



Investigating the Effect of Planting Density, Corm Weight, and Planting Depth on the Characteristics of Corms Obtained from Saffron Corm Breeding Farms

Hamidreza Sharifi^{1*}, Zohreh Nabipour² and Hamidreza Tavakkoli Kakhki³

Article type:

Research Article

Article history:

Submitted: 2 November 2022

Revised: 4 January 2023

Accepted: 22 December 2022

Available Online: 20 February 2023

How to cite this article:

Sharifi, H., Nabipour, Z., and Tavakkoli Kakhki, H. 2023. Investigating the Effect of Planting Density, Corm Weight, and Planting Depth on the Characteristics of Corms Obtained from Saffron Corm Breeding Farms. *Saffron Agronomy & Technology*, 10(4): 345-367.
DOI: 10.22048/jsat.2022. 368168.1474

Abstract

In order to investigate the effect of planting density, corm weight, and planting depth on the characteristics of corms obtained from saffron corm production fields, an experiment in the form of a factorial split plot in the form of a randomized complete block design with three replications at the Center for Research and Education of Agriculture and Resources Natural Khorasan Razavi (Gonabad research station with latitude 34 degrees 21 minutes north and longitude 58 degrees 41 minutes east) was carried out in the crop year 2017-2018 and 2018-2019. In this research, planting density treatment at four levels including 60, 90, 120, and 150 corms per square meter in the main plot and factorial planting depth at two levels including 15 ± 1 and 25 ± 1 cm from the soil surface and corm weight at two levels including 4 ± 1 and 8 ± 1 gr were in the sub-plot. In this experiment, the characteristics of the number of daughter corms in m^2 , the mean of one daughter corm fresh weight, total daughter corm fresh weight, the weight ratio of the harvested corm weight to the planted corm in m^2 , multiplication factor, the ratio of total leaf length to total weight of corm harvested in m^2 . The results showed that increasing the density from 60 to 150 corms in m^2 in the first and second year, respectively, caused an increase of 44 and 52 percent in the number of daughter corms in m^2 and 28 and 20 percent in total daughter corms fresh weight in m^2 and the reduction of 25 and 44% in the mean of one daughter corm fresh weight, 46 and 52% in a weight ratio of harvested corm to planted corm in m^2 and 16 and 23% in multiplication factor. In addition to this, the increase in the weight of mother corms and surface planting caused an increase in the number of daughter corms, mean of one daughter corm fresh weight, total daughter corm fresh weight, and multiplication factor. Based on the results of this experiment, the double

1 -Associate Professor, Agricultural and Horticultural Science Research Department, Education and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi Province, Agricultural Education and Extension Research Organization, Mashhad, Iran

2- Researcher of Gonabad Agricultural Education and Natural Resources Research Station, Khorasan Razavi Province Agricultural Education and Natural Resources Research Center, Agricultural Education and Extension Research Organization, Gonabad, Iran

3- Assistant Professor, Agricultural and Horticultural Sciences Research Department, Education and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi Province, Agricultural Education and Extension Research Organization, Mashhad, Iran



Corresponding author: hrsharifi1349@yahoo.com

interaction effect of density \times corm weight on the number of daughter corms and total daughter corm fresh weight was significant; Also, the interaction effect of density \times planting depth on the mean of one daughter corm fresh weight and weight ratio of harvested corms to planted corms was significant, and the interaction effect of corm weight \times planting depth on the number of daughters stems in the second year, mean of one daughter corm fresh weight and total daughter corm fresh weight in m^2 was significant only in the first year. According to the results, it can be said that the effect of increasing the weight of mother corms from 4 to 8 grams increased the total daughter corm's fresh weight at a depth of 15 cm compared to 25 cm (61 percent versus 55 percent). In general, it seems that at least in fields that are cultivated with the aim of obtaining seed corms in the first years, the density of 120 corms in m^2 should be used using standard mother corms (that is, the average weight of corms is 8 gram) and surface planting (i.e. planting depth of 15 cm) is recommended, but for functional farms, larger mother corms with a weight of 8 grams are of relative priority only in the early years and become more important as the field ages. Its effect is reduced. Based on this, it seems that it is possible to use a different strategy with a combination of less depth and especially more density to compensate for the effect of stem weight and achieve more performance overall.

Keywords: Standard mother seed, Saffron production, Multiplication factor, Seed farms



مقاله پژوهشی

بررسی اثر تراکم کاشت، اندازه بنه و عمق کاشت بر خصوصیات بنه استحصالی از مزارع ازدیادی بنه

زعفران

حمیدرضا شریفی^{۱*}، زهره نبی پور^۲ و حمیدرضا توکلی کاخکی^۳

تاریخ دریافت: ۱۱ آبان ۱۴۰۱

تاریخ بازنگری: ۱۴ دی ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: ۱ دی ۱۴۰۱

شریفی، ح. ر.، نبی پور، ز. و توکلی کاخکی، ح. ۱۴۰۱. بررسی اثر تراکم کاشت، اندازه بنه و عمق کاشت بر خصوصیات بنه استحصالی از مزارع

ازدیادی بنه زعفران، زراعت و فناوری زعفران، ۱۰(۴): ۳۴۵-۳۶۷.

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم کاشت، وزن بنه و عمق کاشت بر خصوصیات بنه استحصالی از مزارع ازدیادی بنه زعفران، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (ایستگاه تحقیقات گناباد با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی) در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ انجام شد. در این تحقیق تیمار تراکم کاشت در چهار سطح شامل ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در متر مربع در کرت اصلی و فاکتوریل عمق کاشت در دو سطح شامل ۱۵ ± ۱ و ۲۵ ± ۱ سانتی‌متر از سطح خاک و نیز وزن بنه در دو سطح شامل ۱ ± ۴ و ۸ ± ۱ گرم در کرت فرعی قرار داشتند. در این آزمایش صفات تعداد بنه دختری در متر مربع، میانگین وزن تر تک بنه، مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری، نسبت وزن بنه برداشت شده به بنه کاشت شده در متر مربع، ضریب تکثیر، نسبت مجموع طول برگ به مجموع وزن بنه برداشت شده در متر مربع اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که افزایش تراکم از ۶۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع سبب شدت تا در سال اول و دوم به ترتیب تعداد بنه دختری در متر مربع ۴۴ و ۵۲ درصد و مجموع وزن کل بنه‌های دختری در متر مربع ۲۸ و ۲۰ درصد افزایش، و میانگین وزن تر تک بنه ۲۵ و ۴۴ درصد، نسبت وزن کل بنه‌های برداشت شده به کاشت شده ۴۶ و ۵۲ درصد و ضریب تکثیر بنه ۱۶ و ۲۳ درصد کاهش یابد. افزون بر این افزایش وزن بنه مادری و کاشت سطحی موجب افزایش تعداد بنه دختری، میانگین وزن تر تک بنه دختری، مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری و ضریب تکثیر گردید. نتایج نشان داد افزایش وزن بنه مادری از ۴ به ۸ گرم مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری را در عمق ۱۵ سانتی‌متر نسبت به ۲۵ سانتی‌متر افزایش بیشتری داد (۶۱ درصد مقابل ۵۵ درصد). در مجموع چنین نظر می‌رسد که حداقل در مزارعی که با هدف استحصال بنه‌های بذری در سال‌های اول کشت می‌شوند، استفاده از تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع با استفاده از بنه‌های مادری استاندارد (یعنی میانگین وزن بنه ۸ گرم) و کاشت سطحی (یعنی عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر) قابل توصیه باشد، ولی جهت مزارع عملکردی بنه‌های مادری در شت‌تر با وزن ۸ گرم تنها در سال‌های اولیه از اولویت نسبی برخوردار بوده و با افزایش سن مزرعه از اهمیت اثر آن کاسته می‌شود.

کلمات کلیدی: بنه مادری استاندارد، تولید زعفران، ضریب تکثیر، مزارع بذری.

۱- دانشیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات آموزش و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
۲- پژوهشگر ایستگاه تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گناباد، مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، گناباد، ایران

۳- استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات آموزش و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

*- نویسنده مسئول: hrsharifi1349@yahoo.com

مقدمه

ایران بزرگترین تولید کننده زعفران در جهان بوده و بیش از ۹۵ درصد سطح زیر کشت زعفران دنیا در ایران قرار دارد (Koocheki et al., 2017). بر طبق آخرین آمارنامه جهاد کشاورزی (Ministry of Agriculture-Jihad, 2020)، سطح زیر کاشت زعفران ایران از ۲۹۵۰ هکتار در سال ۱۳۵۲ به ۱۲۱۲۵۰ هکتار در سال ۱۳۹۹ رسیده است و این در حالی است که عملکرد زعفران از ۵/۷ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۵۲ به ۳/۶ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۹۹ کاهش یافته است (Koocheki et al., 2022). به بیان بهتر عملکرد زعفران بر خلاف سایر محصولات، روندی کاهشی داشته است. عقیده بر این است که استفاده از بنه سالم و استاندارد یکی از مهم‌ترین عوامل افزایش عملکرد زعفران می‌باشد (ZakiAghl et al., 2021). با توجه به اختلالات سیتولوژیکی و خودناسازگاری موجود در ساختار گیاه زعفران امکان خویش‌آمیزی در این گیاه وجود ندارد (Koocheki et al., 2022)؛ 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 و در شرایط مناسب زراعی می‌تواند تا چندین سال مورد بهره‌برداری قرار گیرد (Koocheki & Seyyedi, 2020; Rashed-Mohassel, 2020; Renau-Morata et al., 2012)؛ این در حالی است که زعفران فاقد هر گونه بنه گواهی شده استاندارد بوده و توسعه سطح زیر کشت زعفران در سالیان اخیر، به روش سنتی صورت گرفته است که در آن بنه‌های برداشت شده از مزرعه مادری مستقیماً (بدون هیچگونه خاک‌گیری و یا سورت) به مزرعه جدید منتقل و مخلوطی از بنه‌هایی با اندازه متفاوت کشت می‌گردد. این روش صرفه‌نظر از خطر انتقال آفات و بیماری‌های گیاهی، پیامدهایی همچون اتلاف آب و زمین در سال‌های نخست بهره‌برداری و افت عملکرد را در پی دارد (Razavian et al., 2014; Koocheki et al., 2014).

(al., 2019). بر این اساس اجرای برنامه‌های مرتبط با استانداردسازی بنه‌های زعفران نظیر احداث مزارع بذری و تدوین شاخص‌ها و قوانین مرتبط با آن جهت اطمینان از دسترس به بنه گواهی شده ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است (Zakiaghel et al., 2021).

لازمه استفاده بهتر از محیط رشد گیاه برای دستیابی به بنه‌های دختری با وزن مناسب و یکنواخت‌تر و به دنبال آن افزایش عملکرد زعفران، بهینه‌سازی عوامل به‌زراعی از قبیل تراکم بنه مادری، وزن بنه مادری، عمق کاشت، نحوه و فواصل آبیاری، برداشت و مدیریت پس از برداشت است به نحوی که کارآمدترین نتیجه بر کمیت و کیفیت زعفران تولیدی حاصل شود (Kumar et al., 2009). در بین عوامل فوق تراکم کاشت بهینه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل به‌منظور حصول عملکرد بهینه زعفران حائز اهمیت می‌باشد (Kafi et al., 2002)؛ Parsapour et al., 2020). با توجه به اینکه کشت و تکثیر زعفران از طریق بنه انجام می‌شود، از این‌رو انتخاب تراکم بنه مناسب علاوه بر اینکه دوره بهره‌برداری این محصول را افزایش می‌دهد، منجر به افزایش عملکرد و کاهش فاصله زمانی بین کاشت تا حصول عملکرد اقتصادی محصول نیز می‌گردد (Naderi-Darbaghshahi et al., 2008). از طرف دیگر انتخاب تراکم مناسب بنه ضمن افزایش دوره بهره‌برداری سبب افزایش عملکرد و کاهش طول دوره بین کاشت تا اقتصادی شدن عملکرد زعفران می‌شود (Tavakkoli-Kakhki et al., 2021). برخی مطالعات مبین آن است که کاشت پر تراکم زعفران باعث می‌شود که امکان بهره‌برداری اقتصادی از مزارع زعفران زودتر فراهم شود (Mollafilabi et al., 2014). با بررسی اثر روش‌های کاشت و تراکم بنه بر عملکرد زعفران گزارش شد که تراکم ۱۰ بنه با فاصله ۳۰ سانتی متری روی هر ردیف و یا ۱۵ بنه در هر کپه منجر به حصول بهترین عملکرد می‌گردد (Behnia &

