



## The Effect of Corm Priming Time with Different Levels of Gibberellic Acid on Quantitative and Qualitative Traits of Saffron (*Crocus sativus* L.) in the First Year

Shirin Ansarian Mahabadi<sup>1</sup>, Ali Ahmadi<sup>2\*</sup>, Hossein Moghadam<sup>3</sup> and Seydabdollah Mohammadi<sup>4</sup>

### Article type:

Research Article

### Article history:

Submitted: 10 November 2025

Revised: 30 January 2026

Accepted: 26 February 2026

Available Online: 13 March 2026

### How to cite this article:

Ansarian Mahabadi, Sh., Ahmadi, A., Moghadam, H., and Mohammadi, S. (2026). The Effect of Corm Priming Time with Different Levels of Gibberellic Acid on Quantitative and Qualitative Traits of Saffron (*Crocus sativus* L.) in the First Year. *Saffron Agronomy & Technology*, 13(4), 389-402. <https://doi.org/10.22048/jsat.2026.558779.1576>

### Abstract

One method to improve plant production and control flowering is the use of growth regulators, such as gibberellic acid. In order to investigate the effect of corm priming time of saffron with gibberellic acid (GA3), a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station, University of Tehran, in 2025. Two planting times (late June, late September) and four levels of gibberellic acid (0, 100, 200, and 400 mg.kg<sup>-1</sup>) were considered as treatments in the form of corm priming. The evaluated traits were the number of buds, time to germination, number of flowers, time to flowering, bud-to-flower conversion ratio, dry weight of stigma, and quality traits of saffron stigma. The results showed that priming saffron corms with 100 mg.kg<sup>-1</sup> gibberellic acid in late June significantly ( $\alpha=1\%$ ) increased the number of flowers, the bud-to-flower conversion ratio, and the fresh and dry weights of stigma, crocin, and safranal. However, corm priming in late September with 200 mg.kg<sup>-1</sup> gibberellic acid resulted in a significant increase ( $\alpha=1\%$ ) in the number of buds, number of flowers, stigma length, fresh and dry weight of stigma, and a significant decrease ( $\alpha=1\%$ ) in the time to flowering onset and germination, although in some traits they were in the same statistical group as the 400 mg.kg<sup>-1</sup> level. Overall, the results of this experiment showed that first, corm priming in late June with low levels of gibberellic acid is better, but corm priming in late September with higher levels is beneficial. Secondly, corm priming with 100 mg.kg<sup>-1</sup> of the hormone in late June can increase crocin and safranal levels and yield traits, while priming corms in late September can reduce time to flowering and time to germination and improve flower and corm yield in the first year.

**Keywords:** Growth regulator, medicinal plant, corm dormancy period.

1 – PhD student in Agrotechnology-Physiology of Crop Plants, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran.

2 – Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran.

3 – Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran.

4- PhD in Agronomy-Crop Ecology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, University of Tehran, Tehran, Iran.



Corresponding author email: [ahmadi@ut.ac.ir](mailto:ahmadi@ut.ac.ir)

<https://doi.org/10.22048/jsat.2026.558779.1576>

© 2026, University of Torbat Heydarieh. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial License (CC BY NC 4.0) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>).

مقاله پژوهشی

## تأثیر زمان پرایمینگ بنه با سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر صفات کمی و کیفی زعفران زراعی

(*Crocus sativus* L.) در سال اول

شیرین انصاریان مهابادی<sup>۱\*</sup>، علی احمدی<sup>۲</sup>، حسین مقدم<sup>۳</sup> و سیدعبدالله محمدی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۹ آبان ۱۴۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۰ بهمن ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۷ اسفند ۱۴۰۴

انصاریان مهابادی، ش.، احمدی، ع.، مقدم، ح.، و محمدی، س. ع. (۱۴۰۴). تأثیر زمان پرایمینگ بنه با سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر صفات کمی و کیفی زعفران زراعی (*Crocus sativus* L.) در سال اول. زراعت و فناوری زعفران، ۱۳(۴)، ۳۸۹-۴۰۲.

### چکیده

یکی از روش‌های بهبود تولید و کنترل گلدهی در گیاهان، کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد مانند جیبرلیک اسید است. به منظور بررسی اثر زمان پرایمینگ بنه‌های زعفران با جیبرلیک اسید ( $GA_3$ )، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در سال ۱۴۰۳ به اجرا درآمد. دو زمان کاشت (اواخر خرداد، اواخر شهریور) و چهار سطح جیبرلیک اسید (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) به صورت پرایمینگ بنه به عنوان تیمار مدنظر قرار گرفتند. صفات مورد ارزیابی تعداد جوانه، زمان تا آغاز جوانه‌زنی، تعداد گل، زمان تا آغاز گلدهی، ضریب تبدیل جوانه به گل، وزن خشک کلاله و صفات کیفی کلاله زعفران اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که پرایمینگ بنه‌های زعفران با ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم جیبرلیک اسید در اواخر خرداد به‌طور معنی‌دار ( $\alpha = 1\%$ ) تعداد گل، ضریب تبدیل جوانه به گل، وزن تر کلاله، وزن خشک کلاله، کروسین و سافرانال را افزایش داد اما پرایمینگ بنه در اواخر شهریور با ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم جیبرلیک اسید منجر به افزایش معنی‌دار ( $\alpha = 1\%$ ) تعداد جوانه، تعداد گل، طول کلاله، وزن تر کلاله و وزن خشک کلاله و کاهش معنی‌دار ( $\alpha = 1\%$ ) زمان تا آغاز گلدهی و زمان تا آغاز جوانه‌زنی شد، گرچه در برخی صفات با سطح ۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم یک گروه آماری قرار گرفتند. به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که اولاً پرایمینگ بنه در اواخر خرداد با سطوح کم جیبرلیک اسید بهتر است اما پرایمینگ بنه در اواخر شهریور با سطوح بالاتر مفید است ثانیاً پرایمینگ بنه در اواخر خرداد با سطح ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم می‌تواند علاوه بر افزایش صفات عملکرد میزان کروسین و سافرانال را افزایش دهد درحالی‌که پرایمینگ بنه در اواخر شهریور با سطوح بالاتر می‌تواند زمان تا آغاز گلدهی و جوانه‌زنی را در سال اول کاهش دهد.

