



نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)

جلد چهارم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۵

شماره صفحه: ۱۸۶-۱۷۲

اثر کاربرد برخی منابع کودی و وزن بنه مادری بر خصوصیات رویشی و صفات کیفی زعفران (*Crocus sativus* L.)

مهتاب گلزاری جهان آبادی^{۱*}، محمد علی بهدانی^۲، محمدحسن سیاری زهان^۳ و سرور خرم دل^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۲- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۳- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۴- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

*نویسنده مسئول: Email: Mahtab.golzari86@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۲۰

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد برخی منابع کودی و وزن بنه مادری بر خصوصیات رویشی و کیفی گیاه زعفران (*Crocus sativus* L.)، آزمایشی گلدانی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل منابع کودی مختلف [بیوآمینو پالیس (۳ لیتر در هکتار)، اسید هیومیک (۴ لیتر در هکتار)، یارامیلاکمپلکس (۵۰ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (بدون مصرف کود)] و سه وزن بنه مادری (۶-۴، ۹-۷ و ۱۲-۱۰ گرم) بودند. صفات اندازه‌گیری شده شامل تعداد برگ، طول برگ، وزن تر و خشک برگ، تعداد بنه دختری، وزن تر و خشک بنه مادری، قطر بنه مادری، وزن تر و خشک فلس، محتوی کروسین، پیکروکروسین و سافرانال بودند. نتایج آزمایش نشان داد که اثر کودهای مختلف بر تعداد برگ، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، تعداد بنه دختری، وزن تر بنه مادری و میزان پیکروکروسین، سافرانال و کروسین زعفران معنی‌دار ($P \leq 0/01$) بود. اثر وزن بنه مادری نیز بر تعداد برگ، طول برگ، وزن خشک برگ، تعداد بنه دختری، وزن تر بنه مادری و وزن خشک بنه دختری، وزن تر و خشک بنه مادری، وزن تر بنه مادری، وزن خشک بنه مادری، وزن تر فلس، وزن خشک فلس معنی‌دار ($P \leq 0/01$) بود. ویژگی‌های کمی و کیفی زعفران تحت تأثیر متقابل وزن بنه و تیمار کودی قرار نگرفتند. اگر چه حداکثر تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ و تعداد بنه دختری در تیمار اسید هیومیک و وزن بنه مادری ۱۲-۱۰ گرم حاصل شد، ولی بالاترین میزان پیکروکروسین، کروسین و سافرانال برای کاربرد بیوآمینوپالیس به ترتیب با ۸۷/۴۱، ۲۵۰، و ۳۲/۴۸ بدست آمد. بدین ترتیب، با مصرف کودهای زیستی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌توان گامی مهم در راستای دستیابی به اصول کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی برداشت و موجب بهبود کیفی خصوصیات زراعی زعفران شد.

واژه‌های کلیدی: بیو آمینوپالیس، سافرانال، پیکروکروسین، کروسین

مقدمه

زعفران با نام عمومی Saffron و نام علمی *sativus L. Crocus* به عنوان با ارزش ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد (Mohammad- et al., 2006). زعفران گیاهی عقیم بوده و تکثیر آن از طریق بنه انجام می‌شود (Kafi et al., 2006). ایران سالانه بیش از ۳۰۰ تن کلاله خشک زعفران تولید می‌کند، به طوری که ۹۰ درصد سطح زیرکشت دنیا و ۹۴ درصد تولید جهانی این محصول را در اختیار دارد (Behdani et al., 2010).

از جمله مصارف زعفران، استفاده به عنوان یک افزودنی خوراکی برای رنگ و طعم دادن به غذا (گران‌بها ترین چاشنی گیاهی دنیا)، رنگ کردن منسوجات و همچنین کاربرد دارویی در طب سنتی را می‌توان نام برد (Nair et al., 1995). علاوه بر این، زعفران دارای ۱۰ تا ۱۲ درصد آب، پنج تا هفت درصد مواد کانی، مقدار کمی گلوکید، پنج تا هشت درصد مواد چربی و موم، ۱۲ تا ۱۳ درصد مواد پروتیدی و مقدار کمی اسانس، رنگیزه‌ها و فلاونوئید است (Nair et al., 1995). ارزش کیفی زعفران به علت وجود متابولیت‌های ثانویه اصلی و مشتقات آن می‌باشد. ترکیبات زرد رنگ کروسین مسئول رنگ، مواد تلخ پیکروکروسین مسئول طعم و سافرانال عامل عطر و بوی زعفران می‌باشد (Omidi et al., 2009).

در بوم‌نظام‌های زراعی شناخت عوامل افزایش‌دهنده کمیت و کیفیت محصول الزامی بوده که باید جهت دستیابی به عملکرد مطلوب مورد توجه قرار گیرد. عوامل زیادی مانند اقلیم، علف‌های هرز، بیماری‌ها، آبیاری، انبارداری و تاریخ کاشت، انواع کودها اعم از کودهای شیمیایی، بیولوژیک و حیوانی در تعیین کمیت و کیفیت زعفران تولیدی نقش بسزایی دارند (Hemati Kakhki & Hosseini, 2003).

یکی از راهکارهای مهم زراعی جهت دستیابی به عملکرد بالاتر، تأمین مقدار کافی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف برای بهبود رشد است. در کشت زعفران به طور معمول بین ۲۰ تا ۸۰ تن در هکتار کود حیوانی قبل از کاشت بنه زعفران به کار برده می‌شود، این در حالی است که هیچ‌گونه کود

شیمیایی به خاک اضافه نمی‌شود و یا میزان مصرف آن بسیار اندک است (Kafi et al., 2006; Douglas & Perry, 2003). براساس تحقیقات انجام گرفته جایگزینی تدریجی کودهای شیمیایی به دلیل مشکلات زیست محیطی آنها با کودهای زیستی، امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. همچنین از آنجا که بیشتر مصرف‌کنندگان گیاهان دارویی به کیفیت ترکیبات اهمیت می‌دهند و در کشاورزی پایدار نیز کیفیت محصول قابل اعتماد بوده و به طور ویژه‌ای مدنظر قرار می‌گیرد، لذا حرکت به سمت سیستم‌های کشاورزی پایدار و تولید گیاهان دارویی سالم و با کیفیت ضروری به نظر می‌رسد.

در زراعت زعفران، استفاده از کودهای آلی به عنوان ابزاری جهت نیل به بهبود عملکرد مطرح می‌باشد (Behnia et al., 1991). شاهنده (Shahandeh, 1990) میزان مواد آلی خاک را یکی از مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر عملکرد زعفران معرفی نمودند. بررسی‌ها نشان داده است که بین ماده آلی و عملکرد زعفران همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد (Rashed Mohassel et al., 2006).

