

## تأثیر تراکم و مدیریت پوشش سطح خاک بر عملکرد اقتصادی و ویژگی‌های بانه زعفران (*Crocus Sativus L.*)

حمید رضا توکلی کاخکی<sup>۱\*</sup>، حمید رضا شریفی<sup>۱</sup>، زهره نبی پور<sup>۲</sup>

۱. مربی و دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران، (نگارنده مسئول)
۲. محقق، ایستگاه تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گناباد، مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، گناباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۵

توکلی کاخکی، ح.، شریفی، ح. ش.، نبی پور، ز.، . تأثیر تراکم و مدیریت پوشش سطح خاک بر عملکرد اقتصادی و ویژگی‌های بانه زعفران (*Crocus Sativus L.*)

نشریه ترویجی زعفران، دوره ۳- شماره ۱- پیاوند ۴- بهار و تابستان ۱۴۰۰ صفحه: ۴۳-۳۵

### چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم و مدیریت پوشش سطح خاک بر عملکرد و خصوصیات بانه‌های دخترت زعفران (*Crocus sativus L.*) آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار برای دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گناباد اجراء شد. آزمایش شامل فاکتور اصلی، تراکم بانه در چهار سطح (۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ بانه در متر مربع) و فاکتور فرعی مدیریت بقایای گیاهی و پوشش در چهار سطح (حذف بقایای زعفران در پایان فصل رشد (شاهد)، حضور بقایای زعفران در پایان فصل، (شاهد) + استفاده از کلش غلات و (شاهد) + استفاده از سایبان) بود. نتایج نشان داد بیشترین مقدار عملکرد خشک کلاله با مقدار ۵/۱۶ (کیلوگرم در هکتار) از تیمار تراکم ۱۵۰ بانه و پوشش کلش غلات و کمترین این صفت با مقدار ۲/۲ (کیلوگرم در هکتار) از تیمار تراکم ۶۰ بانه در متر مربع و شاهد بدست آمد. میانگین دمای خاک در عمق استقرار بانه در سه نوع پوشش در مقایسه با شاهد حدود ۱۵ درصد کمتر بود، که حاکی از تأثیر مثبت استفاده از پوشش بر تعدیل دمای خاک می‌باشد. به نظر می‌رسد که استفاده از نوعی پوشش در سطح خاک به منظور تعدیل دمای خاک همزمان با شروع فصل تابستان می‌تواند بر عملکرد اقتصادی زعفران تأثیر مثبت داشته باشد.