**کلمات کلیدی:** تنظیم‌کننده رشد، گیاه دارویی، دوره‌ی خواب بنه

- ۱ - دانشجوی دکتری اگروتکنولوژی، فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
  - ۲ - استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
  - ۳ - دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
  - ۴ - دانش آموخته دکتری زراعت، اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- \*-نویسنده مسئول: [ahmadi@ut.ac.ir](mailto:ahmadi@ut.ac.ir)

## مقدمه

می‌توان از زمان شروع خواب در اوایل خرداد تا اوایل مهرماه کشت نمود، در مناطق زعفران خیز ایران در فاصله خرداد تا پایان شهریور کاشت صورت می‌گیرد (Abrishami, 2004). یکی از علل مهم کاهش رشد بنه و پایین بودن عملکرد مزارع زعفران در ایران به خصوص در سال اول کاشت، عدم رعایت زمان مناسب کاشت این گیاه است (Fallahi et al., 2014). همچنین زمان مناسب کشت یکی از مهمترین عوامل مدیریتی تأثیرگذار در خلاء بین عملکرد سیستم کشت مرسوم و آرمانی می‌باشد (Feizi et al., 2019). تنظیم‌کننده‌های رشد تقریباً در تمامی مراحل رشد گیاه، از فرآیند جوانه‌زنی تا پس‌از برداشت، استفاده می‌شوند. روش‌های مختلفی برای استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد از جمله خیساندن بذر قبل از کاشت، محلول‌پاشی و استفاده مستقیم هورمون در آب آبیاری. خیس کردن مستقیم بذر با هورمون (پرایمینگ) وجود دارد، پرایمینگ یکی از روش‌های نوین و مؤثر برای دستیابی به نتایج مطلوب به شمار می‌رود (Sajjad et al., 2015). زعفران گیاهی تریپلوئید و نرعقیم بوده، کشت و توسعه آن از طریق بنه صورت می‌گیرد (Tavakoli et al., 2023). با تحلیل بنه مادری در طی فصل رشد، بنه‌های دختری تشکیل می‌گردند که این بنه‌ها باعث شکل‌گیری رشد زایشی و عملکرد در فصل بعد می‌شوند (Renau et al., 2012). بنه زعفران بعنوان منبع ذخیره مواد فتوسنتزی موردنیاز گیاه بعد از مرحله خواب و در مراحل اولیه رشد است و نقش محوری در چرخه‌ی زندگی گیاه دارد (Alvarezort et al., 2004). لذا اقداماتی نظیر پرایمینگ بنه قبل از کاشت می‌تواند در تقویت و بهبود آن و تسریع گلدهی و عملکرد گیاه مؤثر باشد. جیبرلین‌ها گروهی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند که در فرآیندهای مختلف رشد گیاه و بهبود برخی ویژگی‌های مطلوب مانند افزایش طول ساقه، گل‌دهی یکنواخت، کاهش زمان گل‌دهی و افزایش وزن گل مؤثر

زعفران با نام علمی (*Crocus sativus* L.) به عنوان گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی دنیا جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات کشاورزی دارد (Tavakoli et al., 2023). ایران بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده کمی و کیفی این محصول در سطح جهان بشمار می‌رود (Ministry of Agriculture, 2019). یکی از مشکلات اساسی تولید گیاهان زراعی در کشور اختلاف زیاد بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل حصول می‌باشد (Nekahi et al., 2014). گیاه زعفران جهت بهره‌برداری از پتانسیل محیط و رسیدن به حداکثر تولید و افزایش طول دوره بهره‌برداری علاوه بر شرایط آب و هوایی و خاک مناسب نیاز به مدیریت‌های زراعی از جمله انتخاب زمان مناسب کاشت دارد. زمان کاشت به دلیل تأثیر آن بر مراحل مختلف رشد و نمو مانند بهاره‌سازی، زمستان‌گذرانی، عملکرد و اجزای عملکرد، تشکیل آغازه‌های برگ و توسعه‌ی آنها و تاج‌پوشش گیاهی بسیار حائز اهمیت است (Pazoki et al., 2010). در مورد گیاه زعفران، در اردیبهشت ماه برگ‌های گیاه زرد شده و ریزش می‌کنند با ریزش برگ‌ها خواب حقیقی بنه‌ها آغاز می‌گردد. در فاصله اردیبهشت تا تیر ماه نیز هیچ گونه تقسیم‌میتوزی در سلول‌های پیاز زعفران صورت نمی‌گیرد و بر این مبنا این مرحله خواب کامل یا حقیقی پیاز زعفران می‌باشد (Behdani & Fallahi, 2015). خواب حلالی پیچیده در گیاهان است و فرآیند تنظیم دوره خواب تحت اثر متقابل عوامل متعددی همچون سیگنال‌های محیطی، فیزیولوژیکی و مراحل نمو می‌باشد (Chao et al., 2007). تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، صفات رشدی، نمو و مرحله خواب گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Birader & Navalagatti, 2008). استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه یکی از روش‌های بهبود تولید و کنترل گلدهی گیاهان است (Sharma et al., 2016). زعفران را

مواد نیز بسیار حائز اهمیت می‌باشند لذا این پژوهش با هدف بررسی پرایمینگ بنه با غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید (GA3) در دو زمان متفاوت، کشت در خرداد ماه (دوره‌ی خواب حقیقی) و کشت در شهریور ماه (دوره خواب ظاهری) بر عملکرد گل و خصوصیات رشدی زعفران در سال اول انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج، با عرض جغرافیایی ۳۴°۴۰' شمالی، طول جغرافیایی ۴۰°۲۴' شرقی و ارتفاع ۱۵۹۰ متر از سطح دریا در سال ۱۴۰۲ اجرا شد.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، فاکتور اول دو زمان کاشت بنه (۲۰ خردادماه، ۱۵ شهریورماه) و فاکتور دوم چهار سطح هورمون جیبرلیک اسید (هیدرو پرایم، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) در فضای باز گلخانه انجام شد. برای کنترل بهتر تیمارها و جلوگیری از اختلاط غلظت‌های هورمون، از روش کشت گلدانی استفاده شد و به منظور رعایت شرایط محیطی، گلدان‌ها در فضای باز گلخانه مستقر گردیدند. گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع ۳۶ و قطر ۳۳ سانتی‌متر را با خاک مزرعه‌ای (دارای بافت لومی شنی؛ ۶۰٪ شن، ۲۰٪ سیلت، ۱۸٪ رس، ۲٪ مواد آلی و pH برابر با ۷/۵)، خاک‌برگ و کود دامی پوسیده به نسبت برابر پر شدند.

