



Effect of Corm Harvesting Year on Agronomic Criteria, Daughter Corm, and Flower Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.)

Alireza Koocheki^{1*}, Soroor Khorramdel² and Fatemeh Moallem Banhangi³

Submitted: 27 July 2021 Revised: 5 February 2022 Accepted: 10 March 2022 Available Online: 14 May 2022	How to cite this article: Koocheki, A., Khorramdel, S., and Moallem Banhangi, F. 2022. Effect of Corm Harvesting Year on Agronomic Criteria, Daughter Corm, and Flower Yield of Saffron (<i>Crocus sativus</i> L.). Saffron Agronomy & Technology, 10(2): 101-116. DOI: 10.22048/jsat.2022.296998.1431
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Abstract

Saffron (*Crocus sativus* L.) is a sterile geophyte plant propagates vegetatively through a corm formation. During each growing season, saffron propagates by daughter corms produced from the mother corm. The daughter corms are formed above the mother corm. The Saffron field can be maintained for up to a decade; however, it may reduce based on agronomic management. In order to study the effect of corm harvesting year (field age) on daughter corm and flower yield of saffron, a four-year experiment was conducted at Research Field, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during four growing seasons in 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018 and 2018-2019. Treatments were four corm harvesting years considered one, two, three, and four years aged plots. Studied traits were flower numbers per m², fresh weight of flower per m², the dried weight of stigma per m², number of daughter corms per m², dried weight of daughter corms, daughter corm diameter and number and weight of daughter corms in five weight groups such as <4, 4-8, 8-12, 12-16 and >16 g. Based on the results, the highest production gains in flower numbers (67.1 flowers per m²), fresh flower weight (32.31 g.m⁻²), and stigma dried weight (0.761 g.m⁻²) were observed in the second harvesting year. Also, the maximum daughter corm number and daughter corm yield were recorded for the third harvesting year with 189.5 corms.m⁻² and 603.91 g.m⁻², respectively. Although the progeny corm number continued to rise each year, in the third generation, corm production was dominated by corms below 12 g, and this suggests a need to lift the corms and replant at the beginning of the fourth year.

Keywords: Number of daughter corms, Farm age, Daughter corm yield, Stigma dried weight.

1- Professor, Department of Agrotechnology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

2- Associate Professor, Department of Agrotechnology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3- PhD Student in Agroecology, Department of Agrotechnology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

(*- Corresponding Author Email: akooch@um.ac.ir)

مقاله پژوهشی

اثر سال برداشت بنه بر ویژگی‌های زراعی و عملکرد بنه‌های دختریه و گل زعفران (*Crocus sativus* L.)

علیرضا کوچکی^{۱*}، سرور خرم‌دل^۲ و فاطمه معلم بنهنگی^۳

تاریخ دریافت: ۵ مرداد ۱۴۰۰

تاریخ بازنگری: ۱۶ بهمن ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۱۹ اسفند ۱۴۰۰

کوچکی، ع.، خرم‌دل، س.، و معلم بنهنگی، ف. ۱۴۰۱. اثر سال برداشت بنه بر ویژگی‌های زراعی و عملکرد بنه‌های دختریه و گل زعفران (*Crocus sativus* L.). زراعت و فناوری زعفران، ۱۰(۲): ۱۰۱-۱۱۶.

چکیده

زعفران گیاهی ژئوفیت و عقیم است که به صورت رویشی از طریق تشکیل بنه تکثیر می‌یابد. این گیاه مراحل مختلف رشد را در هر فصل زراعی با گلدهی آغاز و با تولید بنه‌های دختریه از بنه مادری به اتمام می‌رساند. بنه‌های دختریه روی بنه مادری تشکیل می‌شوند. دوره بهره‌برداری از مزرعه زعفران می‌تواند تا بیش از یک دهه ادامه یابد، هر چند که بسته به مدیریت زراعی بهتر است طول این دوره کاهش یابد. به منظور مطالعه اثر سال برداشت بنه (سن مزرعه) بر عملکرد بنه‌های دختریه و گل زعفران، آزمایشی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد طی چهار سال زراعی متوالی ۹۵-۱۳۹۴، ۹۶-۱۳۹۵، ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. کاشت گیاه در شهریور ماه سال ۱۳۹۴، صورت گرفت و شاخص‌های مربوط به گلدهی و رشد بنه اندازه‌گیری شد. چهار سال برداشت بنه (سن مزرعه) به عنوان تیمارهای یک ساله، دو ساله، سه ساله و چهار ساله مد نظر قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه شامل تعداد گل، وزن تر گل، وزن خشک کلاله، وزن خشک بنه‌های دختریه و تعداد بنه‌های دختریه در واحد سطح، قطر بنه‌های دختریه و وزن بنه‌های دختریه در پنج گروه وزنی 4، $4-8$، $8-12$، $12-16$ و 16 گرم بودند. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد گل (۶۷/۱ عدد در متر مربع)، وزن تر گل (۳۲/۳۱ گرم در متر مربع) و وزن خشک کلاله (۰/۷۶۱ گرم در متر مربع) برای سال برداشت دوم (مزرعه دو ساله) مشاهده شد. بیشترین تعداد و وزن بنه‌های دختریه در واحد سطح برای سال برداشت سوم (مزرعه سه ساله) به ترتیب با ۱۸۹/۵ بنه در متر مربع و ۶۰۳/۹۱ گرم در متر مربع بدست آمد. اگرچه تعداد بنه‌های دختریه تا سال چهارم افزایش یافت، اما بیشتر بنه‌ها دارای وزن کمتر از ۱۲ گرم بودند و این موضوع نشان‌دهنده نیاز به جابجایی بنه‌ها و کاشت مجدد آن‌ها در ابتدای سال چهارم است.

کلمات کلیدی: تعداد بنه‌های دختریه، سن مزرعه، عملکرد بنه‌های دختریه، وزن خشک کلاله

۱- استاد گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشجوی دکتری بوم‌شناسی زراعی گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

*- نویسنده مسئول: akooch@um.ac.ir

مقدمه

ایران بزرگترین تولیدکننده زعفران در دنیا محسوب می‌شود و بیشترین سطح زیر کشت این محصول نیز در ایران است (Shahnoushi et al., 2020). بر طبق آخرین آمارنامه جهاد کشاورزی (Ministry of Agriculture-Jihad, 2020)، سطح زیرکشت و میزان تولید زعفران در سال ۱۳۹۹ به ترتیب ۱۲۰۲۲۳/۵ هکتار و ۴۳۹/۱۷۵ تن گزارش شده است. مطالعه تغییرات سطح زیر کشت و عملکرد زعفران در طی دوره‌های گذشته نشان داده است علی‌رغم آنکه سطح زیر کشت و تولید این محصول در ایران از روند صعودی برخوردار است، ولی عملکرد در واحد سطح آن از روندی نزولی تبعیت می‌کند، به نحوی که میانگین تولید از ۵/۷۶ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۵۲ به ۳/۶۵ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۹۸ کاهش یافته است (Koocheki 2018; Ministry of Agriculture-Jihad, 2020). مقایسه میانگین عملکرد کلالة در بین سه کشور عمده تولیدکننده این محصول در دنیا بیان‌کننده اختلاف زیاد عملکرد کلالة خشک در ایران با سایر کشورها همچون اسپانیا و یونان (به ترتیب با ۱۲ و ۷ کیلوگرم در هکتار) است (Koocheki, 2018) و این آمار و اطلاعات لزوم توجه به راهکارهای افزایش تولید زعفران را بیش از پیش خاطر نشان می‌سازد.

