

تأثیر تراکم و وزن پیاز بر عملکرد زعفران (*Crocus sativus L.*) در زیر سایه‌انداز درخت سیب

سید ابوالفضل مردانی اصل^۱، محسن موحدی دهنوی^{۲*}، امین صالحی^۲ و علیرضا یدوی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

۲- عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

* نویسنده مسئول: Email: Movahhedi1354@yu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۰۹

چکیده

رشد و نمو زعفران تا حدودی با فصل خواب درختان خزان‌دار از جمله سیب مطابقت داشته و زمان ثمردهی و رشد رویشی آن با درخت کم‌ترین تداخل را ایجاد می‌کند. لذا با توجه به انطباق بالای فصل رشد آن با بارندگی‌ها، می‌توان از آن در شرایط کم‌آبی حداکثر بهره را برد. این آزمایش با هدف بررسی اثر تراکم کاشت و وزن پیاز بر عملکرد زعفران در شرایط کشت مخلوط با درخت سیب به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، طی سال‌های زراعی ۱۳۹۴-۹۵ و ۱۳۹۵-۹۶ در باغ سیب در روستای فیروز آباد یاسوج اجرا شد. سه سطح تراکم (۳۰/۸، ۴۰ و ۵۷/۱ پیاز در متر مربع) و چهار وزن پیاز (کمتر از ۶، ۶/۱ تا ۸، ۸/۱ تا ۱۰ و بالاتر از ۱۰ گرم) بود. نتایج نشان داد که بیشترین و کم‌ترین تعداد گل، عملکرد گل تر، عملکرد کلاله خشک، عملکرد پیاز، تعداد پیاز دختری و عملکرد کلاله خشک نسبت به سطح باغ در هر دو سال به ترتیب در ترکیب تیماری ۵۷/۱ پیاز در متر مربع و وزن پیاز بالای ۱۰ گرم و ترکیب تیماری ۳۰/۸ پیاز در متر مربع و وزن پیاز زیر ۶ گرم به دست آمد. در هر دو سال بالاترین و پایین‌ترین درصد سبز شدن به ترتیب در پیازهای با وزن بالاتر از ۱۰ گرم و پایین‌تر از ۶ گرم مشاهده شد. از آنجا که عملکرد اصلی زعفران، کلاله خشک و عملکرد پیاز است، با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که با کاشت پیازهای با وزن بالای ۱۰ گرم و تراکم ۵۷/۱ پیاز در متر مربع، با کوتاه نمودن فاصله زمانی کاشت تا تولید اقتصادی زعفران، در سال‌های اول که باغ عملکرد اقتصادی نداشته و سایه‌انداز درخت کامل نشده است، می‌توان درآمد مناسبی به دست آورد.

واژه‌های کلیدی: باغ سیب، جنگل-زراعی، سایه‌انداز درخت، عملکرد پیاز، عملکرد کلاله.

مقدمه

زعفران زراعی با نام علمی (*Crocus sativus L.*) گیاهی متعلق به خانواده زنبقیان، علفی و چندساله است (Paseban, 2006). اکثر مناطق زعفران‌خیز جهان در عرض‌های جغرافیایی ۲۹ تا ۴۲ درجه شمالی و از آسیای مرکزی در شرق تا اسپانیا در غرب پراکنده شده‌اند و خارج از این محدوده به دلیل مناسب نبودن شرایط رشد و نمو و تولید آن بسیار اندک است (Bazrafshan & Ebrahimzadeh, 2006).

در حال حاضر، ایران بزرگ‌ترین تولیدکننده زعفران در دنیا است و تقریباً ۹۰ درصد از تولید زعفران و بیش از ۸۴ درصد سطح زیر کشت آن در دنیا به ایران تعلق دارد (Mohammad Abadi et al., 2006). زعفران‌کاری از جنبه‌های مختلف نظیر نیاز آبی کم، آبیاری در زمان‌های غیربحرانی، نیاز آبی سایر گیاهان، بهره‌وری آب، اشتغال و صادرات غیرنفتی مورد توجه است. با توجه به اینکه رشد و گلدهی زعفران با گیاهان دیگر متفاوت است، می‌توان در مناطقی که درختان خزان‌کننده کشت می‌شود این گیاه را همراه با درختان کشت نمود (Rangahau, 2003). طی تحقیقات انجام شده در برخی از روستاهای بیرجند و قائن کاشت زعفران در زیر درختچه‌های زرشک و بادام به صورت جوی و پشته انجام می‌گیرد (Beheshti & Faravani, 2003).

پیاز نقش محوری در چرخه زندگی زعفران بازی می‌کند، چون منبع ذخیره مواد فتوسنتزی مورد نیاز گیاه بعد از مرحله خواب و در مراحل اولیه رشد است (Alvarez- orti et al., 2004). گیاهان حاصل از کشت پیازهای بزرگتر، تعداد و مقدار برگ بیشتری در مقایسه با گیاهان حاصل از کشت پیازهای کوچک‌تر، تولید می‌کنند (Molina, et al., 2004). پیازهای درشت از طریق تولید پیازهای بیشتر و درشت‌تر، ظرفیت گل‌آوری و عملکرد مزرعه را در دو سال بعد افزایش داده، به طوری که درسال‌های بعد عملکرد زعفران به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته و به حدود دو برابر میزان تولید مزارع سنتی رسید (Sadeghi, 2012). بعلاوه پیاز، بعنوان منبع ذخیره مواد غذایی مورد نیاز برای رشد مجدد گیاه زعفران محسوب می‌شود (Sabet Teimouri et al., 2010). نتایج نشان داده است که با افزایش وزن پیاز از ۲ تا ۴ گرم به بیش از ۸ گرم، عملکرد کلالة زعفران بطور معنی‌داری افزایش

می‌یابد (Tookaloo & Rashed Mohassel, 2009). نتایج مطالعه رانگاها (Rangahau, 2003) نشان داد که اندازه پیاز، تأثیر معنی‌داری بر تولید پیازهای دختری، تولید گل و عملکرد زعفران در سال‌های اول و بعدی دارد. تعیین تراکم کاشت مناسب نیز از مؤثرترین عوامل در بهبود عملکرد زعفران می‌باشد. تراکم پیاز در واحد سطح بسته به نوع و روش کاشت، عادت کشاورزان و اندازه پیاز متغیر بوده و در منابع مختلف بین ۱/۵ تا ۱۰ تن در هکتار گزارش شده است (Amirghasemi, 2001). تعیین اصولی الگو و تراکم کاشت می‌تواند با تحت تأثیر قرار دادن دوره‌ی بهره‌برداری زعفران، افزایش تولید را در گیاه امکان‌پذیر کند (Behdani, et al., 2006). اکثر پژوهش‌های انجام شده از ایران تراکم مطلوب ۵۰ پیاز در متر مربع به وزن ۴ تا ۵ تن پیاز درشت در کشت ردیفی را برای دستیابی به حداکثر عملکرد زعفران توصیه نموده‌اند (Kafi et al., 2002). گریستا و همکاران (Gresta et al., 2009) افزایش تعداد گل در متر مربع را با افزایش تراکم پیاز گزارش کردند. البته اگرچه تعداد گل در واحد سطح با افزایش تراکم به طور مثبت افزایش یافت ولی این امر با کاهش وزن کلالة منفرد همراه بود. علوی شهری (Alavishahri, 2002) طی تحقیقی پنج‌ساله به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد زعفران اعلام داشت که با افزایش تراکم، عملکرد به طور معنی‌داری افزایش یافت.

