Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 6، شماره 3، پاییز 1393، ص. 466-453

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 3, Fall 2014, p. 453-466

بررسی تأثیر بافت خاک و تراکم بر خصوصیات بنه و عملکرد گل زعفران (*Crocus sativus* L.)

علیرضا کوچکی[1*]، الهام عزیزی[2]، آسیه سیاهمرگویی[3] و مریم جهانی کندری[2]

تاریخ دریافت:1390/12/20
تاریخ پذیرش:1392/05/07

چکیده

به منظور بررسی اثر بافت خاک و تراکم بر عملکرد گل و بنه زعفران (*Crocus sativus* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در دو سال زراعی 1389-1388 و 1390-1389 انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل شش بافت خاک مختلف لوم رسی، لوم سیلتی، لوم، لوم شنی، شن لومی و سیلت و دو تراکم کاشت (100 و 150 بنه در متر مربع) بود. نتایج نشان داد که تعداد و وزن خشک بنه زعفران به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع بافت خاک قرار گرفت ($p\leq0/01$). بیشترین تعداد و میزان وزن بنه زعفران در بافت شن لومی مشاهده شد. بافت‌های خاک شن لومی، لوم شنی و سیلتی دارای بیشترین تعداد گل در واحد سطح بود و با یگدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. بیشترین عملکرد کلاله در بافت خاک سیلتی به میزان 1/22 گرم در متر مربع بدست آمد، ولی اختلاف معنی‌داری با بافت خاک لوم شنی نداشت. بافت‌های لوم رسی، لوم و لوم سیلتی نیز کمترین میزان عملکرد کلاله (0/58 گرم در متر مربع) را به خود اختصاص دادند. همبستگی منفی معنی‌داری بین درصد رس خاک با تعداد و وزن خشک بنه، تعداد گل و عملکرد گل و کلاله زعفران مشاهده شد، به طوری که با افزایش درصد رس، پارامترهای مورد بررسی، روند کاهشی غیر خطی نشان داد. در هر دو سال آزمایش، تراکم گیاهی بر تعداد گل و وزن خشک گل و کلاله تأثیر معنی‌داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: تعداد گل، درصد رس، کلاله، وزن خشک

مقدمه

زعفران زراعی، گیاهی علفی و پایا از تیره زنبق بوده (Abrishamchi, 2003) که در بین محصولات صادراتی ایران از جایگاه خاصی برخوردار می باشد (Kafi et al., 2002). استان‌های خراسان رضوی و جنوبی، قطب عمده تولید زعفران در ایران هستند، بطوری‌که در سال 1386، خراسان رضوی با 44830 هکتار و 148/5 تن زعفران در هکتار و خراسان جنوبی با 13328 هکتار و 35/8 تن، بیشترین تولید را به خود اختصاص داد (Mollafilabi & Shoorideh, 2009). عوامل زیادی مانند بافت خاک، زمان کشت بنه‌ها، آبیاری، نوع تغذیه، اقلیم، تراکم و عمق کاشت در کمیت و کیفیت بنه و محصول اقتصادی نقش بسزایی دارند (Sadeghi, 1993).

تیمر و واندروالک (Timmer & Vandervalk, 1973) در بررسی اثر تراکم کاشت بر تعداد و وزن پیازهای لاله (*Tulipa* sp.) بیان داشتند که با افزایش تراکم کاشت، تعداد گل پیازهای تولیدی کاهش یافت. مک‌کی و همکاران (Mackey et al., 1981) نیز اظهار داشتند که در گلایول (*Gladiolus communis* L.)، تراکم 150000 پیاز در هکتار بیشترین میزان عملکرد گل را داشت. در تحقیق دیگری، افزایش تراکم کاشت در گلایول موجب کاهش وزن پیاز شده و رشد و گلدهی آن را تحت تأثیر قرار داد (Behdani, 2005).

علوی شهری و همکاران (Alavi Shahri et al., 1994) در طی

1- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
2- استادیار گروه زراعت دانشگاه پیام نور
3- استادیار گروه زراعت دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: Email: akooch@um.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایشی که به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد زعفران انجام شد، دریافتند که با افزایش تراکم کاشت، عملکرد به طور معنی‌داری افزایش یافت و تراکم 50 بوته در متر مربع را توصیه نمودند. اغلب پژوهش‌های انجام یافته در ایران نیز، تراکم 50 بوته در متر مربع را برای دستیابی به بیشترین عملکرد زعفران در کشت ردیفی توصیه نمودند (Kafi, 2002). محمدآبادی و همکاران (Mohamad-Abadi et al., 2007) اظهار داشتند که تفاوت معنی‌داری در بین تراکم‌های مختلف کشت در عملکرد وزن تر گل و عملکرد ماده خشک و تر کلاله وجود نداشت با این وجود با افزایش فاصله کشت، عملکرد وزن تر گل و کلاله و عملکرد ماده خشک کلاله کاهش یافت.

خصوصیات فیزیکی خاک، به دلیل نقش مهمی که در حمایت از رشد گیاه دارند، حائز اهمیت می باشند. این خصوصیات، تعیین‌کننده چگونگی اثر متقابل گیاه با خاک، جذب آب و مواد غذایی، نفوذ ریشه-ها، دمای خاک و فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌باشند. از میان خصوصیات فیزیکی خاک، بافت خاک بر ویژگی‌های مهمی نظیر رشد گیاه، توسعه ریشه‌ها به ویژه در گیاهان پیازی و نفوذ و نگهداری آب در خاک تأثیر بسزایی دارند (Gresta et al., 2008). علی‌رغم محدود شدن زراعت زعفران به نقاط خاصی از جهان، در بسیاری از خاک‌های زراعی موجود قابلیت تولید دارد. خاک‌هایی با ساختمان متوسط و کمابیش با نفوذپذیری خوب، بهترین خاک برای کشت و کار زعفران محسوب می شود (Kafi, 2002). گرستا و همکاران (Gresta et al., 2009) گزارش کردند که خاک‌های سبک، غنی از مواد آلی، عمیق و با زهکشی مناسب به طور قابل ملاحظه‌ای برای کشت زعفران مناسب می باشند. فرناندز (Fernandez, 2004) بیان داشت که بافت خاک رسی مناسب برای زعفران می‌باشد، در حالی‌که سامپاتو و همکاران (Sampathu et al., 1984) اظهار داشتند که زعفران نیازمند خاک لومی شنی یا خاک رسی با زهکش خوب می‌باشد.

