

اثر کائولین و تراکم بنه بر عملکرد اقتصادی زعفران (مطالعه موردی گناباد)

The effect of kaolin and corm density on the economic yield of saffron (case study: Gonabad)

زهره نبی پور^{۱*}، زکيه شریعتمداری^۲، حمید رضا توکلی کاخکی^۳، حمید رضا شریفی^۳

۱. محقق، ایستگاه تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گناباد، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، گناباد، ایران. (نگارنده مسئول)
۲. کارشناس، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
۳. به ترتیب استادیار 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.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۰۷ - شناسانه برنمود رقمی:

چکیده

نبی پور، ز.، شریعتمداری، ز.، توکلی کاخکی، ح. ر.، شریفی، ح. ر. اثر کائولین و تراکم بنه بر عملکرد اقتصادی زعفران (مطالعه موردی گناباد)

نشریه ترویجی زعفران، دوره ۳ - شماره ۲ - پایاند ۶- پائیز و زمستان ۱۴۰۳ صفحه: ۱۶-۷

به منظور بررسی تأثیر تراکم و کاربرد کائولین بر عملکرد کلاله خشک زعفران (*Crocus sativus* L.) در شرایط اقلیمی گناباد آزمایشی به صورت اسپلیت پلات (کرتهای خرد شده) در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (ایستگاه تحقیقات کشاورزی گناباد) در سالهای زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۷ انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل تراکم بنه در چهار سطح (۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ بنه در متر مربع) به عنوان فاکتور اصلی و کائولین در سه سطح (عدم مصرف کائولین (شاهد)، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان فاکتور فرعی بود. کائولین در نیمه دوم خرداد ماه با استفاده کودپاش مخزنی پشت تراکتوری در سطح هر کدام از تیمارها پخش شد. نتایج نشان داد که در سال اول بیشترین وزن خشک کلاله تحت تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کائولین بدست آمد؛ و در سال دوم تراکم ۹۰ بنه در متر مربع با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کائولین دارای وزن خشک کلاله بیشتری بود. در هر دو سال مورد بررسی اختلاف معنی داری بین تیمار کاربرد ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار با تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع (سال اول) و ۹۰ بنه در متر مربع (سال دوم) مشاهده نشد. با توجه به اینکه زعفران گیاهی چند ساله است و نیز اثرات مثبت استفاده از این شیوه مدیریت زراعی در تعدیل درجات حرارت مخصوصاً در مرحله گل انگیزی زعفران، کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کائولین در تراکم ۹۰ تا ۱۲۰ بنه در متر مربع در جهت پایداری و افزایش عملکرد زعفران پیشنهاد می شود.

واژه های کلیدی: بنه، پوشش غیر گیاهی، درجه حرارت، کلاله، مدیریت تابستانه.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: zohreh.nabipour@yahoo.com

بیان مسئله :

زعفران با نام علمی (*Crocus.sativus* L.) گیاهی است علفی، چند ساله و متعلق به خانواده زنبقیان که می‌تواند بسته به شرایط آب و هوایی تا حدود ۸ تا ۱۰ سال مورد بهره‌برداری قرار گیرد (شریفی و همکاران، ۱۴۰۰). زعفران همچون سایر گیاهان زراعی برای استفاده از حداکثر پتانسیل محیط، علاوه بر شرایط آب و هوایی و خاک مناسب، نیاز به مدیریت زراعی بهینه جهت حصول حداکثر عملکرد و افزایش طول دوره بهره‌برداری دارد. در این رابطه برخی از محققین گزارش کرده‌اند که کاشت پر تراکم زعفران باعث می‌شود امکان بهره‌برداری اقتصادی از مزارع زعفران در سال‌های ابتدایی، زودتر فراهم شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۶؛ نصیری‌محلاتی و همکاران، ۱۳۹۴؛ شریفی و همکاران، ۱۴۰۳؛ شریفی و همکاران، ۱۴۰۰). در آزمایشی افزایش تعداد گل در متر مربع همزمان با افزایش تراکم بنه گزارش شده است. البته اگرچه تعداد گل در واحد سطح با افزایش تراکم بنه به طور مثبت و معنی‌داری افزایش یافت ولی این امر با کاهش وزن کلاله همراه بود (شریفی و همکاران، ۱۴۰۰). نتایج مطالعات تعدادی از پژوهشگران نیز نشان داد که تراکم کاشت تاثیر معنی‌داری بر وزن تازه گل، عملکرد کلاله خشک و وزن تر بنه‌های دختری داشت، همچنین وزن تر و خشک برگ در تراکم‌های بالاتر بیشتر بود (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۸؛ توکلی‌کاخکی و همکاران، ۱۳۹۹). هر چند زعفران در طی سالیان متمادی با تغییرات محیط سازگار شده است، اما

