نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۴ شماره ۳ / پاییز ۱۴۰۳/ صفحات ۲۶۱-۲۵۱

Corm Production and Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.) under Different Drainage Depths and Distances in Sari Plain Conditions

Faezeh Zaefarian[1*], Abbas Jalali[2], Hamed Kaveh[3], Fatemh Delavarnia[4]

Received: 23 June 2023 Accepted: 31 August 2023
1- Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
2- Researcher of Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Mazandaran, AREEO, Sari, Iran.
3- Assist. Prof., Dept. of Plant Production and Researcher at Saffron Institute, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran.
4- MSc. Graduated Student of Agronomy Dept., Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
*Corresponding Author Email: fa.zaefarian@sanru.ac.ir

Abstract

Objective & Background: The purpose of this research is to evaluate the leaf weight and area, corm production, flower and dry stigma yield of saffron at different drainage depths and distances and to provide a suitable method of annual cultivation of saffron corm in plain and coastal areas of Sari.

Materials and Methods: In order to evaluate the effect of different drainage depths and distances on vegetative and reproductive traits of saffron, an experiment was conducted in the Research Farm of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University during 2021-2022 on randomized complete blocks as split plots design with three replications. The treatments included drainage depths (furrow depth) of 15, 30 and 45 cm in the main plots and three drainage distances (ridge width) of 50, 100 and 150 cm in the subplots. The measured traits included leaf length, number of leaves, leaf area index, number and weight of daughter corms, as well as the number and flower yield and dry stigma yield.

Results: The results showed that the maximum leaf weight, leaf length, and leaf area index were 1.76 g, 48.66 cm, and 0.757 cm, respectively, at a drainage distance of 100 cm and at a depth of 45 cm. In addition, the highest number and weight of corm above 8 g (354.4 and 1571.4 $g.m^{-2}$, respectively) was obtained in the treatment of 45 cm drain depth and 100 cm drain distance. According to the results, the highest number of flowers, flower yield and stigma yield were respectively 143.37 $flower.m^{-2}$, 43.01 and 0.323 $g.m^{-2}$ in the deepest drain, i.e. 45 cm deep and 100 cm drain distance, which no statistically significant difference was observed between the mentioned treatment and the treatment of 45 cm drain depth and 150 cm drain distance, as well as 30 cm drain depth and 100 cm drain distance treatment.

Conclusion: In general, the results showed that drainage with a depth of more than 30 cm could play a significant role in improving the index of saffron leaf surface, increasing the weight of daughter corms, increasing the average weight of saffron corm, and increasing the quantity of reproductive traits, especially dry stigma yield. Considering the best yield of the field, among the treatments, the treatment of 30 cm drain depth and 100 cm drain distance can have the best effect on the vegetative and reproductive characteristics of saffron in this region.

Keywords: Annual Planting, Leaf Area Index, Vegetative Traits, Weight of Daughter Corm

DOI: 10.22034/SAPS.2023.57245.3072

بنه‌زایی و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) تحت تاثیر عمق و فواصل مختلف زهکشی در شرایط دشت ساری

فائزه زعفریان[۱]، عباس جلالی[۲]، حامد کاوه[۳]، فاطمه داورنیا[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۹

۱- استاد گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران - ۰۹۱۱۷۱۱۰۰۸۲
۲- محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
۳- استادیار گروه تولیدات گیاهی و پژوهشگر پژوهشکده زعفران، دانشگاه تربت حیدریه. تربت حیدریه، ایران.
۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
*مسئول مکاتبه: Email: fa.zaefarian@sanru.ac.ir

چکیده

اهداف: هدف از اجرای این تحقیق ارزیابی اثر عمق و فواصل مختلف زهکشی بر وزن و سطح برگ، تولید بنه و عملکرد گل و کلاله زعفران و ارائه شیوه مناسب کشت یک‌ساله بنه زعفران در نواحی دشت و ساحلی شهرستان ساری می‌باشد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور ارزیابی اثر عمق و فواصل مختلف زهکشی بر برخی صفات رویشی و زایشی زعفران، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۴۰۰ به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل: عمق‌های زهکش (عمق جوی) ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر در کرت‌های اصلی و سه فاصله زهکش (عرض پشته) ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر در کرت‌های فرعی بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل طول برگ، تعداد برگ، شاخص سطح برگ، تعداد و وزن بنه‌های دختری، تعداد گل، عملکرد گل و عملکرد کلاله خشک بود.

یافته‌ها: بر اساس نتایج بیشترین میزان وزن برگ، طول برگ و شاخص سطح برگ به‌ترتیب معادل ۱/۷۶ گرم، ۴۸/۶۶ سانتی‌متر و ۰/۷۵۷ در فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متری و در عمق ۴۵ سانتی‌متری به‌دست آمد. همچنین بیشترین تعداد و وزن بنه‌های بالای ۸ گرم (به‌ترتیب ۳۵۴/۴ و ۱۵۷۱/۴ گرم در متر مربع) در تیمار عمق زهکش ۴۵ سانتی‌متر و فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متر بدست آمد. براساس نتایج بالاترین تعداد گل، عملکرد گل و عملکرد کلاله خشک به‌ترتیب معادل با ۱۴۳/۳۷ گل در متر مربع، ۴۳/۰۱ و ۰/۳۲۳ گرم در متر مربع در عمیق‌ترین زهکش یعنی عمق ۴۵ سانتی‌متری و فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متری مشاهده شد که البته اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمار مذکور و تیمار عمق زهکش ۴۵ و فاصله زهکش ۱۵۰ سانتی‌متری و همچنین تیمار عمق زهکش ۳۰ و فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متری مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی، نتایج نشان داد که زهکشی با عمق بیش از ۳۰ سانتی‌متر می‌تواند در بهبود شاخص سطح برگ زعفران، افزایش وزن بنه‌های دختری تولید شده، افزایش متوسط وزن بنه زعفران و افزایش کمیت صفات زایشی بخصوص عملکرد کلاله خشک نقش به‌سزایی داشته باشد. با درنظر گرفتن بهترین بازدهی مزرعه، در بین تیمارها، تیمارهای با عمق زهکش ۳۰ سانتی‌متر و فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متر می‌تواند بهترین اثر را در صفات رویشی و زایشی زعفران در این منطقه دشت ساری را داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، صفات زایشی، کشت یکساله، وزن بنه‌های دختری

