مقاله کوتاه فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد نوزدهم/ شمارهٔ دوم/ صفحات ۹۵-۸۷/ پاییز و زمستان ۹۹
DOI: 10.22084/ppt.2018.12899.1705

تأثیر کنسانتره کود مرغ بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی و متابولیت‌های ثانویه زعفران (*Crocus sativus* L.)

Effect of Chicken Manure Concentrate on Antioxdant Activity and Secondary Metabolites of Saffron (*Crocus sativus* L.)

محمدحسین امینی‌فرد[1]* و زهره قلی‌زاده[2]

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۶
(مقاله کوتاه پژوهشی)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف کنسانتره کود مرغی بر خصوصیات کیفی زعفران (*Crocus sativus* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ اجرا گردید. فاکتور آزمایشی شامل سطوح مختلف کنسانتره کود مرغی (صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) بود. براساس نتایج به‌دست‌آمده، تیمار کودی اثر معنی‌داری بر میزان فنل و آنتوسیانین گلبرگ و مواد مؤثره کلاله زعفران (کروسین، پیکروکروسین و سافرانال) داشت، به‌طوری‌که بالاترین مقادیر فنل کل و آنتوسیانین (به‌ترتیب، ۹/۰۷۸ و ۲۶/۷۰ میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک) از تیمار پنج تن کنسانتره کود مرغ در هکتار حاصل شد، اما فعالیت آنتی‌اکسیدانی گلبرگ تحت تأثیر کود قرار نگرفت. هم‌چنین بیش‌ترین محتوی کروسین به میزان ۸۶/۲۴ درصد از تیمار ۱۵ تن در هکتار، پیکروکروسین به میزان ۶۵/۵۳ درصد از تیمار ۱۰ تن در هکتار و سافرانال به میزان ۲۹/۹۲ درصد از تیمار پنج تن در هکتار کنسانتره کود مرغ حاصل شد که به‌ترتیب ۵۷، ۸۱ و ۲۹ درصد بالاتر از تیمار شاهد بودند. ولی، بین سطوح پنج، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار در این صفات، تفاوت معنی‌داری یافت نشد. بنابراین، نتایج نشان داد که کنسانتره کود مرغ (پنج تن در هکتار) اثرات سودمندی بر ترکیبات آنتی اکسیدانی و مواد مؤثره زعفران داشت.

واژه‌های کلیدی: زعفران، آنتی‌اکسیدان، کود آلی، کروسین، پیکروکروسین

۱ و ۲. به‌ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
*: نویسنده مسئول Email: mh.aminifard@birjand.ac.ir

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده دوم به راهنمایی محمدحسین امینی‌فرد می‌باشد.

مقدمه

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. از جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات کشاورزی و صادراتی ایران برخوردار است (*محمدآبادی*[1] و همکاران، 2006). این گیاه دارویی در صنایع غذایی به‌عنوان طعم‌دهنده و در صنایع داروسازی به‌عنوان آرام بخش، اشتهاآور و مقوی معده استفاده می‌شود (*ابراهیم زاده*[2] و همکاران، 2000). ارزش زعفران به‌علت وجود سه متابولیت ثانویه اصلی آن می‌باشد. ترکیبات زردرنگ کروسین که در آب محلول هستند. مسئول رنگ زعفران، ترکیبات تلخ پیکروکروسین مسئول طعم و سافرانال مسئول عطر و بوی آن می‌باشد (*حسین‌زاده و یونسی*[3]، 2002).