کودهای زیستی به عنوان فرآورده‌های مناسبی برای دستیابی به پایداری در کشاورزی مطرح می‌باشند و استفاده از این مواد، باعث بهبود قابل توجه ساختمان خاک، محتوی ماده آلی و باروری خاک می‌گردد که برای گیاه و خاک مزایای بی‌شماری را به همراه دارد (Patra et al., 2000). نقدی‌بادی و همکاران (Naghdibadi et al., 2011) با بررسی تأثیر کود شیمیایی فسفره و کود زیستی بارور ۲ بر عملکرد گیاه زعفران مشاهده نمودند که بیشترین عملکرد کلاله و خامه در نتیجه‌ی کاربرد کود زیستی بارور ۲ به نسبت ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که بیشترین مقدار سافرانال و کروسین در اثر تیمار مصرف تلفیقی کود زیستی بارور ۲ و کود شیمیایی فسفره بدست آمد. در تحقیقی امید و همکاران (Omidi et al., 2009) عنوان کردند که کود زیستی نیتروکسین با افزایش جذب عنصر نیتروژن توسط گیاه توانست در افزایش رشد اندام‌های هوایی زعفران نقش مثبتی داشته باشد. نتایج مطالعه نقدی‌بادی و همکاران (Naghdibadi et al., 2011) نیز در خصوص بررسی اثر

عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ صورت گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل مصرف برخی منابع کودی [بیوآمینو پالیس (۳-۳/۵) لیتر در هکتار]، اسیدهیومیک (۴ لیتر در هکتار با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، یارامیلاکمپلکس (۵۰ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (بدون مصرف کود) [و سه وزن بانه مادری (۴-۶، ۷-۹ و ۱۰-۱۲ گرم) بودند. قبل از شروع آزمایش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در گلدان‌ها، که از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک مزارع زعفران در منطقه بیدخت تهیه شده بود، تعیین گردید (جدول ۱).

کود زیستی و شیمیایی فسفره بر زعفران نشان داد که طول کلاله و خامه با مصرف این کودها به طور معنی‌داری افزایش یافت. با توجه به اهمیت گیاه دارویی زعفران، مصارف گسترده آن در صنایع مختلف، این تحقیق در راستای دستیابی به اصول کشاورزی پایدار و حصول عملکرد کمی و کیفی قابل قبول همگام با کاهش مصرف کود شیمیایی با هدف بررسی تأثیر کاربرد تیمارهای کودی مختلف و وزن بانه مادری بر عملکرد گل، بانه و کلاله و نیز خصوصیات کیفی این گیاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به صورت کشت گلدانی در فضای باز دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر)

Table 1. Soil physical and chemical characteristics (0-30 cm depth)

بافت	شاخص واکنش	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نیتروزن کل (درصد)	کربن آلی (درصد)	ماده آلی (درصد)	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام)	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام)
Texture	pH	EC (dS.m ⁻¹)	N (%)	OC (%)	OM (%)	Available P (ppm)	Available K (ppm)
لومی Loamy	7.98	1.43	0.18	0.17	0.29	8	235

در جدول‌های ۲ و ۳ و ۴ برخی ویژگی‌های شیمیایی کودهای مورد استفاده در بستر کشت زعفران نشان داده شده است.

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی یارامیلا کمپلکس

Table 2. Chemical characteristics of Yaramilla complex

شاخص واکنش	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نیتروزن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	منیزیم (%)	گوگرد (%)
pH	EC (dS.m ⁻¹)	Total N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	S (%)
4.75	16.5	12	11	18	2.65	19/9

جدول ۳. خصوصیات شیمیایی اسید هیومیک

Table 3. Chemical characteristics of humic acid

شاخص واکنش	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	نیتروژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	ماده آلی (%)	کربن آلی (%)
pH	EC (dS.m ⁻¹)	N (%)	P (%)	K (%)	Organic matter (%)	Organic carbon (%)
10.9	8	3.5-5	1	1	16.5	3/5-4

جدول ۴. خصوصیات شیمیایی بیوآمینوپالیس

Table 4. Chemical characteristics of Bioaminopalis

شاخص واکنش	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	نیتروژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	کربن آلی (%)
pH	EC (dS.m ⁻¹)	N (%)	P (%)	K (%)	Organic carbon (%)
5	9	7	5/5-6	1/5	2-2/5

خصوصیات رشدی بنه‌ها و برگ‌های زعفران مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌برداری از بنه‌ها در اواخر اسفندماه سال ۱۳۹۳ انجام شد. از هر گلدان دو کلون خارج شد. سپس بنه‌های دختری در هر جعبه براساس وزن و تعداد آن‌ها مشخص شد. سایر صفات اندازه‌گیری شده شامل طول برگ، تعداد برگ، وزن خشک برگ، تعداد بنه دختری، وزن تر و خشک بنه دختری، قطر بنه مادری، وزن تر بنه مادری، وزن خشک بنه مادری و وزن تر و خشک فلس بودند.

همزمان با شروع گلدهی، گل‌ها به صورت روزانه جمع‌آوری و پس از شمارش، توزین شدند و بعد از جدا کردن گلبرگ‌ها، وزن تر و خشک کلاله اندازه‌گیری و تعیین شد. پس از جمع‌آوری، کلاله‌ها در دمای ۲۵±۱ درجه سانتی‌گراد و به دور از نور مستقیم خورشید در محیط سایه به طور کامل خشک شدند. متابولیت‌های ثانویه اصلی زعفران در طول موج‌های ۲۵۷، ۳۳۰ و ۴۴۰ نانومتر به ترتیب برای پیکروکروسین (عامل طعم)، سافرانال (عامل عطر) و کروسین (عامل رنگ) به روش اسپکتروفتومتری طبق استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۹-۲ اندازه‌گیری و تعیین شدند (معادله ۱) (Molina et al., 2010).

معادله (۱)

$$E_{\lambda_{max}}^{1\%} = \frac{A_{\lambda_{max}} * 5000}{m (100 - H)}$$

بنه‌های زعفران در جعبه‌های پلاستیکی با ابعاد ۳۳/۵×۳۳/۵×۲۷ سانتی‌متر و وزن ۲۳ کیلوگرم در اوایل شهریور ماه سال ۱۳۹۳ براساس تراکم ۵۰ بنه در متر مربع کاشته شدند. از آنجا که انتخاب بنه مرغوب جهت کاشت در دستیابی به عملکرد بالا حائز اهمیت است (Omidi et al., 2009)، لذا بنه‌های سالم (بدون زخم و خراشیدگی و عاری از هر نوع بیماری) برای کاشت از روستای گل واقع در اطراف بیرجند تهیه شد. تیمارهای کودی در سال اول یکبار در بستر کاشت و یکبار در نیمه اسفند ماه همزمان با مرحله رشد رویشی زعفران به صورت محلول‌پاشی برگ‌گی در صبح هنگام بر روی برگ‌ها پاشیده شدند. برای هر یک از روش‌های مصرف مقادیر کودی جداگانه اعمال شد. در سال دوم (۱۳۹۴) مصرف کودی صورت نگرفت.

اولین آبیاری بلافاصله بعد از کشت و آبیاری دوم ۱۰ روز بعد از آبیاری اول به منظور تسهیل در سبز شدن بنه‌ها انجام شد. عملیات سله‌شکنی و وجین نیز در طول فصل رشد بنا به ضرورت انجام گرفت.

