



## بررسی تأثیر سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و وزن بنه مادری بر عملکرد و خصوصیات رشدی زعفران (*Crocus sativus* L.)

زهرة قلی زاده<sup>۱</sup>، محمد حسین امینی فرد<sup>۲\*</sup> و محمد حسن سیاری<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۲۴ تیر ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: ۸ شهریور ۱۳۹۵

### چکیده

مدیریت تغذیه و اندازه بنه مادری، از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد و عملکرد زعفران به شمار می‌روند. به منظور بررسی اثر کمپوست زباله شهری و وزن بنه مادری بر شاخص‌های عملکرد گل و ویژگی‌های رشدی بنه زعفران، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بیرجند، در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ سطح کمپوست زباله شهری (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار) و ۳ سطح وزن بنه مادری (شامل گروه‌های وزنی ۴-۰/۱، ۸-۴/۱ و ۱۲-۸/۱ گرم) و در ۳ تکرار اجرا گردید. صفاتی نظیر تعداد و عملکرد گل تر، طول و وزن کلاله، وزن بنه، تعداد بنه دختری و تعداد جوانه در بنه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کمپوست زباله شهری بر وزن بنه همراه با فلس، تعداد بنه دختری و عملکرد گل تر و کلاله تأثیر معنی‌داری داشت، بطوریکه بالاترین وزن بنه همراه با فلس و تعداد بنه دختری (به ترتیب، ۲۱/۳۳ گرم در بنه و ۲/۱۱ عدد) از تیمار ۱۰ تن در هکتار و پایین‌ترین آنها (۱۶/۴۷ گرم در بنه و ۱/۶۶ عدد) در شاهد به دست آمد. وزن بنه‌های مادری نیز، عملکرد گل و کلاله، وزن بنه و قطر بنه دختری را تحت تأثیر معنی‌دار خود قرار داد، بطوریکه بالاترین وزن تازه و خشک کلاله (به ترتیب، ۰/۳۱ و ۰/۱۱ گرم در متر مربع) از بنه‌های ۱۲-۸/۱ گرم و کمترین آن‌ها (۰/۰۶ و ۰/۰۳ گرم در متر مربع) از بنه‌های ۴-۰/۱ گرم بدست آمد. همچنین، اثر برهمکنش وزن بنه و کمپوست زباله شهری بر عملکرد گل و کلاله زعفران معنی‌دار گردید، بطوریکه بیش‌ترین عملکرد گل و کلاله تر (به ترتیب ۹/۳۶ و ۰/۴۱ گرم در متر مربع) از تیمار ۱۰ تن در هکتار کمپوست و بنه‌های ۱۲-۸/۱ گرم بدست آمد. بر اساس نتایج این تحقیق، استفاده از کمپوست زباله شهری (۱۰ تن در هکتار) و بنه‌های مادری درشت (۱۲-۸/۱ گرم) به عنوان مؤثرترین تیمارها در این آزمایش، می‌توانند نقش مؤثری در افزایش رشد بنه و عملکرد گل زعفران داشته باشند.

**کلمات کلیدی:** بنه دختری، تغذیه، کلاله تر، کود آلی.

### مقدمه

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. متعلق به خانواده

زنبقیان، گران‌قیمت‌ترین چاشنی در جهان است. گیاهی تک لپه و ژئوفیت بوده که گلدهی آن در پاییز صورت می‌گیرد (Molina et al., 2005). در حال حاضر، ایران بزرگ‌ترین تولید کننده و صادرکننده زعفران در جهان است (Koocheki, 2013) و با تولید سالانه ۲۰۰ تن زعفران خشک، بیش از ۹۰ درصد تولید جهانی این محصول گرانبها را به خود اختصاص داده است (Kafi et al.,

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته علوم باغبانی، گرایش فیزیولوژی گیاهان دارویی ادویه‌ای و عطری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.  
۲- استادیار گروه علوم باغبانی و مرکز پژوهشی گیاهان ویژه منطقه دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.  
۳- دانشیار گروه علوم خاک و مرکز پژوهشی گیاهان ویژه منطقه دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.

\*نویسنده مسئول: (mh.aminifard@birjand.ac.ir)

نتایج محققین نشان می‌دهد که کمپوست بر روی رشد و عملکرد گیاهان اثر مثبتی دارد. سینگ و همکاران ( Singh et al., 1998) با بررسی اثر کمپوست روی افزایش تولید برخی گیاهان دارویی از جمله اسفرزه و منداب به این نتیجه رسیدند که با افزایش نسبت کمپوست در خاک، اجزای بیوماس گونه‌های گیاهی افزایش یافته و عملکرد میوه نیز افزایش قابل توجهی را نشان داد. بر اساس گزارش کومار و همکاران ( Kumar et al., 2009) زعفران گیاه کم توقعی است و برای رشد به حد متوسطی از عناصر غذایی نیاز دارد. نتایج برخی بررسی‌ها نشان می‌دهد که همبستگی مثبت و بالایی بین ماده آلی خاک و عملکرد کالاه زعفران وجود دارد و بهبود عملکرد زعفران در این شرایط، احتمالاً به دلیل افزایش فراهمی و دسترسی به عناصر غذایی و همچنین بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک است (Munshi, 1994). رضوانی مقدم و همکاران ( Rezvani Moghaddam et al., 2013) با ارزیابی رشد و عملکرد زعفران در نتیجه کاربرد کمپوست بستر قارچ گزارش کردند که بیشترین وزن تازه گل و عملکرد کالاه زعفران در مقدار ۶۰ تن کمپوست در هکتار مشاهده شد. جامی الاحمدی و همکاران (Jami-alahmadi et al., 2009) نیز در مطالعه ای بر روی اکوسیستم های زراعی زعفران خراسان، یکی از علل برتری عملکرد این گیاه را استفاده از کودهای آلی دانستند. جهان و جهانی ( Jahan & Jahani, 2007) نیز گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی نقش معنی داری در افزایش تعداد گل و نیز وزن کالاه خشک زعفران در واحد سطح داشته است. تیموری و همکاران (Teimori et al., 2013) افزایش تعداد بنه‌های بالای هشت گرم و نیز بنه‌های کل زعفران را در نتیجه کاربرد کودهای دامی و کمپوست زباله شهری مشاهده نمودند. همچنین استفاده از کود-های آلی در گیاه زعفران، موجب افزایش وزن تر و خشک و درصد ماده خشک بنه‌ها شده و میزان ریشه‌های بنه‌ها را افزایش

استان های خراسان رضوی و جنوبی، دو قطب عمده تولید زعفران در کشور محسوب می‌شوند. سطح زیر کشت این گیاه در سال ۱۳۹۰ بالغ بر ۷۳۱۶۲ هکتار بود که بیش از ۷۰ هزار هکتار، به دو استان خراسان رضوی و جنوبی (۵۷ هزار هکتار برای خراسان رضوی و ۱۳ هزار هکتار برای خراسان جنوبی) اختصاص داشت (Mollafilabi & Shoorideh, 2009). مواد آلی عامل اصلی حاصلخیزی و بهبود باروری خاک هستند و برای حفظ سطح حاصلخیزی و قابلیت تولید خاک، میزان مواد آلی خاک باید در سطح مناسبی حفظ شود ( Pedra et al., 2006). در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران، نه تنها برگشت مواد آلی به خاک کم است، بلکه با مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، عدم استفاده از کودهای آلی و فعالیت شدید میکروبی، مواد آلی موجود در خاک نیز به سرعت تجزیه می‌شوند. در چنین شرایطی گنجاندن کودهای آلی در مدیریت عناصر غذایی بیش از پیش با اهمیت می‌نماید ( Naghavi Maremati et al., 2007). از طرفی، گسترش شهرنشینی و صنعتی شدن به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، باعث انباشته شدن حجم عظیمی از زباله‌های شهری شده است؛ بنابراین در سال‌های اخیر به منظور کاهش آلودگی‌های زیست محیطی به بازیافت زباله‌های شهری و تبدیل آن به کمپوست و استفاده آن در اراضی کشاورزی، توجه زیادی شده است (Khoshgoftarmanesh & Kalbasi, 2000).

