نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)

جلد پنجم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۶

شماره صفحه: ۵۲-۴۵

اثر نانو کلات آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.)

عصمت خاکسارنژاد[۱] و محمد ضابط[*۲]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

[*] نویسنده مسئول: E-mail: mzabet@birjand.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۳/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶/۰۳

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نانو کود کلات آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد زعفران، پژوهشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و سه تیمار به صورت صحرائی در مزارع چهار ساله در منطقه قاینات خراسان جنوبی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. تیمار کودی در سه سطح صفر، پنج و ده کیلوگرم در هکتار اعمال شد. بعد از اعمال تیمارها، صفات تعداد گل در ۵۰ گرم نمونه گل، تعداد کل گل در مترمربع، وزن تر و خشک کلاله و وزن تر گل‌ها در کل دوره یادداشت برداری شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/01$) بین سطوح مختلف کودی در تعداد گل در ۵۰ گرم، تعداد کل گل در مترمربع و وزن تر گل‌ها وجود داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات مختلف نشان داد که میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار کود نانو کلات آهن تأثیر معنی‌دار و مثبتی بر کلیه صفات داشت. با تجزیه همبستگی بین صفات مشخص شد تعداد کل گل‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات وزن تر و خشک کلاله و وزن تر گل‌ها داشت. نتایج تجزیه رگرسیون خطی نشان داد که صفت وزن تازه گل حدود ۷۷ درصد از کل تغییرات را توجیه نمود و نتایج این تجزیه با تجزیه همبستگی ساده مطابقت داشت؛ با این تفسیر که در تجزیه همبستگی نیز وزن خشک کلاله با وزن تر کلاله همبستگی مثبت و معنی‌دار (۱۰۰ درصد همبستگی) داشت. از آنجا که تاکنون کودهای کلاته آهن در مقیاس نانو و میکرو به لحاظ اثر بر عملکرد و رشد زعفران مقایسه نشد ه‌اند، این تحقیق با هدف ارزیابی اثر نانو کلات آهن بر عملکرد زعفران انجام گردید.

واژه‌های کلیدی: کلاله، گل، وزن تر، وزن خشک.

مقدمه

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. از خانواده زنبق، گیاهی علفی، چند ساله، بدون ساقه و کورم‌دار است. زعفران به عنوان گرانترین محصول کشاورزی و دارویی در جهان (Koocheki et al., 2011) دارای خواص درمانی؛ از جمله آرام‌بخشی و دارای اثر ضد سرطان و ضد التهاب می‌باشد (Abdullaev & Espinosa-Aguirre, 2004; Xi et al., 2007). ایران یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان زعفران در جهان است و حدود ۹۰ درصد از تولید این گیاه و بیش از ۸۴ درصد سطح زیر کشت زعفران در دنیا به ایران تعلق دارد (Koocheki, 2013) که بخش اعظم آن مربوط به نواحی مرکزی و جنوبی استان خراسان می‌باشد (Kafi et al., 2002). در حال حاضر محصول زعفران یکی از اقلام مهم صادراتی کشور محسوب می‌شود که تنها ۲۰ درصد آن در داخل مصرف و مابقی آن به سایر کشورهای جهان صادر می‌شود (Omidi et al., 2009; Paseban, 2006). میانگین عملکرد زعفران در واحد سطح در ایران به مراتب پایین‌تر از بسیاری از کشورهاست؛ با وجود این به نظر می‌رسد که با بهره‌گیری مناسب عوامل تولید، میانگین عملکرد زعفران به ۱۱ کیلوگرم در هکتار قابل افزایش باشد (Perme et al., 2010).

با افزایش تولید و توسعه صادرات زعفران به روش صحیح می‌توان درآمد ارزی قابل اطمینانی را برای کشور تأمین کرد (Rios et al., 1999). از طرفی روند افزایش تولید باعث برداشت بیشتر عناصر از خاک‌ها می‌شود که اگر به تأمین این عناصر در خاک توجه نشود، در کوتاه مدت خاک مزرعه فقیر از عناصر غذایی گشته و به تبع آن با کاهش تولید و کیفیت روبرو خواهیم شد.

