Archive of SID

ارزیابی صفت‌های کمی و کیفی زعفران در واکنش به کودهای آلی، شیمیایی و بیولوژیک (*Crocus sativus* L.) در شرایط اقلیمی استان اردبیل

محمد باقر عالی‌زاده[۱]، آتوسا شفارودی[*۲] و علی عبادی[۳]

۱) دانش آموخته دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.

۲) دانش آموخته دکتری زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳) استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[*]نویسنده مسئول: atsh1390@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۲۸

چکیده

اثر کودهای آلی، شیمیایی و بیولوژیک بر عملکرد کلاله و ویژگی‌های کیفی زعفران باتوجه به شرایط اقلیمی استان اردبیل طی آزمایشی به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ در مرکز تحقیقات کشاورزی اردبیل مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل کود آلی در سه سطح (شاهد، کود دامی (۲۰ تن در هکتار) و ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار)) که در کرت‌های اصلی قرار گرفت. مخلوط کود شیمیایی نیتروژن و فسفر (NP) در دو سطح (شامل ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی) در کرت‌های فرعی و پنج سطح کود زیستی در پنج سطح (عدم تلقیح (شاهد) و تلقیح با ازتوباکتر، تلقیح با سودوموناس، تلقیح با باسیلوس سوبتیلیس و تلقیح سه گانه آن‌ها (ازتوباکتر+ سودوموناس + باسیلوس سوبتیلیس)) در کرت‌های فرعی فرعی بود. نتایج نشان داد که تیمارهای کودی اثر معنی‌داری بر روی تعداد گل، عملکرد تر و خشک کلاله و ویژگی‌های کیفی زعفران داشت، به‌طوری‌که تأثیر کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش ۹۲ درصدی تعداد گل نسبت به تیمار شاهد شد. هم‌چنین، بیش‌ترین عملکرد تر و خشک کلاله به‌ترتیب (۳/۱ و ۱/۸۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کودهای آلی توام با کودهای زیستی به‌صورت تلفیقی به‌دست آمد. نتایج ویژگی‌های کیفی نیز نشان داد که بیش‌ترین درصد کروسین و پیکروکروسین تحت تیمار با کودهای آلی (کود دامی و ورمی‌کمپوست) همراه با کاربرد تلفیقی کودهای زیستی به‌دست آمد. هم‌چنین کاربرد کودهای زیستی به صورت تلفیقی باعث افزایش ۵۳ درصدی میزان سافرانال نسبت به تیمار شاهد شد.

واژه‌های کلیدی: پیکروکروسین، سافرانال، عملکرد کلاله زعفران، کروسین و کود زیستی.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

مقدمه

زعفران[1] گیاهی علفی، چند ساله متعلق به خانواده *Iridaceae*، کورم‌دار و بدون ساقه هوایی است. این گیاه عمدتاً در غرب آسیا با میزان بارندگی سالانه پایین، زمستان‌های سرد و تابستان‌هایی گرم گسترش دارد (منعمی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). سرزمین پهناور ایران با سطح زیر کشتی در حدود ۹۲۸۲۲ هکتار و کل تولید ۳۵۱/۷ تن زعفران با متوسط عملکرد ۳/۷۹ کیلوگرم در هکتار، بزرگ‌ترین تولیدکننده زعفران از نظر کمیت و کیفیت در سطح جهان می‌باشد (عبادزاده و همکاران، ۱۳۹۷). با وجود اینکه ایران در بین کشورهای تولیدکننده زعفران مقام نخست را از نظر سطح زیرکشت و میزان تولید سالیانه دارد (FAO, 2014)، اما میانگین عملکرد آن در مقایسه با متوسط عملکرد جهانی این محصول اندک می‌باشد. به‌نظر می‌رسد که تفاوت معنی‌دار عملکرد تولیدی در ایران و سایر کشورهای عمده تولیدکننده، به‌دلیل نامناسب بودن روش‌های تغذیه این گیاه و نیز تفاوت در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مناطق رشد باشد (فعلی و همکاران، ۱۳۹۷). به‌منظور تأمین نیاز غذایی محصولات کشاورزی و افزایش تولید در واحد سطح، عملیات زراعی متعددی نظیر مصرف کودهای شیمیایی صورت می‌گیرد (ظفری و همکاران، ۱۳۹۸). روش و میزان مصرف مناسب و بهینه کودهای شیمیایی ضمن کاهش خطر احتمال آلوده‌سازی محیط زیست مخصوصاً آب‌های زیرزمینی سبب ارتقاء کیفیت محصولات کشاورزی نیز می‌گردد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۴). از جمله روش‌های رایج مصرف عناصر غذایی و رفع کمبود آن‌ها در گیاهان، می‌توان به‌مصرف خاکی و محلول پاشی عناصر غذایی اشاره نمود (پوریوسف و شاهی، ۱۳۹۵). هر چند استفاده از کود دامی خاک مزرعه را حاصل‌خیز کرده و سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک می‌شود، اما ممکن است برخی از عناصر غذایی به‌مقدار لازم برای گیاه تأمین نشده و نیاز به استفاده از کودهای شیمیایی نیز احساس شود (فلاحی و محمودی، ۱۳۹۷). کیانی و همکاران (۱۳۹۳) در طی پژوهش‌های خود بر روی گیاه رازیانه نشان دادند که استفاده از کود نیتروژنه باعث افزایش عملکرد بذر، وزن هزار دانه و میزان اسانس رازیانه می‌شود و بیان کردند که کود نیتروژنه باعث افزایش درصد اسانس می‌گردد، ولی بر روی ترکیب‌های موجود در آن بی‌اثر بوده است. در پژوهشی دیگر بر روی زعفران، مشخص گردید که بین مصرف کود نیتروژن و فسفر و طول دوره گل‌دهی در تمامی مناطق مورد بررسی، نوعی ارتباط خطی با شیب مثبت وجود دارد. به‌طوری‌که ۶۷ درصد تغییرات عملکرد زعفران در منطقه مربوط به مصرف تلفیقی کودهای دامی و فسفر می‌باشد (ذبیحی و پیش‌بین، ۱۳۹۷). از منابع نوین و ارزان کودی دیگری که در تغذیه گیاهان استفاده می‌شود، می‌توان به کودهای آلی و باکتری‌های محرک رشد اشاره کرد. کودهای آلی فراورده‌های اصیل و بدون خطری هستند که می‌توانند برای پایداری کشاورزی مناسب باشند (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۸). طبق گزارش محمدپوروشوایی و همکاران (۱۳۹۷)

1 - *Crocus sativus* L.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

کودهای آلی سبب کاهش وزن مخصوص ظاهری و افزایش نگهداری آب در خاک می‌شوند. از جمله کودهای آلی موفق در اکثر خاک‌ها، کود ورمی‌کمپوست است که شامل آمیخته زیستی فعال 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 (اصغری و همکاران، ۱۳۹۵). مناسب بودن ورمی‌کمپوست برای مزرعه‌های زعفران بارها به اثبات رسیده است (Jami *et al.*, 2020). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که افزودن ۶۰ تن کمپوست بستر قارچ در هکتار، موجب بهبود ویژگی‌های رویشی و به تبع آن عملکرد اقتصادی زعفران شد (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2014). نتایج حاصل از پژوهش بر صفات کمی و کیفی اندام‌های رویشی زعفران نشان داد، کاربرد ورمی‌کمپوست در مقایسه با کود شیمیایی، بر عناصر مورد نیاز گیاه بیش‌ترین اثر را دارد، به‌طوری که بیش‌ترین غلظت آهن، منگنز و روی در کاربرد کود ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. کود حیوانی یکی دیگر از منابع کود آلی است که استفاده از آن در سیستم مدیریت پایدار خاک مرسوم می‌باشد (Chun-xi *et al.*, 2018). فلاحی و محمودی (۱۳۹۷) در مطالعه بر روی اکوسیستم‌های زراعی خراسان، یکی از علل برتری عملکرد زعفران را استفاده از کودهای دامی دانستند. از آن‌جا که زعفران یک محصول چند ساله می‌باشد، لذا سازگاری خوبی نسبت به کودهای آلی نشان می‌دهد. استفاده از کودهای دامی در زراعت زعفران موجب افزایش وزن تازه، خشک و درصد ماده خشک بنه‌ها شده و میزان ریشه‌های بنه را افزایش می‌دهد که این اثرها ممکن است در نتیجه افزایش رطوبت خاک و نهایتاً رشد بهتر گیاه باشد (فعلی و همکاران، ۱۳۹۷). از این‌رو کودهای دامی نقش مهمی را در عملکرد این گیاه ایفا می‌نمایند که این افزایش عملکرد، عمدتاً از طریق افزایش وزن بنه‌ها می‌باشد. به‌طور کلی اثر کودهای دامی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد زعفران بیش‌تر از کودهای شیمیایی گزارش شده است (ذبیحی و پیش‌بین، ۱۳۹۷). از منابع نوین دیگر که در راستای کشاورزی پایدار کاربرد دارد می‌توان به باکتری‌های محرک رشد یا کودهای زیستی اشاره کرد. کودهای زیستی حاوی ریزموجودات مفید خاکزی از قبیل باکتری‌ها، قارچ‌ها و اکتینومیست‌ها یا متابولیت‌های حاصل از آن‌ها می‌باشند که با تشکیل کلونی در بخش‌های داخلی گیاه و یا در ناحیه اطراف ریشه به طرق مختلف رشد گیاه میزبان را تحریک می‌کند (Maleki Farahani *et al.*, 2014). از این میان، ازتوباکترها به‌دلیل فراوانی و وسعت انتشار، بیش از سایر انواع تثبیت کننده‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند. پژوهش‌های بسیاری نشان داده که ازتوباکتر به‌عنوان مایه تلقیح بذر نه تنها در تثبیت نیتروژن بلکه بر سایر ویژگی‌هایی از قبیل تولید هورمون‌های رشد، مواد ضد قارچی، سیدروفور و اثر حل‌کنندگی فسفات نیز مؤثر است. در برخی موارد مشاهده شده است که حتی در سطوح و مقادیر کافی کودهای نیتروژنی، تلقیح گیاهان با ازتوباکتر موجب افزایش رشد و نمو گیاهان شده است، ولی این‌که افزایش در رشد به دلیل تثبیت نیتروژن است یا سایر ویژگی‌هایی مثل تولید هورمون یا سیدروفور توسط باکتری، هنوز به‌طور کامل مشخص نشده است (حکم علی‌پور، ۱۳۹۶).

