



## مقاله علمی - پژوهشی

# ارزیابی عملکرد گل و بانه زعفران تحت تأثیر وزن و عمق های مختلف کاشت بانه

محسن رضویان<sup>۱</sup>، پرویز رضوانی مقدم<sup>۲\*</sup> و قربانعلی اسدی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۴ تیر ۱۳۹۷

تاریخ دریافت: ۳ خرداد ۱۳۹۶

رضویان، م.، رضوانی مقدم، پ.، و اسدی، ق. ۱۳۹۸. ارزیابی عملکرد گل و بانه زعفران تحت تأثیر وزن و عمق های مختلف کاشت بانه زراعت و فناوری زعفران، ۷(۲): ۱۷۰-۱۵۵.

### چکیده

به منظور مطالعه اثر وزن های مختلف بانه مادری و عمق کاشت بر عملکرد گل و بانه زعفران (*Crocus sativus* L.)، آزمایشی در دو سال زراعی ۹۴-۹۵ و ۹۵-۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل وزن های مختلف بانه مادری در چهار سطح ۴-۶، ۸-۱۰، ۱۰-۱۲ و ۱۰/۱-۱۲ گرم و عمق کاشت بانه در سه سطح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی متر از سطح خاک بود. در سال اول عملکرد گل و بانه زعفران مورد بررسی قرار گرفت و در سال دوم فقط عملکرد گل زعفران ثبت شد. نتایج آزمایش در هر دو سال نشان داد که اثر متقابل وزن بانه مادری و عمق کاشت بر اکثر صفات گل معنی دار بود. با توجه به نتایج، افزایش وزن بانه مادری و عمق کاشت باعث افزایش عملکرد گل، خامه و کلاله زعفران شد. بیشترین عملکرد کلاله خشک در سال اول و دوم (به ترتیب با میانگین ۰/۱۰ و ۰/۵۳ گرم در مترمربع) در تیمار وزن بانه ۱۰/۱-۱۲ گرم و عمق کاشت ۲۰ سانتی متر به دست آمد که نسبت به شاهد (وزن بانه ۸-۱۰ گرم و عمق کاشت ۲۰ سانتی متر) به ترتیب ۸۶ و ۳۵ درصد افزایش نشان داد. اثر متقابل تیمارها بر عملکرد بانه های دختری معنی دار نبود اما اثر ساده هر یک از این تیمارها تأثیر معنی داری بر این صفت داشتند. بیشترین عملکرد بانه با میانگین ۱۱۸۱/۶۰ گرم در مترمربع مربوط به تیمار وزن بانه ۱۰/۱-۱۲ گرم بود و در بین تیمارهای عمق کاشت این مقدار با میانگین ۹۳۸/۹۶ گرم متعلق به عمق کاشت ۲۰ سانتی متر بود. در نهایت با توجه به برتری محسوس عملکرد در تیمارهای وزن بانه و عمق کاشت بالاتر در این طرح، جهت زراعت زعفران بانه هایی با گروه وزنی بالاتر و عمق کاشت عمیق تر توصیه گردید.

**کلمات کلیدی:** بانه های دختری، بانه های مادری، کلاله خشک، خامه خشک.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استاد گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

\*- نویسنده مسئول: rezvani@um.ac.ir

## مقدمه

زعفران گیاهی علفی و یک‌ساله است که در شرایط مزرعه به عنوان یک گیاه چندساله مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. به دلیل تریپلوئید بودن و نیز خود ناسازگاری، تکثیر گیاه زعفران به صورت رویشی و از طریق بنه صورت می‌گیرد (All et al., 2013). به همین دلیل تنوع ژنومی در آن ایجاد نمی‌گردد مگر از طریق جهش‌های تصادفی که در یک جمعیت تریپلوئید زعفران قابل شناسایی نیست؛ به طوری که فرض می‌شود تفاوتی بین زعفران در سراسر جهان وجود ندارد (Sampatha et al., 1984; Fernandez, 2011)

بخش اقتصادی زعفران مربوط به بخش زایشی گیاه یعنی کالاهای سه‌شاخه‌ی سرخ‌رنگ حاصل از گل است که به دلیل اهمیت اقتصادی بالای آن به طلای سرخ معروف شده است. مکانیسم‌های مربوط به آغازش گلدهی در خاک اتفاق می‌افتد و در نهایت گل‌ها در سطح خاک ظاهر می‌گردند (Negbi, 1999). بعضی از مناطق ایران با تنوع آب و هوایی، در زمینه‌ی تولید برخی از محصولات کشاورزی از مزیت قابل توجهی برخوردارند. شرایط ویژه‌ای که از لحاظ جغرافیایی در استان‌های خراسان وجود دارد مانند کویری بودن و کمبود آب باعث شده است که رشد کشاورزی در این مناطق محدود باشد. زعفران گیاهی است که با خصوصیات ویژه‌ی خود توانسته مسئله‌ی کم‌آبی این مناطق را به خوبی تحمل نماید (Kafi, 2002). ویژگی‌های خاص زعفران همانند نیاز به آب کم، امکان بهره‌برداری به مدت ۵ تا ۷ سال در یک نوبت کاشت، ماندگاری محصول به مدت طولانی، سهولت حمل‌ونقل و عدم نیاز به ماشین‌آلات سنگین و پیچیده، ایجاد اشتغال مولد، ارزآوری قابل توجه و افزایش مصارف غذایی، صنعتی و دارویی (Nair et al., 1995) باعث گسترش سطح زیر کشت آن در کشور به‌ویژه در استان‌های خراسان جنوبی و

رضوی شده است. هم‌اکنون میزان تولید جهانی زعفران بیش از ۲۰۰ تن در سال می‌باشد که بیش از ۸۹ درصد آن در ایران تولید می‌شود (Rezvani Moghaddam et al., 2007)

گیاه زعفران ساقه‌ای زیرزمینی به نام بنه دارد که تکثیر آن به دلیل عقیم بودن، از طریق رویشی و فقط به وسیله‌ی کشت بنه صورت می‌گیرد. بنه نقش کلیدی در چرخه‌ی زندگی زعفران دارد چرا که منبع ذخیره مواد فتوسنتزی موردنیاز گیاه بعد از مرحله‌ی خواب و در مراحل اولیه‌ی رشد است (Alvarezort et al., 2004). انتخاب و تهیه بنه مناسب برای کشت این محصول بسیار مهم می‌باشد و کمیت و کیفیت محصول زعفران وابستگی زیادی به کیفیت و ماهیت بنه آن دارد (Kafi, 2002). اندازه بنه از عوامل اصلی و تعیین‌کننده ظرفیت گلدهی در زعفران است (Nassiri Mahallati et al., 2007). بنه‌هایی با وزن‌های مختلف دارای اثرات مستقیم بر رشد رویشی و زایشی می‌باشند. متوسط عملکرد این گیاه دارویی در ایران و در سال اول ۲۳۰ گرم درحالی‌که در اسپانیا ۴ تا ۶ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. علت این افزایش عملکرد را می‌توان به استفاده از بنه‌های درشت برای کشت در این کشور مربوط دانست (Sadeghi, 1993). به‌طور کلی مطالعه‌ی تولید بنه‌های دختری با وزن بیش‌تر از ۸ گرم در مقایسه با بنه‌های دختری کوچک‌تر دارای اهمیت زیادتری می‌باشند چرا که بنه‌های دختری با وزن کمتر از ۴ گرم به‌ویژه در سال اول رشد گیاه، دارای توانایی تولید گل پایینی بوده و یا اصلاً ممکن است گل تولید نکنند (Koocheki et al., 2014). عزیزی و همکاران (Azizi et al., 2008) اعلام کردند که بنه‌های با وزن بیش از ۸ گرم نقش اصلی را در گل‌دهی زعفران اعمال می‌کنند. مولینا و همکاران (Molina et al., 2004) گزارش کردند که در بنه‌های درشت‌تر تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ‌ها نسبت به بنه‌های کوچک‌تر کمی زودتر اتفاق می‌افتد که این امکان استفاده بیش‌تر از شرایط محیطی و

