

سبب افزایش فعالیت زیستی خاک و گیاه شود (Higa & Wididana, 1991). میکروارگانیسم‌های مؤثر (EM) ترکیبی طبیعی از ۸۰ گونه میکروارگانیسم مفید است. از جمله مهم‌ترین میکروارگانیسم‌های موجود در ترکیب EM گونه‌هایی از باکتری‌های فتوسنتزی^۲ شامل *Rhodospseudomonas plastris* و *Rhodobacter*، باکتری‌های اسیدلاکتیک^۳ شامل *Lactobacillus plantarum*، *L. casei* و *Streptococcus lactis*، مخمرها^۴ شامل *Saccharomyces spp.* و اکتومیسیت‌ها^۵ شامل *Strptomyces spp.* می‌باشد (Hussain et al., 2002; Higa, 2000). نتایج برخی از گزارشات حاکی از افزایش عملکرد و رشد گیاهان زراعی در نتیجه کاربرد EM است (Yan & Xu, 2002; Daly & Stewart, 1999). برخی از محققین گزارش کردند که استفاده از میکروارگانیسم‌های مؤثر به همراه کودهای آلی و نصف میزان NPK توصیه شده باعث افزایش عملکرد پنبه شد (et al., 2006). نتایج برخی دیگر از گزارشات حاکی از آن بود که تأثیر EM بر رشد و عملکرد محصولات زراعی مشهود نبود و یا حتی تأثیر منفی داشت (Bajwa et al., 1999; Daiss et al., 2008). در این راستا گزارش شده است که اثر کاربرد EM بر رشد و عملکرد گندم معنی‌دار نبود و یا به‌طور قابل توجهی باعث کاهش پارامترهای مورد بررسی در گندم شد (Javaid & Shah, 2010).

با توجه به این که لازم است مدیریت تغذیه گیاهی در جهت افزایش و پایداری تولید باشد و هم سبب حفظ محیط زیست گردد و به‌ویژه به دلیل اهمیت تولید زعفران سالم در بازار جهانی، این آزمایش با هدف بررسی اثر کودهای آلی مختلف و تأثیر میکروارگانیسم‌های مؤثر بر عملکرد زعفران طراحی و اجرا

اندک می‌باشد (Kumar et al., 2009). لذا توجه به عوامل مؤثر در تولید از جمله حاصلخیزی خاک و بهبود میزان عناصر غذایی ضرورت دارد و در عین حال راهکارهای مورد استفاده برای افزایش باروری و حاصلخیزی خاک به منظور دستیابی به عملکرد مطلوب بایستی به گونه‌ای باشد که آلودگی‌های زیست‌محیطی، فرسایش و افزایش هزینه‌های تولید را به دنبال نداشته باشد (Rezaian & Paseban, 2006). کود دامی یکی از مهم‌ترین منابع کود آلی است. آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی موجود در کود دامی و تجمع بیش‌تر آن‌ها با افزایش سن مزرعه، امکان استفاده‌ی مناسب آن‌ها را برای گیاه در سال‌های بعد فراهم می‌کند و همچنین با بهبود بافت و ساختمان خاک، موجب سهولت رشد بنه‌ها و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود (Zanzucchi, 1987). راشد محصل و همکاران (Rashed Mohassel et al., 2006) گزارش کردند که مصرف مقدار کافی کودهای دامی بیشترین تأثیر را بر وزن و تعداد بنه زعفران داشته است. کاربرد مکمل‌های کودی آلی از جمله ورمی‌کمپوست، کود دامی نیز باعث افزایش عملکرد زعفران شد (Yasmin & Nehvi, 2013). ورمی‌کمپوست و تی‌کمپوست از طریق افزایش هوموس، فعالیت میکروبی، تولید آنزیم‌ها و ثبات بهتر خاک‌دانه‌ها و در نتیجه افزایش تخلخل و همچنین آزادسازی تدریجی مواد مغذی و جذب بیشتر جیبرلین، سیتوکینین و اکسین باعث افزایش رشد و عملکرد اسفناج، پیاز و سیب‌زمینی شد (Ansari, 2008). نتایج نشان داد که در ترشحات کرم‌خاکی گونه *Eisenia fetida* برخی محرک‌های رشد گیاهی وجود دارد که تأثیر قابل توجهی بر رشد شنبليله *Trigonella foenum-graecum* داشت (Suthr, 2010). کودهای زیستی EM گروهی از میکروارگانیسم‌های مؤثر^۱ (EM) هستند که در ترکیب طبیعی خاک وجود دارند و می‌تواند

2- Photosynthetic bacteria
3- Lactobacillus
4- Yeasts
5- Actinomycetes

1 -Effective Microorganism

گردید.

۲۰ سانتی‌متر به صورت ردیفی با فاصله بین و روی ردیف‌ها ۲۰×۱۰ سانتی‌متر و تراکم ۵۰ بوته در مترمربع انجام شد قبل از اعمال تیمارها جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری تصادفی انجام گرفت و نتایج آن در جدول ۱ آمده است. کود دامی، ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش نیز جهت تعیین خصوصیات شیمیایی آنالیز شدند (جدول ۲).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۶ تیمار در دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه‌ای واقع در شهر ریوش در استان خراسان رضوی اجرا گردید. کاشت زعفران در تیرماه سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در کرت‌هایی به ابعاد ۲×۱ متر و با استفاده از بنه‌های ۸ تا ۱۰ گرمی با عمق کاشت

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش
Table 1- Physical and chemical characteristics of soil in experimental site

| بافت خاک Soil texture | پتاسیم قابل استفاده Available K (mg.kg ⁻¹) | فسفر قابل جذب Available P (mg.kg ⁻¹) | نیترژن کل Total N (%) | ماده آلی Organic matter (%) | هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹) | اسیدیته pH |
|--------------------------|---|---|--------------------------|--------------------------------|--|---------------|
| لومی شنی Sandy loam | 138 | 70 | 0.062 | 0.84 | 0.02 | 8.5 |

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کودهای دامی، ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش مورد استفاده
Table 2- Chemical characteristics of manure, vermicompost and vermiwash used

| کودهای آلی Organic fertilizers | اسیدیته pH | هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹) | کربن آلی Organic carbon (%) | نیترژن کل Total N (%) | فسفر P (%) | پتاسیم K (%) |
|-----------------------------------|---------------|--|--------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------|
| کود دامی Manure | 8.3 | 6.78 | 22.6 | 1.05 | 0.31 | 0.58 |
| ورمی‌کمپوست Vermicompost | 7.7 | 5.1 | 17.3 | 1.68 | 0.749 | 3.48 |
| ورمی‌واش Vermiwash | 7.45 | 3.71 | 10.23 | 1.12 | 0.95 | 0.98 |

