واکنش برخی ویژگی‌های رویشی زعفران (*Crocus sativus* L.) به منابع کودی گوناگون

زهرا رسولی، سعیده ملکی فراهانی[1]* و حسین بشارتی

دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شاهد؛ zahra_rasouli@ymail.com

عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شاهد؛ maleki@shahed.ac.ir

عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب؛ hbesharati@swri.ir

چکیده

در این پژوهش صفات کمی و کیفی اندام‌های رویشی زعفران (*Crocus sativus* L.) در معرض کودهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند. کشت زعفران در مزرعه پژوهشی دانشگاه شاهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. عوامل مورد بررسی در برگیرنده سطوح مختلف کود شیمیایی در سه سطح (0، 50 و 100 درصد مقدار توصیه کودی) و کودهای غیر شیمیایی در چهار سطح (شاهد، ورمی کمپوست، کود زیستی حاوی باکتری های سودوموناس و باسیلوس و ترکیب ورمی کمپوست و کود زیستی) بودند. به منظور تعیین بهترین نوع کود اثرگذار بر کمیت و کیفیت زعفران، صفاتی مانند خصوصیات فیزیولوژی، رنگدانه‌های فتوسنتزی و عناصر شیمیایی برگ اندازه‌گیری و بررسی شدند. نتایج نشان داد که کاربرد باکتری‌ها بر خصوصیات مرفولوژیک، کاربرد همزمان باکتری‌ها و کود شیمیایی کامل بر مقادیر رنگدانه‌ها و کاربرد همزمان باکتری‌ها، ورمی کمپوست و 100 درصد کود شیمیایی بر عناصر شیمیایی برگ بیشترین اثر را داشتند. همچنین نتایج نشان دادند که کاربرد باکتری‌های محرک رشد بر بیشتر صفات اثر مثبتی داشته‌اند. این تیمار صفات طول برگ، وزن‌تر و خشک، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئید، غلظت فسفر و روی در برگ را به ترتیب 61/64، 79/71، 82/05، 4/01، 4/90، 4/23، 20/18 و 20/23 درصد نسبت به شاهد افزایش داد. با توجه به اهمیت زیست محیطی- اقتصادی نهاده‌های مصرفی، ترکیب دو نوع باکتری محرک رشد به منظور نیل به بیشترین کمیت و کیفیت رویشی زعفران پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های محرک رشد، کود شیمیایی، ورمی کمپوست.

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) گیاهی دارویی است که در ایران از قدمت چندین هزار ساله برخوردار می‌باشد. ویژگی‌های خاص این محصول از جمله امکان بهره‌برداری چند ساله در یک نوبت کاشت، نیاز به آب کم، آبیاری آن در زمان‌های غیر بحرانی نیاز آبی سایر گیاهان، بازار فروش داخلی و خارجی مناسب آن را به عنوان انتخاب نخست کشاورزان در شهرهای دارای بازار فروش مناسب مطرح کرده است (دانشور کاخکی و فرهمند گلیان، 2012؛ دهر، 1988). بی‌شباهت به وضعیت مطلوب آبیاری، شرایط تغذیه زمین زراعی و کودرسانی با مشکلات بسیار همراه است؛ به گونه ای که در اکثر نقاط دنیا روش‌های سنتی کشت و فراوری

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: تهران، دانشگاه شاهد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت واصلاح نباتات، کد پستی 3319118651

* دریافت: اسفند 1390 و پذیرش: آبان 1391

Archive of SID

www.SID.ir

محصول، تولید اقتصادی زعفران را تحت الشعاع قرار می‌دهند (مولینا و همکاران، 2005).

متأسفانه ایران از جمله کشورهایی است که با بحران سوء مصرف انواع کودهای شیمیایی مواجه می‌باشد (سیفی و همکاران، 1386). در سال‌های اخیر تجمع بیش از حد عناصر شیمیایی در مواد غذایی، پژوهشگران و سازمان‌های تحقیقاتی و اجرایی داخلی را بر آن داشته است که بیش از پیش به امر کوددهی در زمین‌های زراعی کشور توجه مبذول دارند. یکی از راه حل‌های پیشنهاد شده برای رویارویی صحیح با این مسئله، تغییر منابع کودی از کودهای شیمیایی به سمت کودهای آلی است. مزیت این نوع کودها، چرخه تجدیدپذیر سریع آن‌ها در اکوسیستم است، که پایداری هر چه بیشتر محیط و سلامت سایر جانداران و مصرف کنندگان را محقق می‌سازد. از جمله کودهای آلی موفق در اکثر خاک‌ها، کود ورمی کمپوست است که شامل آمیخته زیستی فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، پسماند گیاهی، کود حیوانی، کپسول‌ها و نوزادان ریز و فراوان کرم خاکی می‌باشد و بسته به شرایط رطوبتی و حرارتی مختلف، کیفیتی متفاوت دارد (ترکمانی و علیخانی،1387). مناسب بودن ورمی کمپوست برای مزرعه‌های زعفران بارها به اثبات رسیده است (جهان و جهانی، 2007). یکی دیگر از انواع کودهای کم خطر برای محیط زیست، کودهای زیستی می‌باشند که در آن‌ها از تأثیر میکروارگانیسم‌ها بر روابط خاک و گیاه بهره برده می‌شود. کودهای زیستی، حاوی ریزسازواره‌های مفید در تغذیه گیاه می‌باشند که می‌توانند مشتمل بر گروه‌های مختلف از قبیل باکتری‌ها، قارچ ها، اکتینومیست ها و مانند آن باشند. امروزه استفاده از این کودها در جهت گام برداشتن به سوی کشاورزی پایدار و استفاده از اثرات مفید آن‌ها رو به افزایش است (آستارایی و کوچکی، 1375). تاکنون انواع کودهای زیستی در گندم، برنج، کلزا، ذرت، حبوبات و مرکبات به صورت تجاری تولید و مصرف شده‌اند (فراهانی، 1389). در پژوهش نهوی و همکاران (2010)، نیز تأثیر مثبت کاربرد ترکیبی ورمی کمپوست و ازتوباکتر بر عملکرد گل زعفران مشاهده شد.

