

## تأثیر تراکم کاشت، وزن بنه مادری و عمق کاشت بر عملکرد اقتصادی زعفران (*Crocus.sativus* L.) در شرایط اقلیمی گناباد

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

۱. به ترتیب دانشیار و استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران،
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 (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۶

شریفی، ح. ر.، نبی پور، ز.، توکلی کاخکی، ح. ر.،. تأثیر تراکم کاشت، وزن بنه مادری و عمق کاشت بر عملکرد اقتصادی زعفران (*Crocus.sativus* L.) در شرایط اقلیمی گناباد

نشریه ترویجی زعفران، دوره ۳- شماره ۲- پیاپی ۵- پائیز و زمستان ۱۴۰۰ صفحه: ۲۰-۱۲

### چکیده

به منظور انتخاب تراکم کاشت، وزن بنه و عمق کاشت جهت حصول حداکثر عملکرد اقتصادی زعفران (*Crocus.sativus* L.)، آزمایشی در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (ایستگاه تحقیقات گناباد) در فاصله سال های زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۹ انجام شد. در این تحقیق عامل تراکم کاشت (در چهار سطح ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع) و دو عامل عمق کاشت (در دو سطح ۱۵±۲ و ۲۵±۲ سانتی متر از سطح خاک) و وزن بنه (در دو سطح ۴±۱ و ۸±۱ گرم) مورد بررسی قرار گرفتند. پژوهش های متعددی در رابطه با اثر تراکم، عمق و وزن بنه زعفران بر عملکرد زعفران انجام شده ولیکن این مطالعات عمدتاً کوتاه مدت بوده است، در حالیکه کشت زعفران در ایران به عنوان یک محصول چندساله مورد بهره برداری قرار می گیرد. در شیوه فعلی کاشت، بهره برداری در سال های میانی اقتصادی تر بوده و در سال های ابتدایی و انتهایی، مصرف منابع پایه و سایر نهاده ها و به خصوص منابع ارزشمند آب به عملکرد قابل قبول ختم نمی شود. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان داد که افزایش تراکم از ۶۰ به ۱۵۰ بنه در مترمربع باعث افزایش تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک کلاله در مترمربع شد. در حالی که در سال دوم کاشت برتری خصوصیات گل برای بنه های ۸ گرمی نسبت به ۴ گرمی کاملاً مشهود بود، اما عملکرد اقتصادی گل در سال سوم کاشت برای دو سطح مورد بررسی از وزن بنه های مادری اولیه کاملاً متفاوت بود. همچنین نتایج نشان داد که افزایش عمق کاشت از ۱۵ به ۲۵ سانتی متر سبب کاهش معنی دار تمام صفات مورد بررسی زعفران در طی سال های این مطالعه شد. در مجموع به نظر می رسد که افزایش تراکم همزمان با استفاده از بنه های درشت تر تحت عمق کاشت کمتر فقط در سال های اول کاشت باعث بهبود عملکرد اقتصادی زعفران می شود. از این رو با توجه به مدیریت زراعی چندساله زعفران می توان با استفاده از تراکم های بیشتر (۱۴۰-۱۱۰ بنه در مترمربع) و بنه های مادری با میانگین وزن ۶ گرم عملکرد اقتصادی مطلوبی را در شرایط اقلیمی منطقه مورد بررسی در سال سوم کاشت بدست آورد.

واژه های کلیدی: تعداد گل، زعفران، وزن تر گل، وزن خشک کلاله

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: [zohreh.nabipour@yahoo.com](mailto:zohreh.nabipour@yahoo.com)

