نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵ ص. ۴۰-۲۹

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 4, No. 1, Spring 2016, P. 29-40

تأثیر مقادیر مختلف تراکم و وزن بنه مادری بر عملکرد بنه و گل زعفران (*Crocus sativus* L.) در شرایط اقلیمی مشهد

حمیدرضا توکلی کاخکی*[۱]، علی مختاریان[۲]، محمدحسین بیناباجی[۱]، حسن حمیدی[۲] و رامین اسمی[۳]

تاریخ دریافت: ۸ مرداد ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: ۳۰ شهریور ۱۳۹۴

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تراکم و وزن بنه مادری بر ویژگی‌های زراعی و رفتار بنه‌های دختری زعفران آزمایشی طی سال‌های ۹۳-۱۳۸۹ به‌صورت اسپلیت پلات در زمان در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی به اجرا درآمد. عامل‌های مورد بررسی در آزمایش شامل سه سطح تراکم بنه (۴۰، ۸۰ و ۱۶۰ بنه در مترمربع) و چهار سطح وزن اولیه بنه‌های مادری شامل (۳ ≤، ۶-۳، ۹-۶ و ۱۲-۹ گرم) بودند که به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و عامل زمان در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تراکم، وزن بنه مادری و سال بر وزن بنه‌های دختری، معنی‌دار بود. اما اثر متقابل تراکم × وزن بنه مادری و همچنین اثر متقابل تراکم × وزن بنه مادری × سال برای اکثر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین اثر تراکم × وزن بنه مادی بر تعداد بنه‌های دختری نشان داد که در بین تیمارهای مورد آزمایش استفاده از بنه‌های مادری ۱۲-۹ گرم با تراکم ۱۶۰ بنه در مترمربع بیشترین تولید تعداد کل بنه‌های دختری (۷۷۱ در مترمربع) در واحد سطح را به همراه داشت. بنه‌های مادری با وزن بالاتر، تعداد بنه‌های دختری بیشتری در گروه‌های وزنی مختلف تولید نموده‌اند. همچنین نتایج نشان داد که بنه‌های مادری در گروه‌های وزنی کمتر قادر به تولید بنه‌های دختری با وزن بیشتر از وزن بنه مادری اولیه بودند. با افزایش تراکم و وزن بنه مادری تعداد گل، وزن گل و عملکرد کلاله خشک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک کلاله زعفران در واحد سطح (۰/۶۵ گرم بر مترمربع) از بنه‌های مادری با وزن ۱۲-۹ گرم به دست آمد.

کلمات کلیدی: بنه دختری، تعداد بنه، وزن بنه، وزن خشک کلاله، وزن گل.

مقدمه

زعفران با نام علمی (Crocus sativus L.) متعلق به تیره زنبق[۳] یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی، ایران می‌باشد که از ارزش دارویی و اقتصادی ویژه‌ای برخوردار است (Forakinejad, 2008). این گیاه به‌دلیل داشتن ویژگی‌های خاص از جمله نیاز آبی کم و آبیاری در زمان‌های غیر بحرانی، امکان بهره‌برداری از مزارع برای چندین سال پس از یک‌بار کشت، سهولت حمل‌ونقل و همچنین عدم نیاز این گیاه به

۱- عضو هیأت علمی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی.
۲- محقق بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی.
۳- کارشناس ارشد، سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی.
(*- نویسنده مسئول: hamidre@gmail.com)

3- Iridaceae

Archive of SID
www.SID.ir

ماشین‌آلات و تکنولوژی پیچیده و اشتغال‌زایی خاص آن موجب شده‌است که در مقایسه با سایر گیاهان زراعی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد (Amirghasemi, 2001). زعفران در دنیا و به‌طور مشابهی در ایران به دلیل داشتن صفات ویژه فیزیولوژیکی و زراعی، در زمین‌های حاشیه‌ای و نظام‌های زراعی کم نهاده قابل‌کشت می‌باشد و بر این اساس می‌توان آن را به‌عنوان گیاهی جایگزین در نظام‌های کشاورزی پایدار و با قابلیت بهره‌برداری در زمین‌های حاشیه‌ای در نظر گرفت (Koocheki et al., 2009; Gresta et al., 2009; Temperini et al., 2009). بر اساس آمار، برای سال ۱۳۹۳ سطح زیر کشت زعفران در کل کشور بالغ بر ۸۰ هزار هکتار گزارش شده است که بیش از ۷۵ هزار هکتار مزارع زعفران در دو استان خراسان رضوی و جنوبی واقع شده است. در این رابطه استان خراسان رضوی به‌عنوان قطب تولید زعفران در سال ۱۳۹۲ با سطح زیر کشت ۶۵ هزار هکتار و میزان تولید سالیانه ۲۳۰ تن زعفران و عملکرد ۳/۸ کیلوگرم در هکتار، بالاترین سطح زیر کشت و همچنین تولید را به خود اختصاص داده است (Statistic yearbook, 2013). باوجودآنکه، سهم عمده تولید زعفران در جهان به ایران اختصاص دارد اما نگاهی به آمار تولید زعفران در کشور حاکی از پایین بودن عملکرد در واحد سطح مزارع زعفران نسبت به کشورهایی همچون اسپانیا و ایتالیا می‌باشد (Permeh et al., 2009).

تری پلوییدی و عقیم بودن زعفران سبب شده است که ازدیاد آن صرفاً به روش رویشی باشد و تکثیر آن از طریق تولید بنه‌های دختری بر روی بنه مادری صورت گیرد (Gresta et al., 2009). اصولاً، دوره رکود زعفران از ابتدای تابستان آغاز می‌شود، هرچند که تکوین و تمایز گل‌ها نیز در همین دوره نیز صورت می‌گیرد، اما تشکیل گل و عملکرد اقتصادی زعفران در هرسال وابسته به ذخیره مواد فتوسنتزی بنه در فصل زراعی قبل از آن می‌باشد و از این‌رو یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده ظرفیت گیاه برای تولید گل، اندازه بنه می‌باشد. در این خصوص مطالعات انجام شده نشان‌داده که رابطه نزدیکی بین اندازه بنه و میزان گلدهی در زعفران وجود دارد (Molina et al., 2005). نتایج حاصل از یک بررسی حاکی از آن بود که در بنه‌های با وزن کمتر از ۸ گرم توان گل‌آوری محدودتر بود درحالی‌که درصدگل‌آوری و مقدار گل در بنه‌های بیش از ۱۰ گرم افزایش چشم‌گیری داشت. به‌عبارت‌دیگر بنه‌های درشت با تولید بنه‌های دختری بیشتر می‌توانند ظرفیت گل‌آوری و تولید را افزایش دهند (Sadeghi, 1997). در همین رابطه در پژوهشی دیگر گزارش شد که عملکرد بالاتر در گروه‌های وزنی بالاتر بنه می‌تواند به توانایی بیشتر این بنه‌ها در تولید جوانه‌های زایشی در نتیجه وجود ذخایر غذایی بیشتر مربوط باشد و از این‌رو پیشنهاد شده است که بنه‌های با وزن ۱۵- ۹ گرم مناسب‌ترین وزن برای کاشت بنه می‌باشند (Nassiri-Mahallati et al., 2007).

