

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

محسن رضویان^۱، پرویز رضوانی مقدم^{۲*} و قربانعلی اسدی^۳

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): ۱۵۵-۱۷۰.

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 ۹۶-۹۵ 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 کللاه‌ی سه‌شاخه‌ی سرخ‌رنگ حاصل از گل است که به دلیل اهمیت اقتصادی بالای آن به طلای سرخ معروف شده است. مکانیسم‌های مربوط به آغاز 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 به ویژه 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 (Alvarezortzi 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

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات وزن‌های مختلف و عمق کاشت بینه بر خصوصیات رشدی و عملکرد گل و بینه زعفران (*Crocus sativus* L.) آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در سال‌های زراعی ۹۵-۹۴ و ۹۶-۹۵ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل وزن بینه 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 بینه در سه سطح (۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد. بینه‌های کشت‌شده از منطقه زاوه تهیه شد و سپس به وسیله‌ی ترازوی دقیق درجه‌بندی شدند و در گروه‌های وزنی جداگانه بر اساس تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند. در اواسط شهریورماه پس از آنکه زمین با شن کش تسطیح شد در سطح هر کرت شیاریایی ایجاد شد و عمق‌های موردنظر کاشت با استفاده از خط کش لحاظ شد. ابعاد هر کرت ۲*۲ متر لحاظ شد و عملیات کشت بر اساس تراکم ۱۰۰ بینه در مترمربع صورت گرفت و فاصله بین ردیف و روی ردیف بینه ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری بعدی دو هفته پس از آن انجام شد. سایر آبیاری‌ها بسته به نیاز آبی گیاه و با توجه به شرایط بارندگی منطقه انجام شد. به منظور تسهیل در خروج گل‌ها عملیات سله‌شکنی بعد از گاورو شدن زمین صورت پذیرفت. کنترل علف‌های 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. گل‌های زعفران در سال‌های 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

اتفاق می‌افتد که این امکان استفاده بیش‌تر از شرایط محیطی و افزایش مواد فتوسنتزی ساخته‌شده را به همراه دارد و در نهایت موجب ایجاد بینه‌های بزرگ‌تری در پایان فصل رشد می‌شود.

عمق کاشت مناسب، یکی از مسائل مهم و قابل بحث در زراعت زعفران می‌باشد. عمق کاشت بهینه یکی از مهم‌ترین 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 می‌شود (Abrishamchi, 2003). در یک مطالعه که روی عمق کاشت بینه زعفران در مشهد صورت گرفت اعلام شد که عمق کاشت ۱۰ سانتی‌متر نسبت به عمق‌های ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر از لحاظ عملکرد برتری داشته که این اختلاف در سطح یک درصد معنی‌دار 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 دوره‌ی بهره‌برداری را می‌توان در عمق ۵ سانتی‌متر در تاریخ کشت شهریورماه و عمق ۱۰ سانتی‌متر در تاریخ کشت مردادماه به دست آورد (Sadeghi et al., 2014).

به دلیل تریپلوئید بودن زعفران روش‌های معمول اصلاح نباتات روی افزایش عملکرد کلالة این گیاه پیشرفت چندانی نداشته است و بنابراین جهت دستیابی به بینه‌های مرغوب‌تر و عملکرد بالاتر باید به روش‌های به زراعی تأکید کرد. از طرفی زعفران نیز مانند گیاهان زراعی دیگر جهت بهره‌برداری از پتانسیل محیط و رسیدن به حداکثر تولید، علاوه بر شرایط آب و هوایی و خاک مناسب نیاز به مدیریت‌های زراعی از جمله اندازه‌ی بینه مطلوب و عمق کشت مناسب دارد. این پژوهش سعی بر آن دارد تا با کشت زعفران در اعماق مختلف خاک و با بینه‌های مختلف از لحاظ وزنی، مطلوب‌ترین عمق و وزن بینه را برای عملکرد بهینه گل و تولید بینه‌های دختری مناسب معرفی کند.

مرتب‌ه برای چیدن گل‌ها اقدام شد. جهت تعیین اجزای عملکرد در هر کرت یک سطح ۹۰×۱۰ سانتی‌متر مشخص شد که این سطح در برگرفته‌ی 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.