مشاهدات عینی و بازدیدهای مکرر از واحدهای آزمایشی مطالعه طی دوره انجام آزمایش مشخص نمود که دوره پایان رشد رویشی بنه‌های زعفران (با توجه به زرد و خشک شدن برگ‌ها) هر دو سال اسفند ماه بود که طی این دوره

تحریک رشد رویشی برگ داشته است (Cakmak et al., 2007).

اثر تیمار وزن بنه مادری نیز بر طول، تعداد و وزن خشک برگ زعفران معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۴). بیشترین طول، تعداد و وزن خشک برگ، در وزن بنه ۱۰-۱۲ گرم و کمترین میزان این صفات در وزن بنه ۴-۶ گرم مشاهده شد (شکل‌های ۱-B، ۲ و ۳-B). براساس نتایج آزمایش، افزایش اندازه بنه‌های مادری زعفران نقش مؤثری در افزایش معنی دار شاخص‌های ذکر شده داشت. به طوری که بیشترین تعداد برگ، طول برگ، وزن خشک برگ زعفران در نتیجه کاشت بنه‌های مادری با وزن ۱۰-۱۲ گرم به دست آمد (شکل‌های ۱-B، ۲ و ۳-B). این افزایش احتمالاً به دلیل اندوخته غذایی بیشتر، رشد سریع‌تر ریشه‌ها، رشد و استقرار زودتر بنه دختری در خاک می‌باشد. به طوری که بالاتر بودن وزن بنه در بنه‌های مادری درشت‌تر به بیشتر بودن ذخایر غذایی آنها وابسته بوده که تحت تأثیر رشد بیشتر افزایش تعداد، طول و وزن برگ را به دنبال داشته است. نتایج ارتباط مستقیم بین اندازه یا قطر بنه مادری با عملکرد گل زعفران توسط کومار و همکاران (Kumar et al., 2009) نیز گزارش شده است. در این راستا گزارش شده است که افزایش وزن بنه مادری می‌تواند باعث کاهش فاصله زمانی از کاشت تا ظهور اندام‌هوایی و افزایش سطح برگ گیاه گردد (Koocheki et al., 2007). برخی بررسی‌ها (Kafi et al., 2002; De- Maestro and Ruta, 1993; Mc Molina et al., 2004; Gimpsey et al., 2005) نیز نشان داده است که بنه‌های درشت‌تر و با وزن بنه بیشتر به دلیل رشد رشد رویشی بهتر، تعداد بنه‌های بیشتر و با وزن بالاتری را تولید می‌کنند.

در این معادله، $A_{\lambda max}$ ، عدد قرائت شده از دستگاه اسپکتروفوتومتر، m ، وزن نمونه کلاله زعفران بر حسب گرم و H ، درصد رطوبت نمونه‌ها که ۶/۴۲ در نظر گرفته شد، می‌باشد.

لازم به ذکر است اطلاعات ارائه شده مربوط به خصوصیات رشدی بنه مربوط به سال اول و خصوصیات کیفی مربوط به اطلاعات سال دوم مطالعه می‌باشد.

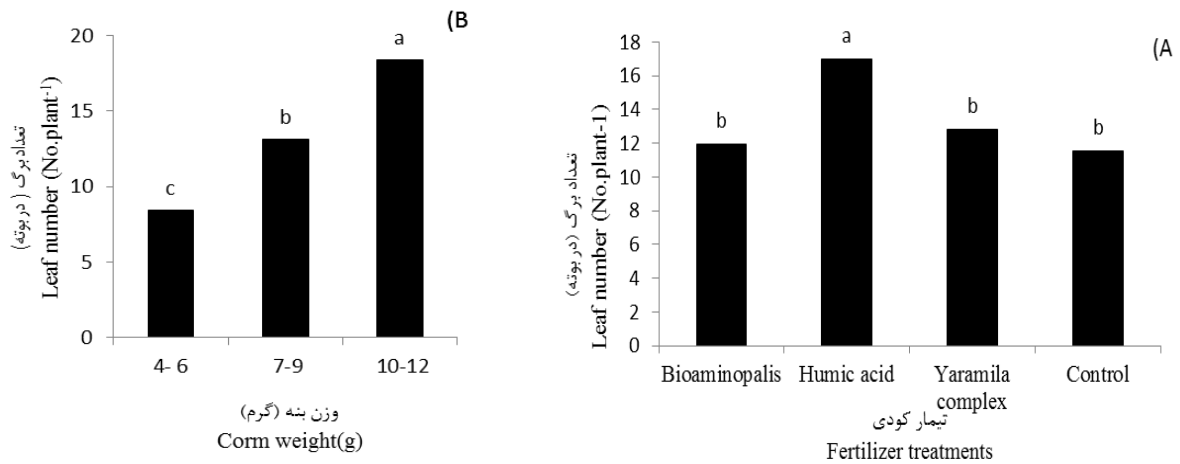
تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS (9.1) انجام و میانگین‌ها با آزمون (LSD) FLSD محافظت‌شده در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شد. نمودارها با Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار کودی و وزن بنه مادری بر روی خصوصیات رویشی و صفات کیفی معنی دار ($P \leq 0.01$) بود.

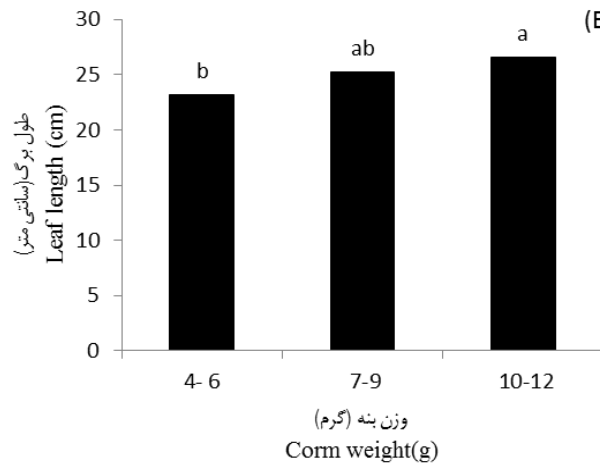
تعداد، طول و وزن خشک برگ: مصرف کودهای زیستی بر تعداد برگ در بوته و وزن خشک برگ زعفران تأثیر معنی‌داری داشت ($P \leq 0.01$)، ولی اثر تیمارهای کودی بر طول برگ معنی‌دار نشد (جدول ۴). به طوری که با مصرف این کودها، تعداد برگ در بوته و وزن خشک برگ نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین تعداد و وزن خشک برگ در اثر تیمار مصرف اسیدهیومیک (۴ لیتر در هکتار) به ترتیب با ۱۷ برگ، و ۰/۹ گرم و کمترین میزان این صفات مربوط به شاهد (عدم مصرف کود) به ترتیب با ۱۱ برگ، و ۰/۷۲ گرم بود (شکل‌های ۱-A و ۳-A).