با توجه به اثر تراکم و وزن پیاز بر عملکرد زعفران، هدف از اجرای این پژوهش، ارزیابی تأثیر تراکم کاشت و وزن پیاز بر عملکرد زعفران در بین ردیف درختان و همچنین افزایش درآمد باغ‌دار در سال‌های اولیه کاشت درخت که هنوز باغ فاقد ثمر بوده و فضای خالی بین ردیف درختان توسط سایه‌انداز درخت اشغال نشده است، بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در باغ سیبی واقع در روستای فیروزآباد یاسوج، طی سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ به مدت دو سال انجام شد. این باغ در طول جغرافیایی ۵۴۳۱۱۸ و عرض ۳۳۹۹۲۸۹ و ارتفاع ۱۹۲۹ متر از سطح دریا قرار دارد. خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آمده است.

صورت وجین دستی انجام شد. صفات تعداد گل، عملکرد گل تر، عملکرد کلاله تر و خشک، درصد سبز شدن و عملکرد کلاله خشک نسبت به سطح باغ در هر دو سال و عملکرد پیاز و تعداد پیاز دختری، در خرداد ماه ۱۳۹۵، از مساحت یک متر مربع، اندازه‌گیری شد.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر)

Table 1. Soil physical and chemical criteria (depth 0-30 cm)

ویژگی Criteria	واحد Unit	مقدار Value
اشباع Saturation	درصد Percentage	53
هدایت الکتریکی EC	دسی‌زیمنس بر متر dS.m ⁻¹	0.5
اسیدیته pH	-	7.7
کربن آلی Organic carbon	درصد Percentage	0.3
رس Clay	درصد Percentage	36
لای Silt	درصد Percentage	38
شن Sand	درصد Percentage	26
بافت Texture	-	لوم رسی Clay loam
نیترژن کل Total nitrogen	درصد Percentage	0.03

با توجه به معنی‌دار شدن نتایج آزمون بارتلت برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده، تجزیه و تحلیل داده‌های هر سال جداگانه صورت گرفت. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

درصد سبز شدن پیاز

جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول‌های ۲ و ۳) نشان داد که در هر دو سال آزمایش اثر وزن پیاز بر درصد سبز شدن پیاز کاشته شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در هر دو سال با افزایش وزن پیاز، درصد سبز شدن پیاز کاشته شده افزایش یافت و بیشترین و کمترین درصد سبز

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در بین ردیف‌های درختان سیب دو ساله اجرا شد. عامل‌های آزمایش شامل تراکم کاشت در سه سطح (۳۰/۸ پیاز در متر مربع (۱۳×۲۵ سانتی‌متر)، ۴۰ پیاز در متر مربع (۱۰×۲۵ سانتی‌متر) و ۵۷/۱ پیاز در متر مربع (۷×۲۵ سانتی‌متر)) و وزن پیاز در چهار سطح (کم‌تر از ۶/۱، ۸/۱ تا ۱۰/۱ و بالاتر از ۱۰ گرم) در نظر گرفته شد.

عملیات تهیه بستر شامل شخم بهاره، دیسک و تسطیح در زمان مناسب و پس از آماده‌سازی زمین، کرت‌بندی طبق الگوی آزمایش انجام شد. زمین آزمایشی شامل ۳۶ کرت به ابعاد چهار متر مربع آماده گردید. فاصله بین کرت‌های آزمایش نیز ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف‌های درختان چهار متر بود که از هر طرف یک متر جهت آبیاری درخت، عملیات باغ‌داری و جلوگیری از نفوذ آب به کرت‌ها در تابستان رها شد. عملیات کاشت در تاریخ ۳۱ خرداد ماه و بر اساس نقشه طرح صورت پذیرفت. روش کاشت به صورت ردیفی (دانه تسبیحی) بود؛ به این صورت که پیازها به صورت انفرادی در شیارهایی به عمق ۲۰ سانتی‌متر قرار داده شد.

قبل از شخم، میزان ۳۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده به خاک اضافه شد. در هر دو سال، اولین آبیاری در تاریخ ۱۱ مهر ماه انجام شد. آبیاری به صورت نواری و به ازای هر ردیف کاشت یک نوار استفاده شد. مجموع بارش سالیانه در یک دوره سی‌ساله از سال زراعی ۶۶-۱۳۶۵ تا ۹۶-۱۳۹۵ در نزدیک‌ترین ایستگاه به محل اجرای آزمایش، از ۲۷۵/۴ تا ۱۲۹۹/۱ میلی‌متر گزارش شده است. میانگین کم‌ترین و بیشترین دمای ماهیانه در یک دوره سی‌ساله منتهی به سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ به ترتیب ۷/۸- و ۱۹/۶ درجه سانتی‌گراد گزارش گردید. میزان بارش از آبان‌ماه تا اردیبهشت‌ماه در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ به ترتیب ۷۲/۴، ۶۹/۴، ۲۱۴/۹، ۲۸/۹، ۴۶/۷، ۱۱۶/۱ و ۱۸/۸ میلی‌متر و در سال دوم، ۰/۳، ۱۳۹/۳، ۰/۱، ۱۷۹/۲، ۷۸/۲، ۷۱/۴ و ۴۶/۲ میلی‌متر بود. بر این اساس در سال اول فقط آبیاری اول و در سال دوم به جز آب اول، پس از برداشت گل، در تاریخ ۱۶ آبان‌ماه آبیاری دوم انجام شد و پس از آن با توجه به میزان بارندگی، آبیاری صورت نگرفت.