آهن یکی از عناصر ضروری اما کم‌مصرف و کم‌تحرک برای گیاهان است. گیاهان در بین همه‌ی عناصر کم‌مصرف، بیشترین نیاز را به آهن دارند. آهن، بخشی از گروه کاتالیزوری بسیاری از آنزیم‌های اکسیداسیون و احیاء است و برای سنتز کلروفیل مورد نیاز است (Taiz & Zaygr, 2002)، نقش این عنصر در تثبیت ازت و فعالیت برخی آنزیم‌ها نظیر کاتالاز، پراکسیداز و سیتوکروم اکسیداز به خوبی مورد بررسی قرار گرفته است (Blakrishman, 2000; Ruiz et al., 2000). کاهش مخاطرات زیست محیطی ناشی از کودهای شیمیایی همگام با افزایش عملکرد گیاهان زراعی نیازمند به‌کارگیری تکنیک‌های نوین زراعی است (Omidi et al., 2009). با توجه به اثرات منفی مصرف نهاده‌های شیمیایی بر شاخص‌های کیفی خاک (Liu et al., 2010) استفاده از منابع کود آلی حائز اهمیت می‌باشد. یکی از مهم‌ترین کاربردهای فناوری نانو در زمینه‌ها و گرایش‌های مختلف کشاورزی در بخش آب و خاک، استفاده از نانو کودها برای تغذیه گیاهان می‌باشد (Rezaei et al., 2009). افزایش مقدار محصول در هکتار یا افزایش عملکرد، افزایش کیفیت محصول و رساندن هدفمند عناصر کم‌مصرف به بافت‌های مشخص به عنوان یکی از مهم‌ترین کاربردهای فناوری نانو در کشاورزی به جهت کاهش آلودگی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و مصرف بهینه کودهاست. بررسی‌های به عمل آمده در رابطه با مواد نانو ساختار یا نانو مقیاس به عنوان حامل کودی یا ناقل کنترل‌کننده‌ی رهاسازی به منظور ایجاد کودهای هوشمند نشان داد، فناوری نانو می‌تواند منشاء امیدواری‌های بسیاری در جهت عبور از محدودیت‌های تکنیکی موجود بر سر راه آزادسازی آرام و کنترل‌شده‌ی عناصر کودها باشد (Cui, 2006). با توجه به کمبود مواد آلی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور (Shirani et al., 2011) کاربرد کودهای آلی در زراعت زعفران می‌بایست مورد توجه باشد. استفاده از ۱۰ کیلوگرم کود در هکتار از کود کلاته آهن توانسته میزان عملکرد (وزن خشک کلاله) را تا ۰/۴۵ گرم (معادل ۱/۸ برابر) افزایش دهد (Razazy et al., 2010). نتایج نشان داد که جایگزینی کود آهن تهیه شده با فناوری نانو در مقایسه با کودهای آهن رایج در غلظت مناسب یا کمتر؛ می‌تواند سبب افزایش رشد کمی و کیفی گیاه ریحان شود (Paivandi et al., 2011). کاربرد اکسید آهن نانو نسبت به اکسید آهن معمولی در خاک افزایش معنی‌داری در غلظت آهن گیاه، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه داشت. متناسب با افزایش هر دو نوع اکسیدآهن، غلظت آهن، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه افزایش یافت که این افزایش معنی‌دار بود (Mazaheri-Niae et al., 2010). کاربرد تکنیک‌های جدید می‌تواند به زعفران ایران کمک کند تا در بازارهای جهانی با زعفران تولیدی سایر کشورها به رقابت بپردازد (Aghaee & Rezagholizadeh, 2011). در سال زراعی ۱۳۸۶،