مراحل اولیه رشد است (Mollafilabi et al., 2014). از آنجا که در زعفران مرحله رشد زایشی قبل از رشد رویشی رخ می‌دهد، مشخص است که ذخیره اندام‌های زیرزمینی و بویژه بنه می‌تواند نقش موثری بر پتانسیل گلدهی و عملکرد آن داشته باشد و عبارت دیگر میزان عملکرد زعفران در سال اول به شدت تحت تأثیر اندازه و ذخایر بنه‌هایی است که به عنوان بذر کشت می‌شوند و کمتر تحت تأثیر مدیریت زراعی قرار می‌گیرد (Koocheki et al., 2011) و این بنه‌ها با رشد و نمو خود در سال اول، سبب تولید بنه‌های دختری می‌شوند که بعنوان بذر گیاه سال دوم محسوب خواهند شد و بنه‌های تولید شده جدید نیز به صورت پی‌درپی عملکرد سال‌های بعدی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Parsapour et al., 2020; Koocheki et al., 2022). بنابراین تشکیل گل و عملکرد اقتصادی زعفران در هر سال وابسته به ذخیره مواد فتوسنتزی در بنه زعفران در فصل زراعی قبل از آن می‌باشد. بر این اساس بنه در طی سال بعد، مواد فتوسنتزی مازاد خود را جهت تشکیل بنه‌های جدید و همچنین آغازش و تکامل گل به اندام‌های زیرزمینی منتقل می‌نماید (Behdani & Fallahi, 2015; Mollafilabi et al., 2014). رمضانی (Ramezani, 2000) با بررسی اثر وزن بنه بر عملکرد گل زعفران در نیشابور گزارش کرد که اثر وزن بنه بر عملکرد گل معنی‌دار بود، بطوریکه استفاده از بنه‌های درشت‌تر باعث افزایش گل‌آوری در سال اول شد، بلکه از طریق تولید بنه‌های دختری بیشتر منجر به بهبود گلدهی و افزایش کارایی مزرعه در سال‌های بعدی گردید. مولینا و همکاران (Molina et al., 2004) دلیل بهبود عملکرد زعفران را در شرایط استفاده از بنه‌های درشت‌تر به تقسیم سلولی سریع‌تر و در نتیجه تسریع در وقوع مراحل فنولوژیکی نسبت دادند. حسن زاده اول و همکاران (Hassanzadeh-Aval et al., 2013) گزارش کردند که با افزایش وزن بنه مادری (از ۱/۱ تا ۳ به ۷/۱ تا ۹ گرم) تعداد بنه‌های دختری درشت (در مقایسه با وزن بنه مادری کشت شده) تولید

(Mokhtari, 2010). در بررسی دیگری مقادیر بنه کم، متوسط و زیاد (به ترتیب معادل ۴، ۸ و ۱۲ تن در هکتار) ارزیابی شد، اگرچه پارامترهای مختلف در تراکم متوسط و بالای بنه برتری داشتند، اما تراکم متوسط به کشاورزان توصیه شده است، زیرا عملکرد زعفران در این سطح با تراکم بالای زعفران اختلاف چشمگیری نداشت (Tavakkoli- Kakhki et al., 2021).

عمق کاشت زعفران یکی دیگر از مسایل مهم و قابل بحث زراعت زعفران است (Razavian et al., 2019). با توجه به اینکه دوره تولید در ایران طولانی است، بنابراین عمق کاشت باید به اندازه‌ای باشد که بنه‌های دختری در لایه سطحی خاک تشکیل نشوند و به این صورت طول دوره بهره‌برداری زعفران افزایش یابد؛ همچنین عمق مناسب باعث حفاظت بنه‌ها در زمستان از یخ‌زدگی و در تابستان از گرم‌زدگی می‌شود، اما کاشت عمیق‌تر از ۲۰ سانتی‌متر ممکن است در سبز شدن آن از خاک اختلال ایجاد کند (Kafi et al., 2002). نتایج بررسی‌ها نشان داد با افزایش عمق کاشت از ۱۵ به ۲۰ سانتی‌متر، تولید بنه‌های جدید و عملکرد اندام هوایی و طول و تعداد برگ کاهش یافته و عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر بهترین عمق برای افزایش عملکرد نسبت به کاشت سطحی و عمیق می‌باشد (Kakhki-Daneshvar & Farahmand-Gelyan, 2012). نتایج مطالعه دیگری نشان داد قدرت تکثیر بنه‌ها در شرایط کاشت عمیق کاهش یافت زیرا با افزایش عمق کاشت رطوبت خاک افزایش و دمای خاک کم شده و بدنبال آن تعداد بنه‌های دختری با وزن کمتر افزایش یافت (Moallem Banhangi et al., 2019). همچنین نتایج مطالعه دیگری که به بررسی تأثیر عمق کاشت و وزن بنه بر عملکرد زعفران طی دو سال زراعی پرداخته بود نشان داد که عمق کشت‌های بالاتر، بنه‌های با وزن بیشتر و نیز عملکرد کاله بیشتری داشتند (Razavian et al., 2019).

بنه نقش محوری در چرخه زندگی زعفران دارد، چون منبع ذخیره مواد فتوسنتزی مورد نیاز گیاه بعد از مرحله خواب و در

از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. در این تحقیق تیمار تراکم کاشت در چهار سطح ۶۰ بنه در مترمربع (معادل ۴۸۰۰ کیلوگرم در هکتار برای وزن بنه ۸ گرم و ۲۴۰۰ کیلوگرم در هکتار برای وزن بنه ۴ گرم)، ۹۰ بنه در مترمربع (معادل ۷۲۰۰ کیلوگرم در هکتار برای وزن بنه ۸ گرم و ۳۶۰۰ کیلوگرم در هکتار برای وزن بنه ۴ گرم)، ۱۲۰ بنه در مترمربع (معادل ۹۶۰۰ کیلوگرم در هکتار برای وزن بنه ۸ گرم و ۴۸۰۰ کیلوگرم در هکتار برای وزن بنه ۴ گرم) و ۱۵۰ بنه در مترمربع (معادل ۱۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار برای وزن بنه ۸ گرم و ۶۰۰۰ کیلوگرم در هکتار برای وزن بنه ۴ گرم) در کرت اصلی و فاکتوریل عمق کاشت در دو سطح 15 ± 2 و 25 ± 2 سانتی‌متر از سطح خاک و وزن بنه در دو سطح 4 ± 1 و 8 ± 1 گرم در کرت فرعی قرار داشتند. ابعاد کرت فرعی 4×4 و ابعاد کرت اصلی 4×8 و فاصله بین کرت‌های اصلی $0/6$ متر و بین تکرارها $2/5$ متر منظور شد. بر این اساس مساحت زمین آزمایش ۴۰۰ متر مربع بود. خاک محل آزمایش دارای بافت شن‌لومی بوده و پیش از کاشت ۴۰ تن در هکتار کود پوسیده گاوی (Esmailian & Amiri, 2019) به زمین اضافه و کاشت به روش نیمه مکانیزه انجام شد. عملیات کاشت بلافاصله بعد از برداشت بنه‌های سال قبل و درجه‌بندی آن‌ها در تاریخ ۱۳۹۷/۷/۱۱ صورت گرفت. بنه‌ها قبل از کاشت با مخلوط قارچ‌کش رورال تی اس تولید شرکت آریا شیمی با نسبت ۳ در ۱۰۰۰، کنه‌کش ارتوس تولید شرکت آریا شیمی با نسبت ۲ در ۱۰۰۰، و باکتری‌کش نوردوکس تولید شرکت ماسو اسپانیا با نسبت ۲ در ۱۰۰۰ به روش اسپری ضدعفونی شدند. فاصله بین ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر تنظیم شد و سپس در هر ردیف وزن مشخصی از بنه‌ها بر اساس تراکم انتخابی تحت کشت قرار گرفت. آبیاری اول بلافاصله بعد از کشت و آبیاری دوم یک هفته بعد به منظور تسهیل در خروج جوانه‌های گل و برگ از خاک انجام شد. اولین آبیاری در سال

شده بسیار کمتر بود؛ بر اساس نتایج این محققین، در سال اول بنه‌های مادری در شت‌تر تعداد بیشتری بنه دختری در گروه‌های وزنی مختلف تولید کرده، ولی بنه‌های مادری ریزتر تعداد کمتری بنه‌های دختری ولی با وزنی بیشتر از بنه مادری تولید کردند. تحقیقات دیگر نیز وجود همبستگی مثبت بین وزن بنه مادری با تولید بنه‌های دختری و بهبود عملکرد را تایید کرده است (Kaushal & Upadhyay, 2002). وزن بنه از دیدگاه اقتصادی نیز دارای اهمیت است زیرا معمولاً بنه‌های کوچک در سال اول گل نمی‌دهند و کاشت آن‌ها مقرون به صرفه (برای تولید گل) نمی‌باشد (Kaushal & Upadhyay, 2002)، ولیکن شاید بتوان از آن‌ها در مزارع تکثیر بنه استفاده کرد.

احداث مزارع ازدیادی بنه جهت دسترسی به بنه گواهی شده استاندارد زعفران یکی از ضرورت‌های اجتناب‌ناپذیر در مسیر افزایش عملکرد زعفران می‌باشد. این در حالی است که پژوهش‌های انجام شده عمدتاً به اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد کلاله زعفران پرداخته و ارتقای سطح مدیریت زراعی در مزارع ازدیادی بنه زعفران نیازمند مطالعات جدید است. این تحقیق با هدف بررسی اثر تراکم کاشت، اندازه بنه و عمق کاشت بر کمیت و کیفیت بنه استحصالی از مزارع تکثیر بنه زعفران طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹۷-۹۸ و ۱۳۹۸-۹۹ بصورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (ایستگاه تحقیقات گناباد) انجام شد. شهرستان گناباد در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی قرار گرفته است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۰۵ متر می‌باشد. این شهرستان

دوم در اوایل آبان ماه و متناسب با شرایط دمایی صورت گرفت. همچنین در هر دو سال آزمایش برنامه تغذیه تکمیلی بصورت محلول پاشی در دو مرحله با فاصله دو هفته از زاج آب و تکرار آن ۲۰ روز بعد شامل کود ۲۰-۲۰-۲۰ تولید شرکت فیوسول ایتالیا به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار، کود اوره ۴۶ درصد تولید شرکت پتروشیمی شیراز به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار، سولوپتاس تولید شرکت واستر گرین همدان به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار، هیومیکس تولید شرکت آریا کشاورز به مقدار ۴ کیلوگرم در هکتار، کود EM تولید شرکت امکان پذیر پارس شیراز به مقدار ۲۰ لیتر در هکتار انجام شد. سایر مراقبت‌های زراعی مانند وجین علف‌های هرز و سله‌شکنی در طول دوره رشد گیاه در هر دو سال آزمایش انجام شد. اولین گل‌ها در سال اول تقریباً یک ماه بعد از تاریخ کاشت و در سال دوم حدوداً اواسط آبان ماه ظاهر شدند. همچنین در هر دو سال آزمایش به منظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد و متوسط وزن بنه‌های دختری، در مرحله خواب حقیقی (نیمه دوم خرداد ماه ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹)، و در کواترهای ثابت شده از مرحله قبل، تمامی بنه‌ها از مساحت ۰/۲۵ مترمربع خاک خارج گردیده و پس از شمارش تعداد بنه‌های دختری و جدا کردن ذرات خاک، وزن تر بنه‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد. ضریب تکثیر بنه از حاصل تقسیم تعداد بنه برداشت شده بر تعداد بنه سبز شده (تعداد بوته) به دست آمد. ویرایش داده‌ها با استفاده از نرم افزار Excel 2010 و تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS Var. 9.4 انجام شد. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد بنه دختری در مترمربع

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تراکم بنه مادری در هر دو سال آزمایش در سطح یک درصد، وزن بنه و عمق کاشت در

