

ارزیابی رشد و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) تحت تأثیر کمپوست بستر قارچ و تراکم بنه

پرویز رضوانی مقدم^۱، سرور خرم دل^{۲*}، افسانه امین غفوری^۳ و جواد شباهنگ^۴

۱- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

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

۳- دانشجوی دکتری بوم‌شناسی زراعی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

*- نویسنده مسئول: Email: khorramdel@um.ac.ir

رضوانی مقدم، پ.، خرم دل، س.، امین غفوری، ا.، و شباهنگ، ج.، ۱۳۹۲. ارزیابی رشد و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) تحت تأثیر کمپوست بستر قارچ و تراکم بنه. مجله پژوهش‌های زعفران. ۱(۱): ۲۶-۱۳.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۲/۰۹

چکیده

استفاده از نهاده‌های آلی و تراکم مطلوب بنه دو عامل زراعی برای دستیابی به عملکرد بهینه در زراعت زعفران هستند. به منظور بررسی تأثیر تراکم بنه در مقادیر مختلف کمپوست بستر قارچ بر خصوصیات رویشی و عملکرد بنه، وزن گل و کلاله زعفران (*Crocus sativus*)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در فضای باز گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در دو سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ اجرا شد. فاکتورها شامل سه سطح کمپوست بستر قارچ (صفر، ۶۰ و ۱۲۰ تن در هکتار) و سه تراکم بنه (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ بنه در متر مربع) بودند. نتایج نشان داد که اثرات ساده مقادیر کمپوست بستر قارچ و تراکم‌های بنه بر وزن خشک برگ و فلس، طول برگ، تعداد و قطر بنه، تعداد و وزن بنه در گروه‌های مختلف وزنی، تعداد و وزن تر گل و عملکرد اقتصادی زعفران معنی‌دار ($P \leq 0.05$) شد. با افزایش تراکم بنه، رشد و به تبع آن تولید گل و عملکرد زعفران کاهش یافت. به طوریکه با افزایش تراکم بنه از ۵۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع، وزن تر گل و عملکرد کلاله زعفران ۱۲ درصد کاهش یافت. با افزودن ۶۰ تن در هکتار کمپوست بستر قارچ، خصوصیات رویشی و به تبع آن عملکرد اقتصادی زعفران افزایش یافت و با افزودن بیش از این مقدار، کاهش خصوصیات رشدی و عملکرد زعفران مشاهده شد. بیشترین وزن تر گل و عملکرد کلاله زعفران در مقدار ۶۰ تن کمپوست بستر در هکتار (به ترتیب برابر با ۵۵/۰۵ و ۰/۵۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان آن برای شاهد (به ترتیب برابر با ۴۶/۲۲ و ۰/۴۳ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: بنه دختری، حاصلخیزی خاک، کود آلی، عملکرد کلاله، گیاه نقدینه.

مقدمه

این مواد، باعث بهبود قابل توجه ساختمان خاک، محتوی ماده آلی و باروری خاک می‌گردد که برای گیاه و خاک مزایایی به همراه دارد (Patra et al., 2000). کودهای آلی سبب کاهش وزن مخصوص ظاهری و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌گردند (Abdel-Sabour & Abo-Seoud, 1996; Sharifi Ashour Abadi, A., 1998). همچنین مواد آلی با کاهش اسیدیته و تشکیل کمپلکس‌های محلول در خاک، می‌توانند سبب افزایش فراهمی عناصر کم مصرف شوند (Munshi et al., 1989). یکی از منابع کودی که استفاده از آن در سیستم‌های دارای مدیریت پایدار خاک مرسوم می‌باشد، کمپوست بستر قارچ (SMC)^۱ است (Kuepper, 2000). نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که بین محتوی ماده آلی خاک و عملکرد کلاله زعفران همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد (Munshi, 1994). بدین ترتیب، بنظر می‌رسد که بهبود عملکرد زعفران در این شرایط، احتمالاً به دلیل افزایش فراهمی و دسترسی به عناصر غذایی به ویژه فسفر و نیتروژن و همچنین بهبود ویژگی‌های بیولوژیکی و فیزیکی خاک باشد (Munshi, 1994).

استفاده از تراکم مطلوب بنه، یکی دیگر از راهکارهای مؤثر بر بهبود کارایی استفاده از منابع و افزایش عملکرد زعفران می‌باشد (Beheshti & Faravani, 2003). البته تراکم بنه بسته به نوع و روش کاشت و وزن بنه متغیر بوده و در منابع مختلف بین ۱/۵ تا ۱۰ تن در هکتار گزارش شده است (Amir Ghasemi, 2001; Behnia, 1991). همکاران (Molina et al., 2005) نشان داده است که انتخاب تراکم و اندازه مناسب بنه به دلیل افزایش دوره بهره‌برداری از این گیاه، سبب افزایش عملکرد و کاهش طول دوره کاشت تا اقتصادی شدن عملکرد می‌شود. نتایج مطالعات چهار ساله بهنیا و مختاری (Behnia & Mokhtari, 2009) روی اثر روش کاشت و تراکم بنه زعفران در طول ۳۰ سانتی‌متر نشان داد که بالاترین عملکرد برای روش کاشت ردیفی و تراکم ۱۵ بنه در طول ۳۰ سانتی‌متر مشاهده شد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009a) با بررسی اثر تراکم بنه گزارش نمودند که بالاترین عملکرد کلاله زعفران برای تراکم ۱۱ تن

زعفران (*Crocus sativus*) گیاه ارزشمندی که برخی پژوهشگران آن را بومی ایران می‌دانند (Mollafilabi, 2004)، از جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران برخوردار است؛ به طوری که ۹۰ درصد تولید زعفران دنیا به ایران تعلق دارد (Mohammad-Abadi et al., 2006b; Arslan et al., 2006). برخی محققان معتقدند که زعفران، اقتصادی‌ترین گیاه در نظام‌های زراعی کم‌نهاد در خراسان محسوب می‌شود (Ghorbani & Koocheki, 2006). بر طبق گزارش رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2007) میزان تولید جهانی زعفران بیش از ۲۰۰ تن در سال می‌باشد که بیش از ۸۹ درصد آن در ایران تولید می‌شود و استان خراسان رضوی با سطح زیر کشت بیش از ۴۹ هزار هکتار و تولید سالیانه ۱۴۸ تن در سال سهم قابل توجهی را به خود اختصاص داده است (SBYAKRP, 2010).

این گیاه به دلیل دارا بودن آشیان اکولوژیکی ویژه نسبت به سایر گیاهان و ویژگی‌های اقتصادی منحصر به فرد، از اهمیت خاصی در بین گونه‌های مختلف گیاهی برخوردار است. علی‌رغم قدمت کشت زعفران در مقایسه با بسیاری از محصولات رایج، این گیاه از فناوری‌های نوین سهم کمتری داشته و تولید آن بیشتر متکی بر دانش بومی می‌باشد (Koocheki, 2004). از طرف دیگر، زعفران نیز همانند سایر گیاهان زراعی برای استفاده حداکثر از پتانسیل محیط، علاوه بر شرایط آب و هوایی و خاک مناسب، نیاز به مدیریت مطلوب زراعی جهت افزایش طول دوره بهره‌برداری و دستیابی به حداکثر عملکرد دارد. در همین راستا نتایج برخی تحقیقات (De-Maastro & Ruta, 1993; Kafi et al., 2002; Molina et al., 2005; Munshi, 1994; Munshi et al., 1989) نشان داده است که حاصلخیزی خاک، وزن و تراکم بنه نقش به‌سزایی بر بهبود رشد و عملکرد این گیاه ارزشمند دارد.