در بسیاری از نظام‌های کشاورزی پایدار، از کودهای آلی نظیر کمپوست، جهت بهبود حاصلخیزی خاک استفاده می‌شود (Barker & Bryson, 2006). استفاده از این مواد، باعث بهبود قابل توجه ساختمان خاک، محتوی ماده آلی و باروری خاک می‌شود که برای گیاه و خاک مزایایی به همراه دارد ( Patra et al., 2000). از جمله این مزایا، افزایش قابلیت جذب عناصر پر مصرف و کم مصرف در خاک است (Hayes et al., 1990).

جوانه‌های موجود بر روی بنه‌ها، تعداد برگ‌ها و درصد گل‌های تولیدی زعفران، به اندازه بنه‌ها بستگی دارد، لذا کشت بنه‌های با قطر ۳ سانتی متر به بالا با وزن تقریبی ۱۰ گرم توصیه شد (Pandey & Srivastav, 1979). قبادی و همکاران (Ghobadi et al., 2015) نیز برای دستیابی به حداکثر عملکرد زعفران، کاشت بنه درشت (با وزن ۱۰ گرم و بیشتر) را توصیه نمودند. صادقی (Sadeghi, 1995) در بررسی اثر وزن بنه بر میزان عملکرد گل زعفران در طی سه سال بیان داشت که بنه‌های ۲ گرمی، توان گل‌آوری نداشته و برای بنه‌های تا ۸ گرم نیز این توان محدود است ولی درصد گل‌آوری و مقدار گل در بنه‌های بالاتر از ۱۰ گرم افزایش چشمگیری داشته و بنه‌های درشت از طریق تولید گل بیشتر در سال اول می‌توانند تا ۳/۵ کیلوگرم در هکتار زعفران خشک تولید نمایند. او اظهار داشت که بنه‌های درشت از طریق تولید بنه‌های بیشتر و درشت‌تر، ظرفیت گل‌آوری و عملکرد مزرعه را در دو سال بعد افزایش داده، به طوریکه در سال‌های بعد عملکرد زعفران به طور چشم‌گیری افزایش یافته و به حدود دو برابر میزان تولید مزارع سنتی رسید. همچنین نتایج حاصل از بررسی تأثیر وزن بنه بر زعفران مشخص شد که با افزایش اندازه بنه، میزان سطح برگ و تولید ماده خشک در طی دوره رشد زعفران افزایش یافته که در نهایت منجر به تولید بیشتر بنه‌های دختری در پایان دوره رشد می‌شود (et al., 2012). Renau-Morata). با توجه به اهمیت زعفران و مصارف گسترده آن در صنایع غذایی و دارویی، یکی از راه‌کارهای افزایش عملکرد زعفران، مدیریت تغذیه و انتخاب وزن بنه مناسب در مزرعه می‌باشد. با توجه به اینکه تاکنون گزارشی در خصوص تأثیر کمپوست زباله شهری و وزن بنه مادری بر عملکرد و رشد زعفران نشده است، لذا هدف از اجرای این طرح، مطالعه همزمان تأثیر سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و وزن بنه مادری بر عملکرد گل و خصوصیات رشدی بنه زعفران بود، تا با استفاده مناسب از نهاده‌های آلی و بنه مادری، بتوان در جهت

می‌دهد که این، بعلاوه افزایش محتوای رطوبت خاک و افزایش دسترسی به عناصر غذایی برای گیاه حاصل شده است (Behdani et al., 2005). امیری (Amiri, 2008) نیز، ضمن آنکه افزایش سطح برگ، میزان عناصر غذایی در برگ و عملکرد کلاله زعفران را در نتیجه مصرف کود آلی مشاهده کرد، اظهار داشت که کاربرد کودهای آلی می‌تواند در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند میزان مواد آلی، تبادل کاتیونی خاک و افزایش عناصری مانند نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در خاک تأثیرگذار باشد.

در کنار مدیریت عناصر غذایی، فاکتور اندازه بنه نیز از عوامل اصلی و تعیین‌کننده ظرفیت گل‌دهی در زعفران است (Nassiri et al., 2007). Mahallati et al., 2007). میزان عملکرد زعفران در سال اول تحت تأثیر اندازه و ذخایر بنه‌هایی است که به عنوان بذر کشت می‌شوند و این بنه‌ها با رشد و نمو خود در سال اول، سبب تولید بنه‌های دختری می‌شوند که به عنوان بذر گیاه در سال دوم محسوب خواهند شد و بنه‌های تولید شده جدید نیز به صورت پی در پی عملکرد سال‌های بعدی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Amirshakari et al., 2007)؛ بنابراین افزایش عملکرد زعفران کشور منوط به استفاده از بنه‌های مرغوب و درشت در سال اول است. نتایج حاصل از آزمایش حسن‌زاده اول و همکاران (Hassanzade Aval et al., 2013) نشان داد که افزایش وزن بنه مادری کشت شده سبب افزایش تعداد و وزن کل بنه در واحد سطح و همچنین افزایش تعداد، وزن تر و خشک گل و وزن تر و خشک کلاله در واحد سطح در سال اول و دوم گلدهی شد. همچنین نتایج کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2013) مشخص کرد که کاشت بنه‌های با وزن کمتر از ۴ گرم در سال اول منجر به عدم تولید گل شد و با افزایش اندازه بنه‌های مادری جهت کاشت، تعداد گل، عملکرد گل و عملکرد بنه‌های دختری نیز به طور قابل توجهی بهبود یافت. طی تحقیقی که بر روی زعفران اجرا شد، مشخص گردید که درصد فعال شدن

تولید پایدار و افزایش عملکرد این گیاه مهم دارویی گام برداشت.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. ۴ سطح کمپوست زباله شهری (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار) و سه سطح وزن بنه مادری (۴-۱/۰، ۸-۴/۱ و ۱۲-۸/۱ گرم) به عنوان تیمار مدنظر قرار گرفتند. کمپوست مصرفی در این پژوهش از کارخانه کمپوست زباله شهری شهرداری مشهد تهیه گردید. با توجه به بررسی منابع و مقالات در مورد انتخاب میزان سطوح مصرفی کمپوست در گیاهان زراعی و دارویی که اکثراً میزان مصرف آن را در تحقیقات خود بین ۵ تا ۲۰ تن قرار داده بودند و نتایج خوبی را در این زمینه بدست آوردند (Bybourdi & Malakouti, 2006; Ghiamati et al., 2009)، لذا بر این اساس، در این پژوهش، چهار سطح کمپوست زباله شهری (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار) برای زعفران در نظر گرفته شد.

قبل از کشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر نمونه برداری گردید (جدول ۱). همچنین قبل از اعمال تیمار کمپوست زباله شهری، بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۲). به منظور اجرای آزمایش، عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه در اوایل خرداد ۱۳۹۴ انجام و در شهریور ماه پس از تسطیح زمین به وسیله لولر، کرت‌هایی به ابعاد ۲×۲ متر ایجاد شد. بین هر کرت، پشته‌هایی با عرض ۱ متر و بین تکرارها، هم‌جوی‌هایی با عرض ۱ متر در نظر گرفته شد. بمنظور اجتناب از مخلوط شدن آب کرت‌ها با یکدیگر، برای هر بلوک، جوی آبیاری جداگانه‌ای در نظر گرفته شد. قبل از کشت، کمپوست زباله شهری بر اساس نقشه طرح در کرت‌ها، بطور یکنواخت پخش و

