Journal of Saffron Research (semi-annual)
Vol. 12, No. 1, Spring & summer, 2024
p. 112- 122
http://dx.doi.org/ 10.22077/jsr.2024.7845.1235

University of Birjand

Original Article

Investigating the Effect of Planting Speed and Corm Density on Saffron Yield in Shahrood City

Zaynolabedin Omidmehr[1*], Mohammad Hosein Saiedirad[2]
1- Agricultural Engineering Research Department, Semnan (Shahrood) Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Shahrood, Iran.
2- Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO)
[*]Corresponding Author: *zshamabadi@gmail.com*

Received 02 July 2024; Accepted 30 September 2024

Extended Abstract

Introduction: In arid and semi-arid regions of Iran, water as the most important factor limiting production determines the priority of cultivation. Since the past, Iranian farmers have been familiar with this important principle and have produced products with low water requirements such as saffron. Iran is currently considered the largest producer of Saffron in the world and has the largest area under cultivation of this product. Due to its high economic efficiency and low water requirement outside the summer season, saffron planting has been welcomed by farmers in recent years.

Materials and Methods: This experiment was conducted in order to investigate the effect of planting speed and corm density on saffron yield in the lands of Semnan province in Iran (Shahrood city), Agricultural Research and Education and Natural Resources Research Center. The experiment was factorial in the form of a randomized complete block design with 9 treatments in 3 replications in years of 2022 and 2023. The treatments studied at nine levels included three forward speeds of 4, 5 and 6 $kmhr^{-1}$ and three corm planting densities (70, 100 and 120 $cormsm^{-2}$). Technical factors (field capacity, operation time, fuel consumption) and saffron characteristics (number of flowers per unit area, flower weight and saffron yield (dry stigma)) was measured.

Results and Discussion: The results showed that the effect of the forward speed of the planter on the studied properties of saffron was not statistically significant. One of the important advantages of planting machines is that the forward speed of planting machines does not affect their performance. Because the driving force of the saffron spreader is supplied from the wheel of the machine, the speed of the machine is independent of the speed of the tractor and the slippage of its wheels. The amount of

corm density on the studied traits of saffron (number of flowers per unit, flower weight and saffron yield (dry stigma)) was statistically significant ($P<0.01$), so that high density (120 cormsm^{-2}) increased number and weight of flowers and yield of saffron (dry stigma). The number of flowers per square meter is one of the important components of saffron crop performance. There was a significant difference (at the level of 1%) between the experimental treatments in terms of the number of flowers per square meter. So that the density of 120 corms per square meter with an average of 67.2 flowers per square meter was placed in the best statistical group, and the densities of 100 and 70 corms per square meter were placed in the next statistical group with an average of 57.7 and 53.2 flowers per square meter, respectively. Among different corm densities, the highest flower weight (26.1 gm^{-2}) was related to the density of 120 corms per square meter. At the densities of 100 and 70 corms per square meter, the weight of the flower produced was 22.4 and 20.6 gm^{-2}, respectively. The results showed that, effective field capacity, operation time and amount of fuel consumed per hectare were 0.67hahr^{-1}, 1.5hrha^{-1} and 23lha^{-1}, respectively.

Conclusion: The results of this study indicated the significant effect of different amounts of corm on flower yield components. So that the increase in the amount of planted corms up to 120 corms per square meter caused an increase in the fresh and dry flower yield of the stigma and the number of flowers. Although the effect of the speed of the planting machine on the yield of saffron was not effective. But using a fully automatic saffron planter with a planting speed of 5kmhr^{-1} increased the effective field capacity of the device. Increasing effective field capacity reduces the time of planting operations (timely planting operations) and reduces labor costs. Therefore, it seems that choosing a density of 120 corms per square meter and using a sowing device as an alternative to traditional planting will increase the yield of saffron flowers and increase the income of the farmers.

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

Keywords: Effective field capacity of planter, planting density, saffron planter, stigma yield, Tractor forward speed.

نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)
جلد دوازدهم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۳
شماره صفحه:۱۲۲ – ۱۱۲
http://dx.doi.org/ 10.22077/jsr.2024.7845.1235

مقاله پژوهشی

بررسی اثر سرعت کاشت و تراکم بنه بر عملکرد زعفران در شهرستان شاهرود

زین‌العابدین امیدمهر[1*]، محمدحسین سعیدی راد[2]

۱- عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران.