ورمی‌واش ۱۳- ورمی‌واش EM+ ۱۴- کود دامی ۴۰ تن در هکتار+ ورمی‌واش ۱۵- کود دامی ۴۰ تن در هکتار+ ورمی‌واش + EM و ۱۶- شاهد (عدم مصرف کود) بود. تیمارهای کود دامی و ورمی‌کمپوست در نسبت‌های ذکر شده پس از آماده‌سازی زمین، قبل از کاشت با خاک مخلوط شدند. تیمارهای ورمی‌واش و EM به دو روش ۱- همراه با سیستم آبیاری قبل و بعد گلدهی و ۲- به صورت محلول‌پاشی در طی دو مرحله در اواسط و اواخر اسفندماه ۱۳۹۲ مورد استفاده قرار گرفت. EM (ترکیبی آزاد و طبیعی از باکتری‌های فتوسنتزکننده، باکتری‌های

فاکتورهای آزمایشی شامل ۱- کود شیمیایی (حاوی ۱۲ درصد ازت از منبع اوره و نیترات، ۸ درصد فسفر، ۴ درصد پتاسیم و کلات‌های آهن، روی، منگنز و مس) ۲- کود دامی ۴۰ تن در هکتار ۳- کود دامی ۴۰ تن در هکتار+ EM ۴- کود دامی ۸۰ تن در هکتار ۵- کود دامی ۸۰ تن در هکتار+ EM ۶- ورمی‌کمپوست ۱۰ تن در هکتار ۷- ورمی‌کمپوست ۱۰ تن در هکتار+ EM ۸- ورمی‌کمپوست ۱۵ تن در هکتار ۹- ورمی‌کمپوست ۱۵ تن در هکتار+ EM ۱۰- ورمی‌کمپوست ۲۰ تن در هکتار ۱۱- ورمی‌کمپوست ۲۰ تن در هکتار+ EM ۱۲-

عملکرد بنه‌های دخترت زعفران به‌طور جداگانه در اندازه‌های کمتر از ۸ گرم و بیشتر از ۸ گرم از مساحتی معادل ۰/۱ مترمربع در هر کرت تعیین شد؛ و با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ توزین شدند. تجزیه واریانس و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش و رسم شکل‌های مربوطه با استفاده از نرم‌افزارهای SAS Ver.9.1 و Excel انجام شد. مقایسه‌ی میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد و بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و مقایسات گروهی انجام گرفت.

نتایج و بحث

تأثیر تیمارهای کودی بر تعداد بنه‌های دخترت زعفران در سال اول آزمایش

با وجود عدم معنی‌دار شدن اثر تیمارهای کودی بر تعداد کل بنه‌های دخترت، تعداد بنه‌های دخترت بیشتر از ۸ گرم و تعداد بنه‌های دخترت کمتر از ۸ گرم به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۳).

اسیدلاکتیک، مخمرها و EM.1 با بیش از یک میلیون (CFU/ml) به صورت تجاری تهیه گردید. EM بر اساس میزان توصیه شده با نسبت ۱:۱۰۰۰ همراه با آب آبیاری و جهت محلول‌پاشی بر روی برگ‌های زعفران از محلول ۱۰ درصد EM استفاده شد. ورمی‌واش نیز همراه با آب آبیاری به میزان هزار لیتر در هکتار (Ansari, 2008) به کرت‌های مورد نظر اضافه گردید و جهت محلول‌پاشی از محلول ۱۰ درصد ورمی‌واش استفاده شد. کود شیمیایی بعد از گلدهی به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار پس از تهیه محلول همراه با آب آبیاری به کرت‌های مورد نظر اضافه گردید و جهت محلول‌پاشی از نسبت ۷ کیلوگرم در هزار لیتر آب در هکتار در دو مرحله در اسفندماه ۱۳۹۲ استفاده شد.

آبیاری کرت‌های آزمایشی در هر دو سال طبق عرف منطقه انجام شد. به‌طوری که اولین آبیاری در اواسط مهرماه و دومین آبیاری بعد از برداشت گل‌ها در اواخر آبان ماه انجام شد. در اواخر اسفندماه و فروردین ماه نیز کرت‌های آزمایشی به‌صورت غرقابی آبیاری شدند. در پایان فصل رشد در خردادماه ۱۳۹۳ تعداد و

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه‌ی بنه‌ی زعفران

Table 3- Analysis of variance (mean of square) of saffron corm traits

| منابع تغییر Source of variance | درجه آزادی df | میانگین مربعات Mean of square | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|---|---------------------------------|--------------------------------|---|---------------------------------|--------------------------------|
| | | عملکرد بنه‌های دخترت Yield of replacement corm | | | تعداد بنه‌های دخترت Number of replacement corm | | |
| | | عملکرد کل Total yield | بیشتر از ۸ گرم More than 8 g | کمتر از ۸ گرم Less than 8 g | تعداد کل Total number | بیشتر از ۸ گرم More than 8 g | کمتر از ۸ گرم Less than 8 g |
| تکرار Replication | 2 | 5179 ^{ns} | 9165 ^{ns} | 1301 ^{ns} | 8.33 ^{ns} | 43.75 ^{ns} | 133.3 ^{ns} |
| کود Fertilizer | 15 | 281191 ^{**} | 53482 ^{**} | 4940 ^{**} | 60.00 ^{ns} | 500 ^{**} | 470 ^{**} |
| خطا Error | 30 | 6609 | 7296 | 534 | 68.33 | 79.30 | 48.88 |
| ضریب تغییرات (%) C.V. (%) | - | 15.7 | 21.6 | 18.8 | 13.97 | 25.90 | 28.20 |

ns, **, * : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌داری.

ns, * and **: non-significant, significant at 5% level and significant at 1% level, respectively.

محققین افزایش رشد و عملکرد گیاهان را در نتیجه کاربرد کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش را به آزادسازی آهسته‌ی عناصر غذایی به همراه اکسین و جیبرلین نسبت داد (Ansari, 2008).

با افزایش مقدار کود دامی از ۴۰ به ۸۰ تن در هکتار و افزایش مصرف ورمی‌کمپوست از ۱۰ به ۲۰ تن در هکتار، تعداد بنه‌های دختری بیشتر از ۸ گرم، به ترتیب به میزان ۵۰ و ۶۲ درصد افزایش و تعداد بنه‌های دختری کمتر از ۸ گرم، به ترتیب به میزان ۵۴ و ۷۰ درصد کاهش یافت ولی تغییرات معنی‌دار نبود (جدول ۶). برخی از محققین گزارش کردند که بیش‌ترین میزان وزن کل بنه، وزن و تعداد بنه‌های بالای ۸ گرم در اثر کاربرد کود دامی حاصل شد (Teimori et al., 2013). از جمله دلایلی که برای افزایش عملکرد گیاهان در اثر کاربرد کود آلی گزارش شده است می‌توان به افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، بهبود ساختار شیمیایی و فیزیکی بستر کاشت، تقویت فعالیت‌های شبه‌هورمونی و افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه در اثر کاربرد کود آلی، اشاره نمود (Bachman & Metzger, 2008).