به منظور بررسی اثرات وزن های مختلف و عمق کاشت بانه بر خصوصیات رشدی و عملکرد گل و بانه زعفران (*Crocus sativus* L.) آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه ی طرح بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار در سال های زراعی ۹۵-۹۴ و ۹۶-۹۵ در مزرعه ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل وزن بانه مادری در ۴ سطح (۴ تا ۶ گرم، ۶/۱ تا ۸ گرم، ۸/۱ تا ۱۰ گرم و ۱۰/۱ تا ۱۲ گرم) و عمق کاشت بانه در سه سطح (۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی متر) در نظر گرفته شد. بانه های کشت شده از منطقه زاوه تهیه شد و سپس به وسیله ی ترازوی دقیق درجه بندی شدند و در گروه های وزنی جداگانه بر اساس تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند. در اواسط شهریورماه پس از آنکه زمین با شن کش تسطیح شد در سطح هر کرت شیارهایی ایجاد شد و عمق های مورد نظر کاشت با استفاده از خط کش لحاظ شد. ابعاد هر کرت ۲\*۲ متر لحاظ شد و عملیات کشت بر اساس تراکم ۱۰۰ بانه در مترمربع صورت گرفت و فاصله بین ردیف و روی ردیف بانه ۱۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری بعدی دو هفته پس از آن انجام شد. سایر آبیاری ها بسته به نیاز آبی گیاه و با توجه به شرایط بارندگی منطقه انجام شد. به منظور تسهیل در خروج گل ها عملیات سله شکنی بعد از گاورو شدن زمین صورت پذیرفت. کنترل علف های هرز از طریق وجین دستی در سه نوبت بهمن، اسفند و فروردین انجام شد و در طول آزمایش هیچ گونه آفت کش یا علف کش شیمیایی مورد استفاده قرار نگرفت.

در سال دوم آبیاری اول در اواخر مهرماه انجام شد و دو هفته پس از آن آبیاری دوم اعمال شد. گل های زعفران در سال های اول و دوم به ترتیب در ۵ و ۱۹ آبان ظاهر شدند. در هر سال گلدهی به مدت یک ماه به طول انجامید و حدود ۱۰ مرتبه برای چیدن گل ها اقدام شد. جهت تعیین اجزای عملکرد

افزایش مواد فتوسنتزی ساخته شده را به همراه دارد و در نهایت موجب ایجاد بانه های بزرگ تری در پایان فصل رشد می شود. عمق کاشت مناسب، یکی از مسائل مهم و قابل بحث در زراعت زعفران می باشد. عمق کاشت بهینه یکی از مهم ترین راهکارهای افزایش عملکرد زعفران در واحد سطح است (Koocheki et al., 2011). قرارگیری زعفران در عمق مناسب خاک جهت کاشت بسیار ضروری است زیرا اعمالی چون بلوغ گل تنها در یک عمق مشخص انجام می شود (Abrishamchi, 2003). در یک مطالعه که روی عمق کاشت بانه زعفران در مشهد صورت گرفت اعلام شد که عمق کاشت ۱۰ سانتی متر نسبت به عمق های ۱۵ و ۲۰ سانتی متر از لحاظ عملکرد برتری داشته که این اختلاف در سطح یک درصد معنی دار بود (Koocheki et al., 2011). در تحقیقی دیگر در شرایط اقلیمی و خاکی منطقه گیلان گزارش شد در سال اول کشت زعفران، بیشترین عملکرد و دوره ی بهره برداری را می توان در عمق ۵ سانتی متر در تاریخ کشت شهریورماه و عمق ۱۰ سانتی متر در تاریخ کشت مردادماه به دست آورد (Sadeghi et al., 2014).

به دلیل تریپلوئید بودن زعفران روش های معمول اصلاح نباتات روی افزایش عملکرد کلالة این گیاه پیشرفت چندانی نداشته است و بنابراین جهت دستیابی به بانه های مرغوب تر و عملکرد بالاتر باید به روش های به زراعی تأکید کرد. از طرفی زعفران نیز مانند گیاهان زراعی دیگر جهت بهره برداری از پتانسیل محیط و رسیدن به حداکثر تولید، علاوه بر شرایط آب و هوایی و خاک مناسب نیاز به مدیریت های زراعی از جمله اندازه ی بانه مطلوب و عمق کشت مناسب دارد. این پژوهش سعی بر آن دارد تا با کشت زعفران در اعماق مختلف خاک و با بانه های مختلف از لحاظ وزنی، مطلوب ترین عمق و وزن بانه را برای عملکرد بهینه گل و تولید بانه های دختری مناسب معرفی کند.

## مواد و روش ها

در هر کرت یک سطح ۹۰\*۱۰ سانتی متر مشخص شد که این سطح در برگیرنده‌ی ۹ عدد بنه بود و اجزای عملکرد گل در این بنه‌ها تعیین شد. اجزای عملکرد شامل تعداد گل، وزن تر گل و وزن تر و خشک کلاله در واحد سطح بودند. عملکرد نهایی نیز شامل تعداد، وزن تر گل و وزن خشک کلاله بود که علاوه بر گل‌های اجزای عملکرد، گل‌های باقی‌مانده کرت نیز به آن‌ها اضافه می‌شد. محاسبه عملکرد در هر سال با حذف اثر حاشیه صورت می‌گرفت. ردیف اول کاشت در هر کرت (طول و عرض) به عنوان سطح حاشیه محاسبه شد.

جهت مطالعه اثر تیمارهای اعمال شده بر عملکرد بنه‌های دختری، در اواخر اردیبهشت ۹۵، از هر کرت نمونه‌هایی به صورت تخریبی با حذف اثرات حاشیه‌ای از سطحی معادل ۰/۹ متر مربع (به تعداد ۹ بنه از هر کرت) برداشت شد که خصوصیات شامل تعداد و وزن بنه‌های دختری در آن اندازه‌گیری و ثبت شد.

به‌منظور تجزیه واریانس داده‌های حاصل از نرم‌افزار SAS 9.2 استفاده شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون فیشر در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

### شاخص‌های کمی گل زعفران در سال اول

نتایج تجزیه واریانس آزمایش حاکی از تأثیر معنی‌دار اثرات ساده هر یک از تیمارها بر صفات مورد مطالعه در سال اول بود ( $p \leq 0/01$ ). اثر متقابل وزن‌های مختلف بنه و عمق‌های مختلف کشت بر تعداد گل، عملکرد تر گل، وزن خشک خامه و عملکرد کلاله معنی‌دار بود (جدول ۱).

