



مقاله علمی - پژوهشی

بررسی تأثیر ورمی کمپوست و نیتروکسین بر ویژگی‌های بنه‌های دختری و عملکرد گل زعفران (*Crocus sativus* L.) سال دوم

محمد حسین امینی فرد^{۱*}، علی افتاده فدافن^۲، فرید مرادی نژاد^۳ و محمد علی بهدانی^۴

تاریخ پذیرش: ۶ شهریور ۱۳۹۷

تاریخ دریافت: ۳۰ خرداد ۱۳۹۶

امینی فرد، م.ح.، افتاده فدافن، ع.، مرادی نژاد، ف.، و بهدانی، م. ع. ۱۳۹۸. بررسی تأثیر ورمی کمپوست و نیتروکسین بر ویژگی‌های بنه‌های دختری و عملکرد گل زعفران (*Crocus sativus* L.) سال دوم. زراعت و فناوری زعفران، ۷(۲): ۱۵۴-۱۳۹.

چکیده

به منظور بررسی اثرات ورمی کمپوست و نیتروکسین بر صفات بنه و عملکرد گل زعفران، آزمایشی در سال ۹۵-۱۳۹۴ به صورت فاکتوریل بر پایه طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی، با سه تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. تیمارهای آزمایش، شامل ورمی کمپوست در چهار سطح (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) و نیتروکسین در سه سطح (۰، ۵ و ۱۰ لیتر در هکتار) به صورت مصرف خاکی بودند. نتایج نشان داد، ورمی کمپوست اثر معنی‌داری بر صفات بنه (وزن کل بنه، متوسط وزن تر و خشک بنه دختری و قطر بنه دختری) داشت، به طوری که بیشترین وزن کل بنه در تیمار ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد. همچنین، نتایج سال دوم آزمایش، نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار ورمی کمپوست بر صفات گل (تعداد و عملکرد گل، عملکرد تر و خشک کلاله) بود، به طوری که بیشترین عملکرد کلاله تر و خشک (۱/۶۳ و ۰/۴۱ گرم در متر مربع به ترتیب) در سطح ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد، و کمترین مقدار این صفات در تیمار شاهد (۰/۷۷ و ۰/۲۱ گرم در متر مربع) مشاهده گردید. نیتروکسین نیز بر تعداد، عملکرد کل گل تر و عملکرد کلاله خشک تأثیرگذار بود. به طوری که، بیشترین میزان عملکرد کلاله خشک (۰/۳۶ گرم در متر مربع) در تیمار ۱۰ لیتر نیتروکسین در هکتار و کمترین مقدار این صفت در تیمار شاهد (۰/۲۴ گرم در متر مربع) حاصل گردید. اثرات متقابل نشان داد که، سطوح مختلف ورمی کمپوست و نیتروکسین تأثیر معنی‌داری بر متوسط وزن کل بنه، عملکرد گل، عملکرد تر و خشک کلاله داشت. به طور کلی، نتایج بیانگر تأثیر مثبت ورمی کمپوست و نیتروکسین بر صفات بنه و عملکرد گل زعفران بود، به طوری که کاربرد ۵ لیتر در هکتار نیتروکسین به همراه ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست را می‌توان برای این آزمایش توصیه نمود.

کلمات کلیدی: عملکرد کلاله، کود بیولوژیک، کود آلی، گیاه دارویی.

۱- استادیار گروه علوم باغبانی و مرکز پژوهشی گیاهان ویژه منطقه، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهان دارویی، گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران
۳- دانشیار گروه علوم باغبانی و مرکز پژوهشی گیاهان ویژه منطقه، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۴- استاد گروه پژوهشی زعفران و مرکز پژوهشی گیاهان ویژه منطقه دانشگاه بیرجند، ایران
* نویسنده مسئول: (mh.aminifard@birjand.ac.ir)

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) از خانواده زنبقیان، گیاهی علفی، چندساله، بدون ساقه و دارای بنه است (Rios et al., 1996). ویژگی‌های خاص این محصول از جمله امکان بهره‌برداری چند ساله در یک نوبت کاشت، نیاز به آب کم، آبیاری آن در زمان‌های غیر بحرانی نیاز آبی سایر گیاهان و نیز بازار فروش داخلی و خارجی مناسب، آن را به عنوان انتخاب نخست کشاورزان استان خراسان مطرح کرده است (Kakhki & Farahmand, 2012). از فاکتورهای اساسی افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، مصرف نهاده‌ها به ویژه کودهای شیمیایی است. اما استفاده زیاد از کودهای شیمیایی باعث کاهش کیفیت تولیدات کشاورزی، ایجاد مشکلات محیط زیستی و آلودگی آب‌های زیرزمینی و تخریب خاک منطقه می‌شود (Wu et al., 2004). امروزه به دلیل افزایش اهمیت مسائل زیست محیطی توجه بیشتری به کودهای زیستی و آلی برای جایگزینی کودهای شیمیایی شده است (Pierre Anoshi et al., 2010). با توجه به اینکه کشت زعفران به عنوان مهم‌ترین گیاه دارویی و ادویه‌ای در ایران عمدتاً در مناطق خشک و نیمه خشک کشور صورت می‌گیرد (Sepaskhah & Kamgar, 2009) و نیز با در نظر گرفتن کمبود مواد آلی خاک در این مناطق (Shirani et al., 2011)، مصرف کودهای آلی و نیز مدیریت تلفیقی این کودها می‌بایست، در تولید این گیاه بطور ویژه مورد توجه قرار گیرد. یکی از منابع کودی که استفاده از آن در سیستم‌های دارای مدیریت پایدار خاک مرسوم می‌باشد، ورمی کمپوست است (Liuc & Pank, 2005). ورمی کمپوست غنی از هورمون‌های رشد و ویتامین‌ها بوده و به عنوان یک آفت‌کش قوی زیستی مطرح است (Martin et al., 1997). نتایج صالحی و همکاران (Salehi et al., 2011) نشان داد که، با افزایش میزان ورمی کمپوست به خاک، فراهمی عناصر غذایی

مورد نیاز گیاه با بونه افزایش یافت. محمدزاده و پاسبان (Mohamadzadeh & Pasban, 2007) بیان کردند ورمی-کمپوست از جمله مناسب‌ترین منابع غیرشیمیایی تغذیه گیاهی محسوب می‌باشد که در افزایش عملکرد مزارع زعفران ایران مثبت ارزیابی شده است. در پژوهشی امینی و همکاران (Amini et al., 2014) بیان کردند، مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش پیکروکروسین و کروسین در کلاله زعفران شد. علاوه بر کودهای آلی، کودهای زیستی نیز می‌توانند برای کشاورزی پایدار مناسب باشند. یکی از کودهای زیستی، نیتروکسین می‌باشد که حاوی مؤثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس ازتوباکتر و آزوسپریلیوم است که علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه، با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه مانند اکسین، ترشح اسیدهای آمینه مختلف، سبب رشد و توسعه ریشه و اندام‌های هوایی گیاه می‌گردد (Mrkovacki & Milic, 2001). علی‌پور و همکاران (Alipur et al., 2013) گزارش کردند که کود زیستی نیتروکسین باعث افزایش وزن تر گل زعفران شد. همچنین در تحقیق کلاه‌کج (Kolahkaj, 2014) کود بیولوژیک نیتروکسین بیشترین اثر را در افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی زعفران داشت. با توجه به اهمیت گیاه دارویی زعفران و مصارف گسترده آن در صنایع غذایی و دارویی، یکی از راه‌کارهای افزایش عملکرد زعفران، مدیریت تغذیه مناسب در مزرعه می‌باشد. با توجه به اینکه تاکنون گزارشی در خصوص تأثیر همزمان ورمی کمپوست و نیتروکسین بر عملکرد گل و صفات مربوط به بنه گیاه زعفران در منطقه بیرجند ارائه نشده است، لذا هدف از اجرای این طرح، مطالعه هم‌زمان تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و نیتروکسین بر عملکرد گل و بنه گیاه زعفران گیاه دارویی ارزشمند زعفران می‌باشد تا با انتخاب مناسب از نهاده-

