نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)
جلد دهم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۱
شماره صفحه: ۱۳-۱
http://dx.doi.org/10.22077/JSR.2018.1579.1061

مقاله پژوهشی:

تاثیر کشت پرتراکم و وزن بنه مادری بر رشد رویشی، گلدهی و محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی زعفران (*Crocus sativus* L.)

محمد حسین امینی فرد[۱*]، معصومه شاکری[۲]، محمد علی بهدانی[۳]، سید جلال طباطبایی[۴]

۱- دانشیار، گروه علوم باغبانی و مرکز پژوهشی گیاهان ویژه منطقه، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، گرایش فیزیولوژی گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۳-استاد، گروه پژوهشی زعفران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۴-استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد تهران، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: *Email: mh.aminifard@birjand.ac.ir*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۰۷

چکیده

استفاده از روش کشت پرتراکم و بنه‌های مادری دارای وزن مناسب برای تسریع آغاز دوره بهره‌برداری اقتصادی از مزرعه زعفران و حصول عملکرد مطلوب حتی در اولین سال کاشت مزرعه دارای اهمیت است. به‌منظور بررسی اثر کشت پرتراکم و وزن بنه بر خصوصیات زعفران، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بیرجند انجام شد. تیمارها شامل سه سطح تراکم کاشت (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ بنه در مترمربع) و سه سطح وزن بنه شامل ۰/۱ تا ۴ گرم (بنه ریز)، ۴/۱ تا ۸ گرم (بنه متوسط) و ۸/۱ تا ۱۲ گرم (بنه درشت) بودند. نتایج نشان داد که تراکم کاشت و وزن بنه مادری تاثیر معنی‌داری بر وزن ترگل، عملکرد خشک کلاله و وزن تر برگ داشت. بیشترین عملکرد خشک کلاله به میزان ۲/۴۱ کیلوگرم در هکتار از تیمار بنه‌های درشت و تراکم ۳۰۰ بنه در مترمربع و کمترین عملکرد به مقدار ۰/۰۳۵ کیلوگرم در هکتار از تیمار کاشت بنه‌های مادری ریز با تراکم ۱۰۰ بنه در مترمربع حاصل شد. همچنین بیشترین متوسط وزن تر گل و وزن تر برگ از بنه‌های درشت و تراکم ۳۰۰ بنه در متر مربع حاصل گردید. نتایج بیانگر تاثیر معنی‌دار وزن بنه بر صفات مربوط به برگ (طول برگ، وزن تر و خشک برگ، کلروفیل a، b و کلروفیل کل برگ) بود و بیشترین میزان این صفات از بنه‌های درشت حاصل شد. همچنین بیشترین و کمترین صفات مربوط به گلدهی (وزن گل تر، عملکرد گل تر و کلاله خشک) به ترتیب در بنه‌های درشت و ریز مشاهده شد. بر اساس نتایج این آزمایش، تراکم کاشت و وزن بنه مادری، تاثیر مهمی بر خصوصیات رشدی و عملکرد زعفران داشت و استفاده از بنه‌های مادری درشت و تراکم کاشت ۳۰۰ بنه در مترمربع، نقش موثری در افزایش عملکرد زعفران نسبت به سایر تیمارها داشت.

واژه‌های کلیدی: تراکم، تعداد برگ، عملکرد کلاله، وزن برگ، وزن تر گل.

مقدمه

گیاه دارویی زعفران از جمله گیاهان بومی ایران است که زراعت آن در کشور ما از قدمت ۳۰۰۰ ساله برخوردار است (Beiki et al., 2010). این گیاه عمدتاً در مناطق مدیترانه‌ای و غرب آسیا و در مناطق کم‌باران که دارای زمستان سرد و تابستانی گرم می‌باشند، گسترش دارد (Sepaskhah & Kamgar-Haghighi, 2009). زعفران دارای ساقه زیرزمینی و پیاز توپر به نام بنه است که به علت نرعقیم بودن گیاه، از آن برای کشت و تکثیر استفاده می‌شود (Namin et al., 2010). ترکیبات دارویی زعفران، دارای اثرات فارماکولوژیک متعددی از جمله خواص ضدسرطانی (Nair et al., 1991) و ضد افسردگی (Moshiri et al.,2006) می‌باشد. مدیریت صحیح تراکم کاشت، یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در میزان عملکرد زعفران می‌باشد. تراکم زعفران در مناطق زعفران‌کاری بستگی به روش کشت، دانش بومی کشاورزان و وزن بنه‌های مورد استفاده، متفاوت می‌باشد (Mollafilabi, 2004). اکثر پژوهش‌های انجام یافته در ایران تراکم ۵۰ بوته در مترمربع را در کشت ردیفی برای حصول حداکثر عملکرد زعفران توصیه نموده‌اند (Kafi, 2002). از سویی دیگر، کشت زعفران در تراکم پایین ممکن است از لحاظ اقتصادی به‌ویژه در سال اول قابل توجیه نباشد. محمدآبادی و همکاران (Mohammad-Abadi et al., 2007) نشان دادند که تراکم کاشت تاثیر معنی‌داری بر عملکرد گل و کلاله دارد. همچنین وزن تر و خشک برگ، در تراکم بالاتر بیشتر می‌شود. نتایج ارزیابی دو سطح تراکم کم (۵۵ بنه در مترمربع) و تراکم بالا (۷۵ بنه در مترمربع) در زعفران نشان داد که افزایش تراکم تاثیر مثبتی بر تعداد گل در واحد سطح می‌گذارد که متعاقباً عملکرد کلاله را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Gresta et al., 2009). با توجه به اینکه در تراکم‌های پایین عملکرد زعفران در سال اول کشت از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر نیست، به نظر می‌رسد با استفاده از الگوهای کشت پرتراکم، می‌توان تا حدودی عملکرد اولیه را جبران کرد. از این‌رو اجرای الگوهای کشت پرتراکم زعفران تا حدود ۴۰۰ بنه در مترمربع ممکن است به عنوان یک راهکار جهت جبران کاهش عملکرد در نظر گرفته شود (Koocheki et al.,2011).

