

بررسی خصوصیات رویشی و زایشی زعفران (*Crocus sativus* L.) تحت تأثیر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست زباله شهری در سال دوم آزمایش

علی افتاده فدافن^{۱*} و محمدحسین امینی فرد^۲

*- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

پست الکترونیک: Ali8845oftadeh@gmail.com

۲- استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۷

تاریخ اصلاح نهایی: اردیبهشت ۱۳۹۷

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۶

چکیده

زعفران (*Crocus sativus* L.) یکی از مهمترین و گرانبهاترین گیاهان دارویی در جهان می‌باشد. این آزمایش به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف ورمی کمپوست زباله شهری بر خصوصیات رویشی و زایشی زعفران در سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح ورمی کمپوست زباله شهری (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ تن در هکتار) با سه تکرار بود. براساس نتایج بدست آمده، تیمارهای کودی بر ویژگی‌های زایشی زعفران در سال دوم تأثیر معنی‌داری داشت، به طوری که بیشترین عملکرد تر گل (۲۲/۵۵ گرم در مترمربع) از تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست زباله شهری بدست آمد. بیشترین عملکرد کلاله خشک شده، ۱/۱۰ گرم در مترمربع از تیمار ۵ تن ورمی کمپوست در هکتار بدست آمد. میانگین بیشترین تعداد برگ (۸/۶ برگ در بوته)، میانگین وزن تر (۰/۳۳ گرم) و خشک (۰/۰۹۹ گرم) برگ از تیمار ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست زباله شهری و بیشترین طول برگ از تیمار ۱۰ تن در هکتار با میانگین ۲۴۹ میلی‌متر بدست آمد. کود آلی ورمی کمپوست زباله شهری توانست اثر معنی‌داری بر میزان کلروفیل *a*، کلروفیل کل و میزان سبزی‌نگی بگذارد، به طوری که سطح ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست زباله شهری بیشترین کمک را به بهبود رنگیزه‌های فتوسنتزی داشته است. از ویژگی‌های بانه زعفران هم می‌توان به تعداد بانه دختری، وزن تر و خشک بانه دختری و تعداد جوانه بانه دختری اشاره کرد که تحت تأثیر تیمار ورمی کمپوست قرار گرفته است. بیشترین تعداد بانه دختری از تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بدست آمد. در این آزمایش تیمار ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست توانست بیشترین تأثیر را روی وزن تر و خشک بانه دختری بگذارد. همچنین این تیمار توانست بیشترین جوانه بانه دختری را به تعداد ۱۱/۳۳ عدد در مقابل تیمار شاهد (عدم کاربرد کود) به تعداد ۵ جوانه ایجاد کند. در کل، نتایج بیانگر تأثیر مثبت ورمی کمپوست زباله شهری بر خصوصیات رویشی و زایشی زعفران بود.

واژه‌های کلیدی: کود آلی، کلروفیل، کاروتنوئید، عملکرد.

مقدمه

که اغلب در مناطقی با اقلیم خشک کشت می‌شود (Abdullaev, 2006). این گیاه عمدتاً در نواحی غرب آسیا با بارندگی سالانه پایین، زمستان‌های سرد و

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. متعلق به خانواده زنبق (Iridaceae) یک گیاه دارویی با ارزش است

برگ‌های سطح شهر، ضایعات شهری، ضایعات صنعتی و لجن‌ها را می‌توان برای تولید ورمی‌کمپوست استفاده نمود (Gupta, 2003). ورمی‌کمپوست علاوه بر قابلیت جذب آب با حجم بالا، شرایط مناسب را برای دانه‌بندی و قدرت نگهداری مواد غذایی مورد نیاز گیاهان فراهم می‌نماید (Singh, 2004). در رابطه با تأثیر ورمی‌کمپوست روی گیاه زعفران تحقیقات متعددی انجام شده که از جمله آن می‌توان به پژوهش Nehvi و همکاران (۲۰۱۰) اشاره کرد که تأثیر مثبت کاربرد ورمی‌کمپوست بر عملکرد گل زعفران را نشان دادند. نتایج تحقیقات نشان داد ورمی‌کمپوست از جمله مناسب‌ترین منبع غیرشیمیایی تغذیه گیاهی محسوب می‌شود که در افزایش عملکرد مزارع زعفران ایران مثبت ارزیابی شده است (Mohamadzadeh & Pasban, 2007).

در رابطه با تأثیر ورمی‌کمپوست روی دیگر گیاهان دارویی، Thami Zarandi (۲۰۱۳) با بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی روی گیاه ریحان نشان داد که گیاهان تحت تیمار ورمی‌کمپوست، از عملکرد تر و خشک اندام‌های هوایی بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بودند. Azizi و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث بهبود معنی‌دار صفات ارتفاع بوته و عملکرد گل باپونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) گردید. همچنین استفاده از ورمی‌کمپوست در کشت گیاه دارویی مرزه (*Summer savoury*) افزایش معنی‌داری در وزن خشک و ارتفاع بوته، تعداد برگ و ارتفاع گل‌آذین این گیاه ایجاد کرد (Rezvani & Moghaddam *et al.*, 2009). گزارش Kale و همکاران (۱۹۸۷) نیز مبین آن بود که کاربرد ورمی‌کمپوست از طریق تأثیر بر تحریک رشد ریشه، باعث افزایش رشد گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis*) شده است.

با توجه به موارد ذکر شده و اهمیت تولید زعفران با عملکرد بالا بدون استفاده از کودهای شیمیایی و در جهت حفظ محیط‌زیست پایدار، این آزمایش با استفاده از سطوح مختلف ورمی‌کمپوست زباله شهری و به‌منظور بررسی خصوصیات رویشی و عملکرد بانه زعفران که نقش مهمی

تابستان‌های گرم رشد می‌کند (Sepaskhah & Kamgar, 2009). قسمت خوراکی زعفران همان کلاله سه شاخه حاصل از گل می‌باشد. زعفران دارای ساقه زیرزمینی و پیاز توپر است که بانه نام دارد و به‌علت نرعیتم بودن گیاه زعفران، از آن برای کشت و تکثیر استفاده می‌شود (Namin *et al.*, 2010).