مدت ۱۰ دقیقه غوطه‌ور شدند و پس از اینکه پدازه‌ها در سایه خشک شد، کشت بنه‌ها صورت گرفت (Koocheki et al., 2011). فواصل کاشت بنه‌ها در کرت ۲۰×۱۰ سانتی‌متر (۵۰ بنه در متر مربع) و عمق کاشت حدود ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (Alavi Shahri et al., 1994). زمان کاشت بنه‌ها اواخر شهریور ۹۴ بود. آبیاری اول بلافاصله بعد از کاشت (۱۶ شهریور ۱۳۹۴ به صورت غرقاب) و آبیاری دوم ۱۰ روز بعد از آبیاری اول به منظور تسهیل در سبز شدن بنه‌ها انجام شد. بعد از آن نیز یک مرتبه سله‌شکنی توسط کج بیل و چهار شاخ فلزی با عمق کم صورت گرفت تا جوانه‌های گل با سهولت بیشتری از خاک بیرون آمده و رشد مطلوبی داشته باشند. آبیاری‌های بعدی پس از اتمام دوره گل‌دهی طبق عرف منطقه به فاصله زمانی هر یک ماه و توسط سیفونی انجام گرفت. در طول مراحل اجرای آزمایش هیچ‌گونه آفت‌کش یا علف‌کش و کود شیمیایی مورد استفاده قرار نگرفت و کنترل علف‌های هرز از طریق وجین دستی انجام شد. در سال دوم نیز نیتروکسین به میزان (صفر، ۵، ۱۰ لیتر در هکتار) قبل از ظهور گل‌ها به همراه اولین آبیاری به کرت‌ها اعمال گردید. پس از شروع خواب، بنه‌ها (پس از حذف اثر حاشیه‌ای به فاصله ۰/۵ متر با هر ضلع کرت) در اردیبهشت ماه دو بنه از هر کرت برداشت و پس از شمارش تعداد بنه، با استفاده از کولیس و ترازوی (با دقت ۰/۰۰۱) دیجیتالی به ترتیب قطر و وزن تر و خشک بنه‌های دختری اندازه‌گیری شد. به دلیل اندک بودن عملکرد کلاله در سال اول و عدم اطمینان از اثر تیمارها در سال اول، برای بررسی عملکرد گل و کلاله نمونه‌گیری در سال دوم به شرح زیر انجام گرفت. همزمان با شروع گل‌دهی گل‌های زعفران در ساعات اولیه صبح نیمه آبان ماه سال ۱۳۹۵، از کل سطح کرت‌ها برداشت شد. در فصل گل‌دهی، گل‌های ظاهر شده به صورت روزانه جمع‌آوری، شمارش و توزین شد. صفات مورد بررسی شامل تعداد و وزن کل بنه، وزن تر و خشک و همچنین قطر بنه دختری و صفات

های آلی، بتوان در جهت تولید پایدار و افزایش کیفیت این گیاه دارویی مهم دارویی گام برداشت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا گردید. فاکتورهای مورد مطالعه شامل سطوح مصرف ورمی کمپوست (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) و نیتروکسین (صفر، ۵، ۱۰ لیتر در هکتار) بود. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر) و ورمی کمپوست مصرفی، نمونه‌برداری قبل از شروع آزمایش انجام شد که نتایج حاصل از تجزیه خاک و ورمی کمپوست به ترتیب در جداول ۱ و ۲ آمده است. به منظور اجرای آزمایش، ابتدا پس از شخم، دیسک و مسطح کردن خاک اقدام به کرت‌بندی زمین نموده و کرت‌هایی به ابعاد ۲×۲ متر (چهار متر مربع) ایجاد شد. بین کرت‌ها فاصله ۵۰ سانتی‌متر و بین بلوک‌ها یک متر (با احتساب جوی-های آبیاری) در نظر گرفته شد. بنه‌های مرغوب و یکنواخت (با وزن بین ۷ تا ۹ گرم، متوسط ۸ گرم)، سالم، بدون زخم و خراشیدگی و عاری از هر نوع بیماری و از اکوتیپ شهرستان کاشمر تهیه شد. برای اعمال تیمارها، قبل از انجام کشت، مقادیر مختلف ورمی کمپوست (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) در کرت‌ها تا عمق ۲۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط گردید. کود بیولوژیک نیتروکسین مورد استفاده در این تحقیق، دارای مجموعه‌ای از باکتری‌ها تثبیت کننده از جنس‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp. بود. سهم هر یک از جنس‌های باکتری در هر میلی‌لیتر نیتروکسین به تعداد 10^8 سلول زنده (CFU) بود. همچنین قبل از کشت بنه‌ها، نیتروکسین (ساخته شده از شرکت فن آوری زیستی آسیا - ساخت ایران) تهیه شد و بر اساس نقشه تیمارهای آزمایش، پدازه‌ها در غلظت‌های مشخص محلول نیتروکسین با آب (به نسبت ۱:۱۰)، به

مربوط به گل شامل تعداد و عملکرد کل گل، طول گل و عملکرد کاله تر و خشک بود. جهت آنالیز داده‌ها از نرم افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

مربوط به گل شامل تعداد و عملکرد کل گل، طول گل و عملکرد کاله تر و خشک بود. جهت آنالیز داده‌ها از نرم افزار

جدول ۱- خصوصیات فیزیکیوشیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری)

Table 1- Soil physicochemical properties (Depth 0 to 30 cm)

بافت Texture	مواد آلی Organic matter (%)	اسیدیته pH	فسفر قابل دسترس Available P (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم قابل دسترس Available K (mg.kg ⁻¹)	نیتروژن N (%)	سدیم قابل دسترس Available Na (mg.kg ⁻¹)	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)
لومی Loamy	0.68	7.76	60	420.35	0.08	98	3.1

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست استفاده شده

Table 2- Some chemical properties of vermicompost

بافت Texture	آهن Fe (%)	فسفر P (%)	پتاسیم K (%)	نیتروژن N (%)	ماده آلی Organic matter (%)	کربن آلی Organic Carbon (%)	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	شاخص واکنش pH
ورمی کمپوست Vermicompost	1.76	1.11	1.75	1.45	16.8	9.14	3.08	7.7

نتایج و بحث

تعداد گل

مربوط به عدم مصرف کود بود. بررسی اثر مصرف کودهای بیولوژیک در کشت زعفران نشان داد که بیشترین تعداد گل در واحد سطح از تیمار ۴ لیتر در هکتار نیتروکسین بصورت مصرف غوطه وری به دست آمد (Alipur Miyandehi et al., 2013). گلزاری (Golzari, 2016) نیز بیان کردند کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش تعداد گل زعفران شد. به نظر می‌رسد کود زیستی نیتروکسین موجب تثبیت نیتروژن هوا، متعادل‌تر کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه، سنتز و ترشح هورمون‌های رشد گیاه (شبه اکسین)، اسیدهای آمینه مختلف و آنتی بیوتیک‌ها شده و از این طریق می‌تواند موجب رشد و توسعه ریشه و اندام هوایی و زایشی زعفران شده (Gutierrez-Manero et al., 2001) که در نتیجه، می‌تواند باعث افزایش تعداد گل زعفران گردد (Alipur Miyandehi et al., 2013). کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش تعداد گل شد. مطابق با نتایج بدست آمده جهان و جهانی (Jahan & Jahani, 2007) گزارش کردند کاربرد کود های آلی نقش معنی داری در افزایش