برخلاف نیاز کودی نسبتاً پایین این زعفران، برخی تحقیقات (Kafi et al., 2002; Shahandeh, 1990) مؤید این مطلب است که ۱۶ تا ۸۰ درصد از تغییرات عملکرد گل این گیاه وابسته به متغیرهای مربوط به خاک است. کودهای آلی به عنوان فرآورده‌های مناسبی برای دستیابی به پایداری در کشاورزی مطرح می‌باشند (Malakouti, 1996). استفاده از

1- Spent Mushroom Compost (SMC)

کمپوست بستر قارچ بر خصوصیات رویشی، تعداد و وزن بنه دختره، عملکرد گل و کلاله زعفران، به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در محوطه باز گلخانه تحقیقاتی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (طول و عرض جغرافیایی به ترتیب برابر با ۵۹°۲۸ شرقی و ۳۶°۱۵ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا، متوسط بارندگی سالیانه ۲۸۶ میلی‌متر، حداقل و حداکثر درجه حرارت مطلق سالانه به ترتیب برابر با ۲۷/۸- و ۴۲ درجه سانتی‌گراد و آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژه، خشک و سرد می‌باشد) در دو سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ انجام شد. فاکتورها شامل سه سطح کمپوست بستر قارچ (صفر، ۶۰ و ۱۲۰ تن در هکتار) و سه تراکم بنه (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ بنه در متر مربع) بودند. بر این اساس، برای دستیابی به سطوح مشخص شده کمپوست بستر قارچ، بر اساس حجم گلدان‌های پلاستیکی (به ابعاد ۳۰×۴۰×۴۰ سانتی‌متر) از مخلوط مقدار مناسب کمپوست با خاک سطح‌الارض استفاده شد. لازم به ذکر است که در سطح صفر کمپوست تنها از خاک سطح‌الارض استفاده شد. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و کمپوست بستر قارچ، نمونه‌برداری قبل از شروع آزمایش انجام شد که نتایج حاصل از تجزیه خاک و کمپوست بستر قارچ به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌است.

بنه در هکتار حاصل شد. کوچکی و همکاران در مطالعه‌ای دیگر (Koocheki et al., 2009b)، با بررسی الگوها و تراکم‌های مختلف کاشت پی بردند که بالاترین عملکرد زعفران برای روش کاشت ردیفی و تراکم ۱۲ تن بنه در هکتار بدست آمد. علوی شهری و همکاران (Alavi Shahri et al., 1994) در مطالعه‌ای پنج ساله روی اثر تراکم بنه و آرایش کاشت بر عملکرد زعفران بیان نمودند که با افزایش تراکم تا ۵۰ بنه در هکتار عملکرد به طور معنی‌داری افزایش یافت. قلاوند و عبداللهیان نوقایی (Ghalavand & Abdollahian Noghani, 1994) نیز تراکم مناسب برای کاشت زعفران را ۵۰ بنه در هکتار توصیه نمودند.

بنابراین، با توجه به اهمیت اقتصادی بالای زعفران و همچنین مصارف گسترده آن در صنایع مختلف، این تحقیق در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار با هدف حصول بالاترین عملکرد کمی و کیفی قابل قبول همگام با کاهش مصرف کودهای شیمیایی با هدف بررسی تأثیر مقادیر کمپوست بستر قارچ و تراکم بنه بر خصوصیات زراعی و عملکرد بنه و کلاله زعفران انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف بررسی تأثیر تراکم بنه در مقادیر مختلف

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک آزمایش قبل از شروع آزمایش
Table 1- Soil physical and chemical characteristics before experiment start

| اسیدیته pH | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹) | میزان عناصر غذایی (ppm) Nutrient level (ppm) | | | بافت خاک Soil texture |
|---------------|---|---|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| | | نیترژن کل Total N | فسفر قابل دسترس Available P | پتاسیم قابل دسترس Available K | |
| | | | | | |
| 7.81 | 1.19 | 312 | 8.5 | 104 | لوم-سیلتی Loam- silty |

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کمپوست بستر قارچ
Table 2- Chemical characteristics of spent mushroom compost

| کربن آلی (درصد) OC (%) | اسیدیته pH | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹) | میزان عناصر غذایی (ppm) Nutrient level (ppm) | | | | میزان عناصر غذایی (درصد) Nutrient level (%) | | | | |
|---------------------------|---------------|---|---|-----------|----------|-----------|--|-------------|-----------|-------------|------|
| | | | منگنز Mn | روی Zn | مس Cu | آهن Fe | منیزیم Mg | کلسیم Ca | فسفر P | پتاسیم K | |
| | | | | | | | | | | | |
| 19.58 | 7.25 | 5.33 | 494 | 848 | 110 | 21160 | 7.08 | 8.20 | 0.75 | 1.25 | 1.33 |

خاک، به عنوان عامل تغذیه‌ای آلی، منجر به فراهمی عناصر غذایی قابل دسترس و به تبع آن بهبود رشد زعفران شده است. تراکم‌های مختلف بنه تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0/01$) بر وزن خشک برگ و فلس زعفران داشت (جدول ۳). به طوری‌که با افزایش تراکم بنه از ۵۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع، وزن خشک برگ و فلس به ترتیب برابر با ۵۵ و ۴۱ درصد کاهش یافت (جدول ۴). بنظر می‌رسد که با افزایش تراکم، احتمالاً به دلیل محدود شدن فضا، رقابت بین بنه‌های زعفران افزایش یافته که این امر کاهش خصوصیات رشدی از جمله کاهش وزن خشک برگ به عنوان اندام فتوسنتزکننده را موجب شده که این امر کاهش سایر خصوصیات رشدی بنه‌ها را به دنبال داشته است. نتایج مطالعه نادری درباغشاهی و همکاران (Naderi Darbaghshahi et al., 2008) نیز مؤید تأثیر معنی‌دار تراکم بنه بر وزن خشک زعفران می‌باشد. انتخاب تراکم مناسب بنه در زمان کاشت جهت استفاده مطلوب از منابع در دسترس، مورد تأیید بسسازی از محققین قرار گرفته است (Alavi Shahri et al., 1994; Mohamad-Abadi et al., 2006a; Timmer & Vandervalk, 1973).

اثر مقادیر کمپوست بستر قارچ بر طول برگ زعفران معنی‌دار ($p \leq 0/01$) شد (جدول ۳). بیشترین و کمترین طول برگ زعفران به ترتیب برای مقدار ۶۰ تن در هکتار کمپوست بستر قارچ و شاهد برابر با ۲۵/۹۷ و ۱۵/۴۴ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۴). بهبود رشد زعفران در شرایط استفاده از مقدار مناسب کمپوست منجر به افزایش رشد و بهبود خصوصیات رشدی (جدول ۴) از جمله افزایش سطح فتوسنتزکننده زعفران شد. بنابراین، می‌توان مصرف منابع کم هزینه آلی همچون کمپوست بستر قارچ را برای افزایش رشد و به تبع آن بهبود تولید گل برای این گیاه ارزشمند مدنظر قرار داد. استفاده از کودهای مختلف آلی بمنظور بهبود خصوصیات رشدی زعفران توسط برخی دیگر از محققین نیز توصیه شده است (Amiri, 2008; Nehvi et al., 2009).