تورهان و همکاران (Turhan et al., 2007) طی یک آزمایش گلخانه‌ای به منظور بررسی اثر سه تیمار خاک + شن، خاک + شن + کود دامی، خاک + شن + دو لایه کود دامی در زیر و روی بنه‌های زعفران بر عملکرد زعفران دریافتند که تیمار خاک + شن + دو لایه کود دامی در زیر و روی بنه‌های زعفران، بیشترین اثر را بر افزایش عملکرد گل و کلاله زعفران داشت.

از آنجا که اندازه بنه در عملکرد نهایی گل و کلاله زعفران تأثیر بسزایی دارد، بررسی عواملی که در افزایش عملکرد بنه زعفران اثر دارند، ضروری است. از جمله این عوامل مؤثر می‌توان به عوامل خاکی و زراعی نظیر بافت خاک و تراکم گیاهی اشاره نمود. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر بافت خاک و تراکم بنه بر عملکرد گل و بنه‌های زعفران بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد طی دو سال زراعی 1389-1388 و 1390-1389 انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل تراکم‌های مختلف کاشت در دو سطح (100 و 150 بنه در متر مربع) و شش نوع بافت خاک (لوم رسی، لوم سیلتی، لوم، لوم شنی، شن لومی و سیلت) بود. تراکم کاشت مورد نظر با در نظر گرفتن متوسط وزن هر بنه بین 10-8 گرم و فواصل ردیف 25 سانتی‌متر تنظیم شد. بافت‌های خاک مورد نظر نیز به طور مصنوعی با اضافه کردن شن، ماسه و رس به خاک مزرعه تهیه و سپس جهت تأیید نهایی بافت خاک، آزمون گردید.

ابعاد هر کرت آزمایشی، 1x1 متر و فاصله بین کرت‌ها در هر تکرار و فاصله بین بلوک‌ها، 0/5 متر در نظر گرفته شد. کشت در اواخر شهریورماه سال 1388 انجام گرفت. آبیاری اول همزمان با کاشت بصورت سنگین و آبیاری دوم بصورت سبک یک هفته بعد از کاشت به منظور تسهیل در خروج جوانه‌های گل و برگ از خاک انجام شد. نمونه‌برداری‌ها از کرت‌های آزمایشی در سال زراعی اول، همزمان با شروع گل‌دهی آغاز شد و گل‌های ظاهر شده بصورت روزانه جمع-آوری و شمارش گردید و سپس جهت تعیین وزن خشک و تر گل، کلاله و گل بصورت جداگانه به آزمایشگاه منتقل شد. همچنین نمونه-گیری تخریبی از بنه‌های زعفران در انتهای فصل رشد در هر دو سال زراعی انجام شد و اجزای مختلف آن شامل تعداد بنه‌های دختری و وزن خشک بنه‌ها اندازه‌گیری شد.

به منظور آنالیز داده‌ها و ترسیم اشکال از نرم‌افزارهای Minitab ver13، Mstat-c و Excel و برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر بافت خاک و تراکم بر تعداد گل، عملکرد گل و کلاله زعفران در دو سال زراعی 89-1388 و 90-

www.SID.ir

Archive of SID

1389 در جدول 1 نشان داده شده است. همانگونه که در این جدول مشاهده می شود، اثر بافت خاک و سال زراعی بر پارامترهای مورد بررسی از نظر آماری معنی‌دار بود ($p\leq0/01$)، اما تراکم بنه در واحد سطح، تأثیر معنی‌داری بر این پارامترها نداشت. همچنین تعداد و عملکرد گل و کلاله به اثر متقابل بافت خاک و تراکم بنه در واحد سطح، واکنش معنی‌داری نشان داد. نتایج این تحقیق نشان داد که اثرات ساده بافت خاک، تراکم، سال زراعی و اثر متقابل بافت خاک و تراکم بر تعداد و وزن خشک بنه از نظر آماری معنی‌دار بود ($p\leq0/05$) (جدول 2).

اثر نوع بافت خاک بر تعداد گل زعفران در واحد سطح، در شکل 1 نشان داده شده است. بیشترین تعداد گل در بافت‌های شن لومی، لوم شنی و سیلتی حاصل شد. کمترین تعداد گل در واحد سطح نیز در بافت‌های خاک لوم رسی و لوم سیلتی مشاهده شد. خاک‌های سبک در مقایسه با خاک‌های با درصد رس بالاتر، ممانعت کمتری برای رشد و ازدیاد بنه‌ها ایجاد می‌کند و به تبع این امر، تعداد جوانه‌های گل افزایش یافته و خروج آن‌ها با فشار مکانیکی کمتری مواجه می‌شود. خاک‌هایی با بافت سنگین به علت خاصیت افزایش حجم پس از جذب آب، مشکل ایجاد سله دارند و ممکن است خروج جوانه‌های گل و برگ در این خاک‌ها با مشکل مواجه شود. گرستا و همکاران (Gresta et al., 2009) بیان داشتند که بیشترین تعداد گل و عملکرد زعفران در خاک‌های شنی و لومی بدست آمد و با تغییر بافت خاک به سمت رسی، عملکرد روند کاهشی داشت.

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس اثر بافت خاک و تراکم بنه بر برخی از پارامترهای کمی زعفران

Table 1- Variance analysis of effects of Soil texture and corm density on some of quantitative characteristics of saffron

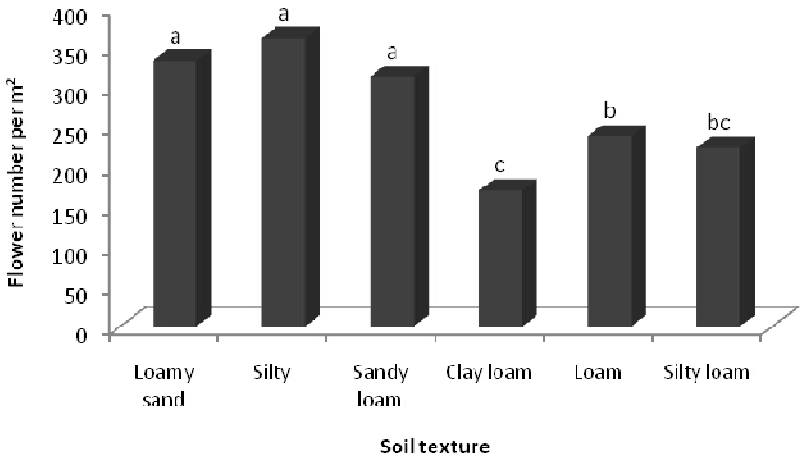
منابع تغییر Sources of variance	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Means of squares		
		تعداد گل Flower number per m^2	وزن خشک گل Flower dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)
بلوک Block	2	6446.00^{ns}	0.43^{ns}	0.18^{ns}
بافت خاک Soil texture	5	65087.20^{**}	67.96^{**}	0.78^{**}
تراکم Density	1	18948.00^{ns}	1.95^{ns}	0.01^{ns}
تراکم × بافت خاک Density × Soil texture	5	177079.00^{**}	213.64^{**}	1.31^{**}
خطای 1 Error 1	22	4603.80	0.020	0.09
سال زراعی Year	1	1406724.00^{**}	1587.17^{**}	20.89^{**}
بافت خاک × سال زراعی Soil texture × Year	5	98264.80^{**}	60.92^{**}	0.89^{**}
تراکم × سال زراعی Density × Year	1	800.00^{ns}	0.04^{ns}	0.04^{ns}
بافت خاک × تراکم × سال Soil texture × Density × Year	5	81738.60^{**}	106.15^{**}	1.57^{**}
خطای 2 Error 2	24	7281.79	10.37	0.10
کل Total	71			

