نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷ ص. ۱۹۶-۱۸۱

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 6, No. 2, Summer 2018, P. 181-196
Archive of SID

اثر مدیریت تغذیه بر عملکرد گل و کلاله زعفران (*Crocus sativus* L.)

روشنک شهریاری[۱]، پرویز رضوانی مقدم[۲]*، محسن جهان[۳] و رضا خراسانی[۳]

تاریخ دریافت: ۲۴ اسفند ۱۳۹۴ **تاریخ پذیرش:** ۱۵ شهریور ۱۳۹۵

شهریاری، ر.، رضوانی مقدم. پ.، جهان، م.، و خراسانی، ر. ۱۳۹۷. اثر مدیریت تغذیه بر عملکرد گل و کلاله زعفران (*Crocus sativus* L.). زراعت و فناوری زعفران، ۶(۲): ۱۹۶-۱۸۱.

چکیده

این تحقیق باهدف مطالعه نقش سطوح مختلف عناصر غذایی و محلول‌پاشی آهن در بهبود عملکرد گل و کلاله زعفران (*Crocus sativus* L.) در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال‌های زراعی ۹۳-۹۰ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این پژوهش تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم (NPK) در سه سطح (۰-۰-۰، ۳۰-۱۵-۳۰ و۶۰-۳۰-۶۰)، ورمی‌کمپوست در دو سطح (صفر و ۴ تن در هکتار)، اسیدهیومیک در دو سطح (صفر و ۵ کیلوگرم در هکتار) و محلول‌پاشی آهن در دو سطح (صفر، ۰/۰۸ میکرو مول) بر خصوصیات کمی گل و کلاله شامل تعداد گل، وزن‌تر، وزن خشک گل، وزن‌تر و وزن خشک کلاله گیاه زعفران به مدت دو سال موردمطالعه قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی فاکتورهای آزمایش بر صفات کمی گل و کلاله گیاه زعفران معنی‌دار بود و باعث افزایش این صفات شد. بین سطوح مختلف کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و بالاترین سطح (۶۰-۳۰-۶۰) در مقایسه با سایر سطوح بیشترین تأثیر را بر تعداد گل (۱۶۵m^2) و وزن خشک کلاله (۱/۱۶$g.m^{-2}$) داشت. اثر متقابل کود شیمیایی با هر یک از فاکتورهای ورمی‌کمپوست، اسیدهیومیک و محلول‌پاشی آهن معنی‌دار بود و موجب بهبود تعداد گل در واحد سطح گردید و وزن خشک کلاله را در مقایسه با شاهد به ترتیب به میزان ۳/۳، ۳/۱ و ۲/۷ درصد افزایش داد. اثر متقابل ۳ گانه اسیدهیومیک، ورمی‌کمپوست و کودشیمیایی بر وزن خشک کلاله در واحد سطح معنی‌دار بود به‌طوری‌که بالاترین سطح کود شیمیایی (NPK) (۶۰-۳۰-۶۰) به همراه ورمی‌کمپوست و اسیدهیومیک بالاترین وزن خشک کلاله (۱/۴$g.m^{-2}$) را ایجاد کرد. اثر متقابل چهارگانه شامل سال، ورمی‌کمپوست، کود شیمیایی NPK و محلول‌پاشی آهن بر وزن خشک گل و همچنین وزن‌تر و خشک کلاله معنی‌دار بود ($p\leq0.05$) ، به‌طوری‌که وزن خشک کلاله در مقایسه با شاهد بهبود یافت. صفات کمی گل و کلاله در سال دوم در مقایسه با سال اول بیشتر بود.

کلمات کلیدی: اسید هیومیک، کود آلی، کود شیمیایی، عملکرد کلاله، ورمی‌کمپوست

۱- دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: rezvani@um.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2017.50067.1154

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) که بسیاری از پژوهشگران آن را بومی ایران می‌دانند گیاهی علفی، چندساله، نیمه گرمسیری و سرمادوست از تیره زنبقیان (Iridaceae) است (Mollafilabi & Shorideh, 2010). در طی ۴۰ سال گذشته سطح زیر کشت زعفران در کشور از حدود ۳۰۰۰ هکتار به ۸۰۰۰۰ هکتار و تولید آن از ۱۷ تن به ۲۱۳ تن در سال رسیده است (Sadeghi, 2012). از گذشته دور زعفران به‌عنوان گیاه دارویی و ادویه‌ای مهم و استراتژیک در ایران به دلیل طعم و رنگ ارزش فراوانی داشته است (Akhondzadeh, 2010) و ازجمله اقلام صادراتی مهم در کشور به‌شمار می‌رود (Omidi et al., 2009).

مدیریت تغذیه‌ای از اهمیت ویژه‌ای برخورداراست و از مؤثرترین راه‌کارهای زراعی به‌منظور افزایش عملکرد کمی و کیفی مواد مؤثره در گیاهان دارویی از جمله زعفران می‌باشد (Izadi et al., 2010). تغییرات عملکرد گل زعفران به میزان ۱۶ تا ۸۰ درصد به متغیرهای مربوط به خاک ازجمله میزان مواد آلی، فسفر قابل استفاده، نیتروژن معدنی و پتاسیم تبادلی وابسته است لذا استفاده از الگوی مناسبی از چگونگی مصرف بهینه کودها ضروری به‌نظر می‌رسد (Tempirini et al., 2009). عناصر غذایی از طریق تأثیر بر فرایندهای رشد گیاه زراعی می‌تواند موجب افزایش عملکرد گردد از این رو مقادیر مناسب کود نیتروژن و فسفر سبب بهبود رشد گیاه شده و توانایی گیاه زعفران را برای جذب تشعشع خورشیدی با توسعه سطح برگ افزایش خواهد داد (Behdani et al, 2005). رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) در آزمایشات خود بر گیاه زعفران بیان کردند که عملکرد گل زعفران در اثر استفاده از کود شیمیایی دلفارد افزایش یافت.

فراهانی و شاهوردی (Farahani & Shahrodi, 2015) گزارش کردند که کاربرد کلات آهن در هر دو شکل نانو کلات و کلات معمولی موجب افزایش عملکرد کلاله (حدود ۵۰ درصد) شد و اثر متقابل نوع و مقدار کود بر صفات وزن‌تر، تعداد گل، عملکرد تر و خشک کلاله، وزن بنه اصلی، تعداد بنه، تعداد برگ معنادار شده‌است. همچنین امیدی و همکاران (Omidi et al., 2009) تأثیر کود شیمیایی و زیستی بر عملکرد کمی و کیفی زعفران را بررسی کردند و نتایج نشان داد که تیمارهای کودی بر طول کلاله، طول برگ، تعداد برگ، عملکرد کلاله و خامه تأثیر معنی‌داری دارد.

جامی‌الاحمدی و همکاران (Jami Ahmadi et al., 2010) در مطالعه‌ای روی اکوسیستم‌های زراعی خراسان، یکی از علل برتری عملکرد گل زعفران را استفاده از کودهای آلی دانستند. ازآنجایی‌که زعفران یک محصول چندساله می‌باشد، سازگاری خوبی نسبت به کودهای آلی نشان می‌دهد. جهان و جهانی(Jahan & Jahani, 2007) گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی نقش مؤثری در افزایش تعداد گل و وزن کلاله خشک زعفران در واحد سطح دارد. ورمی‌کمپوست ازجمله مناسب‌ترین منابع آلی تغذیه گیاهی محسوب می‌شود (Arancon et al., 2004) به‌طوری‌که مناسب بودن ورمی-کمپوست برای مزارع زعفران بارها به اثبات رسیده است (Jahan & Jahani, 2007). رسولی و همکاران (Rasouli et al., 2015) نیز در آزمایش خود که در ارتباط با اثر سیستم‌های مختلف کود بر صفات کمی و کیفی زعفران بود بیان داشتند که استفاده از ورمی‌کمپوست وزن خشک کلاله را در مقایسه با شاهد بهبود بخشید.