تراکم‌های مختلف بنه تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0/01$) بر طول برگ زعفران داشت (جدول ۳). با افزایش تراکم بنه از ۵۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع، کاهش ۴۵ درصدی برای طول برگ زعفران مشاهده شد (جدول ۴). افزایش رشد رویشی زعفران در شرایط استفاده از تراکم مطلوب بنه، منجر به افزایش رشد و

به منظور انجام آزمایش، از بنه‌های با وزن بیش از هشت گرم استفاده شد. بنه‌ها در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر خاک کاشته شدند. آبیاری اول همزمان با کاشت و آبیاری دوم ۱۰ روز بعد از آبیاری اول بمنظور تسهیل در سبز شدن بنه‌ها انجام شد. عملیات سله‌شکنی و وجین نیز در طول فصل رشد انجام گرفت. نمونه‌برداری همزمان با شروع گل‌دهی زعفران آغاز شد. گل‌ها بصورت روزانه جمع‌آوری و شمارش گردیدند و سپس جهت تعیین وزن تر گل و وزن خشک کلاله به آزمایشگاه منتقل شدند. در دوره رشد رویشی، بنه‌ها از خاک خارج و تعداد و وزن آنها در سه گروه وزنی ۴-۲، ۸-۴ و ۱۶-۸ گرم اندازه‌گیری شد. همچنین وزن خشک فلس و برگ و طول برگ (از سطح زمین) اندازه‌گیری و ثبت شد. قطر بنه‌ها با استفاده از کولیس اندازه‌گیری و تعیین شد. قابل ذکر است که بمنظور جلوگیری از آسیب احتمالی بنه‌های زعفران در پایان فصل رشد و قبل از شروع دوره سرمای زمستانه، فضای خارجی بین گلدان‌های پلاستیکی به طور کاملاً یکسان با خاک پوشانیده شد؛ به طوری‌که گلدان‌ها به طور کامل در خاک قرار داده شدند. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار 13-ver - Minitab تجزیه مرکب شدند. از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($p \leq 0/05$) و نرم‌افزار Mstat-C جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر مقادیر کمپوست بستر قارچ و تراکم بنه بر برخی خصوصیات زراعی و عملکرد زعفران به ترتیب در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. اثر مقدار کمپوست بستر قارچ بر وزن خشک برگ و فلس زعفران معنی‌دار ($p \leq 0/01$) شد (جدول ۳). بیشترین وزن خشک برگ و فلس برای مقدار ۶۰ تن در هکتار کمپوست بستر قارچ (به ترتیب برابر با ۳/۱۹ و ۲/۴۹ گرم در متر مربع) و کمترین میزان برای شاهد (به ترتیب برابر با ۲/۲۱ و ۱/۷۸ گرم در متر مربع) مشاهده شد (جدول ۴). کولهو و دیل (Coelho & Dale, 1980) نیز بیان داشتند که تغذیه مناسب گیاه، عامل مهمی در بهبود رشد و توسعه گیاه می‌باشد. بدین ترتیب، مشخص است که افزودن مقدار مناسب کمپوست بستر قارچ به

دختری زعفران داشت (جدول ۳). با افزایش تعداد بنه از ۵۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع، تعداد بنه دختری زعفران ۴۵ درصد کاهش یافت (جدول ۴). همانگونه که بیان شد، استفاده از تراکم ۵۰ بنه زعفران در متر مربع، منجر به تولید بالاترین سطح برگ زعفران شد (جدول ۴) که این افزایش منجر به تولید بالاترین تعداد بنه دختری گردید. بدین ترتیب، چنین بنظر می‌رسد که کاهش تراکم بنه زعفران، احتمالاً به دلیل کاهش رقابت و در نتیجه بهبود شرایط رشدی و توسعه بنه‌ها، تحریک و افزایش تولید برگ (جدول ۴) به عنوان اندام تولیدکننده را موجب شده که این امر بهبود تعداد بنه را به دنبال داشته است. این امر می‌تواند پتانسیل گل‌آوری زعفران را در سال‌های آتی تحت تأثیر قرار دهد و نقش مؤثری بر بهبود درآمد و اقتصاد کشاورز به همراه داشته باشد. مکی و همکاران (Mackey et al., 1981) نیز بیان داشتند که افزایش تراکم پیاز، کاهش رشد و گلدهی گلابیل را به همراه داشت. اثر مقادیر کمپوست بستر قارچ بر قطر بنه زعفران معنی‌دار ($p \leq 0/01$) شد (جدول ۳). بیشترین و کمترین قطر بنه زعفران به ترتیب برابر با ۲/۲۶ و ۱/۳۷ سانتی‌متر برای مقدار ۶۰ و صفر تن کمپوست قارچ در هکتار مشاهده شد (جدول ۴).

خصوصیات رشدی (جدول ۴) شده که به تبع آن افزایش سطح فتوسنتزکننده زعفران را به دنبال داشته است. بنظر می‌رسد که با افزایش تراکم بنه به دلیل استقرار بهتر، رشد رویشی گیاه بهبود یافته که این امر باعث افزایش رشد برگ و به تبع آن افزایش طول برگ شده است. امام و همکاران (Emam et al., 2012) نیز گزارش نمودند که تراکم بنه، خصوصیات رویشی زعفران را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار می‌دهد. اثر مقدار کمپوست بستر قارچ بر تعداد بنه دختری زعفران معنی‌دار ($p \leq 0/01$) شد (جدول ۳). بیشترین و کمترین تعداد بنه زعفران به ترتیب برای مقادیر ۶۰ تن در هکتار کمپوست بستر قارچ و شاهد برابر با ۸۲/۵۵ و ۲۷/۸۸ بنه در متر مربع بدست آمد (جدول ۴). از آنجا که تولید بنه‌های دختری و بهبود شرایط برای رشد بنه، تعیین‌کننده پتانسیل عملکرد زعفران در سال‌های بعدی می‌باشد (Nehvi et al., 2009)، می‌توان از طریق استفاده از انواع نهاده‌های آلی از جمله کمپوست بستر قارچ، خصوصیات خاک را از نظر فراهمی عناصر غذایی برای رشد زعفران بهبود بخشید که این امر به دلیل افزایش تولید بنه می‌تواند منجر به بهبود عملکرد گردد. تراکم‌های مختلف بنه تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0/01$) بر تعداد بنه

جدول ۳ (بخش اول) - نتایج تجزیه واریانس خصوصیات رویشی و زایشی زعفران تحت تأثیر کمپوست بستر قارچ و تراکم بنه
Table 3 (The first section)- Variance analysis of saffron vegetative and reproductive characteristics affected by spent mushroom compost and corm density

