نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۲۰۸-۱۹۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 2, Summer 2014, P. 199-208
ISSN: 2008 - 4730

اثر ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و مقادیر مختلف کمپوست قارچ بر عملکرد گل و خصوصیات بنه‌ی زعفران (*Crocus sativus* L.) در یک سیستم زراعی ارگانیک

پرویز رضوانی‌مقدم[1*]- محمدبهزاد امیری[2]- حمیدرضا احیایی[3]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۸/۲۷
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۹/۲

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از اصلاح‌کننده‌های آلی و بیولوژیک به منظور جایگزینی بوم‌سازگار برای کودهای شیمیایی بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. به منظور بررسی اثر کودهای بیولوژیک و سطوح مختلف کمپوست قارچ بر عملکرد گل و ویژگی‌های بنه‌ی زعفران (*Crocus sativus* L.)، آزمایشی در سال‌های زراعی ۹۱-۱۳۸۸ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. ریزوباکترهای محرک رشد گیاه (کاربرد و عدم‌کاربرد نیتروکسین) و سطوح مختلف کمپوست قارچ مصرف شده (صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ تن در هکتار) به ترتیب به عنوان فاکتور اصلی و فرعی مدنظر قرار گرفتند. به طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که نیتروکسین دارای اثر مثبت بر روی تمامی صفات مورد مطالعه بود، به عنوان مثال در شرایط کاربرد نیتروکسین تعداد جوانه در هر بنه ۱۲ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. بر اساس نتایج آزمایش، هر یک از سطوح ۲۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ به‌ترتیب باعث افزایش ۴۸، ۲۴، ۳۰ و ۲۹ درصدی وزن کل بنه‌ها بدون فلس در مقایسه با شاهد شدند. اثر متقابل ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و سطوح مختلف کمپوست قارچ به طور معنی‌داری بر عملکرد گل تأثیر داشت، به طوری که در شرایط کاربرد و عدم‌کاربرد نیتروکسین به‌ترتیب سطوح ۶۰ و ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند. با توجه به نتایج آزمایش، از نظر عملکرد کلاله، کاربرد نیتروکسین کارایی هر یک از سطوح ۴۰، ۶۰ و ۸۰ تن در هکتار کمپوست قارچ را به‌ترتیب ۷۷، ۶۶ و ۳۰ درصد در مقایسه با سطوح مشابه در شرایط عدم‌کاربرد نیتروکسین افزایش داد. به طور کلی با توجه به یافته‌های این پژوهش، به نظر می‌رسد با استفاده از کودهای بیولوژیک و مقادیر مناسب کمپوست قارچ می‌توان ضمن حفظ پایداری کشت‌بوم‌ها، خصوصیات کمی و کیفی زعفران را بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: اصلاح‌کننده‌های آلی، عملکرد کلاله، نیتروکسین، وزن بنه بدون فلس

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) یکی از مهمترین و گران‌ترین محصولات ایران و جهان محسوب می‌شود که به خانواده‌ی زنبق[4] تعلق دارد. این گیاه بومی مناطق مختلف آسیا به‌ویژه جنوب غربی آسیا، جنوب اروپا و جنوب اسپانیا است، ولی در حال حاضر در بسیاری از نقاط دنیا کشت و کار می‌شود. زعفران علاوه بر اینکه به عنوان، مسکن درد، تسهیل‌کننده‌ی گردش خون و تقویت‌کننده‌ی کبد مورد استفاده قرار می‌گیرد در درمان افسردگی، درمان برونشیت و تحریک اعصاب نیز مؤثر است (۷). بر طبق گزارشات موجود، ایران با تولید بیش از ۱۵۰ تا ۲۰۰ تن در سال یکی از مهمترین تولیدکننده‌های زعفران در سطح جهان محسوب می‌شود (۱۰)، و در این بین استان‌های خراسان رضوی و جنوبی به‌ترتیب هر یک با تولید سالانه ۱۴۸ و ۴۱ تن در سال سهم قابل توجهی در تولید زعفران کشور ایفا می‌کنند (۳۸ و ۳۹).

حفظ حاصلخیزی خاک، متوقف ساختن روند بهره‌برداری بی‌رویه از منابع خاک و تخریب منابع موجود و حفظ تولید غذا در سطح تأمین نیازهای رشد جمعیت از جمله مهمترین اهداف کشاورزی پایدار محسوب می‌شوند. از دیدگاه کشاورزی پایدار، خاک نه‌تنها به‌عنوان یک بستر فیزیکی و شیمیایی است بلکه یک پیکره‌ی زنده است که با مدیریت موجودات زنده‌ی آن، می‌توان تنوع زیستی آن را حفظ کرده و افزایش داد (۱۵)، لذا برای داشتن یک سیستم کشاورزی پایدار،

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استاد و دانشجویان دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: (Email: rezvani@um.ac.ir

4- Iridaceae

استفاده از نهاده‌هایی که علاوه بر تأمین نیازهای گیاه، جنبه‌های اکولوژیکی سیستم را بهبود بخشند و مخاطرات محیطی را کاهش دهند ضروری به نظر می‌رسد (۲۲). یکی از بهترین روش‌ها برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی استفاده از کودهای بیولوژیک می‌باشد که نقش بسزایی در تأمین نیاز غذایی گیاهان و همچنین محافظت آن‌ها بر عهده دارند. امروزه استفاده از این کودها، به خصوص در خاک‌های فقیر از عناصرغذایی، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای حفظ کیفیت خاک است (۴۰). کودهای بیولوژیک حاوی انواع مختلف ریزموجودات آزادزی بوده که از طریق فرآیندهای بیولوژیکی نظیر تثبیت نیتروژن توانایی تبدیل عناصرغذایی را از فرم غیرقابل دسترس به فرم قابل دسترس داشته و منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاهان مختلف می‌شوند (۳۰). به این ریزموجودات که از طریق مکانیسم‌های مختلفی نظیر تثبیت نیتروژن، کنترل بیولوژیک عوامل بیماری‌زا و افزایش تولید هورمون‌های محرک رشد نظیر اکسین اثرات مثبتی در تحریک رشد گیاه دارند اصطلاحاً ریزوباکترهای محرک رشد گیاه گفته می‌شود (۲۹). محفوظ و شرف‌الدین (۲۵) با بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، سودوموناس و آزوسپیریلیوم روی گیاه رازیانه گزارش کردند که اعمال این تیمارهای کودی ارتفاع، تعداد چتر، وزن خشک و عملکرد بذر را به میزان چشمگیری در مقایسه با شاهد افزایش داد. منا–ویولانت و اولاد–پروتوگال (۲۶) گزارش کردند که استفاده از کودهای بیولوژیک (حاوی *Bacillus subtilis*) منجر به بهبود عملکرد قابل عرضه به بازار و عملکرد کل گوجه‌فرنگی (*L. esculentum* Mill.) شد. کومار و همکاران (۲۳) نیز اثر کودهای بیولوژیک را بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه داوانا (*A. pallens* Wall.) مثبت گزارش کردند.

کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی در کشاورزی باعث مشکلات زیست محیطی زیادی مانند تخریب ساختمان فیزیکی خاک، عدم تعادل غذایی خاک و اوتریفیکاسیون آب‌ها شده است، از این رو کودهای آلی می‌تواند جایگزین مناسبی برای این مواد در کشاورزی ارگانیک باشند. این کودها دارای مقادیر مناسبی از عناصر مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن و فسفر و سایر مواد آلی بوده، از این رو ضمن بهبود ساختمان خاک باعث بهبود تولید محصولات زراعی می‌شوند (۴۲). کمپوست قارچ مصرف شده (SMC)[1] یکی از مهمترین کودهای آلی است که به عنوان منبعی برای تأمین نیازهای غذایی گیاه می‌تواند نقش مؤثری در افزایش پایداری سیستم‌های زراعی ایفا کند (۱۷). این کمپوست حاصل کشت و تولید قارچ است و شامل موادی نظیر کاه گندم، کود اسبی و مرغی، کلش، پوست دانه پنبه، پوست کاکائو و سنگ گچ می‌باشد. کمپوست قارچ مصرف شده حاوی میزان زیادی عناصرغذایی است و علاوه بر افزایش حاصلخیزی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب منجر به کاهش بیماری‌های گیاهی نیز می‌شود (۲۴ و ۴۱). سیدی و رضوانی‌مقدم (۶) با بررسی اثر سطوح مختلف کمپوست قارچ بر خصوصیات کمی و کیفی گندم (*T. aestivum* L.) گزارش کردند که با افزایش سطوح کمپوست قارچ وزن خشک، ارتفاع گیاه و تعداد و وزن دانه در بوته افزایش یافت. رحمانیان و همکاران (۳) اظهار داشتند که سطوح مختلف کمپوست قارچ عملکرد دانه گیاه دارویی مرزه (*S. hortensis*) را در مقایسه با شاهد افزایش داد. رضوانی‌مقدم و همکاران (۴) در یک بررسی اثر سطوح مختلف کمپوست قارچ را بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر (*A. sativum* L.) مطالعه و گزارش کردند که سطح ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ منجر به تولید بیشترین عملکرد شد. رضوانی‌مقدم و همکاران (۳۲) گزارش کردند کود گوسفندی و گاوی اثر قابل توجهی بر عملکرد زعفران داشتند، به‌طوری که با افزایش مقدار مصرف این کودها، عملکرد گل و کلاله زعفران روندی افزایشی نشان داد. رضوانی‌مقدم و همکاران (۴) در مطالعه خود بر روی کودهای بیولوژیک گزارش کردند کاربرد نیتروکسین به طور معنی‌داری باعث کاهش حجم سوخ در بوته سیر شد، به‌طوری که حجم سوخ در بوته با کاربرد نیتروکسین ۱۲ درصد نسبت به عدم کاربرد آن کمتر بود.

علیرغم تحقیقات گسترده‌ای که در مورد تأثیر کودهای آلی و بیولوژیک مختلف بر گیاهان زراعی انجام شده است، اطلاعات موجود در مورد اثر کود بیولوژیک نیتروکسین و مقادیر مختلف کمپوست قارچ بر زعفران اندک است، لذا با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، همچنین نظر به اهمیت زعفران به عنوان یکی از مهمترین محصولات اقتصادی کشور، این مطالعه با هدف ارزیابی اثر این کودها بر عملکرد گل و ویژگی‌های بنه‌ی زعفران انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۹۱–۱۳۸۸ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا اجرا شد. این بررسی بصورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی بود. ریزوباکترهای محرک رشد گیاه (کاربرد و عدم کاربرد نیتروکسین) (حاوی باکتری‌های *Azotobacter* spp. و *Azospirillum* spp.، با $CFU=10^8$ C/ml در زمان تولید کود) و سطوح مختلف کمپوست قارچ مصرف شده (صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ تن در هکتار) به‌ترتیب به عنوان فاکتور اصلی و فرعی مدنظر قرار گرفتند. ابعاد کرت‌های اصلی و فرعی به‌ترتیب ۱۲×۲ و ۲×۲ متر در نظر گرفته شد.

1- Spend Mushroom Compost

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک و کمپوست قارچ مورد استفاده در آزمایش

بافت خاک	نیتروژن (درصد)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	کربن آلی (درصد)	نسبت کربن به نیتروژن	pH	EC (دسی زیمنس بر متر)
خاک محل آزمایش							
لومی-سیلت	۰/۰۷	۱۱/۷	۱۲۱	۰/۰۸	-	۷/۶	۱/۱
کمپوست قارچ مورد استفاده در آزمایش							
-	۱/۶۶	-	-	۱۸/۷۵	۱۱/۳۰	-	-

پیش از اجرای آزمایش به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل تحقیق، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک به طور تصادفی نمونه‌گیری و پس از مخلوط کردن آن‌ها به‌منظور تعیین میزان ماده آلی، میزان عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، pH و ظرفیت تبادل کاتیونی به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنین میزان نیتروژن، کربن آلی و نسبت کربن به نیتروژن موجود در کمپوست قارچ مورد استفاده در آزمایش تعیین شد (جدول ۱). با توجه به پایین بودن درصد ماده آلی خاکی که زعفران در آن کشت می‌شود (جدول۱) و از آن‌جاییکه مطالعات بر روی اثرکمپوست قارچ بر تولید زعفران کم میباشد در این آزمایش به منظور تعیین بهترین مقدار کود کمپوست قارچ، سطوح مختلف این کود از مقادیر کم (۲۰ تن در هکتار) تا زیاد (۱۰۰ تن در هکتار) مورد مطالعه قرار گرفتند.

به‌منظور آماده‌سازی زمین با تأکید بر عملیات خاکورزی حداقل، بعد از دیسک‌زدن زمین، کلیه‌ی مراحل بعدی آماده‌سازی توسط کارگر و با بیل دستی انجام شد. برای اعمال کمپوست قارچ کاملاً پوسیده، سطوح مورد مطالعه توزین و در اوایل مهرماه ۱۳۸۸ در سطح هر یک از کرت‌های مورد نظر به‌طور یکنواخت پخش و بلافاصله توسط کارگر وارد خاک شدند. منشأ زعفران مورد استفاده در آزمایش توده‌ی تربت‌حیدریه بود. بلافاصله پس از اعمال تیمار های کودی، بنه‌های زعفران (با محدوده‌ی وزنی ۱۰-۶ گرم) با فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر در ردیف‌هایی به فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متر کشت شدند. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام و کود زیستی نیتروکسین به میزان توصیه شده ۲ لیتر در هکتار از طریق آب آبیاری در هر یک از کرت‌های مربوطه اعمال شد. لازم به ذکر است که کود نیتروکسین هر سال در شروع فصل رشد گیاه به‌صورت سرک به کرت‌های مورد نظر اضافه گردید. برای کنترل علف‌های هرز، در هر سال، ۲ نوبت وجین‌دستی به‌ترتیب در اواخر اسفندماه و اواخر فروردین‌ماه انجام شد. در زمان آماده‌سازی زمین و در طول دورهٔ رشد (در هر سه سال) هیچ‌گونه علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کش شیمیایی استفاده نشد.