تغذیه مناسب گیاه، عامل مهمی در تحریک رشد و نمو رویشی و به تبع آن عملکرد گیاه می‌باشد (Coelho and Dale, 2009). بنظر می‌رسد که کاربرد تیمارهای کودی حاوی مواد آلی به عنوان عامل مؤثر بر بهبود حاصلخیزی خاک، به دلیل افزایش فراهمی عناصر غذایی قابل دسترس، منجر به بهبود رشد رویشی و افزایش وزن خشک برگ زعفران شده است. برخی محققان تأیید نموده‌اند که بهبود رشد سطح اندام‌های فتوسنتزکننده زعفران بیانگر نقش مؤثر کودهای زیستی می‌باشد که تأثیر مثبت و مطلوبی بر



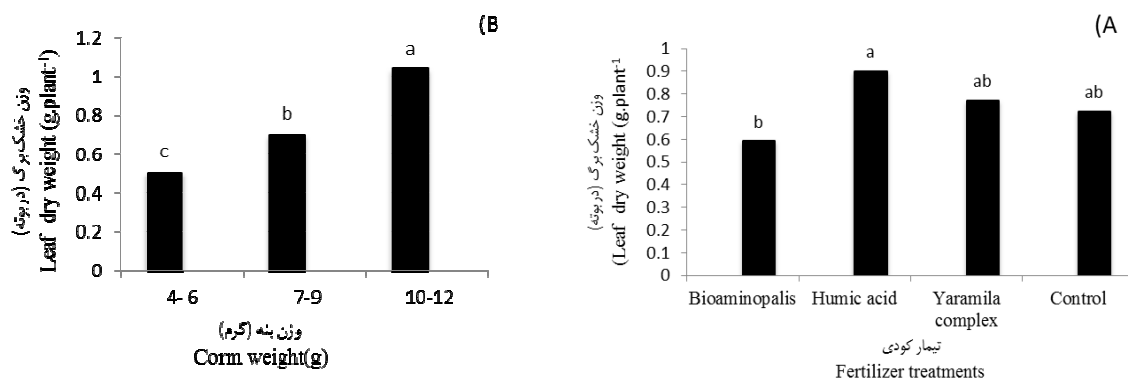
شکل ۱. مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی (A) و وزن بنه مادری (B) بر تعداد برگ زعفران
Fig. 1. Mean comparison for the effects of (A) fertilizer treatments and (B) mother corm weight on leaf number of saffron

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی دار ندارند.
Means with at least one similar letter do not have significant difference.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر وزن بنه مادری بر طول برگ زعفران
Fig. 2. Mean comparison for the effect of mother corm weight on leaf length of saffron

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی دار ندارند.
Means with at least one similar letter do not have significant difference.



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی (A) و وزن بنه مادری (B) بر وزن خشک برگ زعفران
Fig. 3. Mean comparison for the effects of (A) fertilizer treatments and (B) mother corm weight on dry weight of saffron

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی دار ندارند.

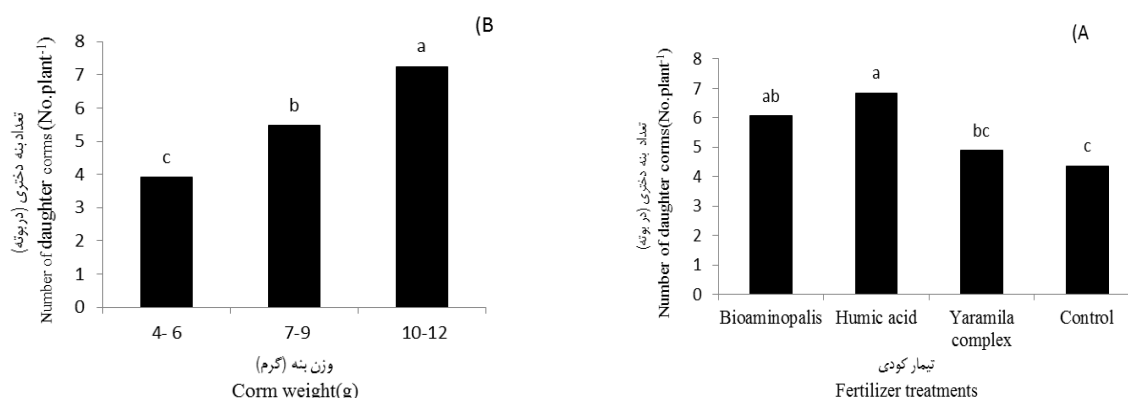
Means with at least one similar letter do not have significant difference.

شاخص‌های کمی و کیفی محصولات کشاورزی دارد (Sabzevari et al., 2010). بیشترین تعداد بنه دختری، و وزن بنه مادری برای وزن بنه ۱۰-۱۲ گرم به ترتیب با ۷ بنه و ۱/۴۲ گرم مشاهده شد و کمترین تعداد بنه دختری و وزن بنه مادری به وزن بنه ۴-۶ گرم با ۴ بنه و ۰/۸ گرم اختصاص داشت (شکل‌های A-۴، A-۵، A-۶). از آنجا که میزان مواد انتقال یافته به بنه و سایر اندام‌های زیرزمینی به سطح فتوسنتزکننده و کارایی فتوسنتزی برگ بستگی دارد (Kafi et al., 2002)، لذا به نظر می‌رسد که ذخایر بیشتر بنه‌های درشت‌تر مادری، امکان تخصیص حجم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به جوانه‌های رویشی فراهم کرده که این امر از طریق ظهور سریع‌تر برگ‌ها و در نتیجه بهبود رشد و افزایش طول آنها، افزایش تعداد و وزن بنه را به دنبال داشته است. مولینا و همکاران (Molina et al., 2005) گزارش کردند که در بنه‌های بزرگتر تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ‌ها نسبت به بنه‌های کوچکتر زودتر اتفاق می‌افتد که این امر، به دلیل بهره‌گیری زودتر و بیشتر برگ‌ها از شرایط محیطی و به ویژه نور، باعث افزایش تولید ماده فتوسنتزی و تولید بنه‌های بزرگتر می‌شود. نتایج تحقیقات مک‌گیمپسی و همکاران (Mc Gimpsey et al., 2005) حاکی از آن است که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین رشد و تعداد بنه‌های دختری و وزن بنه مادری وجود دارد. دیماستر و روتا (De-Maastro and Ruta, 1993) نیز