زعفران زراعی گیاهی تک‌لپه، ژئوفیت و از خانواده زنبقیان (Iridaceae) است. اگر چه این گیاه از نظر گیاهشناسی یکساله است، ولی مزارع آن عمدتاً چند ساله می‌باشند (Koocheki & Seyyedi, 2020). ساقه‌های کوتاه زیرزمینی این گیاه توسط برگ‌ها و فلس‌ها پوشانیده می‌شوند (Kumar et al., 2009).

وجود اختلالات سیتولوژیکی و خودناسازگاری باعث ممانعت از خویش‌آمیزی در گیاه زعفران شده است (Bagheri & Vessal, 2003). بنه که از نظر گیاهشناسی، ساقه زیرزمینی به شمار می‌رود، در حقیقت «بذر» این گیاه و اندام مورد استفاده جهت تکثیر رویشی آن محسوب شده (Renau-Morata et al., 2012; Koocheki & Seyyedi, 2020; Rashed-Mohassel, 2020) و در شرایط زراعی می‌تواند تا چندین سال مورد بهره‌برداری قرار گیرد (Gresta et al., 2008b; Kumar et al., 2009).

بر اساس رشد اندام‌های هوایی، مراحل فنولوژیکی زعفران شامل سه مرحله رشد زایشی^۱، رشد رویشی^۲ و مرحله رکود^۳ می‌باشند (Kafi et al., 2002; Koocheki & Seyyedi, 2009; Kumar et al., 2020). رشد و نمو زعفران در هر فصل زراعی از طریق جوانه‌ها در بنه مادری انجام می‌شود. با فعال شدن این جوانه‌ها، تکامل بنه‌های مادری نیز آغاز می‌شود (Kafi et al., 2002; Bagheri & Vessal, 2003; Koocheki & Seyyedi, 2020). بنه‌های مادری رشد رویشی-زایشی داشته و بعد از مرحله گلدهی، بنه‌های جدید (دختری) روی بنه قدیمی (مادری) تولید می‌شود (Renau-Morata et al., 2013; Koocheki & Seyyedi, 2020). هر بنه دخترتی در آغاز فصل رشد بعدی به عنوان بنه مادری رشد و تکثیر می‌یابد و این چرخه مجدداً تکرار می‌شود. همزمان با تولید و رشد بنه‌های دخترتی که حاصل آغازش رشد جوانه‌های اصلی یا جانبی روی بنه مادری می‌باشند (Gresta et al., 2008a)، بنه مادری به تدریج تحلیل رفته و در انتهای فصل رشد رویشی به طور کامل از بین می‌رود (Bhagyalakshmi, 1999).

۱- Generative phase

۲- Vegetative phase

۳- Dormant phase

می‌شوند و معمولاً زمانی که عملکرد گل و کلاله به شدت کاهش می‌یابد، مزارع این محصول جابجا می‌شوند که این امر به تشدید رقابت برای جذب آب و مواد غذایی، بیماری و یا موارد مرتبط با خودآسیبی این گیاه نسبت داده شده است (Sampathu et al., 2009; Rees, 1988; de Juan et al., 1984).

تحقیقات نسبتاً اندکی در رابطه با اثر سن مزرعه بر عملکرد گل و بنه زعفران صورت گرفته است و در اکثر پژوهش‌ها اثر تراکم، روش کاشت، وزن بنه و یا روش‌های مختلف تغذیه‌ای بر عملکرد زعفران را مورد بررسی قرار داده‌اند. در واقع، بیشتر کشاورزان از مزارع زعفران چندین سال بهره‌برداری می‌کنند و شاید یکی از دلایل پایین بودن عملکرد گل در مزارع سنتی ایران در مقایسه با کشورهای همچون یونان، ایتالیا و اسپانیا کاشت و نگهداری بنه‌ها طی مدت زمان طولانی‌تر و در مزارع با سن بالا می‌باشد. نتایج مطالعه کوچکی و ثابت تیموری (Koocheki & Sabet Teymori, 2015) نشان دهنده تأثیر معنی‌دار سن مزرعه بر رشد و عملکرد زعفران بود، به طوری که بالاترین عملکرد گل و کلاله برای مزرعه سه ساله مشاهده شد. در این ارتباط، نتایج تحقیق دی‌ماستر و روتا (De Mastro & Ruta, 1993) حاکی از اثر منفی سن مزرعه بر گلدهی زعفران می‌باشد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2019) نیز با مطالعه تأثیر وزن و تعداد بنه بر اساس سن مزرعه بر رشد و عملکرد بنه زعفران بیان داشتند که در مزارع یک ساله بنه‌های دختری درشت‌تر مشاهده شد. بررسی‌های دیگر نیز نشان دهنده وجود همبستگی مثبت بین سن مزرعه با تولید بنه‌های دختری و عملکرد گل می‌باشد (Mollafilabi et al., 2014).

با توجه به مطالب فوق، این پژوهش چهار ساله با هدف بررسی تأثیر سال برداشت بنه (سن مزرعه) بر عملکرد گل و بنه زعفران در شرایط آب و هوایی مشهد طراحی و اجرا شد.

Koocheki & Seyyedi, 2020; Renau-Morata et al., 2012). از این‌رو، در ابتدای هر فصل رشد (آغاز گلدهی)، شکل‌گیری عملکرد زعفران تحت تأثیر شرایط رشدی بنه‌های دختری در فصل قبل می‌باشد (Gresta et al., 2008a; Renau-Morata et al., 2012; Koocheki et al., 2014). مرحله رکود زعفران اساساً تحت تأثیر وقوع درجه حرارت‌های بالا جهت القای گلدهی و نیز درجه حرارت‌های پایین جهت ظهور گل‌ها بوده که در کنار آن، برخی عوامل به‌زراعی مانند انتخاب بنه مادری با وزن مناسب، تاریخ و عمق کاشت بنه و نیز آبیاری بر فرآیند گلدهی آن مهم می‌باشند (Koocheki & Seyyedi, 2020).

کیفیت بنه‌های دختری تولید شده بر کمیت و کیفیت زعفران در سال‌های زراعی بعدی تأثیرگذار خواهد بود (Koocheki & Seyyedi, 2020). در سال اول، عملکرد معمولاً پایین است و با افزایش سن مزرعه به بیش از حدود ۵-۶ سال نیز بدلیل تشکیل و افزایش تراکم بنه‌های دختری، عملکرد مجدداً کاهش می‌یابد (Khazaei et al., 2013). عملکرد گل در سال اول کاشت در ارتباط مستقیم با میزان اندوخته غذایی در بنه‌های مادری است و کمتر تحت تأثیر مدیریت زراعی می‌باشد (Nassiri Mahallati et al., 2007).

اگرچه طول عمر مزرعه زعفران با وجود مدیریت مناسب و تغذیه مطلوب معمولاً زیاد است، اما در شرایط آب و هوایی مدیترانه حداقل چهار سال در نظر گرفته می‌شود (Tammamo, 2009; de Juan et al., 1999). از دیدگاه بیولوژیکی، زعفران گیاهی چندساله محسوب نمی‌شود، زیرا هر بنه مادری تنها یک سال زنده است، اما در شرایط زراعی به عنوان گیاهی چندساله مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (Koocheki & Seyyedi, 2015). زعفران در برخی از مناطق دنیا به ویژه ایتالیا به صورت یکساله کاشته می‌شود (Kumar et al., 2009). در ایران، مزارع زعفران به صورت سنتی گاهی تا ۱۰ سال نیز مدیریت و حفظ

مواد و روش‌ها

مزرعه) گل و بنه بودند که تحت عنوان تیمارهای یک ساله، دو ساله، سه ساله و چهار ساله در چهار تکرار (مجموعاً ۱۶ کرت) مدیریت شدند.

قبل از شروع آزمایش، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متری نمونه‌برداری به صورت تصادفی انجام شد که نتایج در جدول ۱ نشان داده شده است.