مدیریت کود یک عامل مهم در موفقیت کشت گیاهان دارویی است و بر این اساس شناسایی کودهای سازگار با محیط مناسب برای گیاه می‌تواند اثرات مطلوبی بر شاخص‌های کمی وکیفی گیاه داشته باشد. امروزه با توجه به مشکلاتی که در اثر مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به‌وجود آمده است نیاز به شناسایی کودهای آلی مناسب برای گیاهان در جهت کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی مجدداً مورد توجه قرار گرفته است (سلیمانی، ۱۳۸۷). بدون تردید، کاربرد کودهای آلی و دامی به‌خصوص در خاک‌های فقیر از عناصر غذایی علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک و افزایش مواد آلی خاک نسبت به کاربرد کودهای معدنی دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی نیز مفید واقع شده و می‌تواند به‌عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی در بلندمدت باشد (*لی*[4]، 2010). کود مرغی و کنستانتره آن، علاوه برداشتن عناصر ماکرو و میکرو (منگنز، آهن، مس و بر) یکی ازکودهای ارزان قیمت در مقایسه با کودهای متداول در تولیدگیاهان زراعی است و از نظر داشتن نیتروژن نسبت به سایرکودهای دامی غنی‌تر است (*زهو*[5] و همکاران، 2005). به‌طوری‌که نزدیک به ۷۴درصد از فسفر کل و۴۰درصد از نیتروژن کل موجود درکود مرغی به شکل قابل‌دسترس هستند. کودمرغی دارای خواصی مانند آزادسازی تدریجی نیتروژن (کاهش آبشویی نیترات)، ترکیبات پتاسیم و کلسیم (کاهش اسیدی شدن خاک) و ماده آلی (افزایش ظرفیت نگهداری آب و موادغذایی) می‌باشد (*قوش*[6] و همکاران، 2004). *جامی الاحمدی*[7] و همکاران (2009) در مطالعه بر روی اکوسیستم‌های زراعی خراسان، یکی از علل برتری عملکرد زعفران را، استفاده از کودهای آلی دانستند. *اسماعیلی*[8] و همکاران (2008) در تحقیقی نشان دادند که کاربرد کود گوسفندی و نیز کاربرد توأم ماسه بادی و کود گوسفندی تأثیر مثبتی بر عملکرد گل و کلاله زعفران دارد. استفاده از کودهای آلی در زراعت زعفران موجب افزایش وزن تازه و خشک و درصد ماده خشک بنه‌ها شده و میزان ریشه‌های بنه را افزایش می‌دهد که این اثرات ممکن است در نتیجه افزایش رطوبت خاک و نهایتاً رشد بهتر گیاه باشد (بهدانی و همکاران، ۱۳۸۴). *رضوانی مقدم* و همکاران (۱۳۹۲) افزایش تعداد و وزن بنه‌های زعفران در نتیجه کاربرد کمپوست را تحت تأثیر فراهمی بیش‌تر عناصر غذایی به ویژه نیتروژن، فسفر و هم‌چنین بهبود خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک ناشی از افزایش ماده آلی دانستند. محققان در بررسی تأثیر کود شیمیایی و زیستی نیتروژن بر ویژگی‌های کیفی زعفران گزارش کردند که حداکثر میزان ماده مؤثره کروسین از تلفیق کود نیتروژن و کود بیولوژیک نیتروکسین و بیش‌ترین مقدار پیکروکروسین و سافرانال از تیمار نیتروکسین حاصل شد (نقدی‌بادی و همکاران، ۱۳۹۰). هم‌چنین *رسولی*[9] و همکاران (2015) افزایش درصد کروسین، پیکروکروسین و سافرانال را در نتیجه استفاده از نیمی از مقادیر کودهای شیمیایی، ورمی‌کمپوست و باکتری‌های محرک رشد گزارش کردند. با توجه به اهمیت گیاه دارویی زعفران، یکی از راه‌کارهای افزایش مواد مؤثره زعفران، مدیریت تغذیه مناسب در مزرعه می‌باشد. باتوجه به این‌که تاکنون گزارشی در خصوص تأثیر کنسانتره کود مرغی بر گیاه زعفران نشده است لذا هدف از اجرای این طرح، مطالعه تأثیر سطوح مختلف کنسانتره کود مرغی بر متابولیت‌های ثانویه گیاه دارویی زعفران بود، تا با کاهش اتکاء به نهاده‌های شیمیایی، بتوان درجهت تولید پایدار این گیاه دارویی مهم گام برداشت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دانشکده کشاورزی بیرجند در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل کنسانتره کود مرغ در چهار سطح (صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) بود. به‌منظور تعیین خصوصیات خاک، نمونه‌برداری از زمین آزمایش انجام شد (جدول ۱). هم‌چنین خصوصیات شیمیایی کنسانتره

1. Mohammad-Abadi
2. Ebrahimzadeh
3. Hosseinzade and Younesi
4. Lee
5. Zhou
6. Ghosh
7. Jami-alahmadi
8. Esmaili
9. Rasouli