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده تیمارهای آزمایشی در سطح ۱ درصد معنی دار شد، با این وجود کاربرد همزمان تیمارها نتوانست تأثیر معنی داری بر تعداد گل داشته باشد (جدول ۳). با توجه به نتایج بدست آمده از جدول مقایسه میانگین‌ها اثر ساده تیمار ورمی کمپوست نشان داد که بالاترین تعداد گل (۴۹/۷۷ گل در متر مربع) از تیمار کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بدست آمد و کمترین آن در تیمار شاهد (۲۴ گل در متر مربع) مشاهده شد (جدول ۴). همچنین اثر ساده تیمار نیتروکسین نشان داد که بیشترین تعداد گل زعفران در تیمار ۱۰ لیتر در هکتار نیتروکسین و به مقدار ۴۵/۳۳ عدد گل در متر مربع و کمترین تعداد گل در تیمار شاهد به مقدار ۲۴/۷۰ عدد گل در متر مربع بدست آمد (جدول ۵). الدین و همکاران (Eldin et al., 2008) طی آزمایشی در زعفران اعلام کردند بیشترین تعداد گل مربوط به مصرف نیتروکسین و کمترین آن

تعداد گل زعفران در واحد سطح داشته است. پاندی (Pandey, 2005) در آزمایشات خود روی گیاه درمنه بیان کرد که بکارگیری ورمی کمپوست از طریق بهبود واکنش‌های حیاتی مفید در خاک و نیز احتمالاً جذب آب و عناصر غذایی، باعث افزایش رشد و نمو و گلدهی گیاهان می‌شود. در مجموع در بررسی‌های که بر روی تأثیر کاربرد کودهای آلی نظیر ورمی-کمپوست و ریز موجودات مختلف بر رشد و عملکرد زعفران انجام شده است مشخص گردیده که کاربرد این کودها در بسیاری از موارد باعث افزایش عملکرد زعفران شده است که این افزایش عملکرد با افزایش تعداد گل، همبستگی داشته است (Aytekin & Ackikgoz, 2008).

عملکرد کل گل‌تر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، که تأثیر هر دو عامل ورمی کمپوست و نیتروکسین و برهمکنش آنها بر عملکرد گل زعفران معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به نتایج بدست آمده اثر ساده تیمار نیتروکسین، بالاترین میزان عملکرد گل زعفران در تیمار ۱۰ لیتر در هکتار (۱۳/۰۴ گرم در متر مربع) و کمترین آن در تیمار شاهد (۹/۹۸ گرم در متر مربع) بدست آمد، که تیمار ۱۰ لیتر در هکتار نیتروکسین نسبت به تیمار شاهد به میزان ۳۰/۶ درصد افزایش داشته است، هرچند بین تیمار ۵ و ۱۰ لیتر نیتروکسین در هکتار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). همچنین با توجه به نتایج بدست آمده از جدول مقایسه میانگین-ها، اثر ساده تیمار ورمی کمپوست نشان داد که بالاترین میزان عملکرد گل زعفران از تیمار کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی-کمپوست و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها بالاترین عملکرد گل زعفران از کاربرد همزمان ۵ لیتر در هکتار نیتروکسین و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و به میزان (۱۸/۳۳ گرم در متر مربع) به‌دست آمد و کمترین آن در تیمار شاهد به میزان (۴/۳۳ گرم در متر

مربع) بدست آمد (جدول ۹). مشابه نتایج بدست آمده نهوی و همکاران (Nehvi et al., 2010) در پژوهشی تأثیر مثبت کاربرد ترکیبی ورمی کمپوست و ازتوباکتر بر عملکرد گل زعفران را مشاهده کردند. امیدی و همکاران (Omidi et al., 2009) نیز بیان کردند ورمی کمپوست با افزایش جذب عنصر نیتروژن توسط گیاه زعفران در افزایش رشد اندام‌های هوایی گیاه نقش مثبت داشته باشد و می‌تواند باعث افزایش عملکرد گل شود. پژوهشگران بیان کردند ورمی کمپوست دارای ظرفیت تبادل کاتیونی بالا می‌باشد، و در برگیرنده عناصری است که به راحتی در دسترس گیاه قرار می‌گیرند (Sharma et al., 2005). ورمی-کمپوست اغلب دارای نیتروژن و فسفر به میزان ۵ تا ۱۱ برابر بیش از خاک بوده و سایر عناصر غذایی ماکرو و میکرو نیز در آن بیش از خاک معمولی می‌باشد (Bachman & Metzger, 1998). بنابراین افزایش جذب فسفر و نیتروژن و دیگر عناصر غذایی توسط ورمی کمپوست می‌تواند از دلایل اصلی افزایش عملکرد گل زعفران با کاربرد ورمی کمپوست باشد. همانطور که در آزمایش مشاهده شد با افزایش سطح ورمی کمپوست از ۱۰ تن به ۱۵ تن میزان عملکرد کلاله تر و خشک کاهش یافت، هر چند این کاهش معنی‌دار نبود. در این مورد، آتیه و همکاران (Atiyeh et al., 2000) افزایش وزن و عملکرد گیاه در غلظت-های کم ورمی کمپوست را به دلیل تغییر در شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و زیستی محیط کشت اعلام نمودند. آن‌ها همچنین کاهش رشد و عملکرد گیاه در اثر ترکیب محیط کشت با نسبت بالای ورمی کمپوست را به دلیل افزایش غلظت نمک محلول، سمیت ناشی از افزایش غلظت عناصر سنگین و یا حضور ترکیبات سنگین برای گیاه ذکر کردند.

آزمایش گلزاری (Golzari, 2016) نشان داد کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش عملکرد گل زعفران شد. سوندارا و همکاران (Sundara et al., 2002) گزارش کردند که کودهای زیستی از طریق تولید انواع اسیدهای آلی از قبیل سیتریک،

لاکتیک، مالیک و تارتاریک، pH خاک را کاهش می‌دهد که در نتیجه اسیدی شدن خاک، دسترسی به سایر عناصر غذایی مانند آهن، مس، روی و غیره، بیشتر شده و موجب افزایش عملکرد می‌شود، بنابراین با توجه به موارد بیان شده افزایش عملکرد گل زعفران با استفاده از ورمی‌کمپوست و نیتروکسین به صورت هم-زمان ممکن به نظر می‌رسد.

متوسط طول گل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر در نیز کاربرد جداگانه ورمی‌کمپوست و نیتروکسین و همچنین اثر متقابل دو تیمار بر متوسط طول گل زعفران در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به نتایج بدست آمده اثر ساده تیمار ورمی‌کمپوست، بالاترین میزان طول گل (۷۱/۳۳ میلی‌متر) در تیمار ۵ کیلوگرم در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین آن در تیمار شاهد (۶۳/۱۰ میلی‌متر) بدست آمد، که تیمار ۵ کیلوگرم در هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به تیمار شاهد به میزان ۱۳/۰ درصد افزایش داشته است، هرچند بین تیمار ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). نتایج اثر متقابل تیمارها نشان داد، بالاترین میزان متوسط طول گل زعفران (۷۵/۱۵ میلی‌متر) از تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۵ لیتر نیتروکسین در هکتار به دست آمد و کمترین آن (۰/۶ میلی‌متر) از تیمار مصرف ۱۵ تن ورمی‌کمپوست و عدم مصرف نیتروکسین (شاهد) به دست آمد (جدول ۹).