| تعداد بنه در گروه‌های وزنی Corm number in weight groups | | | تعداد بنه دختری Number of daughter corm | طول برگ Leaf length | وزن خشک فلس Tunic dry weight | وزن خشک برگ Leaf dry weight | درجه آزادی df | منابع تغییرات S.O.V. |
|--|----------------------|---------------------|---|------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|---|
| 8-16 g | 4-8 g | 2-4 g | قطر بنه Corm diameter | | | | | |
| 216** | 216** | 54 ^m | 5.704** | 606.015** | 21.423** | 8.544** | 1 | سال (L) |
| 554.333** | 204.33 ^m | 386** | 0.018 ^m | 142.72* | 50.815** | 0.169** | 4 | تکرار (R) = سال Replication (R) = year |
| 3372.667** | 1068.667** | 2264.667* | 3.647** | 13564.161 | 409.323** | 2.279** | 2 | کمپوست بستر قارچ (C) Spent mushroom compost (C) |
| 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 2 | L×C |
| 884.667** | 1012.667** | 722.667** | 4.206** | 2312.960** | 283.112** | 2.445** | 2 | تراکم (D) Density (D) |
| 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 2 | L×D |
| 31.667 ^{ns} | 10.667 ^{ns} | 3.667 ^{ns} | 0.077 ^{ns} | 113.920* | 0.624 ^{ns} | 0.039 ^{ns} | 4 | D×C |
| 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 4 | L×C×D |
| 26.333 | 169.458 | 23.708 | 0.034 | 38.560 | 1.106 | 0.037 | 32 | خطا |
| - | - | - | - | - | - | - | 53 | Error |
| - | - | - | - | - | - | - | - | کل |
| 3.85 | 10.12 | 3.21 | 0.40 | 5.72 | 0.42 | 0.95 | 0.72 | ضریب تغییرات (CV) (%) |

ns, * and ** به ترتیب بی‌معنی و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد
ns, * and ** are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳ (بخش دوم) - نتایج تجزیه واریانس خصوصیات رویشی و زایشی زعفران تحت تأثیر کمپوست بستر قارچ و تراکم بنه
Table 3 (The second section)- Variance analysis of saffron vegetative and reproductive characteristics affected by spent mushroom compost and corm density

| وزن کلاه Stigma weight | وزن تر گل Fresh weight of flower | تعداد گل Flower number | وزن بنه در گروه‌های وزنی Corm weight in weight groups | | | درجه آزادی df | منابع تغییرات S.O.V. |
|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--|---------|----------|------------------|---|
| | | | 8-16 g | 4-8 g | 2-4 g | | |
| 0.314** | 3209.981** | 40778.117** | 48.735** | 1.657** | 0.0001** | 1 | سال (L) Year (L) |
| 0.001** | 15.005** | 35309.04** | 0.055** | 0.03** | 0.038** | 4 | تکرار (R) × سال Replication (R) × year |
| 0.029** | 384.256** | 207208.306** | 3.069** | 2.821** | 5.304** | 2 | کمپوست، بستر قارچ (C) Spent mushroom compost (C) |
| 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 2 | L × C |
| 0.013** | 147.787** | 157032.308** | 3.076** | 2.813** | 2.082** | 2 | تراکم (D) Density (D) |
| 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 2 | L × D |
| 0.004** | 0.776** | 7.075** | 0.09** | 0.094** | 0.432** | 4 | D × C |
| 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 4 | L × C × D |
| 0.0001 | 3.264 | 4471.704 | 0.003 | 0.004 | 0.042 | 32 | خطا |
| - | - | - | - | - | - | 53 | Error |
| - | - | - | - | - | - | - | کل |
| 0.01 | 1.08 | 17.75 | 0.02 | 0.01 | 0.44 | - | ضریب تغییرات (%) CV (%) |

ns و **: به ترتیب بی‌معنی و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد
ns and ** are non-significant and significant at 1% probability level, respectively.

لاله بیان داشتند که با افزایش تراکم بنه در واحد سطح، رشد پیازهای تولیدی به میزان زیادی کاهش یافت. اثر کاربرد کمپوست بستر قارچ بر تعداد بنه زعفران در گروه‌های مختلف وزنی معنی‌دار ($p \leq 0.05$) شد (جدول ۳). بیشترین تعداد بنه زعفران در گروه‌های وزنی ۲-۴، ۴-۸ و ۸-۱۶ گرم برای مقدار ۶۰ تن در هکتار کمپوست بستر قارچ (به ترتیب برابر با ۳۷/۰، ۴۸/۰ و ۴۱/۶۷ بنه در متر مربع) و کمترین میزان برای شاهد (به ترتیب برابر با ۱۴/۶۷، ۳۴/۳۳ و ۱۴/۳۳ بنه در متر مربع) مشاهده شد (جدول ۴). از آنجا که اختلافات رشدی در اغلب گیاهان، ناشی از خصوصیات ژنتیکی و تغییر شرایط زراعی می‌باشد (Sarmadnia & Koocheki, 2001)، چنین بنظر می‌رسد که افزودن کمپوست بستر قارچ به عنوان نهاده‌ای آلی به محیط کاشت بنه، احتمالاً به دلیل افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین سبک‌تر کردن بافت خاک، منجر به بهبود رشد بنه‌ها شده (Nehvi et al., 2009) که در نتیجه افزایش تعداد بنه را در گروه‌های مختلف وزنی به همراه داشته است. از طرف دیگر، بهبود تعداد بنه دختری می‌تواند نقش مفیدی را بر افزایش کارایی مزرعه در سال‌های آتی و در نتیجه بهبود درآمد کشاورزان به همراه داشته باشد. تراکم‌های کاشت بنه تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.05$) بر تعداد بنه

همانگونه که بیان شد، استفاده از کمپوست بستر قارچ، به دلیل افزایش فراهمی عناصر غذایی و در نتیجه افزایش دسترسی به آنها (جدول ۲) منجر به بهبود رشد و به تبع آن افزایش سطح فتوسنتزکننده زعفران شده (جدول ۴) که این امر در نتیجه افزایش تولید مواد فتوسنتزی و به تبع آن بهبود قطر بنه را تحت تأثیر افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های ذخیره‌ای را موجب گردیده است. نحوی و همکاران (Nehvi et al., 2009) نیز بهبود رشد زعفران را در شرایط استفاده از کمپوست گزارش نمودند. تراکم‌های مختلف بنه تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر قطر بنه زعفران داشت (جدول ۳). با افزایش تراکم بنه از ۵۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع، قطر بنه ۷۳ درصد کاهش یافت (جدول ۴). همانگونه که بیان شد، استفاده از تراکم ۵۰ بنه در واحد سطح، به دلیل وجود شرایط محیطی مناسب‌تر برای رشد بنه‌ها باعث تحریک رشد رویشی و افزایش تولید اندام‌های فتوسنتزکننده (شکل‌های ۱-ب و ۲-ب) شده که در نتیجه بهبود شرایط برای رشد بنه و افزایش قطر آنها را به دنبال داشته است. به نظر می‌رسد که افزایش تراکم با افزایش رقابت بنه‌ها برای جذب عناصر غذایی و همچنین کاهش فضای در دسترس برای رشد بنه‌ها موجب کاهش قطر بنه‌ها شده است. تیمر و واندروالک (Timmer & Vandervalk, 1973) با بررسی اثر تراکم بنه بر رشد پیازهای

۴۷ و ۶۴ درصدی به ترتیب برای گروه‌های وزنی ۲-۴، ۴-۸ و ۱۶-۸ گرم مشاهده شد (جدول ۴).