در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰، از ابتدا تا انتهای فصل گلدهی، گل‌های تمام سطح کرت‌های آزمایشی به‌صورت روزانه برداشت و شمارش شدند و سپس وزن خشک گل و کلاله‌ی آن‌ها به صورت جداگانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. مجموع وزن خشک این اجزاء در طی دوره گلدهی به عنوان عملکرد آن جزء در هر کرت در نظر گرفته شد. در انتهای فصل رشد گیاه در خردادماه ۱۳۹۱، پس از زرد شدن کامل اندام‌های هوایی، در طول یک ردیف به طول ۴۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری انجام و صفاتی نظیر تعداد بنه‌های دختری به ازای مادری، وزن کل بنه‌ها بدون فلس، وزن فلس‌ها و تعداد جوانه در هر بنه اندازه‌گیری شدند. برای تعیین وزن بنه‌ها از ترازوی دیجیتالی با دقت ۱ هزارم گرم استفاده شد.

تجزیه واریانس و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش و رسم شکل‌های مربوطه با استفاده از نرم‌افزارهای SAS Ver.9.1 و Excel Ver.11 انجام شد. مقایسه‌ی کلیه‌ی میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد و بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است. بر این اساس، کاربرد ریزوباکترهای محرک رشد گیاه بر تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری معنی‌دار نبود (جدول ۲). بر اساس اطلاعات جدول ۲، اثر سطوح مختلف کمپوست قارچ بر تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۱)، به طوری که در تمامی سطوح کمپوست قارچ مورد مطالعه تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری در مقایسه با شاهد افزایش یافت، به این ترتیب که هر یک از سطوح ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری را به‌ترتیب ۱۸، ۳۸، ۳۳، ۳۷ و ۱۴درصد نسبت به شاهد افزایش دادند، که البته از این نظر تفاوت سطوح ۲۰ و ۱۰۰ تن در هکتار با شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۳). اثر متقابل ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و سطوح مختلف کمپوست قارچ بر تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲)، (به طوری که بیشترین و کمترین تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری به‌ترتیب در تیمارهای کاربرد نیتروکسین×۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ (۵/۸۸ بنه‌ی دختری به ازای مادری) و

عدم‌کاربرد نیتروکسین × صفر تن در هکتار کمپوست قارچ (۳/۰۸ بنه‌ی دختری به ازای مادری) (شاهد) مشاهده شد) (جدول ۴). یکی از مشکلات اساسی در کاربرد کودهای آلی، آهسته بودن سرعت آزاد شدن عناصر غذایی در آن‌هاست که در نتیجه ممکن است زمان رهاسازی عناصر غذایی آن‌ها با نیاز گیاه منطبق نباشد، در این شرایط استفاده از نهاده‌های بیولوژیک می‌تواند راهکاری مناسب برای افزایش کارایی این کودها باشد (۲۸). در این آزمایش نیز به نظر می‌رسد که باکتری‌های موجود در کود بیولوژیک نیتروکسین از طریق برقراری همزیستی مناسب با سطوح مختلف کمپوست قارچ باعث افزایش کارایی این کود شدند و در نتیجه در کاربرد همزمان این نهاده‌های اکولوژیک تعداد بنه‌ی خواهری به ازای مادری افزایش یافت. با توجه به نتایج جدول ۴، در شرایط کاربرد نیتروکسین بیشترین تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری در سطح ۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ بدست آمد، در حالی که در شرایط عدم‌استفاده از این کود، سطح ۸۰ تن در هکتار کمپوست قارچ از این نظر نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. به نظر می‌رسد که در شرایط عدم‌استفاده از نیتروکسین، برای دستیابی به حداکثر تعداد بنه‌ی خواهری به ازای مادری به مقادیر بالاتری از کمپوست قارچ نیاز است. فروتوس و همکاران (۱۷) طی یک بررسی اثر کمپوست قارچ را بر گیاه آتریپلکس (*A. halimus* L.) مطالعه و گزارش کردند که استفاده از این کود ضمن بهبود خصوصیات خاک‌های آلوده به عناصر سنگین، در افزایش رشد رویشی و رشد اندام‌های زیرزمینی گیاه مؤثر بود. در همین راستا، فیدانزا و همکاران (۱۶) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

جدول ۲- نتایج تجزیه‌ی واریانس (میانگین مربعات) برخی ویژگی‌های گل و بنه‌ی زعفران در شرایط استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و سطوح مختلف کمپوست قارچ (A: نیتروکسین و B: سطوح مختلف کمپوست قارچ)

منابع تغییر	درجه‌ی آزادی	تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری	وزن کل بنه‌ها بدون فلس	وزن فلس‌ها	تعداد جوانه در هر بنه	تعداد گل در مترمربع	عملکرد گل	عملکرد کلاله
A	۱	۰/۰۸^{ns}	۱۴۹۹۸/۸۲*	۲/۹۶^{ns}	۳/۱۸**	۱/۴۹*	۳۰۶/۰۹*	۰/۵۸*
بلوک	۲	۰/۱۸^{ns}	۳۶۴۹/۰۰^{ns}	۱۵/۷۷^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۰/۳۶^{ns}	۷۴/۴۶^{ns}	۰/۱۰^{ns}
خطای A	۲	۰/۳۱	۳۰۰۷/۴۱	۹/۹۴	۰/۰۷	۰/۳۰	۶۱/۳۷	۰/۱۷
B	۵	۳/۷۸**	۷۸۸۹۰/۳۹**	۳۸۴/۸۷**	۱۲/۱۸**	۷/۸۸**	۱۶۱۰/۰۰**	۶/۲۷**
A×B	۵	۲/۹۹**	۸۳۹۵/۵۴**	۳۵۷/۲۵**	۲/۴۸**	۸/۶۳**	۱۷۶۳/۱۷**	۷/۰۵**
خطای B	۲۰	۰/۳۸	۲۶۰۱/۸۵	۱۰/۷۸	۰/۲۲	۰/۲۶	۵۳/۰۹	۰/۰۷
خطای کل	۳۵	–	–	–	–	–	–	–
ضریب تغییرات	–	۱۴/۵۱	۱۴/۵۶	۷/۹۹	۱۰/۹	۵/۹۹	۶/۵۳	۱۱/۳۲

ns، * و **- به ترتیب عدم معنی داری، و معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه‌میانگین برخی ویژگی‌های گل و بنه‌ی زعفران در شرایط استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و سطوح مختلف کمپوست قارچ

	تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری	وزن کل بنه‌ها بدون فلس (گرم)	وزن فلس‌ها (گرم)	تعداد جوانه در هر بنه	تعداد گل در مترمربع	عملکرد گل (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد کلاله (کیلوگرم در هکتار)
کود بیولوژیک							
کاربرد نیتروکسین	۴/۳۳a	۳۷۰/۶۰a	۴۱/۳۶a	۴/۸۹a	۸/۷۰a	۱۱۴/۳۷a	۲/۵۸a
عدم‌کاربرد نیتروکسین	۴/۲۳a	۳۲۹/۷۸b	۴۰/۷۸a	۴/۳۰b	۸/۲۹b	۱۰۸/۵۴b	۲/۳۳b
سطوح مختلف کمپوست قارچ (تن در هکتار)							
صفر	۳/۱۸b	۲۷۱/۵۵c	۳۰/۶۳d	۳/۳۰d	۷/۷۱c	۱۰۰/۲۲c	۱/۸۳c
۲۰	۳/۸۹b	۳۵۶/۴۷b	۴۳/۹۷b	۴/۶۰c	۸/۵۶b	۱۱۲/۳۵b	۲/۶۰b
۴۰	۵/۱۴a	۱۸۳/۲۴d	۴۴/۵۵b	۲/۷۰e	۶/۸۳d	۸۷/۶۰d	۰/۸۲d
۶۰	۴/۷۴a	۵۲۱/۴۳a	۵۳/۴۴a	۴/۸۳c	۱۰/۲۱a	۱۳۵/۹۱a	۳/۸۴a
۸۰	۵/۰۱a	۳۸۵/۹۳b	۳۵/۵۷c	۶/۵۵a	۸/۸۵b	۱۱۶/۵۶b	۲/۸۱b
۱۰۰	۳/۷۱b	۳۸۲/۵۳b	۳۸/۲۷c	۵/۶۰b	۸/۸۲b	۱۱۶/۰۷b	۲/۸۲b

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ٤- مقایسه‌میانگین اثرات متقابل کود نیتروکسین و سطوح مختلف کمپوست قارچ بر برخی ویژگی‌های گل و بنه‌ی زعفران

کود بیولوژیک	سطوح مختلف کمپوست قارچ (تن در هکتار)	تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری	وزن کل بنه‌ها بدون فلس (گرم)	وزن فلس‌ها (گرم)	تعداد جوانه در هر بنه	تعداد گل در مترمربع	عملکرد گل (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد کلاله (کیلوگرم در هکتار)
	صفر	۳/۲۸de	۱۸۲/۲۸fg	۲۸/۲۱f	۳/۶۰cd	۶/۸۲fg	۸۷/۴۶fg	۰/۸۶f
	۲۰	۳/۲۵de	۳۲۳/۵۱de	۳۱/۶۸ef	۵/۱۰b	۸/۲۳de	۱۰۷/۶۴de	۲/۳۱de
کاربرد	۴۰	۵/۱۲ab	۲۳۴/۵۹ef	۵۰/۹۵b	۳/۲۰d	۷/۳۴ef	۹۴/۹۴ef	۱/۳۴f
نیتروکسین	۶۰	۵/۸۸a	۷۴۹/۵۵a	۶۳/۳۷a	۶/۰۶a	۱۲/۴۹a	۱۶۸/۵۰a	۵/۷۴a
	۸۰	۴/۲۵b-d	۴۳۹/۸۳bc	۳۶/۵۴de	۶/۵۰a	۹/۳۹bc	۱۲۴/۲۶bc	۳/۳۰bc
	۱۰۰	۴/۱۶b-e	۲۹۳/۸۶de	۳۷/۴۰de	۴/۹۰b	۷/۹۳de	۱۰۳/۴۰de	۱/۹۳e
	صفر	۳/۰۸e	۳۶۰/۸۲cd	۳۳/۰۵d-f	۳/۰۰d	۸/۶۰cd	۱۱۲/۹۷cd	۲/۸۱cd
	۲۰	۴/۵۴bc	۳۸۹/۴۳b-d	۵۶/۲۶b	۴/۱۰c	۸/۸۹b-d	۱۱۷/۰۶b-d	۲/۸۹c
عدم‌کاربرد	۴۰	۵/۱۵ab	۱۳۱/۹۰g	۳۸/۱۴cd	۲/۲۰e	۶/۳۱g	۸۰/۲۷g	۰/۳۱g
نیتروکسین	۶۰	۳/۵۹c-e	۲۹۳/۳۱de	۴۳/۵۲c	۳/۶۰cd	۷/۹۳de	۱۰۳/۳۳de	۱/۹۳e
	۸۰	۵/۷۶a	۳۳۲/۰۳d	۳۴/۶۰de	۶/۶۰a	۸/۳۲d	۱۰۸/۸۶d	۲/۳۲de
	۱۰۰	۳/۲۶de	۴۷۱/۱۹b	۳۹/۱۳cd	۶/۳۰a	۹/۷۱b	۱۲۸/۷۴b	۳/۷۱b

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

وزن کل بنه‌ها بدون فلس

وزن کل بنه‌ها بدون فلس به طور معنی‌داری تحت‌تأثیر ریزوباکترهای محرک رشد گیاه قرار گرفت ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲)، به‌طوری که کاربرد نیتروکسین باعث افزایش ۱۱ درصدی وزن کل بنه‌های بدون فلس نسبت به شاهد شد (جدول ۳). بین سطوح مختلف کمپوست قارچ از نظر وزن کل بنه‌های بدون فلس اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲)، به‌طوری که بیشترین (۵۲۱/۴۳ گرم) مقدار وزن کل بنه‌های بدون فلس در تیمار ۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ بدست آمد (جدول ۳). هر یک از سطوح ۲۰، ۸۰ و ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ نیز به‌ترتیب باعث افزایش ۲۴، ۳۰ و ۲۹ درصدی وزن کل بنه‌ها بدون فلس در مقایسه با شاهد شدند (جدول ۳). در بررسی اثر متقابل ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و سطوح مختلف کمپوست قارچ مشاهده شد که بیشترین وزن کل بنه‌های بدون فلس (۷۴۹/۵۵ گرم) در تیمار کاربرد نیتروکسین×۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ حاصل شد (جدول ۴). برهمکنش ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و کمپوست قارچ در سطوح مختلف کمپوست قارچ متفاوت بود، به طوری که در سطوح میانی (۴۰، ۶۰ و ۸۰ تن در هکتار)، نیتروکسین اثر کمپوست قارچ را تشدید و در سطوح پایین و بالای کمپوست (۲۰ و ۱۰۰ تن در هکتار)، نیتروکسین کارایی کمپوست قارچ را در افزایش وزن بنه‌ها کاهش داد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که باکتری‌های موجود در نیتروکسین در سطوح پایین و بالای کمپوست، به‌ترتیب به دلیل کمبود و ازدیاد بیش از اندازه‌ی عناصرغذایی نتوانستند در بهبود ویژگی‌های رشدی گیاه نقش مؤثری ایفا کنند، در حالی که در سطوح میانی کمپوست قارچ باکتری‌های موجود در کود نیتروکسین احتمالاً از طریق تثبیت نیتروژن (۳۰) و افزایش فراهمی عناصر غذایی (۴۳) و سطوح مختلف کمپوست قارچ نیز احتمالاً از طریق فراهمی عناصر غذایی (۲۰) و افزایش حاصلخیزی خاک (۱۷) منجر به بهبود ویژگی‌های رشدی بنه‌ی زعفران شدند و در نتیجه در شرایط استفاده از این نهاده‌های اکولوژیک وزن کل بنه‌ها بدون فلس در مقایسه با شاهد افزایش یافت. سیدی و رضوانی‌مقدم (۶) با بررسی اثر سطوح مختلف کمپوست قارچ بر خصوصیات کمی و کیفی گندم گزارش کردند که با افزایش سطوح کمپوست قارچ وزن خشک، ارتفاع گیاه و تعداد و وزن دانه در بوته افزایش یافت. مرادی (۸) گزارش کرد که استفاده از بستر کودهای آلی (ورمی‌کمپوست) چه به تنهایی و چه در ترکیب با کود بیولوژیک (حاوی *Pseudomonas putida* و *A. chroococcum*) باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی رازیانه (*F. vulgare* Mill.) نسبت به شاهد شد.