## بیان مسئله

زعفران زراعی با نام علمی *Crocus.sativus* L. یکی از گرانبهاترین محصولات کشاورزی ایران و جهان محسوب می شود که متعلق به خانواده زنبقیان (Iridaceae) است. اکثر مناطق زعفران خیز جهان در عرض های جغرافیایی ۲۹ تا ۴۲ درجه شمالی و از آسیای مرکزی در شرق تا اسپانیا در غرب پراکنده شده اند و خارج از این محدوده به دلیل مناسب نبودن شرایط رشد و نمو تولید آن بسیار اندک است. براساس آخرین آمار منتشر شده سطح کل زیر کشت و تولید زعفران در سطح کشور به ترتیب ۱۲۱ هزار هکتار و ۴۲۸ تن می باشد این در حالی است که در حدود ۹۰ درصد از تولید زعفران و بیش از ۸۴ درصد از سطح زیر کشت زعفران به ایران تعلق دارد (سالنامه آماری جلد دوم، ۱۳۹۹). کاشت زعفران از جنبه های مختلف نظیر نیاز آبی کمتر، آبیاری در زمان های غیر بحرانی نیاز آبی سایر گیاهان، بهره وری اقتصادی آب، اشتغال در جوامع کشاورزی و نقش آن در صادرات غیرنفتی مورد توجه است. این گیاه مشابه سایر گیاهان زراعی برای استفاده حداکثر از پتانسیل محیط، علاوه بر شرایط آب و هوایی و خاک مناسب نیاز به مدیریت های زراعی بهینه جهت حداکثر عملکرد و افزایش طول دوره بهره برداری دارد که در این رابطه تراکم، وزن بنه و عمق کاشت از اهمیت ویژه ای برخوردار است (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۶؛ توکلی کاخکی و همکاران، ۱۳۹۹). انتخاب تراکم مناسب بنه ضمن افزایش دوره بهره برداری، سبب افزایش

عملکرد و کاهش طول دوره بین کاشت تا اقتصادی شدن عملکرد زعفران می شود. در این رابطه برخی از محققین گزارش کرده اند که کاشت پر تراکم زعفران باعث می شود امکان بهره برداری اقتصادی از مزارع زعفران در سال های ابتدایی، زودتر فراهم شود. اکثر پژوهش های انجام شده تراکم مطلوب ۵۰ بنه در مترمربع و وزن ۴ تا ۵ تن در هکتار بنه درشت در کشت ردیفی را برای دستیابی به حداکثر عملکرد زعفران توصیه نموده اند (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۶؛ رضویان و همکاران، ۱۳۹۸). در آزمایشی افزایش تعداد گل در مترمربع همزمان با افزایش تراکم بنه گزارش شده است. البته اگر چه تعداد گل در واحد سطح با افزایش تراکم بنه به طور مثبت و معنی داری افزایش یافت ولی این امر با کاهش وزن کلاله همراه بود (شریفی و همکاران، ۱۴۰۰). نتایج تعدادی از پژوهشگران نیز نشان داد که تراکم کاشت تاثیر معنی داری بر وزن تازه گل، عملکرد کلاله خشک و وزن تر بنه های دخترتی داشت، همچنین وزن تر و خشک برگ در تراکم های بالاتر بیشتر بود. بنه نقش بسیار موثری در چرخه زندگی زعفران بازی می کند، چون منبع ذخیره مواد فتوسنتزی مورد نیاز گیاه بعد از مرحله خواب و در مراحل اولیه رشد است (رضویان و همکاران، ۱۳۹۸؛ محمد آبادی و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج برخی مطالعات کوتاه مدت و یک ساله نشان داد انتخاب بنه های مادری درشت تر برای کشت، از طریق تولید بنه های دخترتی درشت تر، ظرفیت گل آوری و عملکرد مزرعه را در سال

زیادی روی اثر تراکم، عمق و وزن بنه زعفران بر عملکرد زعفران انجام شده ولیکن این مطالعات عمدتاً کوتاه مدت بوده است، در حالیکه کشت زعفران در ایران به عنوان یک محصول چندساله مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. در شیوه فعلی کاشت، بهره‌برداری در سال‌های میانی اقتصادی‌تر بوده و در سال‌های ابتدایی و انتهایی، مصرف منابع پایه و سایر نهاده‌ها و به خصوص منابع ارزشمند آب به عملکرد قابل قبول ختم نمی‌شود (رضویان و همکاران، ۱۳۹۸). کشت متراکم و سطحی بنه ای درشت راهبرد انتخابی برخی از کشورها برای حصول حداکثر عملکرد در طی یک سال بوده و رسیدن به بیشترین بهره‌وری نیازمند کشت سالیانه و هزینه‌های هر ساله آن است (سیدی و رضوانی مقدم، ۱۳۹۸؛ شریفی و همکاران، ۱۴۰۰) که در این مقاله سعی بر آن است تا با مطالعه واکنش وزن‌های متفاوت بنه مادری به تراکم‌ها و عمق‌های مختلف کاشت در طی چند سال، به ترکیب بهینه‌ای از این سه فاکتور جهت انتخاب راهبرد مدیریت صحیح زراعی برای بهره‌برداری اقتصادی از مزارع زعفران به عنوان یک گیاه چند ساله و حصول حداکثر عملکرد دست یافت.