تعداد گل در واحد سطح تحت تأثیر عمق کاشت بنه‌ها و وزن‌های مختلف بنه و اثر متقابل تیمارهای وزن بنه و عمق کشت قرار گرفت به‌نحوی که بیش‌ترین تعداد گل (۲۵/۷۳ گل در مترمربع) از اثر متقابل تیمارهای ۱۲-۱۰/۱ گرم وزن بنه و

۲۰ سانتی متر عمق کاشت به دست آمد که با گروه وزنی ۱۰-۸/۱ گرم وزنی بنه و همان عمق کشت تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین آن (۶/۳۵ گل در مترمربع) نیز از اثر متقابل تیمارهای وزن بنه ۶-۴ گرم و عمق کاشت ۱۵ سانتی متر حاصل شد (جدول ۳). بر طبق پژوهش کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011) کمترین تعداد گل در مترمربع در عمق کاشت ۱۰ سانتی متر از سطح خاک مشاهده شد و با افزایش عمق از ۱۰ به ۱۵ سانتی متر، تعداد گل زعفران از ۱۰ به ۳۰ گل در مترمربع افزایش یافت اما با رسیدن عمق کاشت به ۲۰ سانتی متر، تعداد گل روند نزولی داشت. با افزایش عمق کاشت از حد مطلوب، انرژی بیش‌تری برای رسیدن جوانه گل و برگ به سطح خاک مصرف‌شده و به‌تبع آن، تعداد جوانه‌های گل گیاه کاهش می‌یابد. علی پور میاندهی و همکاران (Alipoor Miandehi et al., 2014) با بررسی تعداد گل در سه سطح اندازه بنه ۴ تا ۸ تا ۱۰ و ۱۲ تا ۱۴ گرم نتیجه گرفتند که با مصرف بنه‌های بزرگ‌تر تعداد گل بیش‌تری از واحد سطح به دست آمد. به‌طور کلی رشد اولیه و عملکرد گل زعفران در سال اول کشت وابستگی زیادی به میزان اندوخته‌ی غذایی در بنه دارد و از طرفی بنه‌های بزرگ‌تر حاوی مواد غذایی بیش‌تری در مقایسه با بنه‌های کوچک‌تر هستند بنابراین تعداد و اندازه‌ی بنه‌های زعفران از تأثیرگذارترین عوامل در افزایش عملکرد این گیاه می‌باشد (Koocheki & Seyyedi, 2015; Nassiri Mahallati et al., 2007).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بیش‌ترین وزن بنه و بیش‌ترین عمق کاشت، بالاترین عملکرد تر گل (۹/۷۶ گرم در مترمربع) به دست آمد. کمترین عملکرد گل (۲/۰۵ گرم در مترمربع) نیز از اثر متقابل تیمارهای وزن بنه ۶-۴ گرم و عمق کاشت ۱۵ سانتی متر به وجود آمد (جدول ۳). زعفران بایستی در عمق مناسبی از خاک قرار گیرد چراکه فرآیندهایی نظیر بلوغ گل تنها در یک عمق مشخص انجام می‌شود (Abrishamchi, 2003). حسن‌زاده اول و همکاران (Hassanzadeh Aval et al.,

وزن خشک خامه با میانگین ۰/۰۲۲۱۶ گرم در مترمربع از اثر متقابل تیمارهای وزن بنه‌ی ۱۰/۱-۱۲ گرم و عمق کاشت ۲۰ سانتی‌متر حاصل شد و کمترین مقدار آن هم با میانگین ۰/۰۰۶۵۶ گرم در مترمربع از اثر متقابل وزن بنه ۱۰-۸/۱ گرم و عمق کاشت ۱۰ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۳).

در بررسی عملکرد گل زعفران در سال اول گزارش کردند که با افزایش وزن بنه‌های کشت‌شده، عملکرد گل نیز در سال اول افزایش یافت. اثر متقابل تیمارهای وزن بنه و عمق کاشت اثر معنی‌داری بر وزن خشک خامه داشت (جدول ۱). بر این اساس بیش‌ترین

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های کمی گل زعفران تحت تأثیر وزن بنه مادری و عمق کاشت در سال اول  
Table 1- Results of variance analysis (mean square) for quantitative parameters of saffron flowers affected by corm weight and planting depth in the first year

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد گل در متر مربع Flower number	عملکرد تر گل Fresh flower yield	عملکرد خامه خشک Dry style yield	طول خامه Style length	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield
تکرار Replication	2	189.38	32.68	0.000016	520.00	0.0051
عمق کاشت (A) Planting depth	2	199.46**	30.57**	0.000194**	787.62**	0.0036**
وزن بنه (B) Corm weight	3	281.62**	40.25**	0.000175**	1197.66**	0.0048**
اثر متقابل (A*B) Interaction	6	12.07*	2.35*	0.000034**	80.46 <sup>ns</sup>	0.0003*
خطا Error	22	4.73	0.91	0.000005	36.36	0.0001
ضریب تغییرات C.V. (%)		15.31	18.49	20.13	23.31	21.66

ns, \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

\*\* , \* and <sup>ns</sup> significant difference over control at  $p \leq 0.01$  and  $p \leq 0.05$  and not significantly, respectively.

زعفران را تشکیل می‌دهد شدیداً تحت تأثیر عمق کشت و اندازه بنه قرار گرفت. بیشترین عملکرد کلاله مربوط به اثر متقابل تیمارهای عمق کشت ۲۰ سانتی‌متر و وزن بنه‌ی ۱۰-۱۲ گرم با میانگین ۰/۱۰۹۵ گرم در مترمربع بود (جدول ۳). با کاهش عمق و با همان گروه وزنی، عملکرد به میزان ۴۰ درصد کاهش یافت. اندازه بنه یکی از عوامل اصلی در تعیین ظرفیت گلدهی گیاه زعفران می‌باشد و حداقل اندازه بنه برای آغازش گلدهی ضروری است. بنه‌های با وزن بالاتر در اندازه و درشتی گل تولیدی و از طرفی در اندازه کلاله و خامه تأثیر دارند (Nasr Abadi, 2011). این موضوع که با بیش‌تر شدن وزن بنه زعفران، تعداد گل و میزان عملکرد اقتصادی در سال اول کشت بیش‌تر می‌شود در

اثر متقابل تیمارهای وزن بنه و عمق کاشت بر صفت طول خامه در سال اول معنی‌دار نبود اما اثرات ساده‌ی هر یک از این تیمارها تأثیر معنی‌داری بر این صفت در سطح یک درصد داشتند (جدول ۱). در تیمار وزن بنه‌ی ۱۰/۱-۱۲ گرم، بیش‌ترین طول خامه مشاهده شد که با دیگر تیمارهای وزنی تفاوت معنی‌دار داشت. در عمق کاشت ۲۰ سانتی‌متر نیز، بیش‌ترین طول خامه مشاهده شد و با کاهش عمق کاشت به ۱۰ سانتی‌متر، طول خامه حدود ۴۴ درصد کاهش پیدا کرد (جدول ۲). به نظر می‌رسد افزایش عمق خاک باعث می‌شود که جوانه گل رشد بیش‌تری داشته باشد تا از خاک خارج شود. عملکرد کلاله خشک که مهم‌ترین بخش اقتصادی گیاه

تحقیقات دیگر محققین نیز ثابت شده است ( Gowhar et al., 2009) در یک آزمایش هفت ساله، اثر عمق کاشت (۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی متر) و آبیاری تابستانه را بر عملکرد زعفران مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که عمق کاشت ۲۰ سانتی متر بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد.