وزن فلس‌ها

گرچه اثر ریزوباکترهای محرک رشد گیاه بر وزن فلس‌ها معنی‌دار نبود ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲)، ولی نیتروکسین موجب افزایش ۲ درصدی وزن فلس‌ها نسبت به شاهد شد (جدول ۳). اثر سطوح مختلف کمپوست قارچ بر وزن فلس‌ها معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲) و در بین آن‌ها سطوح ۶۰ و صفر تن در هکتار به‌ترتیب دارای بالاترین (۵۳/۴۴ گرم) و پایین‌ترین (۳۰/۶۳ گرم) وزن فلس‌ها بودند (جدول

۳). سطوح ۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ نیز وزن فلس‌ها را به‌ترتیب ۳۰، ۳۱، ۱۴ و ۲۰ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۳). با توجه به نتایج جدول ۳، با افزایش سطوح کمپوست قارچ تا سطح ۶۰ تن در هکتار وزن فلس‌ها افزایش و سپس با افزایش بیشتر مقادیر مصرفی کمپوست با کاهش مواجه شد. اثر متقابل ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و کمپوست قارچ بر وزن فلس‌ها معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲)، به طوری که بیشترین مقدار وزن فلس‌ها (۶۳/۳۷ گرم) در تیمار کاربرد نیتروکسین×۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ بدست آمد (جدول ۴). از نظر وزن فلس‌ها، نیتروکسین دارای اثرات هم‌افزایی[1] بر سطوح میانی کمپوست قارچ مورد مطالعه بود، بدین ترتیب که نیتروکسین به‌ترتیب باعث افزایش ۲۵، ۴۰ و ۶ درصدی کارایی هر یک از سطوح ۴۰، ۶۰ و ۸۰ تن در هکتار کمپوست قارچ نسبت به سطوح مشابه در شرایط عدم‌کاربرد نیتروکسین شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که باکتری‌های موجود در نیتروکسین از طریق قابل دسترس کردن عناصرغذایی موجود در سطوح مختلف کمپوست قارچ (۲۸) کارایی این کود را در بهبود خصوصیات کمی بنه‌ی زعفران افزایش دادند. سطوح مختلف کمپوست قارچ نیز احتمالاً از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی (۴۱) منجر به افزایش وزن فلس‌ها شدند. جهان و همکاران (۲) با بررسی اثر کاربرد همزمان کودهای آلی و کود بیولوژیک نیتراژین در گیاه دارویی کدوپوست کاغذی (*C. pepo* L.) گزارش کردند که برهمکنش این کودها باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه شد. شالان (۳۵) نیز گزارش کرد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی گل‌گاوزبان اروپایی (*B. officinalis*) در تیمار کاربرد همزمان کود آلی کمپوست و کود بیولوژیک آزوسپیریلیوم بدست آمد.

تعداد جوانه در هر بنه

ریزوباکترهای محرک رشد گیاه به طور معنی‌داری بر تعداد جوانه در هر بنه تأثیر داشت ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲)، به طوری که در شرایط کاربرد نیتروکسین تعداد جوانه در هر بنه ۱۲ درصد نسبت به شاهد بیشتر بود (جدول ۳). بین سطوح مختلف کمپوست قارچ از نظر تعداد جوانه در هر بنه تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲). بر اساس نتایج آزمایش، با افزایش سطوح کمپوست قارچ تعداد جوانه در هر بنه افزایش یافت، به طوری که هر یک از سطوح ۸۰ و ۱۰۰ تن در هکتار به‌ترتیب با تعداد ۷ و ۶ جوانه در هر بنه از این نظر نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند، ضمن اینکه هر یک از سطوح ۲۰ و ۶۰ تن در هکتار نیز به‌ترتیب باعث افزایش ۲۸ و ۳۲ درصدی تعداد جوانه در هر بنه در مقایسه با شاهد شدند (جدول ۳). مطابق نتایج جدول ۲، اثر متقابل ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و کمپوست قارچ بر تعداد جوانه در هر بنه معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵)، به طوری که در هر دو شرایط کاربرد و عدم‌کاربرد نیتروکسین، بیشترین و کمترین تعداد جوانه در هر بنه به‌ترتیب در تیمارهای ۸۰ و ۴۰ تن در هکتار کمپوست قارچ بدست آمد (جدول ۴). بر اساس نتایج آزمایش، اثر نیتروکسین بر کارایی کمپوست قارچ از نظر تعداد جوانه در هر بنه در سطوح پایین و بالای این ماده‌ی آلی متفاوت بود، به این ترتیب که نیتروکسین کارایی سطوح صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ را افزایش و کارایی سطوح ۸۰ و ۱۰۰ تن در هکتار را با کاهش مواجه ساخت (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد که سطوح میانی کمپوست قارچ بستر مناسبی را برای فعالیت باکتری‌های موجود در کود نیتروکسین فراهم کردند (۳۳)، در حالی که سطوح بالای کمپوست قارچ احتمالاً به‌دلایلی مثل سرکوب و کاهش فعالیت باکتری‌های موجود در نیتروکسین و یا ایجاد رقابت شدید بین جمعیت‌های میکروبی موجود در خاک (۲)، نتوانستند برهمکنش مطلوبی با ریزوباکترهای محرک رشد گیاه برقرار کنند و در نتیجه کارایی آن‌ها در ترکیب با کود بیولوژیک کاهش یافت. آزاز و همکاران (۱۲) با بررسی اثر کودهای آلی و بیولوژیک مختلف بر روی گیاه دارویی رازیانه گزارش کردند که کاربرد همزمان کود گاوی و کودهای بیولوژیک ازتوباکتر و باسیلوس منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه شد. رضوانی‌مقدم و همکاران (۵) گزارش کردند که استفاده‌ی همزمان کودهای آلی (کمپوست، ورمی‌کمپوست و گرانوله‌ی گوگردی) و کود بیولوژیک میکوریزا (*G. mosseae*) خصوصیات کمی و کیفی کنجد (*S. indicum* L.) را بهبود بخشید.

