

## اثر وزن بنه و مصرف انواع مختلف کود بر برخی خصوصیات رشدی و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) در شرایط مه‌ولات

زینب علی‌پور میاندهی<sup>۱\*</sup>، سهراب محمودی<sup>۲</sup>، محمد علی بهدانی<sup>۳</sup> و محمد حسن سیاری<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناس ارشد اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۳- دانشیار زراعت و اصلاح نباتات، گروه پژوهشی زعفران، دانشگاه بیرجند

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

\*- نویسنده مسئول: E-mail: Zalipoor11@yahoo.com

علی‌پور میاندهی، ز.، محمودی، س.، بهدانی، م.ع.، و سیاری، م.ح.، ۱۳۹۳. اثر وزن بنه و مصرف انواع مختلف کود بر برخی خصوصیات رشدی و عملکرد زعفران در شرایط مه‌ولات (*Crocus sativus* L.). نشریه پژوهش‌های زعفران. ۲(۲): ۹۷-۱۱۲.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۰۷

### چکیده

به منظور مطالعه اثرات مصرف انواع کودهای دامی، شیمیایی و بیولوژیک و وزن بنه بر ویژگی‌های گل و برگ زعفران (*Crocus sativus* L.)، آزمایشی در شهرستان مه‌ولات در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه اندازه بنه (۶-۴، ۱۰-۸ و ۱۴-۱۲ گرم)، سه سطح مصرف کود بیولوژیک (کود نیتروکسین، کود بیوسوپرفسفات و عدم مصرف کود بیولوژیک) و سه سطح مصرف کود دامی و شیمیایی رایج (۱۰۰٪، ۵۰٪ و عدم مصرف کود دامی و شیمیایی) بودند. آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد و در آن کود دامی و شیمیایی رایج به عنوان فاکتور کرت اصلی و ترکیب فاکتوریل از کود بیولوژیک و وزن بنه به عنوان فاکتور کرت فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر کود دامی و شیمیایی بر وزن خشک گل، وزن کلاله و خامه، تعداد برگ و طول برگ زعفران معنی‌دار بود، به گونه‌ای که بیشترین وزن خشک گل، وزن کلاله و خامه، تعداد برگ و طول برگ به ترتیب برابر با ۰/۲۲ گرم در مترمربع، ۲۴ میلی‌گرم در مترمربع، ۱۵/۹ برگ در بوته و ۲۱/۸ سانتی‌متر، با مصرف ۱۰۰٪ کود دامی و شیمیایی و کمترین آن در نتیجه عدم مصرف این کودها به دست آمد. تأثیر مصرف کود بیولوژیک بر تعداد برگ و طول برگ زعفران معنی‌دار بود و بیشترین تعداد و طول برگ (به ترتیب با ۱۶/۷ برگ در بوته و ۲۰/۳ سانتی‌متر) با مصرف کود نیتروکسین، بیوسوپرفسفات و عدم مصرف کود بیولوژیک به دست آمد، ولی وزن کلاله و خامه تحت تأثیر مصرف کودهای بیولوژیک قرار نگرفت. کود بیولوژیک نیتروکسین باعث تغییر معنی‌داری در وزن گل خشک زعفران شد؛ در حالی که مصرف کود بیولوژیک بیوسوپرفسفات در وزن خشک گل زعفران تغییر معنی‌داری ایجاد نکرد. همچنین وزن خشک گل، وزن کلاله و خامه، تعداد برگ و طول برگ به طور معنی‌داری تحت تأثیر اندازه بنه قرار گرفت و با افزایش اندازه بنه بر مقدار این صفات افزوده شد. همچنین اثر متقابل مصرف کود دامی و شیمیایی و اندازه بنه بر وزن خشک گل، وزن کلاله و خامه، تعداد برگ و طول برگ معنی‌دار بود. اثر متقابل مصرف کود بیولوژیک و اندازه بنه بر وزن خشک گل و تعداد برگ و اثر متقابل مصرف کود دامی و شیمیایی و کود بیولوژیک بر تعداد برگ و طول برگ معنی‌دار بود.

واژه‌های کلیدی: برگ، خامه، کلاله، کود، وزن گل

## مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) به عنوان ارزشمندترین محصول کشاورزی و دارویی جهان و چاشنی غذایی جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد. در حال حاضر ایران بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده زعفران در جهان است و بیش از ۹۰ درصد تولید جهانی این محصول گران‌بها به ایران اختصاص دارد (Koocheki et al., 2009).

بر اساس آخرین آمار سازمان جهاد کشاورزی، در سال زراعی ۱۳۸۸، خراسان رضوی دارای سطح زیر کشت ۴۹۱۹۸ هکتار، تولید ۱۴۸/۰۹ تن و عملکرد سه کیلوگرم در هکتار و خراسان جنوبی دارای سطح زیر کشت ۱۲۱۱۲ هکتار و تولید ۴۱ تن محصول بوده است (Teymuori, 2012).

در مناطق تولید زعفران، یکسری مسائل به‌زراعی از قبیل سن مزرعه، روش کشت، نحوه و فواصل آبیاری (Koocheki et al., 2007) تاریخ کشت، تراکم بانه، عمق کاشت، اندازه بانه، مدیریت عناصر غذایی، کنترل علف‌های هرز، تنظیم‌کننده‌های رشد، برداشت و مدیریت پس از برداشت باید به نحوی بهینه‌سازی گردند که کارآمدترین نتیجه را بر کمیت و کیفیت زعفران تولیدی بگذارند (Kumar et al., 2009). در میان عوامل فوق، اندازه بانه و مدیریت عناصر غذایی به منظور حصول عملکرد بهینه حائز اهمیت می‌باشند.

تکثیر زعفران به دلیل عقیم‌بودن آن منحصراً توسط بانه می‌باشد (Vurdu, 2004). لذا انتخاب و تهیه بانه با اندازه مطلوب برای کاشت این محصول از عوامل مهم تولید زعفران بوده و عملکرد نهایی بستگی زیادی به اندازه بانه دارد (Mollafilabi, 2000). گل زعفران قبل از هر اندام هوایی دیگری ظاهر می‌شود و تشکیل گل و عملکرد اقتصادی زعفران در هر سال وابسته به ذخیره مواد فتوسنتزی در بانه زعفران در فصل زراعی قبل از آن می‌باشد به طوری که بانه در طی سال بعد، مواد فتوسنتزی مازاد خود را جهت تشکیل بانه‌های جدید و همچنین آغازش و تکامل گل به اندام‌های زیرزمینی منتقل می‌نماید (Kafi et al., 2002).

اندازه بانه یکی از عوامل اصلی است که ظرفیت این گیاه را برای گلدهی تعیین می‌کند. مطالعات نشان داده است که رابطه نزدیکی بین اندازه بانه و گلدهی در زعفران وجود دارد (Molina et al., 2005).

وزن بانه از دیدگاه اقتصادی نیز دارای اهمیت است، زیرا بانه‌های کوچک معمولاً در سال اول گل نمی‌دهند و کاشت آنها مقرون به صرفه نمی‌باشد (Kafi et al., 2002). نتایج حاصل از بررسی اثر وزن بانه در گل‌آوری زعفران حاکی از آن است که در بانه‌های با وزن کمتر از هشت گرم توان گل‌آوری محدود است، در حالی که درصد گل‌آوری و مقدار گل بانه‌های بیش از ۱۰ گرم افزایش چشمگیری داشته و بانه‌های درشت از طریق تولید بانه‌های دختری بیشتر ظرفیت گل‌آوری و عملکرد را در سال‌های بعد نیز افزایش می‌دهند (Sadeghi, 1997). وزن بانه تأثیر زیادی بر تعداد گل‌های آن دارد و با افزایش آن بر تعداد گل‌ها افزوده می‌شود (Vurdu, 2004). امیرشکاری و همکاران (Amirshkari et al., 2008) در مطالعه‌ای با کاربرد بانه‌هایی با اندازه متفاوت اعلام کردند که بانه‌های بزرگ تعداد و وزن خشک برگ را افزایش می‌دهد.

اصولاً رشد و نمو گیاهان مربوط به تمام عواملی است که محیط را بوجود می‌آورند و هیچ عامل منفردی به تنهایی نمی‌تواند نقش مؤثری داشته باشد. یکی از این عوامل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد. برخی بررسی‌ها (Munshi, 1994; Negbi, 1999) نشان داده‌اند که بین ماده آلی خاک و عملکرد زعفران همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد. افزایش عملکرد با استفاده از مواد آلی، احتمالاً ناشی از عرضه عناصر غذایی به خصوص فسفر و نیتروژن و بهبود خواص فیزیکی خاک می‌باشد. به طور کلی، در اکثر کشورها و مناطقی که از تولیدکنندگان سنتی زعفران هستند، معمولاً از کود دامی در مزارع زعفران استفاده می‌کنند و استفاده از کودهای شیمیایی چندان رایج نمی‌باشد (Sampatha et al., 1984).