سال اول در سطح یک درصد و در سال دوم در سطح پنج درصد بر تعداد بنه دختری در متر مربع معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش تراکم از ۶۰ به ۱۵۰ بنه در مترمربع تعداد بنه دختری در مترمربع در سال اول ۷۹ درصد (از ۸۴ به ۱۵۱ بنه) و در سال دوم ۱۱۳ درصد (از ۹۶ به ۲۰۴ گل در متر مربع) افزایش یافت (جدول ۲) که این افزایش در ارتباط با افزایش تراکم بوته قابل توجیه است. نکته در خور توجه آن است که اثر افزایش تراکم بر ازدیاد تعداد بنه‌های دختری عمدتاً در سطوح بالای تراکم (۱۵۰ بنه در متر مربع) اتفاق افتاده است که این روند بخصوص در سال دوم کاملاً مشهود می‌باشد (جدول ۲). افزون بر این با افزایش تراکم از ۶۰ به ۱۵۰ بنه در مترمربع، تعداد بنه مادری ۲۵۰ درصد افزایش یافته و حال آنکه تعداد بنه‌های دختری در سال اول ۸۰ و در سال دوم ۱۱۳ درصد رشد داشته است (جدول ۲). نظر به آن که تعداد بنه دختری دومین جزء (پس از تعیین تعداد بوته) عملکرد زعفران است که در همان ابتدای فصل رشد شکل می‌گیرد (Behdani & Fallahi, 2015)، لذا چنین به نظر می‌رسد که افزایش سریع تعداد بنه در تراکم‌های بالا (۱۵۰ بنه در متر مربع) می‌تواند نمادی از یک راهبرد گیاه در شرایط تشدید رقابت (افزایش تراکم یا سن مزرعه) باشد. این راهبرد که به دلیل عدم توانایی منبع در تامین مواد پرورده برای رشد بنه‌های دختری سبب کاهش میانگین وزن بنه و افزایش درصد بنه‌های ریز می‌شود (جدول ۲)، می‌تواند در مدیریت مزارع ازدیادی بنه زعفران مورد توجه قرار گیرد.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد افزایش وزن بنه از ۴ به ۸ گرم سبب افزایش ۶۰ درصدی تعداد بنه دختری در مترمربع (از ۸۹ به ۱۴۲ بنه در متر مربع) در سال اول و افزایش ۵۴ درصدی تعداد بنه دختری در متر مربع (از ۱۰۷ به ۱۶۵ بنه در متر مربع) در سال دوم شد، هرچند که سرعت افزایش تعداد بنه‌های دختری در سال دوم نسبت به سال اول، در بنه‌های ۴ گرمی کمی بیشتر

موجب تشدید اثر ازدیاد وزن بنه بر افزایش تعداد بنه‌های دختری شده است (جدول ۳). بنه‌های درشت نیاز بیشتری برای جذب آب و مواد غذایی داشته که این مواد از ریزوسفر اطراف ریشه‌های بنه جذب می‌شود. افزون بر این بنه‌های درشت ریشه‌های قوی‌تر و گسترده‌تری داشته، که این موضوع در کنار فضای محدودتر (ناشی از کشت متراکم بنه‌های درشت) موجود برای رشد سبب می‌شود تا رقابت بین بنه‌های درشت زودتر آغاز شده و شدیدتر (نسبت به بنه‌های ریز) باشد (Behdani & Fallahi, 2015). وزن بنه مادری اثر مستقیمی بر تعداد بنه دختری آغازش یافته داشته (Behdani & Fallahi, 2015; Koocheki et al., 2022) و تعداد بنه دختری در بنه‌های درشت بیشتر است (جدول ۲). بنابراین اندوخته بنه مادری نیز باید بین بنه‌های دختری بیشتر تقسیم گردد. این در حالی است که به دلیل تشدید رقابت در کشت متراکم بنه‌های درشت فتوسنتز جاری نیز کاهش می‌یابد. در مجموع چنین به نظر می‌رسد که در تراکم‌های بالا، میانگین وزن بنه‌های دختری استحصالی از کشت بنه‌های مادری درشت کمتر بوده و این رویداد مؤید راهبرد افزایش تعداد بنه‌های دختری در شرایط رقابتی است که می‌تواند در مدیریت مزارع بذری زعفران مورد استفاده قرار گیرد. نکته درخور توجه در این خصوص آن است که دو برابر شدن وزن بنه کاشت شده (در واحد سطح) از طریق دوبرابر شدن میانگین وزن بنه نسبت به دو برابر شدن تراکم (۶۰ بنه ۸ گرمی در قیاس با ۱۲۰ بنه ۴ گرمی)، اثر بیشتری بر افزایش تعداد بنه دختری داشته است (جدول ۲ و ۳). به بیان بهتر اثر وزن بنه مادری بر افزایش تعداد بنه دختری بیشتر و تبعات منفی آن بر کاهش میانگین وزن بنه کمتر است (جدول ۲ و ۳). بر این اساس و در سایر شرایط برابر، کاشت مزارع ازدیادی بنه از طریق کاشت بنه‌های درشت (۸ گرمی) با تراکم پایین‌تر (۶۰ بنه در متر مربع) بر کشت متراکم (۱۲۰ بنه در متر مربع) بنه‌های ریز (۴ گرمی) از هر لحاظ ارجحیت دارد.

از ۸ گرمی (۲۰ در برابر ۱۶ در صد) بود (جدول ۲). سایر مطالعات نیز مؤید آن است که بنه‌های با وزن کمتر مخصوصاً در سال اول تعداد بنه دختری کمتری داشته و حال آن که تولید بنه‌های دختری در بنه‌های با وزن بیشتر از ۱۰ گرم، افزایش چشم‌گیری پیدا می‌کند (Nazarian & Sahabi, 2017). امیرشکاری و همکاران (Amirshकारी et al., 2007) نیز گزارش نمودند که در سال اول استفاده از بنه‌های مادری درشت‌تر باعث افزایش تعداد و وزن بنه‌های دختری شد. بدین ترتیب، از آنجا که در ابتدای فصل پاییز و قبل از ظهور برگ‌ها، رشد و نمو گیاه زعفران وابسته به ذخایر موجود در بنه‌های مادری می‌باشد (Amirshकारी et al., 2007) چنین به نظر می‌رسد که کاشت بنه‌های بزرگ‌تر به دلیل اندوخته غذایی بیشتر و در نتیجه رشد بهتر باعث افزایش تعداد بنه دختری شده است. علاوه بر این، افزایش سیستم توسعه ریشه‌ای گیاه در بنه‌های درشت‌تر (Amirshकारी et al., 2007) می‌تواند به دلیل جذب مواد غذایی بیشتر، نقش موثری بر تولید اندام‌های فتوسنتزی در سال‌های بعدی داشته باشد. بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین، افزایش عمق کاشت در هر دو سال مورد بررسی سبب کاهش تعداد بنه دختری در متر مربع شد (جدول ۲)، که این نتیجه با گزارش سایر محققین همخوانی دارد (Koocheki et al., 2017; De-Maastro & Ruta, 1993). بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، اثر افزایش عمق بر افزایش تعداد بنه‌های دختری در سال‌های اول و دوم مزارع ازدیادی بنه یکسان است (جدول ۲). اثر سال نیز بر افزایش تعداد بنه‌های دختری در اعماق مختلف کاشت یکسان بود (جدول ۲).

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تراکم بنه مادری \times وزن بنه بر تعداد بنه دختری در متر مربع در هر دو سال مورد بررسی در سطح یک در صد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در هر دو سال، افزایش تراکم

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تراکم، وزن و عمق کاشت بنه بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی بنه‌های دختره زعفران
Table 1- Analysis of variance (mean square) for the effect of density, corm weight and Planting depth of corm on some of morphological characteristics of saffron daughter corms

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد بنه دختره در مترمربع		میانگین وزن تر تک بنه		مجموع وزن تر کل بنه‌های دختره	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020
Block بلوک	2	652.08 *	878.06 *	0.80 n.s	0.55 n.s	10263.98 n.s	65000.33 n.s
Density (A) تراکم	3	9617.63 **	26266.38**	27.79 **	82.73 **	542915.83 **	713483.57 **
Error a (Ea) خطای الف	6	52.30	74.45	1.34	1.11	12034.91	16172.55
Corm weight (B) وزن بنه	1	32865.33 **	41184.08 *	66.83 **	88.43 **	5620740.70 *	8335691.83 *
Planting depth (C) عمق کاشت	1	7956.75 **	11346.75 *	73.74 **	50.23 **	2772521.96 **	2989174.78 **
A×B تراکم×وزن بنه	1	1412.77**	2149.58**	4.46 **	7.81 **	100636.22 **	368669.48 **
A×C تراکم×عمق کاشت	3	377.19 n.s	711.13 *	9.76 **	2.12 n.s	84760.29 **	49386.58 n.s
B×C وزن بنه×عمق کاشت	1	800.33 *	936.33 *	2.81 n.s	0.51 n.s	533203.58 **	233976.59 *
A×B×C تراکم×وزن بنه×عمق کاشت	3	381.33 n.s	536.27 n.s	4.23 **	3.20 n.s	46145.37 **	145892.15 **
Error b (Eb) خطای ب	24	171.44	248.82	1.01	1.57	9325.30	28446.32

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

جدول ۱ (ادامه) - تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تراکم، وزن و عمق کاشت بنه بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی بنه‌های دختره زعفران
Table 1 (Continued)- Analysis of variance (mean square) for the effect of density, corm weight and planting depth of corm on some of morphological characteristics of saffron daughter corms

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	نسبت وزن بنه برداشت شده به بنه کاشت شده در متر مربع		ضریب تکثیر		نسبت مجموع طول برگ به مجموع وزن تر بنه‌های دختره برداشت شده در متر مربع	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020
Block بلوک	2	0.01 n.s	0.19 *	0.01 n.s	0.01 n.s	6.01 n.s	117.03 n.s
Density (A) تراکم	3	1.67 **	4.60 **	0.23 *	0.39 **	62.51 **	3280.41 **
Error a (Ea) خطای الف	6	0.03	0.04	0.01	0.00	5.22	60.22
Corm weight (B) وزن بنه	1	0.09 n.s	0.09 n.s	0.75 **	0.09 **	14.75 n.s	6355.46 **
Planting depth (C) عمق کاشت	1	7.83 **	9.17 **	1.13 **	0.00 n.s	79.95 **	2962.97 **
A×B تراکم×وزن بنه	1	0.03 n.s	0.72 **	0.02 n.s	0.09 **	98.19 **	2312.56 **
A×C تراکم×عمق کاشت	3	0.36 **	0.21 *	0.08 n.s	0.01 n.s	19.57 *	725.20 **
B×C وزن بنه×عمق کاشت	1	0.18 n.s	0.01 n.s	0.41 **	0.00 n.s	0.03 n.s	835.43 n.s
A×B×C تراکم×وزن بنه×عمق کاشت	3	0.08 n.s	0.32 **	0.15 n.s	0.02 *	86.04 n.s	1047.57 **
Error b (Eb) خطای ب	24	0.03	0.04	0.06	0.01	6.66	38.63

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

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تراکم بنه مادری × عمق کاشت بر تعداد بنه در متر مربع فقط در سال دوم در سطح پنج درصد معنی دار بود (جدول ۱). بر این اساس اثر افزایش تراکم بر ازدیاد تعداد بنه در کشت سطحی بیشتر از کشت عمقی بنه است (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل وزن بنه مادری × عمق کاشت بر تعداد بنه در متر مربع در هر دو سال آزمایش در سطح پنج درصد معنی دار بود (جدول ۱).