برخی مطالعات نشان داده است که کاربرد مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل‌ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات

www.SID.ir

Archive of SID

فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند و همچنین به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (Samavat & Malakooti, 2005). اسیدهیومیک با کلات کردن عناصر ضروری باعث افزایش جذب آن‌ها شده و باروری خاک و عملکرد گیاهان را افزایش می‌دهد (Liu & Cooper, 2000). همچنین به‌واسطه نفوذپذیری، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کمپلکس کردن یون‌های فلزی، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی باعث مقاومت گیاه به خشکی می‌شود، بنابراین به‌طور مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند در رشد گیاه مؤثر واقع شود (Hayes & Clap, 2001). در بین عناصر کم‌مصرف، بیشترین نیاز گیاهان به آهن است که کمبود آن موجب از بین رفتن هم‌زمان کلروفیل و تخریب ساختمان کلروپلاست می‌شود (Zuo & Zhang, 2011) در واقع محلول‌پاشی آهن سبب دسترسی بهتر عناصرغذایی، افزایش فتوسنتز و ماده‌سازی در گیاه شده درنتیجه منجر به افزایش چشمگیر وزن‌تر و خشک کلاله می‌شود (Sadeghi, 2003).

با توجه به شاخص سطح برگ پایین (۱/۲۴) و عرض کم برگ‌ها در گیاه زعفران به نظر می‌رسد که این گیاه نتواند در جذب مواد غذایی به‌صورت محلول‌پاشی موفق عمل نماید، اما بنه‌های جوانی که تا انتهای بهمن‌ماه هرسال روی بنه‌های مادری به وجود می‌آیند فاقد ریشه بوده و برای ادامه فعالیت‌های خود تا زمانی که خواب و استراحت بنه شروع می‌شود تنها به برگ‌های خود متکی هستند که با عمل فتوسنتز و جذب برگی عناصر غذایی، آن‌ها را مورداستفاده قرار می‌دهند (Koocheki et al., 2006). حسینی (Hosseini, 2004) در بررسی اثر تغذیه برگی بر افزایش عملکرد زعفران عنوان کرد که مصرف یک‌بار کود مایع مخلوط (دارای عناصر نیتروژن، فسفر، پتاس، کلات‌های آهن، روی، منگنز و مس) با غلظت ۷ در هزار منجر به افزایش ۳۳٪ محصول گشته و تولید محصول مزارع سنتی را تا ۲ کیلوگرم در هکتار افزایش داد.

ازآنجا که مدیریت‌های به زراعی در جهت بهبود کیفیت و افزایش عملکرد محصول زعفران از اهمیت بالایی برخوردار است، این تحقیق باهدف مطالعه نقش عناصر غذایی در بهبود عملکرد گل و کلاله گیاه زعفران انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۹۳-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی ۸۹ ۲۸ و عرض جغرافیایی ۳۶ ۱۵ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) اجرا شد.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار عامل تغذیه‌ای شامل کود شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم (NPK)، ورمی‌کمپوست، اسیدهیومیک و محلول‌پاشی آهن در ۳ تکرار طراحی گردید.

فاکتورهای آزمایشی شامل کود شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم (NPK) در سه سطح (۰-۰-۰)، (۳۰-۱۵-۳۰)، (۶۰-۳۰-۶۰)، ورمی‌کمپوست در دو سطح صفر و ۴ تن در هکتار، اسیدهیومیک پودری (۸۰٪)، در دو سطح (صفر و ۵ کیلوگرم در هکتار) و محلول‌پاشی آهن (آهن ۱۳٪)، در دو سطح (صفر و ۰/۰۸ میکرو مولار و غلظت موردنظر آهن به همراه آب به حجم یک لیتر رسانده شد) اجرا گردید. قبل از اعمال تیمارها جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۱).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و کود ورمی‌کمپوست مورد آزمایش
Table 1- Results of physical and chemical properties of the soil in the experimental site

	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC	ماده آلی OM	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K
		ds. m^{-1}	درصد ٪		$mg.kg^{-1}$	
خاک Soil	8.6	1	0.62	658	5.11	350
ورمی کمپوست Vermicompost	7	1.1	40	0.09	1.3	1.2

با توجه به نتایج آنالیز خاک و نیاز غذایی زعفران، میزان عناصر در تغذیه خاکی و محلول‌پاشی تعیین گردید. به‌منظور اجرای آزمایش عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه و دیسک در اوایل شهریورماه سال ۹۱ انجام و پس از تسطیح زمین به‌وسیله لودر، کرت‌هایی به ابعاد ۱×۲ متر ایجاد شد. به دلیل کودی بودن ماهیت تیمارها و جلوگیری از اختلاط تیمارها باهم، بین هر کرت پشته‌هایی با عرض ۵۰ سانتی‌متر و بین تکرارها ۲ متر فاصله در نظر گرفته شد. بنه‌های تهیه‌شده از منطقه زاوه تربت‌حیدریه، بر اساس نقشه طرح و با تراکم ثابت ۱۰۰ بنه در مترمربع در ۳۱ شهریور ۹۱ کشت گردید. در داخل هر کرت فواصل ردیف‌های کشت ۱۰ سانتی‌متر و فواصل بین بوته‌ها ۱۰ سانتیمتر بود. اولین آبیاری بعد از کشت انجام شد و سپس عملیات سله شکنی صورت پذیرفت. آبیاری در طول فصل رشد و در ۵ مرحله (دو مرحله در تاریخ‌های۱۴مهر و ۱۵ آذر بعد از برداشت گل و سه مرحله بعد از محلول‌پاشی در اسفندماه انجام گرفت. کنترل علف‌های هرز از طریق وجین دستی انجام شد. در طول مراحل اجرای آزمایش هیچ‌گونه آفت‌کش یا علف-کش شیمیایی مورداستفاده قرار نگرفت. تغذیه خاکی پس از کاشت به‌صورت پخش کود شیمیایی (NPK) در سطح تمام کرت‌ها انجام گرفت. منابع کودی مورداستفاده شامل کودهای اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم و تغذیه برگی به‌صورت اسپری نمودن محلول آهن بر روی برگ‌های زعفران به میزان ۱۰۰ سی‌سی در مترمربع (Hosseini et al., 2004) انجام شد. محلول‌پاشی توسط سم‌پاش پشتی (بادی ۲۰ لیتری) در سه مرحله اوایل اسفند (۳ اسفند)، اواسط اسفند (۱۶ اسفند) و اواخر اسفند (۲۸ اسفند) انجام شد. در سال دوم و سوم تمامی مواد غذایی همانند سال اول در تاریخ و مقادیر مشابه اعمال گردید. ظهور گل‌های زعفران در تاریخ ۱۲ آبان سال ۹۲ و ۱۸ آبان سال ۱۳۹۳ رخ داد و گلدهی به مدت یک‌ماه پس از ظهور اولین گل‌ها تداوم یافت. به‌طوری‌که در طول این مدت ۱۱ بار چیدن گل‌ها انجام شد.گل‌ها هر ۲ روز یک‌بار جمع‌آوری‌شده و صفات تعداد گل، وزن‌تر و خشک گل و وزن‌تر و خشک کلاله زعفران برای هر چین به‌طور جداگانه اندازه‌گیری و درنهایت اطلاعات صفات موردبررسی در واحد سطح تعیین شد.