نتایج مقایسات گروهی نشان داد که کاربرد EM همراه با مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست و کود دامی نسبت به مصرف مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست و کود دامی به تنهایی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش تعداد بنه‌های دختری بیشتر از ۸ گرم (۳۵ درصد)، و افزایش تعداد بنه‌های دختری کمتر از ۸ گرم (۳۹ درصد) شد. همچنین مصرف EM با سطوح مختلف ورمی‌کمپوست منجر به کاهش ۴۴ درصدی تعداد بنه‌های دختری بیشتر از ۸ گرم و افزایش ۵۹ درصدی تعداد بنه‌های دختری کمتر از ۸ گرم، نسبت به مصرف ورمی‌کمپوست به تنهایی نیز شد (جدول ۴). نتایج حاکی از آن است که مصرف EM فقط زمانی که با دو تیمار کود دامی ۴۰ تن در

در بین تیمارهای کودی مورد مطالعه در این آزمایش، بیش‌ترین افزایش در تعداد بنه‌های دختری بیش‌تر از ۸ گرم، در نتیجه کاربرد کود شیمیایی، مصرف ورمی‌واش و کود دامی ۴۰ تن در هکتار + ورمی‌واش + EM مشاهده شد؛ به‌طوری‌که تیمارهای ذکر شده در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش تعداد بنه‌های دختری بیشتر از ۸ گرم به ترتیب تا ۷۰، ۶۰ و ۶۰ درصد شد. همچنین در تیمارهای ذکر شده، به ترتیب تا ۸۹، ۸۹ و ۸۴ درصد از تعداد کل بنه‌های تولیدی دارای وزنی بیشتر از ۸ گرم بوده و بنه‌های دختری کمتر از ۸ گرم به ترتیب ۱۱، ۱۱ و ۱۶ درصد از تعداد کل بنه‌ها را دارا بودند (جدول ۶). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2014a) نیز در نتیجه مصرف کود دامی و شیمیایی، افزایش تعداد بنه‌های دختری در اندازه‌های ۴، ۱ تا ۸ و بیش از ۸ گرم را در مقایسه با شاهد مشاهده نمودند. گوتیرز-مسیلی و همکاران (Gutierrez-Miceli et al., 2011) گزارش کردند که رشد گیاه در غلظت‌های بالای ورمی‌کمپوست و عصاره ورمی‌کمپوست کاهش پیدا می‌کند ولی غلظت‌های پایین عصاره ورمی‌کمپوست اثر تحریک‌کنندگی بر رشد گیاه دارد به‌طوری‌که حداکثر ساقه، ریشه و وزن خشک تربچه^۱ در بستر ۱۰ درصد وزنی ورمی‌کمپوست و غلظت ۱۵ درصد عصاره ورمی‌کمپوست حاصل شد. اگزو و همکاران (Xu et al., 2000) گزارش کردند که تلقیح EM به کودهای آلی باعث افزایش رشد گیاه و عملکرد گوجه فرنگی شد.

تیمارهای کود شیمیایی، ورمی‌واش، کود دامی ۴۰ تن در هکتار + ورمی‌واش + EM، ورمی‌کمپوست ۲۰ تن در هکتار و ورمی‌واش + EM، کمترین تعداد بنه‌های دختری کمتر از ۸ گرم در واحد سطح (به ترتیب ۶، ۶، ۱۰، ۱۰ و ۱۰) را تولید کردند و از این نظر در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۶). برخی از

1- *Raphanus sativus* L.

بیولوژیک افزایش پیدا کرد در حالی که در سطوح ۷,۵ و ۱۵ تن کود دامی با افزایش دفعات مصرف مواد بیولوژیک از ۳ به ۵ نوبت، کاهش عملکرد بیولوژیک مشاهده شد؛ که با نتایج این تحقیق (افزایش صفات مورد بررسی زعفران در نتیجه کاربرد EM با ۴۰ تن در هکتار کود دامی و کاهش صفات مورد بررسی در نتیجه کاربرد EM با سطوح بالاتر کود دامی و ورمی کمپوست) مطابقت داشت.

بر اساس نتایج مقایسات گروهی تیمارها، مصرف کود شیمیایی نسبت به کودهای آلی دامی و ورمی کمپوست تأثیر بیشتری در افزایش تعداد بنه‌های دختری بیشتر از ۸ گرم داشت به طوری که کود شیمیایی نسبت به کودهای دامی و ورمی کمپوست به ترتیب باعث افزایش ۷۰ و ۵۹ درصدی تعداد بنه‌های دختری بیشتر از ۸ گرم شد (جدول ۴).

هکتار+ورمی‌واش و کود دامی ۴۰ تن در هکتار مورد استفاده قرار گرفت باعث افزایش تعداد بنه‌های دختری بیشتر از ۸ گرم شد و در سایر موارد برهمکنش EM با تیمارهای کودی باعث کاهش تعداد بنه‌های دختری بیشتر از ۸ گرم شد (جدول ۴).

زارع فیض‌آبادی و همکاران (Zarea Feizabadi et al., 2012) در بررسی تأثیر توام کود دامی و مواد بیولوژیک بر خصوصیات کمی گندم نان، گزارش کردند که تأثیر مواد بیولوژیک (ترکیبی از ۸۰ گونه میکروارگانیسم مفید هوازی و بی هوازی شامل سه گروه اصلی باکتری‌های فتوسنتزکننده، باکتری‌های اسیدلاکتیک و مخمرها)، در افزایش محصول در خاک‌های حاصل خیز کمتر مشهود بوده و با کاهش حاصلخیزی نقش مواد بیولوژیک در افزایش عملکرد پررنگ‌تر می‌شود. به طوری که در تیمار ۷,۵ تن در هکتار کود دامی با افزایش دفعات مصرف مواد بیولوژیک از صفر به ۳ نوبت، عملکرد

جدول ۴- مقایسه گروهی میانگین تیمارهای کودی تعداد بنه‌های دختری

Table 4- Orthogonal contrast of mean of number of replacement corm

| مقایسات گروهی Orthogonal contrast | مقایسه گروه ۱ در برابر گروه کودی ۲ Comparison fertilizer group 1 versus fertilizer group 2 | | تعداد بنه‌های دختری زعفران Number of replacement corm | |
|--------------------------------------|--|---|--|--------------------------------|
| | گروه کودی ۱ Fertilizer group 1 | گروه کودی ۲ Fertilizer group 2 | بیشتر از ۸ گرم More than 8 g | کمتر از ۸ گرم Less than 8 g |
| مقایسه ۱ Contrast1 | کود شیمیایی Chemical fertilizer | کود دامی (۴۰ و ۸۰ تن در هکتار) Manure (40,80 t.ha ⁻¹) | (+70)** | (-75)** |
| مقایسه ۲ Contrast2 | کود شیمیایی Chemical fertilizer | ورمی کمپوست (۱۰ و ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) Vermicompost (10,15,20 t.ha ⁻¹) | (+59)** | (-73)* |
| مقایسه ۳ Contrast3 | کود ورمی کمپوست ۲۰ تن در هکتار Vermicompost 20 t.ha ⁻¹ | کود دامی ۸۰ تن در هکتار 80 ton.ha ⁻¹ Manure | (+8) ^{ns} | (-4) ^{ns} |
| مقایسه ۴ Contrast 4 | ورمی کمپوست ۱۰ تن در هکتار Vermicompost 10 t.ha ⁻¹ | کود دامی ۴۰ تن در هکتار 40 t.ha ⁻¹ Manure | (0) ^{ns} | (-9) ^{ns} |
| مقایسه ۵ Contrast 5 | ورمی کمپوست (۱۰ و ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) EM + (هکتار) Vermicompost (10,15,20 t.ha ⁻¹)+EM | ورمی کمپوست به تنهایی (۱۰ و ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) Vermicompost (10,15,20 t.ha ⁻¹) | (-44)** | (+59)** |
| مقایسه ۶ Contrast6 | کودهای ورمی کمپوست و دامی+EM Vermicompost and Manure +EM | مصرف کودهای ورمی کمپوست و دامی به تنهایی Vermicompost and Manure | (-35)** | (+39)** |

ns, * و **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ است.