کودهای آلی از جمله ورمی‌کمپوست با اصلاح اسیدیته خاک و کمک به حفظ رطوبت خاک، در افزایش توسعه ریشه و در نتیجه افزایش جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه دخالت مؤثری داشته است (Abou-Hussein et al., 2003) به طوری که به موجب آن کاربرد هم‌زمان کود ورمی‌کمپوست و کود نیتروکسین با تأثیر بر عوامل فوق توانسته باعث افزایش طول گل شود. در این آزمایش کاربرد ۱۵ تن ورمی‌کمپوست به تنهایی باعث ایجاد

کمترین طول گل زعفران شد. با توجه به تحقیقات صورت گرفته مشخص شده است که علت کاهش رشد و عملکرد در سطوح بالای ورمی‌کمپوست می‌تواند ناشی از شوری زیاد به دلیل اضافه کردن مقادیر زیاد ورمی‌کمپوست باشد (Arancon et al., 2003). از طرفی آزوسپیریلوم و ازتوباکتر با توان تثبیت زیستی نیتروژن، گسترش سطح ریشه، کمک به جذب بهینه آب و عناصر غذایی و تولید هورمون‌های رشد و برخی ویتامین‌ها، سرعت رشد گیاه را تقویت می‌کند (Mrkovacki & Milic, 2001)، بنابراین با افزایش رشد و در دسترس قرار گرفتن عناصر غذایی برای ریشه، افزایش رشد و درشت شدن گل‌ها منطقی به نظر می‌رسد.

عملکرد کلاله تر و خشک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد ورمی‌کمپوست در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل دو تیمار بر عملکرد تر و خشک کلاله زعفران در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به نتایج بدست آمده از اثر ساده تیمار ورمی‌کمپوست بالاترین میزان عملکرد خشک کلاله زعفران در تیمار ۱۰ تن در هکتار (۰/۴۱ گرم در متر مربع) به دست آمد و کمترین آن در تیمار شاهد (۰/۲۱ گرم در متر مربع) به دست آمد (جدول ۴). همچنین اثر ساده تیمار نیتروکسین، بالاترین میزان عملکرد خشک کلاله زعفران در تیمار ۱۰ لیتر در هکتار (۰/۳۶ گرم در متر مربع) و کمترین آن در تیمار شاهد (۰/۲۴ گرم در متر مربع) بدست آمد، هرچند بین تیمار ۵ و ۱۰ لیتر نیتروکسین در هکتار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها بالاترین عملکرد تر و خشک کلاله به ترتیب (۲/۰۸ و ۰/۵۷ گرم در متر مربع) از تیمار کاربرد هم‌زمان ۵ لیتر در هکتار نیتروکسین و ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین آن در شاهد به ترتیب به میزان ۰/۵۱ و ۰/۱۲ گرم در متر مربع به دست آمد (جدول ۹). برخلاف نیاز کودی کم زعفران

حدود ۱۶ تا ۸۰ درصد تغییرات عملکرد گل و کلاله آن به متغیرهای مربوط به خاک از جمله مواد آلی بستگی دارد (Temperini et al., 2009). رضائیان و پاسبان (Rezaian & Paseban, 2007) گزارش کردند که استفاده از کودهای آلی عملکرد کلاله‌ی زعفران را در مقایسه با شاهد افزایش داد. مارتین و همکاران (Martin et al., 1997) نیز در تحقیقات خود بیان کردند، خاک‌های حاوی ورمی کمپوست 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 و خشک گیاه کمک می‌کند. کود نیتروکسین حاوی باکتری‌های همیار آزادی از جمله ازتوباکتر و آروسپیریلوم می‌باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات گل زعفران تحت تیمارهای ورمی کمپوست و نیتروکسین در سال دوم آزمایش

Tables 3- Analysis of variance (mean of squares) for flower characteristics under Vermicompost and Nitroxin in the second year of saffron

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد کلاله تر Yield of fresh stigma	عملکرد کلاله خشک Yield of dry stigma	متوسط طول گل Average length of flower	عملکرد کل گل تر Total yield of fresh flower	تعداد گل Number of flower
بلوک Block	2	0.050 ^{ns}	0.007 ^{ns}	31.175*	23.87 ^{ns}	96.33 ^{ns}
ورمی کمپوست Vermicompost	3	1.20**	0.067**	117.77**	240.95**	1050.51**
نیتروکسین Nitroxin	2	0.36*	0.045*	49.84**	35.31*	1331.08**
ورمی کمپوست × نیتروکسین Vermicompost × Nitroxin	6	0.57**	0.032*	50.86**	32.86**	185.04 ^{ns}
خطا Error	22	0.087	0.011	7.48	8.61	74.78
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	24.85	25.28	4.06	24.53	23.80

ns, ** و * به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.
ns, ** and * represent non significant at 1 and 5% level of probability, respectively.

جدول ۴- اثرات غلظت‌های مختلف ورمی کمپوست بر خصوصیات گل زعفران در سال دوم آزمایش

Tables 4- Effects of vermicompost concentrations on characteristics of saffron in second year of study

ورمی کمپوست Vermicompost (t.ha ⁻¹)	عملکرد کلاله خشک Yield of dry stigma (g.m ⁻²)	عملکرد کلاله تر Yield of fresh stigma (g.m ⁻²)	متوسط طول گل Average length of flower (mm)	عملکرد کل گل تر Total yield of fresh flower (g.m ⁻²)	تعداد گل Number of flower (per.m ⁻²)
0	0.21 ^c	0.77 ^c	63.10 ^b	4.90 ^c	24 ^c
5	0.27 ^{bc}	1.03 ^{bc}	71.33 ^a	11.39 ^b	32.88 ^b
10	0.41 ^a	1.62 ^a	68.93 ^a	16.54 ^a	49.77 ^a
15	0.33 ^{ab}	1.31 ^b	65.64 ^b	15 ^a	38.66 ^b

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.
Similar letters in each column was not significant at 5% level based on DMRT.

جدول ۵- اثر سطوح مختلف نیتروکسین بر خصوصیات گل زعفران در سال دوم آزمایش

Tables 5- Effects of Nitroxin on characteristics of saffron flower in second year of study

نیتروکسین Nitroxin (L.h ⁻¹)	عملکرد کاله خشک Yield of dry stigma (g.m ⁻²)	عملکرد کاله تر Yield of fresh stigma (g.m ⁻²)	متوسط طول گل Average length of flower (mm)	عملکرد کل گل تر Total yield of fresh flower (g.m ⁻²)	تعداد گل Number of flower (per.m ⁻²)
0	0.24 ^b	1.01 ^b	67.16 ^{ab}	9.98 ^b	24.70 ^b
5	0.32 ^{ab}	1.18 ^{ab}	69.33 ^a	12.86 ^a	38.91 ^a
10	0.36 ^a	1.36 ^a	65.26 ^b	13.04 ^a	45.33 ^a

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.
Similar letters in each column was not significant at 5% level based on DMRT.

جدول ۶- تجزیه واریانس خصوصیات بنه زعفران تحت تیمارهای ورمی کمپوست و نیتروکسین

Tables 6- Analysis of variance for saffron corm characteristics under vermicompost and Nitroxin treatments

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	قطر بنه دختری Diameter of corm	متوسط وزن تر بنه دختری Average weight of fresh corm	متوسط وزن خشک بنه دختری Average weight of dry corm	تعداد بنه دختری در هر بوته Number of cormel per plant	وزن کل بنه های دختری در هر بوته Total weight of cormel per plant
بلوک Block	2	6.60 ^{ns}	0.63 ^{ns}	0.25 ^{ns}	0.083 ^{ns}	5.22 ^{ns}
ورمی کمپوست Vermicompost	3	65.23 ^{**}	18 ^{**}	1.88 ^{**}	5.66 [*]	114.27 ^{**}
نیتروکسین Nitroxin	2	35.29 [*]	8.19 ^{ns}	0.58 ^{ns}	6.58 [*]	53.91 [*]
ورمی- کمپوست×نیتروکسین Vermicompost × Nitroxin	6	20.42 ^{ns}	8.88 [*]	0.95 ^{**}	1.027 ^{ns}	44.04 ^{**}
خطا Error	22	9.48	2.72	0.22	1.65	11.43
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	12.49	27.23	23.77	28.62	12.80

ns, ** و * به ترتیب غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.
ns, ** and * represent non significant at 1 and 5% level of probability, respectively.

