



Original Article

Studying the Effect of Density and Covering on Corm Behavior and Economic Yield of Saffron (*Crocus.sativus*) (Case Study: Gonabad)

Zohreh Nabipour ^{1*}, Hamid Reza Tavakkoli Kakhki ²

1- Researcher, Gonabad Agricultural and Natural Resource and Education station, Agricultural and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi, AREEO, Gonabad, Iran.

2- Agronomical and Horticultural Science Research Department, Agricultural and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi, AREEO, Mashhad, Iran.

*Corresponding author: zohre.nabipour@yahoo.com

Received: 21 January 2025, Revised: 28 April 2025, Accepted: 16 May 2025

Extended Abstract

Introduction: Saffron is a monocotyledonous plant from the Iris family that completes its life cycle in one year. During the saffron growth period, flowering is one of the most important stages which includes a period of high temperature for inoculation and flowering induction, followed by a period of low temperature for flowering emergence. Given the sensitivity of this plant's flowering process to temperature changes, it seems that the increase in temperature caused by climate change will affect it, necessitating increased preparation and planning to mitigate its negative effects. In this regard, this experiment was designed and implemented to investigate the effect of different types of covering under different densities on the economic performance of saffron in the third and fourth year after planting in the Gonabad climate condition.

Materials and Methods: In order to investigate the effect of density and summer management covering on corm behavior and economic performance of saffron in Gonabad climatic conditions, an experiment was conducted in split plots in a randomized complete block design with three replications at the Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (Gonabad Research Station). In this study, planting density treatments were at four levels including 60, 90, 120, and 150 corms per square meter in the main plot and plant residue management and shading at four levels including removal of saffron residues at the end of the growing season (control), presence of saffron residues at the end of the growing season, control + use of barley stubble at the rate of 2 ton/ha, and control + use of artificial shade in the subplot. The dimensions of the subplot were 4×2 and the dimensions of the main plot was 8×4. In order to prevent mixing of other factors, the initial weight of mother corms for planting in all treatments was based on an average of 8-9 grams. Before planting, 40 tons per hectare of rotted cow manure was added to the soil. Each year, depending on the amount of accumulated rainfall, between 4 and 5 irrigation cycles were performed. During the flower harvest season, to investigate the effect of experimental treatments on saffron flower characteristics, after removing 0.5 m of



marginal effect, sampling was performed in each of the subplots to investigate the Flower characteristics. Also, in both years of the experiment, in order to investigate the effect of experimental treatments on the number and average weight of daughter corms, in the dormancy stage (second half of June 2010 and 2011), and in the quadrats established from the previous stage, all corms were removed from an area of 0.25 square meters of soil, and after counting the number of daughter corms and separating the soil particles, the fresh weight of the corms were measured and recorded. Data editing was done by using Excel 2010 software and data analysis was done using SAS Var. 9.4 software. Duncan's test was used at the 5% probability level to compare means.

Results and Discussion: The results of this study were showed that the Characteristics of corms and flowers were affected by the increase in density in both years of the study, and the highest amount of stigma dry weight in both years of the experiment were obtained under a density of 120 corms/m², respectively; however, as the age of the field increased, higher density levels had a lower percentage increase in the desired traits, so that in 2022, stigma yield under a density of 120 corms/m² did not differ significantly from 90 corms/m². The application of various types of cover in summer increased all the studied traits compared to the control treatment (removal of saffron residues). Based on the results of this experiment, the use of cereal straw in the first year had the highest stigma yield, and in the second year, the artificial shade treatment had the highest stigma yield. Also, the study of interaction effects showed that the application of barely stubble (first year) and shading (second year) under density of 90 and 120 corms/m² increased the dry weight of the stigma compared to other cover management treatments.

Conclusion: Considering the positive effect of using cover on the economic performance of saffron, it seems that the practical recommendation of using various types of cover, especially cereal stubble, considering its lower cost compared to shade and also easier access to cover saffron fields at the beginning of the hot season, can be considered for sustainability and increasing saffron yield.

Conflict of Interest: The authors declare no potential conflict of interest related to the work.

Keywords: Air temperature, Corm yield, Green area, Mulch.



نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)

جلد دوازدهم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۳

شماره صفحه: ۳۶۲ - ۳۴۶

doi 10.22077/jsr.2025.8795.1262

مقاله پژوهشی

بررسی اثر تراکم، پوشش بقایا و سایه اندازی بر رفتار بنه و عملکرد اقتصادی گیاه زعفران (*Crocus.sativus*) (مطالعه موردی: گناباد)

زهره نبی پور^{۱*}، حمید رضا توکلی کاخکی^۲

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

*نویسنده مسئول: zohre.nabipour@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۲؛ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۲/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۶

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم و مدیریت پوشش بر رفتار بنه و عملکرد اقتصادی زعفران در شرایط اقلیمی گناباد، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (ایستگاه تحقیقات گناباد) در سال ۱۳۹۷-۱۴۰۰ انجام شد. در این تحقیق تیمار تراکم کاشت در چهار سطح شامل ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع در کرت اصلی و مدیریت بقایای گیاهی و سایه‌اندازی در چهار سطح شامل حذف بقایای زعفران در پایان فصل رشد (شاهد)، حضور بقایای زعفران در پایان فصل رشد، شاهد + استفاده از کلش جو به میزان ۲ تن در هکتار، شاهد + استفاده از سایبان مصنوعی در کرت فرعی قرار داشتند. نتایج این بررسی نشان داد که خصوصیات بنه و گل در هر دو سال مورد بررسی تحت تأثیر افزایش معنی‌دار تراکم قرار گرفت و بیشترین مقدار وزن خشک کلاله در هر دو سال آزمایش به ترتیب با مقادیر ۰/۸۶ و ۰/۳۲ گرم در مترمربع تحت تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع حاصل شد؛ البته همزمان با افزایش سن مزرعه، سطوح بالاتر تراکم درصد افزایش کمتری در صفات مورد نظر داشت. از طرف دیگر کاربرد انواع پوشش در تابستان باعث افزایش معنی‌دار همه صفات مورد بررسی در مقایسه با تیمار شاهد (حذف بقایای زعفران) شد. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد کلش جو در سال اول و کاربرد سایبان مصنوعی در سال دوم تحت سطوح تراکم ۹۰ و ۱۲۰ بنه در مترمربع بیشترین عملکرد کلاله را داشت. با توجه به تأثیر مثبت استفاده از پوشش بر عملکرد اقتصادی زعفران به نظر می‌رسد که توصیه کاربردی استفاده از انواع پوشش بویژه کلش غلات با توجه به هزینه کمتر آن در مقایسه با سایه‌بان و همچنین دسترسی سهل‌تر برای پوشش مزارع زعفران همزمان با شروع فصل گرما می‌تواند در جهت پایداری و افزایش عملکرد زعفران مورد توجه باشد.

واژه‌های کلیدی: دمای هوا، سطح سبز، عملکرد بنه، مالچ.



مقدمه

تا ۲۰-درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Behdani & Fallahi, 2015). قرارگیری بخش زیادی از دوره رشد این گیاه در فصل سرد و مرطوب و تأمین بخشی از نیاز آبی آن توسط بارندگی‌های زمستانه، این گیاه را مناسب کاشت در مناطق نیمه خشک کرده است؛ ولی کاهش تدریجی نزولات جوی از یک طرف و افزایش دما در تابستان از طرف دیگر بر کاهش عملکرد این محصول در سال‌های اخیر بسیار اثرگذار بوده است (Omar Ali et al., 2024).