تغییرات ناگهانی پارامترهایی مانند دما و رطوبت می‌تواند بر الگوی پراکنش و میزان تولید آن مؤثر باشد. کاهش بارندگی، افزایش دما و تغییر الگوهای بارندگی در سال‌های اخیر، شدت و فراوانی وقوع انواع تنش‌های جدی را افزایش داده و در نتیجه عملکرد و کیفیت زعفران را تحت تأثیر قرار داده است (توکلی‌کاخکی و همکاران، ۱۳۹۹). گزارش شده است که دمای بالا و کم آبی با تأثیر بر فرایندهای متابولیکی و اختلال در رشد و تمایز سلولی به طور قابل توجهی بر رشد رویشی و اندام‌های ذخیره‌ای زعفران تأثیر منفی گذاشته و منجر به کاهش وزن تر و خشک اندام‌ها، تعداد و اندازه بنه دختری و همچنین پارامترهای فتوسنتزی می‌شود (هرویوندی و همکاران، ۱۳۹۸). چنانچه زعفران در تابستان در طی مرحله تشکیل سلول‌های آغازین گل در معرض تنش‌های گرمایی قرار گیرد به خصوص چنانچه طول دوره تنش گرمایی نیز طولانی باشد در این صورت مسلماً کاهش عملکرد اقتصادی دور از انتظار نخواهد بود (توکلی‌کاخکی و همکاران، ۱۳۹۹). در همین راستا در سال‌های اخیر، پژوهشگران به دنبال راهکارهایی برای کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیم بر گیاه زعفران بوده‌اند. یکی از این راهکارها استفاده از مواد ترکیباتی با ویژگی‌های خاص در جهت پایدار شدن تولید و همچنین حفاظت منابع آب و خاک می‌باشد. مطالعات نشان داده است که کاربرد کائولین به صورت لایه پوششی روی سطح خاک به عنوان یکی از ترکیبات طبیعی مورد استفاده برای کاهش اثرات منفی تنش گرمایی

معرفی دستاورد

این آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹ به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (ایستگاه تحقیقات گناباد) انجام شد (با توجه به ماهیت تیمارهای آزمایشی داده‌های سال زراعی دوم و سوم بعد از کاشت ارائه شده است). شهرستان گناباد در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی قرار گرفته است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۰۵ متر می‌باشد و میانگین بلند مدت بارندگی ۱۵۱ میلی‌متر می‌باشد. حداکثر و حداقل دمای 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 دمای ماهیانه ۱۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. با توجه به تنوع اقلیمی استان خراسان رضوی و بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن گسترش یافته و متغیرهای اقلیمی مورد نیاز شامل میانگین بارندگی و درجه حرارت سالیانه شهرستان گناباد در اقلیم فراخشک قرار می‌گیرد. در شکل ۱ و ۲ به ترتیب میانگین حداکثر درجه حرارت در ماه‌های تابستان و تعداد روزهای با دمای بالای ۳۸ درجه سانتی‌گراد برای تابستان سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ مقایسه شده است.