افزون بر این بررسی نتایج اثر متقابل تراکم و اندازه بنه بر تعداد بنه های دختری نیز نشان داد که افزایش تراکم از ۶۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع در بنه های ۴ و ۸ گرمی موجب افزایش تعداد بنه دختری به میزان ۵۷ و ۹۷ درصد در سال اول و ۱۰۴ و ۱۳۱ درصد در سال دوم شد (جدول ۳). به بیان بهتر افزایش سن مزرعه سبب تشدید اثر متقابل تراکم و اندازه بنه می گردد (جدول ۳). اگر افزایش سن مزرعه را از علل افزایش (تشدید) رقابت بدانیم، آن گاه داده های فوق نیز مؤید آن است که افزایش تعداد بنه یکی از راهبردهای زعفران در شرایط تشدید رقابت می باشد (جدول ۳).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تراکم، وزن و عمق کاشت بنه بر برخی خصوصیات مرفولوژیکی بنه های دختری زعفران

Table 2- Means comparison of density, corm weight, and planting depth of corm on some of the morphological characteristics of saffron daughter corms

سال انجام آزمایش Years of experiment	تعداد بنه دختری در متر- مربع Number of daughters corms in m ²		میانگین وزن تر تک بنه Mean of one daughter corm fresh weight (g)		مجموع وزن تر کل بنه- های دختری Total daughter corm fresh weight (g. m ⁻²)		نسبت وزن بنه برداشت شده به بنه کاشت شده در متر مربع Weight ratio of harvested corm to planted corm in m ²		ضریب تکثیر Multiplication factor		نسبت مجموع طول برگ به مجموع وزن تر بنه های دختری برداشت شده در متر مربع Ratio of total leaf length to total weight of daughter corm harvested in m ²	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
تراکم (corm.m ⁻²)												
60	84 ^d	96 ^c	7.99 _b	8.99 ^b	697.24 ^c	867.42 ^c	1.92 ^a	2.45 ^a	1.90 ^a	1.65 ^a	10.29 ^a	26.43 ^{bc}
90	105 ^c	120 ^b	7.99 _b	10.95 ^a	875.87 ^b	1416.09 ^a	1.62 ^b	2.49 ^a	1.84 ^a	1.29 ^b	12.15 ^a	23.70 ^c
120	122 ^b	126 ^b	9.69 _a	10.16 ^a	1208.31 _a	1304.40 _a	1.66 ^b	1.84 ^b	1.83 ^a	1.32 ^b	7.48 ^b	33.83 ^b
150	151 ^a	204 _a	5.97 _c	5.06 ^c	966.97 ^b	1079.27 ^b	1.03 ^c	1.17 ^c	1.59 ^b	1.26 ^b	12.45 ^a	59.93 ^a
وزن بنه Corm weight (g)												
4	89 ^b	107 _b	6.73 ^b	7.41 ^b	594.90 ^b	750.07 ^b	1.51 ^a	2.04 ^a	1.67 ^b	1.33 ^b	11.14 ^a	47.48 ^a
8	142 ^a	165 _a	9.09 ^a	10.13 _a	1279.30 _a	1583.52 ^a	1.60 ^a	1.98 ^a	1.92 ^a	1.43 ^a	10.04 ^a	24.47 ^b
عمق کاشت Planting density (cm)												
15	128 ^a	152 _a	9.15 ^a	9.79 ^a	1177.43 _a	1416.34 ^a	1.96 ^a	2.43 ^a	1.94 ^a	1.39 ^a	9.30 ^b	28.12 ^b
25	103 ^b	121 _a	6.67 _b	7.75 ^b	666.76 ^b	918.24 ^b	1.15 ^b	1.55 ^b	1.64 ^b	1.37 ^a	11.88 ^a	43.83 ^a

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

Mean followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level, according to Duncan test.

میانگین وزن تر تک بنه

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو سال مورد بررسی، اثر تراکم بنه مادری، وزن بنه و عمق کاشت بر میانگین وزن تر تک بنه در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در سال اول میانگین وزن تک بنه با افزایش تراکم از ۶۰ به ۹۰ بنه در متر مربع اختلاف معنی داری نداشت و تحت تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع دارای بیشترین مقدار و سپس با افزایش تراکم به ۱۵۰ بنه در متر مربع افت شدیدی را در پی داشت. همچنین در سال دوم بیشترین وزن تک بنه در تراکم ۹۰ بنه در متر مربع حاصل شد که البته با تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع اختلاف معنی داری نداشت؛ همچنین افزایش تراکم به ۱۵۰ بنه در متر مربع باعث کاهش وزن تک بنه شد (جدول ۲).

بر اساس نتایج جدول ۵ و در هر دو سال مورد بررسی، افزایش عمق کاشت از ۱۵ به ۲۵ سانتی متر سبب شد تا تعداد بنه دختری در متر مربع در بنه های ۴ و ۸ گرمی به ترتیب ۱۸ و ۲۱ بنه در سال اول و ۲۲ و ۳۴ بنه در سال دوم کاهش یابد. به بیان بهتر اثر افزایش عمق کشت بر کاهش تعداد بنه های دختری در بنه های درشت تر بیشتر بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل سه گانه تراکم×وزن بنه مادری×عمق کاشت بر بنه دختری در متر مربع در هر دو سال مورد بررسی بر تعداد بنه دختری معنی دار نبود. جدول ۱ نشان داد اثر متقابل وزن بنه × عمق کاشت در هر دو سال مورد بررسی بر میانگین وزن تر تک بنه معنی دار نبود.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و وزن بنه بر برخی خصوصیات مرفولوژیکی بنه های دختری زعفران

Table 3- Means comparison of interaction effect of density and corm weight on some of the morphological characteristics of saffron daughter corms

تراکم Density (corm.m ²)	وزن بنه Corm weight (g)	تعداد بنه دختری در مترمربع Number of daughters corms in m ²		میانگین وزن تر تک بنه Mean of one daughter corm fresh weight (g)		مجموع وزن تر کل بنه- های دختری Total daughter corm fresh weight (g.m ²)		نسبت وزن بنه برداشت شده به بنه کاشت شده در متر مربع Weight ratio of harvested corm to planted corm in m ²	ضریب تکثیر Multipli- cation factor	نسبت مجموع طول برگ به مجموع وزن تر بنه های دختری برداشت شده در متر مربع Ratio of total leaf length to total weight of daughter corm harvested in m ²	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020	2020	2020	2019	2020
سال انجام آزمایش Years of experiment		2019	2020	2019	2020	2019	2020	2020	2020	2019	2020
60	4	73 ^e	83 ^d	6.09 ^d	7.51 ^d	449.70 ^e	626.48 ^c	2.61 ^b	1.74 ^a	9.55 ^{cde}	25.31 ^{cd}
	8	94 ^e	107 ^c	9.89 ^a	10.38 ^b	944.78 ^d	1108.34 ^c	2.30 ^c	1.56 ^b	11.03 ^{bc}	27.56 ^c
90	4	78 ^{fg}	88 ^d	7.58 ^{bc}	8.49 ^{cd}	595.27 ^f	758.32 ^{de}	2.10 ^{cd}	1.20 ^e	10.69 ^{bcd}	29.06 ^c
	8	133 ^c	151 ^b	8.41 ^{bc}	13.40 ^a	1156.47 ^c	2073.85 ^a	2.88 ^a	1.38 ^c	13.61 ^b	18.35 ^d
120	4	90 ^{ef}	97 ^{cd}	8.56 ^b	9.57 ^{bc}	778.01 ^e	943.05 ^{cd}	1.96 ^{de}	1.24 ^{de}	7.85 ^{de}	44.62 ^b
	8	153 ^b	155 ^b	10.82 ^a	10.76 ^b	1638.60 ^a	1665.73 ^b	1.73 ^e	1.41 ^c	7.10 ^e	23.04 ^{cd}
150	4	116 ^d	159 ^b	4.69 ^e	4.08 ^f	556.62 ^{fg}	672.39 ^e	1.12 ^f	1.16 ^e	17.24 ^a	90.94 ^a
	8	186 ^a	248 ^a	7.25 ^{cd}	5.98 ^e	1377.31 ^b	1486.14 ^b	1.23 ^f	1.36 ^{cd}	7.65 ^{de}	28.92 ^c

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

Mean followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level, according to Duncan test.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و عمق کاشت بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی بنه‌های دختره زعفران

Table 4- Means comparison of interaction effect of density and planting depth on some of the morphological characteristics of saffron daughter corms

تراکم Density (corm.m ²)	عمق کاشت Planting depth (cm)	تعداد بنه دختری در مترمربع Number of daughters corms in m ²	میانگین وزن تر تک بنه Mean of one daughter corm fresh weight (g)	مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری Total daughter corm fresh weight (g.m ⁻²)	نسبت وزن بنه برداشت شده به بنه کاشت شده در متر مربع Weight ratio of harvested corm to planted corm in m ²		نسبت مجموع طول برگ به مجموع وزن تر بنه- های دختری برداشت شده در متر مربع Ratio of total leaf length to total weight daughter corm of harvested in m ²
					2019	2020	
سال انجام آزمایش Years of experiment		2020	2019	2019	2019	2020	2019
60	15	102 ^{de}	9.90 ^a	915.43 ^d	2.48 ^a	2.98 ^a	8.94 ^{bcd}
	25	89 ^e	6.08 ^b	479.04 ^f	1.36 ^d	1.93 ^c	11.65 ^{ab}
90	15	134 ^c	9.90 ^a	1185.57 ^{bc}	2.16 ^b	3.06 ^a	9.69 ^{bcd}
	25	106 ^{de}	6.09 ^b	566.17 ^{ef}	1.09 ^e	1.92 ^c	14.60 ^a
120	15	142 ^c	9.68 ^a	1339.08 ^a	1.86 ^c	2.22 ^b	7.98 ^{cd}
	25	110 ^d	9.69 ^a	1077.53 ^c	1.46 ^d	1.47 ^d	6.98 ^d
150	15	229 ^a	7.11 ^b	1269.64 ^{ab}	1.36 ^d	1.45 ^d	10.59 ^{bc}
	25	178 ^b	4.82 ^c	664.29 ^e	0.71 ^f	0.90 ^e	14.30 ^a

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Mean followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level, according to Duncan test.

مناسب برای رشد گردد. نتایج سایر محققین نیز مؤید این مطلب است (Naderi-Darbaghshahi et al., 2008; Mohammad-Abadi et al., 2007). نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی اندازه بنه مادری بر میانگین وزن تر تک بنه نشان داد که در هر دو سال مورد بررسی افزایش وزن بنه مادری موجب ازدیاد میانگین وزن بنه‌های دختری گردید (جدول ۲). در بنه‌های درشت‌تر تقسیم سلولی بیشتر بوده و به دنبال آن برگ‌ها زودتر رشد می‌کنند (Koocheki et al., 2011)؛ رشد زودتر و ارتفاع بیشتر برگ‌ها، امکان استفاده بهتر از شرایط محیطی و افزایش مواد فتوسنتزی ساخته شده را به همراه داشته و در نهایت موجب ایجاد بنه‌های بزرگ‌تر در پایان فصل رشد می‌گردد (Molina et al., 2004). بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، افزایش عمق کاشت از ۱۵ به ۲۵ سانتی‌متر موجب کاهش میانگین وزن تر تک بنه شد (جدول ۲). این نتیجه با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (Moallem-banhangi et al., 2019; De-Maastro & Ruta, 1993; Gresta et al., 2009).

نظر به تقدم زمان شکل‌گیری تعداد بنه و روابط جبرانی بین تعداد و اندازه بنه، چنین به نظر می‌رسد که اثر افزایش تراکم بر کاهش میانگین وزن تک بنه در ارتباط با افزایش تعداد بنه و تشدید رقابت قابل توجیه باشد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه چنین به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم تا حدود ۱۲۰ بنه در متر مربع در سال اول و ۹۰ بنه در متر مربع در سال دوم، روند افزایش رقابت با سرعت کمتری پیش می‌رود ولی همزمان با افزایش تراکم از ۱۲۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع از طریق کاهش منابع قابل دسترس (Rostami & Mohammadi, 2013) برای هر گیاه و افزایش میزان رقابت، روند کاهش میانگین وزن تر تک بنه تشدید می‌گردد. بر این اساس کاهش بیشتر وزن بنه در سال دوم نسبت به سال اول نیز در ارتباط با تشدید رقابت در سال دوم قابل توجیه است (جدول ۲). معلم بنه‌نگی و همکاران (Moallem-banhangi et al., 2019) نیز گزارش کردند که تراکم زیاد بنه‌های زعفران و تجمع آن در یک منطقه از مزرعه می‌تواند باعث ایجاد رقابت شدید برای عناصر غذایی و کاهش فضای