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا، طی چهار سال زراعی متوالی ۹۵-۱۳۹۴، ۹۶-۱۳۹۵، ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. تیمارهای آزمایش چهار سال برداشت (سن

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (عمق ۰-۲۵ سانتی‌متر)

Table 1- Physical and chemical properties of soil (0-25 cm depth)

بافت Texture	شاخص واکنش pH	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر قابل دسترس Available P (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم قابل دسترس Available K (mg.kg ⁻¹)
لوم سیلتی Silty loam	7.79	0.52	0.79	0.057	11.09	128

ماه (پایان مرحله رشد رویشی و همزمان با زرد شدن برگ‌ها) انجام شد.

برای تعیین عملکرد گل و کلاله، برداشت گل از زمان شروع گلدهی در آبان ماه هر سال (۱۳۹۴، ۱۳۹۵، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷) آغاز و به صورت روزانه تا پایان این مرحله برای تمام سال‌های برداشت به صورت یکسان انجام شد، به طوری که در هر نوبت نمونه‌برداری، تمام گل‌های ظاهر شده، بصورت روزانه جمع‌آوری و ثبت شد. جهت تعیین اجزای عملکرد گل در هر نوبت تعداد گل‌ها شمارش شده و پس از توزین توسط ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱، کلاله از گلبرگ‌ها جدا گردیده، در دمای اتاق و شرایط سایه خشک و وزن خشک آنها در پایان دوره گلدهی اندازه‌گیری و تعیین شد.

به منظور تعیین عملکرد بنه‌های دخترتی، در پایان مرحله رشد رویشی در اردیبهشت ماه هر سال بنه‌های دخترتی از سطحی معادل ۲۵۰۰ سانتی‌متر مربع (۵۰×۵۰ سانتی‌متر) برداشت و پس از شمارش، قطر آنها با استفاده از کولیس

در اوایل شهریور ماه سال اول اجرای آزمایش (سال ۱۳۹۴)، عملیات آماده سازی بستر کاشت شامل شخم اولیه، دیسک و تسطیح به وسیله لولر انجام شد. به منظور تامین نیازهای غذایی و بهبود خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک، ۵۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده قبل از کاشت به زمین اضافه و با خاک مخلوط شد.

بنه‌های دارای وزن ۱۸-۶ گرم جهت کاشت استفاده شدند. عملیات کاشت دستی بنه‌ها به صورت یکسان و یکنواخت در نیمه دوم شهریور ماه سال ۱۳۹۴ در کرت‌هایی به ابعاد ۲×۲ متر با تراکم ۵۰ بنه در متر مربع انجام شد. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بین دو کرت مجاور، پشته‌هایی با عرض ۵۰ سانتی‌متر و بین تکرارها یک متر فاصله به عنوان راهرو جهت تسهیل در نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. اولین آبیاری در هر سال، حدوداً در نیمه مهر ماه و پس از آن، سله شکنی انجام شد. آبیاری‌های بعدی به ترتیب بعد از برداشت گل، اسفند ماه و آخر اردیبهشت

از اطمینان از همگنی واریانس خطا در سال های مختلف با استفاده از نرم افزار Minitab 17 انجام و برای رسم نمودارها از نرم افزارهای Excel 2013 و Slide Write استفاده شد. میانگین ها با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

همانگونه که در جدول ۲ نشان داده شده است، سال برداشت بانه (سن مزرعه) تأثیر معنی داری بر تعداد گل، وزن تر گل، وزن خشک کلاله، وزن خشک بانه های دختری و تعداد بانه های دختری در واحد سطح داشت ($p \leq 0.05$). بیشترین تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک کلاله برای سال برداشت دوم (مزرعه دو ساله) (به ترتیب با ۶۷/۱ گل در متر مربع، ۳۲/۳۱ گرم در مترمربع و ۰/۷۶۱ گرم در مترمربع) مشاهده شد (جدول ۳). در همین راستا ثابت تیموری (Sabet Temouri, 2016) طی مطالعه ای روی اثر سنین متفاوت مزارع زعفران، گزارش نمود که سن مزرعه، عملکرد گل و بانه را به طور معنی داری تحت تأثیر قرار داد. نتایج آزمایش حاضر همچنین نشان داد که افزایش سال برداشت (سن مزرعه) از یک به دو سال منجر به افزایش تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک کلاله به ترتیب برابر با ۳۶، ۳۷ و ۴۰ درصد شد؛ در حالی که افزایش سال برداشت بانه (سن مزرعه) از دو به چهار سال کاهش تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک کلاله را به ترتیب برابر با ۵۰، ۴۸ و ۴۳ درصد به دنبال داشت (جدول ۳). همچنین همانطور که از جدول ۳ بر می آید، میانگین وزن گل در سال های مختلف برداشت برابر با ۰/۴۹ گرم محاسبه شد که البته با وجود اختلاف جزئی، تفاوت معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد.

اندازه گیری شد. در نهایت، برای تعیین وزن خشک، بانه ها در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت دو هفته نگهداری شدند و وزن خشک آنها اندازه گیری شد.

لازم به ذکر است که بانه های دختری در کرت های یکساله (به عنوان سال اول برداشت) در شهریور ماه سال های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ هر سال از خاک خارج و مجدداً در همان کرت به صورت دستی و با رعایت تمام شرایط قبل در همان محل مجدداً کاشته شدند. بانه های دختری در کرت های دو ساله (به عنوان سال دوم برداشت) در شهریور ماه سال های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸ و بانه های دختری در کرت های سه ساله (به عنوان سال سوم برداشت) و چهار ساله (به عنوان سال چهارم برداشت) به ترتیب تنها در سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ از خاک خارج و مجدداً مشابه با سال اول در همان محل کرت قبلی کاشته شدند. بر این اساس، عملکرد و اجزای عملکرد گل و بانه های دختری برای برداشت یکساله در هر سال، برای برداشت دو ساله تنها در سال های دوم و چهارم و برای برداشت سه ساله و چهار ساله به ترتیب در سال های سوم و چهارم اندازه گیری و ثبت شد. البته بایستی تأکید شود کاشت بانه های دختری در تمام سال های برداشت با در نظر گرفتن خصوصیات دگرآسیبی، جلوگیری از تأثیر سایر عوامل بویژه خصوصیات خاک و در نهایت حفظ سطح دقت، در همان کرت قبلی و به شیوه ای کاملاً مشابه با سال شروع آزمایش انجام شد.

همان گونه که ذکر شد در این پژوهش تأثیر بانه های دختری تولید شده در کرت های یکساله، دو ساله، سه ساله و چهار ساله (چهار سن مزرعه بعنوان منبع تامین بانه) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. در پایان دوره چهار ساله آزمایش، داده ها بصورت مرکب تجزیه واریانس شدند تا با خارج کردن اثر سال از آزمایش تأثیر سن مزرعه با دقت بیشتری مورد بررسی قرار گیرد. تجزیه واریانس مرکب پس

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سال برداشت بنه (سن مزرعه) بر عملکرد گل و بنه‌های دختره‌ی زعفران
Table 2- Analysis of variance (mean of squares) for the effect of corm harvesting year (field age) on flower yield and daughter corm yield of saffron

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد گل Number of flowers	وزن تر گل Flower fresh weight	وزن خشک کلاله Stigma dried weight	وزن خشک بنه- های دختره Dried weight of daughter corms	قطر بنه‌های دختره Diameter of corms	تعداد بنه‌های دختره در واحد سطح Number of daughter corms per unit area
سال Year	2	27.651	13.244	0.008379	489891	1.5395	32027
تکرار Replication (Year)	6	6.396	6.173	0.000836	80504	0.4147	4386
سال برداشت بنه Corm harvesting year (field age)	3	17.833*	5.293*	0.002437*	241857*	1.9505 ns	10057*
خطا Error	9	3.995	13.244	0.000519	45717	0.654	2456

ns و *: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد.
ns and *: represent non-significant and significant at 5% probability level, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سال برداشت بنه (سن مزرعه) بر عملکرد گل و بنه‌های دختره‌ی زعفران
Table 3- Mean comparisons for the effect of corm harvesting (field age) year on flower yield and daughter corm yield of saffron