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده درصد افزایش (+) یا کاهش (-) صفات مورد مطالعه‌ی گل زعفران است.

ns, * and ** represent non-significant, significant at 5% and 1% level of probability, respectively.

Numbers in parentheses indicate the percentage increase (+) or decrease (-) of saffron flower traits.

(Arancon et al., 2005; Ortega & Fernandez, 2007). انصاری و همکاران (Ansari et al., 2015) عنوان نمودند ورمی‌واش به‌طور قابل توجهی حاوی مواد معدنی و عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم است که باعث بهبود رشد گیاه می‌شود همچنین نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی ورمی‌واش در بررسی نامبردگان نشان داد عناصر ضروری برای رشد گیاه به مقدار کافی در ورمی‌واش وجود داشته است که منجر به افزایش رشد ریشه و تعداد برگ در گیاه گوش فیل (تارو)^۱ شد.

با افزایش مصرف کود دامی از ۴۰ به ۸۰ تن در هکتار و افزایش مصرف ورمی کمپوست از ۱۰ به ۲۰ تن در هکتار، عملکرد کل بانه به ترتیب ۳۱ و ۲۱ درصد و عملکرد بانه‌های دختری بیش‌تر از ۸ گرم، به ترتیب ۵۱ و ۴۷ درصد افزایش یافت اگرچه این افزایش معنی‌دار نبود (جدول ۶). محمدپور و همکاران (Mohammad poor et al., 2013) در بررسی اثرات دور آبیاری و کودهای مختلف بر عملکرد زعفران، گزارش کردند بیشترین میزان عملکرد زعفران در نتیجه مصرف ورمی کمپوست حاصل شد. سرعت کند آزاد شدن عناصر غذایی از کود ورمی کمپوست مطابق با رشد چند ساله زعفران است. ورمی کمپوست حاوی مواد بیولوژیک فعال هستند که همانند تنظیم‌کننده‌های رشد عمل می‌کنند (Krishnamoorthy et al., 1986). کودهای حیوانی سبب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک نظیر هوادهی بهتر، ظرفیت نگهداری رطوبت بالاتر و بهبود تبادل عناصر غذایی در خاک می‌شوند (Coleman & Crossley, 1995).

نتایج مقایسات گروهی نشان داد که کاربرد EM همراه با مقادیر مختلف ورمی کمپوست و کود دامی نسبت به مصرف مقادیر مختلف ورمی کمپوست و کود دامی به‌تنهایی به‌طور

تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد بانه‌های دختری زعفران در سال اول آزمایش

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای کودی بر عملکرد بانه‌های دختری معنی‌دار بود (جدول ۳). در بین تیمارهای کودی مورد مطالعه در این آزمایش، بیش‌ترین عملکرد کل بانه‌های دختری زعفران در تیمارهای کود شیمیایی (۷۱۵ گرم در مترمربع)، کود دامی ۴۰ تن در هکتار + ورمی‌واش + EM (۶۵۹ گرم در مترمربع) و تیمار ورمی‌واش (۶۴۳ گرم در مترمربع) مشاهده شد. همچنین تیمارهای کود شیمیایی، ورمی‌واش و کود دامی ۴۰ تن در هکتار + ورمی‌واش + EM بیش‌ترین تأثیر را در افزایش عملکرد بانه‌های دختری بیش‌تر از ۸ گرم داشت به‌طوری که سهم عملکرد بانه‌های دختری بیش‌تر از ۸ گرم را به ترتیب تا ۹۲، ۹۰ و ۸۷ درصد افزایش دادند (جدول ۶). رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013a) در بررسی اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد گل و بانه‌های دختری زعفران، گزارش کردند که تیمارهای کود شیمیایی دلفارد و بیوآمینوپالیز بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد کل بانه‌های دختری در مقایسه با شاهد داشتند، همچنین اثر تیمارهای دلفارد و بیوآمینوپالیز در افزایش عملکرد بانه‌های ۸،۱ تا ۱۲ و بیش از ۱۲ گرم نیز بیش از سایر تیمارها بود. اثر مثبت کاربرد کود دلفارد-اختصاصی زعفران- را می‌توان ناشی از فرمولاسیون این کود و در نتیجه تأمین نسبتاً متناسب عناصر غذایی پرمصرف نیتروژن (از منبع اوره)، فسفر و عناصر کم‌مصرف مانند آهن آن دانست. افزایش عملکرد بانه زعفران در نتیجه مصرف ورمی‌واش را شاید بتوان به حضور اسیدهای هیومیک و عناصر غذایی در ورمی‌واش نسبت داد. عصاره ورمی کمپوست حاوی مقادیر زیادی اسیدهای هیومیک و فولیک‌اسید است که باعث تحریک جذب عناصر غذایی میکرو و ماکرو می‌شود و منجر به بهبود رشد و توسعه گیاهان می‌شود

معنی داری باعث کاهش عملکرد کل بنه‌های دختری و عملکرد بنه‌های دختری بیش‌تر از ۸ گرم به ترتیب به میزان ۱۴ و ۳۱ درصد و افزایش ۴۷ درصدی عملکرد بنه‌های دختری کم‌تر از ۸ گرم شد. همچنین مصرف EM با مقادیر مختلف ورمی کمپوست باعث کاهش ۳۹ درصدی عملکرد بنه‌های دختری بیش‌تر از ۸ گرم نسبت به مصرف ورمی کمپوست به تنهایی نیز شد (جدول ۵). طبق نظر باجوا و همکاران (Bajwa et al., 1999) رقابت میکروارگانیزم‌های موجود در ترکیب EM با میکروارگانیزم‌های موجود در خاک باعث کاهش رشد و عملکرد محصول زراعی می‌گردد.