در طول دوره رشد زعفران، گلدهی یکی از مهم‌ترین مراحل است که شامل یک دوره تلقیح در درجه حرارت‌های بالا برای القای گلدهی و یک دوره درجه حرارت پایین برای ظهور گل‌ها می‌باشد. با توجه به حساسیت فرآیند گل‌دهی در این گیاه به تغییرات دما، به‌نظر می‌رسد که افزایش درجه حرارت ناشی از تغییر اقلیم بر آن مؤثر باشد. نتایج پژوهش کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2010) نشان داد رژیم بهینه برای دوره تلقیح و ظهور گل در زعفران ۲۷/۱۹ درجه سانتی‌گراد همراه با یک دوره ۹۰ روزه تلقیح است. افزایش درجه حرارت در طی دوره تلقیح و نیز در مرحله ظهور گل، اثرات منفی بر رفتار گل‌دهی زعفران خواهد داشت؛ به‌طوری‌که با افزایش میانگین درجه حرارت به ۲ درجه سانتی‌گراد بالاتر از دمای بهینه گلدهی به دلیل کاهش سرعت نمو، با تأخیر انجام شده و در رژیم دمایی بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد اساساً گلدهی صورت نخواهد گرفت (Azizi & Farabi, 2023)؛ به‌علاوه، با افزایش طول دوره‌ای که بنه‌ها در معرض درجه حرارت‌های بالا قرار می‌گیرند نیز اختلالاتی در گل‌دهی بروز خواهد کرد و چنانچه دمای بالا به مدت ۱۲۰ روز یا بیشتر ادامه یابد، مانع از ظهور گل خواهد شد، بنابراین به‌نظر می‌رسد که افزایش درجه حرارت ناشی از تغییر اقلیم که برای ۱۵ سال آینده در مناطق کاشت زعفران در حدود دو درجه سانتی‌گراد پیش‌بینی شده است، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر سرعت رشد و نمو و همچنین زمان ظهور گل در زعفران داشته باشد (Harivandi et al., 2019). این شرایط نیازمند برنامه‌ریزی جهت مقابله با تأثیرات کاهشی آن است. به همین منظور اخیراً مدیریت استفاده از انواع پوشش در مناطقی که با محدودیت منابع آبی و تنش‌های گرمایی

زعفران با نام علمی (*Crocus.sativus* L) یک گیاه ژئوفیت گل‌دار از خانواده زنبقیان است که در بسیاری از کشورها از جمله ایران، یونان، اسپانیا، ترکیه و مراکش کاشت می‌شود (Zargarian et al., 2024). بیش از ۹۵ درصد سطح زیرکاشت زعفران دنیا در ایران قرار دارد (Choopan et al., 2025). بر طبق آخرین آمارنامه جهاد کشاورزی (Ministry of Agriculture-Jihad, 2020)، سطح زیر کاشت زعفران ایران از ۲۹۵۰ هکتار در سال ۱۳۵۲ به بیش از ۱۲۳ هزار هکتار در سال ۱۴۰۲ رسیده است؛ این در حالی است که عملکرد زعفران از ۵/۷ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۵۲ به ۳ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۴۰۲ کاهش یافته است. به بیان بهتر، عملکرد زعفران روندی کاهشی داشته است. بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فعالیت‌های کشاورزی در دهه اخیر، تغییرات اقلیم می‌باشد که پیامدهای ناشی از آن در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر از ۵۵ درجه، تأثیرات منفی بیشتری را به همراه داشته است (Etwire et al., 2017; Rezaee & Yaqubi., 2023). بررسی‌های اقلیمی طی یکی دو دهه اخیر، میانگین دمای تابستان افزایش چشمگیری داشته به نحوی که تعداد روزهای گرم فراوان‌تر و گسترده‌تر شده است، در این رابطه شواهد قوی و معنی‌داری از روند افزایش دما در ۵۰ سال گذشته گزارش شده است (Moinoddine et al., 2025). بر اساس گزارشات اگرچه زعفران در محدوده نسبتاً وسیع اقلیمی رشد می‌کند، اما رشد رویشی آن با آب و هوای سرد تطابق بیشتری دارد (Behdani & Fallahi, 2015). بررسی‌ها نشان داده که مناطق تولید زعفران در استان خراسان بزرگ به عنوان قطب تولید زعفران در ایران تفاوت‌های قابل توجهی به لحاظ شرایط محیطی به خصوص دما دارد؛ ولی محدوده ارتفاع از سطح دریا در اکثر مناطق زعفران‌خیز بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریاست (Azizi & Farabi, 2023). از طرف دیگر، رژیم حرارتی زعفران با بسیاری از گیاهان دیگر متفاوت است. به‌طوری‌که طول دوره رشد زعفران با حدود ۲۲۰ روز معمولاً از اواسط مهرماه آغاز شده و تا اواخر اردیبهشت ماه ادامه می‌یابد. در طول دوره رشد، حداکثر و حداقل دمای قابل تحمل در زعفران به ترتیب ۳۵ تا ۴۰ و ۱۸-

مختلف در تراکم متوسط و بالای بنه برتری داشتند، اما تراکم متوسط به کشاورزان توصیه شد، زیرا عملکرد زعفران در این سطح با تراکم بالای زعفران اختلاف چشمگیری نداشت (Tavakkoli- Kakhki et al., 2021).

در همین راستا، این پژوهش با هدف بررسی اثر انواع پوشش تحت تراکم‌های مختلف بر عملکرد اقتصادی زعفران در سال سوم و چهارم بعد از کاشت در منطقه گناباد طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (ایستگاه تحقیقات گناباد) انجام شد. لازم به توضیح است که در این مطالعه صفات مورد نظر در سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ مورد بررسی قرار گرفت. 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. میانگین بلند مدت بارندگی ۱۵۱ میلی متر می‌باشد. حداکثر و حداقل دمای مطلق سالیانه به ترتیب ۴۴/۵ و ۱۴/۸- درجه سانتی‌گراد، متوسط دمای فصل گرم، سرد و ماهیانه به ترتیب ۲۳/۷، ۱۰/۲، ۱۷/۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. با توجه به تنوع اقلیمی استان خراسان رضوی و بر اساس روش طبقه بندی اقلیمی دومارتن، شهرستان گناباد در اقلیم فراخشک سرد قرار می‌گیرد (Zandi, 2017). در شکل ۱ حداکثر درجه حرارت روزانه تابستان سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰، در شکل ۲ تعداد روزهای با حداکثر درجه حرارت ۳۸ درجه سانتی‌گراد و بالاتر در تابستان ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ و در جدول ۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش نشان داده شده است. بر اساس داده‌های هواشناسی، در تابستان سال ۱۴۰۰ تعداد ۵۱ روز با حداکثر دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد و بالاتر در گناباد ثبت شده که در مقایسه با سال ۱۳۹۹ عدد بسیار بالایی است و می‌توان گفت تابستان سال ۱۴۰۰ جزء

روبرو می‌باشند در جهت پایدار شدن تولید و همچنین حفاظت از منابع آب و خاک مورد توجه قرار گرفته است (Knowler & Bradshaw, 2007). در آزمایشات مختلف بقایای گیاهانی نظیر گندم (Harivandi et al., 2019)، جو (Rezvani-Moghaddam et al., 2013)، ساقه‌های ذرت (Basereh et al., 2015) و یا حتی شن با اندازه‌های ریزتر (Prosdociimi et al., 2016) به عنوان مالچ و یا پوشش گیاهی مورد بررسی قرار گرفته است. با در نظر گرفتن تأثیر مثبت کاربرد انواع پوشش در تعدیل درجه حرارت خاک، فراهمی نسبی مواد آلی و حفظ رطوبت خاک و نیز با توجه به نقش مواد آلی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کنترل تغییرات عملکرد زعفران (Rezvani-Moghaddam et al., 2013) به نظر می‌رسد مدیریت صحیح کاربرد نوعی از پوشش می‌تواند گل‌دهی و عملکرد بنه‌های دختری زعفران را بطور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار دهد.

یکی دیگر از عوامل مهم و تأثیر گذار بر عملکرد زعفران، استفاده از تراکم مطلوب بنه در واحد سطح 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 (Sharifi et al., 2021). از طرف دیگر انتخاب تراکم مناسب بنه ضمن افزایش طول 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 & 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

گرم‌ترین‌های دهه اخیر در گناباد محسوب می شود (شکل ۲).