سال برداشت بنه (سن مزرعه) Corm harvesting year (Field age)	تعداد گل Number of flowers (No.m ⁻²)	وزن تر گل Flower fresh weight (g.m ⁻²)	وزن خشک کلاله Stigma dried weight (g.m ⁻²)	وزن خشک بنه- های دختره Dried weight of daughter corms (g.m ⁻²)	تعداد بنه‌های دختره Number of daughter corms (No.m ⁻²)
اول The first	49.2 ^{a*}	23.56 ^{ab}	0.5431 ^{ab}	361.20 ^b	71.8 ^b
دوم The second	67.1 ^a	32.31 ^{ab}	0.7610 ^a	394.32 ^{ab}	107.4 ^b
سوم The third	51.7 ^a	25.08 ^a	0.6708 ^a	693.51 ^a	136.0 ^b
چهارم The fourth	33.3 ^b	16.67 ^b	0.4333 ^b	480.00 ^b	226.7 ^a

*- میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند.
* Means with the same letter (s) in each column are not significantly different at $P \leq 0.05$ as determined by Duncan's test.

افزایش سن مزرعه در سال‌های ابتدایی، عملکرد اقتصادی روند افزایشی نشان داد.

براساس نتایج مطالعه فعلی، کمترین تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک کلاله برای سال برداشت چهارم (به ترتیب با ۳/۳ گل در متر مربع، ۱/۵ گرم در مترمربع و ۰/۰۳۳ گرم در مترمربع) مشاهده شد (جدول ۳). همچنین با افزایش سال برداشت تا سه

گیاهان چندساله معمولاً در سال اول انرژی بیشتری را صرف استقرار و سازگاری با شرایط محیطی می‌نمایند و در سال‌های بعد، عمده انرژی خود را به افزایش زیست‌توده و رشد زایشی اختصاص می‌دهند. بهدانی و همکاران (Behdani et al., 2005) در بررسی روابط کمی بین عملکرد و مصرف عناصر غذایی در مزارع زعفران با سنین مختلف اظهار نمودند که با

عملکرد زعفران دریافتند که عملکرد کلالة تا سال دوم افزایش، اما در طی سال‌های سوم و به خصوص چهارم به طور معنی‌داری کاهش یافت.

همانطور که پیشتر نیز ذکر گردید، از آنجا که بنه‌های دختره معمولاً روی بنه مادری تشکیل می‌گردند (Kafi et al., 2002) و بنه مادری به مرور زمان تحلیل می‌رود، می‌توان چنین انتظار داشت که با افزایش سن مزرعه، بنه‌ها به سطح خاک نزدیک‌تر شده و پتانسیل تولید گیاه زعفران کاهش یابد (Rahimi Daghi et al., 2015). از طرفی، زعفران از جمله گیاهانی است که مواد شیمیایی به محیط ترشح می‌کند که به مرور زمان علاوه بر دگرآسیبی، خودآسیبی را نیز در درازمدت موجب می‌شود (Kheirabadi et al., 2020)، بنابراین پس از کاشت و استقرار این گیاه چند ساله در ابتدا عملکرد افزایش می‌یابد، اما با گذشت زمان، آزادسازی مواد دگرآسیب در محیط افزایش یافته که منجر به کاهش رشد و عملکرد زعفران می‌شود (Rahimi Daghi et al., 2015). بدین ترتیب با گذشت زمان و افزایش سن مزرعه، باید اقدام به جابجایی و کشت مجدد بنه‌های دختره در زمینی دیگر نمود. نتایج تحقیقات ملافیلابی (Mollafilabi, 2014) نیز مؤید این مطلب است که با افزایش سن مزرعه تا سال‌های سوم و چهارم، تعداد و عملکرد گل، عملکرد کلالة و عملکرد بنه‌های دختره در واحد سطح افزایش می‌یابد؛ وی همچنین نتیجه گرفت که خصوصیات خاک عامل مهمی در این خصوص می‌باشد. بر اساس نتایج آزمایش فعلی، کمترین وزن خشک بنه‌های دختره (۳۶۱/۲ گرم در مترمربع) برای سال برداشت یکساله مشاهده شد و با افزایش سال برداشت بنه از یک تا سه سال، وزن خشک بنه‌های دختره تا ۹۰ درصد افزایش یافت (جدول ۴). در همین راستا، کوچکی و ثابت تیموری (Koocheki & Sabet Teymori, 2015) نیز با بررسی تأثیر سن مزرعه بر عملکرد بنه و کلالة زعفران بیان داشتند که

سال به دلیل افزایش تعداد بنه‌های دختره در واحد سطح، عملکرد زعفران نیز افزایش یافت، درحالی‌که افزایش بیشتر سال برداشت، کاهش عملکرد را به دنبال داشت. نتایج مطالعات متعددی نشان داده است که عملکرد زعفران در سال‌های اولیه گلدهی نسبتاً ناچیز بوده و به تدریج در سال‌های بعد بدلیل افزایش تراکم بنه‌های دختره در واحد سطح افزایش پیدا می‌کند (Sadeghi, 1996; Amirghasemi, 2001; Azizi et al., 2013; Rahimi Daghi et al., 2015).

بررسی‌ها نشان داده است که در پایان سال اول، در حدود ۷۰ درصد بنه‌های دختره دارای وزنی کمتر از چهار گرم می‌باشند. بنه‌های مادری در سال دوم به صورت توده متراکمی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و از بخش بالایی این توده، تشکیل بنه‌های دختره آغاز می‌شود. با توجه به فرآیند تقسیم بنه مادری، تولید بنه‌های دختره ریزتر در سال‌های بعدی و همچنین به دلیل افزایش تراکم بنه‌های دختره در خاک، تشکیل بنه‌های دختره به ازای هر بنه مادری در مراحل اولیه، میانی و پایانی رشد زعفران در سال‌های بعدی معمولاً بعد از مدتی روند کاهشی به خود می‌گیرد (Koocheki & Seyyedi, 2015b). برخی پژوهش‌ها نشان داده است که با افزایش تراکم بنه‌های زعفران در طول چند سال متوالی، رقابت بر سر جذب عناصر غذایی افزایش یافته (Karra et al., 2016) و همین امر منجر به ریزتر شدن بنه‌های دختره می‌شود. از آنجا که عملکرد گل زعفران همبستگی بالایی با وزن بنه‌های دختره دارد، به نظر می‌رسد افزایش تعداد بنه‌های دختره و در نتیجه تشدید رقابت موجب کاهش وزن بنه‌های دختره از سال سوم به بعد می‌شود که در نهایت، کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گل را به دنبال دارد (Mollafilabi et al., 2014, Koocheki & Sabet Teymori, 2015). تمپورینی و همکاران (Temperini et al., 2009) طی بررسی روی اثر سن مزرعه (یک تا چهار ساله) بر

بیشترین عملکرد بنه‌های دختره‌ای برای مزرعه سه ساله مشاهده شد. بر اساس نتایج به دست آمده در این مطالعه، با افزایش سال برداشت بنه تا سال چهارم، وزن خشک بنه‌های دختره‌ای کاهش یافت؛ در حالی که بیشترین تعداد بنه‌های دختره‌ای در واحد سطح برای سال برداشت چهارم مشاهده شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که با افزایش بیشتر سال برداشت از سه سال، به دلیل بالا رفتن تراکم بنه‌ها، تعداد بنه‌های دختره‌ای در واحد سطح افزایش یافت، در حالی که از میانگین وزن هر بنه دختره‌ای کاسته شد (جدول ۴). عزیززی و همکاران (Azizi et al., 2013) نیز بیان داشتند یکی از عوامل مهم و مؤثر بر عملکرد زعفران، دوره بهره‌برداری و طول عمر مزرعه می‌باشد، به طوری که کوتاه‌تر نمودن سن مزرعه، منجر به بهبود وزن بنه‌های دختره‌ای و به تبع آن افزایش عملکرد گل می‌شود.