به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌های حاصل از آزمایش از نرم‌افزار SAS ver 9.1 استفاده شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر مقایسه شدند. برای رسم اشکال مربوطه از نرم‌افزار Excel 2016 استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به اینکه اطلاعات گل در سال کشت از نظر علمی قابل‌قبول نیست، لذا در این مقاله از اطلاعات سال دوم و سوم پس از کاشت استفاده شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که فاکتورهای موردمطالعه شامل NPK، اسیدهیومیک و ورمی-کمپوست بر همه شاخص‌های کمی گل زعفران شامل تعداد گل، وزن‌تر و خشک گل و وزن‌تر و خشک کلاله در واحد سطح

www.SID.ir

Archive of SID

و در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود، درحالی‌که محلول‌پاشی آهن (به‌جز وزن‌تر گل که معنی‌دار نبود) بر صفات وزن خشک گل و وزن‌تر کلاله در سطح احتمال ۵٪ و برای صفات تعداد گل و وزن خشک کلاله در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول۲).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطح NPK صفات کمّی گل افزایش یافت اما در سطوح ۶۰-۳۰-۶۰ و ۳۰-۱۵-۳۰ وزن‌تر و خشک گل تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. با افزایش مقدار مصرف کود از ۰-۰-۰ به ۶۰-۳۰-۶۰ تعداد گل از ۵۸/۴۲ به ۱۶۵/۴۲، (۱/۸۳ برابر) وزن‌تر گل از ۲۰/۱ به ۴۳/۴۷ (گرم بر مترمربع) (۱/۱۶ برابر) و وزن کلاله خشک از ۰/۴۷ به ۱/۱۶ (گرم بر مترمربع) (۱/۴۶ برابر) افزایش یافت (جدول ۳). به نظر می‌رسد با افزایش مقدار مصرف کود، دسترسی ریشه به مواد غذایی موردنیاز بهبود یافت. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011) اظهار داشتند که با افزایش میزان مصرف کود کامل (NPK)، عملکرد گل افزایش یافت، زیرا عناصر غذایی موردنیاز گیاه را فراهم می‌کند درنتیجه تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های رشد و عملکرد زعفران دارد. از طرفی تمپرینی و همکاران (Tempirini et al., 2009) نیز بیان کردند که برخلاف نیاز کودی کم گیاه زعفران، در حدود ۱۶ تا ۸۰ درصد تغییرات عملکرد گل به تأمین عناصر نیتروژن و فسفر وابسته می‌باشد و استفاده از کودهای شیمیایی ضمن افزایش عملکرد، منجر به بهبود کیفیت زعفران می‌گردد (Amiri, 2008; Omidi et al.,2009). بهدانی و همکاران (Behdani et al., 2004) و حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2004) نیز در آزمایشات خود به رابطه مثبت بین کود شیمیایی و عملکرد در گیاه زعفران اشاره کرده‌اند.

بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد استفاده از ورمی-کمپوست به میزان ۴ تن در هکتار در مقایسه با شاهد باعث افزایش تعداد و وزن خشک و تر گل و کلاله زعفران شد به‌طوری‌که تعداد گل از ۱۱۰/۳۶ به ۱۲۸/۱ عدد (۱۶ درصد) و وزن خشک کلاله (گرم بر مترمربع) (۳۸/۸ درصد) افزایش یافت (جدول ۳). به نظر می‌رسد از آنجاکه ورمی‌کمپوست به لحاظ کیفی سرشار از مواد هیومیک، ویتامین، هورمون‌های محرک رشد، آنزیم‌ها و عناصر قابل‌جذب می‌باشد و آزادسازی این مواد به‌صورت تدریجی و در طول رشد زعفران صورت می‌پذیرد می‌تواند بر روی خصوصیات گل زعفران تأثیر مثبت داشته باشد (Krishnamoorthy et al., 1986).

استفاده از اسیدهیومیک در مقایسه با شاهد باعث افزایش معنی‌دار همه صفات کمی گل گردید (جدول۳). یکی از ویژگی-های اسید هیومیک تحریک تجمع نیتروژن و تحریک جذب عناصر غذایی از طریق احیاکنندگی، کلات کنندگی و حفظ نفوذ-پذیری غشا می‌باشد (Chen & Aviad, 1990; Sanches Govin et al., 2005). در نتیجه اسیدهیومیک باعث افزایش جذب عناصر غذایی ضروری شده و باروری خاک و عملکرد گیاهان را افزایش می‌دهد (Liu & Cooper., 2000). از طرفی اسید هیومیک از طریق افزایش متابولیسم میکروارگانیسم‌های خاک باعث بهبود وضعیت فیزیکی خاک می‌گردد (Sabzevari et al., 2011). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) در آزمایشی که بر روی اثر اسیدهیومیک بر رشد و عملکرد زعفران انجام دادند گزارش کردند که استفاده از سطوح مختلف اسیدهیومیک بر بهبود شاخص‌های رشد و عملکرد زعفران اثرات مثبتی داشت و در تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک، مقدار شاخص‌های تعداد گل در واحد سطح، عملکرد گل و عملکرد کلاله خشک به ترتیب به میزان ۹، ۱۸، ۴۱، ۳۳، ۴۳ و ۵۵ درصد بیشتر از تیمار عدم مصرف اسید-هیومیک بود. محلول‌پاشی آهن تعداد، وزن خشک و تر کلاله و وزن خشک گل را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش داد، درحالی‌که وزن‌تر گل تحت تأثیر محلول‌پاشی آهن قرار نگرفت (جدول۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های موردمطالعه زعفران تحت تأثیر مدیریت تغذیه

Table 2- Variance analysis for saffron characteristics affected by nutrient management

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares				
		وزن‌تر گل Flower fresh weight	وزن خشک گل Flower dry weight	وزن‌تر کلاله Stigma fresh weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight	تعداد گل Number of flower
تکرار (R)	2	777.28 **	50.74 **	71.99 **	1.0 **	73.18 **
کود NPK (F) Fertilizer	2	8231.6 **	384.99 **	270.16 **	6.09 **	145088.06 **
ورمی کمپوست (V) Vermicompost	1	3511.16 **	176.85 **	84.75 **	2.72 **	11324.51 **
اسید هیومیک (H) Humic asid	1	1340.9 **	30.34 **	20.89 **	0.67 **	2853.34 **
کود آهن (Fe) Fertilizer	1	14.89 ns	8.63 *	8.69 *	0.24 **	1412.5 **
F*V	2	995.08 **	18.91 **	8.69 *	0.19 **	518.63 *
F*H	2	315.97 *	6.21 *	7.3 *	0.6 *	765.46 *
F*Fe	2	391.59 *	5.54 *	6.09 *	0.114 *	633.7 *
V*H	1	70.44 ns	3.19 ns	2 ns	0.07 ns	6.67 ns
V*Fe	1	230.33 ns	5.69 ns	1.97 ns	0.07 ns	11.67 ns
H*Fe	1	927.41 **	9.2 *	11.62 *	0.22 **	2.51 ns
F*V*H	2	92.7 ns	1.61 ns	0.91 ns	0.08 *	158.34 ns
F*V*Fe	2	135.37ns	2.73 ns	0.72 ns	0.03 ns	8.13 ns
V*H*Fe	2	27.61 ns	4.19 ns	7.83 *	0.11 *	12.84 ns
F*V*H*Fe	4	115.86 ns	2.53 ns	0.18 ns	0.4 ns	45.65 ns
خطای اول (Error 1)	46	88.18	1.47	1.73	0.02	132.0
سال (Y) Year	1	15523.9 **	734.14 **	750.16 **	13.98 **	470253.06 **
Y*F	2	513.39 **	33.19 **	50.14 **	0.58 **	42992.44 **
Y*V	1	6.89 ns	3.24 ns	0.034 ns	0.02 ns	1050.84 **
Y*H	1	13.59 ns	2.38 ns	2.61 ns	0.04 ns	770.06 *
Y*FE	1	6.23 ns	7.09 *	3.87 ns	0.17 *	24.17 ns
Y*F*V	2	59.28 ns	3.69 ns	1.71 ns	0.22 ns	650.09 *
Y*F*H	2	180.33 ns	2.61 ns	2.56 ns	0.06 ns	342.06 ns
Y*F*FE	2	23.2 ns	4.58 ns	1.26 ns	0.08 *	93.8 ns
Y*V*H	1	1.55 ns	1.58 ns	1.08 ns	0.04 ns	1.56 ns
Y*V*FE	1	99.10 ns	4.62 ns	1.25 ns	0.09 ns	68.06 ns
Y*H*FE	1	80.91 ns	0.91 ns	1.25 ns	0.13 ns	9.5 ns
Y*F*V*H	2	15.48 ns	0.25 ns	0.13 ns	0.007 ns	65.69 ns
Y*F*V*FE	2	92.21 ns	8.21 **	7.47 *	0.156 *	64.56 ns
Y*V*H*FE	1	123.87 ns	0.17 ns	2.5 ns	0.003 ns	237.67 ns
Y*F*V*H*FE	4	94.81 ns	1.44 ns	2.73 ns	0.033 ns	127.65 ns
سال × تکرار Replication× year	2	152.49 ns	6.24 *	46.39 **	0.03 ns	89.77 ns
خطای دوم (Error 2)	46	49.97	1.47	2.6	0.02	183.75
کل (Total)	143					
ضریب تبیین R-square		0.91	0.97	0.96	0.97	0.99
ضریب تغییرات (C.V.) (%)		26.68	19.17	25.29	18.11	9.6

** و * : به‌ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن در سطوح احتمال یک و پنج درصد و ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار می باشد.