سانتی متر بیشترین میانگین وزن تر تک بنه را داشت (جدول ۴). در سال دوم به دلیل تشکیل بنه‌های دخترتری بر روی بنه‌های مادری (Moallem-benhangi et al., 2019) اثر تراکم × عمق کاشت معنی‌دار نبود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تراکم × وزن بنه × عمق کاشت در سال اول در سطح یک درصد بر میانگین وزن تر تک بنه معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس جدول ۶ در همه سطوح تراکم تحت وزن‌های مختلف بنه مادری عمق ۱۵ سانتی متر دارای بیشترین میانگین وزن تر تک بنه بود. تحت عمق کاشت ۱۵ سانتی متر افزایش تراکم در بنه‌های ۴ گرمی باعث افزایش وزن تر تک بنه تا سطح تراکم ۹۰ بنه در متر مربع شد و سپس روند بصورت کاهش بود، این درحالی‌ست که در بنه‌های ۸ گرمی افزایش تراکم باعث کاهش در میانگین وزن تر تک بنه شد (جدول ۶). بر اساس جدول ۶ در همه سطوح تراکم بنه‌های ۸ گرمی تحت عمق کاشت ۱۵ سانتی متر دارای بیشترین میانگین وزن تر تک بنه بود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تراکم × وزن بنه بر میانگین وزن تر تک بنه در هر دو سال مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بر این اساس افزایش تراکم تا ۱۲۰ بنه در متر مربع تحت بنه‌های ۴ گرمی در هر دو سال مورد بررسی روند افزایشی داشت در حالی‌که با افزایش تراکم به ۱۵۰ بنه در متر مربع روند به صورت کاهش بود. حال آن‌که در بنه‌های ۸ گرمی در هر دو سال افزایش تراکم باعث بروز روند سینوسی در میانگین وزن تر تک بنه شد به این صورت که با افزایش تراکم از ۶۰ به ۹۰ بنه در متر مربع روند کاهشی و از ۹۰ به ۱۲۰ بنه در متر مربع روند افزایشی و مجدداً از ۱۲۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع افت شدید مشاهده شد؛ به گونه‌ای که بالاترین میانگین وزن بنه‌های دخترتری در سال اول تحت تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع و در سال دوم تحت تراکم ۹۰ بنه در متر مربع حاصل شد (جدول ۳).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل تراکم × عمق کاشت در سال اول در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). جدول ۴ نشان داد تحت همه سطوح تراکم، عمق کاشت ۱۵

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل وزن بنه و عمق کاشت بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی بنه‌های دخترتری زعفران

Table 5- Means comparison of interaction effect of corm weight and plant depth on some of the morphological characteristics of saffron daughter corms

وزن بنه Corm weight (g)	عمق کاشت Plant depth (cm)	تعداد بنه دخترتری در مترمربع Number of daughters corms in m ²		مجموع وزن تر کل بنه- های دخترتری Total daughter corm fresh weight (g.m ²)		نسبت وزن بنه برداشت شده به بنه کاشت شده در متر مربع Weight ratio of harvested corm to planted corm in m ²	ضریب تکثیر Multiplication factor	نسبت مجموع طول برگ به مجموع وزن تر بنه‌های دخترتری برداشت شده در متر مربع Ratio of total leaf length to total weight of daughter corm harvested in m ²
		2019	2020	2019	2020	2019	2019	2020
سال انجام آزمایش Years of experiment								
4	15	98 ^c	118 ^c	729.84 ^c	929.79 ^c	1.86 ^b	1.73 ^b	35.45 ^b
	25	80 ^d	96 ^d	459.96 ^d	570.33 ^d	1.17 ^c	1.60 ^b	59.51 ^a
8	15	158 ^a	185 ^a	1625.03 ^a	1902.88 ^a	2.07 ^a	2.16 ^a	20.78 ^d
	25	124 ^b	146 ^b	933.56 ^b	1264.15 ^b	1.14 ^c	1.67 ^b	28.15 ^c

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Mean followed by similar letters in each column are not significantly different at the 5% level, according to the Duncan test.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم، وزن بنه و عمق کاشت بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی بنه‌های دختره زعفران
Table 6- Means comparison of interaction effect of density, corm weight and plant depth on some of morphological characteristics of saffron daughter corms

تراکم Density (corm.m ²)	وزن بنه Corm weight (g)	عمق کاشت Plant density (cm)	میانگین وزن تر تک بنه Mean of one daughter corm fresh weight (g)	مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری Total daughter corm fresh weight (g.m ²)	نسبت وزن بنه برداشت شده به بنه کاشت شده در متر مربع Weight ratio of harvested corm to planted corm in m ²	ضریب تکثیر Multiplacati on factor	نسبت مجموع طول برگ به مجموع وزن تر بنه‌های دختری برداشت شده در متر مربع Ratio of total leaf length to total weight of daughter corm harvested in m ²	
سال انجام آزمایش Years of experiment			2019	2019	2020	2020	2020	
60	4	15	7.27 ^{ef}	550.32 ^{gh}	720.56 ^{ghi}	3.00 ^b	1.77 ^a	21.55 ^{fgh}
		25	4.92 ^{gh}	349.06 ⁱ	532.41 ^{ij}	2.21 ^{cd}	1.71 ^{ab}	29.07 ^{efg}
	8	15	12.53 ^a	1280.54 ^c	1422.92 ^{cde}	2.96 ^b	1.53 ^b	22.98 ^{efgh}
		25	7.24 ^{ef}	609.03 ^{fg}	793.77 ^{ghi}	1.65 ^{ef}	1.58 ^{bc}	32.13 ^{de}
90	4	15	9.25 ^{cd}	749.18 ^{ef}	898.81 ^{fgh}	2.49 ^c	1.25 ^{de}	25.74 ^{efg}
		25	5.92 ^{fg}	441.36 ^{hi}	617.84 ^{hij}	1.71 ^{ef}	1.14 ^d	32.37 ^{de}
	8	15	10.55 ^{bc}	1621.95 ^b	2613.28 ^a	3.62 ^a	1.44 ^{bcd}	13.95 ^h
		25	6.26 ^{fg}	690.99 ^{fg}	1534.41 ^{cd}	2.13 ^{cd}	1.32 ^{ef}	22.74 ^{efgh}
120	4	15	9.15 ^{cd}	893.38 ^{de}	1166.56 ^{ef}	2.43 ^c	1.16 ^{hi}	41.28 ^{cd}
		25	7.97 ^{de}	662.65 ^{fg}	719.55 ^{ghi}	1.49 ^f	1.33 ^{fgh}	47.95 ^{bc}
	8	15	11.41 ^{ab}	1812.81 ^a	1943.18 ^b	2.02 ^{de}	1.47 ^{cdef}	18.60 ^{gh}
		25	10.22 ^{bc}	1492.41 ^b	1388.28 ^{cde}	1.44 ^{fg}	1.34 ^{fg}	27.48 ^{efg}
150	4	15	5.25 ^{gh}	726.46 ^f	933.26 ^{fg}	1.55 ^f	1.19 ^{ghi}	53.23 ^b
		25	4.13 ^h	386.77 ⁱ	411.53 ^j	0.68 ^h	1.14 ⁱ	128.64 ^a
	8	15	8.98 ^{cd}	1784.79 ^a	1632.15 ^c	1.36 ^{fg}	1.31 ^{fgh}	27.59 ^{efg}
		25	5.51 ^{gh}	941.82 ^d	1340.14 ^{de}	1.11 ^g	1.41 ^{def}	30.25 ^{ef}

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Mean followed by similar letters in each column are not significantly different at the 5% level, according to the Duncan test.

(جدول ۲). در شرایط رقابت گیاه دچار محدودیت منبع و تولید مواد پرورده شده و لذا ضریب تخصیص مواد پرورده جهت رفع این محدودیت منبع افزایش یافته (Emam & Niknejad, 2012) و لذا نسبت مجموع طول برگ به مجموع وزن تر بنه‌های دختره افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، افزایش تراکم از ۶۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع به ترتیب سبب افزایش ۲۱ و ۱۲۶ درصدی این نسبت گردید (جدول ۲). چنین به نظر می‌رسد که اثر سن مزرعه بر تشدید اثر تراکم بر افزایش این نسبت نیز در رابطه با تشدید رقابت در سال دوم قابل توجه باشد.

جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر وزن بنه فقط در سال دوم در سطح یک درصد معنی‌دار بود و اثر عمق کاشت در هر دو سال آزمایش در سطح یک درصد بر این نسبت معنی‌دار بود

نسبت مجموع طول برگ به مجموع وزن تر بنه‌های دختره برداشت شده در متر مربع

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو سال مورد بررسی، اثر تراکم بر نسبت مجموع طول برگ به مجموع وزن تر بنه‌های دختره برداشت شده در متر مربع در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین در هر دو سال آزمایش، با افزایش تراکم این نسبت افزایش یافت، که البته درصد افزایش در سال دوم نسبت به سال اول بیشتر بود (جدول ۲). افزایش تراکم به دلیل تشدید رقابت سبب کاهش مجموع طول برگ در بوته (Sharifi et al., 2021) و مجموع وزن بنه در بوته گردید، ولیکن این کاهش با افزایش تعداد بوته جبران شده و در مجموع افزایش مجموع طول برگ در واحد سطح (Sharifi et al., 2021) و مجموع وزن بنه در واحد سطح در پی داشت

و همچنین این نسبت در سال اول و دوم در عمق کاشت ۲۵ سانتی متر دارای بیشترین مقدار بود.

۲۵ سانتی متر دارای مقدار بیشتری از این صفت بود و در تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع اختلاف معنی داری بین سطوح عمق کاشت مشاهده نشد (جدول ۴). بر اساس جدول نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل سه گانه تراکم \times وزن بنه \times عمق کاشت در سال دوم آزمایش در سطح یک در صد معنی دار بود (جدول ۱). بر اساس جدول ۶ در سطوح تراکم ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ بنه در متر مربع بنه های ۸ گرمی در عمق کاشت ۱۵ سانتی متری دارای بیشترین مقدار بود؛ در حالیکه در تراکم ۱۵۰ بنه در متر مربع بنه های ۴ گرمی تحت عمق کاشت ۲۵ سانتی متر دارای بیشترین مقدار بود. جدول نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر وزن بنه \times عمق کاشت در هر دو سال آزمایش معنی دار نبود (جدول ۱).

مجموع وزن تر کل بنه های دختری در متر مربع

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تراکم بنه مادری، وزن بنه و عمق کاشت در هر دو سال مورد بررسی بر مجموع وزن تر بنه های دختری در متر مربع در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). بررسی نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اثر تراکم بر مجموع وزن تر بنه های دختری استحصالی روندی منحنی تور داشته و بیشترین میزان آن در سال اول در تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع (۱۲۰۸ گرم در متر مربع) و در سال دوم در تراکم ۹۰ بنه در متر مربع (۱۴۱۶/۰۹ گرم در متر مربع) حاصل شد که البته با تیمار ۱۲۰ بنه در متر مربع اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۲). چنین به نظر می رسد که کاهش هرچند غیر معنی دار، سطح بهینه تراکم در سال دوم در ارتباط با اثر مثبت سن مزرعه بر تشدید رقابت بنه های دختری قابل توجه باشد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه و در هر دو سال، کمترین میزان مجموع وزن تر بنه های دختری در واحد سطح در تراکم

(جدول ۱). نتایج مقایسه ها میانگین ها نشان داد که همزمان با افزایش سن مزرعه، بنه های ۴ گرمی دارای نسبت مجموع طول برگ به وزن تر کل بنه های دختری در متر مربع بیشتری بودند نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل تراکم \times وزن بنه در هر دو سال در سطح یک در صد معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در سال اول تحت تراکم های کمتر (۶۰ و ۹۰ بنه در متر مربع) بنه های ۸ گرمی و همزمان با افزایش تراکم بیشتری از این نسبت بودند، بنابراین می توان چنین استنباط نمود احتمالاً فتوسنتز و تولید ماده خشک کمتری در واحد سطح برگ (یعنی کارایی فتوسنتز کمتر) داشته اند؛ از سوی دیگر با افزایش سن مزرعه حتی در تراکم های کمتر (۹۰ بنه در متر مربع) نیز بنه های ۴ گرمی احتمالاً میزان فتوسنتز به ازای واحد سطح برگ کمتری داشته و در نتیجه نسبت مجموع طول برگ برداشت شده به مجموع وزن تر بنه های دختری برداشت شده کمتر بود (جدول ۳). می توان گفت در بنه های ۴ گرمی، مطابق انتظار با افزایش تراکم توام با سن مزرعه میزان طول برگ لازم برای ساخت هر گرم وزن بنه افزایش یافته است که این امر در ارتباط با اثر تشدید رقابت (افزایش تراکم) بر کاهش کارایی واحد طول منبع توجه است. این در حالی است در بنه های ۸ گرمی، افزایش تراکم توام با سن مزرعه موجب کاهش میزان طول برگ لازم برای ساخت هر گرم بنه شده است (جدول ۳). چنین به نظر می رسد که این امر در ارتباط با نقش بافوری ذخایر بیشتر مواد پرورده بنه های درشت تر بر کاهش نیاز به برگ جهت تامین مواد پرورده لازم برای توسعه مخزن قابل توجه باشد.