۲- عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

*نویسنده مسئول: *zshamabadi@gmail.com*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۹

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر سرعت کاشت و تراکم بنه بر عملکرد زعفران در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سمنان (شاهرود) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار در۳ تکرار انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه در نه سطح، شامل شامل سه سرعت پیش‌روی ۴، ۵ و ۶ کیلومتر بر ساعت و سه تراکم کاشت بنه (۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ بنه در مترمربع) بود. فاکتورهای فنی (ظرفیت مزرعه‌ای، زمان انجام عملیات، میزان مصرف سوخت) و صفات زعفران (تعداد گل در واحد سطح، وزن گل و عملکرد زعفران (کلاله خشک)) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اثر سرعت پیش‌روی کارنده بر صفات موردبررسی زعفران از نظر آماری معنی‌دار نبود. میزان تراکم بنه بر صفات مورد بررسی زعفران (تعداد گل در واحد، وزن گل و عملکرد زعفران (کلاله خشک)) از نظر آماری معنی‌دار بود ($P<0.01$). بیشترین تعداد گل (۶۷/۲ در مترمربع) مربوط به تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع بود و در تراکم‌های ۱۰۰ و ۷۰ بنه در مترمربع، تعداد گل به ترتیب ۵۷/۷ و ۵۳/۲ در مترمربع بود. بین تراکم‌های مختلف بنه، بیشترین وزن کلاله خشک (۰/۲۸ گرم در مترمربع) مربوط به تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع بود. در تراکم‌های ۱۰۰ و ۷۰ بنه در مترمربع، وزن گل تولیدی به ترتیب ۰/۲۵ و ۰/۲۱ گرم در مترمربع بود. به طوری که تراکم زیاد (۱۲۰ بنه در واحد سطح) موجب افزایش تعداد و وزن گل و عملکرد زعفران (کلاله خشک) در واحد سطح شد. زمان انجام عملیات کاشت و سوخت مصرفی تراکتور به ترتیب ۱/۵ ساعت بر هکتار و ۲۳ لیتر در هکتار محاسبه شد. با توجه به کارآیی بالای دستگاه کاشت، استفاده از کارنده تمام خودکار علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف سوخت، موجب کاهش زمان عملیات کاشت و انجام به موقع آن می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تراکم کاشت، سرعت پیش‌روی تراکتور، کارنده زعفران، عملکرد کلاله خشک.

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک ایران، آب به عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید، اولویت کشت را تعیین می‌کند. از روزگاران گذشته کشاورزان ایران به این اصل مهم آشنا بوده و به تولید محصولات با نیاز آبی کم مثل زعفران پرداخته‌اند. در ایران زعفران به خاطر اشتغال‌زایی و درآمدزایی از گذشته به عنوان یک محصول راهبردی و با ارزش بوده است. زعفران گیاهی است که با شروع بارندگی‌های پاییز شروع به رشد کرده و با اتمام بارندگی بهاره رشد آن خاتمه می‌یابد و در فصل تابستان که اوج مصرف آب و تبخیر زیاد است نیاز به آب ندارد و به همین دلیل سطح زیرکشت آن در حال توسعه است. مکانیزه نبودن عملیات تولید و هزینه بالای کارگری از مهم‌ترین موانع و مشکلات زراعت زعفران می‌باشند (Saeiedirad, 2021)

شناخت عوامل افزایش‌دهنده کمیت و کیفیت محصول در بوم نظام‌های زراعی، امری الزامی بوده که باید جهت دستیابی به عملکرد مطلوب مورد توجه قرار گیرد. بدیهی است که از طریق افزایش تولید و توسعه صادرات زعفران به روش صحیح می‌توان درآمد ارزی قابل اطمینانی را برای کشور تأمین کرد (Koocheki, 2019).

کاشت زعفران از جنبه‌های مختلف مانند نیاز آبی کم، آبیاری در زمان‌های غیربحرانی، بهره‌وری آب، اشتغال و صادرات غیرنفتی مورد توجه است. با توجه به اینکه رشد و گلدهی زعفران با گیاهان دیگر متفاوت است، در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، کاشت زعفران از نظر عدم نیاز به آب در فصل تابستان و کاهش تبخیر حائز اهمیت است. همچنین تعیین تراکم کاشت مناسب نیز از مؤثرترین عوامل در بهبود عملکرد زعفران می‌باشد. تعیین اصولی الگو و تراکم کاشت می‌تواند با تحت تأثیر قراردادن دوره بهره‌برداری زعفران، امکان افزایش تولید را فراهم سازد (Mardani Asl et al., 2017).

توسعه در مکانیزاسیون کشاورزی در واقع استفاده از ادوات و وسایل مکانیکی به منظور افزایش کمی و کیفی تولیدات و باهدف افزایش درآمد مالی کشاورزان می‌باشد (Naderi Mayoun, 2012). مواجه شدن با منابع محدود در بخش تولید و همچنین افزایش روزافزون جمعیت، جایگاه مکانیزاسیون در توسعه امنیت غذایی کشور رابیش از پیش مورد تأکید قرار می‌دهد. توسعه مکانیزاسیون در کشور یکی از راه‌های گذر از کشاورزی سنتی به کشاورزی مدرن می‌باشد (Abbasi et al., 2014).

در آزمایشی تاثیر کشت پرتراکم و وزن بنه مادری بر رشد رویشی و عملکرد زعفران مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد که تراکم کاشت و وزن بنه مادری، تاثیر مهمی بر خصوصیات رشدی و عملکرد زعفران داشت و استفاده از بنه‌های مادری درشت و تراکم زیاد کاشت، نقش موثری در افزایش عملکرد زعفران داشت (Aminifard et al., 2022).