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، *: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و ns: غیر معنی‌دار

**: significant in $\alpha=0.01$, *: significant in $\alpha=0.05$ and ns: no significant

www.SID.ir

Archive of SID



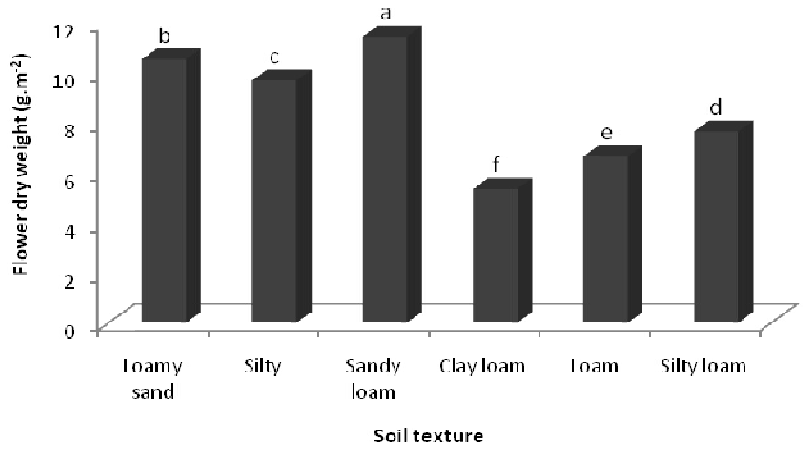
شکل 1- اثر بافت خاک بر تعداد گل زعفران در متر مربع

Fig. 1- The effect of soil texture on flower number of saffron per square meter

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means with the similar letters are not significantly different at p≤0.05.

همان‌گونه که در شکل 2 مشاهده می‌شود، وزن خشک گل به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع بافت خاک قرار گرفت. بیشترین و کمترین میزان وزن خشک گل به ترتیب در تیمارهای بافت خاک لوم شنی و لوم رسی به مقادیر 11/46 و 5/36 گرم در متر مربع مشاهده شد. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که واکنش اندام‌های رویشی و زایشی گیاه به بافت خاک متفاوت بود، به طوری‌که بافت شن لومی که دارای بیشترین تعداد و وزن بنه در واحد سطح بود، عملکرد گل کمتری در مقایسه با بافت لوم شنی داشت.



شکل 2- اثر بافت خاک بر وزن خشک گل زعفران در متر مربع

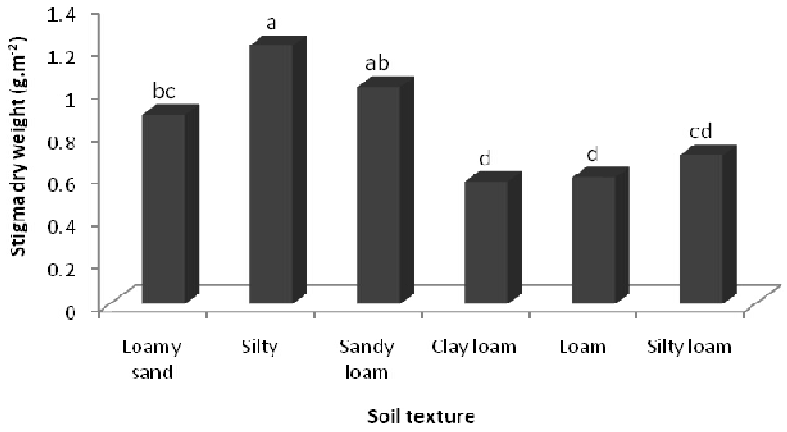
Fig. 2- The effect of soil texture on flower dry weight of saffron per square meter

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Means with the similar letters are not significantly different at p≤0.05.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 3- اثر بافت خاک بر وزن خشک کلاله زعفران در متر مربع

Fig. 3- The effect of soil texture on stigma dry weight of saffron per square meter

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Means with the similar letters are not significantly different at $p\leq0.05$.

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس اثر بافت خاک و تراکم بنه بر تعداد و وزن خشک بنه زعفران

Table 2- variance analysis of effects of Soil texture and corm density on corm number and dry weight of saffron

منابع تغییرات Variation resources	درجه آزادی Degree of freedom	Means of squares تعداد بنه Corm number	 وزن خشک بنه Corm dry weight
بلوک Block	2	3854.00^{ns}	6872.50^{*}
بافت خاک Soil texture	5	22499.60^{**}	51263.40^{**}
تراکم Density	1	63844.00^{**}	21191.00^{**}
تراکم × بافت خاک Density × Soil texture	5	20929.40^{**}	24143.20^{**}
خطای 1 Error 1	22	1426.09	1560.40
سال زراعی Year	1	222222.00^{**}	63850.00^{**}
بافت خاک × سال زراعی Soil texture × Year	5	21492.60^{**}	37511.20^{**}
تراکم×سال زراعی Density × Year	1	7524.00^{**}	3123.00^{ns}
بافت خاک × تراکم × سال Soil texture × Density × Year	5	9887.20^{**}	1480.40^{ns}
خطای 2 Error 2	24	881.79	1327.58
کل Total	71		

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، *: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و ns: غیر معنی‌دار

