نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹ ص. ۸۸-۷۵

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 8, No. 1, Spring 2020, P. 75-88

Archive of SID

واکنش عملکرد گل و بنه زعفران (*Crocus sativus* L.) به مصرف کود نانوبیولوژیک در قیاس با کودهای رایج دامی و شیمیایی

حسن فیضی[۱*]، علی حسینی[۲]، حسین صحابی[۳] و رامین نظریان[٤]

تاریخ دریافت: ١٤ فروردین ١٣٩٨ **تاریخ پذیرش:** ١٠ شهریور ١٣٩٨

فیضی، ح.، حسینی، ع.، صحابی، ح.، و نظریان، ر. ۱۳۹۹. عملکرد گل و بنه زعفران (*Crocus sativus* L.) به مصرف کود نانوبیولوژیک در قیاس با کودهای رایج دامی و شیمیایی. زراعت و فناوری زعفران، ۸(۱): ۸۸-۷۵.

چکیده

به منظور مطالعه واکنش عملکرد گل و بنه زعفران به نوع مصرف منابع مختلف کودی آزمایشی در طی دو سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ و ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در منطقه شادمهر تربت‌حیدریه به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و ۴ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: ۱-بذرمالی (آغشته کردن) بنه‌ها با کود نانوبیولوژیک (با نام تجاری بیومیک از شرکت بیوزر)؛ ۲-بذرمالی+ یک مرحله مصرف کود نانوبیولوژیک در آب آبیاری؛ ۳-بذرمالی+ یک مرحله محلول‌پاشی کود نانوبیولوژیک ؛ ۴-بذرمالی+ آبیاری+ محلول‌پاشی کود نانوبیولوژیک؛ ۵-یک مرحله مصرف کود نانوبیولوژیک با آبیاری؛ ۶-یک مرحله محلول‌پاشی کود نانوبیولوژیک؛ ۷-مصرف کود شیمیایی (اوره، فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم)؛ ۸-مصرف کود گاوی پوسیده؛ ۹-کود گاوی + کود شیمیایی و ۱۰- شاهد بودند. صفات مورد مطالعه زعفران شامل عملکرد خشک بنه، عملکرد تر گل، عملکرد تر و خشک کلاله و تعداد گل بود. براساس نتایج مزرعه سال سوم بیشترین عملکرد کلاله خشک (با ۱۴کیلوگرم در هکتار) و تعداد گل در تیمار بذرمالی+ آبیاری+ محلول‌پاشی کود نانوبیولوژیک (با ۱۷۶ درصد افزایش نسبت به شاهد) و بیشترین عملکرد بنه در تیمار بذرمالی کود نانوبیولوژیک (با ۴۱ درصد افزایش نسبت به شاهد) به دست آمد. بررسی روش‌های مختلف کاربرد کود نانوبیولوژیک نشان داد که روش بذرمالی بنه‌ها بیشترین تأثیر را بر افزایش عملکرد بنه‌های زعفران و کاربرد همزمان روش بذرمالی بنه‌ها با محلول‌پاشی با آبیاری بیشترین تأثیر مثبت را بر خصوصیات گل زعفران داشت.

کلمات کلیدی: بذرمالی، عملکرد بنه، عملکرد گل، محلول پاشی.

۱- دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه
۲- مدرس مدعو گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه
۳- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه تربت حیدریه
۴- دانشیار، دانشگاه هرات، افغانستان
(*-نویسنده مسئول: h.feizi@torbath.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2019.177567.1339

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

زعفران با نام علمی (*Crocus sativus* L.) متعلق به خانواده زنبقیان است. این گیاه از نقطه نظر گیاهشناسی گیاهی یک ساله است ولی در مزارع به صورت چندساله کشت می‌شود. گلدهی زعفران در پاییز بوده و از اواخر اردیبهشت تا اواخر تابستان به خواب می‌رود (Molina et al., 2005). استان‌های خراسان‌رضوی و جنوبی در ایران قطب عمده تولید زعفران در جهان محسوب می‌شوند (Mollafilabi & Khorramdel, 2016) بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی (Ministry of Agriculture-Jihad, 2018)، سطح زیر کشت، کل تولید و متوسط عملکرد زعفران در کشور در سال ۱۳۹۶ به ترتیب ۱۰۸۰۸۶ هکتار، ۳۷۶/۲۳ تن و ۳/۵ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. یکی از عوامل مهم در افزایش تولید و کیفیت محصولات زراعی و باغی تغذیه متعادل گیاه است. به دلیل چند ساله بودن مزارع زعفران، تغذیه و تأمین نیازهای غذایی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Saidi Rad & Mokhtariyan, 2007) فراهمی متعادل عناصر غذایی بر پایه مدیریت صحیح کودی، از مؤثرترین عوامل در پایداری تولید این گیاه به ویژه در نواحی خشک و نیمه خشک می‌باشد (Koocheki et al., 2009) به طوری که تا ۸۰ درصد تغییرات عملکرد گل در زعفران تحت تأثیر متغیرهای حاکم بر خاک به ویژه میزان ماده آلی تعیین شده است (Nehvi et al., 2010). در این راستا نتایج پژوهش اسدی و همکاران (Asadi et al., 2012) بر اثرات تغذیه خاکی و برگی بر رشد بنه و عملکرد گل زعفران در مزرعه شش ساله نشان داد که افزایش مصرف کود خاکی کامل از صفر تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، منجر به افزایش وزن کل بنه‌های دختری در واحد سطح شد. آن‌ها همچنین نتیجه گرفتند که افزودن عناصر غذایی کامل به خاک سبب بهبود خصوصیات رشدی و افزایش وزن بنه‌های دختری بدون تغییر در تعداد آن شد. نانو کودها راندمان مصرف بالایی دارند و می‌توانند به صورت مطلوب در نقطه مناسبی از ناحیه رشد ریشه عناصر غذایی خود را آزاد کنند (Lai, 2007). علاوه بر آن در نانو کودها از علم فناوری نانو به عنوان ابزاری جهت همزمان کردن رهاسازی عناصر غذایی کودهای فسفره و نیتروژنه با جذب آنها به وسیله گیاه و ممانعت از برهم کنش عناصر غذایی با خاک، میکروارگانیسم ها و آب و هوا استفاده می‌شود (Monreal, 2010). استفاده از نانوکودها به‌منظور کنترل دقیق آزادسازی عناصر غذایی می‌تواند گامی مؤثر در جهت دست‌یابی به کشاورزی پایدار و سازگار با محیط زیست باشد (Cui et al., 2006). به‌دلیل آنکه با به‌کارگیری نانوکودها زمان و سرعت رهاسازی عناصر با نیاز غذایی گیاه منطبق و هماهنگ می‌شود، لذا گیاه قادر به جذب بیشترین مقدار مواد غذایی بوده و در نتیجه ضمن کاهش آب‌شویی عناصر، عملکرد محصول نیز افزایش می‌یابد، پس با به‌کارگیری نانو کودها به‌عنوان جایگزین کودهای مرسوم، عناصر غذایی کود به‌تدریج و به‌صورت کنترل شده در خاک آزاد می‌شوند (Chinnamuthu & Murugesa, 2009). لذا با توجه به معایب استفاده از کودهای شیمیایی در کشاورزی (آلودگی محیط زیست، سمیت نیترات‌ها برای انسان و دام و مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی)، کاربرد کودهای آلی (از جمله کود گاوی)، کاربرد کودهای نانو زیستی شامل نانوبیومیک بیوزر و اثرات این کودها بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه زعفران و تعیین بهترین روش مصرف آنها ضروری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در منطقه شادمهر واقع در ۳۰ کیلومتری شهرستان تربت‌حیدریه با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۹ دقیقه

www.SID.ir

Archive of SID

شمالی وطول جغرافیایی ۶۰ درجه و ۷ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۳۳۳ متر ازسطح دریا، به‌صورت مزرعه ای طی دو سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ و ۱۳۹۷-۱۳۹۶ مورد مطالعه قرار گرفت. قبل از انجام آزمایش جهت تعیین خصوصیات خاک اندازه‌گیری شد (جدول۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (۲۵-۰ سانتی‌متر) و کود گاوی مورد استفاده
Table 1- Physical and chemical criteria of soil (0-25 cm) and cow manure