رشد زعفران به‌ویژه در مراحل ابتدایی وابسته به میزان ذخیره غذایی در بنه مادری است (Amirshekari et al., 2007; Koocheki et al., 2007). از طرفی، بنه‌های مادری با وزن بالاتر عموماً دارای اندوخته غذایی بیشتر می‌باشند (Koocheki et al., 2014). از این‌رو پیشنهاد شده است که، انتخاب بنه‌های مادری با وزن مناسب جهت کشت می‌تواند منجر به افزایش رشد و در نهایت عملکرد بیشتر زعفران شود (Koocheki et al., 2007; Renau-Morata et al., 2012). از سوی دیگر، با توجه به اینکه رشد بنه‌های دختری تا زمان مستقل شدن آن‌ها وابسته به بوته مادری است، اندازه بنه مادری می‌تواند به‌طور مستقیم تشکیل بنه‌های دختری را تحت تأثیر قرار دهد (Koocheki et al., 2014). علی پور میاندهی و همکاران (Alipoor Miandehi et al., 2015) نشان دادند که وزن گل و وزن خشک کلاله به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اندازه

Archive of SID

www.SID.ir

بنه قرار گرفت، به‌طوری‌که با افزایش اندازه بنـه بـر مقـدار ایـن صفات افزوده شد. علاوه بر این مشخص شد که بنه‌های با وزن بالاتر (۱۲ تا ۱۴ گرم)، به‌طور چشمگیری باعث افزایش عملکـرد و اجزای عملکرد زعفران در سال اول کشت شد.

علوی شهری و همکاران (Alavi Shahri et al., 1994) با مطالعه اثر تراکم بر عملکرد زعفران نشان‌دادند کـه بـا افـزایش تراکم کاشت بنه، عملکـرد بـه‌طـور معنـی‌داری افـزایش یافـت. محمـدآبادی و همکـاران (Mohamad-Abadi et al., 2007) اظهار داشتند که تفاوت معنی‌داری بین تراکم‌های مختلف کاشت در عملکرد وزن‌تر گل و عملکرد خشک کلاله وجود نداشت.

در حال حاضر تقاضـا بـرای زعفـران در بازارهـای جهـانی افزایش‌یافته است، لذا ضرورت بـازنگری در روش‌هـای تولیـد و مدیریت به زراعی زعفران و توسعه فـن‌آوری‌هـای نـوین جهـت ارتقا و بهبود تولید این محصول در کشور حائز اهمیت می‌باشـد. با وجود آنکه بر اساس آمار اعلام شده بیش از ۹۰ درصد زعفران جهان در ایران کشت و تولید می‌شـود (Hosseini, 2013)، امـا تاکنون اقدام مؤثری برای بازنگری در اجرای شـیوه‌هـای نـوین زراعی تولید زعفران صورت نگرفته است. هرچند که برای بهبود روش‌های تولید محصول و افزایش میانگین عملکـرد در هکتـار طرح‌های متفاوتی اجرا شده است اما فرض اصلی در اجرای اکثر این طرح‌ها در اختیار داشتن بنه استاندارد بـا وزن مطلـوب بـوده است. بنابراین به‌نظر می‌رسد که از جمله مواردی کـه مـی‌توانـد به‌طور مستقیم بر تولید زعفران مـؤثر بـوده باشـد تولیـد بنـه یـا هسته‌های اولیه بذری جهـت کاشـت و احـداث مـزارع زعفـران می‌باشد. به‌عبارتی به نظر مـی‌رسـد کـه جهـت افـزایش پایـدار عملکرد در واحد سطح، علاوه بر اجرایی نمودن شیوه‌های نـوین زراعی که مورد مطالعه قرار گرفته است باید زمینه تولید بنه‌های بذری استاندارد که واجد خصوصیات کمی مناسب جهـت کشـت باشند نیز فراهم شود. بر این اساس این مطالعه باهدف چگونگی تأثیر ترکیبی از تیمارهای مختلف زراعی بر رفتار بنه‌های دختری به‌ویژه بنه‌های بذری طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در زمان در قالب طـرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایسـتگاه تحقیقـات کشاورزی طرق مشهد اجرا شد. ایسـتگاه تحقیقـاتی طـرق در ۶ کیلومتری جنوب شرقی مشهد و در ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۴۰ دقیقه طـول شـرقی واقـع شـده اسـت. ارتفاع ایستگاه از سطح دریا ۹۸۵ متر و متوسط بارندگی آن ۲۶۰ میلی‌متر و حداکثر و حداقل مطلق درجه حرارت به‌ترتیب ۴۳/۴ و ۸/ ۲۷- درجه سانتی‌گراد و متوسـط درجـه حـرارت فصـل گـرم ۲۴/۵ و متوسط فصل سرد ۴- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در این مطالعه ابتدا پس از نمونه‌برداری از خاک محل مورد آزمایش بـر اساس نتایج به‌دست‌آمده (جدول ۱) مقدار ۴۰ تن در هکتار کـود گاوی پوسیده هم‌زمان با شخم اولیه در اوایل شهریورماه ۸۹ بـه زمین افزوده شد، سپس سایر عملیات آمـاده‌سـازی بسـتر طبـق روش‌های رایج در مناطق کاشت زعفـران انجـام شـد. آزمـایش شامل دو فاکتور، تراکم بنه در سه سـطح (۴۰، ۸۰ و۱۶۰ بنـه در مترمربع) و وزن بنه مـادری در چهـار سـطح (۳≤، ۶-۳، ۹-۶ و ۱۲- ۹ گرم) بود، ۱۲ تیمار حاصل‌شده از دو فـاکتور مـورد نظـر بـه‌صـورت فاکتوریـل در کـرت‌هـای اصـلی و عامـل زمـان در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. اولین آبیاری در تاریخ اول آبان‌مـاه ۱۳۸۹ انجام شد. هر کرت آزمایشی دارای چهار خط کاشـت بـه فاصله ۲۵ سانتی‌متر و به طول ۵ متـر و عـرض ۱ متـر بـود (۵ مترمربع) فاصله بین کرت‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بـا توجه به تراکم‌های موردنظر در آزمـایش (۴۰، ۸۰ و۱۶۰ بنـه در مترمربع)، فاصله بنه‌ها روی ردیف با توجه به تراکم‌های موردنیاز محاسبه و اعمال شد. جهت انجام بهتر عملیـات زراعـی فاصـله بین هر یک از تکرارها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil in experimental site

رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن کل Total N (%)	پتاسیم قابل استفاده Available potassium ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب Available Phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	کربن آلی OC (%)	اسیدیته pH
22	44	34	1.9	0.049	160	12.1	0.34	8.1

پس از محاسبه تعداد بنه مادری موردنیاز برای کاشت هر یک از خطوط تیمارهای آزمایشی در هر کرت، کاشت بنه‌ها با دست و در عمق ۲۰ سانتی‌متری از سطح خاک انجام شد. پس از کاشت مدیریت زراعی زمین از نظر آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و سله‌شکنی طبق روال معمول مزارع زعفران برای چهار سال ادامه یافت. از آنجایی‌که یکی از اهداف این مطالعه بررسی رفتار بنه‌های دختری تولید شده مناسب جهت هسته بذری حداقل دو سال پس از کاشت بود، برای بررسی اثر تیمارهای آزمایش بر تعداد و اندازه بنه‌ها دختری، در مردادماه سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ پس از حذف ۰/۵ متر طولی اثر حاشیه‌ای هر یک از کرت‌های آزمایشی از ۰/۵ مترمربع مساحت هر کرت اقدام به نمونه‌برداری شد. و صفاتی نظیر، تعداد و وزن کل بنه-های دختری و همچنین تعداد و وزن بنه‌های ۳ ≤، ۶-۳، ۹-۶، ۱۲- ۹ و ≤۱۲ گرمی اندازه‌گیری شد. گل‌های زعفران از نیمه دوم آبان تا نیمه دوم آذرماه برای دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ با در نظر گرفتن ۰/۵ متر اثر حاشیه‌ای از کل سطح هر کرت جمع‌آوری و سپس جهت شمارش تعداد گل و توزین به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه، کلاله زعفران از گل‌های جمع‌آوری شده جدا و پس از خشک کردن در سایه، وزن کلاله خشک (عملکرد اقتصادی) برای هر یک از تیمارها ثبت شد. پس از نرمال کردن داده‌ها با استفاده از تبدیل داده برای تعدادی از صفات اندازه‌گیری شده، آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزارهای SAS (SAS, 2002) MSTAT-C– 9.1، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس به‌دست‌آمده از اثر تراکم بنه مادری، وزن بنه و سال نشان‌داد که برای تمامی صفات اندازه‌گیری شده مرتبط با وزن بنه‌های دختری تفاوت معنی‌دار ($p\leq0.01$) وجود داشت، اما اثر متقابل تراکم بنه مادری × وزن بنه و همچنین تراکم بنه مادری × وزن بنه × سال در اکثر صفات مورد بررسی و مرتبط با وزن بنه‌های دختری معنی‌دار نبود (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تراکم، وزن بنه و سال حاکی از وجود تفاوت معنی‌داری برای وزن بنه‌های دختری بود، به‌طوری‌که با افزایش تراکم، وزن کل بنه در واحد سطح افزایش یافت به عبارتی وزن کل بنه‌های دختری به‌دست‌آمده در تراکم ۱۶۰ بنه در مترمربع در مقایسه با تراکم ۴۰ بنه در مترمربع در حدود ۲ برابر افزایش نشان داد (جدول ۳)؛ اما در این ارتباط سهم نسبی وزن بنه‌های دختری تولیدشده در واحد سطح برای هر یک از گروه‌های وزنی در تراکم‌های مختلف متفاوت بود. به عبارتی چنانچه گروه‌های وزنی اندازه‌گیری شده در دو گروه اصلی قرار گیرند در این صورت برای فاکتور تراکم ۴۰ بنه مادری در مترمربع حدود ۴۷ درصد از وزن بنه‌های دختری تولیدشده در واحد سطح متعلق به بنه‌های دختری با وزن‌های ۳ ≤، ۶-۳ و ۹-۶ گرم (گروه ۱) بود و در مقابل ۵۳ درصد وزن بنه‌های دختری متعلق به بنه‌های با وزن ۱۲-۹ و ≥۱۲ گرم (گروه ۲) بود. مقایسه میانگین اثرات ساده نشان‌داد که با افزایش تراکم از ۴۰ به ۸۰ بنه مادری در مترمربع سهم نسبی برای دو

Archive of SID

www.SID.ir

گروه وزنی ۱ و ۲ به ترتیب ۶۴ و ۳۶ درصد و در نهایت این سهم برای تراکم ۱۶۰ بنه مادری در مترمربع برای دو گروه ۱ و ۲ به ترتیب ۷۷ و ۲۳ درصد بود (جدول ۳). این امر می‌تواند مبین تأثیر منفی افزایش تراکم اولیه بر تولید بنه‌های با وزن بیشتر از ۹ گرم باشد به‌نحوی‌که با افزایش تراکم از ۴۰ به ۱۶۰ بنه در مترمربع سهم نسبی بنه‌های دختری تولیدشده با وزن بیشتر از ۹ گرم به میزان ۳۰ درصد کاهش یافت. استفاده از تراکم‌های بالا منجر به حضور بنه بیشتر در واحد سطح می‌شود، به عبارتی کاهش وزن بنه‌های دختری در گروه وزنی بالاتر به‌خصوص با وزن بیشتر از ۱۲ گرم در تراکم ۱۶۰ بنه در مترمربع می‌تواند ناشی از افزایش رقابت درون گونه‌ای بر سر منابع مشترک تولید (Dabbagh et al., 2004)، در بین بوته‌های زعفران باشد که منجر به کاهش تولید در وزن بنه‌های دختری با وزن بالاتر از ۱۲ گرم شد. گرچه یکی از اهداف اجرای این پژوهش چگونگی تأثیرپذیری تولید بنه‌های دختری با وزن بالاتر از ۹ گرم در ترکیب تیمارهای مختلف بو، اما در این ارتباط نتایج مقایسه میانگین برای وزن بنه‌های بالاتر از ۱۲ گرم نشان داد که بیشینه تولید بنه در این وزن متعلق به ترکیب ۴۰ بنه در مترمربع بوده به‌طوری‌که با افزایش تراکم به ۱۶۰ بنه مادری در مترمربع کاهش معنی‌داری در تولید بنه‌های دختری با وزن بالاتر از ۱۲ گرم مشاهده شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) وزن بنه زعفران تحت تأثیر تراکم و وزن بنه مادری