وزن بنه یکی از عوامل مهمی است که ظرفیت زعفران را برای گلدهی تعیین می‌کند (Alipoor Miandehi et al., 2015). یکی از دلایل پایین بودن عملکرد در مزارع سنتی ایران استفاده از بنه‌های کوچک مزارع قدیمی به عنوان بذر است (Hemmati Kakhk., 2003). این درحالی است که در اسپانیا بنه‌های درشت و سالم مزارع چهار ساله مورد کشت قرار می‌گیرند (RashedMohassel et al., 1989). مطالعه قلی‌زاده و همکاران (Gholizade et al., 2016) تاثیر معنی‌دار اثر وزن بنه بر طول کلاله را نشان داد و مشخص گردید بیشترین طول کلاله حاصل از بنه‌های با وزن ۱۲-۸/۱ گرم بود. همچنین نتایج تحقیق حسن‌زاده اول و همکاران (Hassanzadehaval et al., 2013) نشان داد افزایش وزن بنه 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. در تحقیق دیگری افزایش وزن خشک ریشه و نیز وزن خشک بنه‌های زعفران در نتیجه کاشت بنه‌های ۶ تا ۸ گرمی در مقایسه با بنه‌های ۲ تا ۴ و همچنین ۴ تا ۶ گرمی گزارش شده است (Sabet Teimouri et al., 2013). طبق توضیحات ذکر شده و همچنین اهمیت تراکم و وزن بنه بر عملکرد زعفران و ضرورت انجام تحقیقات بیشتر در مناطق زعفران‌کاری، ارزیابی کشت پرتراکم و وزن بنه بر عملکرد زعفران در منطقه بیرجند به عنوان هدف اصلی این پژوهش بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل، تراکم کاشت در سه سطح (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ بنه در متر مربع) و وزن بنه در سه سطح (۰/۱ تا ۴ گرم (ریز)، ۴/۱ تا ۸ گرم (متوسط) و ۸/۱ تا ۱۲ گرم (درشت) تعیین شدند. قبل ازکشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق ۰تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری مرکب شد (جدول۱). پس از عملیات آماده‌سازی

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش
Table 1. Physical and chemical properties of soil used in the experiment

بافت Texture	شاخص واکنش pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر مربع) EC ($ds.m^{-1}$)	مواد آلی (درصد) Organic Matter (%)	نیتروژن کل N total (%)	پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)
لومی Loam	7.7	2.3	0.68	0.06	220	40

زمین شامل شخم اولیه، دیسک و تسطیح زمین، کرت-هایی به ابعاد ۱× ۲ متر ایجاد شد. فاصله بین کرت‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر (با احتساب جوی‌های آبیاری)، در نظر گرفته شد. از آنجایی که انتخاب بنه مرغوب جهت کاشت در ایجاد عملکرد بالا حائز اهمیت است، لذا بنه سالم و بدون زخم و خراشیدگی و عاری از هر نوع بیماری از شهرستان قائن برای کشت تهیه شد. بنه‌های زعفران پس از جداسازی قسمتی از پوشش سطحی و توزین در گروه‌های وزنی ذکر شده طبقه‌بندی و در مهرماه ۱۳۹۵ براساس نقشه طرح آزمایشی در شیارهایی با عمق ۲۰ سانتی‌متر و فاصله ردیف‌ها و فاصله بنه‌ها بر اساس تراکم‌های مورد نظر در طرح کاشته شدند. بطوریکه برای تراکم ۱۰۰ بنه در مترمربع فاصله بین ردیف۱۰سانتی‌متر و فاصله بنه‌ها در روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر، برای تراکم ۲۰۰ بنه در مترمربع فاصله بین ردیف ۱۰سانتی‌متر و فاصله بنه‌ها ۵ سانتی‌متر و برای تراکم ۳۰۰ بنه در مترمربع فاصله بین ردیف ۱۰سانتی‌متر و فاصله بنه‌ها ۳/۲۵ سانتی‌متر محاسبه گردید. آبیاری اول (به صورت سیفونی) پس از کاشت و به صورت سنگین به نحوی که تمام کرت غرقاب شود، انجام شد. بعد از آن نیز یک مرتبه سله‌شکنی خاک جهت ظهور گل‌ها صورت گرفت و آبیاری‌های بعدی طبق عرف منطقه به فاصله زمانی هر یک ماه انجام گرفت. گل‌های زعفران در ساعات اولیه صبح از نیمه آبانماه تا ۵ آذرسال ۱۳۹۵به صورت روزانه جمع‌آوری، شمارش و توزین شد. ویژگی‌های مورد بررسی شامل متوسط وزن تر گل برحسب گرم، متوسط وزن خشک خامه بر حسب گرم، عملکرد گل تر و عملکرد خشک کلاله بر حسب کیلوگرم درهکتار، تعداد برگ در بوته، طول برگ بر حسب سانتی‌متر و متوسط وزن تر و خشک برگ بر حسب گرم در کل مساحت هر کرت اندازه گیری شد. متوسط وزن تر گل و متوسط وزن خشک خامه فقط یکبار در اواسط مرحله گلدهی اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری ویژگی‌های رویشی گیاه شامل طول برگ، وزن برگ و نیز رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b و کلروفیل کل) از برگ‌های جوان توسعه یافته در مرحله رشد رویشی زعفران در ۱۵ اسفند ۹۵ انجام شد. اندازه‌گیری مقادیر کلروفیلa، b و کلروفیل کل با استفاده از روش آرنون (Arnon,1976) انجام گرفت. برای این منظور ۰/۲ گرم از بافت تر برگ در ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد ساییده، سپس حجم محلول با استون به ۲۰ میلی‌لیتر رسید. محلول حاضر به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور سانتریفیوژ گردید. سپس میزان کلروفیل a در طول موج ۶۶۳ نانومتر و کلروفیل b در طیف جذبی ۶۴۵ نانومتر قرائت و اندازه‌گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش، از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

وزن ترگل

نتایج حاصل از آزمایش، بیانگر تاثیر معنی‌دار تراکم کاشت، وزن بنه مادری و برهمکنش آنها بر متوسط وزن تر گل بود (جدول ۲). با توجه به نتایج اثر متقابل تیمارها، بیشترین متوسط وزن تر گل (۰/۳۹۳ گرم) از تیمار بنه‌های مادری درشت و تراکم ۳۰۰ بنه در متر مربع و کمترین (۰/۳۳۳ گرم) آن از بنه‌های ریز و تراکم ۳۰۰ بنه در متر مربع حاصل شد، بطوریکه تفاوت بین این دو تیمار ۱۸ درصد بود (جدول ۸).

جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر وزن بنه مادری و تراکم کاشت بر برخی صفات مرتبط با گلدهی زعفران

Table 2. Mean square for the effect of corms weight and plant density on some flowering traits in saffron

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	متوسط وزن تر گل Average of flower fresh weight	عملکرد گل تر Fresh flower yield	متوسط وزن خشک خامه Average of dry style weight	متوسط طول کلاله Average of stigma length	عملکرد خشک کلاله Dry stigma yield
بلوک Block	2	0.00089**	28.7079^{ns}	2.462^{ns}	2.051^{ns}	0.001^{ns}
وزن بنه Corm weight	2	0.0068**	74999.5064**	3.629^{ns}	45.293**	12.867**
تراکم کاشت plant density	2	0.0003*	24236.0214**	4.574^{ns}	5.710^{ns}	2.522**
وزن بنه*تراکم کاشت Corm weight× density	4	0.0024**	26186.7602**	7.851^{ns}	0.685^{ns}	0.630**
خطا Error	16	0.00009	434561.5591	2.265	3.126	37.24

**،* وns به ترتیب معنی‌دار درسطح احتمال یک درصد،پنج درصدوعدم معنی‌دار.

* and** are significant at 5 and 1% probability levels and ns: is non-significant, respectively.

جدول۳. مقایسه میانگین اثر ساده وزن بنه مادری بر صفات مرتبط با گلدهی زعفران

Table 3. Mean comparisons for the simple effects of mother corm weight on some flowering traits in saffron

وزن بنه مادری Corm weight (g)	متوسط وزن تر گل (گرم) Average of flower fresh weight (g.)	عملکرد گل تر (کیلوگرم در هکتار) Fresh flower yield ($kg.ha^{-1}$)	متوسط وزن خشک خامه (گرم) Average of dry style weight(g)	متوسط طول کلاله (میلی‌متر) Average of stigma length (mm)	عملکرد کلاله خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry stigma yield ($kg.ha^{-1}$)
0.1-4	0.342^{c}	3.94^{c}	0.0011^{a}	25.79^{b}	0.045^{c}
4.1-8	0.362^{b}	61.26^{b}	0.0012^{a}	28.03^{a}	0.95^{b}
8.1-12	0.381^{a}	132.78^{a}	0.0012^{a}	28.86^{a}	1.73^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

In each column means with the same letter are not significantly different at 5% probability level.

جدول۴. مقایسه میانگین اثر ساده تراکم کاشت بر برخی صفات مرتبط با گلدهی زعفران

Table 4. Mean comparisons for simple effects of plant density on some flowering indices of saffron

تراکم کاشت Plant density (corme per m^2)	متوسط وزن تر گل (گرم) Average of flower fresh weight (g.)	عملکرد گل تر (کیلوگرم در هکتار) Fresh flower yield ($kg.ha^{-1}$)	متوسط وزن خشک خامه (گرم) Average of dry style weight(g)	متوسط طول کلاله (میلی‌متر) Average of stigma length (mm)	عملکرد کلاله خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry stigma yield ($kg.ha^{-1}$)
100	0.363^a	38.46^b	0.0011^a	28.17^a	0.590^c
200	0.365^a	51.87^b	0.0012^a	27.46^a	0.824^b
300	0.356^b	107.65^a	0.0012^a	27.06^a	1.323^a

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

In each column means with the same letter are not different significantly at 5% probability level.

صادقی و همکاران (Sadeghi et al,. 2014)، درسال اول کاشت، گزارش کردند، که در تراکم کاشت ۸۰ بنه در متر مربع بیشترین وزن تر گل و در تراکم کاشت ۴۰ بنه در متر مربع کمترین وزن تر گل بدست آمد. محمدآبادی و همکاران ,.Mohammad-Abadi et al (2007) نشان دادند تراکم کاشت تاثیر معنی‌داری بر عملکرد وزن تر گل و عملکرد خشک کلاله داشت. طی تحقیقی با بکارگیری بنه‌های زعفران با اندازه متوسط و کوچک، اعلام شد که وزن گل و کلاله تر در واحد سطح، با اندازه بنه متوسط افزایش یافت و این محققین، کشت بنه‌هایی با قطر ۳ سانتی‌متر به بالا با وزن تقریبی ۱۰ گرم را برای کشت توصیه نمودند (De Juan et al.,2003). از آن جا که گل زعفران قبل از هر اندام هوایی دیگر ظاهر می‌شود و تشکیل گل و عملکرد اقتصادی زعفران در هر سال وابسته به ذخیره مواد فتوسنتزی در بنه زعفران در فصل زراعی قبل از آن می‌باشد، به‌طوری که بنه در طی سال بعد، مواد فتوسنتزی مازاد خود را جهت تشکیل بنه‌های جدید و همچنین آغازش و تکامل گل به اندام‌های زیرزمینی منتقل می‌نماید (Nassiri-Mahallati et al., 2008). بر این اساس به نظر می‌رسد عملکرد زعفران در گروه-های وزنی بالاتر به توانایی بیشتر این بنه‌ها در تولید جوانه‌های زایشی در نتیجه وجود ذخایر غذایی بیشتر مربوط باشد (Mashayekhi et al., 2006).