تعداد گل در مترمربع

اثر ریزوباکترهای محرک رشد گیاه بر تعداد گل در مترمربع معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲)، به طوری که تعداد گل در مترمربع در کرت‌های دارای ریزوباکترهای محرک رشد گیاه ۵ درصد بیشتر از کرت‌های عاری از کودهای بیولوژیک بود (جدول ۳). اثر سطوح مختلف کمپوست قارچ بر تعداد گل در مترمربع معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲)، به طوری که بیشترین تعداد گل در مترمربع (۱۰ گل در مترمربع) در سطح ۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ مشاهده شد (جدول ۳). هر یک از سطوح ۲۰، ۸۰ و ۱۰۰ تن در هکتار نیز به‌ترتیب باعث افزایش ۱۰، ۱۳ و ۱۳ درصدی تعداد گل در مترمربع نسبت به شاهد شدند (جدول ۳). همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود اثر متقابل ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و کمپوست قارچ بر تعداد گل در مترمربع معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) و در هر یک از شرایط کاربرد و عدم‌کاربرد نیتروکسین به‌ترتیب سطوح ۶۰ و ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ نسبت به سایر تیمارها دارای

1- Synergistic

برتری بودند. بر اساس نتایج بدست آمده، نیتروکسین کارایی هر یک از سطوح ۴۰، ۶۰ و ۸۰ تن در هکتارکمپوست قارچ را به‌ترتیب ۱۵، ۳۷ و ۱۱ درصد نسبت به سطوح مشابه در شرایط عدم‌کاربرد نیتروکسین افزایش داد (جدول ۴). محققین بسیاری (۱۳ و ۲۱) به نقش مثبت ریزوباکترهای تحریک‌کننده رشد گیاه، بر رشد و نمو گیاهان اشاره کرده‌اند و آن را به ترشح هورمون‌های گیاهی، تولید و آزادسازی انواع اسیدهای آلی در خاک، تثبیت نیتروژن و در نهایت برهمکنش مثبت بین آن‌ها و سایر ریزموجودات خاک نسبت داده‌اند. کودهای آلی نیز از طریق بهبود باروری خاک و حفظ رطوبت آن (۱۴) منجر به بهبود خصوصیات رشدی گیاه می‌شوند. یادگاری و همکاران (۴۳) گزارش کردند که در لوبیا (*P. vulgaris* L.) ریزوباکترهای محرک رشد گیاه (*Pseudomonas* sp. و *Azospirillum* sp.) باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه شدند. جهان و جهانی (۱۹) پس از بررسی اثر کودهای مختلف بر گلدهی زعفران گزارش کردند که کودهای آلی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای اثر مثبت بیشتری بر تعداد و وزن گل در مترمربع بودند.

عملکرد گل

عملکرد گل به طور معنی‌داری تحت‌تأثیر ریزوباکترهای محرک رشد گیاه قرار گرفت ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲)، به طوری که نیتروکسین باعث افزایش ۵ درصدی عملکرد گل در مقایسه با شاهد شد (جدول ۳). تفاوت بین سطوح مختلف کمپوست قارچ از نظر عملکرد گل معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲)، به‌طوری که تمامی سطوح کمپوست قارچ مورد مطالعه به جز سطح ۴۰ تن در هکتار باعث افزایش عملکرد گل شدند، بدین ترتیب که عملکرد گل در هر یک از سطوح ۲۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ تن در هکتار به‌ترتیب ۱۱، ۲۶، ۱۴ و ۱۴ درصد نسبت به شاهد بیشتر بود (جدول ۳). با توجه به نتایج جدول ۳، با افزایش سطوح کمپوست قارچ تا سطح ۶۰ تن در هکتار (بدون در نظر گرفتن سطح ۴۰ تن در هکتار) عملکرد گل افزایش و سپس با افزایش بیشتر مقادیر مصرفی کمپوست قارچ عملکرد گل با کاهش مواجه شد. اثر متقابل ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و سطوح مختلف کمپوست قارچ به‌طور معنی‌داری بر عملکرد گل تأثیر داشت ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲)، به‌طوری که در شرایط کاربرد و عدم‌کاربرد نیتروکسین به‌ترتیب سطوح ۶۰ و ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند (جدول ۴). نیتروکسین از نظر عملکرد گل، کارایی سطوح ۴۰، ۶۰ و ۸۰ تن در هکتار کمپوست قارچ را افزایش داد، در حالی که دارای اثر منفی بر کارایی سطوح ۲۰ و ۱۰۰ تن در هکتار بود (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد که ریزوباکترهای محرک رشد گیاه از طریق قابل دسترس ساختن عناصر غذایی (۴۳) و افزایش مقاومت گیاه به عوامل بیماری‌زا (۲۹) باعث افزایش عملکرد گل شد. رخزادی و همکاران (۳۴) گزارش کردند که کودهای بیولوژیک ازتوباکتر و سودوموناس باعث افزایش عملکرد دانه‌ی گیاه نخود (*C. arietinum* L.) نسبت به شاهد شدند. سطوح مختلف کمپوست قارچ نیز احتمالاً از طریق بهبود ساختمان خاک، کاهش فشردگی خاک، بهبود شرایط زهکشی خاک و افزایش فعالیت میکروبی خاک (۹) باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه شد و در نتیجه عملکرد گل افزایش یافت. رضوانی‌مقدم و همکاران (۳۲) گزارش کردند که استفاده از کودهای آلی (کود گاوی) عملکرد تر و خشک گل و کلاله‌ی زعفران را به میزان چشمگیری در مقایسه با شاهد افزایش داد. رحمانیان و همکاران (۳) اظهار داشتند که سطوح مختلف کمپوست قارچ عملکرد دانه گیاه دارویی مرزه (*S. hortensis*) را در مقایسه با شاهد افزایش داد. در همین راستا، سیدی و رضوانی‌مقدم (۶) به نقش مؤثر سطوح مختلف کمپوست قارچ در بهبود ویژگی‌های رشدی گندم اشاره کرده‌اند.