در عمق ۱۵ سانتی‌متری با خاک مخلوط شدند. سپس بنه‌های تهیه شده از توده‌های بومی شهرستان بیرجند با تراکم ۵۰ بوته در متر مربع (فواصل کاشت بنه‌ها در کرت ۲۰×۱۰ سانتی‌متر) در اواخر شهریور ماه ۱۳۹۴ کشت گردید. (Alavi shahri et al., 1994). آبیاری کرت‌ها به صورت سیفونی انجام شد. آبیاری اول بعد از کاشت (اوایل مهرماه) و آبیاری دوم ۱۰ روز بعد از آبیاری اول به‌منظور تسهیل در سبز شدن بنه‌ها انجام شد. عملیات سله‌شکنی به جهت اینکه جوانه‌های گل با سهولت بیشتری از خاک بیرون بیایند و رشد مطلوبی داشته باشند انجام گرفت. برداشت گل‌های زعفران به مدت حدود سه هفته از نیمه آبان تا اوایل آذر ماه سال ۱۳۹۴، با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای (نیم متر فاصله با هر ضلع کرت) از کل سطح کرت‌ها به صورت روزانه صورت گرفت؛ و پس از شمارش و توزین عملکرد گل هر تیمار، عمل جداسازی کلاله از گل به صورت دستی صورت پذیرفت. سپس کلاله‌های جداسازی شده ابتدا وزن و سپس در دمای اتاق و در شرایط سایه خشک و در نهایت عملکرد کلاله هر تیمار با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید. آبیاری‌های بعدی، بعد از اتمام دوره گلدهی و سپس در ماه‌های دی، اسفند و فروردین ماه انجام شد. در طول مراحل اجرای آزمایش، هیچ‌گونه کود شیمیایی، آفت‌کش و علف‌کش شیمیایی مورد استفاده قرار نگرفت و کنترل علف‌های هرز در طی دوره رشد گیاه از طریق وجین دستی انجام شد. به منظور مطالعه وضعیت رشد و نمو بنه‌ها، در انتهای فصل رشد گیاه (در اردیبهشت ماه ۱۳۹۵)، پس از زرد شدن کامل اندامهای هوایی، تعداد سه جمعیت از مساحتی معادل ۰/۱ متر مربع (۰/۲ متر × ۰/۵ متر) از هر کرت انتخاب و سپس بنه‌های موجود در آن‌ها خارج و به آزمایشگاه منتقل گردیدند و سپس شاخص‌های مربوط به وضعیت رشدی بنه‌ها نظیر وزن بنه‌ها همراه با فلس، تعداد بنه‌دختری در هر جمعیت،

گردید. در پایان، تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از آزمایش به کمک نرم افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد، با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

متوسط وزن و قطر بنه دختری و تعداد جوانه در هر بنه (که در بهار به صورت چشم‌هایی بر روی بنه قابل مشاهده است) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن و قطر بنه‌ها به ترتیب از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم و کولیس دیجیتالی استفاده

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک  
Table 1- Physical and chemical particular of soil

بافت Texture	مواد آلی Organic matter (%)	شاخص واکنش pH	نیترژن کل N (%)	پتاسیم قابل جذب Absorbable K ppm	فسفر قابل جذب Absorbable P Ppm
لومی Loamy	0.68	7.76	0.06	420	39

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کمپوست زباله شهری  
Table 2- Chemical characteristics municipal waste compost

کربن آلی (%) OC (%)	شاخص واکنش pH	هدایت الکتریکی EC (dS.m <sup>-1</sup> )	میزان عناصر غذایی Nutrient level (ppm)			میزان عناصر غذایی Nutrient level (%)		
			مس Cu (ppm)	مولیبدن Mo (ppm)	آهن Fe (%)	فسفر P (%)	پتاسیم K (%)	نیترژن N (%)
15	7.25	5.9	2	0.05	2.5	1.11	1.2	1.45

## نتایج و بحث

### شاخص‌های عملکرد گل زعفران تعداد گل

نتایج ارائه شده، حاکی از تأثیر معنی‌دار وزن بنه در سطح احتمال یک درصد بر تعداد گل زعفران است؛ اما بین سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و اثر متقابل این دو عامل تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش وزن بنه، تعداد گل زعفران افزایش یافت. بطوریکه، با افزایش وزن بنه مادری کشت شده از ۴ - ۰/۱ گرم به ۱۲ - ۸/۱ گرم، تعداد گل از ۱۱ به ۸۲/۱۶ عدد در متر مربع افزایش یافت (جدول ۴). این موضوع در تحقیقات انجام گرفته توسط دیگران نیز ثابت شده است که با بیشتر شدن وزن بنه زعفران، تعداد گل و میزان عملکرد اقتصادی در سال اول کشت

بیشتر می‌شود (Gresta et al., 2008; Kumar et al., 2009). مشایخی و لطیفی اظهار داشتند که وزن بنه تأثیر زیادی بر تعداد گل زعفران دارد و با افزایش آن بر تعداد گل‌ها افزوده شد (Mashayekhi & Latifi, 1997). نصیری محلاتی و همکاران طی تحقیقی اعلام کردند گروه‌های وزنی ۹-۱۲ و ۱۵-۱۲ گرم از نظر تعداد گل نسبت به گروه‌های وزنی کمتر ۳-۶ و ۹-۶ گرم برتری داشتند (Nassiri Mahalati et al., 2008). نتایج حاصل از آزمایش امید بیگی و همکاران نیز حاکی از وجود همبستگی مثبت بین وزن بنه و میزان گلدهی می‌باشد (Omid Beigi et al., 2000). ملافیلابی و همکاران (Mollafilabi et al., 2009) اظهار نمودند که دلیل این امر ذخیره مواد غذایی بیشتر در بنه‌های با وزن بیشتر است که این ذخیره، منبع مواد فتوسنتزی مورد نیاز گیاه را بعد از مرحله خواب و در مراحل اولیه رشد تأمین می‌-

چنین به نظر می‌رسد که تامین مقدار مناسب و مطلوب عناصر غذایی در محیط رشد، به منظور افزایش 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. نتایج نشان داد که بیش‌ترین وزن تر گل در بنه‌های ۱۲-۸/۱ گرم (۷/۱۴ در متر مربع) و کمترین آن (۱/۱۰) گرم در متر مربع) در بنه‌های ۴-۰/۱ گرم به دست آمد (جدول ۴).  
 دیجون و همکاران طی تحقیقی با به کارگیری بنه‌های زعفران با اندازه متوسط و کوچک اعلام کردند که وزن گل و کلاله تازه در واحد سطح با اندازه بنه متوسط افزایش یافت و کشت بنه‌هایی با قطر سه سانتیمتر به بالا با وزن تقریبی ده گرم را برای کشت توصیه نمودند (De Juan et al., 2003). نصیری محلاتی و همکاران بیان داشتند که بنه‌های بزرگ‌تر با ذخایر غذایی بالاتر و فراهم سازی بیش‌تر عناصر غذایی برای گیاه و حداکثر اختصاص مواد فتوسنتزی به جوانه‌های رویشی و زایشی، باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد شدند (Nassiri Mahallati et al., 2007). همچنین، عزیزی زهان و همکاران اعلام کردند که بنه‌های با وزن بیش از ۸ گرم نقش اصلی را در گلدهی اعمال می‌کنند (Azizi Zohan et al., 2008).

#### وزن تر و خشک کلاله

نتایج ارائه شده حاکی از تأثیر معنی‌دار کمپوست زباله شهری در سطح احتمال یک و پنج درصد و وزن بنه در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر و خشک کلاله است (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها، کمترین وزن تر و خشک کلاله (به ترتیب، ۰/۱۰ و ۰/۰۴ گرم در متر مربع) در شاهد و بیشترین وزن تر و خشک (به ترتیب، ۰/۲۲ و ۰/۰۸ گرم در متر مربع) از تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری به دست آمد، هر چند از لحاظ آماری در این صفات، بین تیمارهای ۵، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار تفاوت آماری مشاهده نشد (جدول ۵).

نماید که در نهایت باعث افزایش تعداد و عملکرد گل زعفران می‌گردد. همچنین پانیدی و سریواستا (Pandy & Srivastav, 1979) بیان کردند که درصد سبز شدن، تعداد برگ‌ها و درصد گل‌های تولیدی، تابع قطر بنه‌هاست و کشت بنه‌هایی با قطر سه سانتیمتر به بالا با وزن تقریبی ده گرم برای کشت توصیه شده است.