Ns, * and ** non- significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

ازآنجاکه محلول‌پاشی برگ‌ها یک‌راه کمکی جذب مواد غذایی است می‌تواند باعث افزایش جذب مواد غذایی شده و به همین علت صفات کمی را در زعفران بهبود می‌بخشد. حسن‌زاده و محلوجی (Hassanzadeh & Mahlouji, 2013)، خراسانی و همکاران (Khorasani et al., 2013) و اکبریان و همکاران (Akbarian et al., 2012) نیز گزارش کردند که محلول‌پاشی عناصر غذایی در خصوصیات رشدی زعفران تأثیر مثبتی داشت. علی‌رغم نتایج به‌دست‌آمده، اسدی و همکاران (Asadi et al., 2014) در آزمایشی در زعفران نشان دادند که محلول‌پاشی عناصر غذایی بر تعداد، وزن خشک و ترگل و کلاله زعفران تأثیر معنی‌داری نداشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی مدیریت تغذیه بر برخی از خصوصیات کمی گل زعفران

Table 3- Mean comparison for main effect of nutrient management on quantitative characteristics of saffron flower

تیمارها Treatments	وزن‌تر گل Flower fresh weight	وزن خشک گل Flower dry weight	وزن‌تر کلاله Stigma fresh weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight	تعداد گل (تعداد در مترمربع) Flower number (No. m^{-2})
	($g.m^{-2}$)				
کود NPK (F) Fertilizer					
(F0) 0-0-0	20.1[b]	3.07[b]	2.76[c]	0.47[c]	58.42[c]
(F1) 30-15-30	42.2[a]	7.9[a]	5.39[b]	0.95[b]	133.85[b]
(F2) 60-30-60	43.47[a]	8.1[a]	7.5[a]	1.16[a]	165.42[a]
ورمی کمپوست (V) Vermicompost					
(V1) (0 $t.ha^{-1}$)	30.26[b]	5.24[b]	4.45[b]	0.72[b]	110.36[b]
(V2) (4 $t.ha^{-1}$)	40.14[a]	7.45[a]	5.99[a]	1[a]	128.1[a]
اسید هیومیک(H) Acid Humic					
(H0) 0 $kg.ha^{-1}$	32.15[b]	5.88[b]	4.83[b]	0.79[b]	114.78[b]
(H1) 5 $kg.ha^{-1}$	38.25[a]	6.8[a]	5.59[a]	0.92[a]	123.68[a]
محلول‌پاشی آهن (Fe) Spraying					
(Fe0) 0 µmol	34.88[a]	6.1[b]	4.97[b]	0.82[b]	116.09[b]
0.008 µmol (Fe1)	35.52[a]	6.6[a]	5.46[a]	0.9[a]	122.36[a]
سن مزرعه Farm year					
سال دوم The 1st year	24.81[b]	4.08[b]	2.93[b]	0.54[b]	62.08[b]
سال سوم The 2nd year	45.58[a]	8.6[a]	7.5[a]	1.17[a]	176.38[a]

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر مبنای آزمون LSD ندارند.

*Mean with the same letters in each column and for each factor haven't significant difference according to LSD test ($p \leq 0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه میانگین اثرات سال بر همه صفات گل زعفران معنی‌دار بود (جدول ۳). تمامی ویژگی‌های کمی و کیفی گل در سال سوم نسبت به سال دوم بیشتر بودندگیاهان چندساله معمولاً سال اول را صرف استقرار و انطباق با محیط می‌کنند و در سال-های بعد انرژی بیشتری را برای افزایش زیست توده و رشد زایشی اختصاص می‌دهند (Koocheki et al., 2011).

جدول تجزیه وایانس نشان داد که اثر متقابل کود NPK و ورمی‌کمپوست بر صفات تعداد گل، وزن‌تر و خشک گل و کلاله معنی‌دار بود (جدول۲). بیشترین وزن‌تر و خشک‌گل از ترکیب NPK (۳۰-۱۵-۳۰) و NPK (۶۰-۳۰-۶۰) به همراه ۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند اما بالاترین تعدادگل (۱۷۲/۸ در مترمربع)، وزن‌تر کلاله (۸/۲۸ گرم در مترمربع) و وزن خشک کلاله (۱/۳ گرم در مترمربع) در سطح NPK (۶۰-۳۰-۶۰) و به همراه ورمی کمپوست مشاهده شد (جدول ۴). نیکبخت و همکاران (Nikbakht et al., 2008) دریافتند که اثر متقابل فسفر و اسید هیومیک اثر معنی‌دار و مثبتی بر صفات کمی و کیفی گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) داشت همچنین گزارش کردند که اثر متقابل ورمی‌کمپوست و کودشیمیایی باعث افزایش وزن خشک گل در گیاه سرخارگل (*Echinacea angustifolia* L.) شد. به نظر می‌رسد که ورمی کمپوست باعث بهبود شرایط فیزیکی و ساختمان خاک، حفظ رطوبت و افزایش تبادل ظرفیت کاتیونی خاک شده و ضمن اینکه بستر مناسبی برای رشد ریشه فراهم کرده است، در نتیجه باعث افزایش جذب کودهای شیمیایی شده که درنهایت افزایش عملکرد را به همراه داشته است. رضوی‌نیا و همکاران (Razavinia et al., 2015) گزارش کردند که مصرف توأم کودهای شیمیایی نیتروژنه و ورمی کمپوست در گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) منجر به افزایش عملکرد گل و اسانس گیاه گردید.

همچنین جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل کود NPK با اسیدهیومیک و همچنین با محلول‌پاشی آهن بر تمامی صفات کمی گل معنی‌دار بود (جدول۲). در بررسی اثر متقابل کود NPK با اسید هیومیک، با افزایش سطح NPK به میزان (۶۰-۳۰-۶۰) و همچنین استفاده از اسید هیومیک (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) همه صفات کمی گل افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین تعداد گل (۱۶۷/۳ در مترمربع)، وزن‌تر (۴۷/۱۶ گرم در مترمربع) و خشک گل (۸/۵۹ گرم در مترمربع)، وزن‌تر (۷/۸ گرم در مترمربع) و خشک کلاله (۱/۲۴ گرم در مترمربع) در این تیمار و کمترین آن در شاهد مشاهده شد (جدول ۴). اشرف و همکاران (Ashraf et al., 2001)، دنگ و همکاران (Dang et al., 2006) و حاجی سید هادی و همکاران (Haj Seyed Hadi et al., 2015) گزارش کردند مصرف توأم کودهای آلی و شیمیایی نیتروژنه به ترتیب در گیاهان ذرت (*Zea mays*) و بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) تأمین عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه سبب افزایش سبزینگی و وزن‌تر گیاه شد. علی و همکاران (Ali et al., 2014) در آزمایش خود بر گیاه لاله (*Tulipa gesneriana*) بیان داشتند که تلفیق کود شیمیایی NPK و اسیدهیومیک بیشترین تأثیر را بر وزن خشک و تر گل داشت و همچنین آتیه و همکاران (Atiyeh et al., 2002) گزارش کردند که جذب موادغذایی به‌خصوص ازت، فسفر همراه با اسید هیومیک در گیاهان گوجه‌فرنگی و خیار تشدید شد.