انتخاب تراکم و عمق کاشت 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). استفاده از دستگاه کارنده موجب یکنواختی در عمق و تراکم کاشت زعفران می‌شود.

نتایج مطالعه‌ای در زمینه عوامل تاثیرگذار بر عملکرد زعفران در خراسان نشان داد که به دلیل کمبود امکانات، حتی در مزارع با وسعت بیشتر نیز حداکثر راندمان تولید مشاهده نمی‌شود. همچنین در دوره بهره‌برداری زعفران، بالاترین عملکرد در بالاترین تراکم بدست آمد و افزایش اندازه و تراکم بنه اثر مثبت بر عملکرد داشت (Hatefi Farajian et al., 2023).

عمق کاشت زعفران بایستی به اندازه‌ای باشد که قبل از دوره تولید، بنه‌های جدید دراعماق سطحی خاک تشکیل نشوند و به این صورت طول دوره بهره‌برداری زعفران افزایش یابد، آنها همچنین اظهار داشتند که کاشت عمیق‌تر از ۲۰ سانتی‌متر بنه‌ها ممکن است در سبزشدن این گیاه و خروج گل‌ها از خاک اختلال ایجاد کند و باعث افت شدید عملکرد شود. از طرفی با توجه به اینکه کشت و تکثیر زعفران از طریق بنه انجام می‌گیرد، لذا دستیابی به عملکرد مطلوب به میزان زیادی به مقدار بنه کشت شده بستگی دارد (Rezvani et al., 2019).

کشاورزان تولیدکننده زعفران خرده مالک، از کارایی بیشتر از ۷۰ درصد برخوردارند و کارآیی در مزارع بزرگ بیشتر از ۷۵ درصد است. این اختلاف در کارایی بیانگر امکان افزایش کارآیی فنی مزارع منطقه از طریق توسعه کشت این محصول است. بنابراین استفاده از دستگاه

کارنده توسط افراد یا شرکت خدمات مکانیزه در مزارع کوچک (سطوح نیم هکتار) و بیشتر از آن لحاظ اقتصادی مقرون بوده و توصیه می‌شود. مشکلات مربوط به تهیه و مدیریت کارگر جهت کاشت زعفران و بالا بودن دستمزد کارگری در سال‌های اخیر موجب شده است که کشاورزان استفاده از روش کاشت مکانیزه زعفران را به دلیل انجام به موقع و راحتی کار و هزینه اولیه کمتر بر روش کاشت سنتی ترجیح دهند (Mohtashami et al., 2015).

امروزه استفاده از وسایل، تجهیزات و ماشین ها برای کشاورزی امری ضروری می‌باشد. به جرأت می‌توان گفت که این امکانات از مهم‌ترین نهاده‌های بخش کشاورزی می‌باشند. انتخاب و کاربرد مناسب ماشین‌آلات و منابع تأمین توان، اثر مستقیم و مؤثر بر میزان تولید و افزایش درآمد دارد. به طور کلی، زمانی که توسعه در سایر زمینه-ها دارای محدودیت نباشد، می‌توان از فنآوری ماشین‌های کشاورزی بهره جست و به افزایش تولید، کاهش هزینه‌ها، کاهش سختی کار و اجرای کشاورزی پایدار جهت حفظ محیط زیست دست یافت.

کاربرد ماشین در زراعت زعفران نیز از این امر مستثنی نبوده و با توجه به شرایط جدید، توسعه کاربرد ماشین در مراحل مختلف تولید زعفران (آماده‌سازی زمین، کاشت، داشت و برداشت) از ضروریات می‌باشد. بنابراین کاشت مکانیزه زعفران، در راستای سیاست‌های سازمان تات در خصوص استفاده بهینه از منابع اصلی تولید (خاک و آب)، کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد برای بهره‌برداران و کمک به امنیت غذایی کشور می‌باشد.

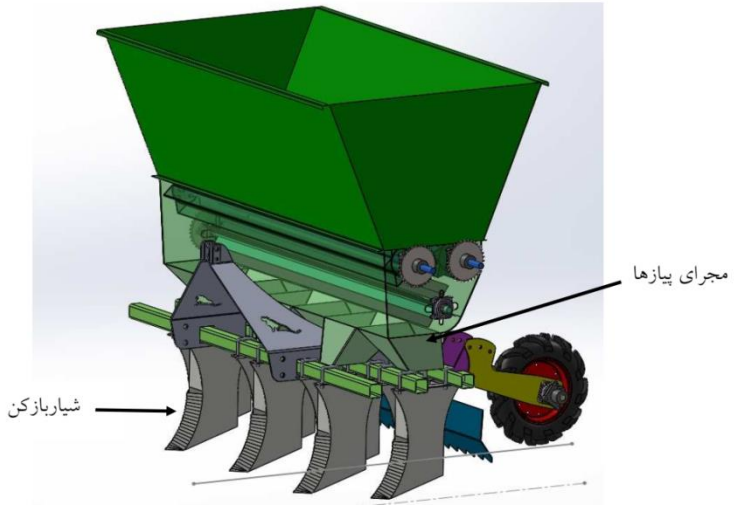
نتایج بررسی اثر عمق‌های مختلف کاشت (۱۰، ۱۵ و ۲۵ سانتی‌متر) و مقادیر مختلف بنه (۷، ۸، ۹ و ۱۰ تن در هکتار) بر عملکرد گل و بنه زعفران نشان داد که اثر متقابل مقادیر مختلف بنه و عمق کاشت تأثیر معنی‌داری بر سایر صفات مورد بررسی گل و بنه زعفران داشت. افزایش مقدار بنه تا ۹ تن در هکتار و کاهش عمق کاشت به ۱۰ سانتی‌متر، سبب افزایش عملکرد گل تر، وزن خشک کلاله، تعداد گل و قطر بنه‌های دختری تشکیل شده در سال اول شد (Moalembenhangi et al., 2019).