کود مرغی در جدول ۲ آمده است. پس از انجام عملیات آماده‌سازی زمین، کاشت زعفران در اواخر شهریور ماه ۱۳۹۴ درکرت‌هایی به مساحت چهار مترمربع انجام شد. فاصله کشت بنه روی ردیف۱۰ سانتی‌متر، فواصل بین خطوط کاشت۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت حدود ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هم‌چنین جهت جلوگیری از تداخل اثرات‌کودی، فاصله بین‌کرت‌ها نیم‌متر و فاصله بین بلوک‌ها یک متر در نظرگرفته شد. سپس کنسانتره کود مرغی، با نسبت‌های مختلف براساس تیمارهای مربوطه همزمان با عملیات آماده‌سازی زمین (شهریور ۹۴)، داخل کرت‌های مربوطه پخش شده و در عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک مخلوط گردید. اندازه بنه‌ها هشت تا۱۰ گرم انتخاب شد و سپس کاشت بنه‌ها انجام گردید. آبیاری اول، قبل از گل‌دهی، در اوایل آبان ماه و به‌صورت کرتی انجام شد و آبیاری‌های بعدی پس از اتمام دوره گل‌دهی طبق عرف منطقه به فاصله زمانی هر یک‌ماه انجام گرفت که در مجموع پنج آبیاری انجام گرفت. در فصل گل‌دهی، گل‌های زعفران در اولین ساعات صبح از نیمه آبان‌ماه تا نیمه‌آذر ماه سال ۱۳۹۴، با در نظرگرفتن اثرحاشیه‌ای (نیم‌متر فاصله با هر ضلع کرت)، از کل سطح کرت‌ها برداشت شد. سپس‌کلاله و گلبرگ زعفران از گل‌ها جدا گردید و پس ازخشک‌کردن در آون در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، وزن آن‌ها تعیین شد. برای استخراج متابولیت‌های ثانویه زعفران از روش‌های روش‌های ذیل استفاده شد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل گلبرگ زعفران

ابتدا یک گرم گلبرگ خشک شده زعفران در ۱۰۰ سی‌سی اتانول ۸۰٪ حل شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه با دور، ۵۰۰۰ دور سانتریفیوژ گردید و از قسمت روشناور به‌عنوان عصاره زعفران استفاده گردید ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گلبرگ زعفران با روش DPPH اندازه‌گیری شد. در روش DPPH، فعالیت خنثی‌کنندگی رادیکال (۲ و ۲ دی فنیل-۱پیکریل هیدرازیل) توسط عصاره گلبرگ زعفران با روش اسپکتروفتومتری تعیین شد (*تیورکمن*[1] و همکاران، 2005). برای این منظور دو میلی‌لیتر ازمحلول اتانولی ۰/۱۵ میلی‌مولار DPPH به لوله آزمایش حاوی یک میلی‌لیتر عصاره گلبرگ زعفران اضافه شد. سپس مخلوط حاصل به‌مدت۳۰ ثانیه بادستگاه ورتکس مخلوط شد، سپس محلول به‌مدت۲۰ دقیقه درتاریکی و در دمای اتاق تثبیت گردید. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر مدل (UNICO, 2000, Germany) خوانده شد.

$$\text{درصد آنتی اکسیدان} = 1 - \frac{\text{جذب نمونه}}{\text{جذب شاهد}} \times 100$$

اندازه‌گیری مقدار کل ترکیبات فنولی گلبرگ زعفران

برای اندازه‌گیری محتوی فنول کل گلبرگ زعفران از روش گالیک اسید و معرف فولین سیکالتو استفاده شد (*کواچ*[2] و همکاران، 2008). بدین‌منظور، نیم میلی‌لیتر عصاره گلبرگ زعفران به لوله آزمایش منتقل شده و بعد از پنج دقیقه نیم میلی‌لیتر فولین سیکالتو به آن اضافه و سپس دو میلی‌لیتر بیکربنات سدیم (۲۰۰ گرم در لیتر) به آن افزوده شد. بعد محلول به‌مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق گذاشته و ۱۰ میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه به آن اضافه شد و در طول موج ۷۲۵ نانومتر میزان جذب نمونه با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. سپس مقدار کل ترکیبات فنولی نمونه‌ها با استفاده از منحنی استاندارد گالیک اسید محاسبه شد.

اندازه‌گیری میزان ترکیبات آنتوسیانینی کل گلبرگ زعفران

اندازه‌گیری آنتوسیانین گلبرگ به روش pH افتراقی مطابق روش (*سوین*[3]، 1965) انجام گرفت. برای این منظور از دو بافر شامل پتاسیم کلرید و کلریدریک اسید با pH= ۱ و سدیم استات و کلریدریک اسید با pH= ۴/۵ استفاده شد. نمونه‌ها با بافر به حجم رسانده شدند و سپس در دو طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر میزان جذب برای هر دو بافر قرائت شد.