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

فسفر به‌عنوان دومین عنصر مهم در تغذیه گیاهی، نقش ویژه‌ای جهت انجام بسیاری از واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان دارد (فلاحی و محمودی، ۱۳۹۷). فراهمی فسفر از مؤثرترین عوامل در بهبود عملکرد و کیفیت زعفران است (Koocheki *et al*., 2014). به‌بیان دیگر مصرف هر یک از این عناصر در خاک و جذب آن توسط گیاه می‌تواند از طریق تحریک رشد گیاه، سبب افزایش جذب دیگر عناصر از خاک شود (پاینده و دروگر، ۱۳۹۸). Koocheki و Seyyedi (۲۰۱۵) نشان دادند که افزایش جذب هر یک از عناصر نیتروژن یا فسفر از طریق تحریک رشد ریشه گیاه، ضمن تحریک فرایند گل‌انگیزی و رشد بنه‌های دختری زعفران، سبب جذب عناصر دیگر از خاک می‌شود. Maleki Farahani و همکاران (۲۰۱۴) بیان نمودند که فراهمی نیتروژن، تعداد بنه و فراهمی فسفر، وزن بنه‌ها را افزایش می‌دهد. Koocheki و همکاران (۲۰۱۴) نیز با بررسی اثر کودهای شیمیایی فسفره، کودهای ورمی‌کمپوست و دامی بر عملکرد گیاه زعفران مشاهده نمودند که همبستگی بالا و مثبتی بین کارایی مصرف فسفر و شاخص برداشت زعفران وجود دارد. رسولی و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای دیگر به اثر مثبت تلفیق نیمی از کودهای شیمیایی و باکتری‌های آزاد کننده فسفر بر رشد زایشی و عملکرد زعفران اشاره کرده‌اند. این اثر ناشی از بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه در مراحل رویشی و زایشی بیان شد. از آنجایی که پژوهش‌های اندکی در مورد کاربرد تلفیقی باکتری‌های محرک رشد به همراه کودهای شیمیایی در کشت زعفران با توجه به اهمیت گیاه دارویی زعفران و مصارف گسترده آن در صنایع مختلف، انجام شده است، این پژوهش در راستای اهداف کشاورزی پایدار با هدف دسترسی به عملکرد کمی و کیفی قابل قبول همگام با کاهش مصرف کود شیمیایی اجرا شد و طی آن، اثر کودهای زیستی حاوی ازتوباکتر، سودوموناس و باسیلوس و مقادیر مختلف کود شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی زعفران مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی اردبیل با طول جغرافیایی ۴۸ دقیقه و ۱۹ درجه شمالی و عرض جغرافیایی ۳۸ دقیقه و ۱۳ درجه شرقی و ارتفاع ۱۳۳۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ اجرا شد. برخی ویژگی‌های اقلیمی محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کود آلی در سه سطح: شاهد، کود دامی (۲۵ تن در هکتار) و ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار) که در کرت‌های اصلی قرار گرفت. مخلوط کود شیمیایی نیتروژن و فسفر (NP) در دو سطح شامل ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی تعیین شده بر اساس آزمون خاک و توصیه‌های کودی در کرت‌های فرعی و پنج سطح کود زیستی در دو پنج سطح عدم تلقیح (شاهد) و تلقیح با ازتوباکتر[1]

1- *Azotobacter chorococum PTCC 1658*

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

(باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن)، تلقیح با سودوموناس آیروژینوس[1] (حل‌کننده فسفات با 10^8 سلول زنده در هر میلی‌لیتر) و تلقیح با باسیلوس سوبتیلیس[2] (باکتری حل‌کننده فسفر که با ترشح اسیدهای آلی سبب افزایش حلالیت فسفر نامحلول می‌شوند با 10^8 سلول زنده در هر میلی‌لیتر) و تلقیح سه گانه آن‌ها (ازتوباکتر+ سودوموناس + باسیلوس سوبتیلیس) در کرت‌های فرعی فرعی بود. به‌منظور حصول اطمینان از اثر تیمارها و نیز به‌دلیل اندک بودن عملکرد زعفران در سال‌های اولیه، تیمارهای آزمایشی به‌مدت دو سال به‌طور پیاپی اعمال شدند و داده‌های سال دوم به‌عنوان نتایج آزمایش، جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از پنج نقطه به‌طور تصادفی تا عمق ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری خاک به‌عمل آمد و به آزمایشگاه خاک دانشگاه محقق اردبیلی ارسال شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱: میانگین دما و میزان بارندگی ماهانه منطقه مورد آزمایش طی فصل رشد در سال ۹۵-۱۳۹۴

سال	ماه	میانگین بارندگی ماهانه (میلی‌متر)	میانگین حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)
۱۳۹۴ (۲۰۱۵)	مرداد	۲/۶	۱۲/۶	۲۶/۷
	شهریور	۲۹/۵	۱۲/۴	۲۶/۷
	مهر	۲۲/۵	۸/۸	۲۳/۵
	آبان	۸۲/۷	۷/۸	۸/۲
	آذر	۱۳/۴	۱/۴	۱۲
	دی	۳۲/۰	-۶	۳/۸
	بهمن	۲۶/۵	-۳/۴	۶/۸
	اسفند	۱۸/۹	-۱/۴	۹/۳
۱۳۹۵ (۲۰۱۶)	فروردین	۳۰/۰	۴	۱۲
	اردیبهشت	۵۴/۰	۳	۱۶
	خرداد	۲۵/۰	۹	۲۲
	تیر	۱۰/۰	۱۱/۱	۲۵/۴
	مرداد	۳/۳	۱۳/۶	۲۴/۸
	شهریور	۰/۰	۱۲/۷	۲۸/۲
	مهر	۹/۰	۱۰/۳	۲۲/۶
	آبان	۳۵/۰	۴/۴	۱۵/۳
	آذر	۸	-۰/۷	۱۱/۱
	دی	۳۲/۰	-۶	۳/۸
	بهمن	۷/۸	-۵/۳	۵
	اسفند	۲۷/۶	-۷/۹	۰/۹

جدول ۲: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه پژوهشی (در عمق ۳۰- ۰ سانتی‌متر)

بافت خاک	رس	سیلت	شن	ماده آلی	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	نیتروژن کل	هدایت الکتریکی	اسیدیته خاک
	(درصد)			(درصد)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)		(درصد)	(دسی زیمنس بر متر)	
شنی لومی	۲۲/۵۶	۳۰/۷۲	۴۶/۷۲	۱/۸۶	۱۸۳	۲۱	۰/۰۶۲	۴/۴۸	۷/۸