بنه‌های مورد استفاده در این آزمایش از اکوتیپ زاوه (تربت‌حیدریه) تهیه شد. از آنجا که بنه‌های دختری و ناسالم در کاهش عملکرد تأثیر دارند، بنه‌های سالم و بدون بیماری انتخاب شدند و به‌گونه‌ای درجه‌بندی شدند که فقط بنه‌هایی با قطر بزرگ‌تر از ۲/۵ سانتی‌متر استفاده شدند (Kumar et al., 2012) و قبل از کاشت با محلول سولفات مس ۰.۵٪ ضدعفونی شدند.

می‌باشند (Srivastava & Srivastava, 2007). میزان جیبرلین موجود در بنه‌های زعفران در طول دوره‌ی خواب گیاه در حال تغییر می‌باشد. میزان جیبرلیک اسید از مرحله‌ی تمایز نیافته جوانه‌ها (۸ ام خرداد) شروع به افزایش می‌یابد و در مرحله‌ی تمایز زودرس جوانه‌ها (۲۰ ام تیر) به بیشترین مقدار می‌رسد و تا مرحله‌ی تمایز کامل جوانه‌ها (۲۵ ام شهریور) کاهش می‌یابد (Jing Hu et al., 2020). با شکست خواب توسط جیبرلین ذخایر کربوهیدراتی موجود در بافت‌های پیاز به‌وسیله هیدرولیز نشاسته توانایی جابه‌جایی پیدا می‌کنند. امکان تبدیل ماکرومولکول‌ها به‌خصوص نشاسته، به قندهای ساده مانند ساکاروز، گلوکز و فروکتوز، مقدمات این جابه‌جایی را فراهم می‌کند. انتقال و تجمع این مواد (قندها) به عنوان منبع انرژی گیاه محسوب می‌شوند و سبب توسعه و فراهم کردن انرژی مورد نیاز جهت ساخت مواد ثانویه برای جوانه‌زنی، گلدهی و رشد و نمو گیاه می‌گردند (Hassanpour Asil et al., 2012). گزارش‌های متنوعی مبنی بر اثر مثبت جیبرلین بر پارامترهای رویشی و زایشی گیاه زعفران وجود دارد در تحقیقی پرایمینگ بنه زعفران با دو هورمون جیبرلین و اکسین سبب بهبود صفات فیزیولوژیک و خصوصیات بنه در شرایط تنش خشکی شد (Ziaei et al., 2024). در تحقیق دیگر پرایمینگ با جیبرلین افزایش وزن بنه و قند محلول برگ را در پی داشت (Ghorbani Javid et al., 2022). همچنین پرایمینگ بنه زعفران با سایتوکینین (BA) و جیبرلیک اسید (GA3) عملکرد گل و بنه در سال اول را بهبود بخشید (Hoseinifard et al., 2018). در پژوهش دیگر مصرف جیبرلیک اسید سبب بهبود صفات کیفی، میزان مواد مؤثره کلالة زعفران گردید (Aminifard et al., 2024). میزان عملکرد گل زعفران در سال اول به شدت تحت تأثیر زمان مناسب کاشت قرار می‌گیرد از سوی دیگر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی فرآیندهای جوانه‌زنی، رشد، گلدهی و خواب گیاه را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهند از طرفی مقدار و زمان استفاده از این

جوانه‌زنی (ملاک خروج حداقل ۵ میلی‌متر) و تعداد جوانه در هر تیمار، تعداد گلدان بیشتر در هر تیمار نظر گرفته شد. نیمی از گلدان‌ها جهت تعیین خصوصیات جوانه و نیم دیگر جهت برداشت گل و خصوصیات کیفی عملکرد استفاده شدند. برای محاسبه زمان جوانه‌زنی؛ تعداد روزهای سپری شده از زمان اولین آبیاری در شه‌ریورماه تا رؤیت اولین جوانه در هر تیمار در نظر گرفته شد و تعداد جوانه هم از زمان آبیاری اول در شه‌ریورماه تا پس از تشکیل کامل جوانه‌ها در مهرماه، جوانه‌های سطح‌رویی هر بنه روزانه شمارش و یادداشت گردید.

برای اندازه‌گیری مواد مؤثره کلالة شامل میزان کروسین، سافرانال و پیکروکروسین روش استاندارد ملی ایران (INS, 2006) مورد استفاده قرار گرفت. براساس این روش، پنج میلی‌گرم نمونه کلالة پودر شده با استفاده از آب مقطر به حجم ۱۰ سی‌سی رسانده شد، سپس این ترکیب به مدت ۲۰ دقیقه در تاریکی با کمک دور متوسط همزن مغناطیسی حل شد و میزان جذب به ترتیب در طول موج‌های ۴۴۰، ۳۳۰ و ۲۵۷ نانومتر توسط اسپکتروفوتومتر (PG instruments T80) اندازه‌گیری شد. عدد بدست آمده در معادله ۱ قرار گرفته و به ترتیب کروسین، سافرانال و پیکروکروسین محاسبه گردید. در این رابطه X: مقدار ترکیب کیفی مشخص با واحد درصد، A: میزان خوانده شده در دستگاه اسپکتروفوتومتر با طول موج مربوطه و M: وزن خشک کلالة با واحد میلی‌گرم می‌باشد.

$$X = \frac{A}{M} \times 100 \quad (1)$$

به‌منظور تعیین ضریب جوانه به گل از معادله ۲ استفاده شد که از

: تعداد جوانه به دست آمد. B: تعداد گل به نسبت F

$$\text{Bud to Flower} = \frac{F}{B} \quad (2)$$

نتایج حاصل از صفات موردبررسی، توسط نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

بنه‌ها به دو گروه مساوی تقسیم گردیده، نیمی از بنه‌ها برای کشت در خردادماه در نظر گرفته شد و نیمی برای کشت در شه‌ریورماه در گونی‌های کنفی در محیط خشک نگهداری شدند. برای پرایمینگ بنه‌ها از محلول GA3 با غلظت‌های پرایمینگ با آب به عنوان شاهد، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم‌در دو زمان کاشت استفاده شد. اواخر خردادماه نصف بنه‌ها به مدت ۲ ساعت در محلول‌های GA3 تهیه‌شده با غلظت‌های (بدون پرایم، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) قرار داده شده و سپس به مدت ۱۲ ساعت در دمای اتاق (۲۰ درجه سانتی‌گراد) و تاریکی نگهداری شدند تا هورمون به داخل بافت‌ها نفوذ کرده و خشک شوند. بنه‌های پرایم شده داخل گلدان‌ها در عمق ۱۵ سانتی‌متری در خردادماه کاشته شدند. گروه دوم بنه‌ها (پرایم نشده) را در دو هفته آخر شه‌ریور با محلول‌ها مانند گروه اول پرایمینگ کرده و داخل گلدان‌ها کاشته شدند و سپس آبیاری اول در هر دو گروه هم‌زمان با هم در شه‌ریورماه انجام شد. مقدار آبی که در اولین بار به گلدان‌ها داده شد به اندازه‌ای بود که کل گلدان مرطوب شد و آب اضافی به صورت زهکش از گلدان خارج شد.