ازتوباکتر به اثبات رسیده است (Nieto & Frankenberger, 1989)، بنابراین باکتری‌های موجود در نیتروکسین می‌توانند با سایر میکروارگانیسم‌های ریزوسفر اثر هم‌افزایی و همکاری مفیدی بر گیاهان داشته و موجب افزایش عملکرد تر و خشک کاله زعفران شوند.

تعداد و وزن کل بنه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶) حاکی از آن است که

که علاوه بر تثبیت ازت اتمسفری در محیط ریشه گیاه، توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیکی فعال مانند اسید پنتوتنیک، اکسین‌ها و ویتامین‌های B، و جیبرلین‌ها را دارند که باعث بهبود رشد ریشه و در نتیجه افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی و در نهایت افزایش وزن تر می‌گردند (Jia et al., 2004). علاوه بر تأثیر مستقیم باکتری‌ها در جذب عناصر غذایی، میکروارگانیسم‌های کودزیستی از روش‌های دیگری نیز بر رشد گیاه تأثیر مثبت دارند. از جمله اینکه، تولید سیتوکینین در حضور

نیز استفاده از کودهای آلی را عاملی مؤثر بر افزایش رشد و تعداد بانه زعفران معرفی کرد. افزودن ورمی کمپوست به عنوان به محیط کاشت بانه، احتمالاً به دلیل افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین سبک‌تر کردن بافت خاک، منجر به بهبود رشد بانه‌ها شده (Nehvi et al., 2010) که در نتیجه افزایش تعداد بانه را در گروه‌های مختلف وزنی به همراه داشته است. امینی و همکاران (Amirani et al., 2014) بیان کردند که عملکرد کیفی و کمی و میزان آب بانه‌های دختری زعفران در خاک با مصرف کودهای آلی و زیستی که باعث زهکش خاک و آب می‌شوند بطور معنی‌دار افزایش یافت. آن‌ها بیان کردند، بالاترین عملکرد در تیمار مصرف کود ورمی کمپوست و ترکیب کودها حاصل شد و با کاربرد کود ورمی کمپوست و ترکیب کودها، میزان وزن تر و آب بانه در خاک نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشت. بیشتر بودن تعداد بانه در تیمار نیتروکسین را می‌توان به تأثیر مثبت کود نیتروکسین در فراهم‌آوری ترکیبات متعدد برای ریشه نسبت داد که موجب افزایش تعداد بانه گردیده است. زیرا باکتری‌های موجود در کود بیولوژیک نیتروکسین، علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پر مصرف و ریز مغذی مورد نیاز گیاه، با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد مانند اکسین همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف، انواع آنتی‌بیوتیک و غیره موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی زعفران شده است. این مسئله سبب تولید آسمیلات بیشتر و انتقال آن‌ها به اندام‌های زیرزمینی و بانه زعفران شده است (Koocheki et al., 2011). نتایج این پژوهش با نتایج امید و همکاران (Omidi et al., 2009) که گزارش کردند بیشترین وزن بانه زعفران در تیمار نیتروکسین خالص حاصل شد مطابق می‌باشد. بهدانی (Behdani, 2005) در یک آزمایش سه ساله بیان کرد استفاده از کود زیستی نیتروکسین تعداد بانه را در طول سه سال افزایش داد. امید و همکاران (Omidi et al., 2009) تأثیر

تیمارهای آزمایشی ورمی کمپوست و نیتروکسین در سطح ۵ درصد بر تعداد بانه دختری اثر معنی‌داری داشتند. بطوری که اثر ساده سطوح تیمار ورمی کمپوست (جدول ۷) نشان داد بیشترین میزان این صفت در سطح ۵ تن در هکتار به مقدار ۵/۵۵ و کمترین میزان به مقدار ۳/۸۸ در هر بوته، در شاهد مشاهده شد. اثر ساده سطوح تیمار نیتروکسین (جدول ۸) نشان داد که بیشترین مقدار را در سطح ۱۰ لیتر در هکتار به مقدار ۵/۳۳ و کمترین میزان آن را در سطح ۵ لیتر در هکتار به مقدار ۳/۹۱ بدست آمد. از طرفی نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان می‌دهد که عملکرد تر بانه در سطح احتمال ۱ درصد در تیمار کاربرد ساده ورمی کمپوست و کاربرد هم‌زمان نیتروکسین و ورمی کمپوست معنی‌دار بود و اثرات ساده نیتروکسین در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل (جدول ۹) نشان می‌دهد که بیشترین میزان این شاخص در سطح تیماری ۱۵ تن ورمی کمپوست در هکتار و ۵ لیتر در هکتار نیتروکسین به مقدار ۳۲/۳۵ گرم برای هر بوته می‌باشد. در این ارتباط رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2009) اظهار داشتند که مصرف انواع کودهای آلی، در سال‌های ابتدایی پس از کاشت بانه، عمدتاً باعث افزایش تعداد و وزن بانه‌های دختری در واحد سطح می‌شود. آن‌ها با مشاهده افزایش تعداد و وزن بانه‌های زعفران در نتیجه کاربرد کمپوست بستر قارچ، این افزایش را تحت تأثیر فراهمی بیشتر عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و فسفر و بهبود خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک ناشی از افزایش ماده آلی خاک دانستند. در آزمایش مشابه فرخشاهی (Farokhshahi, 2011) نشان داد که مصرف کود آلی ورمی کمپوست بر وزن تک بانه و عملکرد آن تأثیر گذاشته و توانسته با افزایش میزان ماده خشک بانه بر میزان عملکرد تأثیر بگذارد. تیموری و همکاران (Teimori et al., 2013) نیز افزایش وزن کل بانه‌های زعفران و تعداد بانه‌های زعفران را در نتیجه کاربرد کودهای دامی و کمپوست زباله شهری مشاهده نمودند. امیری (Amiri, 2008)

کمپوست و ترکیب کودها، میزان وزن تر و آب بنه در خاک نسبت به شاهد افزایش معنی داری داشت. این کود آلی با کلاته کردن عناصر غذایی، آن‌ها را به شکل قابل جذب در خاک نگه می‌دارد. همچنین ورمی کمپوست با برخورداری از پتانسیل بالا در نگهداری و آزادسازی عناصر، نقش عمده‌ای در بروز خاصیت بافری در خاک داشته و از تغییرات شدید pH جلوگیری می‌کند (Asadi Rahmani & Samavat, 1999) که تمامی این موارد به بالاتر رفتن وزن بنه کمک می‌کند. از عوامل بیولوژیکی متاثر از مواد آلی خاک می‌توان به نقش آن‌ها به عنوان منبع انرژی متابولیسمی برای فعالیت میکروبها و موجودات زنده، تأثیر آن بر فعالیت آنزیمی و فراهم کردن عناصر غذایی شامل (نیتروژن، فسفر، گوگرد و عناصر کم‌مصرف) برای گیاه اشاره کرد (Haynes, 1996)، که این ویژگی‌ها می‌تواند روی وزن بنه اثر بگذارد. مشابه این آزمایشات شارما و همکاران (Sharma et al., 2005) بیان کردند که ورمی کمپوست ظرفیت تبادل بیشتر و پتانسیل اکسیداسیون بالا و در برگیرنده عناصری است که به راحتی در دسترس گیاه قرار می‌گیرند که این شرایط ویژه می‌تواند باعث افزایش وزن بنه زعفران شود.