تعداد بنه دختری و وزن بنه مادری: نوع کود زیستی بر تعداد بنه دختری و وزن تر بنه مادری زعفران تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) داشت (شکل‌های A-۴ و A-۶). به طوری که بیشترین تعداد بنه دختری و وزن تر بنه مادری در تیمار اسیدهیومیک (۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) به ترتیب با ۷ بنه و ۱/۳۹ گرم مشاهده شد که به ترتیب نسبت به شاهد ۵۶/۷ و ۶۱/۶ درصد افزایش داشت. البته کاربرد بیوآمینوپالیس و یارامیلاکمپلکس از نظر آماری از نظر این صفت با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین تعداد بنه دختری و وزن تر بنه مادری به شاهد اختصاص داشت. از آنجا که تولید بنه‌های دختری و بهبود شرایط تغذیه‌ای برای تحریک رشد بنه، تعیین‌کننده پتانسیل عملکرد زعفران در سال‌های بعدی می‌باشد (Nehvi et al., 2010; Kafi et al., 2002)، بنابراین، می‌توان از طریق استفاده از انواع نهاده‌های آلی از جمله کمپوست بستر قارچ (Rezvani et al., 2013) و اسید هیومیک (Koocheki, et al., 2013)، خصوصیات خاک را از نظر فراهمی عناصر غذایی برای رشد زعفران بهبود بخشید که این امر از طریق افزایش تولید بنه می‌تواند منجر به بهبود کمی عملکرد زعفران گردد. اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی بدون اثرات مخرب زیست محیطی باعث بهبود ساختار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و بدلیل دارا بودن ترکیبات هورمونی، اثرات مثبت قابل ملاحظه‌ای بر

دختری همبستگی مثبت وجود دارد (Mc 2005). لذا از طریق افزایش وزن بنه نیز می‌توان با شروع زودتر دوره بهره‌برداری از زعفران‌زار، بهبود بیشتر عملکرد را به دنبال داشت. گریستا و همکاران (2008) نیز بر تأثیر معنی‌دار وزن بنه بر خصوصیات رشدی و عملکرد زعفران تأکید کردند.

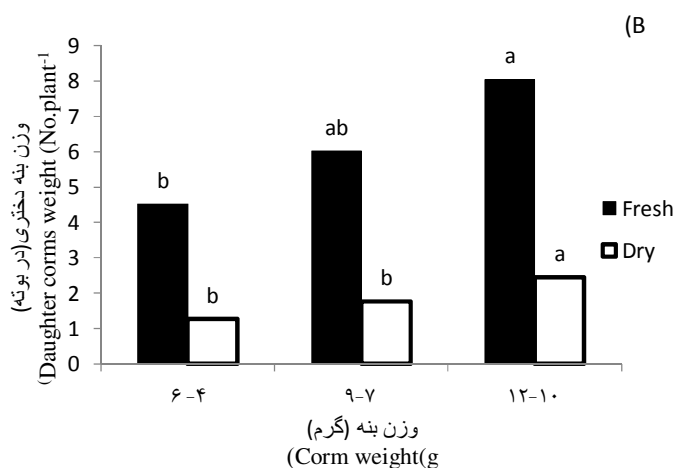
اظهار داشتند که بنه‌های مادری درشت‌تر از طریق تکثیر بیشتر، تعداد بیشتری بنه دختری با وزن درشت‌تر را تولید خواهند کرد. ارسلان و همکاران (2006) گزارش نمودند که وزن بنه اثر مثبت و معنی‌داری بر تولید و افزایش رشد بنه‌های دختری داشت. همچنین از آنجا که تکثیر زعفران با بنه انجام می‌شود و با توجه به نتایج برخی بررسی‌ها که نشان داده‌اند بین اندازه بنه و تعداد بنه‌های



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر تیمار کودی (A) و وزن بنه مادری (B) بر تعداد بنه دختری زعفران
Fig. 4. Mean comparison for the effects of (A) fertilizer treatments and (B) mother corm weight on number of daughter corms of saffron

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

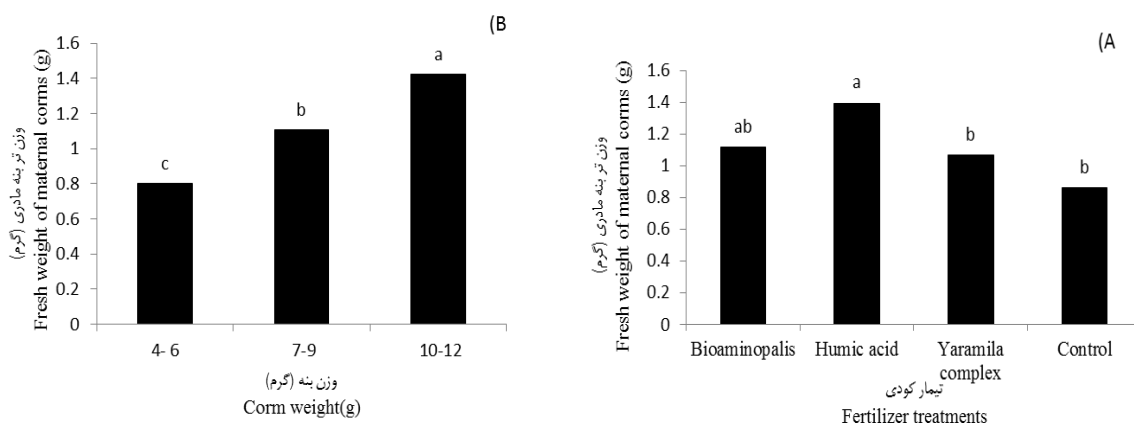
Means with at least one similar letter do not have significant difference.



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر وزن بنه مادری بر وزن بنه دختری زعفران
Fig. 5. Mean comparison for the effect of mother corm weight on daughter corms weight of saffron

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means with at least one similar letter do not have significant difference.



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر تیمار کودی (A) و وزن بنه مادری (B) بر وزن تر بنه مادری زعفران
Fig. 6. Mean comparison for the effects of (A) fertilizer treatments and (B) mother corm weight on fresh weight of mother corm of saffron

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی دار ندارند.

Means with at least one similar letter do not have significant difference

کروسین: تیمارهای کودی بر میزان کروسین یا رنگ زعفران (جذب محلول آبی یک درصد در طول موج ۴۴۰ نانومتر بر حسب ماده خشک) تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) داشته است. بالاترین و پایین‌ترین میزان کروسین به ترتیب برای تیمارهای بیوآمینوپالیس (۲۵۰) و عدم مصرف کود یا شاهد (۲۲۴/۶) حاصل شد (شکل ۷-C). بهبود خصوصیات کیفی زعفران تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی احتمالاً مربوط به افزایش فراهمی ترکیبات، مواد هورمونی و ویتامین‌های محلول در آب به واسطه ایجاد حالت همکاری متقابل با سایر میکروارگانیسم‌ها و تولید ترکیبات اولیه مؤثر در بیوسنتز گلوکوزیدها و تجزیه آنها به ترکیبات ثانویه زعفران می‌باشد (Omid et al., 2009). بدین ترتیب، از آنجا که تیمارهای کودی بر این خصوصیات زعفران تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۵)؛ به طوری که کاربرد کود زیستی مؤثر و موجب بهبود سه مؤلفه کیفیت (رنگ، طعم و عطر) زعفران شد، توصیه می‌شود جهت بهبود خصوصیات کیفی زعفران به ویژه در راستای افزایش درآمدزایی از طریق بازارهای جهانی، کاربرد کودهای زیستی نظیر بیوآمینوپالیس مدنظر قرار گیرد.