پژوهش مورد نظر شامل دو فاکتور، تراکم بنه در چهار سطح ۶۰ بنه در مترمربع (معادل ۴۸۰۰ کیلوگرم در هکتار با وزن بنه ۸ گرم)، ۹۰ بنه در مترمربع (معادل ۷۲۰۰ کیلوگرم در هکتار با وزن بنه ۸ گرم)، ۱۲۰ بنه در مترمربع (معادل ۹۶۰۰ کیلوگرم در هکتار با وزن بنه ۸ گرم) و ۱۵۰ بنه در مترمربع (معادل ۱۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار با وزن بنه ۸ گرم) در کرت اصلی به عنوان فاکتور اول و مدیریت بقایای گیاهی و سایه‌اندازی در چهار سطح حذف بقایای زعفران در پایان فصل رشد به عنوان (شاهد)، حضور بقایای زعفران در پایان فصل رشد، حذف بقایای زعفران (شاهد) + استفاده از کلش جو به میزان ۲ تن در هکتار و در نهایت حذف بقایای زعفران (شاهد) + استفاده از سایه‌بان^۱ بود که در کرت‌های فرعی به عنوان فاکتور دوم، قرارگرفتند. در تیمار حذف بقایای زعفران (شاهد) + استفاده از سایه‌بان به منظور کاهش شدت تابش از سایه‌بان مات با جنس فیبر و پوشش پلی‌اتیلن با ضریب تخلخل^۲ و سایه اندازی ۸۰ درصد جذب و ۲۰ درصد عبور نور به رنگ سبز که در ارتفاع ۵ الی ۱۰ سانتی‌متری از سطح زمین نصب شده بود که پس از اتمام تابستان از سطح کرت‌ها جمع شد. در این تحقیق، ابعاد کرت فرعی ۲×۴ متر، ابعاد کرت اصلی ۴×۸ متر، فاصله بین کرت‌های اصلی ۰/۶ متر و بین تکرارها ۲/۵ متر منظور شد. بر این اساس، مساحت زمین آزمایش ۴۰۰ مترمربع بود. به منظور جلوگیری از اختلاط^۳ سایر عوامل، وزن اولیه بنه‌های مادری جهت کاشت در تمامی تیمارها بر اساس متوسط ۸-۹ گرم انجام شد.

خاک محل آزمایش دارای بافت شنی لومی بوده و پیش از کاشت ۴۰ تن در هکتار کود پوسیده گاوی (Esmaeilian & 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 با نسبت ۳ در ۱۰۰۰، کنه کش ارتوس با نسبت ۲ در ۱۰۰۰ و

باکتری‌کش نوردوکس با نسبت ۲ در ۱۰۰۰ به روش اسپری ضدعفونی شدند. هر کرت فرعی شامل ۸ ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۲۵ سانتی‌متر تنظیم شد و سپس در هر ردیف وزن مشخصی از بنه‌ها بر اساس تراکم انتخابی با عمق کاشت ۲۰ سانتی‌متر 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. بعد از سپری شدن هشت روز، سله‌شکنی خاک با استفاده از تراکتور باغی انجام شد. از سال دوم به بعد، اولین آبیاری در اوایل آبان‌ماه و متناسب با شرایط دمایی صورت گرفت و عملیات سله‌شکنی نیز مشابه با سال اول انجام گرفت. همچنین هر سال با توجه به بارندگی تجمعی به جز آبیاری نوبت اول، تعداد ۳ تا ۴ دور آبیاری دیگر هم صورت می‌گرفت و همه آبیاری‌ها با استفاده از سیستم تحت فشار^۴ بود. همچنین جهت مبارزه با علف‌های هرز یک نوبت وجین در پایان اسفند ماه توسط کارگر انجام شد.

با توجه به ماهیت آزمایش، سطوح مختلف عامل دوم برای هر یک از کرت‌های فرعی از ابتدای تابستان سال ۱۳۹۸ اجراء شد. بدین منظور پس از برداشت جو توسط کمباین غلات، از بقایای کلش آن استفاده شد. کلش مورد نظر به میزان ۲ تن در هکتار از ابتدا تابستان تا پایان شهریور ماه بر روی کرت‌های آزمایشی قرار داشت که پس از سپری شدن این مدت، جمع‌آوری کلش و سایبان از سطح کرت‌ها انجام شد. همچنین در تیمار شاهد همه بقایای زعفران و علف‌های هرز در کرت فرعی مورد نظر جمع‌آوری شد و در تیمار حضور بقایای زعفران در پایان فصل رشد نیز کرت فرعی بطور کامل دست نخورده باقی ماند. در سال‌های اجرای پژوهش، برنامه تغذیه تکمیلی بصورت محلولپاشی در دو مرحله با فاصله دو هفته از زاج آب و تکرار آن ۲۰ روز بعد شامل کود ۲۰-۲۰-۲۰ به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار، کود اوره ۴۶ درصد به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار، سولوپتاس به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار، هیومیکس به مقدار ۴ کیلوگرم در هکتار، کود EM^۵ به مقدار ۲۰ لیتر در هکتار انجام شد. اولین گل‌ها در سال اول و دوم حدوداً اواسط آبان‌ماه ظاهر شدند. در فصل برداشت گل جهت بررسی اثر تیمارهای آزمایش بر خصوصیات گل

¹ Shade

² Mesh

³ Confounding

⁴ Wheel move

⁵ Effective Microorganism

زعفران پس از حذف ۰/۵ متر اثر حاشیه‌ای در هر یک از کرت‌های فرعی، نمونه‌برداری‌های مورد نظر جهت بررسی تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک کلاله انجام شد. 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 ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰)، و در کوادرات‌های 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. رسم نمودارها 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 پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد بنه دختری در مترمربع

نتایج تجزیه واریانس نشان داد در هر دو سال آزمایش اثر تراکم و مدیریت پوشش در سطح یک درصد و اثر متقابل تراکم × مدیریت پوشش در سال اول در سطح پنج درصد و در سال دوم در سطح یک درصد بر تعداد بنه دختری در مترمربع معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش تراکم از ۶۰ به ۱۵۰ بنه در مترمربع تعداد بنه دختری در متر مربع در هر دو سال روند افزایشی داشت، که البته این افزایش در ارتباط با افزایش تراکم بوته قابل توجیه است؛ هر چند درصد افزایش در سال دوم نسبت به سال اول مقدار عددی کمتری داشت (۱۳۲ درصد در سال اول در مقابل ۸۵ درصد در سال دوم) (جدول ۳). 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 ۱۳۲ و در سال دوم ۸۵ درصد رشد داشته است (جدول ۳). با توجه به اینکه 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 مترمربع) می‌تواند نمادی از یک راهبرد گیاه در شرایط تشدید رقابت (افزایش تراکم

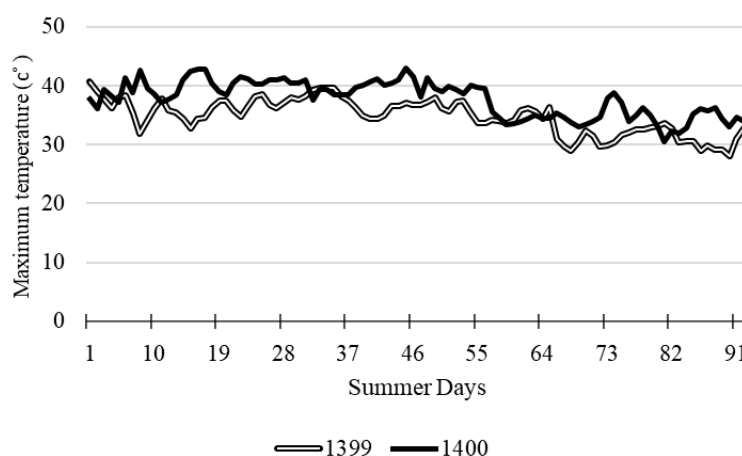
یا سن مزرعه) باشد. این راهبرد که به دلیل عدم توانایی منبع در تأمین مواد پرورده برای رشد بنه‌های دختری سبب کاهش میانگین وزن بنه و افزایش درصد بنه‌های ریز می‌شود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمارهای کاربرد انواع پوشش نسبت به تیمار شاهد (بدون پوشش) با اختلاف معنی‌دار دارای تعداد بنه دختری بیشتری بود (جدول ۳). بر اساس نتایج بدست آمده در سال اول بیشترین تعداد بنه دختری در مترمربع تحت تیمار کلش جو بدست آمد که البته با تیمار سایه‌بان اختلاف معنی‌داری نداشت و در سال دوم تیمار سایبان تعداد بنه دختری در مترمربع بیشتری داشت؛ از طرف دیگر مقایسه سال اول و دوم نشان داد بیشترین درصد افزایش در تیمار سایبان بود (جدول ۳). مطابق با نتایج این آزمایش مزباری و همکاران (Mzbari et al., 2022) نیز گزارش کردند که کاربرد تیمار سایه اندازی با جذب نور ۷۰٪ در زعفران در فصل تابستان باعث افزایش ۳۰ درصدی در تعداد بنه‌های دختری شد. بررسی نتایج اثرات متقابل تراکم × مدیریت پوشش نشان داد در همه تیمارهای پوشش بیشترین تعداد بنه در واحد سطح از تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع حاصل شد و بیشترین درصد افزایش همزمان با تغییر تراکم از ۶۰ به ۱۵۰ بنه در مترمربع تحت تیمار سایه‌بان بدست آمد (جدول ۴). همچنین در هر دو سال مورد بررسی تعداد بنه دختری در تیمار سایه‌بان تحت تراکم ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع اختلاف معنی‌داری نداشت، هر چند که بیشترین مقدار عددی آن در تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع مشاهده شد (جدول ۴). نکته دیگر اینکه در سال اول تحت همه سطوح تراکم اختلاف معنی‌داری بین کاربرد کلش جو و سایه‌بان وجود نداشت و فقط در سال دوم تحت تراکم‌های بالاتر (۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع) تیمار سایه‌بان با اختلاف معنی‌دار تعداد بنه دختری بیشتری نسبت به تیمار کلش جو داشت، این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده اثر مثبت کاربرد سایه‌بان بر تکثیر بنه‌های دختری بخصوص در سال‌های با تابستان گرم باشد (جدول ۴). در این ارتباط گزارش شده که خاک‌های دارای پوشش مصنوعی یا کلش سطحی در مقایسه با خاک‌های فاقد پوشش از تعادل حرارتی بالاتری برخوردارند؛ به‌طوری‌که در درجه حرارت‌های بالای محیطی دیرتر گرم شده و

در شب نیز دمای خود را دیرتر از دست می‌دهند (Mollafilabi et al., 2017).