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تراکم \times عمق کاشت فقط در سال اول در سطح یک در صد بر نسبت مجموع طول برگ به وزن تر کل بنه های دختری در متر مربع معنی دار بود (جدول ۱). بر اساس جدول نتایج مقایسات میانگین تحت سطوح تراکم ۶۰، ۹۰ و ۱۵۰ بنه در متر مربع عمق کاشت

(جدول ۲). نکته دیگر آن که اگرچه افزایش تراکم سبب افزایش تعداد بنه استحصالی از مزارع ازدیادی بنه شده است، ولیکن با ازدیاد تراکم، میزان افزایش وزن بنه‌های دختری استحصالی (نسبت به وزن بنه مادری کشت شده در سال اول) کاهش می‌یابد (جدول ۲). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که میزان افزایش مجموع بنه‌های دختری استحصالی از هر متر مربع (پس از کسر وزن بنه مادری کاشت شده) در تراکم ۱۵۰ بنه در متر مربع در سال‌های اول و دوم به ترتیب ۶۷ و ۱۷۹ گرم در متر مربع بود (داده‌ها نشان داده نشده است)، که عملاً به معنای عدم توجیه اقتصادی استفاده از تراکم بالا (۱۵۰ بنه در متر مربع) در مزارع ازدیادی بنه زعفران است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو سال مورد بررسی، اثر متقابل تراکم \times وزن بنه بر مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری در متر مربع در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم \times وزن بنه، اثر افزایش تراکم بر تغییر مجموع وزن بنه‌های دختری استحصالی از بنه‌های درشت (۸ گرمی) بیشتر است (جدول ۳). نکته دیگر آن که در سال دوم، بیشترین بنه دختری استحصالی در وزن بنه مادری ۴ و ۸ گرم به ترتیب از تراکم‌های ۱۲۰ و ۹۰ بنه در متر مربع حاصل شد. این در حالی است که در سال اول، تراکم بهینه در هر دو وزن بنه مادری ۱۲۰ بنه در متر مربع بوده است (جدول ۳). چنین بنظر می‌رسد که این تفاوت روند ناشی از افزایش بیشتر رقابت در بنه‌های درشت باشد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که افزایش میزان بنه مادری کشت شده از طریق ازدیاد وزن بنه تأثیر بهتری بر میزان بنه دختری استحصالی دارد، به گونه‌ای که در هر دو سال مورد بررسی، میزان بنه دختری استحصالی از کشت ۶۰ بنه ۸ گرمی بیشتر از ۱۲۰ بنه ۴ گرمی بود (جدول ۳). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تراکم \times عمق کاشت بر مجموع وزن تر کل

۶۰ بنه در متر مربع بدست آمد (جدول ۲). مجموع وزن تر بنه‌های دختری استحصالی در متر مربع متأثر از تعداد بنه در واحد سطح و میانگین وزن تک بنه است.

بر این اساس اثر اولیه افزایش تراکم بر ازدیاد مجموع وزن تر کل بنه در متر مربع در ارتباط با افزایش تعداد بنه و کاهش بعدی آن ناشی از کاهش میانگین وزن تک بنه می‌باشد (جدول ۲). مولینا و همکاران (Molina et al., 2005) نیز گزارش کردند که بین تعداد بنه‌های دختری و اندازه آن‌ها یک رابطه منفی وجود دارد. گریستا و همکاران (Gresta et al., 2008) هم کاهش میانگین وزن تر تک بنه و مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری در شرایط تراکم بالا را گزارش و این کاهش را به سایه‌اندازی برگ‌ها و تأثیر آن بر کاهش مواد فتوسنتزی و دمای خاک نسبت دادند. بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر اصلی وزن بنه و عمق کاشت، بیشترین مجموع وزن تر بنه در بنه‌های ۸ گرمی و عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر بدست آمد (جدول ۲). مردانی اصل و همکاران (Mardani-Asl et al., 2018) نیز گزارش نمودند که وزن بنه‌های مادری اثر مثبت و معنی‌داری بر تولید و افزایش رشد بنه‌های دختری داشت؛ بطوریکه بنه‌های مادری درشت‌تر از طریق تکثیر بیشتر، تعداد بیشتری بنه‌های دختری با وزن بالاتر را تولید کردند. نکته در خور توجه در این خصوص آن است که دو برابر شدن میزان بنه کشت شده از طریق افزایش تعداد بنه (با مقایسه تراکم ۶۰ و ۱۲۰ بنه در متر مربع) و یا وزن بنه (با مقایسه وزن بنه ۴ و ۸ گرم) به ترتیب در سال اول ۷۳ و ۱۱۵ درصد و در سال دوم ۵۰ و ۱۱۱ درصد افزایش مجموع وزن تر بنه‌های دختری را در پی داشت (جدول ۲). به بیان بهتر افزایش میزان بنه کشت شده از طریق ازدیاد تراکم و یا وزن بنه اثر مشابهی بر میزان بنه برداشت شده نداشته و چنین به نظر می‌رسد که افزایش تعداد بنه در متر مربع اثر بیشتری بر تشدید رقابت و کاهش بنه استحصالی از مزارع ازدیاد بنه داشته است

بود (جدول ۱).

۱۵ سانتی متر و ۹۰ بانه ۸ گرمی در عمق ۱۵ سانتی متر حاصل آمد (جدول ۶).

نسبت وزن بانه برداشت شده به کاشت شده

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو سال، اثر تراکم بر نسبت وزن بانه‌های برداشت شده به کاشت شده در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد در هر دو سال مورد بررسی با افزایش تراکم از ۶۰ به ۱۵۰ بانه در متر مربع، نسبت وزن بانه برداشت شده به کاشت شده روند کاهشی داشت، بطوریکه بیشترین مقدار این نسبت در تراکم ۶۰ و کمترین آن در تراکم ۱۵۰ بانه در متر مربع بدست آمد (جدول ۲)، که این اثر در ارتباط با اثر تراکم بر تشدید رقابت بین بوته‌های مجاور قابل توجیه است. بر این اساس استفاده از تراکم ۱۵۰ بانه در متر مربع به دلیل شدت رقابت و کاهش محسوس این نسبت، توجیه اقتصادی نداشته و جهت مزارع ازدیاد بانه زعفران قابل توصیه نیست. بررسی نتایج تجزیه واریانس همچنین نشان داد که در هر دو سال، اثر وزن بانه مادری بر نسبت وزن بانه برداشت شده به کاشت شده معنی دار نبود (جدول ۱). نظر به اثر معنی دار اندازه بانه بر وزن کل بانه‌های دختری برداشت شده، چنین به نظر می‌رسد که اثر اندازه بانه بر افزایش وزن کل بانه‌های دختری برداشت شده (یعنی صورت کسر) متناسب با افزایش (به واسطه افزایش وزن بانه) وزن کل بانه کاشت شده (در مخرج کسر) بوده و لذا اثر اندازه بانه بر این نسبت معنی دار نشده است. به بیان بهتر اثر معنی دار اندازه بانه مادری بر افزایش مجموع وزن تر کل بانه‌های دختری برداشت شده عمدتاً ناشی از وزن کل بانه کاشت بیشتر بوده است و بکارگیری بانه درشت تر مزیتی از این منظر ندارد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه و در هر دو سال، اثر عمق کاشت بر نسبت وزن بانه برداشت شده به کاشت شده در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱).

بانه‌های دختری فقط در سال اول در سطح پنج درصد معنی دار بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین، اثر افزایش تراکم بر وزن بانه استحصالی از عمق ۱۵ سانتی متر روندی افزایشی داشته و حال آن که اثر آن در عمق ۲۵ سانتی متر منحنی‌گون بود (جدول ۴). بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل وزن بانه × عمق کاشت در سال اول آزمایش در سطح یک درصد و در سال دوم در سطح پنج درصد معنی دار بود (جدول ۱). بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که طی هر دو سال آزمایش و در هر دو سطح وزن بانه، افزایش عمق کاشت باعث کاهش مجموع وزن تر کل بانه‌های دختری شد و مقدار این کاهش در بانه ۴ گرمی بیشتر بود (جدول ۵). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011) نیز با بررسی کشت پر تراکم و عمق کاشت بانه بر ویژگی‌های زراعی زعفران و رفتار بانه‌ها اعلام کردند که بیشترین و کمترین وزن خشک بانه در عمق کاشت ۲۰ و ۱۰ سانتی متر به ترتیب با ۱۶۴/۰۷ و ۱۴۷/۳۳ گرم در متر مربع به دست آمد. این پژوهشگران کمیت و کیفیت بانه‌های تولید شده در عمق کاشت ۱۵ سانتی متر را مطلوب‌تر از دو عمق کاشت دیگر (۱۰ و ۲۰ سانتی متر) دانستند؛ در تحقیق مذکور اثر متقابل وزن بانه و عمق کاشت بر مجموع وزن تر بانه‌های استحصالی غیرمعنی دار بود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تراکم × وزن بانه × عمق کاشت در هر دو سال آزمایش در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه در هر دو سال مورد بررسی نشان داد که اثر افزایش عمق کاشت بر کاهش وزن بانه استحصالی در تراکم‌های بالا (۱۵۰ بانه در متر مربع) و بانه‌های مادری کوچک (۴ گرمی) تشدید می‌شود (جدول ۶). به بیان بهتر برای افزایش عملکرد بانه استحصالی از کشت متراکم بانه‌های مادری کوچک باید عمق کشت را کاهش داد. بر این اساس و در پایان سال اول و دوم به ترتیب بیشترین میزان بانه دختری استحصالی از کاشت ۱۲۰ بانه ۸ گرمی در عمق کاشت

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش عمق کاشت نسبت وزن بانه برداشت شده به کاشت شده کاهش یافت (جدول ۲)، که این کاهش در ارتباط با افزایش مقاومت مکانیکی خاک در اعماق بیشتر قابل توجیه است.

اثر متقابل تراکم \times وزن بانه در سال دوم بر نسبت وزن بانه برداشت شده به کاشت شده در سطح یک در صد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که در بانه‌های کوچک (۴ گرمی)، افزایش تراکم سبب کاهش این نسبت شده و حال آن که روند واکنش بانه‌های ۸ گرمی به افزایش تراکم، منحنی گون بود (جدول ۳). به این ترتیب بیشترین نسبت وزن بانه برداشت شده به کاشت شده در بانه‌های ۸ گرمی تحت تراکم ۹۰ بانه در متر مربع و در بانه‌های ۴ گرمی تحت تراکم ۶۰ بانه در متر مربع مشاهده شد. افزون بر این چنین به نظر می‌رسد که اثر افزایش تراکم بر کاهش نسبت وزن بانه‌های برداشت شده به کاشت شده در بانه‌های درشت‌تر (۸ گرمی) بیشتر بود (جدول ۳).

جدول نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تراکم \times عمق کاشت بر نسبت بانه برداشت شده به کاشت شده در سال اول در سطح یک درصد و در سال دوم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که در هر دو سال و بخصوص در سال دوم، اثر تراکم بر کاهش این نسبت در کاشت عمقی (۲۵ سانتی‌متر) بیشتر بود (جدول ۴). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل وزن بانه \times عمق کاشت در هر دو سال آزمایش معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تراکم \times وزن بانه \times عمق کاشت در سال دوم در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس جدول مقایسه میانگین و در پایان سال دوم، بالاترین نسبت وزن بانه برداشت شده به کاشت شده (۳/۶۲) از طریق کاشت سطحی (عمق ۱۵ سانتی‌متر) ۹۰ بانه ۸

گرمی حاصل شد (جدول ۶). نکته در خور توجه آن است که صرفه‌نظر از عمق کاشت و در تمامی سطوح تراکم نسبت وزن بانه برداشت شده به کاشت شده در بانه‌های ۴ گرمی بیشتر از ۸ گرمی بود (داده‌های تراکم ۹۰ بانه در متر مربع بازبینی شد و تحت تراکم ۹۰ بانه در متر مربع در سال دوم بانه‌های ۸ گرمی نسبت وزن پیاز برداشت شده به کاشت شده بیشتری داشتند) (جدول ۶) که این اثر در ارتباط با رقابت کمتر بانه‌های کوچک قابل توجیه است.