#### عملکرد گل تر

نتایج جدول ۳ مشخص کرد که اثرات ساده و متقابل کمپوست زباله شهری و عامل وزن بنه همه در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد گل تر زعفران معنی‌دار بودند. مطابق مقایسه میانگین صفات در جدول ۵، تمامی سطوح کمپوست زباله شهری دارای اثر مثبت بر عملکرد گل تر بودند. بطوریکه، بیشترین عملکرد گل تر (۵/۰۶ گرم در متر مربع) از تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (۲/۵۳ گرم در متر مربع) ۱۰۰ درصد افزایش نشان داد، اما بین تیمار ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری در وزن تر گل تفاوت آماری نداشت. با توجه به نتایج اثر متقابل تیمارها، بیشترین عملکرد گل تر از تیمار ۱۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری و بنه‌های ۱۲-۸/۱ گرم و کمترین آن در تیمار شاهد و بنه‌های ۴-۰/۱ گرم به دست آمد (جدول ۹). بسیاری از محققین (Hassanzade Aval et al., 2013; Rezvani Moghaddam et al., 2007) بیش‌ترین وزن تر گل را در نتیجه استفاده از کودهای آلی گزارش کردند. همچنین، رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) در ارزیابی رشد و عملکرد زعفران تحت تأثیر کمپوست بستر قارچ گزارش کردند که با مصرف کمپوست بستر قارچ، وزن تر گل نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری یافت. به طور کلی، اگر چه نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که زعفران از نظر نیاز به عناصر غذایی گیاهی نسبتاً کم توقع می‌باشد (Kafi et al., 2002)، ولی

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای ویژگی‌های مورد مطالعه گل زعفران  
Table 3- Analysis of variance (Mean Square) for investigation characters of saffron flower

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	تعداد گل Number of flower	عملکرد گل تر Fresh yield of flower	وزن تر کلاله Fresh weight of stigma	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma	متوسط طول کلاله Average length of stigma
تکرار Replication	2	423.25 <sup>ns</sup>	2.74 <sup>ns</sup>	0.007 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	1.622 <sup>ns</sup>
وزن بنه مادری Corm weight	3	16006.33*	110.03**	0.189**	0.026**	24.943**
کمپوست Compost	2	160.01 <sup>ns</sup>	12.78**	0.027**	0.0024*	2.697 <sup>ns</sup>
وزن بنه × کمپوست Corm weight × Compost	6	182.57 <sup>ns</sup>	5.36**	0.009*	0.0007 <sup>ns</sup>	1.382 <sup>ns</sup>
خطا Error	22	341.12	0.936	0.0027	0.0006	1.660

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

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی وزن بنه مادری بر صفات گل زعفران  
Table 4- Mean comparisons for simple effects of mother corm weight on criteria of saffron flower

تیمار Treatment وزن بنه Corm weight (g)	تعداد گل در متر مربع Number of flower per m <sup>-2</sup>	عملکرد گل تر Fresh yield of flower (g. m <sup>-2</sup> )	وزن تر کلاله Fresh weight of stigma (g. m <sup>-2</sup> )	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma (g. m <sup>-2</sup> )	متوسط طول کلاله Average length of stigma (mm)
0.1 - 4	11.00 <sup>c</sup>	1.10 <sup>c</sup>	0.06 <sup>c</sup>	0.03 <sup>b</sup>	22.62 <sup>c</sup>
4.1 - 8	32.00 <sup>b</sup>	3.77 <sup>b</sup>	0.15 <sup>b</sup>	0.04 <sup>b</sup>	24.21 <sup>b</sup>
8.1-12	82.16 <sup>a</sup>	7.14 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup>	25.50 <sup>a</sup>

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.  
Similar letters in each column was not significant at 5% level based on DMRT.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح کمپوست زباله شهری بر صفات گل زعفران  
Table 5- Mean comparisons for simple effects of waste compost on criteria of saffron flower

تیمار Treatment وزن بنه Corm weight (g)	تعداد گل در متر مربع Number of flower per m <sup>-2</sup>	عملکرد گل تر Fresh yield of flower (g. m <sup>-2</sup> )	وزن تر کلاله Fresh weight of stigma (g. m <sup>-2</sup> )	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma (g. m <sup>-2</sup> )	متوسط طول کلاله Average length of stigma (mm)
0	36.83 <sup>a</sup>	2.53 <sup>c</sup>	0.10 <sup>b</sup>	0.04 <sup>b</sup>	23.34 <sup>a</sup>
5	39.44 <sup>a</sup>	3.54 <sup>b</sup>	0.17 <sup>a</sup>	0.06 <sup>ab</sup>	24.60 <sup>a</sup>
10	44.55 <sup>a</sup>	4.87 <sup>a</sup>	0.21 <sup>a</sup>	0.07 <sup>a</sup>	24.12 <sup>a</sup>
20	46.00 <sup>a</sup>	5.06 <sup>a</sup>	0.22 <sup>a</sup>	0.08 <sup>a</sup>	24.37 <sup>a</sup>

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.  
Similar letters in each column was not significant at 5% level based on DMRT.

همچنین نقش مؤثر کاربر کود آلی نظیر کمپوست در بهبود عملکرد گل در سال اول کشت زعفران را می توان ناشی از فراهمی مواد آلی و مواد غذایی دانست. افزایش میزان مواد آلی خاک با تحت تأثیر قرار دادن خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک مانند تعدیل درجه حرارتی، فراهمی بیشتر آب و رطوبت، کاهش سختی خاک در تسریع و افزایش گلدهی و وزن گل زعفران مؤثر می باشد (Chen et al., 2005). همچنین، نتایج برهمکنش تیمارها نشان داد که بیشترین وزن تر کلاله در سطح احتمال ۵ درصد از تیمار ۱۰ تن در هکتار کمپوست و بنه‌های ۱۲-۸/۱ گرم و کمترین آن از تیمار شاهد و بنه‌های ۴-۰/۱ گرم به دست آمد (جدول ۹). رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) گزارش کردند که وزن تر کلاله تحت تأثیر کمپوست قرار گرفت و نسبت به شاهد افزایش معنی داری نشان داد. جهان و جهانی (Jahan & Jahani, 2007) پس از بررسی اثر کودهای مختلف بر گلدهی زعفران گزارش کردند که کودهای آلی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای اثر مثبت بیشتری بر تعداد و وزن گل در مترمربع بودند. رضائیان و پاسبان (Rezaian & Paseban, 2007) نیز گزارش کردند که استفاده از کودهای آلی عملکرد کلاله زعفران را در مقایسه با شاهد افزایش داد. امیری (Amiri, 2008) نیز ضمن آن که افزایش عملکرد گل و کلاله زعفران را در نتیجه مصرف کود آلی مشاهده کرد، اظهار داشت که کاربرد کود آلی منجر به بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش عناصری مانند نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در خاک شد و از این طریق باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد زعفران شده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، حداکثر وزن تر و خشک کلاله به میزان ۰/۳۱ و ۰/۱۱ گرم در متر مربع از بنه‌های ۱۲-۸/۱ گرم و کمترین میزان آن‌ها (به ترتیب، ۰/۰۶ و ۰/۰۳ گرم در متر مربع) از تیمار بنه‌های ۴-۰/۱ گرم به دست

آمد (جدول ۴). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2015) درنتایج مشابه بیان کردند که، وزن تر کلاله در هکتار در بنه‌های مادری درشت به مراتب بیش‌تر از بنه‌های ریز بود. ملافیلابی (Mollafilabi, 2004) نیز اظهار داشت که استفاده از بنه‌های با قطر بیش از سه سانتی‌متر و وزن بالای ۱۰ گرم، بیش‌ترین وزن گل و کلاله را در زعفران به همراه دارد و این افزایش را به دلیل اندوخته غذایی بیش‌تر، رشد سریع‌تر ریشه‌ها، رشد و استقرار زودتر بنه دختری در خاک دانست. همچنین همتی کاخکی (Hemmati Kakhki, 2003) نیز اظهار داشت که بنه‌های درشت نه تنها در همان سال اول عملکرد مزرعه را بالا می‌برند، بلکه از طریق تولید بنه‌های بیشتر و درشت‌تر، ظرفیت گل آوری و عملکرد مزرعه را برای سال‌های بعد نیز بیشتر می‌کنند.