1- *Pseudomonas aeroginosa*
2- *Bacillus subtilis*

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

کشت در ۱۵ شهریور سال زراعی ۹۵- ۱۳۹۴ انجام شد. کورم زعفران برای کاشت از شهرستان قاینات تهیه و بنه‌های ۸ تا ۱۰ گرمی انتخاب و پس از آماده‌سازی بستر در کرت‌هایی به ابعاد ۲× ۵ متر کاشته شد. بنه‌ها با تراکم ۶۰ عدد در مترمربع در ردیف‌های ۳۰ سانتی‌متری با فواصل بوته پنج سانتی‌متر در عمق ۲۰ سانتی‌متر با دست کاشته شدند. باکتری-های ازتوباکتر، سودوموناس و باسیلوس سوبتیلیس به‌صورت مایع از آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج تهیه شدند و در سال اول قبل از کشت، عملیات تلقیح بنه‌ها با سوسپانسیون آماده باکتری‌های ازتوباکتر، سودوموناس آیروژینوس و باسیلوس سوبتیلیس انجام شد. عملیات تلقیح کودهای زیستی شامل آغشته نمودن بنه‌های زعفران با محلول صمغ عربی (۲۰ گرم صمغ عربی در یک لیتر آب) و سپس با محلول باکتریایی تلقیح انجام گرفت و سپس با خشک شدن بنه‌ها در سایه و به دور از تابش مستقیم نور خورشید بلافاصله اقدام به کاشت گردید. میزان مصرف هر یک از کودهای زیستی ۶ لیتر در هکتار بود. بر اساس آزمون خاک، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص)، به تیمارهای۱۰۰ درصد نیاز کودی داده شد و نصف این میزان به تیمارهای ۵۰ درصد نیاز کودی به خاک افزوده شد. آبیاری اول بعد از کاشت انجام و سپس عملیات سله‌شکنی خاک جهت تسهیل در خروج گل‌ها صورت گرفت. بعد از برداشت گل‌ها کودهای شیمیایی هم‌زمان با آبیاری دوم به زمین اضافه شد. مصرف کود نیتروژنه (با مقادیر ذکرشده) در طی هر سال انجام آزمایش تکرار شد. در سال دوم بعد از کاشت نیز کودهای زیستی به‌صورت یکنواخت همراه با آب آبیاری قبل از ظهور گل‌ها در مهر ماه به کرت‌های حاوی تیمارهای مربوطه افزوده شد. عملیات زراعی مانند آبیاری، کنترل علف‌های هرز و سله‌شکنی در همه تیمارها به‌صورت یکسان انجام شد. گل‌های زعفران در اولین ساعات صبح از نیمه مهر ماه تا نیمه آبان ماه سال ۱۳۹۵، با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای (نیم متر فاصله با هر ضلع کرت)، از کل سطح کرت‌ها برداشت و وزن تر آن‌ها تعیین شد. سپس کلاله زعفران از گل‌های برداشت شده جدا گردید و پس از خشک کردن در آون با ترازویی با دقت ۰/۰۰۰۱ توزین شد. جهت اندازه‌گیری ترکیب‌های کیفی موجود در کلاله زعفران محتوای کروسین (عامل ایجاد رنگ)، پیکروکروسین (عامل ایجاد طعم) و سافرانال (عامل ایجاد عطر) زعفران، کلاله‌های مربوط به هر تیمار در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ دقیقه در آون خشک و سپس توزین و پودر شده و برای تجزیه شیمیایی به آزمایشگاه انتقال یافت. تجزیه شیمیایی بر اساس روش ایزو ۳۶۳۲ که دقیقاً استاندارد ملی ایران به شماره ۲- ۲۵۹ از آن اقتباس شده است، در آزمایشگاه دانشگاه محقق اردبیلی انجام گرفت (عالی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷). داده‌های حاصل از آزمایش با نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ تجزیه شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) انجام گرفت و شکل‌ها با نرم‌افزار Excel 2013 ترسیم شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

نتایج و بحث

با توجه به این‌که شاخص‌های عملکرد گل زعفران در سال اول در ارتباط مستقیم با میزان اندوخته غذایی در بنه بوده و فراهمی عناصر غذایی در خاک به‌ویژه مصرف کودهای زیستی از اهمیت چندانی برخوردار نمی‌باشد (Koocheki *et al*., 2014)، بنابراین عملکرد گل زعفران در سال اول مورد تجزیه آماری قرار نگرفت و نتایج گزارش شده مربوط به سال دوم آزمایش می‌باشد (جدول ۳).

تعداد گل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای ساده کودهای شیمیایی و زیستی بر روی صفت تعداد گل به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود، اما اثر ساده کود آلی و برهم‌کنش تیمارهای کودی بر تعداد گل معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمار کود شیمیایی نشان داد که تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده نسبت به ۵۰ درصد نیاز کودی، بیش‌ترین تعداد گل را با اختلاف معنی‌داری به خود اختصاص داد (شکل ۱). هم‌چنین نتایج مقایسه سطوح کودهای زیستی نشان داد که کاربرد هم‌زمان باسیلوس سوبتلیس، ازتوباکتر و سودوموناس آیروژینوس باعث افزایش ۹۲ درصدی تعداد گل نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۲). این امر نشان دهنده اثر افزایش ظرفیت جذب عناصر توسط باکتری‌های محرک رشد می‌باشد. نقش مثبت تیمارهای کود شیمیایی و زیستی در افزایش تعداد گل زعفران در سال دوم می‌تواند در ارتباط مستقیم با نقش این تیمارها در افزایش معنی‌دار تعداد کل بنه‌های دختری زعفران در سال اول باشد (ارمک و همکاران، ۱۳۹۶). بنابراین فراهمی سریع و آسان عناصر غذایی و بهبود رشد گیاه و افزایش تعداد کل بنه‌ها در سیستم‌های کود شیمیایی و زیستی را می‌توان دلیل اصلی افزایش قابل ملاحظه در افزایش تعداد گل در این تیمارها دانست (Alipoor *et al*., 2015). نتایج این پژوهش با پژوهش‌های فعلی و همکاران (۱۳۹۷) نیز مطابقت دارد. به‌طوری که آن‌ها نیز اثر مثبت تیمارهای کود زیستی و کود شیمیایی دلفارد را در افزایش تعداد گل زعفران در واحد سطح که در ارتباط مستقیم با نقش این تیمارها در افزایش تعداد کل بنه‌های دختری زعفران می‌باشد، گزارش کردند. رسولی و همکاران (۱۳۹۴) نیز نتایج مشابهی از افزایش صفت‌های زایشی گل زعفران با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نسبت به کاربرد ۵۰ درصد آن گزارش کردند. نتایج این پژوهش با نتایج مطالعه Rezvani Moghaddam و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد، به‌طوری که اثر مثبت تیمارهای کود زیستی و شیمیایی دلفارد را در افزایش تعداد گل زعفران در واحد سطح که در ارتباط مستقیم با نقش این تیمارها در افزایش تعداد کل بنه‌های دختری زعفران می‌باشد، گزارش کردند. ملافیلابی و خرم‌دل (۱۳۹۴) نیز افزایش گلدهی تحت اثر کودهای زیستی را به فراهمی فسفر نسبت دادند.

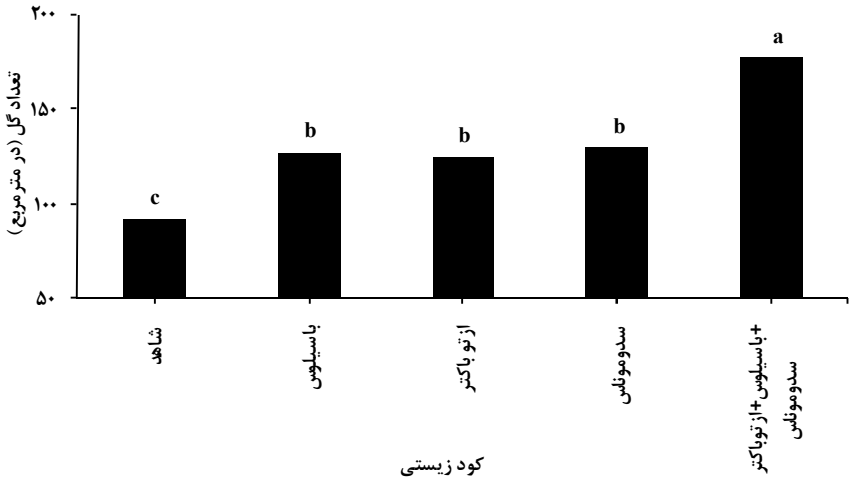
www.SID.ir

Archive of SID

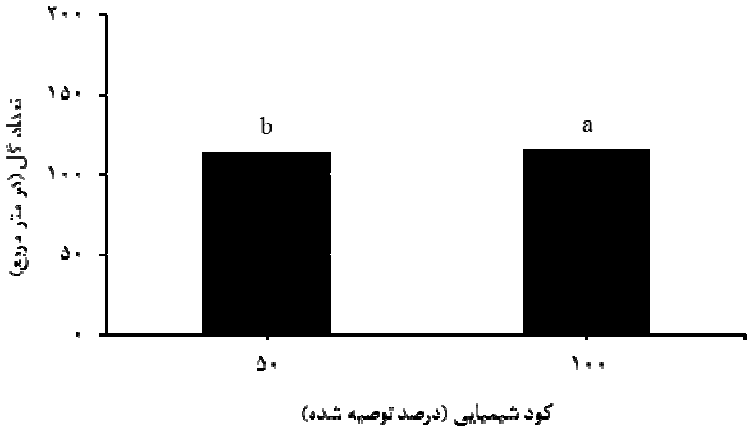
جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر برخی از ویژگی‌های گل زعفران