برخلاف نیاز کودی کم این گیاه، ۱۶٪ تا ۸۰٪ تغییرات عملکرد گل زعفران به متغیرهای مربوط به خاک وابسته است و عوامل مؤثر به ترتیب اهمیت شامل میزان ماده آلی، فسفر قابل استفاده، نیتروژن معدنی و پتاسیم تبادل‌گزارش شده است (Shahandeh, 1989). بدون تردید کاربرد کودهای آلی و دامی به‌ویژه در خاک‌های فقیر از عناصر غذایی، علاوه بر اثرات مثبتی که بر همه خصوصیات خاک به‌ویژه حفظ کیفیت و افزایش مواد آلی خاک نسبت به کاربرد کودهای معدنی دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی نیز مفید واقع شده و می‌تواند به‌عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی در بلندمدت باشد (Mao *et al.*, 2008).

نتایج تحقیقات نشان داده که استفاده از کودهای آلی در گیاه زعفران موجب افزایش وزن تازه و درصد ماده خشک بانه‌ها شده و میزان ریشه‌های آن را افزایش می‌دهد که این اثرها ممکن است در نتیجه افزایش رطوبت خاک و در نهایت رشد بهتر گیاه باشد. از سوی دیگر افزایش روزافزون زباله‌های شهری و صنعتی و رها نمودن آنها در زمین‌های اطراف شهرها، رودخانه‌ها، جنگل‌ها و مزارع نیز به نوبه خود منجر به آلودگی زیست‌بوم‌های آبی خاکی شده است. بازیافت زباله‌ها، به‌ویژه زباله‌های خانگی و تبدیل آنها به کود می‌تواند راه حلی مناسب برای کاهش این مشکل باشد (Hargreaves *et al.*, 2008). یکی از کودهای زیستی مفید در اکوسیستم‌های پایدار، ورمی‌کمپوست می‌باشد که حاصل یک فرایند نیمه هوازی است و توسط گونه‌ای از کرم حلقوی قرمز با نام علمی *Eisenia foetida* انجام می‌شود (Garg *et al.*, 2006). مواد مختلفی مانند پهن حیوانات، پسماندهای کشاورزی، ضایعات کاغذ و پوشاک، ضایعات جنگلی، خرده

در عملکرد زعفران در سالهای بعد دارد، انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار در سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی بیرجند (با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض

جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۴۸۰ متری از سطح دریا) انجام شد. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی- شیمیایی از خاک مزرعه (عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر) و ورمی کمپوست زباله شهری، قبل از شروع آزمایش نمونه برداری انجام شد که نتایج حاصل از تجزیه خاک و ورمی کمپوست به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نیتروژن کل (%)	پتاسیم قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	pH	مواد آلی (%)
لومی	۳/۱	۰/۰۸	۴۲۰/۳۵	۶۰	۷/۷۶	۰/۶۸

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست زباله شهری

pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	کربن آلی (%)	ماده آلی (%)
۷/۵۶	۴/۹۸	۱۰/۶	۱۷/۱۱

حدود ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. بنه‌ها به صورت خشکه‌کاری کاشته شدند. زمان کاشت، اواخر شهریور ۱۳۹۴ بود. آبیاری اول بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری دوم ۱۰ روز بعد از آبیاری اول به منظور تسهیل در سبز شدن بنه‌ها انجام شد. در شروع فصل رشد، سله‌شکنی خاک با عمق کم انجام شد تا جوانه‌های گل و برگ‌ها با سهولت بیشتری از خاک بیرون آمده و رشد مطلوبی داشته باشند. در طول مراحل اجرای آزمایش، هیچ‌گونه آفت‌کش یا علف‌کش شیمیایی مورد استفاده قرار نگرفت و کنترل علف‌های هرز از راه وجین دستی انجام شد. به دلیل اندک بودن عملکرد گل و کلاله در سال اول و عدم اطمینان از اثر تیمارها در سال اول برای بررسی عملکرد گل و کلاله، نمونه‌گیری در سال دوم نیز انجام گردید و مراحل آبیاری و سله‌شکنی طبق برنامه سال قبل انجام شد.

به منظور انجام آزمایش، ابتدا پس از شخم، دیسک و مسطح کردن خاک اقدام به کرت‌بندی زمین نموده و کرت‌هایی به ابعاد ۲×۲ متر (۴ مترمربع) ایجاد شد. بین هر کرت، فاصله ۵۰ سانتی متر و بین بلوک‌ها، فاصله‌ای با عرض یک متر (با احتساب جوی‌های آبیاری) ایجاد شد. قبل از انجام کشت، مقادیر مختلف ورمی کمپوست زباله شهری (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ تن در هکتار) تا عمق ۲۰ سانتی متری با خاک مخلوط گردید. از آنجایی که انتخاب بنه (پدازه) مرغوب برای کاشت در ایجاد عملکرد بالا حائز اهمیت است، از این رو بنه مناسب و یکنواخت (با وزن بین ۷ تا ۹ گرم، متوسط ۸ گرم)، سالم و بدون زخم و خراشیدگی و عاری از هر نوع بیماری از اکوتیپ شهرستان کاشمر برای کاشت تهیه شد. فواصل کاشت بنه‌ها، ۱۰×۲۰ سانتی متر (۵۰ بنه در مترمربع) و عمق کاشت

از تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار به میزان ۲۴۹/۳۰ میلی متر بدست آمد که در مقایسه با شاهد افزایش ۱۶/۵ درصدی را نشان داد.

میانگین وزن تر و خشک برگ

در این آزمایش با توجه به جدول های تجزیه واریانس (جدول ۳)، میانگین وزن تر برگ در سطح احتمال ۱٪ و میانگین وزن خشک برگ در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد. بررسی مقایسه میانگین ها (جدول ۵) نشان داد که بیشترین میانگین وزن تر و خشک برگ از تیمار ۱۵ تن ورمی کمپوست زباله شهری به ترتیب به میزان ۰/۳۳ و ۰/۰۹۹ گرم و کمترین آنها از تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۰/۱۸ و ۰/۰۷۴ گرم بدست آمد.