قطر بنه دختری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر تیمارهای کودی ورمی-کمپوست و نیتروکسین هر کدام به تنهایی بر متوسط قطر بنه دختری معنی دار بودند (جدول ۶). در این آزمایش متوسط قطر بنه دختری در سطح ۱ درصد با تیمار ورمی کمپوست و ۵ درصد با تیمار نیتروکسین معنی داری شد.

نیتروکسین را بر رشد بنه و کیفیت کلاله بسیار بیشتر و در مورد سایر صفات رویشی و زایشی مساوی با کود شیمیایی برآورد کردند. این گونه می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب انواع باکتری‌ها (Lucas Garcia et al., 2004) و کاربرد هم‌زمان کود زیستی و ورمی کمپوست با تأثیر بر میزان دسترسی و تأمین عناصر مورد نیاز گیاه با افزایش طول دوره رویشی، باعث افزایش رشد رویشی و زایش اندام زیرزمینی می‌شود (Sabti et al., 2009).

متوسط وزن تر و خشک بنه دختری

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان می‌دهد که متوسط وزن تر و خشک بنه دختری با کاربرد ورمی کمپوست در سطح ۵ درصد معنی دار شد. اما اثر ساده نیتروکسین روی متوسط وزن بنه دختری معنی دار نشد. همچنین اثر متقابل ورمی کمپوست و نیتروکسین بر روی این صفات معنی دار گردید. اثر ساده سطوح تیمار ورمی کمپوست (جدول ۷) نشان داد که بیشترین مقدار وزن تر و خشک بنه دختری در سطح ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و به ترتیب به میزان (۷/۷۱ و ۲/۵۴ گرم) و کمترین وزن تر بنه در تیمار ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به مقدار ۴/۶۰ گرم و کمترین میزان وزن خشک بنه در سطح تیماری شاهد به مقدار ۱/۴۵ گرم به دست آمد.

مشابه این آزمایش تیموری و همکاران (Teimori et al., 2013) افزایش تعداد بنه‌های بالای هشت گرم (وزن بالا) و نیز وزن کل بنه‌های زعفران را در نتیجه کاربرد کودهای دامی و کمپوست زباله شهری مشاهده نمودند. بهدانی و همکاران (Behdani et al., 2005) نیز نشان داد که استفاده از کودهای آلی در زعفران موجب افزایش وزن تر بنه‌ها می‌شود. همچنین امینی و همکاران (Amini et al., 2014) بیان کردند که عملکرد کیفی و کمی و میزان آب بنه دختری در خاک با مصرف کودهای آلی و زیستی که باعث زهکش خاک و آب شدند بطور معنی دار افزایش یافت. آن‌ها مشاهده کردند بالاترین با کاربرد کود ورمی-

جدول ۷- اثرات غلظت‌های مختلف ورمی کمپوست بر ویژگی‌های رشدی بانه زعفران

Tables 7- Effects of Vermicompost concentrations on corm growth characteristics of saffron

ورمی کمپوست Vermicompost (t. ha ⁻¹)	قطر بانه دخترتی Diameter of cormel (mm)	متوسط وزن خشک بانه دختری Average weight of dry cormel (g)	متوسط وزن تر بانه دختری Average weight of fresh cormel (g)	تعداد بانه دخترتی در هر بوته Number of cormel per plant	وزن کل بانه های دخترتی در هر بوته Total weight of cormel per plant (g)
0	22.69 ^b	1.45 ^c	5.26 ^{bc}	3.88 ^b	22.60 ^c
5	22.89 ^b	1.86 ^{bc}	4.60 ^c	5.55 ^a	24.90 ^{bc}
10	28.50 ^a	2.12 ^{ab}	6.62 ^{ab}	4.66 ^{ab}	27.10 ^b
15	24.50 ^b	2.54 ^a	7.71 ^a	3.88 ^b	30.98 ^a

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد در آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.
Similar letters in each column was not significant at 5% level based on DMRT.

جدول ۸- اثرات سطوح مختلف نیتروکسین بر ویژگی‌های رشدی بانه زعفران

Tables 8- Effects of Nitroxinon corm growth characteristics of saffron

نیتروکسین Nitroxin (L.h ⁻¹)	قطر بانه دخترتی Diameter of cormel (mm)	متوسط وزن خشک بانه دختری Average weight of dry cormel (g)	متوسط وزن تر بانه دختری Average weight of fresh cormel (g)	تعداد بانه دخترتی در هر بوته Number of cormel per plant	وزن کل بانه های دخترتی در هر بوته Total weight of cormel per plant (g)
0	22.75 ^b	2.23 ^a	6.87 ^a	4.25 ^{ab}	24.37 ^b
5	26.10 ^a	2.03 ^a	6.10 ^a	3.91 ^b	28.60 ^a
10	25.08 ^{ab}	1.75 ^a	5.22 ^a	5.33 ^a	26.21 ^{ab}

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد در آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.
Similar letters in each column was not significant at 5% level based on DMRT.

مواد تغذیه‌ای می‌تواند باعث افزایش اندازه بانه و بزرگتر شدن آن شود. همچنین استفاده از کودهای آلی باعث بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، می‌شود (Myers et al., 1996). بنابراین سبک شدن بافت خاک در اثر استفاده از ورمی-کمپوست فضای لازم برای بزرگ شدن بانه را در اختیار آن قرار می‌دهد که این نیز می‌تواند یکی دیگر از دلایل افزایش اندازه قطر بانه با مصرف ورمی کمپوست باشد. همچنین کاربرد کودهای آلی باعث تغلیظ شیره سلولی شده که در نتیجه آن پتانسیل سلول‌های ریشه کم می‌شود و آب و مواد غذایی محلول بیشتری از محیط اطراف جذب می‌شوند، بنابراین با افزایش کشت پذیری دیواره سلول و مواد محلول درون آن، ارتقای طول، وزن سلول و ریشه مشاهده می‌شود (Hardtke, 2003).

اثر ساده سطوح تیمار ورمی کمپوست نشان داد که بیشترین مقدار این صفت در سطح ۱۰ تن در هکتار به مقدار ۲۸/۵۰ میلی‌متر و کمترین میزان در تیمار شاهد به مقدار ۲۲/۶۹ میلی‌متر مشاهده شد (جدول ۷). همچنین اثر ساده سطوح نیتروکسین حاکی از آن است که بیشترین مقدار این صفت در سطح ۵ لیتر در هکتار به مقدار ۲۶/۱۰ میلی‌متر و کمترین مقدار در سطح تیمار شاهد به مقدار ۲۲/۷۵ میلی‌متر دیده می‌شود (جدول ۸). نتایج این آزمایش با نتایج امیدی و همکاران (Omidi et al., 2009) مطابقت دارد. پژوهشگران بیان کردند ورمی کمپوست باعث افزایش فعالیت‌های میکروبی، وجود تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و افزایش جذب عناصر غذایی نظیر پتاسیم در خاک می‌شود (Zaller, 2007)، بنابراین دسترسی آسان به هورمون‌ها و

معنی‌داری را بر قطر بانه به همراه نداشت، لیکن بالاترین قطر در تیمار نیتروکسین به دست آمد آن‌ها علت این افزایش ترشح مواد محرک رشد، فراهمی ترکیبات متعدد و در نتیجه جذب عناصر اصلی پرمصرف و ریز مغذی‌ها عنوان کردند.

همانطور که گفته شد در این آزمایش نیتروکسین نتوانست اثر معنی‌داری بر قطر بانه مادری بگذارد که نتایج این آزمایش با نتایج امید و همکاران (Omidi et al., 2009) مطابقت دارد آن‌ها گزارش دادند سطوح مختلف کود شیمیایی و زیستی تأثیر

جدول ۹- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر خصوصیات گل و بانه زعفران در سال دوم آزمایش

Tables 9- Interactive effects of vermicompost and Nitroxin on characteristics of saffron flower and corm in second year of study.