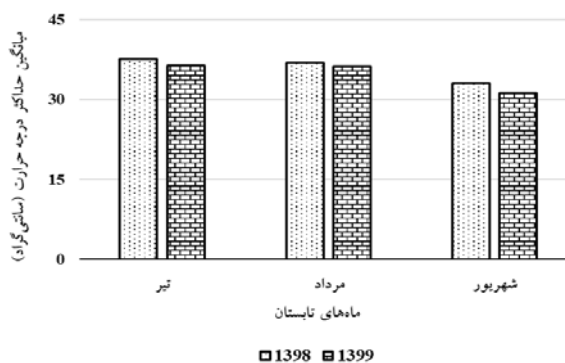
آزمایش مورد نظر شامل دو فاکتور تراکم کاشت در چهار سطح ۶۰ بنه در مترمربع (معادل ۴۸۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ۹۰ بنه در مترمربع (معادل ۷۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ۱۲۰ بنه در

و آبی به واسطه قابلیت انعکاس نور خورشید و کاهش دمای خاک در برخی از محصولات زراعی و باغی موجب بهبود عملکرد شده است (هرویوندی و همکاران، ۱۳۹۸). کائولین معدنی کاملاً تصفیه شده، دارای ظاهری سفید رنگ و خاصیت آبدوستی می‌باشد؛ حلال اصلی این ماده آب بوده که پس از قرار گرفتن در معرض هوا تبخیر و کائولین سفید با تخلخل زیاد به عنوان محافظ روی سطح زمین باقی می‌ماند (توریوریان^۱ و همکاران، ۲۰۱۷). استفاده از ماده ضد تعریق کائولین می‌تواند میزان تعریق را کاهش و ذخیره آب برای مدت طولانی‌تر را به همراه داشته باشد. در مطالعات مختلف افزایش عملکرد بیولوژیکی و تعداد دانه در سنبله گندم (رانجیتا^۲ و همکاران ۲۰۰۷)، افزایش وزن هزار دانه، قطر طبق، تعداد دانه و درصد روغن آفتابگردان (صمدی و فرامرزی، ۱۳۹۳)، افزایش عملکرد بیولوژیکی ذرت (یداو و کومار^۳، ۱۹۹۷) در اثر کاربرد کائولین گزارش شده است. همچنین کائولین جهت کاهش سرایت بیماری‌ها، کاهش اثر منفی تنش‌های محیطی و محافظت از محصولات در مقابل آفت‌ها به کار رفته است (توریوریان و همکاران، ۲۰۱۷). بر این اساس این مطالعه با هدف بررسی تاثیر کاربرد کائولین تحت تراکم‌های مختلف کاشت بر رفتار گلدهی و در نهایت عملکرد اقتصادی زعفران در شرایط اقلیمی گناباد طراحی و اجرا شده است.

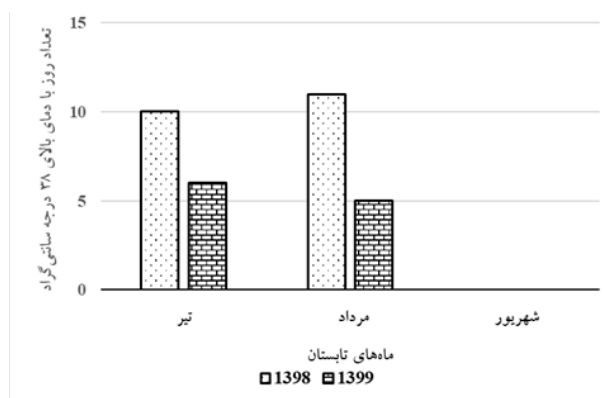
۱. Toryourian

۲. Ranjita

۳. Yadav & Kumar



شکل ۱- میانگین حداکثر درجه حرارت در تابستان سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹



شکل ۲- تعداد روزهای با دمای بالای ۳۸ درجه سانتی گراد در تابستان سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹

بر اساس متوسط وزن 1 ± 8 گرم انجام شد. همچنین بنه‌های مورد استفاده در این آزمایش ۳ روز قبل از کاشت از مزرعه‌ای با فاصله ۲ کیلومتر از محل آزمایش استخراج شده بود. خاک محل آزمایش دارای بافت شنی لومی بوده و پیش از کاشت ۴۰ تن در هکتار کود پوسیده گاوی به زمین اضافه شد. عملیات کاشت به روش نیمه مکانیزه و در تاریخ ۱۳۹۷/۷/۱۱ با استفاده از بنه‌های سورت شده صورت گرفت که سه روز قبل از مزرعه خارج شده بودند. فاصله بین ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر و عمق کاشت ۱۸-۲۰ سانتی‌متر تنظیم شد. آبیاری به روش بارانی و