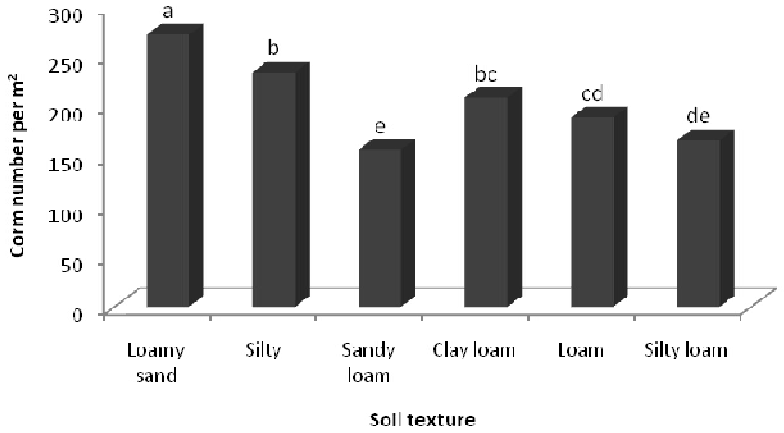
**: significant in $\alpha=0.01$, *: significant in $\alpha=0.05$ and ns: no significant

www.SID.ir

Archive of SID

وزن خشک کلاله، به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع بافت خاک قرار گرفت. بیشترین عملکرد کلاله در تیمار بافت خاک سیلتی به میزان 1/22 گرم در متر مربع مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با بافت خاک لوم شنی نداشت. بافت لوم رسی نیز کمترین میزان عملکرد کلاله (0/58 گرم در متر مربع) را به خود اختصاص داد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با بافت‌های لوم و لوم سیلتی نداشت (شکل 3).

همان‌گونه که در شکل 4 نشان داده شده است، تعداد بنه در واحد سطح به طور معنی‌داری، تحت تأثیر بافت خاک قرار گرفت. بیشترین تعداد بنه در واحد سطح در بافت شن لومی مشاهده شد. کمترین میزان این پارامتر نیز در بافت لوم شنی و لوم سیلتی بدست آمد.

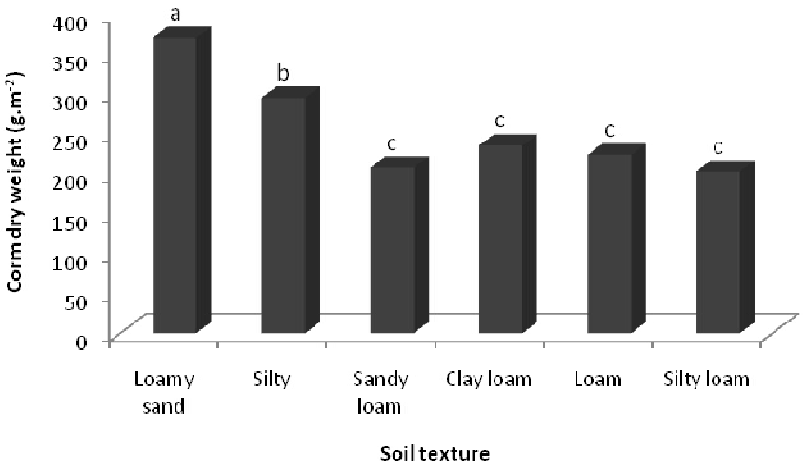


شکل 4- اثر بافت خاک بر تعداد بنه زعفران در متر مربع

Fig. 4- The effect of soil texture on corm number of saffron per square meter

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Means with the similar letters are not significantly different at p≤0.05.



شکل 5- اثر بافت خاک بر وزن خشک بنه زعفران در متر مربع

Fig. 5- The effect of soil texture on corm dry weight of saffron per square meter

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Means with the similar letters are not significantly different at p≤0.05.

www.SID.ir

Archive of SID

وزن خشک بنه زعفران به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع بافت خاک و میزان ذرات رس آن قرار گرفت. بیشترین وزن بنه زعفران به میزان 370/96 گرم در متر مربع در بافت شن لومی مشاهده شد. کمترین میزان وزن خشک بنه نیز در بافت لوم سیلتی، لوم شنی، لوم رسی و لوم بدست آمد (شکل5).

بهدانی و همکاران (Behdani et al., 2005) اظهار داشتند که بیشترین عملکرد زعفران در خاک‌هایی با بافت متوسط حاصل شد. شاید دلیل این امر آن است که با افزایش درصد رس و سنگین‌تر شدن خاک، رشد و گسترش بنه‌ها، نیازمند صرف انرژی بیشتری بوده و بنابراین انرژی در دسترس، جهت ازدیاد بنه‌ها کاهش می‌یابد.

اثر متقابل سال زراعی و بافت خاک بر برخی خصوصیات کمی زعفران در جدول 3 نشان داده شده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، در انواع بافت‌های مورد بررسی، تعداد بنه در واحد سطح، در سال زراعی دوم بیشتر ازسال زراعی اول، بود، ولی این روند در سایر تیمارهای مورد بررسی مشاهده نشد. تعداد و عملکرد گل و کلاله زعفران در متر مربع در سال زراعی دوم به طور چشمگیری کاهش یافت. در گیاهان چندساله‌ای نظیر زعفران، سال اول، به عنوان سال استقرار مطرح بوده و اغلب انرژی گیاه، صرف مستقر شدن در محیط می‌شود.

جدول3 - اثر متقابل سال زراعی و بافت خاک بر خصوصیات بنه و گل زعفران

Table 3- The interaction of growing season and soil structure on saffron corm and flower characteristics

فصل رشد Growing season	بافت خاک Soil texture	تعداد بنه Corm number per m^2	وزن خشک بنه Corm dry weight ($g.m^{-2}$)	تعداد گل Flower number per m^2	وزن خشک گل Flower dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)
2009-2010	Loamy sand شن لومی	165.333^{d*}	249.901^{cd}	445.333^{b}	15.560^{a}	1.429^{bc}
	Silty سیلتی	176.000^{d}	259.005^{cd}	669.333^{a}	17.365^{a}	2.197^{a}
	Sandy loam لوم شنی	93.333^{e}	240.746^{de}	480.000^{b}	18.493^{a}	1.720^{b}
	Clay loam لومی رسی	117.333^{e}	181.351^{fg}	269.333^{cd}	8.501^{bc}	0.963^{d}
	Loam لوم	186.667^{cd}	245.529^{cd}	288.000^{cd}	8.901^{bc}	0.803^{d}
	Silty loam لوم سیلتی	157.333^{d}	181.685^{fg}	328.000^{c}	10.747^{b}	1.115^{cd}
2010-2011	Loamy sand شن لومی	378.667^{a}	492.024^{a}	221.333^{de}	5.528^{cd}	0.349^{e}
	Silty سیلتی	293.333^{b}	332.139^{b}	53.333^{f}	2.048^{d}	0.232^{e}
	Sandy loam لوم شنی	221.333^{c}	174.712^{g}	146.667^{ef}	4.432^{d}	0.320^{e}
	Clay loam لوم رسی	301.333^{b}	289.931^{bc}	72.000^{f}	2.219^{d}	0.189^{e}
	Loam لوم	192.000^{cd}	202.408^{efg}	189.333^{de}	4.429^{d}	0.387^{e}
	Silty loam لوم سیلتی	176.000^{d}	224.355^{def}	120.000^{ef}	4.571^{d}	0.285^{e}
LSD		35.386	43.419	101.688	3.837	0.377