با توجه به اهمیت تولید زعفران سالم در بازار جهانی، کمبود اطلاعات علمی در زمینه بهترین ترکیب کودها، آنچه در این پژوهش سعی در دستیابی به آن را داریم یافتن ترکیب کودی مناسب متشکل از انواع مرسوم و جدید منابع کودی است که معرف شایسته‌ای به منظور اعمال مدیریت پایدار منابع زیستی و اقتصادی کشور عزیزمان باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد با عرض جغرافیایی 35 درجه و 55 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 51 درجه و 38 دقیقه شرقی و با ارتفاع 1062 متر از سطح دریا، به اجرا درآمد. اطلاعات بدست آمده از مشخصات اقلیمی محل اجرای آزمایش حاکی از میانگین دمای 15/3 درجه سانتی گراد، بارش ماهیانه 14/2 میلی متر و رطوبت نسبی 39/4 درصد وجود می‌باشد. تعداد روزهای یخبندان در این منطقه 50 روز و مجموع تبخیر1115/8 میلی متر در سال است. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از اجرای تیمارها، یک نمونه مرکب از عمق 30 cm خاک گرفته و به آزمایشگاه موسسه تحقیقات خاک و آب ارسال شد؛ که نتایج آن در جدول 1 آورده شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو عامل در قالب طرح پایه بلوک-های کامل تصادفی در 3 تکرار به اجرا در آمد. عامل اول مشتمل بر مقادیر مختلف کود شیمیایی NPK در سه سطح (C_0: 0، C_{50}: 50 و C_{100}: 100 درصد مقدار توصیه کودی بر اساس آزمون خاک) و عامل دوم شامل انواع مختلف کود غیر شیمیایی در چهار سطح (N: بدون کود، V: ورمی کمپوست، B: کود زیستی حاوی باکتری‌های سودوموناس و باسیلوس و VB: ترکیب باکتری‌های سودوموناس، باسیلوس و ورمی کمپوست) بود. در جدول 2 برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کود ورمی کمپوست به کار رفته، آورده شده است.

بنابر یافته‌های پژوهشگران، ابتدا اندازه بنه‌ها در دامنه بزرگ (10g-8 گرم) انتخاب و پس از آماده‌سازی بستر و اعمال تیمارهای مورد نظر در کرت‌هایی با مساحت m^2 10 (2×5 متر) کشت شدند (کوچکی و جهان، 2009). بنه‌ها در تراکم 100 عدد در متر مربع، با فاصله بین ردیف و روی ردیف به ترتیب 20 cm و 5 cm و عمق 10 cm (بهنیا، 1387) با دست کاشته شدند. عملیات تلقیح بنه‌ها با سوسپانسیون آماده باکتری‌های سودوموناس و باسیلوس در تراکم 10^8 $g.L^{-1}$ آب مقطر انجام شده و سپس در سایه خشک شدند. این بنه‌ها کاشته شد و همه اعمال زراعی مانند آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و سله شکنی در همه تیمارها به صورت یکسان اعمال شد. کود ورمی کمپوست به مقدار $ton.ha^{-1}$ 10 در زمان کاشت، با خاک مخلوط شد. بر اساس نتایج آزمون خاک و نیاز کودی زعفران، هیچ یک از بستر و گیاه به کودهای شیمیایی فسفر و پتاسیم نیازمند نبودند. اما بنابر آزمون خاک، kg 100 کود اوره در اقساط سه گانه مساوی شامل سرک (1389/6/25)، همراه با آب پاک (پس از

Archive

www.SID.ir

برداشت گل در تاریخ 1389/8/25) و آب فروردین (شروع رویش مجدد برگ در تاریخ 1390/1/15) به کرت های مربوطه افزوده شد.

به منظور بررسی رشد اندام هوایی زعفران در تیمارهای مختلف کودی، نمونه‌های سبز برگ (نیمه اردیبهشت ماه، قبل از زرد شدن برگ) از سطح یک متر مربع در هر کرت برداشت شدند. سپس طول و عرض، شاخص سطح، وزن‌تر و خشک، محتوای رنگدانه‌های برگ و ترکیب‌های شیمیایی آن به عنوان صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری شدند. ترکیب‌های شیمیایی اندازه‌گیری شده در برگ شامل، آهن، فسفر، مس، منیزیم و نیتروژن بودند. برای اندازه‌گیری میزان نیتروژن از روش کجلدال (کوتنی و همکاران، 1982)، فسفر از روش ونداد-مولیبدیت (پیج و همکاران، 1982) و غلظت آهن، روی، مس و منیزیم از طیف سنجی جذب اتمی شعله‌ای (A.A-670, Shimadzu, Japan) استفاده شد. اندازه‌گیری محتوای رنگدانه‌ها از طریق روش آرنن (1944) انجام شد. بر اساس این روش، یک گرم از برگ تازه هر نمونه با 10 mL استون 80 درصد در هاون ساییده شد. این عصاره از کاغذ واتمن شماره دو عبور داده و بخش باقیمانده روی کاغذ صافی دوباره با 10 mL استون 80 درصد ساییده شد، به گونه‌ای که برگ کاملاً بی‌رنگ و کاه مانند شد. این عصاره نیز بر روی عصاره قبلی، صاف شد و به حجم 20 mL رسید. لازم به ذکر است، زمان در نظر گرفته شده برای ساییدن و صاف کردن محلول در همه تیمارها یکسان بود. در نهایت، مقدار جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (T80+UV/VIS spectrophotometer, PG Instruments, UK) در طول موج‌های 646/6، 663/6 و 470 نانومتر خوانده و ثبت گردید (پرا، 2002). سپس محتوای کلروفیل a، b و کل برگ با استفاده از روش پرا (2002) و میزان کارتنوئید ها با کمک روش لیختیلر و ولبرن (1938) در قالب روابط ذیل محاسبه شدند (فرمول 1، 2، 3 و 4). در نهایت برای تعیین غلظت رنگدانه‌ها با واحد میکروگرم بر گرم برگ، نتیجه حاصل از روابط در 20 mL حجم محلول ضرب شد. داده‌های حاصل از آزمایش با نرم افزار SPSS v.16.0 آنالیز شدند. جدول تجزیه واریانس بدست آمد و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری درصد انجام شد. سپس جداول و شکل‌ها با نرم افزار Excel رسم شدند.

$$\text{Chlorophyll a } (\mu g/ml) = 12/25\ (A_{663.6}) - 2/55\ (A_{646.6}) \quad (1)$$

$$\text{Chlorophyll b } (\mu g/ml) = 31/20\ (A_{646.6}) - 4/91\ (A_{663.6}) \quad (2)$$

$$\text{Carotenoids } (\mu g/ml) = (1000[A_{470}] - 3/27\ [\text{chl a}] - 104\ [\text{chl b}]) / 227 \quad (3)$$

$$\text{Total Chlorophyll } (\mu g/ml) = 17/76\ (A_{646.6}) + 7/34\ (A_{663.6}) \quad (4)$$

نتایج

خصوصیات برگ

این صفات شامل شاخص سطح برگ، طول و عرض، وزن تر و خشک برگ بودند. اثر کاربرد کود شیمیایی، بر طول و عرض برگ در سطح 0/01 معنی‌دار و بر سایر صفات فاقد اثر معنی‌دار بود. اثر کاربرد کودهای غیر شیمیایی بر همه صفات فوق معنی‌دار بود ($P < 0.01$)، گرچه میزان این تأثیر در عرض برگ در سطح 0/05 معنی‌دار شد. بر همکنش عوامل تنها بر طول، وزن‌تر و خشک برگ در سطح 0/01 معنی‌دار شد (جدول 3).