در هر دو سال برداشت گل از تاریخ ۲۲ مهرماه شروع و به مدت ۲۲ روز ادامه یافت. مبارزه با علف‌های هرز به

سبز شدن از عمق ۲۰ سانتی‌متری را نداشتند. پیازهای با وزن‌های مختلف دارای اثرات مستقیم بر رشد رویشی و زایشی زعفران هستند (Sadeghi et al., 2004). نتایج همچنین نشان می‌دهد این تیمارها در سال دوم درصد سبز شدن بهتری داشتند که یکی از دلایل آن تولید پیازهای دختری با وزن مناسب در سال اول و همچنین اسقرار مطلوب پیازها می‌باشد. در سال دوم بر خلاف سال اول، درصد سبز شدن پیازهای با وزن ۸/۱ تا ۱۰ گرم و ۱۰ گرم به بالا تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۴). این امر بیانگر این است که پیازهای با وزن ۸/۱ تا ۱۰ گرم توانایی سبز شدن خوبی دارند. در واقع، خصوصیات پیازهای دختری تولید شده در سال اول باعث ایجاد ویژگی‌های متفاوت در صفات اندازه‌گیری شده در سال دوم گردید (Moosavi et al., 2014).

شدن پیاز کاشته شده در سال اول به ترتیب در پیازهای با وزن بالاتر از ۱۰ گرم به میزان ۹۷/۸۴ درصد و زیر ۶ گرم به میزان ۶۹/۲۷ درصد مشاهده شد. در سال دوم نیز بالاترین درصد سبز شدن (۹۸/۷۶ درصد) در پیازهای با وزن بالای ۱۰ گرم و کمترین درصد سبز شدن (۹۱/۲ درصد) در پیازهای با وزن کمتر از ۶ گرم مشاهده شد (جدول ۴). درصد سبز شدن، تعداد برگ‌ها و درصد گل‌های تولیدی، تابع قطر پیازها است و کشت پیازهایی با قطر سه سانتی‌متر به بالا با وزن تقریبی ۱۰ گرم برای کشت توصیه شده است (Pandey et al., 1979). مقایسه میانگین اثر وزن پیاز بر درصد سبز شدن پیاز کاشته شده در سال‌های اول و دوم همچنین نشان می‌دهد که درصد سبز شدن در پیازهای با وزن زیر ۶ گرم با ۶/۱ تا ۸ گرم تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۴) و در واقع تعداد بیشتری از پیازهای زیر ۶ گرم در مقایسه با وزن‌های بالاتر، توانایی

جدول ۲. آنالیز واریانس (میانگین مربعات) درصد سبز شدن پیاز و عملکرد گل و کلاله زعفران تحت تاثیر تراکم و وزن پیاز در سال اول

Table 2. Analysis of variance (mean of squares) for corm emergence percentage and flower and stigma yield of saffron affected as density and corm weight in the first year

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	درصد سبز شدن پیاز Corm emergence percentage	تعداد گل Flower number	عملکرد گل تر Fresh flower yield	عملکرد کلاله تر Fresh stigma yield	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield
بلوک Replication	2	81.56 ^{ns}	13.94 ^{ns}	0.3 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.0003 ^{ns}
تراکم Density	2	61.01 ^{ns}	59.55 ^{**}	4.17 [*]	0.02 ^{**}	0.0009 ^{**}
وزن پیاز Corm weight	3	1288.29 ^{**}	2332.09 ^{**}	336.18 ^{**}	0.99 ^{**}	0.032 ^{**}
تراکم×وزن پیاز Density×corm weight	6	13.66 ^{ns}	34.93 ^{**}	4.47 ^{**}	0.02 ^{**}	0.0006 ^{**}
خطا Error	22	59.33	7.54	0.84	0.002	0.0001
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		9.29	23.49	21.49	16.65	25.59

***, ** و * : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌دار می‌باشند.

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

جدول ۳. آنالیز واریانس (میانگین مربعات) درصد سبز شدن پیاز و عملکرد گل و کلاله زعفران تحت تأثیر تراکم و وزن پیاز در سال دوم

Table 3. Analysis of variance (mean of squares) for corm emergence percentage and flower and stigma yield of saffron affected as density and corm weight in the second year

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	درصد سبز شدن پیاز Corm emergence percentage	تعداد گل Flower number	عملکرد گل تر Fresh flower yield	عملکرد کلاله تر Fresh stigma yield	عملکرد کلاله خشک Dry stigma yield
بلوک Replication	2	67.16*	128.53 ^{ns}	9.06 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.0006 ^{ns}
تراکم Density	2	0.46 ^{ns}	1821.44**	228.92**	0.55**	0.002**
وزن پیاز Corm weight	3	98.37**	22927.52**	3176.76**	9.67**	0.39**
تراکم×وزن پیاز Density× corm weight	6	4.49 ^{ns}	305.07**	70.37**	0.31**	0.009**
خطا Error	22	9.28	39.86	10.45	0.07	0.003
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		3.2	11.07	16.31	22.48	23.11

***, ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌دار می‌باشند.

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

تعداد گل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تراکم، وزن پیاز و برهمکنش تراکم و وزن پیاز در هر دو سال بر تعداد گل در متر مربع در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول‌های ۲ و ۳). ترکیب تیماری تراکم ۵۷/۱ پیاز در متر مربع و وزن پیاز بالای ۱۰ گرم در هر دو سال به ترتیب با ۴۲/۲۵ و ۱۴۷ گل در متر مربع به طور معنی‌داری تعداد گل را در مقایسه با سایر تیمارها افزایش داد (جدول ۴). البته در سال دوم با ترکیب تیماری تراکم ۴۰ پیاز در متر مربع و وزن پیاز بالای ۱۰ گرم تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول ۴).