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Means with the similar letters in the each column are not significantly different at $p\leq0.05$.

www.SID.ir

Archive of SID

پس از استقرار گیاه و در سال‌های آتی، بخش اعظمی از انرژی گیاه به رشد و تکثیر اندام‌ها اختصاص یافته و عملکرد اندام‌های رویشی و زایشی افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که احتمالاً یکی از دلایل کاهش تعداد گل، عملکرد گل و کلاله در این تحقیق، اثر شرایط محیطی حاکم (عدم سرمای کافی جهت تحریک آغازی‌های گل و گرمای زیاد در طی بهار و تابستان) بر رشد و عملکرد زعفران می باشد.

بیشترین تعداد و وزن خشک بنه در واحد سطح در بافت خاک شن لومی و در سال زراعی دوم به ترتیب با مقادیر 378/67 بنه در متر مربع و 492/02 گرم در متر مربع بدست آمد. بیشترین تعداد گل و عملکرد کلاله نیز در بافت سیلتی و در سال زراعی اول به ترتیب با مقادیر 669/33 گل در متر مربع و 2/20 گرم در متر مربع حاصل شد. بافت‌های شن لومی، سیلتی و لوم شنی، بیشترین مقدار وزن خشک گل در واحد سطح را نشان داده و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند.

همان گونه که در جدول 4 مشاهده می‌شود، اثر تراکم گیاهی بر تعداد و وزن خشک بنه زعفران در واحد سطح در دو سال زراعی مورد بررسی از نظر آماری معنی‌دار بود. با افزایش تراکم و گذشت زمان، تعداد و وزن خشک بنه افزایش یافت در صورتی که این روند در رابطه با خصوصیات زایشی گیاه مشاهده نشد.

در هر دو سال آزمایش، تراکم گیاهی بر تعداد گل و وزن خشک گل و کلاله تأثیر معنی‌داری نداشت. همچنین عملکرد گیاه در سال زرعی اول بیشتر از سال زراعی دوم بود. گرستا و همکاران (Gresta et al., 2008) اظهار داشتند که میزان بنه مورد نیاز و تراکم مطلوب، بسته به یکساله یا چندساله بودن مزرعه متفاوت است. بنحوی‌که در کشت یکساله، فاصله ردیف 15 سانتی‌متر و فاصله بین بنه‌ها سه تا هشت سانتی‌متر و در کشت چندساله فاصله بین ردیف 10 تا 15 سانتی‌متر و فاصله بین بنه‌ها 20 تا 25 سانتی‌متر، عملکرد خوبی را به دنبال خواهد داشت. در مطالعه‌ای دیگر کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009) با مطالعه الگوهای کشت مختلف (ردیفی، تصادفی و کپه‌ای) و تراکم‌های مختلف بنه (4، 8 و 12 تن در هکتار) دریافتند که بیشترین عملکرد زعفران در تیمار کشت ردیفی همراه با 12 تن بنه در هکتار بدست آمد. علوی شهری و همکاران (Alavi Shahri et al., 1994) طی آزمایشی که به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد زعفران انجام دادند، دریافتند که با افزایش تراکم کاشت، عملکرد به طور معنی‌داری افزایش یافت و تراکم 50 بوته در متر مربع را توصیه نمودند. تمپرینی و همکاران (Temperini et al., 2009) نیز با بررسی تراکم‌های مختلف بنه زعفران شامل کم تراکم (با 76، 91 و 93 بنه در متر مربع)، متوسط تراکم (با 111، 114 و 119 بنه در متر مربع) و پر تراکم (با 139، 143 و 179 بنه در متر مربع) دریافتند که بیشترین وزن خشک کلاله در تیمارهای متوسط تراکم (در دو سطح 111 و 119 بنه در متر مربع) و پر تراکم (در سه سطح 139، 143 و 179 بنه در متر مربع) بدست آمد. کمترین وزن خشک کلاله نیز در تراکم 93 بنه در متر مربع از گروه تیمارهای کم تراکم مشاهده شد. نادری دربا‌غشاهی و همکاران (Naderi-Darbaghshahi et al., 2008) نیز با مطالعه اثر تراکم‌های مختلف کاشت (44/4، 88/8 و 176/6 بنه در متر مربع) بر تعداد بنه‌های تولید شده دریافتند که بیشترین بنه‌های تولیدی در تراکم 176/6 بنه در متر مربع بدست آمد.

جدول 4- اثر متقابل سال زراعی و تراکم بر خصوصیات بنه و گل زعفران

Table 4- The interaction of growing season and density on saffron corm and flower characteristics

فصل رشد Growing season	تراکم (تعداد در مترمربع) Density (number per m^2)	تعداد بنه در مترمربع Corm number per m^2	وزن خشک بنه (گرم در مترمربع) Corm dry weight ($g.m^{-2}$)	تعداد گل در مترمربع Flower number per m^2	وزن خشک گل (گرم در مترمربع) Flower dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله (گرم در مترمربع) Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)
2009-2010	100	129.778^{d*}	202.628^{c}	393.778^{a}	13.403^{a}	1.336^{a}
	150	168.889^{c}	250.112^{b}	432.889^{a}	13.120^{a}	1.406^{a}
2010-2011	100	220.444^{b}	275.358^{a}	120.889^{b}	4.059^{b}	0.305^{b}
	150	300.444^{a}	296.498^{a}	146.667^{b}	3.684^{b}	0.283^{b}
LSD		20.430	25.070	58.710	2.215	0.218

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Means with the similar letters in the each column are not significantly different at $p\leq0.05$.

www.SID.ir

Archive of SID

اثر متقابل بافت خاک و تراکم گیاهی، بر تعداد و وزن خشک بنه، تعداد گل و عملکرد گل و کلاله زعفران، از نظرآماری معنـی‌دار بـود. پارامترهای اندازه‌گیری شده، در بافت‌های مختلف خاک، واکنش‌های متفاوتی را به افزایش تراکم، نشـان دادنـد. بـا ایـن وجـود، در کلیـه پارامترهای مورد بررسی، بافت خاک شن لومی با تراکم 150 بنـه در متر مربع، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول 5).