شاخص سطح برگ در اثر کاربرد کودهای غیر شیمیایی قرار گرفت، به طوری که بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار باکتری‌ها (B) و کمترین در تیمار شاهد (C_0O_0) مشاهده شد. کاربرد کود B نسبت به کاربرد ورمی کمپوست (V) مؤثرتر بود. در ارتباط با صفت طول برگ، تیمار ترکیب 50 درصد کود شیمیایی و زیستی ($C_{50}B$)، بیشترین (34/56 cm) و تیمار C_0O_0، کمترین (19/11 cm) مقادیر را به خود اختصاص دادند. کاربرد کودها، طول برگ را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد؛ ولی این افزایش طول برگ با کاربرد کودهای آلی بیشتر بود. کاربرد ورمی کمپوست یا باکتری‌ها به صورت خالص، طول برگ را به یک اندازه افزود؛ لیکن اثر کاربرد ترکیبی این دو کود، کمتر از اثر کاربرد خالص آن‌ها بود. کاربرد ترکیبی کودهای مختلف آلی و شیمیایی طول برگ را به اندازه کاربرد کود آلی خالص افزایش داد. به طور-کلی کاربرد کود آلی خالص یا ترکیبی، بیشترین اثر را بر افزایش طول برگ گذاشت. در خصوص طول برگ کمترین اثر برای تیمارهای کود شیمیایی خالص و ترکیب کود زیستی و ورمی کمپوست با تفاوت‌هایی جزئی ثبت شد. اما در عرض برگ‌ها، نتایج متفاوتی بدست آمد؛ بدین صورت که کاربرد کودزیستی خالص بهترین تأثیر را به همراه داشت. سپس C_0O_0 و $C_{100}B$ نتایج مشابهی را نشان دادند. منفی‌ترین عوامل در بروز این صفت، عدم کاربرد کود، اعمال خالص کودهای شیمیایی و ترکیب کودهای غیر شیمیایی بودند. در مورد اندازه‌گیری‌های مربوط به

Archive of SID

www.SID.ir

وزن، تیمار VB در وزن تازه برگ و تیمارهای V، VB، B، $C_{100}VB$، $C_{100}B$ و $C_{50}VB$ در وزن خشک برگ بیشترین اثر را داشتند. اما کمترین اثرگذاری را اعمال 100 درصد کود شیمیایی در وزن تر و کاربرد 100 درصد و 0 درصد کود شیمیایی در وزن خشک دارا بودند (جدول 4). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهند که تیمارهای V، B، VB، $C_{100}VB$، $C_{50}VB$، $C_{100}B$ بیشترین وزن خشک برگ را داشتند، به گونه‌ای که همه در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول 4). اما تیمار C_{100}، C_0 و C_{50} به ترتیب کمترین وزن خشک برگ را داشتند. اثر کاربرد کود B بر وزن خشک نیز همانند طول و شاخص سطح برگ بوده و بیشترین وزن خشک مربوط به این کود ثبت شد (جدول 4).

رنگدانه‌های فتوسنتزی برگ

در میان رنگدانه‌های کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید، تنها کلروفیل a در اثر عوامل مورد آزمایش معنی‌دار نبود و بدین ترتیب نسبت میزان کلروفیل‌ها در میان تیمارها تغییر معنی‌دار نیافت. کاربرد کود غیر شیمیایی بر میزان کلروفیل b و کارتنوئید معنی‌دار ($P < 0/01$) و کاربرد کود شیمیایی بر میزان کارتنوئید معنی‌دار بود ($P < 0/05$). بر همکنش کود شیمیایی و کود غیر شیمیایی بر میزان کلروفیل b و کارتنوئید در سطح 0/01 معنی‌دار بود (جدول 34).

لازم به توضیح است، گرچه میزان کلروفیل a به طور معنی‌داری تغییر نیافت، لیکن اعمال کود زیستی خالص بهترین اثر را نشان داد و در نسبت کلروفیل‌ها ترکیب 100 درصد کود شیمیایی، ورمی و زیستی مؤثرترین بود. تیمارهای $C_{100}B$، $C_{50}B$ و B به ترتیب بیشترین و تیمار C_{100} کمترین میزان کلروفیل b را داشتند. در مقایسه میانگین کلروفیل کل، تیمارهای B و $C_{100}B$ بیشترین اثرگذاری را داشتند. پس از آن، عدم کاربرد کود و کاربرد 50 درصد کود شیمیایی به صورت خالص و یا در ترکیب با کودهای غیر شیمیایی در یک رتبه قرار داشتند. در طرف مقابل، تیمارهای C_{100} و $C_{50}V$ ناکارامدترین بودند. همچنین میزان کارتنوئید در تیمار $C_{100}B$ بیشترین و در تیمار C_{100} کمترین مقدار بود (جدول 4).

عناصر شیمیایی برگ

هیچ یک از عوامل بر نیتروژن اثر معنی‌دار نداشتند. اثر کود شیمیایی بر غلظت آهن، منگنز و مس معنی‌دار شد. اثر کاربرد کود غیر شیمیایی بر غلظت همه عناصر به جز نیتروژن معنی‌دار بود ($P < 0/01$). بر همکنش کاربرد کود شیمیایی و غیر شیمیایی بر غلظت فسفر و روی در سطح 0/01 معنی‌دار بود (جدول 3).