تأثیر حاصلخیزکننده‌های خاک بر خصوصیات کیفی زعفران

پیکروکروسین: تیمارهای کودی بر میزان پیکروکروسین زعفران تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) داشت (جدول ۵) و بیشترین محتوی پیکروکروسین (حداکثر جذب محلول آبی یک درصد در طول موج ۲۵۴ نانومتر بر حسب ماده خشک) در تیمار بیوآمینوپالیس (۸۷/۴۱) و کمترین آن در شاهد (۷۷/۶۸) بدست آمد. جالب آن که با مقایسه جذب محلول آبی یک درصد زعفران در شاهد نسبت به سایر تیمارها مشخص است که کاربرد کود زیستی بیوآمینوپالیس بر فاکتور طعم زعفران (میزان پیکروکروسین) تأثیر مثبت داشته است (شکل ۷-A).

سافرانال: کاربرد نوع کود زیستی بر میزان سافرانال (جذب محلول آبی یک درصد در طول موج ۳۳۰ نانومتر- بر حسب ماده خشک) زعفران تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) داشت (جدول ۵). بیشترین میزان سافرانال (بالاترین میزان جذب محلول آبی یک درصد در طول موج ۳۳۰ نانومتر بر حسب ماده خشک) در تیمار بیوآمینوپالیس (۳۲/۴۸) بدست آمد و کمترین میزان آن به شاهد (۲۹/۲۳) اختصاص داشت (شکل ۷-B).

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای کودی و وزن بنه مادری بر صفات رشدی زعفران
 Table 5. Results of analysis of variance (mean of squares) for fertilizer treatments and mother corm weight effects on quantitative traits of saffron

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی Df	وزن خشک قلمس Dry weight of tunic	وزن تر قلمس Fresh weight of tunic	وزن خشک بنه مادری Dry weight of mother corm	وزن تر بنه مادری Fresh weight of mother corm	قطر بنه مادری Diameter of mother corm	وزن خشک بنه دختری Dry weight of daughter corm	وزن تر بنه دختری Fresh weight of daughter corm	تعداد بنه دختری Number of daughter corm	وزن خشک برگ Dry weight of leaf	طول برگ Leaf length	تعداد برگ Leaf number
تکرار Replication (F)	2	0.044 ^{ns}	1.45 ^{**}	0.012 ^{ns}	0.11 ^{ns}	6.33 ^{ns}	0.41 ^{ns}	11.93 ^{ns}	10.67 [*]	0.03 ^{ns}	28.21 [*]	6.26 ^{ns}
تیمار کودی Fertilizer treatment (F)	3	0.010 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.028 ^{ns}	0.44 ^{**}	8.78 ^{ns}	0.15 ^{ns}	7.89 ^{ns}	11.39 ^{**}	0.15 [*]	12.79 ^{ns}	56.96 [*]
وزن بنه Corm weight (W)	2	0.173 [*]	0.67 [*]	0.191 ^{**}	1.15 ^{**}	44.72 ^{**}	4.31 ^{**}	37.42 ^{**}	33.38 ^{**}	0.88 ^{**}	35.80 [*]	29.86 ^{**}
F×W	6	0.017 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.010 ^{ns}	0.03 ^{ns}	1.86 ^{ns}	0.23 ^{ns}	6.05 ^{ns}	2.03 ^{ns}	0.06 ^{ns}	1.20 ^{ns}	14.25 ^{ns}
خطا Error	22	0.034	0.13	0.015	0.08	5.07	0.36	6.04	1.94	0.04	7.38	14.91
ضریب تغییرات (%) CV (%)		31.76	31.22	38.11	25.73	11.00	32.80	39.74	25.17	25.63	10.88	29.00

ns, * and ** are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

ns, *, ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند.

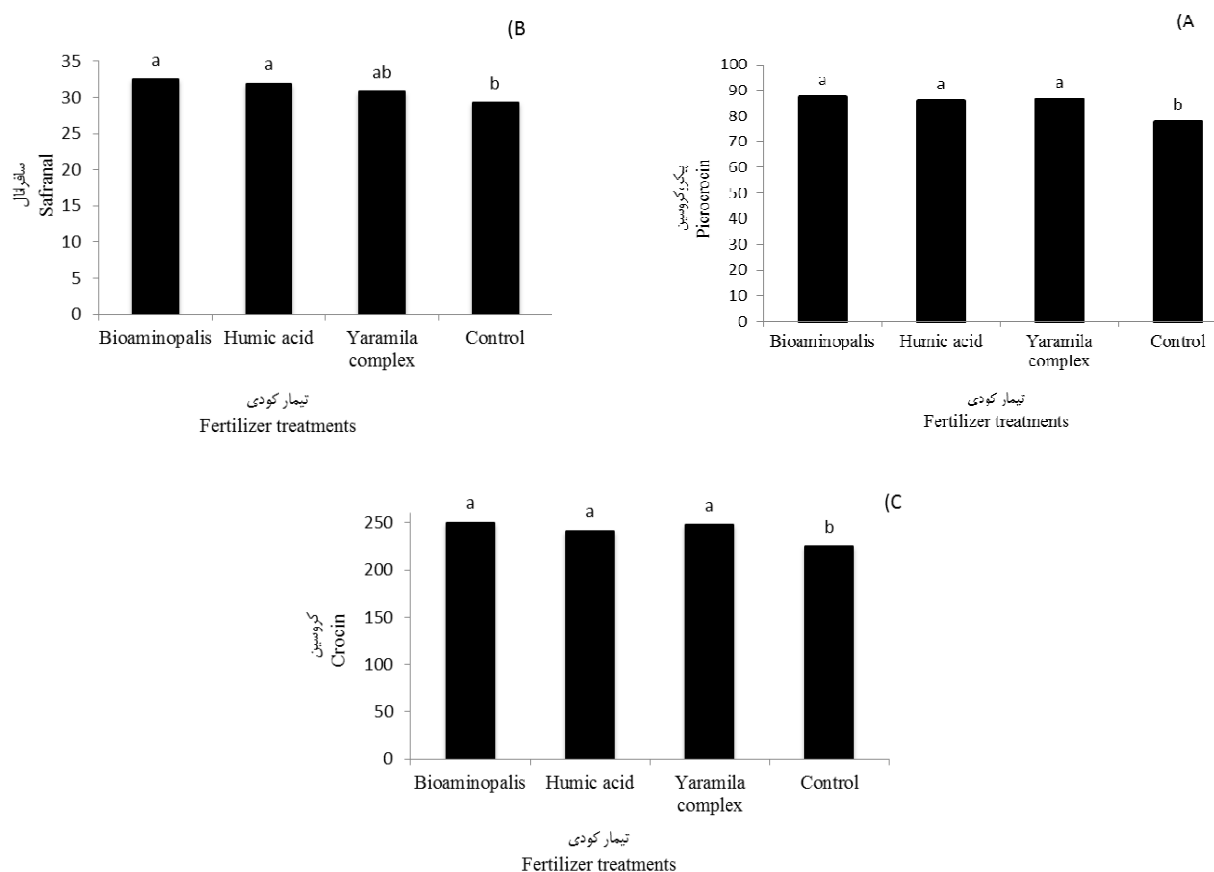
جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس تاثیر کودهای زیستی بر صفات کیفی کلاله زعفران

Table 6. Analysis of variance for qualitative traits of saffron stigma as affected by bio-fertilizers

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean of squares		
		پیکروکروسین Picrocrocin	کروسین Crocine	سافرانال Safranal
تکرار Replicate	2	2.42	9.257	0.651
کود زیستی Bio-fertilize	3	60.77 **	392.03 **	6.03 *
خطای آزمایش Error	6	6.05	28.24	0.918
ضریب تغییرات (%) CV (%)		2.92	2.21	3.08

** و * نشان دهنده معنی داری در سطح یک و پنج درصد

** and * means significant at 0.01 and 0.05 probability level



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی بر میزان پیکروکروسین (A)، سافرانال (B) و کروسین (C) زعفران

Fig. 7. Mean comparison for the effects of fertilizer treatments on (A) Picrocrocin, (B) Safranal and (C) Crocin contents of saffron

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی دار ندارند.