میانگین وزن تر تک بنه

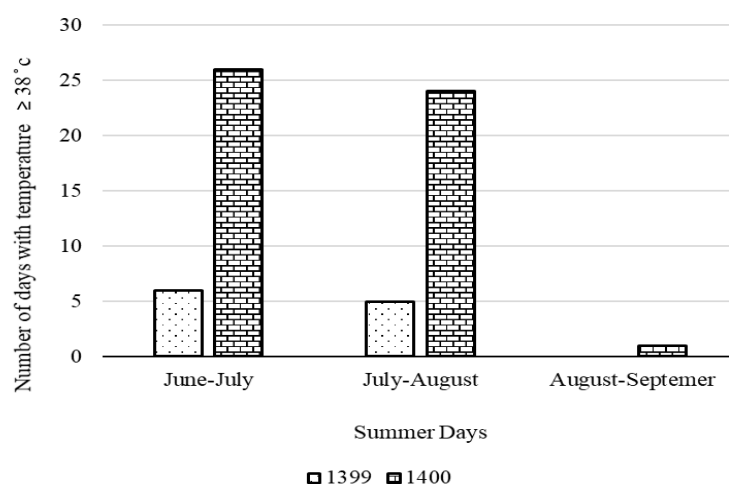
بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو سال مورد بررسی، اثر تراکم و مدیریت پوشش بر میانگین وزن تر تک بنه در سطح یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل تراکم $\times$ مدیریت پوشش در هر دو سال آزمایش معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در سال اول و دوم بیشترین میانگین وزن تک بنه تحت تراکم ۹۰ بنه در مترمربع مشاهده شد که البته با تراکم ۶۰ بنه در مترمربع در سال اول و دوم و ۱۲۰ بنه در مترمربع در سال دوم اختلاف معنی‌داری نداشت ولی در هر دو سال تحت تراکم‌های بالاتر (۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع) روند کاهشی مشاهده شد (جدول ۳). با توجه 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 ۹۰ بنه در مترمربع در سال اول و ۱۲۰ بنه در مترمربع در سال دوم، روند افزایش رقابت با سرعت کمتری پیش می‌رود؛ ولی همزمان با افزایش

تراکم از ۱۲۰ به ۱۵۰ بنه در مترمربع 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 (جدول ۳). مطابق با نتایج این آزمایش نیز معلم بنه‌نگی و همکاران (Moallem-Benhanghi et al., 2019) 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 مناسب برای رشد گردد. نتایج سایر محققین نیز موید این مطلب است که همزمان با افزایش تراکم تعداد بنه روند افزایشی ولی میانگین وزن تک بنه افت کاهشی دارد (Naderi -Darbaghshahi et al., 2008; Mohammad-Abadi et al., 2007; Sharifi et al., 2021). نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی مدیریت پوشش نشان داد در سال اول تیمار کاربرد کلش دارای بیشترین میانگین وزن تک بنه بود ولی در سال دوم تیمار سایبان دارای بیشترین مقدار عددی بود، هرچند اختلاف معنی‌داری با تیمار کاربرد کلش نداشت (جدول ۳). نتایج سایر محققان نیز نشان داد کاربرد کلش جو با تأثیر بر محتوی نیترات خاک، تعدیل دمای خاک، ممانعت از نفوذ نور و حفظ محتوی رطوبت خاک می‌تواند باعث افزایش میانگین وزن تر تک بنه شود (Shabahang et al., 2013).



شکل ۱. حداکثر درجه حرارت روزانه تابستان سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰

Fig 1. Maximum daily temperatures in the summer of 1399 and 1400



شکل ۲. تعداد روزهای با حداکثر درجه حرارت $\leq 38^{\circ}\text{C}$ در تابستان سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰.
Fig 1. Number of days with maximum temperatures $\leq 38^{\circ}\text{C}$ in the summer of 1399 and 1400.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (ایستگاه گناباد).

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil in experimental site (Gonabad station).

رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	هدایت الکتریکی EC (dS m^{-1})	نیتروژن کل Total Nitrogen (%)	پتاسیم قابل جذب Available Potassium (mg kg^{-1})	فسفر قابل جذب Available Phosphorus (mg kg^{-1})	کربن آلی Organic Carbon (%)	ماده آلی Organic Matter (%)	اسیدیته pH
16	22	62	1.9	0.028	121	7.49	0.27	0.46	7.9

جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تراکم و کاربرد انواع پوشش بر خصوصیات رشدی زعفران

Table 2. Mean Square the effect of density and application Different types of cover on the Growth characteristics of saffron

میانگین مربعات Mean Square							
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد بنه دختری Number of daughter corm		میانگین وزن تر تک بنه Mean of one daughter corm fresh weight		مجموع وزن بنه‌های دختری Total daughter corm fresh weight	
سال Year		1399	1400	1399	1400	1399	1400
Block بلوک	2	12844 ^{n.s}	3161 ^{n.s}	1.17 ^{n.s}	0.68 ^{n.s}	139774 ^{n.s}	155426 ^{n.s}
Density (a) تراکم	3	105019 **	81468 **	7.48 **	6.21 **	1817789 **	1954832 **
E(a) خطا	6	3376	2022	0.36	0.71	130751	56125
Covering (b) پوشش	3	71055 **	88697 **	4.12 **	4.75 **	4136598 **	5905618 **
a×b تراکم×پوشش	9	8734*	5464 **	0.24 ^{n.s}	0.38 ^{n.s}	231629 *	337524 *
E(b) خطا	24	3710	1082	0.41	0.44	99437	114394
درصد ضریب تغییرات (CV%)	-	21.48	10.37	10.95	10.85	19.90	17.26

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

جدول ۲ (ادامه). تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تراکم و کاربرد انواع پوشش بر خصوصیات رشدی زعفران
Table 2 (Continued). Mean Square the effect of density and application Different types of cover on the Growth characteristics of saffron

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square		وزن تر گل Flower fresh weight		وزن خشک کلاله Stigma dry weight	
		تعداد گل Flower number	سال Year	1399	1400	1399	1400
Block بلوک	2	1215 ^{n.s}	35.71 ^{n.s}	312.4 ^{n.s}	23.29 ^{n.s}	0.015 ^{n.s}	0.003 ^{n.s}
Density (a) تراکم	3	38087 ^{**}	6462 ^{**}	3704 ^{**}	275.1 ^{**}	0.674 ^{**}	0.055 ^{**}
E(a) خطا	6	576.5	330.6	75.51	39.57	0.013	0.004
Covering (b) پوشش	3	18046 ^{**}	8535 ^{**}	2010 ^{**}	1077 ^{**}	0.295 ^{**}	0.150 ^{**}
a×b تراکم×پوشش	9	813.1 ^{**}	162.3 ^{n.s}	102.8 [*]	12.24 ^{n.s}	0.023 [*]	0.005 [*]
E(b) خطا	24	23015	150.3	40.48	15.31	0.005	0.002
درصد ضریب تغییرات (CV%)	-	9.68	16.09	11.56	19.36	13.98	17.61

n.s, *, ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.
ns, * and **: represent on-significant and significant at 5% and 1% level, respectively.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر تراکم و کاربرد انواع پوشش بر خصوصیات رشدی زعفران
Table 3. Means comparison the effect of density and application of different of covering on the Growth characteristics of saffron