برداشت گل‌های زعفران به مدت حدود سه هفته از نیمه آبان تا اواسط آذرماه روزانه صورت گرفت. با آغاز گلدهی تعداد روزهای سپری شده از زمان اولین آبیاری در شه‌ریورماه تا رویش گل‌ها و همچنین تعداد گل‌های روییده شمارش و یادداشت گردید و پس از شمارش و توزین عملکرد گل در هر تیمار، عمل جداسازی کلالة از گل به صورت دستی انجام شد. وزن تر گل، طول کلالة، وزن تر کلالة، وزن خشک کلالة اندازه‌گیری و یادداشت شد. جهت خشک‌کردن کلالة از آون الکتریکی با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و جهت اندازه‌گیری طول نمونه‌ها از خط‌کش، جهت توزین نمونه‌ها از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم، استفاده شد.

جهت تعیین صفات مربوط به جوانه‌زنی؛ زمان تا آغاز

## نتایج و بحث

تعداد جوانه، تعداد گل و ضریب تبدیل جوانه به گل با توجه به جدول تجزیه واریانس داده‌ها؛ تعداد جوانه تحت تأثیر اثرات ساده‌ی سطوح جیبرلیک اسید و زمان کاشت قرار گرفت، درحالی‌که تعداد گل و ضریب تبدیل جوانه به گل تحت تأثیر اثر متقابل تیمارها قرار گرفتند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده جیبرلیک اسید بر تعداد جوانه مشخص کرد استفاده از جیبرلیک اسید به‌طور معنی‌داری تعداد جوانه را نسبت به شاهد افزایش داد. همین‌طور کاشت در شهریور ماه توانست تعداد جوانه را افزایش دهد (جدول ۳). بالاترین تعداد گل (۵ عدد) در کاشت خردادماه در پرایم در سطح ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مشاهده شد که نسبت به بدون پرایم ۶۰٪ افزایش داشت. اما بالاترین تعداد گل (۷/۸ عدد) در شهریورماه در سطح پرایم ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مشاهده شد که نسبت به شاهد ۳۹٪ افزایش داشت. (جدول ۲). به‌طور کلی در این آزمایش تعداد گل در کشت شهریورماه بیشتر از خردادماه بود. پژوهش‌ها نشان داده است تاریخ مناسب کاشت برای زعفران در زمان خواب حقیقی بنه‌ها در خرداد ماه می‌باشد (Ghobadi et al., 2015; Koocheki et al., 2016; Feizi et al., 2019). همچنین تأیید شده است که کاشت بنه در تابستان که بنه در خواب ظاهری می‌باشد، تأثیر منفی بر القای گل زعفران دارد (Koocheki et al., 2009). که با نتایج این پژوهش مطابقت نداشت. به‌نظر می‌رسد که استفاده از GA3 در این آزمایش توانسته است بر دوره‌ی خواب و القای گلدهی گیاه اثر مثبت بگذارد. تعداد گل در هر دو زمان کاشت با کاربرد جیبرلیک اسید نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). این نتایج با نتایج سایر تحقیقات همخوانی داشت، جیبرلیک اسید تعداد گل در زعفران (Ameri et al., 2019)، گل داوودی (Kumar et al., 2012) و میخک (Kabir, 2011) را افزایش داد و علت آن را می‌توان به کاهش هورمون آبسیزیک اسید

(ABA) در اثر کاربرد جیبرلین نسبت داد (Phengphachanh et al., 2012). اسید جیبرلیک می‌تواند باعث تحریک آغازش گلدهی گردد (El-Naggar et al., 2009). کاربرد جیبرلین در خرداد روی بنه زعفران باعث تحریک مریستم تولید گل می‌شود (Azizbekova et al., 1978). همچنین GA3 تشکیل گل در زعفران را افزایش می‌دهد (Singh et al., 2023). که با نتایج حاضر مطابقت دارد.

ضریب تبدیل جوانه به گل نشان‌دهنده‌ی این است که هر جوانه پتانسیل تولید چند گل را دارد. بالاترین این ضریب (۲/۷) در تیمار پرایم در خرداد و سطح میلی گرم در کیلوگرم ۱۰۰ جیبرلیک اسید به دست آمد که نسبت به شاهد در یک گروه آماری قرار گرفت. در شرایط پرایم در شهریور هر جوانه پتانسیل ۲/۴ گل تولید می‌کند که نسبت به شاهد ۲۰٪ افزایش داشت. هرچند مطالعات کمی این ضریب را محاسبه کردند اما می‌توان از آن در تحقیقات استفاده کرد و از آن به‌عنوان یک صفت جهت تحقیقات اصلاح نباتات استفاده کرد.

#### زمان تا آغاز جوانه‌زنی، زمان تا آغاز گلدهی و مدت‌زمان گلدهی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد زمان تا آغاز جوانه‌زنی تحت تأثیر اثرات ساده زمان کاشت و هورمون جیبرلیک اسید در حالی که زمان تا آغاز گلدهی و مدت زمان گلدهی تحت تأثیر اثر متقابل تیمارها قرار گرفتند (جدول ۱). با افزایش سطح جیبرلیک اسید تعداد روز تا آغاز جوانه‌زنی کاهش یافت. کمترین زمان تا آغاز جوانه‌زنی به مدت ۳۵ روز در ۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم جیبرلیک اسید مشاهده شد. همین‌طور کشت در شهریورماه منجر به کاهش روز تا آغاز جوانه‌زنی شد (جدول ۳). مدت زمان گلدهی زعفران در کشت خردادماه نسبت به شهریور افزایش داشت (جدول ۲). کشت در شهریور ماه زمان گلدهی گیاه را به جلو انداخت. کمترین زمان تا آغاز گلدهی در ۲۰۰ و ۱۰۰ میلی گرم



جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان کاشت و سطوح غلظت هورمون جیبرلین بر صفات کمی زعفران

Table 2- The interaction effect of planting time and gibberellin hormone on the number of buds, number of flowers, bud-to-flower conversion ratio, time to bud initiation, time to flowering initiation, and flowering duration of saffron

تاریخ پرایم Priming date	جیبرلین Gyberline (mg.kg <sup>-1</sup> )	تعداد گل Numbers of flower	ضریب تبدیل جوانه به گل Bud to flower conversion	زمان تا آغاز گلدهی Time to start bud	مدت گلدهی Flowering duration
	0	3 de	2.3 ab	65d	17cb
اواخر خرداد	100	5 c	2.6 a	60cd	18c
June 20	200	3.7 d	1.7 bc	61cd	19c
	400	3.3 d	1.3 d	57c	17cb
اواخر شهریور	0	3 de	2 b	50 b	14b
September 20	100	7 ab	2.1 ab	42a	11ab
	200	7.8 a	2.4 ab	42a	9 a
	400	6.3 b	1.8 bc	46ab	16cb

میانگین‌های حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ باهم اختلاف معنی‌دار ندارند.

The averages of at least one common letter are not significantly different at the 5% probability level.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی هورمون جیبرلیک اسید (میلی گرم در کیلوگرم) و زمان کاشت بر تعداد جوانه و زمان تا آغاز جوانه در زعفران.

Table 3- Simple effect of gibberellic acid hormone (mg.kg<sup>-1</sup>) and plant time on bud number and time to bud initiation in saffron.

منابع تغییر SOV	0	100	200	400	۲۰ خرداد June 20	۱۵ شهریور September 10
تعداد جوانه Number of buds	1.6 c	3.3 a	3.2 a	3.3 a	2.2 b	3.4 a
زمان تا آغاز جوانه Time to start buds	42 a	38 b	37 bc	35 c	42 a	39 b

میانگین‌های حداقل یک حرف مشترک در ستون در سطح احتمال ۵٪ باهم اختلاف معنی‌دار ندارند.

The averages of at least one common letter are not significantly different at the 5% probability level.

فعال مؤثر در رشد، نمو و تسریع گلدهی می‌شود (Long et al., 2010; Hajisamadi Asl et al., 2011). بنابراین به نظر می‌رسد GA3 از این طریق می‌تواند در شکست خواب بنه زعفران مؤثر بوده و زمان جوانه‌زنی و گلدهی گیاه را تسریع کند.

#### طول کلاله، وزن‌تر کلاله و وزن خشک کلاله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل زمان کاشت و هورمون بر طول کلاله، وزن‌تر کلاله و وزن خشک کلاله در سطح ۱ درصد ( $\alpha = 1\%$ ) معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که گرچه در زمان کاشت خرداد بالاترین طول کلاله (۲۲/۴ میلی‌متر)، وزن‌تر کلاله (۱۰/۹ گرم)

در اثر تیمار بنه‌ها با جیبرلین دوره خواب بنه‌های زعفران کاهش می‌یابد (Sadeghi, 1996). در تحقیقی GA3 به‌عنوان مؤثرترین تنظیم‌کننده رشد گیاهی در زمان تا آغاز گلدهی در بنه بزرگ و کوچک به ترتیب با ۴۲ و ۴۳/۵ روز پس از کاشت شناخته شد (Hoseinifard et al., 2018). جیبرلین با فعال کردن آنزیم‌های هیدرولیتیک (پروتئازها و آلفا‌آمیلاز)، که خود عامل تجزیه‌کننده برای منبع ذخیره‌ای و تبدیل نشاسته به قندها می‌باشند در نتیجه در افزایش مواد کربوهیدراتی مؤثر است و انرژی فعال متابولیسی برای رشد و نمو فراهم می‌شود. همچنین افزایش غلظت جیبرلین موجب افزایش فعالیت هورمون‌های

ترتیب حدود ۳۶ و ۵۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. در پژوهش دیگر، افزایش تعداد گل‌ها و عملکرد کلاله‌ها به‌عنوان تابعی از زمان کاربرد جیبرلیک اسید گزارش شد به‌گونه‌ای که کاربرد جیبرلیک اسید در اسفند ماه توانست تولید گل زعفران را افزایش دهد (Mzabri et al., 2021). جیبرلیک اسید سطوح RNA پيامبری را افزایش می‌دهد و از این طریق نسخه برداری ژن‌های مربوط به تولید آلفا‌آمیلاز را تحریک می‌کند (Kafi et al., 2003). آنزیم آلفا آمیلاز سبب هیدرولیز مواد ذخیره ای و تبدیل نشاسته به قند می‌گردد که این عمل تقسیم سلولی و طولیل شدن سلول و افزایش کربوهیدرات‌ها را به دنبال دارد (Umrao et al., 2007). جیبرلین با تأثیر مستقیم بر رشد اندام هوایی و تأثیر غیر مستقیم بر رشد ریشه، موجب افزایش ماده خشک گیاهی می‌شود (Leite et al., 2003). از این رو جیبرلین می‌تواند موجب بهبود عملکرد گل و کلاله شود بنابراین افزایش عملکرد و اجزای عملکرد کلاله زعفران توسط GA3 در این آزمایش قابل توجیه است.

و وزن خشک کلاله (۱/۲ گرم) در سطح ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم به دست آمد اما با سطح ۴۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم در یک گروه آماری قرار گرفتند. در زمان کاشت شهریور بالاترین طول کلاله (۲۹/۵ میلی‌متر) و وزن تر کلاله (۶/۴۵ گرم) در سطح ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم به دست آمد اما بالاترین وزن خشک کلاله (۱/۵ گرم) در سطح ۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم به دست آمد (جدول ۳).

به طور کلی طول کلاله، وزن تر کلاله و وزن خشک کلاله در کشت شهریورماه نسبت به خردادماه افزایش یافت و کاربرد GA3 در دو زمان کاشت تأثیر معنی داری بر این صفات نشان داد و کمترین مقدار آنها در تیمار شاهد عدم مصرف هورمون در خردادماه بدست آمد (جدول ۴).