مهمترین راه کارهای افزایش عملکرد زعفران در واحد سطح است. در این راستا وفابخش و همکاران ( Vafabakhsh et al., 2012; Benabaji et al., 2012). عمق کاشت بهینه یکی از

جدول ۲- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی گل زعفران تحت تأثیر اثرات ساده وزن بنه و عمق کاشت در سال اول

Table 2- Mean comparisons for quantitative parameters of saffron flowers affected by corm weight and planting depth in the first year

تیمارها Treatments	تعداد گل در مترمربع Flower number per m <sup>2</sup>	عملکرد تر گل Fresh flower yield (g.m <sup>-2</sup> )	عملکرد خامه خشک Dry style yield (mg.m <sup>-2</sup> )	طول خامه Style length (mm)	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield (g.m <sup>-2</sup> )
وزن بنه مادری Maternal corm weight (g)					
4-6	7.63	2.66	6.72	13.57	0.0267
6.1-8	11.63	4.19	10.36	18.99	0.0431
8.1-10	17.74	6.47	14.42	32.49	0.0647
10.1-12	19.83	7.28	16.68	38.39	0.0781
LSD 5%	2.126	0.931	2.4	5.895	0.0114
عمق کاشت Planting depth (cm)					
10	10.86	3.95	8.00	19.22	0.0408
15	13.02	4.54	12.09	23.47	0.0470
20	18.74	6.96	16.05	34.19	0.0737
LSD 5%	1.842	0.806	2.1	5.106	0.0099

جدول ۳- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی گل زعفران تحت تأثیر اثر متقابل وزن بنه و عمق کاشت در سال اول

Table 3- Mean comparisons for quantitative parameters of saffron flowers affected by interaction between corm weight and planting depth in the first year

تیمارها Treatments		تعداد گل در مترمربع Flower number per m <sup>2</sup>	عملکرد تر گل Fresh flower yield (g.m <sup>-2</sup> )	عملکرد خامه خشک Dry style yield (mg.m <sup>-2</sup> )	طول خامه Style length (mm)	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield (g.m <sup>-2</sup> )
عمق کاشت Planting depth (cm)	وزن بنه مادری Maternal corm weight (g)					
10	4-6	6.45	2.49	7.13	10.21	0.0256
	6.1-8	9.48	3.36	7.80	14.22	0.0336
	8.1-10	11/87	4.45	6.56	23.91	0.0447
	10.1-12	15.62	5.50	10.53	28.54	0.0592
15	4-6	6.35	2.05	4.93	11.93	0.0213
	6.1-8	10.21	3.68	8.43	15.37	0.0368
	8.1-10	17.39	5.76	17.63	35.08	0.0644
	10.1-12	18.12	6.66	17.36	31.51	0.0655
20	4-6	10.10	3.44	8.10	18.57	0.0331
	6.1-8	15.20	5.52	14.86	27.38	0.0589
	8.1-10	23.95	9.21	19.06	38.47	0.0932
	10.1-12	25.73	9.76	22.16	55.14	0.1095
LSD 5%		3.55	1.55	0.003	9.84	0.016

## عملکرد نهایی بنه های زعفران

کاشت ۱۵ سانتی متر بود. تکثیر زعفران توسط بنه صورت می گیرد و هر ساله بنه مادری ۲ تا ۱۲ بنه دختری تولید می کند (Galavi et al., 2008). در آزمایش گلوی و همکاران (Galavi et al., 2008) تکثیر بنه زعفران تحت تأثیر عمق کاشت قرار گرفت به نحوی که با افزایش عمق کاشت از ۱۰ به ۲۰ سانتی متر تعداد بنه ها کاهش یافت اما وزن آن ها افزایش داشت. مولینا و همکاران (Molina et al., 2005) بیان کردند که زمان خشک شدن برگ ها در کشت های عمیق تر به تأخیر افتاد چراکه وزن و سایز بنه ها با افزایش عمق افزایش یافت که متعاقب آن بنه ها برگ های بزرگ تر و قوی تری تولید کردند که در نتیجه مقاومت بالایی علیه شرایط محیطی داشتند.

بنه زعفران به تنهایی یک منبع درآمد برای کشاورزان می باشد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عمق کاشت تأثیر معنی داری بر تعداد بنه های دختری نداشت (جدول ۴). با این حال با افزایش عمق کاشت تعداد بنه های دختری نیز روندی افزایشی داشت و در عمق ۲۰ سانتی متر، بیشترین تعداد بنه های دختری (۳۳۱ بنه در مترمربع) مشاهده شد (جدول ۵). این نتایج کاملاً منطبق با نتایج پژوهش نادری در باغشاهی و همکاران (Naderi-Darbaghshahi et al., 2008) بود. در پژوهش آن ها نیز اثر عمق کاشت بر تعداد بنه های تولید شده، معنی دار نبود با این وجود تعداد بنه های تولید شده در عمق کاشت ۲۰ سانتی متر بیش تر از عمق

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات بنه های دختری تحت تأثیر وزن بنه مادری و عمق کاشت

Table 4- Results of variance analysis (mean square) for the daughter corms criteria as affected by maternal corm weight and planting depth

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد بنه های دختری در متر مربع Number of daughter corms	عملکرد بنه های دختری Daughter corms yield
تکرار Replication	2	4705	18817
عمق کاشت (A) Planting depth	2	1700 <sup>ns</sup>	96880**
وزن بنه (B) Corm weight	3	40352**	604303**
اثر متقابل (A*B) Interaction	6	1188 <sup>ns</sup>	7313 <sup>ns</sup>
خطا Error	22	88449	17035
ضریب تغییرات C.V. (%)		19.94	15.31

ns، \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد.

\*\*، \* and ns significant difference over control at  $p \leq 0.01$  and  $p \leq 0.05$  and not significantly, respectively.

معنی دار داشت (جدول ۵). کمترین تعداد بنه دختری نیز از تیمار وزن بنه ۴-۶ گرم به میزان ۲۳۰ بنه در مترمربع حاصل شد. به نظر می رسد بنه های درشت تر با جوانه های بیش تر دارای توانایی بیش تری جهت تولید بنه های دختری باشند. از این رو

اثر ساده تیمار وزن بنه بر تعداد بنه های دختری در پایان فصل رشد معنی دار بود (جدول ۴). به طوری که تیمار وزن بنه ۱۰-۱۱/۱-۱۲ گرم با تعداد ۳۹۳ بنه دختری در مترمربع بیش ترین تعداد را به خود اختصاص داد و با سه تیمار دیگر وزن بنه تفاوت

مشاهده کردند که بیشترین تعداد و نیز عملکرد بنه‌های دختری به‌طور معنی‌داری در نتیجه‌ی کاشت بنه‌های مادری درشت (با وزن ۸ تا ۱۲ گرم) به دست آمد.