ضریب تکثیر

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تراکم بر ضریب تکثیر بانه در سال اول و دوم به ترتیب در سطح پنج درصد و یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش تراکم از ۶۰ به ۱۵۰ بانه در متر مربع، ضریب تکثیر بانه کاهش یافت و شدت کاهش در سال اول کمتر از دوم بود (۱۶ درصد در برابر ۲۴ درصد) (جدول ۲) که این امر در ارتباط با تشدید رقابت بین بوته‌ای قابل توجیه است و می‌توان گفت در سطوح تراکم کمتر به دلیل دسترسی بهتر به مواد غذایی، هر بانه مادری کشت شده به تعداد بانه دختری بیشتری تبدیل شده است. بر این اساس و در هر دو سال آزمایش، ضریب تکثیر بانه در تراکم ۹۰ و ۱۲۰ بانه در متر مربع در گروه آماری مشترک قرار گرفتند (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل در هر دو سال آزمایش وزن بانه اثر معنی‌داری بر ضریب تکثیر بانه داشت، ولیکن اثر عمق کاشت فقط در سال اول در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی جدول مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش وزن بانه از ۴ به ۸ گرم ضریب تکثیر بانه ۱۴ درصد و ۸ درصد به ترتیب در سال اول و دوم افزایش یافته است و در سال اول افزایش عمق کاشت از ۱۵ به ۲۵ سانتی‌متر باعث کاهش ۱۵ درصد در ضریب تکثیر شد (جدول ۲). بر اساس جدول ۲ بانه‌های مادری درشت‌تر در عمق کاشت کمتر تعداد بانه دختری بیشتری تولید کردند.

باعث قدرت رقابتی بیشتر نیز می‌شود؛ در حالیکه در تراکم ۶۰ بنه در متر مربع، بنه‌های ۴ گرمی ضریب تکثیر بیشتری داشت. اثر متقابل تراکم × عمق کاشت بر ضریب تکثیر در هر دو سال مورد بررسی معنی‌دار نبود (جدول ۱).

فراوانی وزن‌های مختلف بنه‌های استحصالی زعفران

جدول ۷ تعداد بنه در طبقات مختلف وزنی تحت اثر تراکم، عمق کاشت و وزن بنه نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج اگرچه افزایش تراکم سبب افزایش تعداد بنه در واحد سطح می‌شود (جدول ۲)، ولیکن توزیع فراوانی وزن بنه استحصالی از تراکم‌های مختلف یکسان نبوده و با افزایش تراکم، تعداد بنه‌های ریز (کمتر از ۴ گرم) به شدت افزایش می‌یابد؛ این موضوع مؤید افزایش ضریب تکثیر به ازای افزایش تراکم است (جدول ۲). بر این اساس افزایش تراکم تا ۱۲۰ بنه در متر مربع سهم بنه‌های میانی (در طبقه‌های ۴/۱ - ۸ و ۸/۱ - ۱۲) افزایش یافته و ازدیاد بعدی تراکم سبب افزایش شدیدی بنه‌های ریز (کمتر از ۴ گرم) و کاهش تعداد بنه در طبقات میانی می‌گردد (جدول ۷ و ۸). به بیان بهتر و با توجه به جدول ۲ با افزایش تراکم ضریب تکثیر بنه‌های مادری به ازای بوته سبز شده افزایش یافت ولی وزن تک بنه به همان سرعت افزایش نداشت؛ بنابراین تعداد زیادی بنه‌های با وزن کم در تراکم‌های بالاتر حاصل شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بیشترین میزان افزایش تعداد بنه در سال دوم نسبت به سال اول در تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع اتفاق افتاد (جدول ۸).

نتایج نشان داد که اثر افزایش وزن بنه بر ازدیاد تعداد بنه در واحد سطح (جدول ۲) عمدتاً از طریق افزایش سهم بنه‌های درشت‌تر (طبقه‌های ۸/۱ - ۱۲ و ۱۲ > گرم) ایجاد می‌گردد. بنابراین می‌توان گفت بنه‌های درشت‌تر قدرت رقابتی بالاتری داشتند. بر اساس این نتایج افزایش عمق کاشت از ۱۵ به ۲۵

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تراکم × وزن بنه فقط در سال دوم در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس بررسی نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل چنین به نظر می‌رسد در تراکم‌های ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در متر مربع بنه‌های ۸ گرمی دارای ضریب تکثیر بالاتر بوده و اختلاف معنی‌داری با بنه‌های ۴ گرمی داشتند (جدول ۲). افزایش وزن بنه از ۴ به ۸ گرم باعث افزایش ضریب تکثیر به میزان ۱۵، ۱۳ و ۱۷ درصد به ترتیب در تراکم‌های ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در متر مربع شد (جدول ۲). بعبارت دیگر افزایش وزن بنه مادری در تراکم‌های بالاتر باعث تولید تعداد بنه دختری بیشتر به ازای تعداد بوته سبز شده در واحد سطح شد، در حالیکه وزن تک بنه با همان سرعت افزایش نیافت. بنابراین بنه‌های مادری درشت‌تر در تراکم‌های بالاتر ممکن است تعداد بنه‌های دختری بیشتری با وزن تک بنه کمتر نسبت به تراکم‌های پایین‌تر تولید کنند تحت تراکم ۶۰ بنه در متر مربع، بنه‌های ۴ گرمی دارای ضریب تکثیر بیشتری بود (جدول ۲).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل وزن بنه × عمق کاشت در سال اول در سطح یک درصد بر ضریب تکثیر معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد ضریب تغییرات در بنه‌های ۸ گرمی در هر دو سطح عمق کاشت بیشتر بود (جدول ۵). بر اساس نتایج به نظر می‌رسد در کشت‌های عمیق‌تر بنه‌های مادری با وزن بیشتر به دلیل ذخیره بالاتر مواد غذایی در تولید بنه دختری به ازای بوته سبز شده موفق‌تر بوده‌اند. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل سه‌گانه تراکم × وزن بنه × عمق کاشت در سال دوم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). جدول ۶ نشان داد در هر دو سطح عمق کاشت تحت تراکم‌های ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در متر مربع بنه‌های ۸ گرمی دارای ضریب تکثیر بیشتری بودند (که این موضوع مرتبط با ذخیره غذایی بیشتر بنه‌های مادری سنگین‌تر است که

سانتی متر نیز ضمن کاهش تعداد کل بنه در واحد سطح (جدول درشت می‌گردد).
(۲) موجب افزایش محسوس تعداد بنه‌های ریز و کاهش بنه‌های

جدول ۷- تعداد بنه در طبقات مختلف وزن بنه در تیمارهای مورد بررسی

Table 7- Number of corms in different classes of corm weight in the studied treatments

	≤4 g		4.1-8 g		8.1-12 g		≥12.1 g		
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	
تراکم (corm.m ⁻²)									
Density	60	11	3	41	42	14	33	18	17
	90	7	1	44	21	43	39	11	60
	120	0	0	28	17	73	84	20	26
	150	39	95	82	79	16	16	14	14
وزن بنه									
Corm weight (g)									
	4	17	13	49	40	16	30	6	9
	8	11	5	48	39	56	56	26	50
عمق کاشت									
Plant density (cm)									
	15	6	7	45	34	56	50	21	43
	25	23	10	53	45	16	36	10	15

جدول ۸- درصد فراوانی در طبقات مختلف وزن بنه تحت اثر تراکم، عمق کاشت و وزن بنه

Table 8- Frequency percentage of different corm weight classes as affected by density, depth and corm weight

تراکم Density (corm.m ²)	وزن پیاز Corm weight (g)	عمق کاشت Plant density (cm)	تعداد کل بنه‌ها Total of corm (m ²)		≤4 g		4.1-8 g		8.1-12 g		≥12.1g	
			2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
سال انجام آزمایش Years of experiment												
60	4	15	76	86	0	0	78	61	16	29	6	10
		25	71	81	46	15	45	70	3	14	6	1
	8	15	104	118	0	0	15	7	33	50	52	43
		25	86	97	14	0	67	32	9	39	10	8
90	4	15	82	93	0	0	39	16	48	70	13	14
		25	75	85	16	0	74	77	9	23	1	0
	8	15	155	176	0	0	8	0	75	3	17	97
		25	112	127	15	1	71	2	10	52	4	45
120	4	15	98	105	0	0	44	1	45	72	11	27
		25	84	90	0	0	67	61	28	36	5	3
	8	15	175	179	0	0	0	3	88	73	12	24
		25	131	131	0	0	8	4	55	74	37	22
150	4	15	139	189	25	60	68	32	3	2	4	7
		25	93	129	66	82	27	12	2	4	5	2
	8	15	202	269	7	30	50	49	24	14	19	7
		25	171	228	28	35	64	48	5	8	3	9

نتیجه‌گیری

زعفران گیاهی چند ساله است که تولید آن متناسب با میزان و اندازه بنه‌های دختری تولید شده در سال قبل است. بر این

اساس انتخاب و اعمال بسیاری از ابزار مدیریت زراعی (مانند تراکم، وزن بنه و عمق کاشت) تنها به سال اول کاشت محدود شده و لذا از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. نتایج حاصل از

فتو سنتز جاری برگ‌ها متناسب با ضریب تکثیر بنه‌های دختری افزایش نیابد، انتظار می‌رود که وزن بنه‌های دختری کاهش یابد. نتایج تحقیقات متعدد نشان داده است که وزن بنه مادری یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر تعداد بنه دختری آغازش یافته، وزن بنه‌های دختری و به تبع آن عملکرد کلاله زعفران در سال بعد می‌باشد (Alavi-Siney et al., 2020; Seyyedi & Rezvani-Moghaddam, 2020; Razavian et al., 2019; Mollafilabi et al., 2012; Renau-Morata et al., 2014). بر اساس نتایج این آزمایش نیز در هر دو سال مورد بررسی بزرگی بنه مادری عمدتاً از طریق اثر بر تعداد بنه دختری، سرعت تکثیر بنه‌ها و در نتیجه عملکرد کلاله زعفران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. افزون بر این با توجه به نتایج این تحقیق چنین به نظر می‌رسد که اگرچه وزن بنه عامل مهمی در تعیین مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری در متر مربع است (جدول ۲)؛ ولیکن با افزایش سن مزرعه، سهم وزن بنه مادری کاشت شده در تعیین عملکرد کلاله زعفران کاهش یافته و نقش فتو سنتز جاری برگ‌ها و به تبع آن مدیریت داشت مزرعه در تعیین عملکرد زعفران افزایش می‌یابد (Sharifi et al., 2021). نتایج حاصل از این مطالعه و بررسی‌های قبلی روی خصوصیات گل زعفران ضمن تأیید اثر غالب وزن بنه مادری بر خصوصیات رشدی بنه‌های دختری زعفران و بدنبال آن عملکرد کلاله (Sharifi et al., 2021) در سال اول کشت (جدول ۲)، مبین آن است که با افزایش تراکم و سن مزرعه از شدت اثر وزن بنه مادری بر خصوصیات رشدی بنه‌های دختری کاسته شده (جدول ۲ و ۳) و نسبت وزن بنه برداشت شده به کاشت شده در سال دوم در بنه‌های بزرگ‌تر تحت همه سطوح تراکم روند کاهشی در پیش گرفت؛ افزون بر این همزمان با افزایش سن مزرعه در تراکم‌های بالاتر بنه‌های مادری بزرگتر، نسبت مجموع طول برگ به مجموع وزن بنه برداشت شده زیاد شد که مؤید کاهش کارایی فتوسنتز در واحد سطح برگ در تراکم‌های بالاتر و سن مزرعه بیشتر است (جدول ۳). چنین به