#### طول کلاله

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تنها اثر ساده وزن بنه در سطح احتمال یک درصد بر طول کلاله معنی‌دار بود و کمپوست زباله شهری و اثر متقابل این دو عامل نتوانستند افزایش معنی‌داری در طول کلاله نشان دهند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین طول کلاله (۲۵/۵ میلی‌متر) در بنه‌های ۱۲-۸/۱ گرم و کمترین آن (۲۲/۶ میلی‌متر) در بنه‌های ۴-۰/۱ گرم به دست آمد (جدول ۴). علی پور و همکاران (Alipoor et al., 2013) در نتایج مشابه بیان کردند که اندازه بنه زعفران تأثیر معنی‌داری بر طول کلاله داشت و همزمان با افزایش اندازه بنه، طول کلاله نیز افزایش یافت و علت آن‌را این‌گونه عنوان کردند که بنه‌های بزرگ‌تر با دارا بودن ذخایر غذایی بیش‌تر و سرعت سبز شدن بالاتر آن‌ها، سبب استفاده بهتر آن‌ها از منابع در طی فصل رشد شده که همین امر به دلیل افزایش میزان رشد رویشی و زایشی، موجب بهبود طول کلاله زعفران شده است.



## شاخص‌های عملکرد بنه زعفران

### وزن بنه‌ها به همراه فلس

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر کمپوست زباله شهری و وزن بنه بر در سطح احتمال ۵ درصد وزن بنه‌ها معنی دار بوده است؛ اما این صفت در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر اثر متقابل این دو فاکتور قرار نگرفت (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر و حداقل وزن تر کل بنه‌ها به ترتیب در تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست و شاهد مشاهده شد، بطوریکه وزن تر بنه‌ها در تیمار ۲۰ تن در هکتار نسبت به شاهد ۲۵/۸ درصد افزایش نشان داد، هر چند، بین تیمارهای ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری تفاوت آماری مشاهده نشد. تیموری و همکاران (Teimori et al., 2013) در نتایجی مشابه در زعفران نشان دادند که بیش‌ترین میزان وزن کل بنه در نتیجه کاربرد کودهای دامی و کمپوست زباله شهری به دست آمد. بهدانی (Behdani, 2005) نیز نشان داد که استفاده از کود-های آلی در گیاه زعفران موجب افزایش وزن تر بنه‌ها شده و میزان ریشه‌های بنه را افزایش می‌دهد که این اثرات ممکن است در نتیجه افزایش رطوبت خاک و نهایتاً رشد بهتر گیاه باشد. همچنین، نتایج نشان داد که بیش‌ترین وزن تر بنه (۲۵/۵۳ گرم) در تیمار بنه‌های ۱۲-۸/۱ گرم و کمترین آن (۱۴/۳۴ گرم) در بنه‌های ۴-۰/۱ گرم به دست آمد (جدول ۷). نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش شده است. حسن‌زاده اول و همکاران (Hassanzade Aval et al., 2014) گزارش کردند که وزن کل بنه‌ها تحت تأثیر وزن بنه مادری قرار گرفت و با افزایش وزن بنه مادری، وزن کل بنه‌ها افزایش یافت. از آنجا که در ابتدای پاییز و قبل از ظهور برگ‌ها، رشد ونمو گیاه زعفران وابسته به ذخایر موجود در بنه مادری می‌باشد، چنین به نظر می‌رسد که کاشت بنه‌های بزرگ‌تر به دلیل اندوخته غذایی بیش‌تر و در نتیجه رشد بهتر، باعث افزایش وزن بنه شده است. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2007) نیز اظهار داشتند

که گیاهان حاصل از بنه‌های مادری بزرگ‌تر به سبب دارا بودن اندوخته غذایی بیش‌تر، عموماً دارای سیستم ریشه گسترده‌تری بوده و در نهایت دارای عملکرد گل و بنه بیش‌تری هستند. همچنین 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 آغاز می‌شود که این خود استفاده بهتر از شرایط محیطی و افزایش میزان مواد فتوسنتزی ساخته شده را به همراه خواهد داشت.

### وزن بنه دختری

نتایج جدول ۶ مشخص کرد که اثر کمپوست زباله شهری در سطح احتمال ۵ درصد بر وزن بنه دختری معنی‌دار بود؛ اما این صفت تحت تأثیر وزن بنه و اثر متقابل کمپوست زباله شهری و وزن بنه قرار نگرفت. با توجه به نتایج جدول مقایسه میانگین، تمامی سطوح کمپوست زباله شهری دارای اثر مثبت بر وزن بنه دختری بودند. بطوریکه، بیش‌ترین وزن بنه دختری (۴/۷۸ گرم) در تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری به دست آمد. هر چند، بین تیمار ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری تفاوت آماری مشاهده نشد و کمترین آن (۱/۳۷ گرم) در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۸). رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) بیش‌ترین وزن بنه زعفران در گروه‌های مختلف وزنی را در نتیجه کاربرد کمپوست بستر قارچ گزارش کردند. استفاده از کمپوست زباله شهری به عنوان یک عامل تغذیه‌ای آلی، نقش مفیدی بر بهبود رشد و توسعه زعفران داشته است که این امر احتمالاً به دلیل افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های ذخیره‌ای باعث بهبود وزن بنه زعفران گردیده است. همچنین بایوردی و ملکوتی (Bay Bourdi & Malakouti, 2006) اظهار داشتند که کمپوست زباله شهری به دلیل بهبود سطح تغذیه، بالا رفتن نفوذپذیری و تهویه و فعالیت‌های میکروبی در ناحیه ریشه باعث

احتمال ۵ درصد بر تعداد بنه دختری است؛ اما کمپوست زباله شهری و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر تعداد بنه دختری نداشت (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد بنه دختری (۲/۹۱) در بنه‌های ۸/۱-۱۲ گرمی و کمترین آن (۱/۳۳) در بنه‌های ۰/۱-۴ گرمی مشاهده شد (جدول ۷).

افزایش وزن بنه زعفران می‌گردد. همچنین از آنجا که کودهای آلی به دلیل بهبود شرایط فیزیکی خاک نقش مؤثری بر کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک دارند، لذا شرایط مناسبی را برای رشد و توسعه بنه‌ها فراهم نموده و میتوانند باعث افزایش رشد و توسعه بنه‌های زعفران گردند (Sharifi Ashour Abadi, 1998).  
تعداد بنه دختری  
نتایج ارائه شده حاکی از تأثیر معنی‌دار وزن بنه در سطح

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای ویژگی‌های مورد مطالعه بنه زعفران  
Table 6- Analysis of variance (Mean Square) for investigation characters of saffron corm

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	وزن بنه به همراه فلس Corm weight with scale	وزن بنه بدون فلس Weight of corm without scale	متوسط تعداد جوانه در هر بنه Number of bud of corm	متوسط وزن بنه دختری Weight of replacement corms	تعداد بنه دختری در بنه مادری Number of replacement corms	متوسط قطر بنه دختری Diameter of replacement corms
تکرار Replication	2	20.54 <sup>ns</sup>	24.24 <sup>*</sup>	0.52 <sup>ns</sup>	1.29 <sup>ns</sup>	1.75 <sup>ns</sup>	29.23 <sup>ns</sup>
وزن بنه مادری Corm weight	3	391.77 <sup>*</sup>	80.60 <sup>*</sup>	4.38 <sup>*</sup>	10.91 <sup>ns</sup>	9.08 <sup>*</sup>	143.26 <sup>*</sup>
کمپوست Compost	2	44.04 <sup>*</sup>	48.27 <sup>*</sup>	2.48 <sup>ns</sup>	19.06 <sup>*</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	78.73 <sup>*</sup>
وزن بنه × کمپوست Corm weight × compost	6	17.30 <sup>ns</sup>	7.59 <sup>ns</sup>	3.15 <sup>*</sup>	7.52 <sup>ns</sup>	0.41 <sup>ns</sup>	9.39 <sup>ns</sup>
خطا Error	22	10.51	5.63	1.14	4.02	1.14	21.28