به منظور 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 به نحوی که بیش‌ترین تعداد گل ($۲۵/۷۳$ گل در مترمربع) از اثر متقابل تیمارهای ۱۲-۱۰/۱ گرم وزن بنه و ۲۰ سانتی‌متر 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 سانتی‌متر حاصل شد (جدول ۳). بر طبق پژوهش کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011) کمترین تعداد گل در مترمربع در عمق کاشت ۱۰ سانتی‌متر از سطح خاک مشاهده شد و با افزایش عمق از ۱۰ به ۱۵ سانتی‌متر، تعداد گل زعفران از ۱۰ به ۳۰ گل در مترمربع افزایش یافت اما با رسیدن عمق کاشت به ۲۰ سانتی‌متر، 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 به تبع آن، تعداد جوانه‌های گل گیاه کاهش می‌یابد. علی‌پور 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 سانتی‌متر به وجود آمد (جدول ۳). زعفران بایستی در

بر وزن خشک خامه داشت (جدول ۱). بر این اساس بیشترین وزن خشک خامه با میانگین ۰/۰۲۲۱۶ گرم در مترمربع از اثر متقابل تیمارهای وزن بنه ۱۲-۱۰/۱ گرم و عمق کاشت ۲۰ سانتی متر حاصل شد و کمترین مقدار آن هم با میانگین ۰/۰۶۵۶ گرم در مترمربع از اثر متقابل وزن بنه ۱۰-۸/۱ گرم و عمق کاشت ۱۰ سانتی متر به دست آمد (جدول ۳).

عمق مناسبی از خاک قرار گیرد چراکه فرآیندهایی نظیر بلوغ گل تنها در یک عمق مشخص انجام می شود (Abrishamchi, Hassanzadeh Aval et al., 2003). حسن زاده اول و همکاران (2013) در بررسی عملکرد گل زعفران در سال اول گزارش کردند که با افزایش وزن بنه های کشت شده، عملکرد گل نیز در سال اول افزایش یافت. اثر متقابل تیمارهای وزن بنه و عمق کاشت اثر معنی داری

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی های 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 ^{ns}	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 غیرمعنی دار و معنی دار 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.

بیشتری داشته باشد تا از خاک خارج شود.

عملکرد کلاله خشک که مهم ترین بخش اقتصادی گیاه زعفران را تشکیل می دهد شدیداً تحت تأثیر عمق کشت و اندازه بنه قرار گرفت. بیشترین عملکرد کلاله مربوط به اثر متقابل تیمارهای عمق کشت ۲۰ سانتی متر و وزن بنه ۱۲-۱۰ 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 می باشد و حداقل اندازه بنه برای آغاز گلدهی ضروری

اثر متقابل تیمارهای وزن بنه و عمق کاشت بر صفت طول خامه در سال اول معنی دار نبود اما اثرات ساده هر یک از این تیمارها تأثیر معنی داری بر این صفت در سطح یک درصد داشتند (جدول ۱). در تیمار وزن بنه ۱۲-۱۰/۱ گرم، بیشترین طول خامه مشاهده شد که با دیگر تیمارهای وزنی تفاوت معنی دار داشت. در عمق کاشت ۲۰ سانتی متر نیز، بیشترین طول خامه مشاهده شد و با کاهش عمق کاشت به ۱۰ سانتی متر، طول خامه حدود ۴۴ درصد کاهش پیدا کرد (جدول ۲). به نظر می رسد افزایش عمق خاک باعث می شود که جوانه گل رشد

مهم‌ترین راه‌کارهای افزایش عملکرد زعفران در واحد سطح است. در این راستا وفابخش و همکاران (Vafabakhsh et al., 2009) در یک آزمایش هفت‌ساله، اثر عمق کاشت (۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر) و آبیاری تابستانه را بر عملکرد زعفران مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که عمق کاشت ۲۰ سانتی‌متر بیش‌ترین عملکرد را به خود اختصاص داد.

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 تحقیقات دیگر محققین نیز ثابت شده است (Gowhar 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 ²	عملکرد تر گل Fresh flower yield (g.m ⁻²)	عملکرد خامه خشک Dry style yield (mg.m ⁻²)	طول خامه Style length (mm)	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield (g.m ⁻²)
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 ²	عملکرد تر گل Fresh flower yield (g.m ⁻²)	عملکرد خامه خشک Dry style yield (mg.m ⁻²)	طول خامه Style length (mm)	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield (g.m ⁻²)
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

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 تولیدشده، معنی دار نبود با این وجود تعداد بنه های تولیدشده در عمق کاشت ۲۰ سانتی متر بیش تر از عمق

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 معنی دار 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.