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد گل	وزن تر کلاله	وزن خشک کلاله	درصد کروسین	درصد پیکروکروسین	درصد سافرانال
تکرار	۲	۱۵۹**	۲۱/۵۲*	۱۲/۵۰۱	۶۳/۰۱ ns	۱۴/۴۱**	۱/۷۳ ns
کود آلی	۲	ns۲۰۵	۰/۱۰۴ ns	۰/۰۶۹ ns	۷۲/۸۵ ns	۴/۱۶**	۵/۵۴ ns
خطا (الف)	۴	۴۸۰	۰/۱۰۱	۰/۰۵۵	۱/۸۶	۶/۴	۱/۳
کود شیمیایی	۱	۱۷۶۹۶*	۴/۶۷۸**	۰/۵۶۱**	۴/۸۳ ns	۱۸۲/۵۹ ns	۱/۵۹ ns
کود آلی × شیمیایی	۴	ns۵۳۰	ns۰/۱۰۶	۰/۰۰۵۵ ns	۲۰/۸۶ ns	۴۲/۸۵ ns	۱/۶۶ ns
خطا (ب)	۶	۲۷۰۵	۰/۱۲۲	۰/۰۲۲	۱۵/۷۸**	۱۵/۱۱	۱/۰۴
کود زیستی	۴	۶۶۴۳**	۳/۳۹**	۱/۱۱۱**	۳۱۸/۷*	۱۱۸/۱**	۲۶/۹۴**
کود آلی × زیستی	۸	ns۱۱۹	۰/۱۰۵**	۰/۰۲۶*	۲۱/۰۰۸ **	۷/۸۱*	۱/۶۵ ns
کود شیمیایی × زیستی	۴	ns۲۸۸	۰/۱۹۶**	۰/۰۳۱*	۷/۷۰۰ ns	۱۰/۴۹*	۰/۸۷ ns
آلی × شیمیایی× زیستی	۸	ns۱۵۴	۰/۰۳۳ ns	۰/۰۱۱ ns	۱۳/۳۸ ns	۴/۰۱ ns	۱/۲۵ ns
خطای کل	۴۱	۳۳۹۳	۱/۵۸	۰/۸۰۳	۹/۷۷	۲۵/۱۴	۴/۰۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۹/۰۶	۶/۸۹	۷/۱۶	۸/۸۱	۱۳/۹۶	۱۱/۶۹

**، *، ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی‌دار است.



شکل ۱: اثر کاربرد کود شیمیایی بر تعداد گل زعفران



شکل۲: اثر کودهای زیستی بر تعداد گل زعفران

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

عملکرد ماده تر و خشک کلاله

تجزیه واریانس عملکرد ماده تر و خشک کلاله نشان داد که علاوه بر اثرهای ساده تیمارهای کود شیمیایی و زیستی که در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، برهم‌کنش کودهای شیمیایی ـ زیستی و کودهای آلی ـ زیستی در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر کلاله و در سطح پنج درصد بر وزن خشک آن معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش کودهای شیمیایی و زیستی نشان داد که تلقیح با باکتری‌های محرک رشد در کنار مصرف کودهای شیمیایی (۵۰ و ۱۰۰ درصد مقدارکود توصیه شده) باعث افزایش عملکرد تر و خشک کلاله نسبت به شاهد (عدم مصرف کود زیستی) شد. اختلاف بین برهم‌کنش تیمارهای کود زیستی و شیمیایی در سطح عدم مصرف کود زیستی در مقایسه با سطوح مصرف کود شیمیایی معنی‌دار بود، اما در شرایطی که از کود زیستی در کشت زعفران استفاده شد، تیمارهای توأم کود زیستی و شیمیایی اثرهای بیش‌تری در افزایش مقادیر عملکرد تر کلاله داشتند (شکل‌های ۳ و ۴). بالاترین مقادیر عملکرد تر (۳/۳ کیلوگرم درهکتار) در اثر مصرف کود شیمیایی ۵۰ درصد توصیه شده تحت کود زیستی تلفیقی حاصل شد که علت آن می‌تواند افزایش کارایی باکتری‌ها در تثبیت بیش‌تر عناصر معدنی و تولید برخی هورمون‌ها، سیدروفورها و ویتامین‌ها باشد (Singh Meena *et al*., 2017). پس از آن نیز به‌ترتیب تیمارهای کاربرد منفرد کود زیستی سودوموناس و باسیلوس با ۵۰ درصد و هم‌چنین تیمار تلفیقی در ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده تفاوت معنی‌داری نداشت. هم‌چنین وزن خشک کلاله با کاربرد کودهای زیستی در مقایسه با عدم کاربرد، در تیمارهای کود شیمیایی اختلاف معنی‌دار از نظر آماری داشت. به‌طوری که بیش‌ترین مقدار عملکرد خشک کلاله در تیمار تلفیقی کود زیستی در ۵۰ درصد کود شیمیایی به‌دست آمد که این تیمار با سایر تیمارهای کود زیستی در سطح ۵۰ و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴). به‌عبارت دیگر نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که مصرف کودهای زیستی می‌تواند نیاز به کودهای شیمیایی را به نصف کاهش داده و ضمن افزایش عملکرد زعفران، اهداف کشاورزی پایدار را نیز تأمین کند. بر اساس این نتایج می‌توان بیان کرد که همان مقدار افزایش عملکرد زعفران را با مصرف نصف کود شیمیایی مورد نیاز (۵۰ درصد مقدار توصیه شده) در تیمارهای تلقیح با باکتری‌های محرک رشد در مقایسه با مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به‌دست آورد. امیری و اسماعیلیان (۱۳۹۸) نیز نشان دادند که اثر مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد کلاله زعفران بهتر از کاربرد منفرد هر یک از آن‌ها بود که این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده اثر مثبت کودهای زیستی بر جذب و افزایش کارایی کودهای شیمیایی مورد استفاده، محسوب شود. در پژوهش‌های طباطبایی و همکاران (۱۳۹۹) در لوبیا دریافتند که بالاترین وزن صد دانه از تیمار ۵۰ درصد کودهای شیمیایی اوره به همراه کود زیستی نیتروکسین به‌دست آمد. Zaghloul و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که تلقیح بذرهای نخود با باکتری افزاینده رشد باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و ارتفاع