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) for corm weight affected by density and mother corm weight of saffron

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares					
		وزن بنه‌های ۳-۰ گرم Weight of corms 0-3 g	وزن بنه‌های ۶-۳ گرم Weight of corms 3-6 g	وزن بنه‌های ۹-۶ گرم Weight of corms 6-9 g	وزن بنه‌های ۱۲-۹ گرم Weight of corms 9-12 g	وزن بنه‌های بیشتر از ۱۲ گرم Weight of corms more than 12 g	وزن کل بنه Total corm weight
تکرار Replication (R)	2	17.07^{ns}	8.27^{ns}	11.84^{ns}	32.35^{ns}	59.09^{ns}	20.43^{ns}
تراکم Density (D)	2	552.72^{**}	543.91^{**}	395.31^{**}	92.25^{**}	133.64^{*}	913.08^{**}
وزن Weight (W)	3	466.49^{**}	650.12^{**}	425.90^{**}	264.28^{**}	153.24^{**}	1643.86^{**}
D × W	6	29.03^{**}	20.54^{ns}	2.01^{ns}	32.10^{ns}	88.44^{*}	32.54^{ns}
خطای اصلی E_a	22	5.87	8.84	8.20	15.73	31.58	22.30
سال Year (Y)	1	0.01^{ns}	163.50^{**}	563.02^{**}	348.04^{**}	1894.71^{**}	2076.15^{**}
Y × R	2	11.12^{ns}	2.90^{ns}	2.66^{ns}	25.06^{ns}	13.05^{ns}	26.03^{ns}
Y × D	2	22.15^{ns}	19.02^{**}	6.74^{ns}	8.90^{ns}	331.47^{**}	66.32^{*}
Y × W	3	7.52^{ns}	10.82^{*}	19.32^{ns}	64.09^{**}	73.70^{ns}	40.57^{*}
Y × D × W	6	1.52^{ns}	10.80^{*}	30.88^{*}	31.28^{ns}	10.27^{ns}	20.20^{ns}
خطای فرعی E_b	22	6.81	3.40	10.07	12.50	25.24	13.15

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and **: represent non-significant, significant at 5% and 1% level, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تراکم، وزن بنه مادری و سال بر صفت وزن بنه زعفران

Table 3- Mean comparisons of effects of density, mother corm weight and year on characteristic of saffron corm weight

	وزن بنه‌های ۳-۰ گرم Weight of corms 0-3 g ($g.m^{-2}$)	وزن بنه‌های ۶-۳ گرم Weight of corms 3-6 g ($g.m^{-2}$)	وزن بنه‌های ۹-۶ گرم Weight of corms 6-9 g ($g.m^{-2}$)	وزن بنه‌های ۱۲-۹ گرم Weight of corms 9-12 g ($g.m^{-2}$)	وزن بنه‌های بیشتر بیش از ۱۲ گرم Weight of corms more than 12 g ($g.m^{-2}$)	وزن کل بنه Total corm weight ($g.m^{-2}$)
تراکم Density (number per m^2)						
40	113.58^{c}	163.75^{c}	166.13^{c}	172.71^{b}	328.42^{a}	944.6^{c}
80	267.38^{b}	314.83^{b}	306.58^{b}	251.54^{a}	254.71^{ab}	1394.9^{b}
160	427.04^{a}	511.46^{a}	425.63^{a}	257.58^{a}	145.38^{b}	1767.2^{a}
وزن بنه Corm weight (g)						
≤3	79.22^{d}	89.67^{d}	113.39^{d}	97.83^{c}	202.17^{b}	582.28^{d}
3-6	213.50^{c}	243.83^{c}	270.11^{c}	223.83^{b}	263.22a^{b}	1214.49^{c}
6-9	339.44^{b}	441.89^{b}	329.00^{b}	237.72^{b}	165.67^{b}	1513.72^{b}
9-12	445.17^{a}	544.67^{a}	458.28^{a}	349.72^{a}	340.28^{a}	2138.12^{a}
سالYear						
2013	265.14^{a}	272.83^{b}	198.50^{b}	168.22^{b}	110.81^{b}	1015.41^{b}
2014	273.53^{a}	387.19^{a}	400.39^{a}	286.33^{a}	374.86^{a}	1722.31^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by similar letter/s in each column have not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

وزن کل بنه‌های دختری تولیدشده در واحد سطح تحت تأثیر وزن اولیه بنه مادری قرار گرفت، به‌طوری‌که بنه‌های مادری با وزن ۱۲-۹ گرم به ترتیب ۳/۶، ۱/۷ و ۱/۴ برابر افزایش تولید بنه دختری در واحد سطح را در مقایسه با بنه‌های مادری درگروهای وزنی ۳≤، ۶-۳ و ۹-۶ گرم را به همراه داشت (جدول ۳). با کاشت بنه‌های مادری با وزن ۳≤ گرم حدود ۴۸ درصد از بنه‌های دختری تولیدشده در واحد سطح به گروه وزنی ۱ (کمتر از ۹ گرم) و ۵۲ درصد از بنه‌های دختری تولیدشده به گروه وزنی ۲ (بالاتر از ۹ گرم) تعلق یافت. این نتایج نشان‌داد که این سهم برای زمانی که بنه‌های مادری اولیه دارای وزن ۱۲-۹ گرم بود نسبت تولید برای گروه‌های وزنی ۱ و ۲ به ترتیب ۶۱ و ۳۹ درصد بود. ازاین‌رو به نظر می‌رسد که بنه‌های کوچک‌تر توانایی تولید بنه‌های دختری با وزن بیشتر از وزن اولیه بنه مادری را دارا می‌باشند. این نتایج با یافته‌های حسن‌زاده اول و همکاران (Hassanzadeh Aval et al., 2013) مطابقت داشت، این محققین گزارش کردند که بنه‌های مادری با وزن بالاتر قادر به تولید بنه‌های دختری بیشتری بود.