سال دوم (2016)					
ورمی‌کمپوست Vermicompost (t. ha ⁻¹)	نیتروکسین Nitroxin (L.h ⁻¹)	Second year			وزن کل بانه های دختری در هر بوته Total weight of cormel per plant (g)
		عملکرد کل گل تر Total yield of fresh flower (g.m ⁻²)	عملکرد کلاله تر Yield of fresh stigma (g.m ⁻²)	عملکرد کلاله خشک Yield of dry stigma (g.m ⁻²)	
0	0	4.33 ^c	0.51 ^d	0.12 ^d	15.48 ^e
	5	5.72 ^c	1.10 ^{bcd}	0.34 ^{bc}	30.33 ^{abc}
	10	4.66 ^c	0.70 ^{cd}	0.16 ^{cd}	22 ^d
5	0	5.00 ^c	0.95 ^{bcd}	0.22 ^{bcd}	24.37 ^{cd}
	5	15.50 ^{ab}	0.48 ^d	0.19 ^{bcd}	24.69 ^{cd}
	10	13.69 ^{ab}	1.67 ^{ab}	0.39 ^{ab}	25.65 ^{bcd}
10	0	13.93 ^{ab}	1.21 ^{abcd}	0.28 ^{bcd}	25.71 ^{bed}
	5	18.33 ^a	2.08 ^a	0.57 ^a	27.04 ^{abcd}
	10	17.35 ^{ab}	1.59 ^{abc}	0.37 ^{bc}	28.58 ^{abc}
15	0	16.66 ^{ab}	1.37 ^{abcd}	0.32 ^{bcd}	31.94 ^{ab}
	5	11.89 ^b	1.05 ^{bcd}	0.32 ^{bcd}	32.35 ^a
	10	16.45 ^{ab}	1.51 ^{abc}	0.35 ^{bc}	28.64 ^{abc}

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.
Similar letters in each column was not significant at 5% level based on DMRT.

نتیجه‌گیری

و خشک کلاله و عملکرد کلاله را افزایش داد که سطوح ۵ و ۱۰ تن در هکتار بیشترین بازدهی را داشتند. به‌طور کلی با توجه به شرایط منطقه کشت و اهمیت کاهش هزینه‌های نهاده‌های کشاورزی، و نبود اختلاف معنی‌دار بین استفاده از ۵ و ۱۰ لیتر نیتروکسین در بیشتر موارد آزمایش شده، می‌توان کاربرد ۵ لیتر در هکتار نیتروکسین به صورت غوطه‌وری به همراه ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست را توصیه نمود. هر چند به منظور تکمیل نتایج این آزمایش پیشنهاد می‌شود، سایر سطوح ورمی‌کمپوست و نیتروکسین در طی پژوهش‌های چند ساله بر عملکرد کمی و

بطور کلی نتایج این تحقیق حاکی از آن بود، که استفاده از ورمی‌کمپوست و نیتروکسین می‌تواند در بهبود ویژگی‌های عملکردی و رشدی زعفران مؤثر باشد. تیمار نیتروکسین به طور معنی‌داری تعداد گل، عملکرد، طول گل، متوسط وزن کلاله و عملکرد خشک کلاله را افزایش داد، بطوریکه بیشتر شاخص‌های مربوط به کلاله و عملکرد گل تحت تأثیر مصرف ۵ لیتر نیتروکسین قرار گرفت. همچنین تیمار ورمی‌کمپوست، به طور معنی‌داری تعداد، عملکرد، متوسط وزن تر گل و متوسط وزن تر

کیفی زعفران نیز بررسی شود.

منابع

- Alavi Shari, J., Mohajeri, H., and Falaki, M.A. 1994. Effect of plant density on saffron yield. In: Proceedings of the Second Conference of Saffron and Medicinal Plants Cultivation, Gonabad, Iran, 8-9 Nov 1994, p.13-20.
- Abou-Hussein, S.D., El-Shoragy, T., and Abouhadid, A.F. 2003. Effect of cattle and chicken manure with or without mineral fertilizers on tuber quality and yield of potato crop. *Acta Horticulture* 608: 95-100.
- Alipur Miyandehi, Z., Mahmoudi, S., Behdani, A., and Sayyari, M.H. 2013. The study of animal manures, bio-chemical and corm size on yield and yield components of saffron (*Crocus sativus* L.) *Saffron Research Journal* 2: 73-84. (In Persian with English Summary).
- Amini, S., Maleki Farahani, S., and Shrgi, Y. 2014. Effect of organic fertilizers and biological (PGPR) on the quality of saffron (*Crocus sativus* L.) National Conference on Medicinal Plants, Islamic Azad University, Science and Research Branch Ayatollah Amoli, 11-14 March 2014, p. 91-96.
- Amiri, M.E. 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 4 (3): 274-279.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D, Lee, S., and Welc H.C. 2002. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, pappers and strawberries. *Pedobiologia* 47 (5-6): 731-735.
- Asadi Rahmani, H., and Samavat, S. 1999. Organic matter, its importance and its increase in soil. Technical Journal No. 425, Soil and Water Research Institute. Publishing of Karaj Agriculture Education. (In Persian with English Summary).
- Aytekin, A., and Acikgoz, A.O. 2008. Hormone and microorganism treatments in the cultivation of saffron (*Crocus sativus* L.) *Molecular Plant* 13 (5): 1135-1146.
- Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. *Bioresource Technology* 75 (3): 175-180.
- Bachman, G., and Metzger. 1998. The use of vermicomposting as a media amendment growth of tomatoes. *Plant Nutrition* 27 (1): 1107-1123.
- Behdani, M.A., Koocheki, A.R., Nassiri, M., and Rezvani Moghadam, P. 2005. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). *Iranian Journal of Field Crop Research* 3 (1): 1-14. (In Persian with English Summary).
- Behdani, M.A. 2005. Ecological zoning and monitoring of yield fluctuations of saffron in Khorasan. Ph.D. in Agriculture (ecology of crops). Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary).
- Eldin, M.S., Elkholy, S., Fernandez, J.A., Junge, H., Cheetham, R., Guardiola, J., and Weathers, P. 2008. *Bacillus subtilis* FZB24 affects flower quantity and quality of saffron (*Crocus sativus* L.). *Planta Medica* 13 (74): 16-20.
- Farokh Shahe, S. 2011. Effect of different levels of nitrogen and vermicompost organic fertilizer on onion yield. First National Conference on Environmental Conservation and Planning. 12-14 May 2011, p. 20-24.
- Golzari, M. 2016. Effect of bio-fertilizer and mother corm weight on growth, flower and stigma yield and qualitative criteria of saffron. M.Sc dissertation, Faculty of Agriculture