#### معرفی دستاورد

این آزمایش در فاصله سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۷ به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (ایستگاه تحقیقات کشاورزی گناباد) انجام شد. این

اول افزایش می‌دهد و از طرف دیگر کاشت بنه‌های کوچک به دلیل عدم گلدھی در سال اول، مقرون به صرفه نمی‌باشند (سیدی و رضوانی مقدم، ۱۳۹۸؛ ریناو و همکاران، ۲۰۱۲). با توجه به اینکه، بنه به عنوان منبع ذخیره مواد غذایی مورد نیاز برای رشد مجدد و تولید گل در سال بعد محسوب می‌شود، بر این اساس چنین به نظر می‌رسد که وزن بنه‌های دختری و به تبع آن عملکرد زعفران تابعی پویا از وزن بنه مادری و سایر شرایط مدیریتی و محیطی مزرعه باشد. کشت متراکم زعفران با وزن بنه بالاتر در مترمربع باعث شروع زودتر بهره‌برداری می‌شود؛ ولیکن بدیهی است که این امر فقط تحت شرایطی منطقی خواهد بود که زعفران به صورت یک ساله کشت شود، زیرا در غیر این صورت به دلیل تکثیر بنه‌ها در سال دوم و رقابت ایجاد شده و تراکم بیش از حد، تاثیر منفی بر عملکرد خواهد داشت (بهدانی و فلاحی، ۱۳۹۴). بهینه سازی عمق کاشت یکی از مسایل مهم و قابل بحث در زراعت زعفران است (معلم بنهنگی و همکاران، ۱۳۹۸). با توجه به این که دوره تولید زعفران در ایران طولانی است، لذا عمق کاشت بایستی به اندازه‌ای باشد که بنه های دختری جدید در اعماق سطحی خاک تشکیل نشوند و به این صورت طول دوره بهره‌برداری زعفران افزایش یابد. از طرفی عمق مناسب کاشت باعث حفاظت از بنه‌ها در زمستان از یخزدگی و در تابستان از گرمزدگی می‌شود (سیدی و رضوانی مقدم، ۱۳۹۸؛ بهدانی و فلاحی، ۱۳۹۴). مطالعات

مرحله اواسط دی ماه و تکرار آن ۴۰ روز بعد) و سله شکنی (بعد از اولین آبیاری جهت سهولت خروج گل‌ها از خاک) در طول دوره رشد گیاه در همه سال‌های آزمایش انجام شد. همچنین در سال اول کاشت قبل از آبیاری اول ۴۰ تن در هکتار کود پوسیده گاوی (اسماعیلیان و امیری، ۱۳۹۷) و در سال‌های دوم و سوم کاشت نیز به اندازه نیاز مزرعه به زمین اضافه شد. در هر سه سال آزمایش کود اوره ۴۶ درصد به مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار، سولوپتاس به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار و هیومیکس به مقدار ۴ کیلوگرم در هکتار همراه با زاج آب به صورت کودآبیاری مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۲).