در بررسی ترکیب NPK و محلول‌پاشی آهن بالاترین میزان شاخص‌های مورد بررسی گل زعفران در سطح سوم NPK (۶۰-۳۰-۶۰) و استفاده از محلول‌پاشی آهن مشاهده‌گردید (جدول۴). به‌نظر می‌رسد ازآنجاکه آهن یکی از عناصر اصلی در ترکیبات کلروپلاست گیاه می‌باشد سبزینگی برگ را افزایش داده

www.SID.ir

Archive of SID

در نتیجه طول دوره فتوسنتز در گیاه را افزایش می‌دهد و بدین طریق احتمالاً میزان مواد انتقالی به بنه‌ها افزایش و درنهایت بنه‌ها توانایی بیشتری برای تولید گل و کلاله خواهند داشت. در واقع محلول‌پاشی آهن سبب دسترسی بهتر عناصر غذایی، افزایش فتوسنتز و ماده سازی در گیاه شده (Zuo & Zhang, 2011) در نتیجه منجر به افزایش چشم‌گیر وزن‌تر و خشک کلاله می‌شود (Sadeghi, 2003). اثر متقابل ۳ گانه NPK، اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست نیز فقط بر وزن خشک کلاله معنی‌دار بود (شکل۱) بررسی اثر متقابل سال و کود NPK بر خصوصیات کمی گل زعفران نشان داد که تعداد و وزن خشک و تر گل و کلاله در سال سوم نسبت سال دوم، بیشتر بود (جدول۴) .

جدول ٤- اثرات متقابل مدیریت تغذیه‌ای بر برخی خصوصیات کمی گل زعفران

Table 4- Interaction effects of nutrient management on some quantitative characteristics of saffron flower

تیمارها Treatments		وزن‌تر گل Flower fresh weight	وزن خشک گل Flower dry weight	وزن‌تر کلاله Stigma fresh weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight	تعداد گل Number of flower
		($g.m^{-2}$)				
کود NPK × ورمی کمپوست NPK × Vermicompost (V) fertilizer (F)						
0-0-0 (F0)	(V0) 0 $t.ha^{-1}$	16.67^{d}	2.58^{e}	2.42^{d}	0.39^{f}	50.5^{f}
	(V1) 4 $t.ha^{-1}$	23.53^{c}	3.57^{d}	3.1^{d}	0.54^{e}	66.3^{e}
30-15-30 (F1)	(V0) 0 $t.ha^{-1}$	35.81^{b}	6.16^{c}	4.2^{c}	0.75^{d}	122.54^{d}
	(V1) 4 $t.ha^{-1}$	48.24^{a}	9.65^{a}	6.57^{b}	1.15^{b}	145.2^{c}
60-30-60 (F2)	(V0) 0 $t.ha^{-1}$	38.3^{b}	6.98^{b}	6.72^{b}	1.01^{c}	158.1^{b}
	(V1) 4 $t.ha^{-1}$	48.64^{a}	9.13^{a}	8.28^{a}	1.3^{a}	172.8^{a}
کود NPK × اسید هیومیک Acid Humic × NPK fertilizer(F) (H)						
0-0-0 (F0)	(H0) 0 $kg.ha^{-1}$	17.18^{d}	2.65^{d}	2.38^{d}	0.4^{e}	53.54^{e}
	(H1) 5kg ha^{-1}	23^{c}	3.5^{c}	3.14^{d}	0.5^{d}	63.29^{d}
30-15-30 (F1)	(H0) 0 kg. ha^{-1}	39.46^{b}	7.48^{b}	4.92^{c}	0.89^{c}	127.29^{c}
	(H1) 10 kg. ha^{-1}	44.58^{a}	8.3^{a}	5.84^{b}	1^{b}	140.42^{b}
60-30-60 (F2)	(H0) 0 kg. ha^{-1}	39.46^{b}	7.52^{b}	7.19^{a}	1^{b}	163.5^{a}
	(H1) 5kg. ha^{-1}	47.16^{a}	8.59^{a}	7.8^{a}	1.24^{a}	167.3^{a}
کود NPK × محلول پاشی آهن Fe sprying NPK fertilizer (F) ×						
0-0-0 (F0)	(Fe0) 0.08 µmol	19.4^{c}	3.03^{c}	2.84^{d}	0.46^{d}	55.79^{d}
	(Fe1) µmol	20.78^{c}	3.11^{c}	2.68^{d}	0.47^{d}	61.04^{d}
30-15-30 (F1)	(Fe0) 0.08 µmol	40.8^{b}	7.81^{b}	5.15^{c}	0.93^{c}	129.71^{c}
	(Fe1) 0.08 µmol	43.23^{ab}	7.99^{ab}	5.6^{c}	0.98^{c}	138^{b}
(F2)60-30-60	(Fe0) 0.08 µmol	41.98^{ab}	7.46^{b}	6.92^{b}	1.06^{b}	162.8^{a}
	(Fe1) 0.08 µmol	44.95^{a}	8.65^{a}	8.07^{a}	1.26^{a}	168^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر فاکتور اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر مبنای آزمون LSD ندارند.

*Mean with the same letters in each column and for each factor haven't significant difference according to LSD test ($p \leq 0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵-اثرات متقابل دوگانه سال و کود NPK بر برخی از خصوصیات کمی گل زعفران

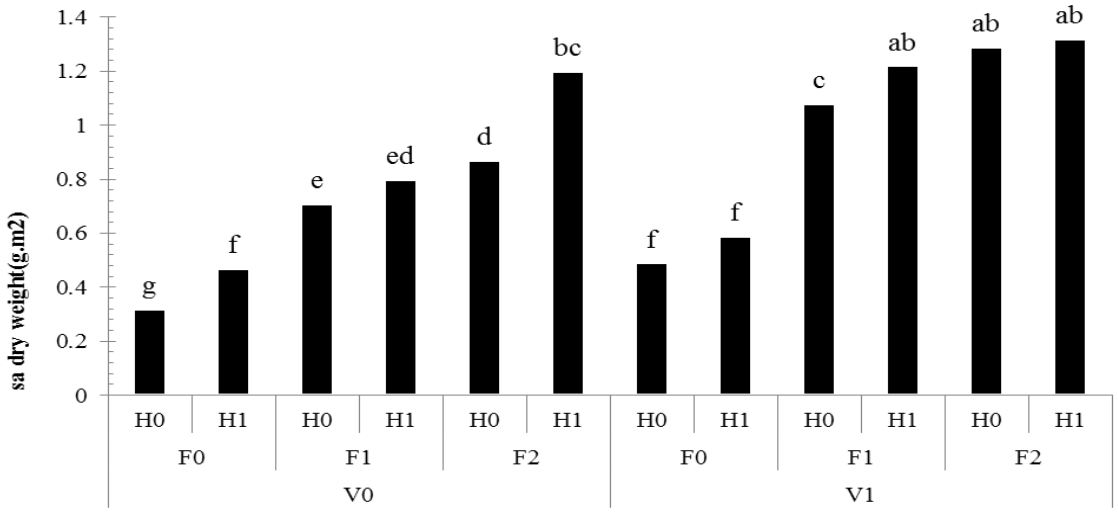
Table 5- Interaction of year and NPK on of some quantitative characteristics of saffron flower

سال Year	کود NPK Fertilizer (F)	وزن‌تر گل Flower fresh weight	وزن خشک گل Flower dry weight	وزن‌تر کلاله Stigma fresh weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight	تعداد گل Number of flower
		($g.m^{-2}$)				
سال دوم The 2st Year	(F0)0-0-0	13.47^{c}	1.76^{d}	1.42^{e}	0.26^{e}	34.5^{e}
	30-15-30 (F1)	30.16^{b}	5.35^{b}	3.25^{d}	0.64^{d}	68.5^{d}
	60-30-60 (F2)	30.82^{b}	5.15^{b}	4.13^{c}	0.74^{cd}	83.3^{c}
سال سوم The 3rd Year	(F0) 0-0-0	26.73^{b}	4.39^{c}	4.1^{c}	0.67^{c}	82.4^{c}
	30-15-30 (F1)	53.88^{a}	10.45^{a}	7.53^{b}	1.27^{b}	199.3^{b}
	60-30-60 (F2)	56.12^{a}	10.96^{a}	10.86^{a}	1.58^{a}	247.5^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر فاکتور اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر مبنای آزمون LSD ندارند.

*Mean with the same letters in each column and for each factor haven't significant difference according to LSD test ($p\leq0.05$).