بیشتر بودن تعداد بنه‌های دختری در گروه‌های وزنی بالاتر منطقی به نظر می‌رسد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2014) با بررسی نقش اندازه بنه مادری، کودهای آلی و محلول‌پاشی عناصر غذایی بر رفتار بنه و جذب فسفر در زعفران

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات بنه‌های دختری تحت تأثیر اثرات ساده وزن بنه و عمق کاشت

تیمارها Treatments	تعداد بنه دختری در مترمربع Number of daughter corms per m <sup>2</sup>	عملکرد بنه‌های دختری Daughter corms yield (g.m <sup>-2</sup> )
وزن بنه مادری Maternal corm weight (g)		
4-6	230.86	619.51
6.1-8	318.52	673.31
8.1-10	328.40	934.53
10.1-12	393.83	1181.60
LSD 5%	61.98	127.6
عمق کاشت Planting depth (cm)		
10	309.26	759.56
15	312.96	858.19
20	331.48	938.96
LSD 5%	53.68	110.5

می‌شوند (Abrishami, 1997)، بعد از گذشت چند سال، فاصله‌ی بنه‌ها تا سطح خاک کاهش می‌یابد تا اینکه زمانی فرامی‌رسد که به دلیل افزایش بنه‌های دختری، فاصله آن‌ها تا سطح خاک بسیار کم شده و امکان بسیاری از عملیات زراعی نظیر سله شکنی وجود ندارد بنابراین کشت عمیق‌تر از این منظر نیز دارای مزیت‌های بیش‌تری می‌باشد. نادری درباغشاهی و همکاران (Naderi- Darbaghshahi et al., 2008) نیز بیان کردند که در کاشت‌های عمیق‌تر، به دلیل اینکه فاصله آخرین بنه‌های دختری تا سطح خاک زیادتر است، می‌توان انتظار داشت مدت بهره‌برداری از این اراضی طولانی‌تر باشد.

اثر وزن بنه بر عملکرد بنه‌های دختری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بر این اساس بالاترین عملکرد بنه‌های دختری مربوط به تیمار گروه وزنی ۱۲-۱۰/۱ گرم با میانگین ۱۱۸۱ گرم در مترمربع بود. این تیمار با دیگر تیمارهای مربوط به وزن بنه تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۵). با کاهش وزن بنه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که با افزایش عمق کاشت، عملکرد بنه‌های دختری نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۵). بیش‌ترین عملکرد بنه متعلق به عمق کاشت ۲۰ سانتی‌متر با میانگین ۹۳۸ گرم بنه در مترمربع بود که با عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). با کاهش عمق کاشت از ۲۰ به ۱۰ سانتی‌متر، عملکرد بنه حدود ۲۰ درصد کاهش یافت. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011) نیز با بررسی تأثیر کشت پرتراکم و عمق کاشت بنه بر ویژگی‌های زراعی زعفران و رفتار بنه‌ها اعلام کردند که بیش‌ترین و کمترین وزن خشک بنه در عمق کاشت ۲۰ و ۱۰ سانتی‌متر به ترتیب با ۱۶۴/۰۷ و ۱۴۷/۳۳ گرم در مترمربع به دست آمد. این پژوهشگران، کمیت و کیفیت بنه‌های تولیدشده در عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر را مطلوب‌تر از دو عمق دیگر (۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر) دانستند. با توجه به اینکه در مزارع تحت کشت زعفران، هر ساله بنه‌های دختری روی بنه‌های مادری تشکیل



سه روش برای کنترل دمای تابستانه (عدم کنترل، مالچ و آبیاری) اعلام کردند که بیشترین تعداد گل در مترمربع در عمق کاشت ۱۵ سانتی متر مشاهده شد. نتایج آنها نشان داد که اثر متقابل عمق ۱۵ سانتی متر و مالچ، بهترین وضعیت برای گلدهی زعفران هست. از طرف دیگر دی خوان و همکاران (De Iuan et al., 2009) با بررسی اثر عمق کاشت دریافتند که تعداد گل در عمق ۱۰ سانتی متر در مقایسه با عمق ۲۰ سانتی متر بیش تر بود. در کل نتیجه به دست آمده از این پژوهش با نتایج تحقیقات سایر محققین همانند رحیمی و همکاران (Rahimi et al., 2008) که بیشترین عملکرد را در عمق کاشت ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر به دست آورده اند همخوانی دارد.

نتایج مطالعه کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) نشان داد که اثر ساده اندازه ی بانه مادری کشت شده تأثیر معنی داری بر تعداد گل در مترمربع دارد که باعث شده تا بیشترین تعداد گل (۱۰۱/۹ گل در مترمربع) از بانه های مادری بزرگ با وزن بیش از ۱۰ گرم حاصل شود. خرم دل و همکاران (Khorramdel et al., 2015) نیز با مطالعه اثر سطوح مختلف وزن بانه و محلول پاشی دلفاردر بر عملکرد گیاه زعفران نتیجه گرفتند که بانه های مادری ۵ تا ۱۰ گرم و غلظت محلول پاشی ۱۵ درصد، مطلوبترین شرایط را برای رسیدن به بالاترین تعداد گل در مترمربع (۳۸/۶۳ گل) فراهم می کند. نتایج تجزیه واریانس حاکی از عدم تأثیر معنی دار اثر متقابل وزن بانه و عمق کاشت بر وزن تر گل بود اما اثرات ساده هر یک از تیمارها اثر معنی داری بر وزن تر گل داشتند (جدول ۶). عمق کاشت تأثیر معنی داری بر وزن گل در سطح ۵ درصد داشت. عمق کاشت ۲۰ سانتی متر با تولید میانگین ۳۲/۸۰ گرم گل در مترمربع بیشترین عملکرد گل را به خود اختصاص داد که با دو تیمار دیگر تفاوت معنی دار داشت (جدول ۷).

به گروه های وزنی پایین تر، عملکرد بانه های دختری به ترتیب ۲۱، ۴۳ و ۴۷ درصد کاهش یافت. در بانه های درشت تر تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ ها نسبت به بانه های کوچک تر کمی زودتر اتفاق می افتد که این امکان استفاده بیش تر از شرایط محیطی و افزایش مواد فتوسنتزی ساخته شده را به همراه دارد و در نهایت موجب ایجاد بانه های بزرگ تری در پایان فصل رشد می شود (Molina et al., 2004). از طرفی به نظر می رسد که بانه های بزرگ تر علاوه بر آن که ذخیره غذایی بیش تری برای تولید بانه های دختری دارند از توانایی بیش تری هم برای جذب رطوبت و مواد غذایی برخوردارند که این امر باعث افزایش عملکرد در تولید بانه های دختری می شود. نتایج بررسی کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) نشان داد که با افزایش اندازه بانه مادری، مقدار و وزن بانه های دختری با اندازه متوسط (۱۰-۵/۱ گرم) و بزرگ (بیش تر از ۱۰ گرم) نیز افزایش یافت.

همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارهای عمق کاشت و وزن بانه تأثیر معنی داری بر عملکرد بانه های دختری نداشت (جدول ۴) با این حال بیشترین عملکرد بانه های دختری (۱۲۷۳ گرم در مترمربع) از اثر متقابل عمق کاشت ۲۰ سانتی متر و وزن بانه ۱۲-۱۰/۱ گرم حاصل شد.