سال Year	تعداد بنه دختری در مترمربع Number of daughter corm 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)	
	1399	1400	1399	1400	1399	1400
تراکم (بنه در مترمربع) Density (corm.m ²)						
60	167.6 ^c	216.1 ^c	6.36 ^a	6.68 ^a	1072 ^b	1454 ^c
90	320.3 ^b	287 ^b	6.49 ^a	6.50 ^a	1914 ^a	1888 ^b
120	316.6 ^b	363.1 ^a	5.47 ^b	5.48 ^a	1715 ^a	2418 ^a
150	389.3 ^a	401.6 ^a	4.81 ^c	5.11 ^b	1891 ^a	2091 ^b
پوشش Covering						
Control شاهد	189 ^c	212.6 ^d	5.13 ^c	5.39 ^c	903.2 ^c	1138 ^d
Saffron Straw بقایای زعفران	259.3 ^b	287.1 ^c	5.88 ^b	5.97 ^b	1457 ^b	1670 ^c
Cereal Straw کلش جو	332.6 ^a	357.8 ^b	6.53 ^a	6.55 ^a	1996 ^a	2316 ^b
Shading سایه بان	356 ^a	410.4 ^a	5.59 ^{bc}	6.80 ^a	2215 ^a	2727 ^a

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.
According to Duncan test, Means followed by similar letters in each column are not significant at 5% level,

جدول ۳ (ادامه). مقایسه میانگین اثر تراکم و کاربرد انواع پوشش بر خصوصیات رشدی زعفران
Table 3 (Continued). Means comparison the effect of density and application of different of covering on the Growth characteristics of saffron

سال Year	تعداد گل در مترمربع Flower number (No.m ²)		وزن تر گل Flower fresh weight (g.m ²)		وزن خشک کلاله Stigma dry weight (g.m ²)	
	1399	1400	1399	1400	1399	1400
تراکم (بنه در مترمربع) Density (corm.m ²)						
60	77.28 ^c	42.52 ^b	29.32 ^c	13.25 ^b	0.32 ^c	0.17 ^c
90	172.5 ^b	80.59 ^a	62.52 ^{ab}	23.69 ^a	0.73 ^b	0.29 ^{ab}
120	166.7 ^b	86.60 ^a	59.39 ^b	22.98 ^a	0.86 ^a	0.32 ^a
150	210.2 ^a	95 ^a	68.81 ^a	20.92 ^a	0.73 ^b	0.23 ^b
پوشش Covering						
شاهد Control	109.2 ^c	45.20 ^d	39.04 ^c	9.65 ^d	0.49 ^b	0.12 ^d
بقایای زعفران Saffron Straw	140.7 ^b	63.60 ^c	49.95 ^b	15.42 ^c	0.57 ^b	0.22 ^c
کلش جو Barley Straw	189.3 ^a	92.16 ^b	66.19 ^a	24.92 ^b	0.82 ^a	0.29 ^b
سایه بان Shading	187.3 ^a	103.7 ^a	64.85 ^a	30.84 ^a	0.76 ^a	0.39 ^a

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

According to Duncan test, Means followed by similar letters in each column are not significant at 5% level,

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و کاربرد انواع پوشش بر خصوصیات رشدی زعفران
Table 4. Means comparison of interaction the effect of density and application of different of covering on the Growth characteristics of saffron

تراکم Density (corm.m ²)	پوشش Covering	تعداد بنه دختری در مترمربع Number of daughter corm in m ²		مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری Total daughter corm fresh weight (g.m ⁻²)		تعداد گل در مترمربع Flower number (No.m ²)	وزن تر گل Flower fresh weight (g.m ²)	وزن خشک کلاله Stigma dry weight (g.m ²)	
		1399	1400	1399	1400			1399	1400
60	سال Year	1399	1400	1399	1400	1399	1400	1399	1400
	شاهد Control	137.3 ^g	176 ^g	761.5 ^{gh}	1020 ^h	49.03 ^h	20.12 ^h	0.21 ^h	0.06 ⁱ
	بقایای زعفران Saffron Straw	162.6 ^{fg}	207.6 ^{efg}	1049 ^{fgh}	1387 ^{efgh}	58.68 ^h	22.70 ^h	0.21 ^h	0.12 ^{ghi}
	کلش جو Barley Straw	177.3 ^{efg}	228 ^{efg}	1221 ^{defg}	1555 ^{defgh}	96.44 ^g	35.91 ^g	0.41 ^g	0.22 ^{def}
90	سایه بان Shading	193.3 ^{efg}	253 ^{ef}	1259 ^{defg}	1853 ^{de}	104.9 ^{fg}	38.54 ^{fg}	0.45 ^{fg}	0.25 ^{cde}
	شاهد Control	202.6 ^{efg}	200 ^{fg}	1136 ^{efgh}	1197 ^{fgh}	124.5 ^{ef}	44.80 ^{efg}	0.59 ^{ef}	0.11 ⁱ
	بقایای زعفران Saffron Straw	234.6 ^{defg}	261.3 ^e	1614 ^{cde}	1691 ^{defg}	172.9 ^d	63.17 ^d	0.67 ^{de}	0.29 ^{bcd}
	کلش جو Barley Straw	277.6 ^{de}	324.6 ^d	2538 ^{ab}	2083 ^{cd}	209.3 ^b	77.96 ^a	0.86 ^{bc}	0.32 ^{bc}
120	سایه بان Shading	325.3 ^{cd}	362 ^d	2283 ^{ab}	2580 ^{bc}	183.3 ^{cd}	64.16 ^{cd}	0.79 ^{cd}	0.45 ^a
	شاهد Control	165.3 ^{fg}	217.3 ^{efg}	673.3 ^h	1136 ^{gh}	119.1 ^{efg}	39.29 ^{fg}	0.55 ^{efg}	0.16 ^{fgh}
	بقایای زعفران Saffron Straw	252 ^{def}	318.6 ^d	1418 ^{def}	1867 ^{de}	130.1 ^{ef}	48.83 ^{ef}	0.7 ^{de}	0.27 ^{bcd}
	کلش جو Barley Straw	440 ^{ab}	426.6 ^c	2654 ^a	3088 ^{ab}	210.1 ^b	74.22 ^{abc}	1.19 ^a	0.34 ^b
150	سایه بان Shading	409.3 ^{abc}	490 ^{ab}	2116 ^{bc}	3581 ^a	207.5 ^{bc}	75.20 ^{ab}	1 ^b	0.51 ^a
	شاهد Control	238.6 ^{defg}	257.3 ^e	1041 ^{fgh}	1197 ^{fgh}	144.2 ^e	51.95 ^e	0.61 ^e	0.15 ^{fgh}
	بقایای زعفران Saffron Straw	388 ^{bc}	360.6 ^d	1749 ^{cd}	1734 ^{def}	201.3 ^{bc}	65.10 ^{bcd}	0.69 ^{de}	0.19 ^{efg}
	کلش جو Barley Straw	436.6 ^{ab}	452 ^{bc}	2446 ^{ab}	2539 ^{bc}	241.7 ^a	76.67 ^a	0.82 ^{cd}	0.26 ^{bcd}
	سایه بان Shading	496 ^a	536.6 ^a	2326 ^{ab}	2896 ^b	253.4 ^a	81.50 ^a	0.80 ^{cd}	0.33 ^b

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

According to Duncan test, Means followed by similar letters in each column are not significant at 5% level,

مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری در مترمربع

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد در هر دو سال آزمایش اثر تراکم و مدیریت پوشش در سطح یک درصد و اثر متقابل تراکم $\times$ مدیریت پوشش در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد مجموع وزن تر بنه‌های دختری استحصال در هر دو سال آزمایش همزمان با افزایش تراکم روند افزایشی مشخصی نداشت بطوریکه بیشترین میزان آن در سال اول در تراکم ۹۰ بنه در مترمربع (۱۹۱۴ گرم در مترمربع) و در سال دوم در تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع (۲۴۱۸ گرم در مترمربع) حاصل شد که البته در سال اول اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع مشاهده نشد. (جدول ۳). چنین به نظر می‌رسد که کاهش مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری در سال دوم همزمان با افزایش تراکم از ۱۲۰ به ۱۵۰ بنه در مترمربع در ارتباط با اثر سن مزرعه بر تشدید رقابت بنه‌های دختری قابل توجیه باشد. همچنین نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد در هر دو سال، کمترین مجموع وزن تر بنه‌های دختری در واحد سطح تحت تراکم ۶۰ بنه در مترمربع بدست آمد (جدول ۳). مجموع وزن تر بنه‌های دختری استحصالی در مترمربع تحت تأثیر تعداد بنه دختری در واحد سطح و میانگین وزن تک بنه است. بر این اساس اثر اولیه افزایش تراکم بر ازدیاد مجموع وزن تر کل بنه در مترمربع در ارتباط با افزایش تعداد بنه و کاهش بعدی آن ناشی از کاهش میانگین وزن تک بنه می‌باشد (جدول ۳). 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 علت کاهش میانگین وزن تر تک بنه و مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری در شرایط تراکم بالا را به سایه‌اندازی برگ‌ها و تأثیر آن بر کاهش مواد فتوسنتزی و دمای خاک نسبت دادند. بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم $\times$ مدیریت پوشش در سال اول تحت تراکم‌های بالاتر (۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع) تیمار کلش جو و سایبان درصد افزایش بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشت و همچنین بیشترین مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری تحت تیمار تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع با کاربرد کلش جو مشاهده شد که البته اختلاف