در سال سوم صفات کمی گل در سطح **NPK** (۶۰-۳۰-۶۰) در مقایسه سطح **NPK** (۳۰-۱۵-۳۰) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طوری‌که تعدادگل (۲۴ درصد)، وزن‌خشک کلاله (۲۴ درصد)، و وزن‌تر کلاله (۴۴ درصد)، افزایش داشت. همچنین اثر متقابل سال و ورمی‌کمپوست نشان داد که گیاه زعفران در سال سوم در مقایسه با سال دوم از تعداد گل بیشتری برخوردار بود (شکل۲). از آنجا که سرعت کُند آزاد شدن عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست، مطابق با رشد گیاه زعفران است به نظر می‌رسد که تأثیر ورمی‌کمپوست بر صفات کمی گل در سال سوم در مقایسه با سال دوم بیش‌تر باشد (Shi Wei & Fu Zhen, 1991).

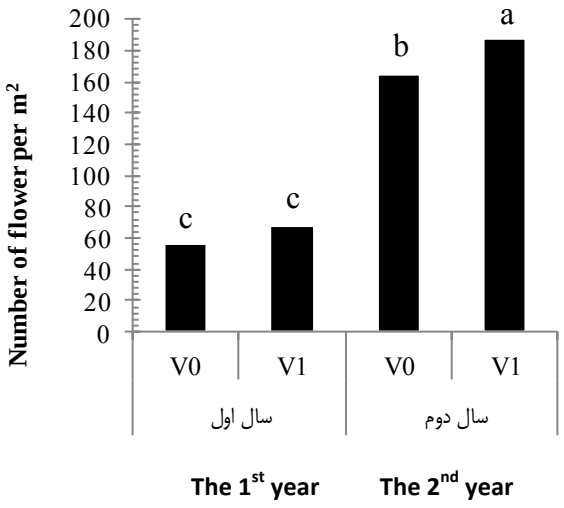


شکل ۱- اثر متقابل ورمی‌کمپوست (V0: شاهد، V1: ٤ تن در هکتار)، کود شیمیایی NPK (F0: شاهد، F1: ۳۰-۱۵-۳۰ و F2: ٦۰-۳۰-٦۰) و اسید هیومیک (H0: شاهد، H1: ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر وزن خشک کلاله زعفران

Figure 1- Interaction effects of vermicompost (V0: control, V1: 4t.ha^{-1}) NPK (F0: control, F1: 30-15-30, F2: 60-30-60) and humic-acid (H0: control, V1: 500 kg.ha^{-1}) on saffron stigma dry weight.

www.SID.ir

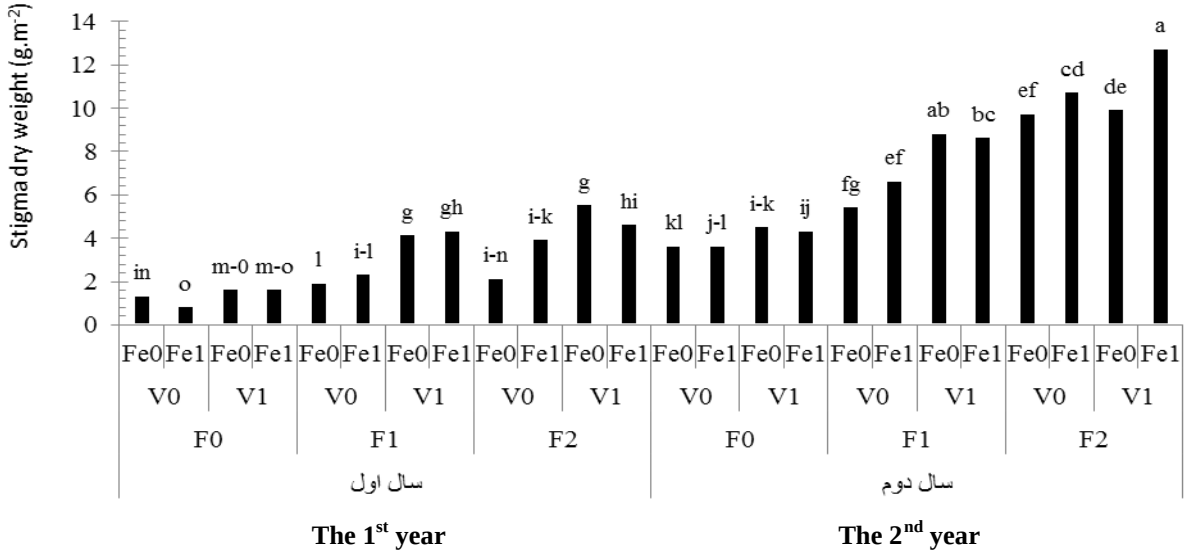
Archive of SID



شکل ۲- اثر متقابل سال و ورمی کمپوست (V0: شاهد، V1: ٤ تن در هکتار) بر تعداد گل زعفران

Figure 2- Interaction effects of year and vermicompost (V0: control, V14 t.ha^{-1}) on number of saffron flower.

بر طبق جدول تجزیه واریانس اثر متقابل ۴ گانه سال، ورمی‌کمپوست، NPK و محلول‌پاشی آهن تنها بر وزن خشک گل و وزن‌تر و خشک کلاله معنی‌دار بود (جدول ۲). مصرف سطح بالای کود شیمیایی NPK (۶۰-۳۰-۶۰) به همراه ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی آهن باعث شد که وزن خشک کلاله (۱/۹ گرم بر مترمربع)، وزن‌تر کلاله (۱۲/۸گرم بر مترمربع) و وزن خشک گل (۱۳/۲ گرم بر مترمربع) به بیش‌ترین مقدار برسد (شکل ۳).



شکل ۳- اثر متقابل سال، کود شیمیایی NPK (F0: شاهد، F1: ۳۰-۱۵-۳۰ و F2: ٦۰-۳۰-٦۰) ، ورمی کمپوست (V0: شاهد، V1: ٤ تن در هکتار) و محلول‌پاشی آهن (Fe0: شاهد، Fe1: ۰/۰۰۸ میکرو مول) بر وزن خشک کلاله

Figure 3- Interaction effect of year, NPK (F0: control, F1: 30-15-30, F2: 60-30-60), Vermicompost (V0: control, V14 t.ha^{-1}) and Fe (Fe0:control, Fe1: 0.008 µmol) spraying on number of saffron flower.

اثر متقابل اسیدهیومیک و محلول‌پاشی آهن بر تمامی صفات کمی گل زعفران (وزن تر و خشک گل و کلاله) به‌جز

www.SID.ir

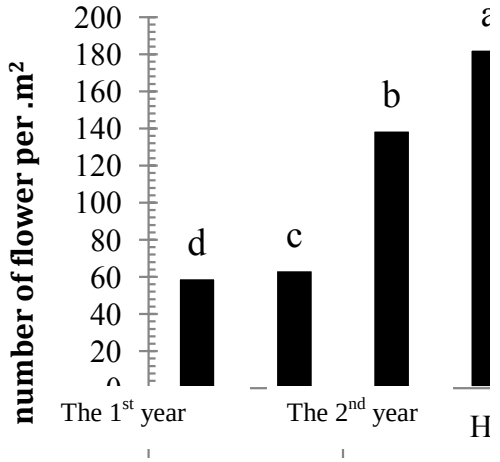
Archive of SID

تعداد گل معنی‌دار بود (جدول۶). نتایج نشان داد اثر متقابل اسیدهیومیک و محلول‌پاشی آهن، وزن خشک و تر کلاله را در مقایسه با شاهد به ترتیب ۲۶ و ۲۷ درصد افزایش داد (جدول ۶). ممون و همکاران (Memon et al., 2014) در آزمایشی بر گیاه گل آهاری (*Zennia elegans*) نشان دادند که اثرات توأم اسیدهیومیک و محلول‌پاشی آهن بر تعداد و سایز گل آهاری اثر مثبت و معنی‌داری داشت. استفاده از اسید هیومیک به‌واسطه کاهش PH شیره سلولی میزان فعالیت آنزیم ردوکتاز افزایش می‌دهد که درنتیجه سرعت تبدیل آهن ۳ ظرفیتی به ۲ ظرفیتی افزایش‌یافته و منجر به افزایش حلالیت آهن ۳ ظرفیتی می‌شود (Sanchez et al., 2006).