واژه های کلیدی: پوشش گیاهی، سایه بان، درجه حرارت، کلاله، مدیریت زراعی

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: hamidre@gmail.com

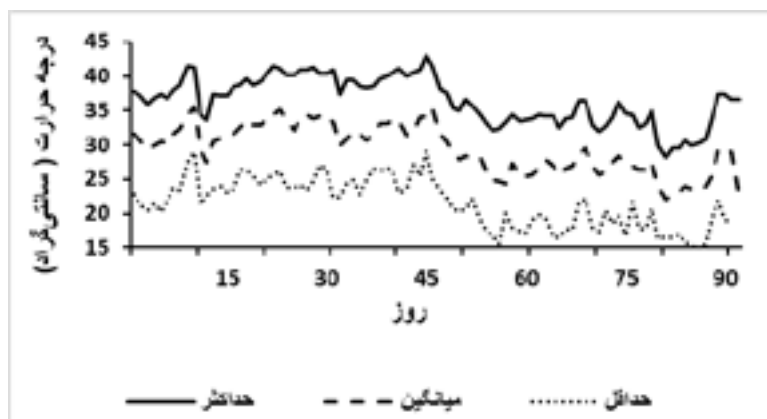
## بیان مسئله

زعفران زراعی (*Crocus sativus* L.) گیاهی است از خانواده زنبقیان با بانه (پیازهای) کروی و فشرده در قسمت قاعده که دارای گل‌های بنفش و معطر می‌باشد. این گیاه و به لحاظ گیاه‌شناسی یکساله اما در زراعت به عنوان گیاهی چندساله، مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (کافی و همکاران، ۱۳۸۱) در حال حاضر ایران بزرگترین تولید کننده زعفران دنیا می‌باشد. مجموع سطح زیر کشت و تولید کل زعفران در کشور برای سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ به ترتیب معادل ۱۲۰ هزار هکتار و ۴۳۹ تن گزارش شده است. بر اساس آخرین آمار، سطح زیر کشت و تولید زعفران در استان خراسان رضوی به ترتیب ۹۱ هزار هکتار و ۳۲۲ تن گزارش شده است (سالنامه آماری، جلد دوم ۱۳۹۸). اصولاً مناطق تولید زعفران در استان خراسان بزرگ در طیف وسیعی از شرایط اقلیمی به خصوص دما پراکنش دارد. معمولاً آغاز فعالیت گیاه زعفران برعکس بسیاری از گیاهان زراعی دیگر با شروع فصل سرما همراه است. از این رو می‌توان این گیاه را یک گیاه مقاوم به سرما و حساس به تنش‌های گرمایی به حساب آورد. طول دوره رشد زعفران حدود ۲۲۰ روز است که از اواسط مهر آغاز و تا اواخر اردیبهشت ماه ادامه می‌یابد. حداکثر و حداقل درجه حرارت قابل تحمل در زعفران به ترتیب بین ۳۵ الی ۴۰ و ۱۸- الی ۲۲- درجه سانتی‌گراد می‌باشد (بهدانی و فلاحی، ۱۳۹۴). میزان عملکرد این گیاه علاوه بر عوامل اقلیمی، به عوامل مدیریتی شامل آرایش کاشت و انتخاب تراکم مطلوب نیز وابسته است. انتخاب تراکم مناسب بانه سبب افزایش عملکرد در سال‌های اولیه و کاهش طول دوره بین کاشت تا اقتصادی شدن عملکرد زعفران می‌شود (بهدانی و فلاحی، ۱۳۹۴). کاشت پرتراکم زعفران

باعث می‌شود که امکان بهره‌برداری اقتصادی از مزارع زعفران زودتر فراهم شود، با این حال بیشتر کشاورزان به منظور صرفه‌جویی در هزینه‌های اولیه تولید تمایل به کاشت زعفران با تراکم متوسط دارند (ملافیلابی و همکاران، ۱۳۹۲). به طور کلی تراکم مناسب بستگی به روش تولید و طول زمان بهره‌برداری از مزرعه دارد.

اصولاً فعالیت‌های کشاورزی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی بطور قابل توجهی تحت تاثیر تغییرات اقلیمی قرار می‌گیرد. هرچند که گیاهان در طی سالیان متمادی با تغییرات محیطی سازگار شده‌اند اما تغییرات ناگهانی پارامترهای اقلیمی مانند دما و رطوبت می‌توانند بر الگوی پراکنش و میزان تولید آنها موثر واقع شود. در این رابطه کاهش عملکرد زعفران در دو دهه گذشته می‌تواند ناشی از تغییرات اقلیمی در مناطق عمده تولید این محصول باشد. با وجود آنکه برخی از توصیه‌های زراعی مانند انتخاب بانه بزرگتر در زمان کاشت، کاهش طول دوره بهره‌برداری با استفاده از تراکم و آرایش کاشت مناسب، تعداد مدارهای آبیاری و تغذیه می‌توانند بر پایداری عملکرد موثر واقع شوند، اما به نظر می‌رسد که تغییرات دما یکی از مهمترین عوامل اقلیمی است که می‌تواند بر رفتار گل دهی و در نهایت بر تغییرات عملکرد زعفران موثر باشد (۲۰۱۹، نصیری محلاتی).

از آنجایی که زعفران زراعی بر خلاف گونه‌های وحشی آن توانایی تولید بذر حقیقی را ندارد و صرفاً بصورت غیر جنسی و از طریق بانه‌های دختری تکثیر می‌شود (زکی عقل و همکاران، ۱۴۰۰)، از این رو در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک ممکن است زعفران در طی دوره رشد رویشی و نیز دوران انگیزش اندام‌های گل و برگ در فصل تابستان با انواع متفاوتی از تنش‌های غیرزیستی مواجه شود. اگر زعفران در



شکل ۱- روند تغییرات دمای روزانه هوا در تابستان ۱۳۹۸ (ایستگاه تحقیقات گناباد).