زعفران در گروه‌های مختلف وزنی داشت (جدول ۳). به طوریکه با افزایش تراکم بنه از ۵۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع، کاهش ۶۴

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده مقدار کمپوست بستر قارچ و تراکم بنه بر برخی خصوصیات رویشی زعفران

| تیمارها Treatments | وزن خشک (گرم در متر مربع) Dry weight (g m ⁻²) | | طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm) | | وزن تراکم بنه (گرم در متر مربع) Corm weight in weight groups (g) | | تراکم بنه در گروه‌های وزنی (تعداد در متر مربع) Corm density in weight groups (No.m ⁻²) | | قطر بنه (سانتی‌متر) Corm diameter (cm) | | تعداد بنه دختره (تعداد در متر مربع) Number of daughter corm (No.m ⁻²) | |
|--------------------------------------|--|-------------|---|-------------|---|-------|---|--------|---|-------|--|--------|
| | فلس Tunic | برگ Leaf | فلس Tunic | برگ Leaf | ۸-۱۶ g | ۴-۸ g | ۸-۱۰ g | ۴-۸ g | ۲-۴ g | ۲-۴ g | ۲-۴ g | ۲-۴ g |
| مقدار کمپوست بستر قارچ (تن در هکتار) | 1.78c | 2.21c* | 2.49a | 3.19a | 13.78c | 6.51c | 14.33c | 34.33c | 14.67c | 1.37c | 27.88c | 16.44c |
| تراکم بنه (تعداد در متر مربع) | 2.46a | 3.30a | 2.21b | 2.71b | 14.60a | 7.30a | 41.67a | 38.00a | 37.00a | 2.26a | 82.55a | 25.97a |
| مقدار کمپوست بستر قارچ (تن در هکتار) | 2.15b | 2.74b | 2.15b | 2.74b | 14.14b | 6.83b | 29.33b | 35.00b | 27.67b | 1.72b | 59.62b | 21.65b |
| تراکم بنه (تعداد در متر مربع) | 2.46a | 3.30a | 2.21b | 2.71b | 14.58a | 7.28a | 35.67a | 46.67a | 32.67a | 2.16a | 67.88a | 25.29a |
| مقدار کمپوست بستر قارچ (تن در هکتار) | 2.21b | 2.71b | 2.21b | 2.71b | 14.18b | 6.88b | 28.00b | 39.00b | 26.67b | 1.96b | 56.95b | 21.42b |
| تراکم بنه (تعداد در متر مربع) | 1.74c | 2.13c | 1.74c | 2.13c | 13.76c | 6.49c | 21.67c | 31.67c | 20.00c | 1.24c | 45.22c | 17.36c |
| تراکم بنه (تعداد در متر مربع) | 1.74c | 2.13c | 1.74c | 2.13c | 13.76c | 6.49c | 21.67c | 31.67c | 20.00c | 1.24c | 45.22c | 17.36c |

* میانگین‌هایی دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر فاکتور، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن (p<0.05) را نشان می‌دهد. * Means with the same letters in each column and for each factor haven't significant difference according to Duncan's test (p<0.05).

با توجه به اینکه زعفران دارای قابلیت تولید مواد دگرآسیب می‌باشد (Abbasi & Jahani, 2007)، چنین بنظر می‌رسد که افزایش تعداد بنه، احتمالاً به دلیل افزایش رهاسازی و انتشار این مواد به محیط رشد بنه‌ها، باعث کاهش رشد و به تبع آن کاهش تولید بنه شده است.

اثر کاربرد کمپوست بستر قارچ بر وزن بنه زعفران در گروه‌های مختلف وزنی معنی‌دار ($p \leq 0/01$) شد (جدول ۳). بیشترین وزن بنه زعفران در گروه‌های وزنی ۲-۴، ۴-۸ و ۸-۱۶ گرم برای مقدار ۶۰ تن در هکتار کمپوست بستر قارچ (به ترتیب برابر با ۳/۵۱، ۷/۳۰ و ۱۴/۶۰ بنه در هکتار) و کمترین میزان آن برای شاهد (به ترتیب برابر با ۲/۴۵، ۶/۵۱ و ۱۳/۷۸ بنه در هکتار) مشاهده شد (جدول ۴). همانگونه که قبلاً بیان شد، استفاده از کمپوست بستر قارچ به عنوان یک عامل تغذیه‌ای آلی، نقش مفیدی بر بهبود رشد و توسعه زعفران داشته است (جدول ۴) که این امر احتمالاً به دلیل افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های ذخیره‌ای باعث افزایش تعداد بنه و همچنین بهبود وزن بنه زعفران در گروه‌های مختلف وزنی گردیده است. همچنین از آنجا که کودهای آلی نقش مؤثری بر کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک دارند (Abdel-Sabour & Abo-Seoud, 1996; Sharifi Ashour Abadi, 1998)، به دلیل بهبود شرایط فیزیکی خاک برای رشد و توسعه بنه‌ها تحت تأثیر مصرف کمپوست قارچ، وزن بنه افزایش یافته است. امیری (2008) نیز استفاده از کودهای آلی را عاملی مؤثر بر افزایش رشد و تعداد بنه زعفران معرفی کرد.

تراکم‌های مختلف کاشت بنه تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0/01$) بر وزن بنه زعفران در گروه‌های مختلف وزنی داشت (جدول ۳). افزایش تراکم از ۵۰ تا ۱۵۰ بنه در متر مربع، منجر به کاهش ۲۶، ۱۲ و ۶ درصدی به ترتیب برای گروه‌های وزنی ۲-۴، ۴-۸ و ۸-۱۶ گرم بنه زعفران شد (جدول ۴). همانگونه که بیان شد، افزایش تراکم بنه زعفران به دلیل افزایش انتشار مواد دگرآسیب (Abbasi & Jahani, 2007)، موجب کاهش رشد شده (جدول ۴) که این امر کاهش تولید بنه (شکل ۵-ب) را به دنبال داشته است.

اثر مقادیر کمپوست بستر قارچ بر تعداد گل زعفران معنی‌دار ($p \leq 0/01$) شد (جدول ۳). بیشترین و کمترین تعداد گل زعفران برای مقادیر ۶۰ تن در هکتار کمپوست بستر قارچ و