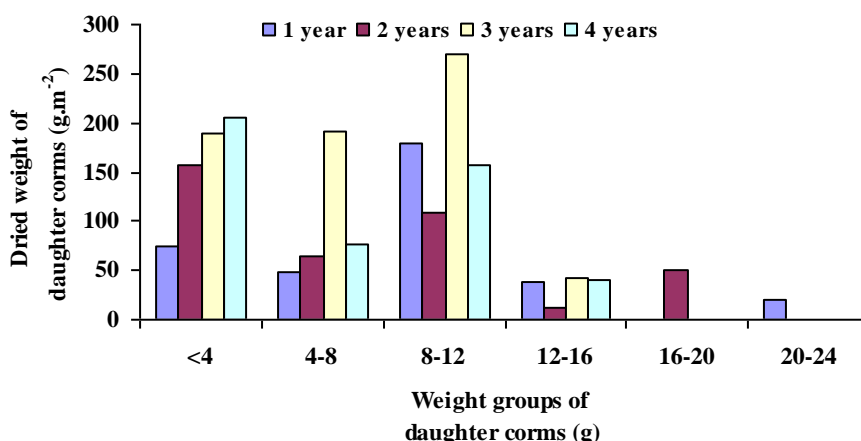
اثر سال برداشت بنه بر وزن بنه‌های دختره‌ای در گروه‌های مختلف وزنی کمتر از ۴، ۴-۸، ۸-۱۲ و ۱۲-۱۶ گرم معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود (جدول ۴).

مقایسه وزن بنه‌های دختره‌ای در گروه‌های مختلف وزنی (کمتر از ۴ تا بیشتر از ۱۶ گرم) نشان داد که بیشترین میزان مربوط به بنه‌های با وزن ۸-۱۲ گرم در سال برداشت سوم (کرت‌های سه ساله) بود (شکل ۱).

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سال برداشت بنه (سن مزرعه) بر عملکرد بنه‌های دختره‌ای زعفران در گروه‌های مختلف وزنی
Table 4- Analysis of variance (mean of squares) for the effect of corm harvesting year (field age) on daughter corm yield of saffron in different weight groups

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن بنه‌های دختره‌ای در گروه‌های وزنی Weight of daughter corms in weight groups (g)					تعداد بنه‌های دختره‌ای در گروه‌های وزنی Number of daughter corms in weight groups				
		<4	4-8	8-12	12-16	>16	<4	4-8	8-12	12-16	>16
سال Year	2	39721	2309	28055	6408	3850.7	18297	35.05	432.34	31.04	10.667
تکرار (سال) Replication (Year)	6	11924	24059	8292	4550	855.7	2822	475.93	112.10	20.66	2.37
سال برداشت بنه Corm harvesting year (Field age)	3	18186*	21070*	176487*	16470*	4278.5 _{ns}	5425*	1029.83*	218.20*	14.77 _{ns}	11.852 _{ns}
خطا Error	9	4553	3919	40284	3890	1996.6	1179	257.64	45.13	18.4	5.531

ns و * : به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد.
 ns and * : represent non-significant and significant at 5% probability level, respectively.



شکل ۱- اثر سال برداشت (سن مزرعه) بنه بر وزن بنه‌های دخترت زعفران در گروه‌های مختلف وزنی

Figure 1- Effect of corm harvesting year (field age) on daughter corm weight of saffron in different weight groups.

به جابجایی مزارع قدیمی و انتخاب مناسب مزرعه جدید اقدام شود. در همین راستا، ملافیلابی و همکاران (Mollafilabi et al., 2014) نیز با بررسی اثر سن مزرعه بر عملکرد و فراوانی بنه‌های دخترت در گروه‌های مختلف وزنی زعفران زراعی بیان داشتند که بیشترین وزن بنه‌های درشت (با وزن ۸ گرم به بالا) مربوط به سال سوم بود. نتایج مطالعه بهداشتی و همکاران (Behdani et al., 2014) روی غلظت عناصر کم مصرف در برخی مزارع چندساله زعفران در استان خراسان جنوبی نشان داد که غلظت عناصر تحت تأثیر سن مزرعه قرار گرفت، به طوری که با افزایش سن مزرعه غلظت عنصر کم مصرف همچون روی کاهش یافت. بنابراین، با افزایش سن مزرعه نیاز گیاه زعفران به عناصر غذایی نیز افزایش می‌یابد که بر این اساس، حفظ سطح تولید در مزارع چندساله نیازمند مصرف عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف می‌باشد. کوچکی و سیدی (Koocheki & Seyyedi, 2020) نتیجه گرفتند که پس از گلدهی و تشکیل بنه‌های دخترت، رشد این بنه‌ها به طور محسوس تحت تأثیر فراهمی آب و عناصر غذایی خاک می‌باشد.

بر اساس نتایج مطالعه فعلی، تعداد بنه‌های دخترت در واحد سطح در گروه‌های وزنی کمتر از ۴، ۴-۸ و ۸-۱۲ گرم به طور

افزایش سن مزرعه زعفران بیش از سه سال منجر به کاهش میانگین وزنی بنه‌های دخترت در تمام گروه‌های وزنی بجز گروه وزنی ریز (بنه‌های با وزن کمتر از چهار گرم) شد، همچنین در سال برداشت چهارم، بنه‌های دخترت با وزن ۱۶ گرم به بالا مشاهده نشد (شکل ۱). بر این اساس، با افزایش سن مزرعه -تا سال سوم، به دلیل افزایش تعداد بنه‌های دخترت در واحد سطح، عملکرد نیز به صورت نسبی افزایش می‌یابد. در سال سوم و بعد از آن، احتمالاً به دلیل تشکیل و رشد بیشتر بنه‌های دخترت، بنه‌های جدید همراه با بنه مادری تحلیل رفته به صورت توده‌ای بسیار متراکم و فشرده مشاهده می‌شوند و تشخیص آن‌ها از یکدیگر نسبت به سال‌های اولیه تقریباً دشوار است. در اواسط دوره رشد گیاه زعفران در سال سوم، سیستم ریشه‌های جاذب بنه‌های دخترت و مادری نیز نسبت به سال‌های اولیه بسیار پیچیده‌تر شده و شدیداً گسترش می‌یابد (Koocheki & Seyyedi, 2015b).