با توجه به جایگاه استراتژیک زعفران در کشاورزی ایران و نقش بسزای آن در صادرات جهانی، مکانیزاسیون کاشت نقش بسزایی بر میزان عملکرد و کاهش هزینه‌های تولید آن دارد، لذا هرگونه بررسی که در جهت بالا بردن میزان تولید و کاهش هزینه‌های تولید محصول زعفران انجام گیرد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به نظر می-رسد در صورتی که مسائل فنی تولید این محصول حل شود، تولید این محصول باعث بهبود وضعیت اقتصادی کشاورزان و نیز افزایش کارایی اقتصادی استفاده از نهاده‌ها شود. این آزمایش با هدف بررسی اثر سرعت و تراکم کاشت بر عملکرد زعفران و ظرفیت مزرعه‌ای کارنده و صرفه‌جویی در زمان عملیات کاشت (کاشت به موقع) در شهرستان شاهرود انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی اثر سرعت کاشت و تراکم بنه بر عملکرد زعفران در زمین‌های مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سمنان (شاهرود) انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار در۳ تکرار بود. تیمارها شامل سه سطح سرعت پیش‌روی در سطح ۴، ۵ و ۶ کیلومتر بر ساعت و تراکم کاشت در سه سطح ۷۰، ۱۰۰ و۱۲۰ بنه در مترمربع به مدت دو سال بودند.

عملیات آماده‌سازی زمین در همه تیمارها بطور یکسان و شخم با گاوآهن برگرداندار در عمق ۲۵-۲۰ سانتی-متر، سپس دو دیسک عمود برهم و در نهایت تسطیح زمین بوسیله لولر بود. کود دامی مورد استفاده به میزان ۴۰ تن در هکتار بود. بنه مورد نیاز از استان خراسان رضوی تهیه شد و وزن بنه‌ها حدود ۸-۶ گرم بود. توده بنه‌ها از هم تفکیک شده، خاک و پوشال اضافی آن حذف گردید. کاشت محصول به صورت ردیفی با فاصله بین ردیف۳۰-۲۵ سانتی‌متر توسط کارنده تمام خودکار زعفران انجام شد. نمای کلی کارنده مورد استفاده در پروژه در شکل یک و مشخصات آن در جدول یک آورده شده است.



شکل ۱- نمای کلی کارنده خودکار زعفران

Figure 1- Overview of the automatic saffron operator

جدول ۱- مشخصات فنی ماشین کارنده

Technical specifications of the planting machine

شرکت سازنده Manufacturer	توان موردنیاز اسب بخار Power (hp)	تراکم کاشت تن در هکتار Density (tha^{-1})	عمق کاشت سانتی‌متر Depth (cm)	فاصله ردیف سانتی‌متر Row (cm)	عرض کار سانتی‌متر Width (cm)	نام ماشین Name
زرین‌بوجار رضوی Zarrin bujar	75	5-10	15-25	25-30	210	پیازکار خودکار زعفران Automatic planter

در هـر کرت فاصـله روی ردیـف بنه‌ها (پیاز زعفران) بـا توجه به تراکم مورد نیاز محاسبه و اعمال شد. هر کرت به طول ۳۰ و عرض ۴ متر انتخاب شد. عملیات داشت (آبیاری، کوددهی و مبارزه با علف‌های هرز) در همه تیمارها یکسان بود. آبیاری به صورت بارانی رین‌فلت انجـام شـد . اولـین آبیاری (آب گل) بر اساس متوسط دمای هوا در شبانه روز (کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت) در مهرماه انجام شد. و پس از پایان جمع‌آوری گل در نیمه دوم آبان ماه آبیاری دوم (زاج آب) و در نیمه دوم اردیبهشت، آبیاری پایان فصل (زردآب) انجام شد. کودهای شیمیایی پایه بر اساس توصیه آزمایشگاه خاک و آب (۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار) قبل از کاشت به خاک اضافه شد. برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش سوپر گالانت به میزان یک لیتر در هکتار استفاده شد. فاکتورهای فنی موردبررسی شامل ظرفیت مزرعه‌ای، زمان انجام عملیات و مصرف سوخت اندازه‌گیری شد.