Means with at least one similar letter do not have significant difference.

جدول ۷. ضرایب همبستگی ساده بین صفات رشدی زعفران

صفات	وزن خشک	فلس	Dry weight of tunic	وزن تر فلس	Fresh weight of tunic	وزن خشک بنه مادری	Dry weight of mother corms	وزن تر بنه مادری	Fresh weight of mother corms	وزن خشک بنه دختری	Dry weight of daughter corms	وزن تر بنه دختری	Fresh weight of daughter corms	تعداد بنه دختری	Number of daughter corms	وزن خشک برگ	Leaf dry matter	طول برگ	Leaf length
وزن تر فلس	0.644**																		
fresh weight of tunic																			
وزن خشک بنه مادری	0.249 ^{ns}	0.101 ^{ns}																	
dry weight of mother corms																			
وزن تر بنه مادری	0.249 ^{ns}	0.168 ^{ns}	0.778**																
fresh weight of mother corms																			
قطر بنه مادری	0.329*	0.473**	0.584**	0.492**															
diameter of Mother corm																			
وزن خشک بنه دختری	0.542**	0.478**	0.494**	0.501**	0.498**														
Dry weight of daughter corms																			
وزن تر بنه دختری	0.470**	0.195 ^{ns}	0.539**	0.559**	0.339*	0.774**													
fresh weight of daughter corms																			
تعداد بنه دختری	0.282 ^{ns}	0.097 ^{ns}	0.732**	0.778**	0.354*	0.472**	0.645**												
Number of daughter corms																			
وزن خشک برگ	0.562**	0.404*	0.598**	0.631**	0.609**	0.761**	0.696**	0.620**											
leaf dry matter																			
طول برگ	0.407*	0.320 ^{ns}	0.140 ^{ns}	0.135 ^{ns}	0.353*	0.544**	0.278 ^{ns}	-0.098 ^{ns}	0.395*										
Leaf length																			
تعداد برگ	0.420*	0.248 ^{ns}	0.704**	0.781**	0.527**	0.652**	0.740**	0.845**	0.868**	0.195 ^{ns}									
Leaf number																			

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

نتایج ضرایب همبستگی بین خصوصیات رشدی و کیفی

همانگونه که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین تعداد برگ ($r = 0.845^{**}$)، وزن خشک برگ ($r = 0.620^{**}$)، وزن تر بنه دختری ($r = 0.645^{**}$)، وزن خشک بنه دختری ($r = 0.472^{**}$)، وزن تر بنه مادری ($r = 0.778^{**}$)، وزن خشک بنه مادری ($r = 0.732^{**}$) با تعداد بنه دختری و بین وزن تر بنه مادری ($r = 0.492^{**}$)، وزن خشک بنه مادری ($r = 0.584^{**}$)، وزن تر فلس ($r = 0.473^{**}$)، تعداد برگ ($r = 0.527^{**}$)، وزن خشک برگ ($r = 0.609^{**}$)، وزن خشک بنه دختری ($r = 0.489^{**}$) با قطر بنه مادری وجود داشت.

در بین صفات کیفی، همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین سافرانال ($r = 0.805^{**}$)، کروسین ($r = 0.914^{**}$) با پیکروکروسین و بین کروسین با سافرانال ($r = 0.771^{**}$) وجود داشت (جدول ۷). بنابراین، وجود رابطه مثبت بین این پارامترها نشان می‌دهد که بکارگیری هر نوع مدیریت زراعی نظیر کاربرد حاصلخیزکننده‌های خاک و کاشت بنه‌های مادری درشت‌تر در زمان کاشت که بتواند خصوصیات رشدی را بهبود دهد، در نهایت افزایش عملکرد کمی و کیفی زعفران را به دنبال دارد.

جدول ۸. ضرایب همبستگی ساده بین صفات کیفی کلاله زعفران

Table 8. Correlation coefficients between qualitative traits of saffron stigma

صفات Traits	کروسین Crosin	پیکروکروسین Picrocrosin
سافرانا Safranal	0.771**	0.805**
کروسین Crosin	-	0.914**

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد.

** are significant at the 1% probability levels

نتیجه‌گیری

دنبال داشت و کاربرد بیو آمینو پالپس بالاترین مواد مؤثره کروسین، سافرانا، پیکروکروسین را به دنبال داشت. بنابراین، استفاده از نهاده‌های آلی بویژه کود زیستی اسیدهیومیک و بیو آمینوپالپس را می‌توان به عنوان راهکاری مناسب در راستای تولید پایدار گیاه ارزشمند زعفران مد نظر قرار داد.

بطور کلی، اگرچه زعفران گیاهی نسبتاً کم توقع نسبت به حاصلخیزی خاک می‌باشد، ولی استفاده از حاصلخیزکننده‌های خاک، به دلیل بهبود شرایط رشد منجر به بهبود خصوصیات رشدی و کیفی کلاله زعفران شد، بطوری‌که کاربرد اسیدهیومیک بالاترین تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، تعداد بنه دختری، وزن تر بنه مادری را به

منابع

- Arslan, N., Gubruz, B., Dpek, A., Ozcan, S., Sarthan, E., Daeshian, A.M., Moghadassi, M.S., 2006. The effect of corm size and different harvesting times on saffron (*Crocus sativus* L.) regeneration. Proceedings of the 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran, 28-30 October 2006, pp. 113-117.
- Behdani, M.A., Jami-Alahmadi, M., Akbarpour, A., 2010. Research Project: Category ecological approach to optimize the production of saffron in Southern Khorasan, Birjand University, pp. 107 [in Persian]
- Behnia, M.R., 1991. Saffron Agronomy. Tehran University Publication, Iran. [in Persian]
- Cakmakc, R., Donmez, M.F., Erdogan, U. 2007. The effect of plant growth promoting Rhizobacteria on barley seeding growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacteria Counts. Turkish J. of Agri. 31, 189-199.
- Coelho, D.T., Dale, R.F. 1980. An energy crop growth variable and temperature function for predicting corn growth and development: planting to silking. J. Agro. 72, 503-510.
- De-Maastro, G., Ruta, C., 1993. Relation between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering Acta Hort. 344, 512-517.
- Douglas, M., Perry, N., 2003. Growing saffron. The world's most expensive spice. New Zealand Crop and Food Res. 5, 4-20.
- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., Ruberto, G., 2008. Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield, daughter corms and qualitative aspects of saffron (*Crocus sativus* L.) in a Mediterranean environment. J. Sci Food and Agri. 88(7), 1144-1150.
- Hemati Kakhki, A., Hosseini, M., 2003. A Review on 15 Years on Research on Saffron in Khorasan. Institute of Research and Development of Technology. Ferdowsi University of Mashhad Publications. P. 114. [in Persian].
- Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Koocheki, A., Mollafilabi, A., 2002. Saffron: Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Iran. 244 pp. [in Persian]
- Kafi, M., Rashed, M.H., Koocheki, A., Mollafilabi, A., 2006. Saffron: Technology, Cultivation and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Press. Center of Excellence for Special Crops. [In Persian].
- Koocheki, A., Ganjeali, A., Abbassi, F., 2007. The effect of duration and condition of incubation,

