh-Dashti, S.M. 2008. The effects of planting method, density and depth on yield and exploitation period of saffron field (*Crocus sativus* L.) in Esfahan. *Seed and Plant Journal* 24: 643-657. (In Persian with English Summary).
- Pandey, D., and Srivastava, R.P. 1979. A note on the effect of the size of corms on the sprouting and flowering of saffron. *Progressive Horticulture* 6 (23): 89-92.
- Raiz, A., Arshad, M., Younis, A., Raza, A., and Hameed, M. 2008. Effect of different growing media on the growth and flowering of *Zinnia elegans* cv. Blue point. *Pakistan Journal of Botany* 40: 1579-1585.
- Sadeghi, B. 1993. Effect of corm weight on flowering of saffron. Research and industrial Institutes of Khorasan Publication, Iran 73 pp. (In Persian).
- Sadeghi, S., Razavi, M., and Mahajeri, M. 1992. The effect of mineral nutrients (N.P.K.) on saffron production. *International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants. Acta Horticulture* 306: 426-430.
- Turhan, H., Kahrman, F., Omer Egesel, C., and Kemal Gul, M. 2007. The effects of different growing media on flowering and corm formation of saffron (*Crocus sativus* L.). *African Journal of Biotechnology* 6 (20): 2328-2332.
- Unal, M., and Cavusoglu, A. 2005. The effect of various nitrogen fertilizers on saffron (*Crocus sativus* L.) yield. *Akdeniz Universitesi Ziraat Fakultesi Dergisi* 18 (2): 257-260.
- Wuebker, E.F., Mullen, R.E., and Koehler, K. 2001. Flooding and temperature effects on soybean germination. *Crop Science* 41: 1857-1861.

## Short communication

**Evaluation of the effects of soil texture on yield and growth of saffron (*Crocus sativus* L.)****Mahsa Aghhavani Shajari<sup>1</sup>, Parviz Rezvani Moghaddam<sup>2\*</sup>, Alireza Koocheki<sup>2</sup>, Hamid-Reza Fallahi<sup>3</sup>, Reza Taherpour Kalantari<sup>4</sup>**

Received: 28 September, 2014

Accepted: 10 December, 2014

**Abstract**

This experiment was conducted to study the effect of soil texture on flower and corm yield of saffron. This experiment was carried out based on Randomized Complete Block Design with four treatments and four replications in box at Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, in 2011. Treatments included of: 1- 100% field soil + cow manure, 2- 70% field soil + 30% sand, 3- 70% field soil + 30% sand + cow manure and 4- 70% sand + 30% field soil + cow manure. Results showed that the effect of soil texture was significant on all flower and corm properties. The highest flower and stigma fresh weight per box (1.59 and 0.10 g, respectively) and petal dry weight (0.12 g) were observed in 70% sand + 30% field soil + cow manure. The highest corm number in 2-3 cm diameter per box was obtained in 70% field soil + 30% sand + cow manure (3.75 numbers). Treatment of 70% sand + 30% field soil + cow manure produced the highest corm number in 3-6 g (1.75 numbers) and 6-9 g (1.25 numbers) per box, but the lowest values of most studied indices were obtained in 100% field soil + cow manure. Generally, our results indicated that light soil texture has more advantages than heavy soil texture in saffron cultivation. Therefore, soil modification through lighter soil application can improve saffron flower and corm yield.

**Keywords:** Clay soil, Saffron, Stigma dry weight, Substrate, Yield.

---

1- Ph.D. student of Agroecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

2- Professor of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

3- Saffron Research Group, College of Agriculture, University of Birjand.

4- Ms.C. of Agronomy, Sarayan Faculty of Agriculture, University of Birjand.

(\*- Corresponding author email: rezvani@um.ac.ir)