خراسان رضوی و جنوبی به‌ترتیب با ۴۴۸۳۰ و ۳۳۲۸ هکتار، ۱۴۸/۵ و ۳۵/۸ تن زعفران تولید کردند (Mollafilabi & Shoorideh, 2010). متوسط عملکرد زعفران کشور مبین عملکرد و کارایی تولید پایین زعفران در مزارع ایران است. بنابراین یکی از مهم‌ترین مسائل برای افزایش کارایی استفاده از منابع موجود و افزایش عملکرد در واحد سطح، افزایش باروری خاک و استفاده بهینه از کودهای آلی و غیر آلی می‌باشد. در همین راستا هدف از اجرای این آزمایش بررسی تأثیر نانو کود کلاته بر عملکرد و اجزای عملکرد زعفران در راستای افزایش درآمد کشاورزان زعفران‌کار بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف نانو کود کلات آهن بر رشد و عملکرد زعفران، تحقیقی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه صحرائی شهرستان قاینات- خراسان جنوبی (جدول ۱) طی سال زراعی ۹۳-۹۲ انجام شد. تیمار مورد بررسی شامل سه سطح صفر، پنج و ۱۰ کیلوگرم در هکتار نانو کود کلات آهن بود. نانو کود حاوی نه درصد آهن کلاته قابل حل در آب به همراه عناصر اصلی کم‌مصرف همچون منگنز و روی بود. تیمار کودی به همراه آب آبیاری در طی سه مرحله اجرا شد. مرحله اول همزمان با اولین آبیاری در سال زراعی ۹۳-۹۲ و بعد از اتمام گلدهی طی دو مرحله (قبل از آبیاری) در سال زراعی در کرت‌های مربوطه اعمال گردید. به منظور بررسی اثر تیمارها بر عملکرد کمی زعفران، در طی دوره گلدهی از سطح ۷۵ متر مربع نمونه‌برداری انجام گرفت. صفات مورد بررسی شامل تعداد گل در ۵۰ گرم نمونه، تعداد کل گل در واحد سطح (مترمربع)، وزن تر و خشک کلاله و وزن تازه گل‌ها بود.

تجزیه آماری داده‌ها، شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (9.0)، تجزیه همبستگی داده‌ها و تجزیه رگرسیون خطی با استفاده از نرم‌افزار SPSS (16.0) و در نهایت رسم نمودارها از طریق Excel انجام گرفت. در تجزیه رگرسیون با توجه به همبستگی ۱۰۰ درصدی وزن تر با وزن خشک کلاله (عملکرد) این متغیر حذف شد.

جدول ۱. مشخصات اقلیمی مزرعه تحقیقاتی

Table 1. Climate specifications of research farm

بارندگی سالیانه (میلی‌متر) Annual rainfall (mm)	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude	ارتفاع از سطح دریا Altitude (m)	میانگین دمای سالیانه (درجه سانتی‌گراد) temperature (°C)	تبخیر سالیانه Annual evaporation (mm)
145.7	704005	3734754	1436	17	292.63

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف کودی در کلیه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). بین تیمارها در صفات تعداد گل‌ها در ۵۰ گرم نمونه، تعداد کل گل در واحد سطح و وزن گل‌ها اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد و در صفات وزن تر و خشک کلاله در سطح پنج درصد مشاهده شد. ضریب تغییرات (برآوردی از دقت آزمایش) در این بررسی در صفات وزن تر و خشک کلاله در بالاترین مقدار و در صفت تعداد کل گل در مترمربع در کمترین میزان قرار داشت.

مقایسه میانگین تیمارهای مختلف کودی نشان داد که وزن تر و خشک کلاله بالاترین مقدار عددی را در بیشترین میزان کود مصرفی (۱۰ کیلوگرم در هکتار) نشان دادند. سایر صفات نیز در میزان کود نهایی ۱۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار را داشتند (شکل ۱). تحقیقات نشان داد که کاربرد کود آهن بر وزن تر گل اثر گذار بوده؛ به‌طوری‌که با کاربرد پنج و ۱۰ کیلوگرم کود، وزن تر گل‌ها افزایش یافت. در بین تیمارهای آزمایش نانو کلات آهن باعث افزایش ۴۵ درصدی عملکرد کلاله تر نسبت به کلات آهن معمولی گردید، همچنین مقدار کود به شکل افزایشی این صفت را تحت تأثیر قرار داد؛ به نحوی که به‌ترتیب اعمال تیمار های کودی پنج کیلوگرم و

۱۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد به میزان ۴۰ و ۱۰۰ درصد عملکرد کلاله تر شد. این افزایش می‌تواند ناشی از تأثیر عنصر آهن در گل‌انگیزی بیشتر در خانواده زنبقیان باشد (Baghaii & Maleki-Farahane., 2013).