در مقایسه میانگین‌های غلظت فسفر، مشخص شد که تیمار $C_{100}VB$ و $C_{50}V$، بیشترین و تیمار C_0C (شاهد بدون کود) کمترین غلظت فسفر را دارند. کاربرد کودهای غیر شیمیایی V، B و VB غلظت فسفر را در مقایسه با تیمارهای شیمیایی C_{100} و C_{50} نسبت به C_0C، به طور معنی‌داری بالا بردند. در میان کودهای غیر شیمیایی، کود B بیشترین اثر را بر غلظت فسفر گذاشت. در بررسی مقادیر آهن، مشخص شد کاربرد کود شیمیایی یا غیر شیمیایی باعث افزایش غلظت آهن در گیاه می‌شود (جدول 5). بیشترین غلظت آهن در کاربرد کود V بدست آمد و تفاوتی بین کاربرد 100 kg یا 50 kg کود شیمیایی مشاهده نشد. کود B نیز غلظت این عنصر را بالا برد و با کود V در یک گروه آماری قرار گرفت. بیشترین غلظت منگنز در کاربرد کود V و کمترین در تیمار C_0C بدست آمدند. کاربرد کودهای غیر شیمیایی بر غلظت مس معنی‌دار بود، به گونه‌ای که غلظت مس در همه سطوح کاربرد کود غیر شیمیایی (V، B و VB) افزایش یافته و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند. اما در میان این کودها، کود B بیشترین غلظت مس را سبب شد (جدول 5). غلظت روی در تیمار $C_{100}VB$ بیشترین و در C_{100} و C_{50} کمترین مقادیر را داشت (جدول 4).

بحث و نتیجه‌گیری

خصوصیات فیزیولوژیک برگ

کاربرد کودهای آلی مختلف، چه به تنهایی و چه به صورت ترکیبی با مقادیر 100 kg یا 50 kg کود شیمیایی، نسبت به سایر تیمارها بیشترین اثر مثبت را داشتند. لذا با در نظر گرفتن هدف پژوهش، می‌توان چنین نتیجه گرفت که کاربرد مجزای کودهای آلی V و B می‌تواند طول و وزن برگ زعفران را افزایش دهند. اما چنانچه کاربرد ترکیبی با کود شیمیایی مد نظر قرار گیرد، بالاترین ابعاد برگ در استفاده $C_{50}V$ یا $C_{100}VB$ و بالاترین وزن تر و خشک برگ در $C_{50}VB$ یا $C_{100}B$ بدست آمدند.

همانطور که در سایر مطالعات به اثبات رسیده، کاربرد تیمارهای غیر شیمیایی خالص در رشد گیاه مؤثرند (ریگی و رونقی، 1386؛ سلطانی طولارود و همکاران، 1386ب و شاکریان چالشتری و همکاران، 1388). چنانچه انتظار می‌رفت، شاخص سطح برگ به طور کامل از وزن برگ تازه تبعیت نمود. بهترین نتایج از کاربرد باکتری‌های محرک رشد و ورمی کمپوست به صورت خالص بدست آمد، که حتی از همه تیمارهای دارای سطح 100 درصد کود شیمیایی بهتر و در بدترین حالت با آن‌ها برابر بود.

Archive of SID

www.SID.ir

لذا ترکیب کودهای غیر شیمیایی به خوبی می‌توانند جایگزین کود شیمیایی باشند. کاربرد کودزیستی حاوی باکتری‌های محرک رشد، مقادیر طول و شاخص سطح برگ را افزود. در ارتباط با کاربرد نیمی از کود شیمیایی توصیه شده، تیمار استفاده همزمان با باکتری‌ها نتایجی تقریباً برابر با کاربرد ورمی کمپوست را نشان داد و در صورت استفاده همزمان با هر دو کود غیر شیمیایی ارتقا یافته و بالاترین معدل‌ها را در کل سطوح 50 درصد کود شیمیایی به خود اختصاص داد. بنابراین در راستای کاهش نهاده‌های شیمیایی در مزارع زعفران و در نتیجه آلودگی-های محیطی، استفاده از کودهای زیستی به کاربرد آنان با کود شیمیایی ارجحیت دارد. اما در حالت کلی کاربرد باکتری‌ها به صورت خالص موفق‌ترین تیمار بدست آمد. اثرات این تیمارها به خصوص در میزان طول، وزن و شاخص سطح برگ محسوس بود.

در مطالعات شرف‌الدین و همکاران (2008) در زعفران و سمر و خسروی (1386) در سیب به ترتیب افزایش طول و سطح برگ در اثر کودهای زیستی نشان داده شده اند. همچنین موسوی و همکاران (1389) کود شیمیایی نیتروژن را بر افزایش سطح برگ با افزایش جذب نور و مصرف بهینه مواد غذایی همراه می‌دانند. این در حالیست که عزیزی و همکاران (1387) به تأثیر مثبت ورمی کمپوست بر ارتفاع و عملکرد گیاه اشاره کردند. موافق با مطالعات اخیر در سایر گیاهان، ترکیب انواع باکتری‌ها (لوکاس گارسیا، 2004) و کاربرد هم زمان کود زیستی و ورمی کمپوست (سبطی و همکاران، 1388) با تأثیر بر میزان دسترسی و تأمین عناصر مورد نیاز گیاه و افزایش طول دوره رویشی، افزایش رشد رویشی معنی‌دار را در بر داشته‌اند.

رنگدانه‌های فتوسنتزی برگ

در خصوص نتایج بدست آمده در محدوده کاربرد کود شیمیایی خالص، هیچ یک از تیمارها اثر مثبتی را نشان ندادند. بالاترین میزان رنگدانه‌ها از تیمارهای ترکیب 100 و 50 درصد کود شیمیایی با کودزیستی و سپس باکتری‌های خالص حاصل شد. در مقایسه تیمارها، باکتری‌ها همواره اثر بیشتری بر میزان رنگدانه‌ها نسبت به ورمی کمپوست داشتند. در پژوهش محمدزاده نوری و همکاران (1389) افزایش کلروفیل برگ سویا در اثر ورمی کمپوست گزارش شده است. از آنجا که میزان کلروفیل a معنی‌دار گزارش نشد، اعمال تیمار 100 درصد کود شیمیایی و باکتری‌های محرک رشد به صورت همزمان و بعد از آن کابرد خالص باکتری‌ها توصیه می‌شود (شکل 1).

نکته قابل تأمل آنست که پیوستگی بسیار زیادی بین میزان کلروفیل b و کارتنوئیدها وجود دارد و دیگر آنکه بررسی خصوصیات فیزیکی برگ و رنگدانه‌های فتوسنتزی نتایج نزدیکی را نشان می‌دهند (شکل 1 و 2). این امر ارتباط میان تغذیه صحیح گیاه با رشد و ترکیب های فیتوشیمیایی آن را به اثبات می‌رساند. لازم به ذکر است اثرات منفی کاربرد کود شیمیایی بر فیزیولوژی گیاه بیش از رشد و مرفولوژی آن نمایان می‌شود. به طور مشابه پژوهش خرم دل و همکاران (1389)، به افزایش رنگدانه-ها با افزودن کود بیولوژیک اشاره دارد. این در حالیست که در سایر گیاهان کاربرد بیشتر کودهای حاوی نیتروژن، تأثیری مثبت را بر افزایش میزان کلروفیل‌ها به همراه داشته است (شفق کلوانق و همکاران، 1388).