	بافت Texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.cm^{-1}$)	درصد کربن C (%)	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر قابل جذب Available P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب Available K ($mg.kg^{-1}$)
خاک Soil	سیلتی لومی Silty loam	7.6	2.78	0.25	0.06	12	215
کود گاوی Cow manure	-	7.68	6.2	22.3	1.2	0.57 %	2.8 %

طرح آزمایشی به صورت بلوک کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و ۴ تکرار اجرا شد تیمارهای آزمایش شامل ۱- بذرمالی (آغشته کردن) بنه‌ها با کود نانوبیولوژیک (با نام تجاری بیومیک)؛ ۲- بذرمالی+ یک مرحله مصرف کود نانوبیولوژیک در آب آبیاری؛ ۳- بذرمالی+ یک مرحله محلول‌پاشی کود نانوبیولوژیک ؛ ۴- بذرمالی+ آبیاری+ محلول‌پاشی کود نانوبیولوژیک؛ ۵- یک مرحله مصرف کود نانوبیولوژیک با آبیاری؛ ۶- یک مرحله محلول‌پاشی کود نانوبیولوژیک؛ ۷- مصرف کود شیمیایی؛ ۸- مصرف کود گاوی؛ ۹- کود گاوی + کود شیمیایی و ۱۰- شاهد بودند. این کود محصول شرکت دانش بنیان فناور نانوپژوهش مرکزی است که دارای گواهی نانو مقیاس از ستاد ویژه توسعه فناوری نانو ریاست جمهوری ایران است (Iran Nanotechnology Innovation Council, 2015).

کود بیومیک حاوی میکروارگانیسم های مفید تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده فسفات، هیومیک اسید، فولویک اسید، K، Fe، Mg، Ca، Mn، Z و B و ساخت شرکت بیوزر می‌باشد. این کود نانوبیولوژیک می‌باشد. ترکیبات این کود به‌صورت هیومیک اسید (Humic Acid): ۳۲ درصد، فولویک اسید (Fulvic Acid): ۲ درصد، K: ۱۴ درصد، Fe: ۵/۹۶ درصد، Mg: ۰/۳۳ درصد، Ca: ۰/۳۶۳ درصد، Mn: ۴/۳ درصد، Zn: ۱۰ درصد و B: ۱۴ درصد می‌باشد (http://biozarco.ir). مقدار مصرف به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار همراه با آبیاری بود. جهت بذرمالی به ازاء هر ۱۵۰ کیلوگرم بنه یک کیلوگرم کود در مقداری آب محلول و روی بنه‌ها ضمن زیرورکردن پاشیده شد. مقدار مصرف در محلول‌پاشی به‌صورت غلظت ۲ در هزار انجام شد.

در اوایل شهریور ماه پس از شخم اولیه و دیسک و تسطیح زمین به وسیله لولر کرت‌هایی با ابعاد دو در یک متر و با تراکم ۱۰۰ بنه در مترمربع و فاصله بین کرت‌های اصلی ۱۰۰ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌های فرعی ۵۰ سانتی‌متر تهیه شد. بنه‌های کشت شده از منطقه زاوه تربت‌حیدریه (یکی از مناطق اصلی تولید زعفران در استان خراسان رضوی) تهیه شد. پس از آماده سازی زمین در شهریور ماه بنه‌های با وزن بیشتر از ۸ گرم جداشده و تیمارهای کودی در ابتدای کاشت بر روی بنه‌ها بذرمالی شد و تیمارهای آبیاری کودها همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی در زمان حداکثر رشد رویشی گیاه و طبق توصیه کارخانه تولیدکننده مصرف شد. کود شیمیایی مصرفی به میزان ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن از منبع اوره، ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفر از منبع فسفات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود

www.SID.ir

Archive of SID

پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به زمین داده شد. کود دامی مصرفی بر اساس ۴۰ تن کود گاوی پوسیده در تیمارهای مرتبط مصرف شد. عملیات کاشت بنه‌های حدود ۱۰ گرمی به صورت دستی و توسط کارگر انجام شد.

در این تحقیق جهت تعیین عملکرد گل و بنه، برداشت گل در هر تیمار در زمان گلدهی در سال‌های اول (۱۳۹۵)، دوم (۱۳۹۶) و سوم (۱۳۹۷) معادل یک کوادرات ۱ متر مربعی به صورت ثابت در نظر گرفته شد. متغیرهای مورد اندازه گیری شامل عملکرد خشک بنه، عملکرد تر گل، عملکرد تر و خشک کلاله و تعداد گل از ۴ خط وسطی پس از حذف خطوط طرفین و ابتدا و انتها هر کرت (برای حذف اثرات حاشیه ای) صورت گرفت. همچنین در انتهای فصل رشد از خطوط وسطی به‌طور تصادفی عملکرد بنه در یک متر مربع و با استفاده از بیل به روش خشکه‌کنی جمع آوری شد و وزن خشک بنه‌ها در آون در ۷۲ درجه سانتیگراد پس از خشک شدن و رسیدن به وزن ثابت بوسیله ترازوی دیجیتال ۰/۰۱ در دانشگاه تربت‌حیدریه اندازه گیری شد.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش از نرم-افزار Minitab17 و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس به دست آمده از داده‌های حاصل از نمونه‌گیری سال اول نشان داد که اعمال تیمارهای مختلف تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات بنه زعفران نداشت اما منجر به بروز تفاوت معنی‌دار در خصوصیات گل زعفران شد (جدول ۲). با توجه به این که عملکرد گل زعفران در سال اول (سال کاشت) در ارتباط مستقیم با اندوخته غذایی در بنه بوده و فراهمی عناصر غذایی در خاک به ویژه در اثر مصرف کودهای زیستی از اهمیت چندانی برخوردار نمی‌باشد (Nasiri Mahallati et al., 2007; Rezvani Moghaddam et al., 2013) لذا داده‌های به دست آمده از اعمال تیمارهای کودی بر روی گل زعفران در سال اول قابل استناد نیست، به همین دلیل صرفا به ارائه نتایج پرداخته و از بحث روی نتایج سال اول خودداری می‌شود.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کودهای مختلف بر عملکرد گل و بنه زعفران (سال اول)

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) for the effect of different fertilizers on the flower and corm yield of saffron (first year)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد تر گل Flower fresh yield	عملکرد خشک کلاله Stigma dry yield	عملکرد تر کلاله Stigma fresh yield	تعداد گل Number of flowers	عملکرد بنه Corm yield
تکرار (Replication)	3	11201	0.766	32.74	107963	0.000090
تیمار (Treatment)	9	12324**	2.96**	124.42**	192714**	0.0001^{ns}
خطا (Error)	27	2039	0.232	4.72	6797	0.0001

ns، *و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

ns, *, and **: No significant, significant at 5 and 1% probability, respectively.