جدول ٦- اثرات متقابل اسید هیومیک و محلول‌پاشی آهن بر برخی از خصوصیات کمی گل زعفران تحت تأثیر مدیریت تغذیه
Table 6- Interaction effect of humic acid and Fe spraying on some quantitative characteristics of saffron flower

اسید هیومیک × محلول‌پاشی آهن Fe spraying × Humic acid		وزن‌تر گل Flower fresh weight	وزن خشک گل Flower dry weight	وزن‌تر کلاله Stigma fresh weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight	تعداد گل در مترمربع Number of flower per m^2
		($g.m^{-2}$)				
$Kg.ha^{-1}$ (H0)	(Fe0) 0 µmol	34.36^{b}	5.89^{b}	4.87^{b}	0.78^{b}	111.8^{c}
	0.08 µmol (Fe1)	29.93^{c}	5.87^{b}	4.79^{b}	0.79^{b}	117.8^{bc}
5 $kg.ha^{-1}$ (H1)	(Fe0) 0 µmol	35.39^{b}	6.3^{b}	5.1^{b}	0.85^{b}	120.4^{b}
	0.08 µmol (Fe1)	41.11^{a}	7.3^{a}	6.12^{a}	1^{a}	126.9^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری در سطح پنج درصد بر مبنای آزمون LSD ندارند.
*Mean with the same letters in each column haven't significant difference according to LSD test ($p \leq 0.05$).



شکل ٤- اثر متقابل سن مزرعه (سال) و اسید هیومیک (H0: شاهد، H1: ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر تعداد گل زعفران
Figure4- Interaction effect of year and humic acid (H0: control, HI: 5$Kg.h^{-1}$) on saffron flower number.

اثر متقابل سال و اسیدهیومیک بر تعداد گل‌های زعفران معنی‌دار بود (شکل ۴) به عبارتی استفاده از اسیدهیومیک در سال سوم در مقایسه با سال دوم تعداد گل‌های زعفران را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. ازآنجاکه تعداد بنه‌های دختری در سال

www.SID.ir

Archive of SID

سوم بیشتر از سال دوم بود و از طرفی فراهمی مواد غذایی به دلیل آزادسازی تدریجی عناصرغذایی حاصل از استفاده از کود-های الی در سال‌های قبل، باعث افزایش تعداد گل گردید. گزارش‌شده است که استفاده از اسیدهیومیک باعث بهبود خصوصیات گل می‌شود، به‌طور مثال استفاده از اسیدهیومیک سبب افزایش عملکرد گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) گردید (Heidari & Minai, 2014).

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش مقدار مصرف کود کامل (NPK) از ۰-۰-۰ به ۶۰-۳۰-۶۰ تعداد گل و وزن خشک کلاله زعفران افزایش یافت. استفاده هم‌زمان از اسید-هیومیک، ورمی‌کمپوست و سطوح بالای NPK وزن خشک کلاله را افزایش داد. استفاده از اسیدهیومیک و ورمی‌کمپوست در خاک و محلول‌پاشی آهن روی برگ‌های زعفران، صفات کمی گل را بهبود بخشید. در سال‌سوم در مقایسه با سال‌دوم تعداد گل و وزن کلاله به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین عملکرد کلاله خشک در بین تیمارهای موردمطالعه در تیمار کودی ورمی‌کمپوست (۴ تن در هکتار) و بالاترین سطح کود شیمیایی NPK (۶۰-۳۰-۶۰) مشاهده شد.

منابع

Akbarian, M., Heidari Sharifabad, H., Noormohammadi, G.h., and Darvish Kojouri, F. 2012. The effect of potassium, zinc and iron foliar application on the production of saffron (*Crocus sativus*). Annals of Biological Research 3 (12): 5651-5658.

Ali, A., Rehman, S., Reza, S., and Allah, S.U. 2014. Combined effect of humic acid and NPK on growth and flower development of *Tulipa gesneriana* in Faisalabad, Pakistan. Journal of Ornamental Plants 4 (4): 39-48.

Akhondzadeh, S., Shafiee Sabet, M., Harirchian, M.H., Togha, M., Cheraghmakani, H., Razeghi, S., and Hejazi, S. 2010. A 22-week, multicenter, randomized, double blind controlled trial of (*Crocus sativus* L.) in the treatment of mild-to-moderate alzheimr's disease. Journal of Psychopharmacology 35 (5): 581-588.

Amiri, M.E. 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 4 (3): 274–279.

Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004. Influences of Vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93 (2): 145-153.

Asadi, G.A., Rezvani Moghaddam, P., and Hassanzadeh Aval, F. 2014. Effects of soil and foliar applications of nutrients on corm growth and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Saffron Agronomy and Technology 2 (1): 31-44.

Ashraf, M., Shabaz, M., and Ashraf, M.Y. 2001. Influence of nitrogen supply and water stress on growth and nitrogen, Phosphorus, Potassium and calcium contents in pearl Millet. Biologia Plantarum 44 (3): 459-462.

Atiyeh, R.M., Lee, S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q., and Metzger, J.D. 2002. The influence of humic acids derived from earthworms processed organic wastes on plant growth. Biosource Technology 84: 7-14.

Behdani, M.A., Nassiri Mahallati, M., and Koocheki, A. 2004. Modeling saffron flowering time across a temperature gradient. In 1th International Symposium on Saffron

www.SID.ir

Archive of SID

Biology and Biotechnology, Albacete, Spain, 31 May 2004, pp. 215–218.

Behdani, M.A., Koocheki, A.R., Nassiri Mahallati, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2005. Evaluating the relationships between revenue and consumption of nutrient in *Crocus sativus*. Iranian Journal of Field Crops Research 3 (1):1-14. (in Persian with English Summary).

Chen, Y., and Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Readings. (Eds.), MacCarthy, P., Clapp, CE., Malcolm, R. L., Bloom, PR. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. pp. 161−186.

Dang, TH., Cai, G.X., Guo, S.L., Hao, M.D., and Heng, L.K. 2006. Effects of nitrogen management on yield and water use efficiency of rainfed wheat and maize in northwest China. Pedosphere 16 (4): 495-504.

Hassanzadeh Aval, F., and Mahlouji Rad, M. 2013. Effect of foliar applications of iron and manganese on vegetative growth and production of replacement corms of saffron (*Crocus sativus* L.) in Qom conditions. In: Proceedings of the 2nd National Conference on the Newest Scientific and Research Findings on Saffron. Torbat-e-Heydarieh, Iran, 30 October 2013, 55 pp. (In Persian).

Hayes, M., and Clap, C.E. 2001. Humic substances: consideration of composition, aspect of structure and environment influences. Soil Science 166 (11): 723-737.

Heidari, M., and Minaei, A. 2014. Effects of drought stress and humic acid application on flower yield and content of macro-elements in medical plant borage (*Borago officinalis* L.). Journal of Plant Production Research 21 (1): 167-182.

Haj Seyed Hadi, M.R., Fallah, M., and Darzi, M. 2015. Influence of nitrogen fertilizer and vermicompost application on flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria chamomile* L.). Journal of Chemical Health Risks 5 (3): 235-244.

Hosseini, M., Sadeghiand, B., and Aghamiri, S.A. 2004. Influence of foliar fertilization on yield of saffron (*Crocus sativus* L.). In: Proceedings of the 1st International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology. Acta Horticulturae (ISHS) 650: 207-209.

Izadi, Z., Ahmadvand, G., Esna-Ashari, M., and Piri, K. 2010. The effect of nitrogen and plant density on some growth characteristics, yield and essential oil in peppermint (*Mentha piperita* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 8 (5): 824–836. (in Persian with English Summary).

Jahan, M., and Jahani, M. 2007. The effect of chemical and organic fertilizers on saffron flowering. In II International Symposium on Saffron Biology and Technology, Mashhad, Iran, 1 April 2007, pp. 81-86.

Jami Ahmadi, M., Behdani, M.A., and Akbarpour, A. 2010. Analysis of agronomic effective factors on yield of saffron agroecosystems in southern Khorasan. In III International Symposium on Saffron: Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics, Krokos, Kozani, Greece, 31 January 2010, pp. 123-129.