جدول 5- اثر متقابل بافت خاک و تراکم بنه بر خصوصیات بنه و گل زعفران

Table 5- The interaction of soil texture and density on saffron corm and flower characteristics

بافت خاک Soil texture	تراکم (تعداد در مترمربع) Density (number per m^2)	تعداد بنه در مترمربع Corm number per m^2	وزن خشک بنه (گرم در مترمربع) Corm dry weight ($g.m^{-2}$)	تعداد گل در متر مربع Flower number per m^2	وزن خشک گل (گرم در مترمربع) Flower dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله (گرم در متر مربع) Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)
شن لومی Loamy sand	100	221.333^{cd*}	306.179^{c}	138.667^{g}	3.995^{j}	0.365^{fg}
	150	322.667^{a}	435.747^{a}	528.000^{a}	17.093^{a}	1.413^{a}
سیلتی Silty	100	168.000^{de}	233.605^{de}	309.333^{d}	11.104^{d}	1.117^{abc}
	150	301.333^{ab}	357.539^{b}	413.333^{b}	8.309^{g}	1.312^{ab}
لوم شنی Sandy loam	100	197.333^{de}	230.848^{def}	306.667^{d}	12.080^{c}	0.981^{bcd}
	150	117.333^{fg}	184.610^{fg}	320.000^{cd}	10.845^{e}	1.059^{abc}
لوم رسی Clay loam	100	160.000^{ef}	204.483^{efg}	221.333^{ef}	7.379^{h}	0.808^{cde}
	150	258.667^{bc}	266.799^{cd}	120.000^{gh}	3.341^{k}	0.344^{fg}
لومی Loam	100	192.000^{de}	269.696^{cd}	176.000^{fg}	4.309^{i}	0.504^{efg}
	150	186.667^{de}	178.241^{g}	301.333^{de}	9.021^{f}	0.685^{def}
لوم سیلتی Silty loam	100	112.000^{g}	189.147^{efg}	392.000^{bc}	13.517^{b}	0.147^{g}
	150	221.333^{cd}	216.893^{efg}	56.000^{h}	1.800^{l}	0.253^{g}
LSD		45.219	47.300	81.247	0.169	0.359

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Means with the similar letters in the each column are not significantly different at $p\leq0.05$.

اثر متقابل بافت خاک و تراکم بنـه در واحـد سـطح در دو سـال زراعی 89-1388 و 90-1389 در جـدول 6 نشـان داده شـده اسـت. نتایج حاکی از آن است که بیشترین تعداد و وزن خشک بنه زعفـران در واحد سطح در بافت خاک شن لومی با تراکم 150 بنه در متر مربع و در سال زراعی دوم بدست آمد. همچنین بیشترین مقدار عملکرد گل و کلاله و تعداد گل زعفران، مربوط به بافت خاک شن لومی با تراکم 150 بنه در متر مربع و در سال زراعی اول بود (جدول 6).

همبستگی منفی معنی‌داری بین درصد رس خاک و تعداد بنـه در واحد سطح مشاهده شد، به طوری که با افزایش درصد رس، تعداد بنه زعفران در واحد سطح، روند کاهشی غیر خطی نشان داد (R^2=0.40) (شکل 6). همچنین نتایج حاکی از آن است که رابطه رگرسیونی منفی و معنی‌داری بین وزن خشک بنه در متـر مربـع و درصـد رس خـاک وجود دارد (R^2=0.56) (شکل 7). شاید دلیل این امر آن است کـه بـا افزایش درصد رس خاک و به اصطلاح سـنگین‌تـر شـدن آن، تولیـد بنه‌های دختری و رشد آن‌ها دشوارتر شده و نیروی مورد نیـاز جهـت حرکت بنه‌ها در این خاک افزایش می‌یابد.

رابطه رگرسیونی بین درصد رس خاک با تعداد گل در واحد سطح، وزن خشک گل و وزن خشک کلاله از نظر آماری، معنی‌دار بـود. بـا افزایش درصد رس، پارامترهای مذکور، روند نزولی غیرخطی را نشان دادند. شاید دلیل این امر آن است که با افزایش درصد رس خاک بـه دلیل فشار مکانیکی بالاتر در سطح خاک و صرف انرژی بیشتر برای خروج کلاله و گلبرگ از خاک احتمالاً تنفس گیـاه افـزایش یافتـه و اختصاص مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی کـاهش پیـدا مـی‌کنـد (شکل‌های 8، 9 و 10).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 6 - اثر بافت خاک و تراکم بنه بر خصوصیات بنه و گل زعفران در دو سال زراعی 89-1388 و 90-1389

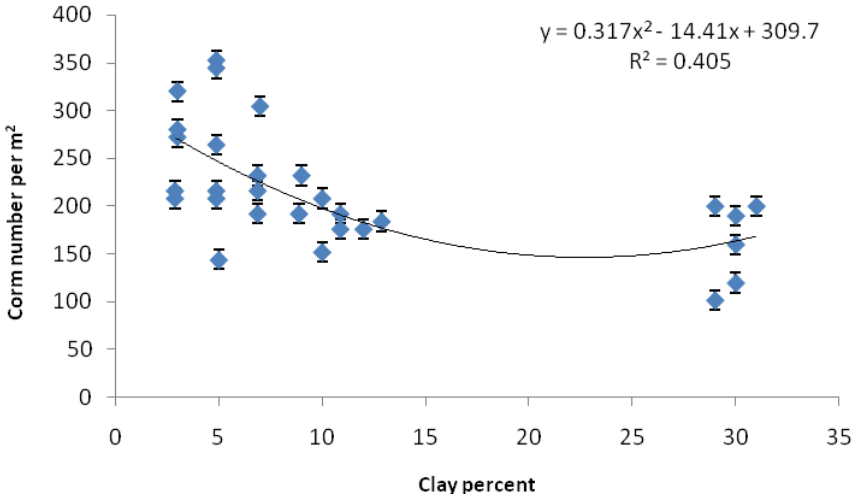
Table 6- The interaction between soil texture and density on saffron corm and flower characteristics during 2009-2010 and 2010-2011