مطابق با نتایج این آزمایش رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) بیان کردند که تراکم‌های مختلف پیاز در واحد سطح تأثیر معنی‌داری بر تعداد گل زعفران داشت. همچنین گرسا و همکاران (Gresta et al., 2009) مشاهده کردند که با افزایش تراکم، تعداد گل در واحد سطح افزایش یافت. با توجه به اینکه در سال اول، تعداد گل تحت تأثیر پیازهای مادری

کاشته شده است، نتایج سال اول نشان داد که ترکیب تراکم‌های بیشتر و وزن پیاز بالاتر از ۱۰ گرم بالاترین تعداد گل در متر مربع را دارد؛ و برعکس پیازهای با وزن کم‌تر از ۶ گرم عملاً گلدهی از خود نشان ندادند و حتی با افزایش تراکم این روند هیچ تغییری نداشته است (جدول ۴). همچنین نتایج سال اول نشان می‌دهند، توان گلدهی در پیازهای با وزن ۶/۱ تا ۸ گرم نیز بسیار محدود است (جدول ۴). در سال دوم، به دلیل افزایش تراکم کاشت از طریق تولید پیازهای دختری از پیازهای مادری کاشته شده در سال اول و همچنین تولید پیازهای دختری با وزن بالاتر از پیاز مادری کاشته شده، با داشتن اندوخته غذایی مناسب که نتیجه تولید برگ بیشتر و فتوسنتز مناسب‌تر بوده، تعداد گل افزایش چشم‌گیری را نشان داد؛ به طوری‌که حتی پیازهای با وزن کم‌تر از ۶ گرم که در سال اول کاشته شده بودند نیز در سال دوم از خود توان گلدهی نشان دادند؛ هرچند نسبت به پیازهای مادری با وزن بالاتر، همچنان تعداد گل کمتری داشتند (جدول ۴) که این امر نشان‌دهنده تولید پیازهای دختری با خصوصیات متفاوت

عملکرد زعفران می‌باشد، از این رو افزایش وزن پیاز مادری موجب افزایش تعداد گل نیز می‌شود. این موضوع در تحقیقات انجام گرفته توسط سایر محققان (Mollafilabi, 2012; Gowhar et al., 2012) نیز ثابت شده است که با افزایش وزن پیاز، تعداد گل و میزان عملکرد اقتصادی زعفران در سال اول کشت بیشتر می‌شود.

(از نظر وزنی) و همچنین استقرار مطلوب‌تر و البته تابع شرایط تغذیه‌ای در مکان کاشت جدید هستند. از طرفی تراکم‌های بیشتر نیز به دلیل وجود پیاز بیشتر، تأثیر مستقیم بر تعداد گل در سال دوم دارد. علیزاده-سالته (Alizadeh-Salteh, 2016) بیان کرد که از آنجا که وزن پیاز یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده میزان گلدهی و

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر تراکم کاشت و وزن پیاز بر درصد سبز شدن پیاز و عملکرد گل زعفران در سال‌های اول و دوم

Table 4. Mean comparisons for the effects of density and corm weight on for corm emergence percentage and flower and stigma yield of saffron in the first and second years

تراکم (پیاز در متر مربع) Density (corms.m ⁻²)	وزن پیاز (گرم) Corm weight (g)	درصد سبز شدن پیاز Corm emergence percentage		تعداد گل (بر متر مربع) Flower number (m ⁻²)		عملکرد گل تر (گرم بر متر مربع) Fresh flower yield (g.m ⁻²)	
		سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
		57.1	<6	67.57*	92.43	0.08 ^d	21.67 ^{gef}
	6.1-8	77.35	92.67	2.17 ^d	26.33 ^{ef}	0.59 ^d	7.18 ^{ef}
	8.1-10	83.62	97.83	11.17 ^c	71.66 ^c	3.19 ^c	23.55 ^c
	>10	96.76	98.9	43.25 ^a	147 ^a	15.97 ^a	54.15 ^a
40	<6	70.42	90.16	0 ^d	19.67 ^{gef}	0 ^d	5.78 ^{ef}
	6.1-8	75.63	94.8	2.42 ^d	31 ^e	0.85 ^d	10.93 ^e
	8.1-10	85.84	97.53	9.67 ^c	56.67 ^d	3.57 ^c	20.58 ^{cd}
	>10	95.84	98.83	32.08 ^b	138 ^a	11.83 ^b	51.20 ^a
30.8	<6	69.81	91 ^c	0.25 ^d	11.33 ^g	0.09 ^d	3.88 ^f
	6.1-8	84.42	95.17	1.33 ^d	15.33 ^g	0.48 ^d	5.77 ^{ef}
	8.1-10	86.85	95.6	8.08 ^c	47.67 ^d	2.9 ^c	16.08 ^d
	>10	100	98.53	29.75 ^b	98.33 ^b	11.82 ^b	33.43 ^b
اثر ساده Simple effect							
57.1		81.33	95.49	14.17	66.67	4.94	22.68
40		81.93	95.33	11.04	61.33	4.06	21.99
30.8		85.5	95.08	9.85	43.17	3.83	14.79
	<6	69.27 ^c	91.2 ^c	0.11	17.56	0.03	5.16
	6.1-8	79.13 ^b	94.21 ^b	1.97	24.22	0.64	7.78
	8.1-10	85.44 ^b	96.99 ^{ab}	9.64	58.67	3.22	20.07
	>10	97.84 ^a	98.76 ^a	35.03	127.78	13.21	46.26

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون و برای هر جزء تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

* Means with same letter(s) in each column and each component have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

عملکرد گل تر

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول‌های ۲ و ۳) نشان داد که اثر تراکم کاشت، وزن پیاز و برهمکنش تراکم کاشت و وزن پیاز در هر دو سال بر عملکرد گل تر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. بیشترین عملکرد گل تر از ترکیب تیماری ۵۷/۱ پیاز در متر مربع و وزن پیاز بالاتر از ۱۰ با ۱۵/۹۷ گرم در متر مربع در سال اول و ۵۴/۱۵ گرم در متر مربع در سال دوم به دست آمد (جدول ۴). همچنین جدول ۴ بیانگر این مطلب است که برهمکنش‌های ۵۷/۱ پیاز در متر مربع و وزن پیاز بالاتر از ۱۰ گرم و ۴۰ پیاز در متر مربع و وزن پیاز بالاتر از ۱۰ گرم در سال دوم تفاوت معنی‌داری نداشتند. این امر می‌تواند بیانگر این مطلب باشد که در تراکم ۵۷/۱ پیاز در متر مربع (۲۵×۷ سانتی‌متر) رقابت بین بوته‌ها برای کسب فضا و منابع غذایی و نور به‌وجود آمده باشد. در آزمایشی با افزایش تراکم پیاز از ۵۰ به ۱۵۰ پیاز در متر مربع، عملکرد گل تر و عملکرد کلاله زعفران ۱۲ درصد کاهش یافت که البته این کاهش عملکرد می‌تواند به دلیل رقابت پیازها برای دریافت مواد غذایی در تراکم خیلی زیاد باشد (Rezvani Moghaddam et al., 2013). در این آزمایش به دلیل روش کاشت ردیفی (دانه تسبیحی) در تراکم ۵۷/۱ پیاز در متر مربع و وزن پیاز بالای ۱۰ گرم، با توجه به قطر بیشتر پیاز، فاصله پیاز روی ردیف به نسبت کمتر از تراکم ۴۰ پیاز در متر مربع بود. بنابراین، امکان دارد بین پیازها در روی ردیفها رقابت بوجود آمده باشد.