در تحقیقی بیشترین میانگین طول کلاله را با مصرف سطوح ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم جیبرلیک اسید در بنه‌های ۸ گرمی مشاهده شد (Amirian & Kargar, 2016). حسینی‌فرد و همکاران (Hoseinifard et al., 2018) در تحقیق خود نشان دادند که جیبرلیک اسید (GA3) وزن تر و خشک کلاله را به

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ پرایم (کاشت) و سطوح مختلف غلظت هورمون جیبرلین بر صفات کمی و کیفی زعفران

Table 4- Interaction effect of prime time and gibberellin hormone on stigma length, stigma fresh weight, stigma dry weight, crocin, picrocrocin, and saffranal of saffron

تاریخ پرایم Priming date	جیبرلین Gyberline (mg.kg <sup>-1</sup> )	طول کلاله Stigma length (mm)	وزن تر کلاله Stigma fresh weight (g.m <sup>-2</sup> )	وزن خشک کلاله Stigma dry weight(g.m <sup>-2</sup> )	کروسین Crocine %	پیکروکروسین Picrocrocine %	سافرانال Saffranal %
	0	17.7 c	4.8 c	0.85 bc	181.5 cd	100.52 b	77.6 cd
اواخر خرداد June 20	100	22.4 b	5.45 b	1.22 ab	203.7 a	105.4 ab	97.1 a
	200	21.3 b	4.95 bc	1.05 b	201.4 a	107.46 ab	90.9 ab
	400	21.5 b	5.15 b	1.2 ab	196.5 bc	110.2 ab	89.2 bc
اواخر شهریور September 20	0	21.1 b	5.45 b	1.0 b	201.4 a	110.8 ab	80 c
	100	26.6 a	6.1 a	1.1 b	199.7 ab	114.8 a	90.4 ab
	200	29.5 a	6.45 a	1.45 a	185.8 cd	108.9 ab	91.5 ab
	400	27.6 a	5.95 ab	1.5 a	192.6 c	83.5 c	97.7 a

میانگین‌های حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ باهم اختلاف معنی‌دار ندارند.  
The averages of at least one common letter are not significantly different at the 5% probability level.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل زمان کاشت و

کروسین، پیکروکروسین و سافرانال

کاشت و همراه با آبیاری اول، بیشترین تأثیر را بر خصوصیات کیفی کلاله؛ میزان سافرانال، کروسین و پیکروکروسین داشت (Aminifard et al., 2024).

### نتیجه گیری

نتایج این آزمایش نشان داد کشت بنه در شهریور ماه در افزایش تعداد گل و وزن خشک کلاله که مهمترین جزء اقتصادی زعفران است تأثیر مثبت داشت. در این تحقیق جیبرلیک اسید توانست بر شاخص‌های کمی و کیفی زعفران اثر مثبت بگذارد که بستگی به مقدار و زمان مصرف آن داشت به طوری که پرایمینگ بنه‌های زعفران با ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم جیبرلیک اسید در اواخر خرداد اما پرایمینگ بنه در اواخر شهریور با ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم جیبرلیک اسید بهترین نتایج را داد. براساس نتایج این آزمایش جهت بهبود کیفیت زعفران (کروسین و سافرانال)، می‌توان پرایمینگ بنه زعفران با سطوح پایین جیبرلیک اسید در مرحله‌ی تمایز نیافتگی جوانه (خردادماه) در دوره‌ی خواب حقیقی بنه مدنظر قرار داد. GA3 و کشت بنه در شهریور ماه (دوره‌ی خواب ظاهری) منجر به کاهش زمان گلدهی و جوانه‌زنی گیاه زعفران در سال اول شد لذا برای مناطقی که برداشت هم‌زمان با شرایط نامناسب آب و هوایی هست پرایمینگ بنه با جیبرلین در شهریور ماه می‌تواند مناسب باشد چرا که ۱۴ روز گلدهی زودتر انجام می‌شود، برداشت زودتر می‌تواند از نظر قیمت فروش گل و ارزآوری اهمیت داشته باشد. بطور کلی به نظر می‌رسد که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند جیبرلیک اسید در این پژوهش توانست در بهبود کیفیت و کمیت گیاه زعفران مؤثر باشد بنابراین می‌تواند در گیاه مهندسی و اصلاح نباتات شود. در عین حال هنوز نیاز به مطالعه و تحقیقات زراعی و فیزیولوژیکی تکمیلی بیشتر می‌باشد.

GA3 بر کروسین، پیکروکروسین و سافرانال در سطح ۱ درصد ( $\alpha = 1\%$ ) معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که گرچه در زمان کاشت خرداد کروسین (۲۰۳/۷) و سافرانال (۹۷/۱) در سطح ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم نسبت به هیدروپرایم به ترتیب ۱۲٪ و ۲۵٪ افزایش داده است اما با سطح ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم در یک گروه آماری قرار گرفتند. در زمان کاشت شهریور بالاترین مقدار کروسین (۲۰۱/۴) در سطح هیدروپرایم مشاهده شد، بیشترین میزان پیکروکروسین در سطح ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم فیتوهورمون و بیشترین مقدار سافرانال در سطح ۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم به دست آمد (جدول ۴). اسیدجیبرلیک به عنوان یک ترکیب تریپنوتیدی ارتباط تنگاتنگ و مستقیمی با متابولیت‌های اولیه و ثانویه به‌ویژه مسیر بیوسنتزی اسانس‌ها و ترکیبات معطر دارد و همچنین جیبرلیک اسید به دلیل اثر شناخته شده بر رشد و نمو گیاه می‌تواند در افزایش محتوا و عملکرد ماده مؤثره گیاهان دارویی نقش اساسی داشته و باعث افزایش بیوسنتز فرآورده‌های مسیره‌های متابولیسمی ثانویه گردد (Hajisamadi Asl et al., 2011)، افزایش مواد مؤثره کلاله زعفران در این آزمایش نیز می‌تواند دلالت بر این موضوع داشته باشد نتایج به‌دست‌آمده این آزمایش با نتایج ارائه‌شده توسط منصوری اصفهانی و همکاران (Mansuri Isfahani et al., 2013) و عامری و همکاران (Ameri et al., 2019)، مبنی بر کاربرد GA3 در افزایش کیفیت عملکرد زعفران مطابقت دارد. برخی دیگر از محققین نیز بیان کردند که استفاده از جیبرلین با غلظت بالا (۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) درست قبل از کاشت باعث افزایش جزئی در غلظت پیکروکروسین شد اما غلظت ۲۵ میلی گرم در کیلوگرم جیبرلیک در ماه ژوئن غلظت پیکروکروسین را افزایش چشمگیری نسبت به شاهد داد (Mzabri et al., 2021). همچنین تیمار ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم اسید جیبرلیک بصورت غوطه‌وری بنه‌ها قبل از