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

بوته گردید که با توجه به مقایسه میانگین کل تیمارها، عملکرد تر و خشک کلاله در سطوح مصرف کود زیستی نسبت به عدم مصرف آن بیش‌تر بود (شکل ۵ و ۶). مصرف کودهای زیستی در سطح مصرف کود دامی موجب افزایش عملکرد در مقایسه با شاهد نسبت به سطوح مربوط به عدم مصرف کود دامی شد. در حالی که تیمار کودهای زیستی همراه با کود دامی و ورمی‌کمپوست و کود زیستی به‌تنهایی (بدون مصرف کود آلی) در یک سطح آماری بود، اما بیش‌ترین عملکرد تر و خشک کلاله به‌ترتیب (۳/۱ و ۱/۸۵ کیلوگرم در هکتار) در شرایطی حاصل شد که بوته‌های زعفران تحت کوددهی با کود دامی و کاربرد تلفیقی کودهای زیستی قرار گرفتند. احتمالاً استفاده از کودهای زیستی با افزایش انحلال عناصر مورد نیاز گیاه در خاک، تسریع در جذب و هم‌چنین تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه باعث افزایش فتوسنتز و ماده خشک گیاه و نهایتاً بهبود عملکرد گیاه زعفران شده است (Ihsan *et al*., 2014). با توجه به نتایج به‌دست آمده، احتمالاً بین کودهای آلی و زیستی رابطه هم‌افزایی و تشدید کننده وجود داشته است که سبب افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک شده و با افزایش جذب عناصر معدنی سبب افزایش عملکرد تر و خشک کلاله شده است. یافته‌های بسیاری از پژوهشگران موید این حقیقت است که حضور کودهای زیستی در نظام‌های کشاورزی پایدار از طریق هم‌افزایی با ایجاد بستر مناسب و دسترسی مطلوب گیاه به عناصر غذایی سبب بهبود رشد و افزایش عملکرد تر و خشک کلاله می‌شود (رحیمی و هاشمی، ۱۳۹۵). نتایج سایر پژوهش‌های انجام شده بر روی پاسخ گیاهان دارویی به کودهای زیستی نشان دهنده افزایش ویژگی-های رشدی و عملکرد کمی و کیفی در زیره و شوید می‌باشند (Nejatzadeh and Gholami, 2014; Khorramdel *et al*., 2016). Pasban و همکاران (۲۰۱۵) در گیاه سویا نیز نشان داده‌اند که کاربرد کودهای زیستی و آلی اثر مثبتی بر تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، زیست‌توده، عملکرد روغن و درصد پروتئین داشته است. منعمی‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) و فلاحی و محمودی (۱۳۹۷) در مطالعه کاربرد کودهای آلی روی زعفران به نقش مؤثر آن در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک اشاره داشتند. Yarami و Sepaskhah (۲۰۱۶) نیز بهبود عملکرد گل، کلاله خشک و افزایش تعداد گل زعفران را در نتیجه افزایش مصرف کود دامی گزارش کردند. با توجه به نتایج آزمایش چنان‌که کاربرد توأم کودهای آلی با کودهای زیستی مد نظر قرار گیرد، بالاترین عملکرد وزن تر و خشک کلاله به‌دست می‌آید.

درصد کروسین (رنگ)

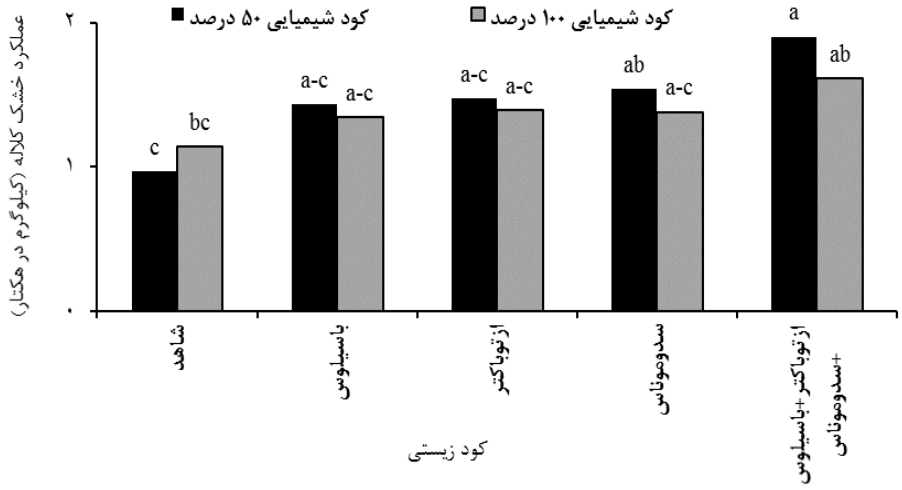
نتایج تجزیه واریانس برهم‌کنش کودهای آلی و زیستی را بر میزان کروسین (رنگیزه‌های کاروتنوییدی محلول در آب) یا رنگ زعفران در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نشان داد (جدول ۳)، به‌طوری که مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارهای کودی نشان داد که بیش‌ترین درصد کروسین در تیمار کود دامی همراه با کاربرد تلفیقی کودهای زیستی

www.SID.ir

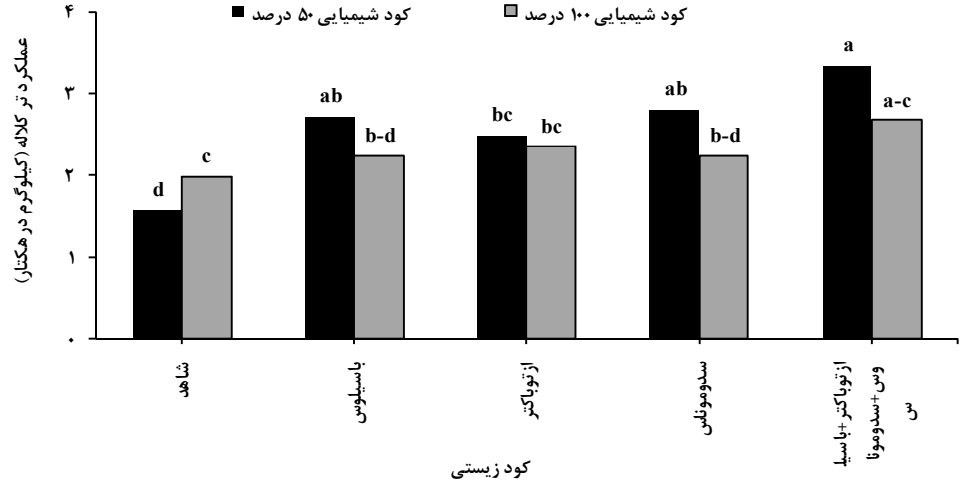
Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

(ازتوباکتر، سودوموناس آیروژینوس و باسیلوس سوبتیلیس) به‌دست آمد، گرچه با تیمارهای کاربرد تلفیقی کودهای زیستی همراه با ورمی‌کمپوست در یک سطح آماری قرار داشت. کم‌ترین درصد کروسین نیز مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۷). در پژوهش El Naim و همکاران (۲۰۱۷) روی چای ترش نیز کاربرد هم‌زمان دو نوع کود زیستی نیتروبین و فسفورین همراه با کود دامی، موجب افزایش غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در آن شد. به‌نظر می‌رسد مصرف مقادیر مناسب کود آلی (دامی) همراه با کود زیستی، با بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک و معدنی کردن عناصر غذایی، افزایش غلظت این ترکیب‌ها را در گیاه به‌دنبال داشته است. مؤمنی و همکارن (۱۳۹۳) نیز طی بررسی روی سویا گزارش کردند که، تیمار تلفیقی کودهای زیستی و آلی بیش‌ترین میزان پروتئین نسبت به سایر تیمارها را داشته است.



شکل ۳: اثر برهم‌کنش کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد تر کلاله زعفران

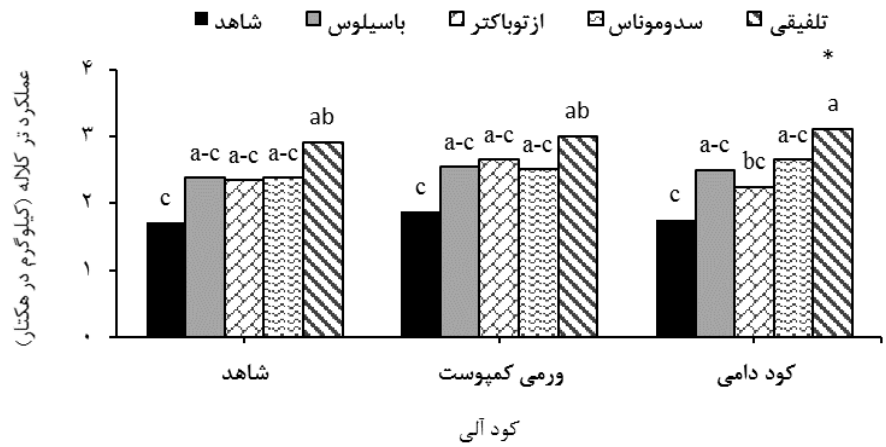


شکل ۴: اثر برهم‌کنش کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد خشک کلاله زعفران

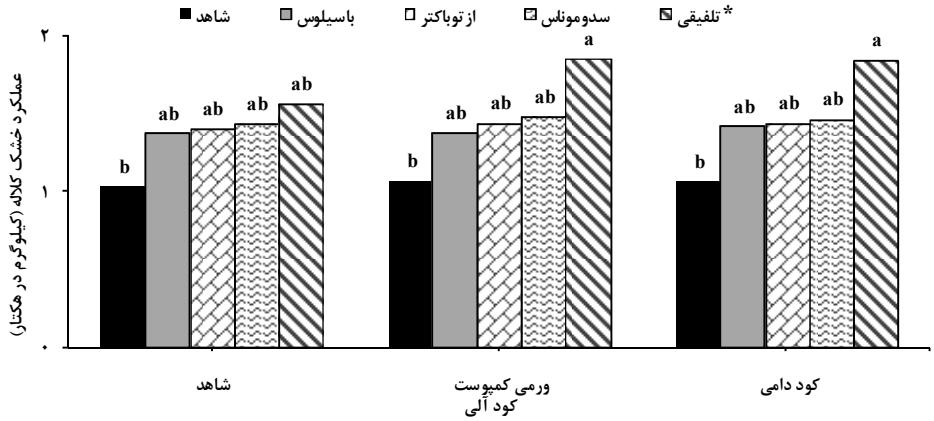
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