جدول ۵- مقایسه گروهی میانگین تیمارهای کودی عملکرد بنه‌های دختری
Table 5- Orthogonal contrast of mean of yield of replacement corm

| مقایسات گروهی Orthogonal contrast | مقایسه گروه کودی ۱ در برابر گروه کودی ۲ Comparison fertilizer group 1 versus fertilizer group 2 | | عملکرد بنه‌های دختری زعفران Yield of replacement corm | | |
|--------------------------------------|--|---|--|---------------------------------|--------------------------------|
| | گروه کودی ۱ Fertilizer group 1 | گروه کودی ۲ Fertilizer group 2 | عملکرد کل Total yield | بیشتر از ۸ گرم More than 8 g | کمتر از ۸ گرم Less than 8 g |
| مقایسه ۱ Contrast1 | کود شیمیایی Chemical fertilizer | کود دامی (۴۰ و ۸۰ تن در هکتار) Manure (40,80 t.ha ⁻¹) | (+45)** | (+72)** | (-47)** |
| مقایسه ۲ Contrast2 | کود شیمیایی Chemical fertilizer | ورمی کمپوست (۱۰ و ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) Vermicompost (10,15,20 t.ha ⁻¹) | (+35)** | (+59)** | (-49)** |
| مقایسه ۳ Contrast3 | کود ورمی کمپوست ۲۰ تن در هکتار Vermicompost 20 t.ha ⁻¹ | کود دامی ۸۰ تن در هکتار 80 t.ha ⁻¹ Manure | (+1) ^{ns} | (+3) ^{ns} | (-8) ^{ns} |
| مقایسه ۴ Contrast 4 | ورمی کمپوست ۱۰ تن در هکتار Vermicompost 10 t.ha ⁻¹ | کود دامی ۴۰ تن در هکتار 40 t.ha ⁻¹ Manure | (+9) ^{ns} | (+5) ^{ns} | (+20) ^{ns} |
| مقایسه ۵ Contrast 5 | ورمی کمپوست (۱۰ و ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) + EM Vermicompost (10,15,20 t.ha ⁻¹)+EM | ورمی کمپوست به تنهایی (۱۰ و ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) Vermicompost (10,15,20 t.ha ⁻¹) | (-18)* | (-39)** | (+57)** |
| مقایسه ۶ Contrast6 | کودهای ورمی کمپوست و دامی + EM Vermicompost and Manure +EM | مصرف کودهای ورمی کمپوست و دامی به تنهایی Vermicompost and Manure | (-14)* | (-31)** | (+47)** |

ns, * و ** به ترتیب عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ است.

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده درصد افزایش (+) یا کاهش (-) صفات مورد مطالعه‌ی گل زعفران است.

ns, * and ** represent non-significant, significant at 5% and 1% level of probability, respectively.

Numbers in parentheses indicate the percentage increase (+) or decrease (-) of saffron flower traits.

عناصر غذایی به دلیل رقابت میکروارگانیزم‌های خاک با میکروارگانیزم‌های موجود در ترکیب EM از طریق مصرف خاکی و محلول‌پاشی ورمی‌واش جبران شده و مصرف ورمی‌واش به صورت محلول‌پاشی به عنوان مکمل روش خاکی باعث جذب سریع و مستقیم عناصر غذایی از طریق اندام‌های هوایی شده و در نهایت باعث افزایش صفات مورد مطالعه‌ی بنه‌ی زعفران در این تیمار کودی شده است.

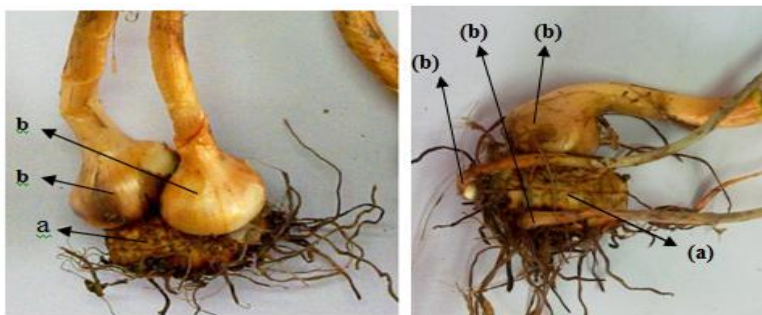
بر اساس نتایج مقایسات گروهی تیمارها، مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست با مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی،

نتایج حاکی از آن است که مصرف EM تنها زمانی که با تیمار کودی، کود دامی ۴۰ تن در هکتار + ورمی‌واش مورد استفاده قرار گرفت به‌طور معنی داری باعث افزایش عملکرد کل بنه‌های دختری و عملکرد بنه‌های دختری بیش‌تر از ۸ گرم شد. ورمی‌واش به‌طور قابل توجهی حاوی مواد معدنی و عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم است که باعث بهبود رشد گیاه می‌شود همچنین نتایج تجزیه شیمیایی ورمی‌واش نشان داد عناصر ضروری برای رشد گیاه به مقدار کافی در ورمی‌واش وجود دارد. به نظر می‌رسد کاهش دسترسی گیاه به

افزایش در اندازه بنه، عمدتاً باعث افزایش تعداد بنه‌های دختره در واحد سطح می‌شود (Rezvani Moghaddam et al., 2014 b; Koocheki et al., 2013) مطابقت نداشت. که امکان دارد با توجه به اینکه در ماه‌های آذر تا اواخر اسفند کرت‌های آزمایشی طبق عرف منطقه آبیاری نشدند و تأمین نیاز آبی گیاه متکی بر نزولات آسمانی بود و با توجه به کاهش میزان بارندگی در پاییز و زمستان ۱۳۹۲، شاید کمبود میزان رطوبت خاک باعث ایجاد رقابت بین جوانه‌های رویشی در بنه‌ی مادری شده و بنابراین تعداد جوانه‌های رویشی فعال شده در هر بنه کاهش یافته و کاهش تعداد جوانه‌ها موجب کاهش رقابت بین جوانه‌ها برای مصرف مواد غذایی شده و بنابراین سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی و مواد ذخیره شده در بنه مادری به جوانه‌های باقیمانده اختصاص می‌یابد که در نتیجه تعداد بنه‌های دختره کم‌تر اما با وزن بیش‌تر تولید می‌شود (شکل ۱). همچنین به نظر می‌رسد عدم وجود رطوبت کافی منجر به ایجاد اختلال در انتقال عناصر غذایی از بنه‌ی مادری به جوانه‌ها شده و بنابراین اکثر جوانه‌های رویشی قادر به تولید بنه دختره نبوده و این امر باعث کاهش تعداد بنه‌های دختره در هر بنه‌ی مادری و در نتیجه افزایش تعداد بنه‌های دختره بیش‌تر از ۸ گرم شده است.

همچنین مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در برابر مصرف ۸۰ تن در هکتار کود دامی از نظر عملکرد بنه‌های دختره معنی‌دار نشد و نتایج یکسانی را در برداشت. مصرف کود شیمیایی نسبت به کودهای آلی دامی و مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست تأثیر بیشتری در افزایش عملکرد کل بنه‌های دختره و عملکرد بنه‌های دختره بیش‌تر از ۸ گرم شد داشت به‌طوری‌که کود شیمیایی نسبت به کودهای دامی و ورمی‌کمپوست به ترتیب باعث افزایش ۴۵ و ۳۵ درصدی عملکرد کل بنه‌های دختره و افزایش ۷۲ و ۵۹ درصدی عملکرد بنه‌های دختره بیش‌تر از ۸ گرم شد (جدول ۵).