#### شاخص های کمی گل زعفران در سال دوم

اثر متقابل تیمارهای وزن بانه و عمق کاشت بر تعداد گل معنی دار بود (جدول ۶). بیشترین تعداد گل در اثر متقابل تیمارهای وزن بانه ۱۲-۱۰/۱ گرم و عمق کاشت ۲۰ سانتی متر با میانگین ۱۲۵/۸۳ مشاهده شد که با بقیه تیمارها اختلاف معنی دار داشت و کمترین آن هم از اثر متقابل تیمارهای وزن بانه ۶-۴ گرم و عمق کاشت ۱۰ سانتی متر با میانگین ۳۲/۲۹ گل در مترمربع حاصل شد (جدول ۸). گلوی و همکاران (Galavi et al., 2008) نیز با بررسی سه عمق کاشت (۱۵، ۱۰ و ۲۰ سانتی متر) و

جدول ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های کمی گل زعفران تحت تأثیر وزن بنه مادری و عمق کاشت در سال دوم  
 Table 6- Results of variance analysis (mean square) for quantitative parameters of saffron flowers affected by corm weight and planting depth in the second year

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد گل در متر مربع Flower number per m <sup>2</sup>	عملکرد تر گل Fresh flower yield	عملکرد خامه خشک Dry style yield	طول خامه Style length	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield
تکرار Replication	2	2430.64	509.89	0.00136	8359.87	0.03812
عمق کاشت (A) Planting depth	2	5596.89**	789.18**	0.01045**	43784.99**	0.13611**
وزن بنه (B) Corm weight	3	1567.65*	173.46*	0.00196*	3487.30**	0.04002**
اثر متقابل (A*B) Interaction	6	1028.56*	114.81 ns	0.00108 ns	3558.86**	0.01923*
خطا Error	22	393.02	55.96	0.00059	637.24	0.00744
ضریب تغییرات C.V. (%)		27.45	30.67	31.52	17.37	30.27

ns, \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

\*\* , \* and ns significant difference over control at  $p \leq 0.01$  and  $p \leq 0.05$  and not significantly, respectively.

وزن ترگل، بنه‌های با گروه وزنی ۱۲-۱۰/۱ است که مقدار ۲۹/۹۷ گرم گل تولید کردند (جدول ۷). با کاهش وزن بنه‌ی کشت‌شده مقدار وزن تر گل نیز روندی کاهشی داشت. پژوهش حسن‌زاده اول و همکاران (Hassanzadeh Aval et al., 2013) نیز نشان داد که در سال دوم با افزایش وزن بنه مادری و افزایش سطوح مصرف کود گاوی شاخص‌های عملکرد گل زعفران نیز افزایش یافت. نتایج آزمایش خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2015) بالاترین مقدار وزن تازه گل (۳۵/۴۴ گرم در مترمربع) و وزن خشک کلاله (۰/۳۶ گرم در مترمربع) در بنه مادری با وزن ۱۰-۵ گرم و غلظت محلول‌پاشی ۱۵ درصد به دست آمد. ملافیلابی و همکاران (Mollafilabi et al., 2013) گزارش نمودند که بنه‌های تا ۶ گرم در سال اول از توان گل‌آوری برخوردار نبوده و بیش‌ترین گل و تعداد جوانه از بنه‌های با وزن ۳۰ گرم به بالا به ترتیب به تعداد ۳/۶ و ۷/۳ جوانه از هر بنه به دست آمد.

با کاهش عمق کاشت به ۱۵ سانتی‌متر عملکرد گل بیش از ۲۷ درصد کاهش یافت. با افزایش عمق کاشت به دلیل فاصله زمانی بیش‌تر در ظهور گل روی سطح خاک، فرصت رشد سلول‌های گلبرگ و یا اندام‌های هوایی گل بیش‌تر شده و در نهایت وزن تک‌گل بیش‌تر می‌شود (Koocheki et al., 2011). علاوه بر آن با گذشت زمان و در سال دوم با توجه به نشست خاک که بیش‌تر بر اثر عامل آبیاری می‌تواند باشد بنه‌هایی که از نظر عمق در سطح خاک قرار گرفته‌اند بیش‌تر در معرض شرایط تنش‌های آب و هوایی قرار می‌گیرند بنابراین عملکرد کمتری را تولید می‌کنند. با توجه به اینکه دوره نگهداری زعفران در مزرعه در ایران طولانی (معمولاً ۸ سال) است بنابراین عمق کاشت باید به اندازه‌ای باشد که قبل از این مدت بنه‌های جدید در اعماق سطحی خاک تشکیل نشوند و به این صورت طول دوره بهره‌برداری از زعفران زار را نیز افزایش داد (Naderi-Darbaghshahi et al., 2008).

مقایسات میانگین نشان داد که بهترین وزن بنه از لحاظ

جدول ۷- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی گل زعفران تحت تأثیر اثرات ساده وزن بنه و عمق کاشت در سال دوم

Table 7- Mean comparisons for quantitative parameters of saffron flowers affected by corm weight and planting depth in second year

تیمارها Treatments	تعداد گل در مترمربع Flower number per m <sup>2</sup>	عملکرد تر گل Fresh flower yield (g.m <sup>-2</sup> )	عملکرد خامه خشک Dry style yield (mg.m <sup>-2</sup> )	طول خامه Style length (mm)	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield (g.m <sup>-2</sup> )
وزن بنه مادری Maternal corm weight (g)					
4-6	58.19	19.25	61.42	132.19	0.2035
6.1-8	67.15	23.87	65.92	128.69	0.2815
8.1-10	74.09	24.44	77.73	148.32	0.2881
10.1-12	89.44	29.97	94.54	171.87	0.3667
LSD 5%	19.381	7.313	23.8	24.679	0.0844
عمق کاشت Planting depth (cm)					
10	51.35	16.62	54.9	79.81	0.1794
15	70.83	23.73	61.0	157.14	0.2831
20	94.47	32.80	108.8	198.85	0.3923
LSD 5%	16.785	6.333	20.6	21.373	0.0731

تیمار وزن‌های مختلف بنه متعلق به گروه وزنی ۱۲-۱۰/۱ گرم بود که البته با گروه وزنی ۱۰-۸/۱ گرم تفاوت معنی‌دار نداشت اما با دو تیمار دیگر وزن بنه اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۷). باین‌حال با کاهش وزن بنه از گروه وزنی بالاتر به گروه پایین‌تر، میزان عملکرد خامه خشک حدود ۱۸ درصد کاهش یافت. با توجه به گفته‌های قبلی درباره عملکرد بالاتر بنه‌های با گروه وزنی بالاتر، افزایش وزن خامه خشک به‌عنوان یک از اجزای عملکرد در پاسخ به افزایش وزن بنه نیز منطقی به نظر می‌رسد. در آزمایش ملافیلابی و همکاران (Mollafilabi et al., 2013) که بر روی اثر تراکم و وزن بنه بر عملکرد و اجزاء عملکرد زعفران در بسترهای خاکی و هیدروپونیک در تونل پلاستیکی اجرا شد مشخص شد که اثر اندازه بنه بر صفت وزن خامه خشک معنی‌دار بود. بالاترین مقدار این صفت (۰/۴۰۷۸ در مترمربع) از بنه‌های با وزن بیش از ۱۰ گرم حاصل شد و با کاهش وزن بنه وزن خامه خشک نیز کاهش یافت.