اندازه‌گیری مواد مؤثره کلاله زعفران

جهت اندازه‌گیری ترکیبات کیفی (کروسین، پیکروکروسین و سافرانال) موجود در کلاله، روش استاندارد ملی ایران[4] (2006) مورداستفاده قرار گرفت. بر اساس این روش، پنج میلی‌گرم نمونه کلاله پودر شده با استفاده از آب مقطر به حجم ۱۰ سی‌سی رسانده شد، سپس این ترکیب به‌مدت ۲۰ دقیقه در تاریکی با کمک دور متوسط هم‌زن مغناطیسی مخلوط شد و میزان جذب در طیف‌های ۲۵۷ (پیکروکروسین)، ۳۳۰ (سافرانال) و ۴۴۰ (کروسین) نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. عدد به‌دست‌آمده در معادله شماره

1. Turkmen

2. Chuah
3. Swian
4. INS

یک قرار گرفته و مقادیر صفات ذکر شده محاسبه گردید. در این رابطه، X مقدار ترکیب کیفی مشخص با واحد درصد، A میزان جذب خوانده شده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج مربوطه و M وزن خشک کلاله با واحد میلی‌گرم می‌باشد.

معادله یک) $100X = A/M \times 100$

در پایان، تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌های خام حاصل از آزمایش به کمک نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج‌درصد، با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

Table 1: Physical and chemical properties of soil in experimental field

بافت Texture	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($ds.m^{-1}$)	اسیدیته pH	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	پتاسیم قابل دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available P ($mg.kg^{-1}$)
لومی Loamy	0.68	3.1	7.76	0.06	420.35	60

جدول ۲: خصوصیات شیمیایی کنسانتره کود مرغی

Table 2: Chemical properties of chicken manure

نیتروژن (درصد) N (%)	فسفر (درصد) P (%)	پتاسیم (درصد) K (%)	منیزیم (میلی‌گرم در گرم) Mg ($mg.g^{-1}$)	گوگرد (میلی‌گرم در گرم) S ($mg.g^{-1}$)	آهن (میلی‌گرم در گرم) Fe ($mg.g^{-1}$)	اسیدیته pH
5	4	4	1.1	0.5	1300	6.5

نتایج و بحث

میزان فنل کل گلبرگ زعفران

باتوجه به نتایج تجزیه واریانس، میزان فنل کل گلبرگ زعفران تحت تأثیر سطوح متفاوت کنسانتره کود مرغی قرار گرفت. باتوجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳)، کم‌ترین میزان فنل که به تیمار شاهد تعلق گرفت و بیش‌ترین آن در تیمار پنج تن در هکتار به‌دست آمد. مشابه نتایج این آزمایش *هارگریوس*[1] و همکاران (2009) نشان دادند، که کاربرد کودهای آلی میزان فنل را در گیاه افزایش داد. *پریز*[2] و همکاران (2007) نیز، با کاربرد کود آلی، افزایش میزان فنل را، در مقایسه با تیمار شاهد، مثبت گزارش نمودند. در خصوص افزایش فنل، *تور*[3] و همکاران (2006) اظهار داشتند که به خاطر استفاده از کودهای آلی، میزان قند و کربن در گیاه افزایش می‌یابد، لذا قند اضافی که در گیاه تولید می‌شود، در ساختمان متابولیت‌های ثانویه نظیر ترکیبات فنلی استفاده می‌شود که در نهایت باعث افزایش میزان فنل در گیاه می‌گردد. کودهای آلی (کنستانتره کود مرغ) از یک طرف با افزایش عناصر غذایی در خاک، باعث افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو که منجر به افزایش میزان فتوسنتز و کربوهیدرات در گیاه می‌گردد، از طرف دیگر، محققین گزارش کرده‌اند که هرجا هیدرات کربن بیش‌تر باشد ترکیبات فنلی نیز بیش‌تر است (*مولرا*[4] و همکاران، 2013). ازآن‌جایی‌که برای ساخت و سنتز ترکیبات فنلی، حضور کربوهیدرات‌ها لازم و ضروری می‌باشد، لذا افزایش در مقدار کربوهیدرات‌ها، سبب افزایش سنتز ترکیبات فنلی می‌گردد که دلیل این امر ممکن است به اختصاص یافتن بیش‌تر کربن به مسیر شیکمیک اسید (مسیر ساختن ترکیبات فنلی) مربوط باشد (*فونگ*[5] و همکاران، 2010).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی گلبرگ زعفران