این مطالعه ضمن تأیید اثر معنی‌دار تراکم، وزن بنه و عمق کاشت بر خصوصیات رشدی بنه‌های دختری زعفران مبین آن است که اثر این عوامل بر عملکرد نهایی عمدتاً از طریق اثر بر میانگین وزن تک بنه محقق شده است (جدول ۲). بر این اساس در سال اول، تعداد بنه‌های دختری تولیدی تقریباً متناسب با افزایش تعداد بوته در واحد سطح (ناشی از ازدیاد تراکم) افزایش یافت. این در حالی است که در سال اول میانگین وزن تک بنه در تراکم ۶۰ و ۹۰ بنه در متر مربع اختلاف معنی‌داری نداشت و تحت تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع روند افزایشی میانگین وزن تک بنه مشاهده شد و سپس کاهش معنی‌داری یافت و در سال دوم بین تراکم ۹۰ و ۱۲۰ بنه در متر مربع اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و سپس تحت تراکم ۱۵۰ بنه در متر مربع روند کاهشی مشاهده شد (جدول ۲). به بیان بهتر زعفران از طریق تعدیل میانگین وزن بنه (نه تعداد بنه) به تراکم واکنش نشان می‌دهد. نتایج حاصل از این مطالعه همچنین نشان داد که با افزایش تراکم تا ۱۲۰ بنه در متر مربع، افزایش وزن بنه و کاهش عمق کاشت، سهم بنه‌های با وزن مطلوب (حدود ۸ گرم) افزایش می‌یابد. این در حالی است که حسن زاده اول و همکاران (Hassanzadeh-Aval et al., 2013) گزارش کردند که با افزایش وزن بنه مادری (از ۱/۱ تا ۳ به ۷/۱ تا ۹ گرم) تعداد بنه‌های دختری درشت تولید شده (در مقایسه با وزن بنه مادری کشت شده) بسیار کمتر بود؛ بر اساس نتایج این محققین، در سال اول بنه‌های مادری درشت‌تر تعداد بیشتری بنه دختری تولید کرده، ولی بنه‌های مادری ریزتر توانایی بیشتری در تولید بنه‌های دختری با وزن بالاتر داشتند. تعداد بنه دختری و رشد اولیه آن‌ها تابعی از حجم ذخایر بنه مادری بوده و حال آن که تداوم رشد بنه‌های دختری (پس از تحلیل رفتن بنه مادری) متأثر از میزان فتوسنتز جاری برگ‌ها می‌باشد (Behdani & Fallahi, 2015). بر این اساس در بنه درشت‌تر، تعداد بنه دختری بیشتری آغازش یافته (Behdani & Fallahi, 2015) و در صورتی که ظرفیت

در سال دوم و همزمان با افزایش رقابت ناشی از افزایش تعداد بنه در واحد سطح، رفتار جبرانی بین تراکم و وزن بنه مشهود بود، بطوریکه بیشترین میانگین وزن تر تک بنه و به تبع آن بالاترین مجموع وزن تر کل پیازهای دختری در تراکم ۹۰ بنه در متر مربع حاصل شد. بر این اساس اگرچه ضریب تکثیر در تراکم‌های ۹۰ و ۱۲۰ بنه در متر مربع اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند، ولی بر اساس جدول ۷ یکنواختی وزنی بنه‌های دختری استحصال شده در تیمار تراکم ۹۰ بنه در متر مربع، وزن بنه مادری ۸ گرم و عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر نسبت به تیمار تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع، وزن بنه مادری ۸ گرم و عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر بیشتر بوده و تقریباً ۱۰۰ درصد بنه‌های دختری استحصالی در تیمار تراکم ۹۰ بنه در متر مربع، وزن بنه مادری ۸ گرم و عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر در گروه‌های وزنی ۸/۱ تا ۱۲ گرم و $\leq ۱۲/۱$ (گرم) قرار گرفتند. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه و نظر به عدم توجیه اقتصادی کاشت بنه‌های ریز جهت استحصال گل در سال‌های اولیه، می‌توان با استفاده از کاشت سطحی (عمق ۱۵ سانتی‌متر) بنه‌های ریز (کمتر از ۴ گرم) در تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع نسبت به احداث مزارع تکثیر بنه زعفران اقدام کرد.

نظر می‌رسد که این رفتار تابعی از اثر عوامل مورد مطالعه بر قدرت منبع (مجموع طول برگ) باشد (Sharifi et al., 2021) که این موضوع مؤید اهمیت نقش فتوسنتز جاری در تامین مواد پرورده لازم برای رشد بنه‌های دختری و لزوم توجه به مرحله داشت مزارع زعفران باشد. نکته در خور توجه دیگر آن است که در سال اول اهمیت نقش وزن بنه در تعیین عملکرد کلاله زعفران بیشتر از تراکم است، چنانکه تعداد گل و به تبع آن عملکرد کلاله حاصل از کشت ۶۰ بنه ۸ گرمی بیشتر از ۱۲۰ بنه ۴ گرمی بود، ولیکن در سال دوم و سوم این قضیه برعکس شده و نقش تراکم در تعیین عملکرد کلاله غالب شد (Sharifi et al., 2021). بررسی نتایج این مطالعه نشان داد که در سال اول، تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع بیشترین کارایی فتوسنتز در افزایش وزن بنه و میانگین وزن تر تک بنه و در نتیجه آن بالاترین مجموع وزن تر تک بنه و نسبت وزن پیاز برداشت شده به کاشت با ضریب تکثیر ۱/۸۳ را داشت. از طرف دیگر بر اساس جدول ۷ در سال اول ۱۰۰ درصد بنه‌های دختری استحصال شده تحت تیمار بنه‌های مادری ۸ گرمی با تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع در عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر در گروه‌های وزنی ۸/۱ تا ۱۲ گرم و $\leq ۱۲/۱$ گرم قرار داشته و از یکنواختی بیشتر وزنی نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند.

منابع

- Alavi-siney, M., Ahmadpour, A., Behroozeh, M., and Soltani, M. 2020. Evaluation of planting date and corm weight effects on flower, stigma, and daughter corms characters of saffron (*Crocus sativus* L.) under the South Kerman climatic conditions. *Saffron Agronomy and Technology* 8 (1): 59-73. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2019.168153.1334>
- Amirshakari, H., Sorooshzadeh, A., Modarres Sanavy, A., and Jalali Javaran, M. 2007. Study of effects of root temperature, corm size, and gibberellins on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). *Iranian Journal of Botany* 19 (1): 5-18. (In Persian with English Summary).
- Behdani, M.A., and Fallahi, H.R. 2015. *Saffron (Crocus sativus L.): Technical Knowledge Based on Research Approaches*. University of Birjand Publication. Iran. 412 p. (In Persian).
- Behnia, M.R., and Mokhtari, M. 2010. Effect of planting methods and corm density in saffron

- (*Crocus sativus* L.) yield. Acta Horticultural Journal 850: 131-136. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.850.20>
- De-maastro, G., and Ruta, C. 1993. Relation between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. Acta Horticultural Journal 344: 512-517. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.344.58>
- Emam, Y., and Niknejad, V. 2012. Introduction to the Physiology of Crop Yield. Shiraz University Publishing Center. Iran. 572 p. (In Persian).
- Esmailian, Y., and Amiri, M.B. 2019. Investigation of the effect of manure and planting pattern on some flower and corm quantitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) in Gonabad climatic conditions. Saffron Agronomy and Technology 6 (4): 429-444. (In Persian with English Summary).
- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008. 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. Journal of Science Food Agriculture 88 (7): 1144-1150. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3177>
- Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G.M., and Ruberto, G. 2009. Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. Science Horticultural Journal 119: 320-324. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.008>
- Hassanzadeh-Aval, F., Rezvani-Moghaddam, P., Bannayan-Aval, M., and Khorasani, R. 2013. Effects of maternal corm weight and different levels of cow manure on corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 1 (1): 22-39. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2013.4809>
- 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. <https://doi.org/10.1080/87559120802458503>
- Kafi, M., Rashed-Mohassel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron: Production and Processing. The Ferdowsi University of Mashhad Publication. Iran. 280 p. (In Persian).
- Kakhki-Daneshvar, M., and Farahmand-Gelyan, K. 2012. Review of interactions between e-commerce, brand, and packaging on value added of saffron: A structural equation modeling approach. African Journal of Business Management 6: 7924-7930. <https://doi.org/10.5897/AJBM11.2247>
- Kaushal, S.K., and Upadhyay, R.G. 2002. Studies on variation in corm size and its effect on corm production and flowering in *Crocus.sativus* L. under mid-hill conditions of Himachal Pradesh. Research Crop Journal 3: 126-128.
- Koocheki, A., Khorramdel, S., and Moallem Banhangi, F. 2022. Effect of corm harvesting year on agronomic criteria, daughter corm, and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 10 (2): 101-116. (In Persian whit English Summary). <http://doi: 10.22048/jsat.2022.296998.1431>
- 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., Karbasi, A.R., and Seyyedi, S. 2017. Some reasons for saffron yield loss over the last 30 years period. Saffron Agronomy and Technology 5 (2): 107-122. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2016.38669>
- 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.

- <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.10.031>
- Koocheki, A., Siah-Marguee, A., Azizi, G., and Jahani, M. 2011. The effect of high density and depth of planting on agronomic characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) and corms behavior. *Journal of Agroecology* 3: 36-49. (In Persian with English Summary). <http://doi.org/0.22067/JAG.V3I1.9969>
- Mardani-Asl, A., Movahedi-Dehnavi, M., Salehi, A., and Yadavi, A. 2018. Effect of corm weight and planting density on saffron (*Crocus sativus* L.) yield under the canopy of the apple tree. *Journal of Saffron Research* 6 (1): 89-102. (In Persian with English Summary). <http://doi.org/10.22077/JSR.2017.823.1034>
- Ministry of Agriculture-Jihad. 2020. *Agricultural Statistics, (Vol. II)*. The Islamic Republic of Iran, Ministry of Agriculture-Jihad, Press. Iran. (In Persian).
- MoallemBenhangi, F., Rezvani Moghaddam, P., Asadi, G.A., and Khorramdel, S. 2019. Effects of different amounts of corms and planting depths of corms on flower and corm yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy and Technology* 7 (1): 55-67. (In Persian with English Summary). <http://doi.org/10.22048/jsat.2017.85800.1232>
- Mohammad-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 Horticultural Journal* 739: 151-153. <http://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.739.19>
- Molina, R.V., Garcia-Luis, A., Valero, M., Navarro, Y., and Guardiola, J.L. 2004. Extending the harvest period of saffron. *Acta Horticultural Journal* 650: 219-225. <http://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.650.25>
- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J.L., and Garcia-Luice, L. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Science Horticultural Journal* 103: 361-379. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.06.005>
- 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 and Technology* 1 (2): 14-28. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2014.4815>
- Naderi-Darbaghshahi, M.R., Khajabashi, S.M., Baniateba, S., and Dehdashti, S.M. 2008. Effects of planting method, density, and depth on yield and production period of saffron (*Crocus sativus* L.) in Isfahan region. *Seed and Plant Improvement Journal* 24 (4): 643-657. (In Persian with English Summary).
- Nazarian, R., and Sahabi, H. 2017. Effect of planting density on flower quality in two types of saffrons (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research* 5 (2): 139-149. (In Persian with English Summary). <http://doi.org/10.22077/jsr.2017.627.1025>
- Parsapour, F., Rezvani Moghaddam, P., and Khorramdel, S. 2020. Optimizing the effect of mother corm and urban waste compost levels on flower and corm yield of saffron using surface-response modeling in the first year. *Saffron Agronomy and Technology* 8 (2): 165-184. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2019.184094.1350>
- Ramezani, A. 2000. Study the effects of corm weight on saffron yield at Neyshabour condition. Ph.D. Thesis. College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (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.

- Razavian, M., Rezvani Moghaddam, P., and Asadi, G.A. 2019. Evaluation of saffron flower and corm yield affected by different maternal corm weight and sowing depth. *Saffron Agronomy and Technology* 7 (2): 155-170. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2018.93391.1250>
- 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 Journal of Crop Production* 39: 40-46. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.02.009>
- Rostami, M., and Mohammadi, H. 2013. Effect of planting date and plant density on growth and yield of saffron in Malayer climatic conditions. *Journal of Agroecology* 5 (1): 27-38. (In Persian with English Summary).. <http://doi.org/10.22067/JAG.V5I1.21383>
- Seyyedi, M., and Rezvani-Moghaddam, P. 2020. Proposed program for standardization of saffron corms: obstacles and solutions. *Saffron Agronomy and Technology* 7 (4): 457-479. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2018.119700.1287>
- Sharifi, H.R., Nabipour, Z., and Tavakkoli Kakhki, H.R. 2021. Evaluation of the effect of compensatory behavior of planting density, corm weight, and planting depth on vegetative characteristics and yield of saffron (*Crocus sativus*). *Saffron Agronomy and Technology* 9 (3): 227-248. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2021.272865.1420>
- Tavakkoli-Kakhki, H.R., Sharifi, H.R., and Nabipour, Z. 2021. Assessment of the effects of plant density, vegetation covering, and shading on regulation of soil temperature and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy and Technology* 8 (4): 527-542. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2020.232941.1397>
- Zakiaghl, M., Khorramdel, S., Koocheki, A., Nabati, J., Nezami, A., Mirshamsi Kachki, A., Mollafilabi, A., Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri Mahallati, M. 2021. Criteria for production of standard pathogen-free saffron corms. *Saffron Agronomy and Technology* 9 (2): 121-141. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2021.233278.1401>