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

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات اصلی وزن بنه مادری بر صفات بنه زعفران  
Table 7- Mean comparisons for simple effects of mother corm weight on criteria of saffron corm

تیمار Treatment	وزن بنه همراه فلس Corm weight with scale (g. plant <sup>-1</sup> )	وزن بنه بدون فلس Weight of corm without scale (g. plant <sup>-1</sup> )	متوسط تعداد جوانه در هر بنه Number of bud of corm	متوسط وزن بنه دختری Weight of replacement corms (g. plant <sup>-1</sup> )	تعداد بنه دختری در بنه مادری Number of replacement corms	متوسط قطر بنه دختری Diameter of replacement corms (mm)
0.1 - 4	14.34 <sup>c</sup>	9.58 <sup>b</sup>	1.75 <sup>b</sup>	1.92 <sup>a</sup>	1.33 <sup>b</sup>	10.15 <sup>b</sup>
4.1 - 8	17.95 <sup>b</sup>	12.90 <sup>a</sup>	2.16 <sup>ab</sup>	2.92 <sup>a</sup>	1.50 <sup>b</sup>	15.72 <sup>a</sup>
8.1-12	25.53 <sup>a</sup>	14.69 <sup>a</sup>	2.94 <sup>a</sup>	3.82 <sup>a</sup>	2.91 <sup>a</sup>	16.48 <sup>a</sup>

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.  
Similar letters in each column was not significant at 5% level based on DMRT.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح کمپوست زباله شهری بر صفات بنه زعفران  
Table 8- Mean comparisons for simple effects of waste compost on criteria of saffron corm

تیمار Treatment وزن بنه Corm weight (g)	وزن بنه همراه فلس Corm weight with scale (g. plant <sup>-1</sup> )	وزن بنه بدون فلس Weight of corm without scale (g. plant <sup>-1</sup> )	متوسط تعداد جوانه در هر بنه Number of bud of corm	متوسط وزن بنه دختری Weight of replacement corms (g. plant <sup>-1</sup> )	تعداد بنه دختری در بنه مادری Number of replacement corms	متوسط قطر بنه دختری Diameter of replacement corms (mm)
0	16.47 <sup>b</sup>	8.98 <sup>b</sup>	1.55 <sup>a</sup>	1.37 <sup>b</sup>	1.66 <sup>a</sup>	10.06 <sup>b</sup>
5	18.57 <sup>ab</sup>	13.16 <sup>a</sup>	2.25 <sup>a</sup>	2.25 <sup>b</sup>	1.77 <sup>a</sup>	15.06 <sup>a</sup>
10	21.33 <sup>a</sup>	13.27 <sup>a</sup>	2.71 <sup>a</sup>	3.16 <sup>ab</sup>	2.11 <sup>a</sup>	14.25 <sup>ab</sup>
20	20.72 <sup>a</sup>	14.15 <sup>a</sup>	2.61 <sup>a</sup>	4.78 <sup>a</sup>	2.11 <sup>a</sup>	17.10 <sup>a</sup>

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.  
Similar letters in each column was not significant at 5% level based on DMRT.

افزایش تولید ماده خشک، مقدار ریشه بیش‌تری را در مقایسه با بنه‌های کوچک تولید می‌کنند (Amirshkari et al., 2007; Renau-Morata et al., 2012). در نهایت، مجموع این عوامل، باعث می‌شود تا استفاده از بنه‌های مادری درشت‌تر، سبب بهبود شرایط رشدی گیاه و تولید مواد فتوسنتزی کافی جهت تولید بنه‌های دختری با تعداد و اندازه مناسب در گیاه زعفران شود.

#### قطر بنه دختری

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر کمپوست زباله شهری و وزن بنه در سطح احتمال ۵ درصد بر قطر بنه دختری معنی دار بوده است؛ اما قطر بنه تحت تأثیر اثر متقابل این دو فاکتور قرار نگرفت (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین قطر بنه دختری (۱۷/۱۰ میلی‌متر) از تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری به دست آمد و کمترین آن (۱۰/۰۶ میلی‌متر) در تیمار شاهد مشاهده شدند (جدول ۸). مشابه نتایج این تحقیق، رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani al., 2013) Mogaddam et (افزایش معنی‌دار قطر بنه زعفران در نتیجه کاربرد کمپوست بستر قارچ را نسبت به تیمار شاهد گزارش کردند. همچنین نحوی و همکاران (Nehvi et al., 2009) اظهار داشتند که استفاده از کمپوست، قطر بنه اصلی و دختری زعفران را افزایش داد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیش‌ترین قطر

کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2013) در نتایجی مشابه گزارش کردند که با افزایش اندازه بنه مادری، تعداد و عملکرد بنه‌های دختری تشکیل شده در تمامی اندازه‌ها (۴ گرم و کمتر از آن، ۸-۴/۱ گرم و بیش از ۸ گرم) به طور معنی‌داری افزایش یافت. بطوریکه، در تیمار بنه‌های مادری درشت (بیش از ۱۲ گرم) تعداد و عملکرد بنه‌های دختری به ترتیب تا حدود دو تا چهار برابر بیش از تیمار مربوط به بنه‌های مادری ریز (کمتر از ۴ گرم) بود. هممتی کاخکی (Hemmati Kakhki, 2003) نیز اظهار داشت که بنه‌های درشت، نه تنها در همان سال اول عملکرد مزرعه را بالا می‌برند بلکه از طریق تولید بنه‌های بیشتر و درشت‌تر، ظرفیت گل آوری و عملکرد مزرعه را برای سال‌های بعد نیز بیشتر می‌کنند. همچنین مطالعات را نگاهها (Rangahau., 2003) در نیوزلند نشان داد که اندازه بنه تأثیر معنی‌داری بر تولید و افزایش تعداد بنه‌های دختری و عملکرد زعفران در سال اول و سال‌های بعدی دارد. افزایش رشد و تولید بیش‌تر بنه‌های دختری در نتیجه کشت بنه‌های مادری در اندازه بزرگ (بیش از ۸ گرم) می‌تواند به دلیل ذخیره بیش‌تر عناصر غذایی در ابتدای دوره و نیز سرعت رشد و جذب بیش‌تر عناصر در طی فصل رشدی باشد. با توجه به اینکه رشد و نمو اندام‌های ظاهر شده از بنه‌های زعفران در مراحل اولیه اساساً وابسته به میزان اندوخته غذایی است، بنه‌های درشت‌تر با تولید انرژی بیش‌تر، ضمن

بنه دختری از بنه‌های ۱۲-۸/۱ گرمی به دست آمد و کمترین آن در بنه‌های ۴-۱/۰ گرم مشاهده شد (جدول ۷).