عناصر شیمیایی برگ

در تحلیل عناصر شیمیایی بافت برگ، همه تیمارهای اعمال شده اثر خود را نسبت به عدم اعمال کود نشان دادند و به جز درصد نیتروژن، همبستگی نسبی میان آن‌ها وجود داشت. نتایج پژوهش، اثر مثبت کاربرد کودهای غیر شیمیایی بر غلظت عناصر در اندام رویشی را به خوبی نمایان می‌سازد؛ به گونه‌ای که میانگین اعمال تیمارهای $C_{100}VB$، $C_{50}V$، $C_{100}B$ و B به ترتیب موفق-ترین بودند و کاربرد تیمارهای حاوی کود شیمیایی خالص کمترین میزان عناصر را داشتند. نکته جالب در کنار این مسئله آن است که در سطوح عدم کاربرد یا کاربرد کامل کود شیمیایی، مخلوط انواع کودهای غیر شیمیایی نسبت به کاربرد خالص آن‌ها نتایج بهتری را سبب شد. به طورکلی کاربرد کود ورمی کمپوست، مقدار آهن، منگنز و روی را در گیاه بالا برد؛ در حالی که کاربرد کودهای باکتریایی محرک رشد اثر مثبت بر افزایش فسفر در گیاه گذاشتند و افزون بر این غلظت آهن و مس را به طور معنی‌داری بالا بردند (شکل 2).

همان گونه که قبلاً افزایش غلظت آهن در اندام هوایی (پوراکایاستا، 2009)، افزایش قدرت جذب نیتروژن آلی خاک (صفرزاده و همکاران، 1386)، روی، مس (سرچشمه پور و همکاران، 1386) و کودهای شیمیایی (سلطانی طولارود و همکاران، 1386 الف؛ مشهدی و همکاران، 1386)، افزایش قابلیت استفاده از پتاسیم (سبطی و همکاران، 1388) و فسفر (دی چتلت و آلپرز، 1970) و در نهایت کمک به تغذیه گیاه و خاک (وو و همکاران، 2005) در اثر کاربرد کودهای زیستی قبلا به اثبات رسیده است.

مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از ورمی کمپوست، سبب بهبود ترکیب شیمیایی (سعادتیان و

Archive of SID

www.SID.ir

همکاران، گوپتا و همکاران، 2002)، فراهم آوری نیتروژن (آرانکن، 2004)، فسفر (محمدی آریا و همکاران، 1389) و پتاسیم (آستارایی، 1384) و افزایش مقدار مواد آلی خاک های زراعی (آجودان زاده و همکاران، 1375) می‌شود. گرچه در پژوهش سودایی مشایی و همکاران (1386) کاربرد ورمی کمپوست بر کمپوست معمولی برتری دارد، اما تأمین عناصر معدنی خاک با کود دامی در اولویت قرار گرفته است. همچنین در مشاهدات درزی و همکاران (1387)، میزان فسفر با کاربرد همزمان کودهای ورمی کمپوست و زیستی در گیاه رازیانه افزایش یافت.

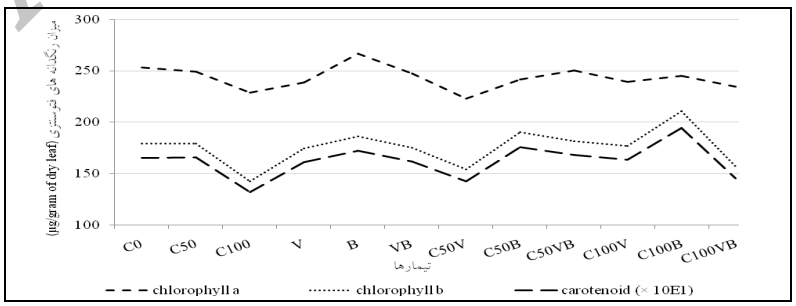
در نهایت موفق‌ترین کود برای افزایش رشد و تحرک چرخه های فیزیولوژی زعفران در این مطالعه، کاربرد باکتری‌های محرک رشد به دست آمد. دومین نوع کود مؤثر، مخلوط کود شیمیایی 50 درصد با انواع کودهای غیر شیمیایی زیستی و ورمی کمپوست و سومین نوع، بهره‌گیری از مخلوط کود شیمیایی 100 درصد با کود زیستی هستند. بنابر نتایج و بحث فوق پیرامون منابع مختلف کودی و دستاوردهای سایر پژوهشگران، در هر صورت، کمک گرفتن از کودهای غیر شیمیایی در کنار منابع شیمیایی برای تأمین فسفر (باراسا و همکاران، 2010؛ جهان و جهانی، 2007) و نیتروژن (آدنیان و همکاران، 2011) ضروری می‌نماید؛ این امر با مزیت‌های زیستی- اقتصادی نیز همراه خواهد بود (دی چتلت و آلپرز، 1970). لذا در وضعیت کنونی اقتصادی ایران، بهره-گیری از این منابع نوین می‌توانند قدمی مؤثر در حرکت سریع و وسیع کشاورزی باشد.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

pH	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	درصد اشباع	مواد خنثی شونده	ظرفیت زراعی %	کربن آلی	نیتروژن کل
7/5	6/85	40	19/3	25/4	0/73	0/07
فسفر قابل جذب	**پتاسیم قابل جذب**	**مس قابل جذب**	**روی قابل جذب**	**منگنز قابل جذب**	**آهن قابل جذب**	
		(mg/kg)				
25	507	1/38	0/98	15/92	4/52	

جدول 2- خصوصیات شیمیایی کود ورمی کمپوست مورد استفاده

کربن آلی (%)	pH	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	Ca	Mg	N	K	Cu	Mn	Zn	Fe	P
			meq/L		%	(mg/kg)					
17/5	8/5	6/21	5/2	11/8	2/24	6/124	30/5	37/85	75	1020	9340



شکل 1- مقایسه میزان رنگدانه های فتوسنتزی (کلروفیل a، b و کارتنوئیدها) زعفران در تیمارهای مختلف کود

C_0: بدون کود شیمیایی، C_{100}: کود شیمیایی کامل، C_{50}: نصف کود شیمیایی، N: بدون کود غیر شیمیایی، V: کود ورمی کمپوست، VB: کود ورمی کمپوست + کود زیستی، B: کود زیستی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس اثر کودهای شیمیایی، ورمی کمپوست و زیستی بر خصوصیات برگ زعفران