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

شاخص واکنش	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	نیترژن کل (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
۷/۹	۰/۲۷	۷/۴۹	۱۲۱	۰/۰۲۸	۱/۹	۶۲	۲۲	۱۶

در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گناباد برای دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ اجرا شد (با توجه به ماهیت تیمارهای آزمایشی داده‌های سال زراعی دوم ارائه شده است). ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گناباد در ۵ کیلومتری شمال شرقی گناباد واقع شده است. حداکثر و حداقل درجه حرارت مطلق سالیانه به ترتیب ۴۴/۲ و ۱۴/۲- درجه سانتی‌گراد، متوسط دمای فصل گرم ۲۳/۷، متوسط دمای فصل سرد ۱۰/۵ و متوسط درجه حرارت ماهیانه ۱۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. روند تغییرات دما در سه ماه تابستان سال ۱۳۹۸ در شکل (۱) و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول (۱) ارائه شده است.

آزمایش مورد نظر شامل دو فاکتور، تراکم بنه در چهار سطح (۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع) در

در معرض تنش‌های گرمایی طولانی مدت قرار گیرد، مسلماً سقط گل و در نتیجه کاهش عملکرد اقتصادی در سال بعد دور از انتظار نخواهد بود. (بهدانی و فلاحی، ۱۳۹۴؛ توکلی کاخکی و همکاران، ۱۳۹۹). از آنجایی که تولید پایدار زعفران یکی از اهداف کلان و راهبردی کشاورزی در سطح ملی و منطقه ای می‌باشد، از این رو کاربرد روش‌های صحیح مدیریت زراعی در جهت کاهش تأثیر تنش گرمایی می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. بر این اساس این مطالعه با هدف بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف و همچنین استفاده از بقایای غلات و سایه‌اندازی بر تعدیل دمای خاک و تأثیر آن بر رفتار بنه‌ها و عملکرد اقتصادی زعفران در شرایط اقلیمی گناباد طراحی و اجرا شده است.

### معرفی دستاورد

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در



شکل ۲- نمای تعدادی از تیمارهای اجراء شده در سطح مزرعه

کل آزمایش به ترتیب ۸، ۳۲، ۱۲۸ و ۳۸۴ مترمربع بود (شکل ۲).

در این مطالعه ابتدا پس از نمونه برداری از خاک محل آزمایش و انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی مقدار ۴۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده فرآوری شده هم زمان با آماده‌سازی اولیه در اوایل شهریورماه ۱۳۹۷ به زمین افزوده و پس از شخم اولیه سایر عملیات آماده‌سازی ثانویه شامل دیسک و لولرطبق روش‌های رایج در مناطق کاشت زعفران انجام شد. قبل از کاشت به منظور جلوگیری از خسارت کنه، باکتری و قارچ، ضد عفونی بنه‌ها با استفاده از روش اسپری‌پاشی به ترتیب با استفاده از سموم فن‌پیروکسی میت به نسبت‌های (۲ در هزار)، نوردوکس (۲ در هزار) و کاربندازیم (۳ در هزار) صورت گرفت. به منظور جلوگیری از اختلاط سایر عوامل، کاشت بنه‌های مادری با وزن اولیه متوسط ۹-۸ گرم در تمامی تیمارها در دهه اول مهرماه ۱۳۹۷ به صورت نیمه مکانیزه در عمق ۲۰-۱۸ سانتی‌متری سطح خاک انجام شد. اولین

کرت‌های اصلی به عنوان فاکتور اول و مدیریت بقایای گیاهی و سایه‌اندازی شامل چهار سطح (حذف بقایای زعفران در پایان فصل رشد (شاهد)، حضور بقایای زعفران در پایان فصل رشد، (شاهد) + استفاده از کلش غلات به میزان ۲ تن در هکتار و در نهایت (شاهد) + استفاده از سایه‌بان<sup>۱</sup> بود که در کرت‌های فرعی به عنوان فاکتور دوم، قرارگرفتند. شایان ذکر است که در این تیمار به منظور کاهش شدت تابش، از سایه‌بان مات از جنس فیبر با پوشش پلی‌اتیلن به رنگ سبز با سایه‌اندازی ۸۰ درصد جذب نور و ۲۰ درصد عبور نور که در ارتفاع ۵ الی ۱۰ سانتی‌متری از سطح زمین استفاده شد که پس از اتمام تابستان از سطح کرت‌ها جمع شد. هر کرت فرعی شامل ۸ خط کاشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و هر کرت اصلی دارای ۳۲ خط به طول ۴ متر بود. فاصله دو تکرار متوالی ۲/۵ و فاصله دو کرت اصلی متوالی ۰/۶ متر لحاظ شد. بر این اساس مساحت یک کرت فرعی، اصلی، تکرار و