معنی‌داری با تیمار ۹۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع و کاربرد کلش جو و سایبان نداشت (جدول ۴). به نظر می‌رسد کاربرد تیمار سایه‌بان و کلش توانسته تا حدی اثرات کاهشی ناشی از افزایش تراکم را جبران کند، به‌طوری‌که اختلاف معنی‌داری بین سطوح تراکم ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع مشاهده نشد (جدول ۴). در سال دوم نیز تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع با کاربرد کلش دارای بیشترین مجموع وزن تر کل بنه‌های دختری در واحد سطح بود و اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱۲۰ بنه در مترمربع با کاربرد کلش جو نداشت (جدول ۴). نکته در خور توجه این است در سال دوم آزمایش (دارای تابستان گرم‌تر) وجود پوشش سایبان و کلش جو از طریق تأثیر بر افزایش وزن تک بنه (جدول ۳) حتی بیشتر از سال اول توانسته جبران کاهش تعداد بنه دختری در مقایسه با سال اول را داشته باشد و به عبارت بهتر تعداد بنه دختری کمتر با وزن تک بنه بیشتر تولید شده است و همین موضوع باعث تولید مجموع وزن تر کل بنه دختری بیشتر در واحد سطح تحت تیمارهای پوششی در همه تراکم‌های مورد بررسی شده است (جدول ۴).

تعداد گل در مترمربع

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تراکم و مدیریت پوشش در هر دو سال مورد بررسی بر تعداد گل زعفران در سطح یک درصد و اثر متقابل تراکم $\times$ مدیریت پوشش فقط در سال اول در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تراکم از ۶۰ به ۱۵۰ بنه در مترمربع تعداد گل در مترمربع در سال اول ۱۷۱ درصد (از ۷۷ به ۲۱۰ گل) و در سال دوم ۱۲۳ درصد (از ۴۲ به ۹۵ گل در مترمربع) افزایش یافت (جدول ۲). مطابق با نتایج این آزمایش افزایش تعداد گل در واحد سطح همزمان با افزایش تراکم توسط سایر محققان نیز تایید شده است (Gresta et al., 2009; Koocheki et al., 2011; Koocheki et al., 2022). این امر قابلیت استفاده از کشت‌های پرتراکم بنه زعفران را بر افزایش عملکرد پررنگ‌تر می‌سازد. بر اساس جدول ۳ و مقایسه سال اول و دوم آزمایش، تعداد گل تحت همه سطوح تراکم در سال دوم مقدار عددی کمتری داشت، همچنین به نظر می‌رسد آستانه تحمل افزایش تراکم در سال دوم نسبت

وزن تر گل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تراکم و مدیریت پوشش بر وزن تر گل در هر دو سال آزمایش در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل تراکم $\times$ مدیریت پوشش فقط در سال اول در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در هر دو سال آزمایش با افزایش تراکم بنه مادری، وزن تر گل افزایش یافت (جدول ۳). بر این اساس افزایش تراکم از ۶۰ به ۱۵۰ بنه در مترمربع باعث افزایش ۱۳۴ درصدی در سال اول (از ۲۹/۳۲ به ۶۸/۸۱ گرم در مترمربع) و ۵۷ درصدی در سال دوم (از ۱۳/۲۵ به ۲۰/۹۲ گرم در مترمربع) در وزن تر گل در مترمربع شد (جدول ۳). این روند کاملاً منطبق بر روند تغییرات تعداد گل در واحد سطح و در واقع ناشی از افزایش تعداد بنه دختری در واحد سطح تحت اثر تراکم‌های بیشتر است (جدول ۳). همچنین در مقایسه سال اول با دوم آزمایش روند کاهشی مشاهده شده در تعداد گل در صفت وزن تر گل هم مشهود است و در سال ۱۴۰۰ تحت تراکم‌های بالاتر وزن هر گل (حاصل از تقسیم تعداد گل در هر تراکم بر وزن تر گل در واحد سطح) روند کاهشی شدیدتری داشت و از طرف دیگر به نظر می‌رسد در سال دوم تعداد گل به ازای هر بنه (حاصل از تقسیم تعداد گل در هر تراکم بر تعداد بنه دختری در واحد سطح) تحت همه سطوح تراکم نسبت به سال اول مقدار عددی کمتری داشت و همچنین اثرات افزایش تراکم بر کاهش تعداد گل به ازای هر بنه شدیدتر بود. بنابراین می‌توان گفت در سال دوم تحت سطوح تراکم تعداد گل به ازای هر بنه کمتر و گل‌ها سبک‌تر شده‌اند. بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر مدیریت پوشش بر وزن تر گل، در سال اول آزمایش بیشترین وزن تر گل تحت تیمار کلش جو حاصل شد که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار سایه‌بان نداشت؛ ولی در سال دوم بیشترین وزن تر گل تحت تیمار سایه‌بان به‌دست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد اثر مثبت کاربرد انواع پوشش بر وزن هر گل در سال دوم نسبت به سال اول بیشتر بود، ولی به دلیل کاهش تعداد گل به ازای هر بنه وزن تر گل در سال دوم در مقایسه با سال اول کاهش یافت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم $\times$ مدیریت پوشش نشان داد که در سال

به سال اول کمتر بود، به‌طوری‌که افزایش تراکم از ۶۰ به ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه همراه با درصد افزایش کمتری بود و اختلاف معنی‌داری بین تراکم ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع مشاهده نشد (جدول ۳). بر اساس سایر گزارش‌ها چنانچه زعفران در تابستان در طی مرحله تشکیل سلول‌های آغازین گل در معرض تنش‌های گرمایی قرار گیرد به‌خصوص چنانچه طول دوره تنش گرمایی نیز طولانی باشد در این صورت مسلماً سقط گل و در نتیجه کاهش عملکرد اقتصادی دور از انتظار نخواهد بود (Behdani & Fallahi, 2015; Tavakkoli-Kakhki et al., 2021). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد پوشش‌های مختلف نسبت به تیمار عدم پوشش در هر دو سال آزمایش تعداد گل بیشتری داشت و در سال اول تیمار کلش دارای بیشترین تعداد گل در واحد سطح بود که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار سایه‌بان نداشت و همچنین در سال دوم تیمار سایه‌بان دارای تعداد گل بیشتری نسبت به سایر تیمارهای پوشش بود (جدول ۳). بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم $\times$ مدیریت پوشش بر تعداد گل در مترمربع نشان داد در سال اول کاربرد انواع پوشش‌ها در تراکم‌های بالاتر باعث افزایش درصد بیشتری در تعداد گل در واحد سطح شد؛ به‌طوری‌که بیشترین تعداد گل در مترمربع تحت تیمار تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع با پوشش سایه‌بان بدست آمد و اختلاف معنی‌داری با تیمار تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع با کاربرد کلش نداشت (جدول ۴). از آنجایی‌که گل‌انگیزی در ارتباط مستقیم با درجه حرارت بوده و دما بالاتر از حد بهینه در تابستان می‌تواند بر القای گلدهی و عملکرد زعفران نقش مؤثری داشته باشد (Behdani & Fallahi, 2015) از این‌رو به نظر می‌رسد استفاده از انواع پوشش (بقایای زعفران، کلش غلات و سایه‌بان) در طی دوره خواب زعفران نه تنها می‌تواند در کاهش دمای خاک مؤثر باشد، بلکه می‌تواند با کاهش تبخیر از سطح خاک به حفظ محتوی رطوبتی در خاک کمک کرده و در نهایت بر بهبود ویژگی‌های رویشی در فصل زراعی مؤثر خواهد بود (Tavakkoli-Kakhki et al., 2021).