مقدار کود دامی استفاده شده برای زعفران در ایران بین ۲۰ تا ۸۰ تن در هکتار کود گاوی است و در بعضی از مناطق خراسان کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم همراه با آبیاری اول و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره همراه با اولین وجین مزرعه نیز رایج است (Mollafilabi, 2004)، ولی باید توجه داشت که مصرف زیاد کودهای شیمیایی (بویژه نیتروژن) با افزایش رشد رویشی عملکرد زعفران را کاهش می‌دهد (Hosseini et al., 2004). از طرف دیگر، مقادیر زیاد کودهای FYM<sup>۱</sup> (نظیر

1- Farm yard manure

نیتروژن بر زعفران اعلام کردند که تیمارهای کودی بر طول کلاله و خامه تازه، طول برگ، تعداد برگ، وزن بنه، عملکرد کلاله و خامه تأثیر معنی‌داری داشته است. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009) در آزمایشی با بررسی اثر کودهای بیولوژیکی و شیمیایی بر عملکرد زعفران مشخص گردید که اثر تیمار کودی بر تعداد گل، وزن تر و خشک گل، و وزن تر و خشک کلاله معنی‌دار بوده است. صوفی و همکاران (Sofi et al., 2008) در بررسی تأثیر مدیریت تلفیقی عناصر غذایی بر عملکرد زعفران و حاصل‌خیزی خاک، عنوان کردند که کاربرد همزمان نیتروژن، کود بستر دام و /زوتوباکتر حتی در پایین‌ترین سطح مصرف نیتروژن مفید بوده است.

با توجه به نتایج تحقیقات ذکر شده از آنجا که میزان عملکرد زعفران در سال اول به شدت متأثر از اندازه بنه‌هایی است که به عنوان بذر کشت می‌شوند (Amirshkari et al., 2008) و با توجه به تأثیرپذیری زعفران از کودهای دامی، شیمیایی و زیستی (Koocheki et al., 2011)، تحقیقات هدفمند در جهت شناسایی عوامل مؤثر بر رشد و نمو این گیاه و شناخت رابطه آن با عملکرد در سال‌های بعدی، می‌تواند ما را در رسیدن به عملکرد مطلوب یاری دهد. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی تأثیر کود دامی، شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد زعفران انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در شهرستان مهاباد با طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۴۰ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ به صورت اسپلینت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل مصرف کود شیمیایی و دامی مرسوم در منطقه در سه سطح [مصرف ۱۰۰٪ کود شیمیایی و دامی رایج منطقه (۱۵۰ کیلوگرم اوره، ۷۵ کیلوگرم کود فسفات، ۲۰ تن کود حیوانی در هکتار)، مصرف ۵۰٪ کود شیمیایی و ۵۰٪ کود دامی رایج و عدم مصرف کود شیمیایی و کود دامی] به عنوان فاکتور کرت اصلی و مصرف کود زیستی در سه سطح (کود نیتروکسین چهار لیتر در هکتار، بیوسوپرفسفات چهار لیتر در هکتار و عدم

کودهای حیوانی، کاه و کلش، کمپوست و غیره) منبع اساسی عناصر غذایی برای گیاه زعفران است (Koocheki et al., 2006). اما موضوع مهم در مدیریت زعفران، برقراری تعادل بین رشد رویشی و زایشی (تولید گل) است. افزایش توان رویشی (کابرد نیتروژن به تنهایی) باید با افزایش تعداد گل و طول کلاله همراه باشد (Behzad et al., 1992). بنابراین هدف کاربرد ترکیبی از کودهای شیمیایی و آلی است که به رشد رویشی و زایشی بیشتر منجر شود، و در نهایت، عملکرد را افزایش دهد. حسینی (Hosseini, 1997) در بررسی اثر تغذیه برگی بر افزایش عملکرد زعفران عنوان کرد که مصرف یک بار کود مایع مخلوط عناصر نیتروژن، فسفر، پتاس، کلات‌های آهن، روی، منگنز و مس (با غلظت هفت در هزار) موجب افزایش ۳۳ درصدی محصول شد و تولید محصول مزارع سنتی را تا دو کیلوگرم در هکتار افزایش داده است. وطن‌پور ازغندی و مجتهدی (Vatanpur-e-Azghadi & Mojtahedi, 2003) نیز در نتایج آزمایش خود بیان کردند که کاربرد کم کود نیتروژنه و فسفات عملکرد زعفران را افزایش می‌دهد.

در کشاورزی رایج افزایش رشد با کاهش حاصلخیزی خاک و افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان برای سلامت اکولوژیکی و تولیدات با کیفیت در تقابل است. برای این منظور، نیاز به کودهای جدیدی است تا تعادل اکولوژیکی را در خاک حفظ کنند. در این رابطه، ریزجانداران اهمیت زیادی دارند و می‌توانند باعث افزایش تنوع میکروبی خاک شوند و با بهبود کیفیت و سلامت خاک منجر به افزایش رشد، عملکرد و کیفیت محصولات می‌شوند (Aytekin & Ozkul Acikgoz, 2008). کودهای زیستی از باکتری‌ها و قارچ‌های مفیدی تشکیل شده‌اند که هر یک به منظور خاصی تولید می‌شوند. این باکتری‌ها معمولاً در اطراف ریشه مستقر شده و گیاه را در جذب عناصر همیاری می‌کنند. این کودها، آلودگی زیست‌محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داده و موجب احیاء و حفظ محیط زیست می‌شوند (Dakorai et al., 2002). استفاده از توانایی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جمله /زوتوباکتر (*Azotopacter*) و /آزوسپیریلوم (*Azospirillum*) در نظام‌های زراعی پایدار موضوع بسیاری از پژوهش‌های جدید شده است (Kennedy et al., 2004). امیددی و همکاران (Omidi et al., 2009) با بررسی تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی

گلدهی گل‌های ظاهر شده پس از حذف اثر حاشیه‌ای بصورت روزانه جمع‌آوری و شمارش شد، سپس وزن خشک گل و وزن کلاله و خامه اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌های این مطالعه توسط نرم‌افزار آماری SAS ver.8.0 و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار محافظت شده (FLSD)<sup>۲</sup> در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

## نتایج و بحث

### وزن گل خشک

تأثیر کود دامی و شیمیایی بر وزن گل خشک زعفران معنی‌دار بود ( $p \leq 0.05$ ). به گونه‌ای که حداقل وزن گل خشک از تیمار عدم مصرف کود دامی و شیمیایی و حداکثر آن با ۱۲۰٪ افزایش نسبت به شاهد از تیمار مصرف ۱۰۰٪ کود دامی و شیمیایی بدست آمد، ولی بین مصرف ۵۰٪ کود دامی و شیمیایی و عدم مصرف این کود اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. جهان و جهانی (Jahan & Jahani, 2006) در آزمایشی با کاربرد انواع کودهای آلی و شیمیایی در زراعت زعفران اعلام کردند که بیشترین وزن خشک گل از تیمار مصرف NPK حاصل شد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011) طی تحقیقی اعلام کردند که بیشترین وزن خشک گل از مصرف کود شیمیایی بدست آمد و دلیل این امر را هم افزایش دسترسی به مواد غذایی در کودهای شیمیایی عنوان نمودند. همچنین با مصرف کود بیولوژیک نیتروکسین افزایش معنی‌داری در وزن خشک گل مشاهده شد به گونه‌ای که کود نیتروکسین باعث افزایش ۸۱ درصدی وزن خشک گل نسبت به تیمار عدم مصرف کود بیولوژیک شد، ولی بین مصرف کود بیولوژیک بیوسوپرفسفات و عدم مصرف کود بیولوژیک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

به طور کلی، می‌توان بیان کرد که کودهای زیستی نیتروژن با افزایش جذب عنصر نیتروژن (Rojas et al., 2001) توانسته‌اند در افزایش رشد اندام‌های هوایی گیاه نقش مثبت داشته باشند. همچنین باکتری‌های موجود در کودهای زیستی از طریق کاهش pH، احتمالاً عناصر غذایی بیشتری را به صورت محلول در اختیار گیاه قرار داده (Glick, 1991; Han & Lee, )

مصرف کود بیولوژیک) همراه با اندازه بنه در سه سطح (۴-۶، ۸-۱۰ و ۱۴-۱۲ گرم) به عنوان فاکتور کرت فرعی بودند. هر کرت آزمایشی دارای ابعادی معادل ۳×۲ متر (شش مترمربع)، فواصل ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر، فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و عمق کاشت بنه‌ها حدود ۱۰ سانتی‌متر بود. همچنین جهت جلوگیری از تداخل اثرات کودی، فاصله بین کرت‌های اصلی دو متر و فاصله بین کرت‌های فرعی یک متر در نظر گرفته شد. به منظور تعیین نیاز کودی زمین قبل از کاشت زعفران، نمونه‌برداری از خاک مزرعه جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن انجام شد (جدول ۱). کودهای فسفات و دامی قبل از کاشت در ۲۳ شهریور ماه به هر کرت اضافه شده و با خاک مخلوط شد. کود نیتروژنه در یکم مهر ماه به خاک اضافه شد و کاشت زعفران در همین روز انجام شده و بلافاصله زمین آبیاری شد.