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه زعفران تحت سطوح مختلف کودی

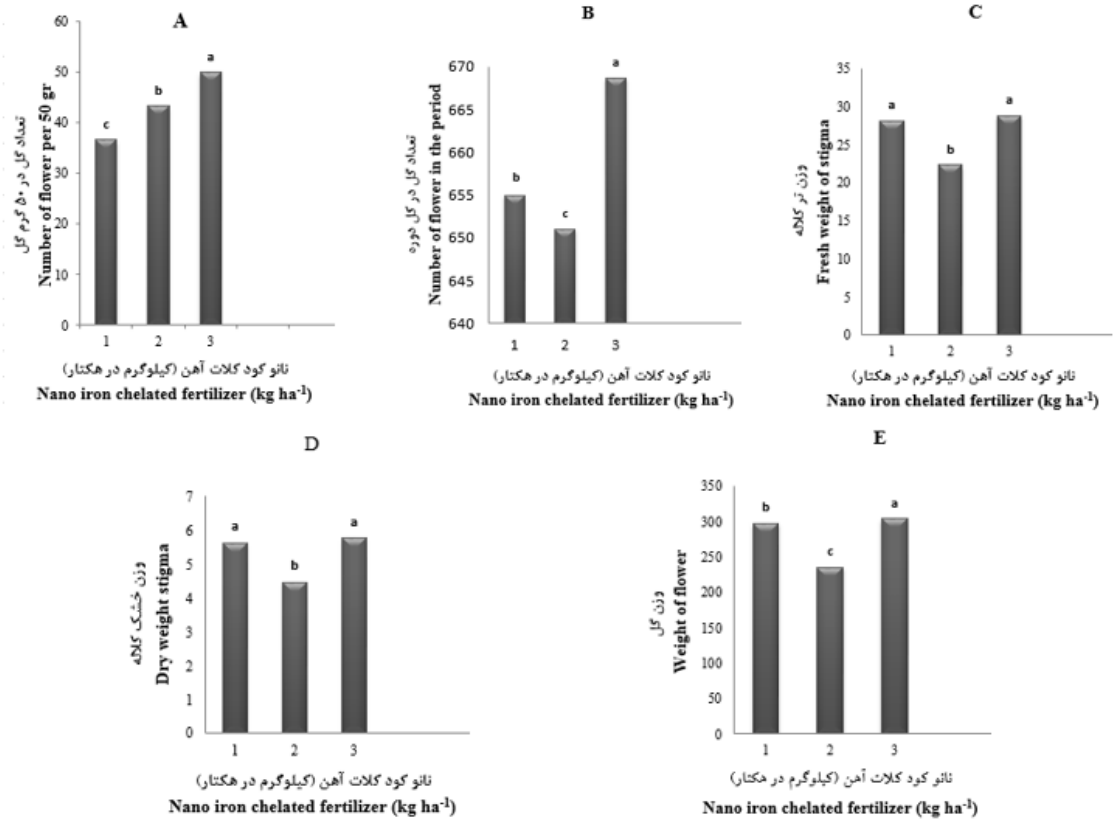
Table 2. Analysis of variance of studied traits of saffron under different fertilizer levels

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	تعداد گل در ۵۰ گرم Number of flower per 50 g	تعداد کل گل/مترمربع Number of flower/m^2	وزن تر کلاله Fresh Weight of stigma	وزن خشک کلاله Dry Weight of stigma	وزن گل Weight of flower
تکرار Replication	2	3.0 $^{n.s}$	5.4 $^{n.s}$	3.11 $^{n.s}$	0.12 $^{n.s}$	32.46 **
تیمار Treatment	2	133.3**	20541.4 **	38.3*	1.53 *	4259.41**
خطای آزمایش Error	4	1.83	1.94	5.06	0.2	1.74
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation	-	3.12	0.22	8.51	8.51	0.47

*, *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح 0.01 و 0.05؛ ns: عدم معنی‌داری