Khorasani, R., Rezvani Moghaddam, P., and Hassanzadeh Aval, F. 2013. Effect of concentration, time and frequency of foliar applications on vegetative growth and production of replacement corms of saffron (*Crocus sativus* L.) by using a complete nutrient solution. In: Proceedings of the 2nd National Conference on the Newest Scientific and Research Findings on Saffron. Torbat-e-Heydarieh, Iran, 30 October 2013, 40 pp. (in Persian).

Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., and

www.SID.ir

Archive of SID

Mohammad Abadi, A.A. 2011. An evaluation of the effect of saffron (*Crocus sativus* L.) corm planting rate and pattern on the crop's performance. Iranian Journal of Horticultural Science 42 (4): 379–391. (in Persian with English Abstract).

Koocheki, A., Fallahi, H. Amiri, M., and Ehyai, H. 2016. Effects of humic acid application and mother corm weight on yield and growth of saffron. Journal of Agroecology 7 (4): 425-442. (in Persian).

Koocheki, A., Nassiri, M., and Behdani, M.A. 2006. Agronomic attributes of saffron yield at agroecosystems scale in Iran. In: Proceedings of the 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran, 28-30 October 2006. pp. 33-40.

Krishnamoorthy, R.V., and Vajranabhiah, S.N. 1986. Biological activity of earthworm casts an assessment of plant growth promoter levels in casts. Proceedings of the Indian Academy of Sciences, Animal Science 95 (3): 341-351.

Liu, C., and Cooper, R.J. 2000. Humic substances influence creeping bentgrass growth. Golf Course Management 68 (10): 49-53.

Mollafilabi, A.A., and Shoorideh, H. 2010. Modern methods of product ion of saffron. 4th National Festival of Iranian Saffron. Khorasan Province. Zaveh, Iran. 27-28th Oct 2010. (in Persian).

Memon, S., Bangulzai, F., Keerio, M., Baloch, M., and Buriro, M. 2014. Effect of humic acid and iron sulphate on growth and yield of zinnia (*Zinnia elegans*). Journal of Agricultural Science and Technology 10 (6): 1517-1529.

Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y.P., Luo, A. and Etemadi, N. 2008. Effect of commercial humic acid on plant growth, nutrients uptake and postharvest life of gerbera. Journal of Plant Nutrition 31: 2155-2167.

Omidi, H., Naghdibadi, H.A., Golzad, A., Torabi, H., and Fotoukian, M.H. 2009. The effect of chemical and bio-fertilizer source of nitrogen on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Medicinal Plants 8 (30): 98–109. (in Persian with English Abstract).

Rasouli, Z., Maleki Farahani, S., and Besharati, H. 2015. Saffron (*Crocus sativus* L.) yield as affected by different fertilizing systems. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants 31 (2): 204-219.

Razavinia, M., Aghaali Khani, M., and Naghdi Badi, H. 2015. Effect of vermicompost and chemical fertilizers on quantitative and qualitative properties of *Echinaceae purpuerea* (L.) Monch. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants 31 (2): 357-373.

Rezvani Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A.A., Fallahi., and Aghhavani Shajari, M. 2013. The impact of chemical and organic fertilizers on growth factors and yield of saffron corms. National congress of medical plants. Jahad Daneshgahi Brnch of Mazandaran, Iran. 1-2 April 2013, pp.1-3

Sabzevari, S., Khazaie, H.R., and Kafi, M. 2011. Effect of humic acid on root and shoot growth of four wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 8 (3): 473-480.

Samavat, S., and Malakooti, M. 2005. The Necessity of Using Organic Acids (humic and fulvic) to Increase the Quality and Quantity of Agricultural Products. 463 Number of technical publications. Press the Sana, Tehran, Iran. (in Persian).

Sanches Govin, E., Rodrigues Gonzales, H., and Carballo Guerra, C. 2005. Influence of organic manures and biofertilizers in the quality of *Calendula officinalis* (L.) and *Matricaria recutita* L. medicinal species. Revista Cubana de Plantas Medicinales 10 (1): 1-8.

Sanchez, A. Sanches, J., Juarez, M., Jorda, J., and

www.SID.ir

Archive of SID

Bermudez, D. 2006. Improvement of iron uptake in table grape by addition of humic substances. Journal of Plant Nutrition 29 (2): 259-272.

Sadeghi, A. 2003. Saffron is a cultural heritage, a national concern. Abstract collection of the National Congress of Iranian Saffron. Khorasan Razavi, Iran. 85pp. (in Persian).

Sadeghi, B. 2012. Effect of corm weight on saffron flowering. Proceedings of the 4th International Saffron Symposium. Kashmir, India, 22-25 October 2012.

Tempirini, O., Temperini, A., Colla, G., and Rouphel, Y. 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. Journal of Food, Agriculture and Environment 7 (1): 19-23.

Shi Wei, Z., and Fu Zhen. H. 1991. The nitrogen uptake efficiency from 15Nlabelled chemical fertilizer in the presence of earthworm manure (cast). In: Veeresh, G.K., Rajagopal, D., Vivaktamath, C.A. (Eds), Advances in management and conservation of soil Fauna, Oxford & IBH Publishing Co. New Delhi, Bombay 7 (13): 539-542.

Farahani Malaki, S., and Shahrodi, M. 2015. Effect of fertilizer compare with Iron chelate on quantitative and qualitative of saffron yield. Journal of Crop Improvement 17 (1): 155-168. (in Persian with English Abstract).

Zuo, Y., and Zhang, F. 2011. Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops. Plant and Soil 339 (1): 83–95.

www.SID.ir

Archive of SID

The effects of nutrition management on saffron (*Crocus sativus* L.) stigma and flower yield

Roshanak Shahriary[1], Parviz Rezvani Moghaddam[2], Mohsen Jahan[3] and Reza Khorasani[3]*

Submitted: 14 March 2016 **Accepted:** 5 September 2016

Shahriary, R., Rezvani Moghaddam, P., Jahan, M., and Khorasani. R. 2018. The effects of nutrition management on saffron (*Crocus sativus* L.) stigma and flower yield. Saffron Agronomy & Technology 6(2): 181- 196.

Abstract

The current study investigates the effects of different levels of nutrient and Fe foliar application on stigma and flower yield of saffron. A field experiment was conducted as a factorial layout based on complete randomized block design with three replications at the Agricultural Research Station, the Ferdowsi University of Mashhad, Iran in 2012-2014. The experimental factors included chemical fertilizer (NPK) at three levels (0-0-0, 30-15-30, 60-30-60 $kg.ha^{-1}$), vermicompost at two levels (0, 4 $t.ha^{-1}$), humic acid at two levels (0, 5 $kg.ha^{-1}$) and two levels of Fe foliar spraying concentration (0, 0.08 µmol). The number of flower, fresh and dry weight of stigma and flower yield were determined for two years. The results of analysis of variance revealed that the studied experimental factors had a significant effect on quantitative traits of saffron flowers and stigma. There was a significant difference between the chemical fertilizer levels on flower number and stigma dry weight. The highest flower number ($165.m^{-2}$) and stigma dry weight ($1.16\ g.m^{-2}$) were obtained in the NPK fertilizer (60-30-60) treatment. Moreover, the interaction between chemical fertilizer and other factors was significant and led to the improvement of the number of flowers and stigma dry weight per unit of area. Stigma dry weight increased in vermicompost, humic acid and Fe foliar application compared with control (3.3 1.3 and 2.7 percent, respectively). However, two-way interaction of factors did not affect the number of $flower.m^{-2}$. In addition, the three-way interaction of humic acid, vermicompost and chemical fertilizer significantly affected stigma dry $weight.m^{-2}$. Four-way interaction of all studied factors including year, vermicompost, chemical fertilizer and Fe foliar spraying were significant on flower dry weight and stigma fresh and dry weight per unit area when compared with control ($p \leq 0.05$). Quantitative traits of flower and stigma in the second year improved in comparison with the first year. The interaction effects between year and chemical fertilizer was significant on the traits that were studied.

Keywords: Chemical fertilizer, Humic acid, Organic manure, Stigma yield, Vermicompost.

1- PhD Student of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2 - Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3 - Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*-Corresponding author Email: rezvani@um.ac.ir)
DOI: 10.22048/jsat.2017.50067.1154

www.SID.ir