عملکرد گل تر

طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر تراکم کاشت و وزن بنه و برهمکنش این دو عامل بر عملکرد گل تر معنی‌دار شدند (جدول۲). با توجه به نتایج اثر متقابل تیمارها، بیش‌ترین عملکرد گل تر از تیماربنه‌های درشت و تراکم کاشت ۳۰۰ بنه در متر مربع به میزان ۱۶۱/۴۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان آن (۳/۴۶ کیلوگرم در هکتار) از تیمار بنه‌های ریز و تراکم ۱۰۰ بنه در متر مربع به‌دست آمد (جدول۸). طی تحقیقی نصیری محلاتی و همکاران ,.Nassiri-Mahallati et al (2008) اعلام کردند گروه‌های وزنی ۱۲-۹ و ۱۵-۱۲ گرم از نظر تعداد گل نسبت به گروه‌های وزنی کمتر شامل ۶-۳ و ۹-۶ گرم برتری داشتند. عزیزی‌زهان و همکاران (Azizi Zohan et al., 2008) نیز اعلام کردند که بنه‌های با وزن بیش از ۸ گرم نقش اصلی را در گلدهی اعمال می‌کنند. تحقیقات مختلفی در زمینه استفاده از کشت‌های پر تراکم بنه زعفران بر عملکرد آن انجام گرفته است به عنوان مثال، کوچکی و همکاران (.Koocheki et al., 2009) با مطالعه الگوهای مختلف کشت (ردیفی، تصادفی و کپه‌ای) و تراکم‌های مختلف بنه (۴، ۸ و ۱۲ تن در هکتار) دریافتند که بیشترین عملکرد زعفران در تیمار کشت ردیفی همراه با ۱۲ تن بنه در هکتار به دست آمد. استفاده از تراکم‌های بالا، منجر به حضور تعداد بنه بیشتر در واحد سطح می‌شود که انتظار می‌رود افزایش تعداد بنه در واحد سطح، تعداد گل بیشتر و متعاقباً وزن گل بیشتری را به دنبال داشته باشد (Sadeghi et al., 2014). البته به نظر

می‌رسد که عملکرد گل و کلاله زعفران و سایر صفات رویشی در سال دوم هم افزایش یابد، اما در تراکم‌های بالای کاشت (۳۰۰ و ۴۰۰ بنه در متر مربع)، با توجه به احتمال رقابت بین بنه‌ها برای جذب آب و مواد غذایی از سال سوم به بعد عملکرد زعفران کاهش خواهد یافت، که در این مورد در تحقیقی، تمپرینی و همکاران (Tempperini et al., 2009) با بررسی سن مزارع زعفران (یک ساله، دوساله، سه ساله وچهارساله) و تراکم بنه زعفران (کم تراکم، متوسط تراکم و پرتراکم) دریافتند که عملکرد کلاله زعفران در سال دوم افزایش یافت اما درطی سال سوم و بخصوص سال چهارم عملکرد زعقران در تراکم های بالا کاهش یافت.

وزن خامه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تراکم کاشت و وزن بنه و همچنین برهمکنش آنها بر وزن تر و خشک خامه گیاه معنی دار نشد. بر خلاف نتایج تحقیق حاضر، صدیقی و همکاران (Sadeghi et al., 2014)، اظهار داشتند با افزایش تراکم کاشت وزن خامه افزایش یافت.

طول کلاله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها اثر ساده وزن بنه بر متوسط طول کلاله معنی‌دار بود و تراکم کاشت و برهمکنش این دو عامل تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین متوسط طول کلاله (۲۸/۸۶میلی‌متر) از تیمار بنه‌های درشت بدست آمد که با بنه‌های با وزن متوسط تفاوت معنی‌دار آماری نداشت و کمترین طول کلاله (۲۵/۷۹ میلی‌متر) از بنه‌های ریز حاصل شد، بطوریکه بنه‌های درشت نسبت به بنه‌های ریز، متوسط طول کلاله را به میزان ۱۱/۹ درصد افزایش داد (جدول۳). قلی زاده و همکاران (Gholizade et al., 2016) طی تحقیقی مشابه بیان داشتند اثر وزن بنه بر متوسط طول کلاله معنی‌دار بود و مشخص گردید بیشترین متوسط طول کلاله (۲۵/۵ میلی‌متر) حاصل از بنه‌های با وزن ۱-۸/۱۲ گرم بود. علیپور و همکاران (AlipoorMiandehi et al., 2015.) نیز در نتایجی مشابه بیان کردند که، اندازه بنه زعفران تاثیر 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 طول رشد شده که همین امر بدلیل افزایش میزان رشدزایشی، موجب بهبود طول کلاله زعفران شده است.

عملکرد کلاله

نتایج حاکی از تاثیر معنی‌دار اثر تراکم کاشت و وزن بنه مادری و اثر متقابل این دو عامل بر عملکرد خشک کلاله بود (جدول۲). با توجه به نتایج اثر متقابل تیمارها، بیشترین عملکرد خشک کلاله (۰/۴۱۵۰ گرم در متر مربع) از تیمار بنه‌های درشت و تراکم ۳۰۰ بنه در متر مربع و کمترین آن در تیمار بنه‌های ریز و تراکم ۱۰۰ بنه در متر مربع مشاهده شد (جدول ۸). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) در تحقیقی مشابه بیان کردند که، وزن کلاله در هکتار در بنه‌های مادری درشت به مراتب بیشتر از بنه‌های ریز بود. همچنین طی آزمایشی مشخص گردید استفاده از بنه-های با قطر بیش از ۳ 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 ریشه ها، رشد و استقرار زودتر بنه دختری در خاک دانست (Mollafilabi, 2004). به نظر می‌رسد که عملکرد بالاتر در بنه‌های بزرگتر به توانایی بیشتر آن‌ها در افزایش تولید جوانه‌های زایشی در نتیجه وجود ذخایر غذایی بیشتر مربوط باشد (Gresta et al., 2008). همچنین گزارش شد که افزایش تراکم کاشت از دو به هشت بنه در هر کپه بطور معنی‌داری منجر به افزایش عملکرد کلاله و شاخص برداشت زعفران شد (NaderiDarbaghshahi et al., 2008). محققین بیان نمودند که، تراکم بالای کاشت زعفران می‌تواند با تسریع گلدهی و با بهره برداری زودتر از عوامل محیطی نظیر آب، مواد غذایی، نور و خاک باعث افزایش کارایی اقتصادی زعفران گردد (Koocheki et al., 2011). با توجه به اینکه زعفران گیاهی چند ساله است و در سال اول و دوم عملکرد بخش‌های اقتصادی گیاه از جمله کلاله و پدازه ناچیز است، با افزایش تعداد ردیف‌های کاشت و کاهش فواصل بوته‌ها می‌توان عملکرد بهتری را داشت، البته با انتخاب تعداد بوته مناسب در واحد سطح