- weight of mother corms and photoperiod on corm and shoot characteristics of saffron plant (*Crocus sativus* L.). *Field Crops Res.* 4(1), 315-331. [in Persian With English Summary].
- Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Mollafilabi, A., Seyyedi, S.M. 2013. The effects of high corm density and manure on agronomic characteristics and corms behavior of Saffron (*Crocus sativus* L.) in the second year. *J. Saffron Res.* 1(2), 144-155. (in Persian with English Summary)
- Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., Ahuja, P.S., 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. *Food Review Inter.* 25(1), 44-85.
- Mc Gimpsey, J.A., Douglas, M.H., Wallace, A.R., 2005. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in New Zealand. *New Zealand J. Crop Hort Sci.* 25, 159-168.
- Mohammad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghaddam, P., Sabori, A., 2006. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron (*Crocus sativus* L.) in Mashhad conditions. *Proceedings of the 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology, Mashhad, Iran, 28-30 October 2006*, pp. 151-153.
- Molina, R.V., Renav-morata, B., Nebauer, S.G., Garcia, - Luis, A., Guardiola, J.L., 2010. Greenhouse saffron culture- temperature effects on flower emergence and vegetative growth the plants. *J. Acta Hort.* 850, 91-94.
- Molina, R.V., Valero, M., Navaro, Y., Garcia Luis, A., Guardiola, J.L., 2004. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *J. Sci Hort.* 103, 361-379.
- Naghdibadi, H.A., Omid, H., Golzad, A., Torbati, H., Fotookian, M.H. 2011. Change in crocin, safranal and picrocrocin content and agronomical characters of saffron (*Crocus sativus* L.) under biological and chemical of phosphorous fertilizers. *Iran. J. Med Plants.* 40(4), 58-68. [in Persian with English Summary].
- Nair, S.C., Kurumboor, S.K., Hasegawa, J.H., 1995. Saffron chemoprevention in biology and medicine: a review. *Cancer Biother.* 10(4), 257-264.
- Nehvi, F.A., Lone, A.A., Khan, M.A., Maghdoomi, M.I., 2010. Comparative study on effect of nutrient management on growth and yield of saffron under temperate conditions of Keshmir. *Acta Horticulturae* 850. Third International Symposium on Saffron: Forthcoming Challenges in Cultivation, Res and Eco. pp. 165-170.
- Omid, H., Naghdibadi, H.A., Golzad, A., Torbati, H., Fotookian, M.H. 2009. Effect of chemical and bio-fertilizer nitrogen on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *J. Med Plants.* 30(2), 98-109. [in Persian with English Summary].
- Patra, D.D., Anwar, M., Chand, S. 2000. Integrated nutrient management and waste recycling for restoring soil fertility and productivity in Japanese mint and mustard sequence in Uttar Pradesh, India. *Agriculture, Eco and Envir.* 80, 267-275.
- Rashed Mohassel, M. H., Azizi, G., Sabet Teimouri, M. 2006. Investigation on saffron reaction to mineral and organic fertilizers. *Book of Abstracts. 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology, Mashhad, Iran, 28-30 October 2006*, pp.71-76.
- 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. *J. Saffron Res.* 1(1), 13-26.
- Sabzevari, S., Khazaie, H.R., Kafi, M., 2010. Study on the effects of humic acid on germination of four wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *J. Field Crop Res.* 8(3), 473-480. [in Persian with English Summary].
- Shahandeh, H., 1990. Evaluation of chemophysical characteristics of soil due to saffron yield at Gonabad. *Sci & Indus Res.* [in Persian].



Effect of some fertilizer sources and mother corm weight on growth criteria and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.)

Mahtab Golzari Jahan Abadi¹, Mohammad Ali Behdani^{2*}, Mohammad Hassan Sayyari Zahan³ and Surur Khorramdel⁴

1- MSc student in Agronomy, College of Agriculture, University of Birjand

2- Professor, College of Agriculture, University of Birjand

3- Associate Professor, College of Agriculture, University of Birjand

4- Assistant Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

*Corresponding author E-mail: mahtab.golzari86@gmail.com

Received 20 October 2015; Accepted 9 February 2016

Abstract

In order to study the effects of some fertilizer sources and mother corm weights on qualitative and quantitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.), a factorial pot experiment based on a randomized complete block design with three replications was conducted at College of Agriculture, University of Birjand during 2014 and 2015. Experimental factors consisted of different fertilizers [Bioaminopalis (3 l.ha⁻¹), humic acid (4 l.ha⁻¹), Yaramila complex (50 kg.ha⁻¹) and control (without fertilizer)] and three mother corm weights included 4-6, 7-9 and 10-12 g. The results showed that the simple effects of different fertilizers were significant ($p \leq 0.01$) on leaf number (No.plant⁻¹), fresh weight of leaf (g), leaf dry weight (g), number of daughter corms (No.plant⁻¹), fresh weight of mother corms (g) and Picrocrocin, Safranal and Crocin contents of saffron. The simple effect of corm weight was significant ($p \leq 0.01$) on leaf number (No.plant⁻¹), leaf length (cm), fresh weight of leaf (g), leaf dry weight (g), number of daughter corms (No.plant⁻¹), fresh weight of daughter corms (g), daughter corms weight (g), diameter of mother corm (cm), fresh weight of mother corms (g), dry weight of mother corms (g), fresh weight of tunic (g), dry weight of tunic (g). Qualitative and quantitative traits of saffron were not affected by the simple effect of corm weight and fertilizer treatments. Also, the greatest leaf number (No.plant⁻¹), fresh weight and dry weight of leaf (g) and number of daughter corms (No.plant⁻¹) were observed where humic acid was applied with mother corms weighing 10-12 g. But the highest levels of Picrocrocin, Crocin and Safranal were obtained in Bioaminopalis application with 87.41, 250, 32.48 respectively. Therefore application of bio-fertilizers and reducing fertilizer use is an important step towards achieving the principles of sustainable agriculture and reduction of environmental pollution and improvement of saffron quality characteristics.

Keywords: Bio aminopalis, Safranal, Picrocrocin, Crocin