نیز با مقایسه تراکم‌های ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ تن بنه در هکتار نشان دادند که در سال اول تراکم ۸ تن بنه در هکتار بیشترین میزان وزن خشک کلاله را به خود اختصاص داد و از سال دوم به بعد، تراکم‌های بالاتر از ۸ تن در هکتار به دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای برای فضا و جذب منابع موجب کاهش عملکرد کلاله می‌شود. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani-Moghaddam et al., 2013) نیز گزارش کردند که افزایش تعداد بنه از ۵ به ۱۰ بنه در طول ۴۰ سانتی متر، وزن کلاله را در سال‌های اول و دوم به ترتیب ۱۰ و ۱۲ درصد بهبود داد. بنابراین بنظر می‌رسد با افزایش تراکم بنه در حد مطلوب علاوه بر استفاده مطلوب‌تر از عوامل محیطی و استقرار مطلوب‌تر در سال اول که می‌تواند بهبود خصوصیات رویشی و عملکرد گل و کلاله را بدنبال داشته باشد، بتوان باعث تسریع در شروع دوره بهره‌برداری از مزرعه زعفران شد (Koocheki et al., 2011). نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف مدیریت پوشش نشان داد که در سال اول بیشترین وزن خشک کلاله تحت تیمار کلش جو مشاهده شد که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار سایه‌بان نداشت، ولی در سال دوم تیمار سایه‌بان دارای بیشترین مقدار وزن خشک کلاله بود؛ همچنین مقایسه سال اول و دوم نیز نشان داد که کمترین درصد کاهش در وزن خشک کلاله تحت تیمار سایه‌بان بدست آمد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم $\times$ مدیریت پوشش نشان داد در سال اول بیشترین وزن خشک کلاله تحت تیمار تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع با کاربرد کلش بدست آمد ولی در سال دوم تحت تیمار تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع با کاربرد سایه‌بان حاصل شد که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار تراکم ۹۰ بنه در مترمربع و کاربرد سایه‌بان نداشت (جدول ۴). با توجه به میانگین دمای بالاتر در سال زراعی ۱۴۰۰ به نظر می‌رسد در همه تراکم‌ها کاربرد سطوح مختلف پوشش نسبت به شاهد در سال دوم اثرات افزایشی بیشتری بر وزن خشک کلاله نسبت به سال اول داشت (جدول ۴). مطابق با نتایج این آزمایش ملافیلابی و همکاران (Mollafilabi et al., 2017) تأثیر پنج بستر کاشت شامل کمپوست زباله شهری، کود گاوی پوسیده، ضایعات کمپوست بستر قارچ، کلش گندم و شاهد بر عملکرد گل، بنه و اجزای گل زعفران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج

اول آزمایش بیشترین وزن تر گل تحت تیمار تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع با کاربرد سایه‌بان بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای کلش جو تحت تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع، سایه‌بان و کلش جو تحت تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع و کلش جو تحت تراکم ۹۰ بنه در مترمربع نداشت (جدول ۴). می‌توان گفت در تراکم‌های کمتر، اثرات مثبت کاربرد پوشش‌ها بر وزن تر گل بیشتر مشهود است؛ به طوری که در تراکم ۹۰ بنه در مترمربع استفاده از کلش جو با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر تیمارهای پوشش و نیز به میزان ۳۰ درصد نسبت به شاهد وزن تر گل بیشتری داشت (جدول ۴). از طرف دیگر تحت تراکم ۶۰ بنه در مترمربع، بیشترین مجموع وزن تر گل در تیمار استفاده از سایبان مصنوعی مشاهده شد که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار کاربرد کلش جو نداشت (جدول ۴). البته لازم به ذکر است افزایش مجموع وزن تر گل به شرطی مؤثر در عملکرد نهایی است که درصد بیشتری از آن به افزایش وزن کلاله اختصاص یابد.

وزن خشک کلاله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد در هر دو سال آزمایش اثر تراکم و مدیریت پوشش بر وزن خشک کلاله در سطح یک درصد و اثر متقابل تراکم $\times$ مدیریت پوشش در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد در هر دو سال آزمایش بیشترین وزن خشک کلاله تحت تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع حاصل شد و همزمان با افزایش تراکم به ۱۵۰ بنه در مترمربع کاهش یافت (جدول ۳). بر اساس جدول ۳ و با مقایسه سال اول و دوم روند کاهشی قابل مشاهده در وزن تر گل طی سال دوم در وزن خشک کلاله نیز مشاهده شد و این روند در تراکم‌های بالاتر با شدت بیشتری همراه بود، ولی نکته اینجاست در سال ۱۴۰۰ اختلاف معنی‌داری بین تعداد گل و وزن تر گل تحت تراکم ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع مشاهده نشد، در حالیکه وزن خشک کلاله همزمان با افزایش تراکم از ۱۲۰ به ۱۵۰ بنه در مترمربع افت کاهشی معنی‌داری داشت. بنابراین می‌توان گفت اثرات کاهشی ناشی از افزایش تراکم در سال دوم بر وزن خشک کلاله نسبت به سایر صفات مرتبط با گل بیشتر بود. در همین رابطه کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011)

در واحد وزن هر گل تحت همه سطوح تراکم کمتر از سال اول بود (جدول ۳). بر این اساس، در سال دوم تحت تراکم ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ بنه در مترمربع از بنه‌های با وزن تک بنه بیشتر، تعداد گل بیشتری به ازای هر بنه تولید شد و همچنین هر گل سهم بیشتری از وزن خود را به کلاله اختصاص داد؛ بنابراین بیشترین وزن خشک کلاله در تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع بدون اختلاف معنی‌دار با تراکم ۹۰ بنه در مترمربع مشاهده شد.

همچنین با توجه به روند افزایشی گرمایش زمین بررسی انواع روش‌های مدیریت تابستانه پوشش با هدف کاهش اثرات تنش دمایی بر عملکرد اقتصادی زعفران مورد توجه است، بر این اساس یافته‌های این آزمایش نشان داد استفاده از انواع پوشش (گیاهی یا سایبان مصنوعی) همزمان با شروع فصل گرما تحت شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک و بخصوص در سال‌های با تابستان گرم تأثیر مثبتی بر عملکرد زعفران دارد. در همین رابطه نتایج این آزمایش نشان داد وزن خشک کلاله در سال ۱۴۰۰ (به عنوان سالی با تابستان گرم) تحت سطوح مختلف پوشش مقدار عددی بیشتری نسبت به شاهد داشت و در مقایسه با سال زراعی ۱۳۹۹ تیمار سایبان مصنوعی درصد کاهش کمتری داشت. همچنین تعداد بنه و مجموع وزن تر بنه با کاربرد سایه‌بان و کلش جو در هر دو سال مورد بررسی تحت تراکم‌های کمتر اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی در سال دوم سایه‌بان دارای تعداد بنه و مجموع وزن تر بنه بیشتری بود. از این‌رو به‌نظر می‌رسد که توصیه کاربردی استفاده از سایبان مصنوعی و یا استفاده از کلش جو (متوسط قیمت یک کیلوگرم کلش جو ۲۵۰۰ تومان در مقایسه با متوسط قیمت یک مترمربع سایبان مصنوعی با قیمت ۴۵۰۰۰ تومان) به دلیل هزینه کمتر و همچنین دسترسی بهتر کشاورز به آن برای پوشش مزارع زعفران (Hajmohammadnia Ghalibaf, 2024) همزمان با شروع فصل گرما در جهت پایداری و حتی بهبود عملکرد زعفران حائز اهمیت است.