می‌توان از رقابت بنه‌ها در سال‌های بعد جلوگیری کرد و عملکرد بالاتری را انتظار داشت (Koocheki et al., 2010).

طول برگ

همان طور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می-شود، متوسط طول برگ در این آزمایش تحت تاثیر معنی‌دار وزن بنه قرار گرفت. درحالی‌که تراکم کاشت و اثر متقابل این دو عامل نتوانستند افزایش معنی‌داری در طول برگ نشان دهند (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین طول برگ به میزان ۳۲/۰۴ سانتی‌متر از تیمار بنه‌های درشت حاصل شد که با تیمار بنه‌های متوسط تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین آن به میزان ۲۶/۵۰ سانتی‌متر از تیمار بنه‌های ریز به دست آمد ، بطوریکه بنه‌های درشت نسبت به بنه های ریز، طول برگ را به میزان ۲۰/۹ درصد افزایش داد (جدول ۶). مشابه نتایج ما نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri-Mahallati et al., 2008) گزارش کردند که وزن بنه تاثیر معنی‌داری بر طول برگ داشت و بنه‌های با وزن بالا دارای برگ‌های طویل‌تری بودند. همچنین محققین در نتایج خود تاثیر مثبت وزن بنه را بر طول برگ زعفران گزارش کردند (Pandey & Srivastava, 1979). بطور کلی در بنه‌های بزرگ‌تر تقسیم سلولی و در نتیجه آن رشد برگ‌ها زودتر اتفاق می‌افتد و همین امر دلیل افزایش طول برگ بنه‌های بزرگ را نشان می‌دهد. همچنین ظهور زودتر برگ‌ها در بنه‌های بزرگ‌تر سبب استفاده بهتر از منابع و رشد بهتر می‌گردد که به دنبال آن افزایش طول برگ را در پی خواهد داشت.

جدول ۵. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر وزن بنه و تراکم کاشت بر برخی صفات مرتبط با رشد رویشی و محتوای کلروفیل برگ در گیاه زعفران

Table 5. Analysis of variance of the of corms weight and plant density on some of saffron vegetative traits

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	تعداد برگ Number of leaf	طول برگ Average of leaf length	وزن خشک برگ Average of leaf dry weight	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll
بلوک Block	2	0.4320^{ns}	42.89^{ns}	0.00063^{ns}	0.304686^{ns}	0.005405^{ns}	0.061249**
وزن بنه Corm weight	2	10.4062**	169.060**	0.00268**	0.94762**	0.123653**	0.021028*
تراکم کاشت Plant density	2	0.2868^{ns}	3.7502^{ns}	0.00013^{ns}	0.089616^{ns}	0.002041^{ns}	0.005143^{ns}
وزن بنه×تراکم کاشت Corm weight× density	4	0.1680^{ns}	8.8467^{ns}	0.00054^{ns}	0.134333^{ns}	0.000765^{ns}	0.007231^{ns}
خطا Error	16	0.5944	18.87	0.00030	9.047	0.3973	0.004267

**،* وns به ترتیب معنی دار درسطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم معنی دار.

* and** are significant at 5 and 1% probability levels and ns: is non-significant, respectively.

جدول۶. مقایسه میانگین اثر ساده وزن بنه بر برخی صفات مرتبط با رویشی و محتوای کلروفیل برگ در گیاه زعفران

Table 6. Mean comparisons for simple effects of corm weight on vegetative traits and leaf chlorophyll content of saffron

وزن بنه مادری (گرم) Corm weight (g)	متوسط طول برگ (سانتی‌متر) Average of leaf length (cm)	تعداد برگ در گیاه Number of leaf per plant	متوسط وزن خشک برگ (گرم) Average of leaf dry weight (g)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) Chlorophyll a (mg. g^{-1} FW)	کلروفیل b (میلی‌گرم برگرم وزن تر برگ) Chlorophyll b (mg. g^{-1} FW)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) Total chlorophyll (mg. g^{-1} FW)
0.1-4	26.50^{b}	5.145^{c}	0.090^{b}	1.64^{b}	0.387^{b}	3.89^{b}
4.1-8	31.53^{a}	5.978^{b}	0.109^{a}	2.02^{a}	0.413^{b}	4.27^{ab}
8.1-12	32.04^{a}	6.663^{a}	0.112^{a}	2.05^{a}	0.542^{a}	4.42^{a}

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

In each column means with the same letter are not different significantly at 5% probability level.

جدول۷. مقایسه میانگین اثر ساده تراکم کاشت بر برخی صفات مرتبط با رویشی زعفران

Table 7. Mean comparisons for simple effects of plant density on some of saffron vegetative traits

تراکم کاشت Planting density (Corm.m^{2})	متوسط طول برگ (سانتی متر) Average of leaf length (cm)	تعداد برگ در گیاه Number of leaf per plant	متوسط وزن خشک برگ (گرم) Average ofleaf dry weight (g)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Chlorophyll a (mg. g^{-1}f.w)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Chlorophyll b(mg. g^{-1}f.w)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Total chlorophyll (mg. g^{-1}f.w)
100	29.56^{a}	6.07^{a}	0.107^{a}	1.97^{a}	0.43^{a}	4.30^{a}
200	30.47^{a}	5.88^{a}	0.103^{a}	1.83^{a}	0.45^{a}	4.17^{a}
300	30.03^{a}	5.83^{a}	0.101^{a}	1.90^{a}	0.45^{a}	4.11^{a}

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

In each column means with the same letter are not different significantly at 5% probability level.