جدول ۹- مقایسه میانگین اثرات متقابل وزن بنه مادری و سطوح کمپوست زباله شهری بر ویژگی‌های مورد مطالعه زعفران

Table 9- Mean comparisons for interaction e effects of mother corm weight and waste compost on investigation of characters of saffron

وزن بنه Corm weight (g)	کمپوست زباله شهری Municipal waste compost (t. ha <sup>-1</sup> )	عملکرد گل تر Fresh yield of flower (g. m <sup>-2</sup> )	وزن تر کلاله Fresh weight of stigma (g. m <sup>-2</sup> )	متوسط تعداد جوانه در هر بنه Number of bud of corm
0.1 - 4	0	0.90 <sup>f</sup>	0.03 <sup>e</sup>	1.3 <sup>b</sup>
	5	1.24 <sup>ef</sup>	0.07 <sup>de</sup>	2.0 <sup>b</sup>
	10	1.00 <sup>ef</sup>	0.07 <sup>de</sup>	1.5 <sup>b</sup>
	20	1.24 <sup>ef</sup>	0.07 <sup>de</sup>	2.1 <sup>b</sup>
4.1 - 8	0	2.77 <sup>de</sup>	0.12 <sup>cde</sup>	1.5 <sup>b</sup>
	5	3.40 <sup>cd</sup>	0.14 <sup>cd</sup>	3.0 <sup>b</sup>
	10	4.25 <sup>cd</sup>	0.16 <sup>cd</sup>	1.6 <sup>b</sup>
	20	4.66 <sup>bc</sup>	0.18 <sup>c</sup>	2.1 <sup>b</sup>
8.1 - 12	0	3.91 <sup>cd</sup>	0.15 <sup>cd</sup>	1.5 <sup>b</sup>
	5	5.99 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>	1.6 <sup>b</sup>
	10	9.36 <sup>a</sup>	0.41 <sup>a</sup>	4.9 <sup>a</sup>
	20	9.29 <sup>a</sup>	0.39 <sup>a</sup>	3.1 <sup>b</sup>

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.  
Similar letters in each column was not significant at 5% level based on DMRT.

اکثر شاخص‌های عملکرد و بنه گیاه دارویی زعفران اثر مثبت گذاشتند. در این میان، سطوح متوسط (۱۰ تن در هکتار) کمپوست زباله شهری و بنه‌های بزرگ (۱۲-۸/۱ گرم) بیشترین تأثیر را بر خصوصیات گل و بنه گیاه زعفران اعمال کردند، بطوریکه بالاترین وزن بنه‌ها همراه با فلس، تعداد بنه دختری و همچنین عملکرد گل تر و وزن تر و خشک کلاله زعفران از کاشت بنه‌های بزرگ (۱۲-۸/۱ گرم) و تیمار ۱۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری در مزرعه حاصل شد. لذا با توجه به یافته‌های این پژوهش، به نظر می‌رسد که استفاده همزمان از بنه مادری مناسب و کمپوست زباله شهری ضمن بهبود عملکرد گل و ویژگی‌های بنه‌ی زعفران، از جنبه‌های اقتصادی و زیست محیطی نیز مثمر بوده و می‌تواند برای بهبود بخشیدن به صفات رشدی بنه و عملکرد گل زعفران مد نظر قرار گیرد. هر چند لازم است سطوح پیشنهادی در این تحقیق، در مناطق و آزمایشات دیگر هم مورد تأیید قرار گیرد.

کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2015) در زعفران بیان داشتند که قطر بنه دختری در بنه‌های مادری درشت‌تر، بیش‌تر بود به طوری که قطر بنه دختری در بنه‌های مادری بیش از ۹ گرم ۱۹ درصد بیش‌تر از بنه‌های زیر ۴ گرم بودند. گزارش شده است که بنه‌های درشت‌تر از طریق تکثیر بیش‌تر، تعداد بنه دختری بیش‌تری با وزن و قطر بالا را در زعفران تولید کردند (De-maastro & Ruta, 1993). از آنجا که افزایش وزن بنه، موجب بهبود رشد اندام‌های رویشی می‌شود، لذا توسعه و رشد بیش‌تر اندام‌های فتوسنتزی در تیمارهای با وزن بیش‌تر، بدلیل استفاده مطلوب‌تر از عوامل محیطی منجر به بهبود تولید مواد فتوسنتزی شده که در نتیجه افزایش تعداد و قطر بنه‌های دختری داشته است (Rezvani Mogaddam et al., 2013).

## نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصله، کمپوست زباله شهری و وزن بنه بر

- Alavi Shari, J., Mohajeri, H., and Falaki, M.A. 1994. Effect of plant density on saffron yield. In: Proceedings of the Second Conference of Saffron and Medicinal Plants Cultivation, Gonabad, Iran, 8-9 Nov 1994, 13-20. (In Persian).
- Alipoor Miandehi, Z., Mahmodi, S., Behdani, M. A., and Sayyari, M.H. 2013. Effect of manure, bio-and chemical-fertilizers and corm size on saffron (*Crocus sativus* L.) yield and yield components. Journal of Saffron Research 1 (2): 73-84. (In Persian with English Summary).
- Amiri, M.E. 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science 4: 274-279.
- Amirshakari, H., Sorooshzadeh, A., Modarress Sanavy, A., and Jalali Javaran, M. 2007. Study of effects of root temperature, corm size, and gibberellin on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Biology 19 (1): 5-18. (In Persian with English Summary).
- Azizi-Zohan, A.A., Kamgar-Haghighi, A.A., and Sepaskhah, A.R. 2008. Crop and pan coefficients for saffron in a semi-arid region of Iran. Journal of Arid Environments 72: 270-278.
- Bybourdi, A., and Malakouti, M.J. 2006. Investigation effect of source of different organic manure (manure, compost and vermicompost) on quantitative and qualitative ghermez azarshahr onion in tow condition banab and khosroshahr. 2006. Journal Soil and Water Science 21 (1): 41-51. (In Persian).
- Barker, A.V., and Bryson, G.M. 2006. Comparisons of composts with low or high nutrient status for growth of plants in containers. Communications in Soil Science and Plant Analysis 37: 1303-1319.
- Behdani, M. 2005. Agroecological zoning and monitoring of saffron yield fluctuations of in Khorasan. PhD disseration, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
- Behdani, M.A., Koocheki, A.R., Nassiri, M., and Rezvani Moghadam, P. 2005. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). Iranian Journal of Field Crop Research 3:1-14. (In Persian with English Summary).
- Chen, S., Zhang, X., Pei, D., and Sun, H. 2005. Effects of corn straw mulching on soil temperature and soil evaporation of winter wheat field. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering 21: 171-173.
- De Juan, J., Moya, A., Lopez, S., Botella, O., Lopez, H., and Munoz, R. 2003. Influence of the corm size and the density of plantation in the yield and the quality of the production of corms of *Crocus sativus* L. ITEA. Producción Vegetal 99: 169-180.
- De-maastro, G., and Ruta, C. 1993. Relation between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. Acta Horticulturae 344: 512-517.
- Ghobadi, F., Ghorbani Javid, M., and Sorooshzadeh, A. 2015. Effect of planting date and corm size on flower yield and physiology traits of saffron (*Crocus sativus* L.) under varamin plain climatic conditions. Saffron Agronomy and Technology 2 (4): 265-276. (In Persian with English Summary).
- Ghiamati, G., Astarai, A., and Zamani, G. 2009. Effect of urban solid waste compost and sulfur on sugar beet yield and soil chemical of properties. Iranian Journal of Field Crops Research 7 (1): 153-162. (In Persian with English Summary).
- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and

- Ruberto, G. 2008. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems. *Agronomy for Sustainable Development* 28: 95-112.
- Hassanzade Aval, F., Rezvani moghaddam, P., Bannayan aval, M., and KHorasani, R. 2013. Effects of maternal corm weight and different levels of cow manure on corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy and Technology* 1: 22-39. (In Persian with English Summary).
- Hassanzade Aval, F., Rezvani moghaddam, P., Bannayan aval, M., and KHorasani, R. 2014. Effects of maternal corm weight and foliar application on replacement corm characteristics and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in the first year. *Journal of Saffron Research* 2 (1): 73-84. (In Persian with English Summary).
- Hayes, A., Mancino, C., and Pepper, I. 1990. Irrigation of turfgrass with secondary sewage effluent: I. Soil and leachate water quality. *Agronomy Journal* 82: 939-943.
- Hemmati Kakhki, A. 2003. A review on 15 years saffron research. Khorasan research institute for food science and technology. Mashhad, Iran. p.125. (In Persian).
- Jahan, M., and Jahani, M. 2007. The effects of chemical and organic fertilizers on saffron flowering. *Acta Horticulturae* 739: 81-86.
- Jami-alahmadi, M., Behdani, M.A., and Akbarpour, A. 2009. Analysis of agronomic effective factors on yield of saffron agroecosystems in southern khorasan. 3<sup>rd</sup> International Symposium on Saffron. Krokos, Kozani, Greece, 20-23 May, 2009, p.14.
- Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron: Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Iran. (In Persian).
- Khoshgoftarmanesh, A., and Kalbasi, M. 2002. Effect of municipal waste leachate on soil properties and growth and yield of rice. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 33: 2011-2020.
- Koocheki, A. 2013. Research on production of Saffron in Iran: Past trend and future prospects. *Saffron Agronomy and Technology* 1 (1): 3-21. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., Ganjeali, A., and 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.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 4: 315-331. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., and Seyyedi, S.M. 2015. The effect of mother corm size and type of fertilizer on nitrogen use efficiency in saffron. *Saffron Agronomy and Technology* 2 (4): 243-254. (In Persian with English Summary).
- Kumar, R. 2009. Calibration and validation of regression model for non-destructive leaf area estimation of saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae* 122: 142-145.
- Kumar, R., Virendra, S., Kiran, D., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja P.S. 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. *Food Reviews International* 25: 44-85.
- Mashayekhi, K., and Latifi, N. 1995. Investigation of the effect of corms weights on saffrons flowering. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 28 (1): 97-105. (In Persian with English Summary).
- Molina, R.V., Valero, M., and Navarro, Y. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae* 103: 361-379.
- Mollafilabi, A. 2004. Experimental finding of production and echo physiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.). *Acta Horticulter* 650: 195-200.