مقدمه

زعفران یکی از گران‌بهاترین و اقتصادی‌ترین محصولات کشاورزی در ایران و ارزشمندترین ادویه جهان به‌شمار می‌آید. گیاه زعفران از جنس *Crocus* متعلق به خانواده Iridaceae می‌باشد. نزدیک به ۹ گونه از این جنس در ایران وجود دارد که فقط گونه *sativus* *Crocus* ارزش اقتصادی داشته و مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. این گونه اتوتریپلوئید بوده و به‌همین سبب از نظر تکثیر جنسی و تولید بذر، عقیم محسوب می‌گردد. از نظر پهنه‌بندی گیاه‌شناسی این گیاه متعلق به غرب آسیا و منطقه مدیترانه و به‌نوعی در منطقه ایران و توران پراکنده شده است. پاییز و زمستان‌های سرد به‌همراه تابستان‌های گرم همراه با میزان بارندگی پایین از خصوصیات بارز این مناطق محسوب می‌گردد (شریعتمداری و همکاران ۲۰۱۸). زعفران می‌تواند بسته به شرایط آب و هوای منطقه کشت شده از ۸ الی ۱۴ سال به‌روند تولیدی خود ادامه دهد. با این وجود، زعفران در برخی از مناطق دنیا به‌ویژه در ایتالیا به‌عنوان گیاهی یک‌ساله مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (کومار و همکاران ۲۰۰۹).

به‌طورکلی، فنولوژی زعفران بر اساس رشد اندام‌های زیرزمینی در سال اول دارای شش مرحله می‌باشد که به‌ترتیب شامل مرحله رکود (اواخر اردیبهشت تا اواخر مهر)، دوره گلدهی (اواخر مهر تا اواخر آبان)، تشکیل و آغاز رشد بنه‌های دختری (اواخر آبان تا اواخر آذر)، مرحله میانی رشد بنه‌های دختری (اواخر آذر تا اواخر دی)، مرحله نهایی رشد بنه‌های دختری (اواخر دی تا اواخر فروردین) و در پایان تحلیل رشد ریشه و آغاز دوره رکود (اواخر فروردین تا اواخر اردیبهشت) می‌باشد. در سال‌های بعد نیز مراحل فنولوژی رشد مشابه سال اول می‌باشد؛ با این وجود هر بنه دختری تشکیل شده در انتهای دوره رشد در سال اول، در سال دوم یک بنه مادری تلقی شده و به‌این ترتیب چرخه زندگی گیاه تا حدود ۱۰ سال ادامه می‌یابد (کوچکی و سیدی ۲۰۲۰).

روش کاشت یکی از عوامل تعیین کننده عملکرد گل و عملکرد کلاله خشک زعفران می‌باشد. در آغاز رشد زعفران در فصل پاییز، بارندگی شدید می‌تواند باعث ایجاد تنش غرقاب شود که برای رشد بیشتر گیاهان از جمله گیاهان ژئوفیت همچون زعفران نامناسب است. این تنش در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و بیوشیمیایی از جمله ظرفیت فتوسنتز گیاه، میزان رشد ریشه و شاخساره، میزان تولید زیست توده گیاهی، روابط آب، متابولیسم کربوهیدرات، ساختار سلولی، تغذیه، تعادل بین هورمون‌ها و بیان ژن تأثیر می‌گذارد (رضوانی‌مقدم و همکاران ۲۰۱۲). با توجه به این موارد کشت زعفران در مناطق دشت و ساحلی ساری به‌دلیل وجود بارش فراوان، ماندابی و زهکشی ضعیف اراضی، می‌تواند با محدودیت مواجه شود. میزان بارش فراوان در طی پاییز و زمستان در مناطق ساحلی، بطور کامل نیاز آبی زعفران را برطرف می‌کند و لذا شیوه کاشت در این مناطق نه با نگاه نوع سیستم آبیاری بلکه باید بصورتی باشد که تا حد زیادی از قرارگیری بنه‌های کشت شده در معرض رطوبت بالا و بخصوص از شرایط غرقابی ممانعت کند. لذا، ایجاد سیستم جوی و پشته با هدف ایجاد زهکش و خروج زه‌آب می‌تواند از ایجاد تنش غرقاب بخصوص در ابتدای فصل رشد گیاه ممانعت کند. لذا، میزان عمق جوی یا عمق زهکش و فاصله زهکش‌ها یا عرض پشته‌ها می بایست طوری انتخاب گردد تا ضمن تاثیر حداکثری در بهبود شرایط رشد گیاه، از نظر اقتصادی نیز برای کشاورز مقرون به صرفه باشد. در نتایج مطالعه‌ای در کشمیر در شرایط دیم نشان داد که طویل‌ترین مادگی در گیاه زعفران در روش کاشت بستر برجسته[1] (۴/۶۳ سانتی‌متر) و سپس در روش کاشت مسطح[2] (۴/۲۳ سانتی‌متر) و درنهایت در روش جوی و پشته‌ای (۴/۱۳ سانتی‌متر) در پنج سال متوالی به‌دست آمد. بیشترین وزن تر مادگی در طی سال‌های اول تا پنجم در روش کاشت بستر برجسته (به‌ترتیب ۳۵/۹۵، ۳۷/۴۳، ۳۷/۶۳، ۳۸/۵۴ و ۳۷/۸۹ میلی‌گرم) به‌دست آمد. در مقابل کمترین میزان در روش کاشت بستر مسطح (به‌ترتیب

[1] Raised bed

[2] Flat beds

۳۱/۴۷، ۳۲/۱۳، ۳۴/۳۶، ۳۴/۷۸ و ۳۵/۰۶ میلی‌گرم) مشاهده شد. علاوه‌براین، بیشترین وزن خشک مادگی در روش کاشت برجسته و کمترین وزن خشک مادگی در روش جوی و پشته‌ای دیده شد (کومار و شارما ۲۰۱۷).

نتایج آزمایشی که به‌روش جوی و پشته‌ای با فاصله بین دو پشته ۵۰ سانتی‌متر و ارتفاع پشته ۲۵ سانتی‌متر و بسترهای برجسته و بستر مسطح با ابعاد به‌ترتیب ۱۰×۱/۵ متر مربع با ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و ۱۰×۱/۵ متر مربع بر عملکرد زعفران طی پنج سال متوالی در منطقه کشمیر انجام شد؛ نشان داد که در طی هر پنج سال متوالی وزن تر کلاله بیشتر در روش بستر برجسته (به‌ترتیب ۳۴/۸۰، ۳۵/۴۳، ۳۵/۲۳، ۳۷/۰۸ و ۳۷/۲۵ میلی‌گرم) به‌دست آمد و درمقابل، وزن تر کلاله کمتر در روش بستر مسطح (به‌ترتیب ۳۰/۶۶، ۳۱/۹۳، ۵۷/۳۰، ۳۱/۳۵ و ۵۲/۳۲ میلی‌گرم) رویت گردید. بیشترین تعداد برگ، گل و عملکرد زعفران نیز به‌ترتیب در روش‌های بستر برجسته، روش جوی و پشته‌ای و بستر مسطح مشاهده شد (کومار و شارما ۲۰۱۸). در تحقیقی دیگر که به‌منظور بررسی ارتفاعات مختلف پشته‌ها در کاشت سیب‌زمینی شیرین (*Ipomea batatas*) با سه ارتفاع صفر (شاهد)، ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متری برای پشته‌ها انجام شد، مشاهده شد که اندازه پشته ۳۰ سانتی‌متری در مقایسه با شاهد و ۱۵ سانتی‌متر بیشترین تعداد غده را موجب شد و اندازه پشته ۱۵ سانتی‌متری بیشترین وزن تر شاخساره را در مقایسه با شاهد و پشته ۳۰ سانتی‌متر ایجاد کرد. علاوه‌براین، بیشترین وزن غده نیز در پشته ۱۵ سانتی‌متر حاصل گردید و بالاترین شاخص برداشت نیز با پشته ۱۵ سانتی‌متری به‌دست آمد (تیفانی و همکاران ۲۰۲۰).