نتایج مقایسه میانگین برای دو سال منتهی به سال سوم و چهارم آزمایش نشان‌داد که وزن بنه در واحد سطح تحت تأثیر سال قرار گرفت به‌طوری‌که بیشترین وزن بنه در واحد سطح به دلیل افزایش وزن بنه در سال چهارم آزمایش به دست آمد. بدین ترتیب درصد سهم نسبی وزن بنه‌های تولید شده بالاتر از ۹ گرم یا به عبارتی گروه وزنی ۲ برای سال سوم ۲۷ و برای سال چهارم آزمایش ۳۹ درصد بود (جدول ۳).

بر اساس نتایج موجود در جدول ۴ تعداد کل بنه‌های دختری و همچنین تعداد بنه‌های تولیدشده به تفکیک وزنی تحت تأثیر تراکم بنه مادری و وزن بنه اولیه قرار گرفت ($p\leq0.01$). اثر متقابل تراکم × وزن بنه بر اکثر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تعداد بنه زعفران تحت تأثیر تراکم و وزن بنه مادری

Table 4- Analysis of variance (mean of squares) for corm number affected by density and mother corm weight of saffron

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares					
		وزن بنه‌های ۳-۰ گرم Weight of corms 0-3 g	وزن بنه‌های ٦-۳ گرم Weight of corms 3-6 g	وزن بنه‌های ۹-٦ گرم Weight of corms 6-9 g	وزن بنه‌های ۱۲-۹ گرم Weight of corms 9-12 g	وزن بنه‌های بیشتر از ۱۲ گرم Weight of corms more than 12 g	وزن کل بنه Total corm weight
تکرار Replication (R)	2	11.01^{ns}	1.62^{ns}	1.84^{ns}	4.05^{ns}	4.76^{ns}	11.62^{ns}
تراکم Density (D)	2	433.51^{**}	131.17^{**}	51.72^{**}	5.05^{*}	6.22^{*}	533.17^{**}
وزن Weight (W)	3	333.42^{**}	163.44^{**}	59.07^{**}	22.83^{**}	8.64^{**}	569.87^{**}
D × W	6	28.94^{**}	5.17^{*}	0.52^{ns}	3.54^{*}	4.64^{*}	19.54^{**}
خطای اصلی E_a	22	5.15	1.59	1.15	1.28	1.81	5.23
سال Year (Y)	1	2.00^{ns}	40.50^{**}	64.22^{**}	36.12^{**}	93.39^{**}	88.89^{**}
Y × R	2	2.54^{ns}	1.04^{ns}	0.51^{ns}	1.17^{ns}	1.01^{ns}	2.10^{ns}
Y × D	2	25.79^{*}	2.00^{ns}	0.39^{ns}	1.17^{ns}	15.05^{**}	14.39^{ns}
Y × W	3	0.48^{ns}	3.20^{*}	2.48^{ns}	4.94^{*}	2.87^{ns}	2.04^{ns}
Y × D × W	6	1.22^{ns}	2.15^{ns}	4.15^{*}	3.54^{ns}	0.70^{ns}	3.64^{ns}
خطای فرعی E_b	22	6.07	0.86	1.39	1.39	1.39	4.73

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and **: represent non-significant, significant at 5% and 1% level, respectively.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم × وزن بنه اولیه نشان داد (جدول ۵) که افزایش توأم تراکم و وزن بنه به افزایش تعداد بنه دختری تولیدشده در واحد سطح منجر شد. بیشترین تعداد کل بنه دختری تولیدشده در واحد سطح از بنه‌های با وزن ۱۲-۹ گرم با تراکم ۱۶۰ بنه در مترمربع به دست آمد. به عبارتی تعداد بنه تولیدشده در واحد سطح برای تیمار بالاترین سطح تراکم و وزن بنه ۱۵ برابر بیشتر از تیمار ۴۰ بنه در مترمربع با وزن ۳ ≤ گرم بود. روند افزایش تعداد بنه دختری تولیدشده در واحد سطح برای ترکیب‌های متفاوت تراکم × وزن اولیه بنه متفاوت بود. صرف نظر از بنه‌های دختری تولیدشده با وزن ۳≤ گرم که قابل توصیه برای کاشت نمی‌باشد در هر سه تراکم (۴۰، ۸۰ و ۱۶۰ بنه در مترمربع) بیشترین تعداد بنه تولیدشده در گروه وزنی (۶ – ۳ گرم) مشاهده شد. تعداد بنه تولیدشده در هر یک از گروه‌های وزنی برای تراکم‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌دار بود. بنه‌های مادری بزرگ‌تر تعداد بنه‌های بیشتری در هر دو گروه وزنی تولید کرد و بنه‌های با وزن کمتر در تراکم ۴۰ بنه در مترمربع توانایی تولید بنه‌های با وزن بیشتر از وزن بنه مادری را دارا بودند (جدول ۵).

مقایسه میانگین تراکم × وزن بنه × سال نشان داد که بیشترین تعداد و وزن بنه‌های دختری تولیدشده در واحد سطح متعلق به بالاترین سطح تراکم و وزن بنه مادری در سال چهارم آزمایش بود، به‌طوری‌که تعداد و وزن بنه‌های دختری ۹-۶ گرمی تولیدشده در تراکم ۱۶۰ بنه در مترمربع × وزن بنه ۱۲-۹ گرم × سال چهارم آزمایش در مقایسه با ۴۰ بنه در مترمربع × وزن کمتر از ۳ گرم× سال سوم در حدود ۲۳ برابر افزایش تولید در تعداد و وزن بنه دختری را در واحد سطح نشان داد (جدول ۶). تعداد و وزن بنه‌های دختری ۹-۶ گرمی تولیدشده در سال چهارم آزمایش برای تراکم‌ها و گروه‌های وزنی بنه‌ها در مقایسه با سال سوم آزمایش حدود دو برابر افزایش داشته است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم × وزن بنه مادری بر صفت تعداد بنه زعفران

Table 5- Mean comparisons of interaction effects of density × mother corm weight on characteristics of corm number of saffron