همچنین برنامه تغذیه تکمیلی به صورت محلول پاشی در دو مرحله شامل اواسط بهمن ماه و تکرار آن با فاصله یک ماه با فرمول کودی  $TE+20-20-20^1$  به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار، کود EM به مقدار ۲۰ لیتر در هکتار و اسید آمینه به مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار در هر دو سال آزمایش تکرار شد. اولین گل‌ها در سال اول تقریباً یک ماه بعد از تاریخ کاشت و در سال‌های دوم و سوم کاشت حدوداً اواسط آبان ماه ظاهر شدند (شکل ۲). نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری خصوصیات گل شامل تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک کلاله از کرت‌های آزمایشی در هر سه سال آزمایش همزمان با شروع گلدهی آغاز شد و گل‌های ظاهر شده هر روز صبح به صورت غنچه جمع‌آوری و شمارش گردید و سپس جهت تعیین

۱ عناصر ریزمغذی شامل: بور، آهن، منگنز، روی

شهرستان از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. در این تحقیق عامل تراکم کاشت در چهار سطح ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع در کرت‌های اصلی و فاکتوریل دو عامل عمق کاشت در دو سطح  $15 \pm 2$  و  $25 \pm 2$  سانتی‌متر از سطح خاک و وزن بنه در دو سطح  $4 \pm 1$  و  $8 \pm 1$  گرم در کرت‌های فرعی قرار داشتند. ابعاد هر کرت فرعی  $2 \times 4$  و کرت اصلی  $4 \times 8$  متر، فاصله بین کرت‌های اصلی  $0/6$  متر، فاصله بین تکرارها  $2/5$  متر و فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بر این اساس مساحت کل زمین تحت آزمایش ۴۰۰ مترمربع بود. خاک محل آزمایش دارای بافت شنی لومی بوده و عملیات کاشت به روش نیمه مکانیزه (با استفاده از تراکتور تک خیش آفست) در اوایل مهر ماه ۱۳۹۷ با استفاده از بنه‌های درجه بندی شده صورت گرفت. بنه‌ها قبل از کاشت با مخلوط قارچ کش رورال تی اس با غلظت ۳ در ۱۰۰۰، کنه کش ارتوس با غلظت ۲ در ۱۰۰۰، باکتری کش نوردوکس با غلظت ۲ در ۱۰۰۰ به روش اسپری ضد عفونی شدند. آبیاری اول بلافاصله بعد از کشت و آبیاری دوم با فاصله یک هفته به منظور تسهیل در خروج جوانه‌های گل و برگ از خاک انجام شد. اولین آبیاری در سال دوم کاشت بنه در تاریخ ۱۳۹۸/۰۸/۱۰ و سال سوم کاشت بنه در تاریخ ۱۳۹۹/۰۸/۰۸ متناسب با شرایط دمایی گناباد صورت گرفت (شکل ۱). سایر مراقبت‌های زراعی مانند وجین علف‌های هرز (در دو