براساس جدول مقایسه میانگین تیمار بذرمالی بعلاوه یک مرحله محلول پاشی با ۳۴۶ دارای بیشترین عملکرد گل‌تر و تیمار بذرمالی کود نانوبیولوژیک با ۱۷۱/۵ دارای کمترین عملکرد گل تر بود (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین عملکرد تر و خشک کلاله در تیمار کود دامی بعلاوه شیمیایی و کمترین آن در تیمار بذرمالی بعلاوه یک مرحله محلول‌پاشی به دست آمد. ارائه مقایسه میانگین داده‌ها همچنین نشان داد که بیشترین تعداد گل در تیمار بذرمالی بعلاوه یک مرحله محلول‌پاشی و کمترین آن در تیمار کود شیمیایی به دست آمد (جدول ۳). فیضی و همکاران (Feizi et al., 2015) نشان دادند که کاربرد کود دامی گاوی در مقایسه با کود شیمیایی می تواند از طریق افزایش میزان فسفر بنه به ازای هر بوته، در تحریک هرچه بیشتر فرآیند گل‌انگیزی گیاه نقش مؤثری داشته باشد.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای کودی مختلف اعمال شده، تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات گل و بنه زعفران در سال دوم داشت (جدول ۴).

عملکرد تر گل

مقایسه میانگین صفات مختلف نشان داد که بیشترین عملکرد تر گل در تیمار کود شیمیایی–دامی به دست آمد که با سایر تیمارها به جز کود دامی و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین عملکرد گل تر نیز در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر کودهای مختلف بر عملکرد گل و بنه زعفران (سال اول)

Table 3- Mean comparisons for the effect of different fertilizers on the flower and corm yield of saffron (first year)

تیمارها Treatments	عملکرد تر گل Flower fresh yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد خشک کلاله Stigma dry yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد تر کلاله Stigma fresh yield ($g.m^{-2}$)	تعداد گل در متر مربع Flower number per m^2
بذر مالی کود نانوبیولوژیک (Bioumik seed inoculation)	171.5	3.6	16.90	616.66
بذر مالی+ یک مرحله با ابیاری (Bioumik seed inoculation+ one time irrigation)	250	2	16.20	740.33
بذر مالی +یک مرحله محلول‌پاشی (Bioumik seed inoculation+foliar application)	346	2	4.83	857.33
بذر مالی+ ابیاری+ محلول‌پاشی (Bioumik seed inoculation+foliar application + one time irrigation)	330	3.6	15.5	741
یک مرحله با ابیاری (one time irrigation)	332.5	3.16	16	745
یک مرحله محلول‌پاشی (Foliar application)	333.5	3.73	17.60	787.33
کود شیمیایی(Chemical fertilizer)	334	3.16	7.35	83
کود دامی (Cow manure)	300.5	2.10	18.33	809
کود دامی+ شیمیایی (Chemical fertilizer+cow manure)	312	4.15	23.20	666.33
شاهد (Control)	334	3.80	9.65	620
LSD (5%)	52.1	0.55	2.50	95.20

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کودهای مختلف بر عملکرد گل و بنه زعفران (سال دوم)

Table 4- Analysis of variance (mean of squares) for the effect of different fertilizers on the flower and corm yield of saffron (Second year)

منابع تغییرات S.O.V	df	عملکرد تر گل Flower fresh yield	عملکرد خشک کلاله Stigma dry yield	عملکرد تر کلاله Stigma fresh yield	تعداد گل Number of flowers	عملکرد بنه Corm yield
تکرار Replication	3	91258	16.05	341.36	93998	0.0094
تیمار Treatment	9	9460 *	6.10 **	63.57 **	73319 **	4.69 **
خطا Error	27	3813	0.70	15.15	3494	0.004

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

* and **: significant at 5 and 1% probability, respectively.

در این راستا چاجی و همکاران (Chaji et al., 2013) نیز با بررسی نقش مصرف کودهای شیمیایی فسفر و نیتروژن در شهریور ماه و قبل از کشت بر رشد رویشی و اولیه‌ی بنه‌های دختری زعفران نتیجه گرفتند که کود شیمیایی فسفر می‌تواند وزن بنه‌ها را که بیانگر میزان مواد ذخیره شده درون بنه بوده افزایش داده و با افزایش عنصر غذایی نیتروژن، وزن اندام‌های رویشی افزایش و این افزایش وزن برگ‌ها، موجب فعال شدن جوانه‌های بیشتر در بنه و تولید تعداد بیشتری بنه‌های دختری شد.

با توجه به حصول نتیجه یکسان از کاربرد کودهای شیمیایی و نانوبیولوژیک به نظر می‌رسد که کاربرد کود نانوبیولوژیک به شیوه‌های مختلف، به دلیل مزایایی جانبی مصرف این نوع کودها می‌تواند مطلوب تر باشد. لیا (Lia, 2007) در این زمینه بیان داشت که نانو کودها راندمان مصرف بالایی دارند و می‌توانند به صورت مطلوب در نقطه‌ی مناسبی از ناحیه رشد ریشه عناصر غذایی خود را آزاد کنند..

جدول ٥- مقایسه میانگین اثر کودهای مختلف بر عملکرد گل و بنه زعفران (سال دوم)

Table 5- Mean comparisons for the effect of different fertilizers on the flower and corm yield of saffron (Second year)

تیمارها Treatments	عملکرد تر گل Flower fresh yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد خشک کلاله Stigma dry yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد تر کلاله Stigma fresh yield ($g.m^{-2}$)	تعداد گل در متر مربع Flower number per m^2	عملکرد بنه Corm yield ($Kg.m^{-2}$)
بذر مالی کود نانوبیولوژیک (Bioumik seed inoculation)	380	4	20.25	917.5	14.07
بذر مالی+ یک مرحله با ابیاری (Bioumik seed inoculation+one time irrigation)	400	5	24	925	13.50
بذر مالی +یک مرحله محلول‌پاشی (Bioumik seed inoculation+foliar application)	407	5.37	24.5	930	13.25
بذر مالی+ ابیاری+ محلول‌پاشی (Bioumik seed inoculation+foliar application + one time irrigation)	406.5	6.12	28	1080	12.78
یک مرحله با ابیاری (one time irrigation)	392.5	4.3	23.5	875	12.70
یک مرحله محلول‌پاشی (Foliar application)	387.5	4.37	23.25	877.25	12.50
کود شیمیایی (Chemical fertilizer)	375	4.5	2250	880	12.50
کود دامی(Cow manure)	300	3.87	22.5	700	12.05
کود دامی+ شیمیایی (Chemical fertilizer+cow manure)	425	6.62	31.25	1028	12.02
شاهد (Control)	275	2.25	16.50	625	10.
LSD (5%)	71.3	0.97	4.5	68.25	0.07

www.SID.ir

Archive of SID

اعتقاد بر این است که نانو کودها مؤثرترین و در عین حال ساده ترین شیوه، به منظور کاهش تلفات عناصرغذایی و افزایش کارایی مصرف کودها هستند. نانو کودها عمدتاً به واسطه آزاد-سازی آرام و تدریجی عناصر غذایی دوره‌ی تأثیر کود را افزایش می‌دهند (Omidi et al., 2009)