بنه‌های استفاده شده برای این آزمایش قبل از کشت با محلول کودی نیتروکسین و بیوسوپرفسفات (به میزان چهار لیتر در هکتار) رقیق شده با آب به مدت ۱۰ دقیقه آغشته شده و سپس کشت شدند (Koocheki et al., 2011). کود بیولوژیک نیتروکسین مورد استفاده در این تحقیق، دارای مجموعه‌ای از مؤثرترین باکتری‌ها تثبیت‌کننده از جنس‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp. و کود بیولوژیک بیوسوپرفسفات مجموعه‌ای از باکتری‌های حل‌کننده فسفات از جنس‌های مختلف *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp. بود. سهم هر یک از جنس‌های باکتری در هر میلی‌لیتر نیتروکسین و بیوسوپرفسفات به ترتیب به تعداد  $10^7$  و  $10^8$  سلول زنده (CFU)<sup>۱</sup> در هر میلی‌لیتر کود بود که دارای توانایی تولید انواع اسیدهای آلی و معدنی و ترشح آنزیم فسفاتاز بوده و بدین صورت ذخایر فسفر معدنی و آلی موجود در خاک را که در حالت معمولی غیرقابل استفاده می‌باشند به فرم قابل استفاده برای گیاه تبدیل می‌نماید.

اولین آبیاری مزرعه در مهر ماه پس از اتمام کشت انجام شد. سله‌شکنی در شروع فصل رشد، به منظور سهولت خروج جوانه‌های گل با استفاده از کج بیل و چهار شاخ فلزی با عمق کم انجام شد. نمونه‌برداری از برگ زعفران طی پنج دوره انجام و در هر دوره تعداد و طول برگ اندازه‌گیری شد همچنین در زمان

2- Fisher least significant difference

1- Colony forming unit

(2006) و با تولید بیشتر مواد فتوسنتزی در افزایش تولید مؤثر واقع شده‌اند (Kusey, 1998).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil

اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) (dS.m <sup>-1</sup> )EC	ماده آلی (%) Organic matter (%)	ازت کل (%) Total N (%)	فسفر قابل جذب (ppm) Available P (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm) Available K (ppm)	درصد ذرات			بافت Texture
						شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	
7.9	2.3	0.41	0.009	12	300	70	20	10	شنی-لومی Sandy-loam

بنه تأثیر معنی‌داری بر تولید بنه‌های دختره، تولید گل و عملکرد زعفران در سال اول و سال‌های بعدی دارد. اثر متقابل مصرف کود دامی و شیمیایی و اندازه بنه بر وزن گل خشک زعفران معنی‌دار بود ( $p \leq 0.05$ ). در تیمار اندازه بنه ۱۲ تا ۱۴ گرم بیشترین وزن خشک گل با مصرف ۱۰۰ درصد کود دامی و شیمیایی بدست آمد و بین مصرف ۵۰ درصد و عدم مصرف کود دامی و شیمیایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در تیمار اندازه بنه ۸ تا ۱۰ گرم بین سطوح مختلف مصرف کود اختلاف معنی‌دار مشاهده شد و در اندازه بنه ۴ تا ۶ گرم بین سطوح مختلف مصرف کود دامی و شیمیایی اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱). همچنین اثر متقابل مصرف کود بیولوژیک و اندازه بنه معنی‌دار بود ( $p \leq 0.05$ ). در تیمار اندازه بنه ۱۴-۱۲ گرم، بیشترین وزن خشک گل با مصرف کود بیولوژیک نیتروکسین حاصل شد و بین مصرف کود بیوسوپرفسفات و عدم مصرف کود بیولوژیک از نظر وزن خشک گل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در تیمارهای اندازه بنه ۱۰-۸ و ۶-۴ گرم بین سطوح مختلف مصرف کود بیولوژیک هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲). به نظر می‌رسد که بنه‌های بزرگتر دارای ظرفیت بیشتری برای استفاده از عناصر غذایی محیط بوده و به میزان بیشتری تحت تأثیر کودهای دامی، شیمیایی و زیستی قرار می‌گیرند.

علاوه بر تأثیر غیرمستقیم باکتری‌ها بر جذب عناصر غذایی، ریزموجودات کودهای زیستی از روش‌های دیگری نیز بر رشد گیاه تأثیر مثبتی دارند از جمله انواعی از میکروارگانیسم‌ها قادر هستند سیتوکینین را از پیش ماده آدنین تولید نمایند، همچنین تولید سیتوکینین از آدنین و الکل ایزوپنتیل (IA)<sup>۱</sup> در حضور *Pseudomonas sp.* و *Azotobacter sp.* در محیط کشت به اثبات رسیده است (Nieto & Frankenberger, 1989). بنابراین، باکتری‌های موجود در کود زیستی می‌توانند با سایر ریزموجودات ریزوسفر اثر هم‌افزایی (سینرژیست) مفیدی بر گیاهان داشته باشند.

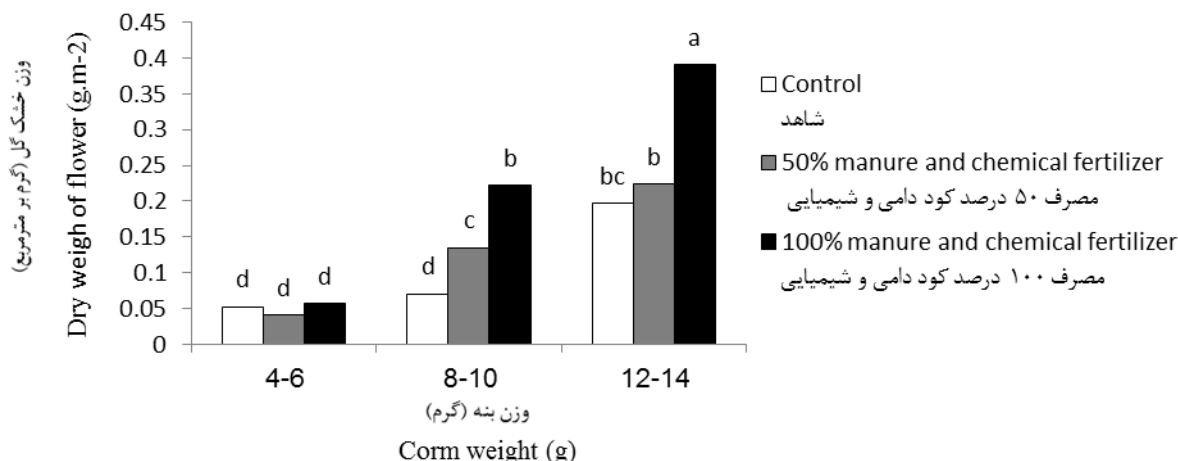
مصرف بنه‌های بزرگ‌تر باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک گل زعفران شد و بین سه سطح اندازه بنه استفاده شده اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ) به گونه‌ای که وزن خشک گل در تیمار استفاده از بنه‌های ۱۲ تا ۱۴ گرم نسبت به تیمار با بنه‌های ۴ تا ۶ گرم ۴۴٪ افزایش نشان داد. صادقی (Sadeghi, 1993) طی آزمایشی سه ساله اظهار داشت که بنه‌های درشت نه تنها محصول سال اول مزرعه را افزایش می‌دهند، بلکه از طریق تولید بنه‌های دختره بزرگتر محصول سال‌های بعد را نیز افزایش می‌دهند. وی اهمیت بنه‌های با وزن بیش از ۱۰ گرم را برای دستیابی به عملکردهای بالا مورد تأکید قرار داد. امید بیگی و همکاران (Omidbeygi et al., 2003) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین اندازه بنه، تعداد و عملکرد گل گزارش کردند. مطالعات رانگها (Rangahau, 2003) در شرایط آب و هوایی نیوزلند نیز نشان داد که اندازه

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد ارزیابی گل و برگ زعفران تحت تأثیر نوع کود و اندازه بنه  
 Table 2- Results of ANOVA (MS) for leaf and flower properties of saffron affected by type of fertilizers and corm size

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	وزن خشک گل Dry weight flower	وزن کلاله و خامه Stigma and style weight	تعداد برگ Number of leaf	طول برگ Leaf length
Replication	تکرار	3	0.071 **	0.00086 *	0.39 **	2.22 <sup>ns</sup>
Manure and chemical fertilizers	کود دامی و شیمیایی	2	0.135 **	0.0023 **	30.67 **	653.62 **
Ea	خطای کرت اصلی	6	0.002	0.00015	0.036	3.21
Biological fertilizer	کود بیولوژیک	2	0.067 **	0.000043 <sup>ns</sup>	61.08 **	322.5 **
Corm weight	اندازه بنه	2	0.441 **	0.0044 **	71.29 **	2156.73 **
Manure and chemical fertilizers × Biological fertilizer	کود دامی و شیمیایی × کود بیولوژیک	4	0.011 <sup>ns</sup>	0.00012 <sup>ns</sup>	7.09 **	26.84 **
Manure and chemical fertilizers × Corm weight	کود دامی و شیمیایی × اندازه بنه	4	0.034 **	0.00052 **	0.8 **	20.14 **
Biological fertilizer × Corm weight	کود بیولوژیک × اندازه بنه	4	0.091 **	0.000098 <sup>ns</sup>	0.74 **	60.49 <sup>ns</sup>
Manure and chemical fertilizers × Biological fertilizer × Corm weight	کود دامی و شیمیایی × کود بیولوژیک × اندازه بنه	8	0.0094 <sup>ns</sup>	0.00019 **	0.37 **	7.07 **
Eab	خطای کرت فرعی	72	0.005	0.00005	0.076	1.25
CV (%) Main plot	ضریب تغییرات کرت اصلی (%)	-	33	72	4	9
Sub plot CV (%)	ضریب تغییرات کرت فرعی (%)	-	49.2	47	6.07	5.82

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد.