شکل ۱: شمای مزرعه در آبیاری اولیه

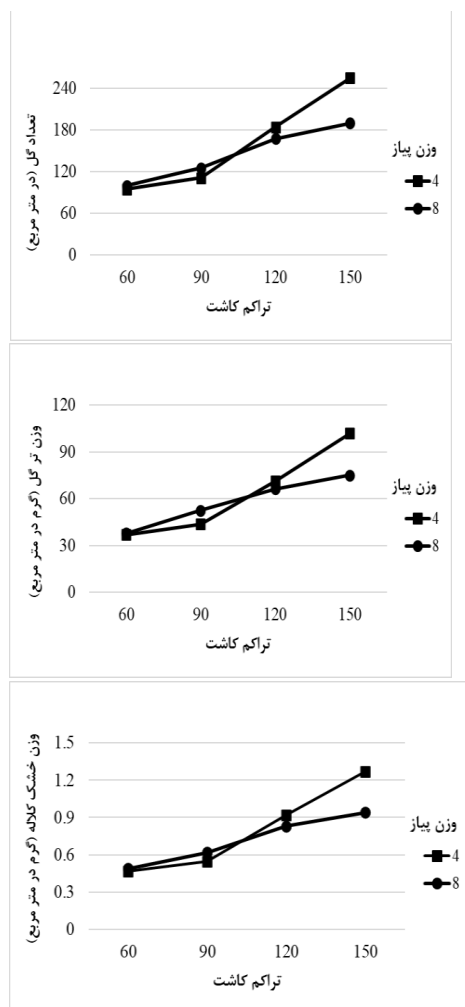


شکل ۲: شمای مزرعه در مرحله گلدهی

تراکم  $\times$  وزن بنه نشان داد تحت تراکم‌های (۶۰ و ۹۰ بنه در مترمربع) تغییرات وزن بنه‌های مادری از ۴ به ۸ گرم تاثیر چندانی بر صفات مورد بررسی در عملکرد اقتصادی زعفران نداشت اما در تراکم‌های بیشتر (۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در مترمربع) بنه‌های مادری ۴ گرمی از عملکرد کلاله بیشتری برخوردار بودند (شکل ۴). به بیان دیگر سرعت افزایش عملکرد کلاله در تراکم‌های بیشتر در بنه‌های ۴ گرمی بیشتر از ۸ گرمی بوده است. نکته در خور توجه آن است که با افزایش سن مزرعه و در همه سطوح تراکمی، سرعت افزایش عملکرد اقتصادی کلاله بنه‌های ۴ گرمی بیشتر از ۸ گرمی بوده و لذا در پایان سال سوم کاشت، عملکرد کلاله بنه‌های ۴ گرمی در

وزن تر گل، انجام عملیات جداسازی کلاله‌ها و خشک کردن کلاله‌ها به آزمایشگاه منتقل شد (شکل ۳). نظر به آن که عملکرد زعفران تابعی از شرایط محیطی و مدیریتی سال قبل است، در این مطالعه عملکرد اقتصادی زعفران با هدف بررسی پیامد تیمارهای آزمایش در سال سوم کاشت (۱۳۹۹) به عنوان یک سال شاخص به لحاظ درآمد اقتصادی مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های حاصل با نرم افزار های SAS Var. 9.4 و Excel 2010 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد مورد بررسی قرار گرفتند.

بررسی نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل

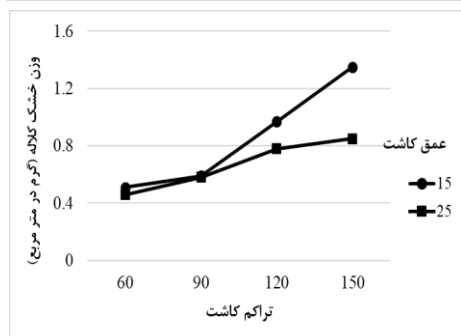
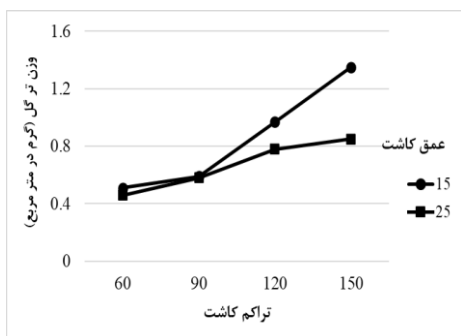
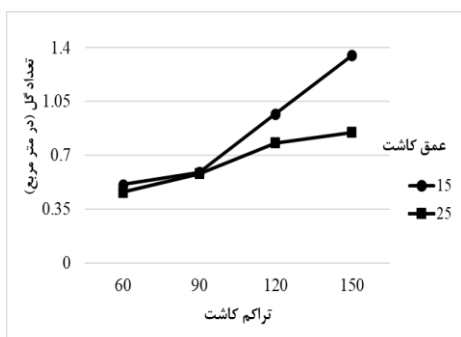


شکل ۴: اثر متقابل تراکم و وزن بنه بر تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک کلاله در مترمربع در سال سوم

است (شکل ۴).