عملکرد کلاله تر

همان‌گونه که در جدول‌های تجزیه واریانس (جدول‌های ۲ و ۳) مشاهده می‌شود، اثر وزن پیاز، تراکم کاشت و برهمکنش تراکم کاشت و وزن پیاز در هر دو سال بر عملکرد کلاله تر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. در هر دو سال بیشترین عملکرد کلاله تر در پیازهای با وزن بالاتر از ۱۰ گرم مشاهده شد. ترکیب تیماری ۵۷/۱ پیاز در متر مربع و وزن پیاز بالاتر از ۱۰ گرم در سال اول به ۰/۸۹ گرم کلاله تر در متر مربع به طور معنی‌داری عملکرد کلاله تر را در مقایسه با سایر تیمارها افزایش داد (جدول ۵). در سال دوم بالاترین عملکرد کلاله تر در ترکیب تیماری تراکم کاشت ۴۰ پیاز در متر مربع و وزن

پیاز بالاتر از ۱۰ گرم و ترکیب تیماری تراکم کاشت ۵۷/۱ پیاز در متر مربع و وزن پیاز بالاتر از ۱۰ گرم به ترتیب با ۳/۰۲ و ۲/۹ گرم در متر مربع مشاهده شد (جدول ۵). نتایج مطالعات مولینا و همکاران (Molina et al., 2004) نشان داد که انتخاب تراکم و اندازه مناسب پیاز به دلیل افزایش دوره بهره‌برداری از این گیاه، سبب افزایش عملکرد و کاهش طول دوره کاشت تا اقتصادی شدن عملکرد می‌شود.

مک گیمپسی و همکاران (Mc-Gimpsey et al., 1997) اعلام داشتند که کاشت ۵۰ پیاز در متر مربع برای حصول حداکثر عملکرد زعفران مناسب است. در این آزمایش نیز در تراکم ۵۷/۱ پیاز در متر مربع بالاترین عملکرد کلاله تر به دست آمد. به نظر می‌رسد افزایش تراکم از طریق افزایش تعداد گل موجب افزایش عملکرد کلاله تر می‌شود. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) بهبود بیش از ۱۰۰ درصدی وزن کلاله با افزایش وزن پیازها از ۵ گرم به بیشتر از ۸ گرم را گزارش کردند. عملکرد کلاله تر در دو سال با هم اختلاف داشت و در سال دوم نسبت به سال اول افزایش یافت. در همین راستا صادقی (Sadeghi, 2012) اظهار داشت که پیازهای درشت از طریق تولید پیازهای بیشتر و درشت‌تر ظرفیت گل‌آوری و عملکرد مزرعه را در دو سال بعد افزایش داد، به طوری که در سال‌های بعد عملکرد زعفران به‌طور چشم‌گیری افزایش می‌یابد.

عملکرد کلاله خشک

نتایج تجزیه واریانس (جدول‌های ۲ و ۳) نشان داد که اثر وزن پیاز و برهمکنش تراکم کاشت و وزن پیاز، در هر دو سال بر عملکرد کلاله خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد؛ در صورتی که اثر تراکم بر عملکرد کلاله خشک فقط در سال اول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بالاترین عملکرد کلاله خشک در هر دو سال به ترتیب با ۰/۱۶۱۶ و ۰/۶۱ گرم بر متر مربع مربوط به ترکیب تیماری تراکم ۵۷/۱ پیاز در متر مربع و وزن پیاز بالاتر از ۱۰ گرم می‌باشد (جدول ۵). تحقیقات علوی شهری و همکاران (Alavi Shahri et al., 1994) نشان داد با افزایش تراکم تا ۵۰ پیاز در واحد سطح، عملکرد کلاله به طور معنی‌داری افزایش یافت که با نتایج

فتوسنتزی مورد نیاز گیاه را بعد از مرحله خواب و در مراحل اولیه رشد تأمین می‌نماید (Molafilabi et al., 2014). همانگونه که در جدول ۵ نشان داده شده است که برای دستیابی به عملکرد مناسب و اقتصادی در سال‌های اولیه پس از کاشت، صرفاً افزایش تراکم کافی نخواهد بود؛ بلکه به همراه افزایش تراکم، وزن پیاز مناسب نیز ضروری می‌باشد.

سال اول این آزمایش مطابقت داشت. بهنیا (Behnia, 2008) به این نتیجه رسید که با افزایش تراکم کاشت عملکرد به صورت معنی‌داری افزایش یافت. ملافیلابی و همکاران (Molafilabi et al., 2014) اظهار داشتند که بیشترین عملکرد کلالة خشک از پیازهای با وزن بالاتر از ۱۰ گرم به دست آمد؛ دلیل این امر ذخیره مواد غذایی بیشتر در پیازهای با وزن بیشتر است که این ذخیره، منبع مواد

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کاشت و وزن پیاز بر عملکرد کلالة زعفران در سال‌های اول و دوم

Table 5. Mean comparisons for the effects of density and corm weight on stigma yield of saffron in the first and second years

تراکم (پیاز در متر مربع) Density (corms.m ⁻²)	وزن پیاز (گرم) Corm weight (g)	عملکرد کلالة تر (گرم بر متر مربع) Fresh stigma yield (g.m ⁻²)		عملکرد کلالة خشک (گرم بر متر مربع) Dry stigma yield (g.m ⁻²)	
		سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
		57.1	<6	0.001 ^{e*}	0.43 ^f
	6.1-8	0.03 ^e	0.42 ^f	0.0061 ^d	0.08 ^f
	8.1-10	0.23 ^d	1.49 ^b ^c	0.0433 ^c	0.23 ^d
	>10	0.89 ^a	2.9 ^a	0.1616 ^a	0.61 ^a
40	<6	0 ^e	0.36 ^f	0 ^d	0.06 ^f
	6.1-8	0.05 ^e	0.62 ^{ef}	0.0080 ^d	0.12 ^{ef}
	8.1-10	0.19 ^d	1.97 ^{de}	0.0338 ^c	0.19 ^{de}
	>10	0.7 ^b	3.02 ^a	0.1206 ^b	0.51 ^b
30.8	<6	0.006 ^e	0.27 ^f	0.0025 ^d	0.06 ^f
	6.1-8	0.027 ^e	0.3 ^f	0.0044 ^d	0.03 ^f
	8.1-10	0.22 ^d	1.2 ^{cd}	0.0328 ^c	0.33 ^c
	>10	0.56 ^c	1.87 ^b	0.1043 ^b	0.41 ^c
اثر ساده Simple effect					
57.1		0.29	1.31	0.053	0.25
40		0.24	1.24	0.040	0.22
30.8		0.2	0.91	0.036	0.21
	<6	0.002	0.35	0.0009	0.06
	6.1-8	0.04	0.45	0.0061	0.08
	8.1-10	0.21	1.22	0.0366	0.25
	>10	0.71	2.6	0.1288	0.51