رنگی های فتوسنتزی برگ

نتایج این آزمایش نشان دهنده تأثیر مثبت تیمارهای مورد استفاده کودی بر میزان کلروفیل a در سطح احتمال ۱٪ و کلروفیل کل و میزان سبزینگی برگ در سطح احتمال ۵٪ می باشد. در این آزمایش، تأثیر تیمارها بر میزان کلروفیل b و کاروتنوئید معنی دار نبود (جدول ۳). نتایج نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a و کل از هر دو سطح ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست به ترتیب به میزان ۰/۳۵ و ۰/۷۹ میلی گرم بر وزن تر بدست آمد. همچنین تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست زباله شهری توانست بالاترین عدد سبزینگی (۲۵/۲۱) را با ۵۶٪ اختلاف با شاهد نشان دهد (جدول ۵).

عملکرد تر گل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ورمی کمپوست زباله شهری بر عملکرد تر گل در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بوده است (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین میزان عملکرد تر گل در تیمار ۱۰ تن

پس از گلدهی سال اول، نمونه برداری از برگ زعفران در چهار دوره در طول فصل رشد انجام و در هر دوره، تعداد، طول و وزن تر و خشک برگ اندازه گیری شد. در اواخر خرداد و پس از خشک شدن برگ ها، اقدام به خارج نمودن بنه ها از خاک شد و نسبت به شمارش تعداد بنه های دختری، اندازه گیری وزن تر و خشک بنه ها اقدام گردید. در سال دوم همزمان با شروع گلدهی، گل های زعفران در ساعت های اولیه صبح در نیمه آبان ماه سال ۱۳۹۵، از کل سطح کرت ها برداشت شد. در فصل گلدهی، گل های ظاهر شده به صورت روزانه جمع آوری و توزین شد. صفات مورد بررسی شامل عملکرد کل گل و عملکرد کلاله تر و خشک بود. وزن گل و عملکرد کلاله تر و خشک و وزن بنه ها و برگ ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم و طول برگ، توسط کولیس دیجیتالی اندازه گیری شد. کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید به روش Arnon (۱۹۴۹) و میزان سبزینگی با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (SPAD-502, Japan) و در طی رشد برگ ها اندازه گیری شد.

در پایان، تجزیه و تحلیل آماری داده ها توسط نرم افزار آماری (SAS 9.1) و مقایسه میانگین ها براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج

تعداد و طول برگ

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳)، سطوح تیماری ورمی کمپوست زباله شهری تأثیر معنی داری بر تعداد برگ و طول برگ زعفران در سطح احتمال ۱٪ داشتند. نتایج مقایسه میانگین ها (جدول ۵) نشان داد که بیشترین تعداد برگ ۸/۶۰ برگ در بوته از تیمار ۱۵ تن ورمی کمپوست زباله شهری حاصل شد و کمترین آن از تیمار شاهد به میزان ۵/۴۳ برگ در بوته بدست آمد. در رابطه با طول برگ تمامی سطوح کود استفاده شده توانست باعث افزایش طول برگ شود و بین تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده نشد، با وجود این بیشترین طول برگ

را تولید کند و کمترین تعداد بنه (۱/۶۶ عدد) از تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۶). لازم به ذکر است که در این آزمایش بین سطح ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار اختلاف معنی داری وجود نداشت. همچنین تیمار ۱۵ تن در هکتار از ورمی کمپوست زباله شهری توانست ۳/۳۳ عدد بنه تولید کند.

وزن تر و خشک بنه دختری

با توجه به نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس، وزن تر و خشک بنه دختری در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین وزن تر بنه دختری به میزان ۸/۰۴ گرم از تیمار ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست زباله شهری بدست آمد و کمترین آن از تیمار ۱۵ تن در هکتار به میزان ۳/۰۴ گرم بدست آمد. همچنین تیمار ۵ تن در هکتار توانست اختلاف ۷۰ درصدی در وزن خشک بنه دختری نسبت به شاهد ایجاد کند (جدول ۶).

تعداد جوانه بنه دختری

براساس نتایج، تعداد جوانه بنه دختری در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۴). بیشترین تعداد جوانه، ۱۱/۳۳ از تیمار ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست زباله شهری بدست آمد (جدول ۶).

در هکتار ورمی کمپوست زباله شهری و به میزان ۲۲/۵۵ گرم در مترمربع و کمترین آن از تیمار شاهد و به میزان ۱۰/۶۹ گرم در مترمربع بدست آمد (جدول ۶).

عملکرد کلالة تر و خشک

نتایج بدست آمده از تجزیه داده‌ها نشان داد که اثر ورمی کمپوست زباله شهری بر عملکرد کلالة تر در سطح احتمال ۱٪ و عملکرد کلالة خشک شده در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست توانست بیشترین میزان عملکرد کلالة تر (۱/۱۰ گرم در مترمربع) و خشک (۰/۱۲ گرم در مترمربع) را به ترتیب ایجاد کند؛ لازم به ذکر است که بین سطوح ۵ و ۱۰ تن در هکتار اختلاف معنی داری وجود نداشت، اما کمترین میزان عملکرد کلالة تر و خشک از تیمار شاهد و به ترتیب به میزان (۰/۶۰ و ۰/۰۷ گرم در مترمربع) بدست آمد (جدول ۶).

ویژگی‌های بنه

تعداد بنه

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان داد که تعداد بنه‌های دختری بدست آمده در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۴). براساس نتایج، تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست توانست بیشترین تعداد بنه (۴ عدد)

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست زباله شهری بر صفات اندازه گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ در بوته	طول برگ	میانگین وزن تر برگ	میانگین خشک برگ	میانگین وزن خشک برگ	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	Spad سبزی‌نگی
بلوک	۲	۰/۸۵ns	۳۳۰/۱۶ns	۰/۰۰۱۳ns	۰/۰۰۰۱۷ns	۰/۰۰۰۰۵ns	۰/۰۰۰۰۶ns	۰/۰۰۰۵۳ns	۱۱۴۸/۳۷*	۱۵/۱۲ns	
تیمار	۳	۵/۲۳*	۱۱۳۴/۷۱*	۰/۰۱۲**	۰/۰۰۰۲۰*	۰/۰۰۱۰**	۰/۰۰۰۱۳ns	۰/۰۰۴۵*	۴۱۲/۲۱ns	۱۱۷/۳۶*	
خطا	۶	۰/۷۳	۲۴۴/۷۲	۰/۰۰۰۴۸	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۹۶	۰/۰۰۰۹۳	۱۸۹/۲	۱۹/۴۰	
CV	-	۱۲/۶۶	۶/۵۹	۸/۲۳	۱۶/۲۱	۶/۷۶	۱۴/۰۷	۱۴/۰۸	۸/۵۹	۲۴/۲۶	