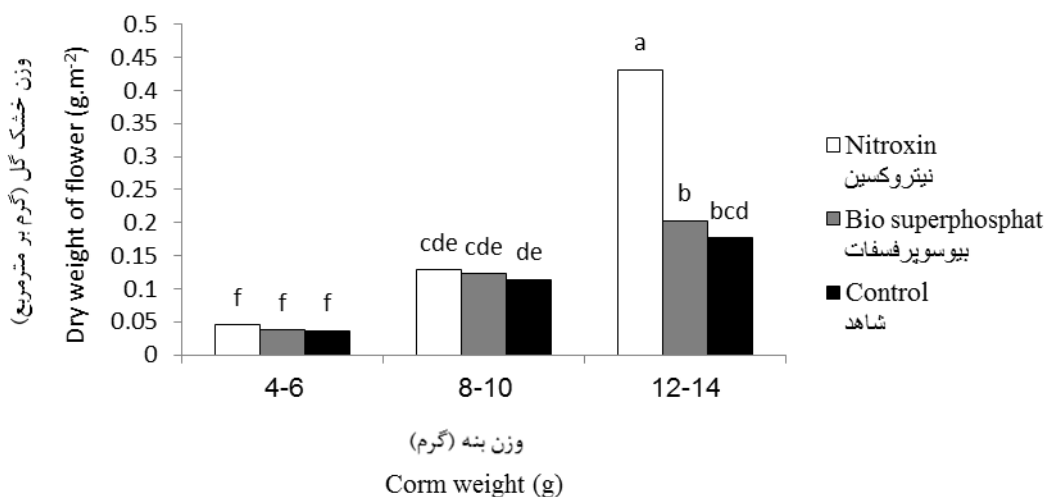
\*, \*\*, and ns show significant at 5 and 1% probability levels and non significant, respectively.



شکل ۱- اثر متقابل کود دامی و شیمیایی و اندازه بنه بر وزن خشک گل زعفران

**Fig. 1- Interaction effect of manure and chemical fertilizers and corm weight on dry flower weight of saffron**  
 میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارند ( $p \leq 0.05$ ).

Means which followed by the same letter, are not significantly different based on FLSD test ( $p \leq 0.05$ ).



شکل ۲- اثر متقابل کود بیولوژیک و اندازه بنه بر وزن خشک گل زعفران

**Fig. 2- Interaction effect of biofertilizer and corm weight on dry flower weight of saffron**  
 میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارند ( $p \leq 0.05$ ).

Means which followed by the same letter, are not significantly different based on FLSD test ( $p \leq 0.05$ ).

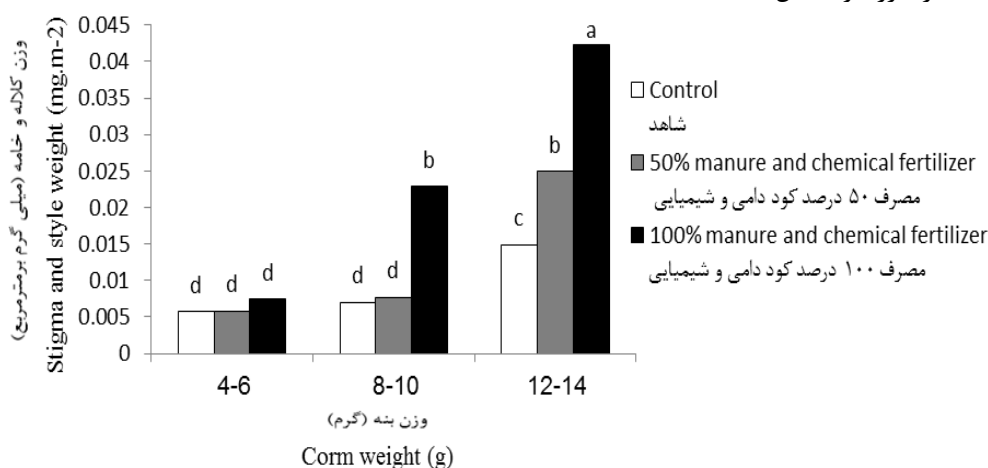
نداشت. نتایج نشان داد که کاهش استفاده کود دامی و شیمیایی به نصف مقدار رایج آن برای تولید کلاله و خامه کافی نبوده و باعث کاهش چشمگیر وزن کلاله و خامه شد. اِلدین و همکاران (Eldin et al., 2008) در نتایج تحقیقات خود اظهار داشتند که تلقیح بنه زعفران با باکتری *Bacillus subtilis* باعث افزایش وزن کلاله شد. نقدی‌بادی و همکاران (Naghdibadi et al., 2011) طی تحقیقی اعلام کردند که

#### وزن کلاله و خامه

مصرف کود دامی و شیمیایی رایج باعث افزایش معنی‌داری در وزن کلاله و خامه زعفران شد ( $p \leq 0.05$ ) به گونه‌ای که در تیمار مصرف ۱۰۰٪ کود دامی و شیمیایی نسبت به عدم مصرف این کود وزن کلاله و خامه ۱۲۲٪ افزایش یافت، ولی بین سطوح مصرف ۵۰٪ کود دامی و شیمیایی و عدم مصرف این کود از نظر وزن کلاله و خامه تفاوت معنی‌داری وجود

همچنین اثر متقابل مصرف کود دامی و شیمیایی و اندازه بنه بر وزن کلاله و خامه زعفران معنی‌دار بود (شکل ۳). در اندازه بنه ۱۲ تا ۱۴ گرم بین سطوح مختلف مصرف کود دامی و شیمیایی اختلاف معنی‌داری وجود داشت؛ به گونه‌ای بیشترین وزن کلاله و خامه با مصرف ۱۰۰٪ کود دامی و شیمیایی و کمترین آن با عدم مصرف کود دامی و شیمیایی بدست آمد و در اندازه بنه ۸ تا ۱۰ گرم بیشترین وزن کلاله و خامه از تیمار ۱۰۰٪ کود دامی و شیمیایی بدست آمد ولی بین مصرف ۵۰٪ کود دامی و شیمیایی و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. سطوح مختلف مصرف کود دامی و شیمیایی در اندازه بنه ۴ تا ۶ گرم تأثیر معنی‌داری بر وزن کلاله و خامه زعفران نداشت. در بنه‌های گروه وزنی ۸ تا ۱۰ گرم به علت ذخیره غذایی کمتر، مصرف ۱۰۰٪ کود دامی و شیمیایی باعث تولید کلاله و خامه با وزن قابل قبول شد، ولی با کاهش مصرف کود دامی و شیمیایی به نصف، وزن کلاله و خامه زعفران کاهش یافته تا جایی که بین مصرف ۵۰٪ کود دامی و شیمیایی و شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین به نظر می‌رسد به علت کوچک بودن بنه‌های ۴ تا ۶ گرم و کمبود ذخیره عناصر در آن‌ها مصرف کود دامی و شیمیایی هم نتوانسته وزن کلاله و خامه زعفران را افزایش دهد.

مصرف کود شیمیایی و زیستی فسفره باعث افزایش معنی‌دار وزن کلاله و خامه زعفران شد. امید و همکاران (Omidi et al., 2009) نیز به منظور بررسی اثر کود شیمیایی و بیولوژیکی نیتروژن بر زعفران نشان دادند که عملکرد کلاله و خامه زعفران با مصرف کودهای شیمیایی به طور معنی‌داری افزایش یافت و بالاترین عملکرد در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی اوره و تیمار مصرف تلفیقی کود زیستی و شیمیایی اوره بدست آمد. مصرف سطوح مختلف کود بیولوژیک باعث تغییر معنی‌داری در وزن کلاله و خامه زعفران نشد که دلیل این امر را می‌توان افزایش دسترسی به عناصر غذایی در کود شیمیایی نسبت به کودهای زیستی عنوان کرد. نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از بنه‌هایی با اندازه‌های مختلف باعث افزایش معنی‌داری (۳۰٪) در وزن کلاله و خامه زعفران شد ( $p \leq 0.05$ ) به گونه‌ای که کمترین وزن کلاله و خامه با مصرف کوچکترین اندازه بنه (۴-۶ گرم) و بیشترین وزن کلاله و خامه با ۳۰٪ افزایش همراه با کاربرد بنه‌های ۱۲-۱۴ گرم بدست آمد. بنه‌های بزرگتر با دارا بودن ذخایر غذایی بیشتر و فراهم‌سازی بیشتر عناصر غذایی باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد زعفران شدند. نصیری‌محلاتی و همکاران (Nassiri Mahallati et al., 2008) در آزمایشی با کاربرد اندازه‌های مختلف بنه اعلام نمودند که بیشترین وزن کلاله، عملکرد گل و تعداد گل با مصرف بنه‌هایی با اندازه بزرگتر حاصل شد.