نتایج مقایسه میانگین همچنین نشان داد که شیوه‌های مختلف مصرف کود نانوبیولوژیک اعم از بذرمالی، مخلوط با آب آبیاری و محلول‌پاشی، تفاوت معنی داری بر عملکرد تر گل در سال دوم نداشت و تمام این شیوه‌ها توانست تأثیر مطلوبی در افزایش عملکرد تر گل زعفران به دنبال داشته باشد (جدول ۵). به جز تیمار شاهد در تمامی تیمارها، عملکرد گل تر در سال دوم به نسبت سال اول بین ۱۲ تا ۱۲۱درصد افزایش داشت.

عملکرد کلاله

مصرف تمامی تیمارهای کودی منجر به افزایش عملکرد تر و خشک کلاله نسبت به تیمار شاهد شد. آنالیز داده‌ها نشان داد که بیشترین افزایش نسبت به شاهد مربوط به تیمار کود دامی–شیمیایی بود که به ترتیب منجر به افزایش ۱۹۰ و ۸۹ درصدی عملکرد تر و خشک کلاله نسبت به تیمار شاهد شد که این تیمار تفاوت معنی‌داری با تیمار بذرمالی آبیاری محلول‌پاشی نشان نداد (جدول ۵). به نظر می‌رسد مصرف توام کود شیمیایی و دامی با یکدیگر علاوه بر تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه منجر به بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شده که در نهایت افزایش عملکرد کلاله را منجر خواهد شد (Mohammadi Aria et al., 2010). در همین راستا علی‌پور میاندهی و همکاران (Alipoor Miandehi et al., 2014) با مطالعه تأثیر کودهای دامی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد زعفران بیان داشتند که مصرف کودهای دامی و شیمیایی به واسطه‌ی فراهم آوردن عناصرغذایی مورد نیاز گیاه می‌تواند منجر به افزایش عملکرد در زعفران گردد، همچنین کاربرد کودهای بیولوژیک ضمن افزایش عملکرد زعفران میتواند منجر به کاهش سطوح مصرف کودهای شیمیایی شده و به عنوان جایگزین مناسبی برای آن‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

در تمامی تیمارهای اعمال شده به جز شاهد، وزن خشک کلاله در سال دوم به نسبت سال اول افزایش یافت که حداکثر این افزایش در تیمار بذر مالی یک مرحله محلول‌پاشی با ۱۶۸ درصد افزایش مشاهده شد (جدول۵). پژوهشگران معتقدند که ۱۶ تا ۸۰ درصد از تغییرات عملکرد گل زعفران به متغیرهای مربوط به خاک از جمله میزان ماده آلی، فسفر قابل استفاده، نیتروژن معدنی و پتاسیم تبادلی وابسته است (Koocheki et al., 2011), به همین دلیل به نظر میرسد که استفاده از روش بذر مالی کردن بنه‌های زعفران منجر به افزایش مستقیم عناصر غذایی در محیط خاک می شود. از طرفی نانو کودها، به واسطه-ی همزمان کردن رهاسازی عناصر غذایی فسفاته و نیتروژنه با جذب آن‌ها به واسطه‌ی گیاه، منجر به افزایش هرچه بیشتر عملکرد محصول و کاهش اتلاف کودهای مصرفی می‌گردند (Omidi et al., 2009) به همین دلیل مصرف نانو کودها به عنوان منبع‌غذایی مورد نیاز گیاه میتواند علاوه بر بهبود رشد گیاه از تبعات انواع کودهای شیمیایی تا حد زیادی جلوگیری نماید.

تعداد گل

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه نشان داد که تیمار بذر مالی آبیاری محلول‌پاشی با افزایش ۷۲ درصدی نسبت به شاهد دارای بالاترین تعداد گل در سال دوم بود که این تیمار تفاوت معنی داری با تیمار کود دامی–شیمیایی نداشت (جدول ۵). در همین راستا ملکی‌فراهانی و عقیقی‌شاهرودی (Maleki Farahani & Aghighi Shahverdi, 2015) با بررسی تأثیر کاربرد نانو کود آهن در مقایسه با کلات آن بر عملکرد کمی و

www.SID.ir

Archive of SID

کیفی زعفران بیان داشتند که تعداد گل زعفران به شدت تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده قرار گرفت به نحوی که تفاوت زیادی بین تیمار نانوکلات و کلات معمولی مشاهده شد. این پژوهشگران دلیل این تفاوت را به توانایی بالای کودهای نانو در رساندن و فراهمی عناصرغذایی نسبت دادند.

عملکرد بنه دختری

تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که مصرف انواع کودها به‌طور معنی‌داری بر عملکرد بنه دختری در سال دوم تأثیر داشت (جدول۴) به طوری‌که انواع کودهای دامی، شیمیایی و نانو با فراهم نمودن عناصرغذایی مورد نیاز گیاه توانسته‌اند باعث افزایش عملکرد بنه‌های زعفران گردند (جدول ۵). بیشترین عملکرد بنه با افزایش ۴۱ درصدی نسبت به شاهد در تیمار بذرمالی کود نانوبیولوژیک به دست آمد. این در حالی است که در بین تیمارهای مورد مطالعه مصرف کود شیمیایی، با افزایش ۲۰ درصدی عملکرد بنه نسبت به شاهد دارای حداقل افزایش عملکرد بود. بر خلاف صفات مربوط به گل زعفران، تیمار بذرمالی آبیاری محلول‌پاشی تأثیر مثبت زیادی بر عملکرد بنه زعفران نشان نداد. به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی برگ‌های زعفران تأثیر زیادی بر عملکرد بنه نداشته باشد، چرا که راه اصلی جذب عناصر غذایی مورد نیاز برای گیاه برای تولید بنه-های درشت، بیشتر از طریق سیستم گسترده ریشه در خاک انجام می‌گیرد. در همین راستا پژوهشگران با بررسی اثر تغذیه برگی عناصر کم مصرف آهن و منگنز بر رشد رویشی و تولید بنه‌های دختری زعفران در شهرستان قم نشان دادند که تعداد و وزن کل بنه‌های دختری زعفران تحت تأثیر تغذیه برگی عناصر میکرو قرار نمی گیرد (Hosseini et al., 2004)