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

* Means with same letter(s) in each column and each component have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

عملکرد پیاز

منجر به کاهش عملکرد پیاز زعفران شد. دلیل آن‌ها برای کاهش عملکرد پیاز این بود که با توجه به اینکه زعفران دارای قابلیت تولید مواد دگرآسیب می‌باشد، افزایش تراکم احتمالاً به دلیل افزایش رهاسازی و انتشار این مواد به محیط رشد پیازها، باعث کاهش رشد و به تبع آن کاهش تولید پیاز شده است. بین وزن پیاز مادری و وزن پیازهای دختری رابطه مستقیمی وجود دارد و با افزایش وزن پیاز مادری، وزن پیازهای دختری نیز به میزان قابل توجهی افزایش یافت (Khavari et al., 2016). با تحلیل رفتن پیازهای مادری، ریشه‌های پیاز نقشی در جذب مواد غذایی ندارند و درشت‌تر شدن پیاز دختری پس از این مربوط به انتقال محتویات پیاز مادری به پیازهای دختری و همچنین فتوسنتز برگ‌ها می‌باشد (Torabi & Sadeghi, 1994). بنابراین پیازهای با وزن بالاتر از ۱۰ گرم هم عملکرد پیاز بیشتر و هم تعداد پیاز دختری بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها داشتند.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۶) نشان داد که اثر تراکم کاشت، وزن پیاز و برهمکنش تراکم کاشت و وزن پیاز در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد پیاز معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد پیاز مربوط به ترکیب تیماری تراکم ۵۷/۱ پیاز در متر مربع و وزن پیاز بالای ۱۰ گرم به میزان ۱۷۷۷/۶۷ گرم بر متر مربع و ترکیب تراکم ۳۰/۸ پیاز در متر مربع و وزن پیاز کمتر از ۶ گرم به میزان ۲۰۵ گرم بر متر مربع بود (جدول ۷). علیزاده - سالطه (Alizadeh-Salteh, 2016) در مورد بررسی عملکرد پیاز (وزن پیازهای دختری تولیدی) نیز بیان کرد که در پیازهای با وزن بیش از ۹ گرم، عملکرد پیاز در مقایسه با پیازهای کوچک‌تر افزایش یافت. در صورتی که رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) بیان کردند که افزایش تراکم از ۵۰ به ۱۵۰ پیاز در متر مربع،

جدول ۶. آنالیز واریانس (میانگین مربعات) عملکرد پیاز و کلاله زعفران تحت تأثیر تراکم و وزن پیاز در سال‌های اول و دوم
 Table 6. Mean of squares for corm and stigma yield of saffron affected as density and corm weight in the second year in the first and second years

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد پیاز Corm yield	تعداد پیاز Corm number	عملکرد کلاله خشک نسبت به سطح باغ در سال اول Dry stigma yield per orchard area in the first year	عملکرد کلاله خشک نسبت به سطح باغ در سال دوم Dry stigma yield per orchard area in the second year
بلوک Replication	2	764.36*	23.11 ^{ns}	8173.24 ^{ns}	158.33 ^{ns}
تراکم Density	2	397301.19**	2529.53**	22793.03**	112708.33 ^{ns}
وزن پیاز Corm weight	3	2594496.07**	8060.33**	789952.6**	9695995.37**
تراکم×وزن پیاز Density×corm weight	6	126168.046**	1133.08**	15228.7**	392533.15**
خطا Error	22	201.088	49.66	3045.9	67121.21
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		1.86	10.32	25.6	23.11

***, * و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌دار می‌باشند.

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

عنوان عملکرد اصلی زعفران از تقسیم عملکرد کلاله خشک بر عدد ۲ به دست آمد. تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۶) نشان داد که در سال اول، اثر تراکم کاشت، وزن پیاز و برهمکنش تراکم کاشت و وزن پیاز در سطح یک درصد

عملکرد کلاله خشک نسبت به باغ در سال‌های اول و

دوم

با توجه به اینکه در باغ ۵۰ درصد سطح به کاشت زعفران اختصاص داشت، عملکرد کلاله خشک در هکتار باغ به

خشک نسبت به سطح باغ، به عنوان عملکرد اصلی زعفران را در دو سال اول افزایش داد (جدول ۷). بنابراین، در شرایط کاشت زعفران بین ردیف درختان متمرکز از جمله سیب، به دلیل محدودیت زمانی در اختیار بودن فضای بین ردیف‌ها، می‌توان با کاشت پیازهای با وزن بالای ۱۰ گرم و تراکم ۵۷/۱ پیاز در متر مربع در سال‌های اول و دوم به عملکرد مناسب رسید. هزینه تهیه پیازهای بالای ۱۰ گرم از طریق افزایش عملکرد کلاله خشک زعفران به عنوان اقتصادی‌ترین جزء، جبران می‌شود.

معنی‌دار بود و در سال دوم اثر وزن پیاز و برهمکنش تراکم کاشت و وزن پیاز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در هر دو سال ترکیب تیماری تراکم کاشت ۵۷/۱ پیاز در متر مربع و وزن پیاز بالای ۱۰ گرم به ترتیب با ۸۰۸/۲۱ و ۳۰۳۳/۳ گرم بر هکتار باغ بالاترین عملکرد کلاله خشک نسبت به سطح باغ را نشان داد (جدول ۷). با توجه به این‌که زمین کشت شده زعفران نسبت به سطح باغ ۵۰ درصد می‌باشد، تراکم کاشت بالاتر به همراه وزن پیاز بیشتر، به دلیل استفاده مطلوب‌تر از زمین و دارا بودن اندوخته غذایی بالاتر و توان گلدهی بیشتر، عملکرد کلاله

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کاشت و وزن پیاز عملکرد پیاز و کلاله زعفران در سال‌های اول و دوم
 Table 7. Mean comparisons for the interaction effects of density and corm weight on corm and stigma yield of saffron in the first and second years