اثر متقابل تیمارهای وزن بنه و عمق کاشت بر طول خامه معنی‌دار بود به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار آن از اثر متقابل وزن

اثر متقابل تیمارهای وزن بنه و عمق کاشت بر وزن خشک خامه در سال دوم معنی‌دار نبود اما اثر ساده هر یک از این تیمارها اثری معنی‌دار بر این صفت داشتند (جدول ۶). در تیمارهای عمق کاشت، بالاترین وزن خشک خامه (۱۰۸/۸ میلی‌گرم در مترمربع) به تیمار عمق ۲۰ سانتی‌متر تعلق داشت و این تیمار با دو تیمار دیگر عمق کاشت تفاوتی معنی‌دار نداشت (جدول ۷). صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2014) که بر روی اثر تاریخ، عمق و فاصله کاشت بر رشد بنه و عملکرد کلاله زعفران در لنگرود گیلان کار می‌کردند گزارش کردند که اثر عمق کاشت بر وزن کلاله و خامه معنی‌دار نشد اما اثر متقابل تاریخ و عمق کاشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد به‌طوری‌که تاریخ کاشت شهریور و عمق ۵ سانتی‌متر بیش‌ترین وزن کلاله و خامه را دارا بود. نامبردگان اظهار داشتند که به دلیل بافت سنگین خاک در استان گیلان بهتر است عمق کاشت کمتر انتخاب گردد.

وزن خشک خامه همانند دیگر اجزای عملکرد در این طرح تأثیر زیادی از وزن بنه گرفته است. بالاترین وزن خشک خامه در



جدول ۸- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی گل زعفران تحت تأثیر اثر متقابل وزن بنه و عمق کاشت در سال دوم

Table 8- Mean comparisons for quantitative parameters of saffron flowers affected by interaction between corm weight and planting depth in second year

Treatments تیمارها		تعداد گل در مترمربع Flower number per m <sup>2</sup>	عملکرد تر گل Fresh flower yield (g.m <sup>-2</sup> )	عملکرد خامه خشک Dry style weight (mg.m <sup>-2</sup> )	طول خامه Style length (mm)	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield (g.m <sup>-2</sup> )
عمق کاشت Planting depth (cm)	وزن بنه مادری Maternal corm weight (g)					
10	4-6	32.29	9.87	38.90	61.55	0.0530
	6.1-8	44.37	14.39	51.33	89.53	0.1710
	8.1-10	77.70	25.13	76.06	95.41	0.2955
	10.1-12	51.03	17.11	53.36	72.76	0.1980
15	4-6	51.24	17.22	61.53	130.36	0.2069
	6.1-8	64.99	24.37	46.03	107.71	0.2729
	8.1-10	75.62	24.64	61.06	191.27	0.2899
	10.1-12	91.45	28.88	75.36	199.21	0.3630
20	4-6	91.04	30.68	83.83	204.65	0.3507
	6.1-8	92.08	32.85	100.40	188.83	0.4006
	8.1-10	68.95	23.76	96.06	158.26	0.2788
	10.1-12	125.83	43.93	154.90	243.66	0.5393
LSD 5%		16.18	6.10	0.019	20.61	0.070

در هر دو سال آزمایش بود. به طوری که با افزایش وزن بنه مادری کشت شده و عمق کاشت، عملکرد چه در قسمت گل و چه در قسمت بنه بیش تر شد. همچنین با مقایسه عملکرد گل زعفران در دو سال، مشخص شد که در سال دوم تعداد و عملکرد گل نسبت به سال اول به ترتیب حدود ۴۹۰ و ۴۵۰ درصد افزایش داشت.

با توجه به اینکه عملکرد زعفران در سال اول پایین است، استفاده از بنه‌های درشت‌تر و سنگین‌تر، می‌تواند عملکرد اقتصادی بالاتری را در همان سال اول در پی داشته باشد و در سال‌های بعدی نیز عملکرد بسیار مطلوبی حاصل می‌شود. همچنین با توجه به طولانی بودن استفاده از مزارع زعفران در ایران، کاشت عمیق‌تر بنه‌ها ارجحیت دارد.

در بنه‌های بزرگ‌تر تشکیل بنه‌های دخترتری زودتر اتفاق می‌افتد (Koocheki et al., 2016) بنابراین بنه‌های دخترتری فرصت بیشتری برای جذب مواد غذایی و درشت‌تر شدن پیدا می‌کنند تا با افزایش ذخیره غذایی خود از پتانسیل بالاتری برای رشد و تکامل جوانه‌های مولد اندام زایشی برخوردار باشند که این به معنای افزایش عملکرد در سال بعد خواهد بود. از طرفی با توجه به اینکه بنه‌های بزرگ‌تر تعداد و مقدار برگ بیشتری در مقایسه با بنه‌های کوچک‌تر تولید می‌کنند که باعث فتوسنتز بیشتر در طی فصل رشد می‌شود لذا بیش‌تر بودن تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک خامه و کلاله در این بنه‌ها دور از انتظار نیست.

### نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر تأثیر معنی دار وزن بنه مادری و عمق کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گل زعفران

## منابع

- Abrishamchi, P. 2003. Investigation about some biochemical changes related to breaking of dormancy and flower formation in *Crocus sativus* L. 3<sup>rd</sup> National Symposium on Saffron. 2-3 December 2003, Mashhad, Iran. (In Persian).
- Abrishami, M.H. 1997. Iranian Saffron: Historic, Cultural and Agronomic Prospects. Astan Ghods Razavi Publishing Co. (In Persian).
- Ajaz, A.S., and Raj, B. 2008. Improved technology of saffron cultivation in Kashmir. *Asian Journal of Horticulture* 3 (2): 446-448.
- All, G., Iqbal, A.M., Nehvi, F.A., Samad, S.S., Nagoo, Sh., Naseer, S., and Dar, N.A. 2013. Prospects of clonal selection for enhancing productivity in saffron (*Crocus sativus* L.). *African Journal of Agricultural Research* 8: 460-467.
- Alipoor Miandehi, Z., Mahmodi, S., Behdani, M.A., and Sayyari, M.H. 2014. 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.
- Alvarezortí, M., Gomez Gomez, L., Rubio, A., Escriban pardo, J., Jimenez, F., and Fernandez, J.A. 2004. Development and gene expression in saffron corms. *Acta Horticulturae* 650: 141-148.
- Azizi, 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.
- Benabaji, M.H., Mokhtarian, A., and Tavakoli Kakhki, H.R. 2012. The effects of plant density and corms size on saffron (*Crocus sativus* L.) corm production in nursery. In 4<sup>th</sup> International saffron symposium. 22-25 October 2012, Kashmir, India.
- De Iuan, J.A., Crocoles, H., Muoz, R.M., and Picornell, M.R. 2009. Yield and yield components o saffron under different cropping systems. *Industrial Crops Production* 30(2): 212-219.
- Fernandez, J.A. 2011. The world saffron and crocus collection: strategies for establishment, management, characterization and utilization. *Genetic Resources and Crop Evolution* 58: 125-137.
- Galavi, M., Soloki, M., Mousavi, S.R., and Ziyaie, M. 2008. Effects of planting depth and soil summer temperature control on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Asian Journal of Plant Science* 7: 747-751.
- Ghobadi, F., Ghorbani Javid, M., and Sorooshzadeh, A. 2014. Effects of planting date and corm size on flower yield and physiological traits of saffron (*Crocus sativus* L.) under Varamin plain climatic conditions. *Saffron Agronomy and Technology* 2 (4): 265-276. (In Persian with English Summary).
- Gowhar, A., Nehvi, F.A., Ameerque, A., Naseeri, S., Iqbal, A., and Mand Sameer, S. 2012. Effect of corm size and weight on daughter corm formation in saffron (*Crocus sativus* L.). 4<sup>th</sup> International saffron symposium. 22-25 October 2012, Kashmir, India.
- Hassanzadeh 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 (1): 22-39. (In Persian with English Summary).