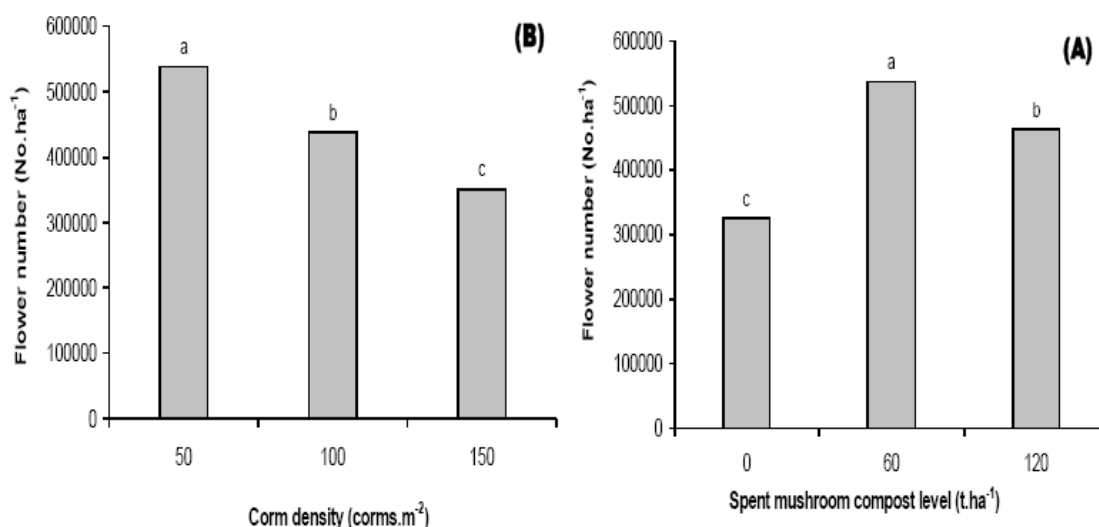
شاهد به ترتیب برابر با ۵۳۷۷۰۲ و ۳۲۶۱۴۷ گل در هکتار مشاهده شد (شکل ۱-الف). از آنجا که استفاده از کمپوست بستر قارچ، به عنوان عاملی تغذیه‌ای محسوب شده که بهبوددهنده خصوصیات شیمیایی خاک نظیر اسیدیته و محتوی عناصر غذایی می‌باشد (جدول ۲) (Abdel-Sabour & Abo-Seoud, 1996; Patra et al., 2000; Sharifi Ashour Abadi, 1998)، به نظر می‌رسد که مصرف این نهاده آلی نقش مؤثری بر بهبود رشد اندام‌های فتوسنتزی (Abdel-Sabour & Abo-Seoud, 1996; Sharifi Ashour Abadi, 1998) (جدول ۴) و افزایش رشد بنه زعفران (جدول ۴) داشته است؛ بنابراین، افزایش گلدهی زعفران در این شرایط منطقی به نظر می‌رسد. همچنین با توجه به اینکه استفاده از این ماده آلی از یکطرف ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش می‌دهد و از طرف دیگر، آب عاملی مهم در رشد و توسعه سلول می‌باشد (Boyer, 1968)، لذا چنین بنظر می‌رسد که استفاده از کمپوست بستر قارچ با بهبود محتوی آب خاک، افزایش آماس سلولی و رشد را موجب شده و به تبع آن، بهبود پتانسیل گل-آوری زعفران را به دنبال داشته است. علاوه بر این، از آنجا که فسفر عاملی (Munshi, 1994) در بهبود گل‌انگیزی زعفران می‌باشد، بنظر می‌رسد که مصرف کمپوست قارچ با بهبود فراهمی فسفر (جدول ۲) برای رشد بنه‌ها باعث افزایش گلدهی شده است. در همین راستا، مونشی (1994) نیز گزارش کرد که استفاده از ماده آلی به دلیل فراهمی عناصر غذایی در دسترس بویژه نیتروژن و فسفر و همچنین بهبود محتوی آب به عنوان عاملی مؤثر بر رشد و تقسیم سلولی، منجر به افزایش تولید گل و عملکرد زعفران شد.

تراکم‌های مختلف بنه تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0/01$) بر تعداد گل زعفران داشت (جدول ۳). با افزایش تراکم از ۵۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع، تعداد گل ۵۳ درصد کاهش یافت (شکل ۱-ب). با توجه به کاهش رشد اندام‌های هوایی و زیرزمینی زعفران (جدول ۴) در شرایط افزایش تراکم بنه تا ۱۵۰ بنه، کاهش تولید گل منطقی بنظر می‌رسد. نتایج تحقیقات علوی شهری و همکاران (Alavi Shahri et al., 1994) نیز نشان داد که با افزایش تراکم تا ۵۰ بنه در واحد سطح، عملکرد به طور معنی-داری افزایش یافت.

اثر مقادیر مختلف کمپوست بستر قارچ بر عملکرد تر گل و کلاله زعفران معنی‌دار ($p \leq 0/01$) شد (جدول ۳). بیشترین

چنین بنظر می‌رسد که تأمین مقدار مناسب و مطلوب عناصر غذایی در محیط رشد، به منظور بهبود رشد بنه‌ها می‌تواند نقش مفیدی بر بهبود رشد بنه و تخصیص مواد فتوسنتزی برای افزایش گلدهی و عملکرد اقتصادی این گیاه نقدینه به همراه داشته باشد.

وزن تر گل و عملکرد کلاله زعفران برای مقدار ۶۰ تن در هکتار کمپوست بستر قارچ (به ترتیب برابر با ۵۵/۰۵ و ۰/۵۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان آن برای شاهد (به ترتیب برابر با ۴۶/۲۲ و ۰/۴۳ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (شکل‌های ۲ و ۳ الف). به طور کلی، اگرچه نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که زعفران از نظر نیاز به عناصر غذایی گیاهی نسبتاً کم توقع می‌باشد (Kafi et al., 2002; Rahmati, 2003;)



شکل ۱- اثر (الف) مقادیر کمپوست بستر قارچ و (ب) تراکم‌های بنه بر تعداد گل زعفران

Fig. 1- Effect of (A) spent mushroom compost levels and (B) corm densities on flower number of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند ($p \leq 0.05$).

* Means with the same letter(s) in each figure have not significantly difference based on Duncan s test ($p \leq 0.05$).

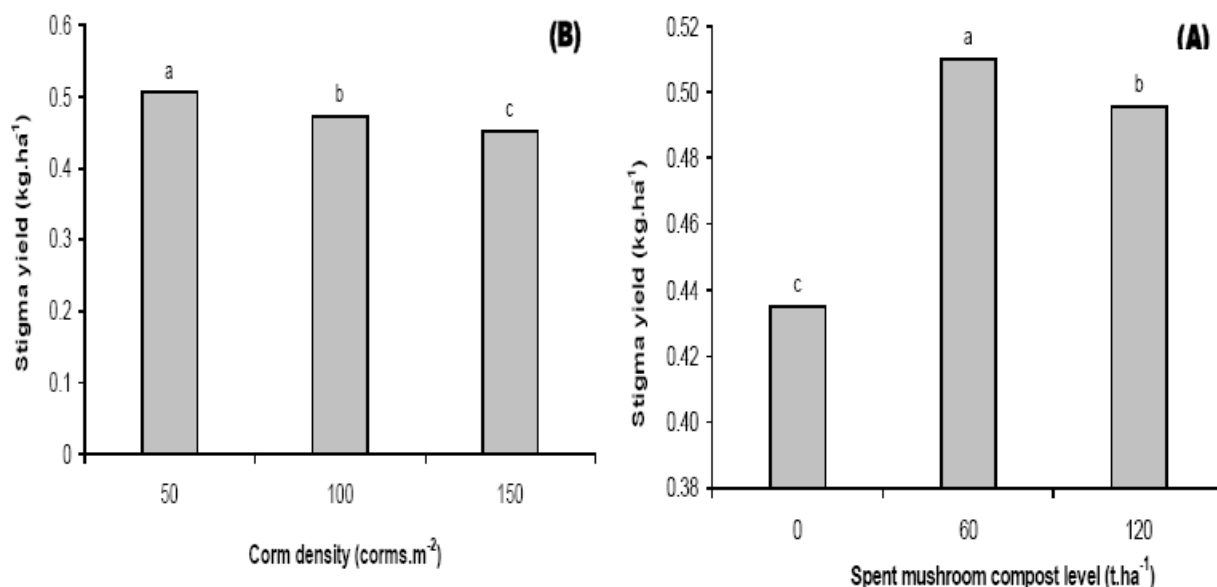
را برای دستیابی به بیشترین عملکرد این گیاه ارزشمند توصیه کرده‌اند (Kafi et al., 2002).