تراکم بنه Density of corm (Number of corm per m^2)	وزن بنه Corm weight (g)	تعداد بنه‌های ۳-۰ گرم Number of corms 0-3 g per m^2	تعداد بنه‌های ۶-۳ گرم Number of corms 3-6 g per m^2	تعداد بنه‌های ۱۲-۹ گرم Number of corms 9-12 g per m^2	تعداد بنه‌های بیشتر از ۱۲ گرم Number of corms more than 12 g per m^2	تعداد کل بنه Total corm number per m^2
40	≤3	19.33^{f}	10.33^{g}	4.33^{d}	13.00^{bcd}	51.00^{g}
	3-6	59.00^{e}	23.67^{f}	8.67^{d}	15.00^{bcd}	121.33^{f}
	6-9	88.33^{cde}	50.33^{de}	27.00^{ab}	18.67^{bcd}	210.67^{de}
	9-12	114.00^{cd}	70.67^{cd}	33.00^{a}	35.00^{a}	295.67^{cd}
80	≤3	54.00^{e}	21.33^{fg}	9.33^{cd}	8.00^{cd}	106.33^{f}
	3-6	126.33^{cd}	58.67^{cd}	30.33^{a}	25.67^{ab}	276.67^{cd}
	6-9	150.67^{c}	91.00^{c}	25.00^{ab}	10.67^{bcd}	327.00^{bc}
	9-12	361.00^{a}	132.00^{b}	32.67^{a}	21.00^{abc}	615.33^{a}
160	≤3	72.33^{de}	28.33^{ef}	14.67^{bcd}	15.00^{bcd}	157.33^{ef}
	3-6	244.00^{b}	90.67	29.67^{a}	9.67^{bcd}	433.67^{b}
	6-9	454.00^{a}	173.67^{a}	19.33^{abc}	4.33^{d}	708.33^{a}
	9-12	443.00^{a}	192.33^{a}	37.00^{a}	11.67^{bcd}	771.33^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by similar letter/s in each column have not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

اگرچه تعداد و وزن بنه‌های دختری ۹-۶ گرمی تولیدشده در واحد سطح در تراکم ۴۰ بنه در مترمربع با وزن ۱۲-۹ گرمی در سال چهارم آزمایش افزایش داشت اما این افزایش معنی‌دار نبود. درصورتی‌که در تراکم‌های ۸۰ و ۱۶۰ بنه در مترمربع × وزن ۱۲-۹ گرم، افزایش حاصل شده در تعداد و وزن بنه‌های دختری تولیدشده در سال چهارم در مقایسه با سال سوم دارای اختلاف معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد این تفاوت آماری بیشتر تابع افزایش تراکم اولیه باشد که موجب شده با افزایش سرعت تکثیر بنه تفاوت معنی‌داری برای دو سال سوم و چهارم آزمایش مشاهده شود (جدول ۶). همسو با نتایج به‌دست‌آمده، نادری درباغشاهی و همکاران (Naderi Darbaghshahi et al., 2009) اظهار داشتند که تعداد بنه‌های دختری تولیدشده در واحد سطح تحت تأثیر افزایش تراکم از ۲ به ۸ بنه در کپه قرار گرفت. در تحقیق دیگری کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2013) با افزایش تراکم از ۱۰۰ به ۳۰۰ بنه در مترمربع افزایش نزدیک به سه برابر در تعداد بنه‌های دختری تولیدشده را مشاهده کردند. مولینا و همکاران (Molina et al., 2005) گزارش کردند که در بنه‌های بزرگ‌تر تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ‌ها نسبت به بنه‌های کوچک‌تر زودتر آغاز می‌شود که این خود استفاده بهتر از شرایط محیطی و افزایش میزان مواد فتوسنتزی ساخته‌شده را به‌همراه خواهد داشت.

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده مرتبط با گل (جدول ۷) نشان داد که تراکم بنه مادری و وزن بنه برای تعداد و وزن گل و همچنین وزن خشک کلاله (عملکرد اقتصادی) در واحد سطح را در هر دو سال سوم و چهارم معنی‌دار ($p\leq0.01$) بود. اثر متقابل تراکم بنه مادری × وزن بنه در هیچ‌یک از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود.

نتایج مقایسه میانگین اثر فاکتورهای مورد بررسی نشان داد که بیشترین تعداد و وزن گل در واحد سطح در کل مدت بهره‌برداری مزرعه در تراکم ۱۶۰ بنه در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۸). افزایش تراکم از سطح ۴۰ به ۱۶۰ بنه در مترمربع تعداد و وزن گل را ۱/۳ برابر و وزن خشک کلاله (عملکرد اقتصادی) را به میزان ۱/۲ برابر افزایش داد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم × وزن بنه × سال بر برخی ویژگی‌های بنه زعفران

Table 6- Mean comparisons of interaction effects of density × corm weight × year on some corm characterstics of saffron

تراکم Density (Corm number per m^2)	وزن بنه Corm weight (g)	سال Year	وزن بنه‌های ٦-٣ گرم Weight of corms 3-6 g ($g.m^{-2}$)	وزن بنه‌های ٩-٦ گرم Weight of corms 6-9 g ($g.m^{-2}$)	تعداد بنه‌های ٩-٦ گرم Number of corms 6-9 g per m^2
40	≤3	2013	22.00^{i}	34.33^{ij}	4.67^{k}
		2014	66.33^{h}	24.67^{j}	3.33^{k}
	3-6	2013	79.00^{h}	73.00^{hij}	10.00^{ijk}
		2014	120.67^{gh}	151.33^{fgh}	20.00^{ghij}
	6-9	2013	118.33^{gh}	64.33^{hij}	8.67^{jk}
		2014	310.00^{de}	332.67^{cde}	44.00^{cdefg}
	9-12	2013	341.67^{de}	230.00^{defg}	31.33^{defgh}
		2014	252.00^{e}	418.67^{bcd}	54.67^{bcd}
80	≤3	2013	93.33^{gh}	85.33^{ghij}	11.33^{ijk}
		2014	97.67^{gh}	128.00^{ghi}	16.00^{hijk}
	3-6	2013	230.33^{ef}	167.00^{efgh}	22.00^{fghij}
		2014	258.67^{de}	361.67^{cde}	49.33^{cdef}
	6-9	2013	328.00^{de}	226.67^{defg}	31.33^{defgh}
		2014	394.00^{cd}	495.67^{bc}	68.00^{bcd}
	9-12	2013	484.33^{bc}	324.67^{cdef}	44.67^{cdefg}
		2014	632.33^{b}	663.67^{ab}	92.67^{ab}
160	≤3	2013	104.33^{gh}	106.33^{ghij}	14.67^{hijk}
		2014	154.33^{fg}	301.67^{cdef}	39.33^{cdefg}
	3-6	2013	288.00^{de}	177.67^{efgh}	24.67^{efghi}
		2014	486.33^{bc}	690.00^{ab}	94.67^{ab}
	6-9	2013	550.33^{b}	423.33^{bcd}	57.33^{bcd}
		2014	950.67^{a}	431.33^{bcd}	56.67^{cde}
	9-12	2013	634.33^{b}	469.33^{bc}	64.00^{bc}
		2014	923.33^{a}	805.33^{a}	110.67^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by similar letter/s in each column have not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