**, * Respectively significant at the Level 0.01 and 0.05; ns: not significant

عملکرد کلاله تر از مهم‌ترین اجزای عملکرد می‌باشد که ارزش اقتصادی محصول زعفران به آن وابسته است. استفاده از ۱۰ کیلوگرم کود در هکتار از کود کلاته آهن توانسته میزان عملکرد (وزن خشک کلاله) را تا ۰/۴۵ گرم (معادل ۱/۸ برابر) افزایش دهد (Razazy et al., 2010). در اینجا می‌توان به مزیت اقتصادی نانوکلات نیز پی برد. محققین دریافتند که فقیر بودن مزرعه از نظر محتوی آهن از یک طرف و کارایی نانوکلات در رهایش تدریجی از طرف دیگر به احتمال زیاد منجر به افزایش عملکرد گردیده است. همچنین اضافه نمودن به صورت نانو کلات و کلات آهن معمولی باعث افزایش عملکرد کلاله خشک شده که این نتایج با پژوهش حاضر مطابقت داشت (Zuo & Zhang, 2011). فراهمی عناصر غذایی از طریق تأثیر بر فرآیندهای رشد گیاه زراعی، می‌تواند موجب افزایش عملکرد گردد (Behdani et al., 2005). تعداد گل در نمونه ۵۰ گرم به‌ترتیب با افزایش در میزان کود مصرفی افزایش یافت. تعداد کل گل در واحد سطح نیز بیشترین مقدار را در تیمار کودی ۱۰ کیلوگرم در هکتار نشان داد. فراهمی عناصر به شکل مؤثری باعث افزایش تعداد گل می‌شود (Koocheki, et al., 2011) که مصداق نتایج حاضر است. بر خلاف نیاز کودی کم این گیاه، حدود ۱۶ تا ۸۰ درصد تغییرات عملکرد گل به متغیرهای مربوط به خاک وابسته است (Temperini et al., 2009). محققین دیگر نیز دریافتند تعداد گل در تیمار کاربرد ۱۰ کیلوگرم نانو کلات ۲۷ درصد بیشتر از تیمار کود کلات آهن معمولی بود. با افزایش مقدار هر دو نوع کود، عملکرد زعفران افزایش یافت و کاربرد ۱۰ کیلوگرم نانو کلات سبب افزایش وزن خشک کلاله (۵۹ درصد)، وزن تر گل (۶۹ درصد)، تعداد گل (۵۱ درصد)، تعداد برگ (۶۲ درصد) و طول برگ (۱۴درصد) نسبت به شاهد گردید. نتایج نشان داد که کود آهن با بنیان نانو نسبت به کلات آهن معمولی مؤثرتر می‌باشد، به‌نحوی که در بیشتر صفات تیمار پنج کیلوگرم نانو کلات معادل ۱۰ کیلوگرم کود کلات آهن معمولی می‌باشد (Baghaee & Maleki-Farahane, 2013).



شکل۱. اثر مصرف نانو کود کلات آهن (۰، ۵ و ۱۰ کیلوگرم درهکتار) بر صفات مورد مطالعه زعفران (A, B, C, D, E)

Figure 1. The effect of Nano iron chelated fertilizer (0, 5 and 10 kg ha^{-1}) on studied traits of saffron

تجزیه همبستگی صفات مورد مطالعه (جدول ۳) نشان داد که وزن خشک کلاله همبستگی مثبت و معنی‌داری را با وزن گل‌ها (وزن تازه گل) داشت. با توجه به نتایج نیز کاملاً مشهود است که تعداد گل در نمونه ۵۰ گرمی گل زعفران همبستگی مثبت و معنی‌داری را در سطح احتمال پنج درصد با وزن تر گل‌ها داشت. تعداد کل گل‌ها در واحد سطح (مترمربع) با وزن تر و خشک کلاله و وزن تر گل‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد. بررسی‌های امیدی و همکاران (۲۰۱۰)، همبستگی بالایی بین تعداد گل و وزن تر کلاله نشان داد به‌طوری‌که هرچه تعداد گل بیشتری حاصل گردد، عملکرد کلاله بیشتر نیز بدست خواهد آمد که با یافته‌های مطالعه حاضر نیز سازگار بود. وزن تر کلاله با وزن خشک کلاله و وزن گل‌ها در سطح یک درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد.

به منظور تعیین صفات مؤثر بر میزان عملکرد زعفران (وزن خشک کلاله) در سطوح مختلف کودی با در نظر گرفتن عملکرد زعفران به‌عنوان متغیر تابع و سایر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل از روش تجزیه رگرسیون خطی استفاده گردید (جدول ۴) تا ضمن تفکیک اثر هر کدام از صفات مورد بررسی بر تغییرات عملکرد، فاکتورهای دارای اهمیت کمتر حذف شود. صفت وزن تازه گل حدود ۷۷ درصد از کل تغییرات را توجیه نمود و نتایج این تجزیه با تجزیه همبستگی ساده مطابقت داشت؛ به‌طوری‌که در تجزیه همبستگی نیز وزن خشک کلاله با وزن تر کلاله همبستگی مثبت و معنی‌دار (۱۰۰ درصد همبستگی) داشت.