اگرچه با افزودن کنسانتره کود مرغ به خاک، فعالیت آنتی‌اکسیدانی گلبرگ زعفران افزایش یافت، ولی اثر تیمار کودی بر آن معنی‌دار نبود. هرچند مقایسه میانگین‌ها نشان داد، که تیمار پنج تن در هکتار کنسانتره کود مرغ بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی گلبرگ را تولید کرد (جدول ۳). مشابه نتایج این آزمایش، *جنیفر*[6] و همکاران (2008) گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی بر میزان آنتی‌اکسیدانی میوه اثر معنی‌داری نداشت؛ اما، نتایج پژوهش عبداله زارع و همکاران

1. Hargreaves
2. Perez
3. Toor
4. Mulerra
5. Phuong
6. Jennifer

(۱۳۹۲) بیانگر تأثیر معنی‌دار مصرف ۱۰۰درصد کود دامی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه بود.

میزان آنتوسیانین کل گلبرگ زعفران

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که کنسانتره کود مرغی بر میزان آنتوسیانین گلبرگ زعفران اثر معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد، که بالاترین میزان آنتوسیانین در تیمار پنج تن کنسانتره کود مرغ در هکتار و کم‌ترین آن در شاهد به‌دست آمد (جدول ۳). بعد از تیمار پنج تن در هکتار به‌ترتیب، تیمارهای ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار بالاترین مقادیر آنتوسیانین را به خود اختصاص دادند. مشابه نتایج این تحقیق، *گندی*[1] و همکاران (2012) در بررسی تأثیر کود آلی و کود زیستی بر خصوصیات بیوشیمیایی چای ترش اظهار داشتند که حداکثر میزان آنتوسیانین از مصرف کود آلی به‌دست آمد. هم‌چنین برخی محققین نیز افزایش میزان آنتوسیانین گیاه را در نتیجه استفاده از کودهای آلی گزارش کردند (*شهاتا*[2] و همکاران، 2011). سعیدی (۱۳۸۰) افزایش میزان آنتوسیانین گل‌های لاله را در نتیجه استفاده از ورمی‌کمپوست گزارش نمودند. هم‌چنین *تئونیسن*[3] و همکاران (2010) بیان کردند که استفاده از کودهای آلی به‌واسطه مقادیر بالای ترکیبات هیومیکی، باعث سنتز ترکیبات فنلی مثل فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها در گیاهان می‌شود و از آن‌جایی‌که مسیر سنتز آنتوسیانین، فنل و فلاونوئید مشابه بوده و توسط آنزیم PAL که به‌عنوان آنزیم محرک بیوسنتز طیف وسیعی از ترکیبات فنیل پروپان است، انجام می‌گیرد (*جئونگ*[4] و همکاران، 2004)، لذا افزایش میزان ترکیبات فنلی تحت تأثیر کود آلی (نظیر کنستانتره کود مرغ) در افزایش میزان آنتوسیانین نیز مؤثر است که با نتایج ما هم‌خوانی دارد.

میزان متابولیت‌های ثانویه کلاله زعفران

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمار کودی بر میزان کروسین یا رنگ زعفران تأثیر معنی‌داری داشته است. جدول مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین میزان کروسین در تیمار ۱۵ تن کنسانتره کود مرغ در هکتار و کم‌ترین مقدار آن در تیمار عدم‌مصرف کنسانتره کود مرغ حاصل شد (جدول ۴)، با این وجود، بین تیمارهای پنج، ۱۰ و ۱۵ تن کنسانتره کود مرغ در هکتار اختلاف معنی‌داری یافت نشد. نتایج آزمایش نشان داد که پیکروکروسین کلاله تحت تأثیر سطوح مختلف کنسانتره کود مرغ قرار گرفت. براساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۴)، کم‌ترین میزان پیکروکروسین در تیمار شاهد و بیش‌ترین آن در تیمار ۱۰ تن در هکتار کنسانتره کود مرغ به‌دست آمد. هرچند که از لحاظ آماری بین تیمارهای پنج، ۱۰ و ۱۵ تن کنسانتره کود مرغ در هکتار اختلافی وجود نداشت. باتوجه به نتایج تجزیه واریانس، سطوح مختلف تیمار کودی بر میزان سافرانال کلاله زعفران تأثیر معنی‌داری داشته است. براساس مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، بیش‌ترین میزان سافرانال مربوط به سطح پنج تن کنسانتره کود مرغ در هکتار و کم‌ترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. هرچند در صفت مذکور بین سطوح پنج، ۱۰ و ۱۵ تن کود مرغ در هکتار تفاوت آماری وجود نداشت.