شکل ۳- اثر متقابل کود دامی و شیمیایی و اندازه بنه بر وزن کلاله و خامه زعفران

Fig. 3- Interaction effect of manure and chemical fertilizers and corm weight on stigma and style weights of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارند. ( $p \leq 0.05$ )

Means which followed by the same letter, are not significantly different based on FLSD test ( $p \leq 0.05$ ).



## تعداد برگ

بین مصرف سطوح مختلف کود دامی و شیمیایی از نظر تعداد برگ اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ) و بیشترین تعداد برگ از تیمار ۱۰۰٪ کود دامی و شیمیایی و کمترین آن از عدم مصرف کود دامی و شیمیایی بدست آمد (۵۴٪ افزایش). همچنین مصرف کودهای بیولوژیک باعث افزایش معنی‌دار تعداد برگ شد ( $p \leq 0/05$ ) به گونه‌ای که بیشترین تعداد برگ به ترتیب از مصرف کود بیولوژیک نیتروکسین و بیوسوپرفسفات و عدم مصرف کود بیولوژیک بدست آمد و با مصرف کود نیتروکسین نسبت به عدم مصرف آن ۸۷٪ افزایش در تعداد برگ مشاهده شد. این مسأله بیانگر نقش مؤثر کود زیستی در تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه مشابه تامین نیتروژن توسط کود شیمیایی است (Cakmac et al., 2007). امیدی و همکاران (Omid et al., 2009) در نتایج تحقیقات خود بیان کردند که تعداد برگ زعفران با کاربرد کودهای شیمیایی و بیولوژیک افزایش یافت. نقدی بادی و همکاران (Naghbadi et al., 2011) نیز اعلام کردند که تعداد برگ زعفران تحت تأثیر مصرف کود شیمیایی و بیولوژیک افزایش یافت.

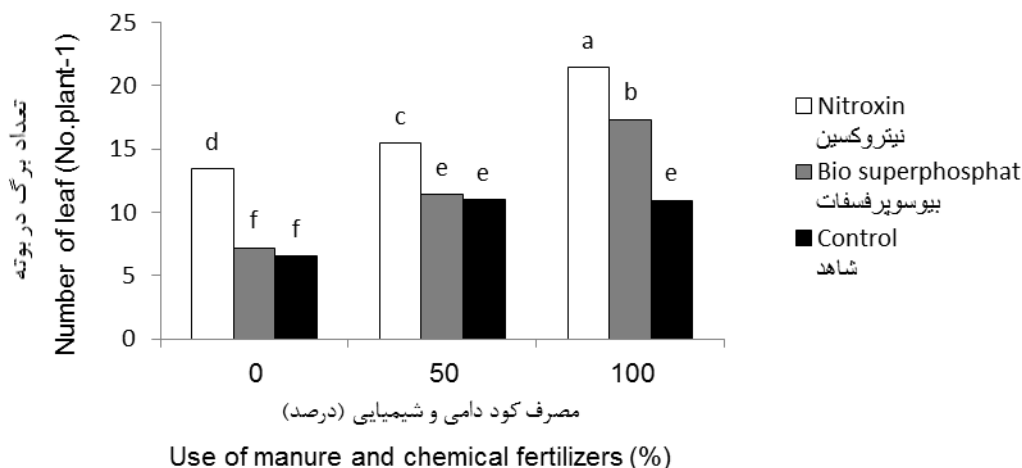
بین اندازه‌های بنه از نظر تعداد برگ اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $p \leq 0/05$ ) و بیشترین تعداد برگ به ترتیب از تیمار اندازه بنه ۱۲-۱۴، ۱۰-۸ و ۶-۴ گرم بدست آمد؛ به گونه‌ای که با کاربرد بنه‌های ۱۲-۱۴ گرم نسبت به بنه‌های ۶-۴ گرم تعداد برگ زعفران ۱۰۰ درصد افزایش پیدا کرد. پاندی و سریوستاوا (Pandey & Srivastava, 1979) اظهار داشتند که افزایش قطر بنه در احتمال روئیدن برگ‌ها، تعداد برگ‌ها و درصد گل‌آوری زعفران نقش مثبتی دارد. تحقیقات انجام شده در هندوستان نشان داد که افزایش قطر بنه بر درصد گل‌آوری و تعداد برگ‌های زعفران اثر مثبت دارد و بر همین اساس، کاشت بنه‌های زعفران با قطر سه سانتی‌متر به بالا و وزن تقریبی ۱۰ گرم توصیه شده است (Pandey & Srivastava, 1979). نتایج آزمایش ثابت تیموری و همکاران (Sabet Teymouri et al., 2010) نشان داد که بهترین اندازه بنه برای تولید بیشترین تعداد برگ، ۶-۸ گرم است. هرچند مشایخی و لطیفی (Mashayekhi & Latifi, 1997) بیان کردند که اندازه بنه تأثیری بر شاخص‌های رشد و عملکرد زعفران ندارد، لیکن نتایج سایر محققان مؤید نتایج این آزمایش می‌باشد (Azizi, 2008; )

(Sadeghi, 1997). در تحقیقی که نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri Mahallati et al., 2008) انجام دادند، مشخص گردید که اثر وزن بنه بر تعداد برگ جوانه اصلی در سال اول آزمایش معنی‌دار بود ( $p \leq 0/05$ ) و با افزایش وزن بنه میانگین این صفت افزایش یافت، به طوری که گروه وزنی ۶-۳ و ۱۵-۱۲ برگ به ترتیب با ۴/۴ و ۷/۹ برگ کمترین و بیشترین تعداد برگ را دارا بودند. امیر شکاری و همکاران (Amirshekari et al., 2008) نیز طی تحقیقی اعلام کردند که بیشترین تعداد برگ با کاربرد بزرگترین اندازه بنه بدست آمد. به نظر می‌رسد که افزایش وزن بنه با افزایش قدرت تقسیم سلول و افزایش سرعت تکثیر، افزایش تعداد و سطح برگ و بهبود خصوصیات رویشی را به دنبال داشته است.

اثر متقابل مصرف کود دامی و شیمیایی رایج و کود بیولوژیک بر تعداد برگ معنی‌دار بود. در تیمار مصرف ۱۰۰٪ کود دامی و شیمیایی بیشترین تعداد برگ به ترتیب با مصرف کود بیولوژیک نیتروکسین، بیوسوپرفسفات و عدم مصرف کود بیولوژیک بدست آمد؛ در حالی که در تیمار مصرف ۵۰٪ کود دامی و شیمیایی و عدم مصرف کود دامی و شیمیایی بیشترین تعداد برگ با مصرف کود نیتروکسین بدست آمد، ولی بین مصرف کود بیوسوپرفسفات و عدم مصرف آن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۴). چنان‌که نتایج اثرات متقابل نشان می‌دهد مصرف کود بیولوژیک بیوسوپرفسفات در حضور ۱۰۰٪ کود دامی و شیمیایی باعث افزایش معنی‌دار تعداد برگ زعفران شده است، ولی با کاهش مصرف کود دامی و شیمیایی به نصف، کود بیوسوپرفسفات تغییر معنی‌داری در تعداد برگ زعفران ایجاد نکرد که این امر می‌تواند به دلیل توانایی باکتری‌های موجود در کود بیوسوپرفسفات در تولید انواع اسیدهای آلی و معدنی و ترشح آنزیم فسفاتاز باشد که ذخایر فسفر موجود در خاک که در حالت معمولی غیرقابل استفاده می‌باشند را برای گیاه به فرم قابل استفاده تبدیل می‌کنند. همچنین اثر متقابل مصرف کود دامی و شیمیایی و اندازه بنه بر تعداد برگ زعفران معنی‌دار بود ( $p \leq 0/05$ ). در تیمار اندازه بنه ۱۲-۱۴ گرم بیشترین تعداد برگ از مصرف ۱۰۰٪ و ۵۰٪ کود دامی و شیمیایی (بدون اختلاف آماری معنی‌دار) و کمترین تعداد برگ از تیمار عدم مصرف کود دامی و شیمیایی بدست آمد. در تیمار اندازه بنه ۱۰-۸ گرم بیشترین تعداد برگ

شیمیایی توانسته باعث افزایش معنی‌دار تعداد برگ شود. نتایج نشان داد که اثر متقابل مصرف کود بیولوژیک و اندازه بنه بر تعداد برگ نیز معنی‌دار بود ( $p \leq 0.05$ ). در تیمار اندازه بنه ۱۴-۱۲ و ۸-۱۰ گرم بیشترین تعداد برگ به ترتیب از مصرف کود نیتروکسین، کود بیوسوپرفسفات و عدم مصرف کود بیولوژیک بدست آمد ولی در تیمار اندازه بنه ۴-۶ گرم بین سطوح مصرف کود بیولوژیک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۴). علت این رابطه همان‌طور که قبلاً ذکر شد، می‌تواند توانایی بیشتر بنه‌های بزرگتر برای جذب عناصر غذایی از محیط ریشه و استفاده بهتر از شرایط محیطی باشد و احتمالاً ذخایر بالاتر بنه‌های بزرگتر همراه با مصرف کود بیولوژیک در فعال شدن سریع‌تر جوانه‌های رویشی و افزایش تعداد برگ مؤثر بوده است.