امیدی و همکاران (Omidi et al., 2009) در پژوهشی با به‌کارگیری کودهای شیمیایی و زیستی در زراعت زعفران اعلام کردند که نوع کود نیتروژنه بر وزن بنه زعفران تأثیر معنی‌داری داشته است. کودهای بیولوژیک بر مبنای گزینش طبیعی انواع موجودات مفید خاک برای اهداف متفاوت تهیه می شوند که بالاترین کارایی و بازدهی را از نظر تولید عوامل محرک رشد گیاه و فراهم‌سازی عناصرغذایی را به شکل قابل جذب داشته باشند (Armak et al., 2017). از طرفی استفاده از مواد نانو ساختار یا نانومقیاس به عنوان حامل کودی یا ناقل کنترل کننده‌ی رهاسازی به منظور ایجاد کودهای هوشمند، منجر به افزایش راندمان ورودی–خروجی در تولید محصولات زراعی از طریق بهبود کارایی جذب کودها شده است (Cui et al., 2006). به‌نظر می‌رسد که استفاده از روش بذرمالی برای مصرف کودهای نانوبیولوژیک به واسطه‌ی ارتباط مستقیم آن با بنه‌ها، تأثیر بیشتری بر افزایش عملکرد بنه‌ها داشته است. تجزیه واریانس صفات در سال سوم نشان داد که عملکرد تر گل و بنه تحت تأثیر تیمارهای مورد آزمایش قرار نگرفت (جدول ۶).

عملکرد کلاله

مصرف انواع کودها به صورت معنی‌داری بر عملکرد تر و خشک کلاله تأثیر گذاشت (شکل ۱).

جدول ٦- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کودهای مختلف بر عملکرد گل و بنه زعفران (سال سوم)

Table 6- Analysis of variance (mean of squares) for the effect of different fertilizers on the flower and corm yield of saffron (Third year)

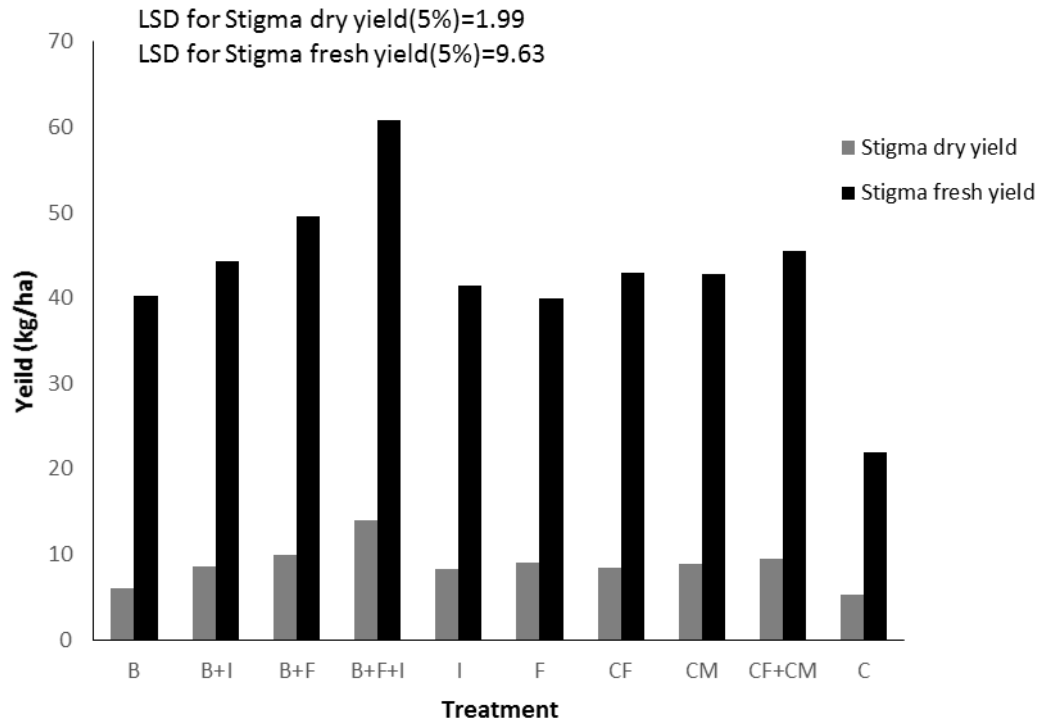
منابع تغییرات S.O.V	df	عملکرد تر گل Flower fresh yield	عملکرد خشک کلاله Stigma dry yield	عملکرد تر کلاله Stigma fresh yield	تعداد گل Number of flowers	عملکرد بنه Corm yield
تکرار (Replication)	3	320470	77.78	2911.83	1223525	168
تیمار (Treatment)	9	34460 ^{ns}	22.16 **	366.66 **	439641 **	133.4 ^{ns}
خطا (Error)	27	16173	2.97	69.65	97812	168.1

ns، *و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۰٪

ns, *, and **: No significant, significant at 5 and 1% probability, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

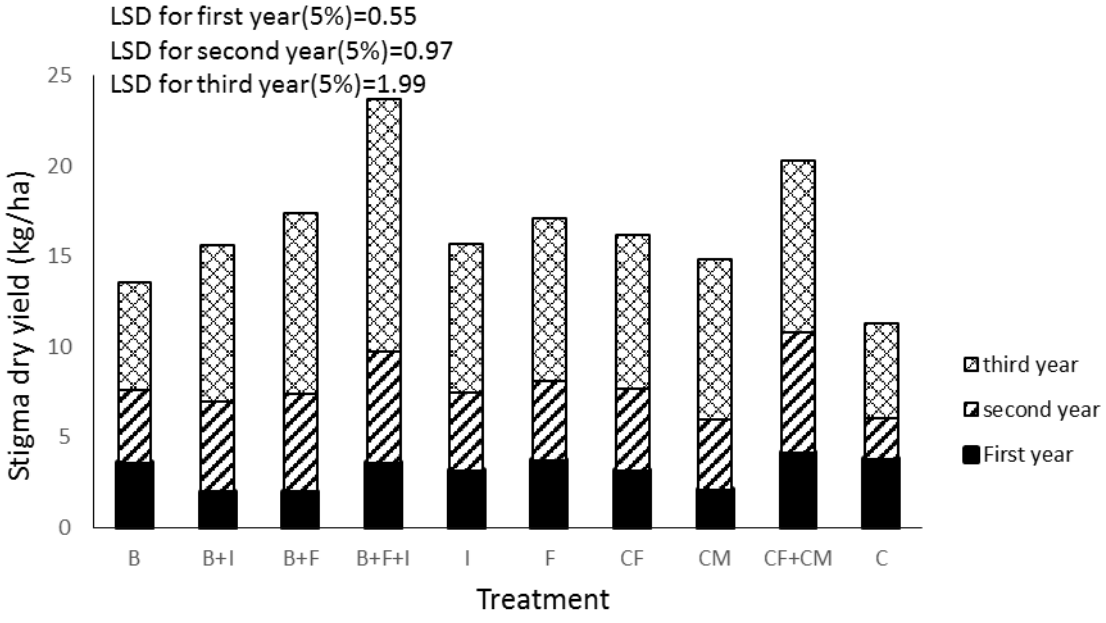


شکل ۱- مقایسه میانگین اثر کودهای مختلف بر عملکرد تر و خشک کلاله (سال سوم)

Figure 1- Mean comparisons for the effect of different fertilizers on the stigma fresh and dry weight (Third year).

B=بذر مالی , I= آبیاری, F=محلول‌پاشی, CF=کود شیمیایی, CM=کود گاوی, C=شاهد.