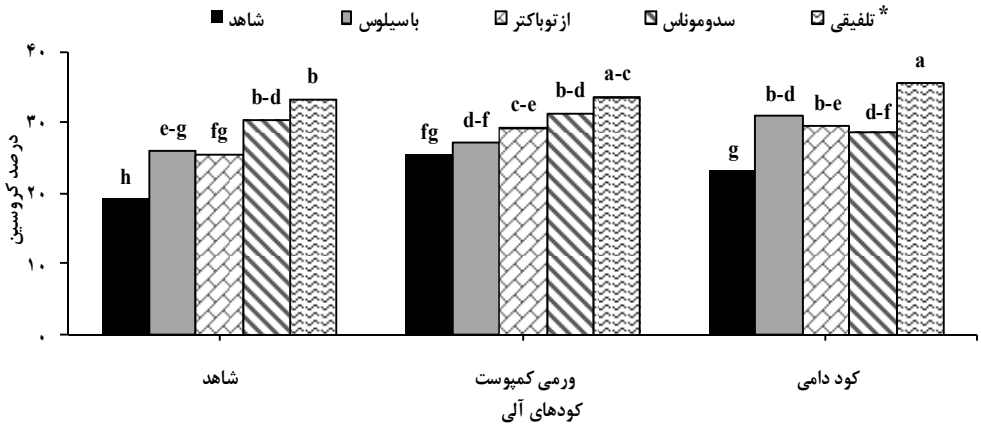


شکل۵: برهم‌کنش اثر کودهای آلی و زیستی بر عملکرد تر کلاله زعفران



شکل۶: برهم‌کنش اثر کودهای آلی و زیستی بر عملکرد خشک کلاله زعفران

***تلفیقی (ازتوباکتر + باسیلوس + سودوموناس)**



شکل ۷: برهم‌کنش اثر کودهای آلی و زیستی بر درصد کروسین زعفران

***تلفیقی (ازتوباکتر + باسیلوس + سودوموناس)**

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

درصد پیکروکروسین (طعم)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی کودهای آلی و زیستی در سطح یک درصد بر این صفت معنی‌دار بود، هم‌چنین اثر برهم‌کنش کودهای آلی ـ زیستی و زیستی ـ شیمیایی در سطح احتمال پنج درصد بر درصد پیکروکروسین معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارهای کودی نشان داد که بیش‌ترین میزان پیکروکروسین در تیمار کاربرد تلفیقی کودهای زیستی (ازتوباکتر، سودوموناس و باسیلوس) همراه با کودهای دامی و ورمی‌کمپوست به‌دست آمد، هرچند با تیمار کاربرد توأم کود دامی با ازتوباکتر و کودهای زیستی تلفیقی به‌تنهایی در یک گروه آماری قرار داشت. کم-ترین میزان آن نیز در تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ۸). بر این اساس به‌نظر می‌رسد که کودهای آلی به سبب بهبود شرایط خاک و فراهمی عناصر غذایی برای میکروارگانیسم‌ها و تولید ترکیب‌های اولیه مؤثر در بیوسنتز گلوکوزیدها و تجزیه آن‌ها به ترکیب‌های ثانویه توسط باکتری‌های محرک رشد، بر عملکرد کیفی زعفران اثر گذاشته باشند (فعلی و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج این پژوهش با نتایج ارائه شده توسط Ghanbari و همکاران (۲۰۱۹) نیز در مورد اثر کودهای آلی و باکتری-های محرک رشد بر درصد پیکروکروسین موافق است. نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارهای کود شیمیایی و زیستی نشان داد که بیش‌ترین میزان پیکروکروسین به‌ترتیب در تیمار ۱۰۰ درصد تأمین کود شیمیایی توأم با کودهای زیستی (ازتوباکتر، سودوموناس و باسیلوس سوبتلیس) و کم‌ترین میزان آن در تیمار شاهد (عدم کاربرد کود زیستی) کود زیستی ازتوباکتر و سودوموناس در شرایط کاربرد ۵۰ درصد نیاز کودی توصیه شده به‌دست آمد (شکل ۹). هم‌چنین کاربرد تلفیقی کودهای زیستی همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با کاربرد مجزای کودهای ازتوباکتر، سودوموناس و باسیلوس توأم با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نداشتند. بنابراین می‌توان گفت کاربرد تلفیقی کودهای زیستی همراه با نیمی از ۵۰ درصد کود شیمیایی توانست درصد پیکروکروسین را افزایش دهد. به‌طور کلی نتایج کاربرد کود شیمیایی بر درصد پیکروکروسین نشان داد که با افزایش کود شیمیایی از ۵۰ به ۱۰۰ درصد نیاز کودی، درصد پیکروکروسین افزایش یافت، اما تلقیح با باکتری‌ها در کنار مصرف کودهای شیمیایی باعث افزایش بیش‌تر درصد پیکروکروسین شد. این امر مبین اثر مثبت کودهای زیستی بر جذب و افزایش کارایی کودهای شیمیایی به‌کار رفته می باشد. هم‌چنین این موضوع نشان‌دهنده آن است که کود شیمیایی به‌تنهایی نمی‌تواند تأمین‌کننده نیازهای غذایی گیاه زعفران باشد، بلکه افزایش ظرفیت جذب نیز مهم می‌باشد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۳).

درصد سافرانال (عطر)

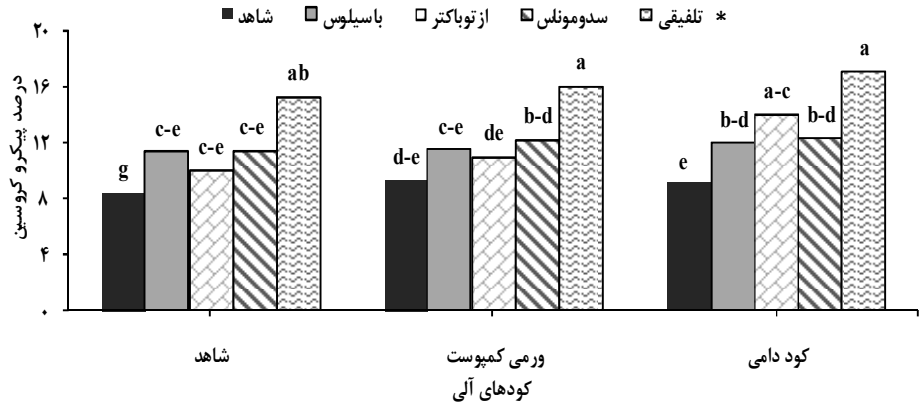
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تنها اثر اصلی کودهای زیستی در سطح احتمال یک درصد بر میزان سافرانال زعفران معنی‌دار بود (جدول ۳)، بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیش‌ترین میزان سافرانال در تیمارهای مصرف

www.SID.ir

Archive of SID

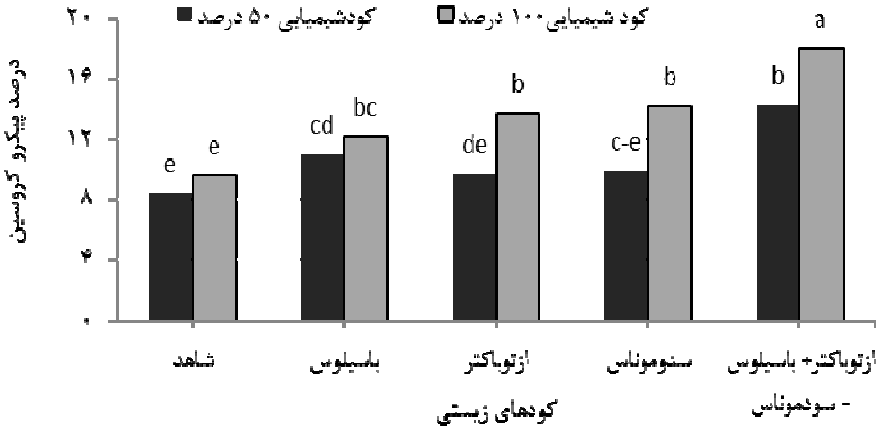
Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