تعداد برگ

نتایج آماری حاصل از تجزیه واریانس، بیانگر تاثیر معنی‌دار وزن بنه بر تعداد برگ زعفران بود. اما، اثر تراکم کاشت و برهمکنش این دو عامل بر تعداد برگ زعفران معنی‌دار نگردید (جدول ۵). با توجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۶)، بیشترین تعداد برگ (۶/۶۶۳ در بوته) در بنه‌های درشت و کمترین آن (۵/۱۴۵ در بوته) در بنه‌های ریز به دست آمد، بطوریکه تعداد برگ در بنه‌های درشت نسبت به بنه های ریز، به میزان ۲۹/۵ درصد افزایش یافت. ثابت تیموری و همکاران (Sabet Teimouri et al., 2013.) بالاترین تعداد برگ را در نتیجه کاشت بنه‌های بزرگ گزارش کردند که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت. همچنین در تحقیقی که نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri-Mahallati et al., 2008) انجام دادند، مشخص گردید که اثر وزن بنه بر تعداد برگ در سال اول آزمایش معنی‌دار بود و با افزایش وزن بنه میانگین این صفت افزایش یافت. محققین نیز اظهار داشتند که افزایش قطر بنه در احتمال روئیدن برگ‌ها، تعداد برگ-ها و درصد گل آوری زعفران نقش مثبتی دارد (Pandey & Srivastava, 1979). به نظر می‌رسد که افزایش وزن بنه با افزایش قدرت تقسیم سلول و افزایش

جدول۸. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل وزن بنه مادری و تراکم کاشت بر برخی صفات مرتبط با گل زعفران

Table 8. Mean comparisons for interaction e effects of corm weight and plant density on some of saffron flower traits

وزن بنه Corm weight (g)	تراکم کاشت (تعداد بنه در مترمربع) Plant density (Corm.m^2)	متوسط وزن تر گل(گرم) Average of flower fresh weight (g.)	عملکرد گل تر (کیلوگرم در هکتار) Fresh flower yield (kg.ha^{-1})	عملکرد کلاله خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry stigma yield (kg.ha^{-1})
0.1-4.0	100	0.348^{c}	3.46^{c}	0.035^{e}
	200	0.345^{c}	3.60^{c}	0.049^{e}
	300	0.333^{d}	4.76^{c}	0.052^{e}
4.1-8..0	100	0.354^{bc}	45.61^{bc}	0.535^{d}
	200	0.381^{a}	81.48^{b}	0.839^{d}
	300	0.344^{cd}	56.69^{bc}	1.499^{bc}
8.1-12.0	100	0.388^{a}	66.30^{b}	1.20^{c}
	200	0.362^{b}	70.53^{b}	1.585^{b}
	300	0.393^{a}	161.49^{a}	2.41^{a}

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

In each column means with the same letter are not different significantly at 5% probability level.

سرعت تکثیر بتواند باعث افزایش تعداد برگ و سطح برگ و خصوصیات رویشی گیاه گردد (AlipoorMiandehi et al., 2015).

وزن برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که متوسط وزن خشک برگ تحت تاثیر وزن بنه مادری قرار گرفت، در حالی‌که تراکم کاشت و برهمکنش این دو عامل، نتوانستد وزن خشک برگ را تحت تاثیر خود قرار دهند (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر وزن بنه نشان داد کمترین وزن خشک برگ (۰/۰۹۰ گرم) از تیمار بنه‌های ریز و بیشترین میزان آن (۰/۱۱۲ گرم در بوته) از بنه‌های درشت حاصل گردید که با تیمار بنه‌های متوسط تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۶). وزن خشک برگ، در بنه‌های درشت نسبت به بنه‌های ریز، به میزان ۲۴ درصد افزایش یافت. در مطالعه‌ای با کاربرد بنه‌های با اندازه متفاوت اعلام کردند که بنه‌های بزرگ، تعداد و وزن خشک برگ را افزایش می‌دهد (Amirshekari et al., 2008). با توجه به افزایش تعداد و طول برگ در تیمار بنه‌های با وزن بیشتر، افزایش وزن تر و خشک برگ دور از انتظار نخواهد بود. طی مطالعه‌ای تاثیر تراکم کاشت بر وزن خشک برگ و برخی صفات مرتبط با قابلیت هضم زعفران، مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد، فاصله کاشت تاثیر معنی‌داری بر عملکرد خشک برگ داشت و با افزایش تراکم وزن تر و خشک برگ افزایش یافت (Mohammad-Abadi et al., 2007). محققین نیز نتیجه گرفتند که تراکم کاشت بنه زعفران بر وزن تر و خشک برگ زعفران موثر می‌باشد (Naderi&Khage – Bashi, 2008) به طوری که با افزایش تراکم وزن خشک برگ افزایش می‌یابد. با افزایش تراکم بنه به دلیل استقرار بهتر، رشد رویشی گیاه بهبود می‌یابد (RezvaniMoghaddam et al., 2013) که همین امر سبب افزایش وزن تر و خشک برگ گردیده است.