سرعت عملیات کاشت با اندازه‌گیری زمان لازم جهت طی مسافت ۳۰متر با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Sessiz et al., 2008).

$$s = \frac{x}{t} \times 3.6 \qquad (۱)$$

که در آن S = سرعت پیشروی (کیلومتربرساعت)، X=مسافت پیموده شده (متر) و t =زمان طی مسافت (ثانیه) می‌باشند.

به منظور محاسبه بازده مزرعه‌ای، یک قطعه زمین (به مساحت یک هکتار) انتخاب و کل زمان لازم برای کاشت این سطح، زمان مفید و زمان‌های غیرمفید (دورزدن، پرکردن مخزن) اندازه‌گیری شده و با استفاده از رابطه ۲ بازده مزرعه‌ای محاسبه گردید (Almasi etal., 2008):

$$e = \frac{T_u}{T_t} \times 1006 \qquad (۲)$$

که در آن e= بازده مزرعه‌ای (درصد)، T_u =زمان مفید (دقیقه) و T_t =زمان کل (دقیقه) می‌باشند.

با توجه به سرعت پیش‌روی وعرض کار ماشین کارنده ظرفیت مزرعه‌ای موثر از رابطه ۳ محاسبه شد.

$$C_e = \frac{s \times w \times e}{10} \quad (۳)$$

که در آن C_e = ظرفیت مزرعه‌ای موثر (هکتار بر ساعت)، S =سرعت پیشروی (کیلومتردرساعت)، w = عرض کار (متر) می‌باشند.

مجموع وزن خشک کلاله‌های برداشت شده در طی دوره گلدهی به عنوان عملکرد زعفران در هر کرت ثبت شد. برداشت گل و جداسازی کلاله‌ها در آزمایش در ماه مهر و آبان انجام شد، همزمان با شروع گلدهی نمونه‌برداری از کرت‌های آزمایشی در ساعات اولیه روز انجام شد و در هر کرت با حذف حاشیه (از ۳ مترمربع) گل‌های ظاهر شده بصورت روزانه جمع‌آوری شده و سپس جهت شمارش و توزین و سایر اندازه-گیری‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از آنالیز واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار MSTATC، مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام شد. در نهایت، تراکم بنه و سرعت کاشت مناسب زعفران تعیین شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تجزیه واریانس مرکب داده‌ها در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

اثر سال

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به صفات موردبررسی نشان داد که اثر سال کاملا معنی-دار (در سطح یک درصد) بود (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

Table 2. Results of compound variance analysis (mean square) of traits in 2022 and 2023

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	گل در مترمربع (تعداد) $Flowerm^{-2}$	وزن گل تر (گرم) Weight of wet flower (g)	گل بدون کلاله (گرم) Weight of flower (g)	وزن کلاله (گرم) Weight of sigma (g)	
					تر Wet	خشک Dry
سال Year	1	8091**	1139.2**	835.7**	32.5**	0.5**
تکرار× سال Y×R	4	455.3	78.2	48.5	1.82	0.05
سرعت کاشت Speed	2	155.7	15.5	21.3	0.61	0.01
سال× سرعت Y × S	2	507.5	80.3	60.5	2.27	0.021
تراکم کاشت Density	2	919.5**	148.5**	88.4*	3.2*	0.11*
سال×تراکم Y × D	2	215.8	36.4	14.9	1.65*	0.02*
سرعت ×تراکم S×D	4	592.5*	92.1*	66.8*	1.59*	0.01*
سرعت ×تراکم× سال D× S×Y	4	508.1*	81.2*	62.7*	1.53*	0.07 *
خطا Error	32	164.9	24.9	20.8	0.675	0.04
ضریب تغییرات (٪) C.V (%)		21.6	21.7	22.2	21.5	17.7

ns، * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد.

ns, * and ** are no significant and significant at the 0.05 and 0.01, respectively.

جدول ۳. اثر سال بر میانگین ها و گروه بندی صفات مورد بررسی در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

Table 3. Effect of the year on the averages and grouping of traits in the years 2022 and 2023

وزن کلاله (گرم) Weight of sigma (g)		وزن گل بدون کلاله (گرم در مترمربع)	وزن گل تر (گرم در مترمربع)	گل در مترمربع (تعداد)	اثر سال
خشک Dry	تر Wet	Flower without stigma (gm^{-2})	Weight of wet flower (gm^{-2})	$Flowerm^{-2}$	Year
0.17 b	1.8 b	16.6 b	18.5 a	47.2 b	1
0.37 a	3.5 a	23.9 a	27.6 a	71.6 a	2

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

In each column, the averages with the same letters do not have a significant difference according to Duncan's test at the 5% probability level

جدول ۴. مقایسه میانگین ها و گروه بندی صفات مورد بررسی در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

Table 4. Comparison of averages and grouping of traits in the years 2022 and 2023