- Mollafilabi, A., and Shoorideh, H. 2009. The new methods of saffron production. The 4<sup>th</sup> National Festival of Saffron, Khorasan-Razavi, Iran, 27-28 October 2009. (In Persian).
- Mohammad-Abadi, A., Rezvani-Moghaddam, P., and 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. International Symposium on Saffron Biology and Technology 739: 151-153.
- Munshi, A. 1994. Effect of N and K on the floral yield and corm production in saffron under rain-fed condition. Indian Arecant Spices 18: 24-44.
- Naghavi Maremati, A., Bahmanyar, M., Pirdashti, A. H., and Salak Gilani, S. 2007. Effect of different rate and type of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of different rice cultivars. Proceeding of 10<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress, Tehran, Iran, 26-28 Aug 2007, p. 766-767. (In Persian).
- Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand Rezazadeh, Z., and Tabrizi, L. 2007. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 5:155-166. (In Persian with English Summary).
- Nehvi, F.A., Lone, A.A., Khan, M.A., and Maqhdoomi, M.I. 2009. Comparative study on effect of nutrient management on growth and yield of saffron under temperate conditions of Kashmir. 3<sup>th</sup> International Symposium on Saffron: Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. Acta Horticulture 850: 165-170.
- Omid Beigi, R. 2000. Production Method and Processing Medicinal Plants. volume 1. Fekre Rooz Publication. (In Persian).
- Pandy, D., and Srivastava, R.P. 1979. A note on the effect of size of corms on the sprouting and flowering of saffron. Progressive Horticulture 6: 89-92.
- Patra, D., Anwar, M., and 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, Ecosystems and Environment 80: 267-275.
- Pedra, F., Polo, A., Ribero, A., and Domingues, H. 2006. Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on mineralization of soil organic matter. Soil Biology and Biochemistry 29: 1375-1382.
- Rangahau, M.K. 2003. Growing saffron - The world's most expensive spice. Crop and Food Research 20: 42-49.
- Renau-Morata, B., Nebauer, S.G., Sanchez, M., and Molina, R.V. 2012. Effect of corm size, water stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). Industrial Crops and Products 39: 40-46.
- Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S., Amin Ghafori, 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: 13-26. (In Persian with English Summary).
- Rezvani-Moghaddam, P., Huda, A.K.S., Parvez, Q., and Koocheki, A. 2007. Indigenous knowledge in agriculture with particular reference to medicinal crop production in Khorasan, Iran. World Association for Sustainable Development Conference Proceedings, Brisbane, Australia, 2007, p. 105-115.
- Rezaian, S., and Paseban, M. 2007. The effect of micronutrients and manure fertilizers on the quantity and quality of Khorasan saffron. Second International Symposium on Saffron Biology and Technology. Available at Web site <http://www.civilica.com/Paper-Saffron02->

Saffron02-020.html.

- Sadeghi, B. 1995. Effect of corm weight on saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. Iranian Research Organization for Science and Technology-Khorasan, Mashhad Center, Iran. p.28. (In Persian).
- Seyyedi, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2011. Investigation yield and component yield and nitrogen use efficiency in use of spent mushroom compost, biologic fertilizer and our in *Triticum aestivum* L. Journal of Agroecology 3: 309-319. (In Persian with English Summary).
- Sharifi Ashour Abadi, A. 1998. Evaluation of soil fertility in agroecosystems. PhD disseration, Islamic Azad Univesity of Oloum Tahghihat, Iran. (In Persian with English Summary).
- Singh, A., Bisen, S., Singh, R., and Biswas, S. 1998. Effectiveness of compost towards increasing productivity of some medicinal plants in skeletal soil. Advances in Forestry Research in India 18: 64-83.
- Teimori, S., Behdani, M.A., Ghaderi, M.G., and Sadeghi, B. 2013. Investigation on the effect of organic and chemical fertilizers on morphological and agronomic of saffron (*Crocus sativus* L.) corm criteria. Journal of Saffron Research 1: 36-47. (In Persian with English Summary).



## Effect of different levels of municipal waste compost and maternal corm weight on yield and vegetative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.)

Zohre Gholizade<sup>1</sup>, Mohammad Hossein Aminifard<sup>2\*</sup> and Mohammad Hassan Sayyari<sup>3</sup>

Received: 14 July, 2016

Accepted: 29 August, 2016

DOI: 10.22048/jsat.2016.38665

### Abstract

In order to investigate the effects of different municipal waste compost levels of and maternal corm weights on yield and vegetative characteristics of saffron, an experiment was conducted with a factorial arrangement based on randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station, University of Birjand during the growing season of 2014-2015. The treatments were four levels of municipal waste compost (0, 5, 10 and 20 t.ha<sup>-1</sup>) and three mother corm weights (0.1- 4, 4.1- 8 and 8.1- 12 g). The traits included the number of flower, fresh weight of flower, stigma and fresh weight of corm with scale, weight and diameter replacement and number of buds. The results showed that the effect of municipal waste compost was significant on total weight corm with scale, diameter of center corm and replacement corm, weight of fresh flower and stigma. The highest corm weight and number of replacement corms were obtained for treatment 10 t. ha<sup>-1</sup> compost (21.33 g. plant<sup>-1</sup> and 2.33 number, respectively), while the control had the lowest values (with 16.4 g. plant<sup>-1</sup> and 1.66 number). The effect of mother corm weight was significant on the vegetative characteristics of saffron. The highest corm weight with scale, diameter of replacement, flower yield and fresh weight of flower and stigma were observed for 8.1-12 g. The most fresh and dry weight of stigma (0.31 and 0.11 g. m<sup>-1</sup>, respectively) were observed from treatment mother corm weight 8.1-12 g, while the lowest values (0.06 and 0.03 g. m<sup>-1</sup>) were 0.1- 4g. Interaction between municipal waste compost and corm weight had a significant effect on the weight of fresh flower, sepal, stigma and the number of lateral buds and the highest fresh weight of flower (9.36 g. m<sup>-2</sup>) and stigma (0.41 g. m<sup>-2</sup>) were observed for treatment 10 t. ha<sup>-1</sup> and 8.1-12g. Generally, the findings of the current study revealed that the use of municipal waste compost (10 t. ha<sup>-1</sup>) and large mother corms (8/1-12 g) had positive effects on corm growth and flower yield of saffron.

**Keywords:** Replacements corm, Nutrition, Fresh stigma, Organic manure

---

1 - Masters Student Horticultural Science (Medicinal plants), College of Agriculture, University of Birjand, Iran.

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

3 - Associate Professor, Department of soil Sciences and Special Plants Regional Research centre, College of Agriculture, University of Birjand, Iran.

(\*-Corresponding author E-mail: mh.aminifard@birjand.ac.ir)