لذا، شیوه معمول کشت زعفران به‌صورت کرتی و چندساله، بدون شک به‌دلیل ماندابی و رطوبت زیاد در اراضی ساحلی و دشت ساری با مشکلات و خطرات زیادی از جمله آلودگی‌های قارچی و باکتریایی و پوسیدگی بنه در درازمدت مواجه خواهد شد. بنابراین جهت کاهش خسارت ناشی از ماندابی، بهترین راهکار ایجاد سیستم کشتی است که بتواند آب اضافه یا اصطلاحاً زه‌آب را از سطح مزرعه خارج کند. لذا، روش کشت جوی و پشته و کشت بنه‌های زعفران بر روی پشته احتمالاً می‌تواند شیوه مناسبی برای حل این موضوع باشد. بنابراین، هدف از اجرای این تحقیق ارزیابی رشد زعفران و تولید بنه و عملکرد گل و عملکرد کلاله خشک زعفران در عمق و فواصل زهکشی مختلف و ارائه شیوه مناسب کشت یک‌ساله بنه زعفران در نواحی دشت و ساحلی شهرستان ساری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طول ماه‌های شهریور ۱۴۰۰ تا مهر ماه سال ۱۴۰۱ به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. شهر ساری در استان مازندران، در عرض جغرافیایی °۳۶ و ´۳۷ و طول جغرافیایی °۵۳ و ´۱۱ و ارتفاع ۱۱/۵ متر از سطح دریای آزاد واقع شده است. میانگین رطوبت نسبی سالانه ۷۵ درصد است. شهر ساری دارای اقلیمی نیمه مرطوب با تابستان گرم و زمستان کمی سرد می‌باشد. متوسط بارش سال زراعی (مهر ۱۳۸۰ تا مهر ۱۴۰۰) ۶۲۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۷/۶ درجه سانتی‌گراد، میانگین بیشینه دما ۲۲/۴ و میانگین کمینه دما ۹/۱۲ درجه سانتی‌گراد است (اداره کل هواشناسی استان مازندران، اقلیم دشت ناز www.mazmet.ir). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه پس از نمونه‌گیری از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک در جدول شماره ۱ بیان شده است.

جدول ۱- آنالیز خاک مزرعه تحت کشت در شهرستان ساری

pH	$EC*10^3$ (dS/m)	ماده آلی O.M %	کربن آلی O.C %	نیتروژن کل N %	فسفر P (mg/kg)	پتاسیم K (mg/kg)	بافت خاک		
							درصد شن	درصد سیلت	درصد رس
							لومی شنی		
۷/۵	۰/۸	۲/۵۸	۱/۵	۰/۱۵	۱۲/۷	۱۷۰/۳۳	۵۲	۳۰	۱۸

تیمارهای آزمایش شامل: عمق زهکش (جوی) ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر در کرت‌های اصلی و سه فاصله زهکش (عرض پشته): ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر در کرت‌های فرعی بود. به همین منظور جوی‌هایی بصورت دستی با عمق‌های مورد نظر (عمق زهکش) و عرض پشته‌ها یا فواصل جوی‌های مشخص شده (فاصله زهکش) ایجاد گردید و کاشت بنه‌های زعفران بر روی پشته‌ها انجام شد. عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر، فاصله بین ردیف کاشت بنه‌ها ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین بنه‌ها در روی ردیف کاشت ۵ سانتی‌متر و طول هر ردیف ۲ متر بود. فاصله تکرارها نیز ۲ متر در نظر گرفته شد. بنابراین در هر پشته ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ سانتی‌متری به‌ترتیب ۳، ۵ و ۷ ردیف کشت بنه زعفران با فواصل یکسان کشت شد. بنه‌های مورد نیاز با وزن یکسان و متوسط وزن ۱۰ گرم از منطقه تربت حیدریه واقع در استان خراسان رضوی تهیه شد و کشت در ۲۵ شهریور ماه سال ۱۴۰۰ انجام شد. به‌دلیل بارندگی‌های کافی در طول فصل رشد و تامین نیاز آبی زعفران، آبیاری انجام نشد. وجین علف‌های هرز نیز در دو مرحله (مرحله اول در اوایل آبان ماه و مرحله دوم در اواخر آذر ماه) انجام شد. در انتهای فصل رشد و در زمانی‌که سطح برگ به حداکثر خود رسید، یعنی در اسفند ماه صفاتی مانند طول و تعداد برگ اندازه‌گیری شد و برای این منظور از سطحی معادل ۰/۲ متر مربع گیاه کامل خارج و برای اندازه‌گیری طول برگ به آزمایشگاه منتقل شد. به‌دلیل عدم دسترسی به دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ با دقت بالا، میزان سطح برگ بر اساس طول برگ و با استفاده از معادله ۱ محاسبه گردید (جلالی و همکاران b ۲۰۲۲):

معادله (۱)

$$LA=192.33\exp(L)0.0037$$

در این رابطه LA نشان‌دهنده سطح برگ که در آن L طول برگ بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

و پس از اتمام مرحله رشد رویشی زعفران و در مرحله خواب واقعی در اواخر اردیبهشت ماه، از هر تکرار به مساحت ۰/۲ متر مربع بنه‌ها از خاک خارج و صفاتی شامل: تعداد بنه دختری، وزن خشک بنه دختری اندازه‌گیری شد. جهت محاسبه وزن بنه‌ها از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ استفاده شد. پس از گلدهی زعفران در آبان ماه سال ۱۴۰۱ و برداشت گل‌ها در صبح زود به‌مدت ۳ هفته، اندازه‌گیری صفات زایشی زعفران شامل تعداد، عملکرد گل و عملکرد کلاله خشک در آزمایشگاه انجام شد. در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها به‌ترتیب با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.0 و Excel 2016 و مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

صفات برگ

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات رویشی این آزمایش نشان داد که تیمار عمق زهکش در صفات وزن برگ و طول برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). از طرفی دیگر، وزن برگ تحت تاثیر تیمار فاصله زهکش اختلاف بسیار معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد. علاوه‌براین، اثر متقابل تیمارها بر صفات وزن برگ و طول برگ در سطح احتمال یک درصد و بر شاخص سطح برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد؛ اما تاثیر معنی‌داری بر تعداد برگ مشاهده نشد (جدول ۲).