ns, *, **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست زباله شهری بر صفات اندازه گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد تر گل	عملکرد کاله تر	عملکرد کاله خشک	تعداد بنه دختری	وزن تر بنه دختری	وزن خشک بنه دختری	تعداد جوانه
بلوک	۲	۰/۱۷۰ns	۰/۰۱۹ns	۰/۰۰۰۲۸ns	۲/۰۸۳ns	۱/۸۵ns	۰/۰۴۲ns	۰/۸۵ns
تیمار	۳	۱۰۵/۴۳**	۰/۳۲۷**	۰/۰۲۲*	۴/۹۷۲*	۱۳/۵۱**	۴/۹۰**	۳۸/۵۱**
خطا	۶	۵/۸۷	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴۱	۰/۹۷۲	۲/۸۱	۰/۳۲	۱/۲۰
CV	-	۱۴/۹۱	۹/۸۳	۱۸/۷۴	۲۱/۱۶	۲۲/۸۹	۲۲/۹۸	۱۸/۱۴

ns, *, **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف ورمی کمپوست زباله شهری بر برخی از صفات اندازه گیری شده

تیمار	تعداد برگ در بوته	طول برگ (mm)	میانگین وزن تر برگ (g)	میانگین وزن خشک برگ (g)	کلروفیل a (mg.g ⁻¹ f.w)	کلروفیل b (mg.g ⁻¹ f.w)	کلروفیل کل (mg.g ⁻¹ f.w)	کاروتنوئید (mg.g ⁻¹ f.w)	Spad سبزینگی
۰	۵/۴۳b(۱/۳)	۲۰۸/۲۵b(۳۰)	۰/۱۸c(۰/۰۳)	۰/۰۷۴c(۰/۰۰۹)	۰/۲۷b(۰/۰۵)	۰/۰۷۳a(۰/۰۰۸)	۰/۶۱ab(۰/۱۸)	۱۶۶/۴۱a(۴۰)	۱۱/۱۳c(۲/۵)
۵	۶/۶۰b(۰/۰۹)	۲۴۸a(۲۱)	۰/۲۹a(۰/۰۴)	۰/۰۹۳a(۰/۰۱)	۰/۳۵a(۰/۰۴)	۰/۰۷۲a(۰/۰۰۷)	۰/۷۹a(۰/۱۹)	۱۷۰/۱۳a(۴۳)	۲۱/۱۵ab(۳/۴)
۱۰	۶/۵۰b(۱/۴)	۲۴۹/۳۰a(۱۸)	۰/۲۴b(۰/۰۶)	۰/۰۸۰b(۰/۰۰۷)	۰/۳۵a(۰/۰۶)	۰/۰۷۳a(۰/۰۰۸)	۰/۷۹a(۰/۲۲)	۱۵۹/۶۵a(۳۳)	۲۵/۲۱a(۳/۸)
۱۵	۸/۶۰a(۱/۱)	۲۴۲/۸۳a(۲۴)	۰/۳۳a(۰/۰۹)	۰/۰۹۹a(۰/۰۰۸)	۰/۰۲۴b(۰/۰۰۳)	۰/۰۵۹a(۰/۰۰۶)	۰/۰۵۵b(۰/۱۴)	۱۴۳/۶۲a(۳۸)	۱۵/۱۱bc(۲/۷)

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح ۵٪ ندارند.

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده انحراف معیار داده‌ها می‌باشد.

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف ورمی کمپوست زباله شهری بر برخی از صفات اندازه گیری شده

تیمار	عملکرد تر گل (g.m ⁻²)	عملکرد کاله تر (g.m ⁻²)	عملکرد کاله خشک (g.m ⁻²)	تعداد بنه دختری	تعداد جوانه بنه دختری	وزن تر بنه دختری (g)	وزن خشک بنه دختری (g)
۰	۱۰/۶۹b(۲)	۰/۶۰c(۰/۱)	۰/۰۷b(۰/۰۲)	۱/۶۶b(۰/۳)	۵/۰۰b(۰/۹)	۴/۳۰b(۰/۸)	۱/۱۷b(۰/۱)
۵	۲۰/۰۳a(۳)	۱/۱۰a(۰/۳)	۰/۱۲a(۰/۰۱)	۱/۳۳b(۰/۲)	۱۱/۳۳a(۲/۱)	۸/۰۴a(۱/۳)	۴/۰۳a(۰/۲)
۱۰	۲۲/۵۵a(۳/۱)	۱/۰۰b(۰/۲)	۰/۱۱ab(۰/۰۳)	۴/۰۰a(۰/۶)	۳/۴۱b(۰/۸)	۴/۹۹ab(۰/۹)	۱/۵۱b(۰/۰۹)
۱۵	۱۱/۷۳b(۴/۳)	۰/۷۰b(۰/۲)	۰/۰۸a(۰/۰۱)	۳/۳۳ab(۰/۴)	۴/۴۵b(۰/۵)	۳/۰۴b(۰/۵)	۱/۹۹b(۰/۲)

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح ۵٪ ندارند.

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده انحراف معیار داده‌ها می‌باشد.

بحث

با توجه به نتایج، سطوح تیماری ورمی کمپوست زباله شهری باعث افزایش تعداد و طول برگ زعفران شد. مشابه این آزمایش، Rezvani Moghaddam و همکاران (۲۰۱۳a) نیز بیشترین تعداد برگ زعفران را در نتیجه مصرف کمپوست بستر قارچ اعلام کردند. Azarmi و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که کاربرد ورمی کمپوست، محتوی کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، کلسیم، روی و منگنز خاک را در مقایسه با شاهد افزایش داد و به نظر می‌رسد این افزایش جذب عناصر ماکرو و میکرو توسط گیاه زعفران باعث افزایش میزان عناصر غذایی در گیاه شده و باعث افزایش تعداد و طول برگ در زعفران گردد. در تحقیقی که به منظور بررسی اثر ورمی کمپوست بر گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) انجام گردید، مشاهده شد که تیمارهای ورمی کمپوست به طور معنی داری باعث افزایش ویژگی‌های رشدی گیاه مانند تعداد برگ شدند (Hussein et al., 2006). با توجه به مطالعات Mirashkari و Baser (۲۰۰۹)، ورمی کمپوست با تأثیر بر میزان دسترسی، تأمین عناصر مورد نیاز گیاهان مختلف و افزایش طول دوره رویشی، موفقیت رشد رویشی و زایشی را در بر داشته است. ورمی کمپوست زباله شهری، نه تنها تدارک عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک، محیط مناسب برای رشد ریشه ایجاد می‌کند (Rezae & Baradaran, 2013). بنابراین افزودن این کود آلی به خاک می‌تواند موجب افزایش رشد اندام هوایی و تعداد برگ شود.