B=Bioumik seed inoculation, Irrigation=I, Foliar application= F, Chemical fertilizer = CF, Cow manure= CM and Control=C.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر کودهای مختلف بر مجموع عمکرد خشک کلاله در سه سال

Figure 2- Mean comparisons for the effect of different fertilizers on the total stigma dry weight In three years.

B=بذر مالی , I= آبیاری, F=محلول‌پاشی, CF=کود شیمیایی, CM=کود گاوی, C=شاهد.

B=Bioumik seed inoculation, Irrigation=I, Foliar application= F, Chemical fertilizer = CF, Cow manure= CM and Control=C.

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه میانگین صفات مختلف نشان داد که تیمار بذرمالی یک مرحله محلول‌پاشی و آبیاری به ترتیب با افزایش ۱۷۶ و ۱۶۷ درصدی عملکرد خشک و تر کلاله نسبت به شاهد، بالاترین افزایش عملکرد را به خود اختصاص داد.

مقایسه مجموع عملکرد خشک کلاله در سه سال نشان داد که تمامی تیمارهای اعمال شده منجر به افزایش عملکرد خشک کلاله نسبت به شاهد شد. بیشترین افزایش عملکرد در تیمار بذرمالی آبیاری محلول‌پاشی مشاهده گردید (شکل ۲). به نظر می‌رسد که بذرمالی بنه‌های زعفران با کود نانوبیولوژیک منجر به تأثیر مستقیم این کود بر بنه زعفران و افزایش عملکرد محصول گردیده است. از طرفی تغذیه برگی زعفران به کمک محلول‌پاشی برگ‌ها کمک به افزایش هرچه بیشتر عملکرد کلاله خشک گردید. در همین راستا امیرقاسمی (Amirghasemi, 2001) عنوان نمود که مصرف کودهای محلول به‌خصوص در اسفند ماه بسیار سودمند است، زیرا جذب این مواد توسط برگ‌ها و تجمع آن‌ها در پارانشیم ذخیره‌ای بنه‌ها باعث می‌شود که این مواد در مراحل تشدید میتوز تابستانه به‌همراه سایر عوامل فیزیکی و شیمیایی، در تشکیل و تقویت بیشتر اندام‌های گل در مریستم انتهایی جوانه بنه‌ها مؤثر بوده و در نهایت، موجب افزایش گل‌آوری در مزرعه گردید. ملافیلابی و خرمدل (Mollafilabi & Khorramdel, 2016) نیز با هدف بررسی اثر کود دامی و تغذیه برگی بر ویژگی‌های بنه دختری و عملکرد گل در مزرعه شش ساله زعفران نشان دادند که بالاترین سرعت ظهور برگ و گل برای کود دامی+محلول‌پاشی با کود کامل به ترتیب با ۷/۳۴ برگ در روز و ۱۱/۱۷ گل در روز مشاهده شد. بیشترین وزن تر گل و وزن خشک کلاله برای کود دامی+محلول‌پاشی با کود کامل به ترتیب با ۶۹/۷۷ و ۰/۶۶ گرم بر متر مربع به دست آمد و کمترین میزان برای شاهد با ۲۷/۳۰ و ۰/۲۶ گرم بر متر مربع حاصل شد. حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2004) در بررسی اثر تغذیه برگی بر رشد و عملکرد زعفران نشان دادند که مصرف یک بار کود مایع مخلوط دلفارد در اسفند ماه موجب افزایش ۳۳ درصدی محصول این گیاه ارزشمند شد. اکبریان و همکاران (Akbarian et al., 2012) نتیجه گرفتند که محلول‌پاشی با پتاسیم، روی و آهن، طول برگ و عملکرد گل زعفران را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد.

تعداد گل

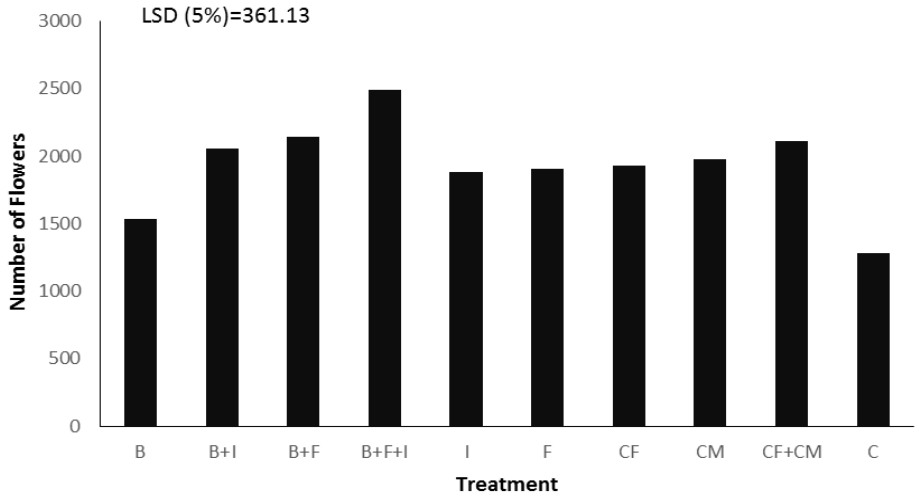
مقایسه میانگین داده‌ها در سال سوم نشان داد که بیشترین تفاوت تعداد گل با شاهد در تیمار بذرمالی آبیاری محلول‌پاشی و کمترین آن در تیمار بذرمالی کودنانوبیولوژیک مشاهده شد. خاکسارنژاد و ضابط (Khaksarnejad & Zabet, 2017) با بررسی اثر نانو کلات آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد زعفران بیان کردند که تعداد گل با افزایش میزان کود مصرفی افزایش یافت. در این تحقیق بیشترین تعداد کل گل در واحد سطح در تیمار کودی ۱۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. این پژوهشگران معتقدند که فراهمی عناصر به شکل مؤثری باعث افزایش تعداد گل می‌شود (Koocheki et al., 2011). در پژوهشی دیگر محققان دریافتند که تعداد گل در تیمار کاربرد ۱۰ کیلوگرم نانوکلات ۲۷ درصد بیشتر از تیمار کود کلات آهن معمولی بود به نحوی که این پژوهشگران بیان کردند که کود آهن با بنیان نانو نسبت به کلات آهن معمولی مؤثرتر بود، به نحوی که در بیشتر صفات گل زعفران، تیمار پنج کیلوگرم نانو کلات معادل ۱۰ کیلوگرم کود کلات آهن معمولی بود (Baghaee & Maleki Farahane, 2013).

مقایسه مجموع تعداد گل در سه سال نشان داد که تیمار

www.SID.ir

Archive of SID

بذرمالی آبیاری محلول‌پاشی منجر به افزایش۷۰ درصدی در تعداد گل شد، در صورتی که تیمار کود شیمیایی ۱۴ درصد افزایش تعداد گل داشت. از آنجایی که زعفران ریشه نسبتاً کم حجمی دارد که در بخش محدودی از خاک گسترش می‌یابد به همین دلیل کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی در خاک می‌تواند باعث اتلاف منابع کودی و کاهش کارایی مصرف کود و همچنین افزایش آلودگی محیط زیست شود (Akrami et al., 2014).