## Reference

- Abrishami, M. (2004). *Knowing Iran's Saffron*. Tosan Press, Tehran, Iran 320 pp. (In Persian).
- Ameri, R., Azizi, M., & Mollafilabi, A. (2019). Effects of gibberellic acid and naphthalene acetic acid on saffron plant (*Crocus sativus* L.) under field conditions. *Journal of Applied Horticulture*, 21 (2), 123–130. <https://doi.org/340601811/AppliedHorticult.2019>
- Aminifard, M. H., Shakeri, M., Behdani, M. A., & Tabatabaei, S. J. (2024). Effects of gibberellic acid and plant density on antioxidant activity and secondary metabolites of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research (semi-annual)*, 12 (1), 51- 64. (In Persian with English abstract). <http://doi.org/10.22077/jsr.2021.4318.1159>.
- Amirian, M., & Kargar, S. M. A. (2016). Evaluation of gibberellic acid, corm size and phosphoric fertilizer on yield and other traits of saffron (*Crocus sativus* L.) (Ghaen Ecotype). *Journal of Saffron Research*, 4 (1), 134-148. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22077/jsr.2016.398>.
- Azizbekova, N. S., Miliyaeva, E. L., Lobovaand, N. V., & Chailakhyan, M. K. (1978). Effects of gibberellin and kinetin on formation of flower organs in saffron. *Journal of Plant Physiology*, 25 (3), 471-476.
- Alvarezortí, M., Gomez Gomez, L., Rubio, J., Escriban pardo, J., Jimenez, F., & Fernandez, J. A. (2004). Development and gene expression in saffron corms. *Journal of Acta Horticulture*, 650, 141-148. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.650.14>.
- Behdani, M. A., & Fallahi, H. R. (2015). *Technical Knowledge Based on Research Approaches*. University of Birjand Press, Birjand, Iran, 411 p. (In Persian). <https://doi.org/10.1515/plass.2015.0025>.
- Birader, G., & Navalagatti, C. M. (2008). Effect of plant growth regulators on physiology and quality in bitter gourd (*Momordica charantia*). University of Agricultural Sciences. MSc. Thesis. Dharwad.
- Chao, W.S., Foley, M.E., Horvath, D.P, and Anderson, J.V. (2007). Signals regulating dormancy in vegetative buds. *Journal of Plant Biology*, 1, 49–56. <https://doi.org/228341880/Plantbiol.2007>.
- El-Naggar, A. H., El-Naggar, A. A. M., Ismaiel, N. M. (2009). Effect of phosphorus application and gibberellic acid on the growth and flower quality of (*Dianthus caryophyllus* L.). *American Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science*, 6 (4), 400-410.
- Fallahi, H. R., Paravar, A., Behdani, M. A., Aghhavani-Shajari, M., & Fallahi, M. J. (2014). Effects of saffroncorm and leaf extracts on early growth of some plants to investigate the possibility of using them as associated crop. *Notulae Scientia Biologica*, 6 (3), 282-287. <https://doi.org/9259/Notulaebiologicae.2014>.
- Feizi, H., Moradi, R. (2019). Assessing involved Managing factors in gap yield between traditional and ideal saffron cultivating systems in Razavi and South Khorasan provinces. *Journal of Saffron Research (semi-annual)*, 7 (2), 283-298. (In Persian with English abstract). <http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2019.2242.1089>.
- Ghobadi, F., Ghorbani Javid, M., & Sorooshzadeh, A. (2015). Effects of planting date and corm size on flower yield and physiological traits of saffron (*Crocus sativus* L.) under Varamin plain climatic conditions. *Journal of Saffron Agronomy & Technology*, 2, 265-276. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22048/jast.2015.8620>.
- Ghorbani Javid, M., Sadat Hoseinifard, M.,

- Allahdadi, I., & Soltani, E. (2022). Hormonal priming with BAP and GA3 induces improving yield and quality of saffron flower through promotion of carbohydrate accumulation in corm. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41, 205–215. [https://doi.org/348588631/Plant\\_groth\\_reguha.2022](https://doi.org/348588631/Plant_groth_reguha.2022).
- Hajisamadi asl, B., Hassanpouraghdam, M. B., & Khalighi, A. (2011). Effects of gibberellic acid (GA3) foliar application on growth characteristics and essential oil of lavender (*Lavandula officinalis* Chaix.). *Journal of Agricultural Science & Sustainable Production*, 2 (21), 24-32. (In Persian with English abstract).[https://doi.org/JR\\_SUST-21-2\\_003](https://doi.org/JR_SUST-21-2_003)
- Hassanpour Asil, M., Mortazavi, H., Hatamzadeh, A., & Qasemnejad, M. (2012). The effect of gibberellic acid and calcium in reducing the growth period of iris (*Iris hollandica* var. Blue Magic) in the greenhouse and increasing the shelf life of cut flowers. *Science & Technology of Greenhouse Crops*, 3 (1), 63-70. (In Persian with English abstract).<https://doi.org/20.1001.1.20089082.1391.3.1.5.3>.
- Hoseinifard, M., Ghorbani Javid, M., Allahdadi, I., & Soltani, E. (2018). The Effect of hormone priming and corm weight on the yield of flowers and characteristics of daughter corms of saffron in the first year. *Saffron Agronomy & Technology*, 6 (1), 3-15. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22048/jsat.2017.62317.1196>.
- Jing, H., Yuping, L., Xiaohui, T., Huajing, R., Chaoxiang, R., Jiang, C., Qinghua, W., Yi, J., Fuchang, G., & Jin, P. (2020). Transcriptome profiling of the flowering transition in saffron (*Crocus sativus* L.). *Nature Research/Scientific Reports*, 1-15. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66675-6>.
- INS (Iran National Standard). (2006). Research Institute of Standard and Iran. Saffron Bulletin, No. 259. (in Persian).
- Kabir, K. (2011). Effect of GA3, CCC and MH on vegetative growth, flower yield and quality of Chrysanthemum, *Journal of Experimental Agriculture International*, 2 (1), 17– 20.
- Kafi, M., Zand, E., Kamkar, B., Shareefee, H. R., & Goldanee, M. (2003). *Plant Physiology*. Mashhad Jihad. Daneshgahi Press. Mashhad, Iran. 379p. (In Persian)
- Kumar, V., Kumar, V., Umrao, V., & Singh, M. (2012). “Effect of GA3 and iaa on growth and flowering of carnation, *HortFlora Research Spectrum*, 1 (1), 69–72. <https://doi.org/10.5555/20183312072>.
- Koul, K. K., & Farooq, S. (1984). Growth and differentiation in the shoot apical meristem of saffron plant. *Journal of Indian Botanical Society*, (63), 153-169.
- Koocheki, A., Nassiri, M., Alizadeh, A., & Ganjeali, A. (2009). Modelling the impact of climate change on flowering behavior of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Iran. Journal of Field Crop Research*, 7 (2), 583-594. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/119160/75313880224>.
- Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., & Fallahi, H. R. (2016). Effects of planting dates, irrigation management and cover crops on growth and yield of saffron. *Journal of Agroecology*, 3, 435-451. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.5555/20173313621>.
- Leite, V. M., Rosolem, C. A., & Rodrigues, J. D. (2003). Gibberlin and Cytokinin effects on soybean growth. *Scientia Agricola*, 60, 537-541.
- Long, R. L., Williams, K., Griffiths, E. M., Flematti, G. R., Merritt, D. J., Stevens, J. C., Turner, S. R., Powles, S. B., & Dixon, K. W. (2010). Prior hydration of *Brassica tournefortii* seeds reduces the stimulatory effect of karrikinolide on germination and increases seed sensitivity to abscisic acid. *Annals of Botany*, 105, 1063-1070. <https://doi.org/20348089.2010>.
- Mansuri Isfahani, S. M., Mortezaejad, M., &