تراکم (پیاز در متر مربع) Density (corms.m ⁻²)	وزن پیاز (گرم) Corm weight (g)	عملکرد کلاله خشک نسبت به سطح باغ (گرم در هکتار) Dry stigma yield per orchard area in the first year (g.ha ⁻¹)		عملکرد پیاز (گرم بر متر مربع) Corm yield (g.m ⁻²)	تعداد پیاز (بر متر مربع) Corm number (m ⁻²)
		سال اول First year	سال دوم Second year		
		57.1	<6		
	6.1-8	30.29 ^d	416.7 ^f	383.33 ^g	50.33 ^e
	8.1-10	216.63 ^c	1150 ^d	1363.33 ^b	93 ^b
	>10	808.21 ^a	3033.3 ^a	1777.67 ^a	149.66 ^a
40	<6	0 ^d	316.7 ^f	230 ^h	34.33 ^{gf}
	6.1-8	40.21 ^d	600 ^{ef}	463.67 ^f	52 ^e
	8.1-10	168.79 ^c	933.3 ^{de}	684 ^d	82 ^{bc}
	>10	602.79 ^b	2566.7 ^b	1347.33 ^b	85.66 ^{bc}
30.8	<6	12.50 ^d	316.7 ^f	205 ⁱ	26.33 ^g
	6.1-8	22.13 ^d	150 ^f	468.33 ^f	54.66 ^e
	8.1-10	163.38 ^c	1633.3 ^c	593 ^e	77.0 ^{cd}
	>10	521.46 ^b	2033.3 ^c	1268 ^e	69 ^d
اثر ساده Simple effect					
57.1		264.20	1225	973	84.58
40		202.9	1104.2	681.25	63.5
30.8		179.86	1033.3	638.08	56.75
	<6	4.72	311.1	267.57	35.33
	6.1-8	30.88	388.9	438.44	52.33
	8.1-10	183.93	1238.9	880.11	84
	>10	644.15	2544.4	1470.33	101.44

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.
 * Means with same letter(s) in each column and each component have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

طوری که پیازهای با وزن زیر ۸ گرم نه تنها در سال اول بلکه در سال دوم هم به دلیل عملکرد پیاز کم‌تر، تولید مناسبی ندارند؛ بنابراین، برای دستیابی سریع‌تر به عملکرد اقتصادی و تداوم آن باید از کاشت پیازهای کوچک‌تر از ۸ گرم اجتناب نمود. همچنین در باغات جوان که هنوز درختان فضای بین ردیف را سایه‌اندازی نکرده‌اند، می‌توان با رعایت فاصله از درخت، در بین ردیف باغ اقدام به کاشت زعفران نمود تا در سال‌های اولیه که باغ محصولی ندارد، از این طریق درآمدی نصیب باغ‌دار گردد. هر چند که برای توصیه به این امر نیاز به پژوهش‌های بیشتر می‌باشد.

با توجه به این که هدف از کاشت زعفران در بین ردیف باغ، افزایش درآمد باغ‌دار در سال‌های اولیه پس از کاشت است، تراکم کاشت ۵۷/۱ پیاز در متر مربع و پیازهای با وزن بالای ۱۰ گرم جهت کاشت پیشنهاد می‌گردد. البته چنانچه پیازهای با وزن بالاتر از ۱۰ گرم به اندازه کافی در اختیار نباشد، پیازهای با وزن بالای ۸ گرم توصیه می‌گردد.

با توجه به این که زمین کشت شده زعفران نسبت به سطح باغ ۵۰ درصد می‌باشد، تراکم کاشت بالاتر به همراه وزن پیاز بیشتر، به دلیل استفاده مطلوب‌تر از زمین و دارا بودن اندوخته غذایی بالاتر و توان گلدهی بیشتر، عملکرد کلانه خشک نسبت به سطح باغ، به عنوان عملکرد اصلی زعفران را در دو سال اول افزایش داد (جدول ۷). بنابراین، در شرایط کاشت زعفران بین ردیف درختان متمرکز از جمله سیب، به دلیل محدودیت زمانی در اختیار بودن فضای بین ردیف‌ها، می‌توان با کاشت پیازهای با وزن بالای ۱۰ گرم و تراکم ۵۷/۱ پیاز در متر مربع در سال‌های اول و دوم به عملکرد مناسب رسید. هزینه تهیه پیازهای بالای ۱۰ گرم از طریق افزایش عملکرد کلانه خشک زعفران به عنوان اقتصادی‌ترین جزء، جبران می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اندازه پیاز تأثیر زیادی بر عملکرد زعفران در دو سال اول کاشت دارد؛ به

منابع

- Alavi Shahri, H., 2002. Effect of rate of irrigation and manure on saffron yield. *Journal of Seed and Plant*. (11), 54. [In Persian with English Summary].
- Alavi Shahri, H., Mohajeri, M., and Folaki, M.A., 1994. Evaluation of plant density (planting distance) on saffron yield. *Proceedings of 2nd Meeting of Saffron and Medicinal Plant Agronomy*. Gonabad, Iran. [In Persian].
- Alizadeh-Salteh, S., 2016. Evaluation of the effect of maternal corm and planting methods on lower and replacement corms yield of two ecotypes of saffron (*Crocus Sativus L.*) in Tabriz. *Saffron Agronomy and Technology*. 3, 251-259. [In Persian with English Summary].
- Alvarez-orti, M., Gomez-Gomez, L., Rubio, A., Escribano, J., Pardo, J., Jimenez, F., and Fernandez, J.A., 2004. Development and gene expression in saffron corms. *Acta Horticulture*. 650, 141-148.
- Arsalan, N., Gubruz, B., Dpek, A., Ozcan, S., Sarthan, E., Daeshian, A.M., and Moghaddasi, M.S., 2006. The effect of corm size and different harvesting times on saffron (*Crocus sativus L.*) regeneration. In: *Proceedings of 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology*, 28-30th October. Mashhad, Iran. Pp. 113-117.
- Bazrafshan, J., and Ebrahimzadeh, A., 2006. A review on temporal and spatial distribution of saffron in Iran, case study: Khorasan. *Geography and Development Magazine*. pp. 61-84. [In Persian].
- Behdani, M.A., Koocheki, A., Nassiri, M., and Rezvani, P., 2006. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). *Journal of Saffron Research*. 3, 1-14. [In Persian with English Summary].
- Beheshti, A., and Faravani, M., 2003. Investigation the effect of different planting proportions and densities on yield and yield components of saffron and caraway mixed cropping. *3rd National Congress of Saffron*, Mashhad, Iran. pp. 27-31. [In Persian with English Summary].