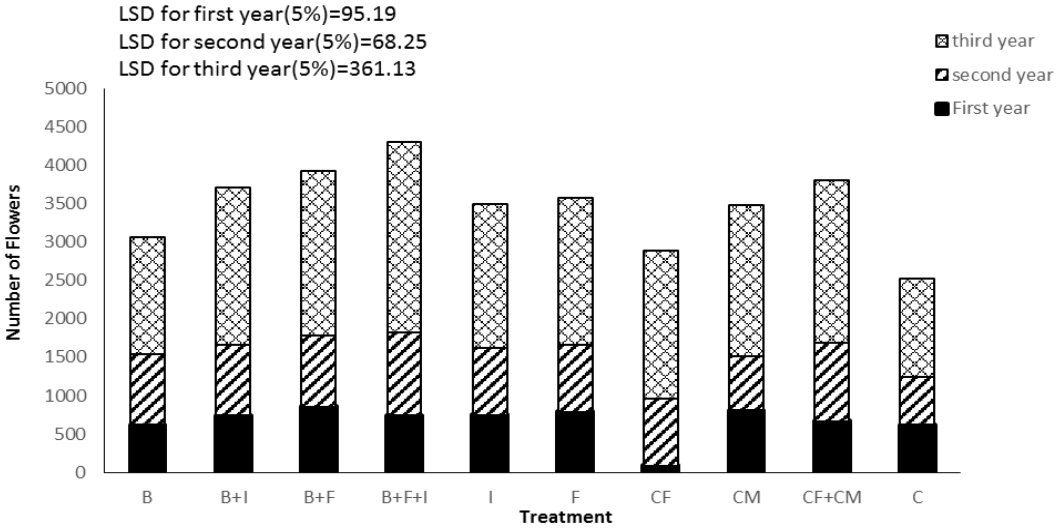


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر کودهای مختلف بر تعداد گل (سال سوم)

Figure 3- Mean comparisons for the effect of different fertilizers on the number of flowers (Third year).

B=بذر مالی , I= آبیاری, F=محلول‌پاشی, CF=کود شیمیایی, CM=کود گاوی, C=شاهد.

B=Bioumik seed inoculation, Irrigation=I, Foliar application= F, Chemical fertilizer = CF, Cow manure= CM and Control=C.



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر کودهای مختلف بر مجموع تعداد گل در سه سال

Figure 4- Mean comparisons for the effect of different fertilizers on the total number of flowers in three years.

B=بذر مالی , I= آبیاری, F=محلول‌پاشی, CF=کود شیمیایی, CM=کود گاوی, C=شاهد.

B=Bioumik seed inoculation, Irrigation=I, Foliar application= F, Chemical fertilizer = CF, Cow manure= CM and Control=C.

www.SID.ir

Archive of SID

علاوه بر این از آنجا که قسمت عمده رشد این گیاه در فصل پاییز و زمستان است بنابراین کاهش شدت تعرق باعث می‌شود که میزان جذب و انتقال آب و عناصر غذایی محلول در آن کاهش یابد که در این شرایط نیز به نوبه خود باعث کاهش غلظت عناصرغذایی در برگ‌های گیاه می‌شود (Amirghasemi, 2001) به همین دلیل به نظر می‌رسد لزوم استفاده از عناصر غذایی و تغذیه معدنی به صورت محلول‌پاشی منجر به جذب این مواد توسط برگ‌ها و تجمع آنها در بنه‌ها شده که در نهایت منجر به افزایش تعداد گل و عملکرد در سال‌های بعدی می‌شود (Rostami et al., 2017). به همین دلیل استفاده از تیمار بذرمالی و محلول‌پاشی به صورت هم زمان می-تواند منجر به حصول بالاترین سطح از عملکرد گیاه شود.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که مصرف انواع کودهای آلی و شیمیایی و روش‌های کاربرد کود نانوبیولوژیک تأثیر معنی داری بر خصوصیات گل و بنه زعفران داشت. بیشترین عملکرد گل، کلاله و تعداد گل در تیمار بذرمالی آبیاری محلول‌پاشی مشاهده شد. به نظر می‌رسد که کاربرد کود نانوبیولوژیک بیوزر با ترکیبات موجود در آن باعث شد که رشد و عملکرد گیاه را تحت تأثیر مثبت قرار گیرد. در بین روش‌های مختلف کاربرد کودهای نانوبیولوژیک روش بذرمالی بنه‌های زعفران باعث افزایش مستقیم عناصر غذایی در محیط خاک شد. از طرفی استفاده از محلول‌پاشی منجر به جذب عناصر غذایی توسط برگ‌ها و تجمع آن‌ها در پارانشیم ذخیره‌ای بنه‌ها شده که در نهایت، موجب بهبود خصوصیات گل در مزرعه شد. بیشترین عملکرد بنه در تیمار بذرمالی کود نانوبیولوژیک به دست آمد که نشان دهنده عدم تأثیرگذاری محلول‌پاشی بر خصوصیات بنه زعفران بود. این نتایج با نتایج میدانی که در منطقه توسط کشاورزان انجام شده است موافق است. کشاورزانی که در اراضی خود از کود مورد تحقیق استفاده نموده بودند اثرات مثبت آن را در تولید گل و کلاله تأیید می‌کنند ولی نتایج این تحقیق توانست بهترین روش مصرف برای این محصول را به کشاورزان ارائه نماید.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی اجرا شده به شماره طرح ۲۰ از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه تربت‌حیدریه می‌باشد که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

Alipoor Miandehi, Z., Mahmodi, S., Behdani, M.A., and Sayyari, M.H., 2014. Effect of manure, bio-and chemicalfertilizers and corm size on saffron (*Crocus sativus* L.) yield and yield components. Journal of Saffron Research 1 (2): 73-84. (In Persian with English Summary).

Akrami, M.R., Malakouti, M.J., and Keshavarz, P. 2014. Study of flower and stigma yield of saffron as affected by potassium and zinc fertilizers in Khorasan Razavi Province. Journal of Saffron Research 2 (1): 85-96. (In Persian with English Summary).

Amirghasemi, T. 2001. Saffron, Red Gold of Iran. Ayandegan Publication, Tehran, Iran.

Akbarian, M.M., Heidari Sharifabad, H.,

www.SID.ir

Archive of SID

Noormohammadi, G., 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.

Amirghasemi, T. 2001. Saffron, Red Gold of Iran. Ayandegan Publication, Tehran, Iran.

Armak, A., Feizi, H., and Alipanah, M. 2017. Impact of use of different sources of humic, bio and nano fertilizers and nitrogen levels on saffron *(Crocus sativus* L.) flower yield. Saffron Agronomy and Technology 5 (4): 329-344. (In Persian with English Summary).

Asadi, G., Rezvani Moghaddam, P., and Hassanzadeh Aval, F. 2012. Effects of soil and foliar applications of nutrients on corm growth and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in six-year-old farm. Saffron Agronomy and Technology 2 (1): 31-44. (In Persian with English Summary).

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. Journal of Saffron Research 2: 156-169. (In Persian with English Summary).

Chaji, N., Khorassani, R., Astaraei, A.R., and Lakzian, A. 2013. Effect of phosphorous and nitrogen on vegetative growth and production of daughter corms of saffron. Journal of Saffron Research 1 (1): 1-12.