عملکرد کلاله

با توجه به نتایج بدست آمده بین کاربرد و عدم‌کاربرد نیتروکسین از نظر عملکرد کلاله تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲)، به طوری که نیتروکسین باعث افزایش ۱۰ درصدی عملکرد کلاله نسبت به شاهد شد (جدول ۳). سطوح مختلف کمپوست قارچ از نظر عملکرد کلاله تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۲)، به طوری که بیشترین (۳/۸۴ کیلوگرم در هکتار) مقدار عملکرد کلاله در تیمار ۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ مشاهده شد، ضمن اینکه هر یک از سطوح ۲۰، ۸۰ و ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ نیز عملکرد کلاله را به‌ترتیب ۳۰، ۳۵ و ۳۵ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۳). اثر متقابل ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و سطوح مختلف کمپوست قارچ بر عملکرد کلاله معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۲) و بیشترین (۵/۷۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۰/۳۱ کیلوگرم در هکتار) مقدار عملکرد کلاله به‌ترتیب در تیمارهای کاربرد نیتروکسین×۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ و عدم‌کاربرد نیتروکسین×۴۰ تن در هکتار کمپوست قارچ بدست آمد (جدول ۴). بر اساس نتایج جدول ۴، در شرایط کاربرد نیتروکسین سطح ۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ و شرایط عدم‌استفاده از این کود سطح ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند (جدول ۴). استفاده از نیتروکسین کارایی هر یک از سطوح ۴۰، ۶۰ و ۸۰ تن در هکتار کمپوست قارچ را به‌ترتیب ۷۷، ۶۶ و ۳۰ درصد در مقایسه با سطوح مشابه در شرایط عدم‌کاربرد نیتروکسین افزایش داد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد که ریزوباکترهای محرک رشد گیاه از طریق مکانیسم‌هایی نظیر تثبیت نیتروژن، تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه بویژه اکسین و افزایش

جذب آب و عناصرغذایی (۳۶) باعث بهبود خصوصیات کمی گیاه شد و در نتیجه عملکرد کلاله‌ی آن افزایش یافت. غلامی و همکاران (۱۸) گزارش کردند که ریزوباکترهای محرک رشد گیاه (ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس) عملکرد ذرت (*Z. mays*) را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. بسیاری از محققین (۱۱ و ۳۷) به نقش مثبت کودهای آلی، بر رشد و نمو گیاهان اشاره کرده‌اند و آن را به افزایش نفوذپذیری خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و موادغذایی و افزایش فعالیت میکروبی خاک نسبت داده‌اند. اوزوگون (۲۷) اثر کمپوست قارچ را در بهبود عملکرد توت‌فرنگی (*F. vesca* L.) مثبت گزارش کرد. رضوانی‌مقدم و همکاران (۴) در یک بررسی اثر سطوح مختلف کمپوست قارچ را بر روی عملکرد و اجزای عملکرد سیر مطالعه و گزارش کردند که سطح ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ منجر به تولید بیشترین عملکرد شد. رضائیان و پاسبان (۳۱) گزارش کردند که استفاده از کودهای آلی عملکرد کلاله‌ی زعفران را در مقایسه با شاهد افزایش داد. در همین راستا، فروتوس و همکاران (۱۷) و تاج‌بخش‌تبار (۱) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که نیتروکسین دارای اثر مثبت بر تمامی صفات مورد مطالعه بود، به عنوان مثال نیتروکسین هر یک از صفات وزن کل بنه‌ها بدون فلس، تعداد جوانه در هر بنه و عملکرد کلاله را به‌ترتیب ۱۱، ۱۲ و ۱۰ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. نتایج آزمایش حاکی از آن بود که تمامی سطوح کمپوست مورد بررسی منجر به بهبود کلیه‌ی صفات مورد مطالعه در مقایسه با شاهد شدند، که البته در اکثر این صفات (به جز صفات تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری و تعداد جوانه در هر بنه) سطح ۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ نسبت به سایر سطوح دارای برتری بود. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، اکثر صفات مورد مطالعه (به جز صفات تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری و تعداد جوانه در هر بنه) با افزایش سطوح کمپوست قارچ تا سطح ۶۰ تن در هکتار دارای روند افزایشی بودند، در حالی که با افزایش بیشتر مقادیر مصرفی کمپوست قارچ با کاهش مواجه شدند. نتایج آزمایش نشان داد که در تمامی صفات مورد مطالعه به جز صفت تعداد بنه‌ی دختری به ازای مادری نیتروکسین اثر سطوح میانی کمپوست قارچ (سطوح ۴۰، ۶۰ و ۸۰ تن در هکتار) را تشدید کرد، در حالی که بر روی سطوح ۲۰ و ۱۰۰ تن در هکتار دارای اثر منفی بود. با مقایسه‌ی تیمار شاهد در قسمت بالا و پایین جدول ۴ مشاهده می‌شود که کاربرد جداگانه‌ی نیتروکسین (بدون استفاده از کمپوست قارچ) اثر چندانی بر اکثر صفات مورد مطالعه نداشت. به طور کلی با توجه به یافته‌های این پژوهش، استفاده‌ی همزمان از نهاده‌های اکولوژیک ضمن بهبود عملکرد گل و ویژگی‌های بنه‌ی زعفران، از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی نیز مثمر بوده و می‌تواند در درازمدت به عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی مطرح شود.

سپاسگزاری

هزینه‌های انجام این طرح توسط معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و در قالب طرح تحقیقاتی مصوب با کد ۳۵۸ پ مورخ ۸۸/۰۹/۱۰ تامین شده است که بدین وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

۱- تاج‌بخش‌تبار ج. ۱۳۸۷. بررسی و مقایسه‌ی ورمی‌کمپوست حاصل از کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی و انواع مواد زائد آلی با خاک پیت به عنوان خاک پوششی در مقیاس پایلوت. پایان‌نامه‌ی دکتری تخصصی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه تهران.

۲- جهان م.، امیری م.ب. و تهامی م.ک. ۱۳۹۳. اثر کاربرد همزمان کودهای آلی و بیولوژیک بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی کدوپوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.). مجله‌ی پژوهش‌های زراعی ایران، (در نوبت چاپ).

۳- رحمانیان م.، حاتمی ف.، اسماعیل‌پور ب. و هادیان ج. ۱۳۹۰. تأثیر کمپوست قارچ مصرف شده (SMC) بر عملکرد و اجزای عملکرد بذر گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis*). اولین کنگره‌ی ملی علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی.

۴- رضوانی‌مقدم پ.، احیایی ح.ر. و امیری م.ب. ۱۳۸۹. بررسی کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی و میکوریزا بر روی درصد و عملکرد اسانس و کیفیت سیر تولیدی. همایش ملی گیاهان دارویی، ۱۱ و ۱۲ اسفندماه ۱۳۸۹، پژوهشکده‌ی برنج و مرکبات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۵- رضوانی‌مقدم پ.، امیری م.ب. و احیایی ح.ر. ۱۳۹۱. اثر کاربرد همزمان میکوریزا و کودهای آلی کمپوست و گرانوله‌ی گوگردی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum* L.) در یک نظام زراعی کم‌نهاده. کنگره‌ی ملی گیاهان دارویی، ۲۷ و ۲۸ اردیبهشت‌ماه، جزیره‌ی کیش.

۶- سیدی م. و رضوانی‌مقدم پ. ۱۳۹۰. بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن دراستفاده از کمپوست قارچ، کود بیولوژیک و اوره در گندم (*Triticum aestivum* L.). مجله‌ی بوم‌شناسی کشاورزی، ۳: ۳۱۹-۳۰۹.