کلروفیل a ، b و کل

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، مشخص شد، که تنها اثر وزن بنه بر میزان کلروفیلa، b و کل معنی‌دار بود و اثر تراکم کاشت و برهمکنش این دو عامل، تاثیر معنی-داری بر این صفات نداشتند (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد با افزایش وزن بنه کلروفیل a، b و کل افزایش یافت به‌طوریکه بیشترین میزان این

صفات، از تیمار بنه‌های درشت و کمترین آن از بنه‌های ریز حاصل شد (جدول۶). به نظر می‌رسد استفاده از بنه‌های بزرگ‌تر در توسعه بهتر سیستم ریشه‌ای و اندام-های فتوسنتزکننده هوایی دارای نقش باشد، به‌طوری که در تحقیقی بیان شد که استفاده از بنه‌های درشت باعث افزایش تعداد و وزن ریشه در زعفران می‌گردد (Amirshekari et al., 2008). از این‌رو گسترش حوزه فعالیت ریشه در جذب مواد غذایی از خاک و توسعه رشد گیاه اثر گذار خواهد بود. از آن جا که در ابتدای پاییز و قبل از ظهور برگ‌ها، رشد و نمو گیاه وابسته به ذخایر موجود در بنه مادری می‌باشد، بنابراین بنه‌های بزرگ‌تر به دلیل داشتن اندوخته غذایی و تولید انرژی بیشتر، موجب رشد و نمو بهتر ریشه و اندام هوایی در گیاه زعفران می‌شود (Amirshekari et al., 2008). همچنین بیان شده است که در بنه‌های مادری درشت‌تر، تقسیم سلولی و متعاقب آن رشد برگ‌ها در مقایسه با بنه‌های ریز، زودتر انجام شده و گسترش زودتر اندام‌های فتوسنتزی سبب استفاده بیشتر گیاه از شرایط محیطی و افزایش میزان مواد فتوسنتزی ساخته شده گردیده است. همچنین بنه‌های بزرگ‌تر کارایی جذب و مصرف نیتروژن بالاتری نسبت به بنه‌های کوچک دارند (Koocheki et al., 2015) از این رو، به نظر می‌رسد افزایش کلروفیل در نتیجه کاشت بنه‌های مادری بزرگ در نتیجه توانایی بالاتر گیاه در جذب نیتروژن از خاک باشد (Molina et al., 2005). نیتروژن ساختار اصلی تمامی آمینواسیدها در پروتئین‌ها و چربی‌ها می‌باشد که به عنوان ترکیبات ساختاری کلروپلاست فعالیت می‌کنند که در نهایت باعث افزایش میزان کلروفیل در گیاه می‌گردد (Arisha and Bradisi, 1999).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که با افزایش تراکم کاشت صفات رویشی و زایشی روند افزایشی داشت. همچنین مشخص گردید که استفاده از بنه‌های با وزن متوسط به بالا می-تواند در افزایش عملکرد زعفران در واحد سطح تاثیر بسزایی داشته باشد. با توجه به نتایج آزمایش بنه‌های مادری با وزن ۱۲-۸/۱ گرم و در سطح تراکم ۳۰۰ بنه در متر مربع، کارایی بیشتری در افزایش عملکرد زعفران داشت. با توجه به اهداف پیش رو در زمینه کاهش سن مزارع تحت کشت زعفران، به نظر می‌رسد استفاده از بنه‌های با وزن بالای ۸ گرم و در سطح تراکم۳۰۰ بنه در متر مربع می‌تواند برای کشاورزان سودآوری قابل توجهی داشته باشد. همچنین با توجه به این نکته که این محصول در اشتغال‌زایی کشاورزان مناطق زعفران کار، نقش قابل توجهی دارد، استفاده از الگوهای کشت پرتراکم می‌تواند از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر باشد.

منابع

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

Amirshekari, H., Sorooshzadeh, A., Modaress Sanavy, A., & 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 Botany, 19* (1), 5-18. [in Persian].

Amirshekari, H., Sorooshzadeh, A., Modarres-Sanavy, A. M., & Javaran, J. (2008). Effects of root-zone temperature, corm size, and gibberellin on vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14* (5), 175-188. [in Persian].

Arisha, H. M., & Bradisi, A. (1999). Effect of mineral fertilizers and organic fertilizers on growth, yield and quality of potato under sandy soil conditions. *Zagazig Journal of Agricultural Research, 26*, 391–405.

Arnon, A. N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy, 23*, 112-121.

Azizi-Zohan, A. A., Kamgar-Haghighi, A. A., & Sepaskhah, A.R. (2008). Crop and pan coefficients for saffron in a semi-arid region of Iran. *Journal of Arid Environments, 72*, 270-278. [in Persian].

Beiki, A. H., Keifi, F., & Mozafari, J. (2010). Genetic differentiation of crocus species by random amplified polymorphic DNA. *Genetic Engineering and Biotechnology, 18*, 1-10.

De Juan, J., Moya, A., Lopez, S., Botella, O., López, H., & 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. *The International Technology Education Association*, *99*, 169-180.

Gholizade, Z., Aminifard, M. H., & Sayyari, M. H. (2016). Effect of different levels of municipal waste compost and maternal corm weight on yield and vegetative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy and Technology, 4* (3), 169-184. [in Persian].

Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G.M., Siracusa, L., & Ruberto, G. (2009). Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. *Scientia Horticulturae, 119*, 320-324.

Hassanzade Aval, F., Rezvani Moghaddam, P., Bannayan Aval, M., & 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].

Hemmati Kakhki, A., (2003). A review on 15 years saffron research. Khorasan Research Institute for food Science and Technology. Mashhad, Iran. p.125.

Kafi, M. (2002). Saffron production and Processing. Zaban va Adab Publications. 276 pp.

Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., & 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].

Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., & Mohammad Abadi, A.A., (2011). Investigation on the effectof biofertilizer, chemical fertilizer and plantdensity on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Water and Soil, 2*, 196–206. [in Persian].

Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., Mohammad-Abadi, A. A., & Mahdavi Damghani, A. (2009). *Peformance of saffron (Crocus sativus L.) under different planting patterns and high corm density*. 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.

Koocheki, A. R., Tabrizi, L., Jahani, M., & Mohammad-Abadi, A. A. (2010). Evaluation of three methods for high density planting corms of saffron crop characteristics and behavior corms. *Iranian Journal of Horticultural Science, 4* (42), 379-392.