وزن کلاله (گرم) Weight of sigma (g)		وزن گل بدون کلاله (گرم در مترمربع)	وزن گل تر (گرم در مترمربع)	گل در مترمربع (تعداد)	سرعت کاشت (کیلومتر بر ساعت)
خشک Dry	تر Wet	Flower without stigma (gm^{-2})	Weight of wet flower (gm^{-2})	$Flowerm^{-2}$	Speed ($kmhr^{-1}$)
0.126 a	1.74 a	15.6 a	17.3 a	44.2 a	4
0.114 a	1.8 a	16.2 a	17.99 a	45.9 a	5
0.128 a	1.96 a	18.11 a	20.1 a	48.3 a	6

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

In each column, the averages with the same letters do not have a significant difference according to Duncan's test at the 5% probability level

جدول ۵. مقایسه میانگین ها و گروه بندی صفات مورد بررسی در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

Table 5. Comparison of averages and grouping of traits in the years 2022 and 2023

وزن کلاله (گرم) Weight of sigma (g)		وزن گل بدون کلاله (گرم در مترمربع)	وزن گل تر (گرم در مترمربع)	گل در مترمربع (تعداد)	تراکم کاشت
خشک Dry	تر Wet	Flower without stigma (gm^{-2})	Weight of wet flower (gm^{-2})	$Flowerm^{-2}$	Density
0.21 b	2.27 c	18.2 b	20.6 b	53.2 b	70
0.25 ab	2.67 b	19.7 b	22.4 b	57.7 b	100
0.28 a	3.07 a	23.1 a	26.1 a	67.2 a	120

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

In each column, the averages with the same letters do not have a significant difference according to Duncan's test at the 5% probability level

بیشترین (۷۱/۶) و کمترین (۴۷/۲) میانگین تعداد گل در مترمربع به ترتیب در سال ۱۴۰۲ و ۱۴۰۱ حاصل شد (جدول ۳). تعداد گل کمتر و به تبع آن وزن گل، کلاله و عملکرد محصول کمتر در سال‌های اول آزمایش امری طبیعی می‌باشد، چون میزان گل تولیدی زعفران با توجه به انجام آبیاری و تغذیه آن در سال قبل بستگی دارد و در سال اول فرصت کافی برای تولید گل وجود ندارد و چنانچه کاشت به موقع انجام شود فقط بنه‌های درشت گل تولید می‌کنند و در سال‌های بعدی (از سال سوم تا ششم) بیشترین گل تولید می‌شود. نتایج این آزمایش این موضوع را تایید می‌کند، نتایج مشابه توسط دیگران گزارش شد (Khazaei et al., 2013).

اثر سرعت پیش‌روی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به صفات موردبررسی (تعداد گل در مترمربع، وزن گل تر، وزن کلاله به صورت خشک و تر) در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ نشان داد که اثر سرعت پیش‌روی دستگاه کارنده خودکار زعفران بر هیچ یک از صفات موردنظر آزمایش معنی‌دار نبود (جدول ۲). عدم تاثیر سرعت پیش‌روی ماشین‌های کاشت بر عملکرد آنها (مستقل بودن عملکرد دستگاه از سرعت پیش‌روی آن)، یکی از مزایای مهم ماشین‌های کاشت می‌باشد. نتایج حاصل از این آزمایش نیز موید این مزیت در کارنده زعفران می‌باشد. چون نیروی محرک موزع کارنده زعفران مانند سایر ماشین‌های کاشت از چرخ خود دستگاه تامین می‌شود، بنابراین سرعت دستگاه مستقل از سرعت حرکت تراکتور و لغزش مربوط به چرخ‌های آن می‌باشد. میانگین صفات مختلف جهت مقایسه در جدول ۴ نشان داده شده است.

اثر تراکم کاشت بر صفات موردبررسی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به صفات موردبررسی (تعداد گل در مترمربع، وزن گل و وزن کلاله) در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ نشان داد که از نظر تراکم کاشت اختلاف معنی‌دار (سطح یک درصد) وجود داشت (جدول ۳). تعداد گل در مترمربع از اجزای مهم عملکرد محصول زعفران است. نتایج میانگین دو ساله آزمایش نشان داد، بین تیمارهای آزمایشی از نظر این پارامتر تفاوت معنی‌دار (در سطح یک درصد) وجود داشت (جدول۲). به طوری‌که تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع با متوسط ۶۷/۲ گل در مترمربع در گروه آماری برتر قرار گرفت و تراکم‌های ۱۰۰ و۷۰ بنه در مترمربع به ترتیب با متوسط ۵۷/۷ و ۵۳/۲ گل در مترمربع در گروه آماری بعدی قرار گرفتند (جدول ۵). نتایج مشابه توسط دیگران گزارش شد (Pazoki et al., 2017 ؛ Koocheki, 2022).