مترمربع (معادل ۹۶۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱۵۰ بنه در مترمربع (معادل ۱۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت اصلی به عنوان فاکتور اول و کاربرد مقادیر کائولین در سه سطح شامل شاهد (بدون کاربرد کائولین)، کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در کرت فرعی قرار داشتند. ابعاد کرت فرعی $4 \times 2/5$ و ابعاد کرت اصلی 8×4 و فاصله بین کرت‌های اصلی $6/0$ متر و بین تکرارها $5/2$ متر منظور شد. بر این اساس مساحت زمین آزمایش ۴۰۰ مترمربع بود. به منظور جلوگیری از اختلاط سایر عوامل، وزن اولیه بنه‌های مادری در همه تیمارها



شکل ۳- شمالی مزرعه در آبیاری اولیه (اوایل آبان‌ماه)



شکل ۴- شمالی مزرعه در مرحله گلدهی (اواسط آبان‌ماه)

EM^۵ به مقدار ۲۰ لیتر در هکتار و اسید آمینه^۶ 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 سال دوم و سوم حدوداً اواسط آبان ماه ظاهر شدند (شکل ۴).

با توجه به ماهیت آزمایش، سطوح مختلف تیمار دوم برای کرت‌های فرعی در ابتدای تابستان سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ (تقریباً هم زمان با شروع دوره خواب ظاهری بنه‌ها) اجرا شد. کائولین مورد استفاده در این آزمایش با وزن حجمی ۲/۱ تا ۲/۶ گرم در سانتی‌متر

۵ کود باکتری ای ام (EM) علامت اختصاری واژه های Effective Microorganisms است که معادل فارسی آن میکروارگانیسم های موثر می باشد. باکتری EM ترکیبی طبیعی (بدون تغییرات ژنتیکی) از باکتری های اسید لاکتیک، فتوسنتز کننده و مخمرها بیش از ۱ میلیون در میلی لیتر، ملاس نیشکر، عصاره آلوئه ورا و آب می باشد.

۶ شامل: نیتروژن کل (۸٪)، نیتروژن آمونیومی (۱۰٪)، نیتروژن آلی (۸٪)، اسید آمینه (۴۵٪)

با استفاده از رولاین انجام گرفت (شکل ۳)، آبیاری اول بلافاصله بعد از کشت و آبیاری دوم یک هفته بعد به منظور تسهیل در خروج جوانه‌های گل و برگ از خاک انجام شد. اولین آبیاری در سال دوم و سوم در اوایل آبان‌ماه و متناسب با شرایط دمایی صورت گرفت و مطابق با عرف منطقه در هر سال زراعی پنج نوبت آبیاری انجام گرفت.

سایر مراقبت‌های زراعی مانند وجین علف‌های هرز و سله‌شکنی در طول دوره رشد گیاه در همه سال‌های آزمایش در همه کرت‌ها به طور یکنواخت انجام شد. همچنین برنامه تغذیه تکمیلی به صورت محلول پاشی در دو مرحله شامل اواسط بهمن ماه و تکرار آن با فاصله یک‌ماه با فرمول کودی TE+20-20-20^۴ به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار، کود

۴ شامل: بور، آهن، منگنز، روی



شکل ۵- شمای مزرعه بعد از کاربرد کائولین (اواسط تیر ماه)

مکعب از شرکت کائولین خراسان تهیه شد. جهت آماده سازی تیمارهای کائولین به صورت محلول ابتدا بر اساس مقادیر انتخابی برای هر سطح کاربرد، پودر کائولین (معادل ۵۰۰ گرم کائولین برای کرت های تحت تیمار کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۰۰ گرم کائولین برای کرت های تحت تیمار کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) به همراه سورفکتانت مربوطه (مقدار کمی پودر چسب سریش با هدف افزایش خاصیت چسبندگی کائولین به ذرات خاک پس از پاشش) با آب کاملاً مخلوط شد و به وسیله کودپاش مخزنی پشت تراکتوری ۴۰۰ لیتری با پمپ ۱۵۰ بار، مجهز به همزن خودکار استوانه ای و دارای شلنگ سمپاش ۸/۵ هاردفلکس پنج لایه و لانس سمپاش اهرمی ۹۰ سانتی متری با شعاع پاشش ۲/۵ متر به طور کامل روی سطح خاک کرت های فرعی اسپری گردید، به گونه ای که سطح مورد نظر به طور کامل پوشش داده شد و بعد از خشک شدن محلول سطح خاک در کرت های مورد نظر به طور کامل سفید به نظر رسید (شکل ۵).