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS							
		شاخص سطح برگ	طول	عرض	وزن تر	وزن خشک	کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنوئید
تکرار R	2	0/016^{ns}	1/509 ^{ns}	0/000^{ns}	0/001^{ns}	0/692^{ns}	1823/972^{ns}	108/342^{ns}	7478/287^{ns}
C	2	0/044^{ns}	65/065 **	0/001 **	0/002^{ns}	0/764^{ns}	670/218^{ns}	148/306^{ns}	12710/313 *
O	3	2/496 **	122/925 **	0/001 *	0/026 **	19/086 **	467/661^{ns}	1643/253 **	138607/458**
O × C	6	0/336^{ns}	21/172 **	0/000^{ns}	0/006 **	1/343 **	287/285^{ns}	882/743 **	74510/737 **
اشتباه آزمایش (Error)	22	0/151	4/132	0/000	0/001	0/234	340/647	44/036	3368/949
دامنه تغییرات C.V.%	-	11/46	6/94	11/81	10/34	6/39	7/59	3/78	3/58

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS							
		نسبت کلروفیل a/b	کلروفیل کل	نیتروژن	فسفر	آهن	منگنز	روی	مس
تکرار R	2	0/114^{ns}	1048/758^{ns}	0/043^{ns}	0/000^{ns}	89120/194^{ns}	50/861^{ns}	2/966^{ns}	1/514^{ns}
C	2	0/005^{ns}	1394/054 *	0/003^{ns}	0/000^{ns}	657273/861**	402/528 *	3/266^{ns}	2/293 *
O	3	0/057^{ns}	3431/756 **	0/007^{ns}	0/000**	862862/000**	708/630 **	38/510 **	3/290 **
O × C	6	0/039^{ns}	1780/895 **	0/005^{ns}	0/000**	275824/194^{ns}	221/935^{ns}	19/312 **	1/299^{ns}
اشتباه آزمایش(Error)	22	0/026	233/121	0/004	0/000	114464/164	98/013	2/873	0/437
دامنه تغییرات C.V.%	-	11/57	3/65	7/73	6/32	8/19	7/05	6/20	7/45

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1%.

C: کود شیمیایی، O: کود غیر شیمیایی، O×N: کود شیمیایی × کود غیر شیمیایی.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 4- مقایسه میانگین خصوصیات برگ در اثر بر همکنش کودهای شیمیایی، ورمی کمپوست و زیستی

تیمار		صفات							
کود شیمیایی	کود غیر شیمیایی	طول برگ (cm)	وزن تر برگ (g/leaf)	وزن خشک برگ (g/m^2)	کلروفیل b (µg/g dry leaf)	کلروفیل کل (µg/g dry leaf)	کارتنوئید (µg/g dry leaf)	فسفر (mg/kg)	روی (mg/kg)
C_0	N	19/11E	0/2041 DE	5/002 D	179/0 BC	431/8 AB	1654 BC	743/3G	23/43 D
	V	32/00 AB	0/3406 AB	8/539 A	174/4 C	413/1 BC	1613 C	823/3 D	27/30 BC
	VB	24/78 D	0/2253 DE	8/370 A	174/8 C	422/0 B	1615 C	873/3 C	28/20 BC
	B	30/89 AB	0/3668 A	9/106 A	186/3 BC	453/0 A	1724 BC	893/3 B	28/17 BC
C_{100}	N	26/89 CD	0/1963 E	4/894 D	142/3 E	371/1 D	1319 E	773/3 F	23/83 D
	V	31/22 AB	0/2897 BC	7/239 C	176/7 C	415/9 BC	1632 C	803/3 E	25/03 CD
	VB	31/89 AB	0/3330 AB	8/267 A	157/2 D	391/9 CD	1455 D	983/3 A	32/13 A
	B	30/22 BC	0/3488 AB	8/750 A	210/4 A	455/4 A	1943 A	833/3 D	30/23 AB
C_{50}	N	25/78 D	0/2596 CD	6/539 C	179/3 BC	428/2 AB	1659 BC	753/3 G	26/00CD
	V	31/44 AB	0/2947 BC	7/389 BC	153/9 D	376/6 D	1423 D	976/7 A	30/40 AB
	VB	32/89 AB	0/3432 AB	8/628 A	181/3 BC	431/5 AB	1679 BC	860/0C	27/50 BC
	B	34/56 A	0/3277 AB	8/194 AB	190/0 B	431/4 AB	1754 B	830/0 D	25/77 CD

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح % اختلاف معنی‌داری ندارند.

C_0: بدون کود شیمیایی، C_{100}: کود شیمیایی کامل، C_{50}: نصف کود شیمیایی، N: بدون کود غیر شیمیایی، V: کود ورمی کمپوست، VB: کود ورمی کمپوست + کود زیستی، B: کود زیستی.

جدول 5- مقایسه میانگین اثرات اصلی کود شیمیایی و غیر شیمیایی بر خصوصیات برگ

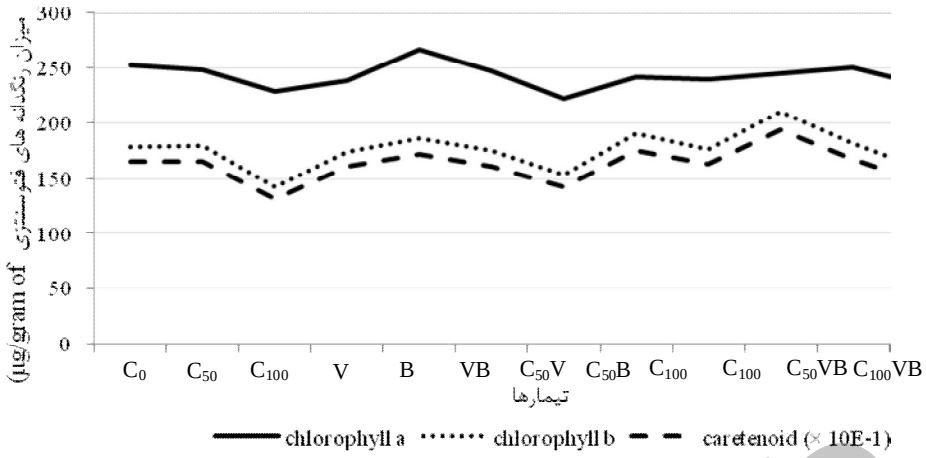
تیمار کودی	صفات				
	عرض برگ (cm)	آهن (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	شاخص سطح برگ (cm^2)	مس (mg/kg)
C_0	0/1279B	3863/1 A	138/58 A		
C_{100}	0/1122 A	4286/0 B	146/167 B		
C_{50}	0/1117 A	4248/2 B	140/42 AB		
N	0/1140 AB	3720/8 A	129/56 A	2/67 A	7/99 A
V	0/1080 A	4439/6 B	150/67 C	3/39 B	8/98 B
VB	0/1220 AB	4088/9 AB	138/11 AB	3/59 BC	9/22 B
B	0/1250 B	4280/6 B	143/22 BC	3/91 C	9/31 B

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5% اختلاف معنی‌داری ندارند.