- Kafi, M. 2002. Saffron, Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Persian).
- Khorrandel, S., Eskandari Nasrabadi, S., and Mahmoodi, G. 2015. Evaluation of mother corm weights and foliar fertilizer levels on saffron (*Crocus sativus* L.) growth and yield components. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 2: 9-14.
- Koocheki, A., and Seyyedi, S.M. 2015. Relationship between nitrogen and phosphorus use efficiency in saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by mother corm size and fertilization. Industrial Crops and Production 71: 128-137.
- Koocheki, A., Ebrahimian, E., and Seyyedi, S.M. 2016. How irrigation rounds and mother corm size control saffron yield, quality, daughter corms behavior and phosphorus uptake. Scientia Horticulturae 213: 132-143.
- Koocheki, A., Seyyedi, S.M., Azizi, H., and Shahriyari, R. 2014. The effect of mother corm size, organic fertilizers and micronutrient foliar application on corm yield and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 2 (1): 3-17. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A.R., Siyahmarguii, A., Azizi, K., and Jahani, M. 2011. The effect of high density and depth of planting on agronomic characteristic of saffron (*Crocus sativus* L.) and corms behavior. Journal of Agroecology 3 (1): 36-49. (In Persian with English Summary).
- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Garcia-Luis, A., and Guardiola, J.L. 2004. The effect of time of corm lifting and duration of incubation at inductive temperature on flowering in the saffron plant (*Crocus sativus* L.). Science Horticulturae 103: 79-91.
- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J.L., and Garcia-Luis, A. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). Science Horticulturae 103: 361-379.
- Mollafilabi, A., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri Mahallati, M. 2013. Effect of plant density and corm weight on yield and yield components of saffron (*Crocus sativus* L.) under soil, hydroponic and plastic tunnel cultivation. Saffron Agronomy and Technology 1 (2): 14-28. (In Persian with English Summary).
- Naderi-Darbaghshahi, M.R., Khajeh-Bashi, S.M., Bani-Ateba, S.A.R., and Deh-Dashti, S.M. 2008. The effects of planting method, density and depth on yield and exploitation period of saffron field (*Crocus sativus* L.) in Isfahan. Seed and Plant Journal 24: 643-657. (In Persian).
- Nair, S.C., Kurumboor, S.K., and Hasegawa, J.H. 1995. Saffron chemoprevention in biology and medicine. A review. Cancer Biotherapy and Radiopharmaceuticals Journal 10 (4): 57-64.
- 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.). Journal of Field Crops Research 5 (1): 155-166. (In Persian with English Summary).
- Nasr Abadi, M. 2011. Effect of temperature in dormancy period, corm size and plant density on yield of flower and corm daughter in saffron. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
- Negbi, M. 1999. Saffron (*Crocus sativus* L.). Harwood Academic Publishers.
- Rahimi, H., Mokhtarian, A., Bazoobandi, M., Rahimi, H., Kiani, M., and Behdad, M. 2008. Effects of sowing depth and summer irrigation on *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae) population in Gonabad. Journal of Entomology

- and Phytopathology 76 (1): 1-14. (In Persian).
- Rezvani Moghaddam, P., Huda, A.K.S., Parvez, Q., and Koocheki, A.R. 2007. Indigenous knowledge in agriculture with particular reference to medicinal crop production in Khorasan, Iran. *Managing Knowledge, Technology and Development in the Era of Information Revolution*. Edited by A. Ahmed, p. 105-115.
- Sadeghi, B. 1993. Effect of Corm Weight on Flowering of Saffron. Research and industrial Institutes of Khorasan Publication, Iran. 73 p. (In Persian).
- Sadeghi, S.M., Dehnadi-Moghaddam, G., and Dooroodian, H. 2014. Evaluation of effects of date, depth and corm sowing distance on corms growth and stigma yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in Langarood, Guilan province. *Saffron Agronomy and Technology* 3 (2): 137-144. (In Persian with English Summary).
- Sampatha, S.R., Shivashankar, S., Lewis, Y.S, and Wood, A.B. 1984. Saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation, processing, chemistry and standardization. *Journal of Food Science and Nutrition* 20 (2): 123-157.
- Vafabakhsh, J., Ahmadiyan, J., and Mokhtariyan, A.A. 2009. Investigation of correlation between saffron flowering pattern and climatological parameters under planting depth and summer irrigation treatments. 3rd International Symposium on Saffron. *Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics*. 20-23 May 2009, Korokos, Kozani, Greece.



## Evaluation of saffron flower and corm yield affected by different maternal corm weight and sowing depth

Mohsen Razavian<sup>1</sup>, Parviz Rezvani Moghaddam<sup>2\*</sup> and Ghorban Ali Asadi<sup>3</sup>

Submitted: 24 May 2017

Accepted: 25 June 2018

Razavian, M., Rezvani Moghaddam, P., and Asadi, GH.A. 2019. Evaluation of saffron flower and corm yield affected by different maternal corm weight and sowing depth. *Saffron Agronomy & Technology*, 7(2): 155-170.

### Abstract

In order to study the effects of different weights of mother corm and sowing depth on flower and corm yield of saffron (*Crocus sativus* L.), an experiment was conducted as a factorial layout based on complete randomized block design with three replications at the Agricultural Research Station, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran during 2015-2016 growing seasons. The experimental treatments were all combination of four mother corm weights (4-6, 6.1-8, 8.1-10 and 10.1-12 g) and three planting depths (10, 15 and 20 cm). In the first year, criteria such as flower and corms yield were evaluated, and in the second year only flower yield were recorded. The result revealed that in both years the interaction between corm weight and planting depths was significant on most traits of the studied flower. Flower, stigma and style yield significantly increased by increasing corm weight and planting depth. The maximum dry stigma yield was obtained in 10.1-12 g corm weight and 20 cm planting depth which was 0.1095 and 0.5393 g.m<sup>-2</sup> in the first and the second year, respectively. The interaction between treatments was not significant on daughter corm but the individual effects of each treatment was significant. The higher corm yield (1181.6 g.m<sup>-2</sup>) was related to 10.1-12 g corm weight treatment. Deeper planting (20 cm) produced the high corm yield (938.86 g.m<sup>-2</sup>). Eventually, the high excellence of yield in corm weight and planting depth treatments of higher, we recommend corms with higher weight and deeper sowing depth for cultivating saffron.

**Keywords:** Daughter corms, Dry stigma, Dry style, Mother corms

1 - M.Sc. of Agroecology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

2 - Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3 - Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

(\*Corresponding author Email: rezvani@um.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2018.93391.1250