نتایج نشان داد، بین تیمارهای آزمایشی از نظر وزن گل در مترمربع تفاوت معنی‌دار آماری (در سطح یک درصد) وجود داشت (جدول۲). بین تراکم‌های مختلف بنه، بیشترین وزن گل (۲۶/۱ گرم در مترمربع) مربوط به تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع بود. در تراکم‌های ۱۰۰ و ۷۰ بنه در مترمربع، وزن گل تولیدی به ترتیب ۲۲/۴ و ۲۰/۶ گرم در مترمربع بود (جدول ۵). هرچند در تراکم بیشتر رقابت بین بنه‌ها بیشتر می‌باشد، اما به دلیل تعداد بنه بیشتر و به تبع آن تعداد گل بیشتر در واحد سطح بیشتر، وزن گل در تراکم ۱۲۰ نسبت به تراکم‌های ۱۰۰ و ۷۰ بنه در واحد سطح بیشتر بود. نتایج مشابه توسط دیگران گزارش شد (Mollafilabi et al., 2016). عملکرد محصول (کلاله خشک) تابعی از تعداد و وزن گل می‌باشد. بیشترین میانگین عملکرد محصول (۲/۸ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع بود و تراکم‌های ۱۰۰ و ۷۰ بنه در مترمربع به ترتیب دارای عملکرد ۲/۵ و ۲/۱ کیلوگرم در هکتار بودند (جدول ۵). هرچند ممکن در تراکم بنه کمتر، وزن تک گل بیشتر باشد، ولی در تراکم بیشتر چون تعداد گل در واحد سطح بیشتر می‌باشد، عملکرد محصول بیشتر خواهد بود. نتایج مشابه توسط دیگران گزارش شد (Mardani ؛ Tavakoli kakhki, 2017 Koochaki et al., 2012؛ Asal etal., 2017).

ظرفیت مزرعه‌ای و میزان مصرف سوخت

چون عملیات آماده‌سازی زمین و خاک‌ورزی و آماده‌سازی بنه و انتقال آن به مزرعه در همه تیمارها یکسان اعمال شد، بنابراین از آوردن اطلاعات خاک‌ورزی صرف‌نظر شد و فقط فاکتورهای مربوط به عملیات کاشت (ظرفیت مزرعه‌ای و میزان مصرف سوخت ادوات و ماشین‌های مورد استفاده در آزمایش) آورده شد (جدول ۶).

بازده زراعی دستگاه‌های کارنده‌ها، بویژه ردیفکارها حدود ۸۰-۹۰ درصد می‌باشد، اما در این آزمایش راندمان کارنده زعفران کم (۶۴ درصد) گزارش شده است، دلیل آن اتلاف زمانی زیاد در رساندن بنه به دستگاه می‌باشد (بازده زراعی تابعی از زمان‌های مفید و غیرمفید می‌باشد). نتایج مشابه توسط دیگران گزارش شد (Saiedirad et al., 2021؛ Almasi et al., 2008). چنانچه کارگر و وسیله حمل بنه کافی در دسترس باشد و بنه‌ها به موقع به کارنده رسانده شوند، چون میزان ریزش بنه توسط موزع قابل تنظیم بوده و نیروی محرک موزع از چرخ کارنده تامین می‌شود، بازده زراعی و ظرفیت مزرعه‌ای موثر کارنده قابل افزایش می‌باشد. زمان انجام عملیات کاشت و سوخت مصرفی تراکتور به ترتیب ۱/۵ ساعت بر هکتار و ۲۳ لیتر در هکتار محاسبه شد (جدول ۶). با توجه به

کارآیی بالای دستگاه کاشت، استفاده از کارنده تمام خودکار علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف سوخت، موجب کاهش زمان عملیات کاشت و انجام به موقع آن می‌شود. نتایج مشابه توسط پژوهشگران دیگر گزارش شد (Shahhoseini et al., 2020).

جدول ۶. ظرفیت مزرعه‌ای، زمان انجام عملیات و میزان مصرف سوخت در عملیات کاشت

Table 6. Field capacity, operation time and fuel consumption in mechanized and traditional planting

نام ماشین Name	بازده زراعی (درصد) Efficiency (٪)	ظرفیت مزرعه‌ای موثر (هکتار بر ساعت) F.C ($hahr^{-1}$)	زمان انجام عملیات (ساعت برهکتار) Time (hr)	مصرف سوخت (لیتر بر هکتار) Fuel (Lha^{-1})
پیازکار خودکار زعفران Automatic planter	64	0.67	1.5	23

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه حاکی از تأثیر معنی‌دار مقادیر مختلف بنه بر اجزای عملکرد گل بود. به طوری که افزایش مقدار بنه کاشته شده تا سقف ۱۲۰ بنه در متر مربع، سبب افزایش عملکرد گل تر و خشک کلاله و تعداد گل شد. هرچند اثر سرعت دستگاه کاشت بر عملکرد زعفران موثر نبود. اما استفاده از کارنده تمام خودکار زعفران با سرعت کاشت ۵ کیلومتر در ساعت، موجب افزایش ظرفیت مزرعه‌ای موثر دستگاه شد. افزایش ظرفیت مزرعه‌ای موجب کاهش زمان انجام عملیات کاشت (انجام به موقع عملیات کاشت) و کاهش هزینه‌های کارگری می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد، انتخاب تراکم ۱۲۰ بنه در مترمربع و استفاده از دستگاه کارنده به عنوان جایگزین کاشت سنتی، موجب افزایش عملکرد عملکرد گل زعفران و افزایش درآمد بهره‌برداران خواهد شد.