گزارشات مشابهی که قبلاً توسط سایر محققین (امیدی و همکاران، ۱۳۸۸؛ نقدی‌بادی و همکاران، ۱۳۹۰) گزاش شده است گویای آن می‌باشد که استفاده از نهاده‌های زیستی و بیولوژیک تأثیر بسزایی بر عملکرد کیفی زعفران داشته است که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد. گزارشات بیانگر آن است که کودهای آلی به‌دلیل تأثیر بر فراهمی عناصر غذایی، مواد هورمونی و ویتامین‌های محلول در آب، ایجاد حالت همکاری با سایر میکروارگانیزم‌ها و تولید ترکیبات اولیه مؤثر در بیوسنتز گلیکوزیدها و تجزیه آن‌ها به ترکیبات ثانویه (کروسین و پیکروکروسین) ممکن است بر عملکرد کیفی و مواد مؤثره زعفران تأثیرگذار باشد (*پتن و گلیک*[5]، 1996).

1. Gendy
2. Shehata
3. Theunissen
4. Jeong
5. Patten and Glick

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های اثر تیمار بر صفات کمی و کیفی گیاه زعفران

Table 3: Mean comparisons of the effects of treatment on quality and quantity traits of saffron

کود مرغی (تن در هکتار) Chicken manure ($t.ha^{-1}$)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی گلبرگ (درصد) Total petal antioxidant activity (%)	آنتوسیانین گلبرگ (میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک) Petal antocyanin (mg/100g dry weight)	فنل گلبرگ (میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک) Petal phenol (mg/100g dry weight)
شاهد Control	63.33a	21.65c	9.0785b
5	65.60a	26.70a	9.0788a
10	64.74a	24.39b	9.0788a
15	64.84a	23.90b	9.0787ab

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

Means followed by at least one similar letter are not significantly different at 5% level of probability

جدول ۴: مقایسه میانگین‌های اثر تیمار بر صفات کیفی گیاه زعفران

Table 4: Mean comparisons of the effects of treatment on quality and quantity traits of saffron

کود مرغی (تن در هکتار) Chicken manure ($t.ha^{-1}$)	سافرانال (درصد) Safranal (%)	پیکروکروسین (درصد) Picrocrocin (%)	کروسین (درصد) Crocin (%)
شاهد Control	21.41b	36.10b	48.08b
5	29.92a	54.16a	76.56a
10	28.17a	65.53a	80.69a
15	28.99a	56.80a	86.24a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

Means followed by at least one similar letter are not significantly different at 5% level of probability

لذا، از آن‌جایی‌که کنسانتره کود مرغ دارای عناصر ماکرو، میکرو و کربن می‌باشد، می‌تواند با افزایش فراهمی و دسترسی به عناصر غذایی و افزایش فعالیت میکروارگانیزم‌ها، باعث بهبود شرایط شیمیایی و بیولوژیکی خاک گردیده و با ایجاد بستر مناسب، باعث افزایش تولید هیدرات کربن گشته، که با تجزیه آن‌ها به ترکیبات ثانویه گلیکوزیدی (کروسین و پیکروکروسین)، می‌تواند میزان آن‌ها را در زعفران افزایش دهد. هم‌چنین ساخت اسانس‌های ترپنوئیدی نظیر فیتوالکسین‌ها و سافرانال زعفران نیاز مبرم به ترکیب‌های فسفردار دارد و برای تأمین انرژی لازم (ATP و NADPH) برای چرخه‌های آن به نیتروژن وابسته است (*لومیس* و *کورتوا*[1]، 1972). لذا، به‌نظر می‌رسد کاربرد این کودها (کنسانتره کود مرغ) به‌واسطه بهبود فراهمی و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اجزای تشکیل‌دهنده اسانس (سافرانال) مؤثر بوده و باعث افزایش آن شده است.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج آزمایش نشان دادکه کاربرد کنسانتره کود مرغی خصوصاً در سطوح پایین (پنج تن در هکتار) نقش مفید و مؤثری در بهبود ویژگی‌های کیفی گیاه دارویی زعفران داشت. براساس نتایج حاصل از این آزمایش و هم‌چنین با انجام تحقیقات گسترده‌تر در این زمینه می‌توان این کود را برای افزایش عملکرد کمی و کیفی زعفران توصیه نمود.