۷- کافی م. ۱۳۸۱. فناوری، تولید و فرآوری زعفران. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، صفحه ۲۵-۲۱.

۸- مرادی ر. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و کمیت و کیفیت اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.). پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اگرواکولوژی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۹- وهابی‌ماشک ف.، میرسیدحسینی ح.، شرفا م.، و حاتمی س. ۱۳۸۷. بررسی اثرات استفاده از کمپوست قارچ مصرف شده (SMC) در برخی از خصوصیات شیمیایی خاک و آب آبشویی. مجله‌ی آب و خاک، ۲۲: ۴۰۶-۳۹۴.

10- Arslan N., Gurbuz B., Ipek A., Ozcan S., Sarihan E., Daeshian A.M. and Moghadassi M.S. 2007. The effect of corm size and different harvesting times on saffron (*Crocus sativus* L.) regeneration. Second International Symposium on Saffron Biology and Technology, April 2007.

11- Atiyeh R.M., Lee S.S., Edwards C.A., Arancon N.Q. and Metzger J. 2002. The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic waste on plant growth. Bioresource Technology, 84: 7–14.

12- Azzaz N.A., Hassan E. and Hamad E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3: 579-587.

13- Barea J.M., Pozo M.J., Azcon R. and Azcon-Aguilar C. 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany, 56: 1761-1778.

14- Cabrera V.E., Stavast L.J., Baker T.T., Wood M.K., Cram D.S., Flynn R.P. and Ulery A.L. 2009. Soil and runoff response to dairy manure application on New Mexico rangeland. Agriculture, Ecosystems and Environment, 131: 255–262.

15- Ebhin R., Chhonkar P.K., Singh D. and Patra A.K. 2006. Changes in soil biological and biochemical characteristics in a long-term field trial on a sub-tropical inceptisoil. Soil Biology and Biochemistry, 38: 1577-1582.

16- Fidanza M.A., Sanford D.L., Beyer D.M. and Aurentz D.J. 2010. Analysis of fresh mushroom compost. Horticultural Technology, 20: 449-453.

17- Frutos I., Garate A. and Eymar E. 2010. Applicability of spent mushroom compost (SMC) as organic amendment for remediation of polluted soils. Acta Horticulturae, 852: 261-268.

18- Gholami A., Biari A. and Nezarat S. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. World Academy of Science, Engineering and Technology, 49: 19-24.

19- Jahan M. and Jahani M. 2007. The effects of chemical and organic fertilizers on saffron flowering. Second International Symposium on Saffron Biology and Technology, April 2007.

20- Jordan S.N., Mullen G.J. and Courtney R.G. 2008. Utilization of spent mushroom compost for the revegetation of lead-zinc tailings: Effects on physico-chemical properties of tailings and growth of *Lolium perenne*. Bioresource Technology, 99: 8125-8129.

21- Kennedy I.R., Choudhury A.T.M.A., Kecskes M.L., Roughley R.J. and Hien N.T. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? Soil Biology and Biochemistry, 36: 1229-1244.

22- Kizilkaya R. 2008. Yield response and nitrogen concentration of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological engineering, 33: 150-156.

23- Kumar S., Pandey P. and Maheshwari D.K. 2009. Reduction in dose of chemical fertilizers and growth enhancement of sesame (*Sesamum indicum* L.) with application of rhizospheric competent *Pseudomonas aeruginosa* LES4. European Journal of Soil Biology, 45: 334-340.

24- Lohr V.I., Wang Sh.I. and Wolt J.D. 1984. Physical and chemical characteristics of fresh and aged spent mushroom compost. HortScience, 19: 681-683.

25- Mahfouz S.A. and Sharaf-Eldin M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21: 361-366.

26- Mena-Violante H.G. and Olalde-Portugal V.O. 2007. Alteraction of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB-13bs. Scientia Horticulturae, 113: 103-106.

27- Ozguven A.I. 1998. The opportunities of using mushroom compost waste in Strawberry growing. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22: 601-607.

28- Perner H., Schwarz D., Bruns C., Mader P. and George E. 2007. Effect of arbuscular mycorrhizal colonization and two levels of compost supply on nutrient uptake and flowering of pelargonium plants. Mycorrhiza, 17: 469-474.

29- Pirlak L. and Kose M. 2009. Effects of plant growth promoting rhizobacteria on yield and some fruit properties of strawberry. Journal of Plant Nutrition, 32: 1173-1184.

30- Piromyou P., Buranabanyat B., Tantasawat P., Tittabutr P., Boonkerd N. and Teaumroong N. 2011. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation on microbial community structure in rhizosphere of forage corn

cultivated in Thailand. European Journal of Soil Biology, 47: 44-54.
31- Rezaian S. and Paseban M. 2007. The effect of micronutrients and manure fertilizers on the quantity and quality of Khorasan saffron. Second International Symposium on Saffron Biology and Technology, April 2007.
32- Rezvani-Moghaddam P., Mohammadabadi A.A. and Sabori A. 2007. Effect of different animal manure on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron (*Crocus sativus*) in Mashhad condition. Second International Symposium on Saffron Biology and Technology, April 2007.
33- Robin A., Szmidt R.A.K. and Dickson W. 2001. Use of compost in agriculture, Frequently Asked Questions (FAQs). Remade Scotland, pp: 324- 336.
34- Rokhzadi A., Asgharzadeh A., Darvish F., Nour-Mohammadi G. and Majidi E. 2008. Influence of plant growth-promoting rhizobacteria on dry matter accumulation and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under field conditions. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental sciences, 3: 253-257.
35- Shaalan M.N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis*). Egypt Journal of Agriculture Research, 83: 271.
36- Singh J.S., Pandey V.C. and Singh D.P. 2011. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. Agriculture, Ecosystems and Environment, 140: 339-353.
37- Singer J.W., Kohler K.A., Liebman M., Richard T.L., Cambardella C.A. and Buhler D.D. 2004. Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. Agronomy Journal, 96:531–537.
38- Statistical Yearbook of Agriculture in Khorasan Razavi Province (SYAKRP). 2010. Available at website: http://www.Koaj.ir/news/default.asp?nk=63&maincatid= 1184.
39- Statistical Report of Agriculture in South Khorasan Province (SRASKP). 2010. Available at Website: http://www.Kj-agrijahad.ir.
40- Vessey J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers, Plant soil. 255: 571- 586.
41- Wisniewska G.H. and Pankiewicz T. 1989. Evaluation of the suitability of spend mushroom substrate for vegetables. Journal of American Society for Horticultural Science, 109: 698-702.
42- Wu S.C., Caob Z.H., Lib Z.G., Cheunga K.C., and Wong M.H. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma, 125: 155-166.
43- Yadegari M., Asadi Ramani H., Noormohammadi G. and Ayneband A. 2010. Plant growth promoting rhizobacteria increase growth, yield and nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris*. Journal of plant nutrition, 33: 1733-1743.