بررسی اثرات متقابل تراکم  $\times$  عمق کاشت نشان داد اثر افزایش تراکم بر بهبود خصوصیات گل شامل تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک کلاله در عمق کاشت ۱۵ سانتی متر بیشتر بوده است (شکل ۵). عقیده بر این است که با توجه به دوره طولانی بهره برداری از مزارع زعفران در ایران، عمق کاشت باید به اندازه‌ای انتخاب شود که قبل از اتمام دوره بهره‌برداری، بنه‌های جدید در عمق سطحی خاک تشکیل نشوند و به این صورت طول

تراکم‌های کمتر معادل و در تراکم‌های بالاتر بیشتر از بنه‌های ۸ گرمی بود. بر این اساس افزایش تراکم به خوبی قادر به جبران اثر وزن بنه مادری بر تعداد گل در واحد سطح بوده که این اثر با افزایش سن مزرعه تشدید شده است. زعفران در سال اول انرژی بیشتری را صرف استقرار و انطباق با محیط کرده و در سال‌های بعد، اندوخته بیشتری را به افزایش عملکرد اقتصادی اختصاص می‌دهد (بهدانی و همکاران، ۱۳۹۴). بنابراین در سال اول جوانه‌های رویشی بنه‌های درشت‌تر به دلیل ذخیره بیشتر مواد غذایی می‌توانند سریع‌تر فعال شده و تعداد گل با وزن بیشتری در سطح خاک ظاهر کنند؛ در سال دوم نیز تولید بنه‌های دخترتری بیشتر توسط بنه‌های مادری سنگین‌تر منجر به افزایش عملکرد در مقایسه با بنه‌های مادری با وزن کمتر می‌شود (اسماعیلیان و همکاران، ۱۳۹۷). در حالی که در سال‌های بعد ممکن است به دلیل افزایش سن بنه‌ها، رقابت و پیر شدن بنه‌ها، بنه‌های مادری با وزن بیشتر دارای تعداد گل، وزن تر گل و عملکرد اقتصادی کمتری در واحد سطح در مقایسه با بنه‌های مادری با وزن کمتر داشته باشند (رضویان و همکاران، ۱۳۹۸). مطابق با نتایج بدست آمده از این مطالعه به نظر می‌رسد در طول سه سال بعد از کاشت اولیه بنه‌های مادری، مدیریت زراعی داشت سبب افزایش وزن بنه‌های دخترتری حاصل از بنه‌های مادری ۴ گرمی شده است که در نهایت در سال سوم وزن خشک کلاله بدست آمده در تراکم‌های بالاتر و بنه‌های مادری سبک‌تر بیشتر شده



شکل ۵: اثر متقابل تراکم و عمق کاشت بر تعداد گل، وزن تر گل و وزن خشک کلاله در مترمربع در سال سوم در سال‌های دوم و سوم اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. به بیان دیگر با افزایش سن مزرعه از سهم و نقش وزن بنه‌های مادری کاسته و به اثر فتوسنتز جاری برگ‌ها افزوده می‌شود. بر این اساس در کشت زعفران به‌عنوان محصولی چند ساله، صرفاً استفاده از بنه‌های درشت در کشت متراکم مزیتی به همراه نداشته و می‌توان در میان مدت از طریق کشت متراکم بنه‌های با وزن کمتر به عملکرد اقتصادی (عملکرد کلاله) برابر با بنه‌های درشت تر در مجموع سال‌های بهره‌برداری از مزارع زعفران دست

دوره بهره‌برداری مفید افزایش یابد (رضوانی مقدم و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به مزایای کشت عمیق در رابطه با کاهش اثرات یخبندان زمستانه و درجه حرارت بالای تابستان، افزایش دوره بهره‌برداری از مزارع زعفران، کشت با عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری از سطح زمین توسط بسیاری از محققین توصیه شده است؛ با افزایش عمق کاشت از حد مطلوب، گیاه برای رسیدن جوانه گل و برگ به سطح خاک، باید انرژی بیشتری مصرف کند و مطابق آن تعداد جوانه‌های گل در گیاه کاهش می‌یابد، لذا عمق کاشت کمتر در سال‌های اول بیشترین کارایی را در افزایش عملکرد زعفران خواهد داشت (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۶).