اثر متقابل تیمارها بر صفات رویشی متوسط وزن برگ، متوسط طول برگ و شاخص سطح برگ، روند مشابهی را نشان دادند؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان هر سه صفت (به‌ترتیب ۱/۷۶ گرم، ۴۸/۶۶ سانتی‌متر و ۰/۷۵۷) در فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متری و در عمق ۴۵ سانتی‌متری به‌دست آمد (جدول ۳). درحالی‌که کمترین میزان (به‌ترتیب ۱/۲۰ گرم، ۳۳/۴۱ سانتی‌متر و ۰/۴۲۷) صفات مذکور در فاصله زهکش ۱۵۰ سانتی‌متری و عمق زهکش ۱۵ سانتی‌متری مشاهده شد. تخلیه سریعتر زه‌آب پشته در نتیجه عمق بیشتر زهکش احتمالا می‌تواند در کاهش تراکم سطحی خاک تاثیرگذار باشد. درحالی‌که عدم تخلیه رطوبت از خاک موجب تشدید غرقابی و ایجاد سله در سطح خاک می‌گردد. بنابراین این احتمال می‌تواند قوی باشد که کاهش تراکم سطحی خاک موجب سهولت خروج جوانه‌ها از سطح خاک و سرعت بیشتر سطح برگ شده باشد که در نتیجه آن منجر به افزایش سطح برگ

در تیمارهای با عمق زهکش بالاتر شده باشد (بهدانی و همکاران ۲۰۱۵).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای آزمایشی روی برخی صفات رویشی زعفران

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن برگ	طول برگ	تعداد برگ	شاخص سطح برگ
تکرار	۲	۰/۰۲۸^{ns}	۳۱/۲۳*	۷۵۴/۴۴*	۰/۰۷۵۶۷*
عمق زهکش	۲	۰/۳۱۳**	۹۹/۳۳**	۴۰۵/۷۰^{ns}	۰/۰۱۷۸۱^{ns}
خطای عامل اصلی	۴	۰/۰۱۵۷^{ns}	۲/۲۴^{ns}	۵۲/۶۹^{ns}	۰/۰۰۱۸۳^{ns}
فاصله زهکش	۲	۰/۱۱۰**	۱۵/۱۱^{ns}	۹۶/۲۱^{ns}	۰/۰۲۲۷۱^{ns}
عمق زهکش×فاصله زهکش	۴	۰/۱۲۴**	۷۸/۵۵**	۲۲۵/۲۸^{ns}	۰/۰۳۴۲۷*
خطای عامل فرعی	۴	۰/۰۰۰۱	۳/۱۴	۷۳/۳۹	۰/۰۰۹۰۸
خطای کل	۲۶	۰/۰۱۵	۵/۳۸	۱۲۶/۰۸	۰/۰۱۰۹۲
ضریب تغییرات (٪)		۸/۷۲	۵/۷۵	۱۲/۲۲	۱۸/۷۳

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم معنی‌داری است.

جدول ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری عمق زهکش × فاصله زهکش بر صفات رویشی

عمق زهکش (cm)	فاصله زهکش (cm)	متوسط وزن برگ (g)	متوسط طول برگ (cm)	شاخص سطح برگ
۱۵	۵۰	۱/۲۴ ^{de}	۴۳/۵۰^{b}	۰/۵۵۷^{bc}
	۱۰۰	۱/۲۲ ^{ef}	۳۸/۱۱^{d}	۰/۵۵۲^{bc}
	۱۵۰	۱/۲۰ ^{f}	۳۳/۴۱^{e}	۰/۴۲۷^{c}
۳۰	۵۰	۱/۶۳ ^{bc}	۳۴/۳۳^{e}	۰/۵۱۰^{bc}
	۱۰۰	۱/۷۱^{ab}	۳۸/۵۵^{cd}	۰/۵۳۰^{bc}
	۱۵۰	۱/۲۹ ^{d}	۴۲/۵۰^{bc}	۰/۶۴۰^{ab}
۴۵	۵۰	۱/۲۵ ^{de}	۴۱/۸۳^{bcd}	۰/۴۸۰^{bc}
	۱۰۰	۱/۷۶ ^{a}	۴۸/۶۶^{a}	۰/۷۵۷^{a}
	۱۵۰	۱/۶۲ ^{bc}	۴۱/۹۷^{bcd}	۰/۵۶۷^{bc}

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

وزن و تعداد بنه‌های دختری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات مربوط به اندازه و تعداد بنه دختری شامل تعداد و وزن بنه‌های زیر ۸ گرم، تعداد و وزن بنه‌های بالای ۸ گرم، متوسط وزن بنه دختری، تعداد کل بنه دختری و وزن کل بنه‌های دختری نشان داد که اثر ساده عمق زهکش و همچنین اثر ساده فاصله زهکش در تمامی صفات مذکور معنی‌دار شد (جدول ۴). همچنین جدول ۴ نشان می‌دهد که اثر متقابل تیمارها نیز بر تمامی صفات به‌جز وزن کل بنه‌های دختری اثر معنی‌داری داشت.

نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد بنه‌های زیر ۸ گرم معادل ۳۴۵/۵ و ۱۱۹/۶ به‌ترتیب مربوط به تیمار عمق زهکش ۱۵ و ۴۵ سانتی‌متری و با فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متری می‌باشد (جدول ۵). این امر نشان می‌دهد با افزایش عمق زهکش تعداد بنه ریز با اندازه کمتر از ۸ گرم کاهش می‌یابد؛ همچنین بالاترین وزن بنه‌های زیر ۸ گرم برابر ۳۷۰/۲ و ۳۶۳/۱ گرم به ترتیب مربوط به عمق زهکش ۴۵ سانتی‌متر و فاصله زهکش ۱۵۰ سانتی‌متر و عمق زهکش

۱۵ سانتی‌متر با فاصله ۱۰۰ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات مربوط به اندازه و تعداد بنه دختری زعفران