نتیجه‌گیری

اگرچه زعفران گیاهی ارزشمند و نسبتاً کم توقع نسبت به محتوی حاصلخیزی و میزان عناصر غذایی خاک می‌باشد، ولی کاربرد مقادیر مناسب کمپوست بستر قارچ به عنوان نهاده‌ای آلی و ارزان قیمت می‌تواند به دلیل بهبود شرایط برای رشد و فتوسنتز، تحت تأثیر افزایش فراهمی عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و فسفر و همچنین بهبود خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک همچون افزایش محتوی آب قابل دسترس و بهبود ماده آلی، افزایش عملکرد رویشی و به تبع آن تعداد بنه

تراکم‌های مختلف بنه در واحد سطح تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر تعداد گل زعفران داشتند (جدول ۳). با افزایش تراکم بنه از ۵۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع، وزن تر گل و عملکرد کلاله زعفران ۱۲ درصد کاهش یافت (شکل‌های ۲ و ۳-ب). با توجه به این مطلب که هدف از کاشت گیاه ارزشمند زعفران، تولید گل به عنوان اندام اقتصادی می‌باشد و افزایش تراکم باعث می‌شود تا بنه‌ها فضای کمتری در اختیار داشته باشد که این امر به دلیل کاهش رشد، کاهش تولید گل و در نتیجه عملکرد آن را تحت تأثیر افزایش رقابت موجب می‌شود، لذا استفاده از تراکم‌های مناسب می‌تواند نقش مؤثری بر بهبود رشد و به تبع آن پتانسیل گلدهی زعفران داشته باشد. برخی پژوهش‌های انجام شده نیز تراکم ۵۰ بنه در متر مربع زعفران

دختری و بهبود عملکرد کلاله را به دنبال داشته باشد.

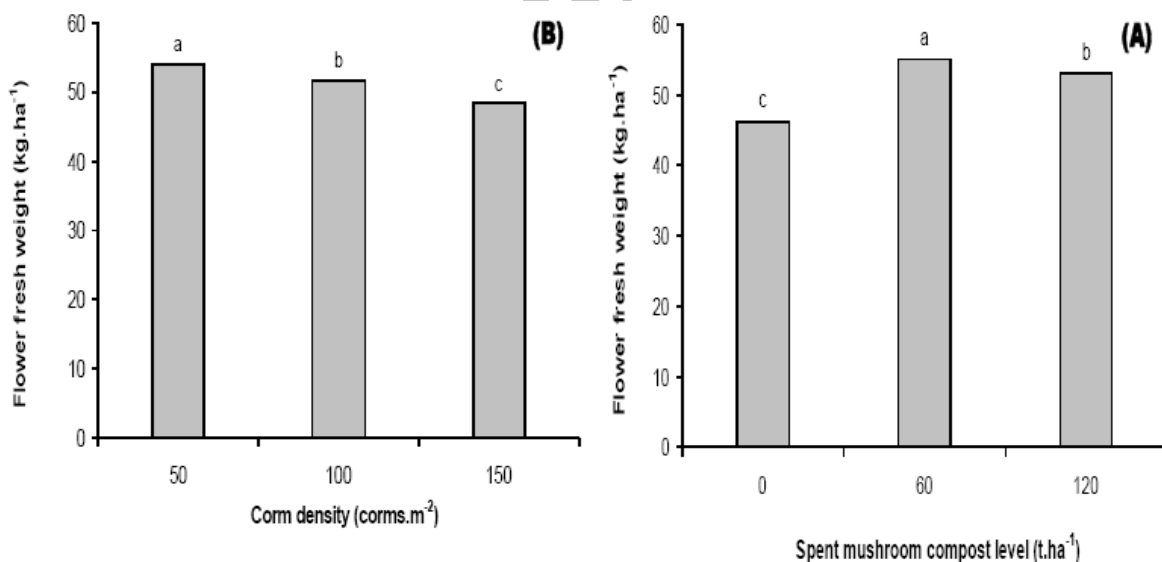


شکل ۲- اثر (الف) مقادیر کمپوست بستر قارچ و (ب) تراکم‌های بانه بر وزن تر گل زعفران

Fig. 2- Effect of (A) spent mushroom compost levels and (B) corm densities on flower fresh weight of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند ($p \leq 0.05$).

* Means with the same letter(s) in each figure have not significantly difference based on Duncan's test ($p \leq 0.05$).



شکل ۳- اثر (الف) مقادیر کمپوست بستر قارچ و (ب) تراکم‌های بانه بر عملکرد کلاله زعفران

Fig. 3- Effect of (A) spent mushroom compost levels and (B) corm densities on stigma yield of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند ($p \leq 0.05$).

* Means with the same letter(s) in each figure have not significantly difference based on Duncan's test ($p \leq 0.05$).

دقت بیشتری مد نظر قرار گیرد.

سپاسگزاری

هزینه‌های انجام این طرح توسط معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و در قالب طرح تحقیقاتی مصوب با کد ۳۷۰ پ مورخ ۱۳۸۸/۰۹/۲۹ تأمین شده است که بدینوسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه سپاسگزاری می‌گردد.

بنابراین، مصرف این ماده آلی را می‌توان به عنوان راهکاری مناسب برای بهبود تولید زعفران در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار مدنظر قرار داد. همچنین کاهش تراکم زعفران احتمالاً به دلیل کاهش رقابت و تولید و انتشار مواد دگرآسیب در خاک، منجر به بهبود خصوصیات رشدی زعفران شد که این امر در نهایت، باعث بهبود تولید گل و عملکرد کلانه زعفران گردید. به طور کلی، با توجه به نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌شود که استفاده بهینه از نهاده‌های آلی از جمله کمپوست بستر چارچ و همچنین کاشت بنه با تراکم مناسب برای دستیابی به حداکثر عملکرد این گیاه ارزشمند به ویژه در شرایط گلخانه، با

منابع

- Abbasi, F., Jahani, M., 2007. Allelopathic effects of saffron corms on seed germination of several important crops. II International Symposium on Saffron: Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. Acta Hort. 739, 269-273.
- Abdel-Sabour, M.F., Abo-Seoud, M.A., 1996. Effects of organic waste compost addition on sesame growth yield and chemical composition. Agric Ecosystem Environ. 6, 157-164.
- Alavi Shahri, H., Mohajeri, M., Folaki, M.A., 1994. Evaluation of plant density (planting distance) on saffron yield. Proceedings of 2nd Meeting of Saffron and Medicinal Plant Agronomy. Gonabad, Iran. [in Persian]
- Amir Ghasemi, T., 2001. Saffron: Red Gold of Iran. Nashr Ayandegan Publication, Iran. [in Persian]
- Amiri, M.E., 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield Components of saffron (*Crocus sativus* L.). Am-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 4(3), 274-279.
- Arslan, N., Gubruz, B., Đpek, 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, p. 113-117. [in Persian]
- Behdani, M., 2005. Agroecological zoning and monitoring of saffron yield fluctuations of in Khorasan. PhD Thesis in Agronomy (Crop Ecology), Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [in Persian with English summary]
- Beheshti, A.R., Faravani, M., 2003. Study of different ratios and densities on yield and yield components of saffron and caraway. 3rd International Congress in Saffron. Mashhad, Iran. [in Persian]
- Behnia, M.R., 1991. Saffron Agronomy. Tehran University Publication, Iran. [in Persian]
- Behnia, M.R., Mokhtari, M., 2009. Effect of planting methods and corm density in saffron (*Crocus sativus* L.). 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.
- Boyer, J.S., 1968. Relationship of water potential to growth of leaves. Plant Physiol. 43, 1056-1062.
- Coelho, D.T., Dale, R.F., 1980. An energy crop growth variable and temperature function for predicting corn growth and development: planting to silking. Agron J. 72, 503-510.
- De-Maastro, G., Ruta, C., 1993. Relation between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. Acta Hort. 344, 512-517.
- Emam, V., Khojasteh Eghbal, M., Sheykh Lar, M.M., Noor Khalaj, K., Paknejad, F., Rohami, B., 2012. The effect of planting density and different nitrogen and phosphor application rates on saffron yield. J. Basic Applied Scientific Res. 2(3), 2400-2404.