- Behnia, M., 2008. *Effect of planting methods and corm density in saffron (Crocus sativus L.) yield in Damavand region. Pajouhesh and Sazandegi. 79, 101-108. [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.) In: 4th International saffron Symposium. October, 22-25. Kashmir, India.*
- 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 Horticulture. 119, 320-324.*
- Hassanzadeh Aval, F., Rezvani Moghaddam, P., Bannayan Aval, M., and Khorasani, R., 2014. *Effects of maternal corm weight and foliar application on replacement corm characteristics and flower yield of saffron (Crocus sativus L.) in the first year. Journal of Saffron Research. 2, 73-84. [In Persian with English Summary].*
- Juana, J.A.D., Corcolesb, H.L., Munozb, R. M., and Picornella. M.R., 2009. *Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Industrial Crops and Products. 30, 212-219.*
- Kafi, M., Rashed, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A., 2002. *Saffron, Technology, Cultivation and Processing. Center of Excellence for Special Crops, Ferdowsi University of Mashhad Publication, Iran. 276 pp. [In Persian].*
- Khavari, A., Behdani, M., Zamani, G., and Mahmoodi, S., 2016. *Effects of planting methods and corm weight on corm and flower yield of saffron (Crocus sativus L.) in Qaenat region. Journal of Saffron Research. 4, 120-133. [In Persian with English Summary].*
- Mashayekhi, K., Soltani, A., and Kamkar, B., 2006. *The relationship between corm weight and total flower and leaf numbers in saffron. In: Proceedings 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology, 28-30th October. Mashhad. Iran. Pp. 93-96.*
- Mc-Gimpsey, G.A., Douglas, M.H., and Wallace, A.R., 1997. *Evaluation of saffron (Crocus sativus L.) production in New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticulture Sciences. 25, 159-168.*
- Mohamad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghaddam, P., and 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. Acta Horticulturae (ISHS). 739, 151-153.*
- Mohammad Abadi, A.A., Rezvani Moghadam, P., and Sabori. A., 2006. *Effect of plant distance on flower yield and qualitative characteristics of forage production of saffron (Crocus sativus L.) in Mashhad condition. In: Proceedings of the 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran. Pp. 151-153.*
- 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.*
- Mollafilabi, A., 2012. *Effect of extensive range of corm weights on yield components and flowering characters of saffron (Crocus sativus L.) under greenhouse conditions. In: 4th International Saffron Symposium. October, 22-25. Kashmir, India.*
- Mollafilabi, A., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri, 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 and Technology. 1, 14-28. [In Persian with English Summary].*
- Moosavi, S.E., Movahhedi Dehnavi, M., and Salehi, A., 2014. *Evaluation of saffron*

- (*Crocus sativus* L.) yield in different planting patterns and densities between apple trees in Semirrom region. *Journal of Saffron Research*. 2(1): 47- 57. [In Persian with English Summary].
- Pandey, D., Pandey, V.S., and Srivastava, R.P., 1979. A note on the effect of the size of corms on the sprouting and flowering of saffron. *Progressive Horticulture*. 6, 89-92.
- Paseban, F., 2006. Effective factors on exporting Iranian saffron. *The Economic Research*. 6(2), 1-15. [In Persian with English Summary].
- Rangahau, M.K., 2003. Growing Saffron - The world's most expensive spice, *Crop and Food Research*. 20, 1-4.
- Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S., Amin Ghafori, A., and Shabahang, J., 2013. Evaluation of growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) affected by spent mushroom compost and corm density. *Journal of Saffron Research*. 1(1), 13-26. [In Persian with English Summary].
- Rostami, M., and Mohammadi, H., 2013. Effect of planting date and corm density on growth and yield of saffron in climate of Malayer. *Journal of Agroecology*. 1, 27-38. [In Persian with English Summary].
- Sabet Teimouri, M., Kafi, M., Avarseji, Z., and Orooji, K., 2010. The effect of drought stress, corm size and corm tunic saffron morphoecophysiological characteristics of saffron in greenhouse conditions. *Journal of Agroecology*. 2(2), 323-335. [In Persian with English Summary].
- Sadeghi, B., 2012. Effect of corm weight on Saffron (*Crocus sativus* L.) flowering (Research II). In: 4th International Saffron Symposium. October, 22-25. Kashmir, India.
- Sadeghi, B., Journalism, K., and Hatami, M., 2004. Effect of sowing time on collecting saffron flowers. *Proceedings of the Third National Conference of Saffron*. University of Ferdowsi. Mashhad Press. Iran. [In Persian].
- Tookaloo, M.R., and Rashed Mohassel, M.H., 2009. The effect of planting date, corm weight and gibberelins concentration on quantity and quality characteristics of saffron. 3rd International Symposium on Saffron Biology and Technology, Kozani, Greece. p. 51.
- Torabi, M., and Sadeghi, B., 1994. Pattern of nutrient changes in leaf and corm of saffron during growth period. *Abstract of the second National Symposium on saffron and Medicinal plants*. 8-9th November, Gonabad, Iran. [In Persian].



Effects of Corm Weight and Planting Density on Saffron (*Crocus sativus* L.) Yield under the Canopy of Apple Tree

Seyed Abolfazl Mardani Asl¹, Mohsen Movahhedi Dehnavi^{2}, Amin Salehi², Alireza Yadavi²*
1- M.Sc. Student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture,
Yasouj University, Yasouj, Iran.

2- Scientific Members, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj
University, Yasouj, Iran.

**Corresponding Author Email: Movahhedi1354@yu.ac.ir*

Received 24 June 2017; Accepted 30 December 2017

Abstract

Given that saffron is a perennial plant that its growth and development are coincided by apple tree inactive phase and also flowering and development stages have little interference with the tree, on the other hand due to synchrony of rainy seasons with plant growth, this plant can be a good candidate for agroforestry in apple orchard especially in semi-arid regions as Iran. So this experiment aimed to evaluate the effects of corm weight and plant density on saffron yield affected intercropping with apple tree. The experiment carried out as factorial layout based on a randomized complete block design with three replications during 2015-2016 growing seasons. Three corm densities (30.8, 40 and 57.1 corms.m⁻²) and four corm weights (≤6.0, 6.1-8.0, 8.1-10.0 and >10.0 g) were considered as treatments. Rows spacing was 25 cm and corm spacing set-out based on density levels. The results showed that the maximum flower numbers, fresh flower yield, dry stigma yield, corm yield, corm number and dry stigma yield per orchard area were achieved from 57.1 corms.m⁻² and 10< g weight in two years. Maximum emergence percentage was belonged to 10< g corm in two years. Given that saffron yield consist of dry stigma yield and corm weight, it seems that sowing corm with 10< g weight and 57.1 corms.m⁻² can produce proper yield, especially at the first and second years, that apple trees canopy is not completed yet.

Keyword: *Agroforestry, Apple garden, Corm yield, Corm weight, Stigma yield, Tree canopy.*