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد بنه‌های زیر ۸ گرم	وزن بنه‌های زیر ۸ گرم	تعداد بنه‌های بالای ۸ گرم	وزن بنه‌های بالای ۸ گرم	متوسط وزن بنه دختری	تعداد کل بنه‌های دختری	وزن کل بنه‌های دختری
تکرار	۲	۴۳۰/۷^{ns}	۷۴۵/۴^{ns}	۲۰/۹^{ns}	۲۶۵۵/۴**	۲/۹^{ns}	۲۶۷/۷^{ns}	۲۴۶۲۰/۶*
عمق زهکش	۲	۱۲۰۴۴/۵**	۸۵۳۰/۳*	۶۴۷۵**	۳۵۹۲۹۹/۲**	۲۶/۴**	۶۸۹۲/۱*	۸۲۴۲۲/۸**
خطای عامل اصلی	۴	۹۴۰/۳^{ns}	۱۴۲/۶^{ns}	۱۵/۵۲^{ns}	۳۴۱/۴**	۰/۳^{ns}	۱۲۲۲/۴^{ns}	۵۱۳۱/۹*
فاصله زهکش	۲	۱۱۵۲۲/۹**	۱۴۷۲۵/۸**	۳۹۸۴/۲**	۷۰۴۵۵/۳**	۲۹/۷**	۱۴۸۵۳/۹**	۱۶۵۸۵۱/۴**
عمق زهکش × فاصله زهکش	۴	۳۱۱۹۳/۸**	۴۷۶۰۳/۳**	۵۳۴۶/۷**	۸۹۷۸۰/۹**	۱۸**	۲۷۷۰۸/۸**	۱۴۷۷۸/۵^{ns}
خطای عامل فرعی	۴	۴۳۹/۶	۱۲۴۷/۴	۱۱۴/۸	۲۶۳۱	۱/۲	۲۲۷/۵	۱۳۷۵۲/۵
خطای کل	۲۶	۱۳۷۹/۹	۱۳۸۹/۹	۱۳۰/۳	۲۹۷۲/۴	۱/۵	۱۴۴۹/۹	۱۸۸۸۴/۴
ضریب تغییرات (٪)		۱۴/۸	۱۵/۶	۴/۷	۱/۵	۱۰/۱	۷/۸	۴/۶

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم معنی‌داری است.

جدول ۵- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری عمق زهکش و فاصله زهکش بر صفات مربوط به تعداد و وزن بنه دختری

عمق زهکش (cm)	فاصله زهکش (cm)	تعداد بنه‌های زیر ۸ گرم	وزن بنه‌های زیر ۸ گرم ($g.m^{-2}$)	تعداد بنه‌های بالای ۸ گرم ($g.m^{-2}$)	وزن بنه‌های بالای ۸ گرم ($g.m^{-2}$)	تعداد کل بنه دختری	متوسط وزن بنه دختری (g)
۱۵	۵۰	۲۲۳/۲۱^{b}	۲۱۸/۵۱^{d}	۲۲۸/۵۷^{bc}	۹۶۷/۵۰^{f}	۴۵۴/۴۳^{bc}	۹/۹۶^{c}
	۱۰۰	۳۴۵/۴۷^{a}	۳۶۳/۰۹^{ab}	۲۲۸/۵۷^{bc}	۱۰۵۱/۰۱^{e}	۵۷۴/۰۳^{a}	۸/۸۱^{c}
	۱۵۰	۱۷۶/۴۵^{bcd}	۱۸۳/۸۶^{d}	۲۲۸/۵۷^{bc}	۱۱۴۴/۰۶^{d}	۴۰۵/۰۲^{cd}	۱۲/۵۱^{b}
۳۰	۵۰	۳۳۱/۴۱^{a}	۳۰۸/۹۴^{bc}	۲۳۳/۶۸^{bc}	۱۰۵۸/۷۹^{e}	۵۶۵/۰۹^{a}	۹/۰۳^{c}
	۱۰۰	۱۳۲/۵۶^{cd}	۱۰۹/۷۵^{e}	۲۱۹/۴۱^{c}	۱۴۶۶/۳۱^{b}	۳۵۱/۹۷^{d}	۱۶/۹۱^{a}
	۱۵۰	۱۲۲/۰۳^{d}	۱۹۳/۲۵^{d}	۲۲۸/۵۷^{bc}	۱۲۲۵/۵۲^{c}	۳۵۰/۶۰^{d}	۱۵/۵۱^{a}
۴۵	۵۰	۱۸۴/۷۵^{bc}	۲۹۵/۱۴^{c}	۲۴۰/۰۵^{b}	۱۵۷۱/۴۰^{a}	۴۲۴/۸۰^{bc}	۱۰/۷۹^{ab}
	۱۰۰	۱۱۹/۵۶^{d}	۱۱۲/۲۹^{e}	۳۵۴/۴۰^{a}	۱۵۴۷/۲۴^{a}	۴۷۳/۹۶^{b}	۱۲/۲۱^{b}
	۱۵۰	۲۳۰/۳۸^{b}	۳۷۰/۲۲^{a}	۲۲۸/۵۷^{bc}	۱۲۴۲/۶۹^{c}	۴۵۸/۹۵^{bc}	۱۲/۱۰^{b}

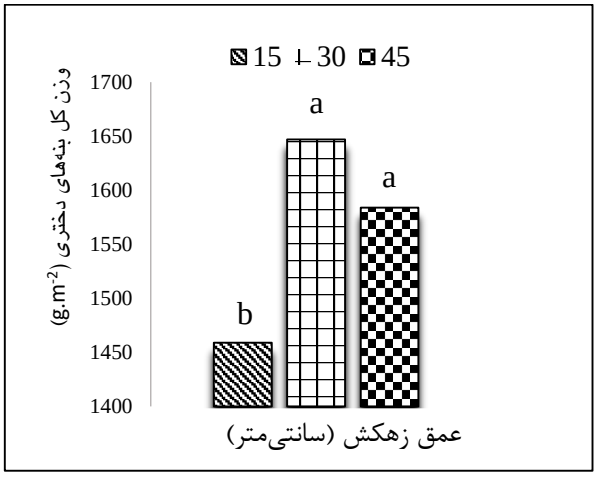
میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

بیشترین تعداد و وزن بنه‌های بالای ۸ گرم (به‌ترتیب ۳۵۴/۴۰ و ۱۵۷۱/۴۰ گرم) در تیمار عمق زهکش ۴۵ سانتی‌متر و فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متر بدست آمد (جدول ۵). یکی از عوامل مهم تولید زعفران، انتخاب بنه و تهیه بنه استاندارد برای کاشت این محصول می‌باشد؛ زیرا عملکرد نهایی بستگی زیادی به نوع بنه مصرفی دارد. تحقیقات نشان می‌دهد یک بنه استاندارد برای کاشت، بنه‌ای با وزن بالای ۸ گرم می‌باشد و بنه‌های زیر ۸ گرم قابلیت گل‌آوری ندارند (جلالی و همکاران ۲۰۲۲ b؛ صحابی و همکاران ۲۰۱۸؛ بهدانی و فلاحی ۲۰۱۵)