C_0: بدون کود شیمیایی، C_{100}: کود شیمیایی کامل، C_{50}: نصف کود شیمیایی، N: بدون کود غیر شیمیایی، V: کود ورمی کمپوست، VB: کود ورمی کمپوست + کود زیستی، B: کود زیستی.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 2- مقایسه میزان عناصر حاصل از تجزیه بافت برگ زعفران در تیمارهای مختلف کود

C_0: بدون کود شیمیایی، C_{100}: کود شیمیایی کامل، C_{50}: نصف کود شیمیایی، N: بدون کود غیر شیمیایی، V: کود ورمی کمپوست، VB: کود ورمی کمپوست + کود زیستی، B: کود زیستی

فهرست منابع

1. آستارایی، ع. ر. 1384. تأثیر ورمی کمپوست و کمپوست زباله شهری بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیا. اولین همایش ملی حبوبات، 29 و 30 آبان ماه، دانشگاه فردوسی مشهد.
2. آستارایی، ع. ر. و کوچکی ع. (ترجمه) سوبارائو. ان. اس. 1375. کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی پایدار. جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد.
3. آجودان زاده، م.، گلچین، ا. و لامی هاراوانی، ج. 1375. اثر مواد آلی بر کیفیت و مقدار سطوح نیتروژن معدنی و بر اثر متقابل آنها بر عملکرد سیب زمینی. پنجمین کنگره علوم خاک ایران، شهریور، آموزشکده کشاورزی کرج.
4. بهنیا، م. ر. 1387. بررسی اثرات روش کاشت و تراکم پیاز بر میزان عملکرد زعفران در منطقه دماوند. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. 79 (2): 102-108.
5. ترکمانی، ن. و علیخانی، ح.ع. 1387. مقایسه ورمی کمپوست حاصل از کودهای گاوی، گوسفندی و مرغی در رطوبت-های مختلف. سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی. 24 الی 26 اردیبهشت، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان، اصفهان.
6. خرم دل، س.، امین غفوری، ا.، رضوانی مقدم، پ. و نصیری محلاتی، م. 1389. بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری همراه با مصرف کودهای بیولوژیک بر عملکرد دانه، میزان کلروفیل و محتوای رطوبت نسبی کنجد (*Sesamum indicum* L). اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم. 19 و 20 آبان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
7. درزی، م.ت.، قلاوند، ا.، سفید کن، ف. و رجالی، ف. 1387. تاثیر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی رازیانه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. 24 (4): 396-413.
8. ریگی، م. ر. و رونقی، ع. ا. 1386. ارزیابی گلخانه ای تأثیر دو نوع ورمی کمپوست با یا بدون نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج. دهمین کنگره علوم خاک ایران. 6- شهریور، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی تهران.
9. سبطی، م.، موحدی نائینی، س.ع. ر.، قربانی نصرآبادی، ر.، روشنی، ق.ع.، شهریاری، ق. و موحدی، م.1388. تعیین عصاره گیر مناسب پتاسیم در یک خاک رسی با رس غالب ایلایت و تأثیر ازتوباکتر و ورمی کمپوست بر غلظت و میزان پتاسیم قابل جذب و عملکرد گندم دیم. پژوهش های تولید گیاهی. 16 (4): 59.

Archive of SID

www.SID.ir

10. سرچشمه پور، ز.، فتوت، ا.، سید باقری، س.ع. و لکزیان، ا. 1386. بررسی استفاده از کودهای شیمیایی جهت رشد باکتری‌های تیوباسیلوس در فرایند زیست فروشویی مس. دهمین کنگره علوم خاک ایران. 4 الی 6 شهریور، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
11. سعادتیان، ب.، شفیعی ماسوله، س. س. و شفیعی ماسوله، س. س. 1388. بررسی نقش‌های زیست محیطی و اقتصادی ورمی کمپوست در کشاورزی پایدار. اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای. الی 30 مهر، مرکز پژوهشی کشت بدون خاک اصفهان.
12. سلطانی طولارود، ع. ا.، خاوازی، ک.، صالح راستین، ن. و اسدی رحمانی، ه. 1386 الف. مقایسه توان حل کنندگی فسفات معدنی نامحلول سودوموناس های فلورسنت و باکتری جنس *Flavobacterium*. دهمین کنگره علوم خاک ایران. 4 الی 6 شهریور، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
13. سلطانی طولارود، ع. ا.، صالح راستین، ن.، خاوازی، ک. و اسدی رحمانی، ه. 1386ب. جداسازی و ارزیابی توان تولید اکسین برخی از سودوموناس‌های بومی خاک‌های ایران. دهمین کنگره علوم خاک ایران. 4 الی 6 شهریور، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
14. سمر، س. م. و خسروی، ه. 1386. بررسی اثرات چهار سویه ازتوباکتر بر رشد و جذب عناصر غذایی در نهال سیب. دهمین کنگره علوم خاک ایران. 4 الی 6 شهریور، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
15. سیفی، م.، اردکانی، م. ر.، رجالی، ف. و امیر آبادی، م. 1386. بررسی کارایی ازتوباکتر و میکوریزا تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر روی برخی صفات مورفولوژیکی و کیفی ذرت علوفه‌ایKSC704 در استان مرکزی. دهمین کنگره علوم خاک ایران. 4 الی 6 شهریور، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
16. شاکریان چالشتری، ه.، نور بخش، ف. و خوش گفتارمنش، ا. ح. 1388. تأثیر ورمی کمپوست کود گاوی و فیلتر کیک نیشکر بر جذب نیتروژن بوسیله گندم در شرایط گلخانه‌ای. اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای. 28 الی 30 مهر، مرکز پژوهشی کشت بدون خاک اصفهان.
17. شفق کلوانق، ج.، زهتاب سلماسی، س.، جوان شیر، ع.، مقدم، م. و دباغ محمدی نسب، ع. 1388. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و تداخل علف‌های هرز بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان کلروفیل برگ در سویا. دانش کشاورزی پایدار (دانش کشاورزی). 19 (1): 1-20.
18. سودایی مشایی، ص.، علی اصغرزاده، ن. و اوستان، ش. 1386. سینتیک معدنی شدن در یک خاک تیمار شده با کمپوست، ورمی کمپوست و کود دامی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. 42 (ب): 405-414.
19. صفرزاده شیرازی، ص. و یثربی، ج. 1386. بررسی معدنی شدن نیتروژن در دو خاک تیمار شده با کود گوسفندی و کمپوست زباله شهری به روش خوابانیدن زیستی هوازی. دهمین کنگره علوم خاک ایران. الی 6 شهریور، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
20. عزیزی، م.، رضوانی، ف.، حسنزاده خیاط، م.، لکزیان، ا. و نعمتی، ح. 1387. تأثیر سطوح مختلف ورم یکمپوست و آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) رقم Goral. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. 24 (1): 82-93.
21. فراهانی، ف. 1389. کود زیستی فسفاته بارور (پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت). دانشگاه شاهد.