#### توصیه ترویجی

در مزارع ایران زعفران به صورت گیاهی چند ساله مورد کشت و کار قرار می‌گیرد از این رو تاثیر مدیریت زراعی مانند مقدار تراکم، وزن بنه مادری و عمق کاشت بیشتر به سال اول محدود می‌شود. این در حالی است که اثر این عوامل بر عملکرد زعفران اثبات شده و لذا انتخاب بهینه این عوامل در سال نخست کاشت بر عملکرد اقتصادی زعفران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است ولی در سال‌های بعدی با توجه به نتایج این آزمایش مزیت عملکرد اقتصادی کلاله زعفران حاصل از کشت‌های متراکم‌تر و بنه‌های با وزن کمتر در مقایسه با بنه‌های با وزن بالاتر بیشتر بود. از این رو چنین به نظر می‌رسد که لزوم توجه به مدیریت زراعی مرحله داشت مزارع زعفران

یافت و در عین حال هزینه مربوط به خرید بنه برای احداث مزرعه را نیز کاهش داد. بنابراین می‌توان با کاشت بنه‌های با میانگین وزن ۶ گرم (شریفی و همکاران، ۱۴۰۰) تحت تراکم های در دامنه ۱۱۰ تا ۱۴۰ بنه در مترمربع و نیز میانگین عمق کاشت ۱۸ سانتی متر تحت برنامه مدیریت داشت به عملکرد قابل قبول در منطقه دست یافت.



### منابع مورد استفاده

۱. اسماعیلیان، ی.، امیری، م. ۱۳۹۷. بررسی اثر کود دامی و الگوی کشت بر برخی از خصوصیات کمی گل و بانه زعفران زراعی (*Crocus sativus* L.) در شرایط اقلیمی گناباد. زراعت و فناوری زعفران. ۶ (۴): ۴۴۴-۴۲۹.
۲. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹ جلد دوم: محصولات باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی اقتصادی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
۳. بهدانی، م.ع.، فلاحی، ح. ۱۳۹۴. زعفران دانش فنی مبتنی بر رهیافت های پژوهشی. انتشارات دانشگاه بیرجند.
۴. توکلی کاخکی، ح.، شریفی، ح.، نبی پور، ز. ۱۳۹۹. ارزیابی تاثیر تراکم بوته، پوشش گیاهی و سایه اندازی بر تعدیل دمای خاک و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.). زراعت و فناوری زعفران. ۸ (۴): ۵۲۷-۵۴۲.
۵. رضویان، م.، رضوانی مقدم، پ.، اسدی، ق. ۱۳۹۸. ارزیابی عملکرد گل و بانه زعفران تحت تاثیر وزن و عمق های کاشت مختلف بانه. زراعت و فناوری زعفران. ۷ (۲): ۱۷۰-۱۵۵.
۶. سیدی، م.، رضوانی مقدم، پ. ۱۳۹۸. برنامه پیشنهادی برای استانداردسازی تولید بانه های زعفران، موانع و ارائه راهکارها. زراعت و فناوری زعفران. ۷ (۴): ۴۷۹-۴۵۷.
۷. شریفی، ح.ر.؛ نبی پور، ز.؛ توکلی کاخکی، ح.ر. ۱۴۰۰. بررسی اثر رفتار جبرانی تراکم کاشت، وزن بانه مادری و عمق کاشت بر خصوصیات رویشی و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.). زراعت و فناوری زعفران. ۳ (۹): ۲۲۷-۲۴۸.
۸. کوچکی، ع.، کرباسی، ع.، سیدی، م. ۱۳۹۶. بررسی برخی از دلایل کاهش عملکرد زعفران در طی ۳۰ سال اخیر. زراعت و فناوری زعفران. ۵ (۲): ۱۲۲-۱۰۷.
۹. معلم بنهنگی، ف.، رضوانی مقدم، پ.، اسدی، ق.، خرم دل، س. ۱۳۹۸. تاثیر سطوح مختلف عمق کاشت و مقادیر مختلف بانه بر عملکرد گل و بانه زعفران (*Crocus sativus* L.). زراعت و فناوری زعفران. ۷ (۱): ۶۷-۵۵.
10. Mohammad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghadam, P., Sabori, S. 2007. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron in Mashhad conditions. Acta Horticulturae 739: 151-153.
11. Renau-Morata, B., Nebauer, S.G., Sánchez, M., and 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.). Industry Journal of Crop Production. 39: 40-46