نمونه برداری برای اندازه گیری خصوصیات گل شامل تعداد گل و وزن خشک کلاله از

کرت های آزمایشی در سال های آزمایش هم زمان با شروع گلدهی آغاز شد و گل های ظاهر شده هر روز صبح به صورت غنچه جمع آوری و شمارش گردید و سپس جهت تعیین وزن تر گل، انجام عملیات جداسازی کلاله ها به آزمایشگاه منتقل شد. کلاله های جدا شده به تفکیک به مدت سه روز در دمای اتاق و در سایه روی پارچه سفید خشک و سپس توزین شدند. نظر به آن که عملکرد زعفران تابعی از شرایط محیطی و مدیریتی سال قبل است، در این مطالعه خصوصیات گل با هدف تکمیل بررسی پیامد تیمارهای آزمایشی از سال دوم بعد از کاشت به صورت دوساله بررسی گردید. در جدول ۱ خلاصه عملیات زراعی انجام شده در هر دو سال آزمایش ذکر شده است. نتایج با نرم افزارهای SAS 9.4 و Excel 2010 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جهت انجام مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل تراکم × کائولین در سطح یک درصد معنی دار بود. بررسی نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تراکم × کائولین نشان داد در هر دو سال

جدول ۱- خلاصه عملیات داشت در سال های مورد بررسی

نوع عملیات	۱۳۹۸-۱۳۹۹	۱۳۹۹-۱۴۰۰
تعداد دفعات آبیاری	۵	۵
اولین آبیاری	۱۳۹۸/۰۸/۱۳	۱۳۹۹/۰۸/۰۶
شروع گلدهی	۱۳۹۸/۰۸/۲۱	۱۳۹۹/۰۸/۱۴
تعداد روز از اولین آبیاری تا ظهور گل	۸	۸
پایان گلدهی	۱۳۹۸/۰۹/۲۱	۱۳۹۹/۰۹/۱۳
طول دوره گلدهی (روز)	۳۰	۲۹
دومین آبیاری	۱۳۹۸/۱۰/۱۵	۱۳۹۹/۰۹/۲۹
سومین آبیاری	۱۳۹۸/۱۱/۱۵	۱۳۹۹/۱۰/۲۱
چهارمین آبیاری	۱۳۹۸/۱۲/۲۸	۱۳۹۹/۱۱/۲۲
پنجمین آبیاری	۱۳۹۹/۰۱/۱۱	۱۴۰۰/۰۱/۰۷
محلول پاشی اول	۱۳۹۸/۱۱/۰۷	۱۳۹۹/۱۰/۱۳
محلول پاشی دوم	۱۳۹۸/۱۲/۲۴	۱۳۹۹/۱۱/۲۱
شروع خزان برگری	۱۳۹۸/۱۲/۰۸	۱۳۹۸/۱۲/۰۵
تکمیل خزان برگری	۱۳۹۹/۰۲/۳۱	۱۴۰۰/۰۱/۲۵
آبیاری تابستانه	۰	۰

خصوصیات رویشی و عملکرد گل و کلاله را نیز تضمین کرد و همچنین باعث تسریع در شروع دوره بهره‌برداری از مزرعه زعفران شد (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۶).

بر اساس نتایج اثرات متقابل تراکم $\times$ کائولین تیمار کاربرد کائولین در هر دو سطح (۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر افزایش وزن خشک کلاله در سال اول با تراکم ۱۲۰ بنه در متر مربع و در سال دوم با تراکم ۹۰ بنه در متر مربع نسبت به سایر تراکم‌ها بیشتر بود. نکته قابل توجه آن است که در هر دو سال آزمایش، بیشترین درصد افزایش تعداد گل و وزن خشک کلاله