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 ^{ns}	96880**
وزن بنه (B) Corm weight	3	40352**	604303**
اثر متقابل (A*B) Interaction	6	1188 ^{ns}	7313 ^{ns}
خطا Error	22	88449	17035
ضریب تغییرات C.V. (%)		19.94	15.31

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی 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 ۶-۴ 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 ۱۰/۱-۱۲ 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 دخترتری به‌طور معنی‌داری در نتیجه‌ی کاشت بنه‌های مادری درشت (با وزن ۸ تا ۱۲ گرم) به دست آمد.

بیشتر بودن تعداد بنه‌های دخترتری 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 دخترتری تحت تأثیر اثرات ساده وزن بنه و عمق کاشت

تیمارها Treatments	تعداد بنه دخترتری در مترمربع Number of daughter corms per m ²	عملکرد بنه‌های دخترتری Daughter corms yield (g.m ⁻²)
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 دخترتری، 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 دخترتری تا سطح خاک زیادتر است، می‌توان انتظار داشت مدت بهره‌برداری از این اراضی طولانی‌تر باشد.

اثر وزن بنه بر عملکرد بنه‌های دخترتری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بر این اساس بالاترین عملکرد بنه‌های دخترتری 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 دخترتری 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 دخترتری 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 اندازه‌ی بانه مادری کشت شده تأثیر معنی داری بر تعداد گل در مترمربع دارد که باعث شده تا بیشترین تعداد گل (۱۰/۹) در مترمربع از بانه‌های مادری بزرگ با وزن بیش از ۱۰ گرم حاصل شود. خرم‌دل 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 بانه‌های 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 می‌کند. 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 گروه‌های وزنی پایین‌تر، عملکرد بانه‌های دخترتری به ترتیب ۲۱، ۴۳ و ۴۷ درصد کاهش یافت. در بانه‌های درشت‌تر تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ‌ها نسبت به بانه‌های کوچک‌تر کمی زودتر اتفاق می‌افتد که این امکان استفاده بیش‌تر از شرایط محیطی و افزایش مواد فتوسنتزی ساخته شده را به همراه دارد و در نهایت موجب ایجاد بانه‌های بزرگ‌تری در پایان فصل رشد می‌شود (Molina et al., 2004). از طرفی به نظر می‌رسد که بانه‌های بزرگ‌تر علاوه بر آن که ذخیره غذایی بیش‌تری برای تولید بانه‌های دخترتری دارند از توانایی بیش‌تری هم برای جذب رطوبت و مواد غذایی برخوردارند که این امر باعث افزایش عملکرد در تولید بانه‌های دخترتری می‌شود. نتایج بررسی کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) نشان داد که با افزایش اندازه بانه مادری، مقدار و وزن بانه‌های دخترتری با اندازه متوسط (۱۰-۵/۱ گرم) و بزرگ (بیش‌تر 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 بانه‌های دخترتری نداشت (جدول ۴) با این حال بیشترین عملکرد بانه‌های دخترتری (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 ۴-۶ 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 ²	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 و 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 بینه 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 ²	عملکرد تر گل Fresh flower yield (g.m ⁻²)	عملکرد خامه خشک Dry style yield (mg.m ⁻²)	طول خامه Style length (mm)	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield (g.m ⁻²)
وزن بینه 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

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

اثر متقابل تیمارهای وزن بینه و عمق کاشت بر طول خامه معنی‌دار بود به طوری که بیش‌ترین مقدار آن از اثر متقابل وزن

اثر متقابل تیمارهای وزن بینه 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 بینه 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 به طوری که 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 بینه گرفته است. بالاترین وزن خشک خامه

تعداد گل، وزن تر گل و در نهایت عملکرد کلاله خشک به مواجهه بیش تر بنه های سطحی خاک با فاکتورهای محیطی ارتباط داشته باشد. در پژوهش کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011) نیز اثر عمق های مختلف کاشت بر وزن خشک کلاله زعفران معنی دار شد. در این تحقیق با افزایش عمق کاشت بنه، وزن خشک کلاله به طور معنی داری افزایش یافت به طوری که کمترین میزان وزن خشک کلاله در عمق کاشت ۱۰ سانتی متر (۰/۰۴۵ گرم در مترمربع) و بیشترین میزان آن نیز در عمق ۱۵ سانتی متر (۰/۱۱۳ گرم در مترمربع) به دست آمد و بین عمق های کاشت ۱۵ و ۲۰ سانتی متر از نظر وزن خشک کلاله در مترمربع، اختلاف معنی داری از نظر آماری وجود نداشت. در آزمایش نادری درباغشاهی و همکاران (Naderi- Darbaghshahi et al., 2008) که با هدف بررسی اثر روش، تراکم و عمق کاشت بر عملکرد و مدت دوره بهره برداری از مزرعه زعفران در اصفهان صورت گرفت اعلام شد که بالاترین عملکرد و دوره بهره برداری از بالاترین تراکم و عمیق ترین عمق کاشت (۲۰ سانتی متر) به میزان ۵/۰۸ کیلوگرم محصول در هکتار در سال سوم به دست آمد.

کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) که اثر سطوح مختلف دور آبیاری و اندازه بنه بر عملکرد زعفران را مورد بررسی قرار دادند اعلام نمودند که بیشترین عملکرد کلاله ی خشک (۳۷۳/۸ میلی گرم در مترمربع) در بنه های مادری بیش از ۱۰ گرم تولید شد. نتایج آن ها نشان داد که اندازه بنه مادری نقش مهمی در افزایش تعداد گل و عملکرد کلاله ایفا می کند. بنه های بزرگ تر انرژی بیشتری برای قسمت های زیرزمینی گیاه فراهم می کنند و این می تواند علت افزایش تعداد گل و عملکرد کلاله در بنه های درشت باشد. در بررسی قبادی و همکاران (Ghobadi et al., 2014) نیز بیشترین عملکرد به میزان ۰/۲۹۹ گرم مربوط به بنه های با وزن ۱۴-۱۰ گرم در تاریخ کشت ۲۰ خردادماه بود.

بنه ۱۲-۱۰/۱ و عمق کاشت ۲۰ سانتی متر به دست آمد (جدول ۸) که این مقدار حدود ۲۹۵ درصد بیش تر از کمترین مقدار آن که از اثر متقابل تیمارهای وزن بنه ۶-۴ و عمق کاشت ۱۰ سانتی متر به دست آمده است می باشد. در آزمایش نادری درباغشاهی و همکاران (Naderi- Darbaghshahi et al., 2008) نیز تأثیر عمق کاشت بر طول لوله گل در سال های دوم و سوم در سطح ۵ درصد معنی دار شد مثلاً در سال دوم طول لوله گل در عمق ۲۰ سانتی متر با میزان ۳/۳۱۷ سانتی متر به طور معنی داری از طول لوله گل در تیمار ۱۵ سانتی متر با میزان ۲/۹۱۳ سانتی متر بیش تر بود. گلوی و همکاران (Galavi et al., 2008) هم اعلام کردند که با افزایش عمق کاشت و کنترل دما، طول کلاله افزایش پیدا کرد به نحوی که بیشترین میزان طول کلاله در اثر متقابل عمق ۲۰ سانتی متر و مالچ به دست آمد اما این افزایش معنی دار نبود. اندازه بنه تأثیر معنی داری بر طول کلاله و خامه داشت و همراه با افزایش اندازه بنه طول کلاله و خامه نیز افزایش یافت. به نظر می رسد که بنه های بزرگ تر با دارا بودن ذخایر غذایی بیش تر و سرعت سبز شدن بالاتر سبب استفاده بهتر آن ها از منابع در طی فصل رشد شد که همین امر به دلیل افزایش میزان رشد رویشی و زایشی، موجب بهبود طول کلاله و خامه زعفران شد (Alipoor Miandehi et al., 2014).

اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر وزن کلاله خشک در واحد سطح معنی دار بود (جدول ۶). بر این اساس بیشترین مقدار وزن کلاله خشک مربوط به اثر متقابل تیمارهای وزن بنه ۱۲-۱۰/۱ گرم و عمق کاشت ۲۰ سانتی متر و کمترین آن مربوط به اثر متقابل تیمارهای وزن بنه ۶-۴ گرم و عمق کاشت ۱۰ سانتی متر به ترتیب با میانگین ۰/۵۳۹۳ و ۰/۰۵۳۰ گرم در مترمربع بود (جدول ۸). همان طور که ذکر شد تعیین عمق مناسب کاشت در حفاظت بنه ها از سرمای زمستان و گرمای تابستان اهمیت زیادی دارد از این رو به نظر می رسد پایین بودن

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 ²	عملکرد تر گل Fresh flower yield (g.m ⁻²)	عملکرد خامه خشک Dry style weight (mg.m ⁻²)	طول خامه Style length (mm)	عملکرد کالاه خشک Dry stigma yield (g.m ⁻²)
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 کالاه 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. 3rd 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 4th 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.). 4th 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., Siyahmargui, 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 Razavian¹, Parviz Rezvani Moghaddam^{2*} and Ghorban Ali Asadi³

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⁻² 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⁻²) was related to 10.1-12 g corm weight treatment. Deeper planting (20 cm) produced the high corm yield (938.86 g.m⁻²). 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