موارد ذیل پیشنهاد می‌شود.

- با توجه به اینکه در مناطق مختلف زعفران در سطوح کوچک کاشته می‌شود. لذا ساخت کارنده‌های با عرض کار کوچک‌تر و متناسب با سطح مزارع هر منطقه توصیه می گردد.
- چون زمان زیادی جهت پرکردن متعدد مخزن تلف می‌شود، بنابراین افزایش حجم مخزن می‌تواند در کاهش اتلاف زمانی و بهبود بازده زراعی و ظرفیت مزرعه‌ای موثر دستگاه مفید و موثر باشد.

منابع

Abbasi, K, Almassi, M., Borghaei, A., and Minaee,S. 2014. Modeling of yield estimation for the main crops in Iran based on mechanizationindex. Journal of Agricultural Machinery 4:344-351. (In Persian with English Summary).

Almasi, M., Kiani, S., Loveymi, Naeem. 2008. Basics of agricultural mechanization. Publications of Hazrat Masoumeh (AS). Qom.

Aminifard, MH., Shakeri, M., Behdani, MA., Tabatabaei, SJ. 2022. Effect of Height Plant Density and Corm Weight on Vegetative, Reproductive and Photosynthetic Pigments of Saffron (Crocus sativus L.). Journal of Saffron Research. 10 (1): 1-13.

Hatefi Farajian, MH., Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S. 2023. Investigating the Situation of Saffron Farmers and Agricultural Factors Effective in Saffron Yield in Khorasan Provinces. Journal of Saffron Research. 22 (2): 362-380.

Khazaei, M., Monfared, M., Kamgar Haghighi, A.A., Sepaskhah, A.R., 2013. The trend of change for weight and number of saffron corms as affected by irrigation frequency and method in different years. Journal of Saffron Research. 1 (3): 48-56 (In Persian with English Summary).

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).

Koochaki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., and Mohammad Abadi, A.A. 2012a. An evaluation of the effect of saffron (Crocus sativus L.) corm planting rate and pattern on the crops performance. Iranian Journal of

Horticultural Science 42: 379-391.

Mardani Asal, S. A., Mohadi Dehnavi, M., Salehi, A., Yadavi, A. 2017. Effect of onion density and weight on saffron yield under apple tree shade. Saffron Research Journal. 6 (1): 102-89.

Moalem Benhangi, F., Rezvani Moghadam, P., Asadi, Q., Khorram Del, S. 2018. The effect of different levels of planting depth and different amounts of corms on the performance of saffron flowers and corms. Journal of Saffron Agriculture and Technology. 7 (1): 55-67.

Mohtashami, T., Karbasi, A., Zandi, B. 2015. Economic analysis of production and comparison of technical efficiency of small and large saffron farms in Razavi Khorasan province. Journal of Saffron Agriculture and Technology. 4 (3): 119-132.

Mollafilabi, A., Kochchi, A., Rezvani Moghadam, P., Nasiri Mahalati, M. 2016. The effect of corm density and type of planting medium on flower yield and stigma components of saffron (Crocus sativus L.). Agricultural Ecology. 9 (2): 326-341.

Naderi Mayoun, R. 2012. The influence of agricultural mechanization on yield and waste
reduction production of rice (The Atrak village Shalikaran of Moneh and Samal ghan of north Khorasan). Quarterly Journal of Human Geography 3: 1-16. (In Persian with English summary).

Pazoki, A., Kariminejad, M., Foladi, A. 2017. Effect of Corm Density on Yield and Qualitative Traits of Saffron (Crocus sativus L.) under Different Urea and Biological Fertilizers in Shahr-e-Rey Region. journal of crop ecophysiology. 11 (42): 315-330.

Saiedirad, MH., Mehdinia, A., Zarifneshat, S. 2021. Challenges and solutions for the development of saffron farming mechanization. Promotional magazine of saffron. 3 (1): 17-24.

Sessiz, A., Sogut, T., Alp, A., Esgici, R. 2008. Tillage effects on sunflower (HELIANTHUS ANNUUS) emergence, yield, quality and fuel consumption in double cropping system. Journal of Central European Agriculture, 9 (4): 697–709.

Shahhoseini, HR., Ramroodi, M., Kazemi, H. 2020. Evaluation and comparison of the sustainability of autumn and spring potato crops using energy analysis (Case study: Golestan province). Scientific Journal of Agricultural Research and Sustainable Production. 30 (4): 265-279.

Tavakoli kakhki, HR., Sediqi, A., Qeisari, Y. 2017. Analysis of the response surface of the effect of seed density and seed weight on the quantitative characteristics of saffron seed production in the climatic conditions of South Khorasan (Gonabad case study). 10th National Horticultural Science Congress of Iran. 18 September, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

COPYRIGHTS
© 2024 by the authors. Published by University of Birjand – Saffron Research Group. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)