جدول۳. تجزیه همبستگی صفات مورد مطالعه رازیانه تحت سطوح مختلف کودی

Table 3. Correlation analysis of studied traits of saffron under different fertilizer levels

شماره صفات Number of Traits	1	2	3	4	6
1	1				
2	0.82	1			
3	0.13	0.86*	1		
4	0.13	0.86*	1.0**	1	
5	0.09*	0.99**	088**	0.88**	1

۱- تعداد گل در ۵۰ گرم ۲- تعداد کل گل در مترمربع ۳- وزن تر کلاله ۴- وزن خشک کلاله ۵- وزن گل

1- Number of flower per 50 g 2- total number of flower per m^2 3- Fresh weight of stigma 4- Dry weight of stigma 5- Weight of flower

جدول ۴. تجزیه رگرسیون خطی وزن گل

Table 4. Linear regression analysis of flower weight

صفات وارد شده به مدل Traits	ضریب رگرسیون Regression Coefficient	خطای استاندارد Standard Error	ضریب تبیین R^2	T	Sig
وزن گل Weight of flower	0.881	0.004	0.776	4.924	0.002

نتیجه‌گیری کلی

نتایج مقایسه میانگین صفات مورد نظر مصداق این مطلب بود که میزان بالاتر کود بر کلیه‌ی صفات اثر مثبت و معنی‌داری داشت. با تجزیه رگرسیون خطی نیز مشخص شد وزن تر گل‌ها بعد از عملکرد کلاله تر وارد مدل گردید و بیشترین تغییرات را نسبت به سایر صفات توجیه کرد. به‌طور کل مشخص شد اعمال کود نانو کلات آهن (۱۰ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد زعفران (وزن کلاله خشک) اثر مثبت و معنی‌داری داشته است؛ به‌طوری‌که در میزان کم این کود تفاوت چشمگیری با نمونه‌ی شاهد مشاهده نشد.

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 Detect. Prev. 28, 426–432.

Aghaee, M., and Rezagholizadeh, M., 2011. Assessment of comparative advantaging the production of saffron. J Dev Agri Eco. 25(1), 121-132. [In Persian with English Summary].

Anonymous the website of Company Khzra, http://khazra.persianblog.ir.

Baghaee, N., and Maleki-Farahane C., 2013. Compared with the basis of Nano and micro iron chelated fertilizer on quantitative yield and Assimilates allocation of crop saffron. Pub Saf Res. 2, 156-169.

Behdani, M.A., Koocheki A., Nassiri, M., Rezvani, P., 2005. Evaluation of quantitative relationships between saffron and nutrition (on farm trial). J Agri Res. 3(1), 1-14. [In Persian with English Summary].

Blakrishman, K., 2000. Peroxidase activity as an indicator of the iron deficiency banana Indian. J. Plant Physiol. 5, 389-391.

Cui, H.C., Sun, Q., Liu, J., and Gu, W., 2006. Applications of Nanotechnology in Agrochemical Formulation. Perspective, Challenges and Strategies, Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing, China. p. 1-6.

Kafi, M., Rushed Mohassel, M.H., Koocheki, A., Mollafilabi, A., 2002. Saffron (*Crocus sativus*

L.), Production and Processing. Center of excellence for agronomy. Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran, pp. 50-60. [In Persian].

Koocheki, A., Siahmarguee, A., Azizi G., and Jahani, M., 2011. The effect of high density and depth of planting on agronomic characteristic of Saffron (*Crocus sativus* L.) and corms behavior. J Agro Eco. 3, 36– 49. [In Persian with English abstract].

Koocheki A., 2013. Research on Production of Saffron in Iran: Past trend and Future. Saffron Agro & Tech. 1(1), 3-20.

Liu, E., Yan C., Mei, X., He W., Bing SH., Ding L., Liu S., and Fan T., 2010. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest. China. 158(3-4), 173-180.

Mazaheri-Nia, C., Asteraee, A., Fotovat, A., and monshe, A., 2010. Effect of iron oxide (nanoparticles and conventional) with Granulated sulfur in the iron concentration and wheat plant growth type Attila. Iran Agric Res. 5(8), 855-861.