۱- Shade

از نرم افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

#### اثر پوشش بر تعدیل دمای خاک

بررسی تغییرات درجه حرارت خاک در عمق کاشت بنبه برای هر یک از شیوه‌های مدیریتی پوشش گیاهی نشان داد که میانگین دمای خاک در طی دوره آزمایش در عمق استقرار بنبه در مقایسه با حداکثر درجه حرارت روزانه هوا از تغییرات کاهش قابل توجهی برخوردار بود. به طوری که میانگین دمای خاک در عمق استقرار بنبه در سه نوع پوشش (بقایای زعفران، کلش غلات و سایبان) در مقایسه با شاهد در حدود ۱۵ درصد کمتر بود (جدول ۲).

#### اثر تراکم و نوع پوشش بر عملکرد اقتصادی و

##### ویژگی‌های بنبه زعفران

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم  $\times$  مدیریت پوشش نشان داد که افزایش تراکم همراه با استفاده از نوعی پوشش شامل (بقایای زعفران، کلش غلات و سایبان) بر عملکرد خشک کلاله (عملکرد اقتصادی) با افزایش همراه بود (جدول ۳). با وجود آنکه عملکرد با افزایش تراکم بهبود یافته است. اما بر اساس ماهیت این آزمایش نقش استفاده از پوشش در بهبود شاخص‌های اقتصادی یعنی عملکرد خشک کلاله دارای اهمیت می‌باشد.

در این رابطه میانگین عملکرد اقتصادی کلاله خشک در واحد سطح در شرایط استفاده از نوعی پوشش شامل بقایای زعفران، کلش غلات و سایبان نسبت به شاهد (بدون پوشش) برای تراکم ۱۵۰ بنبه در مترمربع، ۲۵ درصد و برای تراکم ۶۰ بنبه در متر مربع ۹ درصد افزایش داشته است (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم  $\times$  مدیریت پوشش نشان داد که افزایش تراکم همراه با استفاده از نوعی پوشش شامل (بقایای زعفران، کلش غلات

آبیاری با استفاده از روش آبیاری بارانی با سیستم آبفشان غلطان<sup>۲</sup> در تاریخ ۲۲ مهر ماه صورت پذیرفت که پس از سپری شدن هشت روز سله‌شکنی خاک با استفاده از تراکتور باغی انجام شد. در مجموع با توجه به بارندگی تجمعی صورت گرفته در منطقه، سه نوبت دیگر آبیاری تا پایان فصل رشد صورت گرفت. مبارزه با علف‌های هرز یک نوبت و جین در پایان اسفند ماه توسط کارگر انجام شد. با توجه به ماهیت آزمایش، اجرای سطوح مختلف عامل دوم برای هر یک از کرت‌های فرعی از ابتدای تابستان سال ۱۳۹۸ صورت پذیرفت. بدین منظور کلش جو به میزان ۲ تن در هکتار از ابتدای تیرماه تا پایان شهریور ماه بر روی کرت‌های آزمایشی قرار داشت که پس از سپری شدن این مدت کلش از سطح کرت‌ها جمع‌آوری شد. به علت مصادف شدن خواب حقیقی بنبه‌ها با دماهای بالا در اولین ماه تابستان، دماسنج‌های شیشه‌ای الکلی با دقت ( $\pm 1$  درجه سانتی‌گراد) همراه با روکش و محافظ پلی‌اتیلنی برای هریک از سطوح عامل دوم در تراکم ۹۰ بنبه در متر مربع در عمق کاشت بنبه نصب شد. درجه حرارت در عمق مورد نظر به صورت روزانه و در ساعت ۱۴ در ماههای مرداد و شهریور قرائت شد. در پاییز ۱۳۹۸ جهت بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد خشک کلاله، گل‌های زعفران پس از حذف ۰/۵ متر اثر حاشیه‌ای از کرت‌های آزمایشی برداشت شد. در ادامه جهت بررسی تاثیر تیمارهای آزمایشی بر ویژگی‌های بنبه زعفران شامل وزن و تعداد کل بنبه‌ها در واحد سطح و همچنین تعداد بنبه‌های دختری با وزن مساوی و یا بیشتر از ۸ گرم، نمونه‌برداری در تابستان ۱۳۹۹ از سطحی معادل ۰/۲۵ مترمربع در هر تیمار آزمایشی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده

<sup>۲</sup> -Wheel move

جدول ۲- میانگین دمای خاک در عمق کاشت بنه برای هریک از تیمارهای پوشش سطح خاک

میانگین <sup>†</sup> دما (سانتیگراد)	تیمارهای پوشش سطح خاک
۳۵/۲۴	شاهد
۳۳	بقایای زعفران
۲۶/۸۲	کلش غلات
۳۰/۴۴	سایبان

<sup>†</sup> میانگین دمای روزانه خاک در ماههای مرداد و شهریور. لازم به ذکر است که میانگین

حداکثر دمای هوا در این مدت ۳۵/۳۴ درجه سانتیگراد ثبت شده بود.

با توجه به عدم معنی دار شدن اثر متقابل تراکم× پوشش برای صفت تعداد بنه‌های دختری با وزن مساوی یا بیشتر از ۸ گرم، نتایج بررسی اثر ساده دو عامل تراکم و پوشش نشان داد که بیشترین میانگین تعداد بنه‌های دختری تولید شده با وزن مساوی یا بیشتر از ۸ گرم در تراکم ۹۰ بنه در متر مربع و به لحاظ مدیریت پوشش سطح خاک در دو تیمار پوششی استفاده از کلش غلات و سایبان حاصل شده است (جدول ۴).

و سایبان) با افزایش دو صفت تعداد بنه و وزن بنه در واحد سطح همراه بود (جدول ۳). به طوری که میانگین تعداد بنه تولید شده در واحد سطح در تراکم‌های ۶۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع در نتیجه اعمال سه نوع مدیریت پوشش در مقایسه با شاهد در همان تراکم‌ها به ترتیب ۲۹ و ۴۸ درصد افزایش داشته است. این روند برای وزن کل بنه‌های تولید شده در واحد سطح نیز مشاهده شد. به طوری که در کمترین تراکم (۶۰ بنه در متر مربع) میانگین وزن بنه‌ها در واحد سطح در نتیجه اعمال سه نوع مدیریت پوشش در مقایسه با شاهد (بدون پوشش) ۵۲ درصد افزایش نشان داد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و نوع پوشش بر عملکرد خشک کلاله و ویژگی‌های بنه زعفران

تراکم (تعداد بنه در متر مربع)	پوشش	عملکرد خشک کلاله (گرم برمتر مربع)	تعداد بنه (متر مربع)	وزن بنه (گرم برمتر مربع)
۶۰	شاهد	۰/۲۲۳	۱۳۷/۳۳	۷۶۱/۲۳
	بقایا	۰/۲۱۳	۱۶۲/۶۶	۱۰۴۹/۳۳
	کلش غلات	۰/۲۵۳	۱۷۷/۳۳	۱۲۲۱/۲۰
	سایبان	۰/۲۶۰	۱۹۳/۳۳	۱۲۵۹/۵۳
۹۰	شاهد	۰/۳۱۰	۲۰۲/۶۶	۱۱۳۶/۲۱
	بقایا	۰/۳۳۶	۲۳۴/۶۶	۱۶۱۴/۴۰
	کلش غلات	۰/۲۸۰	۲۷۸/۶۶	۲۵۳۸/۵۳
	سایبان	۰/۳۱۶	۳۲۵/۳۳	۲۲۸۳/۴۶
۱۲۰	شاهد	۰/۳۵۰	۱۶۵/۳۳	۶۷۳/۳۷
	بقایا	۰/۳۰۰	۲۵۲	۱۴۱۸/۲۶
	کلش غلات	۰/۳۹۰	۴۴۰	۲۶۵۴/۹۳
	سایبان	۰/۴۵۳	۴۰۹/۳۳	۲۱۱۶/۲۶
۱۵۰	شاهد	۰/۳۸۰	۲۳۸/۶۶	۱۰۴۱/۷۳
	بقایا	۰/۴۰۰	۳۸۸	۱۷۴۹/۳۰
	کلش غلات	۰/۵۱۶	۴۳۴/۶۶	۲۴۴۶/۹۶
	سایبان	۰/۵۱۰	۴۹۶	۲۳۲۶/۵۳
<b>LSD (5%)</b>				۵۳۱/۴