بر اساس میانگین کل، ۵۸ درصد تعداد بنه‌های دختره، دارای وزنی بیش‌تر از ۸ گرم بودند و ۴۲ درصد تعداد بنه‌های دختره، دارای وزنی کم‌تر از ۸ گرم بودند (جدول ۵). همچنین ۷۶ درصد عملکرد بنه‌ها، مربوط به بنه‌های دختره با وزن بیش‌تر از ۸ گرم بود و ۲۴ درصد عملکرد مربوط به بنه‌های دختره با وزن کم‌تر از ۸ گرم بود (جدول ۶)؛ که با نتایج برخی از محققین که گزارش کردند که گیاه زعفران در سال اول، بیشتر انرژی خود به جای افزایش در اندازه هر بنه دختره، به تولید بیش‌تر بنه‌های دختره اختصاص می‌دهد و مصرف انواع کودهای آلی در سال‌های ابتدایی پس از کاشت بنه، به جای



شکل ۱- تشکیل و رشد بنه‌های دختره زعفران در سطح بنه مادری گیاه. a: بنه مادری، b: بنه‌های دختره زعفران
Figure 1- Saffron corm formation and growth in the mother corm plant. a: Mother corm, b: Daughter corms.

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه‌ی بنه دختره زعفران تحت تأثیر تیمارهای کودی
Table 6- Mean comparison of corm traits of saffron as affected by applications of fertilizer treatments

| تیمارهای کودی Fertilizer Treatments | عملکرد بنه‌های دختره Yield of replacement corms (g.m ⁻²) | | | تعداد بنه‌های دختره در واحد سطح Number of replacement corms per m ² | |
|---|---|---------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|
| | عملکرد کل Total yield | بیشتر از ۸ گرم More than 8 g | کمتر از ۸ گرم Less than 8 g | بیشتر از ۸ گرم More than 8 g | کمتر از ۸ گرم Less than 8 g |
| | | | | | |
| شاهد (عدم مصرف کود) Control (no fertilizer application) | 510 ^{bcd} | 355 (70%) ^{cdefg} | 155 (30%) ^{abc} | 33.3 (52.63%) ^{cdef} | (47.37%) ^a 30 |
| کود شیمیایی Chemical fertilizer | 715 ^a | 658 (92%) ^a | (8%) ^g 57 | 56.6 (89.47%) ^a | 6.6 (10.53%) ^c |
| کود دامی ۴۰ تن در هکتار 40 t.ha ⁻¹ Manure | 425 ^{cde} | 305 (72%) ^{defg} | 120 (28%) ^{cde} | 26.6 (42.11%) ^{cdef} | 36.6 (57.89%) ^a |
| کود دامی ۴۰ تن در هکتار + EM 40 t.ha ⁻¹ + EM Manure | 519 ^{bcd} | 399 (77%) ^{cdef} | 119 (23%) ^{cde} | 33.3 (55.55%) ^{cdef} | (^{ab} ۴۴،۴۵26.6 (|
| کود دامی ۴۰ تن در هکتار + ورمی‌واش Vermiwash+40 t.ha ⁻¹ Manure | 418 ^{cde} | 296 (71%) ^{efg} | 122 (29%) ^{cde} | (43.75%) ^{edf} 23.3 | 30 (56.25%) ^a |
| کود دامی ۴۰ تن در هکتار + ورمی‌واش + EM Vermiwash+EM +40 t.ha ⁻¹ Manure | 659 ^{ab} | 573 (87%) ^{ab} | 87 (13%) ^{fg} | (84.21%) ^{ab} 53.3 | 10 (15.79%) ^c |
| کود دامی ۸۰ تن در هکتار 80 t.ha ⁻¹ Manure | 558 ^{bcd} | 461 (83%) ^{bcd} | 97 (17%) ^{fg} | (70.58%) ^{abcd} 40 | 16.6 (29.41%) ^{bc} |
| کود دامی ۸۰ تن در هکتار + EM 80 t.ha ⁻¹ + EM Manure | 401 ^e | 232 (58%) ^g | 168(42%) ^{ab} | (37.5%) ^{ef} 20 | 33.3 (62.50%) ^a |
| ورمی کمپوست ۱۰ تن در هکتار Vermicompost 10 t.ha ⁻¹ | 465 ^{cde} | 321 (69%) ^{cdefg} | 144 (31%) ^{bcd} | 26.6 (44.45%) ^{cdef} | 33.3 (55.55%) ^a |
| ورمی کمپوست ۱۰ تن در هکتار + EM Vermicompost 10 t.ha ⁻¹ +EM | 445 ^{cde} | 285 (64%) ^{fg} | 160 (36%) ^{abd} | (36.84%) ^{edf} 23.3 | 40 (63.16%) ^a |
| ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار Vermicompost 15 t.ha ⁻¹ | 556 ^{bcd} | 449 (81%) ^{bcd} | 107 (19%) ^{fde} | (55%) ^{bcd} 36.6 | 30 (44.99%) ^a |
| ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار + EM Vermicompost 15 t.ha ⁻¹ +EM | 405 ^{de} | 215 (53%) ^g | 190 (47%) ^a | (29.42%) ^f 16.6 | 40 (70.58%) ^a |
| ورمی کمپوست ۲۰ تن در هکتار Vermicompost 20 t.ha ⁻¹ | 563 ^{bcd} | 474 (84%) ^{bc} | 89 (16%) ^{feg} | (81.25%) ^{abc} 43.3 | 10 (18.75%) ^c |
| ورمی کمپوست ۲۰ تن در هکتار + EM Vermicompost 20 t.ha ⁻¹ +EM | 444 ^{cde} | 260 (59%) ^{fg} | 184 (41%) ^{ab} | (35.29%) ^{ef} 20 | 36.6 (64.70%) ^a |
| ورمی‌واش Vermiwash | 643 ^{ab} | 578(90%) ^{ab} | 65 (10%) ^{fg} | (88.88%) ^{ab} 53.3 | 6.6 (11.11%) ^c |
| ورمی‌واش + EM Vermiwash+EM | 567 ^{bc} | 466 (82%) ^{bcd} | 101 (18%) ^{fdeg} | 81.25%) ^{abc} (43.3 | 10 (18.75%) ^c |
| میانگین Average | 518 | 395 (76.3%) | (23.7%) 123 | 34.3 (58.10%) | 24.7(41.89%) |

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$).

جذب عناصر غذایی و مصرف مواد ذخیره شده در بنه، کاهش تعداد جوانه موجب کاهش رقابت بین جوانه‌ها و در نتیجه بنه‌های جانبی کمتر اما با وزن بیشتر تولید می‌شود (Molina et al., 2004).