Mollafilabi, A.A., Shoorideh, H., 2010. Modern methods of production of saffron. 4th National Festival of Iranian Saffron. Khorasan Province Zaveh, 27-28th Oct. [In Persian].

Omidi, H., Golzad, a., Torabi, H., and Fatokian, M.H., 2009. Effect of bio and chemical fertilizer on quality and quantity of saffron. J Med Plant. 2-88.

Paivandi, M., Parande, H., and Mirza, M., 2011. compared the impact of Nano iron chelated with iron chelate on growth parameters and antioxidant enzyme activity of *Ocimum Basilicum.* New J Cel and Mol Bio. 4, 1-12.

Paseban, F, 2006. Effective factors on exporting Iranian saffron. Eco Res. 6(2), 1 – 15.

Perme, Z., Mohebi, R., Nabizade, A., Hosseini, M.A., 2010. Export capacity and Target Bazaars of Iranian Saffron. J Sto Res Eco. 51, 59-95.

Razazy, A., Labbafi, M.R., F., Mehrabi, Z., Nazaran, M.H., and Khalaj, H., 2010. The impact of Nano iron chelated fertilizer on the yield of saffron. Crop Congress. Shahid Beheshti university. August 4-2. Pp. 1-3

Rezaei, R., Hosseini, S.M., Shabanali-Fami, H., and Safa, L., 2009. Identification and analysis of obstacles to the development of nanotechnology in the agricultural sector from the perspective of researchers. J of Sci and Tech, 1, 17-26.

Rios, J.L., Recio, M.C., Giner, R.M., and Manez, S., 1999. An update review of saffron and its active constituents. Phyto Res. 10, 189 – 193.

Ruiz, J.M., Baghour, M., Romers, L., 2000. Efficiency of the different genotypes of tomato in relation to foliar content of Fe and the response of some bio indicators. J Plant Nutr. 23, 1777-1786.

Shirani, H., Abolhasani Zeraatkar, M., Lakzian A., and Akhgar, A., 2011. Decomposition rate of municipal wastes compost, vermicompost, manure and pistaco compost in different soil texture and salinity in laboratory condition. J of Soi & Wat. 25, 93–84. (In Persian with English abstract).

Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. Plant Physiology. 3rd Ed., Sinauer Associates, Inc., Sunderland, USA.

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

Xi, L., Qian, Z., Xu, G., Zheng, Sh., 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. J of Nutr Bioc. 18, 64–72.

Zuo, Y., and Zhang, F., 2011. Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops. J Plant Soil. 339, 83-93.

Journal of Saffron Research (semi-annual)

Vol.5, No.1, Spring & Summer, 2017

p. 45-52

University of Birjand

The effect of Nano iron chelated on the yield and yield components of saffron (*Crocus sativus* L.) in South Khorasan

Esmat Khaksarnezhad[1] and Mohammad Zabet[2*]

1-Ms.student of plant breeding, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand

2- Associate Prof, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand

*Corresponding Author E-mail:mzabet@birjand.ac.ir

Received 2 June 2015; Accepted 25 August 2015

Abstract

In order to evaluate the effect of different levels of Nano iron chelated fertilizer on the yield and yield components of saffron a randomized complete block design with three replications and three treatments was conducted in a four-year-old farm in South Khorasan during 2013-2014. Fertilizer treatment included three levels (zero, five, and 10 kg/ha). After the treatment application, traits including, the number of flowers in 50 grams, total number of flowers per m^2, fresh and dry stigma weight and fresh flowers weight were measured. Analysis of variance showed a significant difference (P≤ 0/01) for the number of flowers per 50 gram, total number of flowers per m^2 and fresh flowers weight in different levels of fertilizer. Mean comparisons showed that the 10 kg of fertilizer had a positive and significant effect on all traits. Correlation analysis indicated a positive and significant correlation between the total number of flowers with fresh and dry stigma weight and fresh flower weight. The results of linear regression analysis showed that the trait of the fresh flower weight justified about 77 percent of the total variations and the results of this analysis were similar with simple correlation analysis. So, dry stigma weight had significant and positive correlation (correlation of 100%) with fresh sigma weight in correlation analysis. Because so far, Chelated iron fertilizer at the nanoscale and microscale in terms of the effect on saffron yield not compared, this study was conducted to evaluate the effect of Nano-iron on the yield of saffron.

Keywords: Dry Weight, Flower, Fresh Weight, Stigma.