آزمایش هم زمان با افزایش تراکم از ۶۰ به ۱۲۰ بنه در متر مربع تحت همه سطوح کاربرد کائولین تعداد گل و وزن خشک کلاله روند افزایشی داشت و همزمان با افزایش تراکم از ۱۲۰ به ۱۵۰ بنه در متر مربع تعداد گل و وزن خشک کلاله کاهش یافت (جدول ۲). به نظر می‌رسد این روند کاهشی ناشی از افزایش تعداد بنه دختری در واحد سطح تحت اثر تراکم‌های بیشتر و ایجاد رقابت شدیدتر است؛ بر این اساس می‌توان گفت با افزایش تراکم بنه در حد مطلوب علاوه بر استفاده مطلوب‌تر از عوامل محیطی و استقرار مطلوب‌تر در سال اول، می‌توان بهبود

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و کاربرد کائولین بر تعداد گل و عملکرد اقتصادی زعفران

تراکم (بنه در مترمربع)	کائولین (کیلوگرم در هکتار)	تعداد گل (در مترمربع)	وزن خشک کاله (گرم در مترمربع)
سال انجام آزمایش	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۳۹۸
۰	۸۵/۲۷ ^f	۱۱۹/۸۱ ^f	۰/۳۱ ^f
۶۰	۱۰۰/۴۰ ^{ef}	۱۸۰/۷۲ ^{def}	۰/۳۷ ^f
۱۰۰۰	۱۱۳/۷۴ ^{ef}	۱۵۴/۷۳ ^{ef}	۰/۴۰ ^f
۰	۹۹/۴۸ ^{ef}	۱۲۹/۰۷ ^f	۰/۴۵ ^{ef}
۹۰	۱۲۲/۴۳ ^{de}	۳۵۷/۰۵ ^b	۰/۵۶ ^{de}
۱۰۰۰	۱۵۱/۳۵ ^{cd}	۴۴۸/۵۷ ^a	۰/۷۳ ^{bc}
۰	۱۲۵/۱۲ ^{de}	۲۲۵/۲۱ ^{de}	۰/۶۵ ^{cd}
۱۲۰	۲۱۳/۸۳ ^{ab}	۳۹۸/۸۹ ^{ab}	۱ ^a
۱۰۰۰	۲۲۶/۳۶ ^a	۴۰۷/۰۴ ^{ab}	۱/۱۱ ^a
۰	۱۸۷/۵۶ ^b	۲۳۷/۶۲ ^{cde}	۰/۶۲ ^{cd}
۱۵۰	۱۸۲/۱۴ ^{bc}	۲۶۲/۱۱ ^{cd}	۰/۷۳ ^{bc}
۱۰۰۰	۲۰۲/۳۲ ^{ab}	۳۲۲/۹۶ ^{bc}	۰/۸۳ ^b
			۱/۰۲ ^c

میانگین ها با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

همزمان با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کائولین در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کاربرد کائولین) با تراکم ۹۰ بنه در متر مربع حاصل شد و از طرف دیگر با افزایش سن مزرعه آستانه تحمل رقابت در گیاه کاهش یافته و بیشترین مقدار وزن خشک کاله با تراکم ۹۰ بنه در متر مربع و کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کائولین بدست آمد (جدول ۲)

توصیه ترویجی

با توجه به اینکه زعفران در ایران به عنوان یک گیاه چندساله کشت می شود، بنابراین استفاده از تراکم مناسب در سال اول هم زمان با کشت نقش مهمی در افزایش عملکرد به ویژه در سال های اولیه دارد. هر چند که در بسیاری از مطالعات بر نقش تراکم به عنوان یک عامل مدیریتی در جهت افزایش عملکرد

اقتصادی زعفران به ویژه در سال های اولیه تاکید شده است؛ اما نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از کائولین به عنوان مالچ پوششی سطح خاک، هم زمان با شروع فصل گرما در شرایط اقلیمی مناطق خشک و نیمه خشک تاثیر مثبت بر عملکرد اقتصادی زعفران دارد. با توجه به این که روند تغییرات اقلیم در چند سال اخیر باعث کاهش بارندگی و افزایش دمای هوا در مناطق عمده زعفران کاری شده است، بنابراین لزوم استفاده از پوشش در فصل تابستان در نظام های زراعی زعفران با توجه به تاثیر مثبت آن بر تعدیل درجه حرارت خاک (توکلی و همکاران، ۱۳۹۹) مورد تاکید می باشد. از طرف دیگر با توجه به قیمت بسیار مناسب این فراورده معدنی در مقایسه با سایر مواردی که به عنوان پوشش در تابستان به کار می روند،