جامی و همکاران (Jami et al., 2020) بیان داشتند با توجه به اینکه بنه‌های درشت‌تر نقش موثری در عملکرد زعفران دارند، قبل از آنکه وزن بنه‌های دخترت تحت تأثیر افزایش عمر مزرعه کاهش یابد و پتانسیل گل‌دهی افت پیدا کند، لازم است نسبت

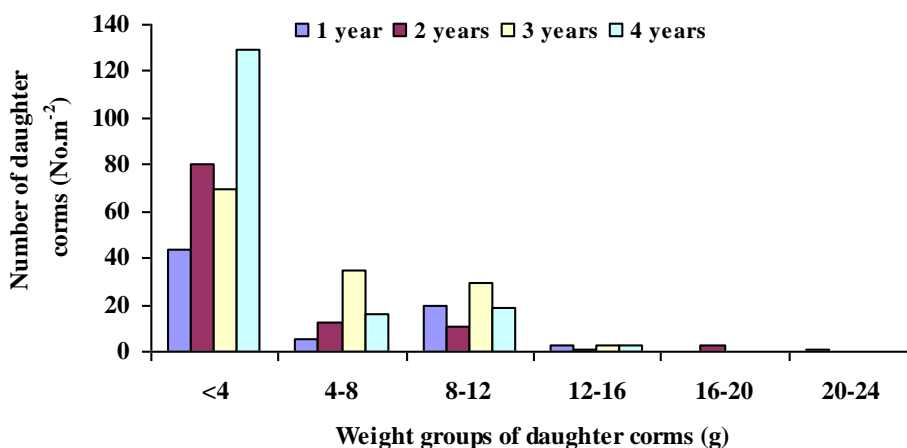
علاوه بر سال برداشت (سن مزرعه)، توجه به مدیریت عنا صر غذایی نیز ضروری می‌باشد.

بزرگ‌تر شدن اندازه بنبه‌های دخترتی در سال‌های زراعی بعد، توأم با افزایش متعادل تعداد بنبه‌های دخترتی در واحد سطح، منجر به افزایش عملکرد گل زعفران در سال دوم در مقایسه با سال زراعی اول خواهد شد. نتایج تحقیق عزیزتی و همکاران (Azizi et al., 2013) نشان داد که با افزایش سن مزرعه زعفران، تعداد بنبه‌های دخترتی و تعداد جوانه‌های بنبه در واحد سطح افزایش یافت. این محققین همبستگی بالایی بین سن مزرعه و تعداد بنبه‌های دخترتی (۹۶ درصد) گزارش نمودند. در این ارتباط، ملافیلابی (Mollafilabi, 2014) نیز نتیجه گرفت که با افزایش سن مزرعه از یک به دو سال، تعداد کل بنبه‌های دخترتی، ۲۲ درصد و وزن کل آنها تا ۳۰ درصد افزایش یافت. به هر حال، با توجه به چرخه زندگی گیاه زعفران که در اسفند ماه بنبه مادری تحلیل رفته و بنبه‌های دخترتی شکل می‌گیرند و از آنجا که این گیاه در این مرحله رشدی معمولاً از کمترین سیستم ریشه‌ای برخوردار بوده و در تأمین عناصر غذایی مورد نیاز از خاک دچار مشکل است (Behdani et al., 2014)، لذا به منظور حفظ سطح تولید اقتصادی مزارع زعفران، علاوه بر مدیریت مناسب مزرعه بر اساس سال برداشت، پیشنهاد می‌شود مدیریت زراعی عناصر غذایی و مدیریت آفات و بیماری‌ها نیز به دقت مدنظر قرار گیرد.

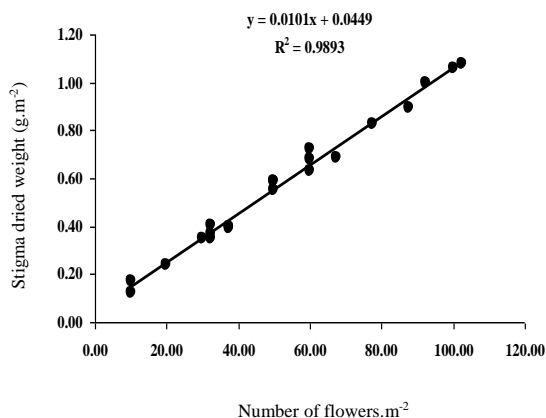
بر اساس نتایج مطالعه حاضر، رابطه خطی و مثبت بین تعداد گل با وزن تر گل ($R^2 = 0/995$) و تعداد گل با وزن خشک کلاله زعفران ($R^2 = 0/989$) مشاهده شد (شکل‌های ۳ و ۴).

معنی‌داری تحت تأثیر سال برداشت بنبه قرار گرفت ($p \leq 0/05$) (جدول ۴). مقایسه تعداد بنبه‌های دخترتی در گروه‌های مختلف وزنی نشان داد که بیشترین تعداد بنبه‌های دخترتی در شت در دو گروه وزنی ۲۰-۲۴ و ۱۶-۲۰ گرم مربوط به سال برداشت دوم بود. بیشترین تعداد بنبه‌های دخترتی با وزن متوسط در سه گروه وزنی ۸-۱۲، ۱۲-۱۶ و ۱۶-۱۲ گرم برای سال سوم بدست آمد. بیشترین تعداد بنبه‌های دخترتی ریز برای گروه وزنی کمتر از چهار گرم برای سال برداشت چهارم مشاهده شد (شکل ۲).

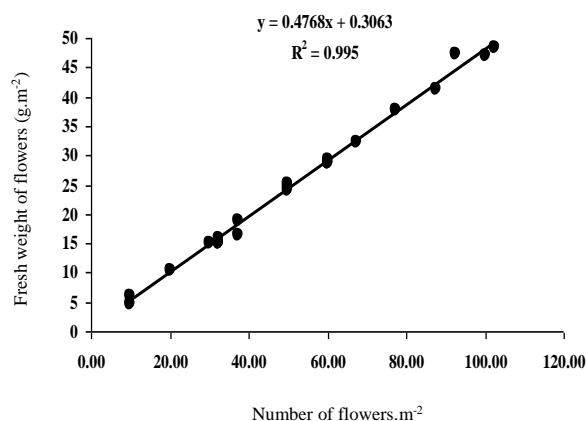
به نظر می‌رسد که افزایش سال برداشت بنبه ز تا چهار سال، منجر به تولید تعداد بیشتری از بنبه‌های دخترتی ریز با وزن کمتر از چهار گرم می‌شود. به عبارت دیگر، افزایش سال برداشت بنبه و به بیانی سن مزرعه احتمالاً، به دلیل بالا رفتن تراکم بنبه‌های دخترتی و تشدید رقابت باعث افزایش تعداد بنبه‌های ریز و بدون کیفیت می‌شود. اگرچه این بنبه‌ها از نظر کمی زیاد می‌شوند و ممکن است حتی باعث افزایش عملکرد بنبه‌های دخترتی شوند، ولی به دلیل ریز بودن برای کاشت مناسب نبوده و توصیه نمی‌شوند (Sadeghi, 1996). بنبه‌های ریز به علت رقابت شدید دارای اندوخته غذایی کمتر و از نظر رویشی نیز ضعیف بوده و موجب کاهش گل‌آوری می‌شوند (Mollafilabi et al., 2014) و همین امر می‌تواند دلیلی بر کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گل در سال‌های چهارم به بعد باشد. نتایج مطالعه کوچکی و سیدی (Koocheki & Seyyedi, 2020) نیز نشان داد که در سال‌های ابتدایی دوره رشد، فراهمی بیشتر عناصر غذایی منجر به افزایش تعداد بنبه‌های دخترتی شده و در سال‌های بعد افزایش وزن آنها را موجب می‌شود. بر این اساس، به منظور تولید سطح مطلوب و قابل قبولی از بنبه‌های درشت و باکیفیت در زعفران



شکل ۲- اثر سال برداشت (سن مزرعه) بانه بر تعداد بنه‌های دختری زعفران در گروه‌های مختلف وزنی
 Figure 2- Effect of corm harvesting year (field age) on daughter corm weight of saffron in different weight groups.



شکل ۴- رابطه تعداد گل و وزن خشک کلاله زعفران
 Figure 4- Relationship between flower numbers and stigma dried weight of saffron.