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تراکم و نوع پوشش بر تعداد بنه‌های دختری با وزن مساوی یا بیشتر از ۸ گرم

تراکم (تعداد بنه در متر مربع)	تعداد بنه های با وزن مساوی یا بیشتر از ۸ گرم
۶۰	۵۱/۳۳
۹۰	۹۳/۶۷
۱۲۰	۶۳/۶۷
۱۵۰	۵۱/۶۷
LSD (5%)	۲۹/۰۵
پوشش	
شاهد	۲۷
حضور بقایای زعفران	۵۳/۶۷
کلش غلات	۱۰۳/۳۳
سایبان	۷۶/۳۳
LSD (5%)	۲۴/۶۱

### توصیه ترویجی

بر اساس نتایج بدست آمده از این مطالعه به نظر می‌رسد که با توجه به تغییرات شرایط آب و هوایی چند سال اخیر در مناطق عمده تولید این محصول در استان خراسان بزرگ چه به لحاظ کاهش بارندگی‌ها در طی پاییز و زمستان و یا افزایش میانگین دما در تابستان و دوام و پایداری دماهای بالاتر از حد بهینه که بر کاهش عملکرد زعفران موثر می‌باشد. استفاده از نوعی پوشش در سطح خاک مزرعه زعفران شامل (بقایای زعفران، کلش غلات، سایبان) در فصل تابستان و در نتیجه تعدیل یا کاهش دمای خاک با استفاده از این شیوه مدیریتی می‌تواند بر عملکرد اقتصادی و تولید بنه‌های دختری زعفران با وزن بیشتر و در نتیجه بر عملکرد کلاله در طی دوره بهره‌برداری تاثیر مثبت داشته باشد.



### منابع مورد استفاده

- ۱- آمار نامه کشاورزی سال ۱۳۹۸ جلد دوم: محصولات باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی اقتصادی. مرکز فن آوری اطلاعات و ارتباطات.
  - ۲- بهدانی، م.ع.، فلاحی، ح. ۱۳۹۴. زعفران دانش فنی مبتنی بر رهیافت های پژوهشی. انتشارات دانشگاه بیرجند.
  - ۳- توکلی کاخکی، ح.ر. شریفی، ح. ر. نبی پور. ز. ۱۳۹۹. ارزیابی تاثیر تراکم، پوشش گیاهی و سایه اندازی بر تعدیل دمای خاک و عملکرد زعفران (*Crocus sativus*). نشریه زراعت و فن آوری زعفران. ۸ (۴): ۵۴۲-۵۲۷.
  - ۴- زکی عقل، م. خرم دل، س. کوچکی، ع. نباتی، ج. نظامی، ا. میر شمسی کاخکی، ا. ملافیلابی، ع. رضوانی مقدم، پ. نصیری محلاتی، م. ۱۴۰۰. شاخص های تولید بانه های استاندارد و سالم زعفران. نشریه زراعت و فن آوری زعفران. ۹(۲). ۱۴۱-۱۲۱.
  - ۵- کافی، م.، راشد محصل، م.ح.، کوچکی، ع.، ملافیلابی، ع. ۱۳۸۱. زعفران، فن آوری تولید و فراوری. دانشگاه فردوسی مشهد.
  - ۶- ملافیلابی، ع.، کوچکی، ع.، رضوانی مقدم، پ.، نصیری محلاتی، م. ۱۳۹۲. مقایسه و بررسی اثر تراکم و وزن بانه ب.ر عملکرد و اجزاء عملکرد زعفران در بسترهای خاکی و هیدرو پونیک در تونل پلاستیکی. نشریه زراعت و فن آوری زعفران. ۲ (۱): ۲۸-۱۴.
- 2-Nassiri Mahallati, M. 2019. Advances in modeling saffron growth and development at different scales. In A. Koocheki and M. Khajeh- Hosseini (eds). Saffron: Science, Technology and Health. Elsevier Inc. pp. 139-167.