- Ghalavand, A., Abdollahian Noghani, M., 1994. Study ecological adaption and effect of plant density and planting method on yield of native saffron bulks of Iran. Proceedings of the Second Conference of Saffron and Medical Plants Cultivation. Gonabad, Iran. [in Persian]
- Ghorbani, R., Koocheki, A., 2006. Organic saffron in Iran: prospects challenges. Proceedings of the 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran. 28-30 October 2006, p. 369-374.
- 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]
- Koocheki, A., 2004. Indigenous knowledge in agriculture with particular reference production in Iran. Acta Hort. 650, 175-182.
- Koocheki, A., Siahmarguee, A., Azizi, G., Jahani, M., Alimoradi, L. 2009a. The effect of plant density and depth on agronomic characteristic of saffron (*Crocus sativus* L.). 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.
- Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., Mohammad-Abadi, A.A., Mahdavi Damghani, A., 2009b. Performance of saffron (*Crocus sativus* L.) under different planting patterns and high corm density. 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.
- Kuepper, G., 2000. Manures and mushroom composts for organic crop production. ATTRA, Fayetteville AR72702. www.attra.org/attra-pub/manures-and-mush-room-composts.html
- Mackey, M.E., Tommer, A., Byth, E.D., 1981. The influence of photoperiod and plant density on yield of winter-grown gladioli in Queensland. Scientia Hort. 14, 171-179.
- Malakouti, M.J., 1996. Sustainable Agriculture and Yield Increasing with Optimizing of Fertilizer Consumption in Iran. Research Organizations, Education and Agricultural Extension Publication. [in Persian]
- Mohamad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghadam, P., Sabori, A., 2006a. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron in Mashhad conditions. Acta Hort. 739, 151-153.
- Mohammad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghadam, P., Sabori, A., 2006b. 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, p. 151-153.
- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y.J., Guardiola, L., Garcia-Luice, A., 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus*). Scientia Hort. 103, 361-379.
- Mollafilabi, A., 2004. Experimental finding of production and echo physiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.). I International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology. Albacete, Spain.
- Munshi, A.M., 1994. Effect of N and K on the floral Yield and corn production in saffron under rainfed condition. Indian Arecanut Spices J. 18, 24-44.
- Munshi, A.M., Sindha, J.S., Baba, G.H., 1989. Improved cultivation practices for saffron. Indian Farm. 39 (3), 27-30.
- Naderi Darbaghshahi, M.R., Khajeh Bashi, S.M., Bani Taba, S.A., Dehdashti, S.M., 2008. Effects of method, planting density and depth on the yield and operation duration of agronomic saffron field in Isfahan region. Seedling Seed. 24, 643-657. [in Persian with English summary]
- Nehvi, F.A., Lone, A.A., Khan, M.A., Maqhdoomi, M.I., 2009. Comparative study on effect of nutrient management on growth and yield of saffron under temperate conditions of Kashmir. III International Symposium on Saffron: Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. Acta Hort. 850.
- Omid Beigi, R., Ramezani, A., Sadeghi, B., Ziarat Nia, S.M., 2003. Effect of corm weight on saffron yield under Neyshabour climatic conditions. 3rd International Congress in Saffron. Mashhad. [in Persian]
- 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. Agric.

- Ecosystem Environ. 80, 267-275.
- Rahmati, A., 2003. Role of environmental factors on production, yield and quality of saffron. 3rd International Congress in Saffron. Mashhad, Iran. [in Persian]
- Rezvani Moghaddam, P., Huda, A.K.S., Parvez, Q., Koocheki, A.R., 2007. Indigenous knowledge in agriculture with particular reference to medicinal crop production in Khorasan, Iran. Managing Knowledge, Technology and Development in the Era of Information Revolution. Edited by A. Ahmed. p. 105-115.
- Sarmadnia, G.H., Koocheki, A., 2001. Crop Physiology. Jihad University Publication of Mashhad. [in Persian]
- Shahandeh, H., 1990. Evaluation of chemo-physical characteristics of soil due to saffron yield at Gonabad. Khorasan Park of Science & Industrial Research. [in Persian]
- Sharifi Ashour Abadi, A., 1998. Evaluation of soil fertility in agroecosystems. PhD Thesis in Agronomy, Islamic Azad University of Oloum Tahghighat, Iran. [in Persian with English summary]
- Statistical Year Book of Agriculture in Khorasan Razavi Province (SYBAKRP). 2010. Available at: <http://www.koaj.ir/news/default.asp?nk=63&maincatid=1184>. Khorasan Razavi Province, Iran. (In Persian)
- Timmer, M.J.G., Vandervalk, G.G.M., 1973. Effect of planting density on the number and weight of Tulip daughters bulbs. Sci. Hort. 1, 193-200.
- Vatanpour Azghandi, A., Mojtahedi, N., 2003. Survey of done studies in tissue culture and biotechnology in Saffron (Reviewed Scientific). 3rd International Congress in Saffron. Mashhad, Iran. [in Persian]

Archive of SID

Evaluation of growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) affected by spent mushroom compost and corm density

Parviz Rezvani Moghaddam¹, Surur Khorramdel^{2*}, Afsaneh Amin Ghafari³ and Javad Shabahang³

1- Professor Agronomy and Plant Breeding Department, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

2- Assistant Professor Agronomy and Plant Breeding Department, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

3- PhD student in Agroecology, Agronomy and Plant Breeding Department, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

*- Corresponding Author Email: khorrampdel@um.ac.ir

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.

Submitted: 05-01-2013

Accepted: 29-04-2013

Abstract

Use of organic inputs and suitable density of corm are two agronomic important factors to achieve the maximum yield in saffron (*Crocus sativus* L.). In order to study the effects of spent mushroom compost (SMC) levels and corm densities on agronomic characteristics, flower and stigma yields of saffron, a greenhouse experiment was conducted as factorial layout based on a randomized completed block design with three replications at the Campus of Agricultural Research Greenhouse, Ferdowsi University of Mashhad during two years of 2009 and 2010. Factors were three levels of SMC (0, 60 and 120 t.ha⁻¹) and three corm densities (50, 100 and 150 corm.m⁻²). Leaf and tunic dry weights, leaf length, number and weight of corms in three groups (2-4, 4-8 and 8-16 g), corm diameter, flower number, flower fresh weight and stigma yield of saffron were measured. Results indicated that the simple effects of SMC levels and corm densities on leaf and tunic dry weights, leaf length, corm diameter, number and weight of corms in different groups, flower number, flower fresh weight and economical yield of saffron were significant ($p \leq 0.05$). By increasing in corm density, growth, flower production and yield of saffron were enhanced. By increasing in corm density from 50 to 150 corms.m⁻², flower and stigma yield were decreased up to 12%. Application of 60 t.ha⁻¹ SMC enhanced growth characteristics and economical yield of saffron and these traits were declined afterwards. The maximum and the minimum flower fresh weight and stigma yield of saffron were observed in 60 t.ha⁻¹ SMC (55.05 and 0.51 kg.ha⁻¹) and control (46.22 and 0.43 kg.ha⁻¹), respectively. Therefore, it seems that the application of appropriate levels of organic inputs and corm density must be considered for this cash crop.

Keywords: Cash crop, Daughter corm, Organic manure, Soil fertility, Stigma yield.