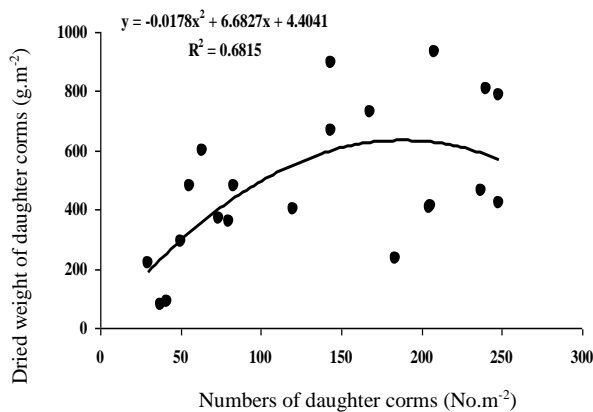
شکل ۳- رابطه بین تعداد گل و وزن تر گل زعفران
 Figure 3- Relationship between flower numbers and fresh flower weight of saffron.

خشک در گیاه زعفران گزارش کرده‌اند (Gresta et al., 2009; Baghalian et al., 2010; Amirnia et al., 2013). نتایج پژوهش ملافیلابی (Mollafilabi, 2014) نیز نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد گل و وزن خشک کلاله زعفران وجود دارد.

بر اساس نتایج به دست آمده در این مطالعه، افزایش وزن تر گل موجب افزایش خطی وزن خشک کلاله ($R^2 = 0.991$) شد (شکل ۵). ضریب بالای همبستگی بین وزن تر گل و وزن

با توجه به ضریب همبستگی بالا بین تعداد گل با وزن تر گل و وزن خشک کلاله (شکل‌های ۳ و ۴)، واضح است که افزایش تعداد گل به واسطه بهره‌گیری از راهکارهای به‌زراعی می‌تواند موجب افزایش معنی‌دار وزن تر گل و عملکرد کلاله خشک شود. امیرنیا و همکاران (Amirnia et al., 2014) نیز بیش‌ترین همبستگی بین شاخص‌های عملکرد اقتصادی زعفران را برای تعداد گل و وزن خشک کلاله گزارش کردند. محققین دیگری نیز همبستگی بالایی بین تعداد گل و عملکرد کلاله

زعفران به بعد، عملکرد کاهش می‌یابد که این موضوع به اثر خودآسیبی این گیاه و تغییر در خصوصیات میکروبی و بیوشیمیایی خاک نسبت داده شده است و بنابراین برای جلوگیری از کاهش رشد و عملکرد این محصول، لازم است تا جابجایی مزرعه، آیش و تناوب زراعی در مدیریت زراعی این محصول چندساله مد نظر قرار گیرد. بهدانی و همکاران (Behdani et al., 2005) گزارش نمودند که با کوتاه‌نمودن عمر مزرعه زعفران و رعایت اصول به‌زراعی، می‌توان میانگین عملکرد این گیاه را افزایش داد.

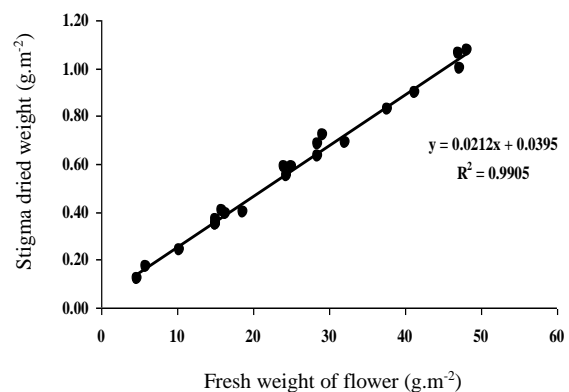


شکل ۶- رابطه بین تعداد و وزن خشک بنه‌های دخترتری زعفران
Figure 6- Relationship between daughter corm numbers and dried weight of daughter corm of saffron.

همچنین اگرچه تعداد بنه‌های دخترتری در واحد سطح در هر سال در حال افزایش است، اما از سال سوم به بعد، بیشتر بنه‌های دخترتری ریز، متوسط و دارای وزن کمتر از ۱۲ گرم بودند که این موضوع نشان‌دهنده نیاز به جابجایی بنه‌ها و کاشت مجدد آنها در ابتدای سال چهارم (مزرعه چهار ساله) می‌باشد. بر اساس نتایج مطالعه فعلی، مدیریت دوساله مزرعه زعفران برای تولید حداکثر گل و کلاله و مدیریت سه ساله مزرعه برای تولید بنه‌های دخترتری با وزن بالاتر از ۱۶ گرم ضروری می‌باشد که البته این

خشک کلاله، نشان دهنده همبستگی بالای این دو صفت می‌باشد. نتایج همچنین نشان داد که بین تعداد و وزن خشک بنه‌های دخترتری همبستگی نسبتاً خوبی ($R^2 = 0.68$) وجود دارد، به طوری که با افزایش تعداد بنه‌های دخترتری در واحد سطح، وزن خشک آنها افزایش یافته و بعد از آن ثابت شده و در نهایت روند کاهشی به خود می‌گیرد (شکل ۶).

به نظر می‌رسد که افزایش تعداد بنه‌های دخترتری در واحد سطح از حدی بیشتر (تا حدود ۱۵۰-۲۰۰ بنه در متر مربع)، رقابت بین آنها را افزایش داده و همین امر باعث می‌شود که در تراکم‌های بالاتر، میانگین وزن بنه‌های دخترتری کاهش یابد (Karra et al., 2016). خزاعی و همکاران (Khazaei et al., 2013) نیز اظهار داشتند که از سال‌های پنجم و ششم مزرعه



شکل ۵- رابطه بین وزن تر گل و وزن خشک کلاله زعفران
Figure 5- Relationship between flower fresh weight and stigma dried weight of saffron.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش روی تأثیر سال برداشت (سن مزرعه) بنه‌های زعفران بر عملکرد گل و بنه‌های دخترتری نشان داد اگرچه با افزایش سال برداشت تا سال سوم، عملکرد بنه‌های دخترتری زعفران افزایش یافت، به طوری که بیشترین عملکرد بنه‌های دخترتری برای سال سوم مشاهده شد، اما افزایش سن مزرعه تا سال سوم باعث کاهش عملکرد گل و کلاله شد.

زعفران و به منظور صرفه‌جویی در هزینه‌ها، کاهش سن مزرعه توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

بودجه این طرح از محل پژوهش‌ها شماره ۳۹۴۹۲/۲ مورخ ۱۳۹۴/۱۰/۲۶ معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.

امر نیازمند مطالعات تکمیلی می‌باشد. همچنین به نظر می‌رسد که افزایش سن مزرعه به دلایلی از جمله نزدیک‌تر شدن بنه های دختری به سطح خاک، ترشح مواد شیمیایی، تغییر در خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی خاک، بروز خود آسیبی در زعفران و افزایش رقابت بین بنه های دختری بر اثر افزایش تراکم، منجر به کاهش عملکرد گل و بنه‌های دختری می‌شود. بر این اساس، با توجه به ماهیت بیولوژیکی یکساله بنه‌های