- Naderi Darbaghshahi, M. R. (2013). Impact of Giberlic acidon concentration of crocin, picrocrocin and safranal in *Crocus sativus* L. *International Journal of Agriculture & Crop Sciences*, 6 (1), 1000-1003. <https://doi.org/10.22077/JSR.2021.4318.1159>.
- Ministry of Agriculture. (2019). Details of the implementation of the saffron support purchase plan in 1998. Deputy of Agricultural Affairs, Saffron Performance Report in Iran, 3 p. (In Persian).
- Mzabri, I., Rimani, M., Kouddane, N., & Berrichi, A. (2021). Study of the effect of pretreatment of corms by different concentrations of Gibberellic Acid and at different periods on the growth, flowering, and quality of saffron in Eastern Morocco. *Hindawi Advances in Agriculture Volume 2021, Article ID 9979827*, 12 p. <https://doi.org/10.1155/2021/9979827>.
- Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand Rezazadeh, Z., & Tabrizi, L. (2007). Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plants (*Crocus sativus* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 5 (1), 155-166 (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22048/josat.2015.10386>.
- Nekahi, M. Z., Soltani, A., Siahmarguee, A., & Bagherani, N. (2014). Yield gap associated with crop management in wheat (Case study: Golestan province-Bandar-gaz). *EJCP*, 7 (2), 135-156. (in Persian with English Abstract). <https://doi.org/p1305980>.
- Nazarbeigi, E., Fallahi, H. A., Naseri, R., & Mirzaei, A. (2014). Investigation of the effect of different concentrations of sodium chloride, salicylic acid and gibberellic acid on the content proline and chlorophylls a and b in two canola cultivars (Haval 104 and RGS). *Applied Research in Plant Ecophysiology*, 1 (2), 25-37. (In Persian with English abstract). <http://doi.org/603296/jr-arpe-1-2-002>.
- Pazoki, A., Karimi, M., & Fooladi, A. (2010). Effect of planting dates on the yield of saffron (*Crocus sativus* L.) ecotypes in Natanz. *Journal of Journal of Crop Physiology*, 2, 3 -12. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.13870/journal.1389>.
- Pazoki, A., Karaminejad, M., & Foladi Targhi, A. (2011). Effects of planting dates and genotypes on yield of Saffron. *Crop Physiology Journal*, 2 (8), 3-28. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/174495/26213890801>.
- Phengphachanh, B., Naphrom, D., Bundithya, W. & Potapohn, N. (2012). Effects of day-length and gibberellic acid (GA3) on flowering and endogenous hormone levels in *Rhynchosyilis gigantea* (lindl.) ridl. *Journal of Agricultural Science*, 4 (4), 217-222.
- Renau-Morata, B., Nebauer, S. G., Sánchez, M., & Molina, R. V. (2012). Effect of corm size, water stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). *Indian Crop Product*, 39, 40-46. <https://doi.org/S092666901200088x>.
- Sadeghi, B. (1996). effect of warehousing and planting dates on flowering corms of saffron. Iranian Research Organization for Science and Technology, Khorasan Institute.
- Sajjad, Y., Jaskani, M., & Qasim M. (2015). Pre-plant soaking of corms in growth regulators influences the multiple sprouting, floral and corm associated traits in *Gladiolus grandiflorus* L. *Journal of Agricultural Science*, 7 (9), 173-181.
- Singh, D., Sharma, S., Jose-Santhi, J., Kalia, D., & Singh, R. K. (2023). Hormones regulate the flowering process in saffron differently depending on the developmental stage. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1107172. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1107172>.
- Sharma, K., Rok Lee, Y., Park, S. W., & Nile, S. H. (2016). Importance of growth hormones and temperature for physiological regulation of

- dormancy and sprouting in onions. *Food Reviews International*, 32 (3), 233–255. <https://doi.org/278030918>.
- Srivastava, N. K., & Srivastava, A. K. (2007). Influence of gibberellic acid on  $^{14}\text{CO}_2$  metabolism, growth, and production of alkaloids in *Catharanthus roseus*. *Photosynthetica*, 45, 156-160. <http://doi.org/10.1007/s11099-007-0026-0>.
- Tavakoli, Z., Jahani, M., & Hammami, H. (2023). Allelopathic and antifungal effects of saffron (*Crocus sativus* L.) aqueous extract on germination and seedling growth of London rocket (*Sisymbrium irio*) and *Fusarium solani*. *Saffron Agronomy & Technology*, 11 (3), 321-341. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22048/jsat.2023.409228.1499>.
- Umrao, V. K., Sharma, V., & Kumar, B. (2007). Influence of gibberellic acid spraying on gladiolus cv. Rose Delight. *Progressive Agriculture*, 7, (1-2), 187-188.
- Ziaei, S. M., Feizi, H., Khashei Siuki, A., & Sahabi, H. (2024). Effect of mother corm priming on physiological characteristics and daughter corms of saffron (*Crocus sativus* L.) under drought stress conditions. *Journal of Saffron Agronomy & Technology*, 12 (1), 27-40. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22048/jsat.2024.436406.1519>.