- Birjand, University of Birjand, Iran. (In Persian with English Summary).
- Gutierrez-Manero, F.J., Ramos-Solano, B., Probanza, A., Mehouchi, J., Tadeo, F.R., and Talon, M. 2001. The plant-growth promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. *Physiologia Plantarum* 111 (2): 206–211.
- Hardtke, C. 2003. Gibberlin signaling: grass growing roots. *Current Biology* 13 (9): 366-367.
- Haynes, R.J. 1996. Labile organic matter fraction as central components of the quality of agricultural soils. *Advances in Agronomy* 85 (1): 221-261.
- Shirani, H., Abolhasani Zeraatkar, M., Lakzian, A., and Akhgar, A. 2011. Decomposition rate of municipal wastes compost, vermicompost, manure and pistaco compost in different soil texture and salinity in laboratory condition. *Journal Water Soil* 25 (1): 84–93.
- Jahan, M., and Jahani, M. 2007. The effects of chemical and organic fertilizers on saffron flowering. *Acta Horticulture* 739 (2): 81-86.
- Jia, Y., Gray, V.M., and Straker, C.J. 2004. The influence of rhizobium and *Arbuscular mycorrhizal* fungi on nitrogen and phosphorus accumulation by *Vicia faba*. *Annals of Botany* 94 (2): 251-258.
- Kakhki Daneshvar, M., and Farahmand Gelyan, K. 2012. Review of interactions between e-commerce, brand and packaging on value added of saffron: A structural equation modeling approach. *African Journal of Business Management* 6 (26): 7924-7930.
- Kolahkaj, Z. 2014. Effect of bacteria stimulus growth on the growth properties of saffron (*Crocus sativus* L.) in the perennial fields. M.Sc, Faculty of agriculture, University of Birjand, Iran. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., and Mohammadabadi, A.A. 2011. Investigation on the effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L). *Soil and Water* 25 (1): 196-206. (In Persian with English Summary).
- Liuc, J., and Pank, B. 2005. Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. *Sciatica Pharmaceutical* 46: 63-69.
- Lucas Garcia, J., Agustin, P., Beatriz, R., Maria, P., and Francisco, J. 2004. Effect of inoculation of *Bacillus licheniformis* on tomato and pepper. *Agronomie* 24 (4): 169-176.
- Martin, E.C., Slack, D.C., Tannksley, K.A., and Basso, B. 2006. Fresh and composted dairy manure applications on alfalfa yield and the environment in Arizona. *Agronomy Journal* 98 (1): 80-84.
- Martin, J.P., Black, J.H., and Hawthorne, R.M. 1997. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology* 75 (3): 175-180.
- 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 2007, p. 151–156.
- Mrkovacki, N., and Milic, V. 2001. Use of *Azotobacter chroococcum* as potential useful in agricultural application. *Annals of Microbiology* 51 (2): 145-158.
- Myers, B.J., Theiveyanathan, S., O'Brien, N.D., and Bond, W.J. 1996. Growth and water use of *Eucalyptus grandis* and *Pinus radiata* plantations irrigated with effluent. *Tree Physiology* 16 (1-2): 211-219.
- Nehvi, F.A., Khan, M.A., and Lone, A.A. 2010. Impact of microbial inoculation on growth and

- yield of saffron in Kashmir. *Acta Horticulture* 850 (31): 171-174.
- Nieto, K.F., and Frankenberger, W.T. 1989. Biosynthesis of cytokinins by *Azotobacter chroococcum*. *Soil Biology and Biochemistry* 21 (7): 967-972.
- 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 and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal Medicinal Plant* 8: 98-109. (In Persian with English Summary).
- Pandey, R. 2005. Management of meloidogyne incognita in *Artemisia pallens* with bio organics. *Phytoparasitica* 33 (3): 304-308.
- Pierre Anoshi, E., Imam, E., and Jamali, R. 2010. Comparison of the effects of bio-fertilizers with chemical fertilizers on growth, yield and oil content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) at different levels of drought stress. *Journal of Agriculture Ecology* 2 (3): 492-501. (In Persian with English Summary).
- 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, Iran, 8-9 April 2007, p.113-117.
- Rezvani Moghaddam, B., Bkshayy, S., Ghafouri, A., and Khramdl, S. 2009. Quantitative characterization of biological fertilizers and vermicomposting on Savory herb, medicinal plants of Iran Industry Development Conference, Tehran, Iran, 8-9 March 2009, p. 223-225.
- Rios, J.L., Recio, M.C., Giner, R.M., and Manez, S. 1996. An update review of saffron and its active constituents. *Phototherapy Research* 10 (3): 189-193.
- Sabti, M., Movahedi Naeini, S.A.R., Ghorbani Nasr Abadi, R., Roshani, Gh.A., Shahreyari, Gh., and Movahedi, M. 2009. Determination of the appropriate potassium extract in a clay soils with dominant clay and the effect of azotobacter and vermicompost on the concentration and amount of absorbed potassium and yield of wheat. *Plant Production Research (Agricultural Sciences and Natural Resources)* 16 (4): 59-76. (In Persian with English Summary).
- Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F., and Asgharzadieh, A. 2011. Effect of zeolite, Bacterial inoculum of vermicomposting concentration NPK elements essential oil content and essential oil yield in organic farming chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Journal of Medicinal and Aromatic Plants of Iran research* 27 (2): 188-201. (In Persian with English Summary).
- Sepaskhah, A.R., and Kamgar-Haghighi, A.A. 2009. Saffron irrigation regime. *International Journal of Plant Production* 3 (1): 1-16.
- Sharma, S, Pradhan, K, Satya, S., and Vasudevan, P. 2005. Potentiality of earthworms for waste management and in other uses: a review. *The Journal of American Science* 1 (1): 4-16.
- Sundara, B., Natarajan, V., and Hari, K. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane and sugar yields. *Field Crops Research* 77 (1): 43-49.
- 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).
- Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., and Roupael, Y. 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density.

- Food Agriculture and Environment 7 (1): 19-23.
- Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C., and Wong, M.H. 2004. Effect of bio fertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth. *Geoderma* 125 (1-2): 155-166.
- Zaller, J.G. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientia Horticulturae* 112 (2): 191-199.

Effects of vermicompost and nitroxin on replacement corm characteristics and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in the second year

Mohammad Hossein Aminifard^{1*}, Ali Oftadeh Fadafen², Farid Moradi Nezhad³ and Mohammad Ali Behdani⁴

Submitted: 20 June 2017

Accepted: 28 August 2018

Aminifard, M.H., Oftadeh Fadafen, A., Moradi Nezhad, F., and Behdani, M.A. 2019. Effects of vermicompost and nitroxin on replacement corm characteristics and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in the second year. Saffron Agronomy & Technology, 7(2): 139-154.

Abstract

The effects of applications of vermicompost and nitroxin on corm characteristics and flower yield of saffron were evaluated under field conditions in the research farm of Birjand University, Iran, during the cropping year 2015-2016. Treatments were of four levels of vermicompost (0, 5, 10 and 15 t.ha⁻¹) and three levels of nitroxin (0, 5 and 10 L.ha⁻¹). This experiment was carried out as factorial based on randomized completely block design with three replications. The results showed that vermicompost improved the corm vegetative indices (total weight of corm, average fresh and dry weight of cormel and diameter of cormel). The highest total weight of corm was obtained in plants treated with 15 t.ha⁻¹ vermicompost. Also results showed that vermicompost improved the saffron flower characteristics (flower number and fresh total yield, flower length, stigma fresh and dry yield) in second year of study. The highest stigma fresh (1.63 g.m⁻²) and dry (0.41 g.m⁻²) yield were obtained in plants treated with 10 t.ha⁻¹ vermicompost, while the lowest values (0.77 and 0.21 g.m⁻²) were recorded in the control. Application of different levels of nitroxin has a positive effect on flower number and fresh total yield, stigma dry yield in the second year of the experiment. The highest stigma dry yield was observed in 10 L.ha⁻¹ nitroxin (0.36 g.m⁻²), while the lowest value was recorded in control (0.24 g.m⁻²). Application of different levels of vermicompost and nitroxin had a positive effect on the total weight of corm, average flower length and stigma fresh yield. Thus, the results showed that 5 L.ha⁻¹ nitroxin and 10 t.ha⁻¹ vermicompost had a significant impact on replacement corm characteristics and flower yield of saffron.

Keywords: Medicinal plant, Organic fertilizers, Biofertilizers, Stigma yield.

1 - Assistant Professor, Department of Horticultural Science and Special Plants Regional Research Center, College of Agriculture, University of Birjand, Iran.

2 - M.Sc. Student, Department of Horticulture, College of Agriculture of Medical plants Physiology, University of Birjand, Iran

3- Associate Professor, Department of Horticultural Science and Special Plants Regional Research Centre, College of Agriculture, University of Birjand, Iran

4 - Professor Department of saffron Research, University of Birjand, Iran

(*Corresponding author Email: mh.aminifard@birjand.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2018.90069.1240