منابع

امیدی، ح.، نقدی بادی، ح. ع.، گلزاد، ع.، ترابی، ح. و فتوکیان، م. ح. ۱۳۸۸. تأثیر کود شیمیایی و زیستی نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی زعفران (*Crocus sativus* L.). فصلنامه گیاهان دارویی، ۳۰: ۱۰۹-۹۸.

بهدانی، م. ع.، کوچکی، ع. ر.، نصیری محلاتی، م. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۴. ارزیابی روابط کمی بین عملکرد و مصرف عناصر غذایی: مطالعه در مزارع کشاورزان On-farm. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۱: ۱۴-۱.

1. Loomis and Corteau

سعیدی، ف. ۱۳۸۰. تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست روی ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام گل لاله (Nello, Tresor, Navona). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار. ۱۳۱ صفحه.

سلیمانی، ب. ۱۳۸۷. بررسی تغذیه بر عملکرد دانه و کمیت و کیفیت (*Carum copticum*). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. ۶۶ صفحه.

عبداله زارع، س.، فاتح، ا. و آینه‌بند، ا. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت و کودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر میزان ماده مؤثره دانه گیاه دارویی خار مریم (*Silybum marianum* L.). فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۹: ۴۸۶-۵۰۱.

رضوانی‌مقدم، پ.، خرم‌دل، س.، امین غفوری، ا. و شباهنگ، ج. ۱۳۹۲. ارزیابی رشد و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) تحت تأثیر کمپوست بستر قارچ و تراکم بنه. مجله پژوهش‌های زعفران، ۱: ۲۶-۱۳.

نقدی‌بادی، ح. ع.، امیدی، ح.، گلزاد، ع.، ترابی، ح. و فتوکیان، م. ح. ۱۳۹۰. تغییرات کروسین، پیکروسین و سافرانال و ویژگی‌های زراعی زعفران تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی فسفره. فصلنامه گیاهان دارویی، ۴۰: ۶۸-۵۸.

Chuah, A. M., Lee Y. C., Yamaguchi, T., Takamura, H., Yin, L. J. and Matoba, T. 2008. Effect of cooking on the anthioxidant properties of coloured peppers. Food Chemistry, 111: 20-28.

Ebrahimzadeh, H., Rajabian, T. and Karamian, R. 2000. In vitro production of floral buds and stigma-like structures on floral organ of *Crocus sativus* L. Pakistan Journal of Botany, 32: 141-150.

Esmaili, A., Shahbazi, K. H., Sheikh Moradi, P. and Nazari, R. 2008. Investigation effect organic matter on properties vegetitive saffron plant. The first conference saffron and berberry. ghaen. p. 14-22.

Gendy, A. S. H., Said-Al-Ahl, H. A. H. and Abeer Mahmoud, A. 2012. Growth, productivity and chemical constituents of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plants as influenced by cattle manure and biofertilizers treatments. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6: 1-12.

Ghosh, P. K., Ramesh, P., Bandyopadhyay, K. K., Tripathi, A. K., Hati, K. M., Misra, A. K. and Acharya, C. L. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. I. Crop yields and system performance. Bioresource Technology, 95: 77-83.

Hargreaves, J. C., Adl, M. S. and Warman, P. R. 2009. The effects of municipal solid waste compost and compost tea on mineral element uptake and fruit quality of strawberries. Compost Science and Utilization, 17: 85-94.

Hosseinzadeh, H. and Younesi, H. 2002. Petal and stigma extracts of *Crocus sativus* L. have antinociceptive and anti-inflammatory effects in mice. Biomed Centeral Pharmacology, 2: 7-15.

INS (Iran National Standard). 2006. Research Institute of Standard and Iran. Saffron Bulletin, No. 259.

Jami-alahmadi, M., Behdani, M. A. and Akbarpour, A. 2009. Analysis of agronomic effective factors on yield of saffron agroecosystems in southern khorasan. 3rd International Symposium on Saffron. Greece, pp. 14.

Jennifer, H., Sina Adl, M., Philip, R. and Warman, H.P. 2008. The effects of organic amendments on mineral elementuptake and fruit quality of raspberries. Plant Soil, 308: 213-226.

Jeong, S. T., Goto-Yamamoto, N., Kobayashi, S. and Esaka, M. 2004. Effects of plant hormones and shading on the accumulation of anthocyanins and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in grape berry skins. Plant Science, 167: 247-252.