جدول ۷- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) وزن و تعداد گل و وزن خشک کلاله زعفران تحت تأثیر تراکم و وزن بنه مادری

Table 7- Analysis of variance (mean of squares) for flower number and weight and stigma dry weight affected by density and mother corm weight of saffron

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares		
		وزن‌تر گل Flower fresh weight	تعداد گل Flower number	وزن خشک کلاله Stigma dry weight
تکرار Replication (R)	2	1387.93^{*}	6024.01^{*}	0.03^{*}
تراکم Density (D)	2	1210.49^{*}	5253.85^{*}	0.02^{*}
وزن Weight (W)	3	1978.64^{**}	8587.83^{**}	0.03^{*}
D × W	6	377.52^{ns}	1638.55^{ns}	0.008^{ns}
خطای اصلی E_a	22	316.59	1374.10	0.008
سال Year (Y)	1	1242.01^{**}	5390.68^{**}	0.42^{**}
Y × R	2	544.17^{*}	2361.85^{*}	0.01^{*}
Y × D	2	221.13^{ns}	959.76^{ns}	0.007^{ns}
Y × W	3	521.99^{*}	2265.61^{*}	0.008^{ns}
Y × D × W	6	259.54^{ns}	1126.47^{ns}	0.002^{ns}
خطای فرعی E_b	22	150.64	653.82	0.003

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and **: represent non-significant, significant at 5% and 1% level, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

اختلاف معنی‌داری برای سه سطح اول وزن بنه بر صفات مرتبط با گل مشاهده نشد، اما تأثیر سطح چهارم وزن بنه (۱۲-۹ گرم) بر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. سطح چهارم (۱۲-۹ گرم) وزن بنه به‌طور متوسط ۱/۲ برابر افزایش عملکرد وزن خشک کلاله در واحد سطح را نسبت به سطح دوم (۶-۳ گرم) به‌همراه داشت (جدول ۸).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، افزایش وزن بنه مادری افزایش تعداد گل و وزن خشک کلاله (عملکرد اقتصادی) در واحد سطح را به‌همراه داشت. نادری درباغشاهی و همکاران (Naderi Darbaghshahi et al., 2009) دریافتند که بیشترین عملکرد کلاله از تراکم ۱۷۷ بنه در مترمربع حاصل شد. ملافیلابی و همکاران (Mollafilabi et al., 2014) اظهار داشتند که بیشترین عملکرد کلاله خشک (عملکرد اقتصادی) از بنه‌های مادری با وزن بیشتر از ۱۰ گرم به دست آمد به‌طوری‌که با کاهش وزن اولیه بنه مادری صفات مرتبط با گل کاهش نشان داد. همچنین این محققین بیان داشتند که بنه‌های مادری با وزن بیشتر از ۱۰ گرم به‌طور متوسط از ۳۳ درصد عملکرد اقتصادی بیشتری برخوردار بودند. گریستا و همکاران (Gresta et al., 2010) اظهار داشتند که تعداد گل و وزن کلاله به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم بنه قرار گرفت. تمپرینی و همکاران (Temperini et al., 2009) گزارش کردند که تراکم بالای ۱۴۰ بنه در مترمربع بیشترین عملکرد وزن خشک کلاله و تعداد گل در مترمربع را به‌همراه داشت.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق مشخص شد که فاکتورهای مدیریت زراعی شامل تراکم مناسب بنه مادری و وزن بنه نه تنها می‌تواند تأثیر زیادی بر عملکرد گل داشته باشد بلکه می‌تواند بر ویژگی‌های بنه‌های دختری تولیدشده مؤثر باشد، به‌طوری‌که با تأکید بر هدف تولید بنه‌های بذری، بیشترین تعداد بنه‌های دختری با وزن مطلوب بالاتر از ۹ گرم با استفاده از الگوهای تراکم متوسط بنه نسبت به تراکم حداکثر به دست آمد.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر تراکم، وزن بنه و سال بر وزن و تعداد گل و وزن خشک کلاله زعفران

Table 8- Mean comparisons of effects of density, corm weight and year on flower number and weight and stigma dry weight in saffron

	وزن تر گل Flower fresh weight ($g.m^{-2}$)	تعداد گل Flower number per m^2	وزن خشک کلاله Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)
تراکم (number per m^2) Density			
40	47.42^{b}	98.79^{b}	0.47^{b}
80	57.04^{ab}	118.83^{ab}	0.56^{a}
160	61.28^{a}	127.67^{a}	0.58^{a}
وزن بنه Corm weight (g)			
≤3	44.67^{b}	93.06^{b}	0.46^{b}
3-6	52.88^{b}	110.17^{b}	0.53^{b}
6-9	53.71^{b}	111.89^{b}	0.52^{b}
9-12	69.73^{a}	145.28^{a}	0.65^{a}
سال Year			
2013	51.09^{b}	106.44^{b}	0.38^{b}
2014	59.40^{a}	123.75^{a}	0.69^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by similar letter/s in each column have not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

Archive of SID

www.SID.ir

در سال‌های اخیر افزایش تراکم کاشت بنه مادری در واحد سطح به میزان دو برابر مقدار رایج در مزارع سنتی مورد تأکید قرار گرفته است (Koocheki et al., 2013) و توصیه به افزایش تراکم کاشت در واحد سطح افزایش نیاز به بنه‌های بذری با وزن مطلوب بیشتر از ۹ گرم را به همراه خواهد داشت. از این‌رو ضروری خواهد بود که در آینده پژوهش‌های مرتبط با چگونگی تولید بنه مادری در مزارع جداگانه به‌عنوان مزارع تکثیری بنه یا به عبارتی مزارع اختصاصی زعفران مستقل از تولید، صرفاً به‌منظور برداشت گل زعفران با تأکید بر استانداردهای لازم مورد توجه قرار گیرد.

منابع

Alavi Shahri, H., Mohajeri, M., and Falaki, M.A. 1994. Investigation of plant density (planting distance) on saffron yield. Abstract Book of 2nd Saffron and Medicinal Plant Cultivation Conference. 8-9-Novebmer. Gonabad, Iran. (In Persian).

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

Amirghasemi, T. 2001. Saffron, the red gold of Iran. Nashre Ayandegan Press, Tehran, Iran. 112 pp. (In Persian).