همانطور که در قسمت نتایج بیان شد، در این آزمایش وزن تر و خشک برگ تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت. مشابه این آزمایش Rezvani Moghaddam و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که ورمی کمپوست در کشت گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.)، افزایش معنی داری در وزن خشک برگ گیاه ایجاد کرد. همچنین نتایج این آزمایش با تحقیقات Sajadi Nick و Yadavy (۲۰۰۸) که بیان کردند تیمار مصرف ۱۰ تن در هکتار

ورمی کمپوست باعث افزایش تولید ماده خشک در گیاه می‌شود، مطابقت دارد. با کاربرد ورمی کمپوست‌ها، به علت حلالیت بیشتر عناصر ریزمغذی در خاک و در نتیجه اصلاح خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک، گیاه در شرایط خوبی از نظر عناصر غذایی قرار گرفته که باعث افزایش رشد رویشی و اندام گیاهی می‌شود (Arancon et al., 2004). همانگونه که Naryanasamy و Biswas (۲۰۰۶) بیان کردند ورمی کمپوست با داشتن عمده عناصر پرمصرف، کم مصرف و کربن، منجر به افزایش سرعت رشد گیاه و میکروارگانسیم‌ها شده و بیوماس بیشتر را موجب می‌شود. به عبارت دیگر می‌توان گفت مصرف مقدار مناسب ورمی کمپوست از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش فتوسنتز و افزایش رشد اندام‌های هوایی و ماده خشک گیاه شده است (Sing et al., 2008). با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد که نیتروژن موجود در کودهای آلی باعث تقویت رشد رویشی و افزایش زیست توده شده و پتاسیم بالای این کودها علاوه بر تسریع تقسیم سلولی و تأثیر مستقیم در رشد رویشی به دلیل نقشی که در ساخت هیدرات‌های کربن و پروتئین‌ها و تغلیظ شیره سلولی دارد، باعث افزایش وزن خشک بوته می‌گردد.

نتایج آزمایش، نشان‌دهنده تأثیر مثبت تیمارهای مورد استفاده کودی بر میزان کلروفیل a، کلروفیل کل و میزان سبزی‌نگی برگ بود (جدول ۳). احتمالاً مصرف مقادیر مناسب ورمی کمپوست از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز تدارک جذب بیشتر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و میزان کلروفیل گردیده است.

مشابه این آزمایش، Rasouli و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که کاربرد کود ورمی کمپوست باعث افزایش میزان کلروفیل برگ زعفران شد. در پژوهش Mohammadzadeh و Nouri و همکاران (۲۰۱۰)، افزایش کلروفیل برگ سویا در

نیز در تحقیقات خود بیان کردند که خاک‌های حاوی ورمی‌کمپوست معمولاً نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیشتری نسبت به خاک‌های فاقد آن داشته و غنی از هورمون‌های رشد و ویتامین‌ها می‌باشد که به رشد و افزایش وزن تر گیاه کمک می‌کند. همچنین ورمی‌کمپوست ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک را نیز افزایش می‌دهد و از آبشویی عناصر غذایی جلوگیری می‌کند (Darzi & Hajseyedhadi, 2003) و این تأمین نیاز آبی می‌تواند از دلایل اصلی بالا رفتن وزن تر گل‌های زعفران هنگام کاربرد ورمی‌کمپوست باشد.

نتایج بدست آمده از تجزیه داده‌ها نشان داد که اثر ورمی‌کمپوست زیاله شهری بر عملکرد کلالة تر و خشک معنی‌دار شد (جدول ۴). مشابه این آزمایش Rezaian و Paseban (۲۰۰۶) گزارش کردند که استفاده از کودهای آلی عملکرد کلالة زعفران را در مقایسه با شاهد افزایش داد. در همین راستا، Rezvani Moghaddam و همکاران (۲۰۱۳a) و Frutos و همکاران (۲۰۱۰) بهبود عملکرد گل و کلالة خشک زعفران را تحت تأثیر افزایش کود دامی مشاهده کردند. Amiri (۲۰۰۸) نیز ضمن آنکه افزایش سطح برگ، عناصر غذایی در برگ و نیز عملکرد کلالة زعفران را در نتیجه مصرف کود آلی مشاهده کرد، اظهار داشت که کاربرد کودهای آلی می‌تواند در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند میزان مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش عناصری مانند نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در خاک تأثیرگذار باشد. با کاربرد ورمی‌کمپوست، به علت حلالیت بیشتر عناصر ریزمغذی در خاک و در نتیجه اصلاح خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک، گیاه در شرایط خوبی از نظر عناصر غذایی قرار گرفته که باعث افزایش رشد رویشی و اندام گیاهی می‌شود (Arancon et al., 2004). Cao و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که با تأمین نیتروژن مورد نیاز، گیاه ایجاد شبکه گسترده ریشه‌ای می‌کند و باعث افزایش طول ریشه، رشد اندام هوایی و در نتیجه افزایش وزن تر و خشک اندام‌های گیاهی می‌شود. همچنین ورمی‌کمپوست ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک را