توأم کودهای زیستی (ازتوباکتر، سودوموناس آیروژینوس و باسیلوس سوبتیلیس) به‌دست آمد، به‌طوری که میزان سافرانال در تیمار تلفیقی نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد) افزایش ۵۳ درصدی را نشان داد (شکل ۱۰). با توجه به نتایج می‌توان اظهار کرد که کودهای زیستی شرایط مناسب‌تری برای بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک مهیا کرده است و ضمن فراهم نمودن مطلوب عناصر معدنی برای زعفران از طریق ایجاد اثر هم‌افزایی و تشدیدکننده بین خود، میزان درصد صفات کیفی را افزایش دهند (فعلی و همکاران، ۱۳۹۷). هم‌چنین مقایسه هر کدام از تیمارهای کود زیستی به‌تنهایی نشان می‌دهد که بین تیمار کود زیستی باسیلوس با تیمار تلفیقی کودهای زیستی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کود زیستی باسیلوس سوبتلیس یکی از مهم‌ترین سویه‌های حل‌کننده فسفر می‌باشد (غنایی و چگنی، ۱۳۹۸). به‌نظر می‌رسد وجود فسفر کافی در خاک می‌تواند بر درصد سافرانال زعفران تأثیر مثبت داشته باشد. افزایش قابلیت استفاده از فسفر و در نهایت کمک به تغذیه گیاه در واکنش به کودهای زیستی قبلاً به اثبات رسیده است (Jami Al-Ahmadi *et al*., 2017).



شکل ۸: برهم‌کنش اثر کودهای آلی و زیستی بر درصد پیکروکروسین زعفران

***تلفیقی (ازتوباکتر + باسیلوس + سودوموناس)**

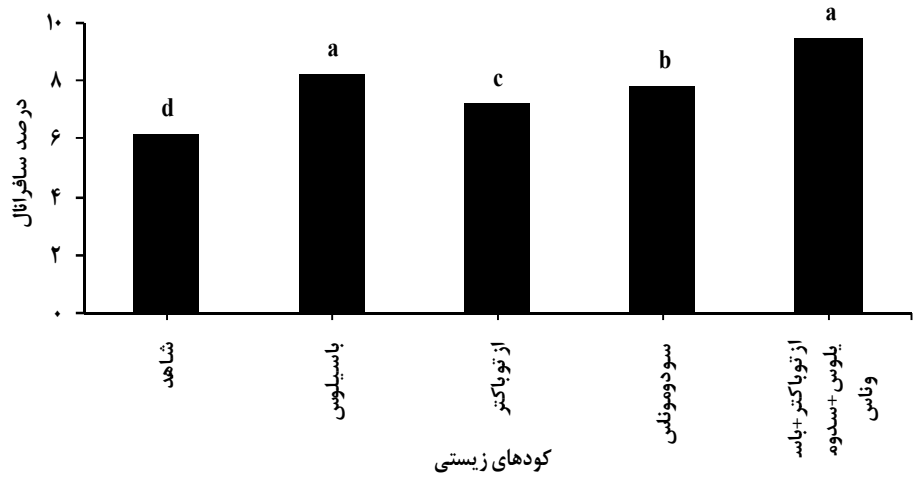


شکل ۹: برهم‌کنش اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر درصد پیکروکروسین زعفران

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021



شکل ۱۰: اثر کودهای زیستی بر درصد سافرانال زعفران

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای زیستی به‌همراه کودهای آلی توانست شاخص‌های مهم کمی و کیفی زعفران از جمله تعداد گل، عملکرد تر و خشک کلاله، کروسین، پیکروکروسین و سافرانال را افزایش دهد. این اثر مثبت می‌تواند از طریق در اختیار قرار گرفتن تدریجی عناصر غذایی و هم‌چنین افزایش تولید مواد مترشحه و کاهش اسیدیته توسط باکتری‌های محرک رشد باشد که باعث می‌شود عناصر غذایی بیش‌تری به‌صورت محلول در اختیار گیاه قرار گیرد و در نتیجه سبب تولید بیش‌تر مواد فتوسنتزی و افزایش عملکرد خواهد شد. از این‌رو با توجه به نتایج به‌دست آمده کاربرد کودهای زیستی و آلی (کود دامی و ورمی‌کمپوست) ضمن کاهش قابل توجه مصرف کودهای شیمیایی و پیامدهای احتمالی اقتصادی و زیست‌محیطی آن می‌تواند اثر مطلوب‌تری بر زعفران بگذارد. مهم‌تر آن‌که، جایگزینی کودهای زیستی به جای کودهای شیمیایی، نویدبخش کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی در آینده می‌باشد.

منابع

ارمک، ع.ا.، فیضی، ح. و علی‌پناه، م. ۱۳۹۶. اثر منابع مختلف کودهای هیومیکی، زیستی و نانو در سطوح مصرف کود نیتروژن بر عملکرد گل زعفران (*Crocus sativus* L.). نشریه زراعت و فناوری زعفران. ۵ (۴): ۳۴۴-۳۲۹.

اصغری، م.، یوسفی‌راد، م. و معصومی‌زواریان، ا. ۱۳۹۵. بررسی اثر کودهای آلی کمپوست و ورمی‌کمپوست بر روی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی به‌لیمو. نشریه گیاهان دارویی. ۲ (۵۸): ۷۱-۶۳.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

امیری، م. ب. و اسماعیلیان، ی. ۱۳۹۸. بررسی ویژگی‌های کمی گل و بنه زعفران (*Crocus sativus* L.) در واکنش به سیستم‌های تغذیه آلی، بیولوژیکی و شیمیایی در منطقه گناباد. نشریه زراعت و فناوری زعفران. ۷ (۱): ۴۱۶-۴۰۷.

پاینده، خ. و دروگر، ن. ۱۳۹۸. بررسی عملکرد کمی و کیفی ذرت (*Zea mayz* L.) تحت فواصل مختلف آبیاری و اثر تلفیق قارچ میکوریزا و باکتری‌های حل‌کننده فسفات. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱ (۴۴): ۱۴۲-۱۲۹.

پوریوسف میاندوآب، م. و شاهی، م. ۱۳۹۵. اثر محلول پاشی محرک‌های رشد و زمان کاربرد آن‌ها بر عملکرد و برخی ویژگی‌های زراعی گلرنگ. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸ (۳۲): ۴۳-۲۵.

حکم علی‌پور، س. ۱۳۹۶. ارزیابی اثر باکتری‌های محرک رشد گیاهی و کود نیتروژن بر عملکرد و برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.). نشریه اکوفیزیولوژی گیاهی. دانشگاه آزاد اسلامی ارسنجان. ۹ (۲۸): ۱۴۴-۱۳۳.

حیدری، ز.، بشارتی، ح. و ملکی‌فراهانی، س. ۱۳۹۳. اثر مصرف برخی کودهای شیمیایی و بیولوژیک بر ویژگی‌های کمی و کیفی زعفران زراعی. نشریه زراعت و فناوری زعفران. ۲ (۳): ۱۸۹- ۱۷۷.

ذبیحی، ح. ر. و پیش‌بین، م. ۱۳۹۷. مدیریت عناصر غذایی اصلی و ماده آلی در تغذیه مزارع زعفران. نشریه زعفران. ۱ (۲): ۹-۱.

رحیمی، م. ر. و هاشمی، ع. ۱۳۹۵. عملکرد و اجزای عملکرد ماش (*Vigna radiata*) در واکنش به کاربرد ورمی-کمپوست و کود زیستی فسفات. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۴۸ (۲): ۵۴۰-۵۲۹.

رسولی، ز.، ملکی فراهانی، س. و بشارتی، ح. ۱۳۹۴. ارزیابی اثر سیستم‌های مختلف کودی بر عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.). نشریه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۱ (۲): ۲۱۹-۲۰۴.

طباطبایی، س.، جهان، م. و حاج‌محمدنیا قالیباف، ک. ۱۳۹۹. اثر کاربرد کودهای زیستی و کود شیمیایی نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) تحت شرایط تنش کمبود آب. نشریه تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۳ (۱): ۱۵۴-۱۴۵.

ظفری، ج.، رخزادی، ا. و طالبی، ر. ۱۳۹۸. اثر کودهای آلی و شیمیایی بر رشد و عملکرد ارقام نخود تحت شرایط دیم. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱ (۴۲): ۱۰۳- ۸۵.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

عالی‌زاده، م.، مکاریان، ح.، عبادی، ع.، ایزدی دربندی، الف. و غلامی، ا. ۱۳۹۷. اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کلاله و کیفیت زعفران (*Crocus sativus* L.) در شرایط اقلیمی اردبیل. نشریه مجله علوم زراعی ایران. ۲۰ (۱): ۲۹-۱۶.