با اختلاف آماری معنی‌دار ( $p \leq 0.05$ ) به ترتیب با مصرف ۱۰۰٪، ۵۰٪ و عدم مصرف کود دامی و شیمیایی بدست آمد و در اندازه بنه ۴-۶ گرم بیشترین تعداد برگ متعلق به مصرف ۱۰۰٪ کود دامی و شیمیایی بوده و بین مصرف ۵۰٪ و عدم مصرف کود دامی و شیمیایی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۵). به نظر می‌رسد که کافی بودن ذخایر عناصر غذایی در بنه‌های درشت ۱۲ تا ۱۴ گرم برای تولید تعداد برگ باعث شده تا بین مصرف ۱۰۰٪ و ۵۰٪ کود دامی و شیمیایی اختلاف معنی‌داری در تعداد برگ تولید شده وجود نداشته باشد، ولی در اندازه بنه ۸ تا ۱۰ گرم با کاهش ذخیره عناصر غذایی موجود در بنه، بین مصرف سطوح مختلف کود دامی و شیمیایی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و در تیمار اندازه بنه ۴ تا ۶ گرم به علت کوچک بودن بنه‌ها فقط مصرف ۱۰۰٪ کود دامی و

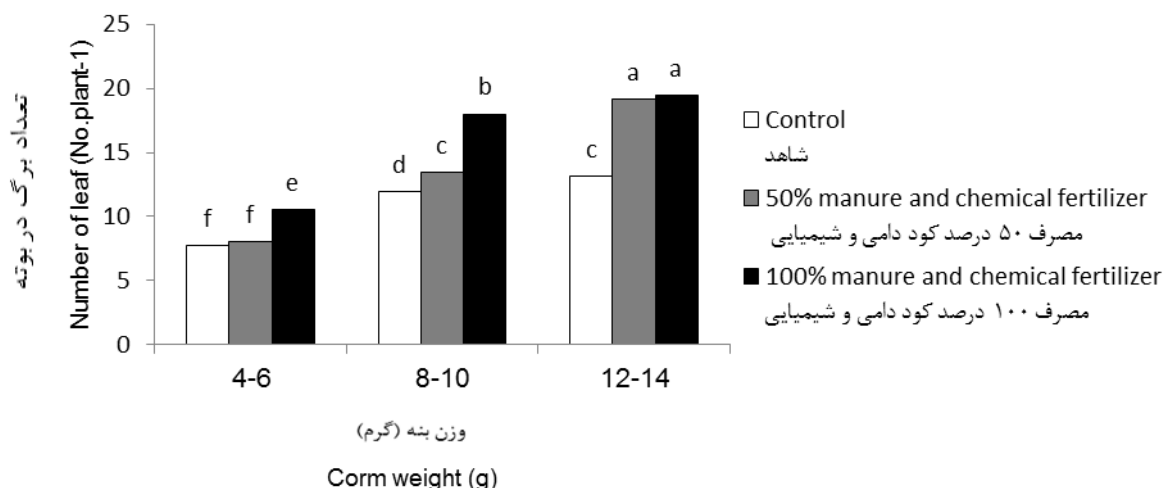


شکل ۴- اثر متقابل کودهای دامی، شیمیایی و بیولوژیک بر تعداد برگ زعفران

Fig. 4- Interaction effect of manure, chemical and biological fertilizers and corm weight on leaf number of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارند ( $p \leq 0.05$ ).

Means which followed by the same letter, are not significantly different based on FLSD test ( $p \leq 0.05$ ).

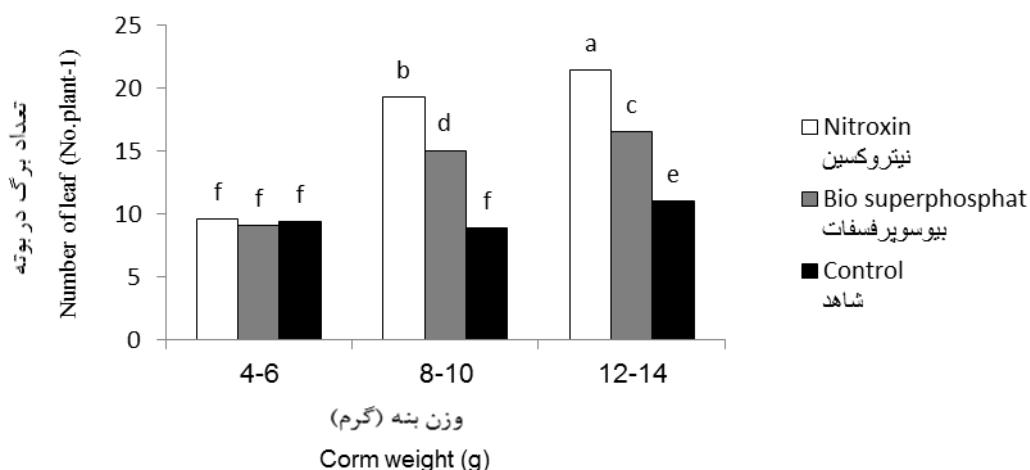


شکل ۵- اثر متقابل کودهای دامی و شیمیایی و اندازه بنه بر تعداد برگ زعفران

**Fig. 5- Interaction effect of manure and chemical fertilizers and corm weight on leaf number of saffron**

( $p \leq 0.05$ ). میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارند

Means which followed by the same letter, are not significantly different based on FLSD test ( $p \leq 0.05$ ).



شکل ۶- اثر متقابل کود بیولوژیک و اندازه بنه بر تعداد برگ زعفران

**Fig. 6- Interaction effect of biofertilizer and corm weight leaf number of saffron**

( $p \leq 0.05$ ). میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارند

Means which followed by the same letter, are not significantly different based on FLSD test ( $p \leq 0.05$ ).

که استفاده بیشتر از کود دامی و شیمیایی و به خصوص کود شیمیایی اوره باعث اختصاص بیشتر عناصر غذایی به رشد رویشی گیاه شده که در طول و تعداد برگ زعفران نمود پیدا کرد. همچنین با مصرف کودهای بیولوژیک بیشترین طول برگ به ترتیب از تیمار مصرف کود نیتروکسین، کود بیوسوپرفسفات و عدم مصرف کود بیولوژیک بدست آمد؛ به گونه‌ای که با کاربرد کود نیتروکسین نسبت به عدم مصرف کود بیولوژیک

### طول برگ

اثر مصرف کود دامی و شیمیایی رایج، کود بیولوژیک و اندازه بنه بر طول برگ زعفران معنی‌دار بود ( $p \leq 0.05$ ). در رابطه با مصرف کود دامی و شیمیایی رایج بیشترین طول برگ از تیمار مصرف ۱۰۰٪ کود دامی و شیمیایی و کمترین طول برگ از تیمار عدم مصرف کود دامی و شیمیایی حاصل شد و مصرف این کود باعث ۶۰٪ افزایش در طول برگ شد. به نظر می‌رسد

با مصرف کود نیتروکسین، بیوسوپرفسفات و عدم مصرف کود بیولوژیک بدست آمد، ولی در تیمار عدم مصرف کود دامی و شیمیایی، مصرف سطوح مختلف کود بیولوژیک تغییر معنی-داری در طول برگ زعفران ایجاد نکرد.