نتیجه‌گیری

بررسی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد بیش‌ترین

ثابت تیموری و همکاران (Teimori et al., 2010)، در بررسی اثر تنش خشکی، اندازه و پوشش بنه بر خصوصیات مورفولوژیک و یولوژیکی زعفران در شرایط گلخانه، گزارش کردند در تنش‌های خشکی، به دلیل عدم وجود رطوبت کافی در محیط ریشه، جوانه‌های رویشی فعال نشده و انتقال عناصر غذایی از بنه به جوانه‌ها نیز به دلیل عدم وجود آب میسر نمی‌باشد. برخی از محققین بیان نمودند با توجه به وجود رقابت بین جوانه‌ها برای

زمانی که با کود دامی ۴۰ تن در هکتار+ ورمی‌واش مورد استفاده قرار گرفت به‌طور معنی‌داری باعث افزایش صفات مورد مطالعه‌ی بنه‌ی زعفران شد. مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با مصرف ۸۰ تن در هکتار کود دامی، همچنین مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی از نظر صفات مورد بررسی بنه‌ی زعفران برابری کرد و نتایج یکسانی را در برداشت.

سپاسگزاری

قسمتی از بودجه این طرح (کد ۲۷۹۰۷) از محل اعتبار پژوهش معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

افزایش در عملکرد کل بنه‌های دختری، عملکرد بنه‌های دختری بیش‌تر از ۸ گرم و تعداد بنه‌های دختری بیش‌تر از ۸ گرم در نتیجه‌ی کاربرد کود شیمیایی حاصل شد که این تأثیر با اثر کاربرد کود دامی ۴۰ تن در هکتار+ ورمی‌واش+EM و همچنین تیمار کودی ورمی‌واش برابری کرد. بنابراین با جایگزین کردن تیمار کود دامی ۴۰ تن در هکتار+ ورمی‌واش+EM می‌توان در راستای دستیابی به اصول کشاورزی پایدار کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی را در آینده برای بوم‌نظام‌های زراعی کشور به ارمغان آورد. بر اساس نتایج مقایسات گروهی کاربرد EM با کودهای آلی ورمی‌کمپوست و کود دامی نسبت به مصرف ورمی‌کمپوست و کود دامی به‌تنهایی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش صفات مورد بررسی بنه زعفران شد. کاربرد EM، فقط

منابع

- Ansari A.A. 2008. Effect of vermicompost and Vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). World Journal of Agricultural Sciences 4 (5): 554-557.
- Ansari, A.A., Pereira, M., and Jaikishun, S. 2015. Effect of vermiwash obtained from different sources (neem, rice straw and bagasse) and standardized hydroponics solution on the growth of *Colocasia esculenta* (Australian Poi) in Guyana. American journal of experimental agriculture 7 (5): 275-283.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., and Lucht C. 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiologia 49: 297-306.
- Bachman, G.R., and Metzger, J.D. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource Technology 99: 3155-3161.
- Bajwa, R., Javaid, A., and Rabbani, N. 1999. EM and VAM technology in Pakistan. VII: Effect of organic amendments and effective microorganisms (EM) on VA mycorrhiza, nodulation and crop growth in *Trifolium alexandrianum* L. Pakistan Journal of Biological Sciences 2: 590-593.
- Coleman, D.C., and Crossley, D.A. 1995. Fundamentals of soil ecology. Academic Press, San Diego and London.
- Eghball, B. 2002. Soil properties as influence by phosphorus and nitrogen-based manure and compost application. Agronomy journal 94: 128-135.
- Daiss, N., Lobo, M.G., Socorro, A.R., Brückner, U., Heller, J., and Gonzalez, M. 2008. The effect of three organic pre-harvest treatments on Swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. *cycla* L.) quality. European Food Research and Technology 226: 345-353.
- Daly, M.J., and Stewart, D.P.C. 1999. Influence of effective microorganisms (EM) on vegetative production and carbon mineralization- a

- preliminary investigation. *Journal of Sustainable Agriculture* 14: 15-25.
- Gutierrez-Miceli, F.A., Oliva Llaven, M.A., Nazar, P.M., Sesma, B.R., Alvarez-Solis, J.D., and Dendooven, L. 2011. Optimization of vermicompost and worm-bed leachate for the organic cultivation of radish. *Journal of plant nutrition* 34: 1642-1653.
- Higa, T. 2000. What is EM technology?. *EM World Journal* 1: 1-6.
- Higa, T., and Wididana, A.N. 1991. Changes in the soil micro flora induced by effective microorganisms. p. 153-162. In: Parr, J.F., Hornick, S.B., and Whitman, C.E. (ed.), *Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming*. U.S. Department of Agriculture, Washington. D.C., USA.
- Hussain, T., Anjum, A.D., and Tahir, J. 2002. Technology of beneficial microorganisms. *Nature Farming and Environment* 3: 1-14.
- Javaid, A., and Shah, M.B.M. 2010. Growth and yield response of wheat to EM (effective microorganisms) and parthenium green manure. *African journal of biotechnology* 9 (23): 3373-3381.
- Khaliq, A., Abbasi, M.K., and Hussain, T. 2006. Effect of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technology* 97: 967-972.
- Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., and Seyyedi, S.M. 2014a. The effects of mother corm size, manure and chemical fertilizers on replacement corm criteria and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research* 2 (1): 34-46. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., Seyyedi, S.M., Azizi, H., and Shahriyari, R. 2014b. The effects of mother corm size, organic fertilizers and micronutrient foliar application on corm yield and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy and Technology* 2 (1): 3-16. (In Persian with English summary).
- Krishnamoorthy, R.V., and Vajranabhiah, S.N. 1986. Biological activity of earthworm Casts an assessment of plant growth promoter levels in casts. *Proceedings of Indian academy of Sciences (animal Science)* 95: 341-351.
- Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S. 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. *Food Reviews International* 25: 44-85.
- Melnyk, J.P., Wang, S., and Marcone, M.F. 2010. Chemical and biological properties of the world's most expensive spice: Saffron. *Food Research International* 43: 1981-1989.
- Mohammad poor, J., Ghodsi, M.R., Esmi, R., Shariatmadadi, Z., Adib, M.R., and Jahedi poor, S. 2013. Evaluate the effects of irrigation and fertilization on morphological traits and yield of saffron crops. *Second National Conference on the latest scientific achievements of saffron*. 8 December 2013. Torbat Heydarieh, Iran. (In Persian).
- Ortega, R., and Fern´andez, M. 2007. Agronomic evaluation of liquid humus derived from earthworm humic substances. *Journal of Plant Nutrition* 30: 2091-2104.
- Rashed Mohassel, M.H., Azizi, G., and Sabet Teimouri, M. 2006. Investigation on saffron reaction to mineral and organic fertilizers. *Book of Abstracts. 2nd International Symposium on saffron biology and technology*, 28-30 October 2006. Mashhad, Iran. (In Persian).
- Rezaian, S., and Paseban, M. 2006. The effect of micronutrients and manure fertilizers on the quantity and quality of Khorasan saffron. In *Proceedings 2nd International yposium on Saffron Biology and Technology*. 28-30