فصل رشد Growing season	تراکم (تعداد در مترمربع) Density (number per m^2)	بافت خاک Soil texture	تعداد بنه (تعداد در مترمربع) Corm number per m^2	وزن خشک بنه (گرم در مترمربع) Corm dry weight ($g.m^{-2}$)	نعداد گل (تعداد در مترمربع) Flower number per m^2	وزن خشک گل (گرم در مترمربع) Flower dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله (گرم در مترمربع) Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)
2009-2010	100	Loamy sand لومی شن	128.000	176.485	138.667	3.675	0.363
		Silty سیلتی	149.333	192.427	538.667	18.832	1.819
		Sandy loam لوم شنی	90.667	260.000	490.667	19.696	1.632
		Clay loam لوم رسی	224.000	140.085	394.667	12.939	1.477
		Loam لوم	208.000	267.952	208.000	5.696	0.715
		Silty loam لوم سیلتی	106.667	178.816	592.000	19.579	2.011
	150	Loamy sand شن لومی	202.667	323.317	752.000	27.445	2.496
		Silty سیلتی	202.667	325.584	800.000	15.899	2.576
		Sandy loam لوم شنی	96.000	221.492	469.333	17.291	1.808
		Clay loam رسی لوم	138.667	222.616	144.000	4.064	0.448
		Loam لوم	165.333	223.106	368.000	12.107	0.891
		Silty loam لوم شنی	208.000	184.555	64.000	1.915	0.219
2010-2011	100	Loamy sand شن لومی	314.667	435.872	138.667	4.315	0.368
		Silty سیلتی	186.667	274.784	80.000	3.376	0.416
		Sandy loam لوم شنی	304.000	201.696	122.667	4.464	0.331
		Clay loam لوم رسی	224.000	268.880	48.000	1.819	0.139
		Loam لوم	176.000	271.440	144.000	2.923	0.293
		Silty loam لوم سیلتی	117.333	199.477	192.000	7.456	0.283
	150	Loamy sand شن لومی	442.667	548.176	304.000	6.741	0.331
		Silty سیلتی	400.000	389.493	26.667	0.720	0.048

www.SID.ir

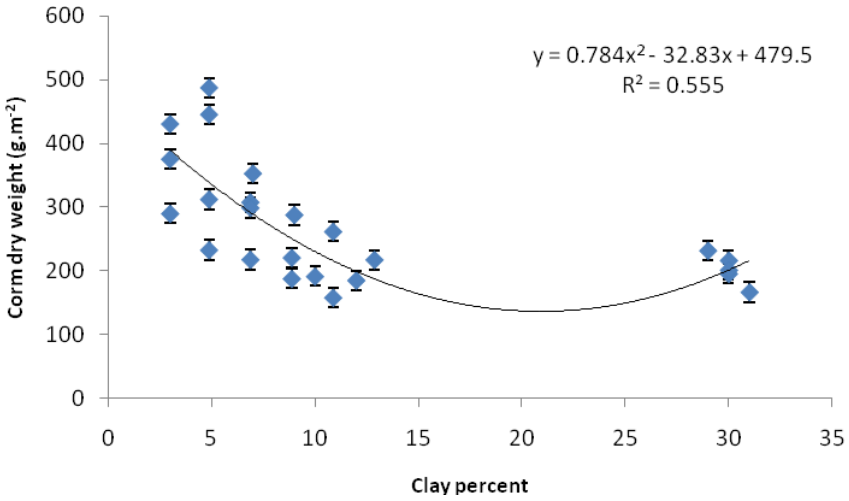
Archive of SID

	Sandy loam لوم شنی	138.667	147.728	170.667	4.400	0.309
	Clay loam لوم رسی	378.667	310.981	96.000	2.619	0.240
	Loam لوم	208.000	133.376	234.667	5.936	0.480
	Silty loam لوم سیلتی	234.667	249.232	48.000	1.685	0.288
LSD حداقل اختلاف معنی دار		50.043	61.404	143.8080	5.427	0.533



شکل 6- رابطه رگرسیونی بین درصد رس خاک و تعداد بنه زعفران در متر مربع

Fig. 6- The regression between clay percent and corm number of saffron per square meter

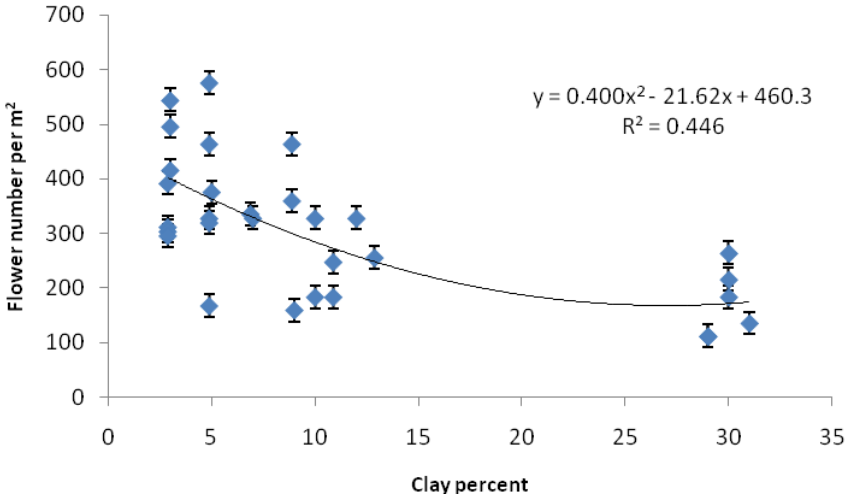


شکل 7- رابطه رگرسیونی بین درصد رس خاک و وزن خشک بنه زعفران

Fig. 7- The regression between clay percent and corm dry weight of saffron per square meter

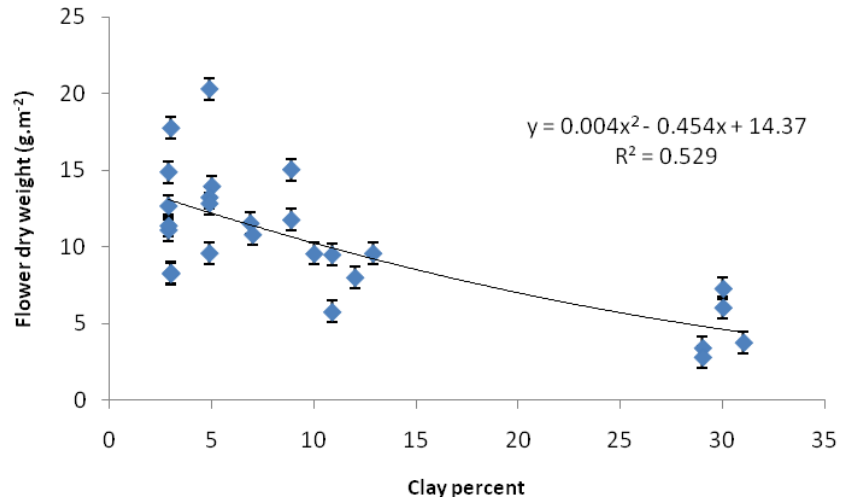
www.SID.ir

Archive of SID



شکل 8- رابطه رگرسیونی بین درصد رس خاک و تعداد گل زعفران

Fig. 8- The regression between clay percent and flower number of saffron per square meter