یکی از ویژگی‌های مهم کود نیتروکسین استفاده شده در این آزمایش در دسترس قرار دادن عناصر غذایی برای گیاه است (Koocheki et al., 2011) پس در حضور عناصر غذایی، نقش کود بیولوژیک بیشتر نمود پیدا کرده است. همچنین اثر متقابل مصرف کود دامی و شیمیایی رایج و اندازه بنه بر طول برگ زعفران معنی‌دار بود ( $p \leq 0.05$ ). در تیمار اندازه بنه ۱۲ تا ۱۴ گرم بیشترین طول برگ به ترتیب با مصرف ۱۰۰٪، ۵۰٪ و عدم مصرف کود دامی و شیمیایی بدست آمد، در حالی که در تیمارهای اندازه بنه ۱۰-۸ و ۶-۴ گرم، بیشترین طول برگ با مصرف ۱۰۰٪ کود دامی و شیمیایی بدست آمد، ولی بین مصرف ۵۰٪ کود و عدم مصرف آن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۸) که دلیل این امر همان طور که قبلاً اشاره شد، می‌تواند مربوط به توانایی بیشتر بنه‌های بزرگ‌تر در استفاده بهتر از عناصر غذایی اضافه شده به محیط رشد بنه‌ها باشد.

### نتیجه‌گیری

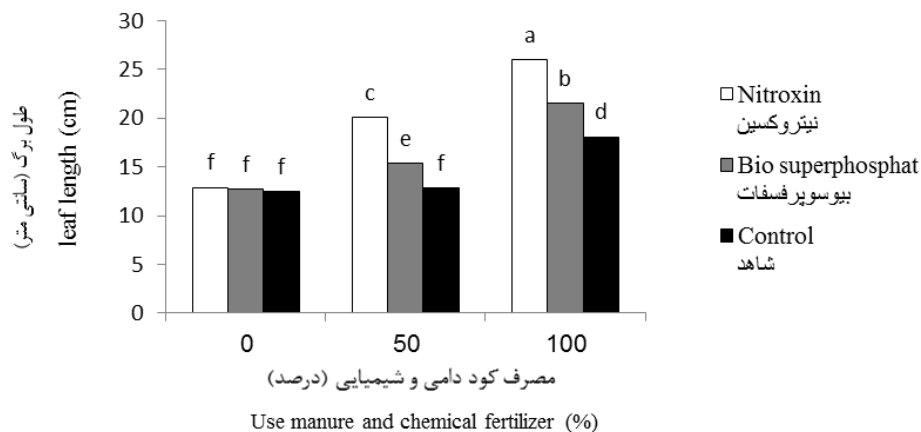
نتایج این تحقیق نشان داد که بنه‌های با وزن زیاد (۱۲ تا ۱۴ گرم)، به طور چشمگیری باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد زعفران در سال اول کشت شد. همچنین مصرف کودهای دامی و شیمیایی و بیولوژیک باعث افزایش تولید گشته ضمن اینکه مصرف کودهای بیولوژیک نیتروکسین و بیوسوپرفسفات می‌تواند با کاهش مصرف کود شیمیایی نوید بخش کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی در آینده باشد.

طول برگ زعفران ۴۰٪ افزایش داشت. امیدوی و همکاران (Omid et al., 2009) در مطالعه‌ای با کاربرد کودهای شیمیایی و بیولوژیک در زعفران اعلام کردند که بیشترین طول برگ زعفران همراه با مصرف توأم کود شیمیایی و بیولوژیک بدست آمد. الدین و همکاران (Eldin et al., 2008) طی تحقیقی با کاربرد باکتری *Bacillus subtilis* در زعفران اعلام کردند که استفاده از این باکتری طول برگ را افزایش داد. نقدی بادی و همکاران (Naghdibadi et al., 2001) نیز طی آزمایشی اظهار نمودند که استفاده از کودهای زیستی و شیمیایی فسفره باعث افزایش معنی‌دار طول برگ زعفران شد. احتمالاً در این آزمایش 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 تنظیم کننده رشد مانند اکسین<sup>۱</sup> (IAA) همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف، موجب رشد و توسعه قسمت‌های هوایی زعفران شدند.

استفاده از بنه‌های با وزن بیشتر باعث افزایش طول برگ‌های زعفران شد به گونه‌ای که بیشترین طول برگ از تیمار بنه‌های با وزن ۱۲ تا ۱۴ گرم بدست آمد که نسبت به تیمار اندازه بنه ۶-۴ گرم ۱۶۵٪ افزایش داشت. به طور کلی، نتایج بررسی‌ها نشان داد که بنه‌هایی که در گروه وزنی بالاتری قرار دارند به طور معنی‌داری از طول برگ بیشتری نیز برخوردار هستند. در بنه‌های بزرگتر، تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ‌ها نسبت به بنه‌های کوچکتر کمی زودتر اتفاق می‌افتد. در تحقیق نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri Mahallati et al., 2008) وزن بنه تأثیر معنی‌داری بر طول برگ داشت و بنه‌های دارای وزن ۹ تا ۱۲ گرم دارای برگ‌های طولی‌تری بودند. پاندی و سربو استاوا (Pandey & Srivastava, 1979) نیز در نتایج تحقیقات خود تأثیر مثبت وزن بنه را بر طول برگ زعفران گزارش کردند.

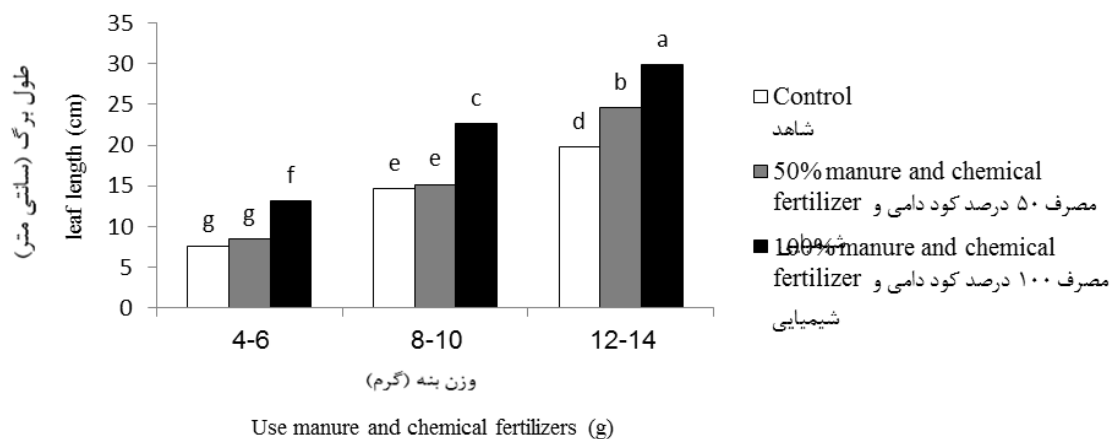
اثر متقابل مصرف کود دامی و شیمیایی رایج و کود بیولوژیک بر طول برگ زعفران معنی‌دار بود ( $p \leq 0.05$ ). همان‌طور که در شکل ۷ نشان داده شده است، در تیمار مصرف ۱۰۰٪ و ۵۰٪ کود دامی و شیمیایی رایج بیشترین طول برگ به ترتیب همراه

1- Indole acetic acid



شکل ۷- اثر متقابل کودهای دامی، شیمیایی و بیولوژیک بر طول برگ زعفران

**Fig. 7- Interaction effect of manure, chemical and biological fertilizers and corm weight on leaf length of saffron**  
 میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارند ( $p \leq 0.05$ )  
 Means which followed by the same letter, are not significantly different based on FLSD test ( $p \leq 0.05$ )



شکل ۸- اثر متقابل کود دامی و شیمیایی و اندازه بنه بر طول برگ زعفران

**Fig. 8- Interaction effect of manure and chemical fertilizers and corm weight on leaf length of saffron**  
 میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارند ( $p \leq 0.05$ )  
 Means which followed by the same letter, are not significantly different based on FLSD test ( $p \leq 0.05$ )

## منابع

Amirshakari, H., Sorooshzadeh, A., Modarres-Sanavy, A.M., Javaran, J., 2008. Effects of root-zone temperature, corm size, and gibberellin on vegetative growth of saffron. (*Crocus sativus* L.). J. Agric. Sci. Nat. Res. 14(5), 175-188.