اثر استفاده از ورمی‌کمپوست گزارش شده است. مطالعات زیادی نشان داده‌اند که تنش خشکی میزان کلروفیل گیاه را کاهش می‌دهد (Nikolaeva et al., 2010). بسته شدن روزنه‌ها در اثر تنش خشکی، تبادل دی‌اکسید کربن را در برگ‌ها کاهش می‌دهد که در نتیجه کاهش فتوسنتز، اندازه برگ، سطح برگ، تولید بیوماس، اندازه و تعداد دانه را در پی دارد (Shahmoradi, 2003). بنابراین تنش خشکی و عوارض ناشی از آن باعث کاهش عملکرد می‌گردد. به طوری که ورمی‌کمپوست با افزایش جذب و نگهداری آب، فتوسنتز و عملکرد را افزایش می‌دهد. در مورد افزایش سبزی‌نگی برگ با افزایش کود ورمی‌کمپوست زیاله شهری این طور می‌توان تفسیر کرد که ورمی‌کمپوست با افزایش آزادسازی تدریجی عناصر غذایی مؤثر در سنتز کلروفیل مانند نیتروژن، آهن و منیزیم و همچنین افزایش نور جذب شده توسط گیاه باعث افزایش میزان کلروفیل برگ و در نتیجه سبزی‌نگی برگ شده است. نتایج بدست آمده با یافته‌های Sifola و Barbieri (۲۰۰۶) در گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*) مطابقت دارد. Salehi و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که بین نیتروژن موجود در برگ‌های گیاه و عدد سبزی‌نگی، همبستگی بالایی وجود دارد، بنابراین از این نظر برتری کودهای آلی نسبت به شاهد آشکار بود. Arancon و همکاران (۲۰۰۵) افزایش میزان کلروفیل در گیاهان را به افزایش جذب ترکیب‌های نیتراژنه در ورمی‌کمپوست نسبت دادند.

با توجه به نتایج بدست آمده، اثر ورمی‌کمپوست زیاله شهری بر عملکرد تر گل اثر معنی‌دار داشته است (جدول ۴). مشابه این آزمایش، Omidi و همکاران (۲۰۰۹) و Munshi (۱۹۹۴) گزارش کردند که استفاده از ماده آلی به دلیل فراهمی عناصر غذایی در دسترس به‌ویژه نیتروژن و فسفر و همچنین بهبود محتوی آب به‌عنوان عاملی مؤثر بر رشد و تقسیم سلولی، منجر به افزایش تولید گل و عملکرد زعفران می‌شود. Nehvi و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی تأثیر مثبت کاربرد ترکیبی ورمی‌کمپوست و ازتوباکتر بر عملکرد گل زعفران را مشاهده کردند. Martin و همکاران (۱۹۹۷)

افزایش می دهد که این افزایش ممکن است در نتیجه افزایش رطوبت خاک و در نهایت رشد بهتر گیاه در نتیجه افزایش در دسترس بودن عناصر غذایی باشد (Behdani *et al.*, 2005). Teimori و همکاران (۲۰۱۳) نیز افزایش وزن کل بنه های زعفران را در نتیجه کاربرد کودهای دامی و کمپوست زیاله شهری مشاهده نمودند. در پژوهشی کاربرد توأم کود شیمیایی با ورمی کمپوست منجر به اصلاح فیزیکی و شیمیایی خاک شده و توان رشد بخش زیرزمینی را بالا برد (Valdez-Perez *et al.*, 2011). در گیاهان ژئوفیت مانند زعفران، ضمن تولید مواد فتوسنتزی در برگ ها، عناصر غذایی در انتهای فصل از بخش هوایی به اندام های زیرزمینی منتقل می شود (Chaji *et al.*, 2013). افزودن مواد آلی به خاک، رشد گیاه و باروری خاک را تحت تأثیر قرار می دهد و باعث افزایش سطح نیتروژن در دسترس خاک می شود. همچنین گزارش شده که کودهای آلی موجب تحریک تثبیت نیتروژن در خاک و انتقال آن از ریشه به اندام هوایی می شود (Nikbakht *et al.*, 2008). از عوامل بیولوژیکی متأثر از مواد آلی خاک می توان به نقش آنها به عنوان منبع انرژی متابولیسمی برای فعالیت میکروب ها و موجودات زنده، تأثیر آن بر فعالیت آنزیمی و فراهم کردن عناصر غذایی شامل (نیتروژن، فسفر، گوگرد و عناصر کم مصرف) برای گیاه اشاره کرد (Haynes, 1996) که این ویژگی ها می تواند روی بنه اثر بگذارد.

در این آزمایش کاربرد ورمی کمپوست زیاله شهری بر تعداد جوانه بنه دختری تأثیر معنی دار داشت (جدول ۴). نتایج این تحقیق با نتایج Rezvani Moghaddam و همکاران (۲۰۱۳a) که با کاربرد کود آلی کمپوست بستر کاشت قارچ روی زعفران انجام دادند همخوانی دارد. استفاده از کودهای بیولوژیک مانند ورمی کمپوست در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم های مفید خاک در جهت فراهم کردن عناصر مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می شود.

نیز افزایش می دهد و از آبشویی عناصر غذایی جلوگیری می کند (Darzi & Hajseyedhadi, 2003) و این تأمین نیاز آبی می تواند از دلایل اصلی بالا رفتن عملکرد تر و به تناسب آن عملکرد خشک کلاله های زعفران هنگام کاربرد ورمی کمپوست باشد.

بر اساس نتایج بدست آمده از جدول مقایسه میانگین ها (جدول ۶)، تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست زیاله شهری توانست بیشترین تعداد بنه را تولید کند. بنابراین به نظر می رسد که گیاه زعفران در سال اول بیشتر انرژی خود را به تولید بیشتر بنه های دختری اختصاص می دهد؛ در این ارتباط Rezvani Moghaddam و همکاران (۲۰۱۳b) نیز اظهار داشتند که مصرف انواع کودهای آلی، در سال های ابتدایی پس از کاشت بنه، عمدتاً باعث افزایش تعداد بنه های دختری در واحد سطح می شود. Teimori و همکاران (۲۰۱۳) نیز افزایش تعداد بنه های بالای ۸ گرم زعفران را در نتیجه کاربرد کودهای دامی و کمپوست زیاله شهری مشاهده نمودند. Amiri (۲۰۰۸) نیز استفاده از کودهای آلی را عاملی مؤثر بر افزایش رشد و تعداد بنه زعفران معرفی کرد. آزاد شدن تدریجی عناصر از کودهای آلی، دارا بودن مواد آلی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، تقویت فعالیت های شبه هورمونی گیاه، افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه و به طور کلی بهبود ساختار شیمیایی و فیزیکی بستر کاشت از جمله دلایلی است که برای افزایش عملکرد گیاهان در اثر کاربرد کود ورمی کمپوست گزارش شده است (Bachman & Metzger, 2008). افزودن ورمی کمپوست به عنوان یک کود آلی به محیط کاشت بنه، احتمالاً به دلیل افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین سبک تر کردن بافت خاک منجر به بهبود رشد بنه ها شده (Nehvi *et al.*, 2010) که در نتیجه افزایش تعداد بنه را در گروه های مختلف وزنی به همراه داشته است.