بار اقتصادی چندانی را بر دوش کشاورزی نمی‌گذارد (متوسط قیمت هر کیلوگرم کائولین کشاورزی برابر با ۸۵,۰۰۰ تومان می‌باشد که در مقایسه با متوسط قیمت روز ۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰ تومان برای هر کیلوگرم زعفران سرگل بسیار مورد توجه است). بنابراین با افزایش سن مزرعه صرفه‌نظر از فرایندهای بنه‌زایی سالانه، استفاده از ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کائولین به عنوان مالچ پوششی در فصل تابستان به جهت جلوگیری از آسیب‌های احتمالی درجه حرارت‌های بیشتر پیشنهاد می‌شود. با افزایش سن مزرعه با تراکم‌های بالا عملکرد اقتصادی روند کاهشی داشت؛ بنابراین می‌توان گفت مناسب‌ترین تراکم ۹۰ تا ۱۲۰ بنه در متر مربع (معادل ۷ تا ۹ تن در هکتار) می‌باشد.

منابع

۱. بهدانی، م.ع. و فلاحی، ح.ر. ۱۳۹۴. زعفران دانش فنی مبتنی بر رهیافت های پژوهشی. انتشارات دانشگاه بیرجند.
۲. 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): ۱۰۷-۱۲۲.
۳. مرادی، ر.ا.، رضائی، ش. و ضیائی، س. م. ۱۴۰۳. تأثیر کاربرد سطوح مختلف ماده آلی بر کاهش اثرات منفی تنش خشکی در گیاه زعفران. زراعت و فناوری زعفران. ۱۲ (۳): ۲۶۱-۲۸۲.
۴. شریفی، ح.ر.، نبی پور، ز. و توکلی کاخکی، ح.ر. ۱۴۰۰. بررسی اثر رفتار جبرانی تراکم کاشت، وزن بنه مادری و عمق کاشت بر خصوصیات رویشی و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.). زراعت و فناوری زعفران. ۳ (۹): ۲۴۸-۲۲۷.
۵. صمدی، ا. و فرامرزی، ع. ۱۳۹۳. اثر محلول پاشی با مواد ضد تعرق و قطع آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد آفتابگردان هیبرید فرخ در کشت دوم در منطقه میانه. بوم شناسی گیاهان زراعی. ۱۰ (۳): ۴۷-۵۹.
۶. توکلی کاخکی، ح.ر.، شریفی، ح.ر. و 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.
۷. نصیری محلاتی، م.، کوچکی، ع.، امین غفوری، ا. و محلوچی راد، م. ۱۳۹۴. بهینه سازی تراکم و وزن بنه زعفران با استفاده از طرح مرکب مرکزی. زراعت و فناوری زعفران. ۳ (۳): ۱۶۱-۱۷۷.
۸. هریوندی، م.ر.، رضوانی مقدم، پ.، خرم دل، س. و مویدی، ع.ا. ۱۳۹۸. اثر مقدار و زمان کاربرد مالچ بقایای گندم بر گلدهی و خصوصیات مورفولوژیکی بنه های دختری زعفران. زراعت و فناوری زعفران. ۷ (۳): ۳۰۱-۳۱۸.
9. Toryourian, S., Pasalari, B., and Mohammadi, K. 2018. Effect of foliar application of kaolin clay and cessation of irrigation on quantitative characteristics of safflower plant. Journal of Crop Physiology, 7(37), 49-63.
10. Ranjita, B., Janawade, A. D., and Palled, Y. B. 2007. Effect of irrigation schedule, mulch and anti transpirant on growth, yield and economy of wheat. Karnataka Journal of Agricultural Science, 20(1), 6-9.
11. Yadav, R. S., and Kumar, A. 1998. Effect of some antitranspirants on water relations, NR-activity and seed yield of Rabi Maize (*Zea mays* L.) under limited irrigation. Indian Journal of Agricultural Research, 32 (1), 57-60.