Lee, J. 2010. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. Sciatica Horticulture, 124: 299-305.

Loomis, W. D. and Corteau, R. 1972. Essential oil biosynthesis. Recently Advance Phytochemistry, 6: 147-185.

Mohammad-Abadi, A., Rezvani-Moghaddam, P. and Sabori, A. 2006. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron in Mashhad conditions. International Symposium on Saffron Biology and Technology, 739: 151-153.

Mullera, V., Lankesa, C., Zimmermannb, B. F., Nogaa, G. and Hunschea, M. 2013. Centelloside accumulation in leaves of *Centella asiatica* is determined by resource partitioning between primary and secondary metabolism while influenced by supply levels of either nitrogen, phosphorus or potassium. Journal of Plant Physiology, 170: 1165-1175.

Patten, C. L. and Glick, B. R. 1996. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acide. Canadian Journal of Microbiology, 42: 207-220.

Perez, P., Francisco, M., An, S., Marıa, I. F. and Estrella, N. 2007. Influence of agricultural practices on the quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. Journal of Science and Food Agriculture, 87: 2075-2080.

Phuong, M., Nguyen, E. M. and Niemeyer, K. E. D. 2010. Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. Food Chemistry, 123: 1235-1241.

Rasouli, Z., Maleki Farahani, S. and Besharati, H. 2015. Saffron (*Crocus sativus* L.) yield as affected by different fertilizing systems. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27 (1): 35-46.

Shehata, S. A., Gharib, A. A., Mohamed, M., El-Mogy Abdel Gawad, K. F. and Emad Shalaby, A. 2011. Influence of compost, amino and humic acids on the growth, and yield and chemical parameters of strawberries. Journal of Medicinal Plants Research, 11: 2304-2308.

Swain, T. 1965. Analytical methods for flavonoids. In the chemistry and Biochemistry of plant pigments (Goodwin, T. W. ed.), Academic press, London, U.K. pp. 543-544.

Theunissen, J. P., Ndakidemi, A. and Laubscher, C. P. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. International Journal of the Physical Sciences, 13: 1964-1973.

Toor, R. K., Geoffrey, P. and Savagea, A. H. 2006. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. Journal of Food Composition and Analysis, 19: 20-27.

Turkmen, N., Sari, F. and Veliglu, Y. S. 2005. The effect of cooking methods on total pH penolics and antioxidant activity of selected green vegetables. Food Chemistry, 93: 713-718.

Zhou, D. M., Hao, X. Z., Wang, Y. J., Dong, Y. H. and Cang, L. 2005. Copper and Zn uptake by radish and pakchoi as affected by application of livestock and poultry manures. Chemosphere, 59: 167-175.

Effect of Chicken Manure on Antioxdant Activity and Secondary Metabolites of Saffron (*Crocus sativus* L.)

Aminifard[1*], M. H. and Gholizade[2], Z.

Abstract

The effects of applications of chicken manure on quantitative and qualitative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) were evaluated under field conditions. Treatments were 4 levels of chicken manure (0, 5, 10 and 15t.ha^{-1}). The experiment was designed in randomized block design with three replications at the Research station of Faculty of Agriculture University of Birjand during growing season of 2015. The main secondary metabolites saffron (crocin, picrocrocin and safranal), antocyanin and total phenol were influenced by chicken manure treatments. The highest total phenol (9.078mg.100g dry weight^{-1}) and antocyanin (26.70mg.100g dry weight^{-1}) were obtained in plants treated with 5t.ha^{-1} of chicken manure. But, no significant difference was found in antioxidant activity under chicken manure treatments. The highest crocin (86.24%), picrocrocin (65.53%) and safranal (29.92%) were obtained in plants treated with 15, 10 and 5 t.ha^{-1} chicken manure, respectively using these treatments caused 57 and 29 % increase compared to control. but there was no significant difference between 5, 10 and 15 t.ha^{-1} chicken manure. Generally, the findings of current study revealed that the use of 5ton ha^{-1} chicken manure had strong impact on qualitative characteristics of saffron in this study.

Keywords: Saffron, Antioxidant activity, Organic fertilizer, Crocin, Picrocrocin

1 and 2. Assistant Professor and MSc Student, Respectively, Department of Horticultural Science, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

※: Corresponding author Email: mh.aminifard@birjand.ac.ir

This paper has been extracted from the second author's MSc thesis under the guidance of Mohammad Hossein Aminifard.