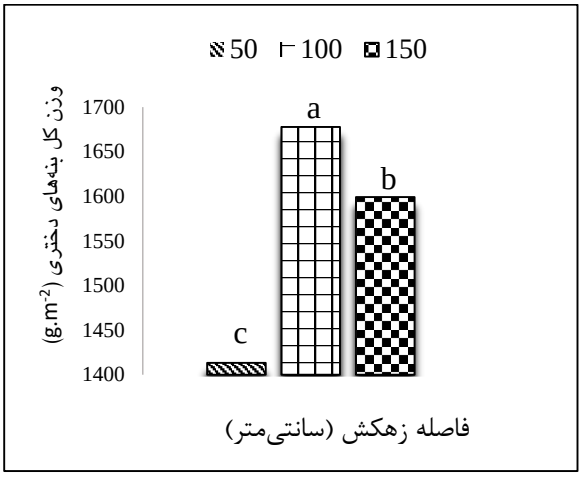
علاوه‌براین، نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد بیشترین تعداد کل بنه دختری (۵۷۴/۰۴) در تیمار عمق زهکش ۱۵ سانتی‌متر و فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متر به‌دست آمد؛ که البته اختلاف معنی‌داری بین تیمار مذکور و تیمار عمق ۳۰ سانتی‌متر و فاصله زهکش ۵۰ سانتی‌متر مشاهده نشد. درحالی‌که تعداد کل بنه‌های دختری در دو تیمار عمق زهکش ۳۰ سانتی‌متر و فواصل ۱۰۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر حدود ۶۰ درصد پایین‌تر نسبت به تیمار حداکثر بدست آمد. نادری درباغشاهی و همکاران (۲۰۰۸) در آزمایش خود مشاهده کردند تعداد بنه در روش جوی و پشته‌ای با ۳۹۱/۸ بنه در متر مربع

به‌طور معنی‌داری از تعداد بنه در روش کرتی با ۳۳۴/۱ بنه در متر مربع بیشتر بود. چون در عمق زهکشی ۵۰ سانتی‌متری تراکم خاک در اطراف بنه مادری کمتر بوده و از طرف دیگر به‌دلیل وضعیت و فاصله مناسب قرارگیری بنه‌ها در بستر کشت، امکان استفاده بیشتر از امکانات محیطی موجود فراهم شده باشد که در نتیجه آن تعداد بنه دختری در این عمق زهکش افزایش یافت (خاوری و همکاران ۲۰۱۶). اما متوسط وزن بنه دختری که صفت بسیار مهمی در ارزیابی تولید بنه برای هر تیمار به‌شمار می‌رود؛ در تیمار عمق زهکشی ۳۰ و فاصله زهکش ۱۰۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر بیشترین مقدار معادل ۱۶/۹ و ۱۵/۵ گرم را به‌خود اختصاص داد و کمترین متوسط وزن بنه دختری نیز مربوط به عمق زهکش ۱۵ و فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متر در حدود ۵۰ درصد وزن کمتر می‌باشد. درواقع این یافته نشان می‌دهد که عمق زهکش ۳۰ سانتی‌متری و با فواصل ۱۰۰ و ۱۵۰ سانتی‌متری توانسته است بهترین شرایط محیطی به‌لحاظ میزان رطوبت و دما برای گیاه بوجود آورد؛ به‌طوری‌که گیاه بتواند در این عمق و فاصله زهکش نسبت به سایر تیمارها، بنه‌های دختری درشت‌تری را تولید کند. برعکس در تیمار عمق زهکش ۱۵ سانتی‌متر و فاصله زهکشی ۱۰۰ سانتی‌متری احتمالا این تیمار نتوانسته است شرایط محیطی مناسب برای رشد و افزایش متوسط وزن بنه‌های دختری فراهم کند. اما اینکه چرا عمق زهکش ۴۵ سانتی‌متری در مقایسه با عمق ۳۰ سانتی‌متری از متوسط وزن بنه پایین‌تری برخوردار می‌باشد، احتمالا علت این امر می‌تواند تخلیه بیشتر رطوبت خاک در نتیجه عمق بیشتر زهکش در این تیمار و عدم وجود شرایط محیطی مناسب در نتیجه کاهش بیش از حد رطوبت و نوسانات بیشتر دمایی در این تیمار باشد (مظلوم علی‌آبادی و همکاران ۲۰۱۸).

اثر عمق زهکش بر صفت وزن کل بنه‌های دختری نشان می‌دهد بیشترین وزن کل بنه‌های دختری معادل ۱۶۴۷ گرم در متر مربع در عمق زهکش ۳۰ سانتی‌متر و کمترین مقدار این صفت معادل ۱۴۵۹ گرم در عمق ۱۵ سانتی‌متری مشاهده شد (شکل ۱). همچنین، بیشترین وزن کل بنه‌های دختری معادل ۱۶۷۷ گرم در متر مربع در فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متر و کمترین وزن کل بنه‌های دختری معادل ۱۴۱۳ گرم در متر مربع در فاصله زهکش ۵۰ سانتی‌متری به‌دست آمد (شکل ۲). به‌عبارت دیگر با افزایش عمق زهکش از ۱۵ به ۳۰ سانتی‌متر و افزایش فاصله زهکش از ۵۰ به ۱۰۰ سانتی‌متر مجموع وزن بنه‌های دختری افزایش یافت. علت این امر احتمالا ایجاد شرایط محیطی مناسب به‌لحاظ میزان رطوبت نسبی و دما در بستر گیاه در نتیجه افزایش عمق زهکش تا ۳۰ سانتی‌متری و افزایش فاصله پشته تا ۱۰۰ سانتی‌متری باشد. این امر دور از انتظار نیست که بستر با عرض ۵۰ سانتی‌متری نسبت به بستر با عرض ۱۰۰ سانتی‌متری از تراکم کمتر بستر و در نتیجه نوسانات دمایی بالاتری برخوردار است. نتایج آزمایش خاوری و همکاران (۲۰۱۶) حاکی از برتری کشت جوی و پشته‌ای بر دو روش کاشت دیگر در افزایش مجموع وزن بنه‌های دختری است، به‌طوری‌که تغییر روش کاشت از جوی و پشته‌ای به نواری و کپه‌ای منجر به کاهش وزن بنه به‌ترتیب با ۱۶/۳۶ و ۱۳/۵۳ درصد شد.