Koocheki, A., Fallahi, H. R., Amiri, M. B., & Ehyaei, H. R. (2016). Effects of humic acid application and mother corm weight on yield and growth of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal Of Agroecology, 7* (4), 425-442 .[in Persian].

Mashayekhi, K., Soltani, A., & Kamkar, B., (2006). *The relationship between corm weight and total flower and leaf numbers in saffron*. Proceedings of the 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran, 28-30 October, p.93-96.

Mohammad-Abadi, A. A., Rezvani-Moghadda, P., & Sabori, A. (2007). 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.

Molina, R.V., Valero, M., & Navarro, Y. (2005). Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae, 103*, 361-379.

Mollafilabi, A. (2004). Experimental findings of production and echo physiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.). *Acta Horticulturae, 650*, 195-200.

Moshiri, E., Basti, A. A., Noorbala, A. A., Jamshidi, A. H., Hesameddin Abbasi, S., & Akhondzadeh, S. (2006). *Crocus sativus* L. (petal) in the treatment of mild-to-moderate depression: A double-blind, randomized and placebo-controlled trial. *Phytomedicine, 13*, 607-611.

Naderi Darbaghshahi, M. R., Khajeh Bashi, S. M., Bani Taba, S. A., & Dehdashti, S. M. (2008). Effects of method, planting density and depth on the yield and operation duration of agronomic saffron field in Isfahan region. *Seed & Plant, 24*, 643-657. [in Persian].

Nair, S. C., Pannikar, B., & Panikkar, K. R., (1991). Antitumour activity of saffron (*Crocus sativus* L.). *Cancer Letters, 57*, 109-114.

Namin, M., Ebrahimzadeh, H., Ghareyazie, B., Radjabian, T., & Namin, H. (2010). Initiation and origin of stigma-like structures (SLS) on ovary and style explants of saffron in tissue culture. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, *52*, 55-60.

Nasiri-Mahallati, M., Koocheki, A., Boroomandrezazadeh, Z., & Tabrizi, L. (2008). Effects of cormsize and storage period on allocation ofassimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research, 5*(1), 155-166. [in Persian].

Rashed Mohassel, M.H., Bagheri, A., Sadeghi, B., & Hemmati Kakhki, A. (1989). Report of group to Spain about saffron. A publication of IROST, Khorasan, Iran. 55p.

Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S., Amin Ghafori, A., & Shabahang, J. (2013). Evaluation of growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) effected by spent mushroom compost and corm density. *Journal of Saffron Research, 1* (1), 13-26. [in Persian].

Sabet Teimouri, M., Kafi, M., Avarseji, Z., & Orooji, K. (2013). Effect of drought stress, corm size and corm tunic on morphoecophysiological characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) in greenhouse conditions. *Journal of Agroecology, 2*, 323–334.

Sadeghi, S. M., Dehnadi-Moghaddam, G., & 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, 2* (2), 45-54.

Sepaskhah, A. R., & Kamgar-Haghighi, A. A. (2009). Saffron irrigation regime. *International Journal of Plant Production, 3* (1), 1-16.

Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., & Rouphael, Y. (2009). Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. *Journal of Food, Agriculture and Environment, 7* (1), 19-23.

COPYRIGHTS

© 2022 by the authors. Published by University of Birjand – Saffron Research Group. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Journal of Saffron Research (semi-annual)

Vol.10, No.1, Spring & Summer, 2022

p. 1-13

http://dx.doi.org/10.22077/JSR.2018.1579.1061

University of Birjand

Original Article:

Effect of Height Plant Density and Corm Weight on Vegetative, Reproductive and Photosynthetic Pigments of Saffron (*Crocus sativus* L.)

Mohammed Hossein Aminifard[1*], Masume Shakeri[2], Mohammed Ali Behdani[3], Seyed Jalal Tabatabaei[4]

1- Assistant Professor, Horticulture Science Department and Special Plants Regional Research Center, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.

2- M.Sc. Student, Medicinal plant physiology, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.

3- Professor, Saffron Research Group, University of Birjand, Birjand, Iran.

4- Professor, Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.

** Corresponding Author Email: mh.aminifard@birjand.ac.ir*

Received 25 May 2018; Accepted 16 October 2021

Abstract

Proper plant density and emphasis on high density cultivating patterns and mother corm weight during the first years of cultivation to achieve high yield and reduce the length of the operation cycle of saffron farms, should be considered by farmers. The effects of plant density and mother corm weight on flower yield and growth characteristics of saffron were evaluated under field conditions. Treatments were three levels of plant density (100, 200 and 300 per m^2) and three mother corm weights (0.1- 4, 4.1- 8 and 8.1- 12 g). The experiment was designed as factorial arrangement based on randomized complete block design with three replications at the Research station of Faculty of Agriculture University of Birjand during growing season of 2016-2017. The results indicated that plant density and corm weight had significant effect on the fresh weight of flower, fresh yield of flower, dry yield of stigma and fresh weight of leaf. There were significant different between some characteristics (fresh yield of flower and dry yield of stigma) by interaction plant density and corm weight treatments, so that, the highest fresh yield of flower and dry yield of stigma were obtained (9.88 and 2.41 kg/ha, respectively), from corm weight with 8.1-12 g and plant density with 300 corm/m^2, and the lowest were observed from corm weight with 0.1-4 g and plant density of 100 corms per m^2. The highest fresh weight of leaves and flower were obtained from 8.1-12 g and 300 corms per m^2. Also, the highest and lowest attributes of flower were observed from corm weight with 8.1-12 g and 0.1-4 g, respectively. It was found that corm weight had significant effect on leaves characteristics (length, fresh weight and dry weight of leaf, chl a, chl b and total chl), so that the highest these attributes were obtained from corm weight with 8.1-12 g. In general, the use of corm weight 8.1-12 g and plant density 300 corms per m^2 had an effective role in increasing the yield of saffron.

Keywords: Corm density, Fresh flower, Leave weight, Stigma performance.