- October 2006. Mashhad, Iran. (In Persian).
- Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A. Molafilabi, A., and Seyyedi, M. 2013a. Effect of biological and chemical fertilizers on replacement corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 15 (3): 234-246. (In Persian with English Summary).
- Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S., Amin Ghafari, A., and Shabahang, J. 2013. Evaluation of growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) affected by spent mushroom compost and corm density. Journal of Saffron Research 1 (1): 13-26. (In Persian with English Summary).
- Suthr, S. 2010. Evidence of plant hormone like substances in vermiwash: An ecologically safe option of synthetic chemicals for sustainable farming. Ecological Engineering 36: 1089-1092.
- Teimori, M., Kafi, M., Orseji, Z., and Oreji, K. 2010. Effect of drought stress, the size and coverage of corms on morphoec physiological characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) in greenhouse . Journal of Agroecology 2 (2): 323-334. (In Persian).
- Teimori, S., Behdani, M.A., Ghaderi, M.G., and 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 (1): 36-47. (In Persian with English summary).
- Xu, H., Wang, R., and Mridha, M.A.U. 2000. Effects of organic fertilizers and a microbial inoculant on leaf photosynthesis and fruit yield and quality of tomato plants. Journal of Crop Production 3 (1): 173-182.
- Yan, P.S., and Xu, H.L. 2002. Influence of EM Bokashi on nodulation, physiological characters and yield of peanut in nature farming fields. Journal of Sustainable Agriculture 19: 105-112.
- Yasmin, S., and Nehvi, F.A. 2013. Saffron as a valuable spice: A comprehensive review. African Journal of Agricultural Research 8 (3): 234-242.
- Zanzucchi, C. 1987. Research carried out by the consorzio comunale paramensi on saffron (*Crocus sativus* L.). pp. 347-395.
- Zarea Feizabadi, A., Jamali, S.M., Taheri, Gh., and Khazaei, H., 2012. Effect of manure and biological substrate on quantitative characteristics of bread wheat (*Triticum aestivum*). Journal of Agroecology 2 (1): 63-74. (In Persian with English summary).

The effect of organic fertilizers and effective microorganisms (EM) on replacement corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.)

Saeideh Madahi¹, Madahi Parsa^{2*}, Morteza Goldaniand¹ and Mohamad Kafi³

Submitted: 22 August, 2015

Accepted: 19 December, 2016

Madahi, S., Parsa, M., Goldani, M., and Kafi, M. 2017. The Effect of Organic Fertilizers and Effective Microorganisms (EM) on Replacement Corm Criteria of Saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy & Technology 5(1): 37-49.

Abstract

An experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications at a field located in the Rivash town in the Khorasan Razavi province during the growing season 2013-2014 in order to compare and evaluate the effects of chemical fertilizer (Containing 12% N from Urea and nitrate sources, 8% P, 4%K and also Zn, Cu, Mg, Fe, Chelates), vermiwash and different levels of manure and vermicompost fertilizer with the use of biological EM (effective microorganisms) on the characteristics of corm in Saffron. Treatments included: 1.fertilizer chemical (containing 12% nitrogen from urea and nitrate, %8-P, 4% potassium and chelates together iron, zinc, manganese and copper) 2.Manure 40 t.ha⁻¹, 3.manure 40 t.ha⁻¹ + EM, 4.manure 80 t.ha⁻¹, 5.manure 80 t.ha⁻¹ + EM, 6.vermicompost 10 t.ha⁻¹, 7.vermicompost 10 t.ha⁻¹ + EM, 8.vermicompost 15 t.ha⁻¹, 9.vermicompost 15 t.ha⁻¹ + EM 10.vermicompost 20 t.ha⁻¹, 11.vermicompost 20 t.ha⁻¹ + EM, 12.vermiwash, 13.vermiwash+ EM, 14.Manure 40 t.ha⁻¹+ vermiwash, 15.Manure 40 t.ha⁻¹ + vermiwash + EM, 16.Control (no fertilizer application). The results of analysis of variance showed a significant effect of treatments on all of the characteristics with the exception of the total number of saffron corms. The results indicated that the highest increase in total yield of corm (715 g.m⁻²), corm number more than 8 grams (57 corms.m⁻²), was obtained as a result of the use of chemical fertilizers and was equal to the combined application of Manure 40 t.ha⁻¹+ vermiwash + EM. The orthogonal comparisons showed that the use of EM with vermicompost and manure versus using vermicompost and manure alone significantly reduced the traits of saffron.

Keywords: Biological fertilizer, Saffron stigma, Vermicompost, Vermiwash.

1 - M.Sc. Student of AgroEcology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

2 - Associate Professor Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3 - Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

(*-Corresponding author Email: parsa@ferdowsi.um.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2016.34377.1110

The effect of organic fertilizers and effective microorganisms (EM) on replacement corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.)

Saeideh Madahi¹, Madahi Parsa^{2*}, Morteza Goldaniand¹ and Mohamad Kafi³

Submitted: 22 August, 2015

Accepted: 19 December, 2016

Madahi, S., Parsa, M., Goldani, M., and Kafi, M. 2017. The Effect of Organic Fertilizers and Effective Microorganisms (EM) on Replacement Corm Criteria of Saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy & Technology 5(1): 37-49.

Abstract

An experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications at a field located in the Rivash town in the Khorasan Razavi province during the growing season 2013-2014 in order to compare and evaluate the effects of chemical fertilizer (Containing 12% N from Urea and nitrate sources, 8% P, 4%K and also Zn, Cu, Mg, Fe, Chelates), vermiwash and different levels of manure and vermicompost fertilizer with the use of biological EM (effective microorganisms) on the characteristics of corm in Saffron. Treatments included: 1.fertilizer chemical (containing 12% nitrogen from urea and nitrate, %8-P, 4% potassium and chelates together iron, zinc, manganese and copper) 2.Manure 40 t.ha⁻¹, 3.manure 40 t.ha⁻¹ + EM, 4.manure 80 t.ha⁻¹, 5.manure 80 t.ha⁻¹ + EM, 6.vermicompost 10 t.ha⁻¹, 7.vermicompost 10 t.ha⁻¹ + EM, 8.vermicompost 15 t.ha⁻¹, 9.vermicompost 15 t.ha⁻¹ + EM 10.vermicompost 20 t.ha⁻¹, 11.vermicompost 20 t.ha⁻¹ + EM, 12.vermiwash, 13.vermiwash+ EM, 14.Manure 40 t.ha⁻¹+ vermiwash, 15.Manure 40 t.ha⁻¹ + vermiwash + EM, 16.Control (no fertilizer application). The results of analysis of variance showed a significant effect of treatments on all of the characteristics with the exception of the total number of saffron corms. The results indicated that the highest increase in total yield of corm (715 g.m⁻²), corm number more than 8 grams (57 corms.m⁻²), was obtained as a result of the use of chemical fertilizers and was equal to the combined application of Manure 40 t.ha⁻¹+ vermiwash + EM. The orthogonal comparisons showed that the use of EM with vermicompost and manure versus using vermicompost and manure alone significantly reduced the traits of saffron.

Keywords: Biological fertilizer, Saffron stigma, Vermicompost, Vermiwash.

1 - M.Sc. Student of AgroEcology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

2 - Associate Professor Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3 - Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

(*-Corresponding author Email: parsa@ferdowsi.um.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2016.34377.1110