شکل ۱- اثر عمق زهکش بر وزن کل بنه‌های دختری



شکل ۲- اثر فاصله زهکش بر وزن کل بنه‌های دختری

صفات عملکرد

نتایج به‌دست آمده در جدول ۶ حاکی از آن است که اثر ساده عمق زهکش تاثیر معنی‌داری بر صفات زایشی زعفران شامل تعداد گل، عملکرد گل و عملکرد کلاله خشک در سطح احتمال یک درصد دارد. درحالی‌که اثر ساده فاصله زهکش بر هیچ یک از صفات فوق اثر معنی‌داری نداشت و این درحالی است که اثر متقابل عمق و فاصله زهکش بر هر سه صفت ذکر شده معنی‌دار می‌باشد (جدول ۶).

جدول ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات زایشی زعفران

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد گل	عملکرد گل	عملکرد خشک کلاله
تکرار	۲	۱۰/۷۲^{ns}	۰/۹۶^{ns}	۰/۰۰۰۵^{ns}
عمق زهکش	۲	۱۷۴۱۱/۲۴**	۱۵۶۶/۹۸**	۰/۰۸۹۵۸**
خطای عامل اصلی	۴	۸۴/۳۶^{ns}	۷/۵۹^{ns}	۰/۰۰۰۴۲^{ns}
فاصله زهکش	۲	۳۰۶/۲۲^{ns}	۲۷/۵۸^{ns}	۰/۰۰۱۲۷^{ns}
عمق زهکش×فاصله زهکش	۴	۵۰۲/۱۴**	۴۵/۲۱**	۰/۰۰۲۶۰**
خطای عامل فرعی	۴	۵۴/۲۴	۴/۸۸	۰/۰۰۰۲۴
خطای کل	۲۶	۱۳۸/۶۰	۱۲/۴۷	۰/۰۰۰۶۶
ضریب تغییرات (٪)		۷/۳۱	۸/۴۳	۱۰/۸۱

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم معنی‌داری است.

براساس مقایسه میانگین اثر متقابل عمق و فاصله زهکش بر صفات زایشی زعفران، روند مشابهی در تعداد گل، عملکرد گل و عملکرد کلاله خشک مشاهده شد (جدول ۷). به‌طوری‌که کمترین تعداد گل، عملکرد گل و کلاله به‌ترتیب معادل ۴۷/۵۱ گل در متر مربع، ۱۴/۲۵ و ۰/۱۰۶ گرم در متر مربع در عمق زهکش ۱۵ سانتی‌متری و فاصله زهکش ۱۵۰ سانتی‌متری به‌دست آمد؛ که البته اختلاف معنی‌داری در سایر فواصل زهکش (۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر) برای این عمق زهکش (۱۵ سانتی‌متر) مشاهده نشد. درحالی‌که بیشترین تعداد گل، عملکرد گل و عملکرد کلاله خشک به‌ترتیب معادل ۱۴۳/۳۷ گل در متر مربع، ۴۳/۰۱ و ۰/۳۲۳ گرم در متر مربع در عمیق‌ترین زهکش یعنی عمق ۴۵ سانتی‌متری و فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متری مشاهده شد (جدول ۷). البته اختلاف

معنی‌داری از نظر آماری بین تیمار مذکور و تیمار با عمق زهکش ۴۵ و فاصله ۱۵۰ سانتی‌متری و همچنین تیمار عمق زهکش ۳۰ و فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متری مشاهده نشد.

همانطورکه اشاره شد وزن بنه زعفران عملکرد نهایی گل و کلاله را تعیین می‌کند. براساس نتایج جدول ۳، افزایش شاخص سطح برگ در نتیجه افزایش عمق زهکش و همچنین نتایج جدول ۵ با توجه به تولید بیشترین تعداد و وزن بنه‌های بالای ۸ گرم در زهکش‌های با عمق بیشتر و بخصوص تیمار با عمق ۴۵ سانتی‌متر، لذا عملکرد بالاتر گل و کلاله زعفران در این تیمارها دور از انتظار نیست. همچنین تراکم کمتر خاک در این تیمارها و از طرفی کاهش میزان سله خاک، شرایط مناسب‌تری را برای سهولت خروج جوانه از زیر خاک فراهم می‌کند و به این علت، بنه زعفران جهت خروج جوانه گل از بستر خاک انرژی کمتری را صرف نموده و انرژی اندوخته شده بیشتری صرف تولید گل می‌گردد (بهدانی و فلاحی ۲۰۱۵).

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل عمق زهکش × فاصله زهکش بر صفات زایشی زعفران در شرایط مزرعه

عمق زهکش (cm)	فاصله زهکش (cm)	تعداد گل (m^{-2})	عملکرد گل ($g.m^{-2}$)	عملکرد کلاله خشک ($g.m^{-2}$)
۱۵	۵۰	۶۴/۳۴^{d}	۱۹/۳۰^{d}	۰/۱۴۶^{d}
	۱۰۰	۴۸/۵۱^{d}	۱۴/۵۵^{d}	۰/۱۰۶^{d}
	۱۵۰	۴۷/۵۱^{d}	۱۴/۲۵^{d}	۰/۱۰۶^{d}
۳۰	۵۰	۱۲۷/۴۴^{bc}	۳۸/۲۳^{abc}	۰/۲۸۶^{abc}
	۱۰۰	۱۴۱/۰۱^{ab}	۴۲/۳۰^{ab}	۰/۳۱۶^{ab}
	۱۵۰	۱۲۳/۱۸^{bc}	۳۶/۹۵^{bc}	۰/۲۸۰^{bc}
۴۵	۵۰	۱۱۱/۳۹^{c}	۳۳/۴۱^{c}	۰/۲۵۳^{c}
	۱۰۰	۱۴۳/۳۷^{a}	۴۳/۰۱^{a}	۰/۳۲۳^{a}
	۱۵۰	۱۳۱/۳۳^{ab}	۳۹/۴۰^{ab}	۰/۲۹۶^{ab}

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج انتخاب عمق زهکش مناسب بیش از ۱۵ سانتی‌متر و فاصله پشته کمتر از ۱۵۰ سانتی‌متر می‌تواند شرایط مناسبی را برای رشد رویشی و افزایش میزان صفاتی مانند متوسط وزن برگ، متوسط طول برگ و شاخص سطح برگ فراهم کند. به طوری که بتوان میزان این صفات را بطور متوسط تا ۶۰ درصد بهبود بخشید. نتایج نشان داد متوسط وزن بنه دختری که صفت بسیار مهمی در ارزیابی تولید بنه برای هر تیمار به‌شمار می‌رود، با افزایش عمق زهکش می‌تواند تا ۵۰ درصد افزایش یابد. همچنین بر اساس نتایج افزایش عمق زهکشی (۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر) در فواصل مختلف بهترین شرایط محیطی به لحاظ میزان رطوبت و دما برای گیاه بوجود آورد. به‌طوری‌که گیاه توانست بنه‌های دختری درشت‌تری را تولید کند. نتایج مشابهی همچنین برای صفات تعداد گل، عملکرد گل و عملکرد کلاله خشک بدست آمد. بطوری‌که با افزایش عمق زهکش بیش از ۱۵ و با فاصله زهکش۱۰۰ سانتی‌متر حداکثر میزان برای این صفات (به‌ترتیب ۱۴۳/۳۷ گل در متر مربع، ۴۳/۰۱ و ۰/۳۲۳ گرم در متر مربع) به‌دست آمد.