نتایج این تحقیق حکایت از تأثیر معنی دار تیمار ورمی کمپوست زیاله شهری بر وزن تر و خشک بنه دختری داشت (جدول ۶). کودهای آلی در زعفران موجب افزایش وزن تازه و خشک بنه ها شده و میزان ریشه های بنه ها را

- Bachman, G.R. and Metzger, J.D., 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource Technology*, 99: 3155-3161.
- Behdani, M.A., Koocheki, A., Nassiri, M. and Rezvani Moghaddam, P., 2005. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 3(1): 1-14.
- Cao, D., Liang-Gang, Z., Xiao, J.Z. and Qian, Z.Y., 2010. Effects of biofertilizer on organically cultured cucumber growth and soil biological characteristics. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 21(10): 2587-2592.
- Chaji, N., Khorassani, R., Astaraei, A. and Lakzian, A., 2013. Effect of phosphorous and nitrogen on vegetative growth and production of daughter corms of saffron. *Journal of Saffron Research*, 1: 1-12.
- Darzi, M.T. and Hajseyedhadi, M.R., 2003. Evaluation of agricultural and ecological problem of chamomile and fennel. *Journal of Zeyton*, 43: 149-152.
- 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.
- Garg, P., Gupta, A. and Satya, S., 2006. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: S comparative study. *Bioresource Technology*, 97: 391-395.
- Gupta, P.K., 2003. Vermicomposting for Sustainable Agriculture. *Agrobios (India)*, Agro House, Jodhpur, 210p.
- Hargreaves, J.C., Adl, M.S. and Warman, P.R., 2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 123: 1-14.
- Haynes, R.J., 1996. Labile organic matter fraction as central components of the quality of agricultural soils. *Advances in Agronomy*, 85: 221-261.
- Hussein, M.S., El-Sherbeny, S.E. and Khalil, M.Y., 2006. Growth characters and chemical constituents of (*Dracocephalum moldavica* L.) plant in relation to vermin compost fertilizer and planting distance. *Scientia Horticulturae*, 108: 322-331.
- Kale, R.D., Malesh, B.C., Sreenivasa, M.N. and Bagyaraj, D.J., 1987. Influences of worm cast on the growth and mycorrhizal colonization on two ornamental plants. *South Indian Horticulture*, 35(5): 433-437.
- Martin, J.P., Black, J.H. and Hawthorne, R.M., 1997. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. *Bioresource Technology*, 75: 175-180.

به عنوان نتیجه گیری کلی باید گفت که با توجه به نتایج بدست آمده می توان از ورمی کمپوست زباله شهری به عنوان یک کود آلی مفید در جهت بهبود خصوصیات رویشی و زایشی زعفران نام برد. در این آزمایش، کاربرد ۵ تن در هکتار (کمترین سطح کود) از کود آلی ورمی کمپوست زباله شهری ویژگی های رویشی و زایشی زعفران را نسبت به سایر تیمارها بهبود بخشید که می توان با معرفی آن به کشاورزان علاوه بر بالا بردن محصول و تولید محصول ارگانیک، در راه کمک به حفظ محیط زیست قدم برداشت.

منابع مورد استفاده

- Abdullaev, F., 2006. Biological properties and medicinal use of saffron (*Crocus sativus* L.). *Proceedings of 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology*, Mashhad, Iran, 28-30 October: 339-345.
- Amiri, M.E., 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 4(3): 274-279.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D. and Lucht, C., 2005. Effect of vermicompost produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia*, 49: 297-306.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J.D., 2004. Influence of vermicomposts on field strawberries: Part 1. effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93: 145-153.
- Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. polyphenoloxidase in *Beta Vulgaris*. *Plant Physiology*, 24: 1-15.
- Azarmi, R., Torabi Giglou, M. and Didar Taleshmikail, R., 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology*, 7: 2397-2401.
- Azizi, M., Rezvani, F., Hassanzadeh, M., Lkzyan, A. and Nemati, H., 2008. Effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological characteristics and essential oil of German chamomile (*Matricaria recutita*) cultivars. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 24: 82-93.