عبادزاده، ح. ر.، احمدی، ک.، محمدنیا افروزی، ش.، عباس طاقانی، ر.، عباسی، م. و یاری، ش. ۱۳۹۷. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۶. جلد دوم، وزرات جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۴۱۸ ص.

غنایی، ص. و چگنی، ه. ۱۳۹۸. اثر ترکیب خاک فسفات همراه با میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفر بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن کلزا. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱ (۴۴): ۹۱-۷۷.

فعلی، ا.، ملکی فراهانی، س. و بشارتی، ح. ۱۳۹۷. اثر کود شیمیایی اوره و کودهای آلی و زیستی مختلف بر عملکرد کمی و کیفی و برخی از ویژگی‌های خاک در کشت زعفران (*Crocus sativus* L.). نشریه به‌زراعی کشاورزی. ۲۰ (۲): ۳۵۶-۳۴۵.

فلاحی، ح.ر. و محمودی، س. ۱۳۹۷. اثر کود آلی و شیمیایی بر رشد و گلدهی گیاه زعفران در دو رژیم آبیاری. نشریه زراعت و فناوری زعفران. ۶ (۲): ۱۶۶-۱۴۷.

کیانی، س.، سیادت، س .ع.، مرادی تلاوت، م. ر. ابدالی مشهدی، ع. ر.، و ساری، م. ۱۳۹۳. اثر مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت علوفه در کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.). نشریه علوم زراعی و باغی ایران. ۱۶ (۲): ۹۰-۷۷.

محمدپوروشوایی، ر.، قنبری، ا.، اصغری‌پور، م. ر.، رمرودی، م.، دهمرده، م. ۱۳۹۷. اثر نظام‌های مختلف تغذیه-ای بر ویژگی‌های رویشی، بیوشیمیایی، عملکرد و اجزای عملکرد تاتوره (*Datura stramonium* L.). نشریه به‌زراعی کشاورزی. ۲۰ (۴): ۸۸۸-۸۶۹.

مرادی، م.، سلیمانی فرد، ع.، ناصری، ر.، قاسمی، م. و آبرومند، ک. ۱۳۹۴. تغییرات صفات زراعی و شاخص برداشت گندم تحت اثر کود دامی و باکتری‌های افزاینده رشد در سطوح مختلف نیتروژن. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۷ (۲۸): ۹۰-۷۳.

ملافیلابی، ع. و خرم‌دل، س. ۱۳۹۴. اثر کود دامی و محلول‌پاشی برگی بر خصوصیات زراعی و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) در مزرعه شش ساله. نشریه زراعت و فناوری زعفران. ۲ (۳): ۲۴۹- ۲۲۳.

www.SID.ir

Archive of SID

منعمی‌زاده، ز.، قاسمی، م. و صدرآبادی حقیقی، ر. ۱۳۹۵. مروری بر اهمیت و اثر کودهای آلی در زراعت زعفران (*Crocus sativus* L.). نشریه مدیریت اراضی. ۴ (۱): ۷۷-۵۵.

مؤمنی فیلی، پ.، خورگامی، ع. و سیاح‌فر، م. ۱۳۹۳. اثر کود زیستی ورمی‌کموست و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در خرم‌آباد. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۶ (۲۳): ۱۲۷-۱۱۳.

یوسفی، ا.، میرزایی تالارپشتی، ر.، نباتی، ج. و صوفی‌زاده، س. ۱۳۹۸. بررسی اثر باکتری‌های آزادزی تثبیت-کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفر و پتاسیم بر شاخصس‌های رشدی دو توده ماش (*Vigna radiate* L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۱۱ (۴): ۱۴۳۶-۱۴۲۳.

Alipoor, Z., Mohamoodi, S., Behdani, M. A. and Sayyari, M. H. 2015. Effect of bio-manure and chemical fertilizers and corm weight on the corm characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). Plant Production Technology. 15 (2): 13-24.

Chun-Xi, L., Shou-Chen, M., Yun, S., Shou-Tian, M. A. and Ling-Ling, Zh. 2018. Effects of long-term organic fertilizationon soil microbiologic characteristics, yield and sustainable production of winter wheat. Journal of Integrative Agriculture. 17(1): 210-219.

El Naim, A. M., Ahmed, A. I. and Ibrahim, Kh.A. 2017. Effect of nitrogen and bio-fertilizers on growth and yield of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* var sabdariffa L.). International Journal of Agriculture and Farestry. 7(6): 145-150.

FAO. 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://faostat.fao.org.

Faraji Mehmani, A., Esmaeeilpour, B., Sefidkon, F., Abaszadeh, B., Khavazi, K. and Ghanbari, A. R. 2015. Effects of biofertilizers inoculation on growth characteristics and yield of savory (*Satureja hortensis* L.). Journal of Agronomy. 6 (4): 870-879.

Ghanbari, J., Khajoei-Nejad, G., M van Ruth, S. and Aghighi, S. 2019. The possibility for improvement of flowering, corm properties, bioactive compounds, and antioxidant activity in saffron (*Crocus sativus* L.) by different nutritional regimes. Industrial Crops and Products. 135: 301-310.

Ihsan, S. A., Al-Mohammad, M. H. S. and Al-Thamir, S. N. K. 2014. The influence of spermidine and biofertilizer application on the growth, yield and some active constituents of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Journal of Biology, Agriculture and Healthcare. 4(24): 131-136.

Jami Al-Ahmadi, M., Mohammadi, A. and Salehi Kohabadi, E. 2017. Characterization of bacteria isolated from the saffron (*Crocus sativus* L.) rhizosphere. Journal of Horticultural Research. 25 (2): 5-14.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 12:35 +0430 on Tuesday May 11th 2021

Jami, N., Rahimi, A., Naghizadeh, M. and Sadaghati, E. 2020. Investigating the use of different levels of Mycorrhiza and Vermicompost on quantitative and qualitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulturae. 262: 109-125.

Khorramdel, S., Koocheki, A. R., Nassiri Mahallati, M. and Ghorbani, R. 2016. Evaluation of inoculation with nitrogen and phosphorus biofertilizers on yield and radiation use efficiency of black cumin (*Nigella sativa* L.) under Mashhad climatic conditions. Journal of Plant Nutrition. 39 (14): 2015-2024.

Koocheki, A. and Seyyedi, S. M. 2015. Relationship between nitrogen and phosphorus use efficiency in saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by mother corm size and fertilization. Industrial Crops Prodaction. 71: 128–137.

Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Mollafilabi, A. and Seyyedi, S. M. 2014. Effects of Corm planting density and applying manure on flower and corm yields of saffron (*Crocus sativus* L.) in the first year after planting. Journal of Agroecology. 6 (4): 719-729.

Maleki Farahani, S., Amini, S., Sharghi, Y. and Zahedi, H. 2014. Influence of vermicompost and bacterium of Bacillus and Pseudomonas on growth yield and morphological traits of saffron. Journal of Applied Science and Agriculture. 9 (3): 933-941.

Nejatzadeh-Barandozi, F. and Gholami-Borujeni, F. 2014. Application of different fertilizers on morphological traits of dill (*Anethum graveolens* L.). Organic and Medicinal Chemistry Letters. 4: 4-13.

Pasban, F., Balouchi, H., Yadavi, A., Salehi, A. and Attarzadeh, M. 2015. The role of organic and biological fertilizers in qualitative and quantitative yield of soybean (*Glycine max* L.) CV Williams. Journal of Agriculture and Sustainable Production. 25 (3): 138-149.

Rezvani Moghadam, P., Bakhshayi, S., Amin Ghaphori, A., and Jafari, L. 2014. Effect of different fertilizer management on (*Satureja hortensis* L.) production in Mashhad. Journal Field Crops Research. 12 (1): 27-32.

Singh Meena, V., Kumari Meena, S., Prakash Verma, J., Kumar, A., Aeron, A., Kumar Mishra, P., Kumar Bisht, J., Pattanayak, A., Naveed, M. and Dotaniya, M. L. 2017. Plant beneficial rhizospheric microorganism (PBRM) strategies to improve nutrients use efficiency: A review. Ecological Engineering. 107: 8-32.

Yarami, N. and Sepaskhah, A. R. 2016. Effect of irrigation water salinity, manure application and planting method on qualitative compounds of saffron (*Crocus sativus* L.). International Journal of Plant Production. 10 (2): 123-137.

Zaghloul, R. A., Abou-Aly, H. E., El-Meihy, R. M., and El-Saadony, M. T. 2015. Improvement of growth and yield of pea plants using integrated fertilization management. Universal Journal of Agricultural Research. 3 (4): 135-143.

www.SID.ir