به‌طورکلی، نتایج نشان داد که زهکشی با عمق بیش از ۳۰ سانتی‌متر می‌تواند در بهبود صفات رویشی زعفران از جمله شاخص سطح برگ متوسط وزن بنه دختری و همچنین افزایش کمیت صفات زایشی نقش به‌سزایی داشته باشد. اما از طرفی با توجه به اینکه با افزایش عمق جوی زهکشی، عرض آن نیز ناگزیر افزایش

می‌یابد، بنابراین ایجاد زهکش عمیق‌تر سطح مفید بیشتری را از مزرعه به‌خود اختصاص می‌دهد. لذا، با درنظر گرفتن بهترین بازدهی مزرعه به‌منظور پرورش بنه در دشت ساری، عمق زهکش ۳۰ سانتی‌متر و فاصله زهکش ۱۰۰ سانتی‌متر پیشنهاد می‌گردد. همچنین با توجه به ریسک هجوم آفات و بخصوص بیماری‌های قارچی در فصول گرم سال بویژه تابستان و در نتیجه کاهش مصرف سموم شیمیایی در راستای پایداری سیستم، و از طرفی محدودیت گلدهی زعفران در نتیجه بارش زودهنگام در فصل پاییز و گاهی مواقع در اواخر شهریور که به‌خودی خود اگر با دمای بالاتر از ۱۷ درجه سانتی‌گراد نیز همراه باشد؛ منجر به کاهش عملکرد گل و کلاله در آن سال خواهد شد، و ضمن اینکه بارش باران در زمان گلدهی، خود موجب خسارات کمّی و کیفی به گل و کلاله می‌گردد؛ لذا پیشنهاد می‌شود پرورش بنه زعفران در دشت ساری محدود به رشد رویشی و به‌منظور تولید بنه استاندارد و بالای ۸ گرم صورت گیرد و این بنه تولید شده می‌تواند در مناطقی از استان که شرایط اقلیمی و خاکی مناسب‌تری دارد مانند مناطق مرتفع و ییلاقی، پشت کوه ساری و یا در شرایط هواکشت (کنترل شده) مورد استفاده قرار گیرد تا ضمن ایجاد اشتغال، حداکثر سود را برای کشاورز به‌همراه داشته باشد.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی اجرا شده به شماره قرارداد ۱۳۳۳۱۲ از محل اعتبارات پژوهشکده زعفران دانشگاه تربت حیدریه می‌باشد. لذا نویسندگان این مقاله از حمایت مادی و معنوی پژوهشکده زعفران کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع مورد استفاده

Behdani M A and Fallahi H R. 2015. Saffron (*Crocus sativus* L.): Technical Knowledge Based on Research Approaches. University of Birjand Press. PP.412. (In Persian).

Jalali A, Zaefarian F, Torabi B, Abbasi R. 2022 a. Changes of some growth indices and yield of saffron *(Crocus sativus* L.) in different altitudes. Saffron Agronomy & Technology, 10(3): 195-213. (In Persian). https://doi.org/10.22048/jsat.2022.340439.1460

Jalali A, Zaefarian F, Torabi B and Abbasi R. 2022 b. The Effect of maternal corm weight and planting depth on flower yield and daughter corm of saffron (*Crocus sativus* L.) in Sari plain. Journal of Saffron Research (semi-annual), 10(2): 231-244. [In Persian]. https://doi.org/10.22077/jsr.2022.5568.1194

Khavari A, Behdani MA, Zamani GR and Mahmoodi S. 2016. Effects of planting methods and corm weight on corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in Qaenat region. Journal of Saffron Research, 4(1): 120-133. [In Persian]. https://doi.org/10.22077/jsr.2016.397

Koocheki A and Seyyedi SM. 2020. Nutrition management and farm's age affect saffron daughter corms behavior, nutrients uptake and economic water and fertilizer use efficiency: A large scale on-farm experiment in Torbat Heydarieh, Iran. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 51(9): 1161-1183. https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1751191.

Kumar R. 2009. Calibration and validation of regression model for non-destructive leaf area estimation of saffron (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulturae, 122: 142-145. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.03.019

Kumar R. and Sharma OC. 2018. Enhancing saffron (*Crocus sativus* L.) productivity by land configuration and corm intensity manipulation under Kashmir condition. Indian Journal of Agricultural Sciences, 8(5): 798-804. https://doi.org/10.56093/ijas.v88i5.80098

Mazllom Aliabadi U, Vaezi AR and Nikbakht J. 2019. The role of soil management using straw mulch application in rainfed wheat production under various climatic condition in a semi-arid area. Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 2(13): 552-564. [In Persian].Dor: 20.1001.1.20087942.1398.13.2.24.2

Molina RV, Valero M, Navarro Y, Guardiola JL and Garcia-Luis A. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulturae, 103: 361-379. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.06.005

Naderi-Darbaghshahi MR, Khajabashi SM, Baniateba S and Dehdashti SM. 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].https://sid.ir/paper/20359/en

Rezvani-Moghaddam P, Khorramdel S, Aminghafori A, Shabahang J and Asadi GA. 2012. The effects of mushriimcompost rate and corm density on corm yield and stigma yield of saffron (*Crocus sativus* L.). In 4th International Saffron Symposium. October, 22-25. Kashmir, India. http://www.ivinternationalsaffronsymposium.com

Sahabi H, Jahan M, Koocheki AR and Nassiri-Mahallati M. 2017. Effect of mother corm weight and foliar application of nutrients on flower and corm yield of Spanish and Iranian saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy & Technology 5(2): 123-131. [In Persian]. https://doi.org/10.22048/jsat.2016.40888

Shariatmadari Z. 2018. Physiological and morphological study of saffron corm and flower in response to different irrigation frequency, corm size, organic and NPK fertilizers. Ph.D. Dissertation. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [In Persian].

Tiffani S, Rahmawati N and Setiado H. 2020. Effect of the ridge size on the growth and production of several sweet potato clones (*Ipomoea batatas* L.). International Conference on Agriculture, Environment and Food Security (AEFS) 2019. https://doi:10.1088/1755-1315/454/1/012175.