Chinnamuthu, C.R., and Boopathi, M. 2009. Nanotechnology and agroecosystem. Madras Agriculture Journal 96 (1-6): 17-31.

Cui, H., Sun, C., Liu, Q., Jiang, J., and Gu, W. 2006. Applications of nanotechnology in agrochemical formulation, perspectives, challenges and strategies. Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, China, pp. 1-6.

Feizi, H., Seyyedi, S.M., and Sahabi, H. 2015. Effect of corm planting density, organic and chemical fertilizers on formation and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.) replacement corms during phonological stages. Saffron Agronomy and Technology 2 (4): 289-301. (In Persian with English Summary).

Hosseini, M., Sadeghi, B., and Aghamiri, S.A. 2004. Influence of foliar fertilization on yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Acta Horticulturae (ISHS) 650: 207-209.

Hassanzadeh Aval, F., Rezvani Moghaddam, P., Bannayan Aval, M., and Khorasani, R. 2013. Effects of maternal corm weight and different levels of cow manure on corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 1 (1): 22-39. (In Persian with English Summary).

Iran Nanotechnology Innovation Council. 2015. Iranian biologic nanofertilizers an proper alternative option for chemical fertilizer. Nanotechnology monthly. 14th year, Available at Web site http://en.nano.ir (verified 5 September 2018).

Khaksarnejad, E., and Zabet, M. 2017. The effect of nano iron chelated on the yield and yield component of saffron (*Crocus sativus*) in South Khorasan. Journal of Saffron Research 5: 45-52 (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Najibnia, S., and Lalehgani, B. 2009. Evaluation of saffron yield (*Crocus sativus* L.) in intercropping with cereals, pulses and medicinal plants. Iranian Journal of Field Crops Research 7 (1): 173-181. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., and Mohammadabadi, A.A. 2011. Investigation on the effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Water and Soil 25 (1): 196-206. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Siahmarguee, A., Azizi G., and Jahani, M. 2011. The effect of high density and

www.SID.ir

Archive of SID

depth of planting on agronomic characteristic of Saffron (*Crocus sativus* L.) and corms behavior. Agroecology 3: 36– 49. (In Persian with English Summary).

Lai, R. 2007. Soil Science. In the era of hydrogen economy and 10 billion people, The Ohio State University, USA, pp.1-9.

Maleki Farahani, S., and Aghighi Shahverdi, M. 2015. Evaluation the effect of nono-iron fertilizer in compare to iron chelate fertilizer on qualitative and quantitative yield of saffron. Journal of Crops Improvement 17 (1): 155-168.

Ministry of Agriculture-Jahad. 2018. Agricultural Statistics, (Vol. 2). Islamic Republic of Iran, Ministry of Agriculture-Jahad Press. 241 p. (In Persian).

Monreal, C.M. 2010. Nanofertilizers for increased N and P use eefficiencies by crops. In Summary of Information Currently Provided to MRI Concerning Applications for Round 5 of the Ontario Research Fund-Research Excellence Program. pp.12-13.

Mohammadi Aria, M., Lakzian, A., Haghina, G.H., Besharati, h., and Fotovat, A. 2010. The effect of Thiobacillus and Aspergillus on phosphorous availability of enriched rock phosphate with sulfur and vermicompost. Journal of Water and Soil 24 (1): 1-9. (In Persian with English Summary).

Mollafilabi, A., and Khorramdel, S. 2016. Effects of cow manure and foliar Spraying on agronomic criteria and yield of saffron (*Crocus Sativus* L.) in a six year old farm. Saffron Agronomy and Technology 3 (4): 237-249. (In Persian with English Summary).

Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola J. L., and Garcia-Luice, A. 2005.Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulture 103: 361-379.

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand Rezazadeh, Z., and Tabrizi, L. 2007. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 1 (5): 155-166. (In Persian with English Summary).

Nehvi, F.A., Lone, A.A., Khan, M.A., and Maghdoomi, M.I. 2010. Comparative study on effect of nutrient management on growth and yield of saffron under temperate conditions of keshmir. Acta Horticulturae 165–170.

Omidi, H., Naghdi Badi, H., Golzad, A., Torabi, H., and Footoukian, M. 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 2 (30) :98-109.

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

Rostami, M., Maleki, M., and Effati, A. 2017. Effect of foliar application of chemical nano-fertilizers on physiological traits of saffron (*Crocus sativus* L). Saffron Agronomy and Technology 5 (4): 345-359. (In Persian with English Summary).

Saidi Rad, M.H., and Mokhtariyan, A. 2007. Applied scientific principles of planting, harvesting and harvesting saffron. Education and Promotion of Agriculture press. 112 p.

www.SID.ir

Archive of SID

Response of Flower and Corm Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.) to Nanobiologic Fertilizer Application in Comparison to Current Cow Manure and Chemical Fertilizer

Hassan Feizi[1], Ali Hosseini[2], Hossein Sahabi[3] and Ramin Nazarian[4]*

Submitted: 3 April 2019 **Accepted:** 1 September 2019

Feizi, H., Hosseini, A., Sahabi, H., and Nazarian, R. 2020. Response of Flower and Corm Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.) to Nanobiologic Fertilizer Application in Comparison to Current Cow Manure and Chemical Fertilizer. Saffron Agronomy & Technology, 8(1): 75-88.

Abstract

An experiment was conducted in Shadmehr region as randomized complete block design with 10 treatments with four replication during two years (2014-2015 and 1015-2016) in order to evaluate the response of flower and corm yield of saffron to nanobiologic fertilizer application methods in comparison to cow manure and chemical fertilizer. The treatments were 1. Corm inoculation with nanobiofertilizer (Bioumik product of Biozar Company), 2. Corm inoculation+use in irrigation water, 3. Corm inoculation+ foliar application 4. Corm inoculation+ foliar application+use in irrigation water, 5. In irrigation water, 6. Foliar application 7. Use of chemical fertilizer (Urea, Ammonium phosphate and Potassium sulphate) 8. Use of cow manure 9. Use of chemical fertilizer +Use of cow manure and 10. Control. The traits studied were corm dry yield, flower dry yield, stigma dry, and fresh yield and flower number. Based on the results of the third year, the highest stigma dry yield (about 14 $kg.ha^{-1}$) and flower number were achieved in Corm inoculation+ foliar application+use in irrigation water treatment (by 176 % increase in comparison to control) and the highest corm yield was seen in corm inoculation treatment (by 41 more than control). The results show that the best method for corm improvement was corm inoculation with nanobiofertilizer and for flower improvement it is recommend to use corm inoculation+ foliar application+use in irrigation water.

Keywords: Corm inoculation, Corm yield, Flower yield, Foliar application.

1 - Associate Professor, Department of plant Production, University of Torbat Heydarieh, Iran.
2 - Lecturer, Department of plant Production, University of Torbat Heydarieh, Iran.
3 - Assistant Professor, Department of plant Production, University of Torbat Heydarieh, Iran.
4 - Associate Professor, Agriculture Department, University of Herat, Afghanistan.
(*- Corresponding author. Email: h.feizi@torbath.ac.ir)
DOI: 10.22048/jsat.2019.177567.1339

www.SID.ir