Amirshekari, H., Sorooshzadeh, A., Modaress Sanavy, A., and Jalali Javaran, M. 2007. Study of effects of root temperature, corm size, and gibberellin on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Biology 19: 5–18. (In Persian with English Summary).

Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Javanshir, A., Aliari, H., and Moghaddam, M. 2004**.** Consideration competition in soybean and sorghum intercropping by yield contrary model. Journal of Agriculture Science and Natural Resources 10: 120-130. (In Persian).

Forakinejad, Z. 2008. Saffron, red gold of Iran. Journal of Teaching Biology 22 (2): 62. (In Persian).

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

Gresta, F., Lombardo, G.M., and Avola, G. 2010. Saffron stigmas production as affected by soil texture. Acta Horticulturae 850: 149-152.

Hassanzadeh aval, F., Rezvanimoghadam, p., Bananayan aval, M., and Khorasani, R. 2013. Effects of maternal corm weight and different of cow manure on corm and flower yield of Saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy & Technology 1: 22–39. (In Persian with English Summary).

Hosseini, A. 2013. Newsletter of Scientific Network for medicinal plants. (In Persian).

Koocheki, A., Ganjeali, A., and Abbassi, F. 2007. The effect of duration and condition of incubation, weight of mother corms and photoperiod on corm and shoot characteristics of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 4: 315–331. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., and Seyyedi, S.M. 2014 a. Irrigation levels and dense planting affect flower yield and phosphorus concentration of saffron corms under semi-arid region of Mashhad, Northeast Iran. Scientia Horticulturae 180: 147-155.

Archive of SID

www.SID.ir

Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., and Seyyedi, S.M. 2014 b. The effects of mother corm size, manure and chemical fertilizers on replacement corm criteria and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Saffron Research (Accepted for publication). (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Najibnia, S., and Lalehgani, B. 2009. Evaluation of saffron yield (*Crocus sativus*) in intercropping with cereals, pulses and medicinal plants. Iranian Journal of Field Crop Research 7: 173-182. (In Persian).

Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Molafilabi, A., and Seyedi, M. 2013. The effects of high corm density and manure on agronomic characteristics and corms behavior of Saffron (*Crocus sativus* L.) in the second year. Journal of Saffron Research 2:144-155. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Seyyedi, S.M., Azizi, H., and Shahriyari, R. 2014 c. The effects 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: 3–16. (In Persian with English Summary).

Mohamad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghadam, P., and Sabori, A. 2007. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron in Mashhad conditions. Acta Horticulturae (ISHS) 739: 151-153.

Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Gurdiola, J.L., and Garcia-Luice, A. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativa* L.). Scientia Horticulture 103: 361- 379.

Mollafilabi, A., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri Mahallati, M. 2014. 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 & Technology 1 (2): 14-28. (In Persian with English Summary).

Naderi Darbaghshahi, M.R., Khajebashi S.M., Banitaba, S.A., and Dehdashti, S.M., 2009. Effects of planting method, density and depth on yield and production period of saffron (*Crocus sativus* L.) in Isfahan region. Seed and Plant 24: 643–657. (In Persian with English Summary).

Nassiri-Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand, Z., and Tabrizi, L. 2007. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 5 (1): 155-165. (In Persian with English Summary).

Permeh, Z., Hosseini, M.R., Nabizadeh, A., and Mohebbi, H. R. 2009. Export potential and goal markets of Iran saffron. Iranian Journal of Trade Studies 51: 59-95. (In Persian).

Renau-Morata, B., Nebauer, S.G., Sánchez, M., and Molina, R.V. 2012. Effect of corm size, water stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). Industrial Crops and Products 39: 40–46.

Sadeghi, B. 1997. Effect of storage and sowing date of corm on saffron flowering. Organization of Scientific and Industrial of Iran. Research Center of Khorasan pp.6-53. (In Persian).

SAS. 2002. Procedures Guide. SAS Institute, Cary, NC.

Statistical yearbook of Khorasan-e-Razavi Province. 2013. Department of Agricultural Statistics. Jihad-e-Agriculture Organization in Khorasan-e-Razavi Province. (In Persian).

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

Archive of SID

www.SID.ir

The Effects of Different Amounts of Density and Mother Corm Weight on Corm and Flower Yield of Saffron (*Crocus Sativus* L.) Under Mashhad's Climate

***Hamid Reza Tavakkoli kakhki*[*1], *Ali Mokhtarian*[2], *Hossein Binabaji*[1], *Hassan Hamidi*[2], *Ramin Esmi*[3]**

1. Faculty member, Seed and Plant Improvement Recearch Departement, Research and Education Center of Agricultural and Natural Resources, Khorasan, Iran.

2. Researcher, Seed and Plant Improvement Recearch Departement, Research and Education Center of Agricultural and Natural Resources, Khorasan, Iran.

3. M.Sc.of Jahade- Keshavarzi Organization, Khorasan Razavi, Mashhad, Iran.

(-Corresponding author E-mail: hamidre@gmail.com)*

Received: 30 July, 2015 **Accepted:** 21, September, 2015

In order to investigate the effect of planting density and maternal corm weight on some characteristics of daughter corms and agronomic characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) a field experiment was conducted at the Agricultural and Natural Resources Research Center of Mashhad. This experiment was carried out as a factorial split plot in time based on complete block design with three replications and 12 treatments during the years 2010-2014. The experimental factors were 3 levels of density (40, 80 and160 corm in m^2) and 4 levels of mother corm weight (≤3, 3-6, 6-9 and 9-12 g per corm) as a main plot and time as a sub plot. The results showed that density, maternal corm weight and year had significant effects on daughter corm's weight, but the effect of interaction density × corm weight and density × weight × year were not significant for the most characteristics. The mean comparison of interaction effect of density × weight for number of daughter corm showed that maternal corm weight (9-12 g) × planting density (160 m^2) had the highest number for daughter corms (771 m^2). Maternal corms with higher initial weight produced the highest number of corms in different corm classes. In addition, the results showed that maternal corm with lower initial weight produced heavy daughter corms compared to other maternal corm weight classes. Flower weight and stigma dry weight of saffron (m^2) were increased by increasing planting density and maternal corm weight flower number. The highest dry stigma (0.65 $g.m^{-2}$) yield was produced by maternal corm (9-12 g per corm) weight class.

Keywords: Corm weight, Corm number, Daughter corm, Dry stigma weight, Flower weight.

Archive of SID

www.SID.ir