- and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal Medicinal Plant*, 8: 98-109.
- Rasouli, Z., Maleki Farahani, S. and Besharati, H., 2013. Some vegetative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by various fertilizers. *Iranian Journal of Soil Research*, 27: 35-36.
 - Rezaei, M. and Baradaran, R., 2013. Effects of bio fertilizers on the yield and yield components of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 29(3): 635-650.
 - Rezaian, S. and Paseban, M., 2006. The effect of micronutrient and manure fertilizers on the quantity and quality of Khorasan saffron. *Second International Symposium on Saffron Biology and Technology*, Mashhad, Iran, October 28-30.
 - Rezvani Moghaddam, P., Amiri, M. and Rev, H., 2013a. Effect of growth stimulator rhizobacteria and different amounts of mushroom compost on flower performance and species of saffron (*Crocus sativus* L.) in an organic farming system. *Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology)*, 28(2): 199-208.
 - Rezvani Moghaddam, B., Bkshayy, S., Ghafouri, A. and Khorramdel, S., 2009. Quantitative characterization of biological fertilizers and vermicompost on Savory herb. *Proceedings of Medicinal Plants of Iran Industry Development Conference*, Tehran, Iran: 223.
 - Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S., Ghafori, A. and Shabahang, J., 2013b. Evaluation of growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) effected by spent mushroom compost and corm density. *Journal of Saffron Research*, 1: 13-26.
 - Sajadi Nick, R. and Yadavy, A.R., 2008. Effects of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth, phenology and grain yield. *Electronic Journal of Crop Production*, 6(2): 73-99.
 - Salehi, M., Koocheki, A. and Nasiri Mahallati, M., 2004. Nitrogen and leaf chlorophyll content as an indicator of salinity stress in wheat. *Iranian Journal of Crop Research*, 2: 25-33.
 - Sepaskhah, A.R. and Kamgar-Haghighi, A.A., 2009. Saffron irrigation regime. *International Journal of Plant Production*, 3: 1-16.
 - Shahandeh, H., 1989. Evaluation of soil physical and chemical properties under saffron cultivation in Gonabad. *Publication of Scientific Research and Technology (Technical Reprts)*, Khorasan Province.
 - Shahmoradi, Sh., 2003. Effect of drought stress on quantitative and qualitative traits of soybean cultivars and advanced lines. *Master's Thesis*, Faculty of Agriculture, University of Tehran.
 - Mao, J., Olk, D.C., Fang, X., He, Z. and Schmidt-Rohr, K., 2008. Influence of animal manure application on the chemical structures of soil organic matter as investigated by advanced solid-state NMR and FT-IR spectroscopy. *Geoderma*, 146: 353-362.
 - Mirashkari, B. and Baser, S., 2009. Effect of seed inoculation with nitrazine bio fertilizer on germination and early growth of rapeseed, sesame and sunflower. *Agroecology Journal*, 5(17): 91-100.
 - Mohamadzadeh, A.R. and Pasban, M., 2007. Effect of sources and levels of organic fertilizers on crop yield of saffron flowers. *Tenth Congress of Soil Science*, College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University, 6-4 September: 156.
 - Mohammadzadeh Nouri, J., Moez Ardalani, M., Military, M.T. and Cheetah, A.S., 2010. The effect of organic fertilizers (compost Amol, vermicompost and manure) and manganese on the chlorophyll and some soybean nutrient concentrations. *National Conference on New Approaches to the Production of Oil-Based Plants*, Bojnourd Azad University, North Khorasan, 5-6 June.
 - Munshi, A.M., 1994. Effect of N and K on the floral yield and corn production in saffron under rainfed condition. *Indian Journal of Arecanut, Spices and Medicinal Plants*, 18: 24-44.
 - Namin, M.H., Ebrahimzadeh, H., Ghareyazie, B., Radjabian, T. and Namin, H.H., 2010. Initiation and origin of stigma-like structures (SLS) on ovary and style explants of Saffron in tissue culture. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 52: 55-60.
 - Naryanasamy, G. and Biswas, D.S., 2006. Rock phosphate enriched compost: An approach to improve low-grade Indian rock phosphate. *Bioresource Technology*, 97(18): 2243-2251.
 - 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(31): 171-174.
 - Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y.P., Luo, A. and Etemadi, N.A., 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and post harvest life of Gerbera. *Journal of Plant Nutrition*, 31(2): 2155-2167.
 - Nikolaeva, M.K., Maevskaya, S.N., Shugaev, A.G. and Bukhov, N.G., 2010. Effect of drought on chlorophyll content and antioxidant enzyme activities in leaves of three wheat cultivars varying in productivity. *Russian Journal of Plant Physiology*, 57: 87-95.
 - Omidi, H., Naghdibadi, H.A., Golzad, A., Torabi, H. and Fotoukian, M.H., 2009. The effect of chemical and bio-fertilizer source of nitrogen on qualitative

- Sadeghi, B., 2013. Investigation on the effect of organic and chemical fertilizers on morphological and agronomic of saffron (*Crocus sativus* L.) corm criteria. *Journal of Saffron Research*, 1: 36-47.
- Thaemi Zarandi, M.K., 2013. Evaluation of the effect of organic, biological and chemical fertilizers on yield, yield components and essential oil of Basil herb. Master's Degree in Agroecology, Ferdowsi University of Mashhad.
 - Valdez-Perez, M.A., Fernandez-Luqueno, F., Franco-Hernandez, O., Flores-Cotera, L.B. and Dendooven, L., 2011. Cultivation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in limed or unlimed wastewater sludge, vermicompost or inorganic amended soil. *Scientia Horticulturae*, 128(4): 380-387.
 - Sifola, M.I. and Barbieri, G., 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae*, 108: 408-413.
 - Sing, R., Sharma, R.R., Kumar, S., Gupta, R.K. and Patil, R.T., 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria xananassa* Duch.). *Bioresource Technology*, 99: 8507-8511.
 - Singh, D.P., 2004. Vermiculture biotechnology and biocomposting: 97-112. In: Singh, D.P. and Dwivedi, S.K., (Eds.). *Environmental Microbiology and Biotechnology*. New Age International (P) Limited Publishers, New Delhi, 248p.
 - Teimori, S., Behdani, M.A., Ghaderi, M.G. and

Evaluation of different levels of municipal waste vermicompost on the vegetative and reproductive characteristics of Saffron (*Crocus sativus* L.) in the second year of the experiment

A. Oftadeh Fadafan^{1*} and M.H. AminiFard²

1*- Corresponding author, M.Sc. student, Department of Horticulture, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
E-mail: Ali8845.oftadeh@gmail.com

2- Department of Horticultural, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

Received: July 2017

Revised: April 2018

Accepted: May 2018

Abstract

Saffron (*Crocus sativus* L.) is one of the most important and precious medicinal plants in the world. In order to investigate the effects of different of municipal waste vermicompost on vegetative and reproductive characteristics of leaf and corm of saffron, an experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station, University of Birjand during the growing season of 2015. The treatments included four levels of municipal waste vermicompost (0, 5, 10 and 15 t.ha⁻¹). Results showed that municipal waste vermicompost in the second year improved the reproductive characteristics so that the highest flower yield was obtained from 10 t.ha⁻¹ municipal waste vermicompost (22.5g.m⁻²) and the highest dry stigma yield was obtained from 5 t.ha⁻¹ municipal waste vermicompost (0.44g.m⁻²). The highest average leaf number (8.36), average fresh weight and dry weight of leaf (0.33 and 0.099 g, respectively) were obtained in plants treated with 15 t.ha⁻¹ municipal waste vermicompost and the highest leaf length (249.3 mm) was obtained at 10 t.ha⁻¹. Application of this organic fertilizer could have a significant effect on chlorophyll a and total chlorophyll content and SPAD. The highest photosynthetic pigments were obtained from application of 10 t.ha⁻¹ municipal waste vermicompost. The characteristics of the corm including the number of cormel, fresh and dry weight of cormel and number of cormel buds were affected by municipal waste vermicompost treatment. The highest number of cormel was obtained from plants treated with 10 t.ha⁻¹. Also results showed that treatment of 5 t.ha⁻¹ of municipal waste vermicompost had the greatest effect on fresh and dry weight of cormel. This treatment improved the number of cormel (33/1) as compared with control (5). Thus, results showed that municipal waste vermicompost had strong impact on vegetative and reproductive characteristics of saffron.

Keywords: Organic fertilizer, chlorophyll, carotenoid, performance.