Azizi-Zehan, A.A., Kamgar-Haghighi, A.A., Sepaskhah, A.R., 2008. Crop and pan coefficients for saffron in a semi-arid region of Iran. J. Arid Environ. 72, 270-278.  
 Aytekin, A., Ozkul-Acikgoz, A., 2008. Hormone and microorganism treatments in the cultivation

- of saffron (*Crocus sativus* L.) plants. *Molecules*. 13, 1135-1146.
- Behzad, S., Razavi, M., Mahajeri, M., 1992. The effect of mineral nutrients (N.P.K.) on saffron production. *Acta Hort.* 306, 426-430.
- 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. *Turk. J. Agric.* 31, 189-199.
- Dakoral, B.Y., Matirul, V., Kingal, M., Phillipsz, D.A., 2002. Plant growth promotion in legumes and cereals by lumichrome a rizobial single metabolite. *Nitrogen Fixation: Global Perspective*. 321 pp.
- Eldin, M.S., Elkholy, S., Fernández, J.A., Junge, H., Cheetham, R., Guardiola, J., Weathers, P., 2008. *Bacillus subtilis* FZB<sub>24</sub> affects flower quantity and quality of saffron (*Crocus sativus* L.). *Planta Med.* 13(74), 16–20.
- Glick, B.R., 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can. J. of Microbiol.* 41, 109–117.
- Han, H., Supanjani, S., Lee, K.D., 2006. Effect of coin coculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant Soil Environ.* 52 (3), 130-136.
- Hosseini, M., 1997. Effect of foliar nutrition on yield of saffron. 3<sup>rd</sup> National Symposium on Saffron. Iran, Mashhad, 2-3 Dec. [In Persian].
- Hosseini, M., Sadeghiand, B., Aghamiri, S.A., 2004. Influence of foliar fertilization on yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Acta Hort.* 650, 195-200.
- Jahan, M., Jahani, M., 2006. The effects of chemical and organic fertilizers on saffron flowering. *Acta Hort.* 739, 81-86.
- Kafi, M., Rashed, M.H., Koocheki, A., Mollafilabi, A., 2002. Saffron (*Crocus sativus* L.), Production and Processing. Center of excellence for agronomy, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. 276 p. [In Persian with English Summary].
- Kennedy, I.R., Choudhury, A.T., Kecskes, M.L., 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in cropfarming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? *Soil Biol. Bioch.* 36(8), 1229-1244.
- Koocheki, A., Nassiri, M., Behdani, M.A., 2006. Agronomic attributes of saffron yield at agroecosystems. *Acta Hort.* 739, 24-33.
- Koocheki, A., Nassiri, M., Behdani, M.A., 2007. Agronomic attributes of saffron yield at agroecosystems scale in Iran. *Acta Hort.* 739, 33-40.
- Koocheki, A., Najibnia, S., Lalegani, B., 2009. Evaluation of saffron yield (*Crocus sativus* L.) in intercropping with cereals, pulses and medicinal plants. *Iran. J. Field Crop Res.* 7(1), 175-184. [In Persian with English Summary].
- Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., 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.). *J. Water Soil.* 25(1), 196-206. [In Persian with English Summary].
- Kucey, R.M.N., 1988. Effect of *Penicillium bilaji* on the soil and uptake of P and, micronutrients from soil by wheat. *Can. J. Soil Sci.* 68, 261-270.
- Kumar, R., Sing, 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 Rev. Int.* 25, 44-85.
- Mashayekhi, K., Latifi, N., 1997. Investigation of the effect of corm's weight on saffron flowering. *Iran. J. Agric. Sci.* 28(1), 97-105. [In Persian with English Summary].
- Mollafilabi, A., 2000. Production and Modern Cultivation of Saffron. Iranian Industrial and Scientific Research Organization Publications. Khorasan Center, Mashhad, Iran. pp. 339-341. [In Persian].
- Mollafilabi, A., 2004. Experimental findings of production and echo physiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.). *Acta Hort.* 650, 195–200.
- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J.L., Garcia-Luice, A., 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Hort.* 103, 361-379.
- Munshi, A.M., 1994. Effect of N and K on the floral yield and corm production in saffron under rainfed condition. *Indian Arcanut Spice J.* 18, 24-44.
- Naghdibadi, H.A., Omidi, 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. J. Med. Plant. 40(4), 58-68.
- Nasiri-Mahallati, M., Koocheki, A., Boroomand-rezazadeh, Z., Tabrizi, L., 2008. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iran. J. Field Crop Res. 5(1), 155-166. [In Persian with English Summary].
- Negbi, M., 1999. Saffron cultivation: past, present and future prespects. Saffron (*Crocus sativus* L.) Harwood Amsterdam. pp. 1-17.
- Nieto, K.F., Frankenberger, W.T., 1989. Biosynthesis of cytokinins in soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 53, 735 - 40.
- Nieto, K.F., Frankenberger, W.T., 1989. Biosynthesis of cytokinins produced by *Azotobacter chroococcum*. Soil Biol. Biochem. J. 21, 967-72.
- Omidi, H., Naghdibadi, H.A., Golzad, A., Torbati, H., Fotookian, M.H., 2009. Effect of chemical and nitrogen bio-fertilizer on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Medicinal Plants. 30(2), 98-109.
- Omidbeygi, R., Ramezani, A., Sadeghi, B., Ziaratnia, S.M., 2003. Effect of corm mass on saffron production in Neyshabur climate. Proceeding of 3rd National Congress on Iranian Saffron. Iran, Mashhad. 2-3 Dec. (In Persian)
- Pandy, D., Srivastava, R.P., 1979. A note on the effect of size of corms on the sprouting and flowering of saffron. Prog. Hort.. 6, 89-92.
- Rangahau, M.K., 2003. Growing Saffron - The world's most expensive spice. Crop Food Res. 20, 1-4.
- Rojas, A., Holguin, G., Glick, B., Bashan, Y., 2001. Synergism between *Phyllobacterium* sp. (N<sub>2</sub>-Fixer), and *Bacillus licheniformis* (P-Solubilizer), both from a Semiarid mangrove rhizosphere. FEMS Microbiol. Ecol. 35, 181-187.
- Sabet-Teimouri, M., Kafi, M., Avarseji, Z., Orooji, K., 2010. Effect of dry stress, corm size and cover on morphoecophysiological specifications of saffron (*Crocus sativus* L.) in greenhouse conditions. J. Agroecol. 2(2), 323-334.
- Sadeghi, B., 1997. Effect of storage and sowing date of corm on saffron flowering. Organization of Scientific and Industrial of Iran, Research Center of Khorasan. pp.6-53. [In Persian].
- Sampatha, S.R., Shivashankar, S., Lewis, Y.S., 1984. Saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation, processing chemistry and standardization. CRC Crit. Rev Food Sci Nutr. 20(2), 123-157.
- Sofi, J.A., Nayar, A., Kirmani, S., Ansarul, H., 2008. Effect of integrated nutrient management on saffron yield and soil fertility. Asian J. Soil Sci. 3, 117-119.
- Teymouri, S., 2012. Effect of chemical and organic fertilizers on size of saffron corm. MSc dissertation, Faculty of Agriculture, the University of Birjand, Iran. [in Persian].
- Vatanpur-Azghadi, A., Mojtahedi, N., 2003. A review on application of tissue culture and biotechnology in saffron. Proceeding of 3<sup>rd</sup> National Congress on Saffron. Mashhad, Iran, 11-12 Dec. pp. 109-115.
- Vurdu, H., 2004. Agronomical and biotechnological approaches for saffron improvement. Acta Hort. (ISHS). 650, 285-290.

## Effects of corm weight and application of fertilizer types on some growth characteristics and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) under Mahvelat conditions

Zeinab Alipoor Miandehi<sup>1\*</sup>, Sohrab Mahmoodi<sup>2</sup>, Mohammad Ali Behdani<sup>3</sup> and Mohammad Hasan Sayyari<sup>4</sup>

1- MSc Student of Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Birjand

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

3- Associate Professor, Saffron Research Group, Faculty of Agriculture, University of Birjand

4- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand

\*- Corresponding Author E-mail: Zalipoor11@yahoo.com

Alipoor Miandehi, Z., Mahmoodi, S., Behdani, M.A., and Sayyari, M.H., 2015. Effects of corm weight and application of fertilizer types on some growth characteristics and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) under Mahvelat conditions. Journal of Saffron Research. 2(2): 97-112.

Submitted: 22-09-2013

Accepted: 27-01-2014

### Abstract

In order to study the effects of manure, biological and chemical fertilizers and corm weight on characteristics of saffron flower and leaf criteria, an experiment was conducted as split plot factorial based on a RCBD with four replications at Mahvelat city during growing season of 2011-2012. Treatments were included three corm weights (4-6, 8-10 and 12-14 g), bio-fertilizer in three types (Nitroxin, Bio-super phosphate and no bio-fertilizer) and manure and chemical fertilizers in three levels (100 and 50% and non fertilizer). Manure, chemical fertilizers and corm size were considered as main plot and sub plot factors, respectively. The results showed that the effect of manure and chemical fertilizers were significant on flower dry weight, stigma and style weight, leaf number and leaf length of saffron. Application of 100% manure with chemical fertilizer had resulted in maximum flower dry weight, stigma and style weight, leaf number and leaf length of saffron. Effect of biological fertilizer was significant on leaf number and leaf length and their maximum were obtained in Nitroxin, Bio super phosphate and no bio-fertilizer, respectively. But application of biological fertilizer had no significant effect on stigma and style weight of saffron. Nitroxin fertilizer had a significant effect on flower dry weight while the use of Bio super phosphate fertilizer had no significant effect on these traits. Also, the flower dry weight, stigma and style weights, leaf number and leaf length of saffron significantly affected by corm size. The results revealed that the interaction effect of manure-chemical fertilizers and corm weight was significant on dry flower weight, stigma and style weights, leaf number and leaf length of saffron. Interaction effects of biological fertilizer and corm weight was significant on dry flower weight and leaf number of saffron and also there was significant effect between manure-chemical and biological fertilizers on leaf number and leaf length of saffron.

**Keywords:** Fertilizer, Flower weight, Leaf, Stigma, Style