منابع

- Amirghasemi, T. 2001. Saffron: Red Gold of Iran. Nashr- Ayandegan Publication, Iran. 112 p. (In Persian with English Summary).
- Amirnia, R., Bayat, M., and Gholamian, A. 2013. Influence of corm provenance and sowing dates on stigma yield and yield components in saffron (*Crocus sativus* L.). Turkish Journal of Field Crops 18 (2): 198-204.
- Amirnia, R., Bayat, M., and Tajbakhsh, M. 2014. Effects of nano fertilizer application and maternal corm weight on flowering at some saffron (*Crocus sativus* L.) ecotypes. Turkish Journal of Field Crops 19 (2): 158-168.
- Azizi, E., Jahani Kondori, M., and Divan, R. 2013. Effect of soil physicochemical properties and farm age on crop characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Agroecology 5 (2): 134-142. (In Persian with English Summary).
- Baghalian, K., Shabani Sheshtamand, M., and Jamshidi, A.H. 2010. Genetic variation and heritability of agro-morphological and phytochemical traits in Iranian saffron (*Crocus sativus* L.) populations. Industrial Crops and Products 31: 401-406.
- Bagheri, A., and Vessal, S. 2003. Saffron improvement in Iran, breakthroughs, and barriers. The 3rd National Symposium on Saffron. 2-3 December, Mashhad, Iran. (In Persian).
- Behdani, M.A., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2005. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). Iranian Journal of Field Crops Research 3 (1): 1-14. (In Persian with English Summary).
- Behdani, M.A., Koocheki, A., Nassiri, M., and Rezvani-Moghaddam, P. 2005. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). Iranian Journal of Field Crops Research 3 (1): 1-14. (In Persian with English Summary).
- Behdani, M.A., Sayyari-Zahan, M.H., Alahrasani, A., and Nakhaei, A.R. 2014. The comparison of micro elements (Mn, Fe, and Zn) and heavy metals (Co, Cr and Cd) in the soil of perennial farms of saffron (*Crocus sativus* L.) in southern Khorasan Province. Journal of Agroecology 6 (4): 891-904. (In Persian with English Summary).
- Bhagyalakshmi, N. 1999. Factors influencing direct shoot regeneration from ovary explants of saffron. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 58: 205-211.
- de Juan, J.A., Córcoles, H.L., Muñoz, R.M., and Picornell, R. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Industrial Crops and Products 30: 212-219.

- De Mastro, G., and Ruta, C. 1993. Relative between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. *Acta Horticulturae* 344: 512-517.
- Gresta, F., G. 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 Horticulturae* 119: 320-324.
- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008a. Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield: Daughter corms and qualitative aspects of saffron (*Crocus sativus* L.) in a Mediterranean environment. *The Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 1144-1150.
- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008b. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems: A review. *Agronomy for Sustainable Development* 28: 95-112.
- Jami, N., Rahimi, A., Naghizadeh, M., and Sedaghati, E. 2020 Investigating the use of different levels of mycorrhiza and vermicompost on quantitative and qualitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae* 262 (27): 109027.
- Kafi, M., Rashed Mohasel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron: Production and Processing. Zaban and Adab Publications, Iran. 276 p. (In Persian).
- Karra, Y., Boujghagh, M., Serghini, M.A., and Lage, M. 2016. Effect of planting density on productivity of saffron corms. In: V International Symposium on Saffron Biology and Technology: Advances in Biology, Technologies, Uses and Market 1184. (pp. 119-124).
- Khazaei, M., Monfared, M., Kamgar Haghghi, A.A., and Sepaskhah, A.R. 2013. The trend of change for weight and number of saffron corms as affected by irrigation frequency and method in different years. *Journal of Saffron Research* 1 (1): 48-56. (In Persian with English Summary).
- Khazaei, M., Monfared, M., Kamgar Haghghi, A.A., and Sepaskhah, A.R. 2013. The trend of change for weight and number of saffron corms as affected by irrigation frequency and method in different years. *Journal of Saffron Research* 1: 48-56. (In Persian with English Summary).
- Kheirabadi, M., Azizi, M., Taghizadeh, S.F., and Fujii, Y. 2020. Recent advances in saffron soil remediation: Activated carbon and zeolites effects on allelopathic potential. *Plants* 9 (12): 1714.
- Koocheki, A. 2018. Agro-ecological aspects of saffron production with a holistic approach. In: Fifth National Conference on Saffron, November 14-15, Torbat-Heydarieh, Iran. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., and Sabet Teymori, M. 2015. Effect of age of farm, corm size, and manure fertilizer treatments on morphological criteria of saffron (*Crocus sativus* L.) under Mashhad conditions. *Journal of Applied Field Crops Research* 27 (105): 148-157. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., and Seyyedi, S.M. 2015a. Relationship between nitrogen and phosphorus use efficiency in saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by mother corm size and fertilization. *Industrial Crops and Products* 71: 128-137.
- Koocheki, A., and Seyyedi, S.M. 2015b. Phonological stages and formation of replacement corms of saffron (*Crocus sativus* L.) during growing period. *Journal of Saffron Research* 3 (2): 134-154. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., and Seyyedi, S.M. 2020. Saffron "seed", the corm. In: A. Koocheki and M. Khajeh-Hosseini (Eds.). Saffron: Science, Technology and Health. Elsevier Inc. p. 93-118.
- Koocheki, A., Seyyedi, S.M., and Jamshid Eyni, M. 2014. 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.
- Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S. 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. *Food Reviews International* 25: 44-85.
- Ministry of Agriculture-Jihad. 2020. Agricultural Statistics, (Vol. II). The Islamic Republic of Iran, Ministry of Agriculture-Jihad, Press. (In Persian).
- Mollafilabi, A. 2014. Effect of new cropping technologies on growth characteristics yield, yield components and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). Ph.D. Dissertation, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
- Mollafilabi, A., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri Mahallati, M. 2014. Investigation on the effect of location and field age on yield and frequency of different corm weights of saffron (*Crocus sativus* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 12 (4): 605-612.
- Negbi, M. 1999. Saffron: *Crocus sativus* L. Medicinal and Aromatic Plants: Industrial Profiles. Harwood Academic Publishers. 152 pp.
- Rahimi Daghi, S., Mahmoodi, S., Reza Beakhshi, M., and Sayyari, M. 2015. The effects of farm age and region type on stigma yield and soil chemical properties of saffron farms in Birjand County. *Journal of Saffron Research* 3 (1): 1-17. (In Persian with English Summary).
- Rashed-Mohassel, M.H. 2020. Evolution and botany of saffron (*Crocus sativus* L.) and allied species. In: A. Koocheki and M. Khajeh-Hosseini (Eds.). *Saffron: Science, Technology and Health*. Elsevier Inc. p. 37-57.
- Rees, A.R. 1988. Saffron, an expensive plant product. *The Plantsman* 9: 210-217.
- 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.
- Sabet Temouri, M. 2016. Investigation of planting age farm on saffron characteristics and corm position in soil, Kashmar, Iran. In: Fifth international Saffron Symposium Biology and Technology (VISSBT). National Institute of Agriculture Research (INRA-Morocco). The International Society for Horticultural Science (ISHS)/Section of Medicinal and Aromatic Plants (Vol. 23).
- Sadeghi, B. 1996. Effect of corm storage and planting date on flowering of saffron. Iran. Industrial Res. Book Agency Khorasan Center. (In Persian).
- Sampathu, C.S.R., Shivashankar, C.S., and Lewis, Y.C.S., 1984. Saffron (*Crocus sativus* L.), cultivation, processing, chemistry, and standardisation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 20: 123-157.
- Seyyedi, M., Moin Rad, H., and Molafilabi, A. 2012. Study of landrace and corm size effects on quantitative and qualitative traits of stigma and component yield of saffron. National Conference on Food industry. 27-28 February 2012, Islamic Azad University of Quchan, Iran. (In Persian).
- Shahnoushi, N., Abolhassani, L., Kavakebi, V., Reed, M., and Saghaian, S. 2020. Economic analysis of saffron production. In: A. Koocheki and M. Khajeh-Hosseini (Eds.). *Saffron: Science, Technology and Health*. Elsevier Inc. p. 337-356.
- Tammara, F. 1999. Saffron (*Crocus sativus* L.) in Italy. In: Negbi, M. (Ed.), *Saffron: Crocus sativus* L. Harwood Academic Publishers, Australia, pp. 53-61.
- Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., and Roupael, Y. 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effect of the age of saffron fields and plant density. *Food*,