Archive of SID

www.SID.ir

22. مشهدی جعفر لو، ا.، گلچین، ا.، بشارتی، ح. و مجیدی، ع. 1386. تأثیر گوگرد و تلقیح با باکتری تیوباسیلوس بر عملکرد و جذب برخی از عناصر غذایی در سیر. دهمین کنگره علوم خاک ایران. 4 الی 6 شهریور، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
23. محمد زاده نوری، ج.، معز اردلان، م.، نظامی، م. ط. و چراتی، ع. 1389. بررسی تأثیر کودهای آلی (کمپوست آمل، ورمی کمپوست و کود دامی) و منگنز بر میزان کلرفیل و برخی از غلظت‌های عناصر غذایی گیاه سویا. همایش ملی دستاوردهای نوین در تولید گیاهان با منشاء روغنی. 5 و 6 خرداد، دانشگاه آزاد بجنورد، خراسان شمالی.
24. محمدی آریا، م.، لکزیان، ا.، حق نیا، غ. ح.، بشارتی ح.، و فتوت، ا. 1389. تأثیر *Aspergillus* و *Thiobacillus* بر فراهمی فسفر از خاک فسفات غنی شده با گوگرد و ورمی کمپوست. آب و خاک. 24 (1): 1-9.
25. موسوی س. ک.، فیضیان م. و احمدی ع. ا. 1389. پاسخ تاج پوشش گیاهی، کلروفیل برگ و عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L) به روش های مختلف عرضه کود نیتروژن. پژوهشهای زراعی ایران. 8 (1):49-60.
26. Adeniyan, O. N., Ojo, A. O., Akinbode, O. A. and Adediran, J. A. 2011. Comparative study of different organic manures and NPK fertilizer for improvement of soil chemical properties and dry matter yield of maize in two different soils. Soil Science and Environmental Management. 2 (1): 9-13.
27. Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J.D. 2004. Influences of vermin composts on field strawberries: Effects on growth and yields. Bio resource Technology. 93: 145-153.
28. Arnon, D.L. 1994. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology. 24:1-15.
29. Barasa, J.N., J.R. Okalebo, C.O. Othieno and E.N. Omami. 2010. Applications of Lime and Phosphorus fertilizer to Improve Crop Production in Acid Soils: A Case Study of French Bean Production in Uasin Gishu District, Kenya. Annual International Conference, MOI University, 7th September.
30. Cottenie, A., Verloo, M., Kiekens, L., Velghe, G. and Camerlynik, R. 1982. Chemical Analysis of Plant on Soils Lab. Of an Analytical and Approach, State University of Ghent, Belgium.
31. DeChatelet, L. and Alpers, J.B. 1970. Phosphoribokinase from *Pseudomonas saccharophila*. Biological Chemistry. 245 (12): 3161-3166.
32. Dhar, A.K., Spru, R. and Rekha, K. 1988. Studies on saffron in Kashmir: Variation in natural population and its cytological behavior. Crop Improvement. 15 (1): 48-52.
33. Daneshvar Kakhki, M. and Farahmand Gelyan, K. 2012. Review of interactions between e-commerce, brand and packaging on value added of saffron: A structural equation modeling approach. African Journal of Business Management. 6 (26): 7924-7930.
34. Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M. and kumar, S. 2002. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasiculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. Bioresource Technology. 81: 77-79.
35. Jahan, M. and Jahani, M. 2007. The effects of chemical and organic fertilizers on saffron flowering. Acta Horticulturae. 739: 81–86.
36. Koocheki, A. and Jahan, M. 2009. Effect of biofertilizer and inorganic fertilizer on generative growth and yield of saffron under high corn density. 3rd international symposium on saffron: forthcoming challenges in cultivation, research and economics. May 20-24, Krokos, Greece.
37. Lichtenthaler, H.K. and Wellburn, A.R. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions. 11: 591 - 592.

Archive of SID

www.SID.ir

38. Lucas Garc´ıa, J.A., Probanza, A., Ramos, B., Barriuso, J. and Gutierrez Mañero, F.J. 2004. Effects of inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) and *Sinorhizobium fredii* on biological nitrogen fixation, nodulation and growth of *Glycine max* cv. Osumi. Plant and Soil. 267: 143–153.
39. Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J.L. and Garcia-Luice, A. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron. Scientia Horticulture. 103: 361-379.
40. Nehvi, F.A., Khan, M.A. and Lone, A.A. 2010. Impact of microbial inoculation on growth and yield of saffron in Kashmir. Acta Horticulturae. 850: 171-174.
41. Page, A. L., Miller, R. H. and Keeney, D. R. 1982. Methods of Soil Analysis: Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition, Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.
42. Porra, R.J. 2002. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. Photosynthesis Research 73: 149 - 156.
43. Purakayastha, T.J., Smith, J.L. and Huggins, D.R. 2009. Microbial biomass and N cycling under native prairie, conservation reserve and no-tillage in Palouse soils. Geoderma. 10240: 1-7.
44. Sharaf-Eldin, M.A., Elkholy, S., Fernández, J.A., Junge, H., Cheetham, R.D., Guardiola, J.L. and Weathers, P.J. 2008. The effect of *Bacillus subtilis* FZB24 on flowers quantity and quality of saffron (*Crocus sativus* L.). Planta Medica. 74 (10): 1316-1320.
45. Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C. and Wong, M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma. 125 (1-2): 155-166.

Archive of SID

www.SID.ir