شکل 9- رابطه رگرسیونی بین درصد رس خاک و وزن خشک گل زعفران

Fig. 9- The regression between clay percent and flower dry weight of saffron per square meter

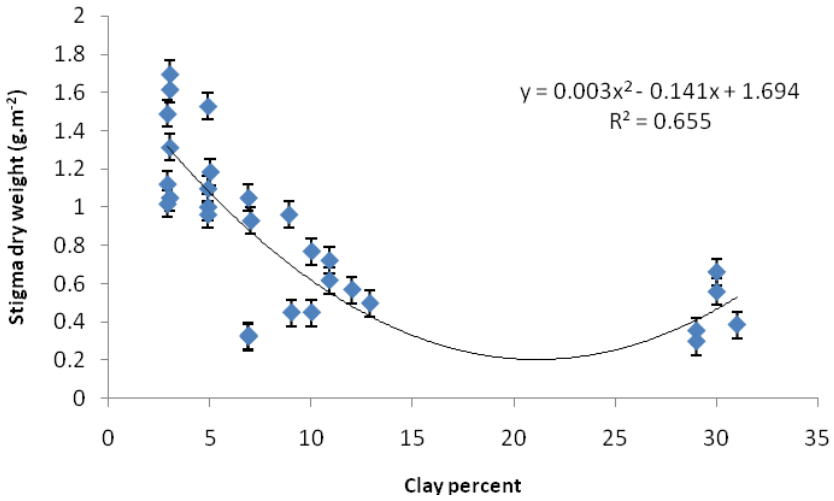
با سنگین‌تر شدن بافت خاک و افزایش درصد رس آن، رشد و توسعه اندام‌های رویشی و به تبع آن پتانسیل تولید زایشی گیاه دچار اختلال شده و عملکرد گیاه کاهش یابد. گرستا و همکاران (Gresta et al., 2009) بیان داشتند که بیشترین عملکرد زعفران در خاک‌های شنی و لومی بدست آمد و با تغییر بافت خاک به سمت رسی، عملکرد روند کاهشی داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که بافت خاک به تنهایی و در تلفیق با تراکم‌های مختلف، عملکرد بنه و گل زعفران را تحت تأثیر قرار داد، به طوری‌که با افزایش درصد رس خاک، تعداد و وزن خشک بنه، تعداد گل و عملکرد گل و کلاله زعفران، روند کاهشی نشان داد. همچنین در هر دو سال آزمایش، تراکم گیاهی بر تعداد گل و وزن خشک گل و کلاله تأثیر معنی‌داری نداشت.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 10- رابطه رگرسیونی بین درصد رس خاک و وزن خشک کلاله زعفران

Fig. 10- The regression between clay percent and stigma dry weight of saffron per square meter

سپاسگزاری

اعتبار این پژوهش از محل پژوهه طرح شماره 372 ب مصوب 1388/9/29 معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Abrishamchi, P. 2003. Investigation of some biochemical changes related to dormancy breaking and flower setting in saffron (*Crocus sativus* L.). 3th Saffron National Conferences. 2-3 December. Mashhad, Iran. (In Persian)

Alavi Shahri, H., Mohajeri, M., and Falaki, M.A. 1994. Investigation of plant density (planting distance) on saffron yield. Abstract Book of 2nd Saffron and Medicinal Plant Cultivation Conference. 8-9-Novebmer. Gonabad, Iran. (In Persian)

Behdani, M. 2005. Ecological zoning and monitoring of saffron yield variation in Khorasan. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian)

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 Field Crop Research 3(1):1-14. (In Persian with Persian Summary)

Fernandez, J.A. 2004. Biology, biotechnology and biomedicine of saffron. Recent Research Development Plant Science 2: 127-159.

Gresta, F., Lombardo, G.M., and Avola, G. 2009. Saffron stigmas production as affected by soil texture. 3th International Symposium on Saffron: Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics.

Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems. A Review of Agronomy for Sustainable Development 28: 95–112.

Kafi, M., Bagheri,A.R., Hajiyan Shahri, M., Rashed Mohasel, M.H., Sanoii,M., Alizadeh, A., Karbasi, A., and Mahmodi, A. 2002. Saffron, Production and Processing. Zaban va Adab Publications, Mashhad, Iran. 276 pp. (In Persian)

Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., Mohammad-Abadi A.A., and Mahdavi Damghani, A. 2009. Performance of saffron (*Crocus sativus* L.) under different planting patterns and high corm density. 3rd International Symposium on

www.SID.ir

Archive of SID

Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.

Mackey, M.E., Tommer, A., and Byth, E.D. 1981. The influence of photoperiod and plant density on yield of winter-grown Gladioli in Queensland. Scientia Horticulturae 14: 171-179.

Mohamad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghadam, P., and Sabori, A. 2007. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron in Mashhad conditions. Acta Horticulturae (ISHS) 739: 151-153.

Mollafilabi, A., and Shoorideh, H. 2009. The new methods of saffron production. 4th National Festival of Saffron, Khorasan-Razavi, Iran, 27-28 October.

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 Isfahan. Seed and Plant Journal 24: 643-657. (In Persian)

Sadeghi, B. 1993. Effect of corm weight on saffron flowering. Khorasan Research Organization for Science and Technology. 73pp. (In Persian)

Sampathu, S.R., Shivashankar, S., and Lewis, Y.S. 1984. Saffron (*Crocus sativus* L.) Cultivation, Processing, Chemistry and Standardization. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 20: 123-157.

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

Timmer, M.J.G., and Vandervalk, G.G.M. 1973. Effect of planting density on the number and weight of Tulip daughters bulbs. Scientia Horticulturae 1: 193-200.

Turhan, H., Kahriman, F., Egesel, C.O., 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: 2328-2332.

www.SID.ir