بدست آمده از این پژوهش نشان داد که بالاترین مقادیر کلاله خشک، وزن تر گل و تعداد گل از بستر کاشت کلش گندم به دست آمد. این پژوهشگران اظهار داشتند با توجه به این اینکه گرمای تابستان اثر منفی در القای گلدهی در مرداد ماه دارد و از عوامل تأثیرگذار در کاهش عملکرد مزارع زعفران می‌باشد، کاربرد بقایای گیاهی با تعدیل درجه حرارت و فراهمی نسبی ماده آلی در خاک موجبات بهبود رشد و عملکرد نهایی مزارع زعفران را فراهم می‌نماید.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اثر تراکم بر خصوصیات بنه زعفران عمدتاً از طریق تأثیر بر میانگین وزن تک بنه محقق شده است (جدول ۳). بر این اساس، با اینکه در هر دو سال آزمایش تعداد بنه دختری در مترمربع تحت تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع دارای بیشترین مقدار عددی بود، ولی میانگین وزن تر تک بنه در سال اول تحت تراکم ۹۰ بنه در مترمربع و بدون اختلاف معنی‌دار با تراکم ۶۰ بنه در مترمربع حاصل شد و در سال دوم تحت تراکم ۶۰ بنه در مترمربع و بدون اختلاف معنی‌دار با تراکم ۹۰ و ۱۲۰ بنه در مترمربع مشاهده شد. بر این اساس، می‌توان گفت زعفران از طریق تعدیل میانگین وزن بنه (نه تعداد بنه) به تراکم بر واکنش نشان داده است. همچنین اثر تراکم بر خصوصیات گل و به‌ویژه عملکرد کلاله از طریق اثر بر سهم وزن خشک کلاله از مجموع وزن هر گل می‌باشد، به این صورت که در سال اول هرچند بیشترین تعداد بنه (۳۸۹ بنه) و بیشترین تعداد گل (۲۱۰ گل) تحت تراکم ۱۵۰ بنه در مترمربع مشاهده شد، ولی وزن خشک کلاله به ازای هر گل کمترین مقدار عددی بود (وزن خشک کلاله به ازای هر گل تحت تراکم ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع به ترتیب ۰/۰۰۴۱، ۰/۰۰۴۲، ۰/۰۰۵۱ و ۰/۰۰۳۴ گرم در مترمربع) و از طرف دیگر در سال دوم (به عنوان سالی با تابستان گرم) تعداد گل به ازای هر بنه و سهم وزن خشک کلاله

منابع

Azizi, E., & Farabi, S. (2023). Investigating the History and LongTerm Effect of Climatic Factors on Saffron Production in Khorasan

Razavi Province. *Saffron Agronomy & Technology*, 11 (2), 137-161.

Basereh, A., Eslami, S.V., & Aghajani, M.(2015). *Evaluating the impact of type*

- and amount of plant stubble mulch on temperature fluctuations of the soil surface. The 6th Iranian Weed Science conference.
- Behdani, M.A., & Fallahi, H.R. (2015). Saffron: Technical Knowledge Based on Research Approaches. University of Birjand Publication. Iran. (In Persian).
- Behnia, M.R., & Mokhtari, M. (2010). Effect of planting methods and corm density in saffron (*Crocus sativus* L.) yield. *Acta Horticultural Journal*, 850, 131-136.
- Choopan, Y., Khashei Siuki, A., & ZAngane, M. (2025). Studying the Economic Water Footprint of Saffron Crop in the Climate of Torbat Heydariyeh County. *Journal of Saffron Research*, 12 (2), 302-313.
- Etwire, S.A., Dwivedi, S., & Behat, A.A. (2017). Study on economics of saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation in Jammu and Kashmir, India. *International Journal of Current Microbiology & Applied Sciences*, 6 (4), 1600–1616.
- Esmailian, Y., & Amiri, M.B. (2019). Investigation 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 & Technology*, 6 (4), 429-444. (In Persian with English Summary).
- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., & 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.
- Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G.M., & 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.
- Hajmohammadnia Ghalibaf, K. (2024). *Investigating the costs of non-Chemical management of weed in saffron (Crocus sativus L.) field*. The 7th National conference of saffron.
- Harivandi, M.R., Rezvani Moghaddam, P., Khoramdel, S., & Moayedi, A.A. (2019). Effect of amount and time of wheat straw application as mulch on flowering and morphological characteristics of replacement corms of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy & Technology*, 7 (3), 301-318.
- Kafi, M., Rashed-Mohassel, M.H., Koocheki, A., & Mollafilabi, A., (2002). *Saffron: Production and Processing*. Ferdowsi University of Mashhad Publication. Iran. [in Persian].
- Knowler, D., & Bradshaw, B. (2007). Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy*, 32, 25-48.
- Koocheki, A., Khorramdel, S., & Moallem Benhangi, 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.
- Koocheki, A., Karbasi, A.R., & Seyyedi. S. (2017). Some reasons for saffron yield loss over the last 30 years period. *Saffron Agronomy & Technology*, 5 (2), 107-122. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., Siah-Marguee, A., Azizi, G., & Jahani, M. (2011). The effect of high density and depth of planting on agronomic characteristic of saffron (*Crocus sativus* L.) and corms behavior. *Journal of Agroecology*, 3, 36-49. (in Persian with English Summary).
- Koocheki, A., Alizadeh, A., & Ganjali, A. (2010). The effect of increased temperature on flowering behavior of saffron (*Crocus sativus* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8 (2), 336-346. (In Persian with English Summary).
- Ministry of Agriculture-Jihad. (2020). *Agricultural Statistics, (Vol. II)*. The Islamic Republic of Iran, Ministry of Agriculture-Jihad, Press. Iran. (In Persian).
- Moallem-Benhangi, F., Rezvani-Moghaddam, P., Asadi, G.A., & 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 & Technology*, 7 (1), 55-67. (In Persian with English Summary).
- Mohammad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghaddam, P., & 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.
- Moinoddine, Z., Elyasi Rad, S., & Gideski, A., (2025). Evaluating the Long-Term Relationship between Saffron Performance and Climate Change. *Journal of Saffron Research*, 12 (2), 182-192.
- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J.L., & Garcia-Luice, L. (2005). Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Science Horticultural Journal*, 103, 361-379.
- Mollafilabi, A., Koocheki, A., Rezavni Moghaddam, P., & Nassiri Mohallati, M. (2017). Effects of corm densities and bed types on flower yield components and

- stigma yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Agroecology*, 9 (2), 326-341.
- Mollafilabi, A., Koocheki, A., Rezvani-Moghaddam, P., & Nassiri-Mahallati, M. (2014). Effect of plant density and corm weight on yield and yield components of saffron (*Crocus.sativus* L.) under soil, hydroponic and plastic tunnel cultivation. *Saffron Agronomy & Technology*, 1 (2), 14-28. (In Persian with English Summary).
- Mzbari, I., Charif, K., Rimani, M., Kouddane, N., & Berrichi, A. (2022). *Crocus.sativus*: from light to shade: Effects on photosynthesis and photosynthetic apparatus. *Journal of Applied Biological Science*, 15 (3): 257-267
- Omar Ali, V.A., Sadegh Allahyari, M., & Marzban, S. (2024). The Development Strategies for the Saffron Supply Chain in Quorian County, Herat Province, Afghanistan. *Saffron Agronomy & Technology*, 12 (3), 350-367.
- Parsapour, F., Rezvani-Moghaddam, P., & 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 & Technology*, 8 (2), 165-184. (In Persian with English Summary).
- Prosdoci, M., Tarolli, P., & Cerdà, A. (2016). Mulching practices for reducing soil water erosion: A review. *Earth-Science Reviews*, 161, 191-203
- Rezaee, A., & Yaqubi, M. (2023). Investigation of The Economic Impacts of Climate Change on Saffron Land Rent in Khorasan Razavi Province. *Saffron Agronomy & Technology*, 11(2), 209-224.
- Rezvani-Moghadam, P., Koocheki, A., Molafilabi, A., & Seyyedi, M. (2013). The effect of different levels of applied wheat straw in different dates on saffron (*Crocus sativus* L.) daughter corms and flower initiation criteria in the second year. *Saffron Agronomy & Technology*, 1, 55-70. (In Persian with English Summary).
- Rostami, M., & 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).
- Shabahang, J., Khorramdel, S., Amin Ghafori, A., & Gheshm, R., (2013). Effects on management of crop residues and cover crop planting on density and population of weeds and agronomical characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research*, 1 (1), 57-72.
- Sharifi, H.R., Nabipour, Z. & 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* L.). *Saffron Agronomy & Technology*, 9 (3), 227-248.
- Tavakkoli-Kakhki, H.R., Sharifi, H.R., & 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 & Technology*, 8 (4), 527-542. (In Persian with English Summary).
- Zargarian, A.M., Zaefarian, F., Jalali, A., & Akbarpour, V. (2024). The Effect of Cover Crop on Weed Growth and Saffron (*Crocus sativus* L.) Corm Yield in Neka. *Saffron Agronomy & Technology*, 12 (1), 41-54.
- Zandi, R.(2017). Climatic classification of Khorasan Razavi province with Domartan method by using geographic information system (GIS). *Journal of